

# Sağlık yönetimine dijital yaklaşım: Sistem benzetimi

## Doç. Dr. Hakan Tozan



Lisans eğitimini Deniz Harp Okulunda tamamladıktan sonra doktorasını Marmara Üniversitesinde yaptı (2009). Deniz Harp Okulu, Marmara Üniversitesi ve Okan Üniversitesi endüstri mühendisliği programlarında öğretim üyeliği görevlerini yürüttü. Çekya'daki Ostrava Teknik Üniversitesinde geleneksel olmayan imalat yöntemlerine yönelim araştırması uygulamaları konusunda doktora sonrası çalışmalarını tamamladı. Halen İstanbul Medipol Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümünde görev yapan Dr. Tozan karar analizi, sağlık sistemleri modelleme ve sağlık teknolojileri değerlendirme konularında çalışmaktadır.

## Dr. Öğr. Üyesi Melis Almula Karadayı



1985'te İstanbul'da doğdu. 2017'de Galatasaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde endüstri mühendisliği doktorasını tamamladı. 2008 yılından itibaren farklı vakıf üniversitelerinin endüstri mühendisliği bölümlerinde araştırma görevlisi olarak görev yaptı. Halen Medipol Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümünde çalışmaktadır.

Son yıllarda dördüncü endüstri devriminin (ya da sıkça duyduğumuz ismi ile Endüstri 4.0'ın) ortaya çıkması ile takibinde hayli zamandır zorlandığımız dijitalleşmenin, artık baş döndürücü bir süratle tüm alışılageldiğimiz sistemleri de etkileyerek, hayatımızın her noktasına girdiği görülmektedir. Bu süratli gelişim ve beraberindeki değişim, sağlık teknolojilerini ve parçası oldukları sağlık sistemlerinin tamamını radikal bir şekilde etkileyerek "Sağlık 4.0" kavramını ortaya koymuştur. Sağlık sistemlerine hızla giren ve gün geçtikçe ağırlığını ciddi şekilde hissettirmeye başlayan bu kavram sağlıkta politika belirleyici/karar verici konumunda olanları ve dolayısıyla alışlagelen tüm sağlık sistemlerini, bu değişime sadece uyum sağlamaya değil; bunun bir adım ötesine geçerek, nasıl evrileceğini öngörmeye ve sistemi buna hazırlayacak adımları atmaya zorlamaktadır.

Tam bu noktada Sağlık Sistemleri Benzetimi (Simülasyonu)'nin önemi bir kez daha ortaya çıkmaktadır. Benzetim; bilindiği üzere, sağlık sistemleri gibi belirsizliğin yüksek, insan faktörünün önemli belirleyicilerden biri olduğu dinamik ve karmaşık sistemlerin tasarımı ve analizinde kullanılan kuvvetli bir enstrümandır. Benzetim sayesinde modellenen sistem; birçok farklı senaryo ve parametrik değişim yapılarak, maliyet, zaman ve risk gibi faktörle katlanmak zorunda kalınmadan detaylı bir şekilde incelenip analiz edilebilmektedir.

Sağlık sistemlerinde hayati önemdeki hasta akışları ve kaynak atamaları gibi klinik süreçler, randevu ve planlama gibi operasyonel süreçler ile lojistiği de kapsayan tedarik süreçleri benzetim kullanılarak tüm bileşenleri ile birlikte detaylı bir şekilde modellenip analiz edilebilmektedir. Bilgisayarlar ve çeşitli özel yazılımlar ile benzetim, hizmet verilen hasta sayıları ve işlem süreleri, bekleme zamanları, ihtiyaç duyulan sağlık personeli sayısı ve karakteristiği, uygun tedavi yöntemleri, ihtiyaç duyulan sağlık teknolojileri gibi sağlık sistemlerinde stratejik ve operasyonel seviyede cevap bekleyen ve sağlıkta kalite olgusunu birebir ilgilendiren birçok soruya, farklı senaryolarla çeşitli yanıtlar oraya koyabilmektedir.

Uygulanacakları sağlık süreç ve sistemlerine göre zaman açısından statik veya dinamik, değişken tip ve karakterlerine göre deterministik veya stokastik ve durum değişkenlerine göre kesikli veya sürekli olarak sınıflandırılabilir sağlık sistemleri benzetim modellerinin genel hedeflerini aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür:

- İlgili sağlık kurumlarında süreçlerin standartlaştırılması konusuna katkıda bulunmak,
- Sahip olunan kaynakları tam verimle kullanılabilmesine katkı sağlamak,
- Kaynak kullanımındaki dengeyi sağlamak ve korumak,
- İşlem ve bunlar için gerekli hazırlık sürelerini kısaltmak,
- Sistemdeki aksaklıkların tespiti,

- Doğru ekipman ve çalışan çizelgelemesi yapmak,
- Hasta bekleme sürelerini kısaltmak,
- Hastalar için zamanında ve doğru tedavinin yapılmasını sağlamak,
- Maliyet düşürücü fakat aynı zamanda hasta/personel memnuniyetini artırıcı çözümler araştırmak.

Bahsedildiği üzere, sahip olduğu potansiyel ve avantajlardan dolayı teknik ve yönetsel açıdan karmaşık bir yapıya sahip olan sağlık alanında son dönemlerde sıklıkla kullanılmaya başlayan benzetim, ilgili literatür dikkate alınarak bakıldığında, yakın zamana ait çalışmaları altı ana grupta sınıflandırmak mümkündür. Bu gruplar:

- Tıp (laparoskopik cerrahi eğitimi, cerrahi setlerin öğretimi, vb.) ve sağlık personeli eğitimlerinde (hasta bakımı, triyaj uygulamaları, kanama yönetimi, vb.) ve buralarda kullanılan teknik yetkinliklerin geliştirilmesine olanak sağlayan "benzetim tabanlı eğitim" çalışmaları,
- "Hasta güvenliği ve kalite" üzerine yapılan çalışmalar,
- "Hastalık tarama" üzerine yapılan çalışmalar,
- "Enfeksiyon ve bulaşıcı hastalıklar" üzerine yapılan çalışmalar,
- "Kaynak planlaması ve yönetimi" ve son kategori olarak,
- "Çizelgeleme ve hasta akışı" üzerine yapılan çalışmalar en popüler araştırma alanı olarak göze çarpmaktadır. Litera-

türde sağlık alanında yapılan benzetim çalışmalarının sınıflandırılmasına Şekil 1'de yer verilmiştir.



Şekil 1: Sağlık alanında simülasyon çalışmaları

Ülkemizde son yıllarda yapılan ulusal çalışmalar incelendiğinde benzetim tekniğinin ilgili şu çalışmalarda kullanıldığı gözlemlenmiştir: Hacettepe Üniversite Hastanesi Kan Merkezinde servis kalitesini artırabilmek adına belirsizlik içeren donör gelişlerinin modellenmesinde hastanede tek bir envanter kaleminin sürekli gözden geçirme politikası ile yılda ortalama stok sayısı ve ortalama sipariş sayısının belirlenmesinde Türkiye'de 2004 yılından itibaren uygulanan performans dayalı ödeme sisteminin etkinliğinin sağlık personeli ve sağlık çıktıları üzerindeki etkisinin değerlendirilmesinde Sağlık kuruluşlarının kalite ve verimlilik düzeylerini değerlendirebilmek adına yalın üretim uygulaması olarak bir kamu hastanesinin fizik tedavi ve rehabilitasyon bölümünün değer akışı haritasının oluşturulmasında bir üniversite hastanesinin acil servislerin performansını değerlendirmesinde hasta bakıcılar tarafından hastanelerin farklı birimleri tarafından kullanılan tekerlekli sandalye, ekokardiyografi, EKG, nebulizatör gibi mobil cihazların etkin kullanımının sağlanmasında benzetim tekniğinden faydalandığı görülmüştür.

Ayrıca sağlık alanında dikkat çeken benzetim tabanlı optimizasyon yöntemi ile ameliyathane süreçlerinin iyileştirilmesi konusunda yapılan kapsamlı literatür taraması sonucunda ulusal ve uluslararası çalışmalarda ameliyathane için bir çizelge hazırlanırken paydaşları ve kaynakları kapsayacak şekilde daha çok kısata yer veren; özellikle iş gücü kapasite kısıtları (anestezi uzmanları, hemşireler, radyoloji, laboratuvar testleri ve konsültasyon ile ilgili kısıtlamalar), cerrahların tercih kısıtları (ameliyat sırası, azalan zorlukta ameliyat yapma tercihi), malzeme gereksinimi, ekipman değişimi, yoğun bakım yatakları ve servis yatakları gibi kısıtlı kaynakları içeren modellerin mevcut literatürde eksik ya da yetersiz olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, yapılan çalışmaların çoğunda ameliyat ve iyileşme sürelerinin kesin olarak bilindiği varsayılmıştır. Oysaki gerçek hayatta olduğu gibi belirsiz sürelerle yer veren belirsizliği yansıtan stokastik modellere de ihtiyaç vardır. Bunun yanı sıra, "online" (çevrimiçi) çizelgeleme konusunda literatürde çok az çalışma bulunmuştur. Çoğu çalışmanın "offline" (çevrimdışı) yaklaşıma sahip olduğu yani ani bir ameliyat yapılması gerektiğinde planlanmış ameliyatın ötelenmesi ve uygun olan ameliyathanede acil ameliyat derhal gerçekleştirildiği gözlemlenmiştir. Belirtilen bu hususlar da konuyla ilgili çalışmak isteyen sağlık alanındaki karar verici ve araştırmacılara yol gösterici olabilir.

Ülkemizde sağlık sistemleri üzerine benzetim alanında yapılan çalışmalar kısıtlı fakat son yıllarda artan bir grafik göstermektedir. Bu boşluğu doldurabilmek adına Türkiye'de ilk defa İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Sistemleri Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans ve Doktora programlarını açarak bu alanda benzetim ve modelleme konularında eğitimler alınmasına ve böylelikle sağlık alanında faaliyet gösteren özel ve kamu kurum/kuruluşlarında eksikliği hissedilen yetkin insan gücünü artırmayı hedeflemiştir. Ayrıca bünyesinde faaliyet gösteren "Sağlık Sistemleri Modelleme & Simülasyon" laboratuvarı ve "Sağlık Sistemleri Modelleme & Simülasyon Araştırma Grubu" ile bu alanda yapılacak araştırma ve çalışmalara teorik ve pratik alanda destek sunmayı hedeflemiştir.

Gelecekte sağlık sistemlerinin modellenmesi ve benzetimi konularında sektörde faaliyet gösteren özel ve kamu kurum/kuruluşlar bünyesinde istihdam edilecek yetkin insan gücü ile elde edilecek tecrübe ve bilgi birikimi ışığında tüm sistem paydaşlarının ve dolayısı ile tüm sağlık sisteminin çok daha hızlı ve başarılı gelişim göstereceği değerlendirilmektedir.

## Kaynaklar

Ahmedi-Javid A, Jalali Z & Klassen KJ. Outpatient Appointment Systems in Healthcare: A Review of Optimization Studies. *European Journal of Operational Research* 2017; 258(1):3-34

Akcan S, Kokangul A. A New Approximation for Inventory Control System with Decision Variable Lead-Time and Stochastic Demand. *International Journal of Industrial Engineering-Theory Applications and Practice* 2013; 20(3-4): 262-272

Ariöz U & Günel B. Evaluation of Hearing Loss Simulation Using a Speech Intelligibility Index. *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences* 2016; 24: 4193-4207

Ballangrud R, Hall-Lord ML, Persenius M & Hedelin B. Intensive Care Nurses' Perceptions of Simulation-based Team Training for Building Patient Safety in Intensive Care: A Descriptive Qualitative Study. *Intensive Crit Care Nurs* 2014; 30(4): 179-187

Ben-Tovim D, Filar J, Hakendorf P, Qin S, Thompson C & Ward D. Hospital Event Simulation Model: Arrivals to Discharge-Design, Development and Application. *Simulation Modelling Practice and Theory* 2016; 68:80-94

Camp S & Legge T. Simulation as a Tool for Clinical Remediation: An Integrative Review. *Clinical Simulation in Nursing* 2018; 16: 48-61

Chemweno P, Thijs V, Pintelon L & Van Horenbeek A. Discrete Event Simulation Case Study: Diagnostic path for Stroke Patients in a Stroke Unit. *Simulation Modelling Practice and Theory* 2014; 48: 45-57.

Dogan NO, Unutulmaz O. Lean Production in Health-

care: A Simulation-based Value Stream Mapping in the Physical Therapy and Rehabilitation Department of a Public Hospital. *Total Quality Management & Business Excellence* 2016; 27(1-2): 64-80

Ersol D, Fescioglu-Unver N. Heuristic Policies for Mobile Asset Sharing within Hospitals. *Computers & Industrial Engineering* 2017; 3: 352-363

Fabian MP, Stout NK, Adamkiewicz G, Geggel A, Ren C, Sandel M, Levy JI. The Effects of Indoor Environmental Exposure Pediatric Asthma: A Discrete Event Simulation Model. *Environmental Health* 2012; 11

Granja C, Almada-Lobo B, Janela F, Seabra J & Mendes A. An Optimization Based on Simulation Approach to the Patient Admission Scheduling Problem Using A Linear Programming Algorithm. *J Biomed Inform* 2014; 52:427-437

Gul M, Celik E, Gumus AT, Güneri AF. Emergency Department Performance Evaluation by an Integrated Simulation and Interval Type-2 Fuzzy MCDM-based Scenario Analysis. *European Journal of Industrial Engineering* 2016; 10(2): 196-223

Kokangul A, Akcan S, Narli M. Optimizing Nurse Capacity in a Teaching Hospital Neonatal Intensive Care Unit. *Health Care Management Science* 2017; 20(2): 276-285

Meker T, Barlas Y. Dynamic Consequences of Performance-Based Payment Systems in Public Hospitals. *System Research and Behavioral Science* 2015; 32(4): 459-480

Orbann C, Sattenspiel L, Miller E & Dimka J. Defining Epidemics in Computer Simulation Models: How do Definitions Influence Conclusions? *Epidemics* 2017; 19:24-32

Pan F, Reifsnider O, Zheng Y, Proskorovsky I, Li T, He J & Sorensen SV. Modeling Clinical Outcomes in Prostate Cancer: Application and Validation of the Discrete Event Simulation (DES) Approach. *Value in Health* 2017

Reed S, Remenyte-Priscott R & Rees B. Effect of Venepuncture Process Design on Efficiency and Failure Rates: A Simulation Model Study for Secondary Care. *Int J Nurs Stud* 2017; 68: 73-82.

Sadatsafavi H, Niknejad B, Zadeh R & Sadatsafavi M. Do Cost Savings from Reductions in Nosocomial Infections Justify Additional Costs of Single-Bed Rooms in Intensive Care Units? A Simulation Case Study. *J Crit Care* 2016; 31(1):194-200

Testik MC, Ozkaya BY, Aksu S, Ozcebe OL. Discovering Blood Donor Arrival Patterns Using Data Mining: A Method to Investigate Service Quality at Blood Centers. *Journal of Medical Systems* 2012; 36(2): 579-594

Viana J, Brailsford SC, Harindra V & Harper PR. Combining Discrete-event Simulation and System Dynamics in A Healthcare Setting: A Composite Model for Chlamydia Infection. *European Journal of Operational Research* 2014; 237(1):196-206

Warren JN, Luctkar-Flude M, Godfrey C & Lukewich J. A Systematic Review of The Effectiveness of Simulation-based Education on Satisfaction and Learning Outcomes in Nurse Practitioner Programs. *Nurse Educ Today* 2016; 46: 99-108

Wenk M & Popping DM. Simulation for Anesthesia in Obstetrics. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2015; 29(1): 81-86

WHO. Preamble to the Constitution of the World Health Organization as Adopted by The International Health Conference, New York, 19-22 June 1946, and entered into force on 7 April 1948.