14. BÖLÜM / CHAPTER 14

TIBBİ SİSTEMLERİN MODELLENMESİ

MEDICAL SYSTEMS' MODELLING

Zerrin AYVAZ REİS*, Nilgün BOZBUĞA**

*Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü, İstanbul, Türkiye
E-mail: ayvazzer@istanbul.edu.tr

**Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye
E-mail: nilgun.bozbuga@istanbul.edu.tr

DOI: 10.26650/B/ET07.2021.003.14

ÖZ

Bilişim teknolojilerinin sağlık bilimlerinde kullanımı her geçen gün artmaktadır. Tıpta sağlık kayıtlarının dijitalleşmesi ve giyilebilir teknolojiler yoluyla kişilerin sağlık verilerinin anlık olarak izlenebilmesi, sağlığı koruma sürecinden, önleyici sağlık hizmetlerinin gelişmesine kadar sağlığın korunması kapsamında bütünsel çözümler kullanılmaktadır. Sağlıkta dijitalleşme süreci tek yönlü olmayıp, yeni teknolojilerle, otomasyonla daha verimli kılınabilmekte ve hizmetlerindeki dijital teknoloji deneyimi iyileştirilebilmektedir. Tıp bilişiminin sağlık kuruluşları ve genel sağlık sistemi içinde sistem modellemesi ile sağlık alanında sonuçları ağır olabilecek risklere ve etik sorunlara yol açmaksızın hasta güvenliğinin sağlanması gerekmektedir. Dünyada ve ülkemizde sağlık bilişimi alanında mevcut sistemler ve uygulamalar genel bir bakış açısı ile incelenerek, örnek vaka çalışması yapılmıştır. Yapılan çalışmada, bilişim teknolojilerinden yararlanılarak gerçekleştirilmesi planlanan Sağlık Profili Sistemi (SPS) otomasyonu oluşturmak amacıyla, kurgulanan sistemin ve bileşenlerinin yer aldığı vakanın modellenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında yazılım sistemlerinin geliştirilmesinde başlangıçtan itibaren kullanılan modelleme tekniklerinden ve bu çalışmada kullanılacak bilişim teknolojisi araçlardan bahsedilmiştir. Vaka çalışmasına konu olan modelleme SPS'nin alt sistemi olan Hasta Takip-Müdahale Sistemi için planlanmıştır. Modelleme esnasında otomasyon sistemine dahil edilmesi gereken bilişim teknolojisi araçları olarak giyilebilir (akıllı) teknolojik cihazlar, sisteme özel bir karar destek sistemi ve teletıp uygulaması kullanılması düşünülmüştür. Otomasyon sisteminin analiz ve tasarım aşamalarında nesneye yönelik yazılım geliştirmek için kullanılan UML metodolojisinden yararlanılmıştır. Otomasyon sistemini modellemek için Violet 2.1.0 CASE aracı kullanılmıştır. Sistemin genel ve detay modellenmesi use case (kullanım durumu) diyagramları ile gerçekleştirilmiş ve çalışmada sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yönetim bilişim sistemleri, yazılım mühendisliği, sağlık yazılım projeleri yönetimi, yazılım modelleme, UML, Violet

ABSTRACT

The use of information technologies in health sciences is increasing day by day. In medicine, integrated solutions are used to monitor the health data instantly through the digitalization of health records and wearable technologies and to protect health from the health protection process to the development of preventive health services. The digitalization process in health care is not one-sided; it can be made more efficient with new technologies and automation and the digital technology experience in its services can also be improved. With the system modeling of medical informatics in health institutions and the general health system, it is necessary to ensure patient safety without causing risks and ethical problems in the field of health. A case study was conducted by examining the existing systems and applications in the field of health informatics in the world and in our country from a general perspective. The study aims to model the case in which the system and its components are located to create the health profile system (HPS) automation that is planned to be realized by using information technologies. This study also mentions the modeling techniques used in the development of software systems from the beginning along with information technology tools to be used. The modeling subject to the case study is planned for the patient follow-up-intervention system, which is a subsystem of HPS. Wearable (smart) technological devices, a system-specific decision support system, and tele-medicine application were considered as information technology tools that should be included in the automation system during modeling. The Unified Modeling Language methodology, which is used to develop object-oriented software, was used in the analysis and design stages of the automation system. Violet 2.1.0 CASE tool was used to model the automation system. The general and detailed modeling of the system was conducted with use case diagrams and presented in the study.

Keywords: Management information systems, software engineering, health software projects management, software modeling, UML, Violet

1. Sistem Modelleme

Sistem modellemenin tanımını yapmak için öncelikle sistem kavramına ve etimolojisine bakmak gerekir. Sistem kavramının farklı tanımları olmakla birlikte Ataman (2009) sistemi “genel olarak düzenli bir biçimde birbirini etkileyen ve birbirine bağlı birimlerden, değişik bölümlerden oluşan, genel bir plana göre kurulan ve belirli bir sonuca ulaşmak için amaca yönelmiş bir bütün” olarak tanımlamaktadır. Etimolojisine baktığımızda sistem ‘birleşme’, ‘oluşma’, ‘bir araya gelme’ anlamını taşıyan Latince “Systema” kelimesinden türemiştir (Liddell & Scott, 1940). Bilgisayar bilimleri disiplinde ise sistem; problemin çözümünü gerçekleştirmek için kullanılan donanım (temelde bilgisayarlar olmak üzere ona bağlı tüm mekanik akşamlardan oluşan araçlar), bu donanımın çalışmasını ve problemin bilgisayarlar kullanılarak çözülmesini sağlayan yazılımlar (işletim sistemi ve problemin çözümünü gerçekleştiren uygulama yazılımları) ile bu donanım ve yazılımları kullanan insanlardan oluşan bütün olarak tanımlanmaktadır (Kalıpsız, 2012).

Burada söz konusu edilen bilişim teknolojisiyle (BT) çözümü istenen yazılım sistemlerinin modellenmesidir. Yazılım Geliştirme Yaşam Döngüsü (*Software Development Life Cycle-SDLC*) kavramı bir döngü yaklaşımıdır (Lamb, 1988; Sarıdoğan, 2004; Şeker, 2014). Sistem modellemesi; mevcut problemin çözümü için gerekli analizlerin yapılmasından sonra

çözüm tasarımının simgesel olarak gösterimidir. Simgelerle gösterim sayesinde çözüm süreçleri ortak bir görsel yapıya kavuşmuş olur. Çözüm sürecinin kontrolü de modelleme sayesinde kolaylaşır. Analiz aşamasında çözümü istenen problemin mevcut koşullarda nasıl çözüldüğü, bilişim teknolojisi ile nasıl bir çözüm beklendiği, beklenen çözümün tamamının mı yoksa bir kısmının mı bilişim teknolojisi ile gerçekleştirileceği belirlenir. Sonrasında tasarım aşamasına geçilir. Genel ve detaylı tasarım yapılarak çözüm yolu belirlendikten sonra uygulama yazılımının üretimine geçilir. Sistem modelleme genellikle çözümün simgesel olarak gösterilmesi olmakla birlikte analiz aşamasında da mevcut yapıyı göstermek için kullanılmaktadır. Modelleme bir çözüm sisteminin her aşamasında kolaylaştırıcı rol oynamaktadır.

2. Sağlıkta Sistem Modelleme

Geleneksel sağlık sistemleri, hastaneler, tedavi süreçleri, hasta-doktor ilişkileri günümüz bilgi ve iletişim teknolojilerinde yaşanan gelişmelerin etkisiyle, dijital bir dönüşüm yaşayarak yeni bir sistem modeline dönüşmektedir. 21'inci yüzyılda dördüncü sanayi devrimine yol açan endüstriyel internet uygulamaları, büyük veri kullanımı, yapay zeka ve makine öğrenmesi teknolojileri tıp alanında sağlık kuruluşlarının mekan sınırlamaların kaldırılması, sağlık hizmetlerinin gereken her yere ulaştırabilmesi, kişiselleştirilmiş tıp uygulamaları gibi köklü değişiklikler yaratmayı sürdürmektedir.

Sağlık alanında yapılandırılmamış, veri kataloglama işlemlerine tabi tutulmamış olağanüstü büyüklükteki verilerin saklanması ve kullanılması, dördüncü sanayi devrimine geçiş sürecinde büyük veri analiz yazılımları sayesinde kolaylaşmıştır. Aynı konudaki milyonlarca vakanın incelenmesi sonucu oluşturulan protokolleri uygulayarak, sınırsız kombinasyonlar gösteren hasta gruplarının keşfedebilmesiyle, her hastaya özel tedavi yöntemi belirlenip, tıbbi hata ve kayıpları en aza indirmek mümkün olmaktadır.

Sağlık, biyolojik bilimler, sosyal bilimler ve davranış bilimleri açısından geniş bir perspektifle ele alınması gereken bir kavramdır. Sağlıklı olma durumu, hastalık risklerini taşımamaktan ibaret değildir; çok daha geniş ölçekli bir bakış açısı gerektirmektedir. Her bireyin fiziksel, zihinsel, ruhsal ve sosyal olarak ailesi, çevresi ve toplumla bir bütün oluşturduğu görüşü doğrultusunda bütüncül sağlık yaklaşımı ile ele alınması gerekir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından sağlık, sadece hastalık ve sakatlığın olmayışı değil, aynı zamanda fiziksel, ruhsal ve sosyal yönden tam bir iyilik hali olarak tanımlanmıştır. Sağlık ve hastalığın birbirinden ayrı olarak düşünülemeyeceği gerçeği “holistik tıp” kavramıyla açıklanmaktadır.

Sağlık kayıtlarının dijitalleşmesi ve giyilebilir teknolojiler sayesinde kişilerin sağlık verilerinin anlık olarak izlenebilmesi, sağlık bilincinin artmasına, sağlığı koruma sürecinden,

önleyici sağlık hizmetlerinin gelişmesine kadar, sağlığın korunmasının ötesinde daha sağlıklı olabilmek adına daha da geliştirilebileceği kavramı kapsamında bütünsel çözümler sunulmaktadır. 2014 yılında Avrupa İç Hastalıkları Federasyonu (*European Federation of Internal Medicine, EFIM*) Mesleki Sorunlar Çalışma Grubu adına yapılan çalışmanın “İç Hastalıklarının Değişen Yüzü: Hasta Merkezli Bakım” başlıklı raporunda sağlığın korunması kadar sağlığın geliştirilmesine de vurgu yapılmaktadır (Kramer, 2014). Sağlıkta dijitalleşme süreci tek yönlü olmayıp, yeni teknolojilerle, otomasyonla daha verimli kılınabilmekte ve hizmetlerindeki dijital teknoloji deneyimi iyileştirilebilmektedir. Sağlık hizmeti her koşulda hastaya zarar vermeme ilkesi doğrultusunda zamanında, güvenli, etkili, verimli hasta odaklı, klinik kararlarda hastanın karara katılımı ile değer ve inançlarına uyumlu, insana saygı ilkesi doğrultusunda hizmetin miktarı, kapsamı ve kalitesi değişik katmanlarda farklılaşma olmaksızın hakkaniyetli olmalıdır. Tıpta hasta odaklı sağlık anlayışının hakim olması, tanı koyma teknolojilerinde gelişmiş yeni yöntemlerin kullanılması, kişiselleştirilmiş tıp yöntemlerinin önem kazanması disiplinlerarası yaklaşım doğrultusunda bilişimin sağlık bilimlerinde önemini her geçen gün arttırmaktadır. Bilgisayar destekli anatomik modelleme, günümüzde oldukça yaygın olarak kullanılan ve tıpta büyük bir destek sağlayan tıp bilişiminin alt alanıdır (Halfter, 2017).

Yaygın hastalıklarda genetik bileşenlerinin ortaya konması, hastalıklara yatkınlık yaratan genlerin bulunması, toplumlarına özgül hastalıkların ortaya çıkarılmasında tıp bilişimi büyük katkı sağlayacaktır (Cano, 2007). Yaygın hastalıklarda genetik bileşenlerin etkisini inceleyebilmek açısından çok fazla sayıda sağlıklı bireyden gönüllülük esasına göre örnekleme yapılarak kişilerin tıbbi bilgileri, yaşam tarzı bilgileri gibi verileri içeren arşivlerin oluşması sağlanır. Hastalıkların gelişim süreçlerinin incelenmesi, çevresel etmenlerin payı, tedaviye yanıt ve kişiye özgü ilaç geliştirilmesi gibi konularda biyobankalar kıymetli birer kaynaktır. Örnekleme yapılarak kişilerin tıbbi bilgilerini içeren arşivlerin oluşması çalışmaların temel hedefi olarak hastalıkların gelişim süreçlerinin ve çevresel etmenlerin paylarının incelenmesi, kişiselleştirilmiş tıp uygulamalarına yönelik ilaç geliştirilmesi için biyobankalar (kök hücre, kordon kanı, homolograft) oluşturmak mümkün olacaktır. Biyobankalar, insan genomu ile ilgili biyolojik veri setlerinin depolanmasına, post-genomik analizine, biyoenformatik yönetimi ve küresel bir işbirliğiyle ağ yapılanmasına olanak tanımaktadır (Christiansen, 2012). Biyobankalar, biyomedikal araştırmalar için yeterli sayıda örneğin elde edilmesine, yeniden örnek alınmaksızın, aynı örnekte çeşitli testlerin uygulanabilirliğine ve yıllar boyunca gerektiğinde analizlerin tekrarlanabilmesine olanak sağlar. Tıp bilişimi desteğiyle biyobankalar kök hücre tedavileri ve doku mühendisliği çalışmaları, organ transplantasyonları için hastanın ihtiyacı olan kendi DNA'sını uygun donör bulunmasında etkin rol oynayacağı gibi genetik

epidemiyolojik çalışmalar, işlevsel genom bilim çalışmaları, farmakogenomik ve ilaç tasarımı araştırmalarında kaynak amaçlı olarak da kullanılır (Biological Resource Centres, 2001). Genetik hastalıklarda tanı ve tedavi, uzun dönem klinik izlem, genetik epidemiyolojik çalışmalar, işlevsel genobilim araştırmaları, farmako-genomik ilaç tasarımı yapılabileceği gibi doku mühendisliği çalışmaları ile tedavi için kişinin ihtiyacı olan öz doku ve organ üretim sürecine katkı sağlayacaktır. Kök hücre tedavileri ile kişilerin ihtiyacı olan dokular hastanın kendi DNA'sını taşıyan dokulardan geliştirilerek, organ transplantasyonu sonrası yaşanabilecek doku uyumsuzluğu sorununu ortadan kaldıracaktır (Institute of Medicine, 2011).

Biyobanka sistemleri toplumlara özgü hastalıkların ortaya çıkarılmasına, hastalıklara yatkınlık yaratan genlerin bulunmasına ve nihai hedef olarak da ilaç geliştirme çalışmalarına katkı sağlamanın yanı sıra toplumsal sağlık profili çıkartılmasına da kaynak teşkil etmektedir. Bireylerin sadece klinik verilerini değil, sosyoekonomik durumları, demografik ve davranışsal verilerinin de incelenmesiyle edinilecek sağlık profili aracılığıyla, bireylerin hastalık risklerinin belirlenmesi ve kişisel önlemlerin alınmasını sağlarken, aynı zamanda toplumsal sağlık profili çıkartılarak, toplum sağlığını düzenleyici ve önleyici sağlık politikaları ve ulusal düzeyde sağlık yatırımları ve finansmanını yönetimi çözümü de gerçekleştirilebilecektir (Public and Professional Policy Committee European Society of Human Genetics, 2003).

Tıp bilişiminin sağlık kuruluşları ve genel sağlık sistemi düzeyinde sistem modellemesine ilişkin etik ilke ve standartların oluşturulması, sağlık alanında sonuçları ağır olabilecek risklere ve etik sorunlara yol açmaksızın hasta güvenliğinin sağlanması zorunludur (International Declaration on Human Genetic Data, 2004). Demografik, finansal, yasal, sosyokültürel çevresel faktörlerde değişimin sonucu karmaşıklaşan sağlık hizmetleri uygulamalarının teknolojik değişime uyumlaştırılması gerekmektedir. Uluslararası düzenlemelerde “hassas veri” olarak tanımlanan sağlık verilerinin korunması esastır; işlenmesi sınırlı halde mümkündür ve satışı kesinlikle yasaktır. Kişisel verilerin işlenmesinde başta özel hayatın gizliliği olmak üzere kişilerin temel hak ve özgürlüklerini korumak ve kişisel verileri işleyen gerçek ve tüzel kişilerin yükümlülükleri ile uyacakları usul ve esasları düzenleyen ‘6698 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu’ 7 Nisan 2016 tarihinde yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Salgın hastalıklar, yeni ilaç, yeni medikal ve cerrahi tedavi yöntem ve uygulamaları, hastane ortamının yol açtığı komplikasyonlar, sağlık profesyonellerinin hataları ile hasta güvenliği ve hasta hakları açısından tıbbi sistemlerin modellenmesi alanının öncelikli konuları arasına girmiştir. Dijital epidemiyoloji konusu bulaşıcı hastalıklar alanında kriz iletişimi ve sağlık güvenliği sağlama konusunda, uzman bilgisinden algoritmik bilgiye geçişte kullanılan bir kavramdır (van Waalen, 2014). Büyük veri kullanılabilirliği ve bilgi işleme gücü nedeniyle özellikle değişen

hastalık sürveyanslarının veri analitiği yolu ile izlenmesi Dünya Sağlık Örgütü tarafından önerilmektedir (WHO, 2016). 2020 yılında korona virüs hastalığı 2019 (*COVID-19*) olarak adlandırılan yeni “ağır akut solunum yetersizliği sendromu” DSÖ tarafından pandemi olarak ilan edilmesi sonrasında raporlamalarda enformatik yöntemi olarak kullanılmıştır.

Küresel ekonominin en büyük sektörlerinden ve taşıyıcı ayaklarından biri olan sağlık sektörü, bir yandan artan ve yaşlanan nüfusun karmaşıklaşan sağlık sorunlarına çözüm arayışında iken diğer yandan kurumsal ve teknolojik altyapı, maliyet ve sağlık hizmeti üreten insan kaynağı sorunlarıyla başa çıkmaya çalışmaktadır. Sağlık alanında bilgi ekonomisinin etkin kullanımı ile hem bireylerin sağlık durumlarının izlenmesi, hem de sağlık kuruluşlarının finansman risklerinin azaltılması yönünde sağlık ekonomisinde varlık yönetimi ve tedarik zinciri yönetimi uygulamalarına kadar her türlü tıbbi üretim ve tıbbi uygulama süreçlerine uygun dijitalleştirme yoluyla çözüm aranmaktadır (Shortliffe ve Cimino, 2007).

Dünyadaki mevcut tıbbi bilişim sistemlerinin neler olduğu araştırıldığında “Hemşirelik Bilişimi” diğer bir öne çıkan konudur. Hemşirelik bilişimi hasta bakımı hizmetinin planlanması, yapılan hizmetin eşzamanlı kaydedilmesi ve sonuçların değerlendirilmesi gibi hemşirelik hizmetlerinin elektronik ortamda gerçekleştirilmesini sağlamaktadır (Durna, 2012). Hemşirelik bilişiminin 1992 yılında Amerikan Hemşireler Birliği tarafından hemşireliğin alt uzmanlık dalı olarak kabul edildiği ve 2008 yılında hemşirelik bilişimi uygulamalarının kapsam ve standartlarının tanımlandığı görülmektedir (Yıldırım & Çevirgen, 2019).

Sağlık alanında kullanılan Klinik Karar Destek Sistemleri (KKDS) özellikle karar verici pozisyonunda bulunan sağlık personeline güncel bilgiyi sunarak en uygun kararı vermesi için yardımcı olmaktadır. Dünyada bu alanda neler yapıldığı incelendiğinde; 1960’lı yıllardan itibaren KKDS’lerinin kullanıldığı görülmektedir (Özata & Aslan, 2004). 1960’ların sonunda De Dombal ve yardımcıları Leeds Üniversitesinde, abdominal hastalıklarla ilgili akut ağrılarda muhtemel yedi hastalığın teşhisini yapan bir karar destek sistemi geliştirmişlerdir (Musen vd., 2006). Stanford Üniversitesinde 1970’li yıllarda MYCIN adı verilen KKDS enfeksiyon hastalıklarında hastalara hangi testler yapılmalı, tedavi yöntemi ne olmalı yada nasıl bir tedavi planı gerçekleştirilmeli gibi sorulara cevap arayan bir danışma sistemi ile 1992 yılında PO-EMS (*Post Operative Expert Medical System*) operasyon sonrası bakım amacıyla geliştirilmiş bir acil bakım tıbbi uzman sistemi olarak geliştirilmiştir (Yıldırım, 2000). İngiltere’de 1999 yılında kullanılan başka bir KKDS olan Isabel günümüzde Isabel Pro adıyla kullanılmaktadır (Isabel Products, n.d.). Isabel Pro klinik özelliklerin bir seti verildiği zaman konuyla ilgili olası teşhisler arasından en makul olan sonucu belirleyerek önerilerde bulunmakta, ayrıca bilgisayarlı tomografi ve X-ray filmleri için bir kütüphane vazifesi görmektedir (Isabel Pro-

ducts, n.d.). Osaka Üniversitesi hastanesinde de medikal risklerin yönetimi için kalite güvence uygulamalarına uygun olarak hazırlanmış olan OIRS (*On-line Incident Reporting System*) adı verilen bir KKDS geliştirilmiştir (Takeda vd, 2003).

Hindistan’da HMR projesi; bir iletişim ağı ile birleştirilen yedi tele-tıp merkezi, sağlık ocakları ve yaşlı bakım merkezleri hastalarına başta kardiyoloji olmak üzere genel tıp alanında hızlıca konsültasyon yapılmasını sağlamaktadır (Yıldırım & Çevirgen, 2019). Avusturya, Almanya, İspanya, İtalya, Lüksemburg, Hollanda ortaklı Contrast projesi ile insan bilgisayar ara yüzü geliştirip, felçli hastaların rehabilitasyon evresindeki özbakım becerilerinin desteklenmesi hizmeti sağlanmaktadır (Contrast, 2017). Meksika’da Medicall Home Hotline projesi tele-sağlık hizmetleri yoluyla hasta izlem ve destek vermektedir (Yıldırım & Çevirgen, 2019). Bir başka proje de Help4Mood’dur. İspanya, İtalya, Romanya, İngiltere ortaklı web tabanlı eğitim yoluyla tedavi ve tanılama uygulamalarının yapıldığı majör depresyonlu hastaların tedavisine yardımcı bir bilgisayar destekli sistem projesidir (Help4Mood, 2019).

Halk sağlığı ve hemşirelik bakım uygulamalarında bilişim teknolojilerinden yararlanıldığında; alandaki bilgi alışı verişi eşzamanlı kullanıldığında erken müdahale ve hastalıkları önlemek mümkün olmaktadır (Durna, 2012). Amerika Birleşik Devletleri, Hollanda ve Avusturya’da, hasta bakımı bilgi sistemlerinin (*Patient Care Information System-PCIS*) uygulanmasını araştırmak için benzer niteliksel yöntemler kullanan farklı araştırmacılar tespit ettikleri hata türlerini iki ana kategoride tanımlarlar. İlki bilgi girme ve alma sürecinde gerçekleşen, diğeri *PCIS*’in desteklemesi beklenen iletişim ve koordinasyon sürecindeki hatalardır. Hasta kayıtlarında bilişim teknolojileri kullanılmak suretiyle veri kaybı önlenerek, sağlık personelinin ihtiyaç duyduğu bilgiye daha kaliteli ve daha hızlı ulaşabilmek amacıyla bilişimcilerin bu hataların istenmeyen sonuçlarından kaçınabilecekleri şekilde sistem tasarlama, uygulama geliştirmeleri ve eğitimini vermeleri sağlık personelinin verimini arttırmakta ve maliyetleri düşürmektedir (Yıldırım & Çevirgen, 2019).

Ülkemizde de sağlık bilişimi alanında ABD ve Avrupa ülkelerine benzer projeler yapılmaktadır. Çalışmalar araştırıldığında; Sağlık Bakanlığı tarafından 2003 yılında başlatılan e-Sağlık çalışmaları kapsamında 2004 yılında “Türkiye Sağlık Bilgi Sistemi Eylem Planı” yayınlandığı görülmektedir (Türkiye Sağlık Bilgi Sistemi Eylem Planı, 2004). Hastanelerdeki ilaç ve malzeme israfını önleyerek, hasta bakımında kaliteyi hastalara kişiselleştirilmiş sağlık hizmet sunarak ve kronik hastalıklarda bilişim teknolojilerinden yararlanarak, sağlık kayıtlarını, elektronik, tele-tıp ve mobil uygulamalar kullanarak tutmak amacıyla “Sağlıkta Dönüşüm ve e-Sağlık Projesi” başlatılmıştır (Koç, 2010). Bilişim temelli sunulan bu hizmetler halk sağlığı, diş hekimliği bilişimi, klinik bilişim, hastalıkların moleküler boyutunun

incelenip analiz edildiği, biyolojik bilgiler ile ilgili enformasyonun yönetildiği hizmetler olan biyoenformatik ve klinik veri formları için HL7 (Health Level Seven), depolama için *DICOM* (*Digital Imaging and Communications in Medicine*), metin ve şekillerin aktarımını sağlamak için *PACS* (*Picture Archiving Communication Systems*) kullanılan tıbbi görüntüleme gibi alt gruplara ayrılmaktadır (Ömürbek & Altın, 2009).

Kronik hastalıkların yönetiminde tanı, tedavi ve izlem amacıyla ülke çapında yürütülen bilişim teknolojileri uygulamaları içeren m-sağlık projeleri ve karar destek sistemleri bulunmaktadır (Yıldırım & Çevirgen, 2019) Ayrıca Türkiye'nin zincir hastane gruplarından biri için geliştirilmiş hastane bilgi yönetim sistemi ve karar destek sistemi de geliştirilen projeler arasında sayılabilir (Koç ve diğ., 2012).

Son günlerde yaşanan COVID-19 pandemisi bize toplum sağlığını yönetmek için kişilerin sağlık bilgilerinin doğru olarak bilinmesinin ne kadar önemli olduğunu, bir salgın anında erken önlem alınması ve tedavinin gerçekleştirilmesine ne kadar katkı sağlayacağını ortaya koymuştur.

Bu çalışmada, Sağlık Profili Sistemi (SPS) otomasyonu oluşturmak amacıyla, kurgu ve gereksinimleri gösteren sistemin modellenmesi gerçekleştirilmektedir.

3. Sistem Modelleme Teknikleri

Yazılım Geliştirme Yaşam Döngüsü (*Software Development Life Cycle-SDLC*) yazılım sistemi geliştirmede bir döngüsel yaklaşımdır (Akt: Şeker, 2015). İlk yaklaşım SDLC adımlarını Planlama-Analiz-Tasarım-Uyarlama ve İşletme aşaması olarak dörde indirger (Blanchard, 2006). Planlama aşamasında bir sistemin planlamasında söz konusu olan zaman ve insan kaynakları ile sistemin maliyeti için gereken kaynak, kurulacak yeni sistemin kullanılabilirliği için gerekli bakım ihtiyacı ve riskler bu aşamada tek tek gözden geçirilir ve aşamanın tamamlanmasından sonra bir uygunluk raporu hazırlanır. Bu rapor kurumdaki karar vericiler tarafından uygun görülürse bilişim sistemi gerçekleştirilme süreci başlar. Sistem analizi aşamasında geliştirilecek olan bilgi sistemiyle etkileşime girecek potansiyel birimler ve mevcut işleyiş incelenir. Sistem tasarımı aşamasında sistemin hedefleri göz önünde tutularak sistemle etkileşimi olacak bütün bileşenlerle mantıksal olarak sistemin genel yapısı tasarlanır. Sonrasında fiziksel tasarıma geçilir. Fiziksel tasarımda geliştirilecek sistem için kullanılacak teknolojiler, kodlama dili ve sistemin veri tabanı, kullanıcı ekranları, veri akış yolları gibi bütün bileşenlerine dair tasarım tamamlanır. Uyarlama ve işletme aşamasında ise bu aşamaya kadar kağıt üzerinde yapılan bütün işlemlerin uygulamasının yapıldığı, yazılım üretiminin gerçekleştiği aşamadır. Kodlama, test, ürün kurulumu, kullanıcı eğitimi gibi işlemlerin tamamı bu aşamada yapılır.

Yazılım Geliştirme Yaşam Döngüsü için Kendall ve Kendall (2010) ise yedi adımlı yaklaşımı önermektedir. Bu yaklaşım; 1. Problemin, fırsatların ve hedeflerin belirlenmesi, 2. İnsan seviyesinde enformasyon ihtiyaçlarının belirlenmesi, 3. Sistem gereksinimlerinin belirlenmesi, 4. Gereksinimlere cevap veren bir sistemin tasarlanması, 5. Kodlama süreci ve dokümantasyonu, 6. Sistemin testleri ve bakım adımlarının belirlenmesi, 7. Sistemin hayata geçirilmesi ve değerlendirilmesi aşamalarından oluşmaktadır.

Yazılım geliştirme sürecinde kullanılan modelleme tekniklerine baktığımızda, uygulama aşamalarının dokümantasyonunun yapılmış olmasıyla alanyazında geçen başlıca teknikler çağlayan, fiskiye, V şeklinde model, artırımlı model ve spiral modeldir (Kalıpsız, 1992; Koçer, 2007; Şeker, 2015).

Şekil 1. Çağlayan Modeli

Çağlayan (*Waterfall*) Modeli; Benington (1983) tarafından literatüre ilk model olarak kazandırılan, yapısı basit, uygulaması kolay bir modelleme (Şekil 1) tekniğidir (Kalıpsız, 1992). Durağan, üstünde değişiklik yapılması gerekmeyen yazılım projeleri için uygundur. Verinin nesne olarak kullanıldığı sürece kadar hemen hemen tüm yazılım projelerinde çağlayan modeli tekniği kullanılmıştır.

Fıskiye (*Fountain*) Modeli: Henderson-Sellers ve Edwards (1990) tarafından çağlayan modelinden esinlenerek geliştirilmiş bir modeldir. Çağlayan modelinden farkı, döngülerinin olmasıdır (Şekil 2). Döngüler her bir aşamada olabilmektedir Tasarım aşaması bittikten sonra gelen kodlama aşamasında hata olduğu fark edilirse tekrar tasarım aşamasına dönülmesi, tasarımdan analiz aşamasına geri dönülmesi ve bilişim sistemi uygulamaya alındıktan sonra da tekrar test aşamasına geri dönülmesi gibi döngülere sahiptir.

Şekil 2. Fıskiye Modeli

V-Şeklinde Model (*V-Shaped Model*): İşlem adımları V şeklini oluşturduğu için (Şekil 3) bu isimle bilinmektedir. Temelde çağlayan modeline benzer işlem aşamaları olmasına rağmen tasarım aşaması genel ve detaylı seviyede gerçekleştirilir. V şeklinde aşağı doğru akışta proje yönetimi söz konusudur, yukarı doğru çıkıldıkça testler yapılmaya başlanır. Bu modelde geliştirilen yazılımın bakımı da yer almaktadır.

Şekil 3. V-şeklinde Model

Artırımli (Incremental) Model: Planlama aşaması ile başlayıp, sonraki aşamaların döngüsel yapıda olduğu, her döngüde uygulamaya varsa yeni ilavelerin yapılabildiği iterasyon şeklinde devam eden (Şekil 4) bir modeldir (Şeker, 2014). Kodlama aşamasından sonra ya sistem “Gerçekleme” denilen aşamada kullanılmaya başlanır ya da testler devam eder. Bu sırada planlamada değişiklikler olabilir (Basili, 2003). Zaman içinde beklentileri değişen yazılım projelerinde kullanmak için uygundur.

Şekil 4. Artırmalı Model

Spiral Model: Diğer modellerden farklı olarak yazılım geliştirme süreci içten dışa doğru giden bir spiral üstünde prototipler oluşturan aşamalardan tekrar tekrar geçilmesi ve her geçişte projenin ilerleme göstermesidir. (Şeker, 2015). Proje spiralinin kaç döngü yapacağı dolayısıyla kaç prototip oluşturulacağı planlamaya bağlıdır. Spiral Şekil 5'te görüldüğü gibi dört bölgeye bölünür, her bölge yazılım geliştirmenin bir aşamasıdır. Bunlar; 1. Hedeflerin belirlenmesi, 2. Risklerin belirlenmesi ve çözümü, 3. Geliştirme ve testler, 4. Sonraki dönüşün planlanması aşamalarıdır. Böyle bir döngü içerisinde sürekli dönülür.

Şekil 5. Spiral Model (Kaynak: Şeker, 2015)

Yazılım geliştirmenin tarihsel sürecine baktığımızda 1990'lı yıllarda nesneye yönelik (*object oriented*) kavramının sıkça kullanılmaya başladığı, verilerin iki boyutlu olmaktan çıkıp, üç boyutlu nesneler, ses ve görüntü verileri olarak yazılımda kullanıldığı 4. kuşak yazılım sürecinde modelleme teknikleri de değişmiştir (Kalıpsız, 1992). Nesneye yönelik yazılım geliştirme yöntemleri olan Shalaer-Mellor, Martin-Odell, Booch, OMT (*Object Modeling Techniques*), OOSE (*Object Oriented Software Engineering*), UML (*Unified Modeling Language*) yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır (Fowler & Scott, 1997, Blaha & Premerlani, 1998; Ayvaz, 1999). Yazılım geliştirmede 2000'li yıllarda da çevik yöntemler (*agile methods*) denilen müşteriye hemen bir ürünün sunulduğu ve müşteri tarafından bu ürünlerdeki eksik ve yanlışların bildirilmesi üzerine gerekli düzenlemelerin yapıldığı yöntemler kullanılmaya başlamıştır (Koçer, 2007).

4. Vaka Çalışması

Toplumun sağlık profilinin oluşturulması ve gerektiğinde bu bilgilerden yararlanmanın sağlayacağı faydalar son günlerde yaşanan *COVID-19* pandemisi ile önem kazanmıştır. Bu süreç tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de toplum sağlığını yönetmek, zamanında önlem

almak ve tedavinin gerçekleştirilmesine olanak vermesi için kişilerin sağlık bilgilerinin doğru olarak bilinmesinin ne kadar önemli olduğunu ortaya koymuştur.

Bu vaka çalışmasında, sağlık hizmet sunucuları çatısında gerçekleştirilecek bir Sağlık Profili Sistemi (SPS) otomasyonu oluşturmak kurgulanmıştır. Vaka'nın kurgu ve gereksinimleri gösteren sistem modellemesi UML metodolojisi ile gerçekleştirilmektedir.

4.1. Problemin Tanımı

Sağlık Profili Sistemi (SPS) temelde kendisine bağlı alt sistem olarak tanımlanan 5 modülden oluşur. Bunlar; Sağlık Koruma-Geliştirme Sistemi (SKGS), Hasta Takip-Müdahale Sistemi (HTMS), Erken Tanılama Sistemi (ETS), Hızlı Tedavi Sistemi (HTS) ve Tedavi Sonrası İzlem Sistemi (TSİS) olarak tanımlanmıştır. Bu modüllerin her biri ayrıca kendi içindeki alt modüllerden oluşmaktadır. Bunlar aşağıda sunulmaktadır.

Sağlık Koruma-Geliştirme Sistemi (SKGS):

- Toplum sağlığı yönetimi / Önleyici sağlık hizmetleri
- Kişisel sağlığı koruma
- Aşı takvimi
- Radyasyon maruziyeti
- Sağlık eğitimi (sağlık okur-yazarlığı)

Hasta Takip-Müdahale Sistemi (HTMS):

- Ambulans sistemi
- Eşzamanlı veri aktarımı sistemi
- Hastane belirleme sistemi

Erken Tanılama Sistemi (ETS):

- Biyokimya test sonuçları izleme ve erken tanı
- Görüntüleme analizi ve erken tanı
- Patoloji değerlendirilmesi ve erken tanı

Hızlı Tedavi Sistemi (HTS):

- İlaç tedavisi takibi
- Kişiye özel tedavi (ilaç geliştirme)

- Dijital ameliyat (yapay zeka destekli robotik cerrahi)

Tedavi Sonrası İzlem Sistemi (TSİS):

- Uzun dönem kontrol
- Rehabilitasyon
- Evde sağlık hizmetleri
- Son evre hasta bakımı

Modüllerin her biri sonradan birbirine entegre edilecek ayrı bir otomasyon sistemi olarak modellenmiştir. Bu entegrasyonda önemli olan ortak veri alanlarının aynı isim ve öznitelik ile tanımlanmış olması ve hazırlanan veri tabanında gerekli ilişkilerin kurulabileceği birincil (*primary*) ve ikincil (*seconder*) anahtar alanların doğru şekilde tanımlanmasıdır. Detaylı olarak modellendirilmek üzere bu modüllerden Hasta Takip-Müdahale Sistemi belirlenmiştir.

Hasta Takip-Müdahale Sistemi (HTMS) için sistemin kurgulanması:

Kronik hastalığı olan hastalar tedavi için bazen farklı şehirlerdeki hastanelere (veya özel doktorlara) giderler. Hastalar bazen de bulundukları yerden farklı bir şehirde yaşamaya başlarlar veya tatile giderler. Bu tür hastaların kontrolü veya acil bir durum yaşadıklarında tedavinin kesintisiz devam etmesi hayati önem taşımaktadır. Aynı zamanda Sağlık Koruma-Geliştirme Sistemi (SKGS) ile kişilerin genel sağlık profilleri, sağlıklarını koruyan ve sağlıklarını geliştiren yaklaşımlarla (genel sağlık kontrolleri, aşı takvimleri, yıl içinde görüntüleme kaynaklı aldıkları toplam radyasyon miktarları, sağlık okur-yazarlığı düzeyleri) değerlendirme önemlidir. Hastalarda giyilebilir teknolojiler kullanılması doktorun hasta takibini ve gerektiğinde uygun müdahale önerilerinde bulunmayı kolaylaştırabilir. Bu tarz bir otomasyon sistemini Hasta Takip ve Müdahale Sistemi (HTMS) olarak adlandırabiliriz.

Bu otomasyon sisteminde; hastanın üstündeki giyilebilir teknolojiler internet bağlantısı sayesinde gerçek zamanlı verileri otomasyon sistemine gönderir. Acil durum verisi geldiğinde HTMS'ne uyarı gider, sistem tarafından hastanın doktoru bilgilendirilir (devreye alınır). Hastanın ihtiyacı olan teçhizatla donanmış ambulans, gerekiyorsa bu ambulansda bulunması gereken sağlık personelinin, uygun personel ve teçhizata sahip hastane özellikleri hastanın tedavisini üstlenen ve yürüten doktoru tarafından daha önce sisteme girilmiştir. HTMS, Karar Destek Sistemleri yardımıyla hastanın bulunduğu şehir/konumdaki veya ona en yakın ve en uygun ambulans ve hastane seçilir, gerekli kurum ve kişiler gerekli bilgi ile bilgilendirilir. Hastaya müdahale edildikçe veriler eşzamanlı olarak HTMS'ne ve hastanın epikrizine işlenir. Böylece hastanın bilgileri eşzamanlı olarak güncelliğini korur.

4.2.Yöntem ve Araçlar

Bu çalışmada otomasyon sisteminin analiz ve tasarım aşamalarının modellenmesinde *UML (Unified Modeling Language)* metodolojisi ve kullanım durumu (*use case*) diyagramların oluşturulması aşamasında Violet *CASE* aracı kullanılmıştır.

Otomasyon sisteminin hayata geçirilmesi aşamasında ise *UML* diyagramlarının tümünün oluşturulması, nesneye yönelik programlama dili ile yazılımın kodlama aşamasının gerçekleştirilmesi, sonrasında yazılım testi aşaması ile otomasyon sisteminin tamamlanıp, uygulamaya alınması süreçlerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. SPS otomasyonunun hayata geçirilmesinde de mutlaka uygun bir Karar Destek Sistemi (KDS) kullanılması gerekecektir.

4.2.1. Birleştirilmiş Modelleme Dili - *UML*

Booch, Rumbaugh ve Jacobson tarafından ortaya konmuş olan *UML*, 4. Kuşak yazılım dillerini temsil eden nesneye yönelik yazılımların geliştirilmesini kolaylaştıran bir metodolojidir (Fowler & Scott, 1997). Yazılımların analiz ve tasarım aşamasının gerçekleştirilmesini modelleme yoluyla kolaylaştırır. Koçer (2007) *UML*'i “yazılımın, diyagram şeklinde ifade edilebilmesi için oluşturulan nesne tabanlı sistemlerin incelenmesi ve tasarımında standart olarak kullanılan ortak modelleme dilidir” ifadesiyle tanımlamaktadır. Temelde Booch, *OMT* ve *OOSE* metodolojileri olmak üzere diğer tüm nesneye yönelik metodoloji olarak tasarlanmış metodolojileri birleştiren bir yöntem olan *UML*, diyagramlar vasıtasıyla görselleştirme yapmayı ve yazılımların dokümantasyonunu da sağlayan bir modelleme dilidir (Blaha ve Premerlani, 1998). Görselleştirme için *CASE* araçlarından yararlanır. *UML*'de analiz ve tasarım aşamasında sistemin genel ve detaylı tasarımında *use case* (kullanım durumu) diyagramları kullanılır. Bu sistemin yapısını anlamayı kolaylaştırır (Jacobson, 1995). *UML* metodolojisiindeki işlem adımları;

1. Kullanım durumu (*use case*) modelleme

- Aktörleri,
- *Use case*'leri,
- *Use case* ilişkilerini,
- 1. *Use case* gerçekleştirme
- Ardışıklık diyagramı,
- İşbirliği diyagramı,

2. Sınıf modelleme

- Sınıflar,
- İlişkiler,
- Rol isimleri,
- Ait olma durumları,
- Çeşitlilik,
- Yayılımın belirlenmesi,
- Yapı & davranış,
- Kalıtım,

3. Durum geçiş diyagramları

4. Bileşen modelleme

- Kod bileşenleri,
- Kütüphaneler,
- Çalıştırılabilir kodlar,

5. Geliştirme modeli:

- Düğümler ve bağlantılar,

6. Genel kavramlar,

- Sınıflandırma mekanizmaları ve
- Paketler ile fonksiyonellik artırılabilir

basamaklarında modelleme gerçekleştirilmektedir (Fowler & Scott, 1997; Ayvaz, 1999; Sommerville, 2004; Pressman, 2010).

4.2.2. Violet

Violet, *UML* diyagramları oluşturma ortamı sağlayan, Java ile oluşturulmuş, *GNU (GNU's Not Unix)* lisanslı, farklı platformlarda çalışan ücretsiz bir *CASE* aracıdır (Violet, 2002).

Bu çalışmada Violet ile *UML*'in *use case* diyagramları oluşturulmuştur. *Use case* diyagramlar; sistemin genel tasarımını görselleştirmek amacıyla kullanılmaktadır. Kullanıcı ile sistem arasındaki etkileşim modellenir. *Use case* diyagramlarda üzerinde çalışılan uygulama

ile uygulamadan etkilenen aktör olarak tanımlanmış olan kullanıcılar yer almaktadır. *Use Case*'ler sistemin ne yaptığı ile ilgilenir, kesinlikle neden ve nasıl yapıldığı ile ilgilenmez (Violet, 2002).

4.2.3. Karar Destek Sistemi (KDS)

Karar destek sistemleri özellikle yöneticilerin bir karar aşamasındayken, karar verme sürecini hızlandıran ve yönetsel kontrolün artırılması amacıyla toplanmış bilgilerden faydalanarak karar vermeyi kolaylaştıran sistemlerdir (Mutlu, 1989). Karar destek sistemleri günümüzde bilgisayar tabanlı, insan tabanlı veya ikisinin karışımı şeklinde tasarlanmaktadır (Şeker, 2014).

Karar destek sistemi veritabanı, karar destek sistemi yazılım sistemi ve kullanıcı ara yüzü bileşenlerine sahip olan karar destek sistemleri; kullanıldığı amaca uygun olarak verilmesi istenen kararlar ilgili veriyi algılayıp, anlayarak etkin karar seçenekleri oluşturmaktadırlar (Gökşen vd, 2015).

Klinik karar destek sistemleri (KKDS) sağlık hizmetinde kullanılan KDS'leridir. KKDS'ler kullanıldıkları bölümlerde oluşan beklenmedik durumlarda; erken uyarı, hızlı cevap, anında veri analizi, maliyeti düşürme, zaman tasarrufu ve veri kaynaklarının iyi kullanabilmesi amacıyla kullanılabilir (Özata & Aslan, 2004; Koç vd., 2012).

4.3. UML ile Vaka Modelleme

Bu çalışmamızdaki vaka modellemesi modül ve alt modüllerin gösterildiği sistemler, bu sistemlerde rol alan kullanıcılar ve kullanıcılarla sistemler arasındaki ilişkileri hem genel hem de detay anlamda gösteren kullanım durumu (*use case*) modelleme aşaması Violet *CASE* aracı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. *Use Case* diyagramda kullanılan temel semboller (aktör, *use case* ve ilişki) ve bu sembollerin ne anlama geldikleri Şekil 6'da gösterilmektedir.

Şekil 6. Use Case Diyagram Sembolleri

Sağlık profil sistemi (SPS); KDS ve teletıp yardımıyla çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Sistemin bu özelliği kalıtım yoluyla ona bağlı olan Sağlık Koruma-Geliştirme Sistemi (SKGS), Hasta Takip-Müdahale Sistemi (HTMS), Erken Tanılama Sistemi (ETS), Hızlı Tedavi Sistemi (HTS) ve Tedavi Sonrası İzlem Sistemi (TSİS) alt sistemlerine de geçmektedir. Ana sistem ile alt modüller arasındaki ilişkiler kalıt ilişkisi olarak (Şekil 7) gösterilmiştir. Kullanıcı ile sistem arasındaki veya sistemlerin kendi aralarındaki ilişki şekli farklı sembollerle gösterilmektedir.

—— İlişki: Kullanıcı ile sistem arasındaki en temel ilişki biçimini gösteren semboldür.

——> **Kalıtım:** Bir sistemin kendine ait bazı özellik veya işlevlerini alt sistemine (veya sistemlerine) aktardığını (kalıtlama olduğunu) gösteren semboldür.

----- **Zayıf İlişki:** Kullanıcı ile sistem arasında veya sistem ile alt sistem arasında veya hatta da bir sisteme ait açıklama yapmak amacıyla kullanılan ilişki sembolüdür. Bu ilişki sembolü aktif bir eylemi değil, dolaylı bir ilişkiyi ifade etmek için kullanılır. Bu sembol Şekil 7’de SPS’nin sahip olduğu bir özelliği (kendine bağlı alt sistemlerle çalışırken karar destek ve teletıp sistemi kullanıldığı bilgisi) okuyucuya not olarak verdiğimiz not bağlantısını göstermek için kullanılmıştır.

Sağlık profili oluşturma otomasyon sisteminin kullanıcıları 3 farklı tipte ve yetkidedir. Bunlar;

1. Hasta olsun veya olmasın kişinin kendisi: Otomasyon sistemini kullanarak kendisine ait sağlık bilgilerini görebilir.

2. Tedavi için gelen hastanın sağlık (tanı, tedavi) bilgilerini giren doktor veya sağlık personeli ile kişisel bilgileri içeren kaydı gerçekleştiren görevli memur: Görevi ve çalıştığı

departmanın sağladığı yetki dahilinde sisteme hasta ile ilgili bilgileri girer ve hastayla ilgili olarak yetki alanında kalan bilgileri görür.

3. Afet veya salgınlarda vatandaşın sağlık bilgilerine ulaşma yetkisinde olan Sağlık Bakanlığı çalışanı olan görevlidir. Bu amaçla yetkilendirilmiş olan kişiler hastayla ilgili olarak yetki alanında kalan bilgileri görür.

Şekil 7. Sağlık Profil Sistemi Genel Tasarımının Use Case Diyagramı

SPS’ye bağlı olan alt sistemler de kendi içlerinde alt modüller içermektedir. Bu alt modüller use case diyagramda sistemler arasındaki “include” ilişkisi ile gösterilmiştir (Şekil 8). İlişki sembolü kesikli ok -----> ile gösterilmekte ve ok üstünde «include» yazısı ile ifade edilmektedir. Örneğin: HTMS alt sisteminin sahip olduğu modüller olarak; ambulans sistemi, hastane belirleme sistemi, eşzamanlı veri aktarımı sistemi modülleri ve diğer alt sistemlere ait alt modüller Şekil 8’de görülmektedir.

Şekil 8. Alt Sistemlere Dahil Olan Modülleri Gösteren Detaylı Use Case Diyagramı

HTMS’de daha önce tedavi bilgileri bulunan hasta için Şekil 9’da görüldüğü gibi oluşturulan epikriz modülü HTMS ile sürekli bilgi alışverişindedir. HTMS’de hasta bilgilerinin güncelliği hastanın kullandığı giyilebilir teknolojiler yardımı ile sağlanmaktadır. Bu sayede sisteme anlık veri akışı gerçekleşmektedir. Hastanın doktoru olası sağlık sorunlarında hastaya verilmesi veya verilmemesi gereken ilaçlar ile yapılması gereken müdahale, müdahale esnasında hastane veya ambulansda bulunması zorunlu teçhizat konusunda HTMS’ye öneride bulunur. Hasta bulunduğu veya farklı bir şehirdeyken ihtiyaç duyulduğunda çağırılacak ambulans (karar destek sistemi yardımıyla) HTMS’ye bağlı Ambulans Sistemi vasıtasıyla iletişindedir. Normal koşullarda ambulans herhangi bir hastayı hastalığına uygun en yakın ve boş olan hastaneye götürürken, kurguladığımız bu sistemde hasta için uzmanlık alanı ve donanım açısından en uygun olan hastane Hastane Belirleme Sistemi (yine sistemdeki karar destek sistemi yardımıyla) ile tespit edilmektedir. Burada hastaya ilk müdahaleyi yapan sağlık personelinin hasta ile ilgili bilgileri sisteme girip, hastanın HTMS tarafından izin verilen bilgilerini görerek gerekli müdahale yapılır ve önlem alınır.

Hastanın aciliyet derecesi, olay mahallinde ya da ambulans içinde müdahale), acil servis ihtiyacı (yeşil, sarı, kırmızı alan), hastanın ön tanısına yönelik olarak laboratuvar, görüntüleme, girişim ve tedavisi için uzman sağlık personeli ve donanım ihtiyacı belirlenmiş olarak, hastaya gerek ambulansta gerekse hastanede yapılan tüm tetkik ve müdahaleler HTMS'ye anlık olarak işlenir.

Tıpta bilişim teknolojilerinin gelişimi sağlık hizmeti sunanların düşünce yapısında köklü değişiklere yol açmakta, sağlık hizmetleri dijitalleşme ve yapay zeka uygulamaları ve çözümlerine yönelmektedir. Sağlık sektöründe modelleme kavramı, bilgi için ön işlenmiş veriye bilgi çıkarım algoritmalarının uygulanmasıyla örtüşmektedir. Sonuçların analizi aşaması, daha büyük veri ve daha fazla değişken söz konusu olduğundan hedeflenen amaca yönelik ön işleme aşaması gerektirebilir

Sağlık hizmetlerinin kritik özelliğinden ve alanının giderek artan ölçüde genişlemesi tüm paydaşlar için sağlık ve güvenlik koşullarını sağlamak, kurumsal varlık ve değerleri korumak, iyileştirmek ve sürdürmek için sistemlerin modellenerek yürütülmesine ihtiyaç vardır. Sağlık hizmetlerinin yürütülmesinde, hasta güvenliğiyle ve sağlık hizmeti veren kuruluşların örgütlenmesinden kaynaklanan kurumsal yapının gerekleri olan tıbbi ve etik kurallara, tanı

ve tedavi protokollerine uyulmasında, risklerin önlenmesinde sistem modellemesinin önemi aşîkardır.

Tıbbi sistem modelleme çalışmalarında, kanıta dayalı tıp ve kişiselleştirilmiş tıp alanlarında tıbbi kararların verilere dayanması gerekliliğı öngörülmektedir. Sağlık alanında bilgi teknolojilerinin yaygın ve etkin kullanımı ile herkesin rahatça erişebileceğı, kişiselleştirilmiş, güvenilir ve etkili sağlık hizmetlerini uygun maliyetle sunmak mümkün olacaktır.

Kaynakça / References

- Ataman, G. (2009). İşletme Yönetimi Temel Kavramlar ve Yeni Yaklaşımlar, İstanbul, Türkmen Kitabevi, Sayfa: 131, ISBN: 9756812402
- Ayvaz, Z.(1999). Nesneye yönelik bilgisayar destekli bir tasarım paketinin geliştirilmesi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Basili, C. L. (2003). Iterative and Incremental Development: A Brief History. IEEE Computer . Benington, H. D. (1983). Production of Large Computer Programs. “. IEEE Annals of the History of Computing (IEEE Educational Activities Department) , 5 (4), 350-361.
- Biological Resource Centres. (2001). Underpinning the future of life sciences and biotechnology. OECD.
- Blaħa, M., Premerlani, W. (1998). Object-Oriented Modeling and Design for Database Applications, Prentice Hall, pages:484, ISBN: 0-13-123829-9
- Boehm, B. (1986). A Spiral Model of Software Development and Enhancement. ACM SIGSOFT Software Engineering Notes , 11 (4).
- Bozbuğā N. (2019). Mantık ve Tıpta İnovasyon. IX. Mantık Çalıştayı Kitabı. Kamer V. (ed). İstanbul: Mantık Derneğı Yayınları, 125-137.
- Cano P., Klitz W., Mack S.J., Maier M., Marsh G.E.S., Noreen H., Fernandez-Vina M. (2007). Common and well documented HLA alleles: Report of the ad-hoc Committee of the American Society for Histocompatibility and Immunogenetics. Hum Immunol, 68(5), 392-417.
- Christiansen F.T., Tait B.D. (2012). Immunogenetics: Methods and Applications in Clinical Practice, Newyork Humana Press, pp. 687-689.
- Contrast*. (2017, April 22). An Individually Adaptable, BNCl-based, Remote Controlled Cognitive Enhancement Training for Successful Rehabilitation After Stroke Including Home Support and Monitoring. https://cordis.europa.eu/project/rcn/100792_en.html
- Durna, Z. (2012). Kronik Hastalıklar ve Bakım. Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul, Sayfa: 573, ISBN: 9789754209099.
- Fowler, M., Scott, K. (1997). UML Distilled Applying The Standard Object Modelling Language, Addison Wesley, ISBN: 978-0-201-32563-8
- Fowler, M. (2003). UML Distilled (Third Edition) Addison Wesley, ISBN: 978-0-321-19368-1
- Gökşen, Y., Aşan, H. Damar, M. (2015). İşgücü Planlamasında Bir Karar Destek Sistemi Uygulaması, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 53-66, Doi:10.16953/deusbed.97796, <http://dergipark.org.tr/pub/deusosbil/issue/4639/63179>
- Halfter K, Mayer, B. (2017). Bringing 3D tumor models to the clinic – predictive value for personalized medicine. Biotechnology Journal 12(2): 1-7. <https://doi.org/10.1002/biot.201600295>
- Help4Mood*. (2019, August 1). A Computational Distributed System to Support the Treatment of Patients With Major Depression. https://cordis.europa.eu/project/rcn/97478_en.html
- Henderson-Sellers, B., Edwards, J.M. (1990). Object-Oriented Systems Life Cycle, Communications of the ACM, Vol 33, No 9, Erişim: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/83880.84529>, Erişim tarihi: 30.04.2020

- Institute of Medicine. (2011). Medical devices and the public's health: the FDA's 510(k) clearance process at 35 years. National Academies Press; 2011. In: <http://www.iom.edu/Reports/2011/Medical-Devices-and-the-Publics-Health-the-FDA-510k-Clearance-Process-at-35-Years.aspx>
- International Declaration on Human Genetic Data. (2003). UNESCO. http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=17720&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html
- Isabel Products. (n.d.). <https://www.isabelhealthcare.com/products>
- Jacobson, I., Christerson, M., Jonsson, P., Övergaard, G. (1995). Object-Oriented Software Engineering A Use Case Driven Approach (Revised printing), Addison-Wesley, Pages: 528, ISBN: 0-201-54435-0
- Kalıpsız O. (1992). Bilgisayar Yazılım Mühendisliği, İstanbul, İ.Ü. Basımevi ve Film Merkezi, Sayfa: 289, ISBN: 975-6797-57-6
- Kalıpsız O., Buharalı O. A., Biricik G. (2012). Bilgisayar Bilimlerinde Sistem Analizi ve Tasarımı. Papatya Yayıncılık, İstanbul, ISBN: 9789756797686
- Kendall, K. E., Kendall, J.E. (2010). Systems analysis and design (8th edition), Prentice-Hall, ISBN: 978-0-13-608916-2
- Koçer, H.G. (2007). XP ve Uml'nin Yazılım Geliştirme Sürecine Etkileri, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya
- Kramer, M.H., Bauer, W., Dicker, D., Durusu-Tanriover, M., Ferreira, F., Rigby, S.P., Roux, X., Schumm-Draeger, P.M., Weidanz, F., & van Hulsteijn, J.H.; on behalf of the Working Group on Professional Issues, European Federation of Internal Medicine (EFIM) (2014). The Changing Face of Internal Medicine: Patient Centred Care. European Journal of Internal Medicine, 25(2):125-127.
- Koç, E., Şengül, Y.A., Özkaya, A.U., Gökçe, B. (2012). Klinik Karar Destek Sistemleri Kullanımına Yönelik Bir Araştırma: Acıbadem Hastanesi Örneği, IX. Ulusal Tıp Bilişimi Kongresi, 15-17 Kasım 2012, Antalya, 64-74.
- Koç, F. (2010). Türkiye'de e-Devlet uygulamaları Sağlık Bakanlığı Örneği. 2010. İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Malatya.
- Lamb, D.A. (1988). Software Engineering, Planning for Change, Prentice Hall, ISBN: 0138229821
- Liddell, H.G., Scott, R. (1940). A Greek-English Lexicon, Perseus Digital Library, Sayfa: 1819
- Musen M.A., Shahar Y., Shortliffe E.H. (2006) Clinical Decision-Support Systems. In: Shortliffe E.H., Cimino J.J. (eds) Biomedical Informatics. Health Informatics. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/0-387-36278-9_20
- Mutlu, M. E. (1989, Şubat 09). Karar Destek Sistemleri ve Öğrenci İşlerinde Bir Uygulama. Karar Destek Sistemleri ve Öğrenci İşlerinde Bir Uygulama. Eskişehir, Eskişehir, Türkiye: Anadolu üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü .
- Ömürbek, N., Altun, F. (2009). Sağlık bilişim sistemlerinin uygulanmasına ilişkin bir araştırma: İzmir örneği, SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, 19(1):211-32.
- Özata, M., Aslan, Ş. (2004). Klinik Karar Destek Sistemleri ve Örnek Uygulamalar, Kocatepe Tıp Dergisi, Cilt 5 No: 2, 11-17
- Pressman, R.S. (2010). Software Engineering A ;Practitioner's Approach (7th edition), Mc Graw Hill series in computer science, Sayfa: 895, ISBN: 9780073375977
- Public and Professional Policy Committee European Society of Human Genetics. (2003). Data Storage and DNA Banking for Biomedical Research: Technical, Social and Ethical Issues. European Journal of Human Genetics 11:906-908.
- Sarıdoğan, M.E. (2004). Yazılım Mühendisliği, İstanbul, Papatya Yayıncılık, Sayfa: 131, ISBN: 975-6797-57-6
- Shortliffe EH, Cimino J. (2007). Biomedical informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine.
- Sommerville, I. (2004). Software Engineering, Pearson/Addison-Wesley, Sayfa: 759, ISBN: 9780321210265

- Şeker, S.E. (2014). Yazılım Geliştirme Hayat Döngüsü (Software Development Life Cycle). YBS Ansiklopedi, Cilt 1, Sayı 2, 2-5, <http://ybsansiklopedi.com/wp-content/uploads/2014/10/1ygyd.pdf>
- Şeker, S. E. (2015). Yazılım Geliştirme Hayat Döngüsü (Software Development Life Cycle). YBS Ansiklopedi, Cilt 2, Sayı 3, 18-29, <http://ybsansiklopedi.com/wp-content/uploads/2015/08/Yazılım-Geliştirme-Modelleri-Yazılım-Yaşam-DöngüsüSDLCYBS.pdf>
- Takeda H, Matsumura Y, Nakajima K et al: (2003).Health care quality management by means of an incident report system and an electronic patient record system. International Journal of Medical Informatics, Vol 69, Issue 2-3, 285-293
- Türkiye Sağlık Bilgi Sistemi Eylem Planı.* (2004, Ocak). [https://sbu.saglik.gov.tr/Ekutuphane/kitaplar/biyoistatistik\(16\).pdf](https://sbu.saglik.gov.tr/Ekutuphane/kitaplar/biyoistatistik(16).pdf)
- van Waalen S. (2014). The epistemology of clinical decision-making. Master Thesis Philosophy of Science, Technology and Society, University of Twente.
- Violet.* (2002, 12 16). Home. (V. i. editor, Prodüktör) 03 15, 2020 tarihinde Violet is a UML editor: <http://alexdp.free.fr/violetumleditor/page.php> adresinden alındı
- WHO. (2016). New horizons for health through mobile Technologies. Global Observatory for eHealth series-Volume 3 mHealth. www.who.int/goe/publications/ehealth_series_vol3/en/
- Yıldırım, J. Çevirgen, G. A. (2019). Kronik hastalıkların yönetiminde kullanılan bilişim tabanlı uygulamalar, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi (CBU-SBED), 6(1): 65-73
- Yıldırım Ö. (2000). Kalp Hastalıklarının Teşhisinde Kullanılan Bir Uzman Sistem Uygulaması. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir