

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

YOĞUN BAKIM ÜNİTELERİNDE KAPASİTE YÖNETİMİ: ARA SERVİS OLUŞTURMA VE BİR UYGULAMA

CAPACITY MANAGEMENT IN INTENSIVE CARE UNITS: CREATING INTERMEDIATE SERVICES AND AN APPLICATION

Dr. Alkan DURMUŞ¹

Prof. Dr. Ali ÖZDEMİR²

ÖZET

Sağlık hizmeti sunum sistemlerinin etkili tasarımı, hasta kapasitesi ve akış yönetimi açısından hayati öneme sahiptir. Kötü planlanmış sistemler, darboğazlar, gecikmeler ve verimsizliklere neden olarak hasta sonuçları ve deneyimlerini olumsuz etkileyebilir. Ekonomik olarak, yoğun bakım ünitelerinin maksimum kullanımı, hastane yöneticileri için stratejik bir hedefdir, çünkü yoğun bakım üniteleri genellikle en maliyetli ve kaynak yoğun alanlardan biridir. Yoğun bakım hizmetlerine olan talepteki artış, sağlık kurumlarını kapasite sorunlarıyla karşı karşıya bırakmaktadır. Bu çalışma, yoğun bakım hasta bekleme süreleri ve kapasite yönetimindeki sorunları inceleyerek, stratejiler ve politikalar önermeyi amaçlamaktadır. Yoğun bakım ünitesindeki bekleme süreleri ve kısıtlamalar belirlendikten sonra, bir simülasyon modeli aracılığıyla çözümler sunulacak ve bu, hastane planlamacılarına etkili kaynak yönetimi için yeni bir perspektif sağlayacaktır. Sonuçlar, YBÜ'nün mevcut durumu doğru bir şekilde tanımladığını ve farklı senaryoları test edebilecek kadar esnek olduğunu göstermiştir. Bu çalışma, YBÜ ve ara servislerin boyutlandırılması konusundaki karar süreçlerine yeni yaklaşımlar sunarak daha etkin kapasite planlamasına katkıda bulunmayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Yoğun Bakım Ünitesi, Ara Bakım Üniteleri, Hasta Akışı, Kapasite Yönetimi, Simülasyon

ABSTRACT

Effective design of healthcare delivery systems is vital for patient capacity and flow management. Poorly planned systems can cause bottlenecks, delays, and inefficiencies, negatively impacting patient outcomes and experiences. Economically, maximizing the utilization of ICUs is a strategic goal for hospital managers, as ICUs are often one of the most costly and resource-intensive areas. The increase in demand for intensive care services confronts healthcare organizations with capacity issues. This study aims to examine the problems in intensive care patient waiting times and capacity management and propose strategies and policies. Once ICU waiting times and constraints are identified, solutions will be presented through a simulation model, providing hospital planners with a new perspective for effective resource management. This study aims to contribute to more effective capacity planning by providing new approaches to the decision-making process on the sizing of ICU and intermediate wards.

Keywords: Intensive Care Unit, Intermediate Care Units, Patient Flow, Capacity Management, Simulation

¹ Dokuz Eylül Üniversitesi, alkan.durmus@deu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5806-9962

² Dokuz Eylül Üniversitesi, ali.ozdemir@deu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3555-2123

1. GİRİŞ

Yoğun bakım ünitesi (YBÜ), hayati fonksiyonların izlenmesi ve desteklenmesi için kritik tıbbi bakıma ihtiyaç duyan akut tıbbi durumdaki hastalara gelişmiş izleme, tedavi ve hemşirelik bakımı sağlayan bir hastane bölümüdür (Alban vd., 2020, s. 2; Kim vd., 2015, s.19). Kritik bakım, belirsizlik, değişkenlik, doğrusal olmama, karmaşıklık, çok sayıda kısıtlama ve pahalı kaynakları içerir. Kritik bakım kapasitesi ve organizasyonu hakkında iyi kararlar vermek, çok zor olabilir (Shahani vd., 2008, s.1074). Yoğun bakım üniteleri, bir hastane ortamında en yüksek düzeyde bakım sağlar, ancak genellikle çok yoğundur ve yoğun bakım ihtiyacı karşılanmayan hastaların sağlık sonuçlarının kötüleşmesine neden olabilir (Lekwijit vd., 2020, s.1). Yoğun bakım için artan talep (Wallace vd., 2016, s. 926), yoğun bakım ünitelerinde kapasite yönetimi sorunlarını olağan hale getirmektedir (Bai vd., 2018, s. 2). Sağlık durumu kötü olan hastalar için uygun YBÜ yatağı bulunmaması durumu, YBÜ kabulünde gecikmelere sebep olur, bu durum önemli klinik ve ekonomik sonuçlara yol açabilir.

Ara bakım üniteleri, lojistik olarak YBÜ ile genel servis arasında konumlanır ve fiziksel olarak bağımsız bir birim veya yoğun bakım ünitesine entegre edilmiş özel bir bölüm olarak faaliyet gösterebilir (Vincent ve Burchardi, 1999, s. 1345). Diğer servisler ile yoğun bakım ünitesi arasında bir "yükseltme" veya "indirme" birimi olarak hareket edebilir (Prin ve Wunsch, 2014, s. 1210). Alt düzey üniteleri (step down unit) veya ara servis (Çelik, 2007), YBÜ'ler ile genel tıbbi-cerrahi servisleri arasında orta düzeyde bir bakım sağlar (Armony vd., 2018, s. 859). Alt düzey üniteleri bazen hastalık şiddeti yoğun bakım bakımını gerektirmeyen ancak serviste tedavi edilecek kadar stabil olmayan hastalara orta düzeyde bakım sağlamak için kullanılır (Prin ve Wunsch, 2014, s. 1210). Bir alt düzey ünitesinin amacı, durumu tipik servis hastalarından daha ağır olan ancak en kritik YBÜ hastaları kadar yoğun izleme gerektirmeyen hastaları tedavi etmektir (Armony vd., 2018, s. 860). Alt düzey ünitelerinin YBÜ'den taburcu edilen hastalar için etkili geçiş bakımı sağlayabileceği varsayılmaktadır (Lekwijit vd., 2020, s. 5). Alt düzey ünitelerinin rolü yoğun bakım ünitesinden taburcu olduktan sonra hastalar için bir geçiş işlevi görmektir (Chan vd., 2014, s. 3). Bu üniteler hem yoğun bakımdan hem de servisten gelen hastalar için rezervuar olarak kullanılmaktadır (Prin ve Wunsch, 2014, s. 1211). Bu hizmetler, doktor hizmetlerini konsültasyon şeklinde alan birimler olarak bilinir ve step-down veya ara yoğun bakım servisleri olarak da adlandırılır (Çelik, 2007, s. 97). Türkiye'de Sağlık Bakanlığı Yataklı Sağlık Tesislerinde Yoğun Bakım Hizmetlerinin Uygulama Usul Ve Esasları Hakkında Tebliğ'de yoğun bakım ara servisleriyle ilgili herhangi bir tanımlama bulunmamaktadır. Bu nedenle Türkiye'deki sağlık tesislerinde bu hizmetle ilgili herhangi bir uygulama bulunmamaktadır.

Hem sağlık hem de operasyon yönetimi açısından, bu birimlerin nasıl çalıştığını ve YBÜ süreçlerini iyileştirme ihtiyacını ele alan birden çok çalışma vardır (Chalfin vd., 2007, s. 1477; Cady vd., 1995, s. 29; Prin ve Wunsch, 2014, s. 1210). Örneğin hastanede ara bakım ünitesinin varlığı, yoğun bakım ünitesine kabul edilen yetişkinler için düzeltilmiş hastane mortalitesinin önemli ölçüde azalmasıyla ilişkili olduğu belirtilmektedir (Capuzzo vd., 2014, s. 1). Hastanede alt düzey ünitesinin bulunması, orta derecede ağır hastaların tedavi edilmesi ve böylece en ağır hastalar için YBÜ'de yer açılması açısından fayda sağlayabilir. YBÜ'ler, yüksek hemşire-hasta oranı gerekliliği nedeniyle daha maliyetlidir, ancak hem ağır hem de orta derecede hastaları tedavi edebilen "esnek sunucular" olarak da kabul edilen alt düzey üniteleri YBÜ'lere daha az maliyetlidir (Armony vd., 2018, s. 860). Literatürde, alt düzey ünitelerinin hastanelerde kullanımının YBÜ verimini önemli ölçüde artırdığına yönelik çalışmalar vardır (Lekwijit vd., 2020, s. 1; Mathews ve Long, 2015, s. 886).

Alt düzey ünitelerine hasta akışı, Acil Servisten doğrudan kabul, ek izleme gerektiren ameliyat sonrası bakım hastaları ve YBÜ'deki doluluk nedeniyle YBÜ bakımından önce alt düzey ünitesine yerleştirilen hastalar dahil olmak üzere çeşitli kaynaklardan gelebilir (Armony vd., 2018, s. 861). Bu durum YBÜ hasta kabul aşamasında ve YBÜ hasta taburculuk aşamasında diğer servisler için bekleyen hastalardan oluşabilecek hasta bekleme kuyruklarını azaltabilir.

Bu makalede, YBÜ kapasite yönetiminde ara servis olarak adlandırılacak alt düzey ünitesinin YBÜ hasta akışları ve yatak kapasitesi üzerindeki etkisi incelenecektir. Bu kapsamda bir üniversite eğitim araştırma hastanesinde yeni bir ara servis biriminin kurulması durumunda sahip olması gereken ideal kapasitenin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma, birimin operasyon yönetimi sorunlarını analiz etmek için gerçek YBÜ verileriyle birlikte simülasyon modeli kurulmuştur. Araştırmada, kurulan ara servis ünitesinin YBÜ hasta kabul bekleme sürelerine etkisini ve mevcut YBÜ sisteminde ihtiyaç duyulan kaynaklar hakkında öngörüler yapılacaktır. Çeşitli yatak tahsis senaryoları üzerinde çalışarak, yatış bekleme süreleri, YBÜ yatak kullanımı ve YBÜ/Ara Servis doluluğu gibi performans ölçütlerini ölçmeyi amaçlamaktadır. Bu çalışma, gerçek YBÜ verileri kullanılarak kurulan bir simülasyon modeli ile birimin operasyon yönetimi sorunlarını analiz ederek, kurulan ara servis ünitesinin YBÜ hasta kabul bekleme sürelerine etkisini ve mevcut YBÜ sisteminde ihtiyaç duyulan kaynaklar hakkında öngörüler sunmaktadır. Yapılan çeşitli yatak tahsis senaryoları üzerinde çalışarak, yatış bekleme süreleri, YBÜ yatak kullanımı ve YBÜ/Ara Servis doluluğu gibi performans ölçütlerini ölçmeyi hedeflemektedir. Bu çalışmanın özgün yanı, benzer diğer çalışmalardan farklı olarak, bir alt düzey ünitesinin YBÜ kapasite yönetimine olan etkilerini gerçek verilere dayanarak detaylı bir şekilde incelemesidir. Literatüre bu bakış açısıyla katkıda bulunarak, hastane yöneticilerine daha etkili kapasite planlaması ve kaynak tahsis konularında rehberlik etmeyi amaçlamaktadır.

Çalışma, yoğun bakım ünitelerinde kapasite yönetimi ve modelleme konularını ele alarak başlamaktadır. Ardından, literatür taramasıyla mevcut bilgi ve araştırmalar gözden geçirilmektedir. Yoğun bakım hasta akış süreçleri üzerinde durularak, akademik bir çerçeve içinde konu detaylandırılmaktadır. Daha sonra, araştırmanın metodolojisi açıklanmakta ve uygulama aşamasına geçilmekte ve elde edilen sonuçlar çerçevesinde genel bir değerlendirme ve sonuçlar sunulmaktadır.

2. YOĞUN BAKIM ÜNİTELERİNDE KAPASİTE YÖNETİMİ VE MODELLEME

Kapasite yönetimi, bir kuruluşun üretim gereksinimlerini karşılamak için üretim tesisleri, ekipman ve personel gibi yeterli kaynaklara sahip olmasını sağlama sürecini ifade eder. Bu, üretim programlarını yürütmek için yeterli kapasite olduğundan emin olmak için planlamayı, hedefleri belirlemeyi, performansı ölçmeyi, kullanım seviyelerini izlemeyi ve gereken ayarlamaları yapmayı içerir (McNair ve Vangermeersch, 1998, s. 1). Bir hastanenin kapasitesi, fiziksel ve insan kaynakları ile tanımlanabilir (Gupta ve Potthoff, 2016, s. 144). Kapasite yönetimi, hizmetler için dalgalanan talebi karşılamak için iç kaynakların verimli kullanımınıdır (Jack ve Powers, 2009, s. 150). Sağlık hizmetlerinde kapasite yönetimi, tesisler, ekipman ve iş gücü gibi temel kaynakların tahsisleriyle ilgili kararlar almayı içerir (Smith-Daniels vd., 1988, s. 890). Kurumsal kaynaklar (kapasite) hasta talebini optimum şekilde yönetmek için tahsis edilmezse hastalar, çalışanlar ve organizasyon için olumsuz sonuçlar doğurabilir (Deirdre vd., 2015, s. 64). Sağlık hizmeti kuruluşlarında kapasite yönetimi stratejilerinin kullanımı 3 farklı düzeyde incelenmektedir. İlk düzey yöneticilerin karşılaştığı stratejik zorluklara odaklanmakta ve aynı zamanda operasyon yönetimi kaynak planlama tekniklerini stratejik planlama

süreçlerine nasıl entegre edebileceklerine odaklanır. İkinci düzey, operasyonel düzeydeki konulara odaklanır ve karmaşık sağlık hizmeti ortamlarında kaynakların en iyi şekilde kullanılmasını sağlamak için doğrusal programlama ve simülasyon modelleri gibi teknikleri kullanır. Üçüncü düzey, uzun bekleme sürelerinin yönetimi ve aşırı kalabalık gibi günlük taktik sorunları ele alır ve aynı gün planlaması ve esnek yatak tahsisi modelleri gibi çözümler sunar (Jack ve Powers, 2009, s. 169). Spesifik olarak, yatak kapasitesi ile yatak talebi arasındaki uyumsuzluğun erişim, bakım kalitesi, hasta memnuniyeti ve maliyet üzerinde zararlı etkileri olabilir. Bu sınırlamalar, kritik hastalığı olan hastalar için yoğun bakım yataklarının olmadığı, önemli klinik ve ekonomik sonuçlara yol açan yatışta gecikmeler meydana gelebilir (Terwiesch vd., 2011, s. 1).

Sağlık araştırmalarında sistem performansını değerlendirmek ve iyileştirme alanlarını belirlemek için analitik modeller ve simülasyon modelleri kullanılabilir (Cohen vd., 1980, s. 146). Analitik modeller, hastaların sistemdeki akışını ve matematiksel ve istatistiksel teknikleri kullanarak kaynak kullanımını tanımlarken, simülasyon modelleri, sistemi farklı hizmet kaynakları konfigürasyonları altında simüle etmek için varsayımsal veya ampirik hasta akış verilerini kullanır (Hershey vd., 1981, s. 1). Sağlık hizmetlerinde simülasyon modelleme, sağlık operasyonlarında, sağlık sistemi tasarımı, tıbbi karar verme uygulamalarında, bulaşıcı hastalık modellemesinde ve ekstrem olay planlamasında (Mielczarek vd., 2012, s. 197) personel alımı, hasta akışı ve bekleme süresi, yönlendirme ve ulaşım, tedarik zinciri yönetimi ve süreç iyileştirmede yaygın olarak kullanılmaktadır (Kennedy, 2009, s. 247). Son yıllarda en yaygın kullanılan simülasyon araçlarından biri olan Ayrık Olay Simülasyonu (DES), genellikle sağlık hizmetleri için geliştirilen modellerde birim veya tesis spesifik olma eğilimindedir (Salleh vd., 2017, s. 937; Günel ve Pidd, 2010, s. 42). Ayrık olay simülasyonu, sağlık hizmeti yöneticilerinin çeşitli operasyonel kararları "test etmesi" için etkili bir araç olarak kullanılabilir (Parks vd., 2011, s. 135).

Simülasyon yöntemi, bir sistemdeki etkileşimleri yakaladığından istatistiksel modellemeye göre kritik bakım modellemesinde yararlıdır (Kreke vd., 2004, s. 395). Özellikle, ayrık olay simülasyonu modelleri, çeşitli senaryoları test etmek için geniş bir esnekliğe sahiptir (Costa vd., 2003, s. 326). Yoğun bakım alanında kullanılan ayrık olay simülasyonu modelleri genellikle kaynak planlaması, performans değerlendirmesi ve karar verme süreçlerine destek olmak amacıyla tasarlanmıştır (Dong vd., 2012, s. 4). Ayrık olay simülasyonu, gelişleri ve hizmet süreleri gibi olasılıksal olaylara yanıt olarak sistemden geçen ve tesisdeki hizmet sunum zamanı ve alanı gibi kaynakları tüketen hastalar gibi dinamik varlıkları modelleyebilir (Kennedy, 2009, s. 247).

Yoğun Bakım Üniteleri, hastanelerde kritik hastaların yoğun bakım ihtiyaçlarını karşılayan önemli bir sağlık hizmeti birimidir. Bu birimlerdeki kapasite yönetimi, hastaların etkili bir şekilde tedavi edilmesi ve kaynakların optimal kullanımı için kritik önem taşır. Bu bağlamda yapılan çeşitli çalışmalar, YBÜ kapasitesinin yönetimi ve modellemesi üzerine farklı perspektifler sunmaktadır (Byrick vd., 1986; Armony vd., 2018; Kobara vd., 2022).

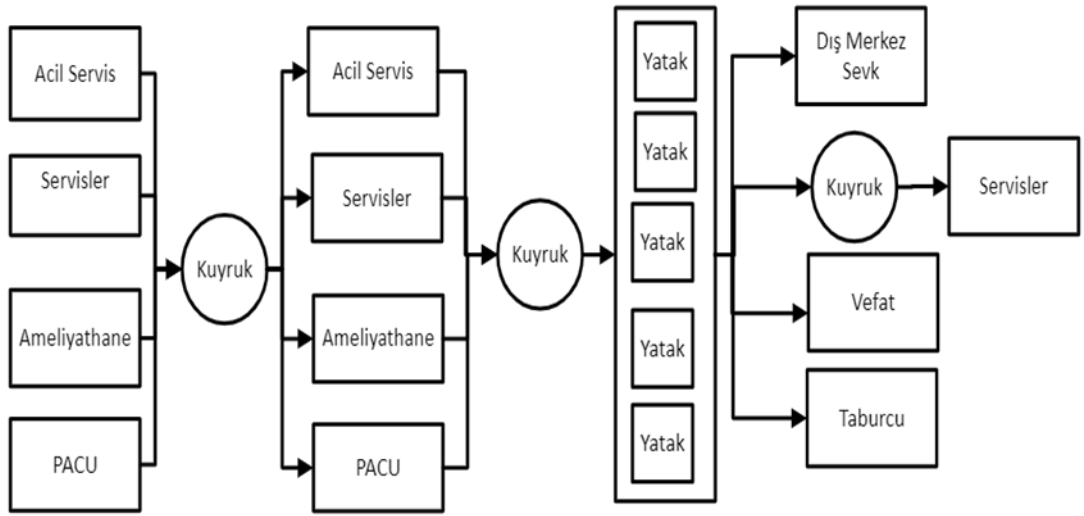
2.1. Yoğun Bakım Hasta Akış Süreçleri

YBÜ hasta kabul aşamasında, diğer servislerde (acil servis, genel cerrahi servis vb.) yatan hastaların doktorları tarafından yoğun bakım uzman hekimine danışılmasıyla başlar. Danışılan hekim, hastayı ilgili serviste değerlendirerek yoğun bakım yatışının uygun olup olmadığına karar verir. Hasta, yoğun bakım kriterlerine uygunsa ve uygun yatak bulunuyorsa, yoğun bakıma alınır. Uygun yatak olmadığına hasta bekleme hattına alınır ve uygun yatak çıkması

beklenir. YBÜ'den yapılan hasta taburculuklarına göre boşalan yataklara yatış kararları, bekleyen hastaların öncelikleri dikkate alınarak yatış işlemi gerçekleştirilir.

Yoğun bakım taburcu süreçleri, hastaların diğer servislere taburcu edilmesi, hastaların evlerine taburcu edilmesi şeklinde olabilmektedir. Diğer servislere taburcu durumunda, hastaların taburculuk için uygun olup olmadığı ilgili servisin uzman hekimi tarafından değerlendirilir ve uygun olduğu takdirde taburcu işlemi gerçekleştirilmektedir. Serviste boş yatak olmaması durumunda hasta bekletilir ve taburculuk için hasta kuyruğuna alınır. Hastaların diğer servislere taburculuğu dışındaki hasta çıkışları hastalar bekletilmeden yapılmaktadır.

Şekil 1: Yoğun Bakım Ünitesinin Sistem Yapısı



Şekil 1'de, yoğun bakım süreci kavramsal olarak modellenmiş ve süreçte çeşitli aşamalarda hasta bekleme kuyrukları oluşmuştur. İlk kuyruk, yoğun bakım ihtiyacı olan hastalardan; ikinci kuyruk, yoğun bakımda yatak bekleyen hastalardan; üçüncü kuyruk ise taburcu olmayı bekleyen hastalardan oluşmaktadır. Yoğun bakım uzmanı hekimi, hastaların birime naklini ve taburcu edilmesini onaylama sorumluluğunu üstlenmektedir. İkinci kuyruktaki hastaların bekleme durumu, yoğun bakım yataklarının uygunluğuna; üçüncü kuyruktaki hastaların bekleme durumu ise servis yataklarının uygunluğuna bağlıdır.

2.2. Literatür Taraması

YBÜ- ara servis yönetimi konusunda yapılan çalışmalar, kapasite planlaması ve diğer yönetim sorunlarına çeşitli metodolojileri kullanarak değerli içgörüler sunmaktadır. Araştırmacılar, bu çalışmalarla YBÜ'lerde etkili ve verimli bir kapasite yönetimi sağlamaya ve hastane kaynaklarının optimize edilmesine yardımcı olmayı hedeflemektedirler. Çalışma kapsamında, yoğun bakım ünitesi-ara servis kapasite yönetimi sorunlarına dair mevcut literatür incelenmiş, kapasite planlamasıyla ilgili çalışmalar gözden geçirilmiş, kullanılan metotlar ve çözümler üzerinde durulmuştur.

Byrick vd., çalışmalarında, kalp cerrahisi geçirmiş hastaların tedavisi için bir ara bakım alanı oluşturulmasının, 14 yataklı bir solunum yoğun bakım ünitesinin kullanımını nasıl etkilediğini incelemişlerdir. Ara bakım ünitesinin kullanılabilirliğinin, aortkoroner bypass veya kapaklı kalp cerrahisi geçirmiş hastaların yoğun bakım süresini anlamlı şekilde azalttığını

göstermektedir. Ayrıca, erken yoğun bakım taburculuğundan kaynaklanan önlenemeyen ölümler olmadığı belirtilmiştir. Bu sonuçlar, ara bakım ünitesinin düşük riskli diğer hastalar için de yoğun bakım kullanımını azaltması gerektiğini düşündürmektedir (Byrick vd., 1986). Armony vd., çalışmalarında, yoğun bakım ve alt düzey üniteleri arasındaki hasta akışının kuyruk modeli ile incelemiş, alt düzey ünitelerine ne zaman ve hangi boyutta olması gerektiği ile ilgili kararların alınması ve bu kararların etkileyen faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Alt düzey ünitelerinin kullanımına ilişkin pratikte görülen farklılıkların nedenleri açıklanmış ve kritik bakım için böyle boyutlandırma kararları verilirken hangi faktörlerin dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır. Yapılan analizler sonucunda, bazı durumlarda alt düzey ünitelerinin optimal boyutunun sıfır olduğu bulunmuştur. Ancak bazı durumlarda, alt düzey ünitelerin büyük boyutta olmasının faydalı olabileceği ortaya konulmuştur. Bu çalışmanın bulguları, alt düzey ünitesi kullanımındaki değişkenlikler belirtilmiş ve kritik bakım için boyutlandırma kararları verilirken hangi faktörlerin dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadır (Armony vd., 2018).

Kobara vd., kuyruk oyunlarını bir model olarak kullanarak, aralarında tampon olmayan tandem bir sistemdeki iki sunucu arasındaki kalış süresi (LOS) rekabetini incelemişlerdir. Bu sistem, bir hastanedeki YBÜ ve alt düzey ünitesi birimleri arasındaki ilişkiyi temsil etmek için kullanılmıştır. Yazarlar, denge LOS kararlarını, bir birimin lider olarak belirlendiği işbirlikçi ve işbirlikçi olmayan senaryolar da dahil olmak üzere dört farklı oyun altında analiz ederek, her birim için ödeme fonksiyonları hizmet faydalarını, kuyrukta bekleme cezalarını ve fazla kalma cezalarını dikkate almışlardır. YBÜ seviyesinde koordinasyon veya liderliğin, özellikle kalış süresinin çoğu yoğun bakım ünitesinde harcandığında, kritik bakım yolunun performansını iyileştirebileceğini öne sürülmüştür. Genel olarak, bu makale bir hastane ortamında YBÜ ve alt düzey ünitesi birimleri arasındaki LOS rekabetine ilişkin bilgiler sağlayarak, ödeme fonksiyonlarının ve birimler arasındaki koordinasyonun önemini vurgulamaktadır (Kobara vd., 2022). Zhu vd., çalışmalarında, YBÜ ve alt düzey üniteleri aracılığıyla hasta akış dinamiklerini yakalayan bir kuyruk modeli önermektedir. Model, YBÜ ve alt düzey ünitelerinin nasıl boyutlandırılacağını belirlemeyi ve YBÜ'de en kritik hastalar için kapasite ayırma ile alt düzey ünitelerine hemşireler tahsis ederek ek kapasite kazanma arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlar. Sonuç, alt düzey ünitelerinin optimal boyutunun koşullara bağlı olarak değişebileceğini ve çalışmadan elde edilen içgörülerin, hemşireleri hastane birimlerine tahsis etmede ve her birimin boyutunu belirlemede hastane yöneticilerine yardımcı olabileceğini düşündürmektedir (Zhu vd., 2013).

Rodrigues vd., çalışma, yoğun bakım ünitelerinde fazla kalan hastaların sorununa çözüm olarak Seviye 2 yataklarının kullanımının incelendiği bir simülasyon modeli sunmaktadır. Bu model, hastanenin yatan hasta akışını tam olarak hesaba katarak ve hemşirelik iş yükü puanlama metriği kullanarak hastaların stokastik akışını simüle etmektedir. Sonuçlar, 2. seviye YBÜ yataklarının hasta akışını ve maliyetleri azaltabileceğini belirtilmiştir. Bu çalışmanın amacı, Seviye 2 yatakların kapasite tıkanıklıkları sorununa etkili bir çözüm olabileceğini öne sürmektir (Rodrigues vd., 2018).

Kobara vd., alt düzey ünitelerindeki tıkanıklık ve maliyet sorunlarına odaklanan çalışmada, hasta keskinliği düzeyi için hastaları gruplara ayrılmış ve sistemin net sağlık hizmeti faydasını optimize etmek için iki hasta akış politikası geliştirilmiştir. Çalışmada, hasta reddetme eylemleri içeren politikanın daha fazla net sağlık hizmeti faydasına sahip olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlar, erken basamak düşürmenin tıkanıklığa katkıda bulunduğunu ve hasta reddetme eylemlerinin, sıkışık YBÜ'ler için uygun bir seçenek olarak araştırılması gerektiğini göstermektedir. Genel olarak çalışma, hasta akış politikalarını optimize etmenin sağlık

sistemlerinin verimliliğini artırmak için önemli olduğunu vurgulamaktadır (Kobara vd., 2022). Prin ve Wunsch, çalışmalarında genel servis ve yoğun bakım üniteleri arasındaki boşluğu doldurmak için orta düzeyde bir bakım seviyesi olarak kademeli yatakların, hastalar için daha yüksek düzeyde bakım sağlamak, yoğun bakımdan çıkan hastalar için daha düşük düzeyde bakım sağlamak veya postoperatif bir uyanma odasından yanıl bakım transferi sağlamak için kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Makale, kademeli yatakların potansiyel faydaları, bu birimlerin etkinliği ve en uygun bakım modeli hakkında daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu da vurgulamaktadır. Sonuç olarak, hasta akışını ve sonuçlarını iyileştirmede kademeli yatakların etkinliği konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu sonucuna varılmıştır (Prin ve Wunsch, 2014, s. 1214).

Richards vd., çalışmalarındaki amaç, elektif nörogirişimsel prosedürler geçiren hastalar için bir ara bakım basamağı olarak kademeli bir ünitenin Nöroloji Yoğun Bakım Ünitesine (NICU) göre güvenli ve maliyet açısından uygun bir alternatif olup olmadığını belirlemektir. Çalışma, 3 yıllık bir süre boyunca 127 hastanın retrospektif olarak incelenmesiyle yapılmıştır. Sonuçlar, alt düzey ünitesine kabul edilen hastaların, NICU'ya kabul edilen hastalardan daha fazla komplikasyon yaşamadığını ve alt düzey ünitesinin güvenli bir alternatif olduğunu göstermiştir. Ayrıca, alt düzey ünitesine kabul edilen hastaların maliyetinin NICU'ya kabul edilen hastaların maliyetinden daha düşük olduğu ve kalış sürelerinin de daha kısa olduğu bulunmuştur. Bu nedenle, çalışma, elektif nörogirişimsel prosedürler geçiren hastalar için kademeli bir ünitenin NICU'ya güvenli ve uygun maliyetli bir alternatif olduğu sonucuna varmaktadır (Richards vd., 2012). Gershengorn vd., çalışmalarında tıbbi yoğun bakım ünitesindeki hasta sonuçları ve iş yükü üzerinde bir tıbbi basamak alt düzey ünitesi eklemenin etkisini değerlendirmişlerdir. Çalışma, aynı sağlık sistemi içindeki iki akademik üçüncü basamak hastanesinde gerçekleştirilmiş ve hastaların müdahale öncesi ve sonrası dönemlerindeki verileri karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, alt düzey ünitesi açılmasının hastane mortalitesi veya hastanede kalış süresi ile ilişkili olmadığını göstermiş, ancak hayatta kalanlar arasında YBÜ kalış süresi ve yoğun bakım ünitesine transfer süresi önemli ölçüde azalmıştır. Bu nedenle, tıbbi alt düzey ünitesinin açılması, tıbbi yoğun bakım ünitesinde verimliliği artırdığı ancak daha hasta merkezli sonuçlar üzerinde etkisi sınırlı kaldığı belirtilmiştir (Gershengorn vd., 2020).

Cady vd., yazarlar geleneksel sağlık hizmeti sunum sistemlerine karşı alternatif bir yaklaşım olan alt düzey ünitelerini önermiştir. Bu yaklaşım, göğüs cerrahisi hastalarının bakımı için kademeli bir ünite kullanımını içermektedir. Alt düzey ünitesi, genel servisten daha yüksek, yoğun bakım ünitesinden daha düşük seviyede bakım sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Makale, alt düzey birimini uygulama sürecini ve personel ile hasta bakımı protokollerinin geliştirilmesini de içeren bu yaklaşımın tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi hakkında bilgi vermektedir. Sonuç olarak, kademeli bir ünite kullanımı, düşük maliyetli, başarılı ve yüksek kaliteli bakım sağlamak için alternatif yaklaşımların bir örneğidir (Cady vd., 1995). Civit ve Sengupta, bir hastanedeki farklı üniteler arasındaki hastaların akışını analiz etmek için bir Sistem Dinamiği modeli sunmuş ve yoğun bakım, progresif yatak ünitesi ve normal yatak ünitesindeki yatak talebinin sistem performansına nasıl etki ettiğine odaklanılmıştır. Araştırma, talep arttıkça sistem performansının düştüğünü göstermiştir (Civit ve Sengupta, 2015). Agnoletti vd., çalışmalarındaki amaç, COVID-19 salgını nedeniyle sağlık sistemlerinin çökme olasılığına neden olan yoğun bakım yatak sayısının yetersizliği sorununu ele almaktır. Bu sorunun üstesinden gelmek için, yoğun bakım ünitesine yakın bir hasta bakım ünitesi oluşturulması ve gerektiğinde solunum desteği için yeterli kişisel koruyucu ekipman, izleme sistemleri ve vantilatörler ile yoğun bakım uzmanları ve yoğun bakım hemşireleri tarafından yönetilen iki alt düzey ünitesinin oluşturulması tercih edilmiştir. Sonuç olarak, alt

düzyer ünitesinin yoğun bakım ünitesini aşırı yüklenme riskinden kurtardığı ve alt düzey ünitesinde ölen hasta olmadığı belirtilmektedir (Agnoletti vd., 2021). Mahmoudian-Dehkordi ve Sadat, bir simülasyon modeli kullanarak artan yoğun bakım talebiyle karşılaşan hastanelerde, artan yoğun bakım ünitesi (YBÜ) ile kademeli veya ara bakım ünitesi (IMCU) kapasitesinin maliyet etkinliğini karşılaştıran bir çalışmayı özetlemektedir. Çalışma, YBÜ kapasitesinin iki yatakla genişletilmesinin en uygun maliyetli senaryo olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak, IMCU yataklarına karşı YBÜ kurmanın sermaye maliyetleri de dikkate alınmalıdır. Bu sonuç, hastanelerin yoğun bakım yatağı kapasitelerini artırmak için hangi yöntemin daha uygun olduğunu belirlemelerine yardımcı olabileceği varsayılmıştır (Mahmoudian-Dehkordi ve Sadat, 2020).

Literatür taramasında, kalp cerrahisi geçirmiş hastaların tedavisi için ara bakım ünitesinin ve alt düzey ünitesinin kullanımının yoğun bakım sürelerini azaltmada etkili olduğunu belirten bir çalışma olduğu görülmektedir. Ayrıca, alt düzey ünitesinin boyutlandırılmasının hastane performansını etkileyen önemli bir faktör olduğunu vurgulayan çalışmalar bulunmaktadır. Yoğun bakım ve alt düzey ünitesi arasındaki rekabetin, hastane içindeki hasta akışını ve kalış sürelerini nasıl etkilediğini inceleyen bir diğer çalışmanın yanı sıra, alt düzey ünitesinin tıkanıklık ve maliyet sorunlarına odaklanan çalışmalar da literatürde yer almaktadır. Ayrıca, elektif nörogirişimsel prosedürler geçiren hastalar için alt düzey ünitesinin yoğun bakım ünitesine güvenli ve maliyet açısından uygun bir alternatif olabileceğini gösteren bir araştırma bulunmaktadır. Bu çalışmaların, hastane içindeki hasta akışını optimize etme, maliyetleri azaltma ve kaliteyi artırma konularında çeşitli perspektifler sunduğu görülmektedir.

YBÜ-ara servis yönetim problemleriyle ilgili literatürdeki çalışmalar, simülasyon, kapasite planlaması, doluluk oranı kontrolü, ara servis boyutlandırma, hasta kabul ve taburcu politikaları gibi konular üzerinde odaklanmaktadır. Bu çalışmada, bu konuların metodolojik olarak ele alınması ve problem çözümü için bir temel oluşturulması amaçlanmaktadır. Bu çalışma, Yoğun Bakım Ünitesi (YBÜ) kapasite yönetiminde önemli bir unsura odaklanarak, alt düzey ünitesi olarak adlandırılan ara servisin YBÜ hasta akışları ve yatak kapasitesi üzerindeki etkisini incelemektedir. Bu bağlamda, bir üniversite eğitim araştırma hastanesinde yeni bir ara servis biriminin kurulması durumunda ideal kapasitesinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Gerçek YBÜ verileri ile birlikte kurulan simülasyon modeli, birimin operasyon yönetimi sorunlarını analiz etmek için kullanılmıştır. Modelde kurulan ara servis ünitesinin YBÜ hasta kabul bekleme süreleri üzerindeki etkisini değerlendirerek ve mevcut YBÜ sisteminde ihtiyaç duyulan kaynaklar hakkında öngörüler sunarak literatüre yeni bir bakış açısı getirmektedir. Ayrıca, çeşitli yatak tahsisi senaryoları üzerinde yapılan çalışmalar, yatış bekleme süreleri, YBÜ yatak kullanımı ve YBÜ/Ara Servis doluluğu gibi performans ölçütlerini ölçmeyi amaçlayarak, konuyla ilgili kapsamlı bir analiz sunmaktadır. Bu şekilde, sağlık hizmeti sunumu ve kaynak yönetimi konularında karar alıcılarına değerli bilgiler sunarak literatüre katkıda bulunmaktadır.

3. ARAŞTIRMANIN METODOLOJİSİ

Ara bakım ünitesi, kardiyak, nörolojik, solunum veya cerrahi durumlar için özel bakım sağlayan "yüksetme " veya "düşürme" birimleri olarak geliştirilmiştir (Plate vd., 2017, s. 1). Ara bakım ünitesi, ameliyat sonrası izleme (iyileşme), aynı zamanda koroner bakım, non-invaziv ventilasyon, uzun süreli ventilasyon gibi çeşitli türleri vardır (Burchardi, 2005, s. 1). Çoğu hastanede, alt düzey ünitesine hasta akışı, doğrudan YBÜ'den veya YBÜ doluyorsa

doğrudan alt düzey ünitesine yönlendirilerek gerçekleşir. Hastaların bir kısmı, YBÜ bakımına ihtiyaç duyacak kadar ağır olmayan ancak daha az acil durumları olan hastalar, doğrudan YBÜ'den alt düzey ünitesine nakledilebilirler. Diğer bir grup hasta ise, yoğun bakım ünitesindeki tıkanıklık nedeniyle yoğun bakım tedavisi görmeden alt düzey ünitesine yatırılabilir. Yoğun bakım ünitesi bir hastayı hemen kabul edemeyecek kadar meşgulse, hastalar alt düzey ünitesine kabul edilebilir. (Kobara vd., 2022, s. 16) YBÜ hastanedeki hasta akış süreçlerinde birimleri birbirine bağlayarak akışı sağlar. Hasta akışı, YBÜ'nün hastane içindeki ve dışındaki diğer birimlerle bağlantılı hale getirir. Yoğun bakım biriminde alınan kararlar, acil servis ve ameliyathane gibi üst seviye birimleri ve ara bakım ünitesi ile genel servisler gibi sonraki aşamaları da etkiler. Çalışmada yoğun bakım hastalarının taburculuk sürecinde oluşan hasta bekleme sürelerinin minimize edilmesi için taburculuk kararı verilen hastalar oluşturulan ara servise yönlendirilecek ve yatış bekleyen hastaların bekleme süreleri azaltılması öngörülmüştür. Bu çalışma; Anestezi ve Reanimasyon Yoğun Bakım Ünitesi ve Dahiliye Yoğun Bakım Ünitelerinden hizmet alan hastaların, hizmet bekleme süreleri, yatış süreleri, taburculuk bekleme sürelerinin kullanılacağı nicel bir çalışmadır. Çalışmada değerlendirilecek veriler elektronik hasta kayıtları (PROBEL HBYS) geriye yönelik incelenmesi ile elde edilecektir.

Bu kapsamda, temel girdilerin genel bir açıklaması yapılarak bir kuyruk modeli oluşturulmuş ve YBÜ için ara servis oluşturmak amacıyla bir simülasyon modeli geliştirilmiştir. Model, aşağıdaki varsayımsal senaryoları, (1) YBÜ'den çıkış süresi için daha düşük hedefler (2) değişen YBÜ/ara servis boyutları ve (3) YBÜ'nün belirli kabul oranlarındaki ara servis yatak sayısının tahminlenmesi simüle edilecektir. Yoğun bakım sisteminin performansının ölçülmesi için, hasta bekleme süresi ve faydalı kullanım oranı gösterge olarak alınacaktır.

3.1. Uygulama

Çalışma, tez merkezli olarak, 1005 yataklı bir kamu üniversite hastanesinde bulunan, toplam yatakların %3,5'ini kapsayan anestezi ve dahiliye YBÜ'nün 2018-2019 yıllarındaki operasyonel verileri kullanılarak oluşturulmuştur. Bu kapsamda, yoğun bakım uzman hekimlerine yapılan konsültasyon istekleri incelenmiş ve 2018-2019 yılları arasında toplam 6083 konsültasyon istemi bulunmuştur.

Bu hastaların 2575'i YBÜ'ye yatırılmış; 2440 hasta için yoğun bakım hizmeti alması önerilmiş ancak bu hastaların yatışı yapılamamıştır. Ek olarak, 1068 hastanın YBÜ'ye yatırılması uygun olmadığı belirtilmiştir. YBÜ yatışı gerçekleştirilen 1666 hasta ile YBÜ yatışı yapılamayan 1440 hasta belirlenmiştir. YBÜ'den hizmet alan ve alamayan bu hastaların yatak bekleme süreleri, YBÜ kalış süreleri ve YBÜ'den taburculuk zamanları ayrı ayrı hesaplanarak detaylı bir analiz yapılmıştır.

Yoğun bakım yatışı yapılan 1666 hastanın, 870 hasta taburculuk beklemiş, 796 hasta ise vefat, diğer sağlık tesislerine sevk gibi durumlarda taburculuğu gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan model, hasta gelişleri, yoğun bakım yatışı için bekleme süreleri, yoğun bakımda kalış süresi ve yoğun bakım taburculuğu için bekleme süreleri gibi parametreleri kullanacaktır. Hastaların bekleme zamanları, YBÜ yatış zamanları ile yoğun bakım taburculuk zamanları için simülasyon modelleri geliştirilecektir. YBÜ yatak doluluğunun ve hasta bekleme sürelerinin olası gelecek senaryolarıyla nasıl değişeceğini belirlemek için Arena adlı simülasyon yazılımını kullanılmıştır.

Simülasyon modeli kullanılarak, yoğun bakım ünitesinin mevcut durumunun incelenmesi ve mevcut süreçlerin performansının değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu değerlendirme kapsamında, YBÜ hastalarının kabulü, hastaların yatışı ve hastaların taburculuk süreçleri

üzerinde çalışılacak ve belirli performans kriterleri üzerinden mevcut durumun analizi yapılmış, simülasyon modeli, yoğun bakım ünitesindeki işleyişin gözlemlenmesine imkân tanıyacak ve herhangi bir müdahale öncesinde değişikliklerin sonuçları simüle edilmiştir. Böylece, yoğun bakım ünitesinin performansını artırmaya yönelik olarak, yapılacak müdahaleler öncesinde doğru stratejiler belirlenebilecektir. YBÜ'nün 2018-2019 yıllarına ait yatak kapasiteleri zamanla artmış ve istikrarlı bir şekilde yükselmiştir. Ocak 2018'de başlayarak her ay 30 yatak bulunmaktadır. Ağustos 2018'de 32 yatağa, Eylül 2018'de 33 yatağa ve Ekim 2018'den Aralık 2019'a kadar 33 yatak olarak devam etmiştir. Ocak 2019'da 33 yatak bulunmaktadır ve ardından Mart 2019'da 35 yatak kapasitesine ulaşılmıştır. Mayıs 2019'dan itibaren Haziran 2019'a kadar 35 yatak bulunmaktadır. Temmuz 2019'dan Aralık 2019'a kadar yatak kapasitesi 35 olarak sabit kalmıştır. Bu artış, yoğun bakım ünitesindeki kapasite ihtiyacının karşılanmasına yönelik bir gelişme olarak yorumlanabilir.

Yoğun Bakım Ünitesi'nden taburcu olan hastaların servis taburculuğu durumlarında ara servis oluşturmak için kapasite ihtiyacını belirleme modeli, doğru tahminler yapabilmek amacıyla geliştirilmiştir. Bu model, hastaların yoğun bakımdan ayrıldıktan sonra ihtiyaç duyulan ek servis kapasitesini etkili bir şekilde değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu model, uygun kapasite düzeyini belirleme sürecinde, ara bakım hizmetlerinin gereksinimlerini de dikkate almaktadır. Ara servis oluşturulması durumunda, program içerisinde ara servis süreci ile ilgili gerekli tanımlamalar yapılarak hem Yoğun Bakım Ünitesi'nin hem de ara servisin kapasite ihtiyaçları doğru bir şekilde belirlenmektedir. Hastaların YBÜ taburculuk zamanı olarak YBÜ uzman hekiminin hasta taburculuğu için istemiş olduğu konsültasyonun istem zamanında hastaları ara servise taburcu edilecek ve hastaları taburculuk bekleme sürelerini de ara servis yatış zamanı olarak tanımlanarak süreç simüle edilmiştir.

Simülasyon hesaplamaları, Arena simülasyon programı kullanılarak hizmet bekleme süreleri, yatış süreleri ve taburculuk bekleme süreleri temel alınarak Arena simülasyon programında yapılmıştır. Tablo 1'de, toplam 35 yatak kapasitesi ve 10 replikasyon kullanılarak yapılan bir simülasyon sonucunda elde edilen verilere yer verilmiştir. Hastaların yatak bekleme süreleri 28.716 saat olarak belirlenmiştir. Bu, yoğun bakım ünitesinde yatak bekleyen hastaların ortalama süresini ifade etmektedir. Simülasyon modelinde, belirlenen süreler (2018-2019) içerisinde YBÜ yataklarının ne kadar süreyle kullanıldığını hesaplanmış ve yatakların faydalı kullanım oranı ise 0.990 olarak hesaplanmıştır. Bu oran, yoğun bakım yataklarının kullanımının yüksek olduğunu ve yaklaşık olarak tam kapasiteye yakın bir şekilde kullanıldığını göstermektedir.

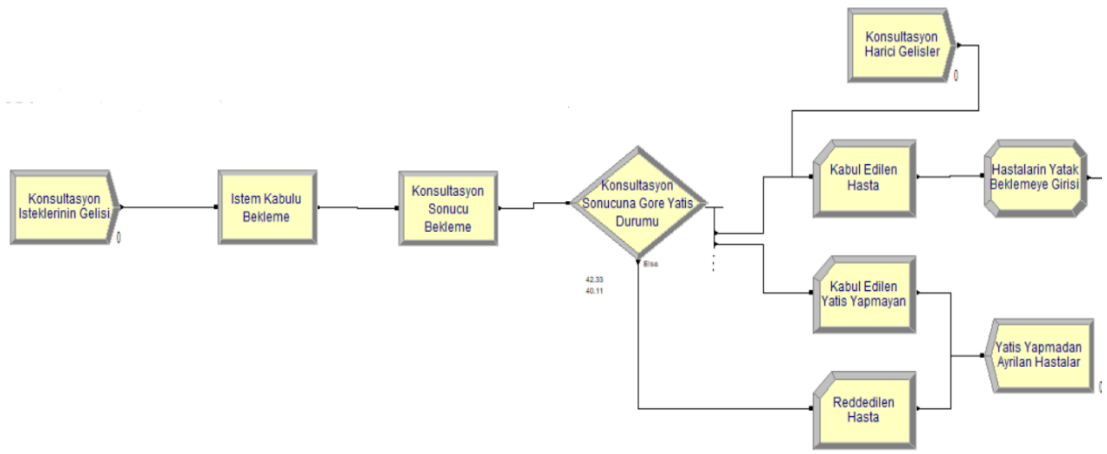
Tablo 1: YBÜ Mevcut Durum Analizi

Toplam Yatak Sayısı	Replikasyon Sayısı	Hasta Yatış Bekleme Süresi	Yatak Faydalı Kullanım Oranı
35	10	28.716	0.990

Bu sonuçlara göre, mevcut 35 yatak kapasitesinin %99 doluluk oranına ulaşıldığını ve hastaların ortalama 28.716 saat yatak bekleme süresine sahip olduğunu söylenebilir. Yoğun bakım ünitelerindeki hedef doluluk oranı genellikle %80 ila %85 arasında olması önerilir. %80 ila %85 arasındaki doluluk oranı, yoğun bakım ünitelerinin etkin bir şekilde kullanıldığını ve hastaların ihtiyaç duydukları bakımı alabildiğini gösterir. Bu aralık, birimdeki kapasitenin verimli bir şekilde kullanıldığını ve acil durumlar veya beklenmedik artışlar için esneklik sağladığını ifade eder. Doluluk oranı sürekli olarak %90'ın üzerine çıkması, yoğun bakım

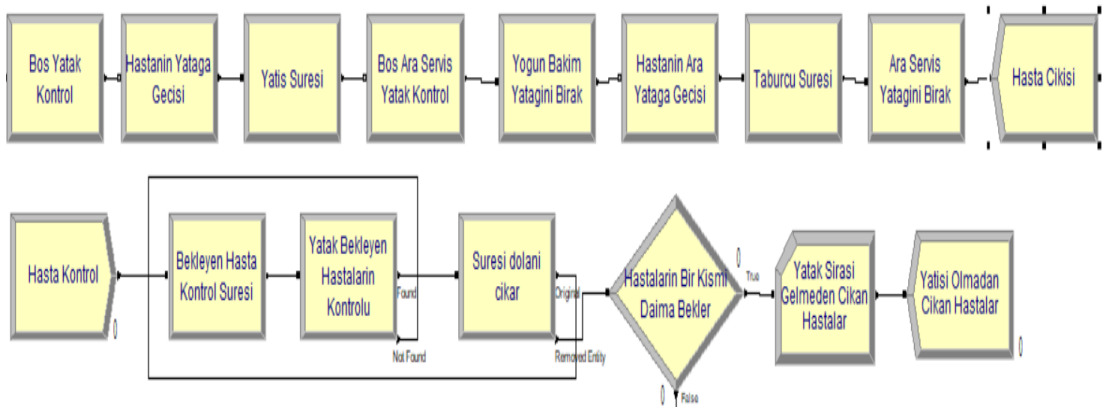
biriminin aşırı yüklenmiş olduğunu ve kapasite sıkıntısı yaşandığını gösterebilir. Bu durumda, hastaların tedavi ve bakım kalitesi düşebilir ve sağlık çalışanları üzerindeki yük artabilir. Sonuç olarak, hedef doluluk oranı, yoğun bakım birimi için optimal ve sürdürülebilir bir kullanım oranı sağlamak amacıyla dengeyi sağlamalıdır. Tablo 1’de, yatakların faydalı kullanım oranının oldukça yüksek olduğunu görmekteyiz. Bu veriler, yoğun bakım ünitesindeki kapasite yönetiminin önemini vurgulamaktadır ve daha etkin bir yönetim için geliştirme fırsatları sunmaktadır. Şekil 2’de Arena simülasyon programında, yoğun bakım yatışı talep eden hastaların yoğun bakım uzman hekim tarafından talep edilen konsültasyon süreçleri ve konsültasyonsuz yatış yapılan hastaların modellenmesi gösterilmiştir.

Şekil 2: Yoğun Bakım Modeli (Konsültasyon Talep İşlemleri)



Şekil 3’te Arena simülasyon programındaki oluşturulan modelin, kuyruktan ayrılma kontrolü, yoğun bakım ünitesi süreçleri ve ara servis işlemlerini içererek hastane içi hasta akışını ve kaynak yönetimini simüle etmek üzere tasarlanmıştır.

Şekil 3: Yoğun Bakım Modeli (Kuyruktan Ayrılma Kontrolü, YBÜ Süreci, Ara Servis İşlemleri)



Oluşturulan modelde senaryolar için gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra model uygulanarak iki servisteki yatak sayıları dinamik olarak girildi. Yoğun bakım biriminde mevcut yatak sayısı 35 olduğu için ara servis için de 35 yatak belirlenerek model çalıştırılmış ve YBÜ yatak bekleme sürelerinin minimum olduğu süreye ve YBÜ yataklarının optimum

doluluk oranı olarak kabul edilen %70-80 oranına kadar hem YBÜ yatakları hem ara servis yatakları farklı değerlerde simüle edilmiştir. Tablo 2’de olduğu gibi elde edilmiştir.

Tablo 2: Ara Servis Senaryo Sonuçları

Senaryo Adı	Yoğun Bakım Yatak Sayısı	Ara Servis Yatak Sayısı	Hastaların Yatak Bekleme Süresi	Ara Servis Yatakları Faydalı Kullanım Oran	YBÜ Yatakları Faydalı Kullanım Oranı
Ara Servis	35	35	12,87	0,077	0,958
Ara Servis	35	30	12,87	0,09	0,958
Ara Servis	35	25	12,87	0,108	0,958
Ara Servis	35	20	12,87	0,135	0,958
Ara Servis	35	15	12,87	0,18	0,958
Ara Servis	35	10	12,87	0,27	0,958
Ara Servis	35	9	12,664	0,305	0,952
Ara Servis	54	9	0,059	0,345	0,728
Ara Servis	54	8	0,585	0,395	0,729

Yoğun bakım sisteminde yeni bir ara servis eklenmesi senaryosunda kullanılan kapasite belirleme modeli, hastanın durumu iyileştiğinde ve yoğun bakım uzman hekiminin taburculuk için konsültasyon istemesi durumunda gerçekleştirilen Yoğun Bakım Ünitesinden ara servis ünitesine geçiş senaryolarını içermektedir. İki ünite için gereken yatak sayıları dinamik olarak girilmiş ve performans kriterlerine göre elde edilen sonuçlar listelenmiştir.

Simülasyon modeli, yüz doğrulama, dahili doğrulama, harici doğrulama yapılarak doğrulanmıştır (Day vd., 2015). Modelin yüz doğrulaması, modelin geliştirilmesi boyunca yoğun bakım uzman hekimleriyle görüşülerek gerçekleştirilmiştir. Model geliştirmenin her aşamasında, sistem akış şemaları, kapasite ve kaynak kullanımının doğruluğu, uzman hekim tarafından doğrulanmıştır. Dahili doğrulama, modelin, Arena simülasyon programı çalıştırılması yoluyla bireysel varlıkların davranışlarını izleyerek ve hiçbir tıkanıklık veya uygunsuz işlemenin meydana gelmediği gözlemlenmiş ve model doğrulanmıştır. Modeli harici olarak doğrulamak için simüle edilmiş verileri gerçek dünya verileriyle karşılaştırılmış ve simüle edilmiş, hastaların geliş sayıları, yatışı yapılamayan hastaların sayısı ve YBÜ yatışları yapılan hastaların sayısı geçerliliği gözlemlenen tarihsel verilerin %10'unun içinde olduğu doğrulanmıştır. Bu durum, modelin ürettiği veriler, gerçek dünya verileriyle uyumlu bir şekilde ve kabul edilebilir bir doğrulukta olduğunu göstermiştir.

Tablo 3’te, mevcut durumla, ara servis oluşturma durumu karşılaştırılmış ve ara servis oluşturulmasıyla birlikte hasta bekleme süresi 12,87 saate ve faydalı kullanım oranı %96’ya düşmüştür. Bu durum, hastaların yoğun bakım yataklarında daha kısa sürelerde beklemelerini sağlamış ve kaynak kullanımını optimize etmiştir. Ara servis senaryosuyla birlikte hasta bekleme süresinde %55 iyileşme sağlanmıştır. Bu, hastaların daha hızlı bir şekilde tedavi alabileceği ve yoğun bakım yataklarının daha etkin bir şekilde kullanıldığı anlamına gelmektedir. Ayrıca, faydalı kullanım oranında da mevcut duruma göre %3'lük bir düşme gözlemlenmiştir.

Tablo 3: Mevcut Durum ile Ara Servis Modeli Sonuçlarının Karşılaştırma Tablosu

Model Adı	Hastaların Bekleme Süresi (Saat)	Faydalı Kullanım Oranı	Hastaların Bekleme Süresi İyileşme Durumu (%)	Faydalı Kullanım Oranı İyileşme Durumu (%)
Mevcut Durum	29	99%		
Ara Servis	12,87	96%	55%	3%

Sonuç olarak, ara servis oluşturma senaryosu, mevcut duruma kıyasla hasta bekleme süresini önemli ölçüde azaltmış ve faydalı kullanım oranını iyileştirmiştir. Bu, yoğun bakım birimindeki kaynakları daha etkin bir şekilde kullanmayı ve hastaların daha hızlı bir şekilde tedavi almasını sağlamayı amaçlayan olumlu bir gelişmedir.

Hastaların YBÜ yatak bekleme süresinin minimum 1 saat olduğu ve YBÜ hastalarının kabul oranının %70-80 olduğu durumdaki sonuçlar incelendiğinde, YBÜ için %73'lük bir faydalı kullanım oranı genellikle kabul edilebilir bir düzeydedir (Valentin ve Ferdinande, 2011, s.,1576), bu nedenle YBÜ'nün 54 yataklı olması ve ara servis ünitesinin 9 yataklı olması gerekmektedir. Bu sonuçlarda YBÜ hasta bekleme süresi 0,059 saat olarak hesaplanmış ve hastaların olumsuz sonuçlarla karşılaşması engellenmiş (Armony vd., 2018), YBÜ yataklarının faydalı kullanım oranı %73 olarak hesaplanmış ve kabul edilebilir seviyededir (Khannan vd., 2012: 510), ara servisin faydalı kullanım oranı ise %35 olarak hesaplanmış ve YBÜ sistemi işleyişinde ilave 19 yatak gerekmektedir.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Yoğun bakım ünitesinin kısıtlı kaynakları, özellikle yatak tahsisi gibi problemler hastane yönetimleri tarafından göz ardı edilemeyecek kadar önemlidir. Bu amaçla, yoğun bakım kaynaklarını etkin kullanımı ve alternatif modeller oluşturularak, yoğun bakım için ara bir hizmet oluşturulmuştur. Modelde, yoğun bakım hasta çıkış süresi için daha düşük hedefler göz önünde bulundurularak, Yoğun bakım/arabirim boyutlandırılması ve belirlenen hasta kabul oranlarında ara servis yataklarının sayısı tahmin edilmiştir. Makale, bir üniversite eğitim araştırma hastanesinde bulunan yoğun bakım ünitelerinin hasta akışını simüle etmek, yatak ihtiyacını belirlemek ve ara servis oluşturmak için bir ayrık olay simülasyonu modeli geliştirilmiştir. Mevcut YBÜ yatak sayısı sabit tutularak, ara servis eklenmesi durumunda sistemin performansı ve belirlenen kriterler doğrultusunda YBÜ yatak ihtiyacı ile ara servis boyutlandırılması için iki senaryo test edilmiştir. Gerçek operasyonel verilerin toplanmasıyla oluşturulan ayrık olay simülasyonu modeli, YBÜ sistemindeki varyasyonları doğru bir şekilde yansıtmaktadır. Hedef kabul oranı ve hasta bekleme süresine uygun olarak YBÜ yatağı sayısı ile ara servis yataklarının talebini karşılamak için gerekli yataklar hesaplanmıştır.

YBÜ mevcut durumundaki simülasyonun genel sonuçlarına göre hasta bekleme süreleri ve yatakların faydalı kullanım oranı yüksektir. Oluşturulan ara servis ve YBÜ'nün farklı yatak sayısı senaryolarında, YBÜ yatak bekleme süreleri ve değişen YBÜ/ara servis boyutları ayrıntılı olarak incelenmiştir. Mevcut durum yatak sayısı ile, ara servis oluşturulması durumunda, sistemdeki iyileşme oranı detaylı bir şekilde karşılaştırılmıştır. Modelimizde ara

servis oluşturulmasıyla YBÜ'nün elde edeceği önemli performans kazanımları tespit edilmiş ve tıbbi ara servisin açılması, YBÜ verimini iyileştirmiştir (Rodrigues vd., 2018, s. 51).

Sonuçlara göre, önerilen ayırık olay simülasyonu modelinin YBÜ'nün mevcut durumu doğru bir şekilde tanımladığını ve farklı durumlarda ne olursa senaryolarını test edecek kadar esnek olduğunu göstermiştir. Bu bulgular, ara servis uygulamak isteyen hastanelerle ilgili ve henüz bir ara servisi olmayan hastaneler için farklı yatak seçeneklerinde YBÜ'ye ne ölçüde fayda sağlayabileceği konusunda içgörü sağlar (Prin ve Wunsch, 2014, s. 1214). Oluşturulan model gerçek veri setiyle kurgulanmış ve sonuçlar, YBÜ sistem davranışını yeterince tanımlayabildiğini göstermektedir. Sunulan modelde YBÜ, kapasite genişletme ve ara servis boyutlandırma ile ilgili farklı yatak sayılarındaki durumu değerlendirmek ve kapasite yönetimi açısından karar alıcılara öngörüler sağlamaktadır. Mevcut durumda, kamu hastanesinde önerilen çözümler uygulanmamaktadır ve çalışmamız ara servislerin boyutlandırılmasında dikkate alınması gereken faktörleri vurgulamıştır (Armony vd., 2018, s. 877). Bu sonuçlar, çalışmanın analiz edilen konuyla ilgili mevcut pratik uygulamalardaki eksiklikleri vurgulamakta ve gelecekteki müdahalelerin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Çalışmanın sınırlılığı, tek bir kurum veya belirli bir zaman dilimine odaklanmasından kaynaklanan genelleme güçlüğüdür. Gelecekteki çalışmalar için öncelikle hastanedeki tüm YBÜ'lerin dahil edildiği ara servis oluşturma çalışmaları yapılabilir. Bu, hastane içerisindeki tüm yoğun bakım ünitelerinin kapasitelerini etkin bir şekilde yönetmek için alternatif bir model olarak değerlendirilebilir. İkinci olarak, alt düzey ünitesi veya yükseltme ünitesi oluşturmak için hastalıkların veya ortalama kalış sürelerinin tahmine dayalı modeller oluşturulabilir. Bu modeller, hastaların ihtiyaçlarına göre doğru bir şekilde sınıflandırılmalarını ve uygun bir hizmet düzeyine yönlendirilmelerini sağlayabilir. Bu şekilde, yoğun bakım ünitelerinin yükü hafifletilebilir ve kapasite yönetimi daha etkin bir şekilde gerçekleştirilebilir. Ayrıca servisler ve diğer hastane birimleri arasındaki tüm yönlendirmeleri kabul edebilecek bir model oluşturarak kapasite yönetimi açısından değerlendirilebilir. Bu model, hastaların ihtiyaçlarına ve tedavi süreçlerine bağlı olarak hangi birimin en uygun olduğunu belirleyebilir ve böylece hastaların doğru birimlere yönlendirilmelerini sağlayabilir. Bu, kapasite yönetimi açısından büyük önem taşır çünkü hastaların uygun birimlere yönlendirilmesi, kaynakların verimli bir şekilde kullanılmasına yardımcı olabilir ve bekleme sürelerini azaltabilir. Bu öneriler, yoğun bakım ünitelerinin operasyonlarını iyileştirmek için daha kapsamlı stratejiler ve politikalar geliştirmeye yardımcı olabilir. Ayrıca, bu çalışmaların sonuçları, yoğun bakım ünitelerinin performansını artırmaya yönelik kararlar ve politikalar oluştururken genel olarak yoğun bakım sistemi için önemli ipuçları sağlayabilir. Bu durumda, yoğun bakım ünitesindeki verimlilik sorunları belirli bir kurum için önemli bir problem olarak kabul ediliyorsa, bir Sakinleştirici Durum Ünitesi (SDU) açılması düşünülebilir (Gershengorn, vd., 2020, s. 520).

YAZARLARIN BEYANLARI

Katkı Oranı Beyanı: Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamıştır.

Destek ve Teşekkür Beyanı: Çalışmada herhangi bir kurum ya da kuruluştan destek alınmamıştır.

Çatışma Beyanı: Çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması söz konusu değildir.

6. KAYNAKÇA

- Agnoletti, V., Russo, E., Circelli, A., Benni, M., Bolondi, G., Martino, C., & Gamberini, E. (2021). From intensive care to step-down units: Managing patients throughput in response to COVID-19. *Int J Qual Health Care*, 33(1), 1-3.
- Armony, M., Chan, C. W., & Zhu, B. (2018). Critical care capacity management: Understanding the role of a step down unit. *Production and Operations Management*, 27(5), 859–883.
- Bai, J., Fügener, A., Schoenfelder, J., & Brunner, J. O. (2018). Operations research in intensive care unit management: a literature review. *Health Care Management Science*, 21, 1–24.
- Burchardi, H. (2005). Step down wards: Advantages and disadvantages. *ICU Management & Practice*, 5(2), 1-2.
- Cady, N., Mattes, M., & Burton, S. (1995). Reducing intensive care unit length of stay. *The Journal of Nursing Administration*, 25(12), 29–30.
- Capuzzo, M., Volta, C. A., Tassinati, T., Moreno, R. P., Guidet, B., Iapichino, G., & Rhodes, A. (2014). Hospital mortality of adults admitted to Intensive care units in hospitals with and without intermediate care units: A multicentre European cohort study. *Critical Care*, 18(551), 1-15.
- Chan, C. W., Green, L. V., Lu, L., & Escobar, G. (2014). The role of a step-down unit in improving patient outcomes. Columbia: Columbia Business School.
- Civit, O., & Sengupta, S. (2015). A system dynamics model of flow of patients from the ICU through the step-down units. *Industrial and Systems Engineering*, Oakland University. (s. 315-330). Florida: IEOM Orlando Conference.
- Cohen, M. A., Hershey, J. C., & Weiss, E. N. (1980). Analysis of capacity decisions for progressive patient care hospital facilities. *Health Serv Res.*, 15(2), 145–160.
- Costa, A., Ridley, S., Shahani, A., Harper, P. R., De Senna, V., & Nielsen, M. (2003). Mathematical modelling and simulation for planning critical care capacity. *Anaesthesia*, 58(4), 320–327.
- Çelik, S. (2007). Yoğun bakım ünitesinde hasta kabul ve taburculuk kriterleri. *Yoğun Bakım Hemşireliği Dergisi*, 11(2), 96-101.
- Day, T. E., Sarawgi, S., Perri, A., & Nicolson, S. C. (2015). Reducing postponements of elective pediatric cardiac procedures: Analysis and implementation of a discrete event simulation model. *The Annals of Thoracic Surgery*, 99(4), 1386-1391.
- Deirdre, M., Erwin, C. O., & DelliFraine, J. L. (2015). Improving capacity management in the emergency department: A review of the literature, 2000-2012. *Journal of Healthcare Management*, 60(1), 63-75.
- Dong, Y., Chbat, N. W., Gupta, A., Hadzikadic, M., & Gajic, O. (2012). Systems modeling and simulation applications for critical care medicine. *Annals of intensive care*, 2(1), 1-10.
- Gershengorn, H. B., Chan, C. W., Xu, Y., Sun, H., Levy, R., Armony, M., & Gong, M. N. (2020). The impact of opening a medical step-down unit on medically critically ill

- patient outcomes and throughput: A difference-in-differences analysis. *J Intensive Care Med.*, 35(5), 425-437.
- Gupta, D., & Potthoff, S. J. (2016). Matching supply and demand for hospital services. *foundations and trends® in technology. Information and Operations Management*, 8(3-4), 131–274.
- Günel, M. M., & Pidd, M. (2010). Discrete event simulation for performance modelling in health care: A review of the literature. *Journal of Simulation*, 4(1), 42–51.
- Hershey, J. C., Weiss, E. N., & Cohen, M. A. (1981). A stochastic service network model with application to hospital facilities. *Operations Research*, 29(1), 1–22.
- Jack, E. P., & Powers, T. L. (2009). A review and synthesis of demand management, capacity management and performance in health-care services. *International Journal of Management Reviews*, 11(2), 127-246.
- Kennedy, M. H. (2009). Simulation modeling for the health care manager. *Health Care Manag (Frederick)*, 28(3), 246-252.
- Khanna, S., Boyle, J., Good, N., & Lind, J. (2012). Unravelling relationships: Hospital occupancy levels, discharge timing and emergency department access block. *Emergency Medicine Australasia*, 24, 510–517.
- Kobara, Y. M., Rodrigues, F. F., de Souza, C. P., & Stanford, D. A. (2022). Intensive care unit/step-down unit queuing game with length of stay decisions. *Operations Research for Health Care*, 34, 1-18.
- Kreke, J. E., Schaefer, A. J., & Roberts, M. S. (2004). Simulation and critical care modeling. *Current opinion in critical care*, 10(5), 395–398.
- Lekwijit, S., Chan, C. W., Green, L. V., Liu, V. X., & Escobar, G. J. (2020). The impact of step-down unit care on patient outcomes after ICU discharge. *Crit Care Explor.*, 2(5), 1-7.
- Mahmoudian-Dehkordi, A., & Sadat, S. (2020). A generic simulation model of the relative cost-effectiveness of ICU versus step-down (IMCU) expansion. *Journal of Intensive Care Medicine*, 35(2), 191-202.
- McNair, C. J., & Vangermeersch, R. (1998). Total capacity management-optimizing at the operational, tactical, and strategic levels. Florida: CRC Press.
- Mielczarek, B., & Uzia Iko-Mydlikowska, J. (2012). Application of computer simulation modeling in the health care sector: a survey. *Simulation*, 88(2), 197–216.
- Parks, J. K., Engblom, P., Hamrock, E., Satjapot, S., & Levin, S. (2011). Designed to fail: How computer simulation can detect fundamental flaws in clinic flow. *J Healthc Manag.*, 56(2), 135-144.
- Plate, J. D., Luke, P. H., Houwert, M., & Hietbrink, F. (2017). Utilisation of intermediate care units: A systematic review. *Critical Care Research and Practice*, 1-11.
- Prin, M., Wunsch, H. (2014). The role of stepdown beds in hospital care. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 190(11), 1210–1216.

- Richards, B. F., Fleming, B. J., Shannon, C. N., & Walt, B. C. (2012). Safety and cost effectiveness of step-down unit admission following elective neurointerventional procedures. *J Neurointerv Surg.*, 4(5), 390-392.
- Rodrigues, F. F., Zaric, G. S., & 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.
- Salleh, S., Thokala, P., Brennan, A., Hughes, R., & Booth, A. (2017). Simulation modelling in healthcare: An umbrella review of systematic literature reviews. *PharmacoEconomics*, 35(9), 937–949.
- Shahani, A. K., Ridley, S. A., & Nielsen, M. S. (2008). Modelling patient flows as an aid to decision making for critical care capacities and organisation. *Anaesthesia*, 63(10), 1074-1080.
- Smith-Daniels, V., Smith-Daniel, D., & Schweikhart, S. (1988). Capacity management in health care services: Review and future research directions. *Decision Sciences*, 19(4), 889-919.
- Terwiesch, C., Diwas, K. C., & Kahn, J. M. (2011). Working with capacity limitations: Operations management in critical care. *Crit Care.*, 15(4), 1-6.
- Vincent, J. L., & Burchardi, H. (1999). Do we need intermediate care units?, *Intensive Care Medicine*, 25(12), 1345–1349.
- Wallace, S. K., Rathi, N. K., Waller, D. K., Ensor, J. E., Haque, S. A., Price, K. J., . . . Nates, J. L. (2016). Two decades of ICU utilization and hospital outcomes in a comprehensive cancer center. *Critical Care Medicine*, 44(5), 926-933.
- Zhu, B., Armony, M., & Chan, C. W. (2013). *Critical care in hospitals: when to introduce a step down unit*. Columbia: Columbia University.