

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**





KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /

Tezin Savunma Tarihi : / /

Tez Danışmanı :

Trabzon

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
Murat DEMİR Tarafından Hazırlanan

EN HIZLI ACİL SERVİS HİZMETİNİ ALMAYI SAĞLAYAN SİSTEM TASARIMI

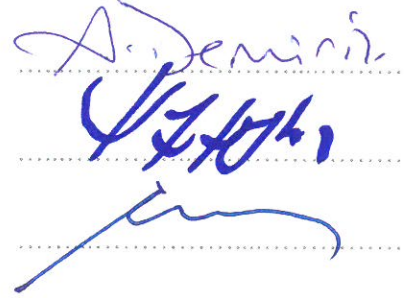
başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 28/ 05 /2019 gün ve 1806 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Ayhan DEMİRİZ

Üye : Doç. Dr. Şükrü ÖZŞAHİN

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk YILMAZ



Prof. Dr. Asim KADIOĞLU
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Tez dönemim boyunca yaşadığım tüm sıkıntılarda yanımda bulunan, desteğini esirgemeyen, hatta destekten fazlasını veren, verileri almaktan onları işlemeye kadar tüm aşamalarda yardımcı olan çok kıymetli eş danışman Hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi A. Burak PAÇ'a, yine bu süreç boyunca bana rehber olan, sorunlarımı çözen, her aradığımda ulaşabildiğim danışman Hocam Sayın Doç. Dr. Şükrü ÖZŞAHİN'e teşekkür ederim. Ayrıca değerli katkıları sebebiyle Prof. Dr. Ayhan Demiriz'e, Prof. Dr. Emrullah Demirci'ye, Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk YILMAZ'a; verileri paylaştıkları için Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi Başhekimi ve Bilgi İşlem Dairesi çalışanlarına teşekkür ederim. Son olarak bu sıkıntılı süreçte hep yanımda olan aileme sonsuz şükranlarımı sunarım.

Murat DEMİR
Trabzon 2019

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “En Hızlı Acil Servis Hizmetini Almayı Sağlayan Sistem Tasarımı” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Şükrü ÖZŞAHİN’in sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim topladığımı ve başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 18/06/2019

Murat DEMİR

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY.....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XII
SEMBOLLER DİZİNİ	XIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Acil Servisler	2
1.2.1. Kalabalığın Sonuçları	4
1.3. Literatür Çalışması	5
2. UYGULAMA.....	9
2.1. Acil Servis Sistemi	9
2.2. Kullanılan Veriler	11
2.2.1. Acil Servis Verileri.....	11
2.2.2. Trafik Verileri.....	15
2.3. Veri Analizi	17
2.3.1. Hasta Girişleri.....	17
2.3.2. Laboratuvar Ve Radyoloji Verileri.....	21
2.3.3. İlk Muayene Verileri	40

2.3.4.	Konsültasyon Verileri.....	43
2.4.	Simülasyon	52
3.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	60
4.	KAYNAKLAR.....	62
5.	EKLER	66
	ÖZGEÇMİŞ.....	67



Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

EN HIZLI ACIL SERVİS HİZMETİNİ ALMAYI SAĞLAYAN SİSTEM TASARIMI

Murat DEMİR

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Şükrü ÖZŞAHİN
2019, 65 Sayfa, 1 Sayfa Ek

Sağlık hizmetleri sektörü, toplumun yaşam kalitesini etkileyen sektörlerin başında gelmektedir. Acil servisler 7 gün 24 saat hizmet veren, sağlık hizmetleri kapsamındaki en yoğun servislerdir. Her geçen gün başvuran hasta sayısının artmasına ek olarak en hayati vakaların sisteme giriş yaptığı yerdir. Bu yüzden acil servislerde yapılacak iyileştirmeler topluma büyük fayda getirecektir. Konuyla ilgili yapılan iyileştirme çalışmalarının büyük çoğunluğu acil servislerin iç işleyişleri üzerinde yapılmıştır. Bu araştırmanın amacı ise, acil servise gelecek hastaları, sisteme giriş yapmadan önce alternatif hastanelere yönlendirerek acil yoğunluklarının dengelenmesini sağlamaktır. Çalışmada acile başvuran hasta popülasyonunun semtlerin ve acil servislerin konumuna göre yönlendirileceği farklı politikalar değerlendirilmiştir. Bu amaçla hastalar için simülasyona dayalı en iyileme ile ortalama hastanede kalış süresini ve tüm sistemde geçirilen süreyi en azaltan politika seçilmiştir. Girdi analizi için Ankara'daki bir eğitim araştırma hastanesinden alınan veriler kullanılmıştır. 2018 yılında hastanenin acil servisine gelen 164.578 hastanın verileri incelenmiştir. Ulaşım süreleri için ise trafik verileri kullanılmıştır. Veri girdisinin incelenmesinde dağılım uyum iyiliği sınamaları, yoğunluk-histogram ve Q-Q çizimleri kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Acil servis, Bekleme süresi, Benzetim

Master Thesis

SUMMARY

SYSTEM DESIGN PROVIDING THE FASTEST EMERGENCY SERVICE SERVICE

Murat DEMİR

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Industry Engineering
Supervisor: Assoc. Prof. Şükrü ÖZŞAHİN
2019, 65 Pages, 1 Page Appendix

Health care services sector is one of the leading sectors that affect the quality of community life. emergency services are the busiest services within the scope of health services, which are open 24/7. In addition to increasing number of the patients admitted each day, it is the place where the most vital cases are entered the system. Therefore, improvements in emergency services can bring great benefits to the society. The majority of the improvement works on the subject have been done on the internal operations of the emergency services. The purpose of this study is to equalise the intensity of the emergency services by directing the patients to alternative hospitals before entering the system. Different methods which shall guide the emergency service patients according to the district and location of the emergency services were evaluated. For this purpose, the policy that reduces the amount of time spent in the whole system and the average service time is selected with simulation based optimization for patients. Data from an educational research hospital in Ankara are used for input analysis. The data of 164,578 patients who came to the emergency services of the hospital in 2018 are examined. Traffic data are used for transportation periods. The goodness of fit distribution, density-histogram and Q-Q plot are used to analyze the data input.

Key Words: Emergency Department, Length of Stay, Simulation

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Acil servis süreç akış şeması	9
Şekil 2. Acil servis süreç akış şeması- devamı	10
Şekil 3. Acil servis süreç akış şemasında kullanılan A kutucuğunun açıklaması	10
Şekil 4. Gelişler arası sürenin histogramı	17
Şekil 5. Aylara göre ortalama saatlik başvuru	18
Şekil 6. Haftanın 168 saati boyunca ortalama başvuru sayıları.....	19
Şekil 7. Farklı aylarda haftanın günlerinde ortalama başvuru sayısı.....	19
Şekil 8. Farklı aylarda günün saatlerinde ortalama başvuru sayısı.....	20
Şekil 9. Başvuru tahmin bandı (%90) ve gerçekleşen başvuru sayıları.....	21
Şekil 10. Gruplar için lab alım süreleri ANOVA testi	22
Şekil 11. Grupların lab alım süreleri ANOVA testi - güven aralıklı	23
Şekil 12. Tüplere göre lab alım süresi ANOVA testi- biyokimya.....	24
Şekil 13. Tüplere göre lab alım süresi ANOVA testi- güven aralıklı- biyokimya	24
Şekil 14. Tüplere göre lab alım süresi ANOVA testi- hematoloji.....	24
Şekil 15. Tüplere göre lab alım süresi ANOVA testi- güven aralıklı- hematoloji	25
Şekil 16. Gruplara göre lab kabul süresi ANOVA testi	25
Şekil 17. Gruplara göre lab kabul süresi ANOVA testi- güven aralıklı	26
Şekil 18. Tüplere göre lab kabul süresi ANOVA testi- biyokimya.....	27
Şekil 19. Tüplere göre lab kabul süresi ANOVA testi- güven aralıklı- biyokimya	27
Şekil 20. Tüplere göre lab kabul süresi ANOVA testi- hormon	28
Şekil 21. Tüplere göre lab kabul süresi ANOVA testi- güven aralıklı- hormon.....	28
Şekil 22. Tanıya göre muayeneden radyoloji istemine kadar geçen süre ANOVA testi... 29	
Şekil 23. Tanıya göre muayeneden radyoloji istemine kadar geçen süre ANOVA testi- güven aralıklı	29
Şekil 24. Tanıya göre radyoloji sonuç süreleri ANOVA testi.....	30
Şekil 25. Tanıya göre radyoloji sonuç süreleri ANOVA testi- güven aralıklı	30
Şekil 26. Tanıya göre radyoloji tetkik sayıları ANOVA testi	31
Şekil 27. Tanıya göre radyoloji tetkik sayıları ANOVA testi- güven aralıklı.....	31
Şekil 28. HİST-OYF çizimi- eliza	32
Şekil 29. HİST-OYF çizimi- cross match-numune	32

Şekil 30. HİST-OYF çizimi- mor k.....	33
Şekil 31. HİST-OYF çizimi- jelsiz- düz tüp.....	33
Şekil 32. Q-Q çizimi- jelsiz düz tüp- gama	34
Şekil 33. Q-Q çizimi- jelsiz düz tüp- weibull.....	34
Şekil 34. HİST-OYF çizimi- kan grubu reverse.....	35
Şekil 35. Q-Q çizimi- kan grubu reverse- lognormal	35
Şekil 36. Q-Q çizimi- kan grubu reverse- gama.....	36
Şekil 37. HİST-OYF çizimi- jelli kk biyokimya	36
Şekil 38. Q-Q çizimi- jelli kk biyokimya- gama	37
Şekil 39. Q-Q çizimi jelli kk biyokimya- weibull	37
Şekil 40. HİST-OYF çizimi- kalın kk-acil lab	38
Şekil 41. Q-Q çizimi- kalın kk acil lab- weibull.....	39
Şekil 42. Q-Q çizimi- kalın kk acil lab- üstel.....	39
Şekil 43. Farklı tanıların ilk muayene sürelerine etkisi için ANOVA testi	40
Şekil 44. Farklı tanılarına göre ilk muayene süreleri ANOVA testi- güven aralıklı	41
Şekil 45. HİST-OYF çizimi- ilk muayene süreleri.....	42
Şekil 46. Q-Q çizimi- ilk muayene süreleri- lognormal	43
Şekil 47. Q-Q çizimi- ilk muayene süreleri- gama.....	43
Şekil 48. HİST-OYF çizimi- bel ağrısı için konsültasyon sayıları.....	44
Şekil 49. HİST-OYF çizimi- akut üst s.y.e. konsültasyon sayıları.....	45
Şekil 50. Tanıya göre konsültasyon sayısı ANOVA testi	45
Şekil 51. Farklı tanıları için konsültasyon sayısı ANOVA testi - güven aralıklı	46
Şekil 52. Tanıya göre konsültan gelme süresi ANOVA testi	47
Şekil 53. Tanıya göre konsültan gelme süresi ANOVA testi- güven aralıklı.....	47
Şekil 54. HİST-OYF çizimi- konsültan gelme süresi.....	48
Şekil 55. Q-Q çizimi- konsültan gelme süresi- üstel.....	48
Şekil 56. Q-Q çizimi- konsültan gelme süresi- gama.....	49
Şekil 57. Q-Q çizimi- konsültan gelme süresi- weibull.....	49
Şekil 58. Q-Q çizimi- konsültan gelme süresi- lognormal	50
Şekil 59. HİST-OYF çizimi- konsültasyon çağrılarları arası süreler.....	50
Şekil 60. Q-Q çizimi- konsültasyon çağrılarları arası süreler- üstel.....	51
Şekil 61. Q-Q çizimi- konsültasyon çağrılarları arası süreler- gama.....	51
Şekil 62. Q-Q çizimi- konsültasyon çağrılarları arası süreler- weibull	52

Şekil 63. Q-Q çizimi- konsültasyon çağrılarları arası süreler- lognormal.....	52
Şekil 64. Acil servis simülasyon modeli	54
Şekil 65. Hasta geliş ve ilk muayene modülü.....	55
Şekil 66. Radyoloji hizmeti modülü	56
Şekil 67. Laboratuvar hizmeti modülü	57
Şekil 68. Konsültasyon hizmeti modülü.....	58
Ek Şekil 1. Acil servis simülasyon modeli	66



TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Acil servis yoğunluğuyla ilgili çalışmalarda kullanılan modeller (Wiler vd.).....	7
Tablo 2. Hastanın acil servise giriş saatleri	12
Tablo 3. Konsültasyon verileri	13
Tablo 4. Laboratuvar tahlil bilgileri	14
Tablo 5. Radyoloji istem ve kabul saatleri	15
Tablo 6. Trafik verisi (haftalık örnek)	16
Tablo 7. Dağılım ve parametreler- lab alım kabul.....	56
Tablo 8. Optquest öncesi ve sonrası sistemde kalış süreleri.....	60
Tablo 9. Doktorların meşguliyet oranları	61

SEMBOLLER DİZİNİ

AS	: Acil servis
AŞE	: Acil şiddet endeksi
DES	: Ayrık Olay Simülasyonu
HDÜ	: Hızlı değerlendirme ünitesi
HİST-OYF	: Histogram- Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu
LOS	: Bekleme süresi
NEDOCS	: Ulusal Acil Servis Kalabalık Ölçütü
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
Q-Q	: Dördebölen- Dördebölen

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

İnsan sağlığı üzerine yapılan çalışmalar son 60 yılda çok ilerleme kaydetmiştir. 1950'de dünya genelindeki yaşam süresi 46 yıl iken, 1980'de 61 yıl, 1998'de ise 67 yıl idi. 2016'da ise bu sayı 72 yıla kadar yükselmiştir. Bu artışın çoğu düşük ve orta gelir düzeyli ülkelerdeki beslenme seviyesinin artmasından, tıbbi yeniliklerden ve halk sağlığındaki gelişmelerden kaynaklanmıştır. Ancak her ülkede bu durum geçerli değildir. Örneğin eski Sovyetler Birliği ülkelerinde yaşam süresi 1986'da 70 yıl iken 1994'te 64 yıla düşmüştür. Bu düşüşün önemli sebepleri; yüksek tütün ve alkol tüketimi, yetersiz beslenme, depresyon ve sağlık sisteminin bozulmasıdır. Yine bir çok Afrika ülkesinde AIDS ve açlık yüzünden yaşam süresi hayli düşüktür. 2005 yılında 7 Afrika ülkesinin yaşam süresi 40 yıldan azdır ve düşmeye devam etmektedir (Brandeu vd., 2005).

Dünya çapında bulaşıcı hastalıklar yılda 13 milyon insanı öldürmektedir. 2019'da sadece HIV/AIDS'den 1,07 milyon insan ölmüştür (URL-1, 2019). Küreselleşen dünyada artık belirli bölgelerdeki hastalıklar her yere yayılmış durumdadır. Bulaşıcı hastalıkların dışında kalp hastalığı, kanser, diyabet gibi hastalıklar yüksek gelir düzeyli ülkelerdeki ölümlerin ana sebeplerindendir. Tütün, alkol ve uyuşturucu kullanımı da insan sağlığını etkileyen önemli nedenlerdir. 2005'te tütüne bağlı hastalıklardan yılda 5 milyon insan ölmekte ve bu sayının 2020'lerde 8 milyon olması tahmin edilmektedir. Obezite de günümüzde artan sağlık problemleri arasındadır. 2019 yılı Ağustos ayı itibariyle dünyadaki obez insan nüfusu 737 milyonun üzerindedir (URL-1, 2019).

Hastalıkların bu denli yaygın ve etkili olması sebebiyle ülkelerin sağlık hizmetlerine önem vermeleri gerekmektedir. Ancak düşük gelirli ülkelerde yeterli kaynak olmadığından dolayı büyük sıkıntılar meydana gelmektedir. 2000 yılında en düşük gelirli 60 ülkedeki kişi başı yıllık sağlık harcaması sadece 15\$ civarındadır. Gelişmiş ülkelerde bu harcama 2000\$ seviyelerindedir (Brandeu vd., 2005). 2015 yılında Türkiye'deki kişi başına düşen sağlık harcaması 1064\$ iken, Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) ülkelerinde ortalama 3813\$ harcama yapılmıştır (Sayılı vd., 2017)). Yeni teknolojiler sağlık hizmet kalitesini artırırken maliyetleri de artırmıştır. Avrupa düzeyinde, genel sağlık harcamaları yılda ortalama %4'ten fazla artmıştır; İtalya'daki %1,9'dan Slovak Cumhuriyeti'nde %10,3'e

çıkıştır (OECD Health Data 2012). Fransa'da tıbbi bakım ve malzeme harcamaları 2005 yılında 196,3 milyar Euro iken, 2010 yılında 234,1 milyar Euro'ya çıkmıştır (Aboueljinane vd., 2013). Bu yatırımlar yapılsa da tüm ülkelerdeki talepler yapılan harcamaları aşmaktadır. Bu yüzden sağlık hizmetlerinde verimliliğin artırılması çok önemlidir. Sağlık hizmetleri sektörü, toplumun yaşam kalitesini etkileyen sektörlerin başında gelmektedir. Acil servisler, uzmanlık farkı gözetmeksizin 7 gün 24 saat hizmet veren, sağlık hizmetleri kapsamındaki en yoğun servislerdir (Söyler vd., 2014). Her geçen gün başvuran hasta sayısının artmasına ek olarak en hayati vakaların sisteme giriş yaptığı yerdir.

1.2. Acil Servisler

Acil servislere ayaktan ya da ambulansla hasta girişi olmaktadır. Ayaktan giriş; hastanın bizzat hastaneye giriş yapması, yakınlarının yardımıyla getirilmesi ya da ambulans kullanmadan başka araçlarla acil servise girmesi demektir. Ambulansla giriş ise ülkemizde 112 acil aranarak acil personelinin ambulans vasıtasıyla hastayı hastane dışından alıp acil servise getirmesidir.

Acil servislerin yoğunluğunun ülkemizde ve dünyada arttığı bilinen bir gerçektir. Bu artışa; servisteki sedye sayısı eksikliği, personel, kapasite ve kaynak kısıtı, hasta sayısındaki artış, konsültan doktorların gecikmeleri gibi etmenlerin sebep olduğu düşünülmektedir (Derlet ve Richards, 2002). Karmaşık yapıdaki hastalıkların artması, yatan hasta sayısının artması ve ülkelerin sağlık politikalarıyla ilgili verdikleri kararlar AS (acil servis) yoğunluğunun artmasına neden olmaktadır. Ayrıca ambulans boşaltma sırasındaki gecikmeler de yoğunluklara sebep olmaktadır.

Acil servistesisi hasta yoğunluğuna sebep olanların başında yatak/sedye azlığı gelmektedir. (Derlet ve Richards, 2000). Yatak/sedye sayısının az olduğu, bazı hastaların 24 saatten fazla süre hastanede yatış için beklediği belirtilmiştir.

Kapasite kısıtı ve hasta akışının etkisini karşılaştırmak için yazılan bir makalede (Sayah vd.), önce kapasite artırımı yapıp sonuçlar alınmış, sonra da sistemin içinde değişiklikler yapılarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Mevcut sistem; 12 akut tedavi alanı, 6 muayene odası ve 2 triyaj/kayıt alanından oluşmaktadır. Genişleme sonrası akut tedavi alanı 24, muayene odası 7 ve triyaj alanı 2 olmuştur. Akıştaki değişiklikler hastayı karşılayan görevlilerin hasta partnerine dönüşmesi, yatış kayıt uygulaması ve hızlı değerlendirme ünitesi (HDÜ) kurulumudur. Hasta karşılayan kişilere özel eğitimler verilmiş

ve hastanın partneri konumuna getirilmiştir. Yani gelen hastaları karşılayıp kısa bir kayıt aşaması yaptıktan sonra seri bir şekilde hızlı değerlendirme ünitesine (HDÜ) hastayı götürmesi sağlanmıştır. Kısa kayıta hasta ismi, kimliği ve ana şikayetinin girilmesi yeterlidir. Daha sonra yatış kaydı için hemşire ve doktorların daha detaylı inceleme yapması gerekecektir. HDÜ, genişleme yapıldıktan sonraki 7 muayene odası ve 2 triyaj alanı birleştirilerek yapılan 9 odadan oluşmaktadır. Getirilen hastalar acil şiddet endeksine (AŞE) göre değerlendirilmektedir. AŞE 1 ila 5 arasında değer almaktadır. 4 ve 5 acil durumu düşük değerlerdir. Bu değerlerdeki hastalar başka bir bölüme yönlendirilmeden HDÜ'de tedavi edilmektedir. 1,2,3 değerlerindeki hastalar ise hemen akut tedavi alanlarına taşınmaktadır.

AS genişlemesinden sonraki zaman diliminde önemli olumsuz eğilimler gözlemlenmiştir: Hasta memnuniyet puanında yüzde 4,1 lik azalma, hastanın muayene olmasına kadar geçen sürede 4,9 dakikalık artış, toplam kalış süresinde 13,2 dakikalık artış ve muayene olmadan ayrılan hasta sayısında yüzde 0,11 lik artış görülmüştür. HDÜ oluşturulduktan sonra, hasta memnuniyet puanında yüzde 4,1 lik artış, muayene olmasına kadar geçen sürede 4,5 dakikalık azalma, toplam kalış süresinde 15,6 dakikalık azalma ve muayene olmadan giden hasta sayısında yüzde 0,12 lik azalma görülmüştür. Hastane genişletmesindeki bu olumsuz sonucun sebebi, hastaların sistemdeki gereksiz hareketlerinin genişleyen alanla birlikte artması, daha fazla hasta gelmesiyle birlikte mevcut sistemdeki verimsizliklerin artarak devam etmesi gösterilmektedir. Akıştaki iyileştirmelerle sistemin iyileştirilmesi sağlanmıştır (Sayah vd., 2016).

Acil yoğunluğu etkileyen sebeplerden biri de ambulans boşaltma gecikmeleridir. Ambulansların getirdiği hastaları acil personeline devretmesinden kaynaklı gecikmelere ambulans boşaltma gecikmeleri denir. Bu gecikmenin en büyük sebebi acildeki yatak ve çalışan kapasitesinin yetersiz olmasıdır. Gecikme sonucunda ambulansın verimliliği düşer, bir sonraki hastaya ulaşma süresi artar (Almehdawe vd., 2013).

Konuyla ilgili yapılan bir makalede ambulans boşaltma gecikmelerini önlemek için boşaltma alanı önerilmiştir. Ambulansla gelip de yer olmadığı için alınamayan hastalar bu boşaltma alanına alınmakta ve tüm hastalar için sadece iki çalışan bulunmaktadır. Böylece ambulans araçları ve personelleri gereksiz bekleme yapmamış olacaktır.

Aynı makalede çalışma için öncelikle hastalar aciliyet seviyelerine göre puanlandırılmıştır. Puanı düşük olan hasta önceliklidir. Eşitlik durumunda acil personelinin tedavi için ambulansla gelmeyen hastalara öncelik verdiği tespit edilmiştir. Bu da boşaltma alanının sürekli tam kapasitede olması anlamına gelmektedir. Yapılan hesaplama ile eşitlik

durumunda tedavi edilecek hastaların en az %35i boşaltma alanından olması gerektiği görülmüştür. Aksi takdirde bekleyen ambulans sayısı fazla olacaktır. %60'ından fazlasının boşaltma alanından seçilmesi durumunda ise bekleyen ambulans sayısında anlamlı bir düşüş olmayacağı ve diğer taraftaki kuyruğun fazla olacağı belirtilmiştir. (Laan vd., 2016).

Acil yoğunluğuna neden olan bir başka durum da hastanenin diğer bölümlerinde yatması gereken hastaların, bölüm yataklarının dolu olması sebebiyle acil servislerden gönderilememesidir. Hastalar yer boşalana kadar acil servislerde kalarak acil servis yoğunluğunu arttırmaktadırlar (Dickinson, 1989).

Hastalar ücret politikaları sebebiyle acilde muayene olmak isteyebilirler ve bu da hasta yoğunluğunu arttıran bir başka unsurdur. Ayrıca insanlar polikliniklere göre daha hızlı muayene alabilmek için acillere başvurumaktadırlar (Howard vd., 2005). Polikliniklerde sıranın kalmaması ya da uzun olması durumunda da acil servislere başvurularda artış olmaktadır.

Bu durumlara ek olarak gelişen teknolojiyle birlikte bulunan ilaçlar ve artan yaşam konforu insanların ortalama yaşam süresini uzatmıştır. Bu da yaşlı insanların sayısının artmasını sağlamış ama onların sahip oldukları hastalıkların da çoğalmasına neden olmuştur. Bu durum acile başvuran karmaşık hastalıklara sahip insanların artmasına yol açmıştır (Derlet ve Richards, 2000; Trzeciak ve Rivers, 2003).

1.2.1. Kalabalığın Sonuçları

Acil servislerdeki kalabalık çeşitli durumlara sebep olmaktadır. Bunların başında hastaların gerekli tedaviyi zamanında alamamasına bağlı olarak hastalıklarının ciddileşmesi ve ölüm risklerinin artması gelmektedir.

Hastalar uzun süre hem triaj hem de tedavi için beklemektedir. Hasta başına düşen muayene süresi az olduğu için kaliteli bir tedavi alınmamaktadır (Kingswell vd., 2017).

ABD'de yapılan bir çalışmada; hastaların yaklaşık %1.4 ile %15'inin acil servislerdeki yoğunluktan kaynaklı uzun bekleme süresi sebebiyle doktora görünmeden acilden ayrıldığı belirtilmiştir (Chan vd., 2005).

Kalabalık sonucunda görevli personelin dinlenme zamanlarının kısıtlanması, sözlü ve fiziksel şiddete maruz kalmaları nedeniyle streslerinin arttığı gözlemlenmiştir. Bu stres sonucunda istifalar da artmıştır (Almehdawe vd., 2013).

Acil servisteki yoğunluğa bağı beklemeler ve hizmet kalitesinin düşmesi nedeniyle finansal olarak ciddi kayıplar yaşanmaktadır. Yapılan bir çalışmada 3 yıllık bir dönemde, acil serviste bir günden fazla kalan hastaların hastaneye yapmış olduğı maliyetin yaklaşık 6,8 milyon dolar olduğı belirtilmiştir (Hoot ve Aronsky, 2008).

Yine kalabalığın etkisiyle personelin nöbetlerinin fazla olması ve mesaisi boyunca görüdüğü hasta sayısının fazla olması sebebiyle hata yapma ihtimallerinin yüksek olduğı bilinen bir gerçektir.

Görüldüğü gibi hasta yoğunluğunun artmasının hastane personeline ve hastalara olan zararı büyüktür. Verilen örneklerde de görüldüğü gibi kalabalığı azaltmak için yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu acil servislerin iç işleyişleri üzerinde yapılmıştır. Yani hastalar hastaneye ulaştıktan sonra çözüm önerileri getirilmektedir. Oysaki acil sistemini oluşturan hasta yoğunluğuna etki eden başka bir durum daha vardır. O da henüz hastaneye ulaşmamış ama yola çıkmış hastalardır. Bu hastalar kalabalığı arttıran önemli etkenlerdendir. O yüzden henüz hastaneye ulaşmamış hastaların da planlanması gerekmektedir.

Yapılan bu tez çalışmasında acile başvuran hasta popülasyonunun; semtlerin ve acil servislerin konumuna göre yönlendirileceğı farklı politikalar değerlendirilmiştir. Bu amaçla hastalar için simülasyona dayalı en iyileme ile ortalama hastanede kalış süresini ve tüm sistemde geçirilen süreyi en azaltan politika seçilmiştir.

Bu çalışmanın ilerleyen bölümlerinde simülasyonla ilgili yapılan araştırmalardan örnekler verilmiştir. Daha sonra tez çalışmasının uygulama kısmında acil servis yapısı detaylı bir şekilde anlatılarak simülasyon modelinin alt yapısı oluşturulmuştur. Hastaların acil servislere yönlendirme kararından önceki ve sonraki senaryo simülasyon programıyla çalıştırılmış ve son bölümde sonuçlar değerlendirilmiştir.

1.3. Literatür Çalışması

Simülasyon basit bir tanımlamayla, sistemi temsil eden bir model tasarımı olarak ifade edilebilir. Daha ayrıntılı olarak simülasyon ya da diğere adıyla benzetim, bilgisayar modeli kullanarak, belirli koşullar altında ve belli süre içerisinde sistemin performansının tahminini ve değerlendirmesini yapan analiz aracıdır (Law ve Kelton, 2007). Özellikle yeniliklerin test edilmesi zaman ve maliyet açısından güç olan ya da mümkün olmayan sistemler için sıklıkla kullanılmaktadır.

Yapılan literatür araştırması sonucunda, bir çok sağlık kuruluşunda etkinlik ve performans değerlendirmesi için çoğunlukla simülasyon modelleri kullanılmaktadır (Joshi vd, 2005; Zaki vd, 1997).

Acil servislerde simülasyon modellerinin uygulanmasıyla ilgili yapılan araştırmada, 2000-2016 yılları arasında 254 adet yayın incelenmiştir. 224 yayının AS süreçleri ve performanslarıyla ilgili olduğu belirtilirken 162'sinin kaynaklar ve kapasiteyle ilgili olduğu görülmüştür. Yalnızca 11 tanesinde hasta davranışı üzerine odaklanılmıştır (Salmon vd.,2018).

Acil servisle ilgili bir başka makalede kaynak planlamasıyla ilgili ayırık olay simülasyonu uygulanmış ve hastaların toplam bekleme süresi %48 oranında azaltılmıştır (Zeinali vd., 2015).

Simülasyon uygulanan başka bir çalışmada sistem performansı açısından bakıldığında, acil servisteki hasta yataklarının yönetiminde yapılan planlamanın acil servisin fiziksel kapasitesinden ve işgücünden daha etkili olduğu gösterilmiştir (Abo-Hamad ve Arisha, 2013).

Yapılan başka bir çalışmada acil servisteki yoğunluğu ölçmek için ayırık olay simülasyonu kullanılmıştır (Hussein vd., 2017). Ayırık olay simülasyonu modellerinde, sistem durum değişkenleri zaman ekseninde sayılabilir noktada değişime uğrayabilmektedir. Diğer bir deyişle bu modellerde olay sayısı sayılabilir demektir. Çalışmada Ulusal Acil Servis Kalabalık Ölçütü (NEDOCS) denilen kalabalığı ölçen bir denklem kullanılmıştır. Bu denklem; bekleme süresi, hasta yatak sayısı, hastanede yatan hasta sayısı, acil hasta sayısı gibi parametrelerden oluşmaktadır. Çalışmanın amacı tıbbi ekipmanı değiştirerek ve yeni teknolojiyi kullanarak NEDOCS ve LOS (Length of Stay/Bekleme süresi) değerlerini azaltmaktır (Hussein vd., 2017). Yine başka bir makalede; doktorların, tıbbi hemşirelerin ve laboratuvarların farklı düzeyleri kullanılarak en iyi acil servis performansının bulunmasına çalışılmıştır (Yang vd., 2016). Bu makalede de ayırık olay simülasyonu kullanılarak çözüm sunulmuştur.

Tablo 1'de acil servis yoğunluğuyla ilgili çalışmalarda en fazla kullanılan yöntemler listelenmiştir. Formül temelli, regresyon temelli, zaman serileri analizi, kuyruk yöntemi ve ayırık olay simülasyonu kullanılan yöntemler arasındadır (Wiler vd., 2011)

Tablo 1. Acil servis yoğunluğuyla ilgili çalışmalarda kullanılan modeller (Wiler vd.)

	Kantitatif Metot	Kalabalığı Tanımlama	Kısa Zaman için Kalabalığı Tahmin Yeteneği	Süreç İyileştirme Etkisini Tahmin Etme	Model Geliştirme Kolaylığı	Kullanım Kolaylığı	Yorum
Formül temelli	Matematiksel Formül	İyi	Zayıf	-	İyi	İyi	Girdiler için Uygun
Regresyon temelli	İstatistiksel Analiz	Orta	Orta	Zayıf	Orta	Orta	Oldukça Anlaşılır
Zaman serileri analizi	İstatistiksel Analiz	-	Orta	Zayıf	Zayıf	Orta	Sayısal Kaynak Gerekli
Kuyruk teorisi	Matematiksel Formül	-	Zayıf	İyi	Zayıf	Orta	Önemli Sayıda Varsayımlı
DES	Bilgisayar Programlama Kodu	-	Orta	İyi	Zayıf	Zayıf	Kurumu ve Bakımı Maliyetli

Amerika'daki bir acil serviste yapılan çalışmada hasta akışını iyileştirmek için Arena kullanılarak simülasyon yapılmıştır. Farklı düzeyde kaynak kullanılarak üç farklı senaryo ile sistemin verimliliğinde artış sağlanmıştır (Anderson vd., 2010).

Acil servis sistemindeki darboğazları ve personel-malzeme gereksinimini belirlemek için Kentucky Chandler Üniversitesi Hastanesi'nde simülasyon yöntemi kullanılmıştır. Sonucunda tomografi taramasının darboğaz olduğu belirlenmiştir (Brenner vd, 2009).

Saunders vd., hastaların hastanedeki çevrim sürelerine etkisini incelemek için simülasyon modeli tasarlamıştır. Modeldeki parametreler; kaynak atama ve kullanımı, kuyruk uzunluğu, laboratuvar işlemleridir (1989).

Simülasyon yönteminin kullanıldığı bir başka çalışmada, Kuveyt'te bir devlet hastanesinde hastaların acil serviste bekledikleri süreyi en azaltan optimum çalışanını bulmak hedeflenmiştir. Çalışan sayısındaki %28 artışın hastaların beklemelerini ortalama %40 azalttığı tespit edilmiştir (Ahmed ve Alkhamis, 2009).

Ayrık olay simülasyonu ile modellenen bir başka çalışmada personel bütçesi kısıtı altında hastaların acilde kalış sürelerini en aza indirmek amaçlanmıştır. En uygun çözüm aranırken bir performans kriteri olarak hastanın acil servise girişi ile ilk muayene aldığı an arasında geçen sürenin de düşünülmesi gerektiği belirlenmiştir (Ghanes vd., 2015).

Yoğun bakımda ve diğer bölümlerdeki yatak kapasitesi sorunlarını inceleyen bir çalışmada ayrık olay simülasyonu kullanılarak bir model önerilmiş ve önerilen model sonucunda hasta maliyetlerinde günlük %18 civarında bir azalma sağlanabileceği gösterilmiştir (Rodrigues vd., 2018).

Chin ve Fleisher simülasyon çalışması yaparak doktorların mesaieleri içerisinde boşta bekleme süreleri azaltmış, böylelikle hasta çevrim sürelerini kısaltmış ve sistemin etkinliğini arttırmıştır (1998).

Yapılan bir yüksek lisans tez çalışmasında hastaların acil serviste kalış sürelerine sistem kaynak sayılarının (doktor, triyaj hemşiresi, kayıt personeli ve yatak sayısı) etkisi belirlenmek istenmiştir. Simülasyon modeli sonuçlarında, kalış süresini en fazla etkileyen parametrenin doktor sayısı, en az etkileyenin ise kayıt personeli sayısı olduğu anlaşılmıştır (Karakurt, 2019)

23 hastane ve 36 ambulans ile bir simülasyon çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada 4 farklı çizelgeleme kuralı kullanılarak sistemin etkinliğini arttırmak hedeflenmiştir. Çalışma sonucunda ambulans çağrılmasıyla ambulans gönderimi arasındaki süre %50 azalmıştır (Su ve Shih, 2003).

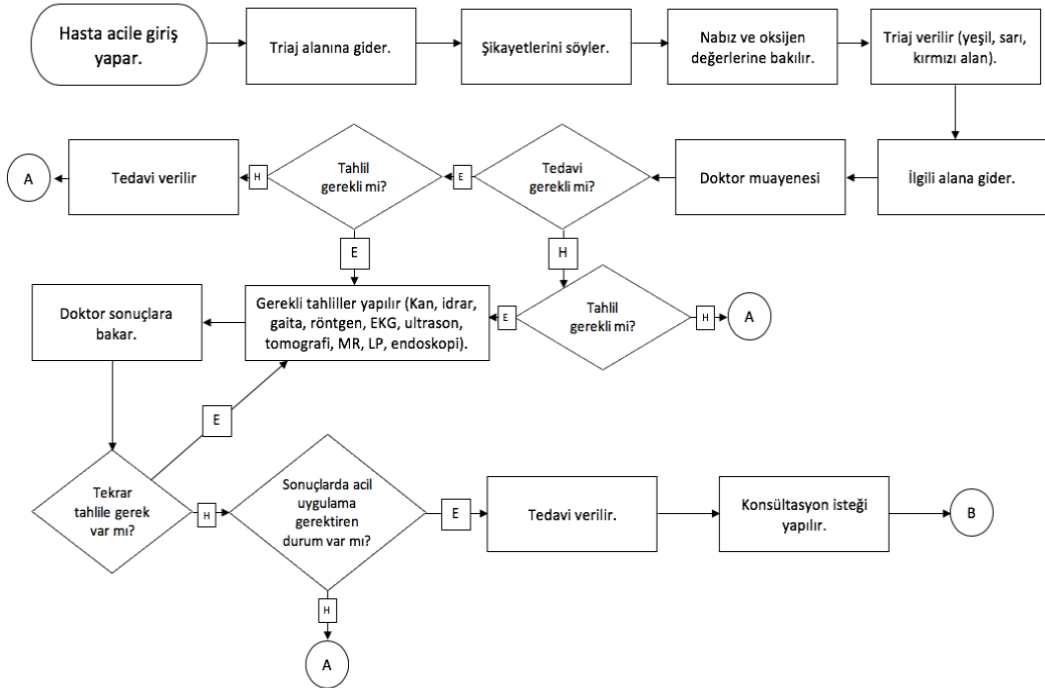
Hizmet seviyesini yükseltmek için hemşirelerin etkin çalışmasını sağlayacak bir görev çizelgeleme sistemi tasarlanmıştır. Bu çalışma için simülasyon ve genetik algoritma kullanılmıştır. Çalışma sonucunda hasta kuyruğunda azalma olurken hasta bakımında ve memnuniyetinde artış sağlanmıştır (Yeh ve Lin, 2007).

2. UYGULAMA

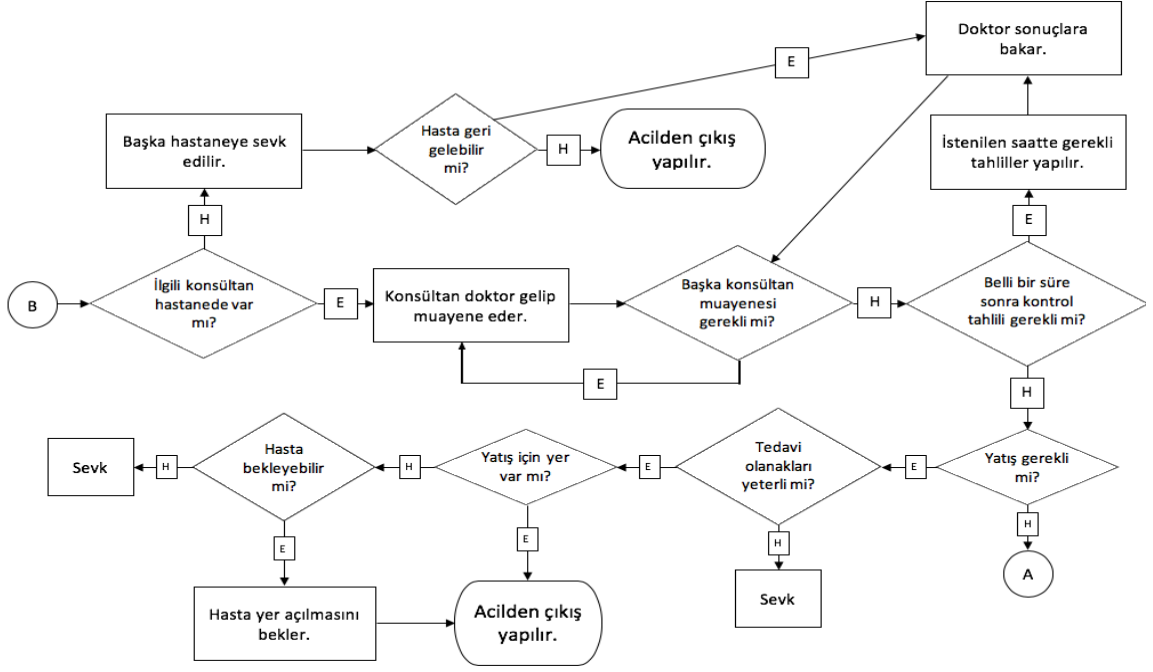
Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Acil Servisi'nde yapılan uygulama çalışması için veriler toplanmıştır. Veriler bilgi işlem merkezinden alınmıştır. Verilerle ilgili detaylı bilgiler acil personeliyle yüzyüze görüşülerek alınmıştır.

2.1. Acil Servis Sistemi

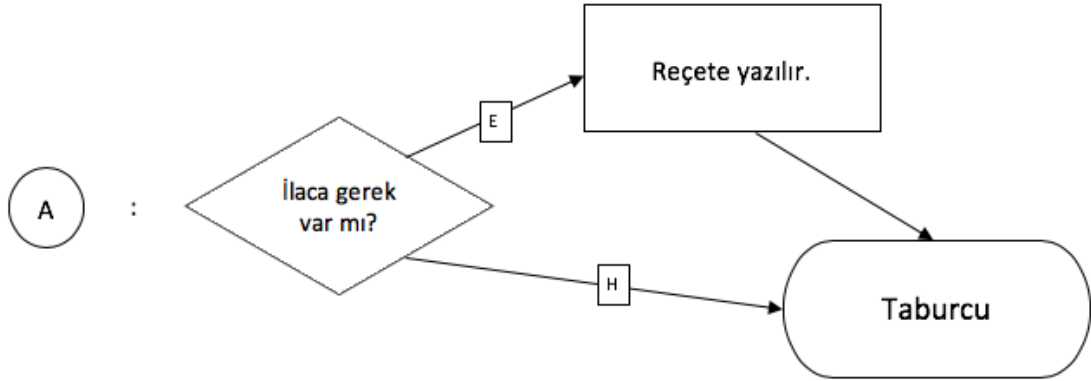
Acil servis personeliyle yüz yüze yapılan görüşmede hastaların acil servis içinde izlediği yol hakkında bilgiler alınmıştır. Alınan bu bilgiler ışığında acil servis süreç akış şeması oluşturulmuştur ve Şekil 1,2 ve 3'te gösterilmiştir. Şemada A ve B kutucukları bulunmaktadır. A kutucuğu, şemada çok tekrar edip karışıklık yapmaması için Şekil 3'te gösterildiği gibi ilaca gerek var mı, varsa reçete ve daha sonrasında taburcu adımlarını temsilen çizilmiştir. B kutucuğu ise şemanın uzunluğu sebebiyle iki parçada gösterilmek üzere çizilmiş olup, başka herhangi bir anlam içermemektedir.



Şekil 1. Acil servis süreç akış şeması



Şekil 2. Acil servis süreç akış şeması- devamı



Şekil 3. Acil servis süreç akış şemasında kullanılan A kutucuğunun açıklaması

Sistem hastanın acile girişiyle başlamaktadır. Hasta ayaktan giriş yaptıysa kendisi; durumu kritik veya ambulansla giriş yapmışsa bir yakını kimlik bilgilerini vermek üzere

kayıt/triaj alanına gitmektedir. Şikayetlerin söylenmesinden sonra yetkili kişi şikayetler hangi alana uygunsa hastaya o alana ait sıra numarasını vererek ve hastayı ilgili alana yönlendirmektedir. Hasta sırasını bekledikten sonra sıra geldiğinde doktor muayenesi yapılmaktadır. Tedavi ve tahlil gerekip gerekmediği doktor tarafından belirlenmektedir. Tahlil gerekmezse ancak ilaç gerekirse reçete yazılarak hasta taburcu edilmekte, ilaç da gerekli değilse hasta direkt taburcu olmaktadır. Tahlil gerektiğinde ise gerekli tahliller yapılmaktadır. Doktor tahlil sonuçlarına baktıktan sonra yeniden tahlile ihtiyaç olup olmadığına karar vermekte ve tekrar eden işlemlerin tamamlanması sonucunda tahlil sonuçlarına göre durumun acil olup olmadığına bakılmaktadır. Durum acil değilse çıkış prosedürü uygulanırken tersi durumda yani aciliyet varsa tedavi verildikten sonra konsültasyon isteği yapılmaktadır. İlgili konsültan hekim hastanede bulunmuyorsa hastanın başka hastaneye sevkı yapılır. Konsültan hekim hastanede bulunuyorsa ilgili olan hekimler gelip muayeneyi yapmaktadır. Muayeneden sonra yeniden bir tahlil istenmesi durumunda tahliller yapıp doktorun sonuçları inceleme aşaması başlamaktadır. Tahlil yapmanın gerekmediği durumlarda hastanın yatırılıp yatırılmamasına karar verilmektedir. Yatış gerekli değilse de çıkış prosedürü uygulanmaktadır. Yatış gerekliyse hastanenin tedavi olanaklarına bakılması gerekmektedir. Yetersizlik durumunda başka hastaneye sevk edilirken, tersi durumda ve boş yatak varsa yatış işleminin yapıp, sistemden çıkış sağlanmış olmaktadır. Boş yatak olmaması durumunda, eğer hasta beklemeye müsaitse yatağın uygun hale gelmesini beklemekte, hasta bekleyecek durumda değilse de başka hastaneye sevk yapılmaktadır. Bu durumda da sistemden çıkış gerçekleşmiş olmaktadır.

2.2. Kullanılan Veriler

2.2.1. Acil Servis Verileri

Kullanılan veriler Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Bilgi İşlem Dairesi'nden alınmıştır. 01.01.2018 - 31.10.2018 tarihleri arasında acil servise başvuran 164.579 hastanın verileri uygulamada kullanılmıştır. Hasta verileriyle ilgili yetkililerce 4 farklı excel tablosu verilmiştir. Tablo 2,3,4 ve 5'te sırasıyla hastanın acil servise giriş saatleri, konsültasyon verileri, laboratuvar tahlil bilgileri ve radyoloji istem ve kabul saatleri ile ilgili örnekler verilmiştir.

Tablo 2’de acil servise gelen hastalara ait bazı bilgiler mevcuttur. HKID, her hastaya özel olarak verilen hasta kimlik numarasıdır. HK-HASTATURU, gelen hastanın sistemi nasıl terkettiğini göstermektedir. Y-Yatan ifadesi hastanın ilgili polikliniğe yatış yaptığını, A-AYAKTAN ise hastanın yatış olmadan taburcu olduğunu göstermektedir. TRIAJ, gelen hastanın acil servis içinde hangi bölüme yönlendirildiği bilgisini vermektedir. Hastanın yönlendirilebileceği yeşil, sarı ve kırmızı olmak üzere üç farklı alan bulunmaktadır. Ancak aldığımız verilerde hastaların çok büyük bir bölümünün (%99) sarı alana yönlendirilmiş olduğu görülmüştür. O yüzden yapılan çalışmada acil servis tek bir alan gibi düşünülmüştür. BAŞVURU_TARIHI hastaların acil servise giriş yaptığı tarihtir. GELISSAAT acil servise girip, kayıt olduğu saattir. HK_HASGELSAAT’te farklı olarak saniye bilgisi de bulunmaktadır.

Tablo 2. Hastanın acil servise giriş saatleri

HKID	HK_HASTA TURU	TRIAJ	BAŞVURU_ TARİHİ	GELIS SAAT	HK_HASGEL SAAT
628320868	A-Ayaktan	Yeşil Alan	03.01.2018	13:37	13:37:33
628321584	A-Ayaktan	Sarı Alan	03.01.2018	14:22	14:22:17
628354075	A-Ayaktan	Sarı Alan	08.01.2018	21:15	21:15:53
628303537	A-Ayaktan	Sarı Alan	01.01.2018	22:40	22:40:33
628350745	A-Ayaktan	Sarı Alan	08.01.2018	11:59	11:59:16
628360447	A-Ayaktan	Sarı Alan	09.01.2018	11:32	11:32:57
628360598	A-Ayaktan	Sarı Alan	09.01.2018	11:48	11:48:46
628303570	A-Ayaktan	Sarı Alan	02.01.2018	00:00	00:00:05
628303598	Y-Yatan	Sarı Alan	02.01.2018	00:42	00:42:50
628303604	A-Ayaktan	Sarı Alan	02.01.2018	01:08	01:08:34

Tablo 3’te konsültan hekim çağrılmasıyla ilgili hastaneden alınan veriler bulunmaktadır. Burada HK_ID hasta kimlik numarasıdır. CAGRILMATARIHI ve CAGRISAAT konsültan hekimin çağrıldığı tarih ve saat bilgisidir. GELISTARİH ve GELISSAAT konsültan hekimin hastayı muayene etmeye geldiği tarih ve saattir. MESAI, konsültan hekimin mesai dışında mı mesai içinde mi hastayı muayene için geldiğini gösterir. Mesai içi hafta içi ve 08:00-17:00 saatlerini kapsar. TOPSURE çağırma saatiyle geliş saati arasındaki dakika cinsinden farkı temsil eder. TN_KODU hastanın tanı bilgisidir. Her tanının kendine ait bir kodu vardır.

Tablo 3. Konsültasyon verileri

HK_ID	GORUS SAAT	GELIS TARİH	CAGRILMA TARİHİ	CAGRI SAAT	HI_EKLE TARİHİ	GELIS SAAT	MESAI	TOP SURE	TN_KODU
628421 561	22:31	17.01.20 18	17.01.2018	22:31	17.01.20 18	22:57	Mesai Dışı	26	R53 - Kırgınlık ve yorgunluk
628610 856	15:08	14.02.20 18	14.02.2018	15:08	14.02.20 18	16:14	Mesai İçi	66	Z04.5 - Dayak sonrası muayene ve gözlem
628610 856	11:05	20.02.20 18	20.02.2018	11:05	20.02.20 18	12:35	Mesai İçi	90	Z04.5 - Dayak sonrası muayene ve gözlem
628662 317	20:29	21.02.20 18	21.02.2018	20:29	21.02.20 18	22:18	Mesai Dışı	109	K92.0 - Hematemez
629379 195	01:44	13.06.20 18	13.06.2018	01:44	13.06.20 18	02:25	Mesai Dışı	41	Z04.1 - Trafik kazası sonrası muayene ve gözlem
629379 195	01:44	13.06.20 18	13.06.2018	01:44	13.06.20 18	01:44	Mesai Dışı	0	Z04.1 - Trafik kazası sonrası muayene ve gözlem
630028 504	14:00	08.10.20 18	08.10.2018	14:00	08.10.20 18	14:05	Mesai İçi	5	R52.0 - Akut ağrı
630131 295	13:44	24.10.20 18	24.10.2018	13:44	24.10.20 18	13:53	Mesai İçi	9	Z72.1 - Alkol kullanımı
630131 295	15:13	24.10.20 18	24.10.2018	15:13	24.10.20 18	16:09	Mesai İçi	56	Z72.1 - Alkol kullanımı

Laboratuvar sonuçlarını gösteren Tablo 4'te bulunan Hastane_Referans_No diğer tablolardaki HKID yani hasta kimliğidir. GRUP, yapılan tahlilin hangi gruba ait olduğunu göstermektedir. TUP ise tahlil grubu içerisindeki alt başlıklardır. AY, tahlilin hangi ayda gerçekleştiğini göstermektedir. Alım_Kabul, tahlilin istendiği saat ile tüpün/kabın ilgili görevliye teslim edildiği saat arasındaki farkın dakika cinsinden değeridir. Kabul_Onay ise tahlil sonucunun çıktığı saat ile tüpün/kabın işleme sokulduğu saat arasındaki farkın dakika cinsinden değeridir. Buradaki örnekte de görüldüğü üzere bazı değerler negatiftir. İki süre arasındaki farkın negatif olamayacağı açıktır. Ekim ayı dışındaki verilerde negatif değerlerin

sayısı oldukça fazladır. Bilgi işlem yetkilisi test giriş ve çıkış saatlerinin üzerinde değiştirme yapılabildiği bilgisini vermiştir. O yzden süreyle ilgili yapılan çalışmalarda ekim ayının verileri kullanılmıştır. Tahlil grubu üzerinden yapılan araştırmalarda ise diğer aylardaki veriler de kullanılmıştır.

Tablo 4. Laboratuvar tahlil bilgileri

Hastane_ Referans_No	GRUP	TUP	AY	Alım_ Kabul	Kabul_ Onay
630122394	HEMATOLOJİ	Mor K.	EKİM	18	20
630147398	BIYOKİMYA	ACİL Troponin T- Yeşil Kapak	EKİM	13	122
630079697	HEMATOLOJİ	Mavi K.Hemostaz	EKİM	5	34
630079716	HORMON	JELSİZ HORMON [Kalın KK]	EKİM	12	77
630029722	BIYOKİMYA	JELLİ KK- BIYOKİMYA	EKİM	34	79
630029722	KAN GAZLARI	Kan Gazı	EKİM	17	20,5
630065705	BIYOKİMYA	JELLİ KK- BIYOKİMYA	EKİM	-2	48
630131276	HEMATOLOJİ	Mor K.	EKİM	18	1
630026732	ELİZA	İnce KK-ELISA	EKİM	2	58
630011627	BIYOKİMYA	JELLİ KK- BIYOKİMYA	EKİM	0	49,5
630079753	HEMATOLOJİ	Mavi K.Hemostaz	EKİM	0	50
630079753	HEMATOLOJİ	Mor K.	EKİM	-1	0
630079793	BIYOKİMYA	ACİL Troponin T- Yeşil Kapak	EKİM	4,5	50,5

Alınan bir diğer excel tablosunda ise radyoloji ile ilgili bilgiler mevcuttur. HKID hasta kimlik numarasıdır. HI_EKLEMETARİHI radyoloji işleminin (MR, röntgen, tomografi, ultrason) istendiği tarih ve saat bilgisidir. Yine ISTEMSAAT de bu bilgiyi göstermektedir. KABULSAAT ise sonuçların çıktığı saattir.

Tablo 5. Radyoloji istem ve kabul saatleri

HKID	HI_EKLEMETARIHI	ISTEMSAAT	KABULSAAT
628311834	02.01.2018 16:11:06	16:11	16:13
628313044	02.01.2018 16:56:38	16:56	16:59
628313122	02.01.2018 17:40:58	17:40	17:52
628313145	02.01.2018 17:56:12	17:56	17:57
628313142	02.01.2018 17:56:40	17:56	18:22
628313177	02.01.2018 18:41:53	18:41	19:37
628313160	02.01.2018 18:38:39	18:38	19:37
628313210	02.01.2018 19:09:06	19:09	19:37
628378801	11.01.2018 12:15:58	12:15	12:18
628312350	02.01.2018 15:04:08	15:04	15:05

Acil servis personeliyle yapılan görüşme sonucu oluşturulan acil servis süreç akış şeması ile Bilgi İşlem Dairesi'nden alınan veriler karşılaştırıldığında akış şemasının daha ayrıntılı olduğu görülmektedir. Bunun sebebi, acil servis sisteminin karmaşıklığı sebebiyle yapılan her işlemin sürelerini ayrı ayrı elde etmek mümkün değildir. Bu süreleri ölçmek için gözlem yapmak da olası değildir. Örneğin, laboratuvar süreleri içinde işlem süreleri, tahlilleri alma süreleri ve kuyruk bekleme süreleri vardır. Laboratuvar süreci arka planda devam ettiği için gözlem mümkün olmamaktadır. Ayrıca bazı tetkiklerin sonucu hastane dışında gerçekleştirilmektedir. Bu nedenlerle akış şemasında yer alan her işlem için ayrı veri bulunmamakta olup, bazı işlemler simülasyonda bir bütün olarak modellenmiştir.

2.2.2. Trafik Verileri

Trafik verileri Google Maps kullanılarak elde edilmiştir. 5 ayrı lokasyondan 3 merkeze gidiş süreleri 1 aylık süreçte incelenmiştir. Trafik ile ilgili sürelerin bir örneği Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6'da Lokasyon 1'in Merkez 1'e ulaşım süreleri yer almaktadır. Örnek olarak bir haftalık veri tabloda bulunmaktadır. Bir gün 24 saate ayrılarak veriler elde edilmiştir. 12 saatlik parçası tabloda sunulmuştur. Değerler dakika olarak gösterilmiştir. Süreler uygulamadan minimum ve maksimum olarak elde edilmektedir. Özellikle hafta içi ve hafta sonu ile mesai başlangıcı ve bitişi saatlerinde önemli farklar söz konusudur. Örneğin;

pazartesi günü saat 8:00'da ulaşım süresi minimum 18, maksimum 35 dakika iken pazar günü aynı saatteki süreler 12 ve 18 dakikadır.

Tablo 6. Trafik verisi (haftalık örnek)

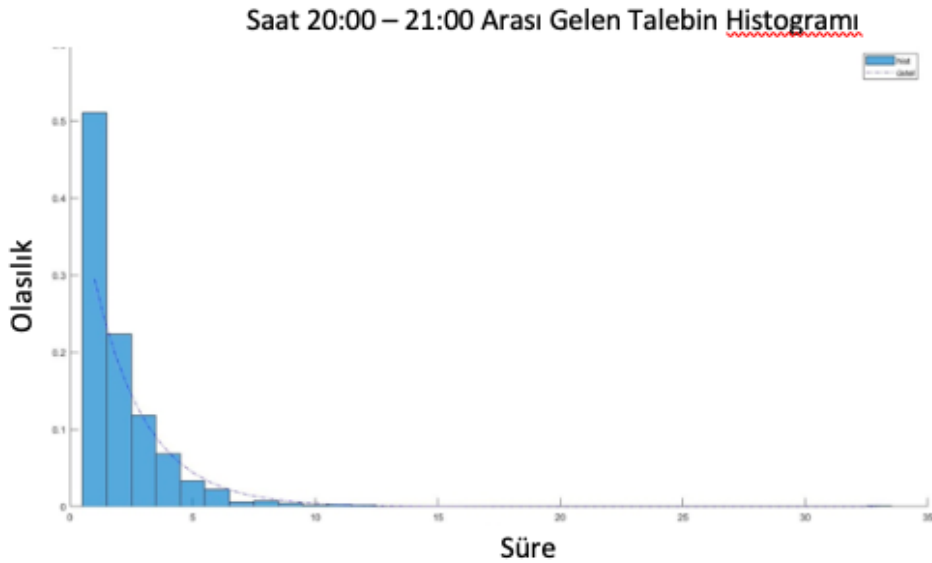
Lokasyon 1	Pazartesi		Salı		Çarşamba		Perşembe		Cuma		Cumartesi		Pazar	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
0:00	14	20	14	18	14	18	14	18	14	18	14	20	14	20
1:00	14	18	12	16	12	18	12	18	12	18	14	18	14	18
2:00	12	16	12	16	12	16	12	16	12	16	12	16	12	16
3:00	12	16	12	16	12	16	12	16	12	16	12	16	12	16
4:00	14	16	12	16	12	16	12	16	12	16	14	16	12	16
5:00	12	16	12	16	12	16	12	16	12	16	12	16	12	16
6:00	12	16	12	18	12	16	12	16	12	16	12	16	12	16
7:00	16	24	16	24	14	24	16	24	16	24	12	18	12	18
8:00	18	35	18	35	18	30	18	35	18	30	14	20	12	18
9:00	16	30	18	35	16	28	16	30	16	30	14	22	12	20
10:00	14	24	18	30	16	26	16	28	16	28	14	22	14	20
11:00	14	24	16	28	16	24	16	26	16	26	14	24	14	20
12:00	16	24	18	28	16	26	16	26	16	28	16	26	14	22

Trafik süreleriyle ilgili incelenen makalede, seyahat zamanını temsil eden en iyi geleneksel istatistiksel dağılımın lognormal dağılım olduğunu belirtmiştir (Pu, 2011). Rakha vd., lognormal dağılımın karayolu seyahat sürelerini daha iyi temsil ettiğini uygunluk testleriyle göstermiştir (2006). Emam ve Al-Deek 4 farklı seyahat süresi dağılımını kıyaslamış (Weibull, üstel, lognormal ve normal), en uygun istatistiksel dağılımın lognormal dağılım olduğunu göstermiştir (2006). Bu makalelere dayanarak tez çalışmamızda simülasyon bünyesinde kullanılan trafik süresi lognormal dağılıma uygun olarak modellenmiştir.

2.3. Veri Analizi

2.3.1. Hasta Girişleri

Acil sistemine başvuruların geliş verisi dakika cinsinden sisteme girildiğinden ve yer yer birkaç hasta için giriş bir arada yapıldığından gelişler arası süreler tamsayı (dakika) değerlere sahip ve 0 değerini de içermektedir. Bu durum uygun dağılımı seçerken hatayı artırsa da Şekil 4'te örnek olarak verilen saat 20:00-21:00 arası gelişler arasındaki sürenin histogramında da görüleceği üzere başvurular arası süre verisi üstel dağılımla uyumludur ve 0 değeri için ortaya çıkan hatadan sonra olasılık yoğunluk fonksiyonu hızlıca histogramın temsil ettiği dağılıma yakınsamaktadır. Bu türden geliş süreçlerinin Poisson süreçlerle uyumluluğu da göz önünde bulundurulduğunda acil servise gelişlerin bir homojen olmayan Poisson süreç olarak ele alınması uygun görülmüştür.

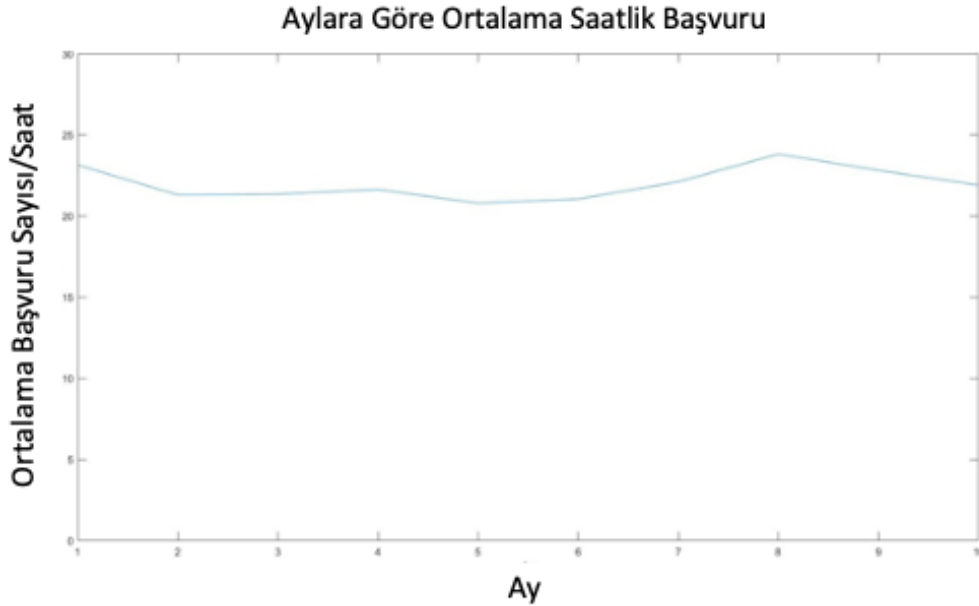


Şekil 4. Gelişler arası sürenin histogramı

Homojen olmayan Poisson süreçlerin sıklık fonksiyonlarının veriye dayalı tahmini ve benzetimi üzerine bir inceleme yapmak için Kuhl ve Wilson'ın çalışması gözden geçirilebilir. Kuhl ve Wilson en büyük olasılırlık yöntemini kullanarak muhtelif üstel formdaki hız fonksiyonlarını tahmin yöntemleri ortaya koymuşlardır. Geliştirilen yöntem hız fonksiyonundaki uzun vadeli değişimleri (ör. yıllık artışları) derecesi esnek bir polinomla

ve dögüsellik içeren (ör. günlük, haftalık, yıllık) değişimleri (sayısı en fazla dört olabilen) sinüs bileşenleriyle modellemiştir. Polinomun derecesi, terimlerin katsayıları, sinüs bileşenlerin periyod ve fazları en büyük olabilirlik yöntemi ile veri girdisine göre belirlenmektedir. Böylelikle, yöntem sayısı dördü bulabilen dögüsel bileşenler için en olası faz ve periyodları dışarıdan bir incelemeye yer kalmaksızın belirlemektedir.

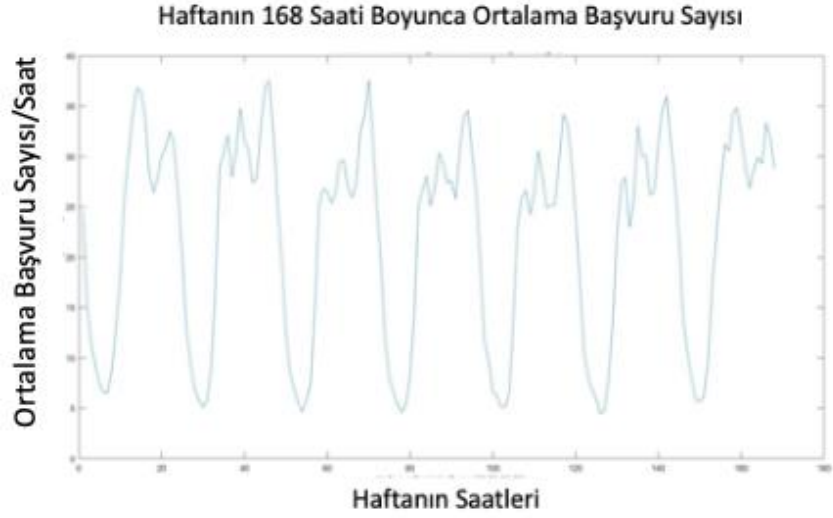
Bu çalışmada kullanılan veri 2018 yılının ilk 10 ayına ait olduğundan, yıllık/uzun vadeli değişimlerin tespiti mümkün değildir. Şekil 5'te saatlik talebin her ay için ortalamasına bakıldığında, değişkenliğin mevsimsel bir yapı göstermediği gözlemlenecektir. Belli artış/azalmaların aya özgü olması durumunda da elde bunu teyit edecek birkaç yıllık verinin mevcut olmaması böyle bir incelemeyi gündeme almayı engellemektedir. Bu nedenle yıllık/mevsimsel/aylara göre ortaya çıkan başvuru hızı değişkenlikleri rassal hatanın parçası olarak modellenmektedir.



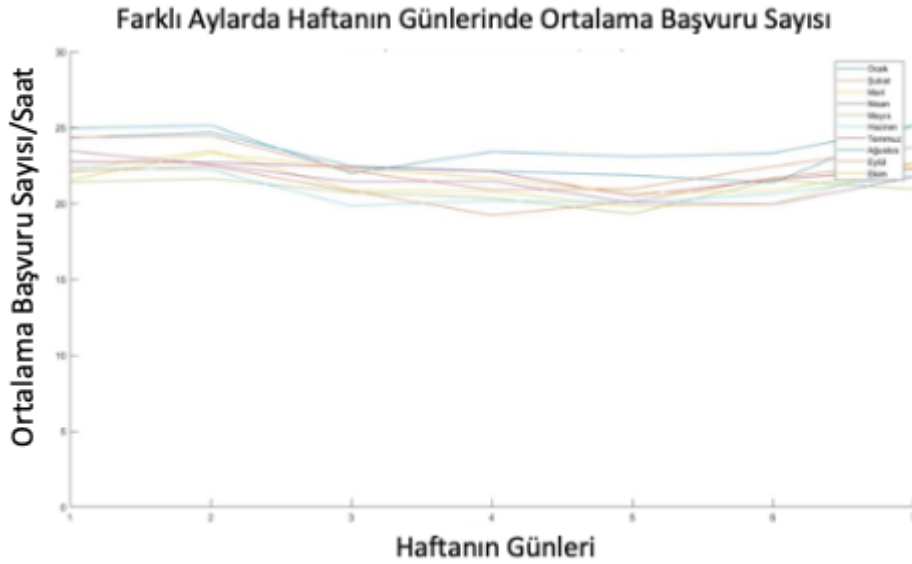
Şekil 5. Aylara göre ortalama saatlik başvuru

Şekil 6'da gösterilen bir haftanın her gün ve her saatinin (168 saat) ortalama başvuru sayıları incelendiğinde, baskın dögünün günün saatlerine dayalı olduğu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte, Şekil 7'de verilen farklı aylar için haftanın günlerinde ortalama başvuru sayısı incelendiğinde, haftanın günlerindeki değişkenliklerin on ay boyunca benzer desenler izlediği görülecektir. Buradaki desende cuma günleri mesai bitiminden pazartesi günleri

mesai başlangıcına kadar bir artış gözlemlenmektedir. Bu artışın gündüz klinik saatlerine başvurulamaması nedeniyle acile yönelen başvurulardan kaynaklandığı düşünülebilir.



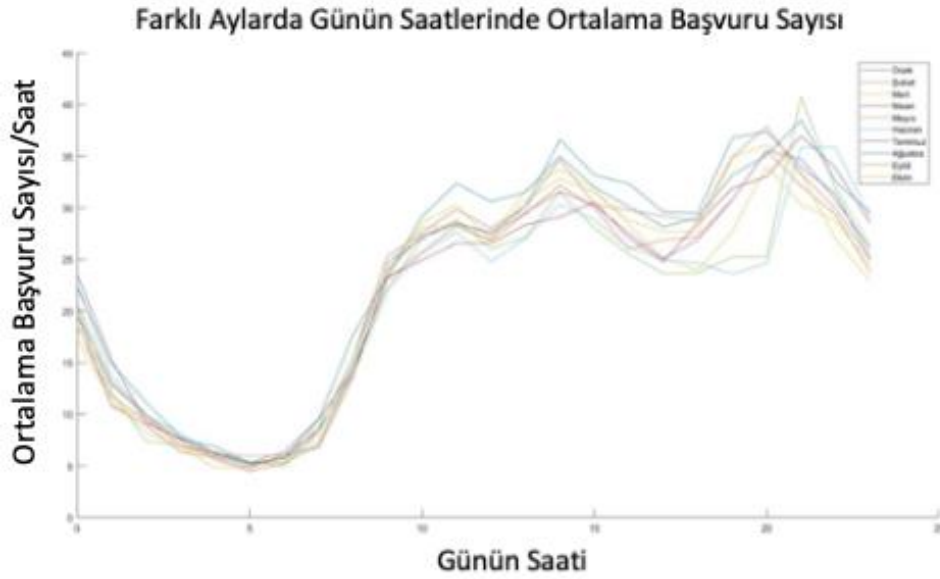
Şekil 6. Haftanın 168 saati boyunca ortalama başvuru sayıları



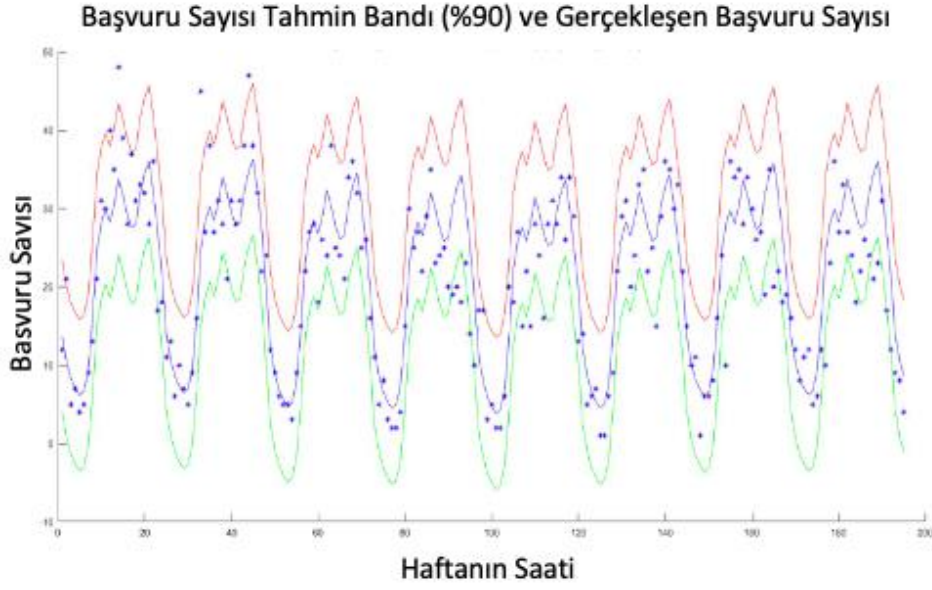
Şekil 7. Farklı aylarda haftanın günlerinde ortalama başvuru sayısı

Günün saatlerindeki başvuru sayılarının aylık ortalamalarının gösterildiği Şekil 8'e bakıldığında, on ay boyunca tutarlı bir desen gösteren bir döngü görülecektir. Bu nedenle, haftanın günü ve günün saati acil sistemine başvuru hızını belirleyen iki en önemli etken

olarak alınmıştır. Veri incelendiğinde döngüsel değişkenliklerin gün ve hafta olarak sabit periyotlarının olması ve periyotların bu şekilde seçilmesinin uygunluğu göz önünde bulundurulmuş ve Kuhl'un çalışmasındaki yöntemden tespit edilmiş olan periyotlarla hesaplanabilecek bir regresyon modelinin kullanılmasının daha uygun olacağına karar verilmiştir. Kesim noktası (intercept) değişkeni dışında sadece kategorik değişkenlerle yapılan regresyonun sunacağı tahminler her gün ve saat üzerinden alınacak veri ortalamalarından farklı bir sonuç vermeyecek olsa da regresyon yöntemi saatlik ortalama başvuru tahminleri sunmanın yanı sıra bu tahminlerdeki hata paylarını da ortaya koymaktadır. Şekil 9'a bakıldığında regresyona dayalı tahmin (mavi düz çizgi ile gösterilen grafik) etrafındaki %90 tahmin güven aralığı (kırmızı ve yeşil) ve bu bandın gerçekleşen başvuru sayılarını ve sapmaları tahmin etmekteki başarısı görülmektedir (mavi yıldızlar). Bu hata payı hesapları benzetimde saatlik başvuru dalgalanmalarını hesaplarırken de kullanılacaktır.



Şekil 8. Farklı aylarda günün saatlerinde ortalama başvuru sayısı



Şekil 9. Başvuru tahmin bandı (%90) ve gerçekleşen başvuru sayıları

2.3.2. Laboratuvar ve Radyoloji Verileri

İşlem sürelerinin (laboratuvar, radyoloji, konsültasyon, ilk muayene) hangi dağılıma uyduğuna karar vermeden önce sürelerin tanıdan tanıya farklılık gösterip göstermediğine bakmak gereklidir. Bunun için ANOVA testinden faydalanılmıştır.

Uygun dağılımı bulma amacıyla hastanın ilk muayenesi, konsültan, laboratuvar ve radyoloji süreleri için alternatif dört dağılım seçilmiştir. Bu dağılımlar üstel, gama, weibull ve lognormal dağılımlardır. Bu dağılımların seçilme nedeni, öncelikli sürelerin pozitif olmasıdır. Bunun yanı sıra üstel dağılım tek aşamalı süreçleri temsil etmekte başarılıdır. Uygun parametre seçimleriyle gama, weibull ve lognormal dağılımları pozitif bir merkezi konum üzerinde yığılan ve farklı sağ kuyruk yakınsama hızları olan dağılımları temsil etmek için yeterli olmaktadır. Örneğin, merkezi konumda daha basık olmasına rağmen kuyruğu hızlı yakınsayan dağılımları temsil etmek için gama dağılımı kullanılırken merkezi konumda güçlü biçimde yığılan ve buna rağmen kuyruğu yavaş yakınsayan dağılımları modellemekte lognormal dağılım tercih edilmiştir. Weibull dağılımı ise merkezi konumda yığılımı zayıf ve kuyruğu yavaş yakınsayan basık dağılımları modellemekte öne çıkmıştır.

Veriye uyumlu dağılımı seçerken Histogram- Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu (HİST-OYF) çizimleri ile Dördebölen-Dördebölen (Q-Q) çizimlerinden faydalanılmıştır. HİST-OYF çizimleri dağılımın veriye bütün değer kümesinde ama özellikle verinin yoğun olduğu

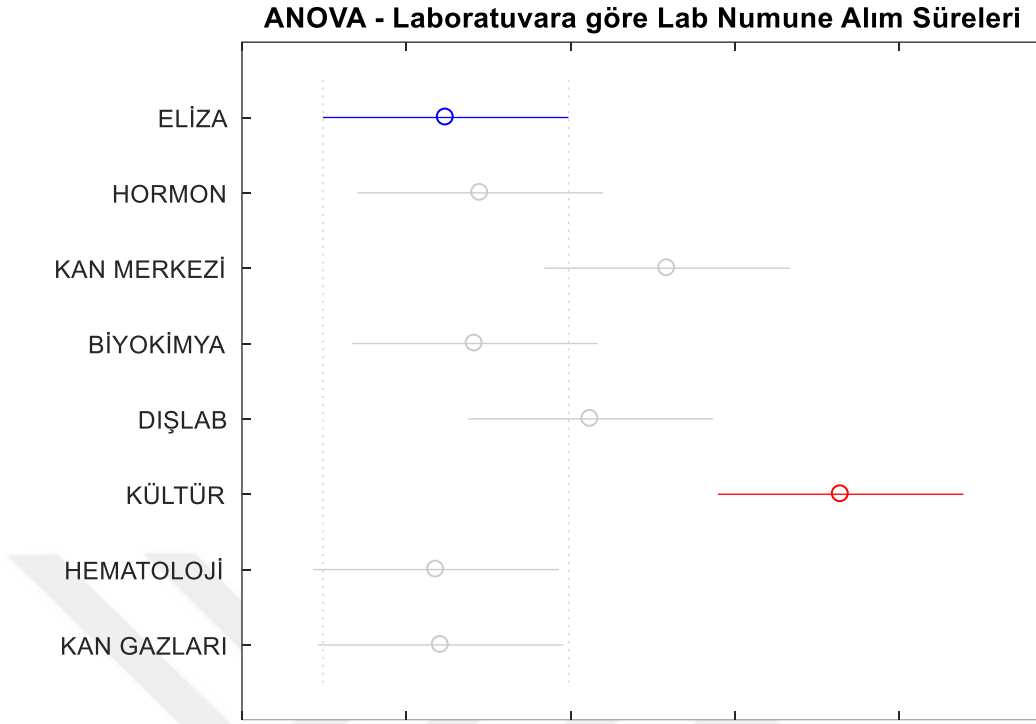
merkezi konumda uyumunu gösterirken Q-Q çizimleri de birikimsel dağılımdaki uyumu ve uçlarda sapmaların olup olmadığını vurgulayarak tamamlayıcı bir rol oynamaktadır. Ayrıca birikimsel dağılıma bakmak özellikle histogram yapısının düzensiz olduğu durumlarda ve verinin seyrek olduğu durumlarda önemli bir yönlendirme aracı olmuştur.

8 adet tahlil grubu bulunmaktadır. Bunlar; Hematoloji, Biyokimya, Dış Lab, Kan Gazları, Eliza, Kan Merkezi, Hormon ve Kültürdür. İlk olarak laboratuvar alım sürelerinin gruplardan bağımsız olup olmadığını test etmek için Şekil 10'da sonucu gösterilen ANOVA testi yapılmıştır. Prob>F değerinin çok küçük olması H0 hipotezinin reddedildiği yani farklı gruplar için lab alım sürelerinin farklı olması anlamına gelmektedir.

ANOVA Table					
Source	SS	df	MS	F	Prob>F
Groups	405816.8	7	57973.8	6.37	7.45206e-07
Error	2113102.7	232	9108.2		
Total	2518919.6	239			

Şekil 10. Gruplar için lab alım süreleri ANOVA testi

Bu değerini yanı sıra ANOVA En Küçük Anlamlı Fark (EKAF) ile her değişkenin ortalamasının güven aralıkları oluşturmaktadır. Güven aralıklarında kesişme olması durumunda değişkenler arası anlamlı farkın olmadığı anlaşılmaktadır. Şekil 11'de gruplardaki lab alım sürelerinin güven aralıklı ANOVA tablosu incelendiğinde kesişmelerin olmadığı grupların bulunduğu yani tüm gruplar için ortak bir dağılımın belirlenemeyeceği görülmektedir.



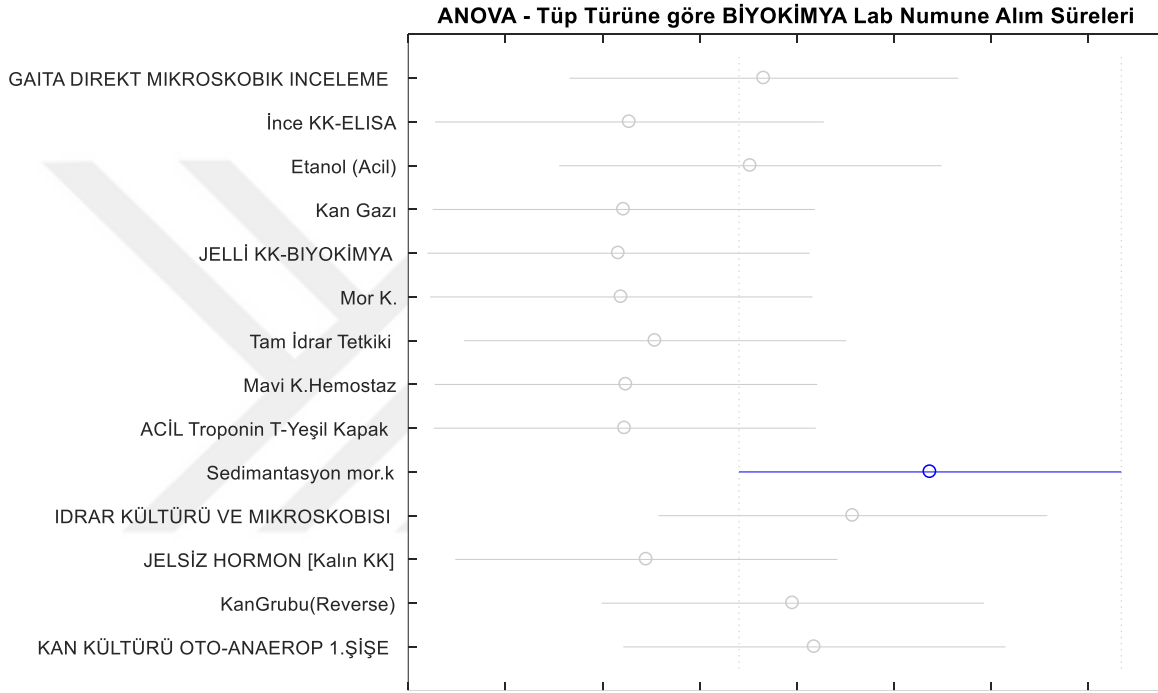
Şekil 11. Grupların lab alım süreleri ANOVA testi - güven aralıklı

Benzer şekilde her grup için ANOVA testleri yapıldığında sürelerin Hematoloji ve Kan Merkezi gruplarında tüpe özgü dağılımlarla modellenmesi gerektiği, diğer gruplarda ise gruba özgü olarak modellemenin uygun olacağı belirlenmiştir. Örnek olarak Biyokimya ve Hematoloji için tüplere göre lab alım süresinin ANOVA test sonuçları sırasıyla Şekil 12 ve 14'te, yine Biyokimya ve Hematoloji için tüplere göre lab alım süresinin güven aralıklı ANOVA (ANOVA EKAF) test sonuçları ise sırasıyla Şekil 13 ve 15'te gösterilmiştir.

Şekil 12'de $Prob>F$ değeri 0,5'ten büyük olduğu için H_0 hipotezi reddedilememektedir. Yani benzerliklerin olduğu söylenebilmektedir. Şekil 13'teki ANOVA EKAF grafiğine bakıldığında da kesişmelerin olduğu görülmektedir. Biyokimya grubu için laboratuvar alım sürelerinin dağılımı gruba özgüdür.

ANOVA Table					
Source	SS	df	MS	F	Prob>F
Groups	1.12534e+06	13	86564.5	1.68	0.063
Error	2.07892e+07	403	51586.1		
Total	2.19145e+07	416			

Şekil 12. Tüplere göre lab alım süresi ANOVA testi- biyokimya

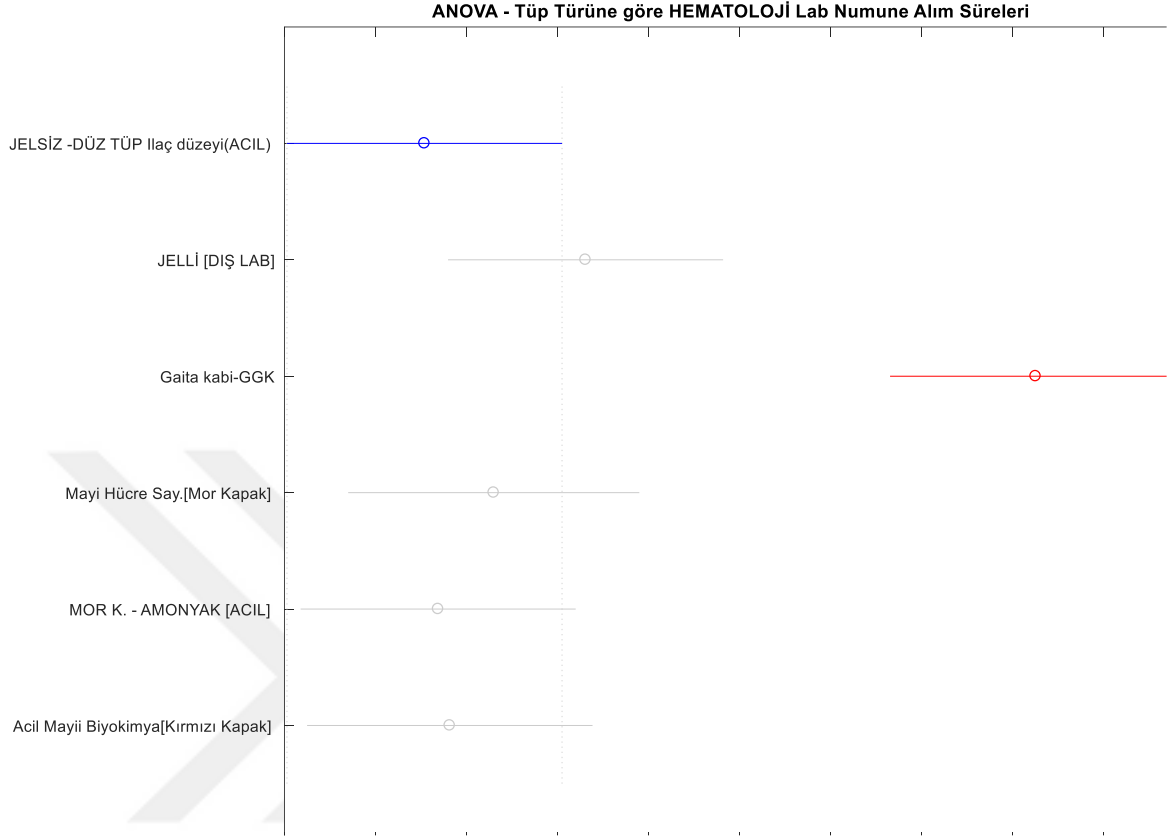


Şekil 13. Tüplere göre lab alım süresi ANOVA testi- güven aralıklı- biyokimya

Şekil 14'te Prob>F değeri küçük olduğu için H0 hipotezi reddedilmiştir, farklılıklar söz konusudur. Şekil 15'teki ANOVA EKAF grafiğinde de farklılıkların olduğu görülmektedir. Hematoloji grubu için laboratuvar alım sürelerinin dağılımı tüpe özgüdür.

ANOVA Table					
Source	SS	df	MS	F	Prob>F
Groups	339199.2	5	67839.8	10.77	6.7519e-09
Error	969649.3	154	6296.4		
Total	1308848.4	159			

Şekil 14. Tüplere göre lab alım süresi ANOVA testi- hematoloji



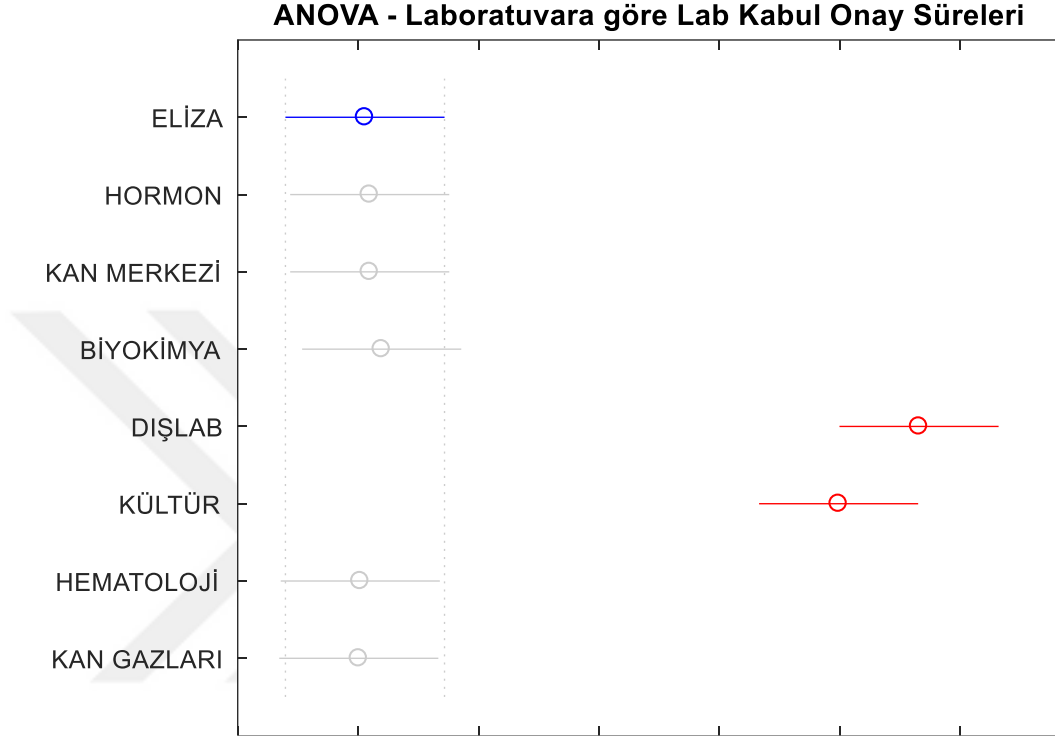
Şekil 15. Tüplere göre lab alım süresi ANOVA testi- güven aralıklı- hematoloji

Şekil 16'da laboratuvar sonuç süreleri için gruplara göre ANOVA Testi yapılmıştır. Prob>F değeri küçük olduğu için H0 hipotezi reddedilmiştir, farklılıklar söz konusudur.

ANOVA Table					
Source	SS	df	MS	F	Prob>F
Groups	8.18721e+08	7	1.1696e+08	41.03	2.72459e-37
Error	6.61292e+08	232	2.8504e+06		
Total	1.48001e+09	239			

Şekil 16. Gruplara göre lab kabul süresi ANOVA testi

Şekil 17'deki gruplara göre lab kabul süresi ANOVA EKAF grafiğinde de farklılıkların olduğu görülmektedir. Sonuç olarak laboratuvar sonuç sürelerinin yani lab kabul sürelerinin tüm hastalar için aynı dağılımda olduğu söylenememektedir.



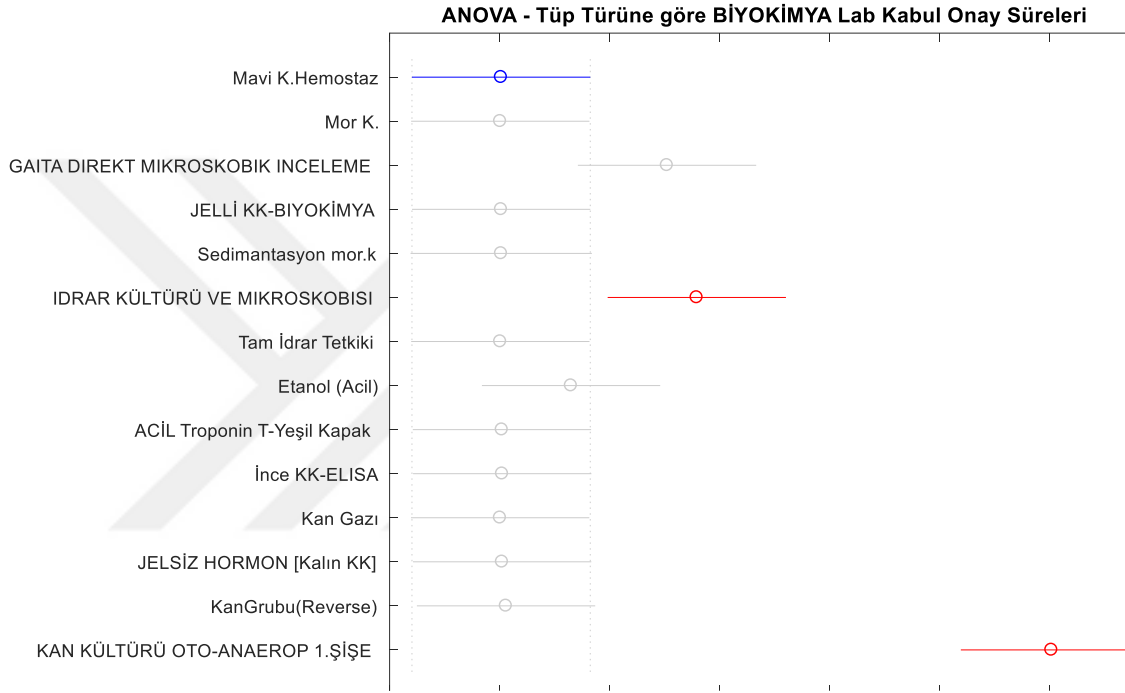
Şekil 17. Gruplara göre lab kabul süresi ANOVA testi- güven aralıklı

Dağılımın tüpe mi gruba mı özgün olduğunu anlamak için aynı testler her grup için ayrı ayrı uygulanmıştır. Örnek olarak Biyokimya grubu için lab kabul süresi ANOVA testi Şekil 18'de, ANOVA EKAF grafiği ise Şekil 19'da gösterilmiştir. Aynı grafiklerin Hormon grubu için örnekleri ise Şekil 20'de ANOVA, Şekil 21'de ise ANOVA EKAF test sonuçları olarak bulunmaktadır.

Şekil 18'deki $Prob > F$ değeri küçük olduğu için H_0 hipotezi reddedilmiştir, farklılıklar söz konusudur. Şekil 19'daki ANOVA EKAF grafiğinde de farklılıkların olduğu görülmektedir. Biyokimya grubu için laboratuvar sonuç süreleri tüpe özgü dağılımlarla ifade edilebilmektedir.

ANOVA Table					
Source	SS	df	MS	F	Prob>F
Groups	2.941e+09	13	2.26231e+08	16.12	1.14124e-29
Error	5.66984e+09	404	1.40343e+07		
Total	8.61085e+09	417			

Şekil 18. Tüplere göre lab kabul süresi ANOVA testi- biyokimya

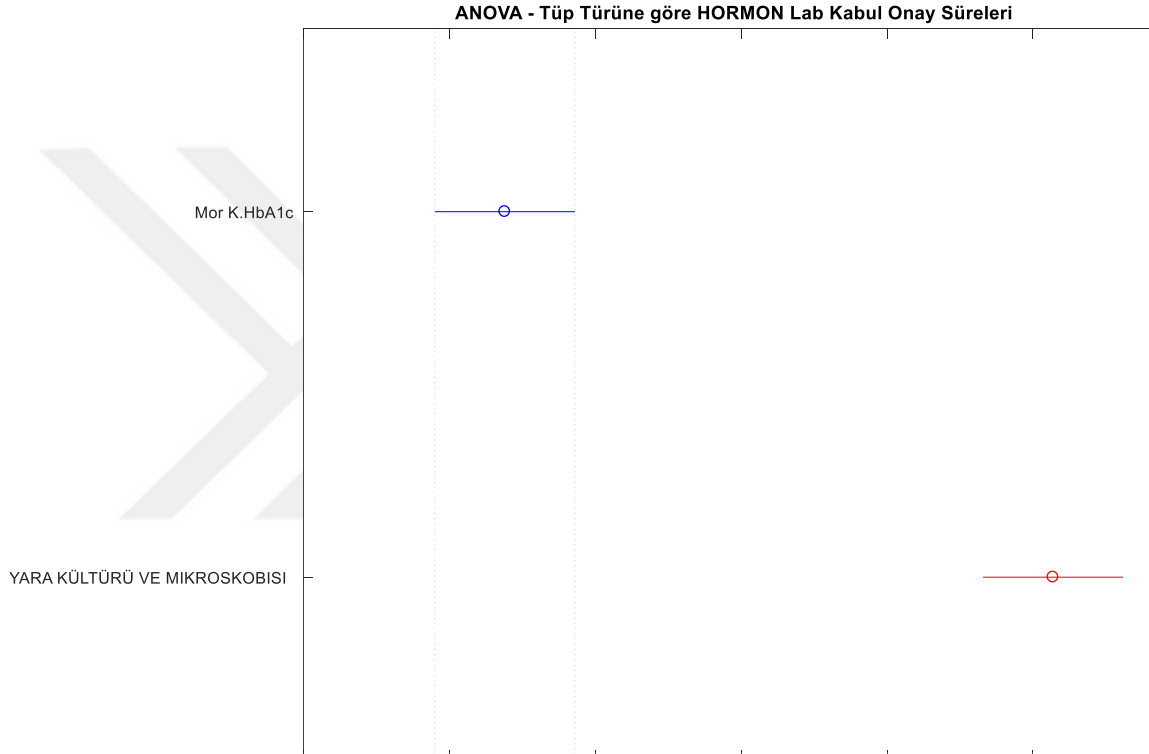


Şekil 19. Tüplere göre lab kabul süresi ANOVA testi- güven aralıklı- biyokimya

Şekil 20'deki Prob>F değeri küçük olduğu için H0 hipotezi reddedilmiştir, farklılıklar söz konusudur. ANOVA EKAF grafiğinin gösterildiği Şekil 21'de de farklılıkların olduğu görülmektedir. Hormon grubu için laboratuvar sonuç sürelerinin dağılımı tüpe özgüdür. Diğer gruplar için de yapılan testlerin grafikleri ekte verilmiştir. Tüm gruplar için sonuç aynı olmaktadır.

ANOVA Table					
Source	SS	df	MS	F	Prob>F
Groups	1.64064e+08	1	1.64064e+08	62.1	5.15003e-10
Error	1.18886e+08	45	2.64192e+06		
Total	2.8295e+08	46			

Şekil 20. Tüplere göre lab kabul süresi ANOVA testi- hormon



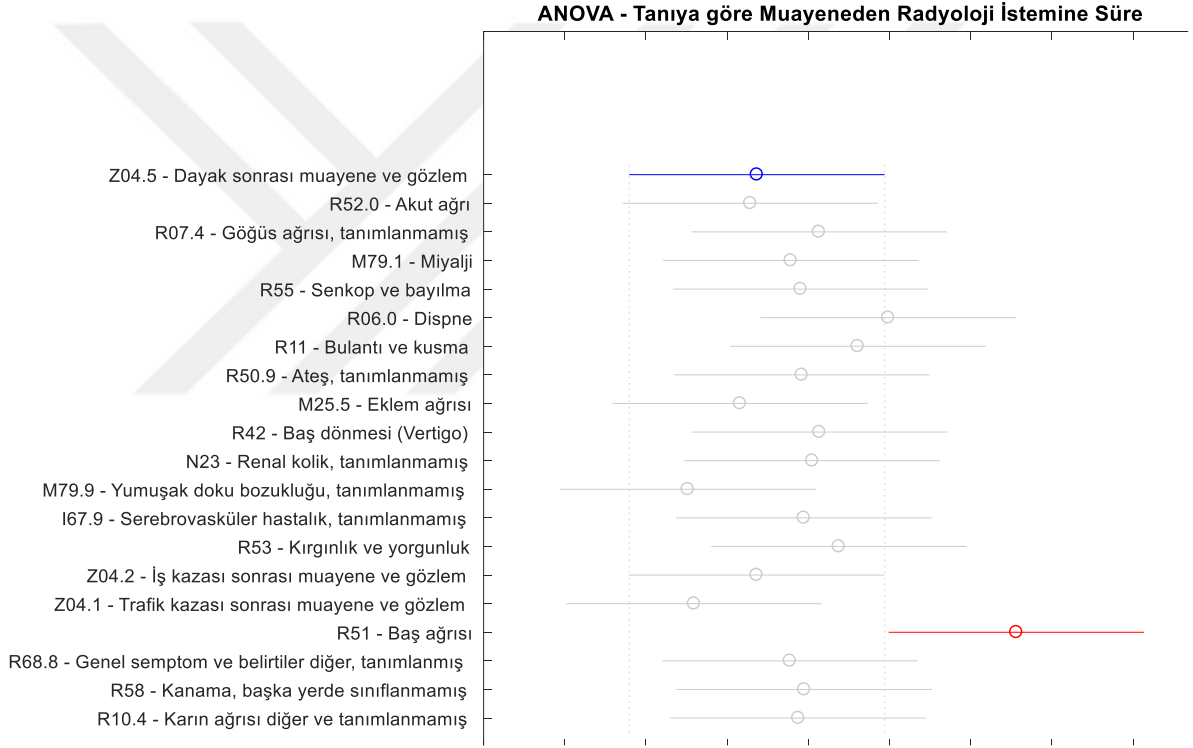
Şekil 21. Tüplere göre lab kabul süresi ANOVA testi- güven aralıklı- hormon

Radyoloji için üç veri vardır. Bunlar; muayeneden radyoloji istemine kadar geçen süre, radyoloji sonuç süreleri ve radyoloji tetkik sayılarıdır. Bu üç veri için de ANOVA testleri yapılmıştır.

Şekil 22 ve 23'te muayeneden radyoloji istemine kadar geçen süreyle ilgili ANOVA Test Sonuçları yer almaktadır. Şekil 22'deki 0.0117 değeri her ne kadar küçük olup H0 hipotezinin reddedildiğini gösterse de Şekil 23 EKAF grafiğinde en sık görülen tanılarla ilgili sürelerin çok büyük oranda benzerlik gösterdiği görülmektedir. Bu yüzden bu süre her tanı için aynı dağılıma uymaktadır.

ANOVA Table					
Source	SS	df	MS	F	Prob>F
Groups	1.07107e+10	19	5.63719e+08	1.91	0.0117
Error	1.71528e+11	580	2.95738e+08		
Total	1.82239e+11	599			

Şekil 22. Tanıya göre muayeneden radyoloji istemine kadar geçen süre ANOVA testi

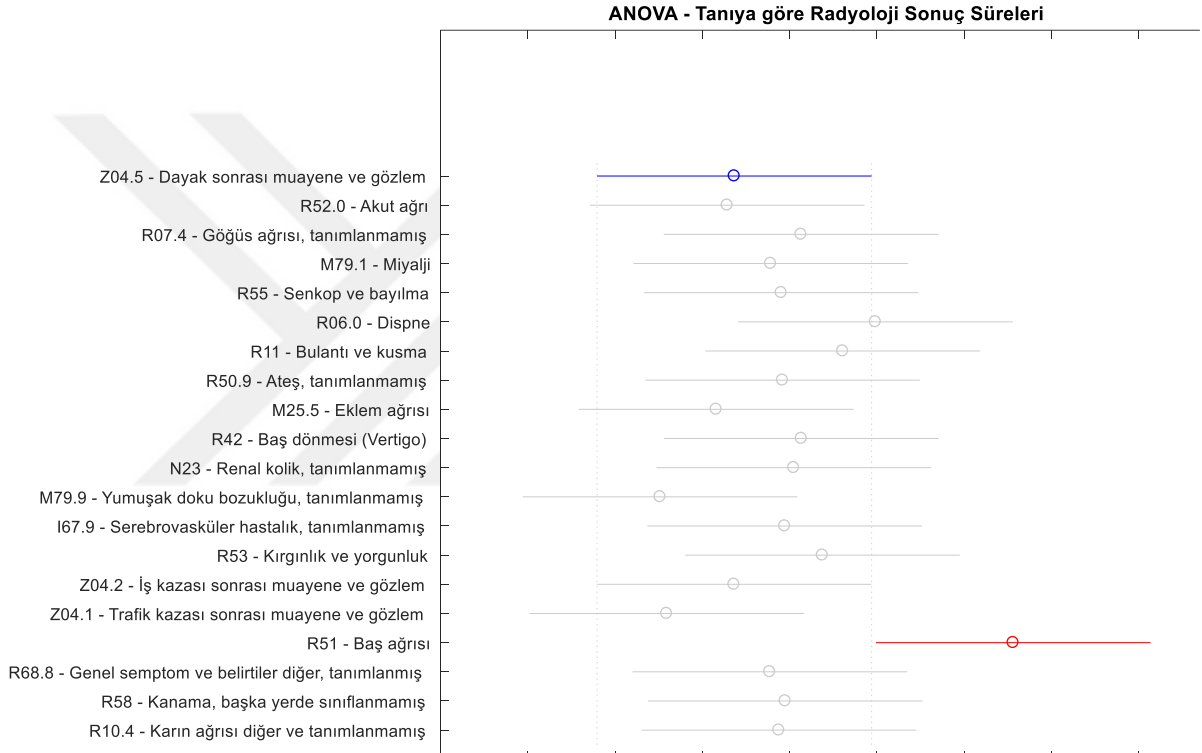


Şekil 23. Tanıya göre muayeneden radyoloji istemine kadar geçen süre ANOVA testi-güven aralıklı

Benzer olarak. Şekil 24-25 Radyoloji sonuç süreleri için ANOVA Testleri'ni göstermektedir. Radyoloji sonuç süreleriyle ilgili test sonuçları da verinin tanıdan bağımsız olduğunu göstermektedir. Şekil 24'teki büyük p değeri ve Şekil 25'te bulunan güven aralıklı ortalamaların kesişimleri bu sonucu desteklemektedir.

ANOVA Table					
Source	SS	df	MS	F	Prob>F
Groups	1.04532e+18	19	5.50169e+16	0.9	0.58
Error	3.53563e+19	580	6.09592e+16		
Total	3.64017e+19	599			

Şekil 24. Tanıya göre radyoloji sonuç süreleri ANOVA testi

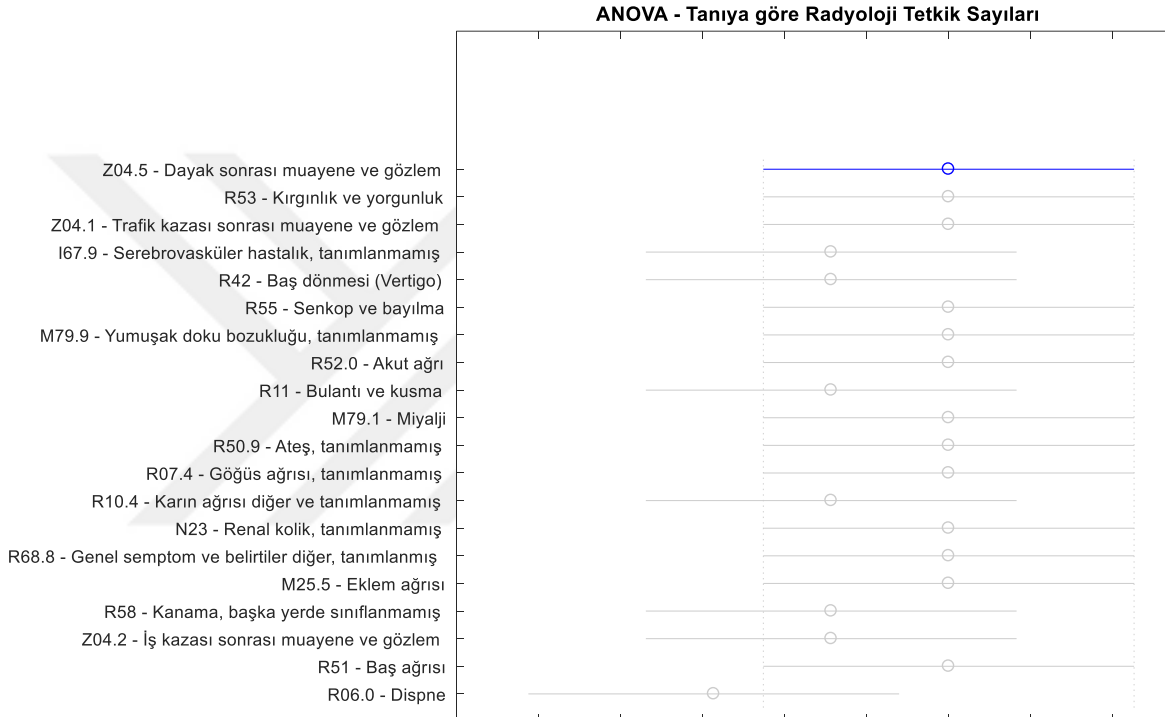


Şekil 25. Tanıya göre radyoloji sonuç süreleri ANOVA testi- güven aralıklı

Son radyoloji verisi olan tetkik sayıları ile ilgili ANOVA sonuçları Şekil 26 ve 27’de gösterilmiştir. Şekil 26’daki p değeri çok küçüktür, ancak EKAF grafiğindeki en sık görülen tanıların tetkik sayı ortalamalarının birbirine çok yakın değerler alması tetkik sayılarının tanıdan bağımsız olduğunun göstergesi olmaktadır.

ANOVA Table					
Source	SS	df	MS	F	Prob>F
Groups	1911.23	19	100.591	11.59	4.45576e-30
Error	5033.73	580	8.679		
Total	6944.96	599			

Şekil 26. Tanıya göre radyoloji tetkik sayıları ANOVA testi

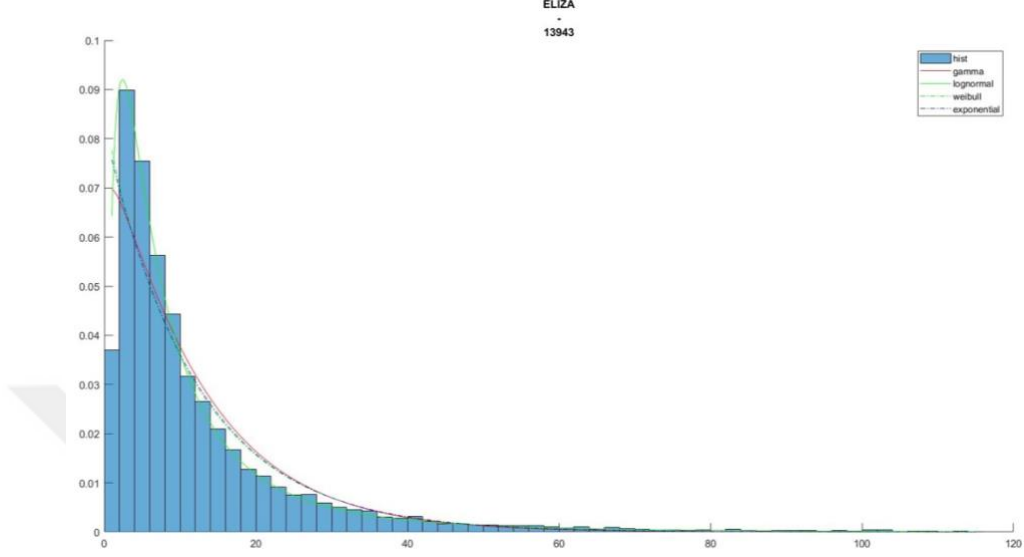


Şekil 27. Tanıya göre radyoloji tetkik sayıları ANOVA testi- güven aralıklı

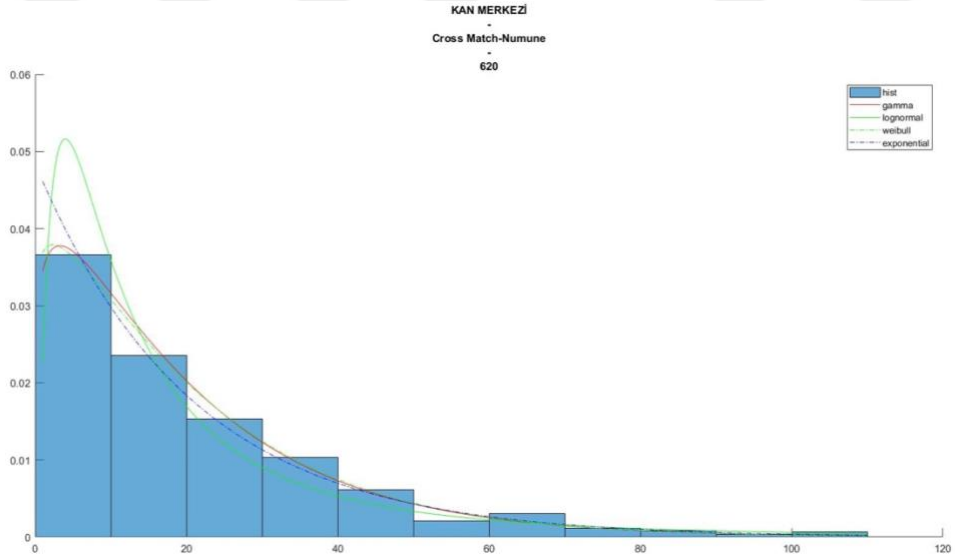
ANOVA testleri yapıldıktan sonra Histogram Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu ve Dördebölen – Dördebölen Çizimleri yapılmıştır.

Uygun dağılıma karar vermede öncelikli araç HİST-OYF çizimleri iken Q-Q çizimleri kararları destekleyen ve ikilemleri çözen bir araç olmuştur. Seçilen 4 dağılımın en büyük olabilirlik yöntemiyle parametreleri belirlenerek buna göre olasılık yoğunluk fonksiyonları ilgili verinin olasılık ölçekli histogramı üzerinde karşılaştırılmıştır. Bu HİST-OYF çiziminde en uygun dağılım açıkça görülmesi pek çok durumda karar için yeterli olmuştur. Örnek olarak sırasıyla Şekil-28, 29 ve 30'da Eliza grubu, Cross Match Numune tüpü ve Mor K.

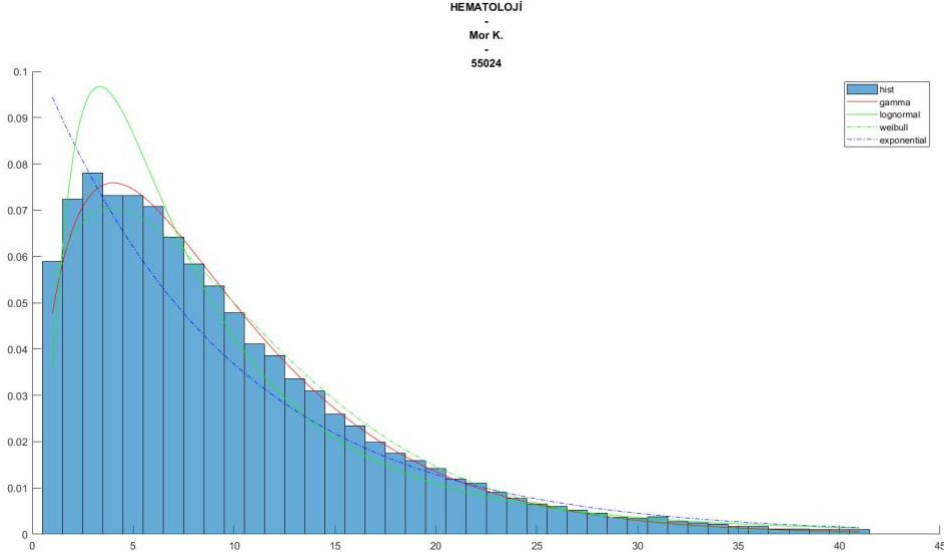
Tüpü için alım sürelerinin HİST-OYF çizimleri gösterilmiştir. Grafiklerde yine sırasıyla lognormal, üstel ve gama dağılımlarının uyumu görülmektedir.



Şekil 28. HİST-OYF çizimi- eliza

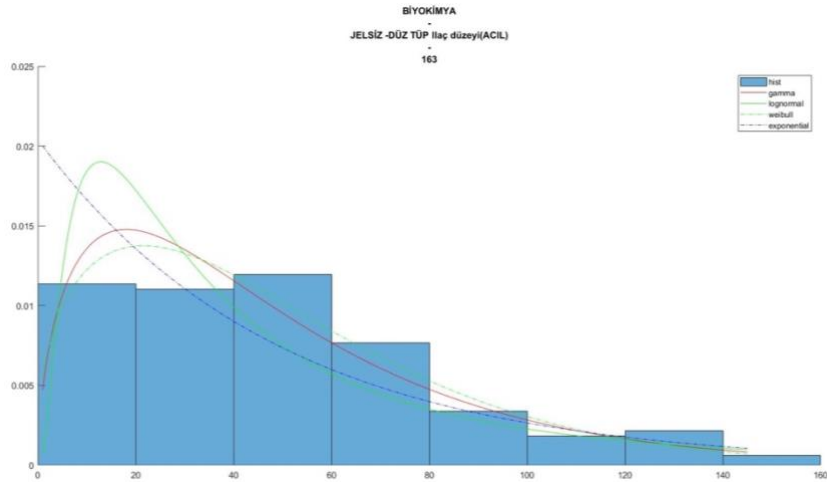


Şekil 29. HİST-OYF çizimi- cross match-numune

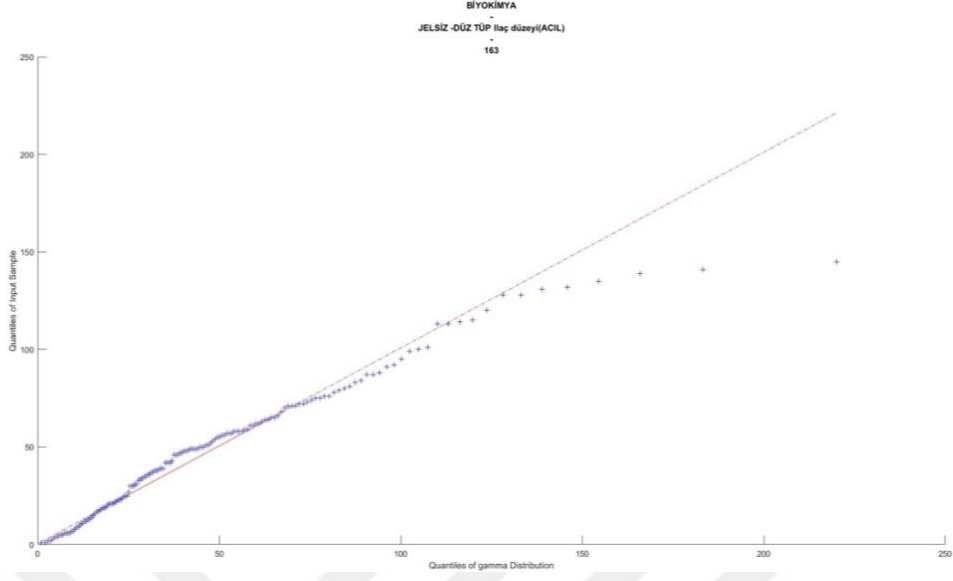


Şekil 30. HİST-OYF çizimi- mor k

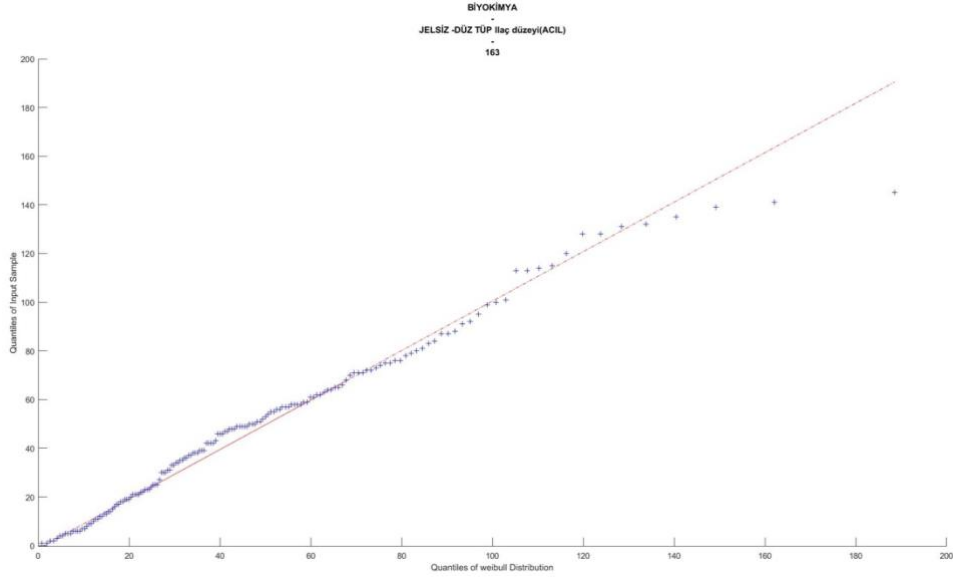
HİST-OYF çiziminde farklı dağılımların OYF leri birbirine çok yakın olduğunda Q-Q çizimleri ve özellikle uç noktalarındaki sapmalar karar vermede belirleyici olmuştur (Örnek olarak Şekil-31'de Jelsiz Düz Tüp İlaç Düzeyi tetkik sonuç sürelerinin HİST-OYF'sine bakıldığında gama ve weibull dağılımlarının histogramla daha uygun olduğu ve birbirlerine yakın olduğu görülmektedir. Ama Şekil-32 ve Şekil-33'teki Q-Q çizimlerine bakıldığında gama birikimli fonksiyonunun uç noktalarda daha uyumlu olduğu görülmektedir).



Şekil 31. HİST-OYF çizimi- jelsiz- düz tüp

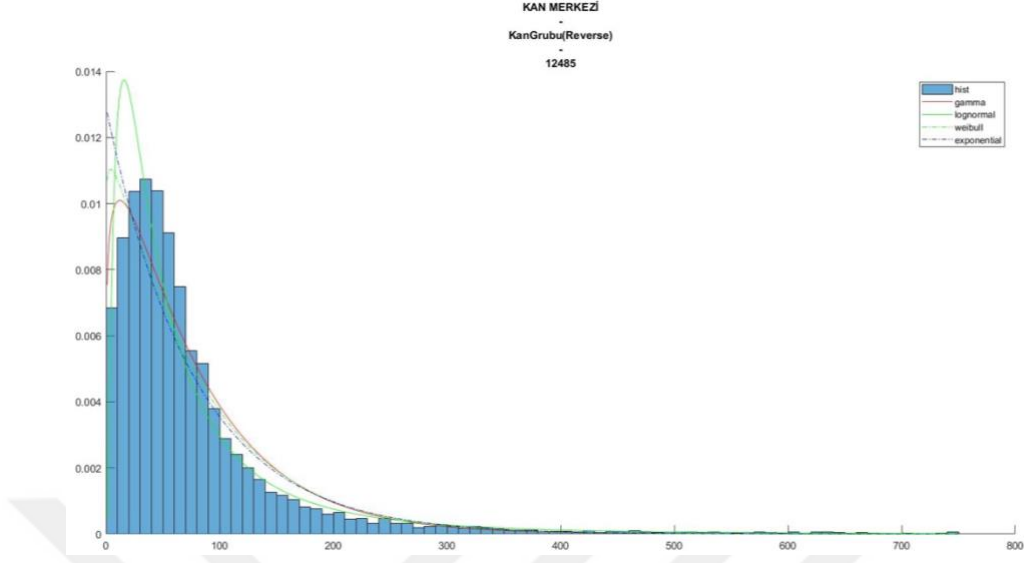


Şekil 32. Q-Q çizimi- jelsiz düz tüp- gama



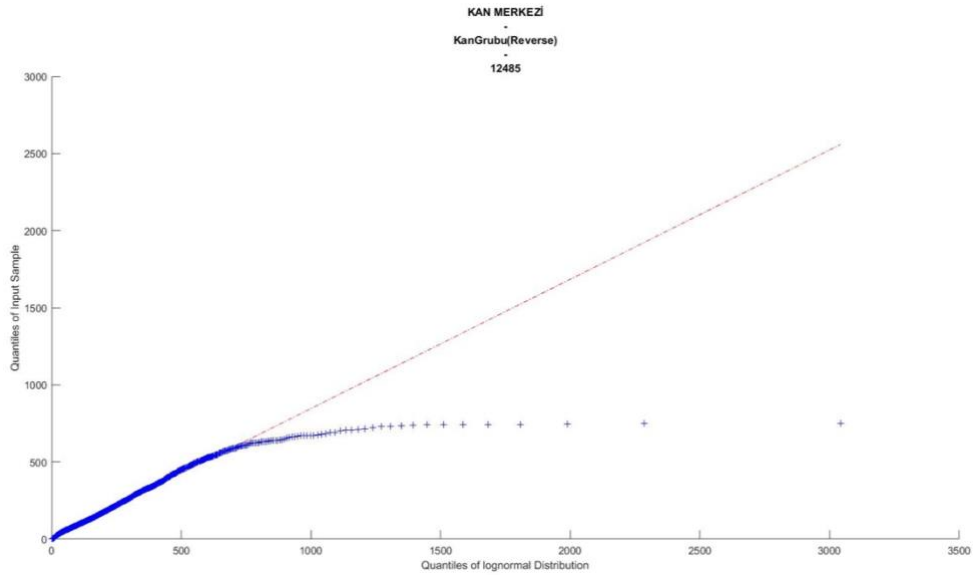
Şekil 33. Q-Q çizimi- jelsiz düz tüp- weibull

Yine, iki dağılım histogramda farklı bölgeleri iyi temsil ettiklerinde son karar Q-Q çizimleriyle yapılmıştır. Şekil 34'te Kan Grubu Reverse sonuç süreleri HİST-OYF çizimine bakıldığında küçük değerleri gama, büyük değerleri lognormal dağılımının daha iyi temsil ettiği görülmektedir.

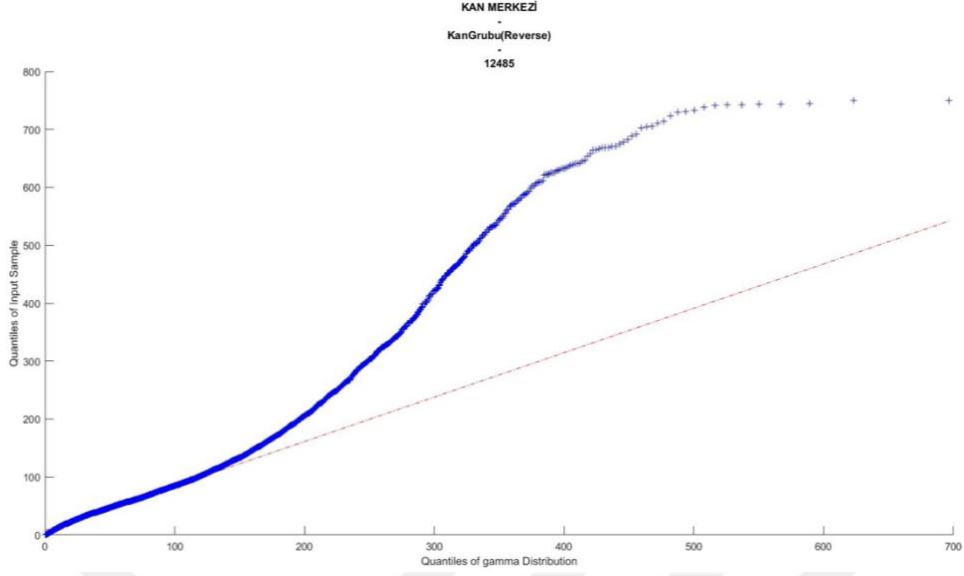


Şekil 34. HİST-OYF çizimi- kan grubu reverse

Şekil-35 ve 36'daki iki dağılımın Q-Q çizim değerleri karşılaştırıldığında ise lognormal birikimli dağılımının veriyi çok daha büyük değerlere kadar daha iyi temsil ettiği görülmektedir.

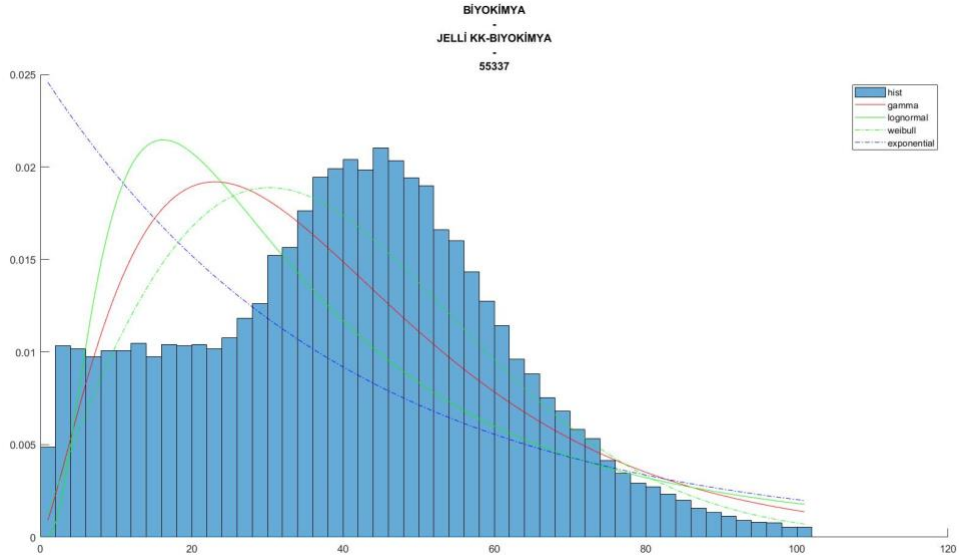


Şekil 35. Q-Q çizimi- kan grubu reverse- lognormal



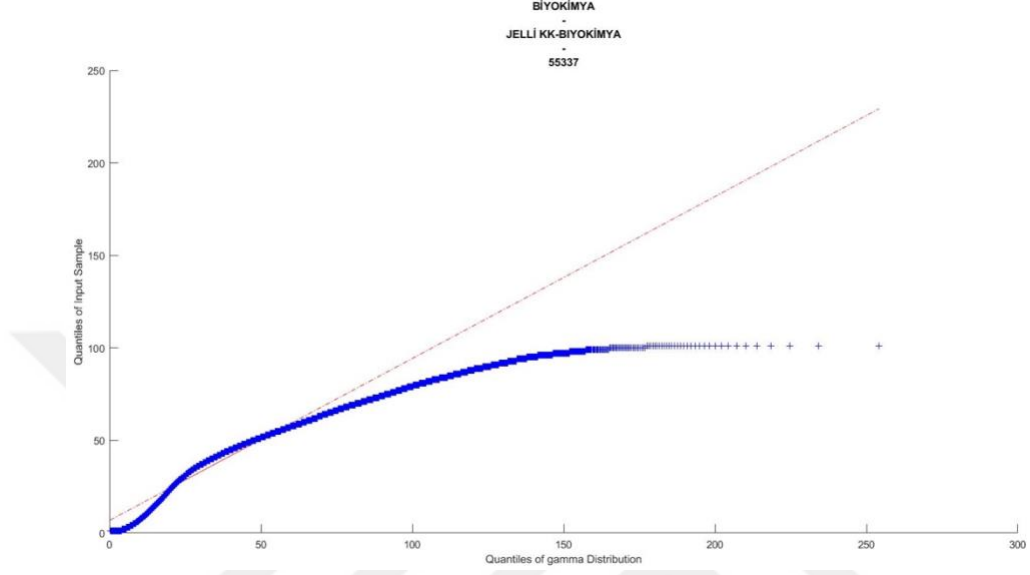
Şekil 36. Q-Q çizimi- kan grubu reverse- gama

Ek olarak, çok seyrek veriye dayanan veya belli bir biçime uymayan histogramlarda da Q-Q çizimleri belirleyici olmuştur. Örneğin Şekil-37’de Jelli KK Biyokimya sonuç sürelerinin histogramının HİST-OYF çiziminde değerlendirilen veya bunların dışında bilinen herhangi bir teorik dağılıma uyumluluğu söz konusu değildir.

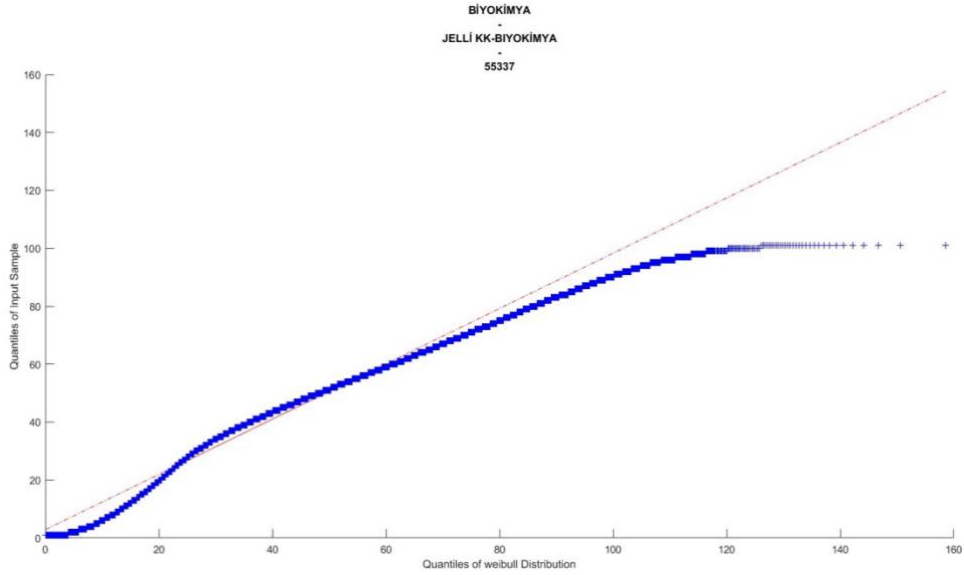


Şekil 37. HİST-OYF çizimi- jelli kk biyokimya

Nispeten daha uyumlu görülen weibull ve gama dağılımlarının Şekil-38 ve Şekil-39'daki Q-Q çizimlerine bakıldığında weibull dağılımının çok daha yakın bir birikimli dağılım modeli sunduğu görülmektedir).

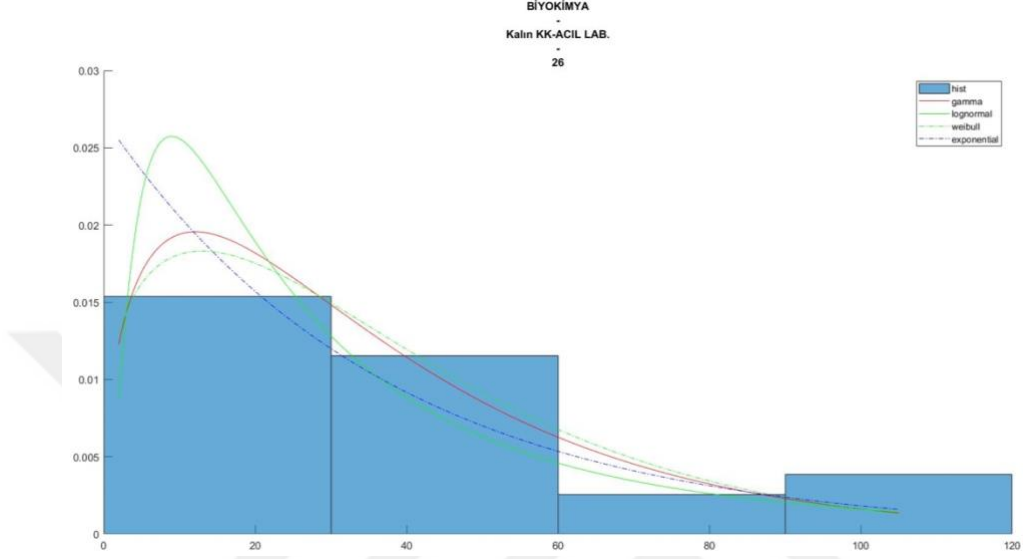


Şekil 38. Q-Q çizimi- jelli kk biyokimya- gama



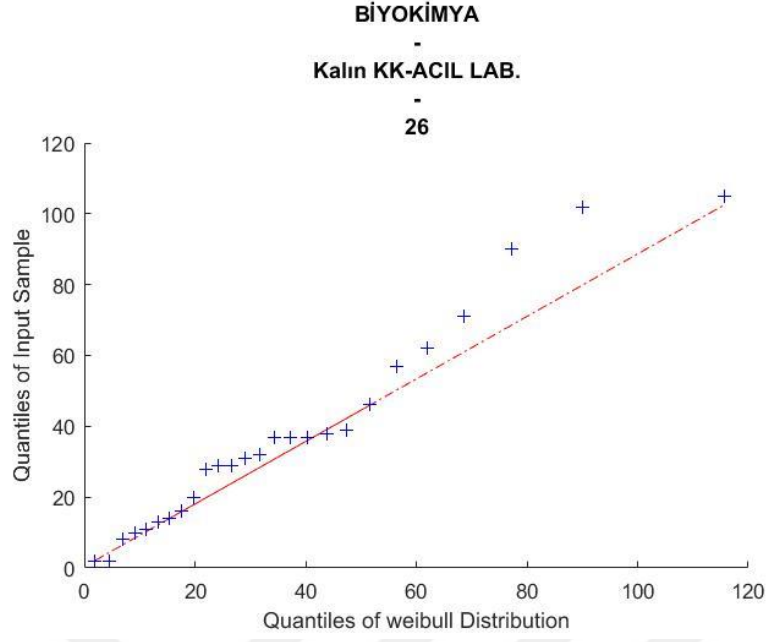
Şekil 39. Q-Q çizimi jelli kk biyokimya- weibull

Ender olarak HİST-OYF'den çıkan intibanın yanıtıcı olduğu durumlarda Q-Q çizimleri verinin geldiği dağılım konusunda daha aydınlatıcı olmuştur. Şekil-40'da Kalın KK Acil Lab süreleri için HİST-OYF görseli weibull dağılımını desteklemektedir.

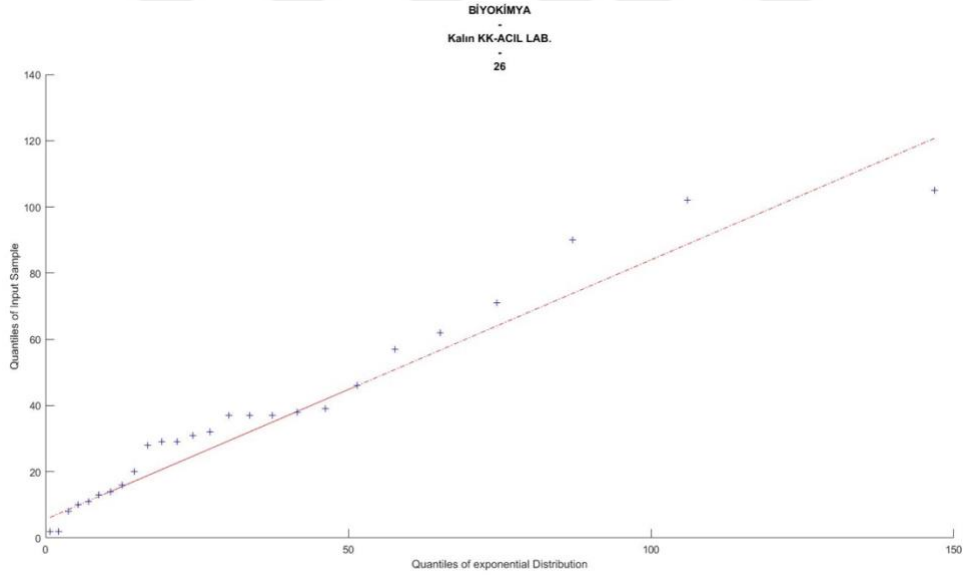


Şekil 40. HİST-OYF çizimi- kalın kk-acil lab

Şekil-41 ve Şekil-42'deki Q-Q çizimleri ise üstel dağılımının daha uygun olduğu sezgisini desteklemektedir.



Şekil 41. Q-Q çizimi- kalın kk acil lab- weibull



Şekil 42. Q-Q çizimi- kalın kk acil lab- üstel

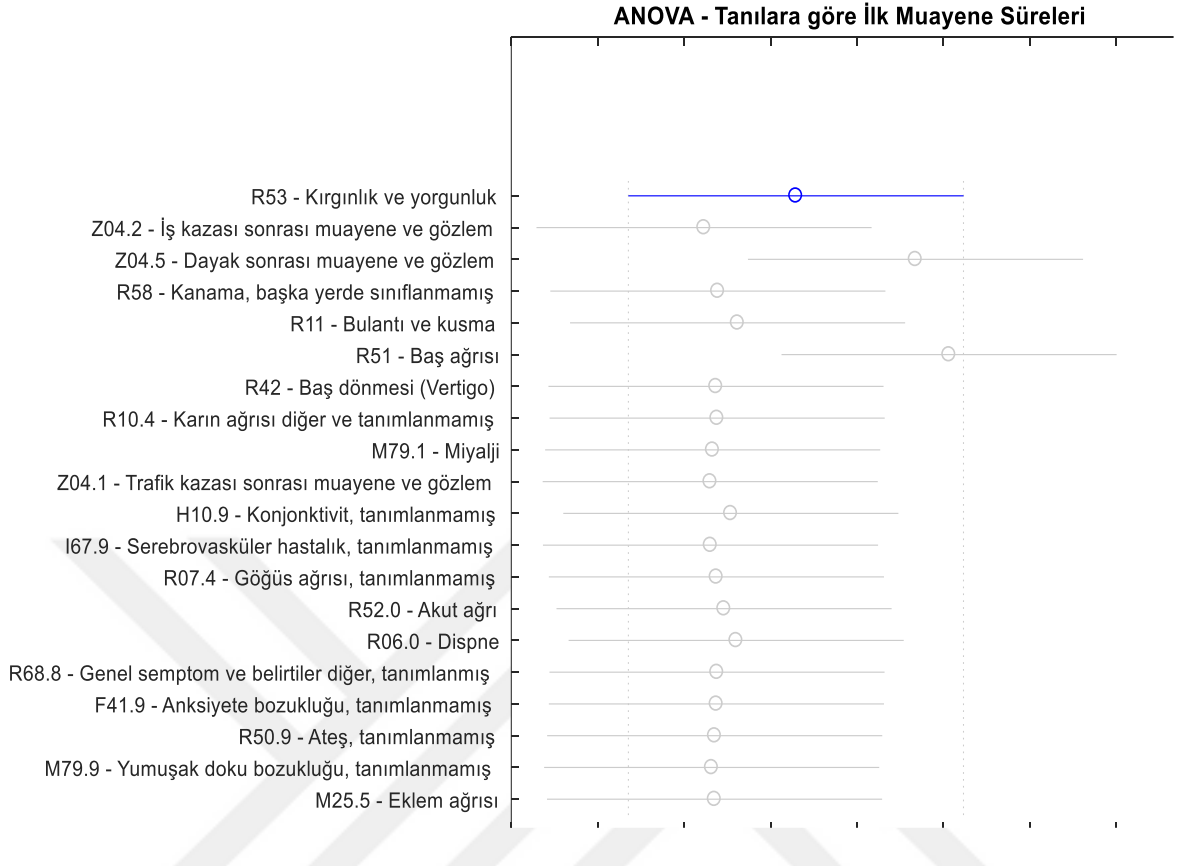
Yukarıda bahsi geçen önsav sınamalarına dayanılarak, laboratuvar alım süreleri; hematoloji ve kan merkezi grupları haricinde gruba özgü dağılımlarla (hematoloji ve kan merkezi gruplarında tüpe özgü), laboratuvar sonuç süreleri tüpe özgü dağılımlarla, radyoloji süreleri de tanıya özgü dağılımlarla modellenmiştir.

2.3.3. İlk Muayene Verileri

Hastaların ilk muayeneye alınış sürelerinin şikayet/tanılarından bağımsız olup olmadığını araştırmak için Şekil 43'te sonucu bulunan ANOVA Testi yapılmıştır. Görüldüğü üzere 0.43 değeri H_0 hipotezinin kabul edildiğini, yani farklı tanıların ilk muayene süresini etkilemediğini göstermektedir. Bu değer, yanı sıra Şekil 44'te yer alan ANOVA EKAF grafiği ile her değişkenin ortalamasının güven aralıkları oluşturulmaktadır. Güven aralıklarında kesişme olması durumunda değişkenler arası anlamlı farkın olmadığı anlaşılmaktadır. Şekil 44'te en sık görülen tanı için ilk muayene süreleri ortalamaları ve güven aralıkları gösterilmiştir. Aralıklardaki kesişmelerden dolayı ilk muayene sürelerinin hastaneye başvuran her hasta için aynı dağılımda olduğu görülmüştür.

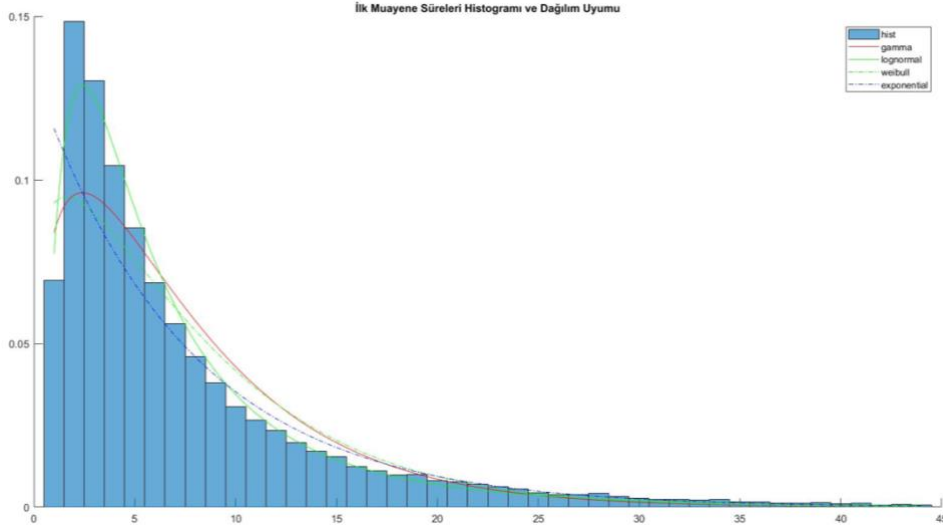
ANOVA Table					
Source	SS	df	MS	F	Prob>F
Groups	139560.6	19	7345.3	1.02	0.4319
Error	4165212.1	580	7181.4		
Total	4304772.7	599			

Şekil 43. Farklı tanıların ilk muayene sürelerine etkisi için ANOVA testi



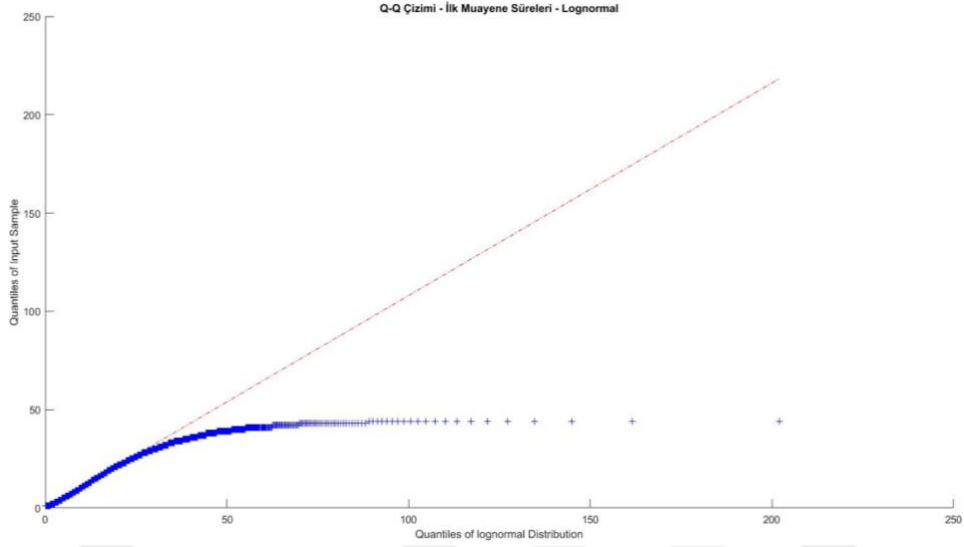
Şekil 44. Farklı tanılarına göre ilk muayene süreleri ANOVA testi- güven aralıklı

İlk muayene sürelerinin dağılımını belirlemek için tüm başvuranlar üzerinden oluşturulan HİST-OYF ve Q-Q çizimleri lognormal ve gama dağılımlarını ön plana çıkarmıştır. HİST-OYF’de lognormalin dağılımı daha iyi temsil ettiği görülmektedir (Şekil 45).

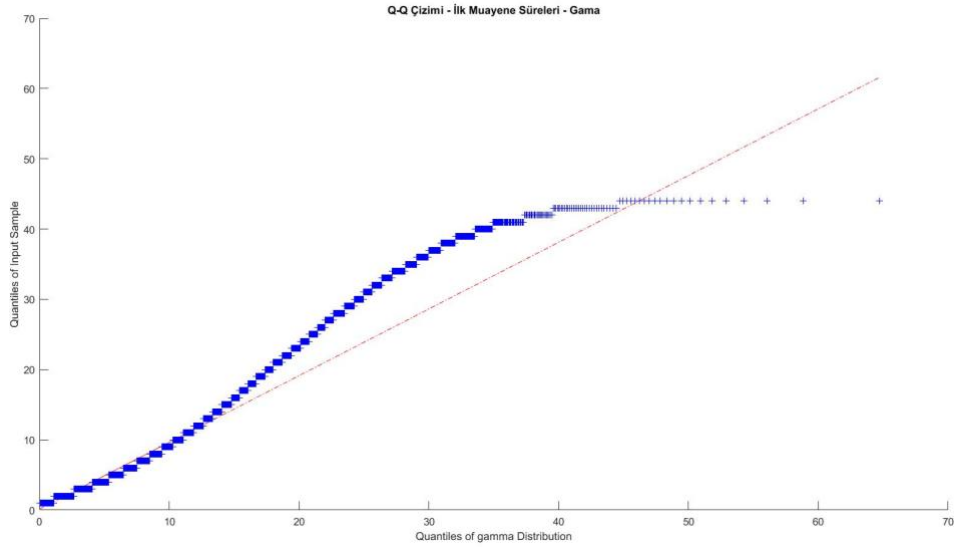


Şekil 45. HİST-OYF çizimi- ilk muayene süreleri

Şekil 46 ve 47'deki gama ve lognormal dağılım için Q-Q çizimlerine bakıldığında ise gama dağılımının da ampirik kümülatif dağılımı iyi temsil edebileceği görülmektedir. Burada farklı tanı kodlarının verisinin bir araya toplanmasının dağılım türünün belirlenmesinde etkili olup olmadığını anlamak için farklı tanı kodları için de ayrı ayrı HİST-OYF çizimleri gözden geçirilmiştir. İncelenen grafikler sonucunda tanı kodlarının çoğunluğu için ilk muayene sürelerinin dağılımının gama dağılımına uyduğu gözlemlenmiştir. Tüm tanıları için tek bir ilk muayene süresi dağılımı belirleneceğinden dağılım türü gama olarak tercih edilmiştir.



Şekil 46. Q-Q çizimi- ilk muayene süreleri- lognormal

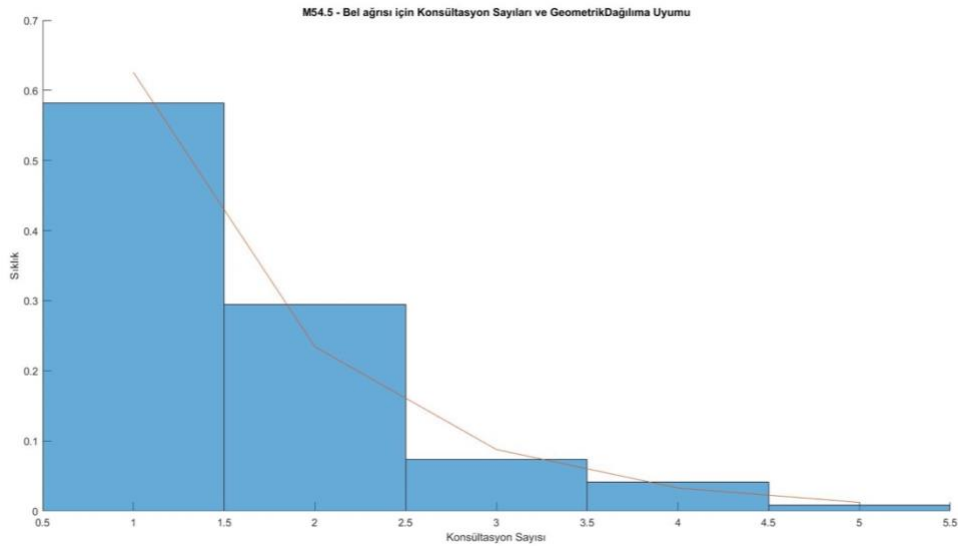


Şekil 47. Q-Q çizimi- ilk muayene süreleri- gama

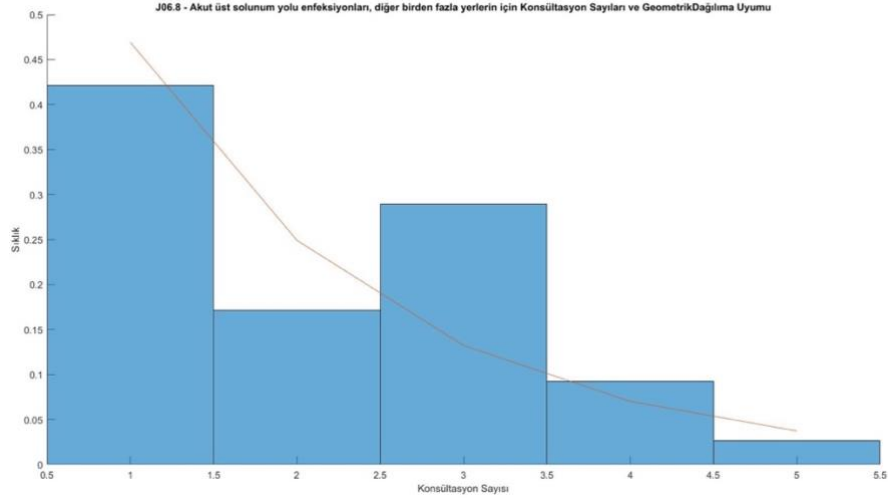
2.3.4. Konsültasyon Verileri

Her hasta için gerekmemekle birlikte bir kısım hastalar için bir veya birden fazla kere bir alan uzmanı hastayı danışmak için çağırılıp konsültasyon yapılmaktadır. Eldeki veriye göre hastaların yaklaşık dörtte biri konsültasyon almıştır. Tanı kodlarına göre incelendiğinde çoğu tanı için bir konsültasyon yeterli olmaktadır ve nadiren tekrarlayan konsültasyonlar

yapılmaktadır. Diğer birkaç tanı için ise ortalama konsültasyon sayısı 10'u bulabilmektedir ve her hasta için tekrarlı konsültasyonlar gerekmektedir. Bu veri için dağılım uyumu çalışması yapıldığında geometrik ve genel ifadesiyle negatif binom dağılımının uygun olacağı düşünülmüştür. Çünkü binom, poisson, hiper geometrik gibi diğer yaygın kullanılan kesikli dağılımlar sıfır değerini almaktadır, ama eldeki konsültasyon tekrar sayısı verisi pozitifdir. Bunun yanı sıra geometrik ve negatif binom dağılımları konsültasyon-karar-tekrar konsültasyon döngüselliğini modellemeye daha uygundur. Bu nedenle belli bir tanı kodu için en küçük konsültasyon sayısı bir ise uyumlu dağılım geometrik dağılım, birden büyükse sayı parametresi bu minimum değere eşit olan negatif binom dağılımıdır. Her iki durumda olasılık parametresi en büyük olabilirlik yöntemine göre belirlenip dağılım uyumu uygulanmıştır ve tanı kodlarının çoğu için uygulanan teorik dağılımın ampirik dağılımı çok iyi temsil ettiği görülecektir. Şekil 48'de bel ağrısı tanısı için konsültan sayısının HİST-OYF grafiği çizilmiştir ve bu tanı kodundaki dağılım uyumu bahsedilen iyi temsile bir örnektir. Şekil 49'daki akut üst s.y.e. tanısı için konsültan sayısının HİST-OYF grafiği gibi birkaç tanı kodu için bahsi geçen dağılımlar histogram/çubuk çizimini doğru temsil etmese de diğer tanılardan elde edilen çıkarımlara dayanılarak ilgili geometrik/negatif binom dağılımının geçerliliği kabul edilmiştir.



Şekil 48. HİST-OYF çizimi- bel ağrısı için konsültasyon sayıları

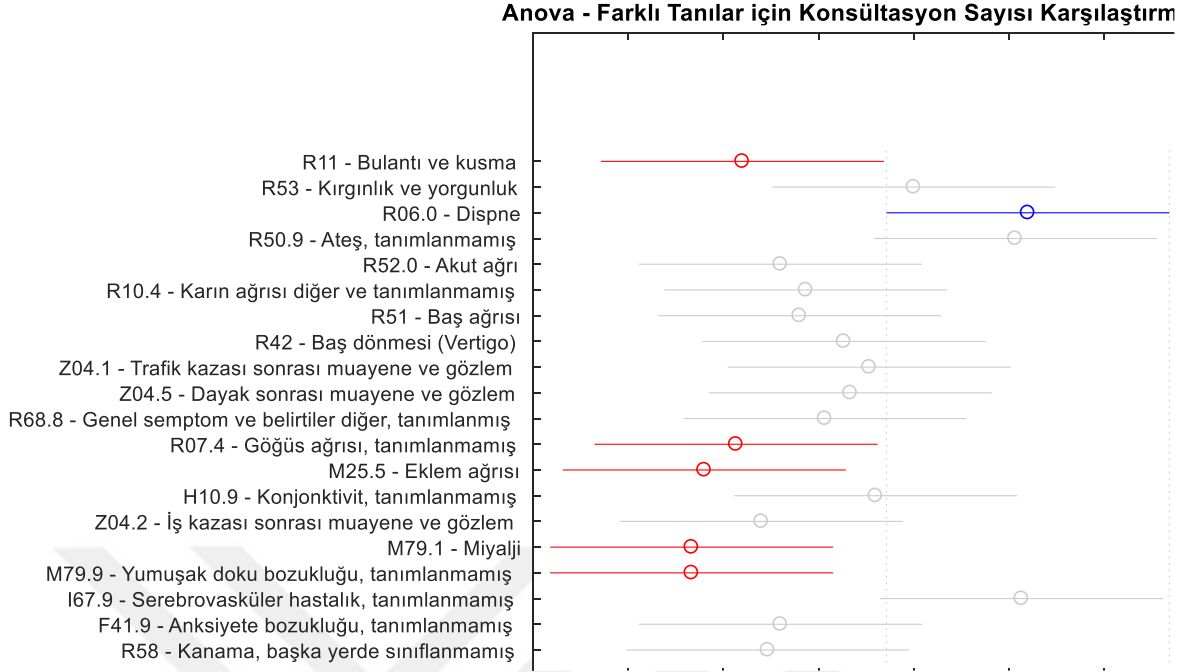


Şekil 49. HIST-OYF çizimi- akut üst s.y.e. konsültasyon sayıları

Buradaki sayı analizinin tüm tanı kodları için ortak yapılmak yerine tanı koduna özgü olması gerektiğini gösteren ANOVA testi sonuçları Şekil 50 ve 51'de gösterilmiştir.

ANOVA Table					
Source	SS	df	MS	F	Prob>F
Groups	186.81	19	9.83193	3.8	1.35361e-07
Error	1501.67	580	2.58908		
Total	1688.47	599			

Şekil 50. Tanıya göre konsültasyon sayısı ANOVA testi



Şekil 51. Farklı tanıları için konsültasyon sayısı ANOVA testi - güven aralıklı

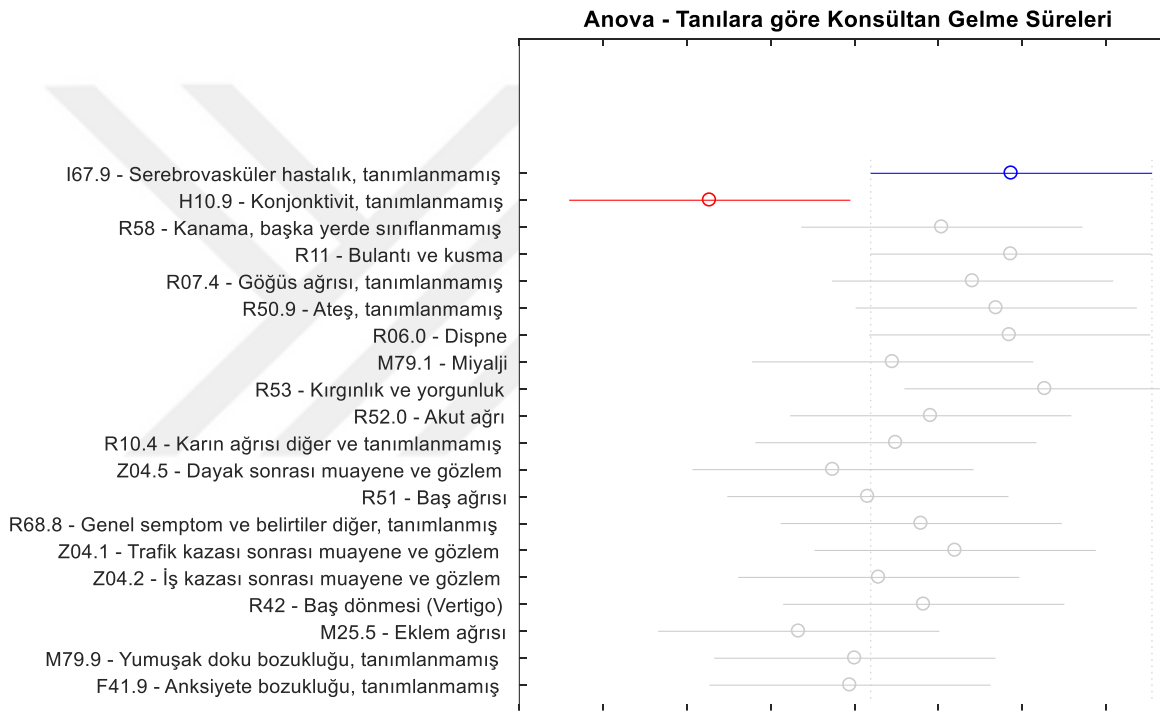
Şekil 50'deki ANOVA Testi'nde düşük p değerinin olduğu görülmektedir. Ek olarak Şekil 51'deki ANOVA EKAF Testi'nde de görüldüğü üzere sık rastlanan tanı kodları için ortalama konsültasyon sayıları güven aralıklarında farklılıklar mevcuttur. Bu yüzden konsültasyon sayısı tanıya göre farklılaşan dağılımlarla temsil edilmelidir.

Konsültasyon çağrılarıyla ilgili iki süre konsültasyon çağrısı yapılma aralıkları ve konsültanın çağrı yapıldıktan sonra hastanın yanına gelme süresidir. Çağrı yapılma aralıkları ilk konsültasyon için hastanın ilk muayeneyi gördüğü saatten ilk konsültasyon çağrısına kadar geçen süre, sonrakiler için bir önceki konsültasyon çağrısından sonraki konsültasyon çağrısına kadar geçen süredir. Konsültan gelme süresi de çağrıdan sonra ilgili uzmanın müsaitlik durumuna göre kendi bölümünden konsültasyon için acile gelip hastayı görmesine kadar geçen süredir.

Konsültan gelme süresiyle ilgili yapılan ANOVA Testi sonucu Şekil 52'de gösterilmiştir. Düşük p-değeri göz önünde bulundurulduğunda tüm tanıları için ortalama konsültan gelme süresinin aynı olduğu söylenememektedir. Ancak en sık görülen 20 tanı için yapılan Şekil 53'deki ANOVA EKAF Testi sonuçlarında bir tanı hariç diğerlerinin ortalama sürelerinde büyük benzerliklerin olduğu ve bu sebeple konsültasyon gelme süreleri için tanıları arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir.

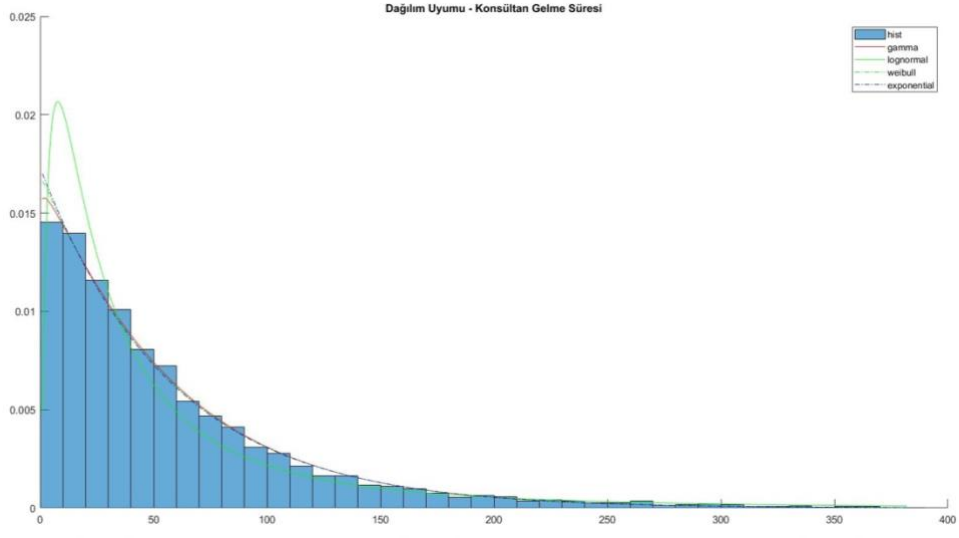
ANOVA Table					
Source	SS	df	MS	F	Prob>F
Groups	224743.5	19	11828.6	2.2	0.0025
Error	3118571.7	580	5376.8		
Total	3343315.1	599			

Şekil 52. Tanıya göre konsültan gelme süresi ANOVA testi

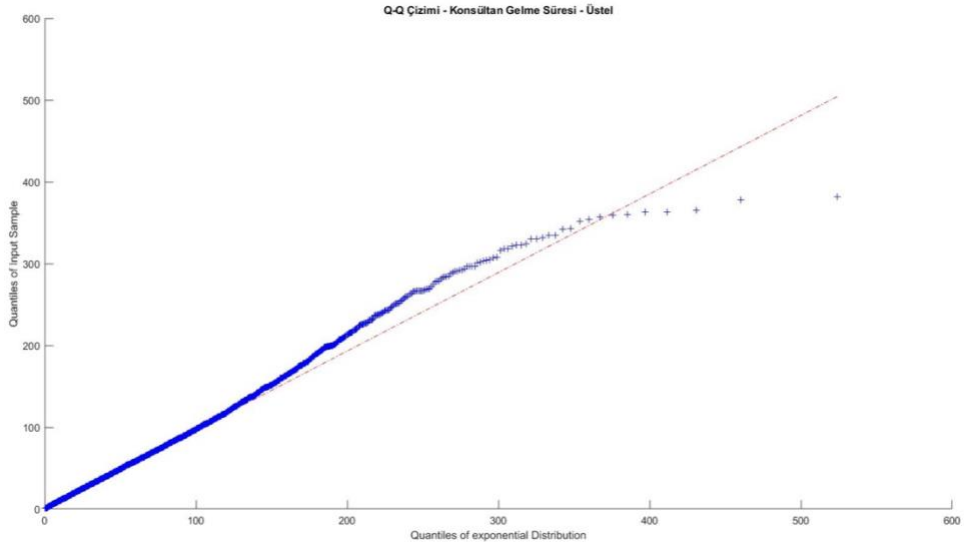


Şekil 53. Tanıya göre konsültan gelme süresi ANOVA testi- güven aralıklı

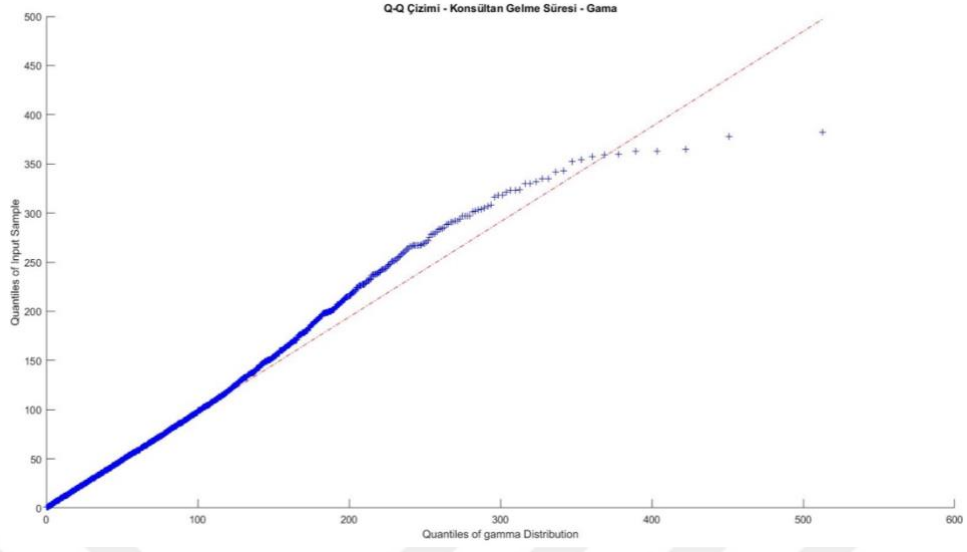
Konsültan gelme sürelerine uygun dağılımı belirlemek için yapılan HİST-OYF grafiği Şekil 54'te gösterilmiştir. Şekil 55, 56, 57 ve 58'de de ilgili Q-Q çizimleri sırasıyla üstel, gama, weibull ve lognormal dağılımları için çizilmiştir. Çizimlerin incelenmesi sonucu üstel dağılımın en uyumlu dağılım olduğunu göstermektedir.



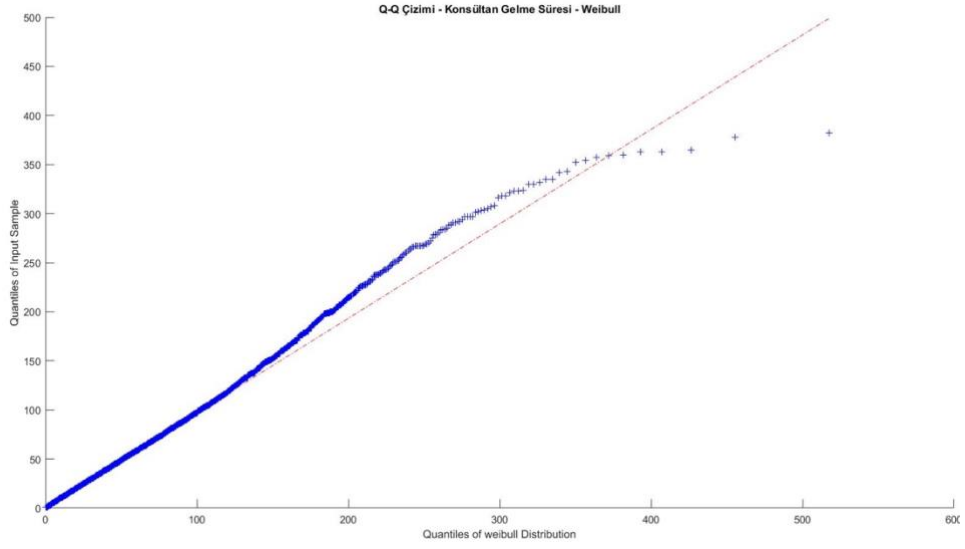
Şekil 54. HİST-OYF çizimi- konsültan gelme süresi



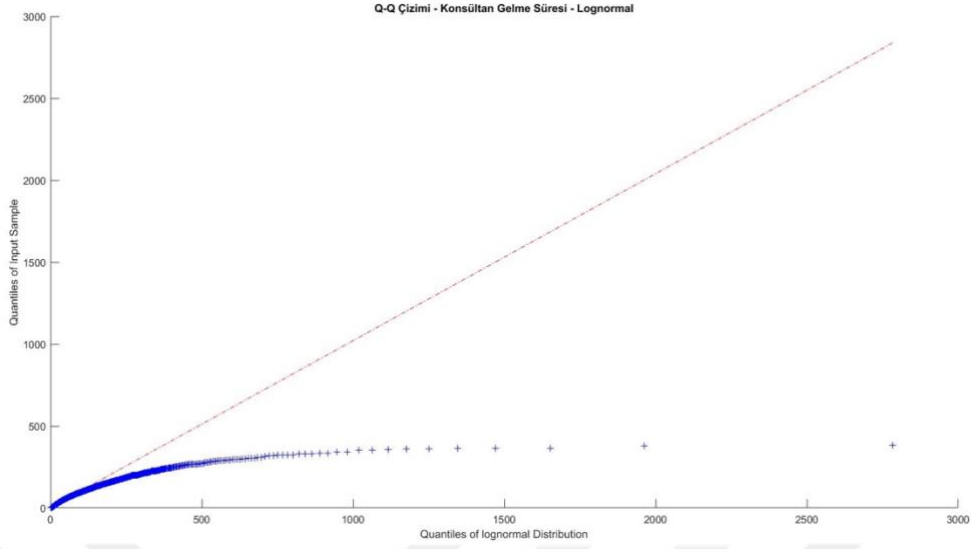
Şekil 55. Q-Q çizimi- konsültan gelme süresi- üstel



Şekil 56. Q-Q çizimi- konsültan gelme süresi- gama

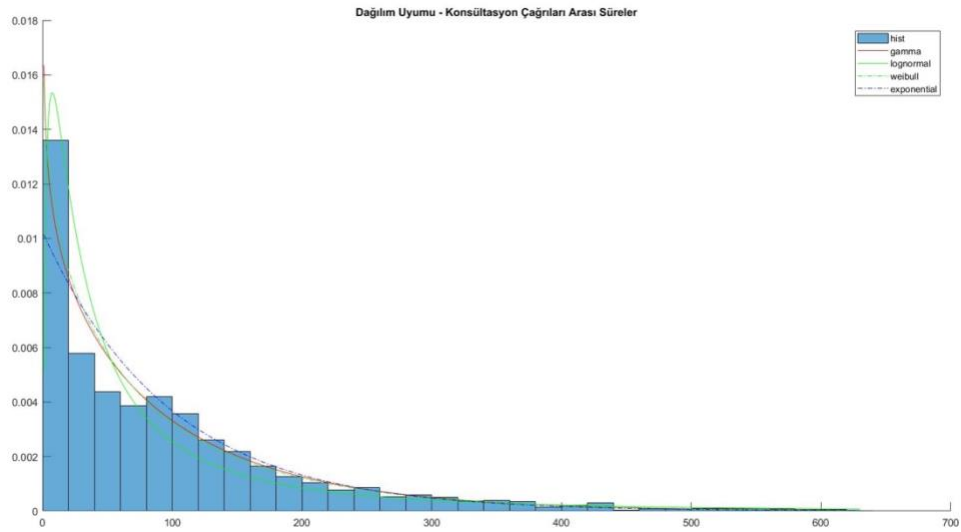


Şekil 57. Q-Q çizimi- konsültan gelme süresi- weibull



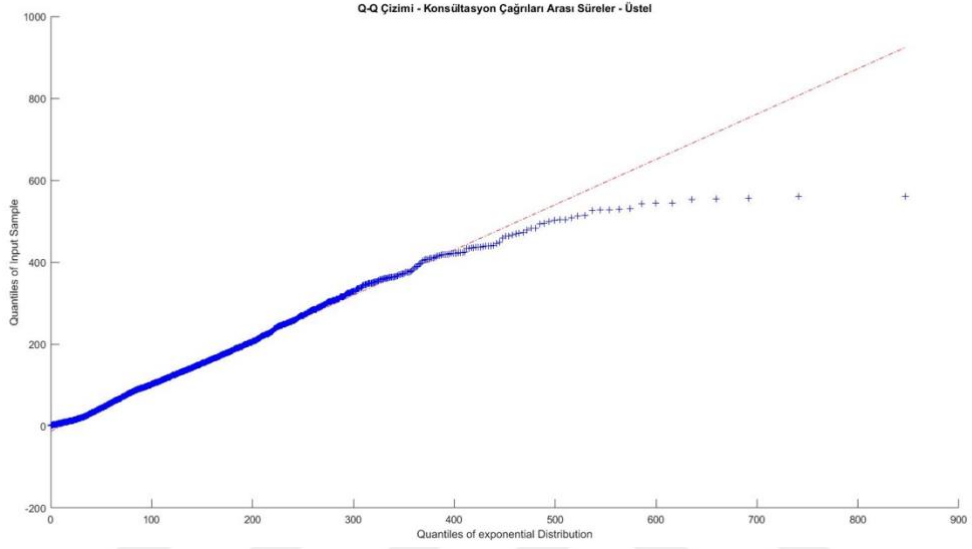
Şekil 58. Q-Q çizimi- konsültan gelme süresi- lognormal

Konsültasyon çağrılma aralıklarıyla ilgili süre için yapılan testler konsültan gelme süresi testleriyle benzer sonuçları vermekte ve sürelerin her tanı için aynı dağılıma uygun olduğu görülmektedir. Şekil 59’da gösterilen çağrılar arası sürelerin HİST-OYF çizimi incelendiğinde weibull, gama ve üstel dağılımların ampirik dağılımı iyi temsil ettiği görülmektedir. Sıfır civarındaki yığılmayı gama dağılımının daha iyi temsil ettiği düşünülse de buradaki düzensizlik sonrasında üstel dağılım histogramın üzerine daha iyi oturmaktadır.

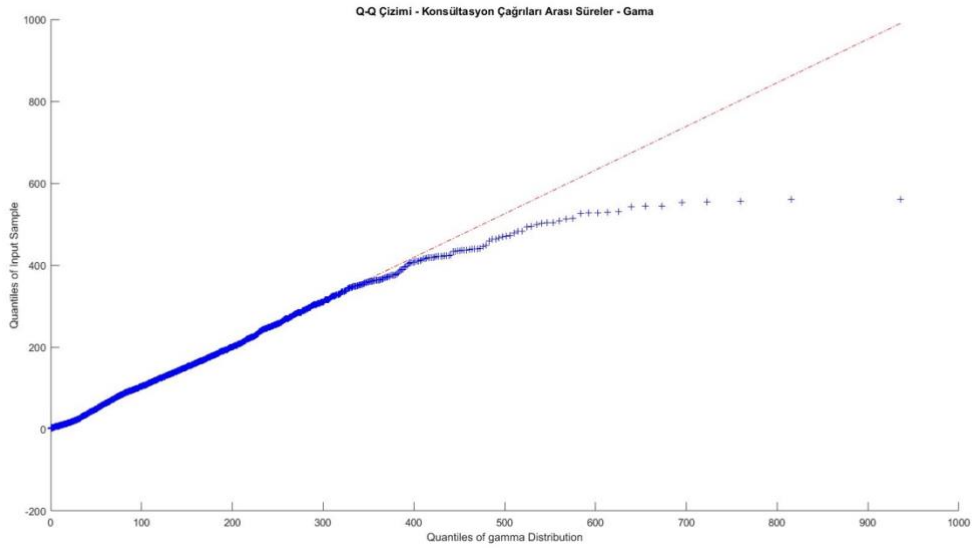


Şekil 59. HİST-OYF çizimi- konsültasyon çağrılar arası süreler

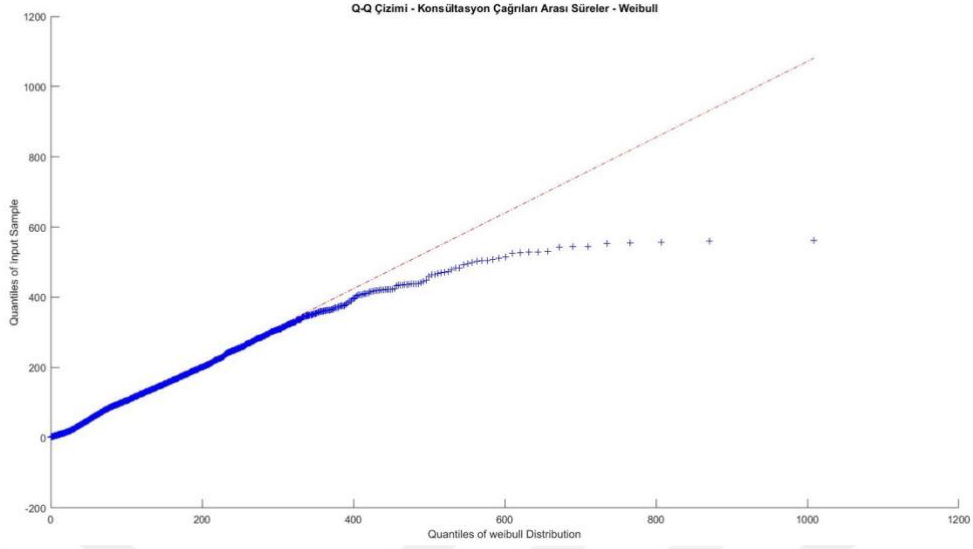
Konsültasyon çağruları arası sürelerin üstel, gama, weibull ve lognormal dağılımları için Q-Q çizimleri sırasıyla Şekil 60, 61, 62 ve 63'te gösterilmiştir. Belirtilen çizimlere bakıldığında üstel dağılımın ampirik dağılımı en yakın şekilde temsil ettiği görülmektedir.



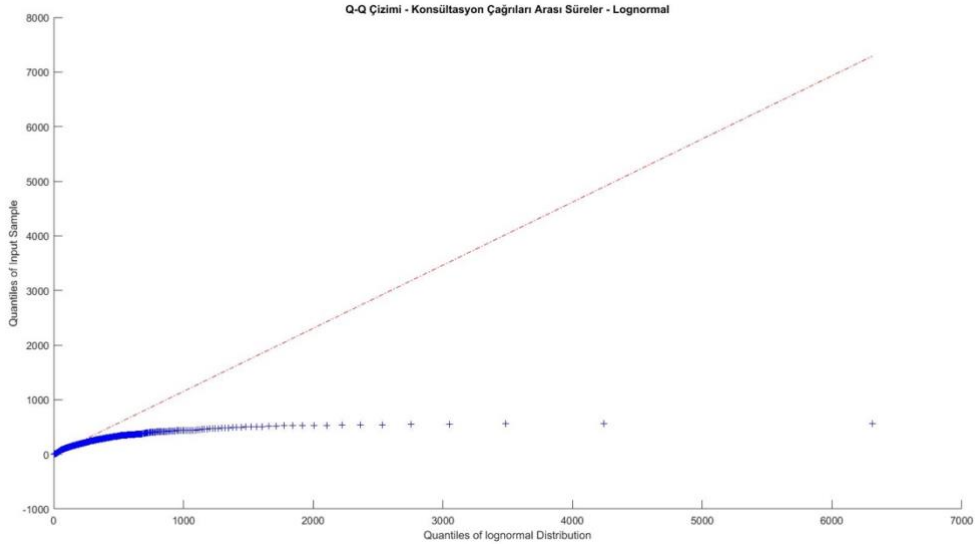
Şekil 60. Q-Q çizimi- konsültasyon çağruları arası süreler- üstel



Şekil 61. Q-Q çizimi- konsültasyon çağruları arası süreler- gama



Şekil 62. Q-Q çizimi- konsültasyon çağrıları arası süreler- weibull



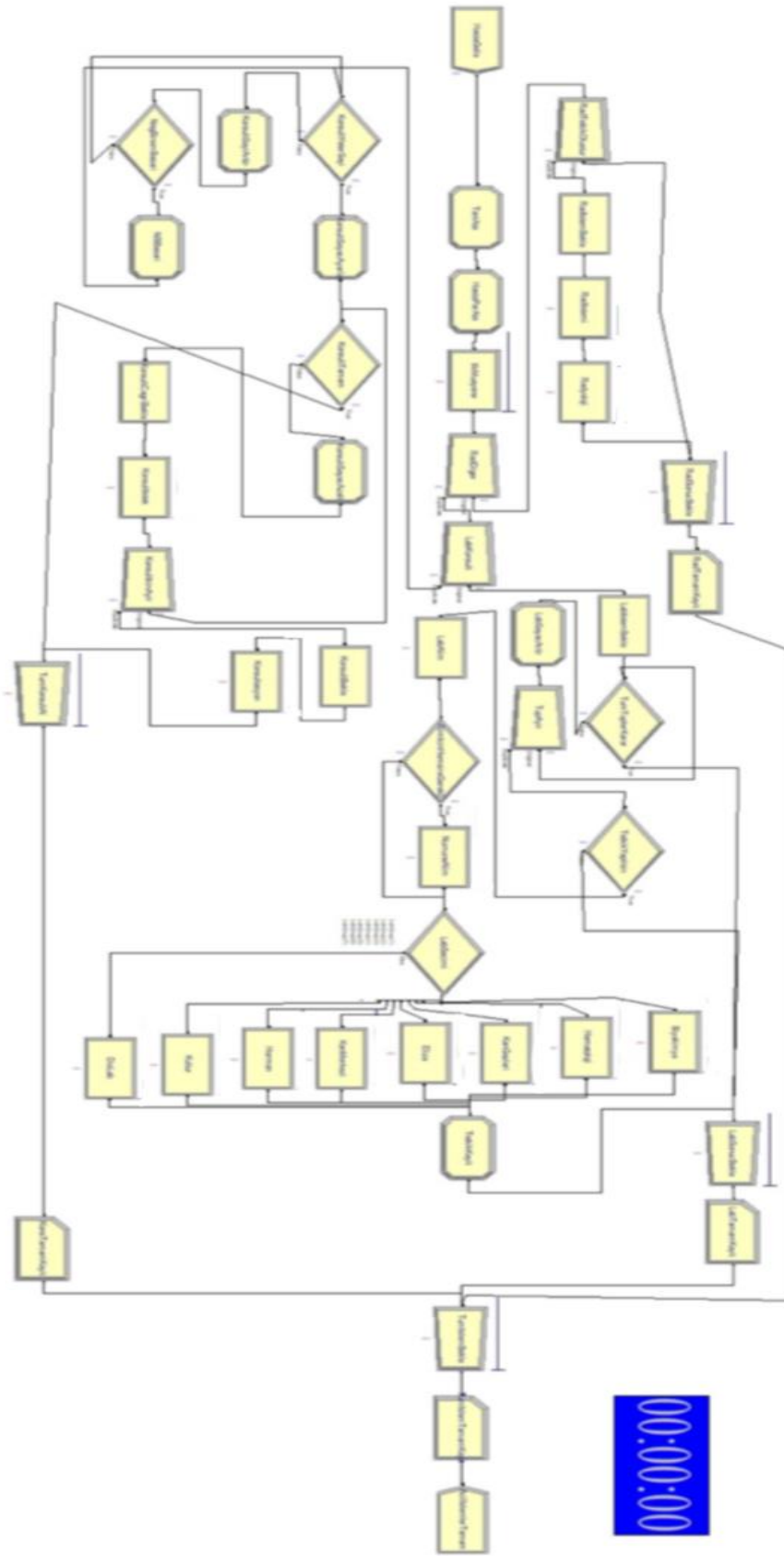
Şekil 63. Q-Q çizimi- konsültasyon çağrıları arası süreler- lognormal

2.4. Simülasyon

Uygulama için Arena programı kullanılmış olup, Şekil 64'teki model oluşturulmuştur. Şeklin daha net görülebilmesi için daha büyük hali Ek Şekil 1'de verilmiştir. Şekilde bir acil servis için yapılan işlemler gösterilmiştir. Yapılan tez çalışmasında Şekil 64'eki gibi üç eş

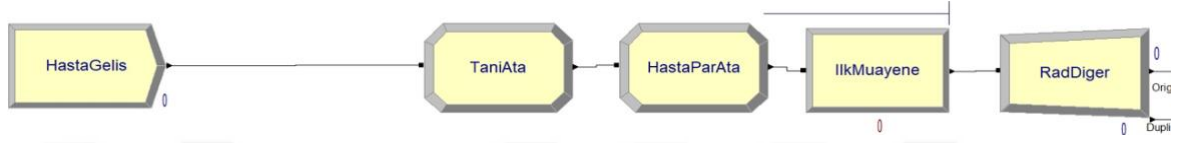
acil servis modeli kullanılmıştır. Her üç acile de beş farklı semtten hasta gelişi olmaktadır. Yapılan bu simülasyon çalışmasında semtlerden aynı acillere gidiş ihtimalleri eşittir. Daha sonra Arena simülasyon programının Optquest optimizasyon modülüyle bu ihtimaller için en iyileme çalışması yapılmıştır ve elde edilen çıktıyla simülasyon modeli tekrar çalıştırılarak iki modelin karşılaştırılması yapılmıştır.





Şekil 64. Acil servis simülasyon modeli

Hasta geliş ve ilk muayene sonucuna kadar olan kısım Şekil 65’te verilmiştir. Hastalar acile, veriden elde edilen dağılıma uygun olarak giriş yapmaktadır. Yine veriden elde edilen tanıların olasılığına göre her bir hastaya tanı atanmaktadır. Daha sonra tanıya göre radyoloji sayısı, konsültasyon sayısı gibi parametreler atanarak hastalar ilk muayene kuyruğuna girmektedirler.



Şekil 65. Hasta geliş ve ilk muayene modülü

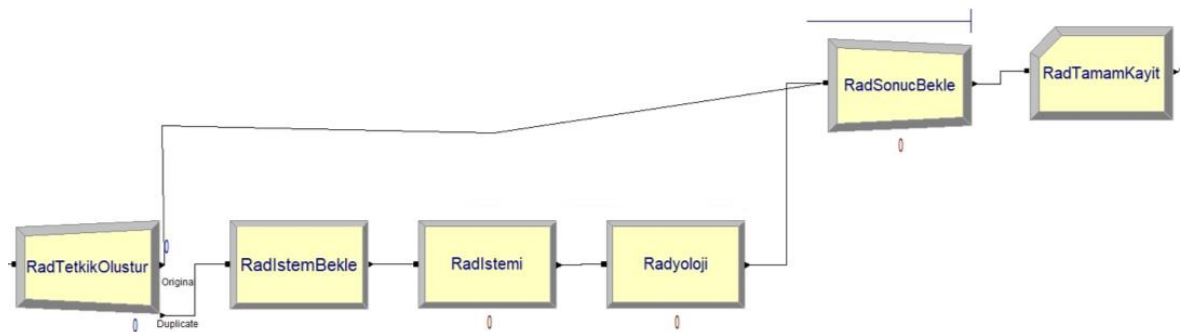
Simülasyon hasta gelişle başladıktan sonra ilk muayene sonrasında üç farklı yoldan devam etmektedir. Bu yollar, radyoloji, laboratuvar ve konsültasyondur. Bu yollar için simülasyon programının “separate” modülünden yararlanılmıştır. Bu şekilde hasta kopyalanıp üç hizmetten de yararlanması sağlanmıştır ve sonucunda hastaya ait tüm kopyalar simülasyonun sonunda “batch” modülüyle birleştirilerek verilerin doğru şekilde elde edilmesi sağlanmıştır.

Simülasyondaki işlemler içerisinde bulunan tüm süreler önceki bölümde ayrıntılı olarak anlatılan veri analizinden belirlenen dağılımlarla ve dağılımlara uygun MATLAB programından elde edilen parametrelerle belirlenmiştir. Tablo 7’de örnek olarak laboratuvar alım kabul işlemleri için ilgili dağılımlar ve parametreleri verilmiştir.

Tablo 7. Dağılım ve parametreler- lab alım kabul

Kan Merkezi- Kangrubu (reverse)	üstel	mu 67.84	
Kan Merkezi- Cross match	gama	a 1.24	b 15.93
Hematoloji- Sedimantasyon mor kan	üstel	mu 22.53	
Hematoloji- Mor k.hba1c	üstel	mu 490.57	
Hematoloji- Mor k. İnd/direkt	üstel	mu 149.89	
Hematoloji- Mor k.	gama	a 1.80	b 5.15
Hematoloji- Mayi hücre say	üstel	mu 23.59	
Hematoloji- Mavi K.Hemostaz	gama	a 1.69	b 5.34
Kültür	üstel	mu 72.85	
Kan Gazları	gama	a 1.77	b 5.12
Hormon	lognormal	mu 2.24	s 1.22
Eliza	lognormal	mu 1.94	s 1.02
Dış Lab	weibull	a 59.72	b 0.71
Biyokimya	lognormal	mu 2.16	s 1.05

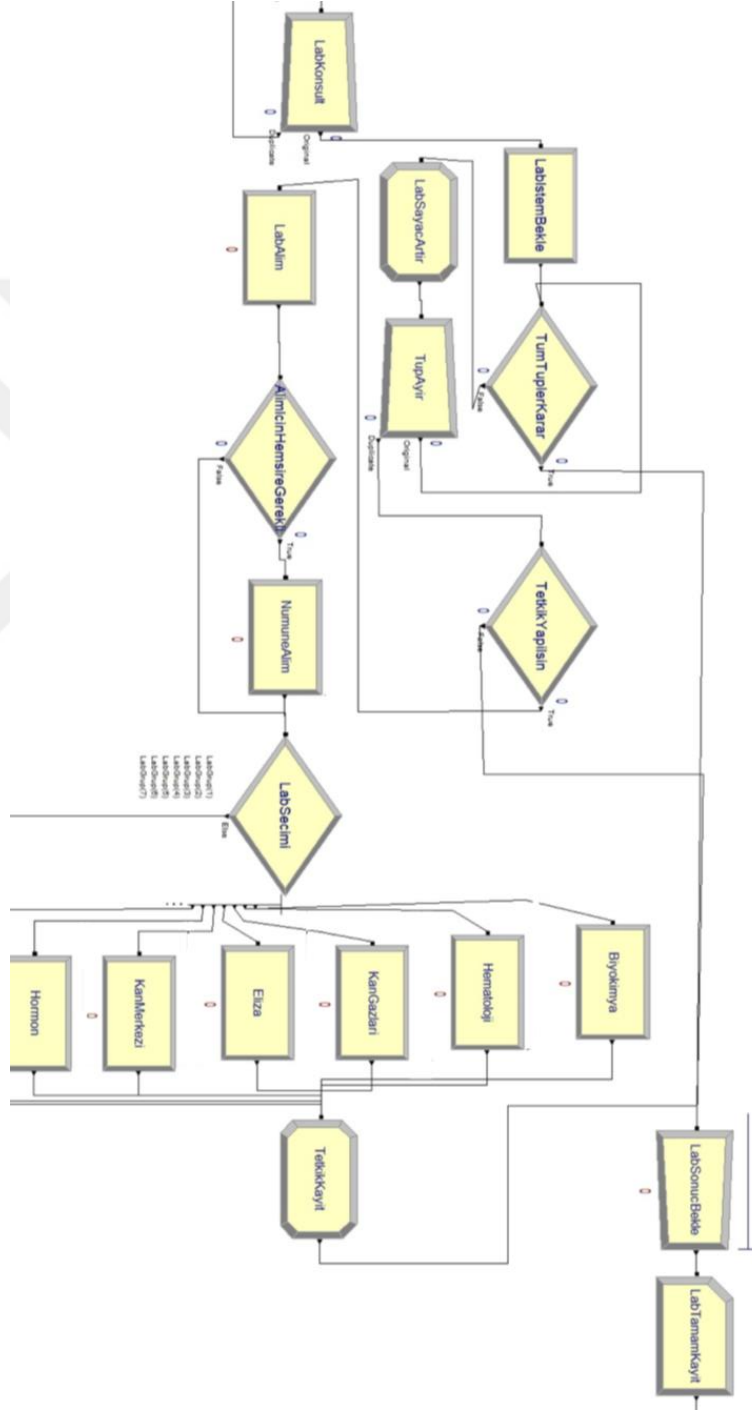
İlk muayeneden sonra üç kopya olarak sistemde ilerleyen hastanın bir kopyası Şekil 66'da görülen radyoloji hizmeti modülüne gitmektedir. Hasta radyoloji hizmeti almak için radyoloji isteminde bekleyip, daha sonra istek yapılarak radyoloji hizmeti verilmekte ve süre kaydedilerek radyoloji modülü tamamlanmaktadır.



Şekil 66. Radyoloji hizmeti modülü

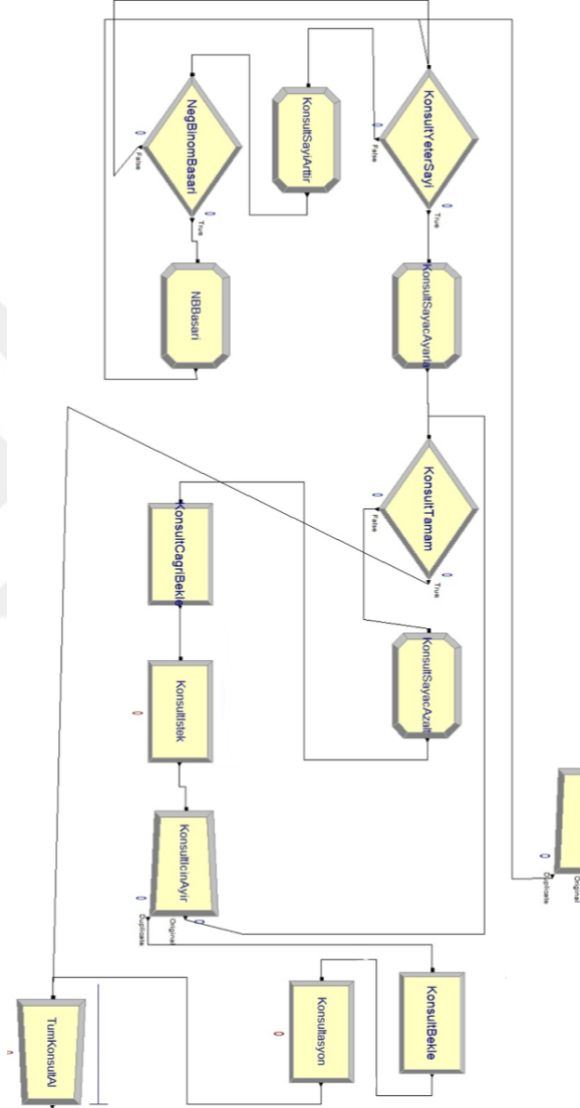
Hastanın ikinci kopyası laboratuvar hizmetine gitmektedir. Şekil 67'de gösterilen şekilde önce istek için beklemekte, daha sonra önceden hastaya atanmış sayıda tahlilin

gerçekleştirilip gerçekleştirilmediğine bakılmaktadır. Tahlil sayısı tamamlanmışsa laboratuvar işlemi kaydedilmekte, tamamlanmamışsa tamamlanana kadar her seferinde laboratuvar sayacı bir artırılarak ilgili işlemlerden geçmekte ve bu hizmet tamamlanmaktadır.



Şekil 67. Laboratuvar hizmeti modülü

Hastanın son kopyası Şekil 68'deki konsültasyon hizmetini almak için üretilmiştir. Yine benzer şekilde sisteme girerken tanımlanmış sayıda konsültasyon alana kadar ilgili işlemlerden geçmekte ve sonucunda kayıt edilerek hizmet tamamlanmaktadır.



Şekil 68. Konsültasyon hizmeti modülü

Simülasyonda bazı işlemlerin verileri bilgi işlem dairesinden alınan verilerde bulunmamaktadır. Bu işlemler için gerekli veriler hastane personeliyle yapılan görüşmelere

istinaden belirlenmiştir. Yine verilerin sadece süre cinsinden olması sebebiyle bazı işlemlerde sadece “delay” modülünden faydalanılmıştır.



3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan tez çalışması literatürdeki benzer çalışmalarla kıyaslandığında odaklandığı konu itibariyle farklılık oluşturmaktadır. Odaklanılan konu, hastaların acil servise gelmeden önce bile sistemin yoğunluğunu etkilemesidir. Henüz trafikte olan hastalar da gitmeye karar verdikleri acil servis sisteminin bir parçasıdır ve eğer sistem iyileştirilmesi yapılırsa trafikte olan bu hastaların da düşünülmesi gerekmektedir.

Bu tez çalışmasında acile başvuran popülasyonun acil servis tercihlerinin talep ortaya çıktığında yönlendirilebileceği durum değerlendirilmiştir. Çalışmada hastaların semtlerden acil servislere gidiş ihtimalleri değişken olarak düşünülmüştür. Optquest'in iterasyonlar sonucunda semtlerdeki hasta popülasyonunun acillere gitme ihtimallerinde yaptığı değişiklikler sistem performansını iyileştirmiştir. Tablo 8'de Optquest öncesi ve sonrası hastaların sistmede kalış süreleri verilmiştir. İhtimallerin aynı olduğu ilk simülasyon modelinde hastanın trafikte ve acil serviste geçirdiği süre yani tüm sistemde geçirdiği süre ortalama 2,76 saattir. Aynı süre Optquest sonucundaki değerlerle çalıştırılan simülasyon sonucunda ortalama 2,72 saate düşmüştür. Benzer olarak hastanın hastanedeki ortalama kalış süresi Optquest öncesi 2,71 saat iken sonraki modelde 2,68 saat olmuştur.

Tablo 8. Optquest öncesi ve sonrası sistemde kalış süreleri

Tüm Sistem Ortalaması (saat)		Hastanede Kalış Ortalaması (saat)	
Optquest Öncesi	Optquest Sonrası	Optquest Öncesi	Optquest Sonrası
2,76	2,72	2,71	2,68

Düzenleme sonucunda 3 acil serviste çalışan doktorların mesailerindeki meşgul olma oranlarında da değişiklikler olmuştur. İlk modelde birinci acil serviste görev alan doktorların meşgulliyet oranları 0,38 iken düzenleme sonrası modelde bu oran 0,22'ye düşmüştür. Diğer iki acilde görev alan doktorlarda ise bu oranlar düzenleme sonrası artmıştır. Bu oranlarla ilgili veriler Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9. Doktorların meşguliyet oranları

	Meşguliyet Oranları	
	İlk Model	Düzenleme Sonrası Model
1.AcilDoktorları	0,38	0,22
2.AcilDoktorları	0,45	0,51
3.AcilDoktorları	0,33	0,4

Sonuçlarda da görüldüğü gibi hastaların sistemde kalış sürelerinin azalmasıyla acil servislerden daha memnun ayrılmaları beklenmektedir. Bu memnuniyetlerinin nedenleri sistemde kalışların azalmasıyla kuyrukta bekleme sürelerinin düşmesi ve daha kaliteli hizmet almaları olarak gösterilebilir. Yine hastaların bekleme sürelerinin azalmasıyla hastane personelinin daha az stresli ortamda çalışması sağlanacaktır.

Yapılan bu tez çalışmasıyla acil serviste yapılacak iyileştirme çalışmalarına zemin hazırlanmıştır. Hastaneye ulaşmamış hastaları dikkate alarak bundan sonraki araştırmalara farklı bir bakış açısı kazandırmıştır. Veriler, hastaneden alınan gerçek veriler olup aralarında acil sistemin yoğunluğu sebebiyle bir çok gürültülü veri bulundurmasından dolayı sistemdeki iyileştirmeler sınırlı kalmıştır. Laboratuvar işlemlerinin detaylarının öğrenilmesi halinde simülasyon modelinin daha ayrıntılı şekilde kurulması ve bu sayede en iyilemelerden daha isabetli ve gerçekçi katkıların sağlanması mümkün olur. Ayrıca acil personelinin meşguliyet oranlarındaki sonuçlara göre personel sayısında düzenlemeye gidilerek daha etkin sistemler oluşturabilir ve tez çalışmasında üzerinde durulan sürelerde daha fazla iyileştirmeler sağlanabilir.

4. KAYNAKLAR

- Abo-Hamad, W., ve Arisha, A., 2013. Simulation-based Framework to Improve Patient Experience in an Emergency Department, European Journal of Operational Research, 224, 1, 154-166.
- Aboueljinane, L., Sahin, E. ve Jemai, Z., 2013. A Review on Simulation Models Applied to Emergency Medical Service Operations, Computers & Industrial Engineering.
- Ahmed, M. A., ve Alkhamis, T. M., 2009. Simulation Optimization for an Emergency Department Healthcare Unit in Kuwait, European Journal of Operational Research, 198, 3, 936-942.
- Almehdawe, E., Jewkes, B. ve He, Q., 2013. A Markovian Queueing Model for Ambulance Offload Delays, European Journal of Operational Research.
- Anderson, C., Butcher, C. ve Moureno, A., 2010. Emergency Department Patient Flow Simulation at Health Alliance, Worcester Polytechnic Institute, Worcester MA, USA, ISBN 13: 978-0-12- 370523-5
- Brandeu, M., Sainfort, F. ve Pierskalla, W. (Ed.), 2005. Operations Research and Health Care: A Handbook of Methods and Applications.
- Brenner, S., Zeng, Z., Liu, Y., Wang, J., Li, J., ve Howard, P. K., 2010. Modeling and Analysis of the Emergency Department at University of Kentucky Chandler Hospital using Simulations, Journal of Emergency Nursing, 36, 4, 303-310.
- Chin, L. ve Fleisher, G., 1998. Planning Model of Resource Utilization an Academic Pediatric Emergency Department, Pediatric Emergency Care, 14, No.1, 4-9.
- Chan T.C., Kilen J.P., Kelly D. ve Guss D.A., 2005. Impact of Rapid Entry and Accelerated Care at Triage on Reducing Emergency Department Patient Wait Times, Lengths of Stay, and Rate of Left Without Being Seen, Ann Emerg Med, 46, 491-497.
- Derlet, R.W. ve Richards, J.R., 2000. Overcrowding in the Nation's Emergency Departments: Complex Causes and Disturbing Effects, Ann. Emerg. Med, 35, 63-67.
- Derlet, R.W. ve Richards, J.R., 2002. Emergency Department Overcrowding in Florida, New York and Texas, South Med. Jurnal, 95, 846-849.
- Dickinson G., 1989. Emergency Department Overcrowding, Canadian Medical Association Journal, 140, 270-1.

- Emam, E. B., ve Al-Deek, H., 2006. Using Real-life Dual-loop Detector Data to Develop New Methodology for Estimating Freeway Travel Time Reliability, Transportation Research Record, 1959, 1, 140-150.
- Feferman, I. ve Cornell, C., 1989. How We Solved the Overcrowding Problem in Our Emergency Department, Canadian Medical Association Journal, 140, 3, 273.
- Ghanes, K., Wargon, M., Jouini, O., Jemai, Z., Diakogiannis, A., Hellmann, R., Thomas, V. ve Koole, G., 2015. Simulation-based Optimization of Staffing Levels in an Emergency Department, Simulation, 91, 10, 942-953.
- Hoot N.R. ve Aronsky, D., 2008. Systematic Review of Emergency Department Crowding: Causes, Effects, and Solutions, Ann Emerg Med, 52, 126–36.
- Howard, M. S., Davis, B. A., Anderson, C., Cherry, D., Koller, P., ve Shelton, D., 2005. Patients' Perspective on Choosing the Emergency Department for Nonurgent Medical Care: A Qualitative Study Exploring One Reason For Overcrowding, Journal of Emergency Nursing, 31, 5, 429-435.
- Hussein, N., Abdelmaguid, T., Tawfik, B. Ve Ahmet, N., 2017. Mitigating Overcrowding in Emergency Departments using Six Sigma and Simulation: A case study in Egypt, Operations Research and Health Care.
- Joshi, M., Mansata, A., Talauliker, S., ve Beard, C., 2005. Design and Analysis of Multi-level Active Queue Management Mechanisms for Emergency Traffic, Computer Communications, 28, 2, 162-173.
- Karakurt, K., Acil Servis Sürecinin Sistem Dinamiği Simülasyon Yöntemiyle Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2019.
- Kingswell, C., Shaban, R. ve Crilly, J., 2017. Concepts, Antecedents and Consequences of Ambulance Ramping in The Emergency Department: A Scoping Review. Australasian Emergency Nursing Journal.
- Kuhl, M. E., ve Wilson, J. R., 2000. Least Squares Estimation of Nonhomogeneous Poisson Processes, Journal of Statistical Computation and Simulation, 67, 1, 699-712.
- Laan, C., Vanberkel, P., Boucherie, R. ve Carter, A., 2016. Offload Zone Patient Selection Criteria to Reduce Ambulance Offload Delay, Operations Research and Health Care.
- Law, A. M., Kelton, W. D. ve Kelton, W. D., 2000. Simulation Modeling and Analysis (Vol. 3), New York: McGraw-Hill.
- Pu, W., 2011. Analytic Relationships Between Travel Time Reliability Measures. Transportation Research Record, 2254, 1, 122-130.

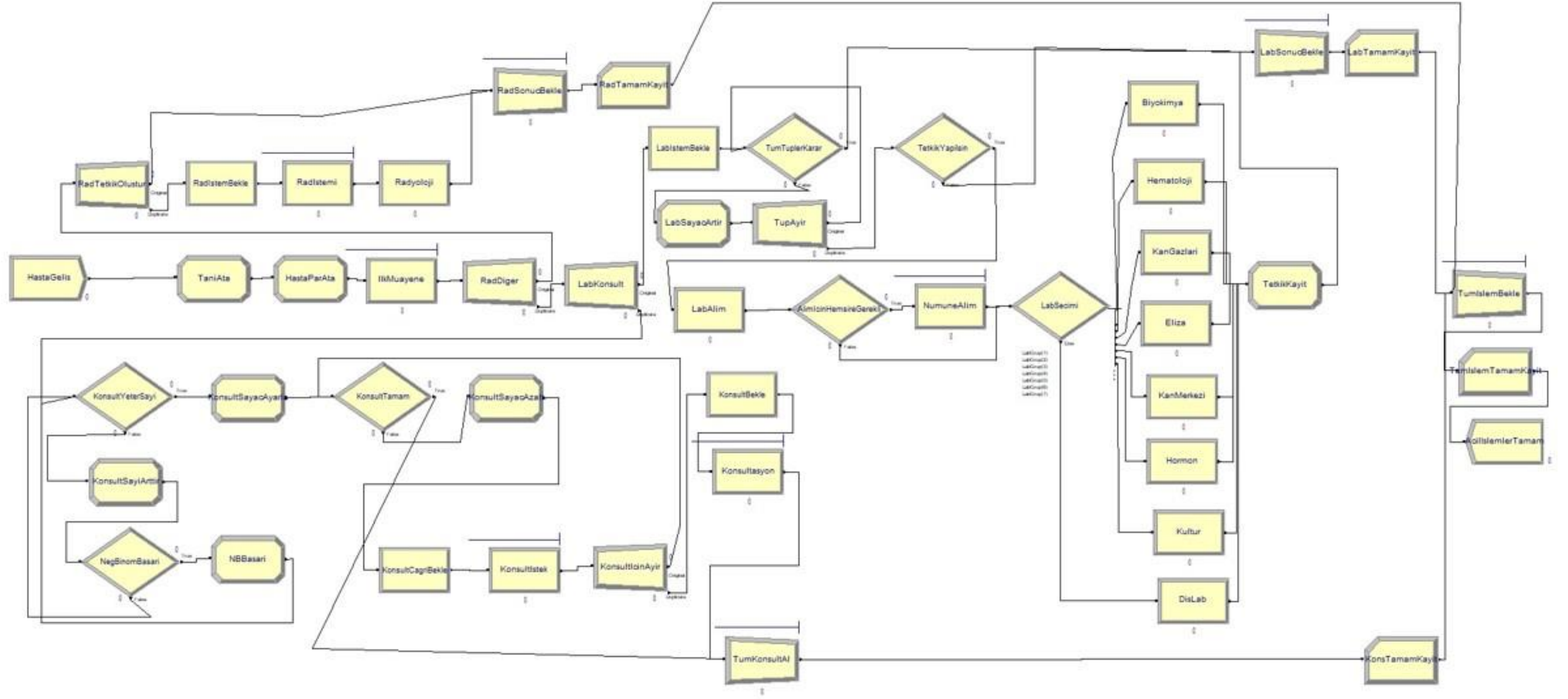
- Rakha, H. A., El-Shawarby, I., Arafeh, M., ve Dion, F., 2006. Estimating Path Travel-time Reliability, In 2006 IEEE Intelligent Transportation Systems Conference, 236-241.
- Rodrigues, F. F., Zaric, G. S. ve Stanford, D. A., 2018. Discrete Event Simulation Model for Planning Level 2 “Step-down” Bed Needs Using NEMS, Operations Research for Health Care, 17, 42-54.
- Salmon, A., Rachuba, S., Briscoe, S., ve Pitt, M., 2018. A Structured Literature Review of Simulation Modelling Applied to Emergency Departments: Current Patterns and Emerging Trends, Operations Research for Health Care, 19, 1-13.
- Saunders, C. E., Makens, P. K., ve Leblanc, L. J., 1989. Modeling Emergency Department Operations Using Advanced Computer Simulation Systems, Annals of Emergency Medicine, 18, 2, 134-140.
- Sayah, A., Becker, M., Rocker, L., Long, T., O’Connor, K. ve Lobon, L., 2016. Emergency Department Expansion versus Patient Flow Improvement: Impact on Patient Experience Of Care, The Journal of Emergency Medicine.
- Sayılı, U., Sayman, Ö. A., Vehid, S., Köksal, S. S. ve Erginöz, E., 2017. Türkiye ve OECD Ülkelerinin Sağlık Göstergeleri ve Sağlık Harcamalarının Karşılaştırılması, Online Türk Sağlık Bilimleri Dergisi, 2, 3, 1-12.
- Söyler, H., ve Ali, K. O. Ç., 2014. Bir Kamu Hastanesi için Acil Servis Simülasyonu ve Veri Zarflama Analizi ile Etkinlik Ölçümü. Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 6, 2, 115-132.
- Su, S., ve Shih, C. L., 2003. Modeling an Emergency Medical Services System using Computer Simulation, International Journal of Medical Informatics, 72, 1-3, 57-72.
- Trzeciak, S. ve Rivers E.P., 2003. Emergency Department Overcrowding in the United States: An Emerging Threat to Patient Safety and Public Health, Emerg. Med. J., 20, 402-405
- URL-1, <https://www.worldometers.info/tr/>, 21 Ağustos 2019.
- Wiler, J., Griffey, R. ve Olsen, T., 2011. Review of Modeling Approaches for Emergency Department Patient Flow and Crowding Research, Academic Emergency Medicine.
- Yang, K., Lam, S., Low, J. ve Ong, M., 2016. Managing Emergency Department Crowding Through Improved Triage and Resource Allocation, Operations Research and Health Care.
- Yeh, J. Y. ve Lin, W. S., 2007. Using Simulation Technique and Genetic Algorithm to Improve the Quality Care of a Hospital Emergency Department, Expert Systems with Applications, 32, 4, 1073-1083.

Zaki, A. S., Cheng, H. K., ve Parker, B. R., 1997. A Simulation Model for the Analysis and Management of an Emergency Service System, Socio-Economic Planning Sciences, 31, 3, 173-189.

Zeinali, F., Mahootchi, M., ve Sepehri, M. M., 2015. Resource Planning in the Emergency Departments: A Simulation-Based Metamodeling Approach, Simulation Modelling Practice and Theory, 53, 123-138.



5. EKLER



ÖZGEÇMİŞ

Murat DEMİR 1992 yılında Trabzon'da doğdu. 2009 yılında Trabzon Yomra Fen Lisesi'nden mezun olduktan sonra aynı sene İstanbul Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitime başladı. 2014 yılında mezun oldu. 2016 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitime başladı. 2018 Aralık ayından itibaren Makine ve Kimya Endüstrisi Kurumu'nda mühendis olarak görev yapmaktadır.

