XI. Tıp Bilişimi Kongresi

XI[th] Congress of Medical Informatics

Tıp Bilişimi Derneği

Bildiriler Kitabı

Proceedings

Editörler / *Editors*
Oğuz Dicle
Adil Alpkoçak
Mustafa Özmen
Utku Şenol
Neşe Zayim
Yeşim Aydın Son
Gökhan Karakülah

Ankara, 2018

Kongre Başkanı / *Congress Chair*
Oğuz Dicle

Kongre Sekreteri / *Congress Secretary*
Gökhan Karakülah

Düzenleme Kurulu / *Organization Committe*
Mustafa Özmen, Utku Şenol, Adil Alpkoçak, Yeşim Aydın Son, Neşe Zayim, Alper Selver

Bilimsel Kurul Başkanı / *Program Committe Chair*
Adil Alpkoçak

Bilimsel Kurul / *Program Committe*
Adil Alpkoçak, Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye
Ahmet Yardımcı, Akdeniz Üniversity, Türkiye
Alejandro, Rodriguez, Universidad Politécnica de Madrid, İspanya
Alessio Bottrighi, Dipartimento di Informatica, Universita` del Piemonte Orientale, İtalya
Angelo Gargantini, University of Bergamo, İtalya
Christoph M. Friedrich, University of Applied Science and Arts Dortmund, Almanya
Cristina Drugan, Iuliu Hatieganu University of Medicine and Pharmacy, Romanya
Eleni Kaldoudi, Democritus University of Thrace, Yunanistan
Ebru Akçapınar Sezer, Hacettepe Universitesi, Türkiye
George Drosatos, Democritus University of Thrace, Yunanistan
George Sakellaropoulos, School of Medicine, University of Patras, Yunanistan
Guilherme Campos, University of Aveiro, Portekiz
Hammadi Nait Charif, Bournemouth University, İngiltere
Janusz Wojtusiak, George Mason University, ABD
José Luis Oliveira, University of Aveiro, Portekiz
Juan Miguel Gómez-Berbís, Universidad Carlos III de Madrid, İspanya
Kemal Turhan, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye
Kemal Hakan Gülkesen, Akdeniz Üniversitesi, Türkiye
Liliana Dobrica, University Politehnica of Bucharest, Romanya
Marc Cavazza, University of Greenwich, İngiltere
Marcos Rodrigues, Sheffield Hallam University, İngiltere
Mihail Cocosila, Athabasca University, Kanada
Neşe Zayim, Akdeniz Üniversitesi, Türkiye
Oğuz Dicle, Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye
Omar Badreddin, University of Texas, El Paso, ABD
Osman Saka, Near East University, KKTC
Özgür Tosun, Near East University, KKTC
Payam Behzadi, Islamic Azad University, İran
Pınar Duygulu, Hacettepe Universitesi, Türkiye
Selen Bozkurt, Akdeniz Üniversitesi, Türkiye
Tahir Hameed, SolBridge International School of Business, Güney Kore
Uğur Bilge, Akdeniz Üniversitesi, Türkiye
Utku Şenol, Akdeniz Üniversitesi, Türkiye
Vimla Patel, The New York Academy of Medicine, ABD
Yeşim Aydın Son, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Türkiye
Yılmaz Kemal Yüce, Alanya Alaattin Keykubat Üniversitesi, Türkiye

Bildiri Sunumları Oturumu – I / *Oral Presentation Session - I*

Filiz İşleyen, M. Aydan Yıldırım, Esra Muş, Şahin Aydın, M. Mahir Ülgü. Hastanelerde Veri Aktarım Süreçlerinde Kullanılabilecek Veri Modeli Geliştirilmesi ve Türkiye'de HBYS Yazılımlarının Modele Uyumları

Berrin Gündoğdu, Nezih Çetinkaya, Filiz İşleyen. Hekimlerin e-Nabız Hekim Erişim Servisini Kullanmalarında Eğitici Eğitiminin Etkisi

Mert Özcan. Sağlık Sektöründe Beşinci Nesil Mobil Haberleşme Teknolojileri

Burçin Kurt, Nabiyev Vasif, Kemal Turhan. An Automatic Mass Detection System in Mammograms Using Multi-Layer Feedforward and Probabilistic Neural Networks

Meryem Aydan Yıldırım, Filiz İşleyen. Hastane Bilgi Yönetim Sistemlerinde Hemşirelik Terminolojilerinin Kullanımı

Murat Dalmış, Neşe Zayim. Ağız ve Diş Sağlığı Yönetimsel Karar Destek Sistemi Tahmin Modellerinin Oluşturulması

Göksu Bozdereli Berikol, Uğur Bilge, Gürkan Berikol, Hilal Bozdereli. Zihinsel Engellilerde Eğitimin Başarıya Etkisi: Bir Veri Madenciliği Örneği

Alirıza Arıbaş, Adil Alpkoçak. Kanıta Dayalı Tıp Temelli Soru Yanıt Sistemi

Cemre Candemir, Kaya Oguz, Burcu Özkul, Ali Saffet Gonul, Alper Selver, Serdar Korukoğlu. Fonksiyonel MR Görüntülerinden Aktivasyon Bölgelerinin Belirlenmesinde Kontrast Vektör Analizi: Sosyal Destek Deneyi Uygulaması

Bildiri Sunumları Oturumu - II / *Oral Presentation Session - II*

Ali Emre Kavur, Oğuz Dicle, Alper Selver. Farklı Karaciğer Bölütleme Algoritmalalarının Çeşitliliğinin ve Tamamlayıcılığının Analizi

Göksu Bozdereli Berikol, Neşe Zayim. Usability Evaluation Of Web-Based Triage Training For Emergency Service Staff

Deniz Ozel, Neşe Zayim. Web Tabanlı Hemşirelik Tanıları Mobil Öğrenme Sistemi: Öğrenci Görüşleri

Esra Zehİr. Sağlık Bilgi Sistemlerinde Uluslararası Standartların Kullanımı; ICD-O Örneği

Cansu Gündoğan,Oğuz Dicle. Karaciğer Lezyonlarının Sınıflandırılmasına Yönelik Klinik Karar Destek Sistemi

Nevruz İlhanli, Selen Bozkurt, Ahmet Yardimcı. Prostat Kanseri Riskini Belirleyen Farklı Bulanık Modellerin Karşılaştırılması

Hazal Taş Atılgan, Uğur Bilge, Ahmet Yardımcı. Hemiplejik Yürüyüşün Dalgacık Dönüşümü ve Yapay Öğrenme Yöntemleri ile Sınıflandırılması

Sinan Findik, Abdulahad Bayraktar, Zafer Yüksel, Barış E. Süzek. Usage Of The Human Phenotype Ontology in Request Platforms and Analysis of Clinical Genetic Sequencing Tests in Turkey

Bora Baydar, Savas Ozkan,Gozde Bozdagi Akar. Koşullu Çekişmeli ve Evrişimli Sinir Ağ Tabanlı Otomatik Karaciğer Bölütleme

Poster Bildirileri / *Poster Session*

Yüksel Özkan, Timur Köse, Mehmet N. Orman,Aslı Suner. Makine Öğrenmesi Yöntemleriyle Çalişanlarin Sağlik Durumlarina Göre İşe Devamsızlıklarının Tahminlenmesinde Karar Desteği

Harun Cig, Mehmet Fatih Tuysuz. Kanonik Korelasyon Analizi ile Yaşın, Cinsiyetin ve Saç Tipinin EEG Sinyalleri Üzerindeki Etkisinin incelenmesi

Mevlüt Fındık, Filiz İşleyen, M.Aydan Yıldırım, Esra Muş, Şahin Aydın. VEM Veri Tabanı ve Analiz Programının Kullanılabilirlik Değerlendirmesi

Parvin Huseynova, Oguz Dicle, Alper Selver. Ground-Truth Generation for Liver Vascular Tree Extraction in Living Donated Liver Transplantation: Applications and Challenges

Metehan Kiciman, M.Mahir Ulgu, Cihan Nisanci. A Significant Project Of Health Transformation Program "Centralized Doctor Appointment System"

Nizar Ahmed, Adil Alpkocak. Semantic Relation and Triplet Information Extraction: A Hybrid Approach

İlknur Buçan Kirkbïr, Burçin Kurt. Handling missing value using multiple imputation approach

Mehmet Öztürk, Abdülkadir Koçer, Ahmet Yardımcı. Etkin ve Ekonomik Bir Laboratuvar Tüpü Sıralama ve Kayıt Makinesi

Dilara Usta, Fatoş Korkmaz. The Effect of Web-Based Interventions on Patient Engagement Process

Hacer Türkan. Elektronik Sağlık Kayıtlarının Mahremiyet Korumalı Paylaşımı

Nihat Barış Sebik. Veri Madenciliği Algoritmalarının Göğüs Kanseri Veri Seti Üzerinde Başarılarının İncelenmesi

Nesrin Çelik Gülay, Uğur Bilge, Hilmi Uysal. Amiyotrofik Lateral Skleroz (Als) Hastaliğinin Genetik Ve Demografik Veri İlişkisinin İncelenmesi

A.Anil Sinaci, Tuncay Namli, Senan Postaci, Mert Gencturk , Gokce B. Laleci Erturkmen. Transforming Health Data into Timeseries for Predictive Analytics

Hastanelerde Veri Aktarım Süreçlerinde Kullanılabilecek Veri Modeli Geliştirilmesi ve Türkiye'de HBYS Yazılımlarının Modele Uyumları

Filiz İşleyen[1], M. Aydan Yıldırım[1], Esra Muş[1], Şahin Aydın[1], M. Mahir Ülgü[1]

[1] T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye
filiz.isleyen@saglik.gov.tr

Development of Data Model Might be Used Data Transfer Process in Hospitals and Model Adaptation of HIS Software in Turkey

Abstract. Hospital Information Systems (HIS) are used in every hospital in our country and these systems are developed by different software companies. In case of a change in the HIS software used in a hospital for various reasons, all data from the current HIS to the new HIS should be transferred. Accurate, complete, consistent, reliable and fast delivery of this transfer is important in order not to disrupt the health service provided by the hospital. The aim of this study is the development process of a model (Data Model – VEM) so as to be used as a standard in data transfers to be made in HIS changes, the controls applied to ensure that the relevant model is created by all HIS developers in a correct, full and suitable for the purpose manner and to share the opinions of HIS developers regarding VEM views. In the development process of the model, focus method was used and studies were realized together with data transfer experts from HIS software companies in Turkey. A software developed by the General Directorate of Health Information Systems has been used for the audit of compliance of HIS developers with VEM. In addition, a questionnaire was sent to HIS developers via e-mail and their opinions on VEM were received. 44 HIS programmers voluntarily participated in the study and 70% stated that they thought that VEM helped solve problems in data transmission. As a result, it can be said that VEM is successful in solving the many problems experienced in data transfer in HIS changes in hospitals.

Keywords: HIS, Data Transmission Model, Focus Group Method.

Özet. Ülkemizde her hastanede Hastane Bilgi Yönetim Sistemi (HBYS) yazılımı kullanılmakta ve bu sistemler farklı yazılım firmaları tarafından geliştirilmektedir. Çeşitli nedenler ile bir hastanede kullanılan HBYS yazılımı değişikliğinde mevcut HBYS'den yeni HBYS'ye, veri tabanındaki tüm verilerin aktarılması gerekmektedir. Bu aktarım işleminin doğru, tam, tutarlı, güvenilir olarak ve hızlıca yapılması hastanenin sunduğu sağlık hizmetinin aksamaması için önemlidir. Bu çalışmada Türkiye'deki hastanelerde, HBYS değişikliklerinde yapılacak

veri aktarımlarında standart olarak kullanılması için bir model (Veri Modeli-VEM) geliştirilmesi süreci, bu modelin tüm HBYS geliştiricileri tarafından doğru, tam ve amacına uygun olarak oluşturulması için uygulanan denetimler ile HBYS geliştiricilerinin VEM görüntülerine ilişkin görüşlerinin paylaşılması amaçlanmıştır. Modelin geliştirilme sürecinde odak görüşme yöntemi kullanılmış ve ülkemizdeki HBYS yazılım firmalarından veri aktarımı uzmanları ile birlikte çalışılmıştır. HBYS geliştiricilerinin VEM'e uyumlarının denetimi için Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü tarafından geliştirilen bir yazılım kullanılmıştır. Buna ek olarak HBYS geliştiricilere e-posta ile bir anket gönderilmiş ve VEM'e ilişkin görüşleri alınmıştır. Çalışmaya gönüllü olarak 44 HBYS yazılımcısı katılmış ve %70'i VEM'in veri aktarımındaki sorunları çözmeye yardımcı olduğunu düşündüklerini belirtmiştir. Sonuç olarak VEM'in hastanelerde HBYS değişikliklerinde veri aktarımında yaşanılan birçok sorunu çözmede başarılı olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: HBYS, Veri Aktarım Modeli, Odak Grup Yöntemi.

1 Giriş

Ülkemizde ve dünyada, Hastane Bilgi Yönetim Sistemi (HBYS) kullanıcısı olan hastaneler, kullanmakta olduğu sistemi, önemli bileşenlerin (modüllerin) eksikliği, kullanılabilirlik problemleri veya memnuniyet vb. nedenlerle değiştirebilmektedirler. Sebep ne olursa olsun, HBYS değişikliğinde tüm hastaneler yeni HBYS ile sundukları hizmet kalitesinin artmasını veya en azından korunmasını sağlayan ve hasta bakım ihtiyaçlarını karşılayan bir sistem talep etmekle birlikte HBYS değişikliği sürecinde veri kaybının olmadığı, hızlı bir şekilde veri aktarımının yapılabileceği bir çözüm arayışında olmaktadır.

Kavramsal olarak çoğu HBYS aynı bilgi türünü (tanı, laboratuvar bulguları, tedavi şekli vb.) işlemektedir. HBYS'nin tanı ve tedavi süreçlerinde ilk kullanılmaya başlandığı zamanlarda tanı, laboratuvar sonuçları, ilaçlar ve alerjiler gibi önemli tıbbi veriler için bile tıbbi içerik standardı olmadığı için ülkemizdeki HBYS'lerin çoğu tıbbi veriler için kendi özel terminolojisini oluşturmak zorunda kalmıştır. Bu özel terminoloji de HBYS değişikliğinde veri aktarımı sürecinde, verilerin doğru ve hızlı bir şekilde aktarılmasını zorlaştırmaktadır. Her hastanın sağlık geçmişini yeni bir HBYS'de tanımlamak amacıyla, mevcut HBYS'de kullanılan veri tabanı mimarisini anlamak ve haritalamak muazzam bir zorluk olabilir. Bu haritalama sürecini yüksek bir doğruluk seviyesinde ve hastanedeki bütün hasta bilgileri göz önüne alınarak tam otomatik hale getirmeye çalışmak sadece ülkemizde değil Amerika'da da büyük bir sorundur [1]. Konuyla ilgili yapılan çalışmalar mevcut HBYS'den yeni HBYS'ye geçme sürecinin uzun, yorucu ve veri kayıplarına neden olabildiğini göstermektedir [2].

Ülkemizde, şimdiye kadar veri aktarımı, her iki yazılım firmasında (mevcut ve yeni) veri aktarımı uzmanı olarak çalışan kişilerin birlikte çalışması ile gerçekleştirilmekteydi, ancak bu birlikte çalışma işleri kolaylaştırmak yerine daha da karmaşık olmasına neden olmaktaydı. Bu durum şöyle açıklanabilir; bir hastanede A

HBYS yazılımı kullanılırken B HBYS yazılımı kullanılacağı zaman, A HBYS firmasının veri aktarım uzmanı ve B HBYS firmasının veri aktarım uzmanı A ve B yazılımlarının veri tabanlarını açarak hızlı, kolay ve doğru bir şekilde A'da saklanan tüm verileri B'ye aktarmaya çalışırlar. Bunun için B veri aktarım uzmanının bir aktarım uygulaması geliştirmesi gerekir. B veri aktarım uzmanı bu işlemi verisini aktaracağı her farklı yazılım için ayrı ayrı yapmak zorundadır. Çünkü her HBYS'nin kullandığı veri tabanı yapısı farklıdır. Bilgilerin bulunduğu tablo isimlerinden veri elemanı isimlerine kadar farklılık bulunabilmektedir. Örneğin bir HBYS firması hasta bilgileri için tek bir tablo kullanırken başka bir firma 2 ya da daha fazla tablo kullanabilmektedir. Diğer bir örnek ise verilerin sınıflandırılması ile ilgilidir: Bir HBYS firması "cinsiyet" veri elemanı için "Erkek=1", "Kadın=2" kullanabilirken başkası "Erkek=x", "Kadın=y" kullanabilir. Bu farklılıklara ilişkin örnekler artırılabilir. Aktarım yapılacak veri tabanları için bu farklılıklar her zaman için veri aktarım sürecinin öngörülenden daha uzun sürede tamamlanmasına neden olmaktadır. Bu sorunun en optimum çözümü için veri aktarım standartlarının belirlenmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

Bu nedenle T.C. Sağlık Bakanlığı, Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü tarafından aktarım için bir veri modeli geliştirilmiş ve bu modelin veri aktarımlarında standart olarak kullanılmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. HBYS Minimum Veri Modeli (VEM), herhangi bir HBYS'nin minimum içeriğini tanımlayan model olacak şekilde geliştirilmiştir. Burada minimum; eski HBYS'den yeni HBYS'ye öncelikli olarak aktarılması gereken verileri ifade etmektedir.

Bu çalışmada Türkiye'deki hastanelerde, HBYS değişikliklerinde yapılacak veri aktarımlarında standart olarak kullanılması için bir model geliştirilmesi süreci, bu modelin tüm HBYS geliştiricileri tarafından doğru, tam ve amacına uygun olarak oluşturulması için uygulanan denetimler ile HBYS geliştiricilerinin VEM görüntülerine ilişkin görüşlerinin paylaşılması amaçlanmıştır.

2 Yöntem

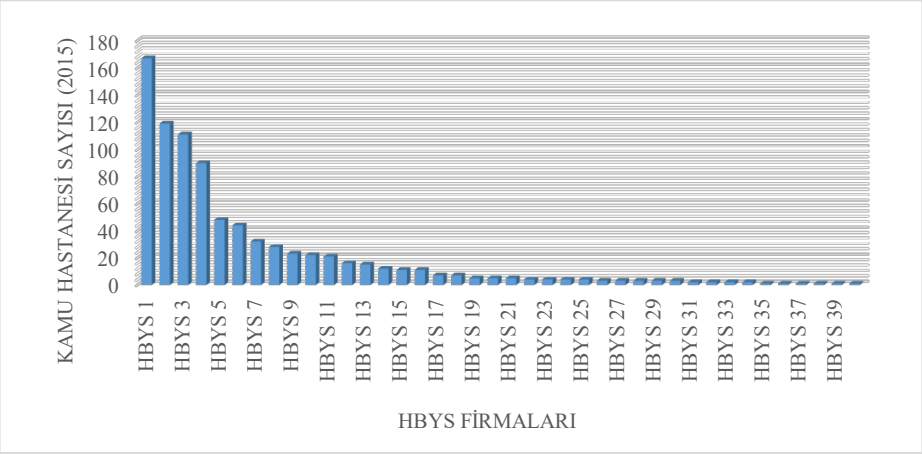
Bu çalışma veri modelinin oluşturulması ve değerlendirilmesi olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir.

2.1 Veri Modelinin Oluşturulması

Veri modelinin oluşturulmasında nitel araştırma yaklaşımı temel alınmış, odak grup görüşmeleri ile veri toplanmıştır. Nitel araştırma, tümevarımcı bir yaklaşımla, olayları ve olguları doğal ortamları içinde betimleme, katılımcıların bakış açılarını anlama ve yansıtma üzerine odaklanan araştırma yaklaşımıdır. Nitel araştırmalarda verilerin toplanmasında kullanılabilecek dört temel yöntem vardır. Bunlar, odak grup görüşmesi, gözlem, görüşme ve doküman incelemedir [3]. Kreuger'e göre (1994) odak grup görüşmelerinin amacı, anlam çıkarmak değil anlama; genelleme değil, çeşitliliği tanımlama; katılımcılar hakkında açıklama değil, katılımcıların durumu nasıl algıladığını ortaya çıkarmaktır [3-4]. Odak grup görüşmelerinde istekli katılımcılar yer aldığından, araştırmalara gönülsüz katılımlar da engellenmiş olmaktadır [3, 5].

2.2 Örneklem Seçimi

Odak grup görüşmelerinde örneklem büyüklüğünün belirlenmesi için kesin bir yöntem olmamakla birlikte Başkale tarafından yapılmış bir çalışmada odak grup görüşmeleri için "Her grupta ortalama 5-10 kişi olacak şekilde gruplar oluşturulur. Ayrıca odak grupların sayısı araştırma sorusunu en iyi temsil edecek şekilde belirlenir." denilmektedir [6]. 2015 yılında ülkemizdeki kamu hastanelerine hizmet veren HBYS yazılım firmalarının çalıştıkları devlet hastanesi sayıları belirlenmiş ve bu dağılım Grafik 1'de verilmiştir. Grafik 1'de bulunan veriler incelendiğinde; 10 adet HBYS yazılım firmasının ülkemizdeki devlet hastanelerinin %80'inde çalıştığı tespit edilerek kendileri ile iletişime geçilmiş, VEM çalışması açıklanmış ve gönüllü olarak katılmaları istenmiştir. 10 HBYS yazılım firmasından yedi tanesi çalışmaya gönüllü olarak katılmıştır. Çalışmadan haberdar olan ancak hizmet verdiği kamu hastane sayısı bakımından tabloda ilk 10 sırada olmayan başka bir yazılım firması da gönüllü olarak çalışmaya katılmak istemiştir. Bu yazılım firmasının da çalışmaya dahil edilmesi ile odak grup katılımcı sayısı sekiz olarak belirlenmiştir.



Grafik 1. HBYS Firmalarının Türkiye'de Çalıştıkları Hastane Sayısı Dağılımı (2015 yılı)

Çalışmanın başlangıcında, Türkiye'deki kamu hastanelerinde hizmet veren çeşitli HBYS yazılımlarının veri tabanı tasarımları incelenmiş, öncelikle sağlık hizmeti sürecinin aksatılmaması için mutlaka aktarılması gereken asgari veriler belirlenerek taslak bir model oluşturulmuştur. Taslak modelde aktarılacak veriler, görüntüler (views) ile tanımlanmıştır. Odak grup görüşmeleri taslak model üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Sekiz adet HBYS yazılım firmasının veri aktarımı uzmanlarından oluşturulan VEM çalışma grubu ile toplamda dokuz adet görüşme gerçekleştirilmiştir. Odak grup görüşmelerinde, katılımcılara VEM'in amacı açıklanmış ve kendilerinden veri aktarımında öncelikli olarak aktarılması gereken verilerin hangileri olduğu ve bu verilerin belirlenmesini sağlayacak sonda sorular yöneltilmiştir. İlk dört odak grup görüşmesinde katılımcılar ile birlikte taslak modelde bulunan her bir görüntü üzerinde

çalışılmıştır. Her katılımcı modelde bulunan görüntüler ve bu görüntülerde bulunması gereken veri elemanlarına yönelik görüşlerini paylaşmışlar ve çoğunluğun onayladığı veri elemanları ile görüntüler belirlenerek VEM ilk sürüm oluşturulmuştur.

Odak grup katılımcılarının modele ilişkin detaylı görüşlerini daha sonra da paylaşabilmeleri için bir Google grup kurulmuştur. Modelin kullanılabilirliğine ilişkin testler yapan yazılımcılar görüşlerini bu grup üzerinden de paylaşmışlardır. Modelin ilk sürümü yayımlandıktan sonra, Türkiye'de HBYS yazılımı alanında çalışan birçok yazılımcıdan ilk sürüme ilişkin e-posta ile alınan geri bildirimleri göz önüne alınarak, yeni çalışma soruları belirlenmiş ve aynı grup ile bir odak grup görüşmesi gerçekleştirilerek, güncellenen VEM sürümü bir ay sonrasında yayımlanmıştır.

Güncel modelin veya modelde yapılan değişikliklerin kolaylıkla takip edilebilmesi için bir web sitesi (vem.saglik.gov.tr) geliştirilmiş ve model ile ilgili herkesin doğru bilgilendirilmesinin sağlanması amaçlanmıştır.

2.3 VEM Modelinin Değerlendirilmesi

VEM'in Türkiye'de her HBYS için doğru bir şekilde oluşturulması, hastanelerdeki veri aktarımları açısından önemlidir. Bu nedenle HBYS geliştiricilerinin kendi yazılımlarına özel oluşturdukları VEM görüntülerini kontrol/değerlendirme amacı ile VEM Doküman ve Veritabanı Analiz Programı geliştirilmiş ve bu yazılım da vem.saglik.gov.tr adresinde yayımlanmıştır.

HBYS geliştiricilerinin oluşturdukları VEM görüntülerine yönelik yapılan ilk kontrollerde VEM'e uygun oluşturulmadığı tespit edilen görüntüler için yazılımcılara en az 10 günlük ek süre verilmiş ve bu sürenin sonunda yeniden kontroller yapılmıştır. Bu kontrollerde HBYS geliştiricilerinin oluşturduğu görüntüler, VEM Doküman ve Veritabanı Analiz Programı ile test edilerek geliştirilen bir form aracılığı ile değerlendirilmiştir.

Değerlendirme verilerinin analiz edilmesi ile VEM için yeniden bir revizyon gerekliliği görülmüştür. Odak grup katılımcıları ile dört görüşme daha yapılarak yazılımcıların tarafımıza ilettiği veya kontrollerde tespit edilen sorunlar görüşülmüş ve tüm katılımcıların onayı ile gerekli revizyonlar yapılarak VEM 1.2 sürümü yayımlanmıştır.

VEM 1.2 yayımlandıktan sonra HBYS yazılım firmalarının yeniden VEM son sürüme uygunluğu için kontrol edilmesi gerekmiştir. Ancak yazılım firmalarının bire bir kontrol süreci uzun zaman almış ve uyumluluğunu göstermek isteyen yazılım firmalarının kontrol için beklemeleri gerekmiştir. Bu nedenle HBYS yazılımcıları ile oluşturdukları VEM görüntülerinin kontrol edilebilmesi ve HBYS yazılımcılarının birbiri ile çalışabilmesi için IHE Connectathon [7] örnek alınarak bir çalıştay planlanmıştır. Antalya ve Ankara'da birbirine yakın tarihlerde gerçekleştirilen VEM 1.2 kontrol çalıştayına toplam 56 adet HBYS geliştiricisi katılmış ve çalıştay bitiminde başarılı bulunamayan HBYS geliştiricilerine hataları bildirilerek bir ay ek süre verilmiştir. Bu çalıştaylarda HBYS'ler kullandıkları veri tabanına göre sınıflandırılmıştır. Örneğin HBYS veri tabanı Oracle olan yazılımcılar kendi aralarında, MySQL kullananlar kendi aralarında ikişerli olarak eşleştirilmiştir. Yazılımcılara

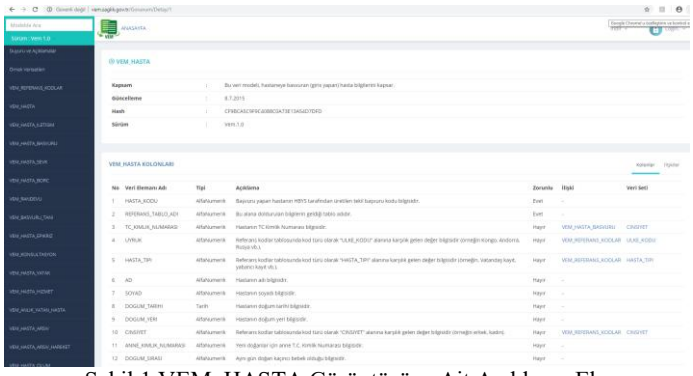
değerlendirme formu verilmiş ve beş gün süresince birbirlerinin VEM görüntülerini kontrol ederek veri aktarımı yapılması halinde yaşanabilecek sıkıntıları çözümleyerek birlikte çalışmaları sağlanmıştır.

VEM kontrolleri esnasında, modeli oluşturan yazılımcıların VEM görüntülerine ilişkin görüşleri yazılı olarak veya sözel olarak alınmıştır. Ancak ulaşılamayan veya iş yoğunluğundan yüz yüze görüşme yapılamayan yazılımcıların da görüşlerini alabilmek için, 5'li likert tipi ölçek kullanılarak web tabanlı olarak hazırlanan bir anket, e-posta ile T.C. Sağlık Bakanlığı Kayıt ve Tescil Sisteminde (KTS) aktif ve geçici listede (http://kayittescil.saglik.gov.tr/) kayıtlı bulunan 56 HBYS geliştiricisine gönderilmiştir.

3 Bulgular

3.1 Odak Grup Görüşmeleri

VEM çalışma grubu ile yapılan odak grup görüşmelerinde, katılımcılardan hastanelerde yaşanılan veri aktarımı sürecinde, verilen sağlık hizmetinin aksamaması için öncelikle hangi verilerin aktarılması gerektiğine ilişkin düşünceleri alınmıştır. Katılımcıların tamamı hastanede verilen sağlık hizmetinin sürekliliğinin aksamaması için öncelikle hastaya ilişkin verilerin aktarılması gerektiğini belirtmiştir. Bu veriler göz önüne alınarak odak grup görüşmesinde ilk belirlenen görüntüler, VEM_HASTA, VEM_HASTA_BAŞVURU, VEM_HASTA_HIZMET, laboratuvar sonuçlarına ilişkin VEM_TETKIK, VEM_TETKIK_ORNEK görüntüleri olmuştur. Şekil 1'de VEM ilk sürümde bulunan VEM_HASTA görüntüsüne ait açıklama ekranı bulunmaktadır. Daha sonra yapılan görüşmelerde de aynı amaç doğrultusunda diğer görüntüler belirlenmiştir.

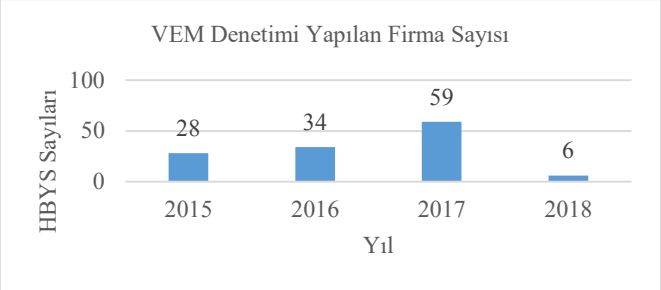


Şekil 1.VEM_HASTA Görüntüsüne Ait Açıklama Ekranı

3.2 Değerlendirme

VEM yayımlandıktan sonra KTS'de kayıtlı olan HBYS yazılım firmalarına 2015/17 Sayılı Genelge [8] gereğince VEM denetimlerinin yapılacağı bilgisi verilmiştir. VEM

görüntülerini oluşturan ve denetime katılmak isteyen yazılımcılar ile bire bir çalışılarak oluşturdukları VEM görüntülerinin uygunluğu değerlendirilmiştir. VEM yeni sürümlerinde yazılım firmalarına uyum için bir ay süre verilmiş sonrasında yeniden denetime tabi tutulmuştur. 2015 yılında VEM ilk sürüm yayımlandıktan sonra, 2015-2018 yılları arasında firmalara yapılan VEM denetimi sayıları Grafik.1'de gösterilmektedir.



Grafik 2. 2015-2018 Yılları Arasında VEM Denetimi Yapılan HBYS Firma Sayıları

2015-2018 yılları arasında yapılan denetimlerde yazılım firmalarının VEM oluşturma durumlarına ilişkin bilgilerin yıllara göre dağılımı incelenmiştir. Denetimler iki bölümde gerçekleştirilmiştir. İlk bölümde (Denetim Soruları) yazılım firmalarının VEM görüntülerine ilişkin temel düzeyde belirlenen gereklilikleri oluşturmaları, ikinci bölümde (SQL Sorguları) ise görüntüde gösterilen verilerin, HBYS veri tabanında bulunan veriler ile tutarlılığının kontrolü için yapılmıştır. Yıllara göre HBYS yazılım firmalarının Denetim Sorularına ilişkin değerlendirme sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1.Yıllara Göre Firmaların Denetim Sorularına İlişkin Değerlendirme Sonuçları (H=Hatalı, B=Başarılı, KY=Kayıt Yok).

Denetim Soruları	**2015 (36)**		**2016 (49)**		**2017 (68)**		**2018 (6)**	
	H	**B**	**H**	**B**	**H**	**B**	**H**	**B**
VEM'de eksik görüntü var mı?	11	24	8	42	7	61	1	5
VEM HASH yapısı tutuyor mu?	10	25	6	26	5	62	0	6
Kayıt sayıları düzgün tutuluyor mu?	1	1	10	18	5	53	1	2
Referans kodlarda eksiklik var mı?	16	19	18	17	6	59	2	2
PK kontroller başarılı mı?	26	8	21	17	7	57	2	1
İlişkisel kontroller başarılı mı?	28	7	27	13	5	56	1	1
Zaman alan kontrolleri başarılı mı?	29	7	26	14	5	56	0	1
Boş alan kontrolleri başarılı mı?	29	7	27	14	6	55	0	1
HBYS sorgu listesinden seçilerek yapılan rastgele sorgular başarılı mı?	25	10	15	19	0	57	2	1
İstenilen sorgular program üzerinden gösterilebiliyor mu?	2	1	7	17	1	53	1	2
VEM scriptleri VEM Doküman ve Veri tabanı Analiz Programı Kullanım Kılavuzundaki Kurallara Uygun mu?	0	0	0	0	2	1	6	0

Denetimlerde eksiği olan HBYS firmalarına eksiklikleri bildirirldikten sonra tekrar denetim yapılmıştır. Bu nedenle bir HBYS firmasının birden fazla denetimi olabilir. Veri tutarlığına yönelik yapılan denetim sonuçları ise Tablo 2' de verilmiştir. Tabloda veri tabanı sorguları sonucu için yazılan kayıt yok ifadesi, HBYS yazılım firmasının hizmet verdiği hastanede o görüntüye ilişkin bir kaydın HBYS veri tabanında olmadığı anlamına gelmektedir. Örneğin ilçe devlet hastanelerinde hizmet veren bir HBYS, eğer o hastanede doğum yapılmıyor ise doğuma ilişkin veri tabanında kayıt tutmayacaktır, dolayısı ile VEM görüntülerinde doğum kayıtları boş gelecektir. VEM görüntülerinde kayıt olmadığı durumlarda ilgili hastanenin veri tabanı ve VEM görüntülerinin oluşturulduğu kodlar ayrıca incelenmiştir.

Tablo 2. Yıllara Göre Denetimlerde Yazılım Firmalarının Veri Tutarlılığı Dağılımı (H=Hatalı, B=Başarılı, KY=Kayıt Yok).

SQL SORGULARI	2015 (36)			2016 (49)			2017 (68)			2018 (6)		
	H	B	KY	H	B	KY	H	B	KY	H	B	KY
Engellilik oranına göre rapor sayısı	4	13	3	0	36	13	0	14	25	0	1	0
Dönemlere göre fatura toplamları	5	17	0	2	31	2	0	48	6	0	1	0
Kesilen makbuz sayısı, iptal edilen makbuz sayısı	2	10	0	0	30	2	0	43	4	0	1	0
Bileşenlerine göre kan stok durumu	2	6	2	3	27	4	0	29	15	0	0	1
Ret sebeplerine göre ret edilen kan sayıları	5	12	2	3	20	6	0	15	24	0	0	1
Diş taahhüdü alınan hasta sayısı	0	8	2	0	33	13	0	15	25	0	1	0
Diş işlem türüne göre hasta sayıları	0	0	0	1	3	0	0	3	21	0	1	0
Cinsiyet, yaşa göre personel sayıları	3	13	0	3	26	2	0	44	9	1	1	0
Personel isimlerine göre kalan izin hak edişleri	2	7	2	0	19	8	0	21	18	0	0	0
İzin türüne göre izin sayıları	1	6	2	0	20	8	0	20	18	0	0	0
Doktor ad-soyadlarına göre performans puanları	3	13	2	1	30	11	0	27	13	0	0	0
Hizmet durumlarına göre hizmet sayıları	3	6	0	1	16	3	0	47	2	0	0	0
Aylık medula tutarları	1	11	0	1	22	3	0	33	8	2	0	0
Medula takip koduna göre toplam tutar	1	6	0	0	24	3	0	37	7	0	0	0
Branşlara göre anlık yatan hasta sayısı	5	17	0	1	29	2	0	45	5	0	0	0
Birimlere göre ölen hasta sayısı	5	13	0	3	23	2	0	43	5	0	1	0

Tedavi türlerine göre başvuru sayısı	0	11	0	1	17	1	0	49	0	0	0	0
Canlı, ölü doğan bebek sayısı	5	16	0	3	20	3	1	33	12	1	0	0
Örnek alma zamanı dolu olan örnek sayısı	3	16	0	3	21	1	0	44	3	1	1	0
Kabul zamanı dolu olan örnek sayısı	1	11	0	3	20	1	0	43	3	0	0	0
Barkod numarası dolu olan örnek sayısı	2	13	0	2	21	1	1	45	2	0	1	0
Ret nedenlerine göre tetkik örnek sayıları	5	14	0	2	17	2	0	38	6	0	0	0
Tetkik sonuç durumlarına göre tetkik sonuç sayıları	1	2	0	1	9	2	0	10	2	0	0	0
Hemogram parametrelerine göre sayıları	8	7	0	1	8	2	0	9	3	0	0	0
Onaylayan uzmana göre rapor sayıları	1	4	0	2	6	0	0	7	3	0	0	0
Radyoloji sonuçta dolu olan blob sayısı	0	5	0	0	12	3	0	38	4	0	1	0
Rapor yazan doktorun adına göre patoloji sayıları, dolu makroskobi, dolu mikroskobi sayısı	1	4	0	0	9	2	1	20	9	0	0	0
Hekimlerin adına göre reçete sayıları	0	16	0	1	21	2	0	49	3	0	0	0
İlaç adına göre reçete sayısı	3	5	0	0	16	2	0	50	3	1	2	0
Rapor türlerine göre kurul raporları sayısı	1	6	0	0	19	4	0	36	8	1	0	0
Hekimlere göre kurul rapor sayıları	0	4	0	1	18	5	0	33	9	0	0	0
Yaşa ve cinsiyete göre başvuru toplamı	4	8	0	0	14	2	0	52	0	0	0	0
Branşlara göre başvuru toplamları	4	8	0	1	19	1	0	47	1	0	0	0
Stok durumu	1	10	0	0	12	1	0	42	5	0	1	0
Sevk nedenine göre sevk sayıları	2	12	0	1	11	3	0	35	8	0	1	0
Hasta kalan borç tutarı	1	3	0	0	16	2	0	45	3	0	0	0
Tanı tipi ve tanı koduna göre başvuru sayıları	1	8	0	0	9	2	0	48	0	0	0	0
Hekim adına göre epikriz sayıları	3	5	0	0	11	2	0	47	1	0	2	0
Tarihlere göre konsültasyon sayıları	1	2	0	0	8	2	0	38	6	0	0	0
Boş yatak sayıları	1	12	0	1	11	2	0	45	3	0	0	0
Branşlara göre hasta başvuru sayıları	0	0	0	0	1	0	0	29	2	0	0	0
Vaka türüne göre başvuru toplamları	0	0	0	0	1	0	0	33	0	1	0	0
Referans kodlar tablosu kod türü kontrolü	0	0	0	0	1	0	0	32	0	0	1	0

Denetimi yapılmış veya henüz yapılmamış tüm HBYS yazılımcılarıyla VEM ile ilgili görüşlerinin araştırıldığı bir anket çalışması yapılmıştır. 5'li likert tipi ölçek kullanılarak web tabanlı hazırlanan anket, yazılımcılara e-posta ile gönderilmiştir. KTS'de kayıtlı olan 56 HBYS yazılım firmasından 46 yazılımcı ankete katılım sağlamıştır. Katılımcıların 41'i erkek, 5'i kadın, %94'ünün üniversite ve üstü mezunu olduğu belirlenmiştir. Katılımcıların sektörde çalışma süresi 12 ± 5 (ortalama ± standart sapma) yıl olarak bulunurken en düşük çalışma süresinin bir, en yüksek çalışma süresinin ise 23 yıl olduğu görülmüştür. Katılımcıların %96'sı VEM standardını bildiğini, %91'i ise çalıştıkları hastanelerde veri aktarımının nasıl yapıldığını bildikleri cevabını vermiştir. Katılımcıların VEM görüntülerine ilişkin verdikleri anket cevapları Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. HBYS Yazılımcılarının VEM ile İlgili Görüşleri

VEM için oluşturulan tüm sistematiği dikkate alarak, aşağıdaki ifadeleri 1'den 5'e kadar puan vererek değerlendiriniz.

Anket Soruları	Hiç Katılmıyorum (1) f (%)	Katılmıyorum (2) f (%)	Kararsızım (3) f (%)	Katılıyorum (4) f (%)	Kesinlikle Katılıyorum (5) f (%)
VEM'de oluşturulan görüntü sayısını geliştirilen modelin amacına uygun olarak yeterli buluyorum.	4 (%8.7)	5 (%10.9)	8 (%17.4)	22 (%47.8)	7 (%15.2)
Görüntüler saha isteklerini karşılamada yeterlidir.	3 (%6.5)	7 (%15.2)	12 (%26.1)	14 (%30.4)	10 (%21.7)
Oluşturulan görüntülere ait yapılan açıklamaları açık ve anlaşılır buluyorum.	4 (%8.7)	5 (%10.9)	8 (%17.4)	18 (%39.1)	11 (%23.9)
VEM veri aktarımındaki sorunları çözmeye yardımcı olmaktadır.	3 (%6.5)	4 (%8.7)	7 (%15.2)	15 (%32.6)	17 (%37)
VEM ile sahadan veri toplamak kolaylaşmıştır.	1 (%2.2)	6 (%13)	5 (%10.9)	19 (%41.3)	15 (%32.6)

4 Tartışma ve Sonuç

Avrupa ve Amerika'daki HBYS'ler incelendiğinde, HBYS değişiminin oldukça uzun bir zaman aldığı ve bu sürenin çok büyük bir bölümünün veri aktarımı kısmı ile ilgili olduğu görülmektedir. Amerika'da yapılmış bir çalışmada elektronik sağlık kaydı değişikliklerini en kolay şekilde sonuçlandırmak için önerilen stratejiler incelendiğinde farklı HBYS'lerin standart bir terminoloji kullanmalarının önemine değinildiği

görülmektedir [1]. Geliştirilen model ülkemizde 2015 yılından itibaren çeşitli HBYS firmaları tarafından veri aktarımında kullanılmaktadır. Modelin geliştirilmesinde amaç, veri aktarımlarında hastanelerde verilen sağlık hizmeti süreçlerinin aksamaması için öncelikli aktarılması gereken verileri (hasta bilgileri, laboratuvar sonuçları, tanı bilgileri vb.) belirleyerek bu verilerin doğru, tam ve tutarlı olarak aktarılmasını sağlamaktır. Bu nedenle model minimum veri modeli olarak isimlendirilmiştir. Modeli kullanan yazılımcılardan alınan geri bildirimler, VEM'in öncelikli olarak aktarılması gereken verilerde başarılı sonuç verdiğini göstermiştir. Ancak hastanedeki tüm verilerin mevcut HBYS'den yeni HBYS'ye aktarılması gerektiğinde, yazılımcıların VEM'e ek olarak geleneksel yöntemleri de kullandıkları görülmüştür. Bu da aktarım sürecinin iki farklı yöntemle yapılmasını gerektirmiş ve yazılımcıların iki ayrı iş yapmalarına neden olmuştur. VEM kontrollerinde veya modeli kullanan yazılımcılardan alınan geribildirimlerde; geliştirilen modelin geleneksel yönteme kıyasla daha hızlı sonuç verdiği ancak bir hastanede aktarılması gereken tüm verilerin aktarılmasını sağlayacak bir modelin daha faydalı olacağı anlaşılmıştır. Bu nedenle modelin kapsamını geliştirmeye yönelik yeni çalışmalar planlanmıştır.

Tablo 2'de bulunan veriler incelendiğinde, HBYS yazılımcılarının oluşturdukları VEM görüntülerinin kontrollerinde, ilk iki yılda (2015-2016) birçok hata ile karşılaşılırken son iki yılda (2017-2018) bu hataların büyük bir kısmının giderildiği görülmüştür. Hatalardaki azalmanın, VEM görüntüleri kontrol sürecinde veya öncesinde araştırmacılar tarafından yazılımcılara e-posta veya yüz yüze yapılan görüşmelerle verilen destek olduğu ve bu desteğin yazılımcıların tercihleri ile uyumlu olmasının etkili olduğu düşünülmektedir. VEM kontrollerinden sonra HBYS yazılımcılarına yapılan anket çalışmasında "Minimum Veri Modeli (VEM) ile ilgili yardım almak, görüş ve önerilerinizi bildirmek için aşağıdaki iletişim araçlarından hangileri ihtiyaçlarınızı daha iyi karşılıyor?" sorusuna katılımcıların %59'u e-posta, %24'ü yüz yüze görüşme ve %17'si ise telefon cevabını vermiştir. Buna ek olarak 2017 yılında neredeyse tüm HBYS yazılımcılarının katıldığı çalıştayların da yazılımcılar için etkili bir öğrenme ortamı oluşturduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 3'te, katılımcıların %70'i "VEM veri aktarımındaki sorunları çözmeye yardımcı olmaktadır" sorusuna olumlu cevap vermiş, %15'i katılmadıklarını, %15'i ise kararsız olduklarını belirtmişlerdir. Kararsız kalan ve olumsuz düşünen katılımcılar ile kıyaslandığında katılımcıların çoğunluğu, modelin geleneksel yönteme göre başarılı olduğunu düşünmektedir. Odak grup görüşmelerinden başlayarak, VEM görüntülerine ilişkin yapılan tüm çalışmalarda HBYS geliştiricileri ile birlikte çalışılmıştır. VEM'in veri aktarımına ilişkin sorunları çözmede başarılı olarak değerlendirilmesinde, modelin geliştirilmesine katkı sağlayan HBYS geliştiricilerinin de önemli bir rolü vardır. Bu nedenle, bilgi sistemlerinde benzer bir model geliştirilme sürecinde, kullanıcıların sürece aktif olarak dahil edilmesinin ve geliştirilen modele ilişkin görüşlerinin alınmasının, modelin başarısını ve uygulanabilirliğini arttıracağı sonucuna da varılmaktadır.

VEM denetimi adı altında yürütülen kontrol/değerlendirme çalışmalarında yazılımcılar tarafından oluşturulan HBYS-VEM'de tespit edilen hatalar, yazılımcılara gösterilerek hataların çözümüne yönelik danışmanlık/destek hizmeti de verilmiştir. An-

cak bu yöntemin oldukça uzun bir zaman aldığı görülmüştür. Zira her bir yazılım firması ilk kontrolde tespit edilen eksiklikleri not etmiş, sonrasında bunları düzelterek tekrar kontrole tabi tutulmuş kimi zaman bulunan yeni hatalarla VEM'e uyum süreci devam etmiştir. Yapılan kontrollerde ilk defada modele uygunluğunu gösteren bir yazılım firması olmamıştır. Yazılım firmalarının VEM oluşturma süreçlerinde benzer hataların yapıldığının görülmesi üzerine araştırmacılar tarafından, tüm yazılımcılarla aynı anda yapılacak bir VEM'e uyum çalışmasının daha faydalı ve kısa zaman alacak bir çalışma yöntemi olduğuna karar verilmiştir. Çalışmanın katılımcılarının %74'ü VEM ile sahadan veri toplamanın kolay olduğunu düşündüklerini ifade etmişlerdir. VEM, veri aktarımına yönelik olarak geliştirilen bir standart olsa da çoğu HBYS yazılımcısının kendi veri tabanı yapısında VEM'den sonra değişiklik yaptıkları öğrenilmiştir. HBYS veri tabanlarında bulunan veriler, VEM ile belirlenen standartta olduğunda merkezi olarak bu verilerin toplanmasının da daha kolay olabileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak, yapılan denetleme çalışmalarının HBYS yazılımcıları tarafından geliştirilen VEM görüntülerinin standart modele uyumluluğunu arttırdığı görülmüştür. Buna ek olarak HBYS yazılımcılarının büyük kısmı VEM'in veri aktarımındaki sorunları çözdüğünü ifade etmiştir. Bu bilgilerin ışığında hastanelerde HBYS değişikliklerinde standart olarak kullanılması için geliştirilen modelin amaç ile orantılı olarak başarılı sonuç verdiği söylenebilir. VEM'in kapsadığı veriler için veri aktarımında "Başarılı" bulunması, modelin bir hastanedeki tüm verileri kapsayacak şekilde genişletilmesi gerekliliğini de ortaya çıkarmıştır. VEM'in bir hastanedeki aktarılması gereken tüm verileri kapsayacak şekilde genişletilmesi çalışması ile ülkemizdeki hastanelerde veri aktarımı süreçlerinin daha hızlı ve sorunsuz olarak tamamlanması sağlanabilecektir.

Kaynakça

1. Electronic Health Reporter, 10 Tips to Successful Data Migration During an EHR Change, http://electronichealthreporter.com/eight-tips-successful-data-migration-ehr-change/, son erişim 24/09/2018.
2. Edsall, R.L., Adler, K.G.: EHR Switch Survey: Responses From 305 Family Physicians. Family Practise Management 22(1), 13-18 (2015).
3. Çokluk, Ö., Yılmaz, K., Oğuz, E.: Nitel Bir Görüşme Yöntemi: Odak Grup Görüşmesi. Kuramsal Eğitimbilim 95-107 (2011).
4. Krueger, R.A. Focus Groups: A Practical Guide for Applied Research. SAGE, London (1994).
5. Morgan, D.L. Focus Groups as Qualitative Research. SAGE, California (1997).
6. Başkale, H.: Nitel Araştırmalarda Geçerlik, Güvenirlik ve Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi 9(1), 23-28 (2016).
7. IHE-Connectathon, https://connectathon.ihe-europe.net/what-connectathon, son erişim 03/09/2018.

8. Sağlık Bakanlığı, Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, https://sbsgm.saglik.gov.tr/, 03/09/2018.

Hekimlerin e-Nabız Hekim Paylaşım Servisini Kullanmalarında Eğitici Eğitiminin Etkisi

Berrin Gündoğdu[1], Nezih Çetinkaya[1], Filiz İşleyen[1]

[1] T.C. Sağlık Bakanlığı, Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye
berrin.gundogdu@saglik.gov.tr

The Effect of Trainer Training on Physicians Using E-Pulse Physician Sharing Service

Abstract. A personal health record is the source of electronic health information that people need to make their own health decisions. e-Nabız personal health record system enables all citizens in our country to easily access their health data and to manage these data. It is developed by Turkish Ministry of Health. Persons with e-Nabız profiles can share the information in their profiles with their physicians over time or indefinitely if they wish. Physicians also have access to the e-Nabız profile, where past health data is available in the USS, through the e Physician Sharing Service-via the HIS software they use. The aim of this study is to evaluate the effect of the training of trainers on the use of the service by the physicians in order to enable the physicians to use the Physician Sharing Service actively. Training of trainer method was applied for the training to be given to physicians. 830 people participated in the training of trainers and 7.290 people participated in the trainings given by the trainers in their regions. The physicians provided access to the health records of 28.160 patients via e-Nabız system prior to the training of the trainers, and after the training, they had access to the e-Nabız system for 64.505 patients. As a result, it can be said that there is a positive effect of the training of trainers in the use of e-Nabız Physician Sharing Service.

Keywords: e-Nabız System, Trainer training, Physician Sharing Service.

Özet. Kişisel sağlık kaydı, kişilerin kendi sağlıkları ile ilgili kararları vermeleri için ihtiyaç duydukları bilgilerin bulunduğu elektronik sağlık bilgisi kaynağıdır. E-Nabız kişisel sağlık kaydı sistemi, ülkemizdeki tüm vatandaşların kendi sağlık verilerine kolaylıkla erişim sağlamaları ve bu verileri yönetebilmeleri amacı ile T.C. Sağlık Bakanlığı tarafından geliştirilmiştir. E-Nabız profili olan kişiler isterlerse profillerinde bulunan bilgileri hekimleri ile süreli ya da süresiz olarak paylaşabilmektedir. Hekimler de kendilerine başvuran hastaların USS'de bulunan geçmiş sağlık verilerinin bulunduğu e-Nabız profiline, kullandıkları HBYS yazılımı üzerinden "Hekim Paylaşım Servisi" aracılığı ile erişebilmektedir. Bu çalışmanın amacı, hekimlerin Hekim Paylaşım Servisini aktif olarak kullanmalarının sağlanması için eğiticilere verilen eğitimin, hekimlerin servisin kullanımına olan etkisinin değerlendirilmesidir. Hekimlere verilecek eğitim için eğitici eği-

timi yöntemi uygulanmıştır. Eğitici eğitimine 832 kişi, eğiticilerin kendi bölgelerinde verdikleri eğitime ise toplam 7.290 kişi katılmıştır. Hekimler, eğitici eğitimi öncesinde 28.160 adet hastanın sağlık kayıtlarına e-Nabız sistemi üzerinden erişim sağlarken, eğitimden sonra 64.505 hasta için e-Nabız sistemine erişim sağlamıştır. Sonuç olarak e-Nabız Hekim Paylaşım Servisi'nin kullanım durumunda eğitici eğitiminin pozitif bir etkisi olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: E-Nabız Sistemi, Eğitici Eğitimi, Hekim Paylaşım Servisi.

1 Giriş

Bilgi teknolojilerinin gelişimi ve internet kullanımının tüm dünyada yaygınlaşması ile birlikte bilgiye erişim de aynı oranda artmaktadır. Sağlık alanında kişilerin kendi sağlık verilerine istedikleri yer ve zamanda erişimi de oldukça ilgi çekici olmaya başlamıştır. Özellikle yaşanabilecek önemli afet durumlarında veya toplumsal olaylarda hastanelere getirilen kişilerin geçmiş sağlık kayıtlarına erişim imkanı ile tanı ve tedavi süreçlerinin hızlı bir şekilde planlanması sağlanabilecek veya kişilere olumsuz etki edebilecek, örneğin alerjik reaksiyon gösterebilecekleri tedaviler önlenebilecektir. Bir deprem, bir şarbon salgını ya da bir terörizm saldırısı ile karşı karşıya kalındığında, halkın sağlık bilgilerine güvenilir bir şekilde erişebilinmesi gerekir. Eğer ülkelerde sağlam bir sağlık bilgi altyapısı yoksa halk sağlığını etkileyen doğal afetler veya diğer facialarla başa çıkmak için tutarlı ve güvenilir bir plan oluşturulması oldukça zor olacaktır. Neyse ki, büyük ölçekli felaketler nadirdir, ancak bu hem kişisel hem de kamu sağlığı hizmet sunumunu önemli ölçüde geliştiren güçlü bir sağlık bilgi altyapısına olan ihtiyacı azaltmamaktadır [1]. Güçlü bir sağlık bilgi altyapısının en önemli göstergelerinden biri kişilerin kendi sağlık verilerini yönetebilmeleridir. Kişisel sağlık kaydı sistemleri, kişilerin kendi sağlıkları ile ilgili kararları vermeleri için ihtiyaç duydukları bilgilerin bulunduğu elektronik sağlık bilgisi kaynağıdır. Kişisel sağlık kaydı sistemlerinde, sağlık hizmeti sunucularının veya kendilerinin sisteme eklediği sağlık verilerinin sahibi, kişilerin kendisidir ve bu verileri yönetebilmektedir [2]. Ülkemizdeki tüm vatandaşların kendi sağlık verilerine kolaylıkla erişim sağlamaları ve bu verileri yönetebilmeleri amacı ile geliştirilen e-Nabız kişisel sağlık kaydı sistemi T.C. Sağlık Bakanlığı tarafından Ocak 2015 yılında devreye alınmıştır. E-Nabız sistemi, kişilere ait muayene, tetkik ve tedavilerin nerede yapıldığına bakılmaksızın, tüm sağlık bilgilerini kişilerin kendilerinin yönetebildiği, tıbbi özgeçmişlerine tek bir yerden ulaşabildiği bir kişisel sağlık kaydı sistemidir [3]. E-Nabız sistemi ile sağlık hizmeti sunucularından toplanan sağlık verilerine kişiler ve sağlık profesyonelleri internet ve mobil cihazlar üzerinden erişebilmektedir. Kişiler, sağlık hizmeti sunucularındaki sağlık verilerini e-Nabız sisteminde görüntüleyebiliyor olmalarının yanı sıra nabız, tansiyon, şeker vb. kendi tıbbi verilerini de sisteme kendileri girebilmektedir.

E-nabız sisteminin alt yapısı olarak da tanımlanabilen Ulusal Sağlık Sistemi (USS); Sağlık tesisleri tarafından kayıt altına alınan sağlık verilerinin, raporlanması, değerlendirilmesi, karar destek sistemleri kullanılarak sağlık politikaları oluşturulması amaçları

için belirli standartlar çerçevesinde toplanması için kullanılan bir sistemdir. Sağlık hizmeti sunucularında faaliyet gösteren Sağlık Bilgi Yönetim Sistemi (SBYS) aracılığı ile https://sys.sagliknet.saglik.gov.tr/dokumanonline/ adresinde tanımlanan paketlerle sağlık verileri, kimliklerden ayrıştırılmış bir şekilde T.C. Sağlık Bakanlığı Merkezi Veri Sisteminde depolanmaktadır. Kişiler, e-Devlet kapısı üzerinden e-Devlet şifresi, e-İmza veya Mobil İmzasını kullanarak T.C. Kimlik Numaraları ile e-Nabız sisteminde kendilerine ait profil oluşturduklarında USS'de bulunan kendi sağlık verilerinin tamamına e-Nabız sistemi aracılığı ile erişim sağlayabilmektedir. Kişiler isterlerse e-Nabız profillerinde bulunan bilgileri yakınları veya hekimleri ile süreli ya da süresiz olarak paylaşabilmektedir. Aynı zamanda hekimler de kendilerine başvuran hastaların USS'de bulunan geçmiş sağlık verilerinin bulunduğu e-Nabız profiline, kullandıkları Hastane Bilgi Yönetim Sistemi (HBYS) üzerinden "Hekim Paylaşım Servisi" aracılığı ile her HBYS' de standart hale getirilmiş bir buton sayesinde erişebilmektedirler [4].

Sağlık kayıtlarının kişilerin rızasıyla e-Nabız sistemi aracılığıyla hekimler ile paylaşılması sayesinde tanı ve tedavi süreçlerinin kısalması, mükerrer tetiklerin önlenmesi ile tekrarlayan sağlık harcamalarının azalması ve hasta ile hekim arasında güçlü bir iletişim ağının kurulması amaçlanmaktadır. Bu amaçların gerçekleşmesi için hekimlerin Hekim Paylaşım Servisini aktif olarak kullanmaları gerekmektedir. Bu servisin kullanılması için hekimlere bilgilendirme yazıları gönderilmiş olmakla birlikte eğitici eğitimlerine kadar olan süreçte servisin kullanımına yönelik yüz yüze bir eğitim verilmemiştir.

Kullanıcı eğitimleri, kullanıcıların yalnızca yazılımı kullanma becerilerinin arttırılmasının yanında, memnuniyetlerinin ve yazılımı kabullenmelerinin de olumlu yönde geliştirilmesine katkı sağlayabilecek potansiyele sahiptir [5]. Bu çalışmada Hekim Paylaşım Servisinin kullanımı ile ilgili ülkemizdeki tüm hekimlere yüz yüze eğitim verilmesi amaçlanmıştır. Ancak tüm hekimlere yüz yüze kullanıcı eğitimi verilmesinin hekimlere ulaşım, maliyet ve zaman gibi zorlukları bulunmaktadır. Son kullanıcıların tamamına ulaşılmasının zor olduğu durumlarda, eğitici eğitimi modeli, tüm son kullanıcıların eğitim alabilmeleri için bir fırsat olarak görülebilir. Yazılım eğitimleri, bilgisayar başında, uygulamalı olarak ve küçük gruplar halinde verildiği takdirde, kullanıcıların geliştirilen yazılımı daha etkin ve etkili kullanımı sağlanabilecektir. Tüm kullanıcıların yüz yüze eğitim alabilmeleri ve proje hakkında yeterli bilgiye sahip olabilmeleri için eğitici eğitimi modeli faydalı olabilir [5].

Bu çalışmanın amacı, hekimlerin Hekim Paylaşım Servisini aktif olarak kullanmalarının sağlanması için eğiticilere verilen eğitimin hekimlerin servisin kullanımına olan etkisinin değerlendirilmesidir.

2 Yöntem

Sağlık ekosisteminin temel bileşenlerinden olan hekimlerin kendilerine başvuran hastaların geçmiş sağlık verilerine kolaylıkla erişimlerini sağlamak için geliştirilen servisin kullanım düzeyinin artırılması amacı ile hekimlere bu konuda bir eğitim verilmesi

planlanmıştır. Eğitim yöntemi olarak eğitici eğitim modelinin uygulanmasına karar verilmiştir. Eğitimin hedef kitlesi olan eğiticiler, il sağlık müdürlükleri ve hastanelerdeki bilişim personeli ile hekimler olarak belirlenmiştir. Eğitimler, katılımcıların kendi hastanelerindeki hekimlere e-Nabız ve Hekim Paylaşım Servisini kullanmalarına yönelik eğitim vermelerini sağlamak için planlanmıştır. Böylelikle vatandaşların sağlık verilerinin görüntülenebildiği e-Nabız sisteminin hekimler tarafından daha aktif kullanımının sağlanması amaçlanmıştır.

Eğiticiler belirlenirken, hekimlerin iş yoğunluğu göz önüne alınarak hastanelerden bilişim konusunda yetkinliği olan en az bir personelin eğitime katılım sağlaması istenmiştir. Ancak eğitimlere gönüllü olarak katılım sağlayan hekimler de olmuştur. Eğitimler yüz yüze sözel anlatım tekniği kullanılarak günübirlik olarak yapılmıştır.

Eğitimin sonunda her katılımcıya eğitimde yapılan sunum ile hekimlerin kendi kullandıkları HBYS'den hastalarının e-Nabız sistemi üzerinden geçmiş sağlık kayıtlarına erişebilmeleri için hazırlanan eğitim videosu verilmiştir. Eğitimin katılımcılarından, aldıkları eğitimi kendi hastanelerinde görev yapan hekimlere 30 gün içerisinde vermeleri ve eğitimin katılımcı listesini tarafımıza göndermeleri istenmiştir.

3 Bulgular

Eğitici eğitimleri 15.05.2018 tarihinde başlamış ve 18.07.2018 tarihinde tamamlanmıştır. Eğitici eğitimleri, illerin nüfusları ile eğiticilerin ulaşımı göz önüne alınarak sekiz ayrı bölgede gerçekleştirilmiştir. Eğitici eğitiminde, sekiz farklı bölgede, 81 ilden bilişim konusunda yetkin birer personelin katılımı ile toplamda 832 eğiticiye eğitim verilmiştir. Eğiticilerin kendi bölgelerinde verdikleri eğitimlere ise toplam 7.290 kişi katılmıştır. Eğiticilerin ve kendi hastanelerindeki verdikleri aynı eğitime katılan hekim sayısının bölgesel dağılımı Tablo 1'de gösterilmektedir.

Hekimlere e-Nabız Hekim Paylaşım Servisi'ne ilişkin bilgilendirme Haziran 2015 yılında yapılmıştır ve bu tarihten 15.05.2018 tarihine (eğitici eğitimlerine başlamadan önce) kadar, hastalarının geçmiş sağlık verilerini görüntülemek için sisteme erişen hekim sayısı 2.137 iken eğitici eğitimlerinin ardından bu sayının 15.05.2018-30.09.2018 tarihleri arasında 4.727 olduğu görülmüştür. Hekimler, eğitici eğitimi öncesinde 28.160 adet hastanın sağlık kayıtlarına e-Nabız sistemi üzerinden erişim sağlarken, eğitimden sonra 15.05.2018-30.09.2018 tarihleri arasında 64.505 hasta için e-Nabız sistemine erişim sağlamıştır.

Buna ek olarak eğiticilere verilen eğitimden önce 14.05.2018 tarihinde e-Nabız kullanıcı sayısı 7.221.184 iken 24.09.2018 tarihi itibarı ile bu sayının 8.233.725 olduğu da tespit edilmiştir.

Tablo 1. Eğiticilerin ve Eğitime Katılan Hekim Sayısının Bölgesel Dağılımı

Bölgeler (Kapsadığı Şehirler)	Eğitici Eğitimi Katılımcı Sayısı	Eğiticilerin Verdiği Eğitime Katılan Hekim Sayısı
İstanbul (Edirne, Kırklareli, Tekirdağ, Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Düzce, Kocaaeli, Sakarya, Yalova)	161	1.814
Gaziantep (Adıyaman, Hatay, Adana, Kahramanmaraş, Kilis, Malatya, Mersin, Osmaniye, Mardin, Diyarbakır, Şanlıurfa, Elazığ)	107	677
Van (Bingöl, Bitlis, Hakkâri, Muş, Siirt, Şırnak, Ağrı, Iğdır, Kars, Tunceli, Batman)	96	65
Konya (Aksaray, Antalya, Eskişehir, Isparta, Eskişehir, Isparta, Karaman, Afyonkarahisar, Nevşehir, Niğde)	80	638
Denizli (Aydın, İzmir, Manisa, Kütahya, Burdur, Muğla, Uşak)	112	1.975
Samsun (Çorum, Ordu, Amasya, Sivas, Tokat, Yozgat, Sinop)	83	566
Trabzon (Bayburt, Erzincan, Erzurum, Giresun, Gümüşhane, Rize, Ardahan, Artvin)	75	284
Ankara (Bartın, Bolu, Çankırı, Karabük, Kastamonu, Kırıkkale, Kırşehir, Zonguldak, Kayseri)	118	1.271

4 Tartışma

Hekimlerin E-Nabız Hekim Paylaşım Servisi'ni kullanması ile vatandaşlara uygulanan mükerrer tetkik ve tahlillerin önlenmesi, geçmiş sağlık kayıtlarına erişim için zaman kaybının önüne geçilmesi ile doğru teşhis ve tedavi süreçlerinin uygulanması öngörülmektedir. Ancak bir sistemin doğru veya amaca uygun olarak geliştirilmesi hedef kullanıcı kitlesinin sistemi hemen benimseyerek kullanmasını gerektirmemektedir. Yapılan çalışmalar yeni geliştirilen sistemlerin kullanıcılarına verilen eğitimlerin sistemlerin kullanılma oranını arttırdığını göstermektedir [6]. Bu çalışmada E-Nabız Hekim Paylaşım Servisi'nin kullanıcısı olan hekimlerin servisin kullanımına yönelik olarak eğitilmesi planlanmıştır. Ancak hekimlerin yoğun iş yükü ve tam bir günü böyle bir eğitime ayıracak zamanları olmadığı için daha küçük grupların eğitici olarak belirlenmesi ve onlara eğitim verilerek eğiticilerin de hekimlere eğitim vermeleri daha etkili bir yöntem olarak benimsenmiştir.

E-Nabız Hekim Paylaşım Servisi hastanelerde sağlık profesyoneli tarafından kullanılan HBYS'ler aracılığı ile kullanılmaktadır. Bu nedenle eğitici grubunun bilişim konusunda yetkin kişilerden oluşması tercih edilmiştir. Bölgesel olarak gerçekleştirilen eğitici eğitimlerinde, eğiticilere bir ay süre ve eğitim materyalleri verilerek kendi bölgelerinde bulunan hekimlere aynı eğitimi tekrarlamaları istenilmiştir. Eğiticilerden alınan geri bildirimlerde eğitim verilen hekim sayısının 7.290 olduğu tespit edilmiştir. 15.05.2018 tarihine (eğitici eğitimlerine başlamadan önce) kadar, hastalarının geçmiş sağlık verilerini görüntülemek için sisteme erişen hekim sayısı 2.137 iken eğitici eğitimlerinin ardından bu sayının, 15.05.2018-30.09.2018 tarihleri arasında yani sadece dört ayda, 4.727 olduğu görülmüştür. Dört aylık bir süre içerisinde, servisi kullanan hekim sayısında yüzde yüzün üzerinde bir artış olduğu görülmektedir. Söz konusu artışı sağlayan hekimlerin, eğitimlere katılım sağlayan hekimler olup olmadığı tespit edilememiş olsa da incelenen zaman aralığı ve eğitim verilen hekim sayısı göz önüne alındığında, hekimlere verilen eğitimlerin servisin kullanılmasında pozitif bir etkisi olduğu düşünülmektedir.

Çalışmanın bulgularında hekimlerin eğitici eğitimi öncesinde 28.160 adet hastanın sağlık kayıtlarına e-Nabız sistemi üzerinden erişim sağladığı görülmektedir. Bu sayı, eğitimden sonraki dört ayda e-Nabız sistemi üzerinden sağlık kaydına erişilen hasta sayısı (64.505) ile karşılaştırıldığında, eğiticilere verilen eğitimin başarı sağladığı söylenebilir. Hekimlerin e-Nabız sistemi üzerinden erişim sağladıkları hasta sayısının artmış olmasında, e-Nabız sisteminin ülkemizde yaşayan kişiler tarafından da bilinirliğinin gün geçtikçe artması sayılabilir. Zira eğiticilere verilen eğitimden önce 14.05.2018 tarihinde e-Nabız kullanıcı sayısı 7.221.184 iken 24.09.2018 tarihi itibarı ile bu sayının 8.233.725 olduğu da görülmektedir. E-Nabız profili olan hastalar, hekimlerinden, geçmiş sağlık verilerine e-Nabız sistemi üzerinden erişim sağlamasını talep etmiş olabilir.

Teknoloji Kabul Modeli (TKM), bilgisayar kullanıcılarının davranışlarını açıklamak amacıyla geliştirilmiş olan bir modeldir [7]. Eğitici eğitimlerinden sonra hekimlerin e-Nabız Hekim Paylaşım Servisini kullanmalarında önemli bir artış görülmekle birlikte birçok hekimin servisi hala kullanmadıkları da bilinmektedir. Servisin kullanılmaması, hekimlerin bu sisteme karşı tutumlarından veya sistemsel sorunlardan kaynaklanabilir. Servisin, eğitim verilen tüm hekimler tarafından kullanılmamasının nedenleri bilinmemektedir. Ancak, hekimler ile servise yönelik algılarının veya tutumlarının ölçülebileceği bir çalışmanın yapılması, bu nedenlerin daha derin olarak incelenmesini ve anlaşılabilmesini sağlayacaktır. Geçmiş çalışmalar TKM veya benzeri modeller kullanılarak hekimlerin e-Nabız Hekim Paylaşım Servisine karşı tutumlarının anlaşılabileceğini göstermiştir [8,9]. Gelecekte TKM veya benzer modellerin kullanılması ile yapılacak araştırmalar, servisin kullanılmasına yönelik hekim davranış ve tutumlarının anlaşılmasına da katkı sağlayacaktır.

Sağlık hizmeti sunumunda hekimler kadar yoğun çalışma saatleri olan ve çalışma yerlerinden uzun süreler ayrı kalmayan tüm sağlık personeli için verilmesi planlanan eğitimlerde eğitici eğitimi modeli tercih edilebilir. Ancak eğiticilerin verdiği eğitimin öncesi ve sonrası için mutlaka bir ölçüm yapılması verilen eğitimin hedefleri karşılama seviyesinin değerlendirilebilmesi nedeniyle önerilmektedir.

Sonuç olarak, ülkemizde bilgi teknolojilerinin veya internetin kullanımı geçmişe kıyasla artmış olsa bile yeni bir sistemin ya da mevcut sisteme eklenen yeni bir özelliğin

kullanılma düzeyinin artması kullanıcılara verilen eğitim ile doğrusal bir bağlantıya sahiptir. Yaptığımız çalışmada e-Nabız Hekim Paylaşım Servisinin tüm HBYS'lerde devreye alınması ile hekimlerin bu servisi etkin olarak kullanmaları arasında oldukça uzun bir zaman aldığı görülmüştür. Eğitim sonrasında hekimler tarafından e-Nabız Hekim Paylaşım Servisi kullanılarak erişim sağlanan hasta sayısında önemli bir artış olduğu görülmüştür. Bu da servisin kullanım durumunda eğitici eğitiminin pozitif bir etkisi olduğunu göstermektedir.

5 Kaynakça

1. Tang P.C., Ash J.S., Bates D.W., Overhage J.M., Sands D.Z.: Personal Health Records: Definitions, Benefits, and Strategies for Overcoming Barriers to Adoption. Journal of the American Medical Informatics Association : JAMIA 13 (2), 121-126 (2006).
2. AHIMA e-HIM Personal Health Record Work Group: Defining the Personal Health Record. Journal of AHIMA (2005).
3. T.C.Sağlık Bakanlığı e-Nabız, https://enabiz.gov.tr/Yardim/Index. Son Erişim 14/09/2018.
4. T.C. Sağlık Bakanlığı, https://ussservis.saglik.gov.tr/Templates/Enabiz-Hekim.pdf, Son Erişim 20/09/2018.
5. İnal, Y., Ünal, G., Aydın, Ö., Özen, N., Tekin, İ., Dikici, A., Tümay, A.: Büyük Ölçekli Yazılım Geliştirme Projesinde Eğitici Eğitimi Modelinin Etki Değerlendirilmesi. Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi 1 (4), 21-27 (2012).
6. De Waal, B.M.E., Batenburg, R.: What makes end-user training successful? A mixed method study of a business process management system implementation. International Journal of Knowledge and Learning 8 (1/2), 166-183 (2012).
7. Davis, F.D., Bagozzi, R. ve Warshaw, P.: User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. Management Science 35(8), 982-1003 (1989).
8. Çelik, H.E., Yılmaz, V., Pazarlıoğlu V.: Teknoloji Kabul Modeli ve Bir Uygulama. Finans Politik & Ekonomik Yorumlar 47(540), 35-44 (2010).
9. Aydın, F.: Bilgi Sistemleri ve İletişim Teknolojileri Kullanımının Teknoloji Kabul Modeli ile İncelenmesi ve ESOGÜ Hastanesi Çalışanları Üzerinde Bir Uygulama. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu Sağlık Yönetimi Bölümü, Lisans Tamamlama Tezi, Eskişehir (2015).

Sağlık Sektöründe Beşinci Nesil Mobil Haberleşme Teknolojileri

Mert ÖZCAN[1]

[1] Sağlık Bakanlığı, Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, Ankara
mert.ozcan@saglik.gov.tr

Özet. Bu çalışmada, mobil haberleşme teknolojilerinin sağlık alanındaki dönüşümüne 5G bağlamında odaklanılmıştır. 5G'nin avantajları arasında sayılabilecek düşük gecikme süresi, yüksek veri hızı, büyük veri kapasitesi ve enerji verimliliği unsurları ile ciddi değişimlerin yaşanacağı; bu değişimden önemli bir kazanımın da sağlık sektörü tarafından elde edileceği öngörülmektedir. Sağlık tesislerine erişimde ve insan kaynağında yaşanan eksiklikler, yaşlanmakta olan nüfus ve buna bağlı olarak artan kronik hastalıklar ülkelere sağlık sistemlerinin yönetimi açısından çeşitli zorluklar getirmektedir. 5G altyapısı ile sayısız cihaz ve çeşitli sensörlerden elde edilecek verilerle gelişen sürekli izleme kabiliyeti, yapay zekâ uygulamaları ile birleştiğinde hastalara daha doğru ve tutarlı tedavi çözümlerini getirecektir. 5G'nin sunacağı yenilikler sayesinde uygulama imkanı genişleyecek olan IoT (Internet of Things), Big Data, Yapay Zeka gibi teknolojiler sayesinde uzaktan robotik cerrahi ve tedavi, uzaktan tetkik hizmetleri, evde sağlık uygulamaları, acil sağlık hizmetleri yönetimi, bulaşıcı hastalık kontrolü, kronik hastalık yönetimi, akılcı ilaç kullanımı ve kaynak yönetimi gibi konularda çok daha önemli gelişmelerin yaşanması beklenmektedir. Çalışmanın son bölümünde 5G ve ötesi yeni nesil mobil haberleşme teknolojilerinde yerli ve milli hizmet ve teknolojilerin geliştirilmesi amacıyla BTK (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu) öncülüğünde gerçekleştirilen çalışmalara (5GTR Forum, Beyaz Kitap, 5G ve Dikey Sektörler Raporu, 5G Vadisi Açık Test Sahası vb.) yer verilmiştir. Bu kapsamda, sağlık sektörü özelinde 5G konusunda kamu-üniversite-sanayi işbirliklerinin sıklaşması noktasında atılacak adımların, dünya ile rekabet edecek yerli ve milli teknolojilerin geliştirilmesi açısından önemli bir kilometre taşı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: 5G, Mobil Haberleşme, Sağlık Sektörü

Abstract. In this study, the transformation of mobile communication technologies in the health field is focused in the context of 5G. With the advantages of 5G that include low latency, high data rate, large data capacity and energy efficiency, it is predicted that a significant gain will be obtained by the health sector. Lack of access to health facilities and human resources, aging population and increasing chronic diseases bring various challenges to countries in terms of management of health systems. Continuous monitoring capability comes from various sensors and devices will bring more accurate and consistent treatment solutions to patients when combined with artificial intelligence practices. Thanks to the innovations provided by 5G, the scope of IoT (Internet of Things), Big Data, Artificial Intelligence Technologies will be expanded. Thus, it is expected that there will be more important developments in such areas as remote robotic surgery and treatment, remote diagnostics, home health care, emergency health services management, infectious disease control, chronic disease management, rational drug use and resource management. In the last part of the study, the studies carried out under the leadership of BTK (Information Technologies and Communication Authority) in order to develop national services and technologies in 5G and beyond mobile communication technologies are mentioned (5GTR Forum, White Paper, 5G and Vertical Sectors Report, 5G Valley Open Testbed Project, etc.). It is thought that the steps to be taken in order to increase the public-university-industry cooperation on 5G in terms of health sector will be an important milestone for the development of national technologies to compete with the world.

Keywords: 5G, Mobile Communication, Health Sector.

1 Giriş

Elektromanyetik dalgaların telekomünikasyon aracı olarak kullanılabileceği fikrinin doğuşu ve bu yöndeki çalışmaların başlangıcı, 19. yüzyılın sonlarına rastlamaktadır. Söz konusu çalışmalar, mobil telefonların kullanılmaya başlamasına yönelik ilk meyvesini, A.B.D.'de 1940'lı yılların sonlarında, Avrupa'da ise 1950'li yılların başlarında tek hücreli analog araç telefonlarının kullanılmaya başlanması ile vermiştir [1]. 1982'de geliştirilen analog kablosuz ses haberleşme teknolojisi olan 1G sistemleri, sesli iletişim ile sınırlı kalmıştır. Sayısal temelli 2G sistemleri, 1992'de piyasada ticari olarak yer almış ve yine ses haberleşmesine yönelik geliştirilmiştir. 2001'de ortaya çıkan 3G sistemleri ile sesin yanında veri ve görüntü iletimine de imkân sağlanmıştır. 2012'de standartlaştırılmış olan 4G sistemleri ise uçtan uca IP (Internet Protocol) kullanılması nedeniyle mobil internet erişim teknolojisi olarak isimlendirilmiştir. 4G, 3G'ye göre teknolojik ilerlemeden daha çok teknolojik evrim niteliği taşımaktadır. 2007 yılı ile birlikte akıllı mobil cihazların ve tabletlerin kullanılmaya başlamasıyla mobil cihazlar, sesli aramaların yanında internette gezinebilmeyi, fotoğraf ve video çekebilmeyi, filmleri indirebilmeyi ve yayımlayabilmeyi sağlayan ekipmanlara dönüşmüştür [2].

2 Mobil Haberleşme Teknolojilerinde Beşinci Nesil

Son otuz yılda mobil iletişim, basit ses sistemlerinden mobil geniş bantlı multimedya sistemlerine kadar evrimleşerek gelişim göstermiş, günlük yaşam tarzını derinden değiştiren ayrıca bu konuda ürünler geliştiren toplumların sosyo-ekonomik gelişimlerine büyük ölçüde katkı sağlayan bir konuma gelmiştir. Mobil internet ve nesnelerin interneti gelecekteki iletişimin iki önemli itici gücünü oluşturmaktadır. Geleceğin haberleşme sistemi olan 5G'nin tamamen mobil ve bağlantılı bir topluma olanak sağlaması beklenmektedir. 2020'lerde konuşlandırılması planlanan 5G ve ötesi teknolojiler, mevcut 4G teknolojisinden daha yüksek bant genişliği ve daha düşük gecikme süresi sağlayarak 1 milisaniyeden (ms) daha az gecikme ve aynı zamanda milyarlarca cihaza bağlantı sağlayan bant genişliğine imkân tanıyacaktır. İletişimde öngörülen bu büyümeyi desteklemek için 2020 yılına kadar tüm iletişim altyapısının önemli ölçüde yükseltilmesi ve dönüştürülmesi gerekmekte olduğu değerlendirilmektedir [3].

Tablo 1: 4G ve 5G Performans Özellikleri Karşılaştırması [2]

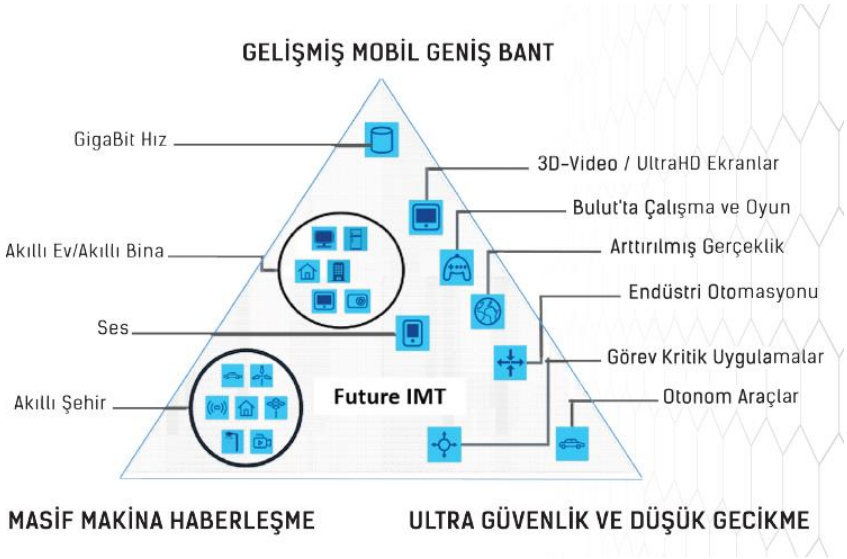
ÖZELLİKLER	4G	5G
Gecikme	10 ms	1 ms'den daha az
Veri Trafiği	7.2 exabyte/ay	50 exabyte/ay (2021)
En Yüksek Veri Hızı	1 Gb/s	20 Gb/s
Mevcut Spektrum	3 GHz	30 GHz
Bağlantı Yoğunluğu	100.000 bağlantı/km²	1.000.000 / km²
Frekans Bandı	600 MHz – 5.925 GHz	600 MHz-mmWave (örneğin; 28GHz, 39Ghz ve daha ilerisi 80 GHz)
Uplink Dalga Formu	Tek Taşıyıcılı Frekans Bölmeli Çoklu Erişim (SC-FDMA)	Periyodik önek – Ortgonel Frekans Bölmeli Çoğullama (CP-OFDM)
Kanal Bantgenişliği	20 MHz 200 kHz (Cat-NB1 IoT için)	100 MHz 6GHz altında 400 MHz 6GHz üstünde

5G şebekesinin, yakın gelecekte kapsama alanına yaklaşık 50 milyar bağlı cihazı, 212 milyar bağlı sensörü dahil edebilmesi ve 44 Zetabayt büyüklüğünde veri hacmini desteklemesi bekleniyor. Bu kapsamda akıllı telefon ve tabletlerden akıllı saatlere, araçlara, çok çeşitli makinelere, uygulamalara ve uzaktan izleme cihazlarına kadar çok büyük bir kullanım alanından bahsetmek mümkün olacaktır [4].

ITU (International Telecommunication Union)'nun yayımladığı IMT-2020 Hedef Belgesinde , 5G'nin temel bileşenleri özetlenmiştir (Şekil-1) . Buna göre, ayaklardan birinde, çok yüksek kapasite ve saniyeler içerisinde gigabitler seviyesinde aktarımın

söz konusu olduğu veri hızlarına doğal bir evrim olan "Gelişmiş Mobil Genişbant" bulunmaktadır. Bu sayede çok büyük boyutlu veriler, özellikle yüksek çözünürlüklü ve 3 boyutlu videolar çok daha fazla insana yüksek hızlarda aktarılabilecektir. Diğer ayakta trilyonlarca makinenin birbiri ile haberleşmesine dayalı geniş bir kavram olan "Masif Makine Haberleşmesi" vardır. Özellikle akıllı şehirler, akıllı ev, dağınık sensörler gibi uygulamalar bu teknoloji üzerine kurulacaktır. Üçüncü ayakta ise otonom araçlar, uzaktan ameliyat ve endüstri otomasyonu gibi uygulamaların olacağı (1 milisaniyelik gecikmelerin öngörüldüğü) "Ultra-Güvenilir ve Çok Düşük Gecikmeli Haberleşme" yer almaktadır. Bu üç alanda yer alacak olan radyo erişim teknolojilerinin mevcut teknolojilerden bağımsız, geriye uyumluluk aranmadan tasarlanacağı öngörülmektedir [5]. Bu bağlamda, 5G için tanımsal olarak; her cihaz tipini, her uygulama çeşidini destekleyen, ortak protokollerle tek ya da çok yönlü haberleşme platformları için IP tabanlı bir heterojen ağ denilebilir [2].

Şekil 1: 5G Konseptinin Temel Bileşenleri [2]



3 5G ve Sağlık Sektörü

5G'nin düşük gecikme süresi, yüksek veri hızı, büyük veri kapasitesi, enerji verimliliği unsurları ile dikey sektörler olarak adlandırılan sanayi, ulaşım, lojistik, enerji, otomotiv, eğitim, güvenlik, finans, kentleşme, çevre, tarım ve eğlence gibi sektörlerde ciddi değişimler yaşanacaktır. Bu değişimden önemli bir kazanımın da sağlık sektörü tarafından elde edileceği öngörülmektedir.

5G'nin potansiyel kazanımlarına odaklanmadan evvel, dünya genelinde sıklıkla mücadele edilen sağlık sistemleri kısıtlarının altını çizmek, elde edilecek kazanımların önemini ifade etmek açısından yerinde olacaktır.

Yaşlanmakta olan nüfus, yaşam tarzı ile ilişkili kronik hastalıkların artan yükü, hasta merkezli modellerde yaşanan eksiklikler, sağlık tesislerine erişim güçlüğü ve insan kaynağında yaşanan eksiklikler ile sağlık finansmanının ülkelere her geçen yıl getirdiği yük sağlık sistemlerinin yönetimi açısından genel olarak çeşitli zorlukları beraberinde getirmektedir. Daha özele inildiğinde ise özellikle uzun dönemli kronik hastalıkların tüm dünya için önemli bir sorun olduğu söylenebilir. Dünya Sağlık Örgütüne göre tüm dünyada meydana gelen ölümlerin yaklaşık %60'ı kronik hastalıklardan kaynaklanmaktadır [6]. Yaşlanan nüfusla birlikte kronik rahatsızlıklardan muzdarip çok sayıda hasta, sağlık hizmetlerine daha fazla bağımlı olmakta, daha fazla kaynağa ihtiyaç duymakta ve sağlık tesislerini daha çok ziyaret ederek daha uzun süreli tedaviye gereksinim duymaktadır [7]. Sağlık tesisi ve sağlık işgücü arzının tüm bu talebi karşılamaya yeterli olmadığında ise sağlık maliyetlerini optimize etmek kaçınılmaz bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır. Bu kapsamda 5G altyapılarının sağlayacağı uygulamalardan yararlanmak sağlığın daha etkin yönetilmesi açısından önemli bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sağlık alanında kullanılan sistemlerde 5G altyapısı sayısız cihazın çok çeşitli sensörler marifetiyle aynı anda veri toplamasını destekleyecektir. Toplanan bu büyük boyutlu verilerle elde edilecek sürekli izleme kabiliyeti, 5G'nin koruyucu ve önleyici sağlık bakımının etkinliğini önemli ölçüde artırabileceği anlamına gelmektedir. 5G ile gelişen sürekli izleme kabiliyeti yeni veri akışlarını geliştirebilecek, bu yeni veri akışlarından elde edilen yapay zekâ uygulamaları ile daha doğru ve tutarlı tedavi çözümleri geliştirilebilecektir. Bu sayede, kronik hastalıklar gibi önemli hastalık yüklerinin azaltılmasına katkı sağlanabilecektir. Bunun yanı sıra kritik ve acil tıbbi vakaların uzaktan tanı ve görüntüleme imkânı sağlayan sanal gerçeklik uygulamalarını 5G destekleyecektir. 5G'nin olanak tanıyacağı üst düzey sağlık bilişimi altyapısı ile miktar bazlı hizmet modelinden çıktı bazlı modellere geçiş potansiyeli de artacaktır. 5G'nin, tıbbi verilerin yaygınlaşmasında önemli bir unsur olacağı da aşikardır. Yaygınlaşan bu verinin, analitik tahminler ve makine öğrenimi gibi yöntemlerle kullanılması sonucu, hekimlerin ve araştırmacıların en yeni tanı, teşhis ve tedavi eğilimleri hakkında toplanmış ve birikmiş bilgilere daha kolay erişmelerine olanak sağlayacaktır. Bu sadece tedavi ve sağlık çıktılarında kaliteyi artırmayacak aynı zamanda insanın davranış mekanizmasının anlaşılmasına da ışık tutacaktır [8].

5G ekosistemi ile sağlık hizmeti birçok mecrada yüzbinlerce hastaya dokunacak ve sağlık hizmetinin sunumunda çok ciddi bir değişimi tetikleyecektir. Bunun yanı sıra değişime ayak uyduramayan eski modellerin yerini yeni iş modellerine bırakmasına sebep olacak, aynı zamanda "kişiselleştirilmiş sağlık hizmeti" konseptine önemli bir katkı sağlayacaktır [8]. Sistemlerin hasta bazlı, anlık ve sürekli veri toplama kabiliyetindeki artış; bu verinin işlenmesi, analiz edilmesi ve anlık olarak yapılandırılmış bir formatta hastaya sunularak hastaya kendi sağlığını daha etkin yönetme kabiliyeti de kazandıracaktır. Öte yandan daha etkin kişisel sağlık uygulamalarının artması hekimler ve diğer sağlık hizmet sunucularına tanı ve teşhis aşamalarında hata yapma oranlarını çok daha düşük seviyelere çekmeye yardımcı olacaktır.

5G'nin sunacağı düşük gecikme süresi, yüksek veri hızı ve veri kapasitesi ile enerji verimliliği sayesinde uygulama imkanı genişleyecek olan IoT (Internet of Things), Big Data, Yapay Zeka Teknolojileri sayesinde uzaktan robotik cerrahi ve tedavi, uzaktan tetkik hizmetleri, evde sağlık uygulamaları, acil sağlık hizmetleri yönetimi, bulaşıcı hastalık kontrolü, kronik hastalık yönetimi, akılcı ilaç kullanımı ve kaynak yönetimi gibi konularda çok daha önemli gelişmelerin yaşanması beklenmektedir. Etkin yönetilmesi durumunda bütün bu gelişmeler orta ve uzun vadede sağlık ekonomisinde ve sağlığın finansmanı noktasında ülkelere önemli avantajlar sağlayacaktır.

Şekil 2'de, 5G altyapısı ile birlikte gelişme göstermesi beklenen temel sağlık uygulama alanlarının gereksinimleri özetlenmiştir.

Şekil 2: Gelecekteki Sağlık Uygulamaları İçin Kablosuz Ağ Gereksinimleri [9]

4 Tartışma ve Sonuç

Dünyada mobil haberleşme standartları konusunda çalışan kuruluşlar, araştırma kurumları, cihaz üreticileri ve işletmeciler tarafından 2020 yılına kadar 5G standardizasyon çalışmalarının bitirilip ürünleştirme aşamasına gelinmesi amaçlanmakta olup 5G mobil teknolojilerinin birkaç yıl içinde kullanılmaya başlanması beklenmektedir [3]. Bu kapsamda dünya genelinde bir yandan standartlaştırma çalışmaları devam ederken diğer yandan test çalışmalarına da başlanmıştır.

Ülkemizde de 5G ve ötesi yeni nesil mobil haberleşme teknolojilerinde yerli ve milli, dünya pazarında yer alacak, katma değeri yüksek ürün, hizmet ve teknolojiler geliştirmek amacıyla ulusal ve uluslararası seviyede kamu-sanayi ve akademinin işbirliği ile ekosistemdeki paydaşlarla çalışmalar yapılması amaçlanmış, ülkemizdeki çalışmaların

koordinasyonunun sağlanması için BTK (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu) öncülüğünde 5GTR Forum kurulmuştur [3]. Bu kapsamda 5G teknolojilerinin sağlayacağı imkanların sağlık sektörü de dahil olmak üzere dikey sektörlerdeki dönüşüm ve uygulama alternatiflerine yönelik genel bir bakış açısı sağlamak amacıyla "5G ve Dikey Sektörler Raporu" oluşturulmuştur. Bunun yanında ülkemizde 5G'ye geçiş için gereken teknik düzenlemeler, gereksinimler ve standartlar ile bu kapsamda sektör bazında geliştirilebilecek yazılım, donanım, hizmet ve uygulamalar konusunda bir yol haritası niteliğinde olan "Beyaz Kitap" adlı çalışma da bu yıl içinde tamamlanmıştır. Son olarak, 5G ve ötesine ilişkin Ar-Ge, Ür-Ge ve çok çeşitli denemelerin kamu-üniversite-sanayi işbirliği çerçevesinde yapılabileceği ve Sağlık Bakanlığı Merkez Teşkilatı, Bilkent Şehir Hastanesi, Hacettepe Üniversitesi, ODTÜ, Teknoparklar, BTK Merkez Binası başta olmak üzere önemli kurumların bulunduğu bölgeyi kapsayan 5G Açık Test Sahası çalışmaları da devam etmektedir. 5G Açık Test Sahası ile sadece çekirdek şebekelerin geliştirilmesi değil, aynı zamanda akıllı tarım, akıllı şehirler, sağlık çözümleri, medya ve eğlence çözümlerinin geliştirildiği, bu anlamda dünya pazarındaki teknoloji devleri ile boy ölçüşebilecek yerli ve milli ürün ve hizmetlerin geliştirilmesi, aynı zamanda bu alanda nitelikli insan gücü yetiştirilmesi de ulaşılmak istenen hedefler arasında yer almaktadır.

Bu çalışmada, mobil haberleşme teknolojilerinin yakın gelecekteki dönüşümüne 5G teknolojileri bağlamında odaklanılmıştır. 5G olarak tanımlanan yeni nesil haberleşme teknolojilerinin sağlık sektöründe ne gibi bir dönüşüme ışık tutacağı irdelenmiş, Dünya'da ve Türkiye'de yapılan yatırım ve çalışmalar hakkında güncel bilgi verilmiştir. Ayrıca 5G teknolojilerinin ülkemiz sağlık sektörüne potansiyel kazanımları kapsamında konunun literatürde daha fazla yer alması gerektiği düşünülmüş; sağlık sektöründe 5G teknolojileri konusunda gelecekte yapılacak çalışmalara dayanak oluşturulması amaçlanmıştır. Son olarak, özellikle 5G Açık Test Sahası gibi altyapı oluşturma çalışmalarının başladığı bu dönemde, ulusal anlamda uygulama ve içerik geliştirmeye yönelik farkındalığın artmasının önem taşıdığının altını çizmekte fayda vardır. Sağlık sektörü özelinde ve 5G konusunda kamu-üniversite-sanayi işbirliklerinin sıklaşması noktasında atılacak adımların, dünya ile rekabet edecek yerli ve milli teknolojilerin geliştirilmesi açısından önemli bir kilometre taşı olacağı düşünülmektedir. Sağlık sektörü özelinde kamu-üniversite-özel sektör üçgeninde 5G teknolojilerinin geliştirilmesinde ortak bir yönetim modelinin oluşturulması da sektörün gelişimi açısından önem arz etmektedir.

Kaynaklar

1. AREM, Genel değerlendirme ile 5g teknolojisi nedir? Erişim adresi: http://www.arem.gov.tr/genel-degerlendirme-ile-5g-teknolojisi-nedir, last accessed 2018/10/26
2. BTK, 5G ve dikey sektörler raporu, https://www.btk.gov.tr/duyurular/5g-ve-dikey-sektorler-raporu-yayimlandi, last accessed 2018/10/23
3. BTK, 5G ve ötesi beyaz kitap. Erişim adresi: https://www.btk.gov.tr/uploads/announcements/5g-ve...beyaz-kitap/5gtr-beyazkitap.pdf, last accessed 2018/10/22

4. West, D.M., How 5G technology enables the health internet of things. Brookings Center for Technology Innovation. 3, 1-20 (2016).
5. EMO, http://www.emo.org.tr/ekler/ad9dd3b6f9ee725_ek.pdf?dergi=1039, last accessed 2018/10/21
6. World Health Organization, (2017). The global burden of chronic; http://www.who.int/nutrition/topics/2_background/en/
7. Latif, S., Qadir, J., Farooq, S., Imran, M.A.: How 5G wireless (and concomitant technologies) will revolutionize healthcare?, Future Internet, 9(4), 93. (2017).
8. Teece, D: 5G Mobile: Impact on the health care sector, https://www.qualcomm.com/media/documents/files/5g-mobile-impact-on-the-health-care-sector.pdf ,(2017)
9. Global Mobile Suppliers Association, The road to 5G: Drivers, applications, requirements and technical development. Erişim adresi: https://www.huawei.com/minisite/5g/img/GSA_the_Road_to_5G.pdf, 2018/10/18

An Automatic Mass Detection System in Mammograms Using Multi-Layer Feedforward and Probabilistic Neural Networks

Burçin KURT[1], Vasif V. NABİYEV[2] and Kemal TURHAN[1]

[1] Karadeniz Technical University, Medical Informatics, Trabzon 61080, Turkey
[2] Karadeniz Technical University, Computer Engineering, Trabzon 61080, Turkey
burcinnkurt@gmail.com,
vasif@ktu.edu.tr, kturhan.tr@gmail.com

Abstract. Breast cancer is a significant health problem in the world and early detection has an important role to save lives. Masses are one of the most important indicators for breast cancer and their automated detection is very precious for early diagnosis. Therefore, in this study, we developed an automatic mass detection system to assist radiologists' detection and evaluation of mammographic images. The proposed system is a whole system which includes breast region segmentation, image enhancement, suspicious mass regions identification, classification of suspicious regions as a mass or normal tissue and false-positive reduction. The first three parts have been examined in our previous studies. In this study, we have focused on classification of suspicious regions as a mass or normal tissue and false-positive reduction. With this purpose we have used GLCM (Gray Level Co-occurrence Matrix) statistical texture features, hybrid combination of two multi-layer feedforward neural networks for classification and probabilistic neural network (PNN) for false-positive reduction. For the study, an open access Mammographic Image Analysis Society (MIAS) database has been used which contains 55 abnormal (58 masses) and 209 normal mammograms. The proposed system obtained approximately 98.7% accuracy with 0.65 FPpI (False-Positive per Image) rate for 264 mammograms.

Keywords: Mass Detection, Multi-Layer Feedforward Neural Network, Probabilistic Neural Network, Gray Level Co-Occurrence Matrix, Breast Cancer.

1 Introduction

Breast cancer is a significant health problem which is one of the major causes of mortality among women, especially in developed countries. Early detection allows treatment and increases the survival rate since the causes of cancer diseases are still unknown. Mammography is the most reliable method for breast cancer diagnosis. However, mammogram reading is a challenging task and some anomalies may be missed

by radiologists as a result of fatigue [1]. According to the studies, 10-30% of breast cancers are missed [2]. Furthermore, the biopsy method show only 20-30% of cases as cancerous [3,4]. Therefore, Computer-Aided Detection (CAD) systems can be developed as useful decision support systems to help radiologists to interpret and diagnose mammograms.

Reportedly, the CAD system assists radiologists and increases detection sensitivity of breast cancer up to 20% [5].

Mass detection is a challenging task because of difficulties in shapes, margins, dimensions and breast tissue (fatty, fatty-glandular, or dense-glandular) of masses.

A CAD system can be automatic or semiautomatic (need manual assist) to help radiologists in detection or evaluation of mammographic images. A CAD system for automatic mass detection is composed of three stages: preprocessing, detection of suspicious regions and classification of suspicious regions as a mass or normal tissue. Since we had completed the first and second stages in our previous studies [6-8]; in this study, we have focused on the third stage.

Cheng et al. [9] compared the methods for mass detection and classifications. The proposed hybrid system has given TP=80% for FP=2.3 per image which consists linear discriminant analysis and Bayesian network classifier methods. Constantinidis et al. [10] proposed augmented behavior knowledge space method (AKBS) for detection of circumscribed masses in digital mammograms. The proposed method has shown 95% TPF (true positive fraction) and 68% TNF (true negative fraction) percentages. Consequently, we can say that the TNF value seems not enough for successful classification. In another study, Cheng and Cui [11] used textural features and fuzzy neural network classifier to separate malignant masses and normal tissue. They obtained 0.92 true positive fraction ratio with 1.33 FP ratio per image on DDSM database. Oliver et al. [12] analyzed advantages and disadvantages of various approaches for mass detection and segmentation. They provided a quantitative comparison using FROC and ROC curves. In another study [13], contourlet transform and genetic algorithm methods were used for feature extraction and selection respectively. For classification, successive enhancement learning (SEL) weighted SVM (support vector machine), support vector-based fuzzy neural network (SVFNN), and kernel SVM methods were performed and compared. This approach was applied to MIAS dataset (30 mass and 60 normal images) and classification accuracies of 96.6%, 91.5% and 82.1% were determined over an efficient computational time by SEL weighted SVM, SVFNN and kernel SVM, respectively. Singh et al. [14] presented detection of breast cancer using k-means & fuzzy c-means algorithms. Mohanty et al. [15] proposed a mass shape pattern to categorize ROIs as true masses and non-masses according to their morphologies. They obtained 93% sensitivity with 1.3 false positives per image (FPpI) on 42 mass and 11 normal images from MIAS dataset.

Furthermore, Abdalla et al. [16] presented gray level co-occurrence matrices (GLCM) for extracting textural features of the segmented ROI and ANN to classify masses and non-masses. They achieved an accuracy of 91.67% sensitivity and 84.17% specificity on 120 images from DDSM database. In another study [17], shape descriptors and textural features based on geostatistic functions are used with SVM classifier to detect masses. They achieved sensitivity of 80%, rates of 0.84 false posi-

tives per image and 0.2 false negatives per image, and an area under the ROC curve (AUC) of 0.87 on DDSM database. A mass segmentation algorithm was presented by Basheer and Mohammed [18] based on adaptive median filtering and texture analysis. The presented system produced 92.307% mass sensitivity at 2.75 FPpI on 36 mass images from MIAS database. In another study [19], a simple CAD system was proposed to automatically detect areas that have a high probability of masses in digital mammogram using GLCM and decision tree. The implemented system produced AUC value as 0.84 on 20 mass and 20 normal images from MIAS database. Agrawal et al. [20] presented SVM method to detect masses where suspicious regions were extracted by saliency based segmentation. They obtained AUC value as 0.89 with 2-3 FPpI on 55 mass abnormal mammograms from MIAS database.

We have developed an automatic mass detection system that includes breast region segmentation, image enhancement, suspicious mass regions identification, classification of suspicious regions as a mass or normal tissue and false-positive reduction. The breast region segmentation, enhancement and suspicious mass regions identification steps were examined in our previous studies [6-8]. In this paper, we have studied on feature extraction, classification of suspicious regions and false-positive reduction to complete the automatic mass detection system. The block diagram of the whole system is given in Fig. 1.

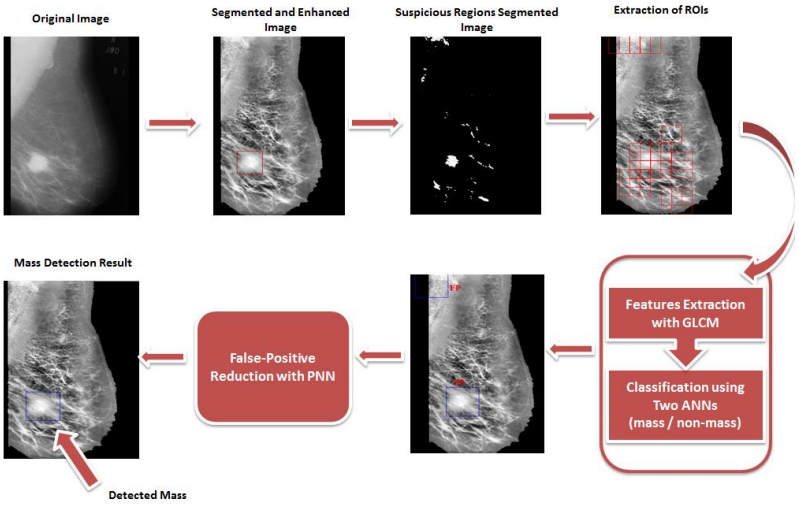


Fig. 1. Block diagram of the proposed system.

After identification of suspicious regions [8], we have framed the segmented regions with squares as regions of interest (ROIs). For feature extraction, we have used GLCM textural features and developed a novel combination of two multi-layer feed-forward neural networks to classify ROIs as mass or non-mass.

For the study, we used the Mammographic Image Analysis Society (MIAS) database [21] which is publicly available. In the database, 55 mammograms contain 58 masses, while the other 209 represent healthy cases.

2 Methods

2.1 Extraction of Region of Interest (ROI)

In this section, we identify regions of interest (ROIs) by framing the segmented suspicious regions [8] with squares as seen in Fig. 2. The approximate radius (in pixels) information of a circle enclosing the mass is given in the database. Thus, we have computed the average radius value as 53 pixels (1024x1024 mammograms) for 58 masses. Since we have used 512x512 mammograms, the average radius was taken approximately 25 pixels. This radius means that 50 pixels as a diameter value. Therefore, we have used a 50×50 window to scan the image to cover the average mass for a 512×512 mammogram.

We have scanned the image at intervals with half size of the window to detect mass place correctly. Furthermore, we have eliminated regions which have less than 100 (too small to be a mass) suspicious pixels, which prevent the need to search unnecessary areas.

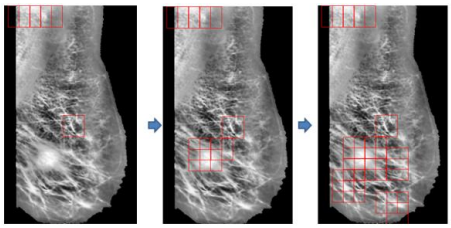


Fig. 2. ROIs extraction (line by line scan).

Thus, we have obtained ROIs and examined each ROI if it is a mass or non-mass.

2.2 Feature extraction

Approaches for global feature extraction can be classified into four groups including statistical methods, structural or syntactic methods, model based methods and signal processing techniques. Statistical descriptions of the image can be obtained by the statistical methods [22]. The Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) is the most popular one among these statistical methods.

In literature, GLCM texture features have been presented as effective features to distinguish abnormal and normal breast tissues in mammograms [16,19, 23-25]. Texture features can be computed from the statistical distributions of grey levels in neighborhood. Furthermore, according to the number of grey level points in each combination, statistics are classified into first-order, second-order and higher-order statistics [26].

The GLCM method is based on extracting second order statistical texture features which has been first proposed by Haralick et al. [27]. It can be computed in four directions (0°, 45°, 90°, and 135°) and four distances (1, 2, 3, and 4). GLCM is a G×G

size matrix where G is equal to the number of gray levels in the image [26]. P(i, j | d, Θ) represents the matrix element which is simply the ratio of the number of times that the pixel with value i occurred in the specified spatial relationship to a pixel with value j in the input image.

An $M \times N$ input image containing G gray levels from 0 to $G-1$ and let $f(m,n)$ indicates at sample m, line n of the neighborhood.

$$A = \begin{cases} 1 & if\ f(m,n) = i\ and\ f(m+\Delta d, n+\Delta\Theta) = j \\ 0 & elsewhere \end{cases} \quad (1)$$

As an example of 5×5 image with 4 gray levels and its corresponding gray level co-occurrence matrix P(i, j | Δd=1, ΔΘ=0) is given below.

Fig. 3. GLCM matrix example for a 5x5 image.

As seen in Fig. 3, the number of intensity levels affects the size of the GLCM matrix. Furthermore, for a G×G matrix each combination of (d, Θ) needs a lot of temporary data and memory [26]. The smaller the value d, then the adjacency relationships are considered more detail, and vice versa. Furthermore, Θ=0° shows the neighboring pixel in the same row which can give more information. Therefore, in this study, we have taken d=1 and Θ=0° to compute the co-occurrence matrix using consecutive pixels in zero direction to define the ROI texture.

Many texture features can be extracted from the GLCM [27] and we extracted 17 features including contrast, cluster shade, energy, sum of square variance, autocorrelation, cluster prominence, dissimilarity, entropy, homogeneity, maximum probability, sum average, sum variance, sum entropy, difference entropy, information measure of correlation, information measure of correlation 2, inverse difference moment normalized. Explanations and formulas for 17 GLCM features are given in Appendix.

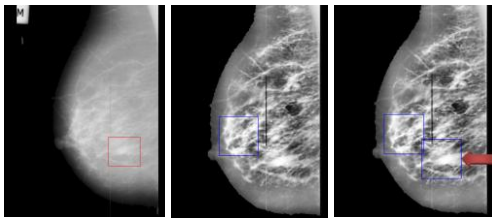
The purpose of this section is extraction of features of ROIs, after which classification is implemented to determine mass or non-mass.

2.3 Classification

The classification theory has an important role in diagnosis process and artificial neural network (ANN) is a commonly used method in this area. ANN is usable to model complex real world problems [28] and to solve many types of non-linear problems which are difficult to be solved with traditional techniques. Furthermore, ANN discovers patterns and relationships in massive amounts of data by simulating the

biological nervous systems. In the study, we have developed two three layered feed forward multilayer perception (MLP) artificial neural network models with STATISTICA12 ©StatSoft which were trained using (Broyden, Fletcher, Goldfarb and Shanno) BFGS [29] training algorithm. BFGS algorithm is a fast, efficient learning algorithm based on the second order Newton optimization methods and is an iterative method for solving unconstrained nonlinear optimization problems. BFGS methods do not need to converge unless the function has a quadratic Taylor expansion near an optimum and use both the first and second derivatives of the function. However, BFGS has proven to have good performance even for non-smooth optimizations [30, 31]. To seperate some masses from tissue is quite complex and when you try to detect these masses, the sensitivity increases but the FP ratio also increases. This is an unwanted result. Therefore, to solve this problem we proposed classification process in two steps. In the first step, we developed a preclassifier as ANN_1, FP ratio of which was low but as mentioned before sensitivity was also low that missed some complex masses. The second step was developed for these complex masses as called ANN_2 where worked on filtered results (non-mass) of ANN_1. Thus, some complex masses (missed) could be detected in the second step. By this way, we obtained high sensitivity with lower FP ratio. In this paper, we have developed a novel two stage classification approach using two multi-layer feedforward neural networks. These networks can be called as ANN_1 and ANN_2. GLCM features of the ROI are extracted and are given as an input to the ANN_1 classifier. As a result of this; if the ROI is classified as a mass, then the result of the ROI is obtained as a mass. Furthermore, if the ROI is classified as a non-mass by the ANN_1 classifier, then the number of suspicious pixels of the ROI is controlled and if it is higher than the limit value, the ROI is given to the ANN_2 classifier and the result is obtained. We have determined the limit value as the tenth of the ROI area (80×80) pixels which means it should be considered again by the ANN_2 classifier. This approach has been developed to strengthen the classification process for missed masses by the ANN_1 and reducing false positives.

Mdb013 (Unhealthy-Mass)



(a) (b) (c)

Fig. 4. (a) Original mammogram (b) ANN_1 detection result (c) ANN_1&ANN_2 detection results.

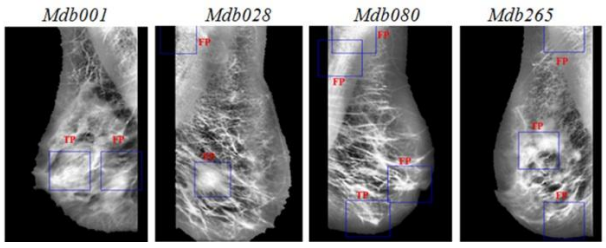
As seen in Fig. 4, the missed mass by ANN_1 has been detected by ANN_2. Thus, we have developed a powerful mass detection system by using the hybrid combination of two ANNs. The proposed approach has not previously been used in literature.

2.4 FP Reduction

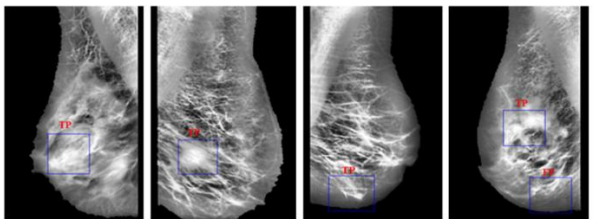
For computer aided detection and diagnosis systems, high FP rate is a major problem which gives false alerts and decreases the accuracy of the system. Therefore, many false-positive reduction algorithms are used to solve this problem. Oliver et al. [32] used local binary patterns for extracting textural properties of the masses and SVM method for classification. Furthermore, they obtained 94% accuracy on DDSM database. In another study, Hussein et al. [33] proposed Gabor filter bank to extract the textural properties of masses with SVM classifier and obtained 87% accuracy on DDSM database. The gradient field analysis was used by Wei et al. [34] to identify suspicious masses and investigated the effectiveness of a new gradient field feature for each suspicious object for false positive (FP) reduction. The proposed CAD system by Wie et al. gave a case-based sensitivity of 70%, 80%, and 88% at 0.8, 1.3, and 1.7 FP per image, respectively on FFDM database. Lavanya et al. [35] presented a feature fusion based system using canonical correlation analysis for classifying automatically detected masses in a mammogram as true masses or false positive cases. They obtained 74.42% accuracy on MIAS database.

Probabilistic neural network (PNN) has been developed by Specht [36], which is a feed-forward neural network based on radial basis function (Radial Basic Function-RBF) and Bayesian theory. PNN combines some of the best features of statistical pattern recognition and feedforward neural networks. Furthermore, it can produce outputs with Bayesian posterior probabilities [37]. Due to the partial response character of the Gaussian function which is the transfer function of the PNN neuron, PNN can approximate any continuous function with high accuracy. Therefore, it can be very successful for non-linear classification problems. In addition to these, the training speed of PNN, is much faster than the feedback (Backpropagation-BP) networks and it can approach to the Bayesian optimal result under certain conditions [38,39]. However, it is resistant to noisy samples. PNN was used in many studies such as breast cancer, bleeding detection, classification of brain tumors, Alzheimer's diagnosis, Parkinson's disease and leaf recognition [37-42].

In this study, we have used a hybrid combination of some textural, statistical and wavelet features with PNN classifier for FP reduction. Thus, the detected mass regions have been classified by PNN to reduce the FP rate and final decision has been obtained.



(a)



(b)

Fig. 5. (a) Mass detection results of the classification algorithm (b) FP reduction results after PNN.

As seen in Fig. 5, we can say that the obtained FP regions with the classification algorithm have been reduced effectively by the developed PNN. After that we can examine the experimental results of the proposed mass detection system on the database.

3 Results

Results of the tests performed to demonstrate the feasibility of the proposed method are reported in this section. The method outlined in this paper is tested by coding the ANN algorithms in STATISTICA12 ©StatSoft on MIAS database. In the database, 55 mammograms contain 58 masses, while the other 209 represent healthy cases.

The classification and FP reduction results of the proposed algorithm are given in Table 1 step by step.

Table 1. Comparison results of the proposed classification algorithm step by step.

ROIs	Normal		Mass	
	13821		58	
	TP	FP	TN	FN
Classification with ANN_1	47	674	13147	11
Classification with ANN_1 & ANN_2	50	746	13075	8
Classification with ANN_1 & ANN_2 and FP reduction with PNN	49	171	13650	9

According to the comparison results, we can say that the hybrid approach (ANN_1&ANN_2) is more effective for mass detection. After classification, by FP reduction with PNN, the number of FP regions was decreased effectively while the-number of TP regions does not change. The accuracy of the proposed system has been obtained approximately 98.7%. The area under the ROC curve (AUC) is the most commonly used metric in CAD studies and the AUC index for useful classifiers is constrained between 0.5 (representing chance behavior) and 1.0 (representing perfect classification performance) [43].

Sensitivity, specificity [44], ROC curve and AUC index of the proposed system have been obtained using SPSS Statistics software program [45] as given in Fig. 6.

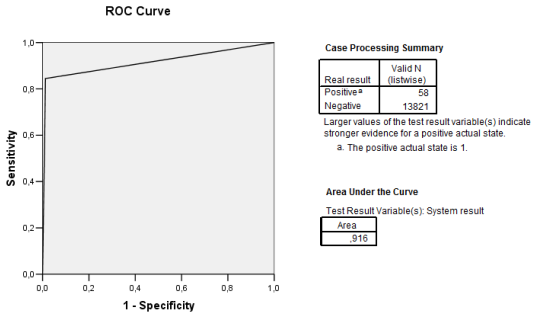


Fig. 6. ROC curve and AUC results of the proposed system.

The proposed system gives 84.4% sensitivity, 98.7% specificity and 0.916 AUC values which are quite satisfactory and indicates the success of the system. Furthermore, we have obtained 0.65 FPpI rate which is quite successful for 264 mammography images. The program results of some examples from the MIAS database for the developed system can be observed in Fig. 7.

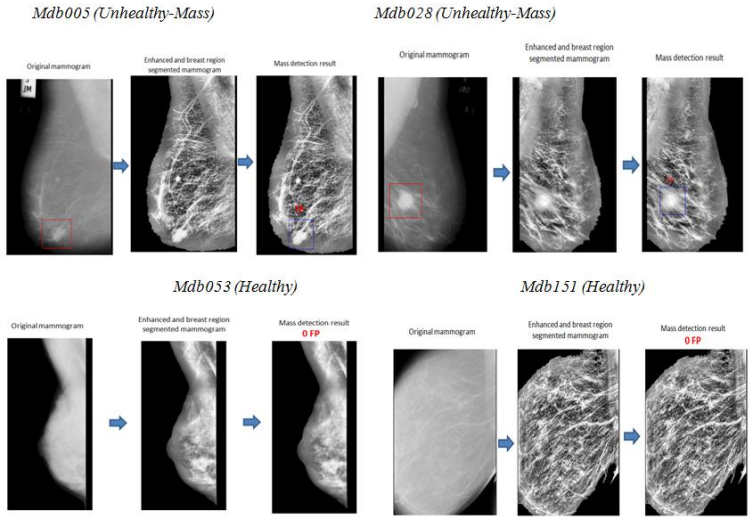


Fig. 7. Program outputs for the proposed system.

According to the program outputs and statistical evaluation results, we can say that a novel and effective system has been developed for an automatic mass detection.

The experiments have been performed on a PC running a i7-2760QM CPU @ 2.40 GHz, 4.00 GB of RAM and the average run time of the whole system (breast region segmentation, image enhancement, suspicious mass regions identification, classification of suspicious regions as a mass or normal tissue and false-positive reduction) is approximately 60 seconds which is acceptable.

4 Conclusion

In this paper, an automatic mass detection system has been presented. The proposed system can be expressed with two sections as classification and FP reduction. Furthermore, the developed system has been never used before in literature. We have the highest image number used for the study according to the other studies in literature [12, 14, 17-19] and this increases the reliability of the system. Furthermore, we have obtained the best AUC and FPpI values and satisfactory performance results despite of the highest image number.

5 Acknowledgements

The proposed algorithm has been used in a developing breast cancer diagnosis system study and supported as a SANTEZ project by the Republic Of Turkey Science, Technology and Industry Ministry and AKGÜN Computer Programs and Services Industry Tic. Ltd. Şti.

References

1. A. Hassanien, Fuzzy rough sets hybrid scheme for breast cancer detection, Image and Vision Computing 25 (2007) 172-183.
2. A.S. Majid, E.S. Paredes, R.D. Doherty, N. Sharma, X. Salvador, Missed breast carcinoma: pitfalls and pearl, Radiographics 23:4 (2003) 881-895.
3. R. Mousa, Q. Munib, A. Moussa, Breast cancer diagnosis system based on wavelet analysis and fuzzy-neural, Expert Systems with Applications 28:4 (2005) 713-723.
4. H. Soltanian-Zadeh, F. Rafiee-Rad, S. Pourabdollah-Nejad, Comparison of multiwavelet, wavelet, haralick, and shape features for microcalcification classification in mammograms, Pattern Recognition 37 (2004) 1973-1986.
5. A. Jalalian, S.B.T. Mashohor, H.R. Mahmud, M.I.B. Saripan, A.R.B. Ramli and B. Karasfi, Computer-aided detection/diagnosis of breast cancer in mammography and ultrasound: a review, Clinical Imaging 37 (2013) 420-426.
6. B. Kurt, V.V. Nabiyev, K. Turhan, Contrast enhancement and breast segmentation of mammograms, In: 2nd World Conference on Information Technology, 23-27 November 2011, pp. 26-30.
7. B. Kurt, V.V. Nabiyev, K. Turhan, Medical images enhancement by using anisotropic filter and clahe, In: International Symposium on INnovations in Intelligent Systems and Applications, IEEE Press, 2012, pp. 1-4.
8. B. Kurt, V.V. Nabiyev, K. Turhan, A Novel automatic suspicious mass regions identification using Havrda & Charvat entropy and Otsu's n thresholding, Computer Methods and Programs in Biomedicine 114:3 (2014) 349-360.
9. H.D. Cheng, X.J. Shi, R. Min, L.M. Hu, X.P. Cai, H.N. Du, Approaches for automated detection and classification of masses in mammograms, Pattern Recognition 39:4 (2006) 646-668.
10. A.S Constantinidis, M.C Fairhurst, A.F.R Rahman, A new multi-expert decision combination algorithm and its application to the detection of circumscribed masses in digital mammograms, Pattern Recognition 34:8 (2001) 1527-1537.

11. H.D. Cheng, Muyi Cui, Mass lesion detection with a fuzzy neural network, Pattern Recognition 37:6 (2004) 1189-1200.
12. A. Oliver, J. Freixenet, E. Perez, J. Pont, E.R.E. Denton, R. Zwiggelaar, A Review of automatic mass detection and segmentation in mammographic images, Medical Image Analysis 14 (2010) 87-110.
13. F. Moayedi, Z. Azimifar, R. Boostani, S. Katebi, Contourlet-based mammography mass classification using the SVM family, Computer in Biology and Medicine 40 (2010) 373-383.
14. N. Singh, A.G. Mohapatra, G. Kanungo, Breast cancer mass detection in mammograms using k-means and fuzzy c-means clustering, International Journal of Computer Applications 22:2 (2011) 15-21.
15. A.S. Mohanty, A. Pradhan, S. Sahoo, S.K. Lenka, Detection of masses from mammograms using mass shape pattern, International Journal of Computer Technology Applications 2:4 (2011) 1131-1139.
16. M.M. Abdalla, S. Dress, N. Zaki, Detection of masses in digital mammogram using second order statistics and artificial neural network, International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT) 3:3 (2011) 176-186.
17. W.B. Sampaio, E.M. Diniz, A.C. Silva, A.C. Paiva, M. Gattass, Detection of masses in mammogram image using CNN, geostatistic functions and SVM. Computers in Biology and Medicine 41 (2011) 653-664.
18. N.M. Basheer, M.H. Mohammed, Segmentation of breast masses in digital mammograms using adaptive median filtering and texture analysis, International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE) 2:1 (2013) 39-43.
19. M.A. Khuzi, R. Besar, W.W. Zaki, N.N. Ahmadi, Identification of masses in digital mammogram using gray level co-occurrence matrices, Biomedical Imaging and Intervention Journal 5:3 (2009).
20. P. Agrawal, M. Vatsa, R. Singh, Saliency based mass detection from screening mammograms, Signal Processing 99 (2014) 29-47.
21. University of Essec, Mamographic Image Analysis Society, at http://peipa.essex.ac.uk/info/mias.html (2003), (Accessed 22 April 2014).
22. B. Bataineh, S.N.H.S. Abdullah, K. Omar, A novel statistical feature extraction method for textual images: optical font recognition, Expert Systems with Applications 39:5 (2012) 5470-5477.
23. R. Nithya, B. Santhi, Mammogram classification using maximum difference feature selection method, Journal of Theoretical and Applied Information Technology 33:2 (2011) 197-204.
24. R. Nithya, B. Santhi, Classification of normal and abnormal patterns in digital mammograms for diagnosis of breast cancer, International Journal of Computer Applications 28:6 (2011) 21-25.
25. R. Nithya, B. Santhi, Comparative study on feature extraction method for breast cancer classification, Journal of Theoretical and Applied Information Technology 33:2 (2011) 220-226.
26. F. Albregtsen, Statistical texture measures computed from gray level coocurence matrices, Image Processing Laboratory, Department of Informtaics, University of Oslo, Nowember 5, 2008.
27. R.M. Haralick, K. Shanmugam, I. Dinstein, Texture feature for image classification, IEEE Transaction on System, Man and Cybernetics 3:6 (1973) 610-621.

28. S.H. Liao, C.H. Wen, Artificial neural networks classification and clustering of methodologies and applications-literature analysis from 1995 to 2005, Expert Systems with Applications 32:1 (2007) 1-11.
29. J.E. Dennis, R.B. Schnabel, Numerical methods for unconstrained optimization and nonlinear equations, Classics in Applied Mathematics, 1996 ISBN: 978-0-89871-364-0.
30. G. Nocedal, S. Wright, Numerical optimization, 2006 Springer, New York.
31. L. A. Gougam, H. Taibi, A. Chikhi, F. Mekideche-Chaf, Efficient second order algorithms for function approximation with neural networks. Application to sextic potentials, Proceedings of the 7th Conference on Nuclear and Particle Physics, 11-15 November 2009, pp. 335-342.
32. A. Oliver, X. Llad´o, J. Freixenet, J. Mart´I, False positive reduction in mammographic mass detection using local binary patterns, Lecture Notes in Computer Science 4791 (2007) 286–293.
33. M. Hussain ,S. Khan , G. Muhammad , I. Ahmad , G. Bebis, Effective extraction of gabor features for false positive reduction and mass classification in mammography, Appl. Math. Inf. Sci. 6:1 (2012) 29-33.
34. J. Wei, B. Sahiner, L. M. Hadjiiski, H. P. Chan, N. Petrick, M. A. Helvie, C. Zhou, Z. Ge, Computer-aided detection of breast masses on full-field digital mammograms: false positive reduction using gradient field analysis, Proceedings of the SPIE 5370 (2004) 992-998.
35. R. Lavanya, N. Nagarajan, M. N. Devi, False positive reduction in computer aided detection of mammographic masses using canonical correlation analysis, Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 59:1 (2014) 139-145.
36. D.F. Specht, Probabilistic Neural Networks, Neural Networks, 3 (1990) 109–118.
37. G. Pan, G. Yan, X. Qiu, J. Cui, Bleeding Detection in Wireless Capsule Endoscopy Based on Probabilistic Neural Network, Journal of Medical Systems, 35 (2011) 35 1477–1484.
38. S.G. Wu, F.S. Bao, E.Y. Xu, Y.X. Wang, Y.F. Chang, Q.L. Xiang, A Leaf Recognition Algorithm for Plant Classification Using Probabilistic Neural Network, IEEE International Symposium on Signal Processing and Information Technology, Temmuz 2007,, 1-6.
39. M.F. Othman, M.A.M. Basri, Probabilistic Neural Network for Brain Tumor Classification, 2nd International Conference on Intelligent Systems, Modelling and Simulation, Phnom Penh 2011, 136-138.
40. A.M.S. Muniz, H. Liu, K.E. Lyons, R. Pahwac, W. Liu, F.F. Nobre, J. Nadal, Comparison Among Probabilistic Neural Network, Support Vector Machine and Logistic Regression for Evaluating The Effect of Subthalamic Stimulation in Parkinson Disease on Ground Reaction Force During Gait, Journal of Biomechanics, 43 (2010) 720–726.
41. Z. Sankaria, H. Adelib, Probabilistic Neural Networks for Diagnosis of Alzheimer's Disease Using Conventional and Wavelet Coherence, Journal of Neuroscience Methods, 197 (2011) 165–170.
42. T. Kıyan, T. Yıldırım, Breast Cancer Diagnosis Using Statistical Neural Networks, Journal of Electrical & Electronics Engineering, 4,2 (2004) 1149-1153
43. M.A. Mazurowskia, P.A. Habasa, J.M. Zuradaa, J. Y. Lob, J.A. Bakerb, G.D. Tourassib, Training neural network classifiers for medical decision making: the effects of imbalanced datasets on classification performance, Neural Networks 21:Special issue (2008) 427-436.
44. H.B. Wong and G.H. Lim, Measures of diagnostic accuracy:sensitivity, specificity, PPV and NPV, Proceedings of Singapore Healthcare 20:4 (2011) 316-318.
45. http://www14.software.ibm.com/download/data/web/en_US/trialprograms/W110742E06714B29.html, SPSS Statistics Software, IBM, (Accessed 12 December 2014).

Appendix

Table A.1. Formulas and explanations for GLCM features

Features	Formula	Explanation
Contrast	$\sum_{i,j=0}^{G-1} P(i,j)(i-j)^2$	Intensity contrast between a pixel and its neighbor.
Cluster shade	$\sum_{i,j=0}^{G-1} P(i,j)(i+j-\mu_x-\mu_y)^3$	Cluster shade is a measure of skewness of the matrix. When cluster shade is high image is not symmetry.
Energy	$\sum_{i,j=0}^{G-1} P(i,j)^2$	Energy is also known as uniformity of ASM (angular second moment) which is the sum of squared elements from the GLCM.
Sum of square variance	$\sum_{i,j=0}^{G-1} P(i,j)(i-\mu)^2$	This feature puts relatively high weights on the elements that differ from the average value of P (i, j).
Autocorrelation	$\sum_{i,j=0}^{G-1} (P_x-\mu_x)(P_y-\mu_y)/\sigma_x\sigma_y$	Autocorrelation can be used assess the amount of regularity as well as the fineness/coarseness of the texture present in the image.
Cluster prominence	$\sum_{i,j=0}^{G-1} P(i,j)(i+j-\mu_x-\mu_y)^4$	Cluster prominence is also a measure of skewness of the matrix. Cluster prominence is low; there is a peak in the co-occurrence matrix around the mean values. For the image, this means that there is little variation in gray-scales.
Dissimilarity	$\sum_{i,j=0}^{G-1} P(i,j)\lvert i-j\rvert$	Dissimilarity is a measure related to contrast using linear increase of weights as one moves away from the GLCM diagonal.
Entropy	$-\sum_{i,j=0}^{G-1} P(i,j)\log(P(i,j))$	Entropy measures the statistical randomness.
Homogeneity	$\sum_{i,j=0}^{G-1} \frac{P(i,j)}{1+\lvert i-j\rvert}$	Homogeneity is to measure the distribution of elements in the GLCM with respect to the diagonal.
Maximum probability	$Max(i,j)P(i,j)$	High max values occur if one combination of pixels dominates the pixel pairs in the window.
Sum average(sa)	$\sum_{i=0}^{2G-2} i\, P_{x+y}$	The homogenous brightness or darkness of the image determines the sum average. The more homogeneously dark the image is, the lower its sum average, and vice versa.
Sum variance	$\sum_{i=0}^{2G-2} (i-sa)^2\, P_{x+y}(i)$	Sum variance normally shows high values when the frequency of occurrence is equally concentrated in the lowest and highest cells of the co-occurrence matrix.
Sum entropy	$-\sum_{i=0}^{2G-2} P_{x+y}(i)\log(P_{x+y}(i))$	Entropy, a measure of non-uniformity in the image or the complexity of the texture.
Difference entropy	$-\sum_{i=0}^{G-1} P_{x+y}(i)\log(P_{x+y}(i))$	This feature measures the randomness of a grey level distribution.
Information measure of correlation	$\frac{HXY-HXY1}{max(HX,HY)}$	Related to correlation which is a measure of gray tone linear dependencies in the image.
Information measure of correlation 2	$\sqrt{1-exp[-2.0(HXY2-HXY)}$	Related to correlation which is a measure of gray tone linear dependencies in the image.
Inverse difference moment normalized	$\sum_{i,j=0}^{G-1} \frac{P(i,j)}{1+\lvert i-j\rvert^2}$	This feature measures image homogeneity. It assigns larger values to smaller gray-scale differences within pixel pairs. IDM correlates with energy and contrast.

The Use of Nursing Terminologies on Hospital Information Management Systems

Hastane Bilgi Yönetim Sistemlerinde Hemşirelik Terminolojilerinin Kullanımı

M. Aydan Yıldırım[1], Filiz İşleyen[1], Esra Muş[1]

[1] T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye
maydan.yildirim@saglik.gov.tr

Abstract. With the changing and developing world in the presentation of health services, many innovations and technologies have taken their places in our country. The most important one of them is the transfer of health services, which are offered, to electronic environment and the development of electronic health record (ESK). With the use of ESK systems in health services, nursing profession has also started to take its place in informatics field. Many nursing diagnosis classification systems/terminologies are developed in order to record nursing applications that are approved by international nursing associations like the International Council of Nurses (ICN), American Nurses Association (ANA), to speak a common language in professional terms. The aim of this study is to determine the usage of nursing technologies at Hospital Information Management Systems (HIMS) that give service at hospitals of our country, to determine the terminologies if they are being used. E-mail and phone survey are applied as data collection methods. E-mail is used to reach HIMS software developers, responses taken from those who wished to participate on a voluntary basis are analyzed. 26 (46%) people participated to the study on a voluntary basis. Even though the number of participants is lower than the expected amount, given responses provide a wide range. 93% of participants who stated that they use a nursing terminology on their HIMS are found to be using NANDA terminology. As the participation to the study is lower than the expected rate, the obtained result couldn't be generalized, in the later stage, the awareness of terminologies that are developed regarding the nursing applications at all hospitals in our country and the standards/terminologies that are used widespread should be researched with different methods.

Keywords: Nursing Diagnosis, Nursing Informatics, Nursing Classification Systems.

Özet. Sağlık hizmetinin sunumunda değişen ve gelişen dünya ile birlikte ülkemizde de birçok yenilik ve teknoloji yerini almıştır. Bunlardan en önemlisi de sunulan sağlık hizmetlerinin elektronik ortama taşınarak elektronik sağlık kaydı

(ESK) sistemlerinin gelişmesidir. ESK sistemlerinin sağlık hizmetinde kullanılmaya başlaması ile birlikte hemşirelik mesleği de bilişim alanında yerini almaya başlamıştır. Uluslararası Hemşireler Birliği-International Council of Nurses (ICN), Amerikan Hemşireler Derneği-American Nurses Association (ANA) gibi uluslararası kabul görmüş hemşirelik dernekleri tarafından hemşirelik uygulamalarının kayıt altına alınabilmesi, mesleki anlamda ortak dili konuşabilmek adına birçok hemşirelik tanıları sınıflandırma sistemleri/terminolojileri geliştirilmiştir. Bu çalışmada ülkemizdeki hastanelerde hizmet veren Hastane Bilgi Yönetim Sistemlerinde (HBYS) hemşirelik terminolojilerinin kullanılma durumunun belirlenmesi, kullanılıyor ise hangi terminolojilerin kullanıldığının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Veri toplama yöntemi olarak e-posta ve telefon ile görüşme uygulanmıştır. HBYS yazılım üreticilerine e-posta ile ulaşılmış, çalışmaya gönüllü olarak katılım sağlamak isteyenlerden alınan cevaplar analiz edilmiştir. Çalışmaya gönüllü olarak 26 (%46) kişi katılım sağlamıştır. Katılım sayısı beklenilenden daha az olmasına rağmen gelen cevaplar çok çeşitlilik sağlamamaktadır. HBYS'lerinde bir hemşirelik terminolojisini kullandıklarını belirten katılımcıların %93'ünün NANDA terminolojisini kullandığı tespit edilmiştir. Çalışmaya katılım beklenilen orandan daha düşük olduğu için, elde edilen sonuç genelleştirilememekle birlikte çalışmanın bir sonraki adımında ülkemizdeki tüm hastanelerde hemşirelik uygulamalarına ilişkin geliştirilmiş terminolojilerin bilinirlik seviyesi ve hemşirelik uygulamalarında hangi standartların/terminolojilerin yaygın olarak kullanıldığının farklı yöntemlerle araştırılması düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hemşirelik Tanıları, Hemşirelik Bilişimi, Hemşirelik Sınıflama Sistemleri.

1. Giriş

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de sağlık bakım hizmetlerinin kalitesini artırmak ve bireylere daha hızlı ve etkili tedavi planı sunmak için sağlık alanında bilişim teknolojileri kullanılmaktadır. Ülkeyi yönetenler açısından sağlık alanında bilişim teknolojilerinin belki de en önemli katkısı, hastanelerde üretilen sağlık verilerinin merkezi olarak toplanması, böylelikle bireylere sunulan sağlık hizmetine ilişkin değerlendirmenin daha hızlı yapılabilmesidir. Geçmişte kâğıt tabanlı olarak arşivlenen veriler artık veri tabanlarında elektronik olarak saklanmakta ve gerektiğinde belirli standartlar ve güvenlik önlemleri ile merkezi veri sistemlerine iletilmektedir. Böylelikle bilgiye erişim imkânı geçmişe nazaran daha hızlı olmaktadır. Merkezi veri sistemine iletilen standart veriler yöneticiler için kolaylıkla raporlanabilmektedir. Standart olmayan verilerin ise toplanması durumunda ek bir çalışmaya ihtiyaç duyulmakta ve öncelikle toplanan verilerin standardize edilmesi gerekmektedir. Ülkemizde T.C. Sağlık Bakanlığı, sağlık hizmeti sunumunun kalitesinin artırılması ve gelişmiş ülkeler seviyesinde olabilmesi için hastanelerde üretilen verileri merkezi veri sistemlerinde toplamaktadır. Toplanan verilere ilişkin standartlar ve iş kuralları sys.sagliknet.saglik.gov.tr/dokumanonline/ adresinde Hastane Bilgi Yönetim Sistemi (HBYS) yazılım üreticilerine sunulmaktadır.

Bu adreste HBYS'lerden toplanan verilere ilişkin bilgilerin yer aldığı veri paketleri incelenmiş ve içerisinde hemşirelik terminolojilerine/uygulamalarına ilişkin bir veri paketinin bulunmadığı görülmüştür. Buna ek olarak T.C. Sağlık Bakanlığı tarafından yayımlanan Sağlıkta Kalite Standartları (SKS) [1] incelendiğinde de hemşirelik uygulamalarında standart olarak kullanılabilecek bir terminoloji bilgisine ulaşılamamıştır.

Sağlık hizmeti sunum sürecinde hemşirelik tanıları ve bakım planları önemli yer tutmaktadır. Hekimin hastalarına verdiği tedavileri planlayan, bu planların tam ve doğru olarak uygulanmasını sağlayan ve bu süreçlerde bilgi teknolojilerinden etkili bir şekilde faydalanan hemşirelerin yaptıkları tüm işler hastanelerde kullanılan bilgi sistemleri aracılığı ile kayıt altına alınmaktadır.

Hemşirelik alanında kullanılan terminolojiler hemşirelik sürecinin basamakları ile bağlantılı olup bu basamaklara odaklanmıştır. Bu terminolojiler genel olarak hemşirelik tanısını, hemşirelik girişimlerini ve sonuçlarını içerir [2]. Amerikan Hemşireler Birliği-American Nurses Association (ANA) tarafından kabul edilmiş 12 sınıflandırma terminolojisi bulunmaktadır [3]. Bu terminolojilerden başlıcaları;

1. Kuzey Amerikan Hemşirelik Tanıları Birliği Hemşirelik Tanıları Sınıflaması-North American Nursing Diagnosis Association Taxonomy (NANDA); hastanın hastalık ya da yaralanmaya karşı tepkilerini ifade eder [2].
2. Hemşirelik Girişimleri Sınıflandırma Sistemleri-The Nursing Intervention Classification (NIC); hemşirelerin bağımlı ya da bağımsız rolleri kapsamında uyguladığı tüm girişimleri kapsar. NIC'e göre hemşire tarafından uygulanan her tedavi ve girişim bir hemşirelik tanısıdır [2,4,10].
3. Hemşirelik Sonuçları Sınıflandırma Sistemleri-The Nursing Outcomes Classification (NOC); hemşireler tarafından uygulanan tedavi ve girişimlerin sonuçlarını gözlemleyen ve bu sonuçları bir sınıflandırma çatısı altında toplayan geniş kapsamlı bir sınıflandırma sistemidir [2,4].
4. OMAHA Sistemi; Amerika Ziyaretçi Hemşireler Birliği tarafından geliştirilmiş olup halk sağlığı hemşireleri için uygulama rehberi niteliğindedir [5].
5. Hemşirelik Uygulamalarının Uluslararası Sınıflaması-International Classifcation for Nursing Practice (ICNP); Uluslararası Hemşireler Birliği- International Council of Nurses (ICN) tarafından geliştirilmiştir. ICNP hemşirelik pratiğine odaklanır ve hemşirelik pratiğinin dinamik ve değişken olduğunu kabul eder [6].
6. Evde Sağlık Bakımı Sınıflandırması-The Home Health Care Classification (HHCC); Evde sağlık bakım talebini değerlendirmek ve sınıflamak, kaynak gereksinimlerini belirlemek ve bakım sonuçlarını değerlendirmek için geliştirilmiş bir terminolojidir [3,10].
7. Klinik Bakım Sınıflandırma Sistemleri-Clinical Care Classification Systems (CCC); 1991 yılında evde sağlık bakım projesi olarak başlayan süreçte daha sonra sınıflandırma sisteminin kapsamı genişletilerek CCC olarak adlandırılmıştır [3,10].
8. Perioperatif Hemşirelik Veri Seti-The Perioperative Nursing Data Set (PNDS); Perioperatif hasta için geliştirilmiştir. Hastanın hastaneye yatışından itibaren taburcu olana kadar geçen süredeki perioperatif deneyimlerini belirleyebilmek için geliştirilmiş standart bir dildir. Hemşirelik tanılarını, müdahalelerini ve hastada görülen sonuçlarını açıklar [3,4].

Hemşirelik uygulamalarının adlandırılması, taksonomisi ve sınıflandırılmasına yönelik birçok çalışma bulunmaktadır [2-12]. Ancak, yapılan çalışmalarda geliştirilen

hemşirelik terminolojilerinin hiçbiri "hemşirelerin hangi durumlara/koşullara yönelik olarak, hangi sonuçlar için neler yaptığını" tam olarak kapsamamaktadır [7].

Bu çalışmanın amacı ülkemizde kullanılan HBYS'lerde, hemşirelik terminolojilerinin kullanılma durumunun belirlenmesi, kullanılıyor ise hangi hemşirelik terminolojisinin yaygın olarak kullanıldığının araştırılmasıdır.

2. Yöntem

Çalışma, ülkemizdeki hastanelerde faaliyet gösteren ve T.C. Sağlık Bakanlığı Kayıt ve Tescil Sisteminde (KTS) kayıtlı olan HBYS yazılım üreticilerinin gönüllü katılımları ile gerçekleştirilmiştir. Gerekli verileri elde edebilmek için, veri toplama yöntemi olarak e-posta ve telefon ile görüşme uygulanmıştır. Bu araştırma betimsel (tanımlayıcı) olarak tasarlanmıştır. Çalışmanın katılımcılarına iki soru sorulmuştur; Birinci soru "Hemşirelik Terminolojileri (NANDA, OMAHA, ICNP, NOC vb.) HBYS yazılımınızda mevcut mu?", eğer mevcut ise ikinci soru "Hangi hemşirelik terminolojisini kullanıyorsunuz?" şeklinde belirlenmiştir.

HBYS yazılım üreticilerinin sayısı belirlenerek kendilerine excel tablosunda, tarafımızca hazırlanan iki soru e-posta aracılığı ile iletilmiştir. Ülkemizde sayısı dönemsel olarak değişmekle birlikte toplam 113 Sağlık Bilgi Yönetim Sistemi (SBYS) yazılım üreticisi bulunmakta olup SBYS yazılım üreticilerinin hizmet verdiği alanların dağılımı Tablo.1'de verilmiştir.

Tablo 1. KTS' de Kayıtlı Yazılım Üreticileri Sayıları

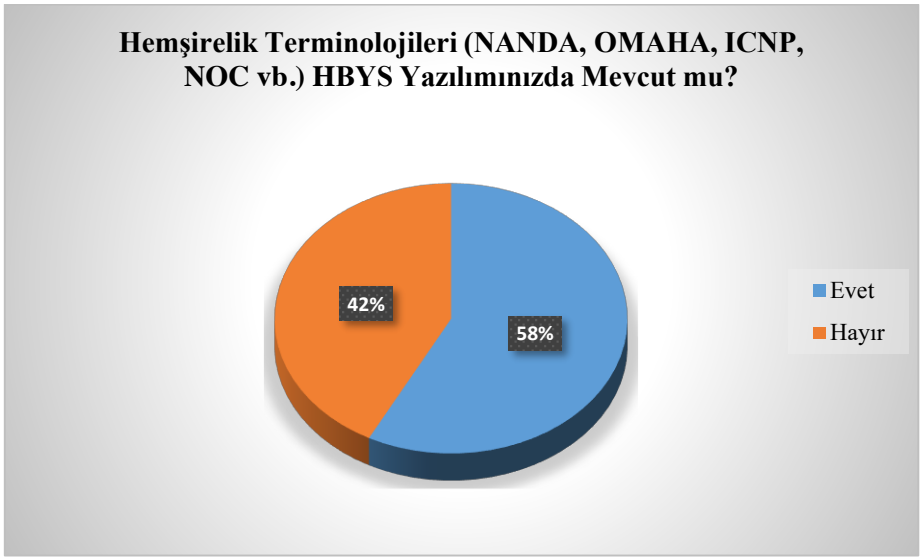
SBYS Yazılım Türü	Aktif Liste	Pasif Liste
Hastane Bilgi Yönetim Sistemi (HBYS)	56	1
Aile Hekimliği Bilgi Sistemi (AHBS)	16	0
Laboratuvar Bilgi Yönetim Sistemi (LBYS)	20	0
Görüntüleme ve Arşiv Sistemi (PACS)	34	0
Diş Hekimliği Bilgi Sistemi (DHBS)	16	1
Diğer Yazılım Firmaları (DYF)	89	10

Hemşirelik hizmetleri yoğun olarak hastanelerde verildiği için bu çalışmada KTS' de kayıtlı HBYS yazılımı üreten ve aktif listede yer alan toplam 56 yazılım üreticisi çalışmamızın evrenini oluşturmaktadır. 56 yazılım üreticisine belirlenen sorular e-posta yolu ile gönderilerek gönüllü olarak çalışmaya katılmaları istenmiştir. E-posta ve telefon ile görüşme yöntemi ile toplamda 56 yazılım üreticisinden 26'sı (%46) geri dönüş sağlayarak çalışmaya katılmışlardır.

3. Bulgular

Çalışmanın katılımcılarına yöneltilen "Hemşirelik Terminolojileri (NANDA, OMAHA, ICNP, NOC vb.) HBYS yazılımınızda mevcut mu?" sorusuna 15 (%58) katılımcı "Evet" cevabını vermiştir. Bu katılımcılardan bir tanesi geliştirdikleri HBYS yazılımında hemşirelik terminolojisi bulunduğunu ancak henüz güncel sürümlerine

yansıtmadıkları cevabını vermiştir. Katılımcıların ilk soruya verdikleri cevaplar Grafik 1'de verilmiştir.

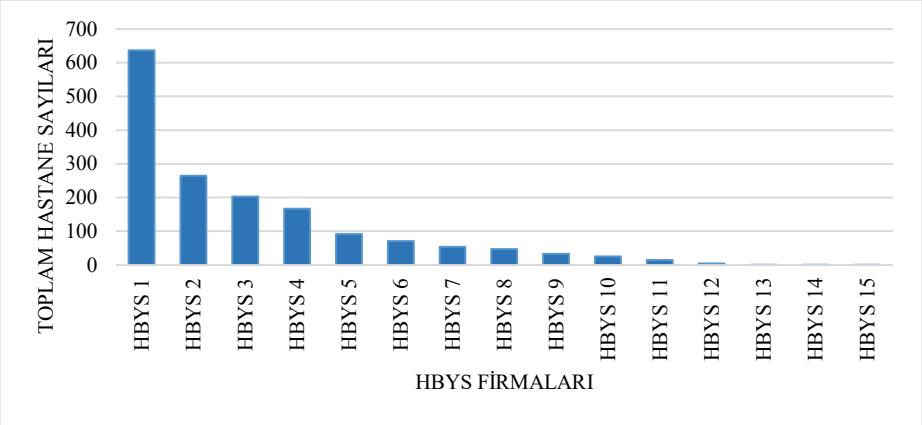


Grafik 1. Yazılımında Hemşirelik Terminolojisi Bulunan HBYS Firma Sayısı

"Hangi hemşirelik terminolojisini kullanıyorsunuz?" sorusuna ise 14 katılımcı "NANDA" yanıtını verirken 1 katılımcı "Virginia Hendersen" yanıtını vermiş olup verilen yanıtlar Grafik 2'de bulunmaktadır.

Grafik 2. HBYS Yazılımında Kullanılan Hemşirelik Terminolojileri

İlk soruya "Evet" cevabını veren 15 katılımcı arasından telefonla ulaşılabilen 4 katılımcıdan, HBYS yazılımlarının kurulu olduğu tüm hastanelerde, tarafımıza bilgisi verilen hemşirelik terminolojisinin bulunduğu ve kullanılabileceği bilgisi alınmıştır. Bu nedenle ulaşılamayan diğer katılımcıların da hizmet verdikleri HBYS yazılımlarının kurulu olduğu tüm hastanelerde tarafımıza iletilen hemşirelik terminolojisinin bulunduğu varsayılmıştır (Grafik-3). Bu verilere göre 15 HBYS firmasının hizmet verdiği Tablo-2'de belirtilen 23 farklı türde toplam 1617 hastanede hemşirelik terminolojilerin sistemlerinde bulunduğu ve kullanılabileceği sonucu varsayılabilir.



Grafik 3. Araştırmaya Dahil Olan HBYS Firmalarının Hizmet Verdiği Hastane Sayısı

Grafik 3'de verilen hastane sayısı hesaplanırken Tablo 2'de yer alan hastane türleri dikkate alınmıştır.

Tablo 2. Hastane Türü

No	Sağlık Hizmet Sunucu Türü
1	Eğitim ve Araştırma Hastanesi
2	Devlet Hastanesi
3	Devlet Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi
4	Entegre İlçe Devlet Hastanesi
5	Vakıf Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi
6	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesi
7	Göğüs Hastalıkları Hastanesi
8	Kadın, Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi
9	Kemik Hastalıkları Hastanesi
10	Ruh Sağlığı Hastalıkları Hastanesi
11	Meslek Hastalıkları Hastanesi
12	Çocuk Hastalıkları Hastanesi
13	Özel Hastane

Çalışma sırasında telefonla ulaşılabilen HBYS yazılım üreticileri ile yapılan görüşmelerde;

i. HBYS yazılımları üzerinde hemşirelik bakım planının hazırlanabildiğini ancak hemşirelerin tanılarına ilişkin bilgilerin HBYS'ye el ile (manuel olarak) girildiği,
ii. Hemşirelik tanılarına ilişkin bilgi girişi yapılan alanda herhangi bir kısıtlama olmadığı,
iii. HBYS'lerinde bir sınıflama sistemi kullanıldığını ancak hangi sınıflama sisteminin kullanıldığının bilinmediğini,
iv. "Hemşirelik sınıflama sistemi nedir?"

Olarak alınan cevaplar çalışma sonuçlarına dâhil edilmemiştir.

4. Tartışma ve Sonuç

Gerek ülkemizde gerek dünyada kullanılan HBYS'ler veri tabanlarında verileri kodlar aracılığı ile saklamaktadırlar. Ülkemizde, HBYS yazılım üreticileri bu tip kodları Sağlık Kodlama Referans Sunucusu (SKRS) aracılığı ile kullanmaktadır. SKRS kısaca, sağlık alanında kullanılan kodlar için bir standardizasyon sağlamak amacı ile geliştirilmiştir. SKRS'de "Tedavi Şekli", "Tedavi Yöntemi" gibi ulusal olarak kullanılan kodlama sistemleri bulunduğu gibi hastalık tanıları için kullanılan uluslararası bir sınıflandırma sistemi olan Hastalıkların Uluslararası Sınıflandırılması-International Classification of Diseases (ICD-10) da bulunmaktadır. HBYS'ler, SKRS'de bulunmayan ve kendilerine kullanabilecekleri bir kodlama sistemi gösterilmediği durumlarda ise veri tabanlarına kayıt edecekleri verileri kendileri kodlayacaktır. Yapılan araştırmalarda, ülkemizde hemşirelik uygulamaları özelinde, HBYS'lerde kullanılan sınıflandırma sistemlerine veya hemşirelik terminolojilerine ilişkin tanımlayıcı bir çalışma bulunamamıştır.

Tüm dünyada son yirmi beş yıldan bu yana hemşirelik uygulamalarını görünür hale getirmek, hemşirelerin ortak bir dil kullanarak meslektaşlarıyla ve diğer profesyonellerle iletişim kurmalarını sağlamak için birçok araştırma projesi tasarlanmıştır. Çalışmalar uzun süreli ve aşamalı olarak yürütülmüştür. Sırasıyla;

-Hemşirelik tanıları ve hemşirelik girişimleri tanımlanmış ve listelenmiş,
-Belirli kriterlere göre gruplandırılmış ve analiz edilmiş,
-Hemşirelik tanılarının ve uygulamalarının adı konmuş,
-Kavramların geçerliliği sağlanmış ve ortak bir dil için fikir birliğine varılmıştır [12].

Bu çalışmada ülkemizdeki HBYS'lerin standart bir terminoloji kullanma durumları araştırılmış ve kullanıyorum yanıtını veren katılımcıların büyük bir kısmı (%93) "NANDA" cevabını vermiştir. Çalışmaya katılım beklenenden daha az olduğu için verilen cevap genelleştirilemeyebilir. Ülkemizde, HBYS'lerde ICD-10, Mantıksal Gözlem Tanımlayıcılarının İsimleri ve Kodları-Logical Observation Identifiers Names and Codes (LOINC) veya Hastalıkların Uluslararası Sınıflandırılması Onkoloji-International Classification of Diseases for Oncology (ICD-O) gibi uluslararası standartlar kullanılmaktadır. Ancak, hemşirelik uygulamaları için ulusal veya uluslararası olarak herhangi bir standardın henüz belirlenmemiş olması HBYS'lerin kendi standartlarını geliştirmelerine veya var olan bir standardı kullanmalarına neden olabilir. Nitekim çalışmamamızın sonuçlarına göre HBYS yazılımlarında uluslararası kabul görmüş bir standart olan NANDA'nın yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir.

Hemşirelik uygulamaları sağlık bakım sürecini etkileyen önemli bileşenlerden biridir. Bu nedenle uygulamalara ilişkin, ülkemizde sunulan sağlık hizmetine uygun bir sistemin seçilerek tüm HBYS'lerde kullanılması, gelecekte karşılaşılabilecek aynı veri için farklı standartların kullanılmasını önleyecektir. Ülkemizde, hemşirelerin standart bir terminoloji kullanmalarının önemine değinen birçok akademik çalışma da bulunmaktadır [2, 10,12].

Çalışmanın bir sonraki adımında, ülkemizdeki tüm hastanelerde hemşirelik uygulamalarına ilişkin geliştirilmiş terminolojilerin bilinirlik seviyesi ve hemşirelik uygulamalarında hangi standartların yaygın olarak kullanıldığının araştırılması bu konuda yapılacak çalışmalara yol gösterici olması açısından planlanmaktadır. Bu çalışmada olduğu gibi, planlanan çalışmada da katılımcıların çoğunluğunun cevabı tek bir terminolojinin kullanıldığını gösterirse, hiçbir terminoloji kullanmayan veya başka terminolojileri kullanan hastanelerde de yaygın olarak kullanılan terminolojinin teşvik edilmesiyle tüm ülkede aynı verilerin aynı standartlarda kullanılması sağlanabilir. Yine yaygın olarak hali hazırda kullanılan bir terminolojinin ulusal olarak kullanımının seçilmesi, terminolojinin hastanelerde kabul edilmesi sürecini de hızlandırabilir.

Sonuç olarak, ülkemizde hemşirelik alanında standart olarak kullanılan bir terminoloji bulunmamaktadır. Ancak, bu konuda Bakanlığımızla birlikte üniversiteler ve konuyla ilgili çalışmalar yapan sivil toplum kuruluşlarının ortak bir çalışma yapması, ülkemizde sunulan sağlık hizmeti süreci de göz önüne alındığında daha etkin ve doğru sonuçların elde edilmesine katkı sağlayacaktır.

Kaynakça

1. Sağlıkta Kalite ve Akreditasyon Daire Başkanlığı, Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü: Sağlıkta Kalite Standartları-Hastane, http://www.kalite.saglik.gov.tr/TR,12680/guncel-standartlar.html, 2017/05/22.
2. Ay, F.: Uluslararası Alanda Kullanılan Hemşirelik Tanıları ve Uygulamaları Sınıflandırma Sistemler. Türkiye Klinikleri 28(555), 561 (2008).
3. Standard Nursing Terminologies, A Landscape Analysis, https://www.healthit.gov/sites/default/files/snt_final_05302017.pdf, 2017/05/15.
4. Çelik, H.: Teknoloji Temelli Hemşirelik Süreci, http://haticeninnblogu.blogspot.com/2014/12/teknoloji-temelli-hemsirelik-sureci.html, 2014/12/13.
5. Mutluay, E., Özdemir, L.: Sağlık Bilişim Sistemleri Kapsamında Hemşirelik Bilişiminin Kullanımı. Florence Nightingale Hemşirelik Dergisi 22(3), 180-186 (2014).
6. Zaybak, A., Khorshid, L.: Hemşirelik Uygulamalarının Uluslararası Sınıflandırılması (ICNP) ve Bir Olgu Örneği. Ege Üniversitesi Hemşirelik Yüksek Okulu Dergisi 16 (2-3), 99-108 (2000).
7. Erdemir, F.: Hemşirelik Sınıflama Sistemleri. IV. Ulusal Psikiyatri Hemşireliği Kongresi Özet Kitabı, 24-28 (2010).
8. Gedük, E. A.: Hemşirelik Mesleğinin Gelişen Rolleri. Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi 5(2), 253-258 (2018).
9. Avşar, G., Öğünç, A. E., Taşkın, M.: Hemşirelerin Hasta Bakımında Kullandıkları Hemşirelik Süreci Uygulamalarının Değerlendirilmesi. Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi 17(4), (2014).

10. Aslan, G. K., Emiroğlu, O. N.: Hemşireliğin Görünürlüğünü Artırmak İçin Standardize ve Kodlu Bir Sınıflama Sisteminin Kullanılması: Klinik Bakım Sınıflama Sistemi. Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Dergisi, 69–79 (2012).
11. Bilgiç, Ş., Şendir, M.: Hemşirelik Bilişimi. Cumhuriyet Hemşirelik Dergisi 3(1), 24-28 (2014).
12. Erdoğan, S.: Standart ve Ortak Dil Kullanmak Hemşireliğin Geleceği İçin Fırsat mı?. İ.Ü.F.N.H.Y.O Hemşirelik Dergisi 13(1), 50 (2003).

Ağız ve Diş Sağlığı Yönetimsel Karar Destek Sistemi Tahmin Modellerinin Oluşturulması

Establishing Dental Health Administrative Decision Support System Estimation Models

Murat DALMIŞ[a], **Neşe ZAYİM**[b]

[a]*Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi, T.C. Sağlık Bakanlığı, Antalya*

[b]*Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi AD, Akdeniz Üniversitesi, Antalya*

Özet

Karar Destek Sistemi (KDS) yöneticilerin karar vermesine yardımcı olan ve yöneticilerin veriye ulaşmasına, özetlemesine ve analiz etmesine yardımcı olan sistemlerdir. Karar Destek Sistemleri Karar Verici (KV) için bir analiz sunar ve bu analize dayanarak bir karar tavsiyesinde bulunur. Ulusal, bölgesel ve hizmet verilen kurum bazında optimum hizmet bileşenini oluşturmak ve kaynak tahsisi için etkin planlama yapabilmek için hizmet sunumunun optimizasyonu gerekmektedir. Sağlık yöneticileri, sağlık kurumlarının daha etkin, verimli ve kaliteden ödün vermeden yönetimi için mevcut verileri en iyi şekilde kullanan ve karar verme sürecine destek olacak sistemlere ihtiyaç duymaktadırlar.

Literatürde sağlıkta yönetsel karar destek amaçlı acil servis, servislerde yatan hasta sayısı tahmini, polikliniğe başvuracak hasta sayısı tahmini gibi birçok alanda karar destek sistemlerinin geliştirilmesi ve kullanılmasına yönelik bir çok çalışma yer almaktadır. Ancak Ağız ve Diş sağlığı yönetsel karar destek sistemleri ile ilgili sınırlı sayıda araştırma yer almaktadır. Ulusal alanyazında bu alanda Yönetsel Karar Destek Sistemleri geliştirilmesi ve kullanımına dair bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada hasta tedavilerinde kullanılacak sarf malzemenin miktarının ve yeni alınacak demirbaş miktarının hesaplanması, gerekecek personel sayısının belirlenmesi, yeni açılması gereken klinik sayısının belirlenmesi vb. yönetimsel kararlarda yardımcı olması hedeflenen, gelecek mali yıllarda hastane kliniklerine başvuracak hasta sayısı ve tedavi sayılarını tahminleyen yönetsel karar destek sistemi geliştirilmesi ve değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: YKDS, Diş Hekimliği Yönetimi, HBYS, Zaman Serisi Analizi

Abstract

Decision Support System (KDS) are systems that help managers make decisions and help managers access, summarize and analyze data. Decision Support Systems An analysis of the decision maker (KV) provides a decision based on this analysis. It is necessary to optimize the service delivery in order to create the optimum service component on the basis of national, regional and service organization and to plan effectively for resource allocation. Health managers need systems that utilize current data for the management of health institutions more efficiently, efficiently and without sacrificing quality, and support the decision-making process.

In the literature, there are many studies on the development and use of decision support systems in many areas such as emergency service for health decision in management, estimation of the number of patients in the services, and the number of patients who apply to the outpatient clinic. However, there are a limited number of studies on oral and dental health management support systems. There is no study on the development and use of Managerial Decision Support Systems in this field in national literature. In this study, the amount of consumables to be used in patient treatments and the amount of new fixtures to be taken, determining the number of personnel required, determining the number of clinics that need to be opened etc. The aim of the course is to develop and evaluate the administrative decision support system that predicts the number of patients and the number of patients who will apply to hospital clinics in the next fiscal years.

Keywords: MDSS, Dentistry Management, HIS, Time Series Analysis

1.Giriş

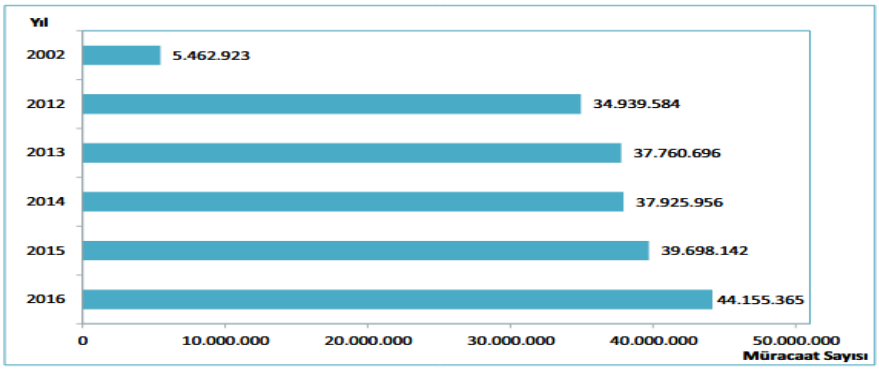
Günümüzde bilgi teknolojileri tıp alanı ve sağlık bakımında gittikçe yaygınlaşmakta, sağlık bakımı giderek teknolojiye bağımlı hale gelmektedir. Sağlık bilgi sistemleri ve karar destek sistemleri son derece gelişmekte ve teknoloji performansı katlanarak artmaktadır. Bilgi ve iletişim teknolojileri genel anlamda bilginin toplanmasını, işlenmesini, bilginini saklanmasını ve gerektiğinde herhangi bir yere iletilmesini ya da herhangi bir yerden bu bilgiye erişilmesini otomatik olarak sağlayan teknolojiler bütünü şeklinde tanımlanabilir. Bilgi sistemlerinin çalıştırılması ve geliştirilmesi multidisipliner bir konudur ve toplum ve örgütlerde stratejik, yönetsel ve operasyonel faaliyetler kapsamında enformasyon ve enformasyon teknolojilerinin toplanması, depolanması, dağıtılması ve kullanılmasına işaret etmektedir. Sağlık kurumlarına yönelik yatırım kararlarının alınmasında, kurum tarafından sunulacak hizmetin göreceği talep ve bu talebin özellikleri en önemli faktörlerdendir. Bu noktada söz konusu talebin analizinde önemli bir modern yönetim aracı olan öngörü tekniklerinin sağlık kurumu yöneticilerine büyük faydası olacaktır.

Bilgi teknolojilerini sağlık sistemine uygulamak, hastaya sağlanan bakım kalitesini arttırırken maliyetleri düşürmeyi hedefler. Ancak bunu eş zamanlı sağlamak hizmet sağlayıcıları için zorlu bir durum oluşturur. Sisteme tanımlanan görevler, hastaya ait bilgilerin birimler arası olduğu kadar, farklı sistemler arasında da hareket etmesini gerektirir (Onat, 2010,). Bu kapsamda hastane bilgi sistemi içerisinde yer alan birçok modül bulunmaktadır. Yatan hasta, poliklinik, acil servis, doğum ve ameliyathane, anestezi reanimasyon ve yoğun bakım gibi modülleri klinik enformasyon sistemleri; laboratuvar, radyoloji, eczane, diyet, kan bankası gibi modülleri karar destek sistemleri ve ayniyat, vezne, fatura ve muhasebe, satın alma, personel ve bordro işlemleri ve istatistik gibi modüller de idari ve finansal sistemler içerisinde yer almaktadır (Ak, 2009).

Ulusal, bölgesel ve hizmet verilen kurum bazında optimum hizmet bileşenini oluşturmak ve kaynak tahsisi için etkin planlama yapabilmek için hizmet sunumunun optimizasyonu gerekmektedir (Koyuncugil ve Özgülbaş,2009). Kurum içi örgütsel ve yönetsel etkinliği gerçekleştirebilmek için bilginin etkin yönetilmesi gerekmektedir (İnce ve Oktay, 2006). Karar vericiler, bilgi, muhakeme, sezgi ve deneyimlerini karar almaya yansıtmak için bilgi teknolojilerine ihtiyaç duyarlar. Sağlık kurumlarına yönelik yatırım kararlarının alınmasında, kurum tarafından sunulacak hizmetin göreceği talep ve bu talebin özellikleri en önemli faktörlerdendir. Bu noktada söz konusu talebin analizinde önemli bir modern yönetim aracı olan öngörü tekniklerinin sağlık kurumu yöneticilerine büyük faydası olacaktır (Özer ve Erkilet, 2012). İşletmelerin gelecekte ortaya çıkabilecek durumlar için plan yapması gerektiğinden büyük ve küçük, kamu ve özel kesim olmak üzere pek çok örgüt öngörü yöntemlerini kullanmaktadır (Hanke ve Wichern, 2005). Hastane yönetimleri de toplumun sağlık düzeyini koruma ve yükseltme amaçlarını gerçekleştirme çalışmalarında, gelecekle ilgili belirsizlikleri asgari düzeye indirmek için pazar analizlerini ve öngörü yöntemlerini kullanmaktadır (Ersoy,1993).

Sağlık hizmetlerinde talebin öngörülmesi, karar verme ve kontrolde çok önemli rol oynar. Yeni bir tesis kurmak, ilave personel istihdam etmek ya da yeni bir programa başlamak önemli ölçüde bu imkânlara, personele ve hizmetlere duyulan talebin karşılanmasına dayanır. Klinik, poliklinik ve tetkik ve tedavi merkezlerinde kullanılacak ilaç ve tıbbi malzeme ihtiyacının önceden bilinmesi günümüz rekabet ortamında hastanelerin finansal sürdürülebilirliği açısından artık bir zorunluluk haline gelmiştir (Yiğit, 2016). Sağlığa ve sağlık hizmetlerine olan talebin incelenmesinin başlıca iki nedeni bulunmaktadır. Bunlar; sağlık hizmetini kullananların ve sunucuların davranışlarını öngörmeye çalışmak ile maliyetleri ve faydaları ölçmektir (Uz,1998). Talep öngörüsü; hastane yöneticilerinin operasyonel faaliyetlerini yapabilmeleri, kaliteyi artırmak, rekabetçi ortamda yaşayabilmek, sağlıklı kararlar alabilmek, stratejik planlama ve pazarlama metotlarını geliştirmek, hastane yöneticilerinin rollerini belirlemek için gereklidir (Bulut, 2006).

TC Sağlık Bakanlığı verilerine göre Ağız ve Diş Sağlığı kurumlarına başvuru sayıları gittikçe artan bir eğilim göstermektedir (Şekil 1). Ağız ve Diş Sağlığı hizmeti veren kurumlarda da talebi karşılamak, kaliteli hizmet sunumu sağlamak, artan talebe yönelik planlamalar yapabilmek için talep öngörüleri zorunlu hale gelmektedir. Sağlık yöneticileri, sağlık kurumlarının daha etkin, verimli ve kaliteden ödün vermeden yönetimi için mevcut verileri en iyi şekilde kullanan ve karar verme sürecine destek olacak karar destek sistemlerine ihtiyaç duymaktadırlar (Koyuncugil, ve Özgülbaş, 2009).



Kaynak: Kamu Hastaneleri Genel Müdürlüğü, Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü
Not:2002 yılı için sadece Sağlık Bakanlığı değerleri verilmiştir. 2012- 2016 yıllarında Üniversite, Özel ve Diğer sektör değerleri dahil edilmiştir.

Şekil 1: Yıllara Göre Ağız ve Diş Sağlığı Hizmetlerine Müracaat Sayıları

Yönetsel Karar Destek Sistemleri

Karar vermeyi kolaylaştırmak, daha etkili ve doğru karar vermek için tasarlanan; değişik model ve uygulamaları kapsamı içinde bulunduran sistemlere Karar Destek Sistemleri denir. Karar Destek Sistemi (KDS) yöneticilerin karar vermesine yardımcı olan ve yöneticilerin veriye ulaşmasına, özetlemesine ve analiz etmesine yardımcı olur. Karar Destek Sistemleri Karar Verici (KV) için bir analiz sunar ve bu analize dayanarak bir karar tavsiyesinde bulunur.

KDS'nin algılanmasında, bakış açılarına göre farklılıklar olabilmektedir. Örneğin akademik dünyada KDS yazılımları, karar verme işlemine yardım eden birer araç olarak görülürken, KDS kullanıcılarının çoğu bu sistemleri birer idare sistemi olarak görmektedir. Bazı akademisyenler ise KDS'nin tanımını daha da genişleterek karar verme ile ilgisi olan herhangi bir sisteme KDS ismini vermiştir.

KDS genel olarak bir karar uzmanının (stratejist, üst düzey yönetici, CEO, vs.) kararını daha rahat verebilmesi için, saf veri kaynaklarından (veri tabanları, metin kaynakları, bilgi depoları vs.) veriyi alıp, işleyip, karar için gereken hale getirerek işe başlar. Ardından bu veri üzerinde, daha önceden hazırlanmış olan şablonlar, veri işleme yöntemleri, veri madenciliği çalışmaları vs. kullanarak veri üzerinde ilkel bazı kararlar verebilir veya karar verilmesine destek olabilecek olası senaryoları hazırlayabilir.

Sağlık sistemi politikalarının ve yönetsel kararlarının temeli veri ve veriden elde edilmiş bilgidir. Günümüzde dijital verilerin hacmindeki artışla birlikte çok miktarda, çok boyutlu ve karmaşık verileri işlemek için yöntem ya da sistemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden veri madenciliği, pek çok analiz aracı kullanımıyla veri içerisinde örüntü ve ilişkileri keşfederek, bunları geçerli tahminler yapmak için kullanan bir süreçtir. Veri Madenciliği ile ilgili kullanılan pek çok yöntemin yanına hemen her geçen gün yeni yöntem ve algoritmalar eklenmektedir. Regresyon, K - En Yakın Komşuluk, Kümeleme gibi klasik yöntemlerin yanı sıra Karar Ağaçları, Birliktelik Kuralları ve Sinir Ağları gibi yeni nesil yöntemler bunlar arasında sıralanabilir (Koyuncugil ve Özgülbaş, 2009).

Sağlık alanında sağlık kurumlarına talebin tahmini, hasta yoğunluğu tahmini ve kapasite planlamasına yönelik öngörü yöntemlerinin kullanıldığı birçok karar destek çalışması gerçekleştirilmiştir.

Shan, Yoon, Khasawneh, ve Gandhi (2011) tarafından gerçekleştirilen kısa dönemli ayaktan hasta talebini Monte Carlo simülasyon metodolojisi ile tahminleyen karar destek sistemi çalışmasında KDS'nin bekleyen hasta sayısını başarıyla tahminlediğini belirtmişlerdir. Ayaktan hasta başvurusunu tek değişkenli, çok değişkenli ve birleştirilmiş modellerle tahminleyen bir başka çalışmada birleştirilmiş modelin diğer modellere göre başvuru sayısını daha başarılı tahminlediği belirtilmiştir (DeLurgio, 2009).Diğer bir çalışmada, çalışmada uzun dönem hastane kapasite planlamasını yapabilmek için günlük acil servis başvuru sayılarındaki yatan hasta kabullerini ve taburcu sayılarını tahmin modellemesinde kullanmışlardır (Boyle, Ireland, Webster, O'Sullivan, 2016). Vancroonenburg'un 2015 yılında yaptığı çalışmada servislere kabul edilen hastaların hastane odalarına yerleştirilmesi, elektif cerrahi hastaları için giriş tarihlerinin belirlenmesi ve ameliyathane programlarının yapılmasında günlük olarak planlama yapılmasında operasyonel karar destek sistemi oluşturmuş ve planlama algoritması geliştirmiştir.

Irmak, Asilkan ve Köksal'ın 2012 yılında yaptıkları çalışmada hali hazırda işleyen bir hastane veritabanında bazı veri madenciliği teknikleri ile hasta yoğunluklarının tahmin edilmesi uygulamaları yapılmış ve sonuçları karşılaştırmalı olarak aktarılmıştır. Üstel düzgünleştirme, ARIMA ve yapay sinir ağları yöntemleri önce kendi içlerindeki farklı modellerle kıyaslanmış sonrasında da her yöntemin en kestirimci modelleri birbirleriyle kıyaslanmış, WintersAdditive üstel düzgünleştirme modeli ise bunlar arasında en kestirimci model olarak öne çıkmış ve gerçekleşen değerlere en yakın tahminleri üretmiştir. Acil servis hasta akışını tahminlemek için veri madenciliği tekniklerinden Lojistik regresyon, Karar ağaçları ve makine öğrenmesi yöntemlerinin kullanıldığı diğer bir çalışmada ise makine öğrenmesinin diğere yöntemlere göre en iyi tahmin performansına sahip olduğu belirlenmiştir(Graham, Bond, Quinn ve Mulvenna, 2018).

2017 de Endonezya'da halk sağlığı merkezlerinde diş sağlığı polikliniklerine başvuracak hasta sayısını tahminlemek amacıyla gerçekleştirilen çalışmada yapay sinir ağları öğrenme modellerinden Extreme Learning Machine (ELM),kullanılmış, modelinin düşük hata oranıyla tahminlemede başarılı olduğu belirlenmiştir (Rochman, Rachmad, Syakur ve Suzanti, 2018). Ağız ve diş sağlığı ile ilgili diğer bir çalışmada ise bölgesel talebi ve iş gücü tedariğini belirlemek amacıyla geliştirilen modelin talebi niceliksel ve niteliksel olarak belirleyebildiği belirtilmiştir (Schwendicke, ve ard; 2016).

2. Yöntem

01.01.2014-31.12.2018 tarihleri arasında Antalya Ağız ve Diş Sağlığı Merkezi'ne gelen hastaların hastane veri tabanından elde edilen hasta işlem verileri ilgili tedavilerine göre sınıflandırılmıştır. Serilere birim kök testlerinden olan Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) testi uygulanmış ve serilerin durağan olduğu görülmüştür. Ağız ve diş sağlığı merkezine başvuran hastalara uygulanmış diş çekimi, konservatif tedavi, endodontik tedavi, sabit protez, tam protez, bölümlü protez, periodontal tedavi ve fissur örtücü

uygulamaları üzerinde tahmin çalışmaları yapılmıştır. Zaman serisi analizi ile tahminler Microsoft Office Excel programında ARIMA modellerinden hareketli ortalamalar (MA) süreçleri kullanılarak hesaplanmıştır.
Bu çalışma analitik yöntemlerle yapılmış tahminlere dayalı olarak yapılacak planlama faaliyetlerine yardımcı olacaktır.

3. Bulgular

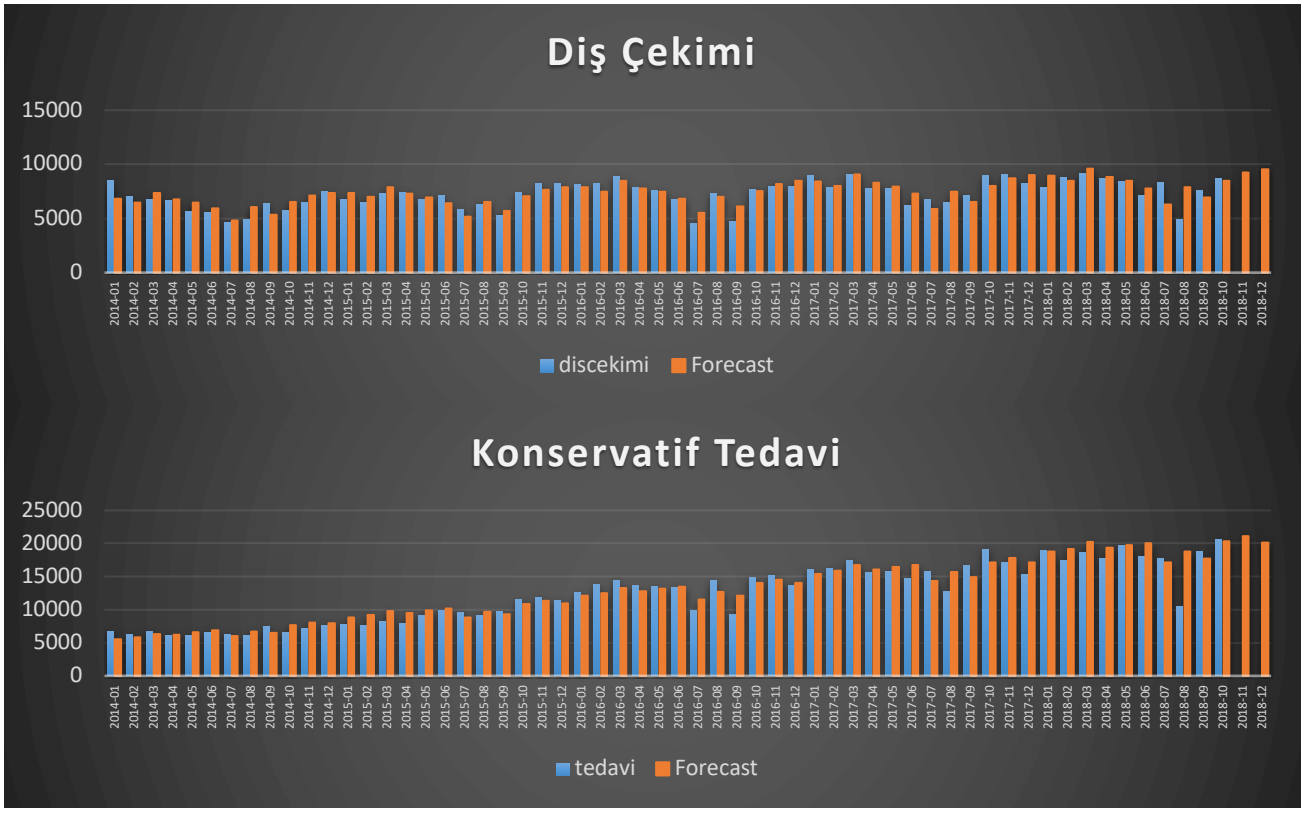
Zaman serisi analizlerinde %95 güven aralığı ile öngörü yapılmıştır ve rastgele seçilmiş aylara ait tahmin sonuçları Tablo 1a-1b ve Şekil 2 de gösterilmiştir. R^2 değerleri sırasıyla diş çekimi için 0,400 konservatif tedavi için 0,906 endodontik tedavi için 0,910 sabit protez için 0,568 tam protez için 0,041 periodontal tedaviler için 0,783 fissur sealent uygulaması için 0,640 olarak hesaplanmıştır.

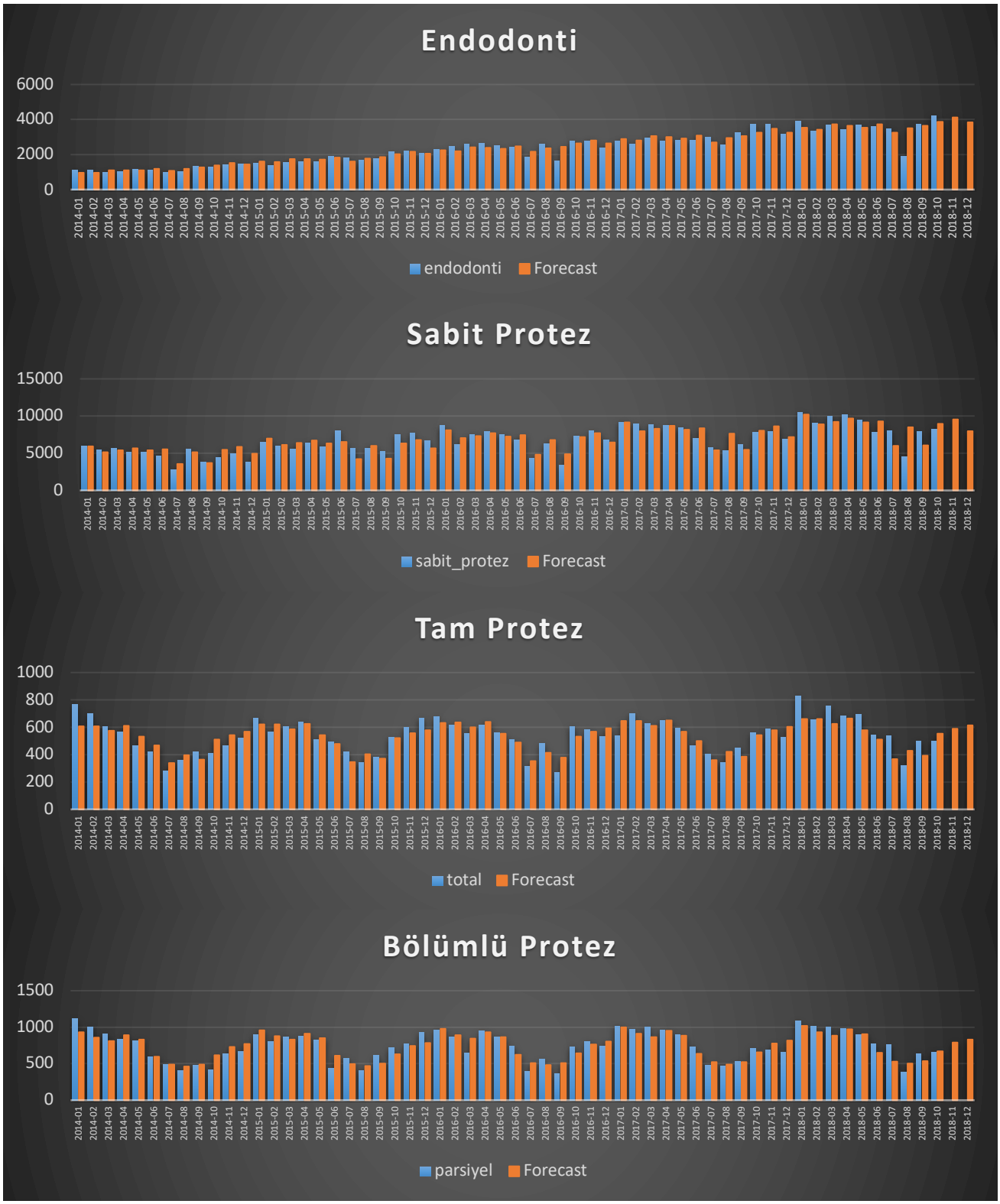
	Diş Çekimi		Konservatif Tedavi		Endodonti		Sabit Protez	
	Gerçekleşen	Tahmin	Gerçekleşen	Tahmin	Gerçekleşen	Tahmin	Gerçekleşen	Tahmin
2014-07	4680	4805	6282	6010	1041	1077	2737	3590
2015-02	6569	6985	7671	9166	1430	1585	6012	6098
2016-01	8193	7886	12581	12123	2336	2253	8790	8072
2017-11	9098	8711	17163	17822	3741	3473	7956	8620
2018-03	9217	9634	18778	20259	3679	3729	10006	9226
2018-10	8750	8508	20642	20361	4246	3877	8335	8935
2018-11 tahmin		9239		21066		4125		9544
2018-12 tahmin		9544		20189		3848		7975

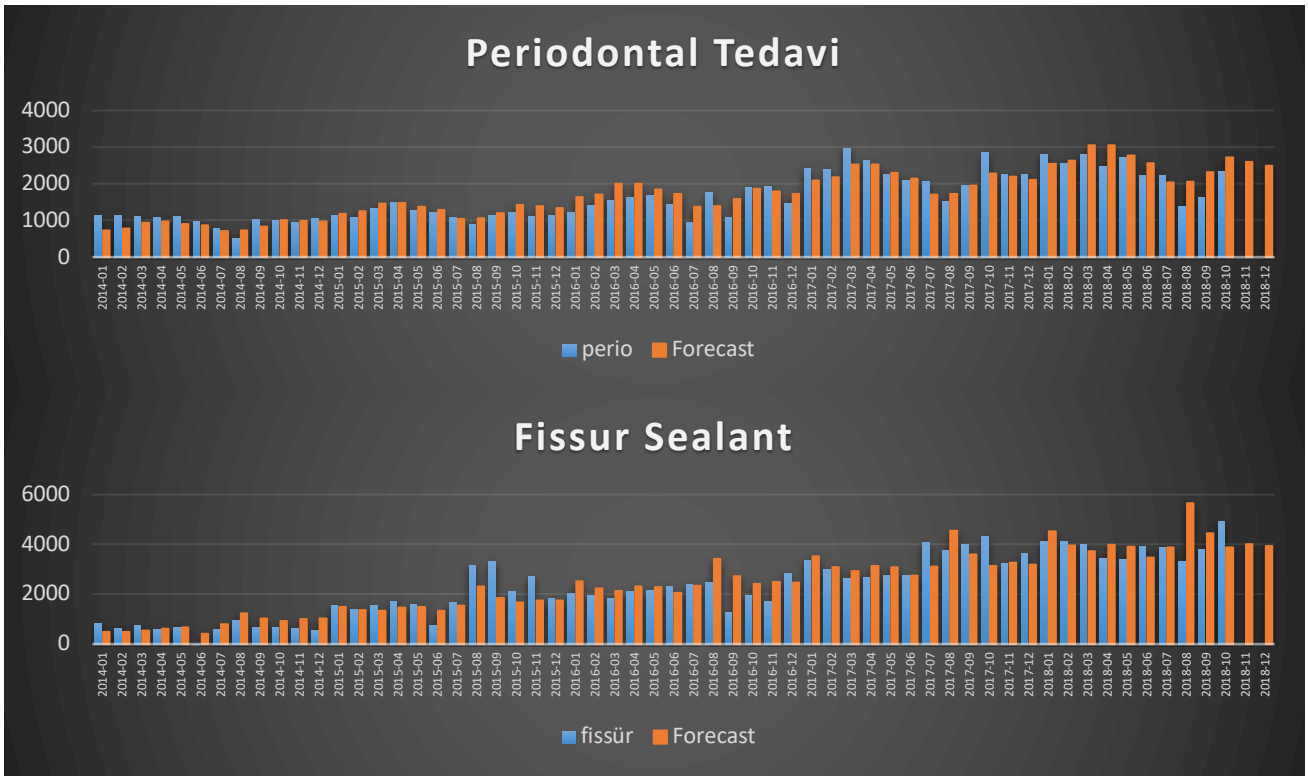
Tablo 1a: Diş çekimi, konservatif tedavi, endodonti, sabit protez gerçekleşen tedavi sayıları ve tahmin edilen tedavi sayıları.

	Tam Protez		Bölümlü Protez		Periodontal Tedavi		Fissur Sealent	
	Gerçekleşen	Tahmin	Gerçekleşen	Tahmin	Gerçekleşen	Tahmin	Gerçekleşen	Tahmin
2014-07	284	337	501	488	801	704	584	792
2015-02	569	622	806	875	1118	1249	1416	1365
2016-01	675	634	968	976	1206	1635	2057	2511
2017-11	589	579	694	777	2260	2192	3235	3260
2018-03	756	624	1012	883	2815	3054	4010	3734
2018-10	498	553	669	672	2367	2712	4943	3892
2018-11 tahmin		591		793		2595		4013
2018-12 tahmin		616		834		2494		3928

Tablo 1b: Tam protez, bölümlü protez, sabit protez, fissur sealent gerçekleşen tedavi sayıları ve tahmin edilen tedavi sayıları.




Endodonti
6000
4000
2000
0
endodonti
Forecast
Sabit Protez
15000
10000
5000
0
sabit_protez
Forecast
Tam Protez
1000
800
600
400
200
0
total
Forecast
Bölümlü Protez
1500
1000
500
0
parsiyel
Forecast



Şekil 2: Tedavi türlerine göre gerçekleşen tedavi sayılarının ve tahminlenen tedavi sayılarının grafiksel gösterimi

4. Sonuç ve Gelecek Çalışmalar

Sağlık yöneticileri, sağlık kurumlarının daha etkin, verimli ve kaliteden ödün vermeden yönetimi için mevcut verileri en iyi şekilde kullanan ve karar verme sürecine destek olacak sistemlere ihtiyaç duymaktadırlar. Sağlık kurumlarına yönelik yatırım kararlarının alınmasında, kurum tarafından sunulacak hizmetin göreceği talep ve bu talebin özellikleri en önemli faktörlerdendir.

Bu çalışmada hasta tedavilerinde kullanılacak sarf malzemenin miktarının ve yeni alınacak demirbaş miktarının hesaplanması, gerekecek personel sayısının belirlenmesi, yeni açılması gereken klinik sayısının belirlenmesi vb. yönetimsel kararlarda yardımcı olması hedeflenen, gelecek mali yıllarda hastane kliniklerine başvuracak hasta sayısı ve tedavi sayılarının zaman serisi analizleri kullanarak tahminleyen yönetsel karar destek sistemi geliştirilmesi ve değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Bu çalışmaya ek olarak, yapılması planlanan yapay sinir ağları modellemeleri ile elde edilecek tahmin verilerinin bu çalışmada elde edilen tahmin verileriyle karşılaştırılması sonucunda, daha detaylı sonuçlara ulaşılacak ve sistemin geliştirilmesi için çaba gösterilecektir.

Bu noktada söz konusu talebin analizinde önemli bir modern yönetim aracı olan öngörü tekniklerinin ve geliştirilecek karar destek sisteminin sağlık kurumu yöneticilerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

Ak, B. (2009). Türkiye'de sağlık bilişimi, bir kişisel değerlendirme ve uluslararası bir başarı öyküsü: CorTTex. Akademik Bilişim'09 - XI. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri, 11-13 Şubat 2009 Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, 333-341.

Onat, A. (2010). Özel hastanelerde bilgi yönetimi: Bir araştırma. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
Koyuncugil A.S., Özgülbaş N. (2009), Veri Madenciliği: Tıp ve Sağlık Hizmetlerinde Kullanımı ve Uygulamaları BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİ DERGİSİ, CİLT: 2, SAYI: 2, MAYIS 2009 21

İnce, M. ve Oktay, E. (2006). Bilginin bir stratejik güç olarak önemi ve örgütlerde bilgi yönetimi. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 9 (10): 15-29.

Özlem, Ö. Z. E. R., &Erkilet, M. (2012). Talep analizi ve talep öngörüsü: bir özel hastanede. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *14*(3), 127-142

Hanke, J. and Wichern, D. (2005). Business Forecasting, New Jersey: Pearson Education, Inc. Upper Saddle River

Ersoy, K.(1993). Hacettepe Erişkin Hastanesinde Talep ve Pazar Araştırması, Hacettepe Sağlık İdaresi Yüksek Okulu, Ankara

Yiğit V. (2016), Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Sağlık Yönetimi Bölümü, Hastane İşletmeciliği Anabilim Dalı, HASTANELERDE TIBBİ MALZEME TALEP TAHMİNİ: SERUM SETİ TÜKETİMİ ÜZERİNDE ÖRNEK BİR UYGULAMA, Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi 2016 Cilt: 5 Sayı: 4

Uz, H. (1998). Sağlık Hizmetleri El Kitabı. (Editörler: Osman Hayran, Haydar Sur), İstanbul: Yüce Yayım

Bulut, Ş. (2006). Orta Ölçekli Bir İşletmede Talep Tahmin Yöntemlerinin Uygulanması, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale

Sağlık Bakanlığı, (2008). Türkiye sağlıkta dönüşüm programı ilerleme raporu. Ankara: TC Sağlık Bakanlığı Yayın No:749.

Shan, S., Yoon, S. W., Khasawneh, M. T., &Gandhi, T. (2011, June). A decisionsupportsystemforestimatingshort-termhospitalinpatientdemands. In*Service Systemsand Service Management (ICSSSM), 2011 8th International Conference on* (pp. 1-4). IEEE.

DeLurgio, S., Denton, B., Cabanela, R., Bruggeman, S., Williams, A. R., Ward, S., ... &Osborn, J. (2009). Forecastingweeklyoutpatientdemands at clinicswithin a largemedicalcenter. *Productionand Inventory Management Journal*, *45*(2), 35-46.

Boyle, J., Ireland, D., Webster, F., &O'Sullivan, K. (2016, February). Predictingdemandforhospitalcapacityplanning. In*BiomedicalandHealthInformatics (BHI), 2016 IEEE-EMBS International Conference on* (pp. 328-331). IEEE.

Irmak, S., Köksal, C. D., ve&Asilkan, Ö. (2012). Hastanelerin Gelecekteki Hasta Yoğunluklarının Veri Madenciliği Yöntemleri İle Tahmin Edilmesi. *Journal of Alanya Faculty of Business/Alanya Isletme Fakültesi Dergisi*, *4*(1).

Graham, B., Bond, R., Quinn, M., &Mulvenna, M.D. (2018). Using Data MiningtoPredictHospitalAdmissionsFromtheEmergencyDepartment. IEEE Access, 6, 10458-10469.

Zihinsel Engellilerde Eğitimin Başarıya Etkisi: Bir Veri Madenciliği Örneği

Göksu Bozdereli Berikol[1], Uğur Bilge[2], Gürkan Berikol[3], Hilal Bozdereli[4]

[1] İstanbul Bakırköy Dr Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İstanbul, Türkiye
[2] Akdeniz Üniversitesi, Antalya, Türkiye
[3]Karaman Devlet Hastanesi, Karaman, Türkiye
[4] Özel Yaşam Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi, Mersin, Türkiye
gokxsu@hotmail.com

Özet. Tanı ve tedavi için kullanılan tahmin yöntemlerinden ensemble öğrenme veriye uygun metodldarın bir araya getirilerek güçlü bir metod oluşturulması esasına dayanmaktadır. Zihinsel engelli(ZE) hastaların eğitim ve rehabilitasyondan fayda sağlamasını etkileyen bir çok faktör vardır. Bu çalışmada ZE hastaların bu değişkenler ile en az kendini ifade edebilme başarısına ulaşılıp ulaşılamayacağının ensemble metodları ile tahmini amaçlanmaktadır. Çalışmamızda 556 ZE hasta ele alındı. Değişkenler olarak yaş, cinsiyet, bedensel/işitme engeli varlığı, yaygın gelişim bozukluğu varlığı, ailenin eğitime aktif katılımı, toplam aldığı dil, kaba motor, psikomotor eğitimlerin süreleri, ayda alınan saatin 8 saatten fazla olması, eğitime başlama yaşı ve eğitim süresi olarak belirlenmiştir. Hedef olarak konuşma/iletişim kurma/özel eğitim okul/entegrasyon eğitimi/ilkokula başlaması olarak belirlenmiştir. Logistik regresyon ve ensemble metodları karşılaştırmak amaçlı Weka 3.8 paketi kullanılarak uygulanmıştır. Veriler ensemble yöntemleri ile hesaplandığında en başarılı yöntem Random Subspace ve Random Forest başarı oranları %85,5 olarak bulunmuştur. Logistik regresyon başarısı %77 olarak bulunmuştur. Çalışmamızda VM ile özel eğitim alan ZE bireylerin eğitim süreleri ile başarıya ulaşma tahmini yapılmış literatür ile uyumlu olarak güçlendirilmiş veri madenciliği metodları ile %80'in üzerinde başarı elde edildiği görülmüştür

Anahtar Kelimeler: Ensemble Öğrenme, Veri Madenciliği, Zihinsel Engelli

The Effect of Education of Intellectual Disability on Their Success: A Case of Data Mining

Göksu Bozdereli Berikol[1], Uğur Bilge[2], Gürkan Berikol[3], Hilal Bozdereli[4]

[1] İstanbul Bakırköy Dr Sadi Konuk Training and Research Hospital, İstanbul, Turkey
[2] Akdeniz University, Antalya, Türkiye
[3]Karaman Public Hospital, Karaman, Türkiye
[4] Özel Yaşam Education and Rehabilitation Center, Mersin, Türkiye
gokxsu@hotmail.com

Abstract. Ensemble learning, one of the estimation methods used for diagnosis and treatment, is to compose a strong method with combining the appropriate methodologies of the data. There are many factors that affect the benefit of education and rehabilitation of mentally retarded (MR) patients. In this study, it is aimed to predict whether ZE patients can achieve at least self-expression with these variables by means of ensemble methods. In our study, 556 MR patients were included. Age, gender, presence of physical / hearing impairment, presence of widespread developmental disability, active participation of the family in education, durations of total language, gross motor, psychomotor training, education need more than 8 hours per month, age at onset of education and education duration. The outcome of the dataset is to make speech / communication / special education school / integration education / start as a primary school. Logistic regression and ensemble methods were applied by using Weka 3.8 package. When the data were calculated with ensemble methods, the success rates of Random Subspace and Random Forest were found as 85,5%. Logistic regression success was found to be 77%. In our study, prediction of reaching success with the VM of the training periods of ZE individuals who received special training and it was seen that over 80% success was achieved with the enhanced data mining methods in accordance with the literature.

Key words: Ensemble Learning, Data Mining, Mentally Retarded

1 GİRİŞ

Zihinsel Engelliler(ZE)'in konuşma, ilkokula yada entegrasyon eğitimine ulaşabilmelerinde belirli eğitimleri almasının yanı sıra tanı, aile, diğer eşlik eden disfonksiyonlar gibi faktörler de etkilidir. Özel eğitim kurumlarına yönlendirilen ZE'lerin bu özellikleri, RAM tarafından bireyin alması gerekli modülleri ile özel eğitim kurumlarına gelen ailelerin ilk sordukları sorular "Ne zaman düzelir?", "Okula gidebilir mi?", "Konuşabilir mi?" "Yaşıtlarına ne zaman yetişir?" olmaktadır. Özel eğitim uzmanı ve Çocuk Gelişimi ve Eğitimi(ÇGE) uzmanları tarafından ZE bireyin ilk getirildiğinde bu sorunun yanıtını vermek oldukça güçtür.

Veri madenciliği(VM) bağlantı ve kurallara dayanarak bilinmeyen üzeri kapalı verilerin ortaya çıkarılması işlemidir(1). VM sağlık ve eğitim alanında da, farklı varyasyonların olduğu verilerin sınıflanmasında kullanılmaktadır. Öğrencilerin akademik başarılarının tespiti, mezuniyete yönelik tahmin ve yönlendirmeler, akademik eğitim planı, gibi sonuçların VM ile tahmini literatürde yer almaktadır(2).

Bu çalışmada ZE hastaların tanıları, zihinsel ve bedensel yetersizlikleri, aldıkları eğitimin süreleri, ailelerin eğitime aktif katılımları gibi değişkenler ile konuşma, destek eğitimle entegrasyon ya da ilkokula başlama gibi sonuçlara ulaşılıp ulaşılamayacağının tahmini amaçlanmaktadır. Böylelikle VM yöntemi ile ÇGE uzmanları, özel eğitimciler ilk değerlendirmeleri sonucunda daha önceki gelişim gösteren kayıtlardaki deneyimin makine öğrenmesi yöntemi ile bilgisayara aktarılması ile ilk dakikadan itibaren ne kadar süre eğitim alması gerektiğini, ideal eğitim şeklini ve süresini öğrenip kişiye özel eğitim planı çıkarabilir, bu erken müdahale programı ile sonuca ulaşma daha kolaylaşabilir ve bu konuda aileyi de erken dönemde bilgilendirebilir.

2 MATERYAL METOD

Çalışmamızda özel rehabilitasyon merkezine başvuran ÇGE Uzmanı tarafından değerlendirilen farklı tıbbi tanılarda 556 ZE hasta ele alındı. Değişkenler yaş, cinsiyet, bedensel/işitme engeli varlığı, yaygın gelişim bozukluğu varlığı, ailenin eğitime aktif katılımı, toplam aldığı dil, kaba motor, psikomotor eğitimlerin süreleri, ayda alınan saatin 8 saatten fazla olması, eğitime başlama yaşı ve eğitim süresi olarak belirlenmiştir. Hedef olarak konuşma/iletişim kurma/özel eğitim okul/entegrasyon eğitimi/ilkokula başlaması olarak belirlenmiştir.

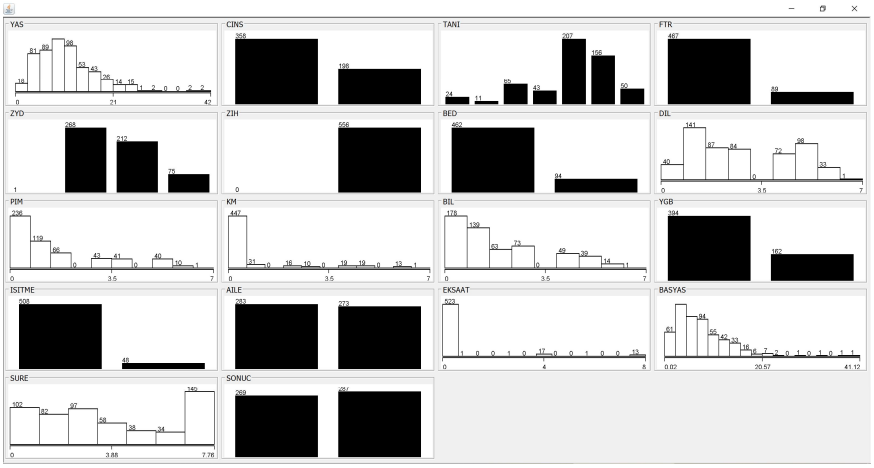
İstatistiksel hesaplamalar için PaSW Statistics 18 ile çalışılmıştır. Veri madenciliği metodları Weka 3.8(2) paketi kullanılarak uygulanmıştır.

Bağımsız değişkenlerin normal dağılıma uymaması neden ile Ki-Kare testi uygulanmıştır. Ki kare testinde bağımlı değişken ile arasında anlamlı ilişki bulunan bağımsız değişkenler veri madenciliği uygulamaları için kullanılmıştır. Bağımlı değişken ile aralarında ilişki saptanan bağımsız değişkenlerin hedefe ulaşabilme tahmini bağımlı değişkenin kategorik olması nedeni ile çok değişkenli lojistik regresyon ve ensemble metodları ile hesaplanmıştır. Lojistik regresyon analizinin anlamlı olması için örneklem büyüklüğü değişken sayısının en az 10 katı olacak şekilde hesaplamalar

yapılmıştır. Goodness of fit(uyumluluk) değerlendirmesi için Hosmer and Lemeshow Test ile değerlendrilmiş Sig 0.05ten büyük olup(0.686) modelin veriye iyi uyum gösterdiği görülmüştür.

3 BULGULAR

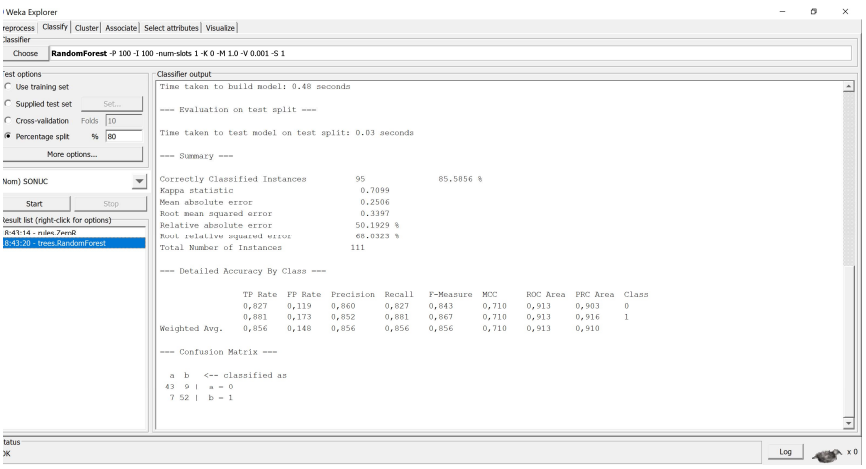
Verilerin tanımlayıcı özellikleri ve dağılımları Şekil.1.de gösterilmiştir. Şekil.1'de görüldüğü üzere yaş normal dağılıma uymamaktadır. Cinsiyet, fizik tedavi ve rehabilitasyon ihtiyacı, tanı, zihinsel yetersizlik varlığı, bedensel yetersizlik varlığı, yaygın gelişim bozukluğu(otizm) varlığı, işitme yetersizliği, ailenin eğitime aktif katılımı, ve sonuca ulaşma verileri kategorik değişkenlerden oluşmaktadır.



Şekil 1. Verilerin demografik özelliklerinin dağılım grafiği

Tıbbi tanılardan en sık Mental Retardasyon (%37,2), Otizm%28 ve Down Sendromu(%11) olarak görülmektedir. Hedefe ulaşılabilme oranı %51,6 olarak bulunmuştur. Hedef ile istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanan (yas, cins, tanı, bedensel yetersizlik varlığı, aile, dil, psikomotor, kabamotor, bilişsel) değişkenlerle lojistik regresyon modeli çalışıldığında F Score 0.77 olarak bulunmuştur. Eğitim ve test verileri 8:2 oranında ayrıldığında başarı oranı %82,8 olarak hesaplamıştır. Veriler ensemble yöntemleri ile hesaplandığında en başarılı yöntem Random Subspace ve Random Forest başarı oranları sırasıyla 87,3 ve %85,5 olarak bulunmuştur (Şekil.2) (Tablo.1)

Doğru pozitif oranları en yüksek yanlış pozitif oranı en düşük Random Subspace metodu ile yapılan öğrenmede bulumuştur(Tablo.2)



Şekil 2. Weka Random Forest analiz sonucu

	Duyarlılık	Seçicilik	F-Skor	Doğruluk	ROC Alan
AdaBoost	83,9	83,8	83,7	83,78	0,90
Bagging	83,9	83,8	83,7	83,78	0,88
Random Subspace	87,5	87,4	87,3	87,3	0,91
Random Forrest	85,6	85,6	85,6	85,5	0,91
Logistik Regresyon	82,9	82,9	82,9	82,8	0,87

Tablo 1. Ensemble yöntemlerinin karşılaştırmalı sonuçları

	DP	FP	Karışıklık Matriksi	
			0	**1**
AdaBoost	83,8	16,8	41	11
			7	52
Bagging	83,8	16,8	41	11
			7	52
Random Subspace	87,4	13,2	43	9
			5	54
Random Forrest	85,6	14,8	43	9
			7	52
Logistik Regresyon	82,9	17,4	42	10
			9	50

Tablo 2. Ensemble yöntemlerinin karşılaştırmalı sonuçları ve karmaşıklık matriksleri(DP: Doğru pozitif, FP:Yanlış pozitif)

4 TARTIŞMA VE SONUÇ

Eğitimsel VM'nin kullanımı son yıllarda yaygınlaşmıştır. Dekker ve ark üniversite eğitimi alan kişilerin not dağılımı ile okulu bırakma sonuçlarının tahminini sınıflama yöntemleri ile karşılaştırmış, %75-80 arasında başarı elde etmiştir(3).

Özellikle geleneksel sınıfların yerine bireysel eğitimin ön planda tutulması gereken özel eğitim gereksinimli bireyler için başarı tahmine yönelik araştırmalar öne çıkmaktadır(4,5). İletişim için özel eğitim gereksinimi olan bireylere yönelik plan oluşturmada VM yöntemi Robles-Bykbayev tarafından çalışılmıştır(6). İlk değerlendirme ile bireye terapi planı konusunda uzman sistem geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmamızda VM ile özel eğitim alan ZE bireylerin eğitim süreleri ile başarıya ulaşma tahmini yapılmış literatür ile uyumlu olarak %80'in üzerinde başarı elde edildiği görülmüştür.

Literatürde çalışmada kullanılan değişkenlerle yapılan bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu durum çalışmamızı literatürle karşılaştırma konusunda bir kısıtlılık oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra eğitim ve hedefe ulaşma ile ilgili bir altın standard belirlenmemiştir. Eğitim kişiye özel değerlendirme sonucu belirlenen eksikliklerin gerekli eğitim modülleri ile desteklenmesi esasına dayanmaktadır. Bu durum da hem bir kısıtlılık oluşturmakta hem de tahmin edici veri madenciliği yöntemlerinin çalışmadaki önemini ortaya çıkarmaktadır. Çalışmamızda ele alınan hastaların sosyoekonomik faktörleri, genetic faktörleri ya da hedefi etkileyebilecek diğer faktörleri ele alınmamış olması diğer bir kısıtlılığı oluşturmaktadır. İleri çalışmalarda bu faktörlerin de ele alınması önermekteyiz. Veri madenciliği metodlarından ensemble yöntemleri dışındaki metodlar yüksek sayıda veri olması nedeni ile karşılaştırmaya alınmamıştır fakat daha az sayıda veri ya da yaş aralığı belirlenmesi durumunda bu metodların da kullanılabileceği düşünülebilir.

Farklı değişkenler, yüksek miktarda veri ile VM çalışmalarının ZElerin tedavisinin planlanmasında, ilk değerlendirmede ve erken müdahale programının çizilmesi ile daha hızlı sonuçlar elde edilmesinde rol oynayabileceğini düşünmekteyiz.

References

1. Romero, Cristobal. and Ventura, Sebastian. Data Mining In Education. Wires Data Mining Knowl Discov, 3: 12–27(2013),.
2. Frank Eibe; Hall Mark A. and Witten Ian H, The WEKA Workbench Online Appendix for "Data Mining:Practical Machine Learning Tools and Techniques", Morgan Kaufmann, Fourth Edition, 2016
3. Dekker, G; Pechenizkiy, M, Vleeshouwer, J. Predicting Students Drop Out: A Case Study. In: Educational Data Mining (2009)
4. Romero, Cristobal; Ventura, Sebastian. Educational Data Mining: A Survey From 1995 To 2005. Expert Systems With Applications, , 33.1: 135-146. (2007)

5. Baker, Ryan Sjd; Yacef, Kalina. The State Of Educational Data Mining In 2009: A Review And Future Visions. Jedm| Journal Of Educational Data Mining, 1.1: 3-17. (2009)
6. Robles-Bykbaev, Vladimir, Et Al. Spelta-Miner: An Expert System Based On Data Mining And Multilabel Classification To Design Therapy Plans For Communication Disorders. In: Control, Decision And Information Technologies (Codit), 2016 International Conference On. IEEE, P. 280-285 (2016).

Kanıta Dayalı Tıp Temelli Soru Yanıt Sistemi

✉ Alirıza Arıbaş[2][0000-0002-9316-4543] ve Adil Alpkoçak[1][0000-0001-7695-196X]

[1] Dokuz Eylül Üniversitesi, Izmir 35440, Turkey
ali.aribas@ceng.deu.edu.tr
alpkocak@ceng.deu.edu.tr

Abstract. Sağlık alanındaki araştırmacıların, her geçen gün hızla artan sayıda bilimsel makaleleri takip edip güncel kalmalarına yardımcı olabilecek, PubMed verileri üzerinde PICO biçimine uygun anlamsal arama yapabilen bir soru yanıt sistemi tasarımı ve gerçekleştirilmesi amaçlandı. PubMed verileri indirilip yerel veritabanına kaydedildi. StanfordCoreNLP OpenIE aracıyla PubMed özetlerinden özne-yüklem-nesne üçlüleri şeklinde anlamsal ilişkiler çıkarılarak, veritabanına kaydedildi. Web sayfası tasarlanarak sorular PICO biçimine uygun olarak alındı ve veritabanı sorgusuna dönüştürülerek veritabanından sorgulandı. Alınan sonuçlarda en çok atıf alan ve en güncel olan makale, en başta olmak üzere belirlenen şekilde sıralanarak liste halinde kullanıcıya sunuldu. PICO biçiminde kullanıcıdan alınan sorularla klinisyenler/uzmanlar için kanıta dayalı tıbba yönelik yardımcı olacak bilgiler getirildi. Sağlık alanındaki olgulara uygun kanıtların PubMed arşivinden bulunup getirilmesi için PICO temelli bir sorgulama aracıyla, soru yanıt sistemi geliştirilmesi sağlandı.

Anahtar Sözcükler: PubMed, soru yanıt sistemi, kanıta dayalı tıp, PICO

1 Giriş

Bu çalışmada kanıta dayalı tıp alanında araştırmacılara yardımcı olacak soru yanıt sistemi geliştirilmesi amaçlandı. PubMed veritabanına son yıllarda üstel olarak artan sayıda yayın katılmaktadır. Bu yayınlar arasında aradığını bulmak amacıyla PubMed üzerinde çalışan birçok arama motoru ve soru yanıt sistemi geliştirilmektedir. Metin madenciliği teknikleri ve metin işleme yöntemleri de gelişme göstermektedir. Kanıtların bulunup getirilmesi amacıyla kullanılan metin araçları kullandıkları yöntem ve tekniğe göre farklılıklar göstermektedir. Güncel araçlar ve tekniklerle soru yanıt sistemi gerçekleştirilmiştir.

Sağlık alanındaki verinin katlanarak arttığı son yıllarda, büyük veri içinde etkin bir şekilde arama yapma beraberinde kısıtlılıklar getirmiştir. Her ne kadar bu kadar verinin depolanması ve erişim sürelerinin kısaltılması teknolojik açıdan olanaklı olsa da, araştırmacının konusuna ait aranılanı bulması hala tam çözülmemiş bir problemdir. Sağlık alanında nitelikli bilgiye ulaşmanın yanı sıra hastalığa, tanılamaya ya da tedaviye yönelik aramalar için arama motorları gün geçtikçe daha fazla teknik kullanarak geliştirilmektedir.

Bu çalışmada kanıta dayalı tıbbın ve probleme dayalı öğrenme eğitiminin sahip olduğu yöntemlerden biri olan PICO biçimi kullanıcıdan soru almak için kullanılmıştır. Kanıta dayalı tıpta, oluşturulan yapılandırılmış sorulara PICO biçimi adı verilmektedir.[1]

2 Genel Tanımlamalar ve Literatür Özeti

2.1 Kanıta Dayalı Tıp

Kanıta dayalı tıp (KDT), "bireysel hastaların bakımı hakkında karar vermek için mevcut en iyi kanıtın güvenilir, açık ve bilinçli kullanımı"dır.[2] Klinisyen/uzman hastanın öyküsünü en iyi değerlendirebilecek şekilde öğrendikten sonra uygulayacağı tedavi ya da girişime karar verirken kanıtlardan yararlanarak güvenirlik düzeyi, güncelliği ve diğer kriterlerine ve deneyimi doğrultusunda karar verir.

Sorular kanıta dayalı tıbbın ardındaki güçtür. Soru olmaz ise KDT gereksizdir.[3] Bazen klinisyen/uzman tarafından net bir soru sormak zor olabilir. Örneğin, her kemoterapi seansından önce ciddi ve belirgin beklentisel bulantı ve kusmaya sahip genç bir erkek hastası olan bir doktorun "arabayla gelirken sürekli hasta hissetmesine buradaki neyden çok korkuyor" sorusu kafasını meşgul ediyor olabilir. Ancak şu soru daha yararlıdır: "Kemoterapi ilişkili beklentisel bulantı – kusmada (patient/hasta), bilişsel davranış terapisi (intervention/girişim), kusma ataklarının sıklığını ve şiddetini azaltır mı?(outcome/sonuç)". Net bir soru oluşturmak, öğrenmede son derece yararlı olmaktadır. Elektronik aramaları geliştirir. Ayrıca uzmanlardan/meslektaşlarından doğrudan yanıtlar almayı kolaylaştırır.[4]

2.2 PICO Biçimi

PICO kavramı 1995'te Richardson ve ark. tarafından klinik soruları, aranabilir anahtar kelimelere ayırmak için tanıtılmıştır.

- P – Patient / Problem – Hasta / Sorun: Hasta kimdir? Hastanın en önemli özellikleri nelerdir? Birincil sorun, hastalık veya varolan durum nedir?
- I – Intervention - Girişim: Dikkate alınan ana girişim nedir?
- C – Comparison - Karşılaştırma: Karşılaştırma yapılacak ana girişim nedir?
- O –Outcome - Sonuç: Beklenen önlemler, iyileştirmeler veya etkiler nelerdir?[5]

Kanıtların bulunması; MEDLINE PubMed, ikincil dergiler, sistematik derlemeler ve klinik uygulama kılavuzlarını içeren bilgi ürünlerinin hiyerarşisi hakkında bilgi gerektirmektedir. Uygun bilgilere ulaştıktan sonra, klinisyen kanıtları yorumlamalı ve hastaya özel hasta bakımı karşılaşmasında uygulamalıdır. Süreç uygun biçimde yürütüldüğünde hasta bakım kalitesini ve sağlık sonuçlarını iyileştirme potansiyeline sahiptir.[5]

2.3 PubMed

PubMed, ABD Ulusal Sağlık Enstitüsü'nün biyomedikal alanındaki birçok yayının bir arada indekslendiği ücretsiz erişime açık veritabanıdır. Belli özelliklere sahip akademik dergilerin yayınları incelenerek özet metinleri ve yayın bilgileri veritabanına eklenir. PubMed yayınlarından kanıta dayalı tıp alanına yönelik de yararlanılabilir.

2.4 Soru Yanıt Sistemleri

Soru yanıt sistemi, bilgi getirme ve doğal dil işleme alanlarında faaliyet gösteren, insan yapısından esinlenerek bilgisayar ortamına aktarılmış metinsel yetenekleri olan bilimsel bilişim disiplinidir. Bilgi ihtiyacı doğrultusunda geliştirilmiş bu sistemler sayesinde anlamsal web insan-makine etkileşimini artırmıştır.[6]

Soru Yanıt Sistemlerinin gelişim süreci içinde biyomedikal, sağlık ve alt dallarına katkısı, alana özgü soru yanıt sistemlerinin geliştirilmesiyle birlikte The Text REtrieval Conference (TREC) sonuç yayınlarında ve yarışmalarında gözlemlenebilir.[7] Soru yanıt sistemlerinde hibrit tekniklerin kullanımı ile anlamlı bir şekilde artan sistem başarımı üzerine birçok çalışma yapılmıştır. [7] Geneli itibariyle soru yanıt sistemleri sağlık alanında anlamsal bilgi tabanları üzerinde çalışan sistemler olarak geliştirilmişlerdir.[8]

Bu çalışmanın biyomedikal alanın geneline yönelik olması, işlenmeye uygun yapılandırılmış ve yapılandırılmamış verilere sahip olması, üzerinde birçok aracın geliştirilebilmeye uygun olması, KDT dışındaki yöntemlere açık olması nedeniyle diğer çalışmalardan farklıdır. Küme bilgisayar üzerinde çalışması nedeniyle hızlı yanıt vermesi, son teknolojik veritabanı sistemlerine uyumlu olması, birçok programlama dilinde geliştirilebilecek araçlara uygun olması ve sürekli erişilebilir bir web adresinde hizmet vermesi çalışmanın işlevselliğini artırmıştır.

2.5 Biyomedikal Alanındaki Soru Yanıt Sistemleri

Tıpta literatür taramasının, büyük veri içindeki önemi doğrultusunda PubMed veritabanı üzerinde geliştirilen araçlar çoğalmaktadır. PubMed verisini kullanarak geliştirilmiş 30 farklı araç incelenip, kategorilere ayrılmıştır. PubMed her ne kadar güncel bir arayüz ve hızlı erişim sağlayan arama motoruna sahip olsa da yeni arama tekniklerini içermez. Alana özgü ve bilim dallarına göre kümeleme, anlam çıkarımı, bilimetrik bilgiler ve bağlantıların çıkarımı, sonuçların görselleştirilmesi, protein-protein etkileşimi, ilaç-ilaç etkileşimi, gen dizilimlerinin aranması gibi arama tekniklerini içermemesi nedeniyle bilgi ihtiyacına yanıt verecek bazı güncel araçlara sahip değildir.

Pubmed arama sistemiyle kıyaslanabilecek diğer sistemler için bazı temel kriterler belirlenmiştir. Öncelikle Google Scholar ve PubMed Central gibi tam metin araması yapan arama sistemleri dâhil edilmemiştir. Arama sistemleri biyomedikal alanı üzerine olan araçlar seçilmiştir. Bu araçlardan özellikle araştırma alanlarında genel anlamda yeterli düzeyde farklı konu başlıklarında arama yapabilecek -örn. biyoinformatik- olanları değerlendirilmiştir. Geriye kalan araçlardan web tabanlı ve ücretsiz erişimi olmayanlar liste dışı bırakılmıştır. Öne çıkan özellik grupları şunlardır:

- Arama sonuçlarını sıralandırma
- Arama sonuçlarını konulara kümelendirme
- Anlam-İlişki çıkarımı ve gösterimi
- Arama arayüzü ve getirme deneyimi gelişmişliği

Kıyaslamaya dahil olan 30 aracın:

- Güncelliği,
- Hizmet profili,
- Kaynak kod erişimi,
- Çıktı biçimi,
- PubMed ID bağlantısı,
- Tam metin bağlantıları,
- İlgili makale bağlantıları,
- Arama sonuçlarını dışarı aktarma

seçenekleri kıyaslanmıştır.

Tablo 1'de görüldüğü üzere kıyaslanan 30 aracın adının 17'sinde, PubMed'e atıfta bulunduğunu vurgulayacak şekilde "Pub" yada "Med" sözcükleri geçmektedir. Çoğu sistem akademisyenler tarafından geliştirilmiştir. Genellikle arama sonuçları liste olarak verilmiş, çizim ve tablo gösterimi seçeneği olan araçlar da vardır. Sadece birkaç sistemde tam metin bağlantısı sağlanmıştır.

Yapılan erişilebilirlik denemelerinde Refmed, MedlineRanker, Hakia, SemanticMEDLINE, Pubfocus, Twease, Anne O'Tate, McSyBi, CiteXplore, iPubmed, BabelMeSH, HubMed, askMEDLINE, PICO, PubmedCrawler, TRIP ve PubReMiner araçlarına ait web siteleri doğru bir şekilde görüntülenmiştir.

MiSearch, MScanner, eTBLAST, Twease, McSyBi, GoPubMed, ClusterMed, MedEvi, EBIMed, MEDIE ve PubGetweb sitelerinde ya da alan adlarında verilen hizmet sona erdiğinden arama motoruna erişilememiştir. Hakia web sitesinde arama motoru bulunamamıştır. Pubfocus ve ClusterMed web sitesinde arama motoruna ait algoritma açıklaması haricinde bir araç bulunmamaktadır.

Tablo 1 PubMed Verileri Kullanan Soru Yanıt Sistemleri

Ad	Aktif	Hizmet Profili
RefMed	Evet	Akademik
Quertle	Hayır	Özel sektör
MedlineRanker	Hayır	Akademik
MiSearch	Hayır	Akademik
Hakia	Hayır	Özel sektör
SemanticMEDLINE	Evet	Akademik
MScanner	Hayır	Akademik
eTBLAST	Hayır	Akademik
PubFocus	Hayır	Özel sektör
Twease	Hayır	Akademik
Anne O'Tate	Evet	Akademik
McSyBi	Hayır	Akademik
GoPubMed	Hayır	Özel sektör
ClusterMed	Hayır	Özel sektör
XplorMed	Hayır	Akademik
MedEvi	Hayır	Devlet
EBIMed	Hayır	Devlet
CiteXplore	Hayır	Devlet
MEDIE	Hayır	Akademik
PubNet	Hayır	Akademik
iPubMed	Hayır	Akademik
PubGet	Hayır	Özel sektör
BabelMeSH	Evet	Devlet
HubMed	Evet	Özel sektör
askMEDLINE	Evet	Devlet
SLIM	Evet	Devlet
PICO	Evet	Devlet
PubCrawler	Hayır	Akademik
TRIP	Evet	Akademik&Özel sektör
PubReMiner	Evet	Akademik

Arama sözcükleri girilerek yapılan denemelerde sadece ücretsiz erişimi olan araçlar denenmiştir. RefMed, SemanticMEDLINE, Anne O'Tate, BabelMeSH, HubMed, askMEDLINE, PICO, SLIM, TRIP ve PubReMiner arama sonuçları getirmiştir. Tüm araçların arama sonuçlarındaki sıralama, kullandıkları teknikler ve sorgu sözcükleri nedeniyle farklılıklar göstermiştir.

MedlineRanker, XplorMed ve iPubMed araçları arama yapmış fakat sonuç sayfası görüntülenememiştir.

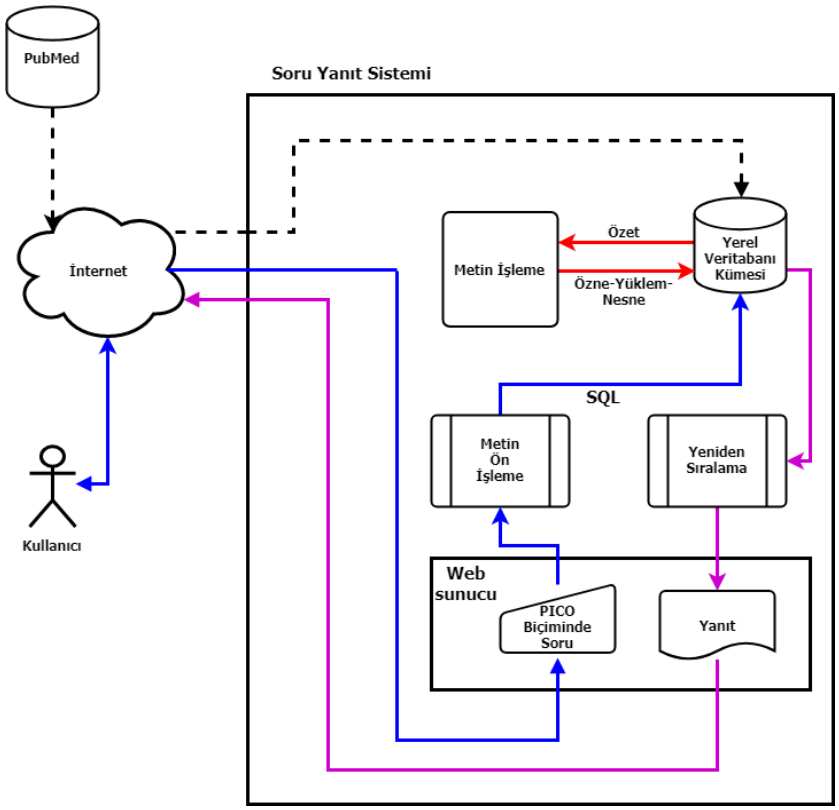
TRIP database arama motoru PICO biçiminde soru almasına rağmen sadece başlıklar içinde arama yapmaktadır. Gelişmiş arama seçeneğinde 7 farklı dili desteklemektedir. TRIP arama algoritması, metin skoru, yayın skoru ve tarih skoru şeklinde çalışmaktadır. İki haftada bir PubMed üzerinden, ayda bir elle güncellemeler yapılmaktadır.

3 Gereç ve Yöntem

PubMed veritabanındaki makaleler çalışma materyali olarak kullanılmıştır. Linux işletim sistemi olan CENTOS 7 üzerinde tüm işlemler gerçekleştirilmiştir. Hypertext Processor PHP programlama dili kullanılarak arama işlevi olan web sayfası geliştirilmiştir. Küme bilgisayar üzerinde çalıştırılmak üzere veritabanı yönetim sistemi olarak Postgres-XL 9.5 sürümü kullanılmıştır. PubMed veritabanı AsperaConnect programıyla indirilmiştir. Observational Health Data Sciences and Informatics (OHDSI) sağlık araştırma grubuna ait MedlineXmlToDatabase aracı ile PubMed veritabanı PostgreSql veritabanına aktarılmıştır. PostgreSql veritabanındaki verilerin işlenmesi için StanfordCoreNLP OpenIE aracı kullanılmış ve çıkarılan bilgiler veritabanına kaydedilmiştir. Soru Yanıt sistemi için web arayüzü ve internet erişimi kullanılmıştır.

3.1 Sistemin Yapısı

Kullanıcıdan alınan PICO biçimindeki soru, metin önişlemlerinden geçirilerek, veritabanı sorgusuna dönüştürülür. Veritabanı sorgusunun sonuçları yeniden sıralanarak kullanıcıya bir web sayfasında listelenir.



Şekil 1 Sistemin Yapısı

Özetleri işlemek, cümlelerine ayırmak, cümlelerden özne-yüklem-nesne üçlülerini ve ilişkilerini çıkarmak için doğal dil işleme yapan ücretsiz ve açık kaynak kodlu StanfordCoreNLP OpenIE aracı yerel sunucuda çalıştırılmıştır.[9]

Çıkan tüm üçlüler makale numarası PMID ve tümce sıra numarası ile veritabanına özne, yüklem, nesne sütunları şeklinde kaydedilmiştir. Çıkarılan üçlülerin yapım-çekim eklerinden ve zaman kiplerinden arındırılmış kök(lexeme) halleri çalışmada kullanılmak üzere seçilmiştir.

3.2 Arama İşlemi ve Sonuçların Görüntülenmesi

Aramaların doğru yapılabilmesi için şu prensipler benimsenmiştir:

- PICO biçimi öğelerinden en az üç tanesi verilmelidir:
  - "Patient/Problem/Population"(Hasta/Sorun/Nüfus)
  - "Intervention"(Tedavi/Girişim)
  - "Outcome"(Sonuç)
- Eğer "Comparison"(Kıyaslama) verilmişse, "Intervention"(Tedavi/Girişim) verilmesi zorunludur.
- Herhangi bir PICO biçimi öğesi cümle öbekleri ya da çoklu kelime bloğu içerebilir. Bu bloklar virgül "," ile ayrılarak yazılmalıdır.
- Örneğin "hypertension and coronary artery disease patients over 54 year old" tümcesi, "hypertension, coronary artery, over 54 year old" olarak yazılmalıdır.
- "Outcome"(Sonuç) kısmına girilen metin, "Predicate"(Yüklem) ve "Object"(Nesne) olarak ikili kutucuklara girilmelidir.
- Örneğin "decreasing blood pressure and higher life quality" metni, "Predicate" kısmına "decreasing", "Object" kısmına "blood pressure", "Predicate" kısmına "higher" "Object" kısmına "life quality" olarak ikili kutucuklara girilmelidir.
- Soru Yanıt Sistemi İngilizce metinler üzerinde çalışmaktadır. Girdilerin tümü İngilizce dilinde olmalıdır.

"Outcome" sonuç/çıktı kısmı için yüklemin ve nesnenin ayrı ayrı kutularda alınmasına karar verilmiştir(Şekil 2). Böylece veritabanından yüklem ve nesne sözcüklerinin sadece ilgili alandan sorgulanması sağlanmıştır.

Her girilecek özne, yüklem ya da nesne, kökalma işleminden geçirilerek sorgu oluşturulmuştur. Örneğin "decreased coughing" outcome sorgusu için yüklem "decrease" ve nesne "cough" olarak kökü elde edilmiştir. Böylece "coughing", "coughed" gibi sözcüğün olası türevleri kök formuna indirgenerek arama sonuçları geniş tutulmuştur. Sözcük kök formları StanfordCoreNLP aracından Lemma Annotator ile elde edilmiştir.

"Intervention", "Comparison" ve "Patient" kısımlarına girilen virgüllerle ayrılmış sözcükler ya da sözcük öbekleri, bir diziye aktarılarak her biri ayrı ayrı sorguya dahil edilmiştir. Örneğin "Patient" kısmı için verilen "pulmonary artery disease, COPD" sözcükleri, SQL sorgu biçimine dönüştürülürken ["pulmonary artery disease" AND "COPD"] şeklinde SQL dilinde "VE" bağlacıyla bağlanmıştır.

Sözcük öbekleri arasına başka sözcüklerin girebileceği öngörülerek, sözcükler arasına SQL dilinde "%" parametresi eklenerek diğer olası sözcük öbeklerinin de aranması sağlanmıştır. Örneğin "pulmonary disease" sözcük öbeği için ("%pulmonary%disease%") sözcüğüyle SQL sorgu çalıştırılarak "pulmonary artery disease", "pulmonary artery heart disease", "chronic obstructive pulmonary disease" gibi sonuçlara ulaşılması sağlanmıştır.

Sonuçlar sayfa başına 10 adet listelenmiştir(Şekil 2).Bibliyometrik bilgiler olan yayın başlığı, yazar adları, dergi adı, yayın yılı, dergi sayfası, dergi sayı numarası, özet metni, anahtar sözcükler ve atıf sayısı bilgileri sunulmuştur. Sonuç listesi içinde kullanıcının gezebilmesi için ileri-geri butonları ve hangi sonuç aralığında olduğunu belirten numaralar gösterilmiştir. Sonuçlar elde edildikten sonra atıf sayısı ve güncel tarih kriterlerine göre yeniden sıralanmıştır. Atıfta bulunulmamış yayınların puanı 0(sıfır) kabul edilmiştir.

Şekil 2 Arama Sonuçları

4 Bulgular

Yaklaşık 289bin yayından 38milyon civarı özne-yüklem-nesne üçlüsü çıkarılmıştır. Yapılan 14 arama sonucunda doğruluk 0,1, hassasiyet 0,079 olarak ölçülmüştür. Toplamda işlenmesi gereken 17Milyon civarı doküman olduğu bilindiğinden, gelecekte doğruluk ve hassasiyet değerlerinin iyileşeceği görülmektedir.

Toplam 14 olgu ile doğrulama deneyi sonucunda Tablo 2'daki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 2 Deney Sonuçları

		Arama sonuçları	
		İlgili	İlgili değil
Gerçekte olan	İlgili	2	18
	İlgili değil	18	211

Elde edilen sonuçlara göre soru yanıt sistemine sorulacak soruların PICO biçiminde alınıp sorguya dönüştürülmesi araştırmacıya yardımcı olması açısından olumlu yönde katkı sağlamıştır.

5 Sonuç

Tüm araştırmacıların erişimine açık olarak websitesi ve veritabanı altyapısı oluşturuldu. Soru yanıt sistemi sayfasında kullanıcılara yönelik örnekler verilerek yardımcı olundu. Ayrıca tam metin arama motoru da kullanıma sunuldu.

PICO biçiminde yapılabilecek iyileştirme, PICO biçimindeki sorunun isimlendirilmiş varlıklar olarak konseptlerinin çıkarılmasıyla başarımın artıracağı öngörülebilirdir. Bu yöntemle geliştirme sürecine devam edilecektir. Kanıta dayalı tıp alanındaki uzmanlarla sistem sınanarak arzu edilen düzeyin saptanması ve artırılması için çalışma yapılacaktır.

Tüm yayınların işlenmesinin ardından PICO biçiminde deneylerin tekrarlanarak sonuçları çözümlenecektir.

Türkçe diline uyarlanması ya da tamamen bütünleşmesi üzerine çalışma yapılacaktır. Soru yanıt sisteminin anonim kullanım kütükleri tutularak, elde edilen istatistikler doğrultusunda sistem güncellenecektir. Ulusal düzeyde kütüphanelere bilgi verilerek kullanıcı sayısının ve geri bildirimlerin alınması uygun görülmüştür.

Kaynakça

1. Lefebvre C, Manheimer E, Glanville J.Chapter 6: Searching for studies. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. www.cochrane-handbook.org. . 2011.
2. "There is nothing like looking, if you want to find something" – asking questions and searching for answers – the evidence based approach. Haroon M, Phillips R. 2010, Archives of Disease in Childhood - Education and Practice volume 95, s. 34-39.
3. Formulating the Evidence Based Practice question: A review of the frameworks. Davies, K. 2011, LIS professionals volume 6.
4. Evidence based practice: the practicalities of keeping abreast of clinical evidence while in training. R. Phillips, P. Glasziou. 2008, Postgrad. Med. J. volume 84, s. 450.
5. Evidence-based medicine. Mozlin, R. 2000, Optometry volume 71, s. 490-500.
6. Survey on Challenges of Question Answering in the Semantic Web. Höffner, Konrad. basım yeri bilinmiyor : Semantic Web, 2016, IOS Press, s. 1–26.
7. Travis R. Goodwin, Sanda M. Harabagiu. Medical Question Answering for Clinical Decision Support. ACM Digital Library. [Çevrimiçi] https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2983819.
8. Biomedical question answering: A survey. Sofia J. Athenikos, Hyoil Han. 99, 2010, computer methods and programs in biomedicine, s. 1-24.
9. The Stanford NLP, Group. Stanford Open Information Extraction. [Çevrimiçi] [Alıntı Tarihi: 10 04 2018.] https://nlp.stanford.edu/software/openie.html.

Fonksiyonel MR Görüntülerinden Aktivasyon Bölgelerinin Belirlenmesinde Kontrast Vektör Analizi: Sosyal Destek Deneyi Uygulaması

Cemre Candemir[1], Kaya Oğuz[2], Burcu Özkul[3], Ali Saffet Gönül[4], M. Alper Selver[5], Serdar Korukoğlu[1]

[1] Uluslararası Bilgisayar Enstitüsü, Ege Üniversitesi, Bornova, 35100, İzmir
[2] Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İzmir Ekenomi Üniversitesi, Balçova, 35330, İzmir
[3] Hemşirelik Fakültesi, Sağlık Bilimleri Enst, Dokuz Eylül Üniversitesi, Narlıdere,35320, İzmir
[4] Psikiyatri ABD., Tıp Fakültesi, Ege Üniversitesi, Bornova, 35100, İzmir
[5] Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca, 35390, İzmir
cemre.candemir@ege.edu.tr

Özet. Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRG), verilen uyaranlara bağlı olarak, beyinde uyaranla ilgili aktivite gösteren bölgelerin ilişkilendirilmesini amaçlayan noninvazif bir yöntemdir. Ancak, uyaranlar ile hangi beyin bölgelerinin aktivasyon gösterdiğinin bulunması, beynin sürekli çalışan bir yapıda olmasından dolayı zor bir problemdir. Uyaran aktivasyon ilişkisini kurabilmek için kişilere bir çekim sırasında yapmaları istenilen çeşitli görevlerden oluşan bir ödev verilir. Bu çalışmada da, kişilerin duygu durumlarının değişimlerinin tetiklendiği bir sosyal destek fMRG deneyi üzerinde çalışılmıştır. Sosyal desteğin varlığı ve kaybolmasındaki süreçte beynin istatistiksel olarak en çok değişim gösteren bölgeleri tespit edilmiştir. Bu süreçte, kontrast vektörleri kullanılarak her bir uyaranın etkisi ölçülmüştür. Kontrast vektörlerinin seçimi ve her bir vektörün etkisi incelenmiş, ardından grup analizi ile bu seçilen vektörlerin tüm deney grubu üzerinde ortak etkisi ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: fMRG, Sosyal Destek, Kontrast Vektörü, Aktivasyon

Abstract. Functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI) is a noninvasive method that aims to correlate stimuli with activity-related regions in the brain, depending on the stimuli given. However, finding of brain regions that respond to the given stimuli is a difficult problem since the brain is constantly active. In order to establish the relationship between stimulation and activation, a task is given to the participants during the MR scan. In this study, a social support fMRI experiment, in which participants' mood changes is triggered, has been studied. Statistically the most changing areas of the brain have been identified during the presence and absence of the social support. During the process, the effect of each stimulus was measured using contrast vectors. The selection of contrast vectors and the effect of each vector were examined, followed by group analysis to show the common effect of these selected vectors on the whole experimental group.

Keywords: fMRI, Social Support, Contrast Vector, Activation.

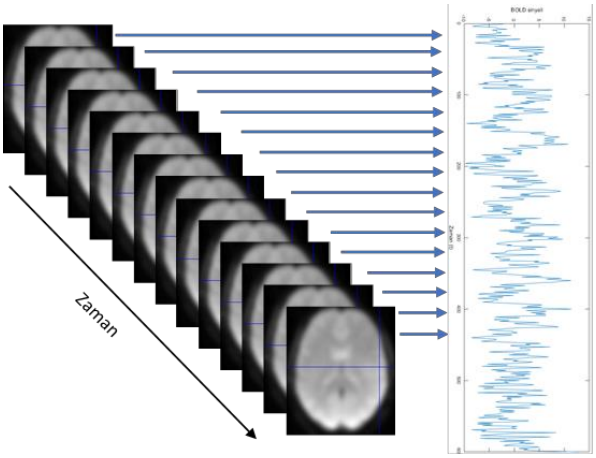
1 Giriş

Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) canlı dokuların yapısal görüntülerinin elde edilmesinde ve incelenmesinde kullanılan radyolojik bir görüntüleme tekniğidir. Yapısal bozuklukların teşhis ve incelenmesinde kullanılmasının yanı sıra, araştırma amacıyla da yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Radyo dalgaları (radyofrekans-RF) ile büyük bir manyetik alan içerisinde uyarılan atomların dönü (spin) adı verilen özelliğini kullanarak canlı dokuların görüntüleri elde edilir. Temelinde yatan bu prensip ile görüntülemesi yapılan kişiler radyasyona maruz kalmazlar.

MRG'nin bir uygulaması olan Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (FMRG) ise beyin araştırmaları ve incelemeleri konusunda sıklıkla başvurulan bir tekniktir. Beyin aktivasyonunu belirleyebilmek için kullanılan non-invazif bir yöntem olarak amacı, verilen bir uyarıya karşı beyin sinir hücrelerinin bu uyarana tepkisini inceleyerek, beyinde uyaranla ilgili aktivite gösteren bölgelerin ilişkilendirilmesini sağlamaktır. Bu çıkarsama, aktivasyon gösteren bölgedeki nöronların aktivasyon için oksijen tüketiminin arttığı ana fikrine dayanır. Beyin bir fonksiyonu yerine getirirken (örn. parmakları açıp kapatma) ilgili nöronların ihtiyaçları olan enerji kan yoluyla hemoglobin molekülleri ile taşınır ve kandaki oksijene bağlı hemoglobin (*oksihemoglobin*) yoğunluğu artar. Diğer taraftan, bu aktivite boyunca ilgili bölgede oksijen tüketimi arttığı için kandaki oksijen miktarı azalır (*deoksihemeoglobin*). MR cihazı, kandaki oksijen miktarının bu değişimine odaklanır ve elde edilen bu sinyale Kandaki Oksijen Düzeyi Bağı (*Blood Oxygen Level Dependent* –BOLD) adı verilir [1] . Bu sinyaldeki değişimin fark edilebilmesi için düzenli aralıklarda tüm beynin görüntüsü kesitler halinde alınır. Bir eksen boyunca alınan tüm kesitler hacimsel beyin görüntüsünü oluşturur. Beyin, voksel adı verilen birim küplerden oluşan kesitlerin oluşturduğu yapıda modellenir ve her voksel için zaman boyunca değişen bir BOLD sinyali üretilir (Şekil 1).

fMRG çalışmalarında aktivasyon saptama, uyaranla ilişkili aktivasyon bölgelerinin belirlenmesi ve beyin fonksiyonları arasındaki ilişkili dağıtık ağların çıkarılması olarak ikiye ayrılabilir [2]. En yaygın olarak çalışılmakta olan alan ise aktivasyon bölgelerinin tespit edilmesidir ancak, uyaranlara karşılık aktivasyon gösteren beyin bölgelerinin ilişkilendirilmesi, beynin sürekli çalışan yapısı nedeniyle zor bir problemdir. Bu sebeple, fMRG çekimlerinde katılımcılardan çekim sırasında yapması istenilen görevlerden oluşan deneyler tasarlanabilir. Aktivasyonun tespit edilebilmesi için deneyler aranılan işlevin olduğu ve olmadığı iki görevden oluşan blok tasarım yapısında hazırlanmalıdır. Aktivasyon analizinde, görevin olduğu anlar istatistiksel olarak birbirleriyle karşılaştırılarak, anlamlılığına göre aktif alanlar belirlenir [3-4].

Bu konuda en yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri Genelleştirilmiş Doğrusal Modeldir (GDM) [2]. GDM temel olarak $Y=X\beta+\epsilon$ denklemine dayanır. Burada, Y voksellerin BOLD değerlerini, X fMRI deneyinin içindeki bağımsız değişkenleri içeren tasarım matrisidir. GDM ile aktivasyon cevabının oluşturulabilmesi için öncelikle X tasarım matrisi oluşturulmalıdır. Bu matrisin doğru şekilde oluşturulması verinin istatistiksel analizinin geçerliliğinin en önemli bileşenidir. Tasarım matrisi deneyin analizini önemli ölçüde kolaylaştırmaktadır, ancak deneyin tüm yapısının bilinmesi şartını gerektirir. Aksi halde verilen cevaplar anlamlandırılamaz ve istatistiksel olarak kaybolur. Bu da aynı zamanda GDM'nin en büyük kısıtını oluşturmaktadır.



Şekil 1. Bir vokselin zaman boyunca ürettiği BOLD sinyali.

GDM ile aktivasyonların belirlenmesi, bağımsız değişkenlerin birbirleri ve model ile ilişkilerinin ölçüldüğü kontrast vektörleri adı verilen ağırlıklar ile yapılır. Bu ağırlıklar aracılığıyla yapılan ilişkilendirme sonucu model üzerinde bir parametrenin etkisi ya da birden fazla parametrenin kombinasyonları test edilebilir. Kontrast vektörlerinin seçimi, deneysel tasarımla ve ortaya konulan hipotez ile doğrudan ilişkilidir ve her deney tasarımına göre değişir. Dinlenme ve görevden oluşan blok tasarımlı bir motor hareket deneyi ele alındığında model üzerinde tek bir parametrenin etkisini gösteren kontrast vektörü $c^T = [1\ 0]$, iki parametrenin birbiriyle ilişkisini gösteren kontrast vektörü ise $c^T = [1\ -1]$ olarak örneklendirilebilir. Bu şekilde toplamda, birbiri ile karşılaştırılabilecek $2*2^2$-1 adet durum ortaya çıkmaktadır. Kontrast vektörleri ve bunlara karşılık gelen ilişkiler Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1. İki durumlu bir FMRG deneyindeki olası tüm kontrast vektörleri ve anlamsal ilişkileri

Kontrast	İlişki	Açıklama
[1 0]	A	Dinlenme durumunda pozitif doğrusal bir artış var mı?
[0 1]	B	Motor durumunda pozitif doğrusal bir artış var mı?
[-1 0]	-A	Dinlenme durumunda negatif doğrusal bir artış var mı?
[0 -1]	-B	Motor durumunda negatif doğrusal bir artış var mı?
[1 -1]	A > B	Dinlenme durumunun motor durumuna göre anlamlı bir farkı var mı?
[-1 1]	A < B	Motor durumunun dinlenme durumuna göre anlamlı bir farkı var mı?
[1 1]	A ve B	Dinlenme ve Motor durumlarının sıfırdan farklı anlamlı bir ortalama değeri var mı?

Durum A : Dinlenme, Durum B : Motor

Bu çalışmada, farklı kontrast vektörlerinin aktivasyon bölgesi belirlemedeki etkileri ve sonuçları, sosyal destek deneyinden elde edilen veri kümesi üzerindeki uygulamalarla sunulmuştur.

2 Sosyal Destek Veri Kümesi ve Verinin Modellenmesi

2.1 Sosyal Destek Veri Kümesi

Sosyal destek, kişilerin çevrelerinde güvenebilecekleri, onlara değer ve önem veren, kendilerini sevdiklerini bildikleri insanların olması durumu olarak tanımlanmaktadır[3]. Sosyal desteği olduğunu hisseden kişiler daha mutlu olmaya yatkındırlar. Yapılan fonksiyonel beyin görüntüleme çalışmaları sosyal dışlanma söz konusu olduğunda, sosyal kabul edilmeye göre anterior singulat korteksin daha aktif olduğunu göstermektedir[4]. Sosyal dışlanma sırasında aktivasyon gösteren diğer beyin bölgeleri ise ventrolateral prefrontal korteks (vIPFC), ventral anterior singulat korteks (vACC), sağ insula ve posterior singulat korteks olarak bilinmektedir [5]–[7].

Sosyal Destek ödevi, sağlıklı kişiler üzerinde sosyal desteğin belirli bir süre sağlanması ve ardından kaybolması süreci şeklinde hazırlanmıştır. Bu süreç içerisindeki aktif nöral bileşenlerin incelenmesi ve kişinin sosyal desteğini kaybettiğini hissettiği anı tahminleyebilme amaçlanmaktadır. Böylelikle, sosyal desteğin var olmasının ve sonrasında sosyal desteğin kaybının beyindeki etkisi incelenerek, insanın düşünce ve hislerinin nöral bileşenlerinin anlaşılması ve aynı zamanda depresyona sebep olan fonksiyonların daha iyi anlaşılabilmesine imkân sağlanabilir.

Deneyde, katılımcıya ve arkadaşlarına bir rakibe karşı bir tahminleme oyunu oynayacağı ve arkadaşlarının da MR cihazı içerisinde olacak arkadaşları ve rakibi arasında hakemlik yaparak belirli bir puan dağılımı yapacağı söylenmektedir. Katılımcı FMRG ödevi sırasında, arkadaşları da eş zamanlı olarak üç ayrı odada arkadaşları ve rakibi arasında FMRG ödevindeki puanlama işleminin simülasyonunu uygulamaktadır. Katılımcının sosyal desteği hissetmesi amacıyla ödevin ilk aşamasında daha çok kazanması, ödevin son aşamasında ise daha çok kaybetmesi sağlanmıştır. Bu oranlar ilk aşamada %80 kazanma - %20 kaybetme, ikinci aşamada %60 - %40, son aşamasında da %20 - %80 olarak belirlenmiştir Bu aşamalarda soru ekranları gittikçe zorlaşırken, rakibinin soru ekranı ise gittikçe kolaylaşmaktadır. Amaç, katılımcının ilk aşamada kolay soruları bilse dahi ona destek verildiğini, son aşamada ise zor soruları bilmesine rağmen arkadaşlarının desteği kestiğini hissetmesini sağlamaktır.

Ödevde toplamda her bir sette 25 resim bulunmak üzere 3 sette 75 resim gösterilmekte ve ödev süresi 30 dk. 18 sn. sürmektedir. Sosyal destek FMRG deneyine 14 deney grubu, 13 ise kontrol grubu olmak üzere 2 grup halinde toplam 108 kişi dâhil edilmiştir. Elde edilen görüntülerin karakteristikleri FOV (mm) 256 x 256, Matris 53x63, TE (ms) 30, TR (sn) 3, Döndürme Açısı (FA) 90º, Voksel hacmi (mm) 3 x 3 x 3, Dilim kalınlığı (mm) 3, Dilim sayısı (tüm beyin için) 37 olarak verilebilir.

Elde edilen fMRI veri kümesi üzerinde, hizalama (realign), dilim zamanlaması (slice timing), eşkayıtlama (coregistration), normalizasyon (normalization), bölütleme (segmentation) ve düzgünleştirme (smoothing) önişleme adımı gerçekleştirilmiştir. Önişleme ardından bütün görüntüler, standart MNI beyin uzayına eşlenmiş ve görüntülerdeki hareket ve nefes alıp verme, kalp atışı gibi engellenmeyen fizyolojik hareketlerden kaynaklı gürültülerden mümkün olduğunca arındırılmıştır. Önişleme, MATLAB üzerinde çalışan Statistical Parametric Maps (SPM.v12) (http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/) ile Matlab üzerinde gerçekleştirilmiştir.

2.2 Genelleştirilmiş Doğrusal Model (GDM) ile Veri Modelleme

Önişleme adımlarının ardından, hipotez olarak ortaya atılan ve bu hipoteze göre aktivasyon göstermesi beklenilen bölgelerdeki FMRG sinyal değişimini gösterecek şekilde modellenmelidir. Bu aşamada, deney bu amaca göre SPM içerisinde GDM ile modellenir. Beyin sürekli olarak çalıştığı için, deneye paralel olarak etkinlik göstermesi beklenilen yerlerin başka yerlerle karşılaştırılarak aktif alanların bulunması gerekmektedir.

GDM yaklaşımı, FMRG verilerini analiz etmek için sıklıkla başvurulan bir yöntemdir. GDM'de her vokselin zaman serisi bir veya birden fazla farklı sinyal bileşeninin doğrusal kombinasyonu ve hata teriminin toplamı ile modellenir ve beynin bir bölgesindeki aktivasyonun girdi fonksiyonu ile ilişkili olup olmadığını tahminlenir. Bu tahminlemede, her bir parametrenin gözlemlenen vokselin zaman akışına (time-course) ne kadar katkısı olduğu hesaplanmaya çalışılır. İstatistiksel olarak güçlü voksellerin tespiti Ailesel Hata Oranı (Family wise Error, FWE) ile düzeltilmiş p=0.05, düzeltilmemiş p=0.001 gibi bir eşik değer belirlenerek gerçekleştirilir.

n defa gözlemlenen bir BOLD sinyalini (y) ele alındığında, her y_i gözleminde BOLD sinyalinin yoğunluk (intensity) değeri $x_1, \dots, x_p$ bağımsız değişkenleri ile şu şekilde modellenmektedir.

$$\begin{aligned} y_1 &= \beta_1 x_{11} + \beta_2 x_{12} + \beta_3 x_{13} + \cdots + \beta_p x_{1p} + \varepsilon_1 \\ y_2 &= \beta_2 x_{21} + \beta_2 x_{22} + \beta_3 x_{23} + \cdots + \beta_p x_{2p} + \varepsilon_2 \\ &\dots \\ y_n &= \beta_1 x_{n1} + \beta_2 x_{n2} + \beta_3 x_{n3} + \cdots + \beta_p x_{np} + \varepsilon_n \end{aligned} \tag{1}$$

veya matris formunda

$$Y = X\beta + \varepsilon \tag{2}$$

dır.

Y, n x 1 kolon vektörüdür ve tek bir voksel için BOLD sinyalinin zaman serisini temsil eder. X, *n x p* boyutlu tasarım matrisidir ve her kolunu farklı bir değişkeni temsil eder. β, bağımsız değişkenlerin Y verisi üzerindeki etkisinin büyüklüğünü ve yönünü belirleyen bilinmeyen ağırlık değerlerinden oluşan *p x 1* boyutlu vektördür. β_i değerleri modelin veriye en iyi şekilde uyması için gereken ölçeklenebilir değer olarak düşünülebilir. ε ise her gözleme ait hata değerlerini içeren *n x 1* boyutlu bir vektördür.

FMRG deneyini modellerken önemli olan hangi etkilerin karşılaştırılmak istendiğidir. Tez kapsamında üzerinde çalışılan FMRG analizinde kişilerin gördükleri 3 farklı ekran ve durumun her biri 2 farklı t-test kontrast durumuyla karşılaştırılmıştır. Bu sayede, belirtilen kontrast değişimiyle belirgin bir istatistiksel anlamlılığın olup olmadığı anlaşılabilmektedir.

3 Kontrast Vektör Analizi

3.1 Kontrast Vektörleri

Kontrast vektörleri ile hangi β_i değerlerinin model üzerinde nasıl bir etki yarattığı elde edilmektedir Sosyal destek FMRG deneyinin analiz adımında 3 adet durum göz önüne alınmış ve bu çerçevede 6 adet kontrast değeri ile karşılaştırma yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar rastgele seçilen bir katılımcı üzerinde sunulmaktadır.

Tablo 2. Kontrast vektörleri tablosu

#	Kontrastlar	Kontrast vektörü
001{T}	İlk25kum > son25kum	[1 -1]
002{T}	İlk25kum < son25kum	[-1 1]
003{T}	İlk25puan > son25puan	[0 0 1 -1]
004{T}	İlk25puan < son25puan	[0 0 -1 1]
005{T}	İlk25cevap > son25cevap	[0 0 0 0 1 -1]
006{T}	İlk25cevap < son25cevap	[0 0 0 0 -1 1]

Üç bölümden oluşan deney kapsamında, katılımcılar birinci bölümde %80 oranında kazanmakta iken, üçüncü aşamada %80 oranında kaybetmektedirler. Deneyin akışında katılımcıları etkileyen üç ana ekran vardır. Birincisi, kum saatini 6 sn süreyle gördükleri, ikincisi kendisinin ve rakibinin soru-cevap ekranını gördüğü ve üçüncüsü de kendisinin ve rakibinin soru cevap ekranıyla birlikte puan dağılımını gördüğü anlardır. Bu ekranlar birinci bölüm ve üçüncü bölümdeki durumlarla ikişerli olarak karşılaştırılarak aralarında belirgin bir istatistiksel fark olup olmadığı incelenmiştir. Karşılaştırmada kullanılan kontrast vektörleri Tablo 2'de ve her bir uyaranın başlangıç bitiş anlarıyla uyaran süreleri Tablo 3'te verilmiştir.

Sosyal destek deneyi kapsamında irdelenen, katılımcıların arkadaşlarının desteğini gördüğü birinci set ile arkadaşlarının desteğini kestiğini düşündüğü son setteki aktivasyon değişimleridir. Bu bakımdan, katılımcının kazanç-kayıp durumunun dengede olduğu ikinci set geçiş niteliği taşımaktadır ve kontrast değerlendirmesine dahil edilmemiş, istatistiksel farklılıklar ilk ve son setler arasında analiz edilmiştir.

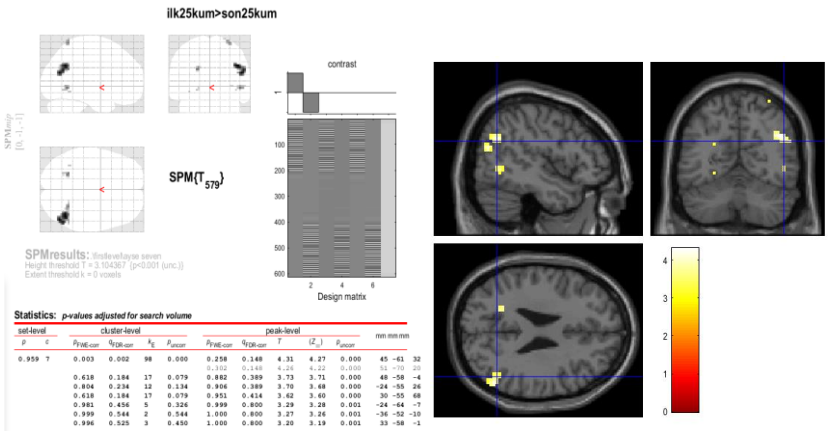
Tablo 3. Uyaran ekranları başlangıç ve süre tablosu

Uyaran Ekranları	Başlangıç-Bitiş	Süre
Fiksasyon ilk set	1:8:193	1
Fiksasyon son set	405:8:597	1
Kum saati ilk set	4:8:201	2
Kum saati son set	408:8:604	2
Cevap ilk set	6:8:203	1
Cevap son set	410:8:604	1
Puan ilk set	7:8:203	1
Puan son set	411:8:604	1

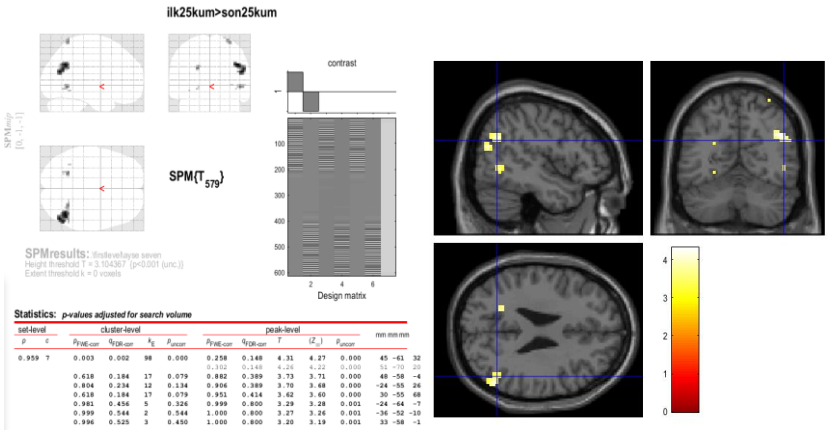
Süre (duration) = sn/TR

3.2 Kontrast 1 ve 2

FMRG çekimi yapılan kişilerin ekranda gördükleri resme ilişkin tahmin cevaplarını verdikten sonra değerlendirme için beklerken kum saatini gördükleri ilk 25lik ve son 25lik setteki ekranlardır. Kum saatinin görüldüğü 6sn lik ekranlar, ilk25kum>son25kum ve ilk25kum<son25kum sırasıyla [1, -1] ve [-1, 1] kontrastlarıyla iki farklı şekilde karşılaştırılmıştır. [1,-1] kontrastı ilk 25lik sette kum saatini gördüğü ekranın son 25lik sette kum saatini gördüğü ekrana oranla daha belirgin bir farkının olup olmadığına bakarken, [-1,1] kontrastı ise tam tersi duruma bakmaktadır. Şekil 2 ve Şekil 3'de rastgele bir katılımcıya ait bu kontrastlardaki aktivasyon alanları görülmektedir.



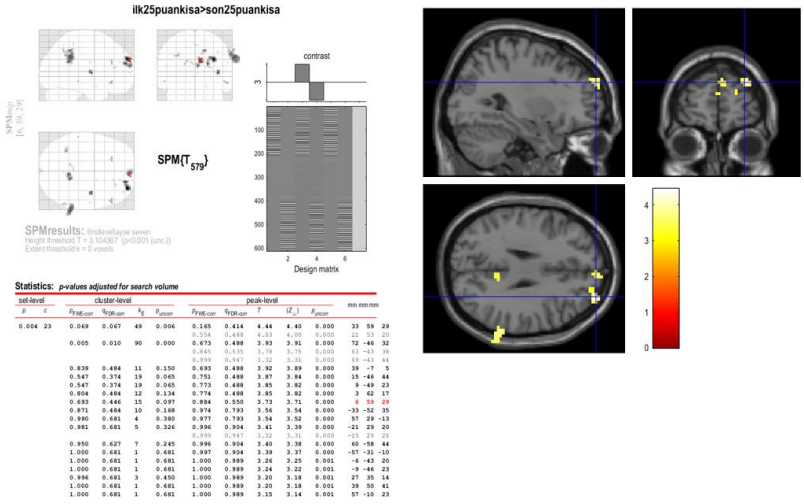
Şekil 2. Bir katılımcıya ait 1 nolu kontrastta aktivasyon gösteren bölgeler.



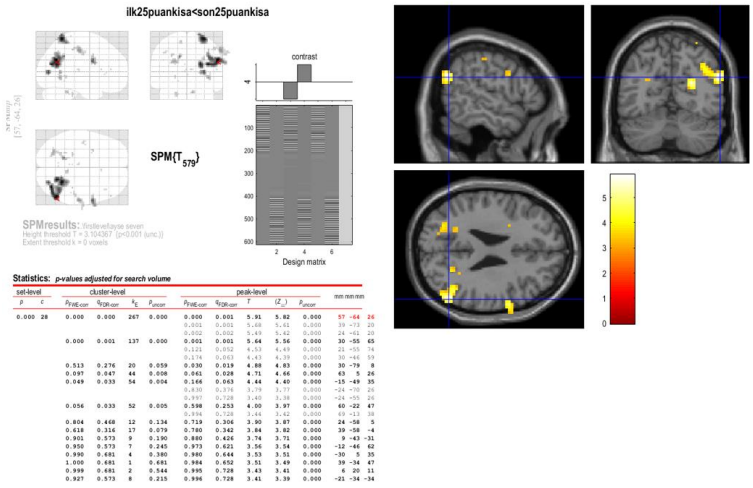
Şekil 3. Bir katılımcıya ait 2 nolu kontrastta aktivasyon gösteren bölgeler.

3.3 Kontrast 3 ve 4

FMRG çekimi yapılan kişilerin kum saatini gördükten sonraki ekranda gelen kendisinin ve rakibinin soru ekranlarını ve verdikleri cevapları birlikte gördüğü ilk 25lik ve son 25lik setteki ekranlardır. Bu görüntüler sırasında elde edilen BOLD sinyalleri sırasıyla [0 0 1 -1] ve [0 0 -1 1] kontrastlarıyla iki farklı şekilde karşılaştırılmıştır. Şekil 4 ve Şekil 5'te bu kontrastlardaki aktivasyon alanları görülmektedir.



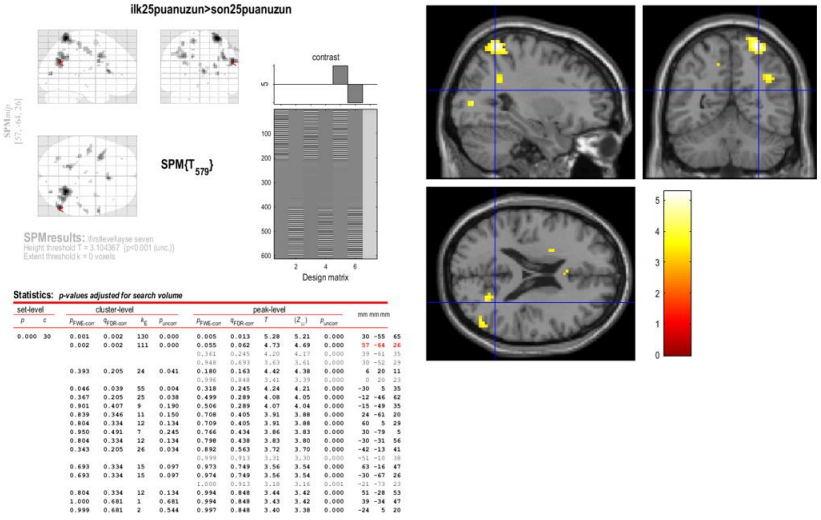
Şekil 4. Bir katılımcıya ait 3 nolu kontrastta aktivasyon gösteren bölgeler.



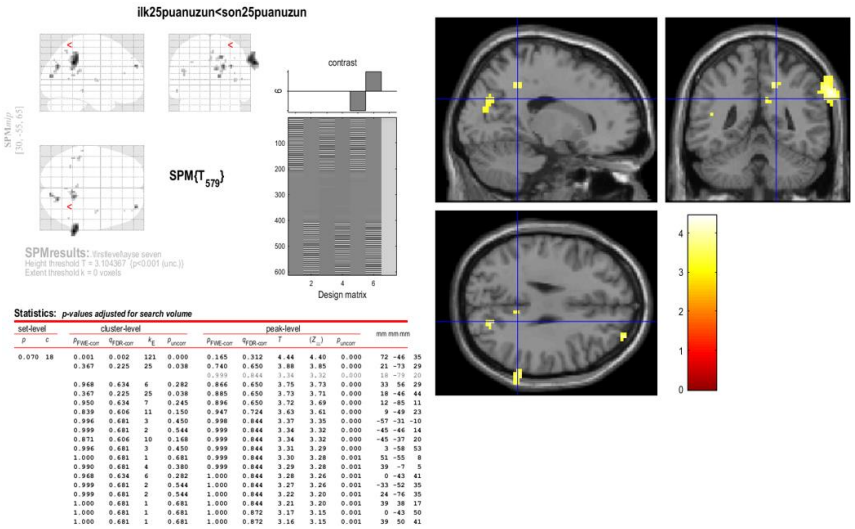
Şekil 5. Bir katılımcıya ait 4 nolu kontrastta aktivasyon gösteren bölgeler.

3.4 Kontrast 5 ve 6

FMRG çekimi yapılan kişilerin, kendisinin ve rakibinin soru ekranlarını ve verdikleri cevaplarla birlikte arkadaşlarının verdiği puan dağılımını gördükleri 6snlik ekranın ilk 25lik ve son 25lik setteki karşılaştırmasıdır. Bu karşılaştırmalar sırasıyla, [0 0 0 0 1 -1] ve [0 0 0 0 -1 1] kontrastlarıyla iki farklı şekilde gerçekleştirilmiştir. Şekil 6 ve Şekil 7'de bu kontrastlardaki aktivasyon alanları görülmektedir.



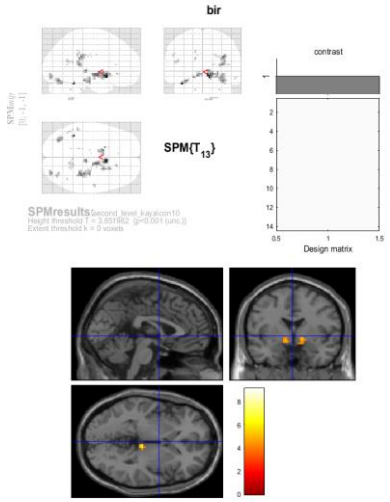
Şekil 6. Bir katılımcıya ait 5 nolu kontrastta aktivasyon gösteren bölgeler.



Şekil 7. Bir katılımcıya ait 6 nolu kontrastta aktivasyon gösteren bölgeler.

4 Sonuçlar ve Tartışma

Kontrast vektörleri ile deneydeki bağımsız değişkenlerin her birinin modeli ve birbirlerini nasıl etkilediği her bir β_i değeri ile ağırlıklandırılarak ilişkilendirilir. Modelin analizine dâhil edilecek değişkenler ve parametreler bu etkiye göre seçilir. Sosyal destek fMRG deneyinde, deney boyunca katılımcıların gördüğü her bir ekran bir uyaran olarak ele alınmaktadır. Her bir uyaranın deneyin ilk ve son aşamasına göre katılımcılar üzerinde yaptığı değişimler ve etkiler Bölüm 3'te verilen 6 adet kontrast vektörü ile gözlemlenebilir. Ancak, deneyin sosyal desteğin sağlandığı ve ardından kesildiği süreçteki tüm etkisinin gözlemlenmesinde bu kontrast vektörleri yetersiz kalacaktır. Bu uyaranlardaki anlık değişimler, deneyin genelinin değerlendirmesini olumsuz yönde etkiler. Bu sebeple, sosyal desteğin varlığının ve kaybının etkisi incelenmek isteniyorsa, fMRG çekiminde bir oyun süresinin tümü ele alınmalıdır. Bu çerçevede, katılımcıların deneyde gördükleri fiksasyon ekranlarının birinci ve üçüncü set karşılaştırılmasına ait kontrast vektörleri seçilmiştir. Bu ekranlar, katılımcıların bir tarama boyunca oyunda gördüğü uyaranların tüm etkilerinin bir sonraki tarama başlangıcındaki fiksasyon ekranına aktarıldığı ekranlardır. Bu tür bir kontrast vektör seçiminde, deneyin ilk taraması analize dahil edilemez dolayısıyla ilk set ve son sette yer alan 24 fiksasyon ekranı ele alınmalıdır. Cevabı aranılan, katılımcıların sosyal desteğinin kesildiği son setin, desteğin var olduğunu hissettiği birinci set arasında belirgin bir fark oluşturup oluşturmadığı olduğu için seçilmesi geren kontrast vektörü c^T=[0 0 0 0 0 0 0 0 -1 1]dir. Sosyal destek deney grubunun tamamı üzerinde c_G^T kontrast vektörü ile uygulanan grup analiz sonuçlarında, tüm grup üzerinde ortak olarak aktivasyon gösteren alanlar Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. Tüm katılımcılara ait c_G^T kontrastı le yapılan grup analizinde aktivasyon gösteren bölgeler.

Aktivasyon gözlemlenen bu bölgenin, çeşitli çalışmalarda gösterilen ve beynin ödül sisteminde (*reward system*) etkili en önemli iki alandan biri olarak belirtilen Nucleus Accumbens (NACC) olduğunu ortaya koyulmaktadır [8]. Ödül-motivasyon sisteminde motivasyonla ilişkili ödüllerin etkilerine aracılık etmede önemli bir role sahip olan NACC, diğer taraftan da majör depresyon, anksiyete gibi çeşitli nöropsikiyatrik hastalıklarda da rol oynamaktadır [9], [10]. Bu bakımdan elde edilen sonuçlar, sosyal desteğin etkilerinin incelenmesi ile sosyal destek ile ilişkili depresyonun nörokognitif bileşenlerinin anlaşılabilmesi konusunda yol göstericidir.

5 Kaynakça

[1] S. Ogawa, T. M. Lee, A. R. Kay, and D. W. Tank, "Brain magnetic resonance imaging with contrast dependent on blood oxygenation.," *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, vol. 87, no. 24, pp. 9868–9872, Dec. 1990.

[2] K. J. Friston, C. D. Frith, R. S. J. Frackowiak, and R. Turner, "Characterizing Dynamic Brain Responses with fMRI: A Multivariate Approach," *NeuroImage*, vol. 2, no. 2, Part A, pp. 166–172, Jun. 1995.

[3] I. G. Sarason, H. M. Levine, R. B. Basham, and B. R. Sarason, "Assessing social support: The Social Support Questionnaire," *J. Pers. Soc. Psychol.*, vol. 44, no. 1, pp. 127–139, 1983.

[4] N. I. Eisenberger, S. E. Taylor, S. L. Gable, C. J. Hilmert, and M. D. Lieberman, "Neural pathways link social support to attenuated neuroendocrine stress responses," *NeuroImage*, vol. 35, no. 4, pp. 1601–1612, May 2007.

[5] N. I. Eisenberger, M. D. Lieberman, and K. D. Williams, "Does Rejection Hurt? An fMRI Study of Social Exclusion," *Science*, vol. 302, no. 5643, pp. 290–292, Oct. 2003.

[6] C. L. Masten *et al.*, "Neural correlates of social exclusion during adolescence: understanding the distress of peer rejection," *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.*, vol. 4, no. 2, pp. 143–157, Jun. 2009.

[7] D. Z. Bolling *et al.*, "Dissociable Brain Mechanisms for Processing Social Exclusion and Rule Violation," *NeuroImage*, vol. 54, no. 3, pp. 2462–2471, Feb. 2011.

[8] A. Haghparast, Z. Fatahi, R. Arezoomandan, S. Karimi, Z. Taslimi, and S. Zarrabian, "Functional roles of orexin/hypocretin receptors in reward circuit," in *Progress in Brain Research*, vol. 235, Elsevier, 2017, pp. 139–154.

[9] I. Boileau *et al.*, "Alcohol promotes dopamine release in the human nucleus accumbens," *Synap. N. Y. N.*, vol. 49, no. 4, pp. 226–231, Sep. 2003.

[10] W. A. Carlezon and M. J. Thomas, "Biological substrates of reward and aversion: a nucleus accumbens activity hypothesis," *Neuropharmacology*, vol. 56, no. Suppl 1, pp. 122–132, 2009.

6 Sorumlu Yazarın Adresi

Sorumlu yazar iletişim bilgileri:
Araş. Gör. Dr. Cemre CANDEMİR
Telefon: +90 232 311 3241

Email: cemre.candemir@ege.edu.tr
Adres: Ege Üniversitesi, Uluslararası Bilgisayar Enstitüsü, 35100 Bornova – İZMİR
URL: http://akademik.ube.ege.edu.tr/~candemir/

Farklı Karaciğer Bölütleme Algoritmalalarının Çeşitliliğinin ve Tamamlayıcılığının Analizi

Ali Emre KAVUR[1], Oğuz DİCLE[2] ve M. Alper SELVER[3]

[1] Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir
[2] Dokuz Eylül Üniversitesi, Radyoloji Ana Bilim Dalı, İzmir
[2] Dokuz Eylül Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği

Özet. Karaciğerin hassas şekilde incelenebilmesi tanı, tedavi, nakil planlanma gibi birçok uygulamada kritik öneme sahiptir. Bu analizlerin önemli adımlarından olan bölütleme için birçok yöntem önerilmiş olmasına karşın, halen klinik uygulamaların gerektirdiği seviyeye ulaşılamamıştır. Bu bildiride birbirlerinden farklı 12 algoritmaya ait bölütleme sonuçları analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bölütleme, Karaciğer, Derin Ağlar.

1 Giriş

Tıbbi görüntü işleme uygulamalarında karaciğerin bölütlenmesi (segmentasyonu) pek çok zorluk içeren karmaşık bir uygulamadır. İnsan bedeninde birçok önemli işleve sahip olan karaciğer ile ilgili çok sayıda tıbbi işlem (nakil, ameliyat, tedavi, vb.) mevcuttur [1]. Bu yüzden karaciğer bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans görüntüleme (MRI) gibi görüntüleme sistemlerinde en çok incelenen organlardan bir tanesidir. Bunun bir sonucu olarak tıbbi görüntülerde karaciğerin iç damar yapısı ile birlikte hassas olarak bölütlenmesi; nakil donörlerinin (vericiler) ön değerlendirmesinde, cerrahi planlamada, eğitim amaçlı görselleştirmede ve 3-Boyutlu basım (printing) gibi diğer çeşitli uygulamalarda son derece kritik öneme sahiptir [2,3]. Karaciğerin batın bölgesinin (üst abdomen) neredeyse tamamında yer alan büyük bir organ olması, çevresinin kas, yağ, böbrekler gibi yumuşak dokulu organlardan oluşması ve şeklinin kişiden kişiye yüksek değişkenlik gösterebilmesi gibi faktörler karaciğer bölütlemesini çevresindeki diğer organ ve dokulara kıyasla daha da zorlu kılar. Karaciğer bölütlemesinin klinik uygulamalarda kullanıma uygun hassasiyet ve başarıma sahip şekilde gerçekleştirilmesi için çeşitli bölütleme yöntemlerinin geliştirilmesi, tıbbi görüntü işleme alanında uzun yıllardır devam eden bir süreç olmasına karşın, tüm zorluklarla başa çıkabilen yeni yöntem ve sistem arayışı halen sürmektedir [4,5].

Bu bildiride 20 farklı hastaya ait batın bölgesi BT görüntülerinden oluşan aynı set üzerinde çalışan 12 farklı bölütleme algoritmasının ürettiği karaciğer bölütleme sonuçları niteliksel ve niceliksel olarak analiz edilmiştir. Söz konusu yöntemlerin bir kısmı, bildiri sahipleri tarafından bir kısmı ise 28 Nisan 2018 tarihinde düzenlenen "Karaciğer Bölütleme Algoritmaları Yarışıyor!" yarışmasından elde edilmiştir.

2 Karaciğer Bölütleme Yarışması

Farklı bölütleme yönteminin ürettiği sonuçlar segmentasyon sonuçlarının çeşitliliğini ve tamamlayıcılığını da analiz etmek için önem arz etmektedir. Bu sebepten ötürü gerek yeni bölütleme sonuçlarını incelemek gerek de Türkiye'de bölütleme alanında çalışan uzmanları bir araya getirmek için ulusal çapta bir segmentasyon yarışması, "Karaciğer Bölütleme Algoritmaları Yarışıyor!" organize edilmiştir. Yarışma, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi yerleşkesindeki BioİzmirTıp Bilişim Derneği (TURKMIA) desteği ile düzenlenmiştir. Bu yarışma Türkiye'de karaciğer segmentasyonu ile ilgili düzenlenen ilk yarışmadır. Ayrıca 2007'den bu yana, dünyada karaciğer segmentasyonu konusunda herhangi bir yarışma düzenlenmemiştir. Bu alandaki en bilinen yarışma MICCAI 2007 konferansı kapsamında düzenlenen SLIVER07 yarışmasıdır [6].

Ülke çapında düzenlenen "Karaciğer Bölütleme Algoritmaları Yarışıyor!" etkinliğine katılmak için katılımcılar, yarışmadan en geç bir ay önce niyet mektuplarını yarışma komitesine ulaştırarak yarışmaya kayıt olmuşlardır. Kaydı tamamlanan katılımcılara yarışma öncesinde altı farklı hastanın BT görüntülerini içeren eğitim seti sunulmuştur. Yarışmaya ülke çapında 11 farklı takım katılım göstermiştir.

Yarışma günü, tüm ekipler yarışma kuralları hakkında bilgilendirilmiştir. Sonrasında tüm veri seti aynı anda tüm ekiplerle paylaşılarak yarışma başlatılmıştır. Takımlar herhangi bir bölütleme yöntemi ve aracı kullanmakta serbest bırakılmıştır. Yedi saatlik sürenin ardından yarışmaya katılan on bir ekipten sekiz tanesi sonuçlarını yarışma komitesine sundular. Diğer üç ekip, tüm setlerin segmentasyonunu tamamlayamadığı için sonuç iletememiştir. Ancak, bu ekiplerin sonradan sonuç göndermelerine, yarışma içerisinde değerlendirilmemek kaydı ile izin verilmiştir. Proje kapsamında her türlü bölütleme sonucuna ihtiyaç doğabileceği için bu şekilde bir uygulama tercih edilmiştir.

3 Bölütleme Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Takımlardan ürettikleri sonuçlar topladıktan sonra performansları değerlendirilmiştir. Metotların ve sonuçlarının yarıştığı bu tür etkinliklerde uygun değerlendirme metriklerinin seçimi en kritik noktalardan bir tanesini oluşturmaktadır. Literatürde iki tane 3B nesneyi, benzerlik bakımından kıyaslamak için kullanılan bazı metrikler vardır. Ancak her metrik farklı bir yaklaşım ile benzerliği irdelediği için bu metriklerin hiçbiri tek başına yarışma puanlaması için yeterli değildir [7]. Bu problemin üstesinden gelmek için beş farklı performans metriğinin aynı anda kullanılmasına karar verilmiştir. Bu metriklerin sonuçlarının ortalamaları bölütleme değerlendirmesinin son puanının tespit edilmesinde kullanılmıştır. Bu yaklaşım dünyadaki daha önceki bölütleme yarışmalarında da kullanmıştır [6]. Yarışma kapsamında kullanılan beş farklı performans metriği aşağıdaki gibidir:

1. Hacimsel Hata Oranı (Volumetric overlap (VO))
2. Bağıl Hacim Farkı (Relative volume difference (RVD))
3. Ortalama Simetrik Yüzey Mesafesi (Average symmetric surface distance (ASSD))
4. Etkin değer Simetrik Yüzey Mesafesi (Rms symmetric surface distance (RMSD))
5. Maksimum Simetrik Yüzey Mesafesi (Maximum symmetric surface distance (MSSD))

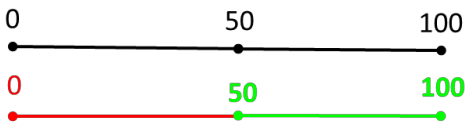
Hesaplanan hata metriklerinin değerleri, bir takım eşik değerler baz alınarak 0-100 skalası arasında puanlar üretmek için dönüştürülmüştür. Yarışmadaki puanlama sisteminde literatürdeki diğer yarışmalardan daha farklı bir yaklaşım tercih edilmiştir. Örneğin SLiver07'de eşik değerlerin çok dar bir bandı vardır. Diğer bir deyişle, sadece çok başarılı sonuçların puanları hesaplanmıştır. Ancak düzenlenen yarışmada SLiver07'den farklı olarak, eşik değerler daha geniş olarak seçilmiştir çünkü düzenlenen bu yarışmanın temel amacı birçok farklı algoritma ile birçok farklı segmentasyon sonucu elde etmektir. Puanlama sisteminin detayları aşağıda anlatılmaktadır:

3.1 Hacimsel Hata Oranı/Volumetric Overlap (VO)

Bu metrikte segmentasyon sonucunun ve referans sonucun kesişimindeki voksellerin sayısı, segmentasyon ve referans sonuçlarının birleşimindeki voksellerin sayısına bölünür.

$$VO = \frac{V_{Seg} \cap V_{Ref}}{V_{Seg} \cup V_{Ref}} \, x \, 100$$

Hacimsel hata oranı değeri, kusursuz bir segmentasyon için 100'dür. Segmentasyon ve referans arasında hiçbir çakışma olmadığı en başarısız durumda, sıfır puan olarak hesaplanmaktadır. Bu puanlamada eşik değer yüzde 50 olarak belirlenmiştir. Eğer bir hacimsel hata oranının sonucu yüzde 50'nin altındaysa, not 0 olacaktır. Eğer yüzde 50'den yüksekse, not hesaplanan oran ile aynı olacaktır. Dönüşümün görselleştirilmiş hali aşağıda sunulmaktadır.



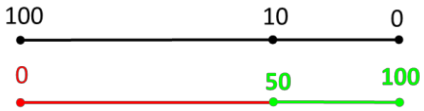
Örneğin hacimsel hata oranı %40 olan bir sonuç 0 puan alacaktır. Öte yandan hacimsel hata oranı %62 olan bir sonuç 62 puan alacaktır.

3.2 Bağıl Hacim Farkı / Relative volume difference (RVD)

Bölütleme sonucu ve referans görüntü arasındaki toplam hacim farkı, referans görüntünün toplam hacmine bölünür. Mutlak değer alınır ve sonuç 100 ile çarpılır. Bu değer mükemmel bir bölümlendirme için sıfırdır. Daha düşük başarıdaki bölütleme sonuçları için sıfırdan büyüktür, en fazla 100 değerini alabilir.

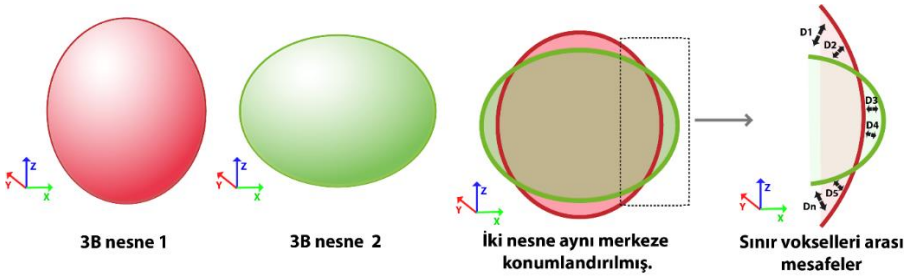
$$RVD = \left| \frac{V_{Seg} - V_{Ref}}{V_{Ref}} \right| x\ 100$$

Sonuçların değerlendirilmesinde, 10'dan yüksek olan bağıl hacim farkı değerleri 0 puan olarak çevrilmiştir. 10 ve 0 arasındaki bağıl hacim farkı değerleri 50 ve 100 arasındaki puan skalasında yer almaktadır. Daha düşük bağıl hacim farkı daha yüksek performansı temsil ettiğinden, metriğin değeri puana dönüştürülürken aşağıdaki figürde gösterildiği gibi ters orantı kullanılmıştır.



3.3 Simetrik Yüzey Mesafesi

Simetrik yüzey mesafesi yönteminde iki adet üç boyutlu obje ağırlık merkezleri çakışacak şekilde konumlandırılır. Sonra birinci objedeki sınıra ait bir vokselin ikinci objedeki sınıra ait tüm voksellere olan tüm Öklid uzaklıkları hesaplanır. Hesaplanan uzaklıkların en kısası birinci objedeki söz konusu vokselin ikinci objeye olan uzaklığı olarak belirlenir. Bu işlem birinci ve ikinci objedeki tüm sınır vokselleri için tekrarlanır. Yöntemin şematik açıklaması Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Simetrik yüzey mesafesi

Elde edilen iki obje arasındaki mesafeyi temsil eden verilerden üç adet hata metriği hesaplanır. Bunlar; ortalama simetrik mutlak yüzey mesafesi, ortalama karekök simetrik yüzey mesafesi ve en büyük simetrik yüzey mesafesidir.

Ortalama simetrik mutlak yüzey mesafesi (Average symmetric absolute surface distance), iki objeye ait hesaplanan simetrik yüzey mesafesi ölçümlerinin aritmetik ortalamasıdır ve özellikle hacim farklarının değerlendirilmesinde kullanılır.

$$ASSD = \frac{1}{|B_{seg}| + |B_{ref}|} \times \left(\sum_{x \in B_{seg}} d(x, B_{ref}) + \sum_{y \in B_{ref}} d(y, B_{seg}) \right)$$

Ortalama karekök simetrik yüzey mesafesi ise yüzey mesafesi ise iki objeye ait hesaplanan uzaklık ölçümlerinin ortalama karekök (Root Mean Square-RMS) hesaplaması ile oluşturulmaktadır.

$$RMSSD = \sqrt{\frac{1}{|B_{seg}| + |B_{ref}|}} \times \sqrt{\sum_{x \in B_{seg}} d^2(x, B_{ref}) + \sum_{y \in B_{ref}} d^2(y, B_{seg})}$$

En büyük simetrik yüzey mesafesi (Maximum symmetric absolute surface distance), iki obje arasındaki en büyük farklılığın olduğu noktayı temsil etmektedir ve özellikle cerrahi hassasiyetin kritik öneme sahip olduğu uygulamaları değerlendirmede faydalanılır.

$$MSSD = max \left(\min_{x \in A, y \in B} d(x, y) \right)$$

Yarışmanın puanlama sisteminde simetrik yüzey mesafesi sonuçları; ortalama simetrik mutlak yüzey mesafesi, ortalama karekök simetrik yüzey mesafesi ve en büyük simetrik yüzey mesafesi için sırası ile 10, 15, 50 eşik değerleri ile puana dönüştürülmüştür. Bu eşiklerin üzerindeki hatalar sıfır puan olarak değerlendirilmiştir. Eşik değerlerin altındaki değerler ise orantı hesabı ile 50 ile 100 arasında puanlara dönüştürülmüşlerdir.

4 Yarışma Sonuçları

Yukarıda açıklanan metriklere ve puanlama sistemine göre sekiz farklı ekibin yarışma bitiminde teslim ettiği bölütleme sonuçları değerlendirilmiştir. Yarışma sonuçları, otomatik bölütleme yöntemlerinin ve yarı otomatik bölütleme yöntemlerinin sonuçlarını olmak üzere iki kategoride değerlendirilmiştir. İki kategorinin sonuçları Tablo 1 ve 2'de sunulmuştur.

Tablo 1. Yarı otomatik segmentasyon algoritmalarının sonuçları.

Ekip Adı	Puan
Ekip 3	72.57
Ekip 5	40.76

Tablo 2. Otomatik segmentasyon algoritmalarının sonuçları.

Ekip Adı	Puan
Ekip 1	63.56
Ekip 4	56.88
Ekip 8	55.05
Ekip 7	37.56
Ekip 6	20.89

Yarı otomatik algoritma kategorisinin galibi olan üç numaralı, yarışmadaki en yüksek puanı elde etmiştir. Ekibin kullandığı segmentasyon algoritması aktif kontur yöntemine dayanmaktadır. Bu yöntem, segmentasyon problemi için çok eski bir algoritmadır ancak tatmin edici sonuçlar üretmeyi başarmıştır. Öte yandan, otomatik segmentasyon kategorisindeki tüm ekipler derin öğrenme algoritmalarını kullanmışlardır. Buna ek olarak, tüm ekipler, u-net derin ağ yapısının bir varyasyonunu kullanmışlardır. Bu çok ilginç bir sonuçtur, çünkü bağımsız ve farklı üniversitelerden katılan takımlar birbirlerinden habersiz olarak benzer bir altyapı ile derin ağ çözümlerini geliştirmiştir. Bu sayede aynı derin ağ yapısının farklı optimizasyonlar altında incelemek için benzersiz bir şans elde edilmiştir.

5 Güncel Yarışma Sonuçlar

"Karaciğer Bölütleme Algoritmaları Yarışıyor!" etkinliğinin en önemli amacı en fazla sayıda birbirlerinden bağımsız segmentasyon sonuçlarının elde edilmesidir. Bu nedenle, yarışma sonuçlarının ilan edilmesinden sonra, ekiplerin optimize edilmiş sonuçlarını yeniden göndermelerine ve yeni katılımcıların sonuç göndermelerine izin verilmiştir. Bu yaklaşım önceki karaciğer segmentasyon yarışmaları ile benzerdir [6]. Örneğin, kullanıcılar SLiver07 sayfasına hâla yeni sonuçlar gönderebilmektedir.

Bu imkân dâhilinde yarışmaya katılan yarışmacıların büyük çoğunluğu gönderdikleri sonuçlarını güncellemiştir. Ayrıca yarışma günü olmayan yeni katılımcıların sonuçlarını göndermelerine olanak sağlanmıştır. Bu sonuçlara ilaveten görüntü işleme uygulamalarında kullanılan temel bölütleme yöntemleri de 3D Slicer yazılımı ile elde edilmiş ve farklı segmentasyon sonuçlarının puanları kıyaslama amacıyla hesaplanmıştır.

Son olarak, aynı veri setine DeepMedic isimli bir derin öğrenme algoritması uygulanmıştır. DeepMedic oldukça başarılı bir derin öğrenme uygulamasıdır [8]. Beyin-BT görüntülerinin beyin lezyonlarını segmentlere ayırması için geliştirilen DeepMedic karaciğerin bölütleme problemi için uyarlanmıştır. DeepMedic'ten gelen sonuçlar da yarışmanın puanlama sistemi ile değerlendirilip puan tablosuna eklenmiştir. Mevcut olan tüm bölütleme sonuçları toplu olarak Tablo 3 ve 4'te sunulmuştur.

Tablo 3. Yarı otomatik segmentasyon algoritmalarının sonuçları.

Ekip Adı	Puan
Ekip 3	72.57
3D Slicer - Robust Statics Segmenter	66.44
3D Slicer - Watershed	64.10
Ekip 11	56.14
Ekip 5	48.98
3D Slicer - Fast Marching	33.96

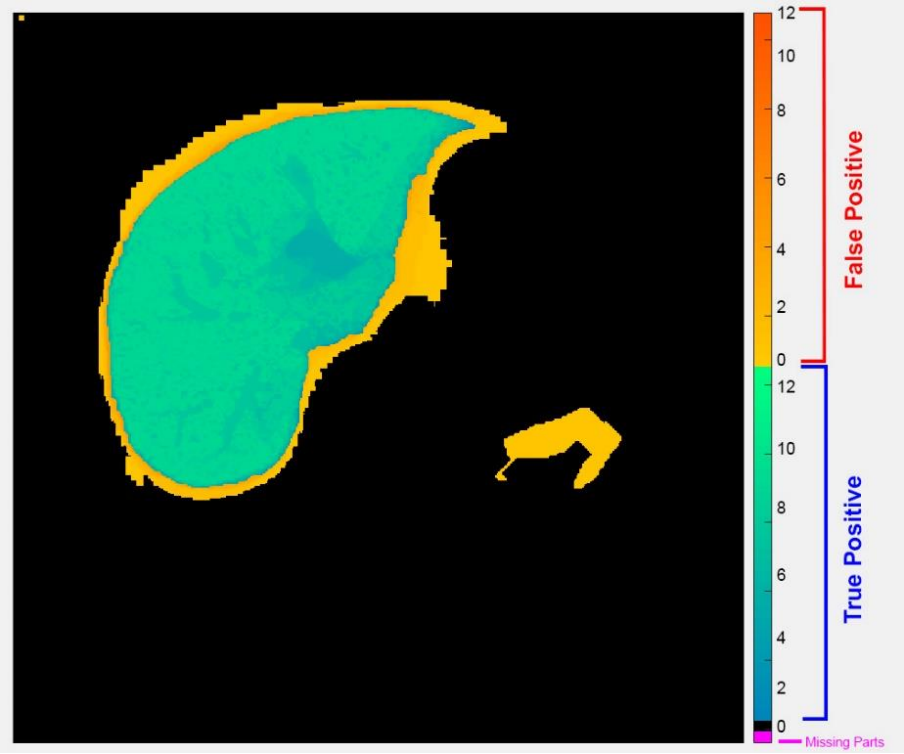
Tablo 4. Otomatik segmentasyon algoritmalarının sonuçları.

Ekip Adı	Puan
Ekip 1	79.68
Ekip 4	79.47
Deep Medic	61.93
Ekip 8	55.05
Ekip 7	37.56
Ekip 6	20.89

Güncel sonuçlara göre derin ağ tabanlı bölütleme algoritmalarının puanlarının kayda değer şekilde yükseldiği gözlemlenmiştir. Bu da derin ağ temelli bölütleme sistemlerinde optimizasyonun son derece önemli olduğunu göstermektedir.

6 Sonuçların Analizleri

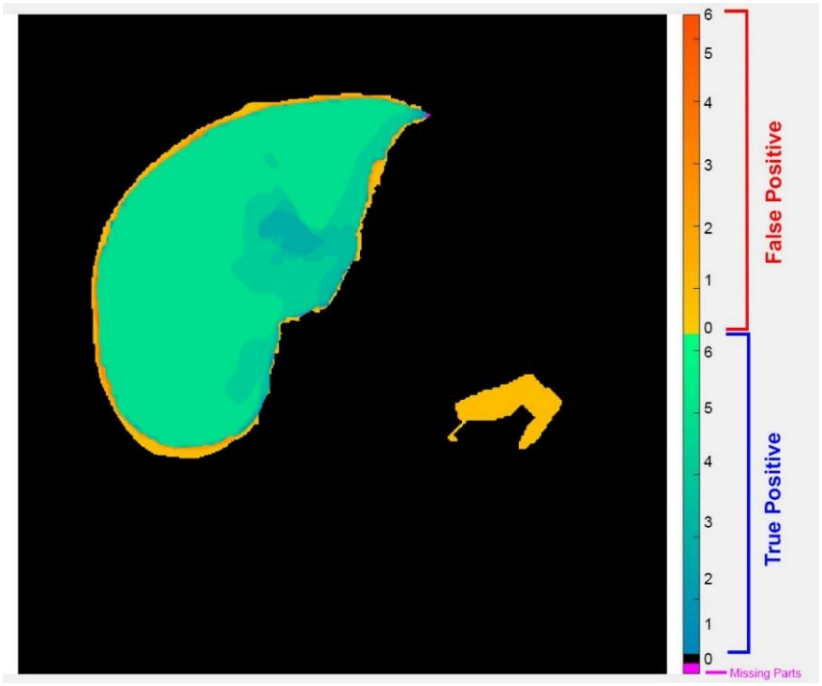
Bölütleme sonuçlarının analizi, bölütleme algoritmalarının bütünleyiciliğini ve ayrıklığını incelemek için çok kritik bir süreçtir. Şimdiye kadar, toplanan segmentasyon sonucunun toplam sayısı 12'dir. Bunların yarısı yarı otomatik, diğer yarısı otomatik algoritmalardır. Segmentasyon sonuçlarının ne kadar tamamlayıcı ve ne kadar ayrık olduklarını incelemek için farklı yaklaşımlar uygulanmıştır. Bu incelemelerde hem nitel hem de nicel yaklaşımlarla ele alınmıştır. İlk olarak segmentasyon algoritmalarının sonuçları, bir ısı haritası elde etmek için kümülatif olarak toplanıp görselleştirilmiştir. Bu işlemin bir örneği Şekil 2'de sunulmaktadır.



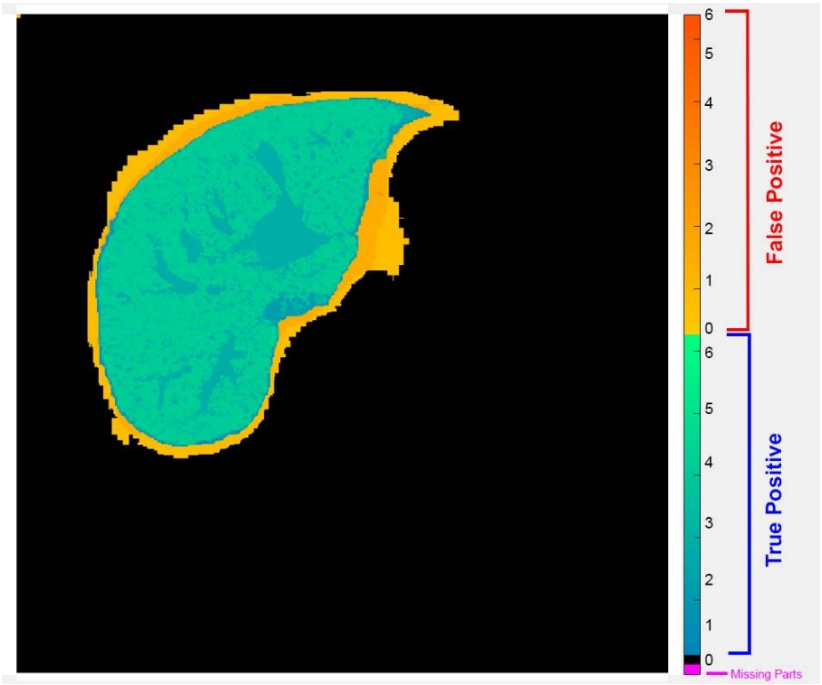
Şekil 2. Tüm bölütleme sonuçlarının ısı haritası şeklinde toplu gösterimi.

Şekil 2, iki farklı renk skalasına göre renklendirilmiştir. Yeşilimsi renklere sahip ilk renk haritası, karaciğer organına ait olduğu kabul edilen referans sonuçlar içerisindeki değişimleri temsil etmektedir. Bu alanda segmentasyon algoritmalarının True Positive (TP) performansı incelenmektedir. Isı haritasından görülebildiği üzere, karaciğerin içi homojen olmadığı için segmentasyon sonuçları farklı özelliklere sahiptir. Örneğin, voksellerin yoğunluk değişikliklerine duyarlı bir segmentasyon algoritması, karaciğerin içindeki damarları bölütleyemeyebilmektedir. Şekil 2'te, algoritmaların neredeyse yarısının damar bölgelerinde bazı sorunlara sahip olduğu açıkça görülmektedir. Öte yandan, referans karaciğer bölgesinin dışındaki sonuçları irdelemek için ikinci bir renk haritası kırmızımsı tonlarda seçilmiştir. Bu alan segmentasyon sonuçlarının False Positive(FP) değeri ile ilgilidir.

Şekil 2'teki 12 farklı bölütleme sonucunun incelemesine ilaveten, yarı otomatik ve otomatik sonuçlar bağımsız olarak da analiz edilip benzer yaklaşımla renklendirilmiştir. Bu iki grubun analiz örneği Şekil 3 ve 4'te sunulmuştur.



Şekil 3. Yarı otomatik bölütleme sonuçlarının ısı haritası şeklinde toplu gösterimi.



Şekil 4. Otomatik bölütleme sonuçlarının ısı haritası şeklinde toplu gösterimi.

Görsel (niteliksel) analizlerden sonra sonuçlar kantitatif (niceliksel) olarak da incelenmiştir. Bir önceki yaklaşımdaki gibi sonuçlar üç farklı bölüme ayrılmıştır; tüm segmentasyon sonuçları, otomatik segmentasyon sonuçları ve yarı otomatik segmentasyon sonuçları.

Kantitatif analizler iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada sonuçlar lojik OR operatörü ile birleştirilmiştir. OR operatörünün anlamı tüm sonuçları bir arada (üst üste) toplamaktır. Bu yaklaşım sonuçların birbirlerini ne kadar tamamladıklarını göstermektedir. OR operatöründen sonra elde edilen sonuçların False Negative (FN) ve False Positive (FP) değerleri üç farklı kategoride tüm setler için ayrı ayrı hesaplanmıştır.
False Negative (FN) değerleri karaciğer referans hacim içerisinde hiçbir bölütleme algoritmasının sonuç bulamadığı vokselleri temsil eder. Diğer yandan False Positive (FP) değerleri bölütleme algoritmalarının karaciğer dışında hatalı olarak buldukları vokselleri temsil etmektedir. Sonuçlar Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5. Üç grupta OR operatörünün kantitatif analizi; False Negative (FN), False Positive (FP) Voksel Sayısı.

	Tüm algoritmalar		Otomatik algoritmalar		Yarı oto. algoritmalar	
Set	FN Voxeler	FP Voxeler	FN Voxeler	FP Voxeler	FN Voxeler	FP Voxeler
1	2	1662601	643	629442	27	1407447
2	175	967416	941	259452	5540	893253
3	175	2579244	13658	630565	565	2469255
4	2069	3276054	14604	1205892	5865	3067914
5	662	5516280	20184	633903	2160	5333218
6	3729	4269658	27506	1159656	7408	4057793
7	2066	2208197	11998	1016063	27882	1889581
8	251	3058514	882	1515891	13419	2840737
9	434	3646886	25954	761290	1225	3500360
10	815	1810019	18931	726851	2119	1569483
11	434	2186193	7915	684263	782	1925671
12	2158	3288102	27380	1223672	3683	2933552
13	1661	2331382	43136	800343	1773	2151439
14	9	3560787	6767	875526	271	3403366
15	884	2737363	13039	934882	1400	2499171
16	13	3739378	2401	659399	325	3623870
17	453	2246968	33164	759332	919	1834653
18	152	2644044	5447	720631	5236	2579218
19	1176	3790495	32109	1025182	3000	3595310
20	210	7301275	15594	1136240	511	7152412

Nicel ve nitel analizlere göre, otomatik ve yarı otomatik metotların birbirlerinin sonuçlarını tamamladığı ve toplanırsa FN değerini azalttığı açıkça görülmektedir. Sonuçlarının toplamı karaciğerin hemen hemen tüm voksellerini kapsamaktadır. Tüm setlerde FN voksellerin oranı %0,3'ün altındadır. Öte yandan, tüm bu olumlu gelişmeye ilaveten FP voksellerin durumu tam tersi bir durum oluşturmaktadır. Tüm yöntemlerin segmentasyon sonuçları, karaciğerin içinde tamamlayıcı davranışlar sergilerken, FP vokselleri önemli ölçüde artırır. Bu nedenle, bu sonuçların toplanması ile elde edilen yeni sonuçların kullanılan hata metriklerle değerlendirilmesi sıfır puanın sonucunu verir.

Kantitatif analizlerin ikinci aşamasında, bir önceki analizde olduğu gibi sonuçların toplanması yöntemine benzer bir yaklaşım kullanılmıştır. Bu sefer sonuçlar AND operatörü ile işleme sokulmuştur. Bu yaklaşımla tüm sonuçların kesişiminin analiz edilmesi gerçekleştirilmiştir. Bu analizler algoritma sonuçlarının birbirlerinden ne kadar ayrık olduklarını ortaya koymaktadır. Sonuçlar Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. Üç grupta AND operatörünün kantitatif analizi; False Negative (FN), False Positive (FP) Voksel Sayısı

	Tüm algoritmalar		Otomatik algoritmalar		Yarı oto. algoritmalar	
Set	FN Voxeler	FP Voxeler	FN Voxeler	FP Voxeler	FN Voxeler	FP Voxeler
1	945070	5	488781	894	760987	1096
2	634303	0	271008	503	580302	21
3	732750	177	408931	1205	601994	1330
4	1693867	514	1466430	2755	790809	21285
5	1071209	447	733280	1214	742672	2804
6	1831292	274	903207	4261	1625700	2160
7	910377	313	534426	2485	751089	4065
8	1463873	16	1015110	835	1414284	222
9	954982	195	916518	381	409433	8435
10	1624076	277	1017123	810	1332932	930
11	994169	423	612560	4407	753398	2742
12	1471657	145	722448	2458	1343178	811
13	1428023	8	1089869	47	1053893	422
14	1004651	90	654437	1658	750820	3161
15	897802	196	625249	1880	682405	829
16	938185	486	314994	1237	860777	4210
17	1207797	235	800154	1811	969828	1780
18	1230673	4	517836	5064	1147755	136
19	1308655	303	957166	4208	997995	1739
20	1289932	260	670869	1939	1023226	1577

Elde edilen sonuçlara göre FP değerlerindeki azalma otomatik ve yarı otomatik metotların birbirlerinin sonuçlarından ayrık oldukları ortaya koymaktadır. Sonuçlarının ayrık olması sebebiyle kesişimleri alındığı zaman karaciğer dışındaki yanlış bölütlenen bölgeleri temsil eden FP değerleri ciddi oranda azalmıştır. Ayrıca bu ayrıklık nedeniyle karaciğer içerisinde doğru bölütlenen voksellerin sayısı da oldukça azalmıştır. Bu değerler, sonuçların birbirlerinden ayrık şekilde ancak birbirlerini tamamlamlayıcı özelliğe sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

7 Sonuç

Yapılan bu çalışmada 12 farklı karaciğer bölütleme algoritmasının aynı set üzerinde ürettiği sonuçlar niceliksel ve niteliksel analiz yöntemleri ile incelenmiştir. Yapılan incelemeler ışığında bu yöntemlerin farklı bölgeler için farklı başarımlar gösterdiği gözlemlenmiştir. Ayrıca yöntemlerin ürettikleri sonuçların birbirlerinden ayrık olması sebebiyle bu sonuçların birleştirilmesi (füzyon) ile kurulabilecek bir sistem sayesinde çok daha başarılı bir bölütleme performansının elde edilebilme potansiyeli tespit edilmiştir.

Kaynakça

1. Health, P., Library, N. ve Institutes, N. (2012). How does the liver work?, 2014–2015. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmedhealth/PMH0072577/ adresinden erişildi.
2. Gotra, A., Sivakumaran, L., Chartrand, G., Vu, K.-N., Vandenbroucke-Menu, F., Kauffmann, C., … Tang, A. (2017). Liver segmentation: indications, techniques and future directions. Insights into Imaging, 8(4), 377–392. doi:10.1007/s13244-017-0558-1
3. Oliva, M. R. ve Saini, S. (2004). Liver cancer imaging: role of CT, MRI, US and PET. Cancer imaging : the official publication of the International Cancer Imaging Society, 4 Spec No A(Spec No A), S42-6. doi:10.1102/1470-7330.2004.0011
4. Campadelli, P., Casiraghi, E. ve Esposito, A. (2009). Liver segmentation from computed tomography scans: A survey and a new algorithm. Artificial Intelligence in Medicine, 45(2–3), 185–196. doi:10.1016/J.ARTMED.2008.07.020
5. Luo, S., Li, X. ve Li, J. (2014). Review on the Methods of Automatic Liver Segmentation from Abdominal Images. Journal of Computer and Communications, 2, 1–7. doi:10.4236/jcc.2014.22001
6. Tobias Heimann, B. van Ginneken, and M.A. Styner. Comparison and Evaluation of Methods for Liver Segmentation From CT Datasets. IEEE Transactions on Medical Imaging, 28(8):1251–1265, aug 2009.
7. Abdel Aziz Taha and Allan Hanbury. Metrics for evaluating 3D medical image segmentation:analysis, selection, and tool. BMC medical imaging, 15:29, aug 2015.
8. Konstantinos Kamnitsas, Christian Ledig, Virginia F J Newcombe, Joanna P Simpson, Andrew D Kane, David K Menon, Daniel Rueckert, and Ben Glocker. Efficient multi-scale 3D CNN with fully connected CRF for accurate brain lesion segmentation. Medical image analysis, 36:61–78, feb 2017.

Usability Evaluation Of Web-Based Triage Training For Emergency Service Staff

Göksu Bozdereli Berikol[1], Neşe Zayim[2]

[1] Istanbul Bakırköy Dr Sadi Konuk Training and Research Hospital, Istanbul, Turkey
[2] Akdeniz University, Antalya, Turkey
gokxsu@hotmail.com

Abstract. The application of triage is a procedure that assumes an essential role in abating overcrowding of emergency rooms and prioritizes patients according to their condition's degree of urgency. Crowding of hospitals and emergency rooms, patient capacities and distribution of employees vary from one hospital to another. The very existence of this variety creates the necessity for the healthcare personnel working in triage department of emergency rooms to undergo a cooperative training. The objective of this study was to assess usability of web-based triage training for Emergency healthcare staff" designed for the purpose of providing a standard triage training to medical personnel working in emergency rooms regarding triage applications.

A multi-method approach was used in usability evaluation. Think-aloud protocol was carried out by subjects conducting triage applications in emergency rooms. The pool of subjects involved in our study whose range of age varied between 18 to 42 was composed of 4 females, 1 male personnel. Subjects were selected in consideration of different educational attainments. After think-aloud protocol, subjects were interviewed and and surveyed. Data were analyzed by using qualitative and quantitative methods.General usability score obtained through usability survey was 78.5. According to this score website was deemed usable by users. In terms of protocol analysis and interview methods users appreciated colorful, visually simple and ease of use features while providing negative feedback regarding features of navigation It was envisioned for users to shape the further designs of the website through the suggestions obtained as a result of the usability assessment..

Keywords: Triage, Usability, Web Based Training.

1 Introduction

Emergency rooms are the departments where overcrowding of patients is observed at the highest. Due to accessibility, social status and quick examination reasons, overcrowding of emergency rooms increases with each passing day.

Triage can be defined as the classification of patients based on prioritization. Application of triage which carried out both in emergency rooms and in the field, is conducted by medical personnel trained in emergency services. In emergency room triage applications, certain complaints presented by patients are associated with examination findings which are later utilized in differentiating patients who require more urgent examination and treatment.

In emergency rooms triage applications are conducted by trained medical personnel such as nurses, emergency medical technicians, paramedics and doctors. While educational attainment differs individually, triage applications also show certain differences depending on emergency rooms and hospitals. Among triage systems there are

five-level triage systems such as ESI (Emergency Severity Index) [1], Australasian Triage Scale [2], Canadian Triage and Emergency Scale [3], Manchester Triage Scale [4] and other two-level, three-level and four-level triage systems [5, 6]. Many hospitals in Turkey use three-level triage system of the Ministry of Health in emergency rooms while many universities utilize five-level triage systems.

Even though algorithms used in triage systems are standard protocols for practitioners of triage, varieties among patients, working hours, triage practitioners and hospitals may constitute problems in the process of application. Therefore, circumstances such as these necessitate the existence of a standard triage training towards triage practitioners.

As learning is a continuous process in healthcare, it is found that web based training can make this process significantly easy and effective [7]. The most advantages of this application is 24 hour accessibility, self applicable and adaptation to working shifts especially in staff working in emergency services. Not only effectiveness but also the satisfaction is found increased in e-learning users [7].

Usability is defined by Nielsen as measure of quality of the user experience with the characteristics of ease of learning, efficiency of use, ease of remembering, error frequency and subjective satisfaction[8]. Usability studies can expose the perspective of the user and guides the experts about demands while pre-processing, processing and post-processing circle[9].

In this study we designed a web-based triage training towards emergency healthcare staff and aim to assess usability using multi-method approach. In the usability assessment, answers the following questions were sought:

- What are the usability problems of the developed tool detected by the users?
- What is the general usability level of the developed tool?.

Web-Based Triage Training for Emergency Healthcare Staff

Triage training tool for emergency healthcare staff was developed towards the personnel employed in emergency rooms. By using this tool (Fig.1);

- Users will be able to access and train with presentations and videos related to the content regarding triage and triage types used in emergency rooms.

- Users will be able to carry out evaluations through the given tasks and evaluation sections provided at the end of discussed subjects.

- •Users will be able to lead discussions about subjects with other users in Forum section and address questions to administrators by using Ask a Question section.

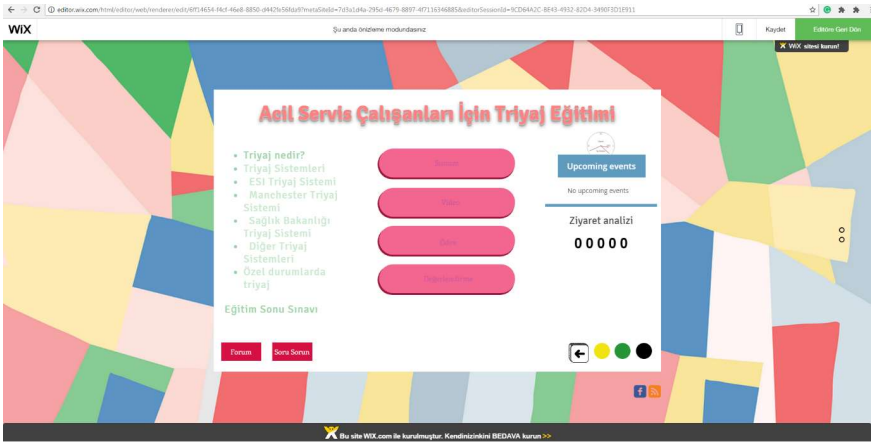


Fig.1. Screenshot of web-based triage training for Emergency healthcare staff

2. Method

In usability evaluation, multi-method approach in which think-aloud protocol, semi-structered interviews and a questionnaire was administered. Buchanan defines the think aloud protokol as " a qualitative research technique which determines how users interact with web sites, feel about a particular site and how and when usability problems ocurs"[8]. For the assessment of usability "Protocol Analysis" method was implemented. Prior to the application subjects were given "Usability Test Introduction Document" and informed regarding the goal of the application and its content. By utilizing the "Task List" subjects were given 5 different tasks and asked to carry out these tasks on the application by stating their thoughts aloud(Table.1). While subjects were carrying out given tasks, verbalized thoughts and conduct of usage of the subjects were noted.

Go to the "Register" module in the Web-based Triage Training Tool For Emergency Service employees, and register and then open the presentation in the "Triage" section of the "Introduction to Training" module
After reading "What is triage" presentation, go to "Video" section and open the video.
Go back to the main page and write a few words about the topic in the forum
Go back to the main page and write a few words about the topic in the forum
Find questions in the test section about the chapter you read and learn your score

Table. 1. Task List

Interviews

Pursuant to completion of given tasks face-to-face semi-structured interviews were carried out with subjects in order to receive opinions regarding the tool and how likely subjects would recommend using this tool.

Sistem Usability Questionnaire

In order to obtain the usability score of the aforesaid tool a specially developed survey SUS (System Usability Scale) was utilized [10-12].

Sample

Sample group of the study was composed of 4 females, 1 male emergency healthcare staff whose range of age was between 18-42 and who formed the intended group of the designed tool.

Analysis

Answers provided by subjects during the face-to-face interviews conducted pursuant to the test was analyzed with qualitative research techniques. Data obtained through Protocol Analysis was grouped and examined in accordance with Nielsen's 10 usability factors[13].

3. Findings

Demographic Characteristics of the Subjects

Range of age of the participated subjects were between 18-42 and their age average was calculated as 24,5±9,09. Among all the subjects there were 2 interns, 1 research assistant, 1 emergency medical technician and 1 assistant professor. 3 subjects were undergraduates, 1 was high-school graduate and 1 was post graduate. While 4 of the subjects stated that they have above average computer knowledge levels, 1 stated below average. Average duration that subjects spend on the internet in 1 week was calculated as 26,82±15,96 hours.

Completion of Task List

During the protocol analysis all the subjects successfully completed the 5 tasks they were given. In all the given tasks, all of the subjects carried out the register task successfully. Due to differences arising out of ISPs sample video in the videos section could not have been watched by some subjects.

Subjects were later asked to carry out the tasks of writing to the forum and asking a question. All the subjects successfully carried out these given tasks without requiring any assistance. Subjects further made the recommendations of;

- Go back button located on the Forum page takes users back to main page which requires logging in to the training again causing waste of time.

- Forum icon situated on the main page could be moved up.

- Pressing publish icon instead of a save button following the typing of subject and opinion may cause confusion.

Subject knowledge evaluation questions were answered in the Test section. However, due to mistakes made by the subjects in time management during the testing, it was observed that the tool provides incorrect scores. More feedback given by the subjects indicated that;

- Even though the duration of the test was stated as 30 minutes, less time was provided and not providing any information regarding the number of questions and method of testing caused problems in time management.

- Test questions pass too rapidly compared to the given time and correct answers should be provided at the end of the test(Table.2).

Usability Criteria	**Problem (Frequency Percentage)**	**Suggestion**
Is the website plain and simple?	Go back buttons are below the page (%100) Presentations should be more visualized (%100)	Page could be driven up and go back buttons could be moved upwards.

Are users informed well enough?	Yes, there is lack of information in the Test section (%40)	More information should be provided regarding the duration and the type of the test.
Does the website utilize user-friendly language?	Yes (%80). There is indistinctness whether the security question should be written by using spaces or not.	Unnecessary security questions should be removed.
Is the website consistent?	Certain difficulties in returning to previous operation and in logging out are present (%80).	Go back buttons should be activated.
Does the website force its users to remember?	Using same colors to indicate the same sections provides convenience (%100).	
Do users experience any difficulties in finding what they are looking for? Is going back or logging out troublesome?	There are difficulties in going back (%100).	Go back buttons should be fixed.
Are there any user specific customizations?	Yes, there are customizations, but they are not activated (%100).	Member statistics after database and membership activation should be added.
Is the design aesthetical and minimalistic?	Yes (%100). Presentation could have had more visuals (%100).	Visuals should be added to presentation.
Does the website assist users in identifying and preventing errors?	Tool requires re-login to training and to the website following the usage of go back buttons (%80).	Go back operations should be stored by creating a database.
Does the website provide assistance and documentation?	Yes, it does (%100). However, directing to help page causes waste of time (%60).	Assistance buttons should be in icon shape in cases where assistance is needed the most.

Table 2. Usability Problems and Suggestions

Analysis results obtained through the face-to-face user interviews showed that;

- Appreciated features of the website;

- Login is colorful, colors used in the background are soft and appropriate,
- Directions are clear, visuals are simple, easy to use.

• Disfavored features of the website;

- Viewing presentations require downloading and they open separately,
- Icons are located below the page (Hard to see),
- Going back presents difficulties,
- Security codes in registration and login screens.

• Features requested to be added to the website;

- Triage evaluations based on patient samples
- Instead of evaluation tests giving quizzes with score feedback
- About section could be extended
- Patient rights and communication techniques in triage

Sistem Usability Survey(SUS)

Distribution of answers to the survey are given in Table 3. Mean usability score of the tool is calculated as 78,5±9,93 . SUS scores corresponding to participants' responses are presented in Figure 2. Since the acceptable score in accordance with the used scale is 68 and above, it can be inferred that Triage Training Website for Emergency healthcare staff was deemed "usable" by users[12].

Score	Strongly Dis-agree 1	2	3	4	Strongly Agree 5
I think that I would like to use this web site frequently	0	0	0	4	1
I found the web site unnecessarily complex	2	1	0	1	1
I thought the system was easy to use	0	0	1	3	1
I think that I would need the support of a technical person to be able to use this web site	4	1	0	0	0
I found the various functions in this system were well integra-ted	0	0	2	3	0
I thought there was too much inconsistency in this web site	3	2	0	0	0
I would imagine that most people would learn to use this web site very quickly	0	0	0	4	1
I found the web site very cumbersome to use	4	1	0	0	0
I felt very confident using the web site	0	0	0	4	1
I needed to learn a lot of things before I could get going with this web site	2	1	2	0	0

Table.3. Distribution of answers provided to questions in the survey

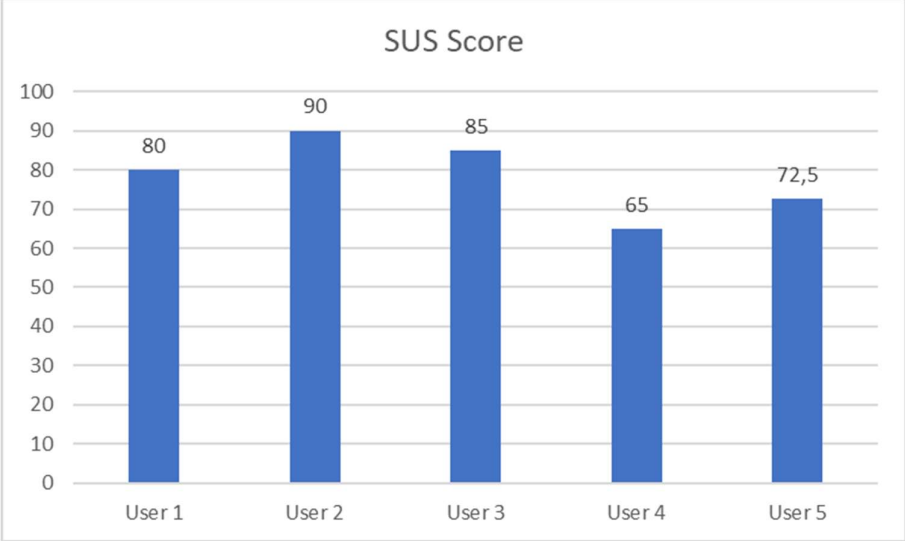


Fig. 2. SUS scores for each user

4. Discussion

With the increasing number of applications made to emergency rooms, triage applications become a crucial element in emergency rooms. Training of personnel that will carry out triage applications of patients assumes a vital role in the standardization of these applications utilized in emergency rooms.

The website of "Triage Training for Emergency healthcare staff" is a web based training model designed towards the medical personnel involving in triage applications in emergency rooms. In our study usability assessment of this website was carried out by the medical personnel.

There are a number of systems developed for Internet based triage. In the study carried out by Baez et al. an Internet based training website that provided standardized training for disaster triage was built and a significant increase in success rates were observed [14]. In our study, even though the success rate was not calculated, face-to-face interviews and conducted surveys demonstrated that an Internet based triage training may prove itself useful.

In a study conducted by Gerdtz et al. a training program with emergency triage training kit was provided to triage practitioners and they implemented their own application training based on assessment and scenario [15]. In our study, participated users suggested that providing scenario based examples may increase usability.

In the study carried out by Atack et al. it was reported that a 6 week long online training had been an efficient, beneficial and safe way for the large mass of triage practitioners [16]. In our study the main reason behind designing a web based training towards triage practitioners was to appeal to large masses and to allow everyone to benefit from the designed training based on the differences of working hours.

In a study conducted by Considine et al. it was reported that undergoing a triage training may be more efficient than a triage application experience [17]. By designating the intended group of our website to emergency healthcare staff we attempted to render sharing of information open for all masses independently of experience.

In our study the usability of "Triage Training for Emergency healthcare staff" website was evaluated. In the literature there are no usability studies similar to this particular one. It was reported in the literature that carrying out effectiveness measuring pursuant to a triage training increased the rate of success and correct answers were provided in presentation of scenarios. However, no study regarding the contributions made by participating users in shaping of the website was found. In our study usability of the built website was assessed with the contributions of intended group and usability score was calculated as 78,5. For this usable and improvable training portal it was observed that participated users provided positive feedback in terms of visuality with priority, whereas, they gave negative feedback for return operations. Participated users further suggested that improving of the website with scenario examples in accordance with the literature.

5. Conclusion

Web based training portal "Triage Training for Emergency healthcare staff" was deemed usable by users. It is in consideration that through this particular study large masses that carry out triage applications in emergency rooms can be reached and with this training portal which has the potential of improvement through the contributions to be made by users further studies can be carried.

References

1. Tanabe, P., Gimbel, R., Yarnold, P. R., Kyriacou, D. N., & Adams, J. G. (2004). Reliability and validity of scores on The Emergency Severity Index version 3. Academic emergency medicine, 11(1), 59-65.

2. Considine, J., LeVasseur, S. A., & Villanueva, E. (2004). The Australasian Triage Scale: examining emergency department nurses' performance using computer and paper scenarios. Annals of emergency medicine, 44(5), 516-523.

3. J Murray, M. (2003). The Canadian Triage and Acuity Scale: A Canadian perspective on emergency department triage. Emergency Medicine Australasia, 15(1), 6-10.

4. Olofsson, P., Gellerstedt, M., & Carlström, E. D. (2009). Manchester Triage in Sweden–Interrater reliability and accuracy. International Emergency Nursing, 17(3), 143-148.

5. Travers, D. A., Waller, A. E., Bowling, J. M., Flowers, D., & Tintinalli, J. (2002). Five-level triage system more effective than three-level in tertiary emergency department. Journal of Emergency Nursing, 28(5), 395-400

6. Parenti, N., Ferrara, L., Reggiani, M. L. B., Sangiorgi, D., & Lenzi, T. (2009). Reliability and validity of two four-level emergency triage systems. European Journal of Emergency Medicine, 16(3), 115-120.

7. Atreja, A., Mehta, N. B., Jain, A. K., Harris, C. M., Ishwaran, H., Avital, M., & Fishleder, A. J. (2008). Satisfaction with web-based training in an integrated healthcare delivery network: do age, education, computer skills and attitudes matter?. BMC medical education, 8(1), 48.)

8. Benbunan-Fich, R. (2001). Using protocol analysis to evaluate the usability of a commercial web site. Information & management, 39(2), 151-163.

9. Storey, M. A., Phillips, B., Maczewski, M., & Wang, M. (2002). Evaluating the usability of Web-based learning tools. Educational Technology & Society, 5(3), 91-100.

10. Brooke, J. (1996). SUS-A quick and dirty usability scale. Usability evaluation in industry, 189(194), 4-7.

11. Bangor, A., Kortum, P., & Miller, J. (2009). Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale. Journal of usability studies, 4(3), 114-123.

12. Bangor, A., Kortum, P. T., & Miller, J. T. (2008). An empirical evaluation of the system usability scale. Intl. Journal of Human–Computer Interaction, 24(6), 574-594.

13. Nielsen, J. (1999). Designing web usability: The practice of simplicity. New Riders Publishing.

14. Báez, A. A., Sztajnkrycer, M. D., Smester, P., Giraldez, E., & Vargas, L. E. (2005). Effectiveness of a simple Internet-based disaster triage educational tool directed toward Latin-American EMS providers. Prehospital Emergency Care, 9(2), 227-230.

15. Gerdtz, M. F., Collins, M., Chu, M., Grant, A., Tchernomoroff, R., Pollard, C., ... & Wassertheil, J. (2008). Optimizing triage consistency in Australian emergency departments: the Emergency Triage Education Kit. Emergency Medicine Australasia, 20(3), 250-259.

16. Atack, L., Rankin, J. A., & Then, K. L. (2005). Effectiveness of a 6-week online course in the Canadian Triage and Acuity Scale for emergency nurses. Journal of Emergency Nursing, 31(5), 436-441.

17. Considine, J., Botti, M., & Thomas, S. (2007). Do Knowledge and Experience Have Specific Roles in Triage Decision-making?. Academic emergency medicine, 14(8), 722-726.

Web Tabanlı Hemşirelik Tanıları Mobil Öğrenme Sistemi: Öğrenci Görüşleri

Deniz Özel[1] ve Neşe Zayim[2]

[1] Akdeniz Üniversitesi, İstatistik Danışma Birimi, Antalya, Türkiye
[2] Akdeniz Üniversitesi, Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim AD, Antalya, Türkiye
idb@akdeniz.edu.tr

Özet. Hemşirelik tanıları, hastaya yapılacak girişimlerin seçiminde yol gösterdiği için hemşirelik sürecinde kritik bir rol oynamaktadır. Yapılan çalışmalarda hemşirelik öğrencilerinin tanı koymada zorluk yaşadıkları görülmüş, bu sorunun çözümünde mobil öğrenme eğitimsel bir girişim olarak seçilmiştir. Çalışmanın amacı, mobil ortamda erişilebilecek web tabanlı eğitimini kullanıcı geri bildirimi alarak farklı boyutlarıyla değerlendirmektir. Karma desenli bu çalışmada, "nandacepte.org" web tabanlı mobil öğrenme sisteminin değerlendirilmesinde son basamak olan nitel araştırma sonuçları sunulmuştur. Yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılarak yapılan iki odak grup görüşmesi ile öğrencilerin mobil kullanım davranışları ve bununla beraber sistemle, kullandıkları cihazlarla, arayüzle ve içerikle ilgili görüş ve önerileri derinlemesine incelenmiştir. Öğrencilerin içerisinde 30 adet hemşirelik tanısına ait sunumların, kavram haritalarının, bilgi testlerinin, senaryoların ve videoların yer aldığı sistemi üç ay boyunca kullanmaları sağlanmıştır. Sistem en sık akıllı telefon ile kullanılmıştır. Akıllı telefonun kolay taşınabilir fakat küçük ekranlı olması, tabletin ise yazılarının büyüklüğü ve taşıma zorluğu belirtilen avantaj ve dezavantajlardır. Eğitime zamandan ve mekândan bağımsız erişim sağlanması, özellikle sunulan kavram haritalarının alandaki önemli kaynak açığını kapatması, telefonun eğitim amaçlı da kullanılabileceği konusunda farkındalık yaratması açısından mobil öğrenme sistemi faydalı bulunmuştur. Sistemle ilgili en önemli öneriler; sistemin hemşirelik mesleğiyle ilgili haberler ve bilgiler içeren mobil uygulama haline getirilmesi ve forum gibi kullanıcılar arası etkileşimi sağlayan unsurların artırılması yönündedir. Mobil öğrenme, hemşirelik tanıları eğitimine katkı sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Mobil öğrenme, Hemşirelik tanıları eğitimi, Odak grup görüşmesi

Evaluation of Web Based Nursing Diagnoses Mobile Learning Systems with Focus Group Interviews

Abstract. Nursing diagnoses play a critical role in the nursing process as it guides the patient in choosing the interventions. In the studies conducted, it was seen that nursing students had difficulty in making a diagnosis and mobile learning was chosen as an educational initiative in the solution of this issue. The aim of the study is to evaluate the mobile learning education with different dimensions

by getting user feedback. In this study with mixed design, “nandacepte.org” qualitative research results are presented as the last step in the evaluation of web based mobile learning system. With two focus group interviews using semi-structured interview technique, students' mobile use behaviors and their opinions and suggestions about the system, the devices they use, the interface and the content are examined in depth. The advantages and disadvantages of the devices; smart phone are easy to carry but small screen size, the size of the tablet and the difficulty of carrying. The mobile learning system was found to be beneficial in terms of providing access to education anytime-anywhere, especially the fact that the concept maps presented in the field closed the important resource gap and created awareness about the fact that the phone could be used for educational purposes. The most important suggestions about the system; It is aimed to make the system a mobile application that includes news and information about the nursing profession and to increase the elements that enable inter-user interaction such as forum. Mobile learning contributed to nursing diagnoses education.

Keywords: Mobile learning, Nursing diagnosis education, Focus group interview

1 Giriş

Genel anlamda mobil öğrenme (MÖ), sabit veya önceden belirlenmiş bir mekâna bağlı kalmaksızın, mobil cihazların sağlamış olduğu imkânlardan yararlanılması sonucu gerçekleşen bir öğrenme biçimidir. İlk başlarda MÖ, uzaktan eğitim ve e-öğrenmenin bir formu olarak görülse de [1] zaman içinde mobil öğrenmenin sadece e-öğrenmenin mobil cihazlarla sunulmasından ibaret olmadığı anlaşılmıştır. Mobil öğrenme teknoloji ile ilgili değil öğrenenle ilgilidir. Öğrenen mobildir ve öğrenmenin merkezindedir. Gittikçe artan mobil topluma uyumlandırılan öğrenme formudur [2,3].

Wu ve ark (2012) tarafından mobil öğrenme araştırmalarında amaçları inceleyen bir meta analiz çalışmasında, mobil öğrenmenin sağlık bilimleri alanında yaygın kullanımı olduğu fakat farklı disiplinlerin işbirliği içinde bulunduğu çalışmaların yetersiz olduğu sonucuna varılmıştır [4].

Hemşirelik tanısı koyma fiziksel, davranışsal ve sosyal bilimlerden teorik bilgi ve belli bir deneyimle sonuçlara varmak için hemşirelerin karar verme becerilerini, bilgilerini kullanmalarını gerektirmektedir. Bu nedenle oldukça karmaşık bir kavramdır [5]. Bu karmaşıklığın yarattığı etkiyle beraber mevcut müfredatın zaman ve içerik açısından uygunsuzluğu, etkin olmayan eğitim stratejileri, bilgilerin yığın halinde, yapılandırılmamış şekilde sunulması gibi nedenler hemşirelik öğrencilerinin konuyu öğrenmesini güçleştirmektedir. Eğitim teknolojilerindeki gelişmelere rağmen mevcut müfredatta eğitim materyali olarak yalnızca referans kitaplar kullanılmakta, öğrencilerin dersi anlamasını kolaylaştıracak şekilde çeşitlendirilmiş eğitim materyalleri bulunmamaktadır. Bu nedenle hemşirelik fakülteleri çok geçmeden kaliteli eğitim sağlamada yenilikçi yollar bulması gerektiği önerilmektedir [6]. Bu yollardan biri olarak düşünülen mobil

öğrenme, hemşirelik tanıları ile ilgili bilgilerin özetlenerek karmaşıklığın azaltılması için uygulanacak eğitimsel bir girişim olarak seçilebilir.

Mobil öğrenme değerlendirme çalışmaları genellikle akademik başarı, kullanıcı memnuniyeti ve benimseme konularına odaklanmıştır. Holdener (2008)'in çalışmasında büyük ekran kullanan öğrencilerin eğitimi daha hızlı tamamladıkları, küçük ekran kullanan öğrencilerin ise konuyu öğrenme seviyelerinin daha iyi olduğu belirlenmiştir [7]. Mobil cihazların eğitimde motivasyona etkisini ölçen bir araştırmaya göre [8], mobil öğrenmenin problem çözmede karşılaşılan sorunlarla daha fazla uğraşma, birlikte çalışma, rekabet etme, kişiselleştirme, algılama ve merak uyandırma konularında motivasyonu yükselttiği sonucuna varılmıştır. Türkiye'de yapılan çalışmaların genellikle akademik başarı ve sistemle ilgili tutum incelenmiş ve olumlu etkiler görülmüştür [9-15]. Hemşirelik eğitiminde mobil teknolojilerin yaygınlığı ile ilgili açıklayıcı bir literatür olmasa da birçok önemli üniversitenin hemşirelik bölümlerinde bu teknolojilerin kullandığı bilinmektedir [16]. Hemşirelik öğrencilerinin çevrimiçi dersleri kullanma niyetini belirleyen faktörlerin incelendiği bir çalışmada algılanan kullanım kolaylığı ve kullanışlılık özellikleri başta olmak üzere, algılanan finansal maliyet, uygunluk ve bilgisayar kaygısı durumlarının açıklayıcılığı anlamlı bulunmuştur [17]. Mobil cihazları bir eğitimde veya araştırmada kullanma, yüksek bilgisayar okur-yazarlık düzeyi ve yenilikçi/erken benimseyici olma (katılımcının kendisi tarafından belirlenen) faktörleri, hemşirelik öğrencilerinin mobil cihaza sahip olma ve kullanma durumlarını belirlemektedir [18]. Benimseme çalışmalarından elde edilen sonuçlara dayanarak, donanımın veya yazılımın kullanıcı isteklerini karşılaması için öncelikli olarak yeni teknolojilerin benimsenmesiyle ilgili ön araştırma yapılmalıdır. Geliştirilecek sistemler için kullanıcı görüşleri alınarak donanım seçimi, ağ bağlantısına uygun erişim, yazılımın içeriği ve kullanım kolaylığı konularına odaklanılmalıdır.

Bu çalışmanın amacı, hemşirelik tanılarının öğrenciler tarafından anlaşılmasını kolaylaştırmak ve profesyonel meslek hayatlarında klinik iş akışına entegre etmelerine yardımcı olmayı hedefleyen mobil öğrenme ortamını değerlendirmektir. Kesitsel olarak planlanan araştırmada değerlendirme yöntemi olarak nitel ve nicel yöntemlerin kullanıldığı karma model uygulanmıştır. Bu çalışmada nitel veri analizine yer verilmiştir. Bu kapsamda aşağıdaki araştırma sorularına yanıt alınacaktır: Sisteme kaydolan ve çeşitli cihazlarla hemşirelik tanıları mobil öğrenme sistemini (nandacepte.org) kullanan öğrencilerin, aşağıdaki araştırma sorularına yanıtları değerlendirilecektir:

a) Sisteme erişimde kullanılan cihazlar yönünden kullanıcı görüşleri nelerdir?
b) Sistemin içeriğiyle ilgili görüşleri nelerdir?
c) Arayüzle ilgili görüşleri nelerdir?
d) Geleneksel eğitime göre mobil öğrenme sisteminin avantaj ve dezavantajları nelerdir?

2 Metot

Bu bölümde öğrencilerin nandacepte.org mobil öğrenme ortamına ilişkin kullanım örüntüleri, sistemle ilgili yaşanan problemler, mobil öğrenmenin avantaj ve dezavantajları ve kullanılan cihazlara ilişkin derinlemesine görüşlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla iki odak grup görüşmesi gerçekleştirilmiştir.. Birinci odak grup görüşmesi altı hemşirelik öğrencisi ile yapılmıştır. Bu görüşmede yer alan tüm öğrenciler 2. Sınıf olup beş öğrenci tablet, akıllı telefon ve bilgisayar kullanmış, bir öğrenci tablet hariç diğer cihazları kullanmıştır. Üç erkek, üç kadın öğrenci ile görüşülmüştür. Görüşme toplam 65 dakika sürmüştür. İkinci odak grup görüşmesi yedi hemşirelik öğrencisi ile yapılmıştır. Üç öğrenci 2. sınıf olup bu öğrenciler tabletle beraber diğer cihazları da kullanmıştır. Diğer dört öğrenci tablet kullanmamıştır. Üç erkek dört kadın öğrenci ile görüşülmüştür. Görüşme toplam 70 dakika sürmüştür. Görüşmeler bir moderatör ve bir yardımcı yürütücülüğünde, Hemşirelik Fakültesi kütüphanesinde yapılmıştır.

Çalışmada yarı yapılandırılmış görüşme tekniği uygulanmış, sorulacak sorular daha önceden belirlenmiştir ancak görüşme sırasında katılımcının verdiği cevaplara göre çeşitli sondalar veya ek sorular görüşme sorularına dâhil edilmiştir. Görüşme sırasında katılımcıların onayı alınarak ses kaydı yapılmış ayrıca görüşmeci önemli gördüğü bazı noktaları not almıştır. Görüşmeler yazıya dökülmüş, tümevarımsal ve tematik olarak analiz edilmiştir.

3 Bulgular

Odak grup görüşmesi sonuçlarına göre ortaya çıkan temalar (1) Öğrenen yönü, (2) Cihaz Yönü, (3) Sistem Yönü ve (4) Mobil Öğrenme Yönü olarak dört kategoride incelenmiştir. Temalarla ilgili bulgular ve her temaya uygun öğrenci ifadeleri nitel analizde sunulmuştur.

3.1 Öğrenen Yönü

Mobil Öğrenme Sisteminin Mevcut Kullanımı (Zaman, Mekân, Cihaz)
Öğrenciler nandacepte.org'u sıklıkla akşam evde ve staj esnasında kullandıklarını belirtmiştir. Derste mobil cihaz kullanımının çok nadir olduğunu belirten öğrenciler bunun nedenini dersi kaçırmaya neden olması ve hocanın müdahale etmesi olarak göstermiştir. Öğrencilerden bazıları kaldıkları yerde masaüstü bilgisayar kullanımını daha rahat bulurken, bazıları ise mobil öğrenmede yalnızca taşınabilir cihazları kullandıklarını belirtmiştir. Katılımcılardan biri cihaz kullanım örüntüsünü ve bağlantı koşullarını şu şekilde ifade etmiştir:

"Masaüstünü istediğim şekilde kullanabiliyorum, rahat oluyor. İstediğim şekilde girebiliyorum. Ama hastane ortamındayken telefonu kullanabildiğimiz kadar kullanabiliyoruz. Elimizde tabletimiz olduğu zaman tablet telefondan çok daha iyi, kullanışlı, hem ekranı açısından büyük, hem de yazıları daha rahat okuyabiliyoruz."

"Üniversitede sorun olmuyor fakat dışardaki hastanelerde wireless olmadığı için sorun oluyor. İnternet paketimizde sorun yok."

Mevcut Eğitim ve Öğrenme Şekli

Genel olarak öğrenciler bakım planı oluşturmanın çok zaman alıcı olduğunu, stajlarda bakım planını bir kişinin kitabına bakarak yazdıklarını belirtmişlerdir. Dersler eğlenceli olsa bile uzun sürdüğü için ilgilerini kaybettiklerini, müfredata bağlı kalma zorunluğundan dolayı derste soru sormanın zaman kaybı yaratacağı korkusu olduğunu söylemişlerdir. Ayrıca dersin önemli kısımlarının ileri saatlerde anlatıldığında akılda kalıcılığını kaybettiğini, hocaların bilgi ve belge paylaşmada dirençli olduğunu, akustik ve görüş alanı konusunda bazı sınıfların öğrenmeye müsait olmadığını belirtmişlerdir. Konuyla ilgili bir öğrenci sorunu aşağıdaki gibi ifade etmiştir:

"Hocalar bakım planını anlattığı belgeleri hiçbir şekilde fotokopiye vermiyorlar. Konular çok hızlı geçiyor. Bizim de anında not tutma imkânımız yok. O yüzden ben uyudum açıkçası dersle beni bağlayamadı. Çünkü derse odaklanamıyorum, sadece okunuyor ve hastayı görmeden de kafamda tam oturmuyor. O yönden site daha iyi."

3.2 Cihaz Yönü

Cihaz Avantaj

Öğrenciler akıllı telefona ulaşmalarının kolay olduğunu, mevcut çalışma alışkanlıklarına uygun olduğunu belirtmiştir. Tablette ekranın büyük olması ve yazılarının büyük olması okunaklığı artırmaktadır.

"Telefon daha elimizin altında. Evdeyken Word tarzı bir kullanım olmayacaksa telefonu tercih ediyorum. Araştırma yapılacaksa daha pratik oluyor tablet daha güzel. Yazılar daha büyük. Ama yanında taşıma konusunda biraz sıkıntı oluyor."

Bazı öğrenciler bilgisayarı kullanmanın daha rahat ve özellikle yeni sekme açmanın kolay ve hızlı olması nedeniyle araştırma yapmaya daha çok teşvik ettiğini belirtmiştir:

"Bilgisayar artıları açısından biraz daha fazla. Orada anlayamadığımız bir noktayı tekrardan sekme açıp detaylı incelememiz tabletten biraz daha hızlı oluyor."

Cihaz Dezavantaj

Telefonda ekran boyutunun küçük olması nedeniyle yazıların küçüldüğü ve bu durumun okuma zorluğu yarattığını belirten öğrenciler ayrıca içeriğin ekrana tam olarak sığmadığını ve ekranın küçük olması nedeniyle sisteme girmenin sıkıntılı olduğunu belirtmişlerdir.

"Cep telefonunun ekranı tam olarak kullanılmıyor. Onu fark ettim açık bir şekilde. Mesela tabletin ekranı tam oturuyor ama cep telefonunda ekranın yarısı gözüküyor."

3.3 Sistem Yönü

Sistem yönü; arayüz ve içerik olarak iki ayrı kategoride incelenmiştir. Her iki kategoriyle ilgili algılanan avantaj, dezavantaj ve öğrencilerin sunduğu önerilere yer verilmiştir.

Arayüz Avantaj
Öğrencilerin büyük çoğunluğu sitenin görselliğinin kendilerine hitap ettiğini, konuya uygun olduğunu, renklerin, ifadelerin ve logonun dikkat çekici olduğunu belirtmiştir. Ayrıca sitenin genel olarak kullanımının rahatlığından, şifre hatırlatma işleminin hızlılığı ve kolaylığından ve reklam olmamasından dolayı memnuniyetlerini belirtmişlerdir. Tüm bu özelliklerin siteyi diğer öğrenme araçlarına göre daha cazip kıldığını belirtmişleridir. Örnek ifadeleri şu şekildedir:

"Kitapta görsellik açısından hiçbir şey yok. Siteden baktığımızda görsel efekt biraz daha fazla. İlerleteyim devamında ne var diye merak uyandıran unsur fazla olduğu için daha güzel oluyor."

Arayüz Dezavantaj
Katılımcılardan bazıları tanılara ana sayfadan erişimde ve şifre belirlemede zorluk yaşadıklarını, derslere kayıt olmanın zaman alıcı olduğunu, kavram haritalarında renklerden dolayı okunaklılığın az olduğunu belirtmişlerdir. Bazı öğrenciler de sitede soru sorma imkânlarının olmadığını, kayıt olunan dersler için mail gelmesinin ilginç bulduğunu, sitenin ana rengi olan yeşili canlı bulmadığını dezavantaj olarak sunmuştur. Örnek ifadeler aşağıdaki gibidir:

"İlk giriş sayfada üst kısımda tanı listesinin olduğu sekme olsa kullanışlı olabilir. Sayfanın aşağısına indiğiniz zaman geliyor liste. Açıklamalar altta. Tanıların isimleri aşağıda değil yukarıda olsa daha mantıklı olur."

Arayüz İle İlgili Öneriler
Katılımcıların önemli bir çoğunluğu sitenin uygulama şeklinde indirilebilir olmasını ve siteye internet olmadan da erişebilmeyi tercih ettiklerini belirtmiştir. Ayrıca ana sayfadan siteye erişim olanağı için açılır menü olması, birbirleri arasında belge paylaşımı yapabilecekleri forum alanı olması, üyelik kaydının telefon üzerinden olması, içeriğin derse entegre olması gibi öneriler sunmuşlardır.

"Uygulama olarak indirilmesi güzel olabilir. Site olarak değil. Kullanıcı adı şifresi girmeden hızlıca giriş olanağı için, ayrıca yeni belgeler eklendiğinde uyarı gelebilir."

"Mesela öğrencilerden bakım planları toplanıp onlardan en iyi olanı seçilip paylaşılabilir. Forum şeklinde olup, herkes paylaşsa ve biz oradan baksak güzel olur. Birebir yapamasak da içinden hastamıza uygun olanları seçip yapabiliriz."

İçerik Avantaj

. Öğrenciler genel olarak içeriği ve sunum şeklini hemşirelik alanına, eğitim ve uygulamalara uygun bulmuştur. Site içeriğinin ayrıntılı olmaması ve sentez bilgilerin olmasından dolayı sıkıcı olmadığını, özellikle kavram haritalarının internette bulunmaması nedeniyle oldukça faydalı olduğunu belirtmişlerdir. Sorular ve vaka üzerinden gidilmesi açısından konuların derslere benzer işlendiğini, soruların öğretici ve sınava yönelik olduğunu, sunumlardaki genel tanı bilgilerinden hastaya uygun maddeleri seçerek bakım planını kısa sürede yazabildiklerini ifade etmişlerdir. Çoğu öğrenci internette tanılarla ilgili yetersiz olan Türkçe kaynak imkânının artmasından memnuniyetlerini dile getirmiştir. Konuyla ilgili örnek ifadeler:

"Ben internetten bakıyordum önceden. Hiçbir zaman internette kavram haritası yok. Olanlar da İngilizce. O yüzden sitedeki kavram haritaları çok iyi oluyor. Diğer türlü yokken, görseller arasında bulmaya çalışıyordum ve zaman kaybı oluyordu. Şimdi direkt siteye bakıyorum."

İçerik Dezavantaj

Öğrencilerin sitede yer alan videolara yeterince ilgi göstermediklerini belirtmişlerdir. Kavram haritalarının detay düzeyi ile ilgili iki farklı görüşle karşılaşılmıştır. Bazı öğrenciler sunumlarda ve kavram haritalarında yer alan bilgileri yüzeysel bulurken bazı öğrenciler ise her hastalığa özel bilgilerin olamayacağını, çünkü her hastanın farklı durumları olabileceğini savunmuştur:

"Biraz daha genele yönelik yapılmış bakım planları, daha karmaşık durumlar olabiliyor, hastaya özelleştirmeye çalışırken zorlandık, hasta gruplarına özelleştirilmiş olsa daha etkili olabilirdi."

"Ben buna pek katılmıyorum açıkçası, bir sürü hasta var zaten hepsine özel bakım planının olmazsa olmazı zaten hastaya özel olması, bizim varlığımızın sebebi de o, hastayı tanıyıp ona özel bakım planı yapabilmek. Genel olduğu zaman, tanılara baktığımda aradan seçiyorum. Hastamda bu var bunu almam gerekiyor, bunu unuttum, bunu atlamam gerekiyor şeklinde yapıyoruz."

İçerikle İlgili Öneriler

Katılımcıların sitede sunulan içeriğin kapsamının geniş hale getirilebilineceğini, kadın doğum, pediatri tanıları, kolobratif tanılar ve tanılarla ilgili belirgin hastalıklarında eklenebileceğini belirtmişlerdir. Tanılara ek olarak örnek hemşirelik bakım planları, hemşirelik girişimleri ve vaka yorumlarının da eğitim materyali olarak yer almasının katkı sağlayacağını bildirmişlerdir. Eğitim materyallerinin yanı sıra hemşirelikle ilgili güncel bilgiler, değişen kılavuzlar, ilaç etkileşimleri, önemli uyarılar vb. konularda güvenilir

bilgiye erişebilecekleri bağlantılara da yer verilmesini önermişlerdir. Katılımcılar, öğrencilerin de eğitimle ilgili iletişim, etkileşim, bilgi ve eğitim materyali paylaşımına olanak sağlanmasını, bu olanakların hem eğitim süreçlerine hem de eğitim materyali oluşturmaya katkı sağlayacağını düşündüklerini belirtmişlerdir.

"Güncel bilgiler, değişen guidelinelar, spot önemli bilgiler olabilir, mesela ilaç etkileşimleri, önemli uyarılar, ilaçların sulandırılması gibi bakım planını tamamlayıcı bilgiler. Tedaviyi de içine almalı, bakım ve tedavi bir bütün sonuçta."

3.4 Mobil Öğrenme Yönü

Mobil Öğrenmenin Geleneksel Öğrenmeye Göre Avantajları

Katılımcılar nandacepte.org mobil öğrenme ortamının geleneksel yüz-yüze ders ortamına göre;

- Derslerin süre ve hızını öğrencinin kendine göre ayarlayabilmesi,
- Sınıf ortamının fiziksel koşulları ve sınıf mevcudu gibi faktörlerden bağımsız
- Not tutma kolaylığı
- Mobil öğrenme ortamında sunulan içeriğin uygulamaya yönelik olması, bakım planı oluşturmayı kolaylaştırması
- İçerikte sunulan senaryolarda eksiksiz hasta bilgilerine erişim
- Stajlarda anında bilgiye erişim sağlayarak, unutulan bilgiyi hatırlamayı kolaylaştırması
- Yeni bilgileri araştırma kolaylığı
- Geleneksel öğrenmeye göre daha eğlenceli ve cezbedici olması
- İnternetin eğitim amaçlı kullanımı konusunda farkındalıklarını arttırması açısından avantajlı bulduklarını belirtmişlerdir.

"İnternette sadece oyun oynamak, muhabbet etmek yerine eğitici faaliyetlerde de bulunabileceğimi fark ettim. İnternette zaman öldürmek değil de bir şeyler öğrenmenin daha güzel olduğunu anladım."

Mobil Öğrenmenin Geleneksel Öğrenmeye Göre Dezavantajları

Öğrenciler nandacepte.org mobil öğrenme ortamı ile ilgili dezavantaj olarak yalnızca etkileşimle ilgili eksiklikleri belirtmişlerdir. Derste soru sorulduğunda daha hızlı yanıt alınacağını, fakat mobil öğrenme ortamında anında soru sorma imkânları olmadığını belirtmişlerdir.

"Derste öğrenmenin tek avantajı anlamadığımız yer olursa hocadan tekrar açıklamasını isteyebilmek. İnternette anlamadığımızda onu çözümleyemeyiz."

4 Tartışma

Cihaz Tercihleri

Odak grup görüşmelerinden elde edilen sonuçlara göre öğrenciler mobil öğrenmede ekran boyutu kısıtı olmasına rağmen kolay taşınabilir olması nedeniyle akıllı telefonu tercih etmektedirler. Clay (2011)'in çalışmasına benzer şekilde, bireysel öğrenme şekillerini tamamlaması, kullanım kolaylığı, beceri geliştirmeye katkısı ve klinik alanda kullanımı akıllı telefonların önemli özellikleridir [19]. Tablet bilgisayarın boyutunun kolaylıkla taşınabilecek kadar küçük olması kullanım oranını akıllı telefona kıyasla düşürmekte, taşınamayacak kadar büyük olmaması ise diz üstü bilgisayara göre artırmaktadır. Çalışmamızda akıllı telefonun en büyük kısıtı ekran boyutu ve metinlerin okunaklılığın düşük olması olarak gösterilirken benzer bir çalışmada cihazı veya depolanan materyalleri kaybetme korkusu olarak belirtilmiştir [20, 21]. Bazı öğrenciler bilgi araştırmada bilgisayar kullanırken daha özgür olduklarını belirtmiş, bu öğrencilerin akıllı telefona nazaran tableti tercih ettiği görülmüştür. Özetle, taşınabilirliği daha çok önemseyen öğrenciler akıllı telefonu mobil öğrenmede daha kullanışlı bulurken, kullanma esnekliğini önemseyen öğrenciler tablet ve bilgisayarı daha çok tercih etmiştir.

Yapılan sistematik derleme çalışmasına göre dünyada hemşirelik eğitimi üzerine yapılan araştırmaların büyük çoğunluğunda PDA cihazı kullanılmış, akıllı telefon ve tablet kullanımının değerlendirildiği çalışma sayısı oldukça kısıtlıdır [22]. Bu nedenle çalışmamızda özellikle cihaz karşılaştırması yapılması, literatüre katkısını artırmaktadır.

Sistemle İlgili Görüş ve Öneriler

Öğrencilerin sistemle ilgili en önemli önerisi, öğrenci arkadaşları ile bilgi paylaşımını sağlayan etkileşimli unsurların eklenmesidir. Ayrıca nandacepte.org'un onların tüm öğrencilik gereksinimlerini karşılayabilen bir sistem olması halinde eğitim hayatlarının bir parçası olabileceğini vurgulamışlardır. Bununla beraber öğrenme ortamının mobil cihazlarda daha rahat kullanımı için mobil uygulama olarak geliştirilmesi ve kullanılması konusunda isteklerini belirtmişlerdir. Bu sayede sistemdeki güncellemelerden anında haberdar olmaları ve üye girişi yaparken zaman kaybetmemeleri sağlanacaktır. Sistem kullanımında çok fazla sorunla karşılaşmadıklarını, yalnızca tanılara erişimdeki yönlendirmenin yeterli olmadığını ve şifre belirlemede zorluk yaşadıklarını ifade etmişlerdir.

Sistemde yer alan eğitim materyallerinden kavram haritalarının Türkçe kaynak konusundaki açığı kapattığını, sunumlardan bakım planı oluşturmada faydalandıklarını, bilgi testlerinden sınavlardan önce oldukça fayda gördüklerini belirtmişlerdir. Geleneksel öğrenme ile karşılaştırıldığında mobil öğrenmenin oldukça fazla avantajı olduğu, özellikle öğrenmede esneklik, zamanda bağımsızlık, bireysellik, zaman tasarrufu ve eğlence sağlama konularında öğrencilere daha cazip geldiği söylenebilir [2]. Mobil öğrenme, öğrencilerin her gün yanlarında taşıdıkları telefonlarını artık eğitim amaçlı kullanarak zamanlarını daha verimli şekilde değerlendirebileceklerine ilişkin farkındalıklarını artırmıştır.

Çalışmanın Kısıtlılıkları

Araştırma kapsamında sınırlı sayıda tablet cihaz kullanılmasıdır. Daha fazla sayıda ve farklı ekran boyutlarında cihazlar kullanılarak daha geniş bir çalışma grubuyla mobil cihazların etkililiği karşılaştırılabilir. Araştırmada, en sık kullanılan işletim sistemi olması nedeniyle Android işletim sistemine sahip tabletler kullanılmıştır. Farklı işletim sistemlerine sahip mobil cihazlar kullanılarak araştırmalar yapılabilir.

Çalışmanın bir diğer kısıtı da, son değerlendirme aşamasındaki örneklemin Akdeniz Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi'nde ikinci ve üçüncü sınıflar olarak iki şube ile sınırlandırılmasıdır. Bunun nedeni, birinci sınıfların birinci döneminde öğrencilerin henüz derslere yeni adapte olması ve dördüncü sınıfların hem farklı yerde eğitim görmeleri ve vakitlerinin büyük kısmını stajlarda geçirmeleridir. Birinci ve dördüncü sınıflar da dâhil edilerek diğer üniversitelerde aynı programlarda uygulanarak mobil öğrenmenin geniş örneklemdeki etkisi araştırılabilir.

5 Sonuç

Mobil öğrenme ile ilgili alan yazında yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğunda olduğu gibi öğrencilerin m-öğrenmeye ilişkin olumlu tutumlara sahip oldukları bulunmuştur. Yapılan odak grup görüşmeleri de bu sonucu desteklemektedir. Her ne kadar 3G, 4.5G gibi mobil teknolojiler yaygınlaşmış olsa da ülkemiz için hala teknolojik bir yenilik olarak sayılabilecek mobil öğrenme uygulamasının benimsenmesi ve yayılması için aşağıdaki öneriler sunulabilir:

- Okullarda ve hastanelerde yapılacak uygulamalar için kurumların gerekli kablosuz internet alt yapılarının oluşturulması veya yükseltilmesi gerekmektedir.
- Günümüzde mobil araçların ders içerisinde kullanımının birçok eğitim kurumunda yasaklı olması, mobil öğrenmenin yaygınlaşmasını etkileyebilir. Teknolojik gelişmeler ve bu alanda yapılan araştırmalara mobil öğrenmenin geleceğin öğrenme ortamlarını şekillendireceğine işaret etmektedir. Bu nedenle öğrenciler, eğitimciler ve yöneticilerin bu konudaki farkındalıklarını ve hazır bulunuşluklarını artıracak stratejiler geliştirilmelidir.
- Mobil öğrenmeye uygun bir okul/kurum kültürü oluşturulmalı ve m-öğrenmenin eğitim programlarına entegrasyonu için çalışmalar yapılmalıdır.
- Uygulamaların etkinliğini artırmak için, mobil öğrenme tasarımlarında kullanılacak cihaz, arayüz ve içerik sunumu ile ilgili kullanıcı ihtiyaçlarına ve öğretim tasarımı teori ve ilkelerine dayalı tasarımlar benimsenmelidir.

M-öğrenme konusunda Türkiye henüz yolun başındadır. Bu yeni teknolojinin eğitim ortamlarına entegre edilmesi ve hayata geçirilmesine odaklanan daha fazla çalışmaya gereksinim vardır. Bu çalışmada sunulan bulgular, mobil öğrenmenin benimsenmesinde hemşirelik öğrencilerinin tercih ve tutumlarıyla ilgili fikir vererek gelecek çalışmalara yol gösterici olabilir.

6 Teşekkür

Bu çalışma “Web Tabanlı Hemşirelik Tanıları Mobil Öğrenme Sistemi” isimli doktora tezi kapsamında Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2013.03.0122.004 proje numarası ile desteklenmiştir.

References

1. Georgiev, T., Georgieva, E., & Smrikarov, A. M-learning-a New Stage of E-Learning. In-International Conference on Computer Systems and Technologies-CompSysTech. 4 (28), 1-4 (2004).
2. Ally, M. Mobile learning: Transforming the delivery of education and training. Athabasca University Press (2009).
3. Sharples M, Milrad M, Arnedillo Sánchez I, Vavoula G: Mobile Learning: Small devices, Big Issues. Edited by: Balacheff N, Ludvigsen S, de Jong T, Lazonder A, Barnes S., 233-249. Technology Enhanced Learning: Principles and Products. Heidelberg: Springer (2009).
4. Wu, W. H., Wu, Y. C. J., Chen, C. Y., Kao, H. Y., Lin, C. H., & Huang, S. H. Review of trends from mobile learning studies: A meta-analysis. Computers & Education. 59(2), 817-827 (2012).
5. Mott SR ve ark. Nursing Care of Children and Families: A Holistic Approach, California, Addison Wesley Publishing Company, 39-41 (1985).
6. Lappe JM, Dixon B, Lazure L, Nilsson P, Thielen J, Norris J. Nursing education application of a computerized nursing expert system. Nurs Educ. Jun: 29(6), 244-8 (1990).
7. Holdener, A. Multimedia Learning on Mobile Phones: Does Size Matter? Doctoral dissertation Genève: Faculté de Psychologie et de Sciences de l'Education Université de Genève. (2008).
8. Ciampa, K. Learning in a mobile age: an investigation of student motivation. Journal of Computer Assisted Learning, 30 (1), 82-96 (2014).
9. Sur E. Mobil öğrenme ve web destekli öğrenme yöntemlerinin karşılaştırılması (Sinop Üniversitesi Gerze Meslek Yüksekokulunda bir uygulama). Gazi Üniversitesi. (2011).
10. Çelik A. Yabancı Dil Öğreniminde Karekod Destekli Mobil Öğrenme Ortamının Aktif Sözcük Öğrenimine Etkisi ve Öğrenci Görüşleri: Mobil Sözlük Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı. (2012).
11. Demir K. Grafik ve Animasyon Dersindeki Mobil Öğrenme Uygulamalarının Öğrencilerin Akademik Başarılarına ve Mobil Öğrenmeye Yönelik Tutumlarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı. (2014).
12. Dehmenoğlu C. Programlama Temelleri Dersine Yönelik Mobil Öğrenme Aracının Geliştirmesi. Yüksek Lisans Tezi. Bahçeşehir Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Bilgi Teknolojileri Anabilim Dalı. (2015).
13. Elçiçek M. Yüksek Lisans Tezi, Mobil öğrenme yönetim sisteminin öğrenenlerin akademik başarısı ve tutumları üzerindeki etkisi, Fırat Üniversitesi. (2015).
14. Kılıç M. Mobil Öğrenmeye Dayalı Android Uygulamalarının Öğrencilerin Kimya Dersi Atom Ve Periyodik Sistem Ünitesindeki Akademik Başarılarına, Kalıcı Öğrenmelerine ve Motivasyonlarına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Enformatik Ana Bilim Dalı, (2015)

15. Yokuş G, Eğitim Fakültesi Öğrencilerinin Mobil Öğrenmeye Ilişkin Görüşlerinin Incelenmesi Ve Eğitim Bilimleri Alanına Yönelik Mobil Uygulama Geliştirme Çalışması: Mobil Akademi. Yüksek Lisans Tezi. Mersin Üniversitesi, Eğitim Programları ve Öğretim Bilim Dalı, (2016).
16. Johnson C. Nurses and the Use of Personal Digital Assistants (PDAs) at the Point of Care FIS2309: Design of Electronic Text. 1(1) (2008).
17. Tung FC, Chang SC. Nursing students' behavioral intention to use online courses: a questionnaire survey. Int J Nurs Stud. 45(9), 1299-309 (2008).
18. Putzer, G.J. The effects of innovation factors on smartphone adoption among nurses in community hospitals. Perspectives in Health Information Management. 7(Winter); 1-20 (2010).
19. Clay, C. A. Exploring the use of mobile technologies for the acquisition of clinical skills. Nurse education today. 31(6), 582-586 (2011).
20. Dearnley, C., Haigh, J., & Fairhall, J. Using mobile technologies for assessment and learning in practice settings: a case study. Nurse education in practice. 8 (3); 197-204 (2008).
21. Bogossian, F. E., Kellett, S. E., & Mason, B. The use of tablet PCs to access an electronic portfolio in the clinical setting: A pilot study using undergraduate nursing students. Nurse education today. 29(2), 246-253 (2009).
22. Sánchez-García, A. B., López-Montesinos, M. J., & Fernández-Alemán, J. L. Wireless devices in nursing education. Investigación y Educación en Enfermería. 31(1), 95-106 (2013).

Sağlık Bilgi Sistemlerinde Uluslararası Standartların Kullanımı; ICD-O Örneği

Esra ZEHİR[1]

[1] Sağlık Bakanlığı, Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, Ankara
esra.zehir@saglik.gov.tr

Özet. Sağlık bilişimi, sağlık alanından yüksek nitelikte, verimli ve sürekliliği sağlanarak hizmet alma ve sunma gereksinimlerinin karşılanabilmesi, genel olarak sağlık ile ilgili bilgi kümelerinin toplanması, saklanması, işlenmesi, dağıtılması karar verilmesi ve iletilmesi için gerekli sistemler ile ilgilenmektedir. Sağlık hizmetleri, her ne kadar önemli uluslararası ortak bilimsel geçmişe sahip olsa da, farklı uzmanlık alanları, ülkeler ve kuruluşlar içinde bilgi değişimi gereksinimlerinde birçok değişikliği barındırmasından dolayı son derece karmaşıktır. Bilişim teknolojilerinin de sağlık alanında etkin rol alması ile bu karmaşıklığın giderilmesi ve sağlık bilişiminde uluslararası ortak bir dilin kullanılabilmesi için bu alandaki standartların kullanım gereksinimlerini arttırmaktadır. Patologlar tarafından ICD-O sınıflandırma sistemini kullanılarak hücrenin topografi ve morfoloji koduna göre detaylı şekilde kodlanması ile sağlık profesyonelleri arasında dil birliğinin sağlanmasının yanında bilişim sistemleri kullanılarak veri paylaşımı ve raporlamanın yapılabilmesini sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sağlık bilişimi standartları, patoloji, kanser, uluslararası bilişim standartları, ICD-O, LOINC, ICD-10.

Abstract. Health informatics deals with the necessary systems for collecting, storing, processing, distributing and communicating health-related information clusters in general. Although health services have a significant international shared scientific background, different fields of expertise are extremely complex, as it involves many changes in information exchange requirements within countries and organizations. With the effective role of information technologies in the field of health, it increases the usage requirements of the standards in order to eliminate this complexity and to use international common language in health informatics. By using the ICD-O classification system by the pathologists, it is possible to provide data sharing and reporting using information systems besides providing the language unity among health professionals by detailed coding of the cell according to topography and morphology code.

Keywords: Health Information Standards, pathology, canser, international informatics standards, ICD-O, LOINC, ICD-10.

1 Giriş

Sağlık alanında sunulan hizmet, sağlığın insan yaşamının en temel hakkı olması gerekçesi ile kesintisizlik ve olabildiğince bu alandaki sorunların hızlı bir şekilde insanın yaşam sürdüğü her yerden çözüme kavuşturulması gereken bir süreçtir. İnsanoğlunun yerleşik hayata geçmesi, bir arada ortak normlara göre yaşamaları, birlikte yaşamanın gerekliliği olan sağlıklı bir toplum inşası yüz yıllardır devlet kurma geleneğinin en kilit taşını oluşturmaktadır. Özellikle günümüz dünyasında en temel insan hakkı olan sağlık alanında tüm dünyada elde edilen bilgiler üzerinden sağlık ile ilgili hızlı karar alınabilmekte ve sağlıklı toplum inşası için politikalar bu bilgiler üzerinden geliştirilebilmektedir. Bu çalışmada sağlığa yönelik bilgilerin elde edilmesi, bu konu ile ilgili tüm alanlarla paylaşılması ve elde edilen bilgilerden anlamlı sonuçların üretilebilmesine değinilecektir. Türkiye sağlık bilgi sisteminde kullanılan patoloji verilerinin elde edilmesinde kullanılan ICD-O sınıflandırma yapısı ve standardın kullanımı ile elde edilebilecek kazanımlar bu çalışmanın temel konusunu oluşturmaktadır.

2 Sağlık Bilişimi

Sağlık bilişimi, sağlık alanından yüksek nitelikte, verimli ve sürekliliği sağlanarak hizmet alma ve sunma gereksinimlerinin karşılanabilmesi, genel olarak sağlık ile ilgili bilgi kümelerinin toplanması, saklanması, işlenmesi, dağıtılması karar verilmesi ve iletilmesi için gerekli sistemler ile ilgilenmektedir. Daha geniş özetlemek gerekirse, sağlık alanında yönetimsel ihtiyaçların giderilmesinde ihtiyaç duyulan sağlık ile ilgili verilerin orta kademede teknolojinin sunmuş olduğu yazılım ve donanımlar aracılığı ile oluşturulması, paylaşılması ve hasta bakımı ve tedavilerinin belirlenmesi, veriler üzerinden karar destek sistemleri geliştirilmesi gibi konular sağlık bilişiminin ağaç yapısını oluşturmaktadır. [1]

Sağlık alanında verimlilik ve sürekliliğin sağlanması, sağlık hizmetinin her yerden verilebilmesini bu da dağınık ortamlarda tutulan verilerin bilgiye dönüştürülerek ilgili paydaşlarla paylaşılmasını gerektirmektedir. [2] Sağlık hizmetleri, her ne kadar önemli uluslararası ortak bilimsel geçmişe sahip olsa da, farklı uzmanlık alanları, ülkeler ve kuruluşlar içinde bilgi değişimi gereksinimlerinde birçok değişikliği barındırmasından dolayı son derece karmaşıktır. Bilişim teknolojilerinin de sağlık alanında etkin rol alması ile bu karmaşıklığın giderilmesi ve sağlık bilişiminde uluslararası ortak bir dilin kullanılabilmesi için bu alandaki standartların kullanım gereksinimlerini arttırmaktadır. [3] Bu noktada tüm dünyada Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) gibi uluslararası örgütler, sivil toplum kuruluşları gibi sağlık alanında standart yayımlamada otonom güçler tarafından verilerin sınıflandırılması ve iletilebilmesi amacıyla bir takım çalışmalar yaparak standartlar ve modeller geliştirmektedir.

2.1 Türkiye Merkezi Sağlık Veri Sistemi ve Sağlık Bilişim Standartları

Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı herkesin bedenî, zihnî ve sosyal bakımdan tam bir iyilik hâli içinde hayatını sürdürmesini sağlamakla görevlidir. Bu kapsamda halk sağlığının korunması ve geliştirilmesi, hastalık risklerinin azaltılması ve önlenmesi konusunda sağlık hizmetinin sunulduğu 1. ,2. ve 3. basamak tüm sağlık kuruluşlarında üretilen sağlık ile ilgili tüm verileri toplayarak, ülkenin sağlık durumu ile ilgili plan ve politika belirlemektedir.

Bakanlığın söz konusu görevlerini yerine getirilmesi amacıyla ülke düzeyinde sağlık durumu ve sağlık hizmetlerine ilişkin veri ve bilgi akışını sağlamak amacıyla Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü tarafından bilgi sistemleri ve projeler geliştirilmektedir.

e-Nabız sistemi ulusal sağlık sisteminin güçlenmesine, hem de sağlıkta kalite, verimlilik ve etkinliğin arttırılması amacıyla 2015 yılında geliştirilmiştir. Sistem, tüm sağlık kurum ve kuruluşlarında oluşturulan sağlık verilerinin web servisler aracılığıyla online (çevrim içi) toplanmasını, işlenmesini ve veri kalitesinin yükseltilmesini sağlayan sistematik ve işlevsel kayıt sistemidir.

Sistem 1. , 2. ve 3. basamak tüm sağlık hizmet sunucularından belirlenen paketler dahilinde veri almak üzere tasarlanmıştır. Veriler sisteme belirlenen iş kuralları, uluslararası standartlar ve ulusal olarak belirlenmiş kodlama standartları kullanılarak gönderilmektedir. Kodlanabilir yapıdaki tüm veriler Sağlık Kodlama Referans Sunucusunda (SKRS) tanımlanmış ve web servis aracılığı ile veri gönderimi yapan sağlık yazılımları ile paylaşılmaktadır. SKRS'de e-Nabız'da kullanılan tüm veri elemanları tanımlandığı gibi yine e-Nabız sistemine veri gönderiminde uluslararası kabul edilmiş çalışmamıza konu olan ICD-O ve diğer ICD-10, LOINC gibi uluslararası kabul gören sınıflandırma ve tanımlama standartları da yer almaktadır.

ICD-10 (International Classification of Diseases)
ICD, dünya çapında sağlık eğilimlerinin ve istatistiklerinin tanımlanması ve hastalıkların ve sağlık durumlarının rapor edilmesi için uluslararası standartların temelidir. ICD-10 klinik ve araştırma amaçları için tanısal sınıflandırma standardı olarak 1990 yılında Dünya Sağlık Asamblesi tarafından yayımlanmıştır. [4] Ülkemizde de 1 Temmuz 2005 tarihi itibarıyla ICD-10'un kullanımı zorunlu hale getirilmiş, 2007 yılında tasarlanan merkezi sağlık veri sistemine hastalık tanılarının gönderimi için de söz konusu kodlar sistemlere entegre edilmiştir. e-Nabız sisteminde "Muayene Kayıt Paketi" ile tanılar sisteme gönderilmekte ve böylece tüm sağlık kuruluşlarından ortak bir sınıflandırma sistemi ile toplanan tanılar üzerinden ülkenin sağlık durumunu gösteren raporlama yapılabilmektedir.

LOINC (Logical Observation Identifiers Names and Codes) LOINC kâr amacı gütmeyen Amerikan Regenstrief Enstitüsü Tıbbi Araştırma Organizasyonu tarafından 1994 yılında sağlık ölçümlerini, gözlemlerini ve belgelerini tanımlamak ve verilerde standardizasyonu sağlamak için geliştirilmiş bir veri tabanıdır. Tüm tıbbi bilgi üreticileri bu standart yapıyı kullanarak laboratuvar verilerini kaydedebilmekte ve böylece veri iletiminde her bir test için tekil bir kod yapısı kullanmış olmaktadırlar. Amacı

elektronik mesajların içindeki, Health Level Seven (HL-7) gözlem mesajları gibi, tıbbi gözlemleri tanımlamaktır. Böylece hastaneler, laboratuvar merkezleri, araştırmacılar ve kamu sağlık birimleri, elde ettikleri tetkik sonuçlarını, tıbbi kayıtlarını doğru bir şekilde kodlayabilmekte ve araştırmalarında kullanabilmektedirler. [5] e-Nabız sisteminde LOINC laboratuvar ve radyoloji tetkiklerine ait veri gönderiminde kullanılmaktadır.

2.2 ICD-O (International Classification of Diseases for Oncology)

ICD-O, tümör ya da kanser kayıtçıları tarafından, patoloji raporlarından sağlanan verilerle, tümörün bölgesi (topografi) ve histoloji (morfoloji)'sinin kodlanmasında kullanılmaktadır. Hem bir topografya hem de bir neoplazmın morfolojisi için ikili bir sınıflandırma sistemi oluşturan uluslararası bir kodlama standardıdır. Tümör hastalıkları için ICD kodlama standardının bir uzantısıdır ve tümörün bölgesinin kodlanmasında ICD-10 sınıflandırılması kullanılmaktadır. [4]

ICD-O-3 standardının topografya ekseni, jenerik anatomik alanlar ve neoplazmların alt bölgeleri için kodlardan oluşur. Bu kodların her biri, C'nin her zaman baş karakteri olduğu Cab.x formunu alır, iki haneli kod, bir jenerik anatomik site belirtir ve tek haneli x, bir alt bölgeyi belirler. Örneğin, C34.1 kodunda, iki haneli kod 34, jenerik alan akciğeri gösterirken, periyottan sonraki 1, alt bölge üst lobunu gösterir. [6]

Morfoloji ekseni 8000/0 ila 9989/3 arasında değişen beş haneli kodlar sağlar. İlk dört basamak, spesifik histolojik terimi belirtir. Eğik çizgiden sonraki beşinci basamak (/), bir tümörün malign, benign, in situ veya belirsiz (benign veya malign) olup olmadığını gösteren davranış kodudur. [7]

Ülkemizde 2015 yılı Ağustos ayı itibarı ile tüm patoloji sonuçlarının merkezi sağlık veri sistemine gönderiminde ICD-O 3 sınıflandırma sistemi kullanılmaktadır. e-Nabız sistemi içerisine dahil edilen patoloji kayıt paketi ile ülkedeki tüm patoloji verilerinin toplanması hedeflenmektedir. Böylece kanser tanısının ilk patoloji verileri üzerinden topografisi ve morfolojisi tanımlanmış şekilde uluslararası bir standartla toplanması sağlanabilmektedir.

Aşağıda, 2016, 2017 ve 2018 yılının il 6 aylık verilerine göre ICD-O kodlama sistemi kullanılarak e-Nabız sistemine gönderilen morfoloji ve topografi kodlarına göre veriler incelenmiştir.

2016 yılı verilerine göre sağlık kuruluşundan ilk 3 basamağı 918-924 olan ossöz ve kondromatöz neoplazm tanısından 569 adet gönderilmiştir. Davranış kodu ilk dört basamaktan sonra"/"dan sonda 3 olarak belirtilmiş primer malign tanısı almış ossöz ve kondromatöz neoplazm sayısı 184'tür. İlk dört basamak ile spesifik morfolojik tanısı 9187/3 santral düşük dereceli osteosarkom olan veri sayısı ise 15'tir. 9187/3 santral düşük dereceli osteosarkom tanısının en çok gözüktüğü topografi ise C.40.2 topografi kodlu alt ekstremite uzun kemikleri ve ilişkili eklemler olarak raporlanmıştır. Yine 2016 yılı verilerine göre 805-808 kod aralığındaki skuamöz "yassı" hücreli neoplazmlara ait veri sayısı 25.769'dur. Davranış kodu /3 olan primer malign tanısı almış skuamöz "yassı" hücreli neoplazm sayısı ise 17.676'dır. Primer malign tanısı almış veriler içerisinden 8050/3 Papiller karsinom, NOS tanısı ise C73.9 kodlu Thyroid bezi için kodlanarak sisteme gönderilen veri sayısı ise 2.532'dir.

2017 yılı verileri incelendiğinde ise, ilk 3 basamağı 801-804 olan epitelyal neoplazmlar, NOS tanısı almış veri sayısı 58.295'tir. Bu tanılar içerisinden davranış kodu /3 olan primer malign sayısı ise 35.644'tür. Davranış kodu /2 In situ karsinom tanısı almış veri sayısı ise 5.542'dir. Davranış kodu /2 olan veriler içerisinde ise en sık görülen 8010/2 kodlu in situ karsinom, NOS tanısı ise C53.9 kodlu serviks uteri topografisi ile sisteme gönderilmiştir.

2018 yılı ilk 6 aylık verileri incelendiğinde ise, davranış kodu /1 olan benign ya da malign olduğu bilinmeyen veri sayısı toplamda 64.567'dir. Söz konusu veriler içerisinde sisteme 8.195 adet 8000/1 kodlu neoplazi, benign veya malign olduğu belirlenmemiş tanı C.20.9 kodlu rektum, BBT topografisi ile birlikte gönderilmiştir. 2018 yılı ilk 6 aylık verilere göre ise C77.9 kodlu lenf düğümü, BBT topografisinde davranış kodu /3 primer malign tanısı almış veri sayısı 43.067'dir. C77.9 kodlu lenf düğümü, BBT topografisi için spesifik morfoloji tanısı 8000/3 kodlu malign neoplazi sayısı ise 31.199 olarak raporlanmıştır.

2.3 ICD-O 3 Kullanımı ve Kazanımlar

Kanser tanıları, patolojiden alınan sonuçlara göre klinisyenler tarafından ICD-10 sınıflandırma sistemi kullanılarak kodlanmaktaydı. ICD-O ve ICD-10 arasında verilerin detaylı kodlanması ile ilgili temel farklılıklar vardır. ICD-10 sınıflandırma sisteminin 2. Bölümün Neoplazmlar kısmında topografi kodları, neoplazmları biyolojik davranışına göre (malign, benign, in situ ve malign ya da benign olduğu belirsiz/bilinmeyen) tanımlamaktadır. ICD-10'da akciğer neoplazmlarının tümünü tanımlayabilmek için, dört karakterli beş ayrı kategori gerekmektedir ve ICD-10'da çok az histolojik tür ayrımı vardır. Örneğin, ICD-10'da akciğer adenokarsinomu ile skuamöz hücreli karsinom da C34.9 kodu ile tanımlanmaktadır. ICD-O sınıflandırma sisteminde ise topografi kodu 4 karakterli bir kod ile neoplazmın morfolojisi ve biyolojik davranışı 6 karakterli kod ile detaylı olarak tanımlanabilmektedir. Örnek olarak bir akciğer adenokarsinomu C.34.9, 8140/3 olarak kodlanmaktadır. [7]

Patologlar tarafından kanser tanılarının ICD-O sınıflandırma sistemini kullanarak hücrenin topografi ve morfoloji koduna göre detaylı şekilde kodlanması ile klinisyenin iş yükünün azaltılması, klinisyen tarafından patoloji sonuçlarının anlaşılırlığını kolaylaştırması, hekimin tanı koymada karşılaşabileceği yanılgıların önüne geçilmesi dolayısıyla medikal hataların azaltılmasını sağlayacaktır. Neoplazmın köken aldığı yerleşim yeri, histolojik tipi ve davranışı (örn; in situ ya da malign) bilgileri için tutulan kayıtların tutarlılığı sağlanarak patologlar/hematologlar/sitologlar ile klinisyenler arasındaki dil birliğine katkı sunacaktır.

Kanser tanılarının patologların incelemesi sonucu ICD-O sınıflandırma sistemi kullanarak gerçek zamanlı ve çevrimiçi e-Nabız sistemine iletmeleri sonucu, ülke genelinde kanser kayıtçılığı için kurulan kanser kayıt merkezlerindeki iş yükünün azaltılmasını ve bu alanda çalışan insan kaynağının daha verimli değerlendirilmesini de sağlayacaktır. Bununla birlikte kanser kayıtçılığındaki kalitenin arttırılması ile kanser insidansının ölçülebilmesi amacıyla geniş bir örneklem kümesinin oluşturulabilmesi beklenmektedir.

Çalışmada e-Nabız sistemi üzerinden elde edilen verilerin de gösterdiği üzere, sisteme iletilen patoloji verileri ile tümörün topografisi ve davranışına göre detaylı raporlama yapılabilmekte ve böylece ülke genelinde kanser istatistikleri konusunda yapılacak çalışmalara temel oluşturulmaktadır.

3 Sonuç

2000'li yıllar ile başlayan milenyum çağı, tam anlamıyla tüm dünyada her alanda dijital dönüşümü gerekli kılmıştır. Sağlık da bu dönüşümden etkilenmiştir. Ülkemizde de tüm sağlık kuruluşlarında hizmetlerin kayıt altına alınması ve kurum içerisinde üretilen verilerin ilgili birimlerle paylaşılabilmesi için sağlık otomasyon sistemleri de bu dönemde kullanılmaya başlanmıştır.

Enformasyonun tüm dünyada hızlı bir şekilde yayıldığı bu çağda, sadece bilgi değil insanlar da tüm dünyada geçmiş asırlara göre daha hızlı yer değiştirebilir oldular. Göçmen nüfusun artması, insanların turizm veya çalışma şartları için ülke değişikliği yapması hastalıkların dolaşım hızını da etkilemiştir.

Sağlıklı bir toplum inşası için tüm dünyada sağlık göstergelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Göstergelerin hesaplanabilmesi, veri transferinin bilgi sistemleri aracılığıyla yapılabilmesi için ise standartlara ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır. Günümüz çağı sadece bir sağlık kuruluşu içerisinde verilerin paylaşılmasını değil uluslararası sağlık veri transferini de gerekli kılmaktadır. Bu nedenle tüm dünyada ortak bir dilin yakalanması, birbirlerine kilometrelerce uzaklıkta olan kıtalar arasında bile patoloji raporunda "C34.9, 8070/3" kodlamasından klinisyenler, patologlar, kanser kayıtçılları gibi bu alanda hizmet eden sağlık profesyonelleri ile kullanılan bilişim sistemleri akciğer karsinomu tanısını okuyabilmelidir.

References

1. ÖMÜRBEK N., ALTIN F., : Sağlık Bilişim Sistemlerinin Uygulanmasına İlişkin Bir Araştırma: İzmir Örneği, SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, Sayı:19, ss.211-232, (2009)
2. SEZER E., Tıbbi Bilişim Standartları Ve Anlamsal Web Aşı Ontolojisi İçin Durum Çalışması, Tübav Bilim Dergisi, Cilt: 7, Sayı: 4, Sayfa: 1-14 (2014)
3. KLEIN G.O., Standardization Of Health Informatics - Results And Challenges, Yearbook of Medical Informatics. (2002)
4. DSÖ, http://www.who.int/classifications/icd/en/ , son erişim 28/09/2018
5. LOINC https://loinc.org/get-started/what-loinc-is/ , son erişim 28/09/2018
6. KVULURU R., HANDS I., DURBIN E. B., WITT L., Automatic Extraction of ICD-O-3 Primary Sites from Cancer Pathology Reports 112–116. (2013)
7. Fritz AG , Jack A , Parkin D , Percy C , Shanmugarathan S , Sobin L , et al. International classification of diseases for oncology: ICD-O . Third Edition . World Health Organization ; (Prof. Dr. Şerefettin CANDA) (2018)

Karaciğer Lezyonlarının Sınıflandırılmasına Yönelik Klinik Karar Destek Sistemi

Cansu Gündoğan[1] ve Oğuz Dicle[2]

[1] Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye
[2] Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye
cansu.gundogan@deu.edu.tr

Özet. Karaciğerde meydana gelen lezyonlarda, tanı koyma süreci içerisinde hata oranını en aza indirgemek için bazı durumlarda klinik karar destek sistemlerine ihtiyaç duyulabilmektedir. Bu çalışmanın amacı; hekimin, karaciğer lezyonlarının sınıflandırılmasında kullanabileceği bir klinik karar destek sisteminden yararlanmasını sağlamaktır. Bu amaç doğrultusunda, öncelikli olarak radyolog, gastroenterolog ve hepatologların, hastaya ait radyolojik tetkik istemi ve görüntüleme işlemleri tamamlandıktan sonra kullanabileceği, henüz test aşamasında olan bir arayüz geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Klinik Karar Destek Sistemi, Karaciğer, Lezyon Sınıflama.

Abstract. Clinical decision support systems may be needed in some cases to minimize the error rate in the diagnosis of the lesions occurring in the liver. The aim of this study is to make use of a clinical decision support system that the physician can use to classify liver lesions. For this purpose, an interface that is currently in testing phase has been developed which can be used primarily by radiologists, gastroenterologists and hepatologists after the radiological examination request and imaging processes of the patient are completed.

Keywords: Clinical Decision Support System, Liver, Classification of Lesion

Giriş-Amaç

İnsan vücudu için hayati öneme sahip olan karaciğerde, meydana gelen lezyonların doğru teşhis edilmesi oldukça önemlidir. Tanı koyma sürecinde hata oranını en aza indirgemek için bazı durumlarda klinik karar destek sistemlerine gereksinim duyulabilmektedir. Bu çalışmanın amacı; hekimin, karaciğer lezyonlarının sınıflandırılmasında kullanabileceği bir klinik karar destek sisteminden yararlanmasını sağlamaktır. Bu amaç doğrultusunda, öncelikli olarak radyolog, gastroenterolog ve hepatologların, hastaya ait radyolojik tetkik istemi ve görüntüleme işlemleri tamamlandıktan sonra kullanabileceği, henüz test aşamasında olan bir arayüz geliştirilmiştir.

Yöntem

Bu çalışmada, karaciğer lezyonlarında bulguların görüntülenmesi, yorumlanması, raporlanması için kullanılan LI-RADS v2014 (Liver Imaging Reporting And Data System) sistemi, karaciğer lezyonlarının sınıflandırılmasında kural tabanı olarak kullanılmıştır.[1] Öncelikle hastanın yaş, ırk, cinsiyet, kronik hastalık durumu baz alınarak, risk grubu içinde olup olmadığı sorgulanmakta olup, eğer risk grubu içinde yer almıyorsa LR-M; risk grubu içinde yer alıyorsa da, hepatosellüler karsinom belirtilerinin olup olmaması durumuna göre LR-1, LR-2, LR-3, LR-4, LR-5, LR-M, LR-5V sınıflaması yapılmaktadır.[2,3] Yardımcı özellikler seçenekleri uygulandıktan sonra son kategori hakkında emin olunmadığı durumlarda "Tie-Breaking-Rules" kuralları uygulanır. Yazılım MS-SQL Server veri tabanı kullanılarak, Microsoft Visual Studio geliştirme ortamında, C# programlama dili kullanılarak geliştirilmiştir.

Bulgular

Bu bildiri özetinde, ön bulguların paylaşılması amaçlanmış olup, araştırmadan elde edilen bulgular "Klinik Karar Destek Sistemi'nin Oluşum Aşamaları", "Klinik Karar Destek Sistemi'ne Ait Arayüz Görüntüleri" ve sonraki süreçte "Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği" adı altında sınıflandırılıp, incelenecektir.

Sonuç

Bu çalışmayla birlikte, karaciğer lezyonlarının sınıflandırılmasında kullanabilecek, hekimlere yardımcı olacak bir yazılım geliştirilmiş olup, lezyona ait verilerin elektronik ortamda saklanmasıyla, ileriye dönük olarak istenildiği zaman bu verilere erişim sağlanacaktır. Henüz bir bilgi sistemiyle entegre edilmemiştir, fakat ileriye dönük olarak bilgi sistemleriyle entegrasyonu sağlanabilir. Uygulanabilirliğini sağlamak ve etkin kullanılabilirliğini arttırmak amacıyla LI-RADS v2018 güncellemeleri baz alınarak, daha sonraki süreçlerde tanı amaçlı sınıflama dışında, tedaviye yanıt verme sınıflaması ve daha kapsamlı yazılımlar da geliştirilebilir.

Referanslar

1. Chansik A, Gulbahor R, Jin Y, C, Myeong J, K: Liver Imagıng Reportıng and Data System(LI-RADS) version 2014: understanding and application of the diagnostic algorithm. Clinical and Molecular Hepatology 22:296-307 (2016).
2. Radiopaedia Anasayfa, http:// radiopaedia.org/articles/li-rads Son Erişim 2018/08/31
3. LI-RADS Anasayfa, http://nrdr.acr.org/lirads/ Son Erişim 2018/08/31.

Prostat Kanseri Riski Belirleyen Farklı Bulanık Modellerin Karşılaştırılması

Nevruz İLHANLI[a], Selen BOZKURT[b], Ahmet YARDIMCI[c]

[a,b,c]*Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi AD, Akdeniz Üniversitesi, Antalya*

Comparison of Different Fuzzy Models Prediction of Prostate Cancer Risk

Abstract*: The aim of this study is to develop a fuzzy decision support system that will provide support to the physician during biopsy decision by estimating prostate cancer risk with different fuzzy logic approaches. Prostate cancer is generally evaluated by data such as age, prostate specific antigen (psa), prostate volume, rectal examination and prostate specific antigen density. However, the priorities of these variables vary according to the physicians. In previous studies and interviews with different physicians, the difficulties of reaching a common consensus about input variables of the system and their evaluation are pointed out. Therefore, the risk of cancer was determined by different fuzzy logic models and the performance of risk prediction of these models were compared. The study was developed on Fuzzytech 8.11 and three different decision models were created. The input variables of the fuzzy models developed for the first model; psa, age, psa density, for the second model; psa, age, prostate volume, for the third model; psa, age, rectal examination and output variable is the risk of prostate cancer for all models. In our further studies, fuzzy models will be integrated and a decision support system will be created. Thus, a complex problem will first be reduced to a few simple groups and a solution will be provided according to the results obtained from this reduction. After the creation of the most ideal fuzzy decision support system, the performance of the system will be compared with other artificial intelligence methods and it is expected that the fuzzy decision support system, which is formed by expert knowledge and experience, will overcome the mathematical approaches of other artificial intelligence methods.*

Keywords*: Fuzzy logic; Prostate cancer; Fuzzy models*

Özet*: Bu çalışmanın amacı, farklı bulanık mantık yaklaşımlarıyla prostat kanseri riskini tahminleyerek hekime biyopsi kararı verirken destek sağlayacak bir bulanık karar destek sistemi geliştirmektir. Prostat kanseri genel olarak yaş, prostat spesifik antijen (psa), prostat hacmi, rektal muayene ve prostat spesifik antijen yoğunluğu gibi verilerle değerlendirilmektedir. Fakat bu değişkenlerin öncelikleri hekimlere göre değişiklik göstermektedir. Daha önce yapılmış çalışmalarda ve faklı hekimlerle yapılan görüşmelerde sistemin girdi değişkenleri ve bunların değerlendirilmesi hakkında ortak bir kanıya varılmasındaki zorluklar belirtilmiştir. Bu nedenle farklı bulanık modeller ile kanser riski belirlenmiş ve modellerin risk belirleme performansı karşılaştırılmıştır. Çalışma Fuzzytech 8.11 üzerinde geliştirilmiştir ve üç farklı karar model oluşturulmuştur. Geliştirilen bulanık modellerinin girdi değişkenleri birinci model için; psa, yaş, psa yoğunluğu, ikinci model için; psa, yaş, prostat hacmi, üçüncü model için; psa, yaş, rektal muayene şeklindedir ve çıktı değişkeni tüm modeller için prostat kanseri riskidir. İlerleyen çalışmalarımızda bulanık modeller birbirine entegre edilecek ve bir karar destek sistemi oluşturulacaktır. Böylece kompleks bir problem öncelikle daha basit birkaç gruba indirgenecek ve bu indirgemeden elde edilen sonuçlar doğrultusunda çözüm sağlanacaktır. En ideal bulanık karar destek sisteminin oluşturulmasının ardından sistemin performansı diğer yapay zeka yöntemleri ile karşılaştırılacaktır ve bu karşılaştırma sonucunda uzman bilgi ve tecrübesi ile oluşturulmuş bulanık karar destek sisteminin, diğer yapay zeka yöntemlerin matematiksel yaklaşımlarından üstün gelmesi beklenmektedir.*

Anahtar Kelimeler*: Bulanık mantık; Prostat kanseri; Bulanık modeller*

1. Giriş

Prostat kanseri, prostat bezindeki hücreler kontrol edilemez şekilde büyümeye başladığında oluşur. Prostat sadece erkeklerde bulunan bir bez olduğundan prostat kanseri sadece erkeklerde görülen bir kanser türüdür.
Prostat kanseri, dünya genelinde erkeklerde en sık rastlanan kanserler arasında bulunur ve yılda yaklaşık 1.600.000 vaka ve 366.000 ölüm gerçekleşir [1]. Amerika Birleşik Devletleri'nde, 2018 yılında yaklaşık 164.690 vaka ve 29.430 ölümün meydana gelmesi beklenmektedir [2].
Prostat spesifik antijen (psa), prostat epitel hücreleri tarafından üretilen bir glikoproteindir. Prostat kanserine yakalanan erkeklerde psa düzeyi yükselir, çünkü psa üretimi artar ve prostat bezi lümeni ile kılcal damar arasındaki doku engelleri bozulur ve serum içine daha fazla psa salınır [4].
Psa düzeyi arttıkça prostat kanseri biyopsinin pozitif olması riski artsa da, biyopsi ihtiyacını belirlemek için eşik olarak hiçbir kesin sayı kullanılmamaktadır [3]. Ayrıca bazı durumlarda hastanın psa düzeyi yüksek olmasına rağmen yapılan prostat kanseri biyopsisinin sonucu negatif olabilmektedir. Yani bazı durumlarda yüksek psa düzeyi ve diğer değişkenler birlikte baz alınarak gerçekte hasta olmayan bireye biyopsi gibi zor ve enfeksiyon riskinin bulunduğu bir işlem yapılmaktadır.
Bu çalışma ile, hastanın prostat kanseri riskini belirleyen bulanık mantık tabanlı modeller geliştirilmiştir. Çalışmanın amacı prostat kanseri riskini belirleyerek, hekime biyopsi kararı verirken destek sağlamaktır.

2. Yöntem

A. Veri Seti

Akdeniz Üniversitesi Hastanesi Bilgi Sistemi ile Üroloji Bölümü'nden hastaların tıbbi kayıtları alınmıştır.
Ocak 2000-Nisan 2007 tarihleri arasında Akdeniz Üniversitesi Hastanesi Üroloji Kliniğine başvuran tüm transrektal ultrason (TRUS) kılavuzlu prostat biyopsiler geriye dönük olarak değerlendirilmiştir. Orijinal veri setinde 1453 hastanın tıbbi kayıtları bulunmaktadır ve eksik değişkenleri içeren örnekler çalışma dışı bırakılacaktır. Birden fazla biyopsisi olan hastalarda sadece birincisi çalışmaya dahil edilecektir.
Çalışmanın sonunda modellerin prostat kanseri riski belirleme başarısı veri ile test edilmiştir.
Çalışma Fuzzytech 8.11 ve üzerinde geliştirilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulguların istatistik analizi için IBM-SPSS version 23 for Mac OS (IBM Corp. Released 2015) ve MedCalc V18 programları kullanılmıştır. Analizlerde farklılıkların belirlenmesi için α=0.05 hata payı (ya da % 95 anlamlılık düzeyi) alınmıştır.

B. Bulanık Mantık

Bulanık mantık 1965 yılında Lotfi A. Zadeh tarafından doğal dildeki belirsizliği modellemek amacıyla ortaya konmuştur.
Biz insanlar bir olayı anlatıp, bir durum karşısında karar verirken genellikle kesinlik ifade etmeyen terimler kullanırız. Bir şeyi tanımlarken, bir olayı açıklarken, komut verirken

ve daha bir çok durumda kullandığımız sözel veya sayısal ifadeler bulanıklık içerir. Bu terimlere örnek olarak; yaşlı, genç, uzun, kısa, sıcak, soğuk, ılık, bulutlu, parçalı bulutlu, güneşli, hızlı, yavaş, çok, az, biraz, fazla, çok az, çok fazla gibi daha pek çok sözel terim gösterilebilir [7].
Örneğin hava sıcaklığının yorumlanmasında "sıcak" veya "soğuk" kavramlarının sayısallaştırılması mümkünken "ılık" veya "sıcağa yakın" vb. kavramların sayısallaştırılması farklı bir yaklaşım gerektirecektir. Burada sayısal sistemlerin karar vermesinde bulanık mantık devreye girmekte ve karar aşaması bulanık mantıkla çözülmektedir [8].
Tıbbın doğası gereği hastalık teşhisi belirsizlik içerir. Bir hastalık, hastaya ve şiddete bağlı olarak farklılık gösterebilir. Tek bir belirti farklı hastalıklara karşılık gelebilir. Öte yandan, bir hastada mevcut olan birkaç hastalık birbirinden etkilenebilir ve hastalıklardan herhangi birinin genel açıklamasına müdahale edebilir. Hastalık mevcudiyetinin en iyi ve en kesin açıklaması bile kesin olmayan, belirsiz olan dilsel terimleri kullanır. Tıptaki hassasiyet ve belirsizlik bulanık mantık yaklaşımı ile açıklanabilir [6].
Tıpta belirsizlik kaynakları şu şekilde sınıflanabilir [6];

1. Hasta hakkında bilgi.
2. Hastanın tıbbi geçmişi; genellikle hasta veya ailesi tarafından verilir. Bu genellikle son derece subjektiftir ve kesin değildir.
3. Fiziksel muayene; Hekim genellikle objektif verileri alır, ancak bazı durumlarda normal ve patolojik durum arasındaki sınır keskin değildir.
4. Laboratuvar ve diğer teşhis testlerinin sonuçlarında bazı hatalar bulunabilir veya sonuçlar muayene öncesinde hastanın uygun olmayan davranışlarından etkilenebilir.
5. Hastada abartılı ya da basit semptomlar olabilir ve hasta bunları doğru şekilde anlatamayabilir.
6. Kategorik tanı sistemi düşünüldüğünde kritik (yani sınırda) vakalarda sınıflandırma yapmak zordur,

Literatürde prostat kanseri belirleme amacıyla yapılan çok sayıda çalışma olsa da bulanık mantık yaklaşımının kullanıldığı çalışma sayısı kısıtlıdır. Bulanık mantık yaklaşımı ile prostat kanseri riski belirlenen bir çalışmada bu amaç doğrultusunda uzman sistem geliştirilmiştir ve uzman sistemin risk belirleme performansı online risk hesaplayıcı ve fpsa/psa oranı ile karşılaştırılmıştır [5]. Karşılaştırma sonucunda bulanık mantık tabanlı uzman sistem başarılı bulunmuştur. Bu çalışma ile daha fazla girdi değişkeni ve farklı modeller ile başarının arttırılması hedeflenmektedir.
Bir düşünce tüm girdi değişkenlerinin tek model üzerinden değerlendirilmesi şeklinde olabilir. Ancak çok sayıda girdi değişkeni ve bunların çok sayıdaki dilsel değeri çok büyük bir kural tablosu oluşturur. Böyle bir kural tablosunun hiçbir uzman tarafından yanıtlanması mümkün değildir. Ayrıca hekimlerle yapılan görüşmeler sonucunda sistemin girdi değişkenleri ve bunların değerlendirilmesi hakkında ortak bir kanıya varılamamıştır. Bu nedenle farklı bulanık karar modelleri oluşturularak bu modellerin risk belirleme başarısı karşılaştırılmıştır. Farklı küçük modellerle çalışmak sistemin tahmin başarısını arttıracaktır.
Oluşturulacak modellerin girdi değişkenleri; psa (ng/ml), yaş(yıl), prostat hacmi (ml), rektal muayene sonucu (bulgu var-bulgu yok), psa yoğunluğu (ng/ml/cc) ve çıktı değişkeni; prostat kanseri riski(%) şeklindedir.

Değişkenlerin dilsel değerleri ise;
psa: Çok düşük, düşük, orta, yüksek, çok yüksek
Yaş: Çok genç, genç, orta yaşlı, yaşlı
Psa yoğunluğu: Düşük, orta, yüksek, çok yüksek
Prostat hacmi: Küçük, orta, büyük, çok büyük
Rektal muayene sonucu: Bulgu var, bulgu yok
Prostat kanser riski: Çok düşük, düşük, orta, yüksek, çok yüksek şeklindedir.
Geliştirilen bulanık modellerinin girdi değişkenleri birinci model için; psa, yaş, psa yoğunluğu, ikinci model için; psa, yaş, prostat hacmi, üçüncü model için; psa, yaş, rektal muayene şeklindedir ve çıktı değişkeni tüm modeller için prostat kanseri riskidir.
Birinci ve ikinci model için 80 kural, üçüncü model için 40 kural oluşmuştur.
Değişkenlerin dilsel değerleri ve üyelik fonksiyonlarının belirlenmesi, kural tablolarının oluşturulması süreçleri ürologlarla gerçekleştirilmiştir.

Mamdani Çıkarım Yöntemi

Mamdani çıkarım yöntemi ilk olarak 1975 yılında buhar makinesini ve kazan bileşimini kontrol etmek için Mamdani ve Assilian tarafından önerilmiştir. Bu yöntem uzman bilgisi yakalamak için yaygın olarak kullanılır ve uzmanlığı daha sezgisel, daha insan benzeri bir şekilde tanımlamaya izin verir [11].
Kural tabanı;

Eğer x = A ve y = B ise z = C şeklindedir.

Durulaştırma

Durulaştırma işlemi bulanık bilgilerden yola çıkarak kesin bilgiler elde etme sürecidir. Kural tabanlı çıkarım mekanizmasından gelen bulanık ifadelerin toplamı sisteme uygulanabilecek sayısal ifadelere dönüştürülür [12].

CoM Durulaştırma

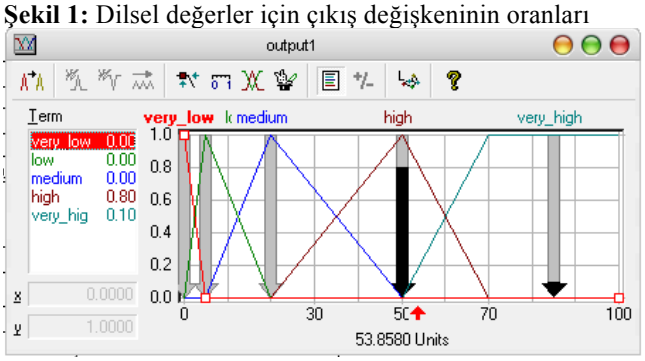
Maksimumların merkezi metodu birden fazla çıkış terimi geçerli olduğunda bunları değerlendirir ve farklı sonuçlar arasındaki uyuşmayı sağlar. CoM üyelik fonksiyonunun maksimum değerine bağlı olarak krisp çıkış değerini hesaplar [10].
CoM durulaştırma prosedürü, dilsel kümelere karşılık gelen prostat kanseri riskini, bu kümelere ait fonksiyonların tam üyelik değerlerinin merkezi olarak belirler [10].
CoM durulaştırma prosedürü çıkış krisp prostat kanseri riskini aşağıdaki gibi hesaplar;

$$x = \frac{(x_1\mu_1 + x_2\mu_2 + \cdots + x_n\mu_n)}{(\mu_1 + \mu_2 + \cdots + \mu_n)}$$

Burada;

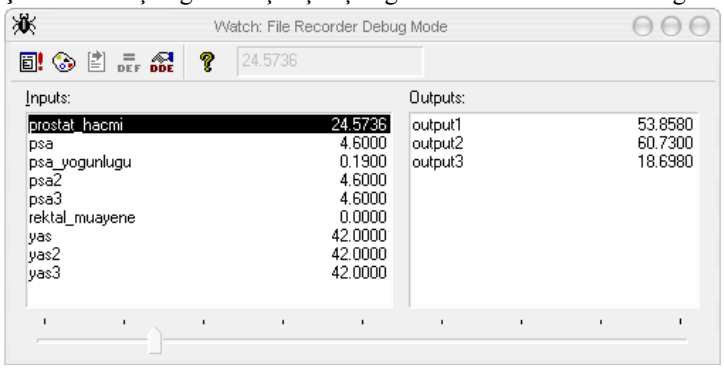
x: CoM durulaştırma prosedürünün ürettiği çıkış krisp değeri,
x_1: Çıkış değişkeninin birinci dilsel değeri için destekleme derecesi,
μ_1 : Birinci dilsel değer için çıkış değişkeninin oranıdır

Şekil 1: Dilsel değerler için çıkış değişkeninin oranları



$$\%risk = \frac{(0.8 \times 50) + (0.1 \times 84.7)}{0.1 + 0.8} = 53{,}85$$

Şekil 2: Giriş değerleri için çıkış değerlerinin interaktif olarak gösterimi



3. Bulgular

Veri setinden eksik değişkenleri içeren örnekler çalışma dışı bırakıldığında 983 hastaya ait tıbbi kayıt elde edilmiştir. Bu kayıtlara göre rektal muayene sonucu değişkeni 452 (%46) hastada bulgu yokken, 531 (%54) hastada bulgu var şeklindedir ve 732 (%74.5) hasta benign, 251 (%25.5) hasta malign tümöre sahiptir.

Tablo 1: Veri setine ait betimleyici istatistikler

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
yaş	983	38.000	92.000	63.996	8.613
psa	983	.050	1000.000	13.611	43.425
psa yoğunluğu	983	.000	35.580	.521	2.018
prostat hacmi	983	2.093	151.515	33.993	18.525
psa oranı	983	.000	1.000	.216	.136

Modellerin prostat kanseri riski belirleme performansları ROC Analizi ile değerlendirildiğinde; birinci model 0.686 AUC ($p<0.001$), ikinci model 0.696 AUC ($p<0.001$) ve üçüncü model model 0.715 AUC ($p<0.001$) ile risk belirlemiştir.

Tablo 2: ROC analizi sonuçları

	Area	Std. Error	Asymptotic Sig.	Asymptotic 95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
birinci model	.686	.020	.000	.647	.725
ikinci model	.696	.020	.000	.657	.735
üçüncü model	.715	.019	.000	.679	.751

Tablo 3: ROC analizi sonuçlarının karşılaştırılması

		AUC1	AUC2	P-Value	Corrected P-Value
birinci model	**ikinci model**	.686	.696	.016	.048
birinci model	**üçüncü model**	.686	.715	.026	.078
ikinci model	**üçüncü model**	.696	.715	.097	.291

ROC analizi sonuçları karşılaştırıldığında; en yüksek AUC değerine sahip üçüncü model ile birinci ve ikinci modellerin AUC değerleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p=0.078$; $p=0.291$).

4. Tartışma ve Sonuç

Modellerin prostat kanseri riski belirleme performansının karşılaştırılması için ROC analizi yapılmıştır. Ürologlar, yapılan değerlendirmeler sırasında rektal muayene sonucu değişkenin önemli olduğuna dikkat çekmişlerdir. Analiz sonuçları incelendiğinde psa, yaş ve rektal muayene sonucu değişkenlerinin bulunduğu üçüncü model en yüksek AUC'a (0.715, $p<0.001$) sahiptir. Alınan bu sonuç ürologların önemli bulduğu noktayı destekler niteliktedir ve prostat kanseri söz konusu olduğunda rektal muayene sonucu değişkeninin önemini göstermektedir.

Aynı veri ile yapılmış çalışmada [9] lojistik regresyon ile bayes ağları yöntemleri karşılaştırılmıştır ve lojistik regresyon yöntemi daha başarılı bulunmuştur (AUC=0.775, $p<0.001$). Bu çalışmada oluşturduğumuz farklı modeller henüz bu oranı yakalayamamıştır.

İlerleyen çalışmalarımızda bulanık modeller birbirine entegre edilecek ve bir karar destek sistemi oluşturulacaktır. Böylece kompleks bir problem öncelikle daha basit birkaç gruba indirgenecek ve bu indirgemeden elde edilen sonuçlar doğrultusunda çözüm sağlanacaktır. Entegrasyon aşamasında; oluşturulan modellerin prostat kanseri riski belirleme performansı ışığında ilerleme sağlanacaktır. Rektal muayene sonucu değişkeni ve üçüncü model oluşturulacak olan karar destek sisteminde daha ağırlıklı olarak yer alacaktır.

En ideal bulanık karar destek sisteminin oluşturulmasının ardından sitemin performansı diğer yapay zeka yöntemleri ile karşılaştırılacaktır ve bu karşılaştırma sonucunda uzman bilgi ve tecrübesi ile oluşturulmuş bulanık karar destek sisteminin, diğer yapay zeka yöntemlerin matematiksel yaklaşımlarından üstün gelmesi beklenmektedir.

5. Teşekkür

Bu çalışmaya verdikleri destekten dolayı Op. Dr. Adem YÜCE ve Op. Dr. Egemen İŞGÖREN'e teşekkür ederiz.

6. Kaynakça

[1] Global Burden of Disease Cancer Collaboration, Fitzmaurice C, Allen C, et al. Global, Regional, and National Cancer Incidence, Mortality, Years of Life Lost, Years Lived With Disability, and Disability-Adjusted Life-years for 32 Cancer Groups, 1990 to 2015: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study. JAMA Oncol 2017; 3:524.

[2] Siegel RL, Miller KD, Jemal A. Cancer Statistics, 2018. CA Cancer J Clin 2018; 68:7.

[3] Kantoff PW, Taplin ME, Smith JA, Clinical presentation and diagnosis of prostate cancer.(https://www.uptodate.com/contents/clinical-presentation-and-diagnosis-of-prostate-cancer) 2017

[4] Hoffman, Richard M. Screening for prostate cancer. New England Journal of Medicine 365.21 (2011): 2013-2019.

[5] I. Saritas, N. Allahverdi, and I. U. Sert, A fuzzy approach for determination of prostate cancer, International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering, vol. 1, pp. 1-7, 2013.

[6] Torres, Angela, and Juan J. Nieto. Fuzzy logic in medicine and bioinformatics. *BioMed Research International* 2006 (2006).

[7] ALTAŞ, İ. H. (1999, Temmuz). Bulanık Mantık:Bulanıklık Kavramı. *Enerji, Elektrik, Elektromekanik-**3e***(62):80-85.

[8] Y. Yilmaz, "Bulanik Mantik Ile Kemik Yaşi Tespiti", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, 1-2 (2011).

[9] S. Bozkurt, A. Uyar, Comparison of Bayesian network and binary logistic regression methods for prediction of prostate cancer, in: Proceedings of the 2011 4th International Conference on Biomedical Engineering and Informatics (BMEI), 2011, pp. 1689–1691.

[10] A. Yardımcı "Mikrokontrolör Tabanlı Bulanık Mantık Sevofluran Anestezisi Kontrol Sistemi ", Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği Şubat, 98-101 (2001).

[11] KAUR, A., & KAUR, A. (2012). Comparision of Mamdani-Type and Sugeno-Type Fuzzy Inference Systems for Air Conditioning System.

International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE), **2**(2):323-325.

[12] ÜNSAL, S., & ALIŞKAN, İ. Mamdani ve Takagi-Sugeno Çıkarım Yöntemlerine Sahip Bulanık Mantık Denetleyicilerin Özgün Yazılım ve Araç Kutusu Performans Analizi Performance Analysis of Fuzzy Logic Controllers Having Mamdani and Takagi-Sugeno Inference Methods By Using Unique Software and Toolbox. 237–241 (2016)

7. Sorumlu Yazarın Adresi

Nevruz İLHANLI
email: nevruzilhanli@akdeniz.edu.tr

Hemiplejik Yürüyüşün Dalgacık Dönüşümü ve Yapay Öğrenme Yöntemleri ile Sınıflandırılması
Classification of Hemiplegic Gait with Wavelet Transform and Machine Learning Technics

Hazal TAŞ ATILGAN[a], Uğur BİLGE[b], Ahmet YARDIMCI[c]

[a,b,c] *Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi AD, Akdeniz Üniversitesi, Antalya*

Özet: Bu çalışma ile hemiplejik hastaların hangi evrede olduklarının belirlenebileceği bir sistem geliştirilmiştir. Amaç hemipleji evresini belirleyerek hekim veya fizyoterapiste tedavi sürecinde karar desteği sağlamaktır. Hemiplejik hastaların hangi evrede olduklarını belirleyen çeşitli yöntemler (Brunnstrom, Bobath vb.) mevcuttur. Ancak bu yöntemler hekim veya fizyoterapistlerin görüşlerine dayalı olup başka uzmanlar tarafından değişiklik gösterebilmektedir. Bu çalışmada Brunnstrom evrelemesine göre hangi evrede oldukları bilinen hemiplejik hastaların ve sağlıklı yaşlı bireylerin yürüme sinyalleri Dalgacık Dönüşümü ve Yapay Öğrenme yöntemleri kullanılarak sınıflandırılmış ve ileride karşılaşılacak hemipleji olgularında hastanın hangi evrede olduğunun tahmin edilebileceği bir sistem geliştirilmiştir.

Abstract: In this study, a system was developed so that the stage of hemiplegic patients can be determined. The aim of the study is to determine the stage of hemiplegia and provide decision support for physicians or physiotherapists. There are already several methods such as Brunnstrom, Bobath etc. that can determine the stage of hemiplegic patients. However, these methods are based on the opinions of physicians or physiotherapists and may vary by other experts. In this study we classified hemiplegic patients who are already in known stages according to Brunnstrom method as well as healthy elderly individuals, by using Wavelet Transform and Machine Learning methods a system was developed to predict the stage of hemiplegic patients in the future.

Anahtar Kelimeler: Yürüme analizi, hemipleji, ayrık dalgacık dönüşümü, yapay öğrenme, sınıflandırma

Keywords: Gait analysis, hemiplegia, discrete wavelet transform, machine learning, classification

1. Amaç

Hemiplejinin değerlendirilmesi için kullanılan çeşitli yöntemler mevcuttur. Brunnstrom ve Bobath yöntemleri bunların başlıcaları olsa da her iki yöntem kullanılarak yapılan değerlendirme kısmen öznel değerlendirmeyi içermektedir. Bu da farklı uzmanların, değerlendirme süreci niceliksel olmadığı için farklı kararlar vermesine neden olmaktadır.

Bu çalışma ile amaçlanan, hemiplejik hastaların hangi evrede olduğunu yürüme analizi yaparak nesnel bir yöntemle bulmaktır. Böylelikle hekim veya fizyoterapisler için tedaviye karar verirken kullanabilecekleri bir sistem geliştirilmesi hedeflenmektedir.

2. Kapsam

Hemipleji, serebral dolaşımdaki patolojik değişiklikler sonucu gelişen ve vücudun bir yarısında nöromusküler fonksiyon bozuklukları ile karakterize vasküler bir sendromdur [1]. Hemipleji genelde serebrovasküler olay (SVO) olarak ta tanımlanır ve lezyona uğramış beyin hemisferinin karşı tarafındaki alt ve üst ekstremitelerde açığa çıkan hareket ve duyu kaybı ile birlikte tüm vücutta denge ve algı problemlerine ek olarak duyu, algı ve motor bütünleşme bozuklukları şeklinde kendini gösterir [2]. Hemipleji, vücudun sağ ya da sol tarafında bir kolun ve bacağın etkilendiği bir durumdur [3].

Hemiplejinin en yaygın nedeni, bir beyin arterinin veya beyin tümörü obstrüksiyonuna veya rüptürüne bağlı olarak beynin bir yarımküresinde kortikospinal yollarda hasara yol açmasıdır [4].Genel olarak, beynin sol tarafındaki hasar sağ hemiplejiye ve sağ tarafındaki hasar sol hemiplejiye neden olur [5].

SVO'lar, tümörler, arterlerin inflamasyonu, kollajenvasküler hastalıklar, bakteriyel endokardit gibi nedenlerle görülebilmektedir. Hemiplejiiskemi veya hemoraj nedeniyle beyin dokusunda enfarktüse neden olan ve genellikle ani başlayan nörolojik bozukluklarla seyreden SVO'ların en sık bulgusudur [1].

İnme olarak da bilinen SVO, günümüzde dünyada 2. sıklıkta ölüm nedeni ve en sık yatırılarak tedavi edilen nörolojik hastalık olması, uzun süreli özürlülüğe yol açması nedeni ile önemini korumaktadır. Hemiplejik hastaların %60' dan fazlası günlük yaşam aktivitelerini güçleştiren kalıcı nörolojik defisitlerden yakınmaktadır [6]. SVO sonrası hastalar şiddetli mental ve fiziksel yetersizliklerinin yanı sıra majör, ekonomik ve sosyal problemlere de sahiptirler. İstatistikler hastaların %71'inin iş kapasitesinde yetersizliği olduğunu, %16'sının yataklı bir kurumda yattığını, %31'inin kendine bakımda, %20'sinin ise ambulasyon sırasında yardıma gereksinimi olduğunu göstermektedir. Yaşlı bireylerin sayıca arttığı popülasyonlarda SVO'dan korunma ve tedavi yaklaşımları da giderek önem kazanmaktadır [1].

Hemiplejik yürüyüş yavaş, asimetrik adımlı, sağlam tarafta basma fazının uzadığı, hasta tarafta basma süresinin kısaldığı ve adım uzunluğunun azaldığı, çift ayak üzerinde kalma süresinin uzadığı ve gövde ilerletilmesinin zorlaştığı bir yürüme şeklidir. Hemiplejik hastalarda yürüme bozukluğu nedenleri; selektif motor kontrol bozukluğu, kas güçsüzlüğü, tonus değişikliği, kognitif bozukluklar, koordine hareketlerin bozulması, eklem hareket açıklığının kaybı, denge bozukluğu ve duyusal geribildirim kaybıdır [6].

3. Literatür Özeti

İnsan yürüyüşünün analizi günümüzde birçok araştırma projesinin konusudur. Web of Knowledge'de yapılan bir araştırma başlıkta 'yürüyüş' içeren bilimsel makaleler için 2012-2013 yılları arasında 3.400'den fazla yayın göstermektedir [7]. Aynı tarama 2016-2017 yılları için yapıldığında ise 10.958 yayın karşımıza çıkmaktadır. Yürüme analizi 19. yy.'den beri spor amaçlı veya güvenlik için insanların tanımlanması amacıyla da kullanılmaktadır [7,9].

Yürüyüş analizi ile yürüyüş fazı tanımlanabilir, insan yürüme olaylarının kinematik ve kinetik parametreleri belirlenebilir ve kas iskelet fonksiyonları kantitatif olarak değerlendirilebilir. Spor, rehabilitasyon ve sağlık teşhislerinde yürüyüş analizi kullanılmaktadır [9]. Örneğin bazı spor dallarında, sporcu performanslarındaki hataları tanımlayabilmek ve sporcuların kendilerini geliştirmelerini sağlamak için bu metot uygulanır [10-14]. Ortopedi ve rehabilitasyonda, hastanın iyileşme sürecini izlemek için yürüme analizi kullanılır [15-17]. Sağlık tanılarında, asemptomatik olgular ile akselerometre ve jiroskoplara dayalı medial diz osteoartriti olan hastalar arasında ayrım yapılmasına yönelik bir yöntem araştırılmış ve parkinson hastalığına yönelik uygulamalara yönelik ambulatuar izleme yöntemi de geliştirilmiştir [18-20]. Biyomedikal mühendisliği alanında, yürüyüş analizi, insan hareketini karakterize etmek için temel bir yöntem ve yardımcı araç olmuştur [9].

Özetle yürüyüş analizi, insan yürüme bozukluklarının saptanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. İnsan yürüyüşünü analiz etmek için geliştirilmiş iki ana yürüyüş analizi yaklaşımı vardır. Bir yaklaşım, insan yürüme hareketini elde etmek için video tabanlı sistemler, aktif manyetik izleyici ve optik işaretleyici sistemleri içeren işaretleme sistemlerini kullanır; bununla birlikte, yapay olarak üretilmiş bir kaynağa bağımlıdırlar ve laboratuvar ortamının dışında kullanılamazlar [8]. Muro-de-la-herran a. ve diğerleri bunları giyilemez sensör sistemleri olarak adlandırmışlardır. Diğer yaklaşım ise giyilebilir sensör sistemleridir. Giyilebilir sistemler laboratuarın dışındaki verileri analiz etmeyi ve kişinin günlük aktiviteleri sırasında insan yürüyüşü hakkında bilgi toplamayı mümkün kılmaktadır. Giyilebilir sensör sistemleri ayak, diz, uyluk veya bel gibi vücudun çeşitli yerlerinde bulunan sensörleri kullanır [7].

İvmeölçerler, jiroskoplar, kuvvet sensörleri, gerinim ölçerler, eğimölçerler, gonyometreler vb. giyilebilir sensörler, insan yürüyüşünün çeşitli özelliklerini ölçebilir [21,22]. Bu sensörler tarafından kaydedilen hareket sinyali yürüyüş analizini gerçekleştirmek için kullanılabilir. İvmeölçer ve jiroskop gibi giyilebilir atalet sensörleri, boyutları, maliyetleri ve biyomekanik yürüyüş verilerinin kolayca toplanabilme yeteneği göz önüne alındığında, geleneksel optik yürüyüş analiz sistemlerine göre giderek popüler hale gelmektedir [23].

Yapılan olan bu çalışma da hemiplejik hastalardan ivmeölçer ile alınan sinyal verilerinin analizine dayanmaktadır.

Hemiplejik hastalar için şu anda, Fugl-Meyer Yöntemi, Bobath Seviye Yöntemi, Brunnstrom Evreleme Yöntemi ve benzeri gibi birçok klinik değerlendirme yöntemi vardır. Bu çalışmada yer alan hemiplejik hastalar Brunnstrom Evrelemesine göre sınıflandırılmışlardır.

Signe Brunnstrom tarafından 1960'larda geliştirilen bu yöntem, çok sayıda hemiplejik hastanın klinik gözlemlerinden elde edilmiş olup, spastisite, sinerji ve istemli hareketin derecesine dayanmaktadır [24]. Brunnstrom 6 evreden oluşmaktadır. Evre 1, flask, istemli hareketin olmadığı evre; evre 6 ise izole eklem hareketinin olduğu evre olarak tanımlanmıştır [25]. Üst ekstremite, alt ekstremite ve el için ayrı ayrı değerlendirilen Brunnstromevrelemesi alt ekstremite için aşağıdaki gibidir:

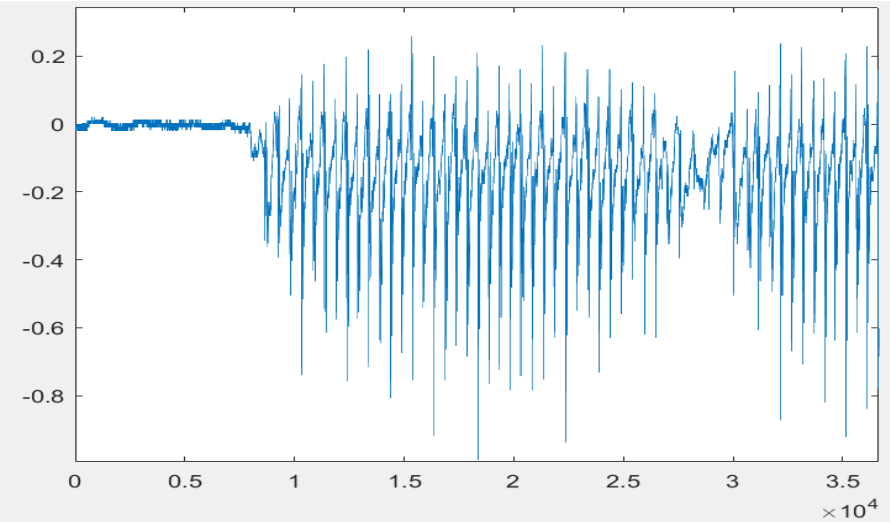
Evre 1: Tutulan bacakta hiçbir hareket yoktur. Bacak tümüyle flasktır.
Evre 2: Minimal istemli hareket mevcuttur.
Evre 3: Otururken ve ayakta kalça, diz, ayak bileği fleksiyonu istemli olarak yapılabilir. Spastisite en yüksek noktadadır.
Evre 4: Otururken ayağını arkaya koyarak 90 dereceyi aşan diz fleksiyonu yapabilir. Topuğu yerden kaldırmadan ayak bileği dorsifleksiyonu yapabilir.
Evre 5: Ayakta o bacağa ağırlık vermeden izole diz fleksiyonu ile birlikte kalça ekstansiyonu, kalça ve diz ekstansiyonu ile izole ayak bileği dorsifleksiyonu yapabilir.
Evre 6: Otururken veya ayakta dururken kalça abdüksiyonu, otururken ayak bileği inversiyonu ve eversiyonu ile beraber dizin resiprokal içe ve dışa rotasyonunu başarabilir [26].

Brunnstrom yöntemi ile hemipleji tedavisi, iyileşme sürecinin her aşamasında hasta için uygun motor paternlerin kullanımı esasına dayanır. Tedavide amaç daha normal ve daha karmaşık hareketlere doğru ilerlemektir. Sinerjiler, refleksler ve diğer anormal hareket paternleri normal istemli hareket elde edilinceye kadar yöntemin bir parçasını oluşturur [27].

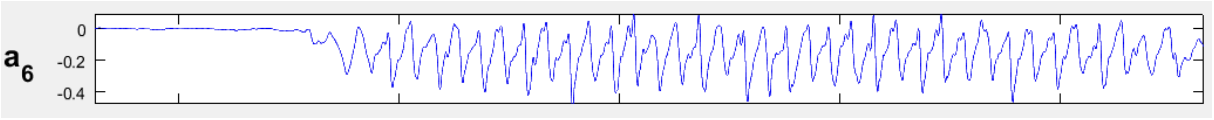
4. Veri Seti ve Yöntem

Çalışmada Brunnstrom evreleri bilinen (III:12, IV:9, V:4, VI:3) 28 inme geçirmiş hemiplejik hastadan (19 erkek, 9 kadın, yaş ortalaması 66±11, boy ortalaması 1.54±0.09 m., kilo ortalaması 54.6±9.4 kg) ivmeölçerle alınan yürüme sinyalleri kullanılmıştır. Hastalar bir koridor boyunca istedikleri hız ve ekipmanla (baston, atel) yürütülmüşlerdir. Ayrıca çalışmada 7 sağlıklı yaşlı denek (2 kadın, 5 erkek, yaş ortalaması 61±5.1, boy ortalaması 1.49±0.05 m., kilo ortalaması 49.7±1.6 kg) yer almaktadır.

Çalışmada kullanılan üç eksenli (anteropoterior, vertical, lateral) ivmeölçer sinyalleri (Şekil 1) Matlab [28] programında Daubechies5 (Db5) dalgacığı kullanılarak altıncı seviyeye kadar ayrıştırıldı.



Şekil1. Anteroposterior eksenden alınan yürüyüş sinyali



Şekil 2. Altıncı seviyede Db5 Dalgacık dönüşümü uygulanmış sinyal

Yeni oluşan sinyallerden Şekil 2.'deki gibi gözüken altıncı seviyedeki yaklaşım sinyali seçildi. Bu sinyalden her bir eksenden 11 olmak üzere üç eksenden toplam 33 tane istatistiksel öznitelik elde edildi. Bu istatistiksel öznitelikler minimum, maksimum, ortalama, ortanca, standart sapma, ortalama mutlak sapma, ortanca mutlak sapma, L1 norm (least absolute deviations), L2 norm (least squares) ve maksimum normdur. Daha sonra seçilen öznitelikler ile WEKA programı [29] kullanılarak çeşitli sınıflama yöntemleri denendi. Yapılan uygulamalar k katlı çapraz doğrulama yöntemi ile test edildi. k değerinin bu çalışmada 10 alınmasının nedeni ise, farklı sınıflandırıcılar kullanılarak yapılan testlerde beklenilen doğrulukta bir tahmin yapmak için doğru sayının yaklaşık olarak 10 olduğu görülmesidir. Aynı zamanda yapılan bazı teorik çalışmalarda k değerinin 10 olması gerektiğini belirtmektedir [30]. WEKA programı kullanılarak yapılan sınıflandırma algoritmaları LogitBoost, OneRules, J48 ve RepTree'dir.

5. Bulgular

Bu çalışmada hemiplejik hastaların hangi evrede oldukları, yürüme sinyalleri kullanılarak ayrık dalgacık dönüşümü yöntemi ve yapay öğrenme yöntemleri ile tahmin edilmeye çalışılmıştır. Tablo 1'de görüldüğü gibi hemiplejik hastaların Brunnstrom Evrelerini en iyi tahmin eden sınıflandırıcı LogitBoost algoritması olmuştur.

Sınıflandırıcı	Doğruluk Oranı (%)	Kappa	RMSE
LogitBoost	91,42	0,89	0,19
OneRules	85,71	0,81	0,24
J48	88,57	0.85	0,25
RepTree	80	0.73	0,25

Tablo 1. Brunnstrom Evreleri üzerinde sınıflandırıcıların özet tablosu

LogitBoost sınıflandırıcısı ile 35 kişiden 32'sinin hangi evrede olduğu doğru tahmin edilmiş olup, evrelere göre detaylandırılmış doğruluk oranları Tablo 2'de verilmiştir.

Class	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	MCC	ROC Area	PRC Area	
Sağlıklı	1	0	1	1	1	1	1	1	
3. Seviye	1	0,04	0,92	1	0,96	0,94	0,96	0,86	
4. Seviye	0,89	0,04	0,89	0,89	0,89	0,85	0,89	0,72	
5. Seviye	0,75	0,03	0,75	0,75	0,75	0,72	0,77	0,64	
6. Seviye	0,67	0	1	0,67	0,8	0,80	0,84	0,72	
	0,91	0,02	0,92	0,91	0,91	0,89	0,92	0,82	Weighted Avg.

Tablo 2. Brunnstrom Evrelerine göre LogitBoost sınıflandırıcının detaylı doğruluk tablosu

LogitBoost sınıflandırıcısı ile oluşan Hata Matrisi (Confusion Matrix) IMB SPSS Statistics 20 Programı kullanılarak analiz edilmiş ve Kappa değerinin anlamlılığı sınanmıştır ve $p<0,001$ bulunmuştur (Tablo 3).

Symmetric Measures

		Value	Asymp. Std. Error[a]	Approx. T[b]	Approx. Sig.
Measure of Agreement	Kappa	0,885	0,062	9,511	0,000
N of Valid Cases		35			

a. Not assuming the null hypothesis.

b. Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis.

Tablo 3. Sınıflandırma sonuçlarının SPSS ile validasyonu

6. Tartışma ve Sonuç

Sonuç olarak hemiplejik hastaların tedavisine yön verme bakımından önemli olan evre belirlemede dalgacık dönüşümü yöntemi ve yapay öğrenme yöntemlerinin kullanılabileceği görülmüştür.

Logitboost algortiması en iyi sonucu vermiştir. Sınıflandırma sonuçları SPSS programında analiz edilerek Weka ile aynı Kappa değeri bulunmuştur. Yeni hasta verileri eklenerek veri seti büyütülemektedir, böylece istatistiksel anlamlı sınıflandırma değerlerine erişilecektir.

KAYNAKLAR

[1] Otman S., Karaduman A., Livanelioğlu A. vd. Hemipleji Rehabilitasyonunda Nörofizyolojik Yaklaşımla. Ankara,2001.
[2]Bumin G., Ergun A., Uyanık M., Kayıhan H. (2007). Sağ ve Sol Hemiplejik Hastalarda Duyu, Algı ve Fonksiyonel Durumun Karşılaştırılması. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Tıp Dergisi 21(5): 221-224.
[3] FilippoCamerota, ManuelaGalli, VeronicaCimolin, ClaudiaCelletti, AndreaAncillao, David Blow& Giorgio Albertini (2013) Neuromusculartapingfortheupperlimb in CerebralPalsy: A casestudy in a patientwithhemiplegia, Developmental Neurorehabilitation, 17:6, 384-387, DOI: 10.3109/17518423.2013.830152
[4] https://www.britannica.com/science/hemiplegia (23.05.2018 tarihinde erişildi)
[5] http://www.hemihelp.org.uk/hemiplegia/what_is_hemiplegia (23.05.2018 tarihinde erişildi)
[6] Gürbüz, N. İnme Sonrası Hemipleji Gelişen Hastalarda Ayna Tedavisinin Üst Ekstremite Motor İyileşmesine Etkisinin Araştırılması. Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Ankara, 2014.
[7] Muro-De-La-Herran A.,Garcia-Zapirain B. , Mendez-Zorrilla A. Gait Analysis Methods: An Overview Of WearableAndNon-WearableSystems, HighlightingClinical Applications. Sensors (14): 2014, 3362-3394.
[8] Guo Y.,Wu D., Liu G., Zhao G., Huang B., Wang L. (A Low-Cost Body Inertial-Sensing Network ForPracticalGaitDiscrimination Of HemiplegiaPatients. TelemedicineAnd E-Health: 2014, 748-754
[9] Tao W.,Liu T., Zheng R., Feng H. Gait Analysis Using WearableSensors. Sensors (12): 2012, 2255-2283.
[10] Boulgouris, N.K.,Hatzinakos, D., Plataniotis, K.N. Gait Recognition: A Challenging Signal Processing Technology For Biometric İdentification. IEEE SignalProcess. Mag. (22): 2005, 78–90.
[11] Watanabe, K.,Hokari, M. Kinematical Analysis AndMeasurement Of Sports Form. IEEE Trans. Syst. Man Cybern. Part A. (36): 2006, 549–557.
[12] Kwon, D.Y.;Gross, M. Combining Body SensorsAnd Visual SensorsFor Motion Training. InProceedings Of The 2005 ACM SIGCHI International Conference On Advances İn Computer Entertainment Technology, Valencia, Spain, 15–17 June 2005, 94–101.
[13] Wang, L.; Hu, W.; Tan, T. RecentDevelopments İn Human Motion Analysis. PatternRecognit. (36): 2003, 585–601.
[14] Wahab, Y.; Bakar, N.A. Gait Analysis MeasurementForSport Application Based On UltrasonicSystem. InProceeding Of The IEEE 15th International Symposium On Consumer Electronics, Singapore, 14–17 June 2011.
[15] Steultjens, M.P.M.;Dekker, J.; Van Baar, M.E.; Oostendorp, R.A.B.; Bijlsma, J.W.J. Range Of Joint Motion AndDisability İn PatientsWithOsteoarthritis Of TheKneeOrHip. Rheumatology. (39): 2000, 955–961.
[16] Kimmeskamp, S.;Hennig, E.M. HeelToToe Motion Characteristics İn Parkinson PatientsDuringFreeWalking. Clin. Biomech. (16):2001, 806–812.
[17] Pope, M.H.;Bevins, T.; Wilder, D.G.; Frymoyer, J.W. TheRelationshipBetweenAnthropometric, Postural, Muscular, AndMobilityCharacteristics Of MalesAges 18–55. Spine 1985, 10, 644–648.
[18] Turcot, K.;Aissaoui, R.; Boivin, K.; Pelletier, M.; Hagemeister, N.; De Guise, J.A. New Accelerometric Method To Discriminate Between Asymptomatic Subjects And Patients With Medial Knee Osteoarthritis During 3-D Gait. IEEE Trans. Biomed. Eng. (55): 2008, 1415–1422.
[19] Moore, S.T.;Macdougall, H.G.; Ondo, W.G. Ambulatory Monitoring Of Freezing Of Gait İn Parkinson's Disease. J. Neurosci. Methods. (167): 2008, 340–348.
[20] Salarian, A.;Russmann, H.; Vingerhoets, F.J.G.; Burkhard, P.R.; Aminian, K. AmbulatoryMonitoring Of PhysicalActivities İn PatientsWithParkinsonapos'sDisease. IEEE Trans. Biomed. Eng. (54): 2007, 2296–2299.
[21] Bonato, P. WearableSensors/SystemsAndTheirİmpact On BiomedicalEngineering. Eng. Med. Biol. Mag. (22): 2003, 18–20. 21.
[22]Engin, M., Demirel, A., Engin, E.Z.; Fedakar, M. RecentDevelopmentsAndTrends İn BiomedicalSensors. Measurement. (37): 2005, 173–188.

[23] Kobsar, D.,Osis, S.T., Phinyomark, A., Boyd, J. E., Ferber, R. Reliability Of Gait Analysis Using WearableSensors İn PatientsWithKneeOsteoarthritis. Journal Of Biomechanics. (49): 2016, 3977–3982.
[24] Naghdi S., Ansari N. N., Mansouri K., Hasson S. A Neurophysiological and Clinical Study Of Brunnstrom Recovery Stages in The Upper Limb Following Stroke. Brain Injury. (24:11): 2010, 1372-1378.
[25] Sawner K.,Lavigne J. Brunnstrom'sMovementTherapy İn Hemiplegia: A NeurophysiologicalApproach. Philadelphia: JB Lippincott; 1992.
[26] Özgözen, S. İnme Sonrası Hemipleji Hastalarında Alt Ekstremite Kas Kuvveti ve Dengenin Fonksiyonel Yürüme Kapasitesi ile İlişkisi. Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Adana, 2015.
[27] Otman S., Karaduman A., Livanelioğlu A. vd. Hemipleji Rehabilitasyonunda Nörofizyolojik Yaklaşımla. Ankara, 2001.
[28] MATLAB R2018a-academic use, The MathWorks, Inc., Natick, Massachusetts, United States.
[29] Eibe Frank, Mark A. Hall, and Ian H. Witten (2016). The WEKA Workbench. Online Appendix for "Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques", Morgan Kaufmann, Fourth Edition, 2016.
[30] Witten I.H., Frank E., Data mining : practical machine learning tools and techniques, 3rd ed., Morgan Kaufmann, 2011.

Sorumlu Yazarın Adresi

Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi AD, Kampüs, Antalya, 07059

hazaltas@akdeniz.edu.tr

Türkiye'de Klinik Genetik Dizileme Testlerinin Talep Platformlarında ve Analizlerinde "İnsan Fenotip Ontolojisi"nin Kullanılması

Sinan FINDIK[1,*], Abdulahad BAYRAKTAR[1], Zafer YÜKSEL[2], Barış E. SÜZEK[3]
[1] Medipol Üniversitesi, İstanbul, TÜRKİYE
[2] Bioscientia Tıbbi Tanı Enstitüsü İnsan Genetiği Bölümü, ALMANYA
[3] Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla, TÜRKİYE
[*] sinangenetik@gmail.com

Anahtar Kelimeler: İnsan Fenotip Ontolojisi, Derin Fenotipleme, Birlikte Çalışabilirlik, Yeni Nesil Dizileme

Günümüzde önemi giderek artan kişiselleştirilmiş tıpta, "Next Generation Sequencing (NGS)" gibi gen dizileme teknolojileri (WES-WGS) ve bunların biyoinformatik analiz yöntemlerindeki gelişmeler, hekimlerin hastalık teşhis ve tedavilerini destekleyen verilere erişimlerini sağlar. Bu noktada, hastayla ilgili verilerin yeterince detaylı ve doğru fenotipik açıklamalarla anlamlandırılması, doğru ve güncel bilgilere ulaşmada önem arz eder.

Fenotip, bireyin genotipinin çevre ile etkileşiminden kaynaklanan gözlemlenebilir özellikler kümesidir. Fenotip analizi klinik uygulama ve tıbbi araştırmalarda anahtar rol oynar, fakat klinik notlarda ve tıbbi yayınlardaki fenotipik tanımlar genellikle standartlaştırılmamıştır ve herkesin aynı tanımı anlayabileceği düzeyde değildir. Dahası fenotipik kavramlar günümüzde kullanılan Medical Subject Headings (MeSH), the National Cancer Institute's (NCI) Thesaurus, SNOMED CT, ve Unified Medical Language System (UMLS) gibi klinik terminolojilerin çoğunda tutarsız ve eksik olarak ele alınmaktadır. İnsan Fenotip Ontolojisi (İng. The Human Phenotype Ontology - HPO) bu boşluğu doldurmak için geliştirilmiştir.

HPO projesi, tıbbi olarak ilgili fenotiplerin, hastalık-fenotip açıklamalarının ve bunların üzerinde çalışan algoritmaların en kapsamlı ontolojisini sağlamak amacıyla yola çıkmıştır. HPO; klinikte ayırıcı tanıyı, genetik dizileme analizlerini ve translasyonel araştırmaları desteklemek için yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. HPO, uluslararası farklı gruplar tarafından fenotipik anormallikler için bir standart olarak giderek benimsenmektedir, böylece hastalık etiyolojilerini tanımlamak için küresel veri alışverişinde yeni ortaya çıkan çabalara katkısı artarak devam edecektir**.** Bu güncel gelişmeler, klinik ve araştırma süreçlerinde özellikle genetik testlerle ilgili küresel ortak bir dil olarak HPO terimlerinin kullanımını desteklemektedir. HPO'nun benimsediği "derin fenotipleme", kişiselleştirilmiş tıbbın; ortak bir biyolojik temeli olan hastalık alt sınıflarına tabakalaşmaya dayalı olarak her hasta için en uygun bakımı sağlama amacını destekleme potansiyeline sahiptir. HPO alternatiflerine göre daha kapsamlıdır. Örneğin Winnenburg ve Bodenreider'e (2014) göre, HPO terimlerin NCI thesaurus'da %16'sının, MeSH'de %19'unun, SNOMED CT'de %30'unun ve UMLS'de %54'unun karşılığı vardır.

İnsan Fenotip Ontolojisi (HPO), hastalıkla ilişkili fenotiplerin anlamlaştırılmasını standartlaştırıyor, kapsamlı bir terminoloji olarak uygulanıyor; bununla birlikte HPO terimlerinin Türkçe de dâhil birçok dile çeviri çalışmaları da eş zamanlı devam ediyor. Bu nedenlerden dolayı ve uzun vadede ulusal ve uluslararası birlikte çalışabilirliği desteklemek adına, Türkiye'de genetik dizileme test (WGS-WES) talep platformlarında fenotip bilgilerinin HPO terimleri ile eşleştirilmesi üzerine bir çalışma yaptık. Bu çalışmamızda, Türkiye'de ve dünyada kamu ve özel farklı kurumların kullandığı test talep formlarını derledik ve inceledik. Bu formların tümünü tarayarak bulduğumuz 148 fenotipik terimi 11 üst başlıkta topladık. Türkçe ve İngilizce olarak oluşturduğumuz bu fenotip listesinin tamamını HPO terimleri ile eşleştirmeyi başardık.

Çalışmamız Türkiye'de genetik dizileme test talep formlarının bir platform üzerinden fenotip anlamlaştırılmasına ve standartlaştırılmasına katkıda bulunacaktır. HPO'nun sağladığı ortak dil ulusal ve uluslararası birlikte çalışabilirliği artıracak ve WGS-WES temelli çok merkezli ve dilli ortak çalışmalar için zemin teşkil edecektir. Ayrıca HPO'nun sağladığı derin fenotip verilerinin genomik varyasyon bilgisi ile bütünleştirilmesi ve analizi, kişiselleştirilmiş tıp ile hassas tedavi yaklaşımlarını destekleme noktasında gerekli olacaktır. Bu nedenle çalışmamızın ileri adımı olarak; HPO terimleri ile anlamlandırılmış test platformlarını analiz ederek ilişkili varyantların önceliklendirilmesine ve klinik raporlama süreçlerinde patojenik varyant karar mekanizmalarına katkı sağlayacak hesapsal yöntemler geliştirmeyi planlamaktayız.

Usage Of The Human Phenotype Ontology in Request Platforms and Analysis of Clinical Genetic Sequencing Tests in Turkey

Sinan FINDIK[1,*], Abdulahad BAYRAKTAR[1], Zafer YÜKSEL[2], Barış E. SÜZEK[3]
[1] Medipol University, İstanbul, TURKEY
[2] Bioscientia Institut für Medizinische Diagnostik Humangenetik, GERMANY
[3] Muğla Sıtkı Koçman University, Muğla, TURKEY
[*] sinangenetik@gmail.com

Keywords: Human Phenotype Ontology (HPO), Deep Phenotyping, Interoperability, Next Generation Sequencing (NGS)

Personalized medicine is becoming increasingly important. Advances in gene sequencing technologies (WES-WGS) such as "Next Generation Sequencing (NGS)" and their bioinformatics analysis methods enable physicians to access data, supporting diagnosis and treatment of diseases. At this point, the understanding of patient-related data with sufficiently detailed and accurate phenotype annotations is important in accessing accurate and up-to-date information.

The phenotype is a set of observable properties arising from the interaction of an individual's genotype with the environment. Phenotype analysis plays a key role in clinical practice and medical research, but phenotypic descriptions in clinical notes and medical journals are generally not standardized and not in a state where everyone can gather the same meaning. Moreover, phenotypic concepts are considered inconsistent and incomplete in most clinical terminology such as Medical Subject Headings (MeSH), the National Cancer Institute's (NCI) Thesaurus, SNOMED CT, and the Unified Medical Language System (UMLS). The Human Phenotype Ontology (HPO) has been developed to fill this gap.

The HPO project has set out to provide the most comprehensive ontology of medically relevant phenotypes, disease-phenotype descriptions and algorithms that work on them. HPO is extensively used to support the differential diagnosis, genetic sequencing analysis and translational research. HPO is increasingly adopted by different international groups as a standard for phenotypic abnormalities, thus it will continue to contribute to the newly emerging efforts in global data exchange to describe disease etiologies. These current developments support the use of HPO codes as a global language in clinical and research processes, especially those related to genetic testing. "Deep phenotyping", adopted by HPO, has the potential to support the aim of personalized medicine of providing the most appropriate care for each patient based on the disease subclasses having a common biological basis. HPO is more comprehensive in comparison to its alternatives. For example, according to Winnenburg and Bodenreider (2014), 16% of HPO terms have corresponding terms in NCI thesaurus, 19% to the terms in MeSH, 30% to the terms in SNOMED CT and 54% to the terms in UMLS.

HPO, standardizes disease-related phenotype annotations, it is applied as a comprehensive terminology. Moreover, the concurrent efforts to translate HPO terms into many languages, including Turkish, is underway. For these reasons and to support national and international interoperability in long-term, we conducted a study to match HPO terms with phenotype information on genetic sequencing (WGS-WES) test request platforms in Turkey. In our study, we collected and examined the test request forms used by different public and private institutions in Turkey and worldwide. We organized 148 phenotype terms that we found by scanning all of these forms, under 11 headings. We managed to match the entire list of phenotypes with HPO terms in Turkish and English.

Our study will contribute to phenotypic annotation and standardization of genetic sequencing test request platforms, in Turkey. The common language provided by HPO will enhance national and international interoperability and will provide the basis for WGS-WES-based multi-center and multilingual collaborative work. In addition, integration and analysis of deep phenotype data provided by HPO with genomic variation information will be needed to support personalized medicine and precise treatment approaches. Therefore, as a future step of our study, we plan to develop computational methods to analyze HPO annotated test request forms to prioritize the related variants and contribute to pathogenic variant decision mechanisms in clinical reporting processes.

Referanslar / References

1. Jiajie Peng, Hansheng Xue, Weiwei Hui, Junya Lu, Bolin Chen, Qinghua Jiang, Xuequn Shang and Yadong Wang: An online tool for measuring and visualizing phenotype similarities using HPO. BMC Genomics 19(Suppl 6):571 (2018).

2. Ferdinand Dhombres and Olivier Bodenreider: Interoperability between phenotypes in research and healthcare terminologies-Investigating partial mappings between HPO and SNOMED CT. Journal of Biomedical Semantics 7:3 (2016).

3. Peter N. Robinson, Christopher J. Mungall, and Melissa Haendel: Capturing phenotypes for precision medicine. Cold Spring Harb Mol Case Stud 1: a000372 (2015)

4. Peter N. Robinson: Deep Phenotyping for Precision Medicine. HUMAN MUTATION, Vol. 33, No. 5, 777–780, (2012).

5. Rainer Winnenburg and Olivier Bodenreider: Coverage of Phenotypes in Standard Terminologies. In: Proceedings of the Joint Bio-Ontologies and BioLINK ISMB'2014 SIG session "Phenotype Day" 41-44 (2014).

6. Raoul C.M. Hennekam and Leslie G. Biesecker: Next-Generation Sequencing Demands Next-Generation Phenotyping. Hum Mutat 33:884–886, (2012).

Koşullu Çekişmeli ve Evrişimli Sinir Ağ Tabanlı Otomatik Karaciğer Bölütleme

Bora Baydar[1⋆], Savaş Özkan[1⋆], and Gözde Bozdağı Akar[1]

Elektrik/Elektronik Mühendisliği, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, 06800, Ankara, Türkiye

Özet Tıbbi görüntülerin otomatik bölütlenmesi, bu alandaki uzmanlara zaman kazandırması ve insan hata faktörünü azaltması sebebiyle tıp bilişimi alanında revaçta olan çalışmalardan biridir. Bu bildiride karaciğer MR görüntülerinin otomatik bölütlemesi için Koşullu Çekişmeli Ağ (KÇA) ve Evrişimli Sinir Ağ (ESA) tabanlı otomatik yeni bir yöntem sunulmaktadır. Önerilen yöntem, hiçbir son işleme olmadan, Dokuz Eylül Üniversitesi tarafından sağlanan veriler üzerinden düzenlenen SIU Karaciğer Bölütleme Yarışması 2018'de en başarılı 2. sonucu elde etmiştir. Bu bildiride, son işleme adımında yeni iyileştirmeler önerilmiş ve önerilen eklemelerle, yöntemin diğer yöntemlere kıyasla daha başarılı sonuçlar üretebildiği gösterilmiştir.

Anahtar kelimeler: Karaciğer Bölütleme, Tam Evrişimsel Sinir Ağları, Koşullu Çekişmeli Sinir Ağları

Abstract. Automatic segmentation of medical images is among most demanded works in the medical information field since it saves time of the experts in the field and avoids human error factor. In this work, a method based on Conditional Adversarial Networks and Fully Convolutional Networks is proposed for the automatic segmentation of the liver MRIs. The proposed method, without any post-processing, achieved the second place in SIU Liver Segmentation Challenge 2018, data of which is provided by Dokuz Eylül University. In this paper, some improvements to post-processing step are also proposed and it is shown that with the addition of proposed improvements the method performs better than the other methods.

Keywords: Liver Segmentation, Fully Convolutional Neural Networks, Conditional Adversarial Neural Networks

1 Giriş

Son yıllarda, tıbbi görüntü analizi süresince uzmanlarca harcanan zamanı ve insan hatalarını azaltmak için otomatik bilgisayar tabanlı yaklaşımlar sıklıkla

Email: ozkan.savas@metu.edu.tr

⋆ İki yazar da eşit yenilik sunmaktadır.

tercih edilmektedir. Otomatik nesne bölütleme özellikle birçok tıbbi görüntüleme arasında en önemli ve ihtiyaç duyulan uygulama alanı olarak belirlenebilir. Kısaca bölütleme, görüntünün/sahnenin anlamlı bütünlük sağlayacak şekilde parçalara ayrılması işlemidir ve hastalıkların saptanmasında, tedavinin planlamasında ve tedavi sonrası gelişimi izlemede yaygın olarak kullanılmaktadır.

MR görüntülerinin bölütlemesi için literatürde birçok farklı yöntem sunulmuştur [4],[5],[6],[7],[8] . Özellikle, veri miktarı ve paralel işleme gücündeki artış, derin öğrenme tabanlı yöntemlerin daha etkin bir şekilde kullanılabilmesini hızlandırmıştır. Evrişimli sinir ağ yapısı, sahne sınıflandırma için etkin olarak kullanılmakta [9],[10],[11],[12] ve yalnızca son ağ katmanında yapılan değişikliklerle bölütleme problemine uyarlanabilmektedir [13]. Literatürde, bu konuda çok başarılı yaklaşımlar önerilmiştir. Dolayısıyla en son sunulan tıbbi görüntü bölütleme yöntemlerinin büyük bir kısmı Tam Evrişimli Ağ(TEA) tabanlıdır.

Bu çalışmada, MR görüntülerinin yüksek başarım oranıyla otomatik olarak bölütlenmesi için yenilikçi bir yöntem önerilmektedir. Bu kapsamda, çalışma uzayı olarak MR karaciğer görüntüleri yapılan testlerde kullanılmıştır. Önerilen yöntemde, tam evrişimli ağ yapısı tercih edilmiştir. Özellikle, literatürdeki genel filtre yapısından farklı olarak önemli yapısal değişiklikler sunulmaktadır. Bu sayede, ağ parametrelerinin aşırı öğrenme oranları engellenmiştir. Ayrıca, çekişmeli sinir ağ öğrenme adımı [14], sınıflandırma adımı ile birlikte kullanılmış, böylelikle evrişimsel ağların MR nesne sınırlarında yumuşak olan bölütleme sonuçları daha keskin olması sağlanmıştır. Önerilen yöntem, MR kanallarını tek ya da küçük kanal grupları olarak işleyebildiğinden, bölütme sonuçlarında oluşabilecek ayrışımları gidermek için son filtreleme adımı uygulanmıştır. Bu sayede, elde edilen MR bölüt görüntüsü tek bir bütün nesne parçası olarak hesaplamaktadır.

Bildirinin devamında, ilk olarak literatürde MR bölütme üzerine yapılan araştırmalar özetlenmektedir. Daha sonra, bildiride önerilen yöntem detaylı olarak anlatılmaktadır. Son olarak, deneyler sırasında kullanılan veriseti, yapılan testler ve elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak sunulmaktadır.

2 İlgili Çalışmalar

Ronneberger *et al.*, [13] de sunulan tam evrişimli ağı (FCN-8s) geliştirerek tıbbi görüntü bölütlemesi için U-Net'i sunmuştur [22]. U-Net, atlama bağlantıları ve adım adım üst örnekleme yapması sayesinde performansı artırmış ve sunulduğu dönemden itibaren, tıbbi görüntü bölütlemede araştırmacıların tercihi haline gelmiştir. Buna rağmen, doğru değişiklikler ve ağ yapısının probleme uyarlanması ile hala geliştirmeye açıktır.

Beyin MR bölütlemesi gibi çok sınıflı problemler için literatürde birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemler bazen farklı ağlar kullanarak performansı artırmayı hedeflerken [8, 6], bazıları ise ESA'nın iç yapısını değiştirerek bunu başarmaya çalışmıştır [15, 16, 17]. Örneğin, [8] kademeli bir ağ yapısı önerilmiştir. Bu yapıda herbir sınıfın sınıflandırması sıralı bir şekilde yapılmaktadır. Buna karşın [6] farklı yapıda birçok ağı eğitip bunların sonuçlarını birleştirerek son sınıf etiketine ulaşmıştır.

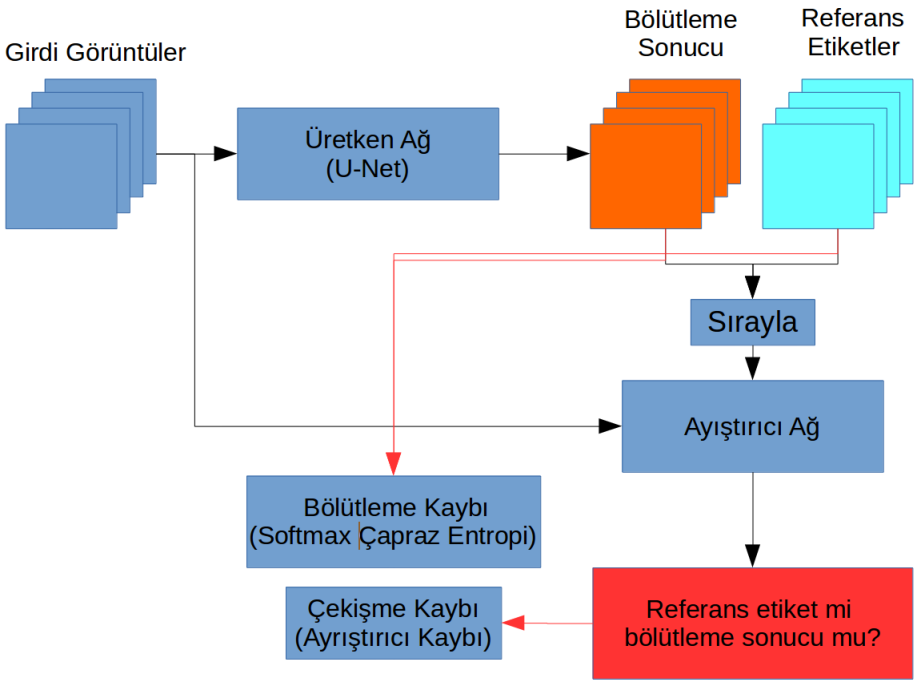


Fig. 1. Önerilen yöntemin genel akışı

ESA'ların performansını artırmak için önceden sunulan bazı yapısal değişiklikler MR bölütlemesine de uygulanmıştır. Bunlardan öne çıkanlar başlangıç modülleri [11], genişletilmiş evrişimler [18] ve artık bağlantı blokları [10] olarak özetlenebilir. Bunlara ek olarak, birçok problemde olduğu gibi MR bölütleme probleminde de aktivasyon fonksiyonu, kayıp fonksiyonu vb. seçimlerin performansı önemli ölçüde etkileyebileceği bilinmektedir.

3 Tıbbi Görüntü Bölütleme için Genelleştirilmiş Bir Derin Öğrenme Yaklaşımı

Bu çalışmadaki hedefimiz, bütün MR görüntü bölütleme problemlerinde iyi sonuç verebilecek, genelleştirilmiş bir yaklaşım sunmaktır. Ana bölütleme ağı olarak, FCN-8'e göre avantajları olduğu için U-Net kullanılmıştır. Bu avantajlardan en önemlisi U-Net'in atlama bağlantılarını kullanarak hatanın daha kolay yayılım yapmasını sağlamasıdır. Bu sayede bilgi kaybetme problemi azaltılmış olur.

Ayrıca, bölütleme ağının eğitimini iyileştirmek için, bu ağ yapısına ek olarak bir çekişmeli ağ kayıp değeri eklenmiştir. Genel ağ yapısı Şekil 1'de verilmiştir.

3.1 Veri Normalleştirme

Tıbbi veriler toplanırken, birçok farklı kuruluş, hastane, enstitü vs. bu işleme katkı sağlayabilir. Benzer şekilde, bu kuruluşlar farklı MR makineleri (çözünürlük ve kalite farklılıkları) ve farklı protokoller ile bu verileri toplayabilir. Önerilecek yöntem, aynı tipte fakat farklı karakteristiklerdeki verileri aynı başarı oranıyla işleyebilmelidir. Bu nedenle, görüntülerin bir ön işleme adımıyla düzeltilmesi elde edilecek başarıya katkı sağlamaktadır.

Önerilen ön işleme adımında, her bir MR görüntü, piksel değerleri $x_i \in \mathbb{R}^{\mathrm{W,H,D}}$ dağılımına göre normalize edilmiştir. Burada, W ve H görüntünün uzamsal boyutlarını gösterirken, D MR görüntünün kanal sayısına karşılık gelmektedir. Bu amaçla, görüntüdeki en yüksek ve en küçük pixel değeri ile görüntü tekrar ölçeklenmiştir:

$$\hat{x}_i = \frac{x_i - min_x}{max_x - min_x} \tag{1}$$

Burada max_x ve min_x değerleri görüntüdeki bütün pikseller arasında en büyük ve en küçük değerlere karşılık gelmektedir. Bu adım sayesinde, farklı piksel aralıklarındaki görüntüler, aynı değer aralığına ölçütlendiği için bölütlemedeki doğru sınıflandırma oranı artmaktadır.

3.2 Genel Evrişimsel Ağ Yapısı

Bölütleme problemini, sahne sınıflandırma probleminden ayıran en temel fark, çıktı sonucunun tek bir değer yerine herbir piksel için farklı sonuçlara karşılık gelmesidir. Bu nedenle de, çıktı sonucu girdi görüntüyle aynı uzaysal boyutlara sahip olmalıdır ve bölütleme problemi için her pikselin sınıflandırması yapılmalıdır. Sınıflandırma problemlerinde, derin katmanlara indikçe uzaysal boyutlar küçülürken, saklı (latent) öznitelik bilgi miktarı artmaktadır. Bölütleme için önerilmiş olan FCN-8 ve U-Net gibi ağlarda [13, 22], derin katmanlarda elde edilen ve uzaysal boyutları küçük olan öznitelikler, farklı yollarla üst örnekleme yapılarak girdi boyutlarına yükseltilir. FCN-8 bu işlemi tek adımda yaparken, U-Net bu işlemi herbir katmanda tekrarlı şekilde yapmaktadır. Eğer, görüntülerden öznitelik çıkarma adımına kodlama ve bölütlemenin oluşturulması için örnekleme yapılan adıma da çözümleme denirse, kodlama adımının farklı katmanlarında elde edilen değerler, çözümleme adımında herbir katmanda ayrı ayrı birleştirilmektedir (toplama veya bitiştirme yöntemiyle). Bu sayede, girdi görüntüden çıktı sonucuna kadar olan bilginin miktarını maksimuma çıkarmak amaçlanmaktadır ve eğitim sırasında sonuç değerinde oluşabilecek hatanın daha kolay geri yayılım yapabileceği bir kısayol eklenmiş olur. Ayrıca, FCN-8 modeline göre hesaplama yükü katmanlar halinde birleştirme yapıldığı için nispeten azalmıştır.

Önerilen yöntemin eğitimi sırasında softmax çapraz entropi [23] kayıp değeri kullanılmaktadır:

$$\mathcal{L}_{cls} = -\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(y_i^R \log y_i^P) \tag{2}$$

Burada y_i^R gerçek bölüt görüntüsünü gösterirken, y_i^P önerilen yöntem tarafından tahmin edilen bölütleme sonucuna karşılık gelmektedir. N ise görüntüdeki piksel sayısını temsil eder.

3.3 Yapısal Önermeler

Literatürde, özellikle geri yayılım bilgisinin kaybolmasını engellemek ve ReLU aktivasyon fonksiyonu [24] ile kullanıldığında seçiciliği arttırmak için Grup (batch) Normalleştirme [25] yaygın olarak kullanılmaktadır. Yaygın olarak her katmanda önce Evrişimsel Filtre, sonrasında Grup Normalleştirme, ve en son ReLU uygulaması tercih edilmektedir.

Fakat Grup normalleştirme adımının, evrişimsel filtre yapıdan önce uygulanmasının daha başarılı sonuçlar verdiği deneysel sonuçlarda gözlenmiştir. Ayrıca, ReLU aktivasyon fonksiyonu yerine negatif değerlere kısmi izin veren Parametrik ReLU [26] aktivasyon fonksiyonu tercih edilmiştir. Sonuçların iyileşmesindeki temel etken, filtreleme sonucunda elde edilen negatif değerlerin bilgi akışı sırasında tamamen kaybedilmemesi ve olabildiğince en yüksek seviyede bütün değer aralıklarının istatistiki olarak değerlendirmeye alınmış olmasıdır.

3.4 Çekişmeli Sinir Ağları

Evrişimli filtre yapısındaki en önemli eksik, nesnenin kenar bölgelerinde yumuşak ve belirgin bir şekilde bozuk şekillerin oluşmasıdır. Bu durumu iyileştirmek için literatürde en fazla tercih edilen yöntemlerin başında Koşullu Rastgele Alanlar gelmektedir. Bu fonksiyon pikselin rengine, komşu piksellerin sınıflarına, pikselin pozisyonuna bağlı olarak ilişkiler kurarak bölütme sonuçlarını iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Fakat, öğrenme sırasında, evrişimler ağlardaki parametre değerlerine etki edemediği için, genel yapıdan bağımsız bir ikinci adım olarak tercih edilmektedir. Bu nedenle bizim yaklaşımımızda Koşullu Rastgele Alanlar tabanlı bir yaklaşım yerine, derin ağ modeliyle etkileşime geçebilecek Koşullu Çekişmeli Ağ yaklaşımı entegre edilmiştir.

Kısaca, klasik Üretken Çekişmeli Ağlarda [14], ağ rastgele Gaussian vektörleri ile beslenir ve ayrıştırıcı-iyileştirici öğrenme modeli sonucunda eğitim veri setinde bulunan görsellere benzeyen yeni sonuçlar elde edilir. Koşullu Çekişmeli Ağlarda ise ağa aynı zamanda belli koşullar girdi olarak verilebilir. Örneğin, [27] çalışmalarında, elde edilmek istenen yüz ifadesi girdi olarak ağa sağlanır. Anlamsal bölütleme probleminde de yaklaşım buna oldukça benzerdir. MR görüntüsü (x_i) ile elle etiketlenen gerçek bölüt alanı (y_i^r) bitiştirilmiştir ($u_i^R = [x_i, y_i^r]$, [.] bitiştirme işlemini belirtmektedir). Benzer şekilde MR görüntüsü (x_i) ile üretici ağ tarafından elde edilen sonuç görüntüsü (y_i^r) bitiştirilmiştir ($u_i^P = [x_i, y_i^p]$). Koşullamada, üretici ağ, u_i^P ile u_i^R yi ayırt etmeye çalışan bir ayrıştırıcı ağ ile eğitilmektedir. Böylece, eğitim sırasında nesnelerin kenar sınırlarında oluşacak hatanın modele yayılımı ek bir kayıp değeri ile sağlanır:

$$\mathcal{L}_{gan}^d = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(\log D(u_i^R)) + \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(\log(1.0 - D(u_i^P))), \tag{3}$$

$$\mathcal{L}_{gan}^{g} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(\log D(u_i^P)) \tag{4}$$

Burada, $\mathcal{L}_{gan}^{d}$ ayrıştırıcı kayıp değeri, gerçek ile elde edilen bölütleme değerini birbirinden olabildiğince ayırt etmeye çalışırken, $\mathcal{L}_{gan}^{g}$ evrişimsel filtreleri bölütleri olabildiğince gerçek değerlere benzetmeye yani sınır kenar noktalarında keskinleştirmeye çalışmaktadır. Not edilmelidir ki, karaciğer bölütlemede kullanılan KÇA, son işleme adımından ziyade, kayıp fonksiyonunun geliştirilmesi olarak düşünülebilir.

3.5 Öğrenme Modeli

Üst kısımda özetlendiği üzere, parametre öğrenmede iki kayıp değerlerinden faydalanılmaktadır:

$$\mathcal{L} = \mathcal{L}_{cls} + 0.01 \times \mathcal{L}_{gan}^{g} \tag{5}$$

Dikkat edileceği üzere Koşullu Çekişmeli kayıp değeri oldukça düşük tutulmuştur. Bunun nedeni, [28]'de özetlendiği gibi çekişmeli ağlar parametre uzayını ayırırken devamlı olmadığı ve yerel minimumlara takılabileceğinden dolayıdır. Ayrıca, parametrelerin öğrenilmesi için Adam çözümleyicisi [29] kullanılmıştır. Öğrenme katsayısı ve toplam iterasyon sayısı 0.001 ve 100K olarak belirlenmiştir. Kodlanması sırasında Tensorflow kod kütüphanesinden yararlanılmıştır.

3.6 3-Boyutlu Ayrık Giderme

Önerilen sistem, 3-boyutlu MR görüntüsü bölütleme esnasında, bütün girdi görüntülerini kullanmak yerine, sıralı gruplar halinde bölüt tahminleri yapmaktadır. Matematiksel olarak, $f(.)$ önerilen evrişimsel filtre modelini belirtirse, elde edilen herbir bölüt sonucu $2 \times K + 1$ komşuluğundaki görüntüler kullanılarak $y_i^P = f([\hat{x}_{i-K}, \hat{x}_{i-K+1}, ..., \hat{x}_{i+K-1}, \hat{x}_{i+K}])$ ile gösterilebilir. Bu nedenle, tahminler sırasında bazı 3-boyutlu nesneden kopuk ayrışımlar oluşacaktır.

Son adım olarak, elde edilen 3-boyutlu MR görüntüleri birbirine bağlı voksellerden oluşacağı bilgisi de göz önünde bulundurularak, küçük yanlış ayrışımları gidermek için en büyük 3 boyutlu bağlı hacim filtrelemesinin performansı artırdığı gözlenmiştir.

4 Deneysel Sonuçlar

İlk olarak kullanılan veriseti ve performans hesaplama metrikleri özetlenecektir. Daha sonra, yapılan deneyler ve elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilecektir.

4.1 Veriseti ve Metrikler

SIU Karaciğer Bölütleme Yarışması 2018[1] 'de de kullanılan BT veri seti 20 hastadan oluşmaktadır[1, 2]. Bunların 6 tanesi eğitim için referans etiketleri ile birlikte sağlanmıştır. Kalan 14 hastanın ise yalnızca tarama görüntüleri verilmiştir. Bölüm 4.2'de yarışmada elde edilen sonuçlar verilmiştir. Verisetinde herbir hasta farklı karaciğer MR kesiti görüntüsünden oluşabilmektedir.

Table 1. Son işleme adımı eklenmeden, farklı komşu katman sayıları kullanılarak elde edilen sonuçlar.

Kullanılan Komşu Katman Sayısı	Hacimsel Örtüşme	Bağıl Mutlak Hacim Farkı	Ortalama simetrik yüzey mesafesi	Etkin simetrik yüzey mesafesi	En büyük simetrik yüzey mesafesi	Sonuç
0	83.479	72.708	61.159	24.395	0.000	48.348
3	88.839	81.462	74.831	39.280	0.000	56.883

Performans değerlendirmesinde 5 farklı metriğin ortalama değeri dikkate alınmıştır. Bunlar, hacimsel örtüşme, bağıl mutlak hacim farkı, ortalama simetrik yüzey mesafesi, etkin simetrik yüzey mesafesi ve en büyük simetrik yüzey mesafesidir.

4.2 Sonuçlar

Önerilen yöntemin sonuçları bu bölümde detaylı olarak sunulmuştur. İlk olarak Tablo 1'de son işleme adımı (3B ayrık giderme) olmadan yöntemin sonuçları göstermektedir. Tablodaki kullanılan komşu katman sayısı K değerine karşılık gelmektedir. Sonuçlardan, bölütleme işleminde kullanılan komşu katman sayısının artması sonuçlara olumlu etki yapabildiğini göstermektedir. Fakat, bu artış, hesaplama da benzer bir artışa neden olmaktadır.

Table 2. 2 boyutlu ayrık giderme sonrası elde edilen sonuçlar.

Kullanılan Komşu Katman Sayısı	Hacimsel Örtüşme	Bağıl Mutlak Hacim Farkı	Ortalama simetrik yüzey mesafesi	Etkin simetrik yüzey mesafesi	En büyük simetrik yüzey mesafesi	Sonuç
0	85.602	79.179	85.703	74.268	26.320	70.215
1	88.369	72.603	89.043	84.673	41.964	75.330
2	89.261	72.587	89.861	86.295	44.107	76.422
3	90.331	90.039	90.180	86.448	40.333	79.466

Tablo 2'de son işleme olarak 2B ayrık giderme uygulandığında elde edilen sonuçlar görülmektedir. Tablo 1'de verilen son işlemesiz halleri ile karşılaştırıldığında sonuç puanlarının yaklaşık 20 puan arttığı görülmektedir. Bu da, sunulan yöntemin aslında basit bir işlem adımıyla çok daha başarılı sonuçlar verebileceğini

[1] https://eee.deu.edu.tr/moodle/mod/page/view.php?id=7873

göstermektedir. Ayrıca, komuşulukların kullanılmasının performansa olan olumlu etkisi benzer şekilde bu tabloda da gözlenmektedir.

Son olarak, 2B yerine 3B ayrık giderme son adımı uygulandığında sonuçlara olan etkisi gösterilmiştir. Tablo 3'de önerilen yöntemin (METU MM LAB v5) SIU Karaciğer Bölütleme Algoritmaları Yarışması'nda sunulan diğer yöntemlerle karşılaştırmalı sonuçları verilmektedir. Burada, önerilen yöntem sadece verilen kısıtlı veri seti ile eğitilmiştir. İTÜ Vision Lab-v10 algoritmasında ise farklı veri setleri ile eğitim veri seti daha geniş tutulmuştur. Bu da, önerilen yöntemin limitli eğitim seti ile dahi en iyi başarımı verebileceği ve MR görüntü bölütleme problemi için en iyi yöntem olabileceğinin göstergesidir.

Table 3. Yarışmada sunulan en başarılı yöntemlerin sonuçları.

Otomatik yöntem grubu sonuçları	İlk puanlar (eğitim + test verisi)	İlk puanlar (test verisi)	Güncellenmiş puanlar (test verisi)
İTÜ-Vision Lab - v10	67.620	63.560	79.680
METU MM LAB v4	62.480	56.880	79.470
DEU Deep Medic v2	-	-	61.930
METU MM LAB v5*	-	-	85.080

5 Yorumlar

Tıbbi görüntüler 3 boyutlu olarak toplandığından ve değerlendirme sırasında bu bilgiden faydalanılması gerektiğinden, 3 boyutlu otomatik yöntemlerin başarımı artırabildiği gösterilmiştir. Ayrıca, önerilen yöntemde, Koşullu Çekişmeli Ağlar eğitime dahil edilmiştir. Bu sayede doku sınırlarında, ağ bir koşullama kurarak, yöntemin eğitimi geliştirilmiş ve başarımı artırılmıştır. Son olarak, elde edilen bölütleme görüntülerinde ayrıkların temizlenmesinin başarımı arttırdığı özetlenmekdir. Önerilen yöntemin testleri sırasında sadece karaciğer bölütleme problemi kullanılsa da, bu yöntem herhangi bir MR görüntü bölütleme problemine rahatlıkla uygulanabilir.

6 Teşekkürler

Önerilen modelin eğitimi ve testleri sırasında kullanılan hibe edilmiş GPU kartları için yazarlar NVIDIA şirketine memnuniyetlerini sunar. Ayrıca, yarışma sırasında ve sonrasında değerli fikir alışverişlerinden dolayı Sn. Alper Selver'e ve Sn. Emre Kavur'a teşekkür eder.

*2 boyutlu ayrık giderme 3 boyutlu olarak uygulandığında elde edilen sonuç

Bibliography

[1] M. A. Selver, A. Kocaoğlu, G. K. Demir, H. Doğan, O. Dicle, and C. Güzeliş, "Patient oriented and robust automatic liver segmentation for pre-evaluation of liver transplantation," *Computers in Biology and Medicine*, vol. 38, no. 7, pp. 765 – 784, 2008.

[2] M. A. Selver, F. Fischer, S. Gezer, W. Hillen, and O. Dicle, "Semi-automatic segmentation methods for 3-d visualization and analysis of the liver," in *e-Health – For Continuity of Care*, vol. 205 of *Studies in Health Technology and Informatics*, pp. 1133 – 1137, 2014.

[3] M. A. Selver, A. Kocaoğlu, G. K. Demir, H. Doğan, O. Dicle, and C. Güzeliş, "Nakil Öncesi verici değerlendirmeleri için otomatik karaciğer bölütleme yordamı," *IV. National Turkish Medical Informatics Congress*, pp. 10 – 16, November 2007.

[4] J. Dolz, K. Gopinath, J. Yuan, H. Lombaert, C. Desrosiers, and I. B. Ayed, "Hyperdense-net: A hyper-densely connected CNN for multi-modal image segmentation," *CoRR*, vol. abs/1804.02967, 2018.

[5] K. Kamnitsas, C. Ledig, V. F. J. Newcombe, J. P. Simpson, A. D. Kane, D. K. Menon, D. Rueckert, and B. Glocker, "Efficient multi-scale 3d CNN with fully connected CRF for accurate brain lesion segmentation," *CoRR*, vol. abs/1603.05959, 2016.

[6] K. Kamnitsas, W. Bai, E. Ferrante, S. G. McDonagh, M. Sinclair, N. Pawlowski, M. Rajchl, M. C. H. Lee, B. Kainz, D. Rueckert, and B. Glocker, "Ensembles of multiple models and architectures for robust brain tumour segmentation," *CoRR*, vol. abs/1711.01468, 2017.

[7] F. Isensee, P. Kickingereder, W. Wick, M. Bendszus, and K. H. Maier-Hein, "Brain tumor segmentation and radiomics survival prediction: Contribution to the brats 2017 challenge," in *Multimodal Brain Tumor Segmentation Benchmark, Brain-lesion Workshop, MICCAI 2017*, 09/2017 2017.

[8] G. Wang, W. Li, S. Ourselin, and T. Vercauteren, "Automatic brain tumor segmentation using cascaded anisotropic convolutional neural networks," *CoRR*, vol. abs/1709.00382, 2017.

[9] A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton, "Imagenet classification with deep convolutional neural networks," in *Proceedings of the 25th International Conference on Neural Information Processing Systems - Volume 1*, NIPS'12, (USA), pp. 1097–1105, Curran Associates Inc., 2012.

[10] K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun, "Deep residual learning for image recognition," *CoRR*, vol. abs/1512.03385, 2015.

[11] C. Szegedy, W. Liu, Y. Jia, P. Sermanet, S. Reed, D. Anguelov, D. Erhan, V. Vanhoucke, and A. Rabinovich, "Going deeper with convolutions," in *Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2015.

[12] K. Simonyan and A. Zisserman, "Very deep convolutional networks for large-scale image recognition," *CoRR*, vol. abs/1409.1556, 2014.

[13] E. Shelhamer, J. Long, and T. Darrell, "Fully convolutional networks for semantic segmentation," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 39, pp. 640–651, Apr. 2017.
[14] I. Goodfellow, J. Pouget-Abadie, M. Mirza, B. Xu, D. Warde-Farley, S. Ozair, A. Courville, and Y. Bengio, "Generative adversarial nets," in *Advances in Neural Information Processing Systems 27* (Z. Ghahramani, M. Welling, C. Cortes, N. D. Lawrence, and K. Q. Weinberger, eds.), pp. 2672–2680, Curran Associates, Inc., 2014.
[15] G. Kim, "Brain tumor segmentation using deep u-net," in *MICCAI BraTS 2017 Proceedings*, 2017.
[16] P. Moeskops, M. Veta, M. W. Lafarge, K. A. J. Eppenhof, and J. P. W. Pluim, "Adversarial training and dilated convolutions for brain MRI segmentation," *CoRR*, vol. abs/1707.03195, 2017.
[17] X. Li, X. Zhang, and Z. Luo, "Brain tumor segmentation via 3d fully dilated convolutional networks," in *Multimodal Brain Tumor Segmentation Benchmark, Brain-lesion Workshop, MICCAI 2017*, 09/2017 2017.
[18] F. Yu and V. Koltun, "Multi-scale context aggregation by dilated convolutions," *CoRR*, vol. abs/1511.07122, 2015.
[19] P. Luc, C. Couprie, S. Chintala, and J. Verbeek, "Semantic segmentation using adversarial networks," *CoRR*, vol. abs/1611.08408, 2016.
[20] Z. Li, Y. Wang, and J. Yu, "Brain tumor segmentation using an adversarial network," in *Brainlesion: Glioma, Multiple Sclerosis, Stroke and Traumatic Brain Injuries* (A. Crimi, S. Bakas, H. Kuijf, B. Menze, and M. Reyes, eds.), (Cham), pp. 123–132, Springer International Publishing, 2018.
[21] M. Rezaei, K. Harmuth, W. Gierke, T. Kellermeier, M. Fischer, H. Yang, and C. Meinel, "Conditional adversarial network for semantic segmentation of brain tumor," *CoRR*, vol. abs/1708.05227, 2017.
[22] O. Ronneberger, P. Fischer, and T. Brox, "U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation," *CoRR*, vol. abs/1505.04597, 2015.
[23] I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, *Deep Learning*. MIT Press, 2016. http://www.deeplearningbook.org.
[24] R. H. R. Hahnloser, R. Sarpeshkar, M. A. Mahowald, R. J. Douglas, and H. S. Seung, "Digital selection and analogue amplification coexist in a cortex-inspired silicon circuit," *Nature*, vol. 405, pp. 947–951, 2000.
[25] S. Ioffe and C. Szegedy, "Batch normalization: Accelerating deep network training by reducing internal covariate shift," *CoRR*, vol. abs/1502.03167, 2015.
[26] K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun, "Delving deep into rectifiers: Surpassing human-level performance on imagenet classification," *CoRR*, vol. abs/1502.01852, 2015.
[27] P. Isola, J. Zhu, T. Zhou, and A. A. Efros, "Image-to-image translation with conditional adversarial networks," *CoRR*, vol. abs/1611.07004, 2016.
[28] M. Arjovsky and L. Bottou, "Towards principled methods for training generative adversarial networks," *CoRR*, vol. abs/1701.04862, 2017.
[29] D. P. Kingma and J. Ba, "Adam: A method for stochastic optimization," *CoRR*, vol. abs/1412.6980, 2014.

MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİYLE ÇALIŞANLARIN SAĞLIK DURUMLARINA GÖRE İŞE DEVAMSIZLIKLARININ TAHMİNLENMESİNDE KARAR DESTEĞİ

Yüksel Özkan[1], Timur Köse[1], Mehmet N. Orman[1], Aslı Suner[1]

[1]Ege Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Anabilim Dalı, Bornova, İzmir, Türkiye

Özet. Çalışanlar, meslek hayatlarında birçok nedenden dolayı çalıştıkları kurumlarda işe devamsızlık yapabilmektedirler. Çalışanların devamsızlık durumu, performans değerlendirmesinde göz önünde bulundurulan önemli bir kriter olarak dikkate alınmaktadır. Çalışanların iş yerlerindeki uzun süreli yokluklarında kurumdaki üretkenlik azalabileceğinden, erken dönemde belirlenecek çalışan devamsızlığı ile yedek elemanlar uygun bölümlere görevlendirilebilecektir. Makine öğrenmesi yöntemleri kullanarak, çalışanların hangi durumlarda ne kadar sürede devamsızlık yaptıkları sınıflandırma algoritmalarıyla tahminlenebilmektedir. Bu çalışmada, çalışanların işe devamsızlık durumlarında hangi sürelerde devamsızlık yaptıklarını öngörebilmek amacıyla, çalışanlara ilişkin kişisel bilgiler, hastalık nedenleri, fiziksel bulguları, alkol ve sigara kullanımları gibi çeşitli sağlık durumlarına ilişkin özelliklerle makine öğrenmesi yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler, uluslararası UCI veri tabanındaki 740 bireye ait 21 özelliğin yer aldığı işe devamsızlık veri setinden elde edilmiştir. Bu veriler üzerinde makine öğrenme yöntemlerinden; Bayes ağları, naive Bayes, yapay sinir ağları, çok terimli lojistik regresyon, destek vektör makinası, k-en yakın komşular, J-48 karar ağacı ve rastgele orman algoritmaları kullanılarak sınıflama yapılmıştır. Algoritmaların sınıflandırma performansları, doğruluk, Kappa istatistiği, ortalama mutlak hata, duyarlılık, seçicilik ve ROC eğrisi kriterlerine göre karşılaştırılmıştır. Tüm analizlerde WEKA 3.8.2 framework programı kullanılmıştır. Analiz sonuçlarında algoritmaların doğruluk kriterleri sırasıyla, %93,24; %90,81; %93,24; %89,46; %93,92; %89,73; %93,51 ve %93,65 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre en iyi sınıflandırma performansına sahip algoritma olan destek vektör makinası algoritması kullanılarak geliştirilen model ile çalışanların devamsızlık durumlarını başarı ile tahminleyen bir karar desteği oluşturulmuştur.

Anahtar Kelime: İşe devamsızlık, Makine öğrenmesi, Sınıflandırma, Karar desteği.

DECISION SUPPORT FOR THE ESTIMATION OF EMPLOYEES' ABSENTEEISM BY USING MACHINE LEARNING METHODS WITH THEIR STATE OF HEALTH

Abstract. Employees can be absent from work for many reasons in their professional life. The absence of employees is considered as an important criterion for performance evaluation. As the productivity of organization may decrease in the long absence of employees in the work, spare staff can be assigned to the appropriate departments with the absenteeism to be determined early. Using machine learning methods, it can be estimated by the classification algorithms of how long and in which situations employees are absent from work. In this study,

the characteristics of various health conditions such as personal information about employees, causes of illness, physical findings, alcohol and cigarettes, and machine learning methods have been used in order to predict how long employees are absent. The data used in the study were obtained from the absenteeism at work data set in which 21 attributes of 740 individuals in the international UCI database. The data were classified using machine learning methods such as Bayesian networks, naive Bayes, artificial neural networks, multivariate logistic regression, support vector machine, k-nearest neighbours, J-48 decision tree and random forest algorithms. The classification performances of algorithms were compared according to criterion of accuracy, Kappa statistic, mean absolute error, sensitivity, specificity and ROC curve. In all analyses, WEKA 3.8.2 framework program was used. In the analysis results, the accuracy criteria of the algorithms were 93,24%; 90.81%; 93.24%; 89.46%; 93.92%; 89.73%; 93.51% and 93.65%, respectively. According to these results, support vector machine, which is the algorithm with the best classification performance, was used to develop a decision support that successfully estimates absenteeism of employees.
Keywords: Absenteeism, Machine Learning, Classification, Decision Support.

1 Giriş

Çalışanlar, meslek hayatlarında birçok nedenden dolayı çalıştıkları kurumlarda işe devamsızlık yapabilme eğilimdedirler. Bir işletmede, çalışanın programlanmış çalışma saatleri içerisinde isteyerek ya da istemeyerek devamsızlık davranışı sergilemesi, işe devamsızlık olarak adlandırılmaktadır [1]. İşe devamsızlık; kurumlarda maliyeti, verimliliği ve etkililiği azaltan bir problem olmakla birlikte, çalışanlar arasında da uyumsuzluğa neden olabilmektedir. Diğer yandan, çalışanların devamsızlık durumu, performans değerlendirmesinde göz önünde bulundurulan önemli bir kriter olarak dikkate alınmaktadır. Çalışanların iş yerlerindeki uzun süreli yokluklarında kurumdaki üretkenlik azalabileceğinden, erken dönemde belirlenecek çalışan devamsızlığı ile yedek elemanlar uygun bölümlere görevlendirilebilecektir. İşletmelerde, işe devamsızlığın ölçülebilmesi için kayıtların tutulması ve öngörülmesi giderek önem kazanmaktadır [2]. Birçok çalışmada makine öğrenme sınıflandırma algoritmaları kullanılarak farklı durumlar için çalışanların işe devamsızlıkları tahminlenebilmektedir. Bir işyeri çalışanlarının işe devamsızlık nedenlerinin sınıflanmasında J-48 karar ağacı algoritması kullanılırken; iş yerinde verimliliğinin arttırılması için çalışanların işe devamsızlık sürelerinin tahminlenmesinde, makine öğrenme sınıflama algoritmalarından naïve Bayes, J-48 karar ağacı ve yapay sinir ağları algoritmaları uygulanmıştır [3,4]. Çalışanların öznitelikleri ile işe devamsızlık düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesinde, sınıflandırma algoritmalarından karar ağacı algoritması kullanılmış ve çalışanların iki yıllık süre içinde devamsızlıklarına neden olan önemli öznitelikler belirlenmiştir [5]. Bunun yanı sıra, hastalıkla ilgili işe devamsızlıkların çeşitli çalışma grupları arasındaki eğilimleri ve farklılıkları ayrıntılı olarak incelemiştir [6]. Çalışma alanlarının giderek gelişmesiyle birlikte çalışanların üzerinde kurulan baskının artması sonucunda çalışanların sağlığının bozulduğuna dikkat çekilen bir çalışmada ise, iş yerinde devamsızlığın öngörülmesinde nöro bulanık ağ algoritmasına hata geri yayılma algoritması ile yapay sinir ağ tabanlı çok katmanlı algılayıcı algoritması entegre edilmiştir [7]. İş yoğunluğunun çalışanların sağlık durumlarında bazı rahatsızlıkların ortaya çıkmasına neden olduğu, bunun sonucunda işe devamsızlığın arttığının belirlendiği bir çalışmada, yapay sinir ağları algoritmasıyla işyerindeki devamsızlık durumu tahminlenmiştir [8]. Bu çalışmada,

çalışanların işe devamsızlık durumlarında hangi sürelerde devamsızlık yaptıklarını öngörebilmek amacıyla, çalışanların kişisel bilgileri, hastalık nedenleri, fiziksel bulguları, alkol ve sigara kullanımları gibi çeşitli sağlık durumları makine öğrenme yöntemleriyle sınıflanmış, uygulanan algoritmaların performansları karşılaştırılmıştır.

2 Yöntem

Çalışmada kullanılan veriler, uluslararası UCI veri tabanındaki 740 bireye ait 21 özelliğin yer aldığı işe devamsızlık veri setinden elde edilmiştir [7]. Çalışanların çeşitli nedenlerden dolayı işe devamsızlık yapma süreleri; devamsızlık yapmama, günlük, haftalık ve aylık devamsızlık yapma olmak üzere dört sınıfta tahminlenmektedir. Makine öğrenme sınıflandırma algoritmalarından, Bayes tabanlı algoritmalardan Bayes ağları ve naive Bayes; yapay sinir ağları, çok terimli lojistik regresyon, destek vektör makinası, k-en yakın komşular ve topluluk tabanlı algoritmalardan J-48 karar ağacı ve rastgele orman algoritmaları kullanılarak sınıflama yapılmıştır. Algoritmaların sınıflandırma performansları, doğruluk, Kappa istatistiği, ortalama mutlak hata, duyarlılık, seçicilik ve ROC eğrisi kriterlerine göre karşılaştırılmıştır. Tüm analizlerde WEKA 3.8.2 framework programı kullanılmıştır.

3 Bulgular

Her bir algoritma için hesaplanan performans kriterlerine göre (Tablo1), destek vektör makinası algoritması en yüksek doğruluğa, Kappa istatistiğine ve duyarlılığa sahipken; en düşük ortalama mutlak hataya sahip algoritma, yapay sinir ağlarıdır. En yüksek seçiciliğe sahip algoritma, naive Bayes algoritması iken; en yüksek ROC eğrisi altında kalan alan değerine sahip algoritma ise Bayes ağlarıdır. Genel anlamda, en iyi sınıflandırma performansına sahip olan algoritma destek vektör makinasıdır.

Tablo 1. Algoritmaların performans karşılaştırması

	Doğruluk	Kappa	OMH	Duyarlılık	Seçicilik	ROC
BayesNet	93,2432	0,6275	0,0513	0,9320	0,5990	0,9200
Naive Bayes	90,8108	0,5675	0,0616	0,9080	0,6380	0,9010
YSA	93,2432	0,6390	0,0395	0,9320	0,6290	0,8750
ÇTLR	89,4595	0,5046	0,0614	0,8950	0,6180	0,8360
DVM	93,9189	0,6351	0,2572	0,9390	0,5490	0,7550
k-EK	89,7297	0,4777	0,0575	0,8970	0,5480	0,7260
J-48	93,5135	0,6029	0,0568	0,9350	0,4810	0,8710
RO	93,6486	0,6340	0,0603	0,9360	0,5790	0,8890

BayesNet: Bayes ağları; YSA: yapay sinir ağları; ÇTLR: çok terimli lojistik regresyon; DVM: destek vektör makinası; k-EK: k-en yakın komşular; RO: rastgele orman; OMH: ortalama mutlak hata.

Bu algoritma kullanılarak geliştirilen modelle, çalışanların devamsızlık durumlarını başarıyla tahminleyen bir karar desteği oluşturulmuştur. Örneğin, iş yerinde disiplin

cezası almamış, vücut kitle indeksi 30 kg/m² olan 33 yaşında, bir evcil hayvana ve iki çocuğa sahip, sigara içmeyen ama alkol tüketen, lise mezunu, başarı puanı 97 olan, günlük iş yükü ortalama 240, ev ile iş arası mesafesi 36 km olup evden işe servisle 13 dakikada 289 dolara ulaşan bir çalışanın nadir sağlık problemleri nedeniyle temmuz ayının salı günlerinde günlük olarak işe devamsızlık yapmasının beklendiği söylenebilmektedir.

4 Tartışma ve Sonuç

Çalışanların, yoğun iş hayatlarında isteyerek ya da istemeyerek çeşitli sebeplerden dolayı çalıştıkları kurumlarda işe devamsızlık yapabilmektedirler. Bunun hem çalışan üzerinde hem de işveren üzerinde ciddi etkileri olduğundan, işe devamsızlığın nedenlerinin doğru bir şekilde ortaya konması gerekmektedir. İşe devamsızlığın en önemli nedenlerinden biri de çalışanların yoğun iş temposunda sağlıklarının bozulmasıdır. Bu nedenle ilgili veri setindeki çalışanların sağlık durumları göz önünde bulundurularak modelleme yapılmıştır. Literatürde birçok makine öğrenme algoritması kullanılarak işe devamsızlığın sebepleri öngörülmüştür [9]. Bu çalışmada da, makine öğrenmesi sınıflandırma yöntemleriyle çalışanların sağlık durumlarına göre işe devamsızlıklarının tahminlenmesi için karar desteği sunulmuştur. Eğer ülkelerde, işsizlik, iş gücü ve istihdam gibi kayıtların tutulmasının yanı sıra işe devamsızlık verileri de kayıt altına alınırsa; işe devamsızlığın yaratmış olduğu sorunların doğru anlaşılması ve sorunlara çözüm getirilebilmesi sağlanabilir.

Kaynaklar

1. Akgeyik, T.: Çalışan devamsızlığını etkileyen faktörler (Tekstil çalışanları üzerine bir araştırma). Sos. Siyaset Konf. 1(72), 34–54 (2018).
2. Sahin, F.: İşe devamsızlığın nedenleri, sonuçları ve örgütler için önemi. Niğde Üniversitesi İİBF Derg. 4(1), 24–39 (2011).
3. Rajesh, A., Kumar Vaddepalli, M.: Data mining: Evaluating employee's attendance attribute of an educational institute using classification algorithm based on decision tree. Int. J. Recent Trends Eng. Res. 1(1), 144–148 (2018).
4. Gayathri, T.: Data mining of Absentee data to increase productivity. Int. J. Eng. Tech. 4(3), 478–480 (2018).
5. Qomariyah, N.N., Sucahyo, Y.G.: Employees' attendance patterns prediction using classification algorithm case study : A private company in Indonesia. Int. J. Comput. Commun. Instrum. Eng. 1(1), 68–72 (2014).
6. Akyeampong, E.B.: Trends and seasonality in absenteeism. Perspect. Labour Income. 19, 13–15 (2007)
7. Martiniano, A., Ferreira, R.P., Sassi, R.J., Affonso, C.: Application of a neuro fuzzy network in prediction of absenteeism at work. In: 7th Iberian Conference on Information Systems and Technologies. pp. 1–4. IEEE, Madrid, Spain (2012).
8. Ferreira, R.P., Martiniano, A., Napolitano, D., Bueno, E., Farias, P., Sassi, R.J.: Artificial neural network and their application in the prediction of absenteeism at work. Int. J. Recent Sci. Res. 9(1), 23332–23334 (2018).
9. Morrow, P.C., McElroy, J.C., Laczniak, K.S., Fenton, J.B.: Using absenteeism and performance to predict employee turnover: Early detection through company records. J. Vocat. Behav. 55(3), 358–374 (1999).

Kanonik Korelasyon Analizi ile Yaşın, Cinsiyetin ve Saç Tipinin EEG Sinyalleri Üzerindeki Etkisinin incelenmesi

Examination of the Impact of Age, Gender and Hair Type on EEG Signals by Canonical Correlation Analysis

Harun ÇİĞ, M. Fatih TÜYSÜZ

Harran University, Şanlıurfa, Turkey
haruncig@harran.edu.tr, ftuysuz@harran.edu.tr

Özetçe—Son yıllarda Beyin Bilgisayar Arayüzü (BBA) çalışmalarında Durağan-durum Görsel Uyarılma Potansiyelleri (SSVEP) tekniğinin kullanılması önemli ölçüde artmıştır. SSVEP tabanlı beyin sinyal verilerinin analizi ile gerçek zamanlı BBA uygulamalarında hızlı ve doğru kontrol işlemi sağlanmaktadır. Aynı zamanda bu sinyaller ile kullanıcı çeşitliliği ve kullanım kolaylığı da sağlanmaktadır. Ancak bu özelliklerin daha da iyileştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. BBA uygulamalarında kaydedilen elektroensefalogram (EEG) ile sinüs-kosinüs dalgalarından tasarlanan referans sinyalleri arasındaki kanonik korelasyon analizi (CCA), SSVEP tanıma için kullanılır. Bu çalışmada, SSVEP ile ilişkili frekans bilgilerinin çıkarılması için kanonik korelasyon analizi (CCA) yöntemi kullanılarak bir çevrimdışı çok kanallı SSVEP tabanlı BBA sistemi kontrol edilmiştir. CCA'da kullanılan önemli parametreler olan referans sinyali, pencere uzunluğu ve harmoniklerin sayısı gibi veriler belirlenmiş ve sistem çevrimdışı kullanılmak için ayarlanmıştır. 11 denek üzerinde yapılan çevrimdışı test için, oksipital lobda, 5 saniyelik bir pencere uzunluğu kullanılarak 5 hedefe sahip bir SSVEP tabanlı BBA sistemi oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında veri setleri yaşa, cinsiyete ve saç tipine göre düzenlenmiş olup bu veriler CCA algoritması ile incelenmiştir. Sonuçlar CCA ile SSSVEP tespitinde yaşın, cinsiyetin ve saç tipinin başarı oranını etkilediğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler — CCA; BBA; SSVEP; EEG

***Abstract*—**In recent years, the use of Steady-State Visual Evoked Potential (SSVEP) techniques has increased significantly in Brain Computer Interface (BCI) studies. Analysis of SSVEP based brain signal data provides fast and accurate control in real-time BCI applications. At the same time, these signals provide user diversity and ease of use. However, further improvement of these properties is needed. Analysis of canonical correlation between electroencephalogram (EEG) recorded in BCI applications and reference signals designed from sinus-cosine waves is used for recognition of the SSVEP. In this study, an offline multichannel SSVEP-based BCI system was controlled using canonical correlation analysis (CCA) method to extract frequency information associated with SSVEP. The important parameters used in the CCA, such as reference signal, window length and number of harmonics, are set and the system is set up for offline use. For offline testing on 11 subjects, an SSVEP-based BCI system with 5 targets was created on the occipital lobe using a window length of 5 seconds. In the scope of the study, the data sets were arranged according to age, gender and hair type and these data were examined with CCA algorithm. The results show that age, gender and hair type influence the success rate in the detection of SSSVEP with CCA.

***Keywords* —** CCA; BCI; SSVEP; EEG

1. Giriş

Nöral aktivitelerin değerlendirildiği Beyin Bilgisayar Arayüzü (BBA) insan veya hayvan beyni ile harici bir cihaz arasında gerçekleşen doğrudan bir iletişim yoludur. Günümüzde, cerrahi olmayan kafa derisi üzerinden elektroensefalogram (EEG) ölçümleri BBA araştırmasında popüler bir teknik haline gelmiştir [1], [2]. BBA Kas hareketine dayalı olmayarak alternatif iletişim kanalı üreten bir teknolojidir. SSVEP tabanlı BBA ile kaydedilen EEG sinyallerine belirli ön işlemler uygulanarak bazı öznitelikler elde edilir. Vücudun bütün aktivitelerinde beyin düşük amperde de olsa sürekli elektrik akımı üretilir ve bu dalga halinde düzenli bir şekilde beyin üzerinden kafatasına doğru yayılır. EEG ise bu dalgaların bilgisayar ortamında kaydedilmesi işlemidir [3].

EEG beyin fonksiyonlarını ve nörolojik bozuklukları incelemek için kullanılan en yaygın bilgi kaynaklarından biridir [2]. Nörolojik rahatsızlıklara veya nörodejeneratif hastalıklara yakalanmış insanlar, sinir sistemi ile kendi kaslarını doğru bir şekilde kontrol edemezler. BBA sistemleri bu insanlara kendi sinir sisteminden başka bir alternatif yol sunar. Bu alternatif yol, beyin sinyallerinin herhangi bir kas hareketi kullanmadan bir bilgisayar tarafından doğrudan kullanılmasıdır.

SSVEP tabanlı EEG, kas hareketlerini kullanmadan ve ciddi bir eğitime ihtiyaç olmaksızın, BBA ile iletişim yolunun kurulması için kullanılan çok popüler bir yaklaşımdır [4]. SSVEP tabanlı BBA sistemlerinde, farklı frekanslarda ayarlanmış çeşitli uyaranlar görüş alanında sunulmaktadır. Dikkatin ve odaklanmanın bir dizi farklı frekans salınımlı uyarandan birine kaydırılmasıyla farklı SSVEP'ler elde edilebilir [5]. SSVEP tabanlı BBA, diğer BBA sistemlerine göre birçok avantaja sahiptir. Ayrıca, SSVEP beynin doğal bir cevabı olduğundan, bir kişinin SSVEP tabanlı BBA çalıştırmasını sağlamak için az bir eğitim yeterli olacaktır.

SSVEP ile BBA işlemleri için farklı periyotlarda titreşen görsel uyaranların görsel algı sisteminden sorumlu oksipital bölge üzerinde oluşturduğu beyin aktivitesi kaydedilir. Bu uyaranların oksipital lob üzerinde meydana getirdiği aktivitelerin yorumlanması bakış yön tahmini gibi birçok amaç için kullanılabilir.

SSVEP tabanlı BBA ile beyinde gerçekleşen nöral aktiviteyi daha iyi yorumlamak, hızlı ve pratik olması adına literatürde birçok çalışma bulunmaktadır. Uyaran olarak bir LCD monitörün kullanıldığı bir çalışmada kanal lokasyon seçimi ve parametre optimizasyonu olmayan CCA yöntemi, çok kanallı EEG sinyallerinden frekans bilgilerinin çıkarılması için kullanılmıştır [6]. Başka bir çalışmada minimum enerji kombinasyonu (MEC) ve kanonik korelasyon analizi (CCA) yöntemleri, SSVEP'leri saptamak için uzunlukları farklı olan EEG segmentlerine uygulanmıştır [7]. Bir çalışmada ise SSVEP tabanlı EEG sinyalleri incelenmiş olup sol göz ve sağ göz için ayrı ayrı spektrogram görüntüleme işlemi yapılmış ve aralarındaki ivme (ikinci mertebeden zaman farkı) üzerine odaklanılmıştır [6]. Sırasıyla sol göz ve sağ göz için, farklı görüntülerin farklı titreşim frekanslı görsel uyaranların algısal hâkimiyet tahminindeki etkisi araştırmıştır.

Bu çalışma kapsamında ise MAMEM tarafından sunulan 11 deneğe ait, SSVEP tekniği ile oluşturulmuş, EEG verileri CCA algoritması ile sınıflandırılmış ve yaşın, cinsiyetin ve saç tipinin EEG sinyalleri üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Sonuçlar CCA tekniği ile farklı frekansta salınım yapan uyaranların frekans salınımlarının tespitinde yüksek doğruluk değeri elde edilebileceğini ve farklı demografik özelliklerin bu başarı oranını olumlu veya tersi yönde etkileyebileceğini göstermektedir.

Çalışma kapsamında Emotiv EPOC+ beyin sinyal okuyucusuyla elde edilen SSVEP tabanlı EEG sinyalleri yaş, cinsiyet ve saç tipine göre ayrıştırılmış ve matlab platformunda, SSVEP ile ilişkili frekans bilgilerinin çıkarılması için kanonik korelasyon analizi (CCA) yöntemi kullanılmış ve analiz sonuçları önceki çalışma sonuçları ile kıyaslanmıştır.

2. Metotlar

Çalışma kapsamında yaşın, cinsiyetin ve saç kalınlığının CCA ile sınıflandırılabilmesi için MAMEM [8] tarafından sağlanan SSVEP-tabanlı EEG veri seti kullanılmıştır. Bu veri seti literatürde birçok çalışmada [9] farklı platform düzeneklerinde çeşitli amaçlarla kullanılmıştır. Bu çalışmada ise SSVEP tabanlı EEG sinyallerinin yaşa, cinsiyete ve saç kalınlığına göre doğruluk oranı CCA ile incelenmiştir.

Çalışma kapsamında kullanılan veri setini oluşturan deneklerle ilgili bilgiler bölüm 2.1'de, verisetinin oluşturulması aşamasında kullanılan ortam, cihaz ve görsel uyaranlar bölüm 2.2'de, verinin CCA ile sınıflandırılması ise bölüm 2.3'te aktarılacaktır.

2.1. Deneklerin Yaş Cinsiyet ve Saç Tipi Özellikleri

Veri setinin oluşturulması için çalışmaya yaşları 24 ile 39 arasında değişen Araştırma ve Teknoloji Merkezi (CERTH) mevcut çalışanlarından 11 denek katılmıştır. Bu deneklerin 8'i erkek, 3'ü kadın olup bilinen herhangi bir nöro-kas veya zihinsel rahatsızlığı olmayan deneklerdir.

Deneklerin yaşa, cinsiyete ve üç farklı saç tipine (kısa, normal, kalın) göre kategorize edilmiş ilgili bilgileri Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Deneklerle ilgili demografik bilgiler.

Denek	Yaş	Cinsiyet	Saç Tipi
Denek_1	24	Bay	Normal
Denek_2	37	Bay	Normal
Denek_3	39	Bay	Kalın
Denek_4	31	Bay	Kısa
Denek_5	27	Bayan	Kalın
Denek_6	28	Bayan	Kalın
Denek_7	26	Bay	Normal
Denek_8	31	Bayan	Kalın
Denek_9	29	Bay	Kısa
Denek_10	37	Bay	Normal
Denek_11	25	Bay	Normal

2.2. Çakar Frekansları ve Uyarılma Prosedürü

Denekler 1680x1080 piksel çözünürlüğe sahip 22" LCD monitörde, 60 Hz yenileme oranı ile OpenViBE [10] kullanılarak tasarlanan bir uygulama ile görsel uyaranlara (çakar) maruz bırakılmıştır (Şekil 1). Deneklerin maruz bırakıldıkları çakarlar aynı anda beş farklı (6.66, 7.50, 8.57, 10.00 ve 12.00 Hz) frekansta titreşen beş mor kutudan oluşmaktadır.

Bu kapsamda, EEG verileri Emotiv Epoc ile 14 kablosuz kanaldan (USB bağlantısı üzerinden) 128 Hz' lik bir örnekleme oranı kullanılarak kaydedilmiştir.

Şekil. 1. Görsel uyarılma süreci

Çalışma kapsamında, her denek 5 farklı frekansta titreşen beş mor kutuya (6.66, 7.50, 8.57, 10.00 ve 12.00 Hz) 5 saniyelik sürelerle 25 kere maruz bırakılmıştır. Her denek için bu işlem 5 kere tekrarlanmış ve sonuçta her deneğe ait 5 saniyelik toplam 125 farklı çakar verisi (EEG datası) elde edilmiştir.

2.3. Sinyal Analizi

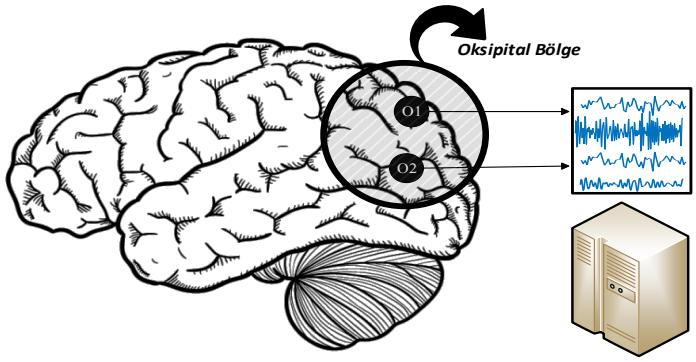
Çalışma kapsamında öncelikle MAMEM tarafından sağlanan ve 5'er saniye dinlenme aralıklarıyla 25'li denemeler halinde toplanan EEG datası sırasıyla, yaş grubuna (20-30 ve 30-40 arası iki grup) , cinsiyete (bay ve bayan olmak üzere iki grup) ve saç tipine (kısa, normal ve kalın) göre gruplandırılıp 5 ayrı frekansta titreşen çakarlar göz önüne alınarak Matlab programı kullanılarak 5 set (6.66, 7.50, 8.57, 10.00 ve 12.00 Hz) halinde ayrıştırılmıştır.

Ayrıştırma işlemi ayrıca bu gruplardan bağımsız olarak her denek için de ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Ayrıştırma işlemleri sonucunda 19 farklı veri seti oluşturulmuştur (Bknz. Tablo 2).

Tablo 2. Oluşturulan 19 farklı veri seti

No	Denek	Yaş	Cinsiyet	Saç Tipi
1	Denek_1	24	Bay	Normal
2	Denek_2	37	Bay	Normal
3	Denek_3	39	Bay	Kalın
4	Denek_4	31	Bay	Kısa
5	Denek_5	27	Bayan	Kalın
6	Denek_6	28	Bayan	Kalın
7	Denek_7	26	Bay	Normal
8	Denek_8	31	Bayan	Kalın
9	Denek_9	29	Bay	Kısa
10	Denek_10	37	Bay	Normal
11	Denek_11	25	Bay	Normal
12	Yaş_1	20-30	&	&
13	Yaş_2	31-40	&	&
14	Cinsiyet_1	&	Bayan	&
15	Cinsiyet_2	&	Bay	&
16	Saç tipi_1	&	&	Kısa
17	Saç tipi_2	&	&	Normal
18	Saç tipi_3	&	&	Kalın
19	Toplam	&	&	&

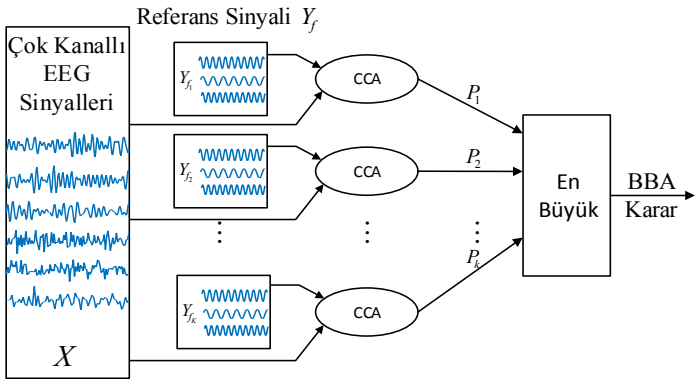
Her bir veri seti üzerinde öncelikle 4-50 Hz Butterworth bant geçiren filtre ile düşük ve yüksek frekans gürültülerinden temizleme işlemi gerçekleştirilmiştir.



Şekil. 2. Beynin Oksipital Bölgesinden Kaydedilen EEG sinyalleri

Filtreleme sonrası 5 adet farklı frekanslarda (6,66Hz, 7,50Hz, 8,57Hz, 10Hz, 12Hz) sinüs ve kosinüs bileşenleriyle 5 adet referans sinyali oluşturulmuştur. Daha sonra oluşturulan her bir veri seti her bir referans sinyali ile birlikte CCA algoritmasında test edilmiştir.

CCA, Hotelling tarafından 1936 yılında geliştirilen bir yöntemdir [11]. SSVEP tekniğiyle kaydedilen EEG sinyalleri ve sinüs-kosinüs referans sinyalleri arasındaki kanonik korelasyon analizi, EEG sinyallerinin sinyal-gürültü oranını artırma özelliği ile sınıflandırma doğruluğunu artırmak ve geliştirmek için kullanılmıştır [12], [13].



Şekil. 3. EEG Sinyal Analizinde CCA Kullanımı

SSVEP tekniğiyle kaydedilen EEG sinyallerinin hangi frekansta salınım yaptığını tespit etmek için CCA tabanlı yöntem kullanılmıştır ve performansının yüksek olduğu görülmüştür.

$$P^2 = \frac{(W^{\mathrm{T}} C_{XY} W_Y)^2}{W_X^T C_{XX} W_X W_Y^T C_{YY} W_Y}$$

CCA yönteminin tanımında, iki rastgele vektör kümesi vardır [14].

$$\max_{W_x, W_y} \rho(x,y) = \frac{E[X^{\mathrm{T}} y]}{\sqrt{\mathrm{E}[X^{\mathrm{T}}\mathrm{x}]\mathrm{E}[y^{\mathrm{T}}\mathrm{y}]}} =$$

$$\frac{E[\, W_x{}^{\mathrm{T}} X Y^{\mathrm{T}}\, W_y]}{\sqrt{\mathrm{E}[\, W_x{}^{\mathrm{T}} X X^{\mathrm{T}}\, W_x]\mathrm{E}[\, W_y{}^{\mathrm{T}} Y Y^{\mathrm{T}}\, W_y]}}$$

SSVEP bazlı BBA'ya CCA yöntemi uygulandığında, rastgele vektörlerden biri (X), çok kanallı EEG verisine karşılık gelir, ve diğeri (Y), üretilen bir dizi referans sinyalini ifade eder. W_x ve W_y ile ilişkili olarak maksimum ρ bir maksimum kanonik korelasyondur. W_x ve W_y'nin parametreleri olan x ve y, kanonik varyantlar olarak adlandırılır.

$$Y_f \begin{Bmatrix} \sin 2\pi f t \\ \cos 2\pi f t \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \sin 2\pi N_h f t \\ \cos 2\pi N_h f t \end{Bmatrix}$$

N_h harmoniklerin sayısıdır. Çok kanallı EEG sinyalleri ve referans sinyallerinin her biri CCA yönteminin bir girişi olarak kullanılmıştır. ρ kanonik korelasyonu çıktısı EEG sinyalleri içerisindeki verilerin hangi frekansta salınım yaptığını belirlemek için kullanılabilir [15].

SSVEP tabanlı BBA sistemlerinde, üç önemli parametre vardır: elektrot lokasyonu, pencere uzunluğu (T) ve harmonik sayısı (N_h). SSVEP tabanlı EEG sinyallerinin CCA ile çevrimdışı analizi, bu üç parametrenin önerilen BBA sisteminin performansı üzerindeki etkisini araştırmayı amaçlamaktadır.

SSVEP tabanlı BBA sisteminde, EEG verilerinde baskın olan birkaç bilinen frekans arasında belirlenmelidir [16]. Farklı temel frekanslara sahip referans sinyali (Y) üretip hangi referans sinyalinin EEG verisi ile en fazla ilişkili olduğuna karar vererek, EEG verisindeki baskın frekans belirlenir.

$$Y_f = \frac{(W^{\mathrm{T}} C_{XY} W_Y)^2}{W_X^T C_{XX} W_X W_Y^T C_{YY} W_Y}$$

3. Sonuçlar & Değerlendirme

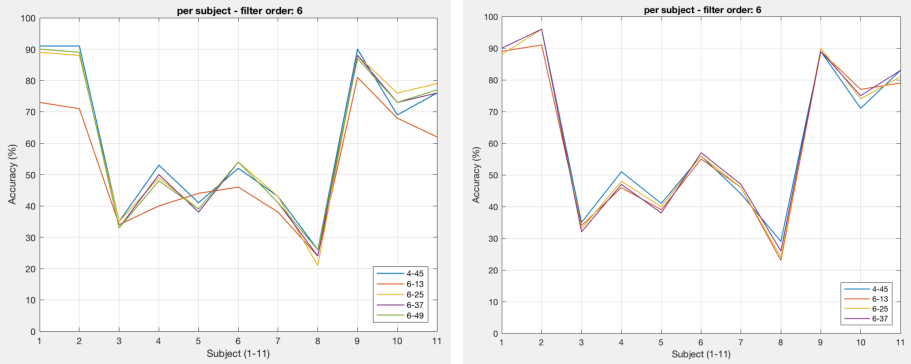
Bölüm 2'de detayları verilen düzenlenmiş, filtrelenmiş EEG verileri CCA algoritması kullanılarak her bir veri seti ayrı ayrı incelenmiş ve doğruluk oranları gözlemlenmiştir. Tablo 3'te belirtilen algoritmaya ait sınıflandırma test sonuçları gösterilmektedir.

Sonuçlardan da görüldüğü üzere, 4-50 Hz arası filtrelenen EEG verilerinden çalışma kapsamında CCA algoritması kullanılarak yüksek doğruluk oranıyla frekans tespiti yapılmıştır. Başarı oranı denek bazlı (Kişi1 – Kişi11) olarak %30 ile %90 arasında değişiklik göstermektedir. Denek_1 – Denek_11 arasındaki veri setlerinin toplanarak oluşturulduğu ve toplam adı altında sunulan veri setinde ise bu değer %61.09 olarak hesaplanmıştır. Bu değer deneklerin 5 farklı frekansta uyarıldığı, herhangi bir eğitim aşamasının olmaması ve işlem hızının yüksek olması göz önüne alındığında, CCA algoritması ile başarılı sonuçlar elde edilebileceğini göstermektedir.

Tablo 3. Sınıflandırma Test Sonuçları

Denekler ve Sınıflandırma Türü	CCA Doğruluk Oranı (%)
Kişi1	89
Kişi2	90
Kişi3	33
Kişi4	49
Kişi5	39
Kişi6	54
Kişi7	45
Kişi8	30
Kişi9	90
Kişi10	75
Kişi11	78
Yaş(20-30)	65,83
Yaş(30-40)	55,4
Cinsiyet (Bayan)	41
Cinsiyet (Bay)	68,62
Saç Tipi (Kısa)	69,5
Saç Tipi (Normal)	75,4
Saç Tipi (Kalın)	39
Toplam	61,09

Farklı filtreleme aralıkları ve farklı harmonik değerleri kullanılarak CCA algoritması ile sınıflandırılan 11 deneğe ait sınıflandırma başarı oranları ise Şekil 4'te gösterilmektedir. Şekilde görüldüğü gibi filtreleme aralıkları ve harmonik sayıları veri setlerinin sınıflandırma başarı oranlarını az da olsa etkilemektedir.



a) $N_h = 2$ b) $N_h = 4$

Şekil 4. Farklı filtreleme aralıkları ve farklı harmonik değerleri kullanılarak elde edilen CCA doğruluk oranları.

Çalışma kapsamındaki bir diğer temel hedef ise CCA ile yaşın, cinsiyetin ve saç tipinin SSVEP-tabanlı EEG sinyalleri üzerindeki etkisini incelemektir. Bu kapsamda oluşturulan iki tip yaş verisi (30 yaş altı ve 30 yaş üstü), iki tip cinsiyet verisi (bay/bayan) ve üç tip saç verisinin (kısa, normal ve kalın) kendi aralarındaki kıyasına ilişkin sonuçlar da yine Tablo 3'te gösterilmektedir. Sonuçlar daha genç yaştaki (30 yaş altı) deneklerin görsel uyaranlara karşı ürettikleri EEG sinyallerinin CCA algoritması ile bir iki istisna hariç genel olarak daha başarılı tespit edildiğini göstermektedir. İki yaş grubu arasındaki başarı oranı farkı yaklaşık %10.43 olarak hesaplanmıştır. Sınıflandırma başarısı cinsiyete göre incelendiğinde, CCA algoritmasına göre erkek deneklerin sınıflandırma başarısının, kadınlara oranla daha yüksek olarak hesaplandığı görülmektedir.

Sınıflandırma başarısı saç tipine göre incelendiğinde ise, normal olan saç tipi % 75.4 başarı oranı ile birinci sırada, kısa olan saç tipi %69.5 başarı oranı ile ikinci sırada ve kalın saç tipi ise %39 başarı oranı ile üçüncü sırada yer almıştır. En iyi başarı oranının normal saç tipinde olduğu ve kalın saç tipinin hem kısa hem de normal saç tipine göre daha düşük başarı oranına sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Tarafımızca gerçekleştirilen [17] çalışmasında bu veri setleri YSA, KNN ve SVM algoritmaları kullanarak sınıflandırılmıştı. Sınıflandırma sonuçları incelendiğinde, diğer algoritmalara kıyasla CCA algoritması ile daha yüksek başarı oranı elde edildiği gözlemlenmiştir. 20 – 30 arası yaş grubu için CCA algoritması YSA, KNN ve SVM algoritmalarından daha yüksek sınıflandırma başarısı elde etmiştir. 30 – 40 arası yaş grubu için CCA algoritması ile YSA algoritması sınıflandırma sonuçları yakın sonuçlar göstermektedir. Cinsiyet olarak kıyaslandığında ise, CCA en iyi sonucu veren YSA ile çok yakın benzerlik göstermiştir. Saç tipinde ise en başarılı sınıflandırma sonuca normal saç tipi ile CCA algoritması ile ulaşıldığı gözlemlenmiştir. 11 Kişiden oluşan veri setinin toplamının analizinde ise yine %61.09

başarı oranı ile, bir önceki çalışmada en yüksek sonucu veren YSA algoritması ile %4.79 fark ile, CCA algoritmasının daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir.

4. Sonuçlar

Bildiri kapsamında MAMEM tarafından sağlanan EEG datası yaş grubuna, cinsiyete ve saç tipine göre gruplandırılıp beş ayrı frekansta titreşen çakarlar göz önüne alınarak 19 ayrı veri seti oluşturulmuştur. Ayrıştırılan veri seti üzerinde filtreleme işlemleri yapılmış ve CCA algoritması ile her bir veri ayrı ayrı analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında yaşın, cinsiyetin ve saç tipinin doğruluk oranına etkisi incelenmiştir. CCA algoritmasının veri seti üzerinde eğitim yapmadan mevcut algoritmalardan çok daha hızlı bir şekilde sonuç vermesi ve doğruluk başarı oranında yüksek olması gerçek-zamanlı EEG sınıflandırma işlemlerinde kullanılmasının daha başarılı ve etkili olabileceğini göstermektedir.

Çalışma ekibimizce Emotiv Epoc ve OpenBCI ganglion cihazları ile belli kriterlere uygun deneklerden veri seti oluşturma işlemleri devam etmektedir. Bu sayede sonraki çalışmalarımızda oluşturulacak EEG verilerinin farklı algoritmalar ile analizi sağlanacaktır. Bu sayede daha yüksek başarı oranının sağlanması ve daha doğru bir karşılaştırma yapılması beklenmektedir.

Kaynaklar

[1] T. M. Vaughan, “Guest editorial brain-computer interface technology: a review of the second international meeting,” IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng., vol. 11, no. 2, pp. 94–109, 2003.

[2] J. R. Wolpaw, N. Birbaumer, D. J. McFarland, G. Pfurtscheller, and T. M. Vaughan, “Brain–computer interfaces for communication and control,” Clin. Neurophysiol., vol. 113, no. 6, pp. 767–791, 2002.

[3] G. R. Müller-Putz, R. Scherer, G. Pfurtscheller, and R. Rupp, “EEG-based neuroprosthesis control: A step towards clinical practice,” Neurosci. Lett., vol. 382, no. 1–2, pp. 169–174, 2005.

[4] Y. Li, G. Bin, X. Gao, B. Hong, and S. Gao, “Analysis of phase coding SSVEP based on canonical correlation analysis (CCA),” 2011 5th International IEEE/EMBS Conference on Neural Engineering. IEEE, 2011.

[5] M. Aljshamee, A. Malekpour, and P. Luksch, “Multiple Frequency Effects on Human-Brain Based Steady-State Visual Evoked Potential (SSVEP),” 2016 IEEE 6th International Conference on Advanced Computing (IACC). IEEE, 2016.

[6] G. Bin, X. Gao, Z. Yan, B. Hong, and S. Gao, “An online multi-channel SSVEP-based brain–computer interface using a canonical correlation analysis method,” J. Neural Eng., vol. 6, no. 4, p. 46002, 2009.

[7] O. Friman, I. Volosyak, and A. Graser, “Multiple Channel Detection of Steady-State Visual Evoked Potentials for Brain-Computer Interfaces,” IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 54, no. 4, pp. 742–750, 2007.

[8] “http://www.mamem.eu/results/datasets/” 2016. .

[9] I. Lazarou, S. Nikolopoulos, P. C. Petrantonakis, I. Kompatsiaris, and M. Tsolaki, “EEG-Based Brain–Computer Interfaces for Communication and Rehabilitation of People with Motor Impairment: A Novel Approach of the 21st Century,” Front. Hum. Neurosci., vol. 12, 2018.

[10] Y. Renard et al., “OpenViBE: An Open-Source Software Platform to Design, Test, and Use Brain–Computer Interfaces in Real and Virtual Environments,” Presence Teleoperators Virtual Environ., vol. 19, no. 1, pp. 35–53, 2010.

[11] R. Wang, W. Wu, K. Iramina, and S. Ge, “The combination of CCA and PSDA detection methods in a SSVEP-BCI system,” Proceeding of the 11th World Congress on Intelligent Control and Automation. IEEE, 2014.

[12] O. Friman, J. Cedefamn, P. Lundberg, M. Borga, and H. Knutsson, “Detection of neural activity in functional MRI using canonical correlation analysis,” Magn. Reson. Med., vol. 45, no. 2, pp. 323–330, 2001.

[13] A. Delorme and S. Makeig, “EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis,” J. Neurosci. Methods, vol. 134, no. 1, pp. 9–21, 2004.

[14] R. Zhao, Y. Qiao, Y. Zhu, and Y. Wang, “A SSVEP intelligent home service system based on CCA,” 2017 3rd IEEE International Conference on Control Science and Systems Engineering (ICCSSE). IEEE, 2017.

[15] J.-Y. Lee, Y.-R. Lee, and H.-N. Kim, “Frequency Recognition in SSVEP-based BCI systems With a Combination of CCA and PSDA,” J. Inst. Electron. Inf. Eng., vol. 52, no. 10, pp. 139–147, 2015.

[16] P. Zheng and X. Gao, “Fixed-point CCA algorithm applied to SSVEP based BCI system,” 2013 IEEE Symposium on Computational Intelligence, Cognitive Algorithms, Mind, and Brain (CCMB). IEEE, 2013.

[17] H. Cig and M. F. Tuysuz, “Impact of age, sex and hair type on SSVEP-based EEG signals analysis,” 2018 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU). IEEE, 2018.

VEM Veri Tabanı ve Analiz Programının Kullanılabilirlik Değerlendirmesi

Mevlüt Fındık[1], Filiz İşleyen [1], M. Aydan Yıldırım[1], Esra Muş [1], Şahin Aydın[1]

[1] *Sağlık Bakanlığı Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye*

Usability Assessment of VEM Database and Analysis Program

Abstract. In order to prevent any disruption in the delivery of health services in Hospitals, it is necessary to transfer data from the existing software company to the new software company by transferring the data in the database. HIS Minimum Data Model (VEM) has been developed for use as a standard model by HIS software developers in data transfers. It is important that VEM views prepared by HIS software developers are compatible with standard VEM views. The VEM Document and Database Analysis Program (Application) has been developed in order to check the compliance and the accuracy of the data transferred. The aim of this study is to evaluate the usability of the Application by HIS software developers. The SUS scale used for usability assessment was sent to 56 HIS software company via e-mail and 46 of them (82%) sent to us their feedback. The usability score of the Application was found to be 68.8 and it can be said that the Application is "usable" by HIS software developers. As a result, it is considered that additional improvement studies should be performed for the availability of the Application.

Keywords: VEM Database and Analysis Program, Hospital Information Management System, Data Transfer, SUS.

Özet. Hastanelerde HBYS yazılımı değişikliğinde, sağlık hizmeti sunumunun aksamaması için öncelikle mevcut yazılım firmasından yeni yazılım firmasına veri tabanındaki verilerin teslim edilerek veri aktarımının yapılması gerekmektedir. Veri aktarımlarında HBYS yazılımcıları tarafından standart bir model olarak kullanılması amacı ile HBYS Minimum Veri Modeli (VEM) geliştirilmiştir. HBYS yazılımcılarının hazırlamış olduğu VEM görüntülerinin, standart VEM görüntüleri ile uyumlu olması önemlidir. Bu uyumu ve aktarılan verilerin doğruluğunu kontrol edebilmek için VEM Doküman ve Veritabanı Analiz Programı (Uygulama) geliştirilmiş olup 2015 yılından itibaren VEM kontrollerinde kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı Uygulama'nın HBYS yazılımcıları tarafından kullanılabilirliğinin değerlendirilmesidir. Kullanılabilirlik değerlendirilmesi için kullanılan SUS ölçeği 56 HBYS yazılım firmasına e-posta ile gönderilmiş 46 (%82) katılımcı geri bildirimde bulunmuştur. Uygulama'nın kullanılabilirlik skoru 68,8 olarak bulunmuş olup bu skora göre Uygulama'nın HBYS yazılımcıları tarafından "kullanılabilir" bulunduğu söylenebilir. Sonuç olarak Uygulama'nın kullanılabilirliği için ek iyileştirme çalışmalarının yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: VEM Veri Tabanı ve Analiz Programı, Hastane Bilgi Yönetim Sistemi, Veri Aktarımı, SUS.

1 Giriş

Hastanelerde tıbbi, idari veya mali tüm süreçlerde kullanılabilecek Hastane Bilgi Yönetim sistemi (HBYS) yazılımlarının sağlık hizmeti sunumunda oldukça faydalı olduğu bilinmektedir. Bir hastanede HBYS yazılımı değişikliğinde, hastanedeki sağlık hizmeti sunumunun aksamaması için öncelikle mevcut yazılım firmasından yeni yazılım firmasına veri tabanındaki verilerin teslim edilmesi gerekmektedir. HBYS yazılımcıları geleneksel olarak veri aktarımı için çalışmaya başlayacakları her yeni hastanede veri aktarım uygulaması geliştirmekte ancak bu aktarım uygulamasının doğru ve hızlı çalışabilmesi için mevcut HBYS yazılımcılarının desteğine ihtiyaç duyulmaktadır. Zira mevcut HBYS veri tabanı yapısı, tabloları ve hatta kullanılan verilerin isimleri bile farklı olabilmektedir. Bu durum hastanelerde HBYS yazılımı değişikliğinde veri aktarımının zaman almasına ve hastanede sunulan sağlık hizmeti sunumunun gecikmesine neden olabilmektedir. Sorunun çözümüne yönelik, veri aktarımlarında standart bir model olarak kullanılması amacı ile HBYS Minimum Veri Modeli (VEM) geliştirilmiş ve http://vem.saglik.gov.tr/ adresinde yayımlanmıştır.

VEM ile hastanelerde öncelikli aktarılması gereken veriler belirlenerek her HBYS yazılımcısının VEM ile tanımlanan görüntüleri (view) kendi veri tabanına göre oluşturması istenmiştir. Hastanelerde veri aktarımında geleneksel yöntemlerden ziyade görüntülerden oluşan standart bir model kullanılması HBYS yazılımcıları için yeni bir yöntemdir. Veri aktarımında kullanılacak HBYS VEM'inin, HBYS yazılımcıları tarafından doğru olarak oluşturulması oldukça önemlidir. Bu nedenle standart olarak kullanılması için geliştirilen VEM görüntüleri ile HBYS yazılımcılarının kendi HBYS'leri için oluşturdukları VEM görüntülerinin uyumlarının kontrol edilmesi gerekmektedir. Görüntülerin uyum kontrolü için Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü tarafından VEM Doküman ve Veritabanı Analiz Programı (Uygulama) geliştirilmiş olup 2015 yılından itibaren VEM kontrollerinde kullanılmaktadır. Geliştirilen Uygulama, HBYS yazılımcıları tarafından kendi oluşturdukları HBYS VEM'inin standart modele uyumunun kontrolü için kullanılması amacı ile VEM web sitesinde yayımlanmıştır. Buna ek olarak aynı web sitesinde Uygulama'ya ilişkin bir "Kullanım Kılavuzu" yayımlanarak Uygulama'nın kullanımı ile ilgili HBYS yazılımcılarına yardımcı olmak amaçlanmıştır.

Ancak bir sistem veya uygulama, amaca uygun olarak ne kadar iyi tasarlanmış olsa da kullanım esnasında yaşanabilecek tüm eksikliklerin geliştiriciler tarafından önceden belirlenmesi zor olabilir. Kullanıcı testleri, çoğunlukla öngörülemeyen bu eksik yönlerin ortaya çıkarılmasını sağlamaktadır [1]. Geliştirilen uygulamalarda kullanıcı testleri ile kullanılabilirlik sorunlarının tespit edilmesi, bu doğrultuda gerekli iyileştirmelerin yapılmasını sağlayacaktır. Kullanılabilirlik, kullanıcının bir web tabanlı ya da klasik yazılım uygulamasıyla etkileşim içerisindeyken programın kullanım kalitesinin ölçüsü olarak tanımlanabilir [2].

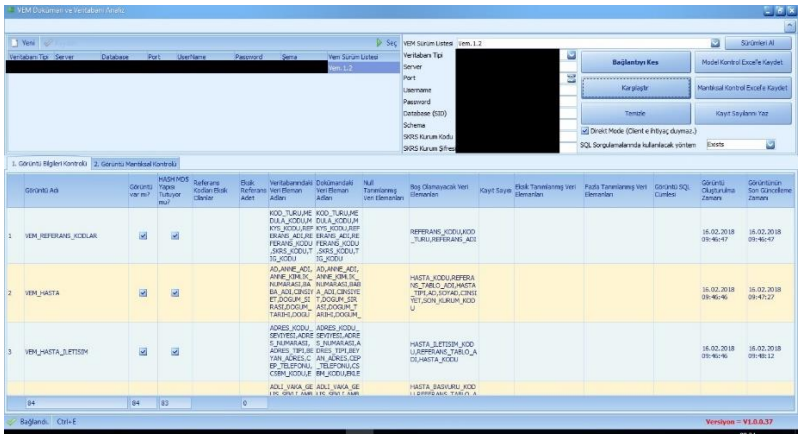
Bu çalışmada, Uygulamanın kullanılabilirliğinin HBYS yazılımcıları tarafından değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2 Yöntem

2.1 Uygulamanın Geliştirilmesi

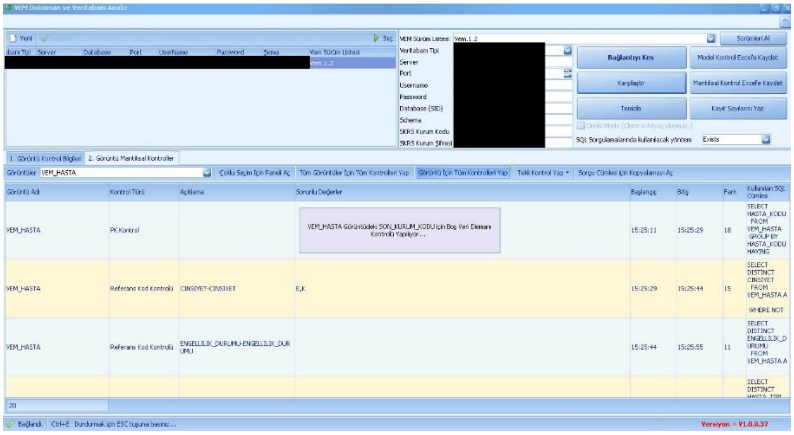
Uygulama, RAD Studio platformunda Delphi yazılım dili kullanılarak geliştirilmiş olup ülkemizdeki HBYS yazılımcılarının kullandığı veri tabanlarının (Oracle, MySQL, MsSQL, PostgreSQL vb.) tamamını desteklemektedir.
HBYS yazılımcıları VEM'e ilişkin her türlü bilgiye http://vem.saglik.gov.tr/ adresinden erişim sağlayabilmektedir. Burada yer alan VEM sürümlerinin tamamı ilişkisel bir veri tabanında bulunmaktadır. Web sitesi geliştirilirken, Uygulama üzerinden seçilecek sürüm bilgilerini kullanarak bir XML dosyası oluşturacak şekilde geliştirilmiştir. Böylece Uygulama bu XML dosyasını kullanarak, HBYS yazılımcılarının oluşturdukları görüntüler ile web sitesinde Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü tarafından yayımlanan standart VEM görüntülerinin uyumuna ilişkin kontrol işlemlerini gerçekleştirmektedir.

Uygulama'da kontrol işlemleri iki bölümde yapılmaktadır. Birinci bölümde; HBYS yazılımcıları tarafından oluşturulan VEM ile standart model olan VEM'in görüntü bilgilerinin (görüntüdeki veri elemanlarının, görüntü ile ilgili referans kod bilgilerinin, SQL script bilgisinin, görüntüde bulunan kayıt sayısı vb.) kontrolü yapılmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Görüntü Bilgileri Kontrol Ekranı

İkinci bölümde ise; görüntülerde bulunan verilerin kalitesi ile ilgili mantıksal kontroller (PK-Birincil Anahtar Kontrolü, Referans Kod Kontrolü, Referans Tablo Kontrolü, İlişkisel Kontrol, Zaman Alanı Kontrolü, Veri Doğruluğu Kontrolü, Veri Tipi Kontrolü) yapılmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Görüntü Mantıksal Kontrol Ekranı

Uygulama ile yapılan tüm kontrollerde, VEM görüntülerinde bulunan veriler analiz edilerek HBYS veri tabanında ki sorunlar tespit edilip, yazılımcılara sorunların çözümüne yönelik danışmanlık hizmeti de verilmektedir. Buna ek olarak HBYS veri tabanında kayıt edilen verilerin veri aktarımı, karar destek sistemleri, iş zekası uygulamaları veya diğer sistemlerde kullanılması için veri standardizasyonunun da sağlanması hedeflenmektedir.

2.2 Uygulamanın Değerlendirilmesi

Uygulamanın HBYS yazılımcıları tarafından kullanılabilirliğini değerlendirmek için System Usability Score (SUS) kullanılabilirlik anketi uygulanmıştır [3]. Anket soruları Tablo 1'de verilmektedir.

Table 1. Kullanılabilirlik anket soruları.

Soru Numarası	SUS Anket Soruları
1	Bu programı sıklıkla kullanacağımı düşünüyorum.
2	Programı gereksiz karmaşık buldum.
3	Programın kullanımının kolay olduğunu düşünüyorum.
4	Bu programı kullanabilmek için teknik bir kişinin desteğine ihtiyacım olacağını düşünüyorum.
5	Çeşitli fonksiyonların programa iyi entegre edildiğini gördüm.
6	Programda çok fazla tutarsızlık olduğunu düşünüyorum.
7	Çoğu insanın bu programı çok çabuk öğrenebileceğini düşünüyorum.
8	Bu programın kullanımını çok ağır/hantal buldum.
9	Programı kullanırken kendimden emindim.
10	Bu programı kullanmadan önce birçok şey öğrenmem gerekti .

Çalışmanın örneklemini, geliştirilen Uygulama'nın kullanıcıları olan Sağlık Bakanlığı Kayıt ve Tescil Sisteminde aktif ve geçici listede kayıtlı olan 56 HBYS yazılımcısı arasından çalışmaya gönüllü olarak katılan yazılımcılar oluşturmaktadır. Kullanılabilirlik anketi yanıtları SUS'a ait puanlama sistemi kullanılarak hesaplanmıştır.

3 Bulgular

Anket çalışmasına gönüllü olarak 56 HBYS yazılımcısından 40 yazılımcı (%71) katılmıştır. Katılımcıların yaşları 23 ile 54 arasında değişmekte olup yaş ortalamaları 38±7 (ortalama ±standart sapma) olarak hesaplanmıştır. Katılımcıların 38'i üniversite mezunu, 2 tanesi lise mezunu olup 11,7±4,9 (ortalama ±standart sapma) yıldır sağlık bilişimi sektöründe çalıştıkları bilgisi alınmıştır.

Tablo 2'de verilen SUS kullanılabilirlik anket sonuçlarına göre, Uygulama'nın kullanılabilirlik skoru 68,8 olarak bulunmuştur. Kabul edilebilir ortalama değerleri 65 ile 70 arasında olan bu skora göre Uygulama'nın HBYS yazılımcıları tarafından "kullanılabilir" bulunduğu söylenebilir.

Çalışmanın katılımcılarının sağlık bilişimi sektöründe çalıştıkları zaman ve yaşları ile SUS anketine verdikleri yanıtlar arasında yapılan korelasyon analizi sonuçları ise sırasıyla r=-0,06, r=-0,29 olarak hesaplanmıştır.

Uygulama'nın HBYS yazılımcıları tarafından kendi oluşturdukları görüntülerin kontrollerinde kullanım durumlarını öğrenmek için katılımcılara, Kullanılabilirlik anketine ek olarak iki soru daha yöneltilmiştir. İlki "VEM Doküman ve Veri tabanı Analiz Programı ile oluşturduğum VEM için varsa yapmış olduğum hataları kolayca tespit edebiliyorum." olan soruya katılımcıların %65'i katılıyorum ve kesinlikle katılıyorum cevabını vermiştir. İkinci soru ise "VEM Doküman ve Veri tabanı Analiz Programı kullanarak denetime gelmeden önce ön hazırlık yapabiliyorum." olup katılımcıların %75'i katılıyorum ve kesinlikle katılıyorum cevabını vermiştir.

Table 2. Katılımcıların Kullanılabilirlik Anket Yanıtları. (K=Katılımcı, S=Soru, Skor=SUS Skoru)

K	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	Skor
K1	1	5	1	5	1	5	1	5	1	4	**2,5**
K2	3	1	4	4	3	4	3	2	4	3	**57,5**
K3	5	1	5	1	5	1	5	2	5	1	**97,5**
K4	4	4	3	4	4	3	3	4	3	3	**47,5**
K5	5	1	5	4	5	1	5	1	5	2	**90,0**
K6	1	1	1	5	2	4	1	3	5	5	**30,0**
K7	3	2	4	1	3	3	3	3	3	1	**65,0**
K8	4	4	4	2	4	2	4	3	4	3	**65,0**
K9	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	**75,0**
K10	5	2	4	1	4	4	5	4	2	2	**67,5**
K11	5	2	4	2	1	1	5	1	5	3	**77,5**
K12	1	2	2	4	3	3	3	3	2	4	**37,5**
K13	1	5	1	5	1	5	1	5	4	5	**7,5**
K14	4	1	5	1	5	1	5	1	5	4	**90,0**
K15	4	1	4	3	4	1	4	3	5	2	**77,5**
K16	2	1	4	4	4	1	4	2	4	2	**70,0**
K17	5	1	5	1	5	1	5	1	5	2	**97,5**
K18	3	1	1	1	4	1	5	3	5	1	**77,5**
K19	4	3	4	1	3	3	4	2	4	2	**70,0**
K20	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	**100,0**
K21	4	2	4	1	4	1	4	1	4	2	**82,5**
K22	4	1	4	2	4	2	4	2	4	3	**75,0**
K23	5	2	3	3	4	2	2	4	4	4	**57,5**
K24	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	**50,0**
K25	2	4	3	3	3	2	4	4	4	4	**47,5**
K26	3	3	4	1	4	2	4	2	4	2	**72,5**
K27	3	1	4	1	4	2	4	2	4	1	**80,0**
K28	3	3	3	3	1	5	3	5	3	3	**35,0**
K29		1	5	3	2	4	5	1	4	4	**57,5**
K30	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	**100,0**
K31	4	4	4	2	4	4	3	4	5	5	**52,5**
K32	4	1	5	1	5	1	5	1	5	1	**97,5**
K33	4	2	4	2	4	1	4	2	4	2	**77,5**
K34	5	1	5	5	5	1	5	1	5	1	**90,0**
K35	5	2	4	1	4	3	4	3	3	1	**75,0**
K36	4	1	5	1	5	1	5	1	5	1	**97,5**
K37	5	1	5	5	5	1	5	1	5	3	**85,0**
K38	5	1	3	4	5	1	3	1	3	2	**75,0**
K39	1	3	4	5	2	2	5	2	5	1	**60,0**
K40	4	1	4	1	4	1	4	3	4	1	**82,5**
									Ortalama		**68,8**

4 Tartışma

HBYS yazılımcıları tarafından, kendi geliştirdikleri HBYS yazılımları için oluşturdukları VEM ile standart VEM'in uyumunun kontrol edilmesi için geliştirilen Uygulama, 2015 yılından itibaren HBYS yazılımcılarının kullanımına sunulmuştur. Uygulama'nın HBYS yazılımcıları tarafından aktif olarak kullanılabilmesi ile veri aktarımlarında standart olarak kullanılan VEM görüntülerinin doğru ve eksiksiz olarak oluşturulması sağlanabilecektir. Buna ek olarak yine Uygulama'nın kullanılması ile HBYS yazılımcıları veri tabanlarında bulunan verilerin aktarım esnasında tutarlılığından da emin olabilecekler. Bu çalışmada HBYS yazılımcıları tarafından Uygulama'nın kullanılabilirlik değerlendirmesi yapılmıştır.

Uygulama'nın kullanılabilirlik değerlendirmesi sırasında uygulanan kullanılabilirlik anketi sonucunda 68,8 olarak bulunan kullanılabilirlik skoru Uygulama'nın kullanıcılar tarafından "Kullanılabilir" bulunduğunu göstermektedir [4]. Ancak kullanılabilirlik skorunun 0-100 arasında değiştiği göz önüne alındığında, kullanıcı değerlendirmesinde elde edilen skorun Uygulama'da ek iyileştirmeler yapılması gerektiğini ifade ettiği de düşünülmektedir. Uygulama'yı kullanılabilir bulmayanlar için nedenlerin araştırılmasına yönelik yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre sağlık bilişimi sektöründe uzun yıllardır çalışan ve yaşları daha büyük olan katılımcıların Uygulama'yı kolay bulmadıkları görülmektedir. Bunun nedeni, özellikle uzun yıllardır aynı işi yapan yazılımcıların, VEM standart modelin veri aktarımında geleneksel olan yöntemin yerini almasına karşı bir direnç göstermeleri olabilir. Ek olarak katılımcıların yazılımcı olmaları ve aktif olarak bildikleri ve kullandıkları yazılım dilleri ve platformlarda HBYS yazılımı geliştirdikleri de göz önüne alındığında, Uygulama'yı kullanırken alışkın oldukları program özelliklerini bulamamış olabilirler.

Katılımcıların "VEM Doküman ve Veri tabanı Analiz Programı ile oluşturduğum VEM için varsa yapmış olduğum hataları kolayca tespit edebiliyorum." sorusu için katılımcıların %65'inin katıldıklarını belirtmeleri ile "VEM Doküman ve Veri tabanı Analiz Programı kullanarak denetime gelmeden önce ön hazırlık yapabiliyorum." sorusu için katılımcılarının %75'inin katıldıklarını belirtmeleri de kullanılabilirlik skoruna yakın değerler olması da Uygulama'nın "kullanılabilir" olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, Uygulama'nın kullanılabilirlik skoru 68,8 olarak bulunması Uygulama'nın HBYS yazılımcıları tarafından "kullanılabilir" olduğunu göstermektedir. Yine de skorun 70'in altında olması Uygulama'nın kullanılabilirliği için ek iyileştirme çalışmalarının yapılmasının gerektiğini düşündürmektedir.

Kaynaklar

1. İslim, O.F., Solmaz, E.: Kullanılabilirlik Kavramı ve Kullanılabilirlik Ölçümleri. 6th ICITS 2012 Conference, Gaziantep, 2012.
2 Bozkurt, S., Zayim, N., Gülkesen, K.H., Samur, M.K., Karaağaoğlu, N.: Kişisel Beslenme Yönetiminde Web: Kullanılabilirlik Değerlendirmesi. V. Ulusal Tıp Bilişimi Kongresi, Antalya, 2008.

3. Brooke, J.: SUS: A quick and dirty usability scale. Usability Evaluation in Industry. Taylor & Francis, London (1996)

4. Userlytics, https://www.userlytics.com/blog/system-usability-scale.Son Erişim 28/09/2018

Ground-Truth Generation for Liver Vascular Tree Extraction in Living Donated Liver Transplantation: Applications and Challenges

Parvın HUSEYNOVA[1], Oğuz DİCLE[2], and M. Alper SELVER[1]

[1] Electrical and Electronics Engineering Department, Dokuz Eylül University, Buca, Izmir 35160, Turkey
[2] Faculty of Medicine, Department of Radiology, Dokuz Eylül University, Narlıdere, Izmir, Turkey

Abstract. Liver vascular tree extraction is an important procedure that needs to be performed before living donated liver transplantation. Various methods are used for vascular segmentation and having an accurate ground truth dataset is crucial when testing the performances of mentioned methods. This paper describes the ground truth generating process and the challenges that were encountered during mentioned process.

Keywords: Liver Vein Segmentation · Computed tomography–angiography · Region Growing.

1 Introduction

Living donated liver transplantation is a medical procedure where part of a liver is taken from a volunteer donor and transplanted to another patient. In order to determine the donor's suitability for the operation and reduce the possibility of potential vascular related complications during and after the transplantation, it is important to be able to perform a three dimensional (3D) vasculature analysis as part of the pre-evaluation of the surgery [1], [2]. Accurate knowledge of the donor liver vasculature needs to be obtained, due to complex and variable nature of liver vascular anatomy [4].

Most commonly used radiographic imaging technique for exposing the arterial and venous vascular trees for living liver transplantations is contrast medium injected multi-slice computer tomography-angiography (CTA) [1]. Intravenous (IV) contrast agents used for this technique, are more visible on x-ray images, thus providing detailed information of the vascular regions.

Several approaches have been developed for three-dimensional detection and segmentation of liver vasculature. For example Zeng et al. [6] developed a vessel segmentation method that is based on extreme learning machine, where vessel features are extracted using vessel filters like Frangi and Sato and extreme learning machine is used for segmentation. Doğan et al. [2] propose Hessian based vessel filter method for CTA images. Method also includes labelling of the main vessels after segmantation of liver vasculature. Soler et al. [7] uses anisotropic

diffusion filter in order to remove noise from segmented liver images. Then the vessel structure is obtained by thresholding the images by a parameter which was obtained from the local minima of the histogram. Homann et al. [8] propose a semi-automated method based on 3D graph-cuts. Probabilistic intensity and surface smoothness are used as constraints.

Having an accurate ground-truth data is crucial while determining the accuracy of the segmentation methods. In this paper the process of labelling ground-truth images of the liver vessels on CTA images and the encountered challenges will be discussed.

2 Patient Datasets

The datasets used in this paper were obtained using a Philips Secura CT with two detectors and a Philips Mx800 CTA with sixteen detectors, that are located in Radiology Department of Dokuz Eylul University .

9 Datasets were obtained from different patients, that consist of 16-bit DICOM images with 512 x 512 pixel resolution. Slice thicknesses vary between 3 mm and 3.2 mm, resulting in the average of 90 images per dataset.

2.1 Liver Vasculature

The liver has three major vessels: [2]

1. Hepatic veins, a vascular system that transports de-oxygenated blood from the liver to the heart.
2. Portal veins carrying nutrient rich blood from the intestines to the liver.
3. Hepatic artery carrying oxygenated blood from the heart to the liver.

3 Extraction of Vascular Trees

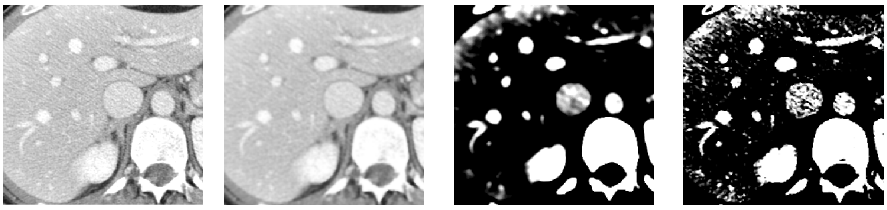
3.1 Methodology

Vascular tree extraction was done in three stages. First stage was the preprocessing stage, where high frequency noise needed to be eliminated and SNR needed to be improved. Standart filtering techniques, like low pass or gaussian filtering, while succesfully eliminated noise, also casued loss of data on vessel edges. Therefore anisotropic diffusion filter was aplied the DICOM images. Anisotropic diffusion filtering [5] is a commonly used method in biomedical image processing [3], which removes high frequency noise while preserving the main edges. Figure 1b shows the result of filtering. This method helped to obtain clear results in the proceeding step, which is image intensity adjustment. Figure 1c and 1d demonstrates the quality difference obtained due to the use of the anistoropic diffusion filtering.

Second stage was to apply image intensity adjustment to the filtered image. This process was applied in order to suppress organ tissue and other unnecessary areas, while exposing the vascular tissue and can be expressed as given in Equation 1.

$$J = f(I, [Low_{in}\ High_{in}], [Low_{out}\ High_{out}]) \tag{1}$$

Image I is mapped to the image J, where intensity values $[Low_{in}\ High_{in}]$ are mapped to the values $[Low_{out}\ High_{out}]$. The result of this process can be seen in Figure 1c, where vessels are bright and visible while the tissue surrounding them is dark and hidden.



(a) (b) (c) (d)

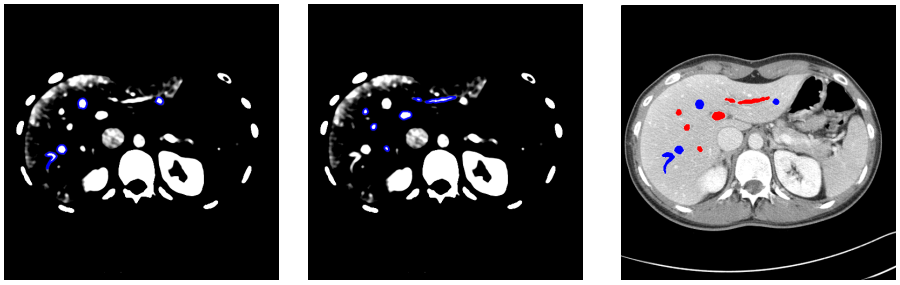
Fig. 1: (a) Original abdominal CTA image. (b) The result after applying anisotropic diffusion filter. (c) Image intensity adjustment of the filtered image (d) Image intensity adjustment of the unfiltered original image

For the third stage, a region growing algorithm was applied in order to label the vascular tissue. The summary of the process is given in Algorithm 1.

Algorithm 1 Region Growing

1: Choose a seed point and determine threshold pixel value
2: $k \leftarrow 1$
3: Check k^{th} neighbour pixels, add to region if the pixel value is in the threshold range
4: $k \leftarrow k + 1$
5: Repeat 3 and 4, until no pixels are added at step 3

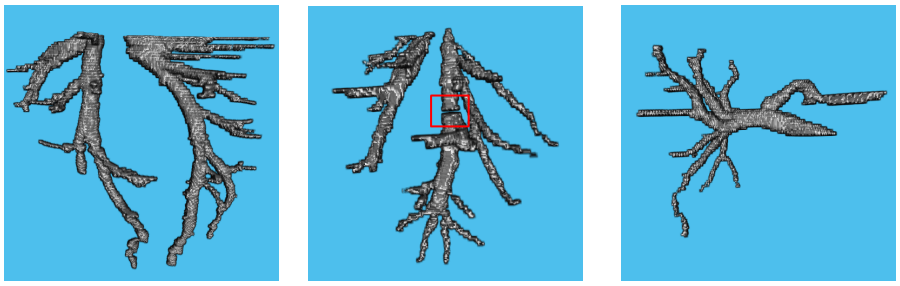
Seed points were manually entered for each vascular area, threshold values were needed to be adjusted in accordance with the image. Figure 2a and 2b illustrates the region growing for hepatic and portal veins. Figure 2c shows the result of the vessel labelling, labels were shown on 8-bit PNG image.



(a) (b) (c)

Fig. 2: Region growing algorithm. (a) Portal veins. (b) Hepatic veins. (c) Vessels labelled on the original image (PNG).

3D vascular trees were constructed using the obtained vascular areas for each CTA slice, examining 3D models is a useful method while determining the accuracy of the labelling. Vascular trees are continuous structures, any discontinuity in the model indicates a labelling error. Examples of constructed models are given in Figure 3. An example of false labelling can be seen in Fig 3b. The gap in vascular tree indicates a missed vascular area, that need to be labelled.



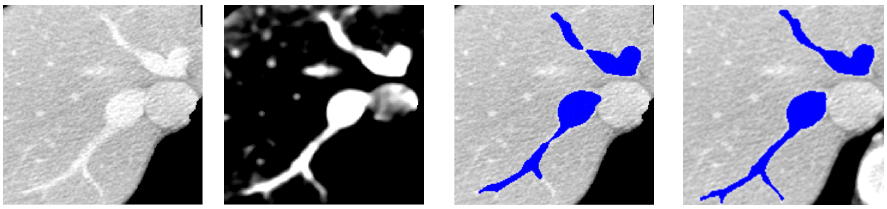
(a) (b) (c)

Fig. 3: Constructed 3D models for vascular trees. (a) Model of a properly labelled portal vein. (b) Model of a portal vein with missing information. (c) Model of a properly labelled hepatic vein

3.2 Challenges

The success of the region growing algorithm largely depends on the image intensity adjustment performance. For most of the images in the datasets, a single intensity adjustment lead to adequate results. However the process needed to have extra steps for some of the images. One of the encountered challenges was caused by parts of the vascular tissue being less bright compared to the remaining vascular tissue. For these cases, region growing algorithm was not able to

label the whole vascular region, and produced incomplete labels. Figure 4 demonstrates an example of this. Looking at the Fig 4c, it can be seen that some parts of the vessel could not be labelled, due to low intensity values obtained in Fig 4b. For these images intensity adjustments and region growing stages were applied multiple times and obtained vein labels were merged together, also region growing threshold needed to be adjusted for different regions. Properly labelled image is given in Fig 4d.



(a) (b) (c) (d)

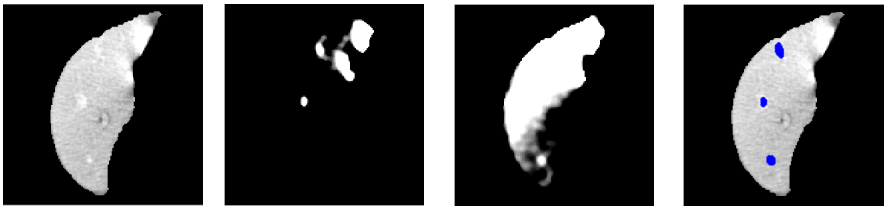
Fig. 4: Incomplete labelling due to intensity difference between vascular areas. (a) Original image. (b) Image intensity adjusted image. (c) Image with incomplete labelled vascular tissue. (d) Properly labelled vascular tissue

Another challenge was caused due to the non-uniform lighting in the same image, causing part of the parenchyma to be brighter than the rest of the organ. With these images, trying to enhance the vascular region in brighter areas by applying intensity adjustment, caused the loss of the vascular regions in darker areas. An example is given in Fig 5. Vessels that are located at the top part of the liver are surrounded by a brighter region, therefore image adjustment for this are causes the disappearance of the bottom vein (Fig 5b), while adjusting the image in accordance with the bottom vein that is located in a darker area, causes loss of distinction in the top part (Fig 5c). The solution to this problem is similar to the previous challenge, where image intensity adjustment and region growing are applied multiple times and labelled veins are merged together (Fig 5d).

The most common problem was the false positive labelling caused due to vein-like glare of non-vascular regions. This problem manifested itself as the lost distinctions between the veins that are located close to each other (Fig. 6a and 6b), and between the bright areas at the liver borders and veins that extend to these areas (Fig. 6c and 6d). While some issues could be solved as stated in previous challenges, some labels needed to be manually erased.

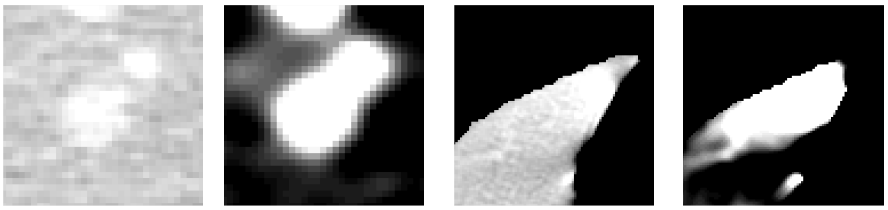
4 Discussion

The paper shows the method used for ground truth generation of liver vascular tree, and challenges that were encountered in the process. Anisotropic diffusion



(a) (b) (c) (d)

Fig. 5: Different intensity level adjustments, reveal different vein parts. (a) Original image. (b) Intensity level adjusted for the top veins. (c) Intensity level adjusted for the bottom vein. (d) Labelled veins.



(a) (b) (c) (d)

Fig. 6: False positive vein labels. The distinction between veins in (a) is lost in (b) after intensity adjustment. The bright area that can be seen in (c) merges with vascular tissue in (d).

filtering, image intensity adjustment and region growing were used for creating proper vein labels. The process was applied to 9 abdominal CTA datasets, with an average of 90 images per set. DICOM images were used in order to prevent information loss. Encountered challenges, and their solution were discussed.

A proper ground-truth data is an important tool, for validating automated segmentation methods. In future more datasets will be used in order to obtain a larger ground truth dataset.

Acknowledgements

This work was supported in part by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK) under Grant 116E133.

References

1. M. Alper Selver, Aykut Kocaoğlu: Patient oriented and robust automatic liver segmentation for pre-evaluation of liver transplantation. Computers in Biology and Medicine **38**, 765–784 (2008)

2. Hatice Doğan, Oğuz Dicle: Extraction of the Liver Vessels from the Abdomen CTA Images by Hessian-Based Vessel Filter. 2009 14th National Biomedical Engineering Meeting (2009)
3. Guido Gerig, Olaf Kubler: Nonlinear Anisotropic Filtering of MRI Data. IEEE TRANSACTIONS ON MEDICAL IMAGING **11**(2), 221–232 (1992)
4. Suzan Şaylısoy, Çetin Atasoy: Multislice CT angiography in the evaluation of hepatic vascular anatomy in potential right lobe donors. Diagnostic and interventional radiology (Ankara, Turkey) **11**, 51–59 (2005)
5. Pietro Perona, Jitendra Malik: Scale-Space and Edge Detection Using Anisotropic Diffusion. IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE **12**,7, 629–639 (1990)
6. Ye Zhan Zeng, Yu Qian Zhao: Liver vessel segmentation based on extreme learning machine. Physica Medica **32**, 709–716 (2016)
7. L. Soler, H. Delingette: Fully automatic anatomical, pathological, and functional segmentation from CT scans for hepatic surgery. Computer Aided Surgery,**6**,3, 131–142 (2001).
8. Hanno Homann, Grace Vesom: Vasculature segmentation of CT liver images using graph cuts and graph-based analysis. IEEE International Symposium on Biomedical Imaging: From Nano to Macro, 53–56 (2008)

Semantic Relation and Triplet Information Extraction: A Hybrid Approach

Nizar Ahmed[1] and Adel Alpkocak[2]

[1] Dokuz Eylul University, Izmir, Turkey
[2] Dokuz Eylul University, Izmir, Turkey
[1] nizar.ahmed@ceng.deu.edu.tr
[2] alpkocak@ceng.deu.edu.tr

Abstract. During the evolution of medical practice and trends, the need of medical and clinical evidence becomes more and more important in our life. Many medical resources are available online that could be used to augment a reliable knowledge for any medical or clinical issue in hand. Pubmed database considered one of many trusted and reliable data repositories so that information can be extracted and used for many medical and clinical real-life applications such as medical/clinical question answering systems, medical search engines … etc. Accordingly, developing information extraction techniques became a must for identifying medical/clinical answers specially with evolving its subtasks such as: Name Entity Extraction (NEE), Relation Extraction (RE) and Event Extraction (EE). Triplet identification in the other hand become as important as information extraction tasks since it deals with natural language processing to specify (subject-predicate-object). In this research we are planning to formulate a relation, event and triplet information extraction system that depends on a semantic hybrid (deep learning and statistical) approach. We will use this method to extract relations and triplets from Pubmed dataset to improve answering medical/clinical questions and queries. Hybrid-based technique will help us to solve many critical challenges and issues that deal with big data dimensionality as well as improving recall and precision factors during data retrieval process.

Keywords: Information Extraction, Relation Extraction, Triplet Extraction, Hybrid Approach.

1 Introduction

Medical text mining considered an important task for identify important patterns to extract useful information from medical resources, then the results can be used to accomplish many medical purposes such as disease diagnosis and treatment assignment. However, identifying and recognizing answers as a consequence to the medical experts' query/question plays an important role in medical and-or clinical evidence. Research confirms serious gap between medical evidence and clinical practice. Difficulty (and time) of searching, understanding and evaluating key evidence, are important barriers of use of evidence-based medicine (EBM) in daily practice [1][2].

Some important and reliable medical resources are online available. These resources can help us to extract important information from with good medical evidence, since it depends on medical recent and even old researches. Pubmed data is one of the most common databases that ease the access for medical data, publications and widely used citations. This database consists of nearly 59GB (according to the statistics in July 1, 2017). Approximately, 27 million medical articles, abstracts, bibliometrics, citations and related data are stored and continuously updated in our local repository. According to many medical studies that pursuit for a reliable evidence based medical resources, PUBMED considered benchmark for clinical question answering systems as well as many information retrieval systems [3][4] [5][6][8][9].

Accordingly, and after identifying the dataset resources, we need to specify the medical stated facts. So, it is recommended to use a particular information extraction technique which is the process of identifying the structure facts automatically and elicit them from the unstructured text (for example from scientific articles) [7]. The process of information extraction begins with applying the following subtasks:

Name entity recognition which is the task of detecting and classifying the medical entities into a predefined category such as the name of anatomical parts, procedures, drugs or diseases [10].

Relation extraction is the process of finding and classifying semantic relations among the text entities, often binary relations like spouse-of, child-of, employment, part- whole, membership, and geospatial relations. Relation extraction has close links to populating a relational database. In biomedical domain relation extraction considered the task that identifies and detects the relations between the recognized name entities such as a problem-drug relation, problem-test relation, gene-disease relation and protein-protein interaction [10]. For example, the sentence Pharmacologic Substance causes Pathological Function is a good representation of the relation “cause” between the two biomedical entities (Pharmacologic Substance and Pathological Function).

Event extraction aims to detect high degree of relationships complexity between the extracted biomedical entities: such as gene pression or regulation and protein interconnections [5] [13]. Event extraction on biomedical text consists of subtasks: specification of event trigger words; classification of event types; extraction of the arguments of the identified events [13].

Triplet Extraction According to the three former information extraction components, identifying the Triplets (Subject-predicate-object) in a sentence as the relation between subject and object played an important role in our work [10]. Hence, extracting such information needs the use of particular parser algorithms created for that purpose. Eventually, identifying name entities, relations, and events depend completely on discovering and extracting the triplets.

As a result, in this research we are proposing a semantic information extraction system that will define relations/events and triplets depending on Pubmed data resources. Our method involves using a hybrid method combining two state of art learning techniques: statistical and deep learning approaches. Those techniques will help us to solve some important challenges and problems during information extraction process such as big data dimensionality and execution time processing.

The rest of this paper will propose the following: Section 2 describes some related studies in which our research takes inspiration. Section 3 presents our methodology that explains our plans throughout this work which describes data collection and information extraction phases. Finally, section 4 presents the conclusion of our work.

2 Literature work

In this section we will represent the most recent surveys and researches concerning only relation, event and triplet information extraction techniques since it is within our interest in this research.

2.1 Relation Extraction Techniques:

Several methods in literature were proposed and can be used to extract relations following the survey and research in [5] [3] [11]:

Pattern-based approach: uses patterns to recognize relations. This technique aims to use a lexico-syntactic pattern to recognize them. Using patterns to extract relations has the advantage of high precision although a poor recall is encountered.

Supervised-based approach: proposes a supervised machine learning to identify relations. This method uses training corpus that contains example of entity-relation-entity format and predict unseen text to extract relations. This approach depends on the choice of useful features to enhance its performance.

Semi-supervised-based approach: provides techniques such as Bootstrapping to extract relations. This technique unlike the supervised one doesn't need a large number of corpora for training, else it just needs seed patterns or seed tuples from a high precision specimen that define entities and look up in any data source (such as web or database) to find sentences that include those entities.

Hybrid-based approach: (also called distant supervision) that aggregate the advantages of the Bootstrapping with the supervised techniques. This technique uses a classifier with a huge number of features and then supervised by a hand created patterns it also ensures high precision scores for relation extraction

Unsupervised learning-based approach: for extracting relations (also called open relation extraction). This technique uses a dictionary to identify syntactic and lexical constraints. Then, a relation is only accepted if it meets those constraints. The advantage of this approach generated because of its ability to recognize huge number of relations without having to define them in advance. However, the disadvantage in unsupervised relation extraction method is the need to map these large sets of strings into some canonical form for adding to databases or other knowledge sources.

2.2 Event Extraction Techniques:

There are many approaches in recent literature that involve extracting events. They are grouped into four categories as described by [5] [3]:

Graph-based approach: there are two methods that depend on graph construction to extract events. The first one called Abstract Meaning Representation (AMR) method that depends on transforming the sentences into rooted, directed, acyclic graph (DAG) to represent the sentences. Accordingly, each node in the graph are concepts or entities which map to all the words in the entered sentences and edges map to relations between words. Event representation considered a subgraph of AMR and neural networks is used to identify this event subgraph. This technique is newly explored and gave lower recall with 67% accuracy. The second technique called Dependency parsing trees approach. This technique considered a useful technique for capturing semantics such as predicate argument relationships, which have been shown to be an effective representation for event extraction.

Pipeline-based method: depends on dividing the task into a sequence of three stages: 1- predicting a candidate set of event trigger words. 2- determining whether any recognized named entities or trigger words are instantiations of event arguments. 3- semantic post-processing step.

Hybrid-based approaches: since hybrid methods combines two or more approaches to improve drawbacks that can result from both, there are two methods concerning hybrid-based: the first one uses classification and rule-based methods together for identifying events. A multi-class SVM classifier is used to identify event triggers and arguments using a huge number of features then a rule-based approach to attach the arguments to their correct events. The other hybrid method uses the dictionary-based technique with the rule based one to identify events. The dictionary-based approach used to identify event riggers, but the rules developed based on syntactic dependency paths to detect event participants.

Markov logic networks-based approach: jointly predicts events and arguments. For each word, the system predicts whether it is an event trigger word, and for each syntactic dependency edge, the system predicts whether it is an argument path leading to an event theme or cause.

2.3 Triplet Identification

Based on parsing algorithms, there are some methods mentioned in literature, following the work in [10] [12] [14], that aim to extract triplets from a sentence:

Tree-based parsing approach: there are three kinds of parsers that depend on tree configuration of a syntactic structure, one of them called Stanford parser that generates a Treebank parse tree for the input sentence. A treebank is a textual dataset where each sentence fitting in that dataset has a syntactic structure added to it. The second parser called OpenNLP's parse tree which is similar to that of Stanford Parser. The third one called Minipar Parse Tree in which each node of that tree contains the following: a label that represents the node, the word, its root form, its grammatical class and relation.

Link-based parsing approach: uses the link grammar in which create a linkage after scanning a sentence. For a particular sentence many linkages can be existed. A linkage contains one or more sub linkages. Then a function called EXTRACT-ATTRIBUTES responsible for searching about attributes of verbs and nouns. Attributes of nouns (the subject and some objects) could be found to the left or to the right.

Rule-based approach: also, called "Deterministic Triplet Extraction Approach" aims to identify the triplet (Subject or Domain-Verb or Relation-Object or Range). The approach starts with the splitting of input text in an array of sentences. In this method it is needed to process sentences one by one to minimize mistakes spread one sentence to another. Once sentences are separated in an array of sentences, every sentence is "tokenized" and Part-Of-Speech (POS)-tagged is identified (i.e. appointing a POS tag to every token). In the end, a chunker is used to merge group of words in phrases. Once every grammatical information needed has been extracted, the creation of Phrases begins using the rules.

3 Methodology

In this section we explain briefly how our system works beginning from collecting the data, going to relation and triplet detection and extraction.

3.1 Data collection and acquisition:

According to what is mentioned in section 1 about the PubMed data, we intend to use it as the main medical data resource (Pubmed data layer in figure 1) in this project to insure high quality, validation and evaluation of our system. All articles are downloaded via FTP server from Pubmed in archive format. The download operation took about one hour by the tool Aspera Connect provided by the National Library of Medicine® NLM. After downloading archives, all articles were extracted and inserted into PostgreSQL database using MedlineXmlToDatabase tool constructed by Observational Health Data Sciences and Informatics OHDSI group, which is a community that works in clinical information technologies. MedlineXmlToDatabase tool extracts archives and checks the integrity. Then all articles are inserted into database that is defined in the configuration file. Pubmed also publishes articles in archive format weekly. So, our local database can be updated with these weekly updates by the same way mentioned above. Approximately 27 million articles abstracts, bibliometrics, citations and related data are stored in our local database. Every article has a unique number – PMID – to reach related fields and tables in database.

3.2 Information extraction techniques:

Information extraction consists of two main tasks (the information layer as it is shown in figure 1): Relation/Event Extraction (RE) and Triplet extraction (TE). Therefore, in this research, all information units which will be extracted from articles are to be represented in a semantic base. Some external knowledge will be used to help us during the evolving of our system: involving personal expertise who has a good knowledge about the medical data and information, and some UMLS (Unified Medical Language System) that contains an enormous number of medical vocabularies.

Then, our system will adapt and evaluate various top-performing medical/clinical Relation Extraction tasks that implement hybrid approaches like [15] who uses hybrid

approach for name entity extraction, using deep learning with conducting a statistical approach based on Maximum Entropy Markov model such as CRF (Conditional Random Field). The same hybrid method will be adapted for semantically extracting relations and triplets, and increasing recall and precision scores. Recently it has been already shown how systems can be improved by using distributed word representations, such as word2vec [16] or GloVe [17]. Moreover, Convolutional Neural Network (CNN) and the Recurrent Neural Network (RNN), will be applied to extract concepts from input documents (abstracts and selected full texts).

We aim to experiment deep neural network architectures for medical/clinical information extraction, including distributed feature representation, automatic semantic feature learning, and long-term dependencies capture. In addition, we also aim to combine them with both internal and external semantic resources, to improve the performance.

Preliminary proof of concept system DEMED for triplet extraction created by DEU will be adapted as a starting point for further development in this system. DEMED extracts triples from PubMed abstracts by using cTAKES which is a natural language processing toolkit for extraction of information from electronic medical record clinical free-text. It stores triples in a database for further inquiries, which is expressed with PICO[1]-based structured query interface. A running demo can be found at http://demed.ceng.deu.edu.tr.

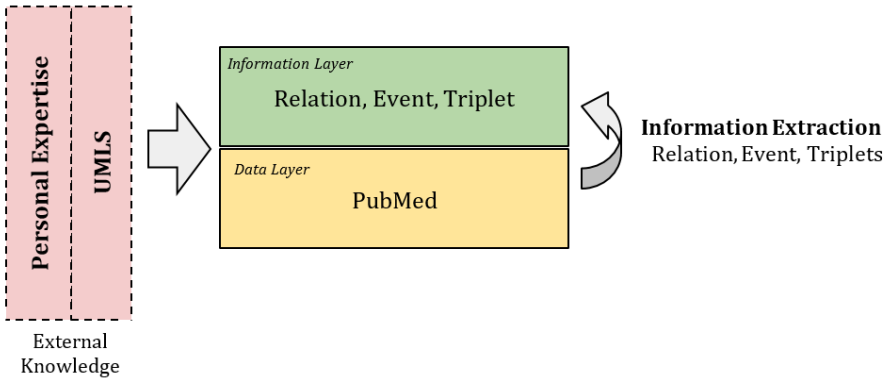


Fig. 1. The architecture of relation and triplet information extraction system

4 Conclusion

This paper presents a hybrid approach for identifying triplets (Subject-Predicate-Object) according to the extraction of relation and event information from unstructured medical text data. Pubmed data will be used in this study with the involvement of some

[1] PICO format is a clinical question framework that is designed for question answer system (P for patient, I for intervention, C for compared or as comparison with, and O is for outcome)

external knowledge such as medical expertise. However, the hybrid approach semantically will involve the using of deep learning approach such as convolutional neural network (CNN) and/or recurrent neural network (RNN), and statistical approach based on Maximum Entropy Markov model such as CRF (Conditional Random Field). Since research confirms serious gap between medical evidence and clinical practice, this work will add a good impact for solving the difficulty (and time) of searching, understanding and evaluating key evidence, which are considered important barriers of use of evidence-based medicine (EBM) in daily practice.

References

1. Athenikos, Sofia J., and Hyoil Han. "Biomedical question answering: A survey." Computer methods and programs in biomedicine 99, no. 1 (2010): 1-24.
2. Gupta, Poonam, and Vishal Gupta. "A survey of text question answering techniques." International Journal of Computer Applications 53, no. 4 (2012).
3. Jurafsky, Dan, and James H. Martin. Speech and language processing. Vol. 3. London: Pearson, 2014.
4. Kilicoglu, Halil, Dongwook Shin, Marcelo Fiszman, Graciela Rosemblat, and Thomas C. Rindflesch. "SemMedDB: a PubMed-scale repository of biomedical semantic predications." Bioinformatics 28, no. 23 (2012): 3158-3160.
5. Simpson, Matthew S., and Dina Demner-Fushman. "Biomedical text mining: a survey of recent progress." In Mining text data, pp. 465-517. Springer, Boston, MA, 2012.
6. Tutos, Andreea, and Diego Mollá. "A study on the use of search engines for answering clinical questions." In Proceedings of the Fourth Australasian Workshop on Health Informatics and Knowledge Management-Volume 108, pp. 61-68. Australian Computer Society, Inc., 2010.
7. Patel, Manesh R., Connie M. Schardt, Linda L. Sanders, and Sheri A. Keitz. "Randomized trial for answers to clinical questions: evaluating a pre-appraised versus a MEDLINE search protocol." Journal of the Medical Library Association94, no. 4 (2006): 382.
8. Olvera-Lobo, María-Dolores, and Juncal Gutiérrez-Artacho. "Question-answering systems as efficient sources of terminological information: an evaluation." Health Information & Libraries Journal 27, no. 4 (2010): 268-276.
9. Lu, Zhiyong. "PubMed and beyond: a survey of web tools for searching biomedical literature." Database 2011 (2011).
10. Rusu, Delia, Lorand Dali, Blaz Fortuna, Marko Grobelnik, and Dunja Mladenic. "Triplet extraction from sentences." In Proceedings of the 10th International Multiconference" Information Society-IS, pp. 8-12. 2007.
11. Amith, Muhammad, Hsing-Yi Song, Yaoyun Zhang, Hua Xu, and Cui Tao. "Lightweight predicate extraction for patient-level cancer information and ontology development." BMC medical informatics and decision making 17, no. 2 (2017): 73.
12. Defazio, Aaron. "Natural language question answering over triple knowledge bases." Retrieved at (2009): 1-42.
13. Yoshikawa, Katsumasa, Sebastian Riedel, Tsutomu Hirao, Masayuki Asahara, and Yuji Matsumoto. "Coreference based event-argument relation extraction on biomedical text." *Journal of Biomedical Semantics* 2, no. 5 (2011): S6.
14. CONDORELLI, ANDREA. "Towards a triplet extraction tool for next generation biomedical ontologies." (2014).

15. Boag, W., Wacome, K., Naumann, T., & Rumshisky, A. (2015). CliNER: A lightweight tool for clinical named entity recognition. AMIA Joint Summits on Clinical Research Informatics 2015. San Francisco, CA.
16. Mikolov, T., Sutskever, I., Chen, K., Corrado, G. S., & Dean, J. (2013). Distributed representations of words and phrases and their compositionality. In Advances in neural information processing systems (pp.3111-3119).
17. Pennington, J., Socher, R., & Manning, C. (2014). Glove: Global vectors for word representation. In Proceedings of the 2014 conference on empirical methods in natural language processing (EMNLP) (pp.1532-1543).

Handling missing value using multiple imputation approach

İlknur BUÇAN KIRKBİR[1], Burçin KURT[1]

[1] Departman of Bioistatistics and Medical İnformatics, Karadeniz Thecnical University, Trabzon
ilknurbucan@gmail.com, burcinnkurt@gmail.com

Abstract. The concept of missing values is important to understand in order to successfully manage data. If the missing values are not handled properly by the researcher, this may causes inaccurate inference about the data. Multiple imputation is a general approach to the problem of missing data that is available in several commonly used statistical packages. It aims to allow for the uncertainty about the missing data by creating several different plausible imputed data sets and appropriately combining results obtained from each of them. In this study, hepatitis data set has been used from KEEL open access database. The dataset includes demographic and clinical information from 155 patients with missing values which diagnosed with hepatitis or not. R statistical programming and "mice" package have been used for dealing with missing values. As a result, 5 different imputed datasets were obtained and then compared in a linear model to select the best imputed dataset.

Keywords: Hepatitis, Missing Value, Machine Learning.

Çoklu tamamlama yaklaşımı ile eksik verinin ele alınması

İlknur BUÇAN KIRKBİR[1], Burçin KURT[1]

[1] Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi AD, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon
ilknurbucan@gmail.com, burcinnkurt@gmail.com

Özet. Verilerin başarılı bir şekilde yönetilebilmesi için eksik değer kavramı önemlidir. Veri setindeki eksik değerler araştırmacı tarafından uygun şekilde ele alınmazsa, veriseti ile ilgili yanlış çıkarımlara neden olabilir. Çoklu tamamlama (Multiple imputation), yaygın olarak kullanılan birkaç istatistik paketinde varolan eksik veri problemini ele almada genel bir yaklaşımdır. Bu yöntem, kabul edilebilir farklı tamamlanmış veri kümeleri oluşturarak ve her birinden elde edilen sonuçları uygun şekilde birleştirerek, eksik veriler hakkında belirsizliği ortadan kaldırmayı amaçlamıştır. Bu çalışmada, KEEL açık erişim veri tabanındaki hepatit veri seti kullanılmıştır. Veri seti, hepatit tanısı alan veya almayan 155 hastnın demografik ve klinik bilgilerini içermektedir. Hepatit veri setindeki eksik veri problemini ele almak için R programlama dili ve *"mice"* paketi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda 5 farklı tamamlanmış veri seti elde edilmiştir ve en uygun veri setini seçmek için linear model kullanılmıştır.

Anahtar kelimeler: Hepatit, Eksik değer, Makine öğrenmesi

1 İntroduction

Missing data (or missing value) is defined as the data value that is not stored for a variable in the observation of interest. The problem of missing data is relatively common in almost all research and can have a significant effect on the conclusions that can be drawn from the data [1-3]. There are alternative ways of handling the missing data some of which are Listwise or case deletion, Pairwise deletion, Mean substitution, Regression imputation, Maximum likelihood, Expectation-Maximization, Multiple imputation etc. [4 ,5]. In this study, hepatitis dataset from KEEL open access database has been used for missing value imputation. For this aim, 5 different imputed datasets have been obtained using R statistical programing. Then,

the obtained datasets have been compared using statistical models to select the best one.

2 Materials and methods

2.1 Dataset

Hepatitis dataset includes 155 patients with 20 attributes which were diagnosed as hepatitis or not. Summary of the data is given in Figure 1.

```
      Age        Sex     Steroid    Antivirals  Fatigue     Malaise    Anorexia   LiverBig   LiverFirm  SpleenPalpable  Spiders
 Min.   : 7.0   1:139   1   :76   1: 24      1   :100   1   :61   1   : 32   1   : 25   1   :60   1   : 30       1   :51
 1st Qu.:32.0   2: 16   2   :78   2:131      2   : 54   2   :93   2   :122   2   :120   2   :84   2   :120       2   :99
 Median :39.0           NA's: 1              NA's:  1   NA's: 1   NA's:  1   NA's: 10   NA's:11   NA's:  5       NA's: 5
 Mean   :41.2
 3rd Qu.:50.0
 Max.   :78.0

 Ascites    Varices     Bilirubin       AlkPhosphate        Sgot          AlbuMin        ProTime      Histology class
 1   : 20   1   : 18   Min.   :   0.3   Min.   : 26.00   Min.   : 14.00   Min.   :    3   Min.   :  0.00   1:85       1: 32
 2   :130   2   :132   1st Qu.:   0.7   1st Qu.: 74.25   1st Qu.: 31.50   1st Qu.:43104   1st Qu.: 46.00   2:70       2:123
 NA's:  5   NA's:  5   Median :   1.0   Median : 85.00   Median : 58.00   Median :43163   Median : 61.00
                       Mean   :15369.6   Mean   :105.33   Mean   : 85.89   Mean   :33582   Mean   : 61.85
                       3rd Qu.:43160.0   3rd Qu.:132.25   3rd Qu.:100.50   3rd Qu.:43269   3rd Qu.: 76.25
                       Max.   :43346.0   Max.   :295.00   Max.   :648.00   Max.   :43347   Max.   :100.00
                       NA's   :6         NA's   :29       NA's   :4        NA's   :16      NA's   :67
>
```

Fig. 1. Summary of the Hepatitis dataset

Fig. 1. describes distribution of missing values. Samples which are not missing represented with blue color and the remaining other missing patterns represented with red color in the plot given below.

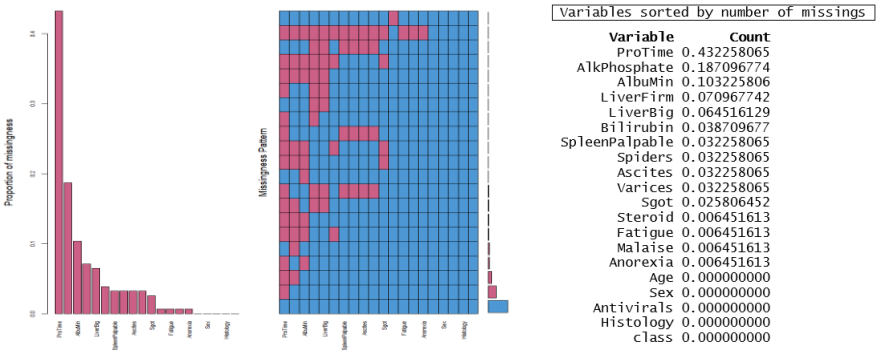


Fig. 2. Distribution of missing values

2.2 Missing Value Imputation

There are a lot of alternative ways which are Listwise or case deletion, Pairwise deletion, Mean substitution, Regression imputation, Last observation carried forward, Maximum likelihood, Expectation-Maximization, Multiple imputation for handling

missing data has been used in literature studies [1]. In this study, multiple imputation method has been used for dealing with missing data.

Multiple imputation

Multiple imputation is a general approach to the problem of missing data that is available in several commonly used statistical packages. It aims to allow for the uncertainty about the missing data by creating several different plausible imputed data sets and appropriately combining results obtained from each of them [6]. In this study multiple imputation method was used due to benefit of it. The benefit of the multiple imputation is that in addition to restoring the natural variability of the missing values, it incorporates the uncertainty due to the missing data, which results in a valid statistical inference. Multiple imputation turns out to be robust to the violation of the normality assumptions and produces appropriate results even in the presence of a small sample size or a high number of missing data. It also can be used to handling both numeric and categorical missing data [1, 2].

The multiple imputation method has been implemented using “mice” package in R which imputes missing values with plausible data values in this study. These plausible values are drawn from a distribution specifically designed for each missing data point. For numerical and categorical variables imputation predictive mean matching *(pmm)* and logistic regression *(logreg)* methods have been used respectively. The graphical representation of obtained 5 different imputed datasets is given below. What we would like to see is that the shape of the points of imputed data matches the shape of the blue ones (observed).

The matching shape tells us that the imputed values are indeed “plausible values”.

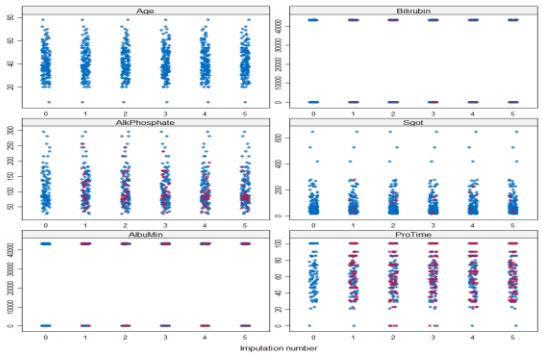


Fig. 3. Stripplot of 5 different imputed datasets

3 Conclusion and Results

The researcher's goal is to conduct the most accurate analysis of the data to make valid and efficient inferences about a population to guide practitioners. Accomplishing this goal requires choosing the most appropriate method to handle missing data. The performance of multiple imputation in a variety of missing data situations has been well-studied and it has been shown to perform favorably [7]. Multiple imputation has been shown to produce unbiased parameter estimates which reflect the uncertainty associated with estimating missing data. Further, multiple imputation has been shown to be robust to departures from normality assumptions and provides adequate results in the presence of low sample size or high rates of missing data [8].

In this study, hepatitis dataset from KEEL open access database has been used and 5 different imputed datasets have been obtained by using multiple imputation method. Linear model approach was used to compare 5 imputed datasets. Comparison of linear models are given in Table 1.

Table 1. Comparison results of 5 imputed datasets

	Adj. R^2	***P value***
Linear model 1	0.12	<0.001
Linear model 2	0.02	0.15
Linear model 3	0.01	0.21
Linear model 4	0.15	<0.001
Linear model 5	**0.18**	**<0.001**

The summary of imputed data for linear model 5 which is the best fit model, is given below.

```
      Age       Sex     Steroid Antivirals Fatigue Malaise Anorexia LiverBig LiverFirm SpleenPalpable Spiders Ascites Varices   Bilirubin
Min.   : 7.0   1:139   1:77    1: 24      1:100   1:61    1: 33    1: 25    1:64      1: 30          1: 53   1: 20   1: 18   Min.   :    0.3
1st Qu.:32.0   2: 16   2:78    2:131      2: 55   2:94    2:122    2:130    2:91      2:125          2:102   2:135   2:137   1st Qu.:    0.7
Median :39.0                                                                                                               Median :    1.0
Mean   :41.2                                                                                                               Mean   :15332.8
3rd Qu.:50.0                                                                                                               3rd Qu.:43160.0
Max.   :78.0                                                                                                               Max.   :43346.0
 AlkPhosphate        Sgot           AlbuMin         ProTime       Histology class
Min.   : 26.0   Min.   : 14.00   Min.   :    3   Min.   :  0.00   1:85      1: 32
1st Qu.: 74.5   1st Qu.: 31.50   1st Qu.:43103   1st Qu.: 46.00   2:70      2:123
Median : 85.0   Median : 58.00   Median :43163   Median : 62.00
Mean   :102.1   Mean   : 85.86   Mean   :33185   Mean   : 63.61
3rd Qu.:125.5   3rd Qu.:105.50   3rd Qu.:43283   3rd Qu.: 84.50
Max.   :295.0   Max.   :648.00   Max.   :43347   Max.   :100.00
```

Fig. 4. Summary of the imputed dataset 5

As seen in Figure 4. there is no missing value in the imputed data. Consequently, statistical analysis results of developed models for missing data imputation shows that linear model 5 is the best fit model with the highest *Adj. R2* and significant *p* values.. Using missing imputation methods, in addition to collected more data, it can been conduct the most accurate analysis of the data to make valid and efficient inferences about a population to guide practitioners.

4 References

1. Kang, H. (2013). The prevention and handling of the missing data. Korean journal of anesthesiology, 64(5), 402-406.
2. Efron, B. (1994). Missing data, imputation, and the bootstrap. Journal of the American Statistical Association, 89(426), 463-475.
3. Moons, K. G., Donders, R. A., Stijnen, T., & Harrell Jr, F. E. (2006). Using the outcome for imputation of missing predictor values was preferred. Journal of clinical epidemiology, 59(10), 1092-1101.
4. Jerez, J. M., Molina, I., García-Laencina, P. J., Alba, E., Ribelles, N., Martín, M., & Franco, L. (2010). Missing data imputation using statistical and machine learning methods in a real breast cancer problem. Artificial intelligence in medicine, 50(2), 105-115.
5. Olinsky, A., Chen, S., & Harlow, L. (2003). The comparative efficacy of imputation methods for missing data in structural equation modeling. European Journal of Operational Research, 151(1), 53-79.
6. Sterne, J. A., White, I. R., Carlin, J. B., Spratt, M., Royston, P., Kenward, M. G.,& Carpenter, J. R. (2009). Multiple imputation for missing data in epidemiological and clinical research: potential and pitfalls. *Bmj*, *338*, b2393.
7. Schafer, J. L., & Graham, J. W. (2002). Missing data: our view of the state of the art. *Psychological methods*, *7*(2), 147.
8. Wayman, J. C. (2003, April). Multiple imputation for missing data: What is it and how can I use it. In *Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago, IL* (pp. 2-16).

Etkin ve Ekonomik Bir Laboratuvar Tüpü Sıralama ve Kayıt Makinesi

"An Effective and Economical Tube Sorting and Registering Machine"

Mehmet ÖZTÜRK[1], Abdülkadir KOÇER[2], Ahmet YARDIMCI[3]

[1,3] Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi AD, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, TÜRKİYE
[2] Teknik Bilimler MYO, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, TÜRKİYE
mozturk@akdeniz.edu.tr

Özet. Bu çalışmada amaç klinik laboratuvar testlerinde pre-analitik süreçte, merkez laboratuvara otomatik numune giriş kaydı, numune sıralaması, sınıflandırması ve kontrolü yapan daha ekonomik yerli teknoloji bir alternatifin geliştirilmesidir.

Geliştirilen makinede piyasadaki benzerlerinden farklı olarak numune tüplerinin barkod okuma, ve kapak rengi algılama işlemleri için endüstriyel sensörler yerine kamera kullanılmıştır. Kamera kullanımı renk okumada kapak yönü değişikliği gerektirmediği için mekanik düzenek basitleşmiştir. Bu sayede maliyet ciddi oranda azaltılmıştır.

Abstract. The aim is to improve an effective and economical tube sorting and registering machine for central clinic laboratory in preanalytic stages. In this study we used a camera sensor both for reading barcodes and detecting the tube cap's color instead of industrial barcode reader sensor and color sensor.

Many of the industrial color sensors are detecting color from a point on a small area so the tubes must be rotated for proper position by a mechanical system. However in this project there is no need to rotate the tube for color detection. Because the camera view contains the whole tube anyway, The image processing can detects color from a wide area.

Therefore, using a camera is cheaper than conventional industrial sensor applications for barcode reading and color detecting from laboratory tubes.

Anahtar Kelimeler: Görüntü işleme, Barkod okuma, Renk okuma, Laboratuvar Tüpü Sıralama.

1 GİRİŞ

Özellikle Türkiye piyasasında kullanılmakta olan Laboratuvar tüp sıralama ve kayıt makineleri barkod okuma ve renk okuma için endüstriyel tip sensörler kullanmakadırlar. Örneğin Sarstedt HTCS 2000 MK2[1], Corelab Refleks[2] v.b. gibi. Endüstriyel barkod okuyucular ve renk algılayıcı sensörler genel amaçlı olarak üretilen, ev ve ofislere oranla daha zorlu çevresel ve elektriksel şartlarda tatmin edici dayanıklılıkta uzun sure aynı verimlilikte ve yüksek hızda görevlerini yapabilecek şekilde üretilirler. Bu yüzden maliyetleri önemli oranda yükselten bir faktör olmasına rağmen makine üreticileri tarafından daha çok tercih edilirler.

Ancak büyük hastanelerde merkez kan laboratuvarlarında kullanılmak üzere tasarlanmış preanalitik tüp sıralama makineleri gerek fiziksel gerekse elektriksel çevre şartları bakımından bu derece yüksek hızlı ve çok dayanıklı sensörler yerine daha uygun maliyetli alternatifler kullanırsa hastanelerde bu makinelerin kullanımını yaygınlaştıracaktır.

Bu amaç doğrultusunda dijital bir kamera ile elde edilen görüntü üzerinden görüntü işleme yazılımları kullanarak barkod okuma ve renk tanıma gerçekleştirildiğinde çok ekonomik bir alternatif oluşmaktadır.

Ancak yapılan çalışmanın başarısı konusunda bir bilgi verebilmek için bu projenin ilerleyen aşamalarında uzun süreli çalışma testleri yapılmalıdır.

1.1 Endüstriyel Barkod Okuyucular

Endüstriyel barkod okuyucular genel amaçlı olarak üretilen, ev ve ofislere oranla daha zorlu çevresel ve elektriksel şartlarda tatmin edici dayanıklılıkta, uzun süre aynı verimlilikte ve yüksek hızda görevlerini yapabilecek şekilde üretilirler. (Resim 1) Laboratuvar otomasyon sistemlerinin önemli bir bileşeni hastalardan alınan kan numunelerinin üstündeki barkod sistemidir. Türkiye piyasasında tek boyutlu (1D) barkod sistemi kullanılmaktadır. Bu kodları okumak için kullanılan okuyucular tüp sıralama makinelerinde 1D Lazer okuyucu tipinde olup, iletişim yöntemi olarak seri port haberleşme (RS232, RS485 veya USB) kullanmaktadırlar.

Resim 1.[3] 1D Lazer Barkod Okuyucu

Resim 2.[4] Renk Sensörü

1.2 Endüstriyel Renk Sensörleri

Özellikle gıda, ilaç ve amabalaj sektöründe seri imalat makinelerinde kullanılmak üzere üretimliş kameralı görüntü işleme yöntemleri ile değişen hassassiyetlerde renk tanıma yapabilen sensörlerdir. (Resim 2) Değişmeyen ışık şartlarında öğrenme modunda kendisine öğretilen modele göre değişen sayıda renkleri ayırt edebilirler ve renk bilgisini yapım teknolojisine göre renk sayısı kadar farklı kontak bilgisi olarak çıkışa aktarırlar. Ek bir yazılım gerektirmezler. Tüp sıralama için kullanılan modeller en az 8 renk okuyabilmektedir.

1.3 Kamera Sensör

Tüp sıralama makinelerinde kullanılmak üzere yukarıda bahsedilen iki sensörün işlevini tek bir kamera ve görüntü işleme yazılımı ile yapmak mümkündür.

Devam etmekte olan projede geliştirilen makinede piyasadaki benzerlerinden farklı olarak numune tüplerinin barkod okuma, ve kapak rengi algılama işlemleri için endüstriyel sensörler yerine kamera kullanılmıştır. Kamera kullanımı renk okumada kapak yönü değişikliği gerektirmediği için mekanik düzenek basitleşmiştir. Bu sayede maliyet ciddi oranda azaltılmıştır. Kullanılan kamera 2MP FHD Manuel odak ayarlı USB protokolünde Windows işletim sistemi uyumlu bir kameradır. (Resim 3)

Resim 3. Kamera

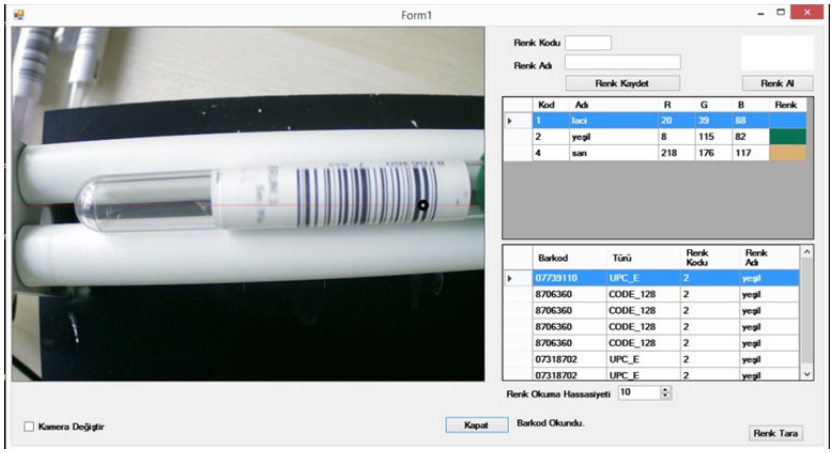
1.4 Görüntü İşleme Yazılımı

Windows ortamına aktarılan görüntü üzerinden yazılım ile önce barkod okuma okuma gerçekleştiği andaki frame üzerinden de kapak rengi okuma yapılabilmektedir. Program ekran görüntüsü (Resim 4) de görülmektedir.

Barkod okuma programı Visual Studio C# editöründe Net framework 4.5 altyapısı kullanılarak oluşturulmuştur. Barkod için ZXing.net kütüphanesi, renk tanıma için Aforge.net kullanılmıştır.

Renk tanıma işleminin yapılabilmesi için istenen sayıda tanıtılacak referans renkler programın konfigürasyon modunda tek tek okuma düzeneğine (Resim 5) koyularak

renk al butonuna basıldığında hafızaya alınır. Referans renk ile daha sonra okunacak numunelerin rengi seçilen %1 - %10 arası tolerans ile karşılaştırılır. Bu işlemlerin hem tanıtma hem okuma değişmeyen ışık koşullarında olması gereklidir. Bu amaçla okuma düzeneğine 27cm uzunluğunda 7W beyaz tüp led aydınlatma ilave edilmiştir. Noktasal ışık kaynakları şeffaf tüp üzerinde meydana gelen yansılardan dolayı çok hatalı renk okumalarına sebep olmuştur. Ancak tüp formunda aydınlatma istenen başarıyı sağlamıştır.



Resim 4. Program Ekranı

Resim 5. Okuma Düzeneği

1.5 Sonuç

Oluşturduğumuz yazılım tarafından okunan numune barkod bilgisi HBYS programı web ara yüzü üzerinden haberleşerek istenen tahlil bilgilerini sistemden alacak, laboratuvar yönetimi tarafından programa girilen kurallara göre numuneleri 12 farklı bölmeye ayrımını sağlayacaktır. Kural tanımlarında tahlil tipine ve laboratuvar imkânlarına göre ayırım, uygun olmayan tüpe alınmış numune tespiti, kayıtsız numune tespiti, tahlil için uygun olmayan gecikme tespiti ve uygun numunelerin merkez laboratuvara giriş kaydı işlemlerini yapılabilecektir. Projenin ilerleyen aşamalarında oluşturulan makinenin çalışma hızı, hata oranları analiz edilerek elde edilecek sonuçlar geliştirilen yöntemin başarısı hakkında fikir verecektir.

2 Kaynaklar

1. SARSTEDT AG & Co. HCTS2000 MK2 Youtube Video https://www.youtube.com/watch?time_continue=2&v=juKdHttLuZYv, Erişim tarihi 2018/09/20
2. REFLEKS pre-analitik tube sorter (www.corelab.com.tr) Youtube Video, https://www.youtube.com/watch?v=1J_tm2hwxRA, Erişim Tarihi 2018/09/20
3. Leuze Electronic Türkiye web sayfası, http://www.leuze.com.tr/tr/turkiye/urunler/identification_tr/bar_code_identification_tr/stationary_bar_code_readers_tr/148_tr/selector.php?supplier_aid=50131538&grp_id=1452766976312&lang=tur#{%22tab%22:%221%22}, Erişim tarihi 2018/09/21
4. Leuze Electronic Türkiye web sayfası, http://www.leuze.com.tr/tr/turkiye/urunler/switching_sensors_tr/special_sensors_tr/color_sensors_tr/index.php, Erişim tarihi 2018/09/21

The Effect of Web-Based Interventions on Patient Engagement Process

Dilara USTA[1], Fatoş KORKMAZ[1]

[1]Department of Fundamentals of Nursing, Faculty of Nursing, Hacettepe University, Ankara, Turkey

dilarausta6@gmail.com

korkmazfatos@gmail.com

Abstract

Empowering patients in the health-care process enables patients to have knowledge about their situation and symptoms of their diseases to notice the risks and adverse events faster than clinicians and to adapt their treatment process. Patient engagement model, which aims to empower patients, allows patients to have knowledge about their situation and symptoms of their diseases to notice the risks and adverse events faster than clinicians and to adapt their treatment process. It is known that patient engagement is positively related to life satisfaction, high quality of life, and better clinical outcomes. With the continuous participation approach through patient empowerment, the emerging information technologies have started to offer unique solutions. It is considered that using web-based interventions in developing patient engagement process is a new and effective approach. As empowerment is a highly interactive process and makes patients powerful using communication and education, implementing contemporary procedures into health-care would be promising it the future.

Keywords: patient empowerment, patient engagement, web-based interventions

As the current health-care services have been developing from disease-centered into the patient-centered model, new approaches have started to emerge. In existing health-care models, patients do not have full knowledge of their clinical diagnosis, the effect of treatments, their progress during care, and they do not have the motivation to involve decision-making process. Empowered patients are able to understand their clinical conditions, seek health-care, recognize side effects, and make decisions using information (1). From this point, the need for patient-centered models has been emerging to strengthen patients. Empowered patients who take their responsibility for their own health have an important role in achieving sustained health-care (2, 3). An enabled model is needed to identify the patient needs, on the other hand, removing the barriers among patients, hospitals, and health-care professionals. Patient engagement model allows patients to have knowledge about their situation and symptoms of their diseases to notice the risks and adverse events faster than clinicians and to adapt their treatment process (4, 5). The growing literature indicates that patient engagement is also positively related to life

satisfaction (6, 7), higher quality of life (8), better clinical outcomes (9), better patient self-management (10), perceiving a higher quality of life and enhanced health status (11-13), effective medication adherence and improved medication safety (10, 13-16), and reduction in health-care costs (17, 18).

With the continuous participation approach through patient empowerment, the emerging information technologies have started to offer unique solutions (19). Recent studies suggest that strategies and tools which facilitate the patient engagement has gained importance (20). As a result, informatics (21), telemedicine, mobile-based call supports (1), web-based interventions (21-23), and patient portals (24) have been considered as useful approaches in the case of patient–centered care models.

In Graetz's study (23), a feasibility trial was conducted to evaluate the web-based app intervention to provide real-time monitoring of the patients diagnosed/suspected with gynecological cancer who had open bilateral salpingo-oophorectomy surgery. In this randomized controlled study, participants (n= 35) were separated into two groups; the intervention group had an access to the web-based app and was encouraged with daily/weekly reminders. Control group only had an access to the app but they did not receive any reminders. As a result, this study provided patients to improve the communication with health professionals after surgery and made contributions of their mental health status.

In Sullivan's controlled-nonrandomized study (25), a chronic pain empowerment and self-management platform was developed for the patients to increase engagement in pain management. The Pain Tracker Self Manager (PTSM), which is a web-based educational module provides patient coaching sessions in self-pain management. Through longitudinal assessments of sleep, mood, and functional status, it serves as a patient assessment as well as an education tool, broadening patients' sense of their pain problem and what is necessary for recovery. It was found that the PTSM platform, supported with patient coaching, is an effective way of supporting patient empowerment and engagement in chronic pain management.

In another study, research was conducted to assess the impact of a pharmacist-led, web-based video presentation in increasing patients' awareness of medication adherence. Patients (n=166) taking at least more than one chronic prescription completed a pre-survey, watched a pharmacist-led web-based video presentation educating them on the importance of medication adherence, then completed a 1-month follow-up survey. As a result, it was found that pharmacist-led web-based video presentation might be a low- cost intervention to increase patient awareness of the medication adherence.

According to Rodriguez (24), applications which analyze data and provides feedback to patients and health professionals are beneficial for patient engagement and medication adherence processes. In addition, social media and videos will play a vital role in patient care services, such as Skype and FaceTime applications will ease the communication between patients and professionals. The systems which allow people to stay in their treatment schedule, or remind them to rest, sleep, or drink water. Patient portals allow patients to reach the information related to their care and offers the opportunity for patients to strengthen the relationship with providers. It is considered that, these relationships can in turn lead to patients feeling confident and more empowered about the care they are receiving to become participants in their care (24).

It is considered that using web-based interventions in developing patient engagement process is a new and effective approach. As empowerment is a highly interactive process and makes patients powerful using communication and education, implementing contemporary procedures into health-care would be promising it the future.

References

1. Khuntia J, Yim D, Tanniru M, Lim S. Patient empowerment and engagement with a health infomediary. Health Policy and Technology. 2017;6(1):40-50.
2. Coulter A, Safran D, Wasson JH. On the language and content of patient engagement. The Journal of ambulatory care management. 2012;35(2):78-9.
3. Barello S, Graffigna G, Vegni E. Patient engagement as an emerging challenge for healthcare services: mapping the literature. Nursing research and practice. 2012;2012.
4. Hor S-y, Godbold N, Collier A, Iedema R. Finding the patient in patient safety. Health:. 2013;17(6):567-83.
5. Weingart SN, Pagovich O, Sands DZ, Li JM, Aronson MD, Davis RB, et al. What can hospitalized patients tell us about adverse events? Learning from patient-reported incidents. J Gen Intern Med. 2005;20(9):830-6.
6. Van Campen C, Van Santvoort M. Explaining low subjective well-being of persons with disabilities in Europe: The impact of disability, personal resources, participation and socio-economic status. Social Indic Res. 2013;111(3):839-54.
7. Manary MP, Boulding W, Staelin R, Glickman SW. The patient experience and health outcomes. New Engl J Med. 2013;368(3):201-3.
8. Barello S, Graffigna G, Savarese M, Bosio AC. Engaging patients in health management: towards a preliminary theoretical conceptualization. Psicologia della Salute. 2014;3(3):11-33.
9. Lubetkin EI, Lu W-H, Gold MR. Levels and correlates of patient activation in health center settings: building strategies for improving health outcomes. J Health Care Poor U. 2010;21(3):796-808.
10. Hibbard JH, Greene J. What the evidence shows about patient activation: Better health outcomes and care experiences; fewer data on costs. Health affairs. 2013;32(2):207-14.
11. Barello S, Graffigna G. Engaging patients to recover life projectuality: an Italian cross-disease framework. Qual Life Res. 2015;24(5):1087-96.

12. Hibbard JH, Mahoney ER, Stock R, Tusler M. Do increases in patient activation result in improved self-management behaviors? Health Serv Res. 2007;42(4):1443-63.
13. Zolnierek KBH, DiMatteo MR. Physician communication and patient adherence to treatment: a meta-analysis. Med Care. 2009;47(8):826.
14. Bonaventura KR, Milner KA. Patient engagement in management of warfarin: A quality improvement study. J Nurse Pract. 2016;12(3):e105-e9.
15. Wilson SR, Strub P, Buist AS, Knowles SB, Lavori PW, Lapidus J, et al. Shared treatment decision making improves adherence and outcomes in poorly controlled asthma. Am J Resp Crit Care. 2010;181(6):566-77.
16. Milner KA, Bonaventura KR. Self-management of Warfarin: An approach to increase patient engagement in care. J Nurse Pract. 2017;13(8):e389-e93.
17. Hibbard JH, Greene J, Overton V. Patients with lower activation associated with higher costs; delivery systems should know their patients 'scores'. Health affair. 2013;32(2):216-22.
18. Oshima Lee E, Emanuel EJ. Shared decision making to improve care and reduce costs. New Engl J Med. 2013;368(1):6-8.
19. Graffigna G, Barello S, Riva G. How to make health information technology effective: the challenge of patient engagement. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2013;94(10):2034-5.
20. Asagbra OE, Burke D, Liang H. Why hospitals adopt patient engagement functionalities at different speeds? A moderated trend analysis. International journal of medical informatics. 2018;111:123-30.
21. Nguyen P, Wang YC, Jack LY. The role of informatics in improving patient care. Computer methods and programs in biomedicine. 2018;163:A1.
22. Lewis K, Reicher MA. Web applications for patient communication. Journal of the American College of Radiology. 2016;13(12):1603-7.
23. Graetz I, Anderson JN, McKillop CN, Stepanski EJ, Paladino AJ, Tillmanns TD. Use of a web-based app to improve postoperative outcomes for patients receiving gynecological oncology care: A randomized controlled feasibility trial. Gynecologic oncology. 2018.
24. Rodriguez ES, editor Using patient portals to increase engagement in patients with cancer. Seminars in oncology nursing; 2018: Elsevier.
25. Sullivan M, Langford DJ, Davies PS, Tran C, Vilardaga R, Cheung G, et al. A controlled pilot trial of PainTracker self-manager, a web-based platform combined with patient coaching, to support patients' self-management of chronic pain. The Journal of Pain. 2018.

Privacy Preserving Sharing of Electronic Health Records

Elektronik Sağlık Kayıtlarının Mahremiyet Korumalı Paylaşımı

Hacer Türkan DANIŞMAN[1]

[1] Sağlık Bakanlığı, Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye
h.danisman@saglik.gov.tr

Abstract. The Electronic Health Record (EHR) system has recently been recognized as one of the greatest advances in health care and offers a number of advantages than traditional health care services. On the other hand, this approach has made access to a lot of information about the person, making it necessary to protect personal data. Especially for patients, worry about the safety and privacy of health information, have adversely affected their use of electronic health recordings at national level. Due to the fact that health data are within the scope of highly sensitive personal data, the health information systems in which these data are recorded must protect the privacy of patients. The lack of security and confidentiality mechanisms in hospital information systems can lead to privacy violations. In this study, the techniques used in the privacy preserving sharing of electronic health records were discussed, the researches about this subject were reviewed, recommended for use the privacy protection approaches for health information systems and privacy requirements were presented.

Keywords: : Electronic Health Record (EHR); Privacy; Privacy Preserving Sharing..

Özet. Elektronik Sağlık Kaydı (ESK) sistemi son zamanlarda sağlık hizmetlerinin en büyük gelişmelerinden biri olarak kabul edilmekte ve geleneksel sağlık bakım hizmetlerine göre bir dizi avantaj sunmaktadır. Diğer taraftan bu yaklaşım, kişilere ait birçok bilgiyi erişilebilir hale getirmiş ve bu durum da kişisel verilerin korunma gereksinimini ortaya çıkarmıştır. Özellikle hastalar için sağlık bilgilerinin güvenliğine ve mahremiyetine ilişkin endişeleri, elektronik sağlık kaydı uygulamalarını ulusal düzeyde kullanımda olumsuz etkilemektedir. Sağlık verilerinin son derece hassas kişisel veriler kapsamında olmasından dolayı bu verilerin kayıt edildiği sağlık bilgi sistemleri hastaların mahremiyetini korumalıdır. Hastane bilgi sistemlerinde güvenlik ve gizlilik ile ilgili mekanizmaların eksikliği mahremiyet ile ilgili ihlallere sebep olabilir. Bu çalışmada, elektronik sağlık kayıtlarının mahremiyet korumalı paylaşımında kullanılan teknikler ele alınarak bu

konuda yapılan araştırmalar gözden geçirilmiş, sağlık bilgi sistemlerinde kullanılması önerilen gizlilik koruma yaklaşımları ve mahremiyet gereklilikleri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Elektronik Sağlık Kayıtları; Mahremiyet; Mahremiyet Korumalı Paylaşım.

1 Giriş

Sağlık hizmetinin tüm aşamalarında hasta ve tedavi bilgilerinin kayıt altına alınması, tedavinin sürekliliğinin yanı sıra bilimsel ve istatistiksel değerlendirmeler için de önem görmüş, toplum sağlığına önemli katkılarda bulunmuştur. Ayrıca kayıtlı bilgiler hukuksal durumlarda belge işlevi özelliğini de üstlenmiştir [1]. Dünyada elektronik gelişmeler öncesinde hasta ve tedavi bilgilerinin uygun ve düzenli tutulması, saklanması ve paylaşılmasında önemli sorunlar yaşanırken elektronik gelişmeler bu sorunların çözümünün yanı sıra yeni olanaklar da ortaya koymuştur. İnternet teknolojilerinin kullanımın yaygınlaşması ile hasta ve tedavi çerçevesindeki bilgiler artık tozlu raflardan çıkarak herkesin 7x24 çevrimiçi olarak kolayca ulaşabileceği hale gelmiştir. Ancak bu yeni gelişmeler ve olanaklar beraberinde önemli yeni sorunları da ortaya çıkarmıştır. Bundan ötürü son zamanlarda mahremiyet ihlaline sebep olmadan, eldeki verilerden alınabilecek faydayı olabildiğince maksimum seviyede tutmayı hedefleyen mahremiyet korumalı birçok veri paylaşım yaklaşımının geliştirildiğini görmekteyiz [2].

Elektronik Sağlık Kaydı (ESK) sistemlerinde veri paylaşımı, sağlık hizmeti sunumunun kalitesini iyileştirmek için önemlidir. Bununla birlikte, veri paylaşımı bazı sağlık ve gizlilik kaygılarını beraberinde getirmiştir. Sağlık verilerinin çeşitli kullanıcılar tarafından erişilebilir olması hasta mahremiyetinin açığa çıkmasına neden olabilmektedir [3]. ESK'ların gizliliğini korumak için kullanılan geleneksel yöntemler yalnızca sistem operatörlerine güvenirken, bu veriler yetkili personel tarafından etik olmayan bir şekilde kötüye kullanılabilir. Bu nedenle bir ESK sisteminde, kullanıcı kimlik doğrulaması, yetkilendirme ve rol tabanlı erişim kontrolünü de içeren çok seviyeli bir güvenlik sistemi kullanılması gerekliliği ortaya çıkmıştır [1].

Veri güvenliğinin sağlanması, veri işleyen kişilere birçok açıdan yükümlülük getirmiştir. Bu yükümlülüklerin en başta geleni kuşkusuz kişisel verilerin yetkisiz kişilerin eline geçmesinin önüne geçilmesi ve bu yönde tedbirlerin alınmasıdır. Buna ilişkin tedbirlerin niteliği kişisel verinin niteliği ve işlenme amaçları ile doğrudan bağlantılıdır. Son yıllarda kişisel sağlık bilgilerinin mahremiyetinin korunması ile ilgili yapılan çalışmalar gözden geçirildiğinde, tek bir yaklaşımla gizliliğin korunmasının sağlık kuruluşlarında mümkün olmadığı görülmüştür [1,3,4]. Örneğin, anonimleştirme ve erişim kontrolü, sağlık hizmetlerinde gizlilik gereksinimleri için bir çözüm olarak kullanılmaktadır [5]. Her iki çözüm de belirli gizlilik şartlarına dikkat etmelerine rağmen bazı zayıflıklara da sahiptirler ve bu nedenle mahremiyet gereksinimlerini tek başlarına yerine getiremezler [1]. Anonimleştirme, bir kişinin kimliğini korelasyon yoluyla ESK

hırsızlığına karşı güvence altına alır, fakat erişim mekanizmasını ele almaz. Benzer şekilde, erişim kontrolü ESK'ya erişimi sınırlar ancak erişim denetimi hatası durumunda anonimlik sağlamaz [1].

Günümüzde sağlık hizmetleri bilgiye her zaman ve her yerden erişmeye odaklanarak, sağlık bilgilerinin bulut ortamına taşınmasını teşvik etmektedir [6]. Bu şekilde çok sayıda sağlık kuruluşu elektronik sağlık bilgisini bulut ortamına aktarmaya başlamıştır. Sağlık sektöründeki bulut hizmetleri sadece hastane ve klinikler arasında elektronik sağlık kayıtlarının erişimini kolaylaştırmakla kalmaz, aynı zamanda bulutun tıbbi kayıt depolama merkezi olarak hareket etmesini de sağlar [3]. Ancak, sağlık verilerinin üçüncü taraf hizmet sunucularında saklanması veri gizliliği açısından ciddi tehditlere yol açmaktadır [3]. Bulutun dağıtık mimarisi nedeniyle, hasta kayıtları birçok üçüncü taraf sağlayıcıda saklanır ve paylaşılır. Bu nedenle, veriler yetkisiz erişim ve saldırılara karşı hassastır. Bulut ortamındaki sağlık bilgilerinin gizliliğini korumak için çeşitli yaklaşımlar kullanılmıştır. Ayrıca, geleneksel ağ güvenliği mekanizmaları da depolama için yeterli değildir. Bu nedenle şifrelenmiş depolama kullanımının verilerin güvenliğini önemli ölçüde artırdığını belirtilmektedir [4].

2 Sağlık Sistemlerinde Kullanılan Mahremiyet Koruma Yaklaşımları ve Gereklilikleri

Bireylerin mahremiyetini korumak için, kişisel bilgiler içeren bir veri kümesi paylaşılacağı veya yayımlanacağı zaman, açık-tanımlayıcılar olarak adlandırılan ve bireyi doğrudan tanımlayan genellikle isim, adres ve telefon numarası gibi verilerin, veri kümesinden çıkartılarak veya bu verilerin şifrelenerek paylaşılması yolu tercih edilmiştir [3]. Ancak, bu durum başlarda mahremiyeti sağlayan bir çözüm olarak görünse de, birçok veri kümesinde yetersiz kalmıştır. Kişisel bilgilerin tutulduğu veri kümelerinde, bireysel mahremiyeti korumak için veri sahiplerinin anonimleştirilmesi; yani, verilerin sahiplerinin birey olarak ayırt edilemez olması gerekmektedir. Bireysel anonimliği sağlamak için, yarı-tanımlayıcılar olarak adlandırılan ve bir bireyi tanımlamak için tek başına yeterli olmamasına rağmen başka verilerle bir araya getirilerek bir bireyi tanımlayabilme imkânı sağlayabilecek; yaş, cinsiyet ve ırk gibi ayırt edici öz niteliklerin de düzenlenmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır [3]. Bu gereklilikler neticesinde araştırmacılar, ESK'larla ilgili güvenlik ve gizlilik sorunlarını çözmek için çeşitli çözümler önermişlerdir. Bu kapsamda gizlilik korunma teknikleriyle ilişkili mevcut araştırma çalışmaları; kriptografik ve kriptografik olmayan yaklaşımlar olarak sınıflandırılabilir [3].

Gizlilik risklerini hafifletmek için kriptografik yaklaşımlar belli şifreleme şemaları ve şifreleme ilkellerini kullanırken bunun tersine, kriptografik olmayan yaklaşımlar temel olarak veri nesnelerinin erişim kontrol politikalarına sahip olmasını sağlayan politika tabanlı yetkilendirme altyapısını kullanır [3].

Mahremiyet koruma gereklilikleri arasında ise bütünlük, gizlilik, hesap verebilirlik, denetim, inkâr edememe ve anonimlik sayılabilir [3,8].

2.1 Kriptografik Yaklaşımlar

Veri güvenliğini sağlamanın en genel çözümü veri şifreleme olarak bilinmektedir. Şifrelemenin etkinliğinden emin olmak için şifreleme algoritmaları ile birlikte şifreyi açacak anahtarın da dayanıklılığı önem kazanmaktadır. Bulut ortamlarında çok büyük veri aktarımları, veri üzerinde işlemler, veri depolama ve yönetme işlemleri olduğundan, işlem hızı da şifreleme algoritmaları tasarlanırken önem kazanmaktadır. Bulut sistemlerde bu nedenle asimetrik şifreleme algoritmaları yerine, simetrik şifreleme algoritmaları kullanılması daha uygun bulunmaktadır [3]. Veri güvenliği şifreleme algoritmaları ile güçlendirilse de, bu algoritmaları çözecek anahtarın yönetimi zayıf olduğunda veri güvenliği sağlanamamaktadır. Bu nedenle, anahtar verisinin sahibi anahtarı korumakla yükümlü olmaktadır. Anahtar verisinin korunması da veri güvenliği kapsamında değerlendirilmektedir. Ancak, anahtarlar bulut sağlayıcılarına emanet edilmektedir. Bulut üzerinde anahtar yönetimi, kullanıcı sayısının çok olması ve sistemin karmaşık olmasından dolayı karmaşık ve zordur [9]. Bulut üzerindeki uygulamalar internet üzerinden bir web tarayıcı aracılığıyla indirilmektedir. Saldırgan kullanıcının bilgisayarına yerleşip, bilgi hırsızlığı yapabilmektedir. Bunu engellemek için RSA (Rivest–Shamir–Adleman) gibi şifreleme algoritmalarıyla birlikte dijital imza da kullanılmaktadır [3].

Kriptografik yaklaşım, dağıtılmış ortamlardaki bilgilerin güvenliğini ve gizliliğini korumanın en güvenli yollarından biri olarak kabul edilir Birçok sistemde kullanıcı, operatöre güvenmeli ve yetki vermelidir. Özel bilgileri buluta göndermeden önce şifrelemek artık bu gerekliliği ortadan kaldırmış ve verilerin tam yetkisini sahibinin elinde tutmasını sağlamıştır. Bazı sağlık sistemleri hastaların verilerini saklamadan önce sağlık kayıtlarını şifrelemesine izin vermektedir [4].

Verileri şifreleyerek tutmanın olumsuz etkileri ise aşağıdaki gibidir:

- Şifreleme standardının olmaması veya şifreleme yönteminin yetkilendirilmiş bir organizasyon tarafından belirlenmemiş olması hastaneyi belirli ürünlere (yazılım ve/veya veri tabanı) mecbur bırakabilmektedir [7].
- Hizmet sürekliliği sağlamak için sağlık kurumları tarafından, OLTP (On-Line Transaction Processing) sistemlerini kullanırlar. Bu sistemler Elektronik Sağlık Kayıtlarının şifrelenmesi ve deşifrelenmesi süreçlerinde performans kayıplarına ve sistemin yavaşlamasına neden olmaktadır [7].

2.2 Kriptografik Olmayan Yaklaşımlar (Erişim Kontrolü ve Paylaşım Politikaları)

Bilgi güvenliğinin sağlanması için en önemli maddelerden biri erişim kontrolleridir. Erişim kontrol mekanizmalarının temel amacı verilerin/bilgilerin gizliliğini koruyabilmek için sadece yetkili kullanıcıların verileri kullanmalarına izin vermektir [4]. Erişim kontrolünü etkin ve efektif olarak uygulamak başta veri kaybı olmak üzere birçok konuda daha güvenli bir yapıda olmayı sağlamaktadır. Erişim kontrolü, sadece kullanıcıların herhangi bir kaynağa erişimini yönetmesi değildir, aynı zamanda; kullanıcıları,

dosyaları ve diğer kaynakları da yönetmesidir. Yetkisiz erişimlerin denetlenmesi ile birlikte veri ve sistem bütünlüğünün korunması amaçlanmaktadır. Erişimlerin yetkilendirilmesi ve işlemlerin günlük (log) kayıtlarının tutulması ile veri üzerinde kimlerin değişiklik yaptığı görülebilmektedir [1].

Veri paylaşımı, verinin güvenliğini sağlamada dikkat edilmesi gereken bir diğer maddedir. Veri sahibi, bir gruba veri paylaşım izni verdiğinde, izin verilen grubun bu veriyi başka hangi gruplara iletebileceği göz önünde bulundurulmalıdır [4]. Paylaşım politikaları ile hassas bilginin orijinal veriden yalıtılması sağlanabilmektedir. Paylaşım politikaları kullanılarak, verinin sahibinden bağımsız bir şekilde yönetilebilmesi sağlanmaktadır. Veri anonimleştirme ile birleştirildiğinde, erişim kontrolü, teoride, bilgilerinin akışını kontrol ederken kullanıcının kimliğini gizleyerek mahremiyet sorununu çözer [4].

Erişim politikaları kullanıcıların ağa bağlanma yetkilerini belirler. Her kullanıcının ağa bağlanma yetkisi farklı olmalıdır. Erişim politikaları kullanıcılar kategorilere ayrıldıktan sonra her kategori için ayrı ayrı belirlenmelidir [10]. Literatürde farklı erişim kontrol mekanizmaları bulunmaktadır. İsteğe bağlı erişim kontrolü (Discretionary Access Control DAC), zorunlu erişim kontrolü (Mandatory Access Control MAC), rol tabanlı erişim kontrolü (Role Based Access Control RBAC) ve amaca dayalı erişim kontrolü (Purpose-Based Access Control PBAC), erişim kontrol ilkelerinin temel modelleridir [3]. DAC, nesnelerin ait oldukları konuların ve/veya grupların kimliğine dayanarak erişimi kısıtlar. Ancak, DAC'de okuma erişimi verilmesi geçişlidir ve politikalar Truva Atı Saldırı için çaresizdir. MAC politikası DAC'da meydana gelen Truva Atı saldırılarını önleyebilir ve merkezi bir otorite tarafından yapılan erişim kontrol politikası kararlarına dayanmaktadır. MAC'da, bir nesnenin bireysel sahibinin erişimi kontrol etme hakkı yoktur ve sağlık ortamında, erişimi kısıtlamak amacıyla güvenlik seviyelerini atamak, aynı tipteki verilerin farklı hastalar için farklı hassasiyet seviyelerine sahip olabileceğinden uygun değildir [4].

Sağlık sistemlerinde yaygınlıkla kullanılan erişim kontrol mekanizması Rol Temelli Erişim Kontrolü'dür. Bu mekanizmanın kullanılmasının nedenleri arasında; kullanım kolaylığı, dinamik gereksinimlere ayak uydurabilme özelliği, en az yetki prensibine dayanması ve ayrıcalıkların dinamik kontrolü gelmektedir[9]. RBAC modelleri, erişimi kısıtlamak için bir kuruluştaki rollere atanmış izinleri ve hakları kullanır. Roller, sistemdeki tüm kullanıcılara atanır ve kullanıcılar, rolüne atanan erişim izinlerini devralır [11]. Amaç tabanlı erişim kontrolü (PBAC), veri nesnelerini amaçlarıyla ilişkilendirmek kavramına dayanmaktadır. Bu amaçlar, verilerin toplanma nedenini ve ne için kullanılabileceğini de belirleyebilmektedir. Birçok araştırmada, objeleri amaçlarla atayarak daha iyi bir gizlilik korumasının mümkün olduğunu kanıtlamıştır. Ancak, amaç yönetimi, erişim kontrol seviyesinde büyük bir karmaşıklık ortaya koymaktadır[11].

ESK sistemi, diğer sistemler için geçerli olanlardan farklı ve daha fazla uzmanlık gerektiren güvenlik mekanizmalarını gerektirmektedir. Geliştirilmiş erişim kontrol modelleri, ESK sistemlerinin gerekliliklerini yerine getirmek için bu kapsamda yetersizdir [11]. Bu sorunu ele almak için, farklı kullanıcı / kurumların farklı gereksinimlerini göz önünde bulundurarak özel bir erişim kontrol modeli tasarlanmalıdır.

Daha önce yapılan bir araştırmada dört erişim kontrolünün bir arada kullanılması önerilmektedir. Önerilen model bir RBAC modülü, bir MAC modülü, bir DAC modülü ve paydaşların her birinin gereksinimlerini yerine getirmek için bir PBAC modülünden oluşmaktadır [11]. RBAC modülünde sağlık otoritesi sağlık kuruluşunun rol yapısını

tanımlayacak ve organizasyondaki her rol için asgari erişim seviyesini atayacaktır. Bu rol tanımında, her role veri erişimi için bir varsayılan hassasiyet seviyesi verilecektir. Modül, yalnızca kurumsal erişim ve politika gereksinimlerini yerine getirmeye adanmıştır. MAC modülünde, sağlık yetkilisi sağlık bilgilerinin duyarlılık düzeyine karar vermektedir. Burada belirtilen duyarlılık etiketi, klasik hiyerarşik güvenlik düzeylerinden farklıdır. Çünkü genel olarak veri elemanlarının duyarlılığı için net bir hiyerarşik yapı tanımlamak zordur. Örneğin, cinsel sağlık ve zihinsel sağlık bilgileri, bazı hastalar için aynı duyarlılık etiketine sahipken diğerleri için aynı olmayabilir. Burada belirli bir kullanıcının erişim düzeyini veri elemanlarının duyarlılık etiketi ile ilişkilendirildiğinden, nesnelere kendilerine bir duyarlılık etiketi atanmamış olmaktadır [11].
Örnek: A, B'nin ruh sağlığı bilgilerine erişebilir, ancak Cinsel veya Dermatoloji detaylarına erişemez.

DAC modülünde hasta, kendi ESK'sına kimlerin erişebileceğini belirleyecektir. Bir Erişim Kontrol Listesi'ni tercih ettiği sağlık uzmanları ile doldurur. Hasta ayrıca, MAC modülünü kullanarak duyarlılık etiketi açısından her bir kullanıcının erişim seviyesini belirleme kabiliyetine de sahiptir [11].

PBAC modülü ise öncelikli olarak yetkili kullanıcıların erişim talepleriyle ilgilenir. Bir kullanıcı, ESK'daki verilere erişmek istediğinde, veri erişiminin nedenini içeren bir erişim isteği tanımlar. Bir erişim isteği özellikle tek bir görev için olmayabilir ve istenen her veri tipi her zaman tek bir amaç ile ilişkilendirilemeyebilir [11]. Kullanıcıların, kullanım kolaylığını artırmak için tek bir erişim talebinde birden çok amaç belirleme kapasitesine sahip olması gerekir. Eğer erişim verilirse, her veri elemanının sadece belirtilen erişim amaçları için kullanılabileceği varsayımını yapmak zorundayız. Bu erişim kontrol modelini kullanacak sistemler, verinin kötüye kullanımının yakalanabileceği yeteneğine sahip olmalıdır. Bu sayede hesap verebilirlik çerçevesinde yetkilendirilmiş kişiler için kısıtlayıcı olmayan erişim sağlanmıştır.

3 Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, hasta sağlık verilerinin hem saklanması hem de kullanımı sırasında mahremiyetin korunması ile ilgili güncel araştırmalar gözden geçirilmiştir. Son yıllarda gizliliğin korunması ile ilgili yapılan çalışmaları gözden geçirdikten sonra, tek bir yaklaşımla gizliliğin korunmasının tüm bir elektronik sağlık kaydı sisteminde mümkün olmadığı anlaşılmaktadır. Mahremiyet gereksinimleri ve tanımları, sağlık sistemlerinde farklı noktalarda farklılıklar gösterebilir. Örneğin, anonimleştirme ve erişim kontrolüne bakılacak olunursa; her ikisinin de belirli gizlilik şartlarına dikkat ettiği, fakat aynı zamanda belirli zayıflıklara da sahip oldukları görülmektedir. Böylece mahremiyet gereksinimlerini tek başlarına yerine getiremezler. Anonimleştirme bir kişinin kimliğini korelasyon yoluyla veri hırsızlığına karşı güvence altına alır, ancak bunun için erişim mekanizmasını ele almaz. Benzer şekilde, erişim kontrolü ESK'ya erişimi sınırlar ancak ayrıcalık yükseltme (erişim denetimi hatası) durumunda anonimlik sağlamaz.

Elektronik sağlık kayıtlarında gizlilik ve mahremiyetin kabul edilebilir bir seviyede yapılması teknik olarak mümkündür. Anonimleştirme yapılırken gelişmiş algoritmaların kullanılması ve mahremiyet seviyesinin açıklanması gereklidir. Anonimleştirme, elektronik sağlık ortamları dışında paylaşılan verileri korumak için kullanılabilirken,

erişim kontrolü, veri erişimini ve güvenilir ortam içindeki veri akışını kontrol etmek için de kullanılabilir. Depolama ve iletme sırasındaki veri anonimleştirme kullanımı, bir kişinin kendi kişisel kimlik bilgilerini ve kişisel bilgilerini (isim, adres, sosyal güvenlik numarası, iletişim bilgileri, vb.), Birinin kendi ESK'sını kesişmesi durumunda ortaya çıkarmamasını sağlayacaktır. Bu bağlamda hem verimli hem de güvenli olan uygun bir teknik geliştirmek için daha fazla analiz ve araştırma gereklidir.

ESK yönetimi için geleneksel RBAC mekanizmalarının kullanılmasının mümkün olmadığı belirtilmiştir. Birden fazla erişim politikasının kullanıldığı erişim kontrol mekanizmaları, hastalar ve diğer kullanıcılar tarafından farklı erişim seviyelerini karşılayacaktır. Bu bağlamda sağlık bilgilerinin kullanım, tip ve gizlilik değerine göre bölümlere ayrılması mantıklıdır. Bu bölümlere ayrılmış yaklaşım, e-Sağlık sisteminin daha güvenli ve verimli bir şekilde yönetilmesini sağlayacaktır. Bu kapsamda tanımlanan roller ise bilgi gerekliliklerine göre olacaktır. Örneğin sağlık sigortası sağlayıcıları ve devlet güvenlik kurumları, hastanın tıbbi detayları ile değil, finansal ve genel bilgileriyle ilgilenmelidir, bu nedenle bu bilgilere erişim sağlayan bir yapı oluşturulmalıdır. Benzer şekilde, hastane personelinin hastanın tıbbi bilgilerine erişimi için bir yapı olacaktır. Bu şekilde bir erişimin kontrol mekanizmasının genel karmaşıklığını azaltacağı düşünülmektedir

Kriptografik olmayan yaklaşımlar, kamusal bulut ortamlarında hiçbir zaman gerçek güvenceye sahip değildir, çünkü bazı kişiler veya bilgisayar korsanları tarafından bilgi ifşasına açıktırlar. Ancak, yalnızca özel bulutlarda kullanıldığında kriptografik olmayan yaklaşımlar, gizliliği istenen düzeyde korur çünkü bu tür durumlarda altyapı güvenilirdir. Bu nedenle, kamusal veya hibrit bulutlarda çalışan sistemler için, oldukça güçlü kriptografi kullanmak çok önemlidir. Elektronik sağlık verilerinin gizliliğini artırmak için yapılan tüm çabalara rağmen, belirli alanlar ve sorunlar hala açıktır ve daha fazla dikkat gerektirmektedir.

Sağlık verileri için bulut ortamındaki gizlilik tehditlerine karşı, etkili denetim ve hesap verebilirlik mekanizmaları geliştirilmelidir. Benzer şekilde, ortak anahtar şifrelemesine dayanan şifreleme yaklaşımları, simetrik anahtar yaklaşımlarla karşılaştırıldığında hesaplama açısından çok daha az verimlidir.

Kriptografik bir teknik kullanarak hastaların ESK'larının gizliliğini korumak için geliştirilen bir modelde, sistem operatörleri bir hastanın ESK'lerini öğrenememektedir. En yüksek düzeyde mahremiyet sağlamak için ESK'ların kontrolü hastalara verilmektedir ve bu modele göre, verilerin şifresini çözmede kullanılan anahtar sadece hastadadır. Bu durumda hasta devre dışı bırakıldığında, zihinsel engelli olduğunda ya da acil durumlarda, herhangi bir sağlık hizmetinin ESK'lara erişimi mümkün değildir. Gelecekteki çalışmaların, mahremiyeti korurken, acil durumlarda hangi hastanın ESK'sına nasıl erişilebileceğine dair erişim kontrol politikalarını içermesi gerekmektedir.

Kaynakça

1. Sahi, M. A., Abbas, H., Saleem, K., Yang, X., Derhab, A., Orgun, M., Iqbal, W., Rashid, I., Yaseen, A.:Privacy Preservation in e-Healthcare Environments: A Review, IEEE (2017).
2. T. T. B. K. S. V. Ç. Grubu : Sağlık Hizmetlerinde Kişisel Veri Toplanması, Korunması Ve Değerlendirilmesi, http://kisiselsaglikverileri.org/hakkinda.php?id=32, son erişim 2018/04/10

3. Abbas, A., Samee, U. : A Review on the State-of-the-Art Privacy Preserving Approaches in E-Health Clouds, IEEE Journal of Biomedical and Health Informatic (2014).
4. Begum, M., Mamun, Q., Kaosar, M.: A Privacy-Preserving Framework for Personally Controlled Electronic Health Record (PCEHR) System, Australian eHealth Informatics and Security, At Perth, Australia (2013).
5. İzgi, M. C., Mahremiyet Kavramı Bağlamında Kişisel Sağlık Verileri, Türkiye Biyoetik Dergisi, pp. 25-37 (2014).
6. Fan, L., Buchanan, W., Thummler C., Bell D.: DACAR Platform for eHealth Services Cloud, 4th IEEE International Conference on Cloud Computing (2011).
7. Karaarslan, E., Ergin, A. M., Turğut, N., Kılıç, Ö., Elektronik Sağlık Kayıtlarının Gizlilik ve Mahremiyeti, Inet-tr, İstanbul (2015).
8. Mendi, B.: Sağlık Bilişimi ve Güncel Uygulamalar: Nobel Tıp Kitapevleri, İstanbul (2016).
9. Deliorman, G., Can, Ö., Seze,r E., Bursa, O.: Bulut Sistem Güvenliği, Saldırılar ve Saldırılardan Korunmak için Geliştirilen Yöntemler, Akademik Bilişim Konferansı (2015).
10. Karaarslan, E., Teke, A., Şengonca, H.: Bilgisayar Ağlarında Güvenlik Politikalarının Uygulanması, Akademik Bilişim Konferansı, Çukurova Üniversitesi (2003).
11. Gajanayake, R., Iannella, R., Sahama, T.: Privacy Oriented Access Control for Electronic Health Records, electronic Journal of Health Informatics (2014).

Veri Madenciliği Algoritmalarının Göğüs Kanseri Veri Seti Üzerinde Başarılarının İncelenmesi

Nihat Barış SEBİK

Sağlık Bakanlığı, Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, Ankara

Özet: Günümüz bilgi çağında en güncel makine öğrenme yöntemlerinden birisi veri madenciliğidir. Her geçen gün bilgisayar sistemlerinin kapasitelerinin artıyor olması daha büyük miktarlarda verilerin saklanabilmesine olanak tanımaktadır. Artan veri boyutlarının etkin bir şekilde kullanılmasının en büyük çözümü veri madenciliğidir. Bu sebeple büyük miktardaki verileri işleyebilen teknikleri kullanabilmek günümüzde önem kazanmıştır. Veri madenciliği bu durumlarda kullanılan, büyük miktardaki veri setlerinde saklı durumda bulunan örüntü ve eğilimleri keşfetme işlemine verilen addır. Veriler tek başına değersiz olabilirler ancak işlenip bilgiye dönüştürüldüğünde anlam kazanmaktadırlar. Bu kapsamda veri madenciliği birçok alanda olduğu gibi özellikle son zamanlarda sağlık alanında da kullanılmaktadır. Bu çalışmada göğüs kanseri tahmininde maksimum düzeyde başarı sağlayacak veri madenciliği algoritmasının tespit edilmesi amacıyla, uluslararası geçerliliği olan ve makine öğrenmesi, veri madenciliği gibi alanlarda çalışma yapan araştırmacılara veri sunan UCI makine öğrenmesi veri deposundan elde edilen göğüs kanseri veri seti kullanılmıştır. Çalışma, veri önişleme aşamasından sonrasında elde edilen 572 adet hasta kaydı ile gerçekleştirilmiştir. Veri setine WEKA veri madenciliği yazılımı ile karar ağacı algoritması olan ve temeli ID3 ve C4.5 algoritmalarına dayanan J48 ve Random Forest, istatistiksel bir algoritma olan Bayes sınıflandırma algoritmalarından NaiveBayes, örnek tabanlı sınıflandırma algoritmalarından Kstar ve IBK, regresyon tabanlı algoritmalardan Logistic Regression, Multilayer Perceptron, Bagging, OneR ve ZeroR algoritmaları uygulanarak modeller oluşturulmuş ve oluşturulan bu modellerin başarı dereceleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucu en başarılı algoritmanın Random Forest algoritması olduğu tespit edilmiştir. Veri madenciliği yaklaşımının ülkemizde sağlık alanında kullanımı; hastalıkların teşhis sürelerinin kısalması, hekimlere ve sağlık çalışanlarına fikir niteliğinde olması, kararların hızlı bir şekilde alınması ve zaman geçmeden tedavi sürecine başlanarak hastaların yaşam sürelerinin uzaması açısından büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Veri Madenciliği, Tıp Bilişimi, WEKA.

Sorumlu Yazarın Adresi:
Nihat Barış SEBİK
Sağlık Bakanlığı, Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, Ankara
E-Posta: nihatbaris.sebik@saglik.gov.tr

AMİYOTROFİK LATERAL SKLEROZ (ALS) HASTALIĞININ GENETİK VE DEMOGRAFİK VERİ İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ

Nesrin ÇELİK GÜLAY[a], Uğur BİLGE[a], Hilmi UYSAL[b]

[a]Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi AD, Akdeniz Üniversitesi, Antalya
[b]Nöroloji AD, Akdeniz Üniversitesi, Antalya

1. Özet

Bu çalışma veri madenciliği yöntemlerini kullanarak; ALS hastası olan kişilerin demografik özellikleri ile mutasyon tipleri arasında bir ilişkinin olup olmadığının incelenmesi amacı ile yapılmıştır. Bu çalışmada, ALS teşhisi konulmuş ve mutasyonu tanımlanmış 27 hastaya ait genetik ve demografik veriler kullanılmıştır. . Özellikler arasındaki ilişkiyi incelemek için, R paket programı kullanılmıştır. Veriler üzerinde, hiyerarşik kümeleme ve karar ağacı veri madenciliği yöntemleri uygulanmıştır. ALS hastalarında yaşadığı yer, cinsiyeti, gibi demografik faktörler bakımından mutasyon tipleri arasında ilişki tespit edilememiştir. Sağlık alanında elde edilen veriler üzerinde veri madenciliği yöntemleri kullanılarak yapılan çalışmalar oldukça yaygın kullanılmaktadır. Demografik veriler ile mutasyon tipleri arasında bu çalışmada herhangi bir ilişki tespit edilmemiş olsa da hastalığa ait tanımlayıcı özellikler açısından mevcut veya yeni veri madenciliği yöntemleri ve kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: amiyotrofik lateral skleroz, veri madenciliği, hiyerarşik kümeleme, R paket programı

2. Amaç

Amiyotrofik lateral skleroz (ALS), beyindeki ve omurilikteki sinir hücrelerini etkileyen, istemli kas hareketini kontrol eden bir motor nöron hastalığıdır. Veri madenciliği, veri tabanlarından veya örtük verilerden, bilinmeyen, anlamlı bir takım sonuçlar çıkarılmasını sağlayan disiplindir. Bu çalışma, veri madenciliği yöntemlerini kullanarak; ALS hastası olan kişilerin demografik özellikleri ile mutasyon tipleri arasında bir ilişkinin olup olmadığının incelenmesi amacı ile yapılmıştır.

3. Konu ve Kapsam

Amiyotrofik Lateral Skleroz (ALS) Kavramı: İlk kez 1874 yılında Fransız nörolog Jean-Martin Charcot tarafından tanımlanmış olan Amiyotrofik Lateral Skleroz (ALS) kavramı "korteks, beyin sapı ve omurilikte yer alan motor nöronların seçici kaybıyla karakterize edilen ölümcül bir nörodejeneratif hastalıktır"[1].ALS, beyindeki ve omurilikteki sinir hücrelerini (nöronları) etkileyen, istemli kas hareketini kontrol eden nadir bir nörolojik hastalıktır [2]. ALS'nin patogenezine katkıda bulunan genetik ve çevresel faktörlerin çok fazla olması göz önüne alındığında, genetik ve/veya çevresel faktörler arasındaki karmaşık etkileşim nedeniyle bunlara "kompleks hastalıklar" da denir [3].

ALS'nin sporadic ve familial (ailevi veya genetik) olmak üzere 2 formu olduğu bilinmektedir. Bunlar;**Sporadik ALS (SALS):** ALS vakalarının %90 veya daha fazlası sporadik olarak kabul edilir. Bu da hastalığın aile hikâyesi veya belirgin bir şekilde ilişkili risk faktörü olmaksızın ortaya çıktığı anlamına gelmektedir. Her ne kadar Sporadik ALS hastalarının aile üyeleri için de bir risk olsa da genel risk çok düşüktür. **Familial ALS (FALS):** Tüm ALS vakalarının yaklaşık %5 ila %10'u aileseldir. Bu da bir kişinin hastalığı ailesinden miras aldığı anlamına gelmektedir. Ailevi vakaların yaklaşık yüzde 25 ila 40'ı "kromozom 9 açık okuma çerçevesi 72" veya C9ORF72 olarak bilinen bir gendeki bir kusurdan kaynaklanmaktadır. Ayrıca ailevi olguların yüzde 12-20'si, bakır-çinko Süperoksit dismutaz 1 (SOD1) enziminin üretimi için talimatlar sağlayan gendeki mutasyona bağlı olarak ortaya çıkmaktadır [2].

ALS tüm ırk ve etnik kökenden insanları etkilemekte birlikte ALS'nin etiyolojisi henüz tam olarak tespit edilememiştir, fakat ALS için birkaç potansiyel risk faktörü bulunmaktadır [2]. Bunların başında yaş, cinsiyet, ırk ve etnik köken, genetik faktörler, fizikel aktivite ve sigara gelmektedir.

Veri madenciliği en geniş kapsamı ile büyük veri kümelerinden anlamlı bilgiler elde edilmesi olarak tanımlanmaktadır. Veri madenciliği her ne kadar son yıllarda yaygın olarak kullanılmaya başlansa da ilk kez 1980'li yıllarda literatüre girmiştir. Bununla birlikte veri madenciliği için birçok tanımlama bulunmaktadır. Hand ve arkadaşları veri madenciliğinin, umulmadık ilişkileri bulmak için gözlemsel veri kümelerinin analizi olduğunu ve veriyi anlaşılabilir ve yararlı yeni yollarla özetlediğini söylemektedirler [4]. Veri madenciliği için ihtiyaç duyulan tek şey büyük miktarda verinin var olmasıdır. Bu nedenle uygulama ve kullanım alanları bakımından veri madenciliği oldukça geniş bir alana yayılmış durumdadır ve pazarlamadan bankacılığa, sağlıktan mühendisliğe birçok alana hitap eden bir disiplinindir.

4. Literatür Özeti

Veri madenciliği çalışmalarında istatistiksel yaklaşımlar kullanılarak büyük veri kümelerinde gizli bilgiler keşfedilebilir. Bu nedenle klasik yöntemlere kıyasla birçok avantajı vardır. Bu avantajlar birçok sektörde olduğu gibi tıp ve sağlık alanında da fazlasıyla kullanılmaktadır. Sağlık hizmetlerinde veri madenciliği uygulamaları değerlendirildiğinde bu çalışmalar geniş kategoriler halinde gruplandırılabilir [5].

Tıp alanındaki verilerin standart olmayışı, tıbbi alanda kullanılan terimlerin karmaşık olması gibi nedenlerden dolayı veri tabanlarının oluşturulmasında yaşanan bu zorluklara rağmen Tıbbi veri tabanlarında veri madenciliği çalışmaları giderek artmaktadır[6]. Bu anlamda veri madenciliği alanında yapılan çalışmalardan bazıları;

2010 yılında Koyuncugil ve Özgülbaş organ transplantasyonunda veri madenciliğine dayalı bir donör araştırma ve eşleştirme sistemi geliştirilmiştir. Çalışma sonucunda gerçek veriler kullanılarak sistemde iyileştirmeler yapılabileceğiyle birlikte veri madenciliğinin, klinik araştırmalarda alternatifleri değerlendirmek için teşhis için yardımcı bir araç olarak kullanılabileceğini ayrıca veri madenciliğine dayalı erken uyarı ve gözetim sistemlerinin, iletişimsel hastalıkların tespiti ve kontrolü için de geliştirilebileceği belirtilmiştir [7].

Jaksons ve arkadaşları 2011 yılında üriner sistem/idrar yolları enfeksiyonu hastaları için ampirik tedaviyi geliştirici veri madenciliği çalışması yapmışlardır. Veri madenciliği tekniklerini kullanarak idrar yolu enfeksiyonlarının ampirik tedavisi için algoritmalar oluşturulmuştur ve veri madenciliği ile elde edilen teorik sonuçlar geleneksel terapiden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Tedavi zamana, ilaca ve bölgeye bağlı olsa da özellikle kadın hastalar için geleneksel terapiye kıyasla teorik sonuçları önemli ölçüde geliştirdiği beyan edilmiştir [8].

Güllüoğlu tarafından 2011 yılında gerçekleşen çalışmada en sık rastlanan kanser türleri üzerinde çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre veri madenciliğinin sağlık sektöründe konunun uzmanı kişilerce kullanılmasının hizmetlerin etkin sunumu, bilgiye erişim ve kaynakların daha verimli kullanımı açısından önerilen bir teknik olarak sunulmuştur [9].

Bilge ve arkadaşlarının 2013 yılında yapmış olduğu çalışmada inme için önemli bir faktör olan karotis darlığına etki eden çeşitli faktörlerin incelenmesi üzerine çalışılmıştır. Çalışmada genetik algoritma, lojistik regresyon ve ki kare testleri uygulanmış ve test sonuçları karşılaştırılmıştır. Sonuçta ise koroner arter hastalığının ve hipertansiyonun, koroner karatis darlığının öngörülmesinde önemli bir gösterge olduğu tespit edilmiştir [10].

Cheng ve arkadaşlarına ait bir yazılım, bugüne kadar 20 kanser türü, 33 tümör tipi ve 10.000 vaka'nın veri kayıtlarının bulunduğu Kanser Genomu Atlası (TCGA) verilerini analiz etmek amacı ile geliştirilmiştir. Genom verilerini görselleştirmek, analiz etmek ve yorumlamak için biyoenformatik eğitim almayan temel araştırmacılara ve klinisyenlere yardımcı olacak bir araç olan bu yazılım, kanser genomu veri madenciliği için son derece güçlü bir kaynak oluşturmuştur [11].

Senio ve arkadaşları tarafından 2018 yılında yapılan çalışmada depresyonun astımın şiddetini etkileyip etkilemediğinin belirlenmesi için kümeleme analizi kullanılmıştır. 2.273 hastanın 128'i depresif belirtileri pozitif olarak değerlendirilen hasta veri setinde yaş, hastalık süresi, vücut kitle indeksi (VKİ) ve kullanılan ilaç bilgileri de yer almaktadır. Yapılan kümeleme analizi sonucunda depresif belirtisi pozitif olan hastaların yaklaşık yarısı ciddi astım hastaları kümesini oluşturmuştur [12].

5. Veri Seti ve Yöntem

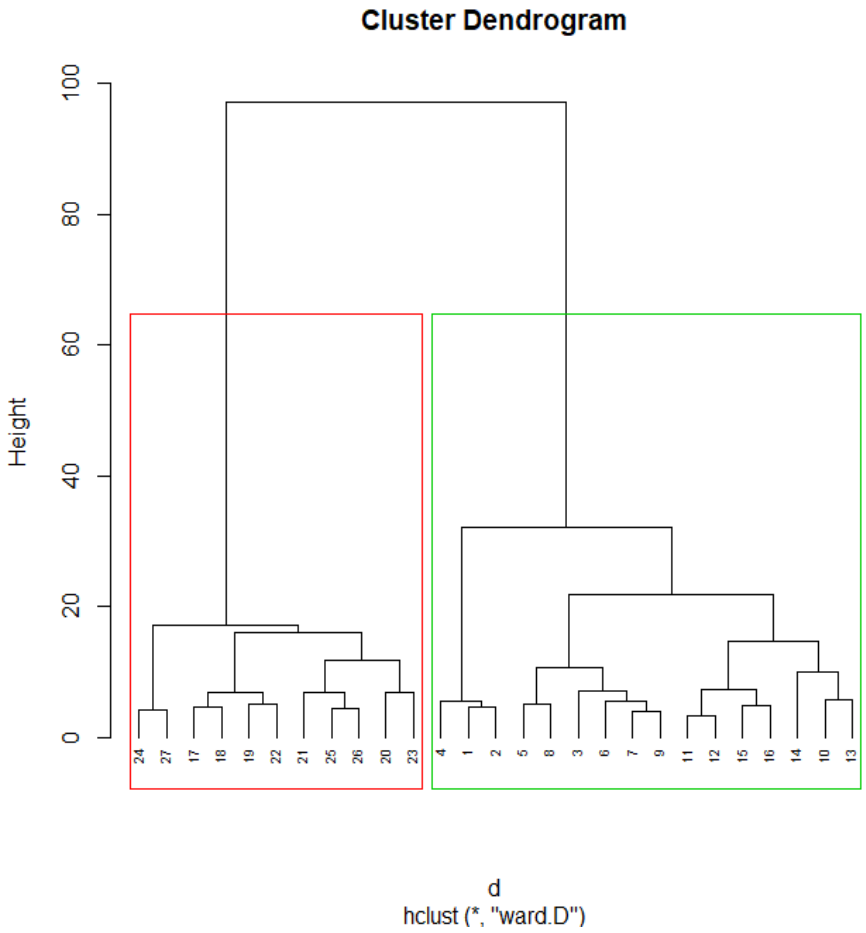
Araştırmanın evrenini, Türkiye'deki Amiyotrofik Lateral Skleroz teşhisi konulmuş hastalar oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemi, Akdeniz Üniversitesi Hastanesi Nöroloji Polikliniği'ne çeşitli şikâyetler ile başvuru yaparak muayene sonrası Amiyotrofik Lateral Skleroz teşhisi konulan veya daha önceden Amiyotrofik Lateral Skleroz teşhisi konulmuş ve tedavi için başvuru yapan hastalardan oluşmaktadır. Çalışma kapsamında toplam 27 hastaya ait demografik ve genetik bilgiler kullanılmıştır.

Amiyotrofik Lateral Skleroz (ALS) tanılı olgulardan elde edilmiş olan genetik ve demografik verilerin, hiyerarşik kümeleme ve karar ağaçları veri madenciliği yöntemleri kullanılarak ilişkilendirilmesi ve bu yöntemler ile demografik özelliklerden yararlanılarak genetik mutasyonların gruplandırılması amaçlanmıştır.

Tez çalışmasının analiz süreçlerinde, mevcut bir yazılım olan ve hazır paketlerin kullanıldığı R Programı kullanılmıştır.

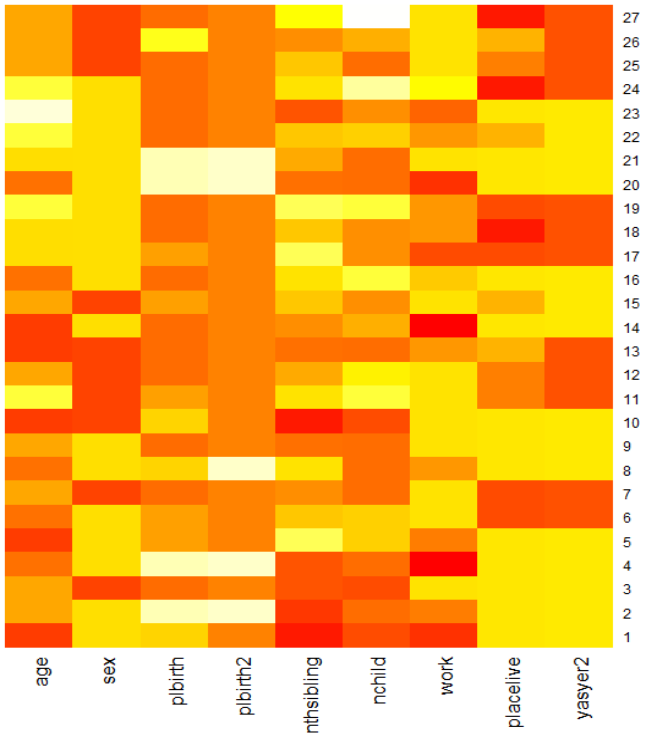
6. Bulgular

Mutasyonu belirli olan 27 hastanın demografik verilerine ilişkin yapılan analiz sonuçları Şekil 1.'de verilmiştir. Analizler sonucunda 2 ana grup oluşmuştur ve gruplar klinik ve genetik açıdan incelenmiştir. Genetik açıdan, 11 hastanın bulunduğu 1. Grubun tamamının SOD1 mutasyonunu gösterdiği tespit edilmiştir. Sadece 21 numaralı hasta SOD mutasyonunun yanı sıra C9ORF72 mutasyonunu da göstermiştir. 2. Grupta ise SOD1 mutasyonunu gösteren hastalar olsa da 2, 3 hatta 4 mutasyonu da gösteren hastalar bulunmaktadır. Klinik açıdan incelendiğinde ise 1. Grupta, 1 hasta hariç hiçbir hasta sigara kullanmamaktadır ve sadece 2 hastanın egzersiz yaptığı bilinmektedir. 2. Grupta bulunan hastalardan sadece ikisinde başlangıçta bilişsel belirti vardır ve hastaların %88'inde ALSFRS-R düşme oranı 0,1 - 0,9 arasındadır.



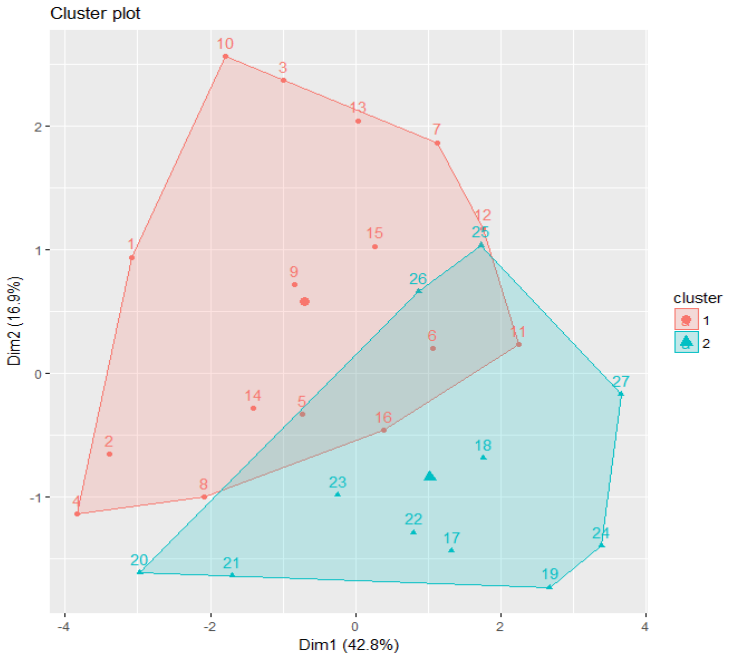
Şekil 1. 27 hastanın demografik verilerinin dendogram görüntüsü

Mutasyonu belirli olan hasta grubunun demografik verileri sonucu oluşan ısı haritasında diğerlerine kıyasla daha çok benzerlik gözlemlenmiştir. Bu gösterim Şekil 2.'de verilmiştir. Özellikle meslek özelliğinde 4 ve 14 numaralı hastalar, hastanın kaç kardeş olduğu özelliğinde 1 ve 10 numaralı hastalar ve yaşadığı yere göre 18,24,27 nolu hastalar ortalama orana kıyasla daha fazla benzerlik göstermektedir.



Şekil 2. 27 hastanın demografik verilerinin ısı haritası (heatmap) görüntüsü

Şekil 3.'de verilen hiyerarşik kümeleme grafiği, dendogram grafiğinde belirtilmiş olan 2 grubu şematize etmektedir. Bu gruplar arasındaki bazı hastalar tüm veri seti içerisinde benzerlik göstermesi sebebi ile kesişim kümesini oluşturmaktadır ve diğer grafikler ile karşılaştırıldığında daha az sayıda hasta bu alanda yer almaktadır.



Şekil 3. 27 hastanın demografik verilerinin kümeleme grafiği görüntüsü

7. Tartışma ve Sonuç

Sonuç olarak hastalarda yaygın görülen SOD 1 mutasyonu tanımlanmış olan hastalar ile farklı mutasyonların tespit edildiği hastalar arasında demografik bulgular açısından ayırıcı bir özellik tespit edilmemiştir. Bunun ile birlikte literatürde ALS hastalığının erkeklerde yaygın görüldüğü belirtilmiştir, çalışmamızda da hasta grubu erkek ağırlıklı olmasına rağmen erkeklerin tutulumu ile kadınların tutulumu arasında bir fark tespit edilmemiştir.

Elde edilen bu bilgiler ışığında, ALS hastalığı hem hasta hem de hasta yakınları açısından zor bir hastalıktır. Kısa sürede hastaların hayatını kaybetmesi nedeni ile erken teşhis konulması önem kazanmakla birlikte hastalığın teşhis edilmesi de oldukça zorludur. Farklı çalışmalarda hastalığın ortaya çıkmasında genetik veya demografik rolleri açıklanmaya çalışılsa da bu roller arasında doğrudan bir ilişki kurmak ve/veya bu ilişkileri tespit etmek oldukça zordur. Yine de çalışmamızda kullanılan ve geliştirilen metotlardan elde edilen bulgular, veri toplama süreci devam edip, verilerin sayısı arttıkça daha anlamlı sonuçlar elde edilebileceğinin bir göstergesidir.

KAYNAKLAR:

[1] Eisen A, Krieger C. Amyotrophic lateral sclerosis : a synthesis of research and clinical practice. New York: Cambridge University Press. 2006;3: 296

[2] Office of Communications and Public Liaison. Amyotrophic Lateral Sclerosis (ALS) Fact Sheet. National Institute of Neurological Disorders and Stroke: https://www.ninds.nih.gov adresinden alındı. 2013

[3] Krakauer M, PJ W, Hofman A. Genetic epidemiology of amyotrophic lateral sclerosis. CLINICAL GENETICS. 2002;2: 83-101.

[4] Hand DJ, Symth P. Mannila H. Principles of Data Mining. 1st ed. Cambridge: The MIT Press; 2001, p:17-19

[5] Durairaj M, Ranjani V. Data Mining Applications In Healthcare Sector: A Study. INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH VOLUME. 2013;10: 29-35.

[6] Köktürk F, Ankaralı H, Sümbüloğlu V. Veri Madenciliği Yöntemlerine Genel Bakış. Türkiye Klinikleri. 2009;1: 20-25

[7]Koyuncugil AS, Özgülbaş N. Donor Research and Matching System Based on Data Mining in Organ Transplantation. J Med Syst.2010;3: 251-259. [8] Guo Y.,Wu D., Liu G., Zhao G., Huang B., Wang L. (A Low-Cost Body Inertial-Sensing Network ForPracticalGaitDiscrimination Of HemiplegiaPatients. TelemedicineAnd E-Health: 2014, 748-754

[8] Jackson HA, Cashy J, Frieder O, Schaeffer A. Data Mining Derived Treatment Algorithms From the Electronic Medical Record Improve Theoretical Empirical Therapy for Outpatient Urinary Tract Infections. The Journal of Urology. 2011;6: 2257-2262.

[9] Güllüoğlu SS. Tıp ve Sağlık Hizmetlerinde Veri Madenciliği Çalışmaları: Kanser Teşhisine Yönelik Bir Ön Çalışma. Online Academic Journal of Information Technology. 2011;5: 1-7.

[10] Bilge U, Bozkurt S, Durmaz S. Application of data mining techniques for detecting asymptomatic carotid artery stenosis. COMPUTERS & ELECTRICAL ENGINEERING, 2010; 5: 1499-1505.

[11]Cheng P, Dummer R, Levesque M. Data mining The Cancer Genome Atlas in the era of precision cancer medicine. Medical intelligence: 2015;145:1-5.

[12]Senio Y, Hasegawa T, Koya T, Sakagami T, Mashima I, Shimizu N, Muramatsu Y, Muramatsu K, Suzuki E, Kikuchi T, Nigata Respiratory Disease Study Group. A Cluster Analysis of Bronchial Asthma Patients with Depressive Symptoms. Internal Medicine 2018; 9073: 17-24

Sorumlu Yazarın Adresi

Dumlupınar Bulvarı 07058 Tıp Fakültesi Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim AD /Antalya/ Türkiye

nesrincelik@akdeniz.edu.tr

Transforming Health Data into Timeseries for Predictive Analytics

A. Anil Sinaci[1], Tuncay Namli[1], Senan Postaci[1], Mert Gencturk[1], Gokce B. Laleci[1]

[1] SRDC Software Research Development and Consultancy Corporation, Silikon Bina K1-16
ODTU Teknokent 06800 Cankaya, Ankara, Turkey
{anil, tuncay, senan, mert, gokce}@srdc.com.tr

Abstract. This study proposes a data transformation and predictive analytics framework on health data to transform the ever-accumulating health data into Key Performance Indicator (KPI) and Dimension based timeseries and then apply machine learning algorithms to provide estimates about the likelihood of a future outcome. The architecture has been implemented and deployed to a government hospital in Turkey for evaluation. The system has successful transformed available health data into timeseries and provided predictions for each defined KPI and KPI-Dimension pair.

Keywords: Machine Learning, Predictive Data Analytics, Health Data Analytics, Meaningful Use.

1 Introduction

Large amounts of digital data are accumulating in healthcare systems. As the size of the data gets bigger, it gets harder for human consumption and see patterns for decision making. Deriving meaningful information and catching the patterns within this big data is of utmost importance for decision making and planning. Upon this derivation, predictive analytics comes into play to forecast what might happen in the future and provide estimates about the likelihood of a future outcome.

In this study, we propose a data transformation and predictive analytics architecture applied on health data so that the decision makers of the health facilities can gain insights about the future and act accordingly. Within the proposed architecture, we first transform the healthcare data resting in different databases into a common information model through configurable ETL processes. For each integration, ETL needs to be configured according to the information model of the source database(s). On top of this model, we define Key Performance Indicators (KPIs) and Dimensions, and make combinations of KPIs and Dimensions to breakdown the KPIs according to the defined Dimensions. As a standalone process, a timeseries generator processes each KPI and KPI-Dimension pair to calculate the values for a defined period. For a period of day, at the end of each day, the values are calculated and the timeseries accumulates for the KPIs and KPI-Dimension pairs. In the fourth and the last step, we utilize several machine learning algorithms in an artificial intelligence (AI) module to gener-

ate basic descriptive statistical measures and predictive figures presenting a forecast for each KPI and KPI-Dimension pair.

We have implemented and deployed the proposed architecture to Ankara Gaziler Physical Therapy and Rehabilitation Education and Research Hospital. We have successfully transformed all available health data into timeseries in accordance with the defined KPIs and Dimensions. The system is currently in active use and the predictions are getting comparatively better as data size and quality increases in time.

2 Related Work

Over the last few years, there has been a keen interest around the topic of healthcare analytics and the use of "big data" collected by healthcare providers. Data analytics platforms like IBM Watson, SAS Analytics, etc. are configured and used for healthcare use cases. Some like Healthcare Catalyst [1], proposes specialized adaptive data transformation architectures and services for different healthcare analytic use cases. In addition to these platforms, studies exist for developing effective prediction models to be used within populational studies and value based care like prediction of readmission or length of stay for a patient [2] [3] [4].

3 Methodology

The proposed architecture is built around the concept of Key Performance Indicators (KPI) and Dimensions. An example for a KPI is "The Number of Readmissions" and an example for a Dimension is "Per Clinic". Hence, the system can automatically calculate the number of readmissions per each clinic in the hospital. The KPIs and the Dimensions can be easily defined on the Common Information Model specifically designed for data analytics on health data. For each KPI and KPI-Dimension pair, the system automatically generates the timeseries for the configured periods (i.e. for each day). Afterwards, well-established machine learning algorithms (i.e. HoltWinters [5], ARIMA [6], Gradient Boosted Tree Regression [7] etc.) are utilized to create descriptive statistical information for each KPI and KPI-Dimension pair as well as predictive models so that the system can output a forecast for future planning. Following the example, the system can predict "The Number of Readmissions" for each clinic.

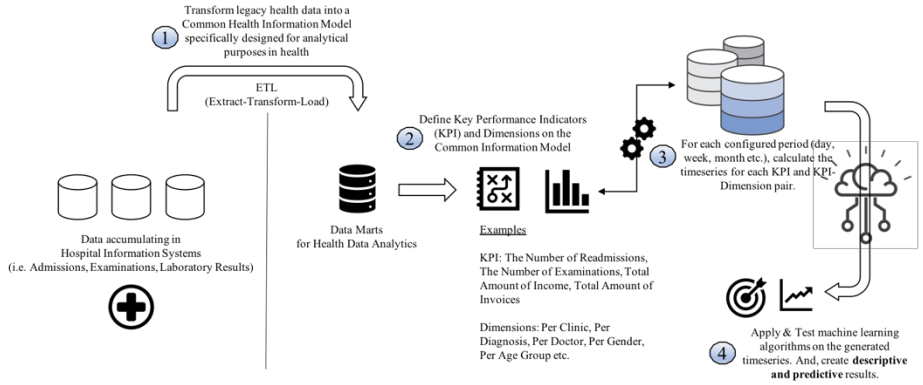


Fig. 1. General view and the summary of the proposed architecture

Fig. 1 sketches the summary of our architecture and describes each subcomponent in four different steps. These steps are described in the following subsections respectively.

3.1 ETL from health data to the Common Information Model

Digital health data such as the admissions, examinations, laboratory results etc. accumulates in the databases of the hospital. As a first step this source data is transformed into a common information model within our proposed architecture. This information model is based on the generic data model published by the Turkish Ministry of Health to be used by the hospital information systems [8]. ETL processes are designed to be configurable so that real-time follow-up of critical KPIs become possible within the limited computing resources of the hospitals. For example, admission related data can be transformed within minutes while the invoicing related data can be configured to be transformed within a day.

3.2 Key Performance Indicators (KPIs) and Dimensions

The whole architecture is designed based on the generic, easy and flexible KPI and Dimension definitions. A KPI outputs a number when executed within a period of time. For example, “Number of Admissions” is a KPI and when executed for a period of day (giving a start and end date), the system outputs i.e. 220. A Dimension is defined independently and then bound to a KPI to breakdown the number of that KPI. For example, “Per Polyclinic” is a Dimension and when bound to “Number of Admissions”, the system outputs the number of patient admissions for each polyclinic within the given timeframe.

Starting with the internationally accepted statistical measures and statistical figures used by Turkish Hospitals such as readmission rate, total amount of invoices etc. and their breakdown to several dimensions such as per clinic, per gender, per insurance

company etc., the necessary KPIs and Dimensions have been defined into the system for performance monitoring.

3.3 Generating Timeseries

In the third step, as also shown within the architecture flow presented in **Fig. 1**, a standalone engine processes each KPI and KPI-Dimension pair according to configured periods (i.e. for each day) and saves the numbers into a timeseries database for later use. If configured for a period of day, the engine executes each KPI and KPI-Dimension pair at the end of the day calculating the numbers of that day and saves as data points of the associated timeseries.

3.4 Prediction on Timeseries by Machine Learning

An AI module provide several services for the users for making statistical and predictive analysis on the time series data;

- Basic statistical service provides basic statistics for the specified KPI or KPI-Dimension pair in a given time period like number of data points, mean, median, standard deviation, quantiles, outliers, and histogram.
- Time series analysis and forecasting service provides forecasts of future values of a KPI as well as its seasonal analysis (e.g. num of admissions increase in months January, February), latest trend and level as shown in **Fig. 2**. HoltWinters [5] and Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) [6] methods are used in these analyses depending on some preliminary statistical tests on the data.
- Correlation analysis service enables the analysis of Pearson (linear) and Spearmen (monolithic) correlations between a KPI and another KPI or a KPI-Dimension pair. e.g. Correlation between “Number of Admissions” vs “Patients Waiting Time”.
- Regression service enables the building of regression models for KPIs by the administrators and making predictions by using these models by the users. Other KPIs or KPI-Dimension pairs can be selected as the features of the model. Gradient Boosted Tree Regression [7], Linear Regression [9] and Random Forest [10] algorithms are provided as alternatives for model building.
- Clustering service enables clustering on Dimension to help user to categorize different dimension labels according to several KPIs. For example, by clustering on “Per polyclinic” on several quality indicator KPIs can categorize the polyclinics according to these quality indicators. K-Means [11] clustering algorithm is used within this service.

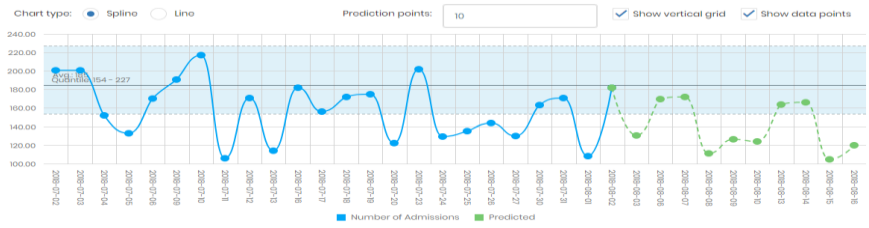


Fig. 2. A prediction on a Key Performance Indicator (KPI): Number of Admissions

4 Results & Conclusion

The proposed architecture has been implemented and deployed to Ankara Gaziler Physical Therapy and Rehabilitation Education and Research Hospital to be served to decision makers as the Business Intelligence software. The system has processed data of nearly 30,000 patients with 75,000 admissions and 90,000 examinations, and many related medical information such as lab results, inpatient clinic operations etc. We have defined nearly 200 KPIs and 50 Dimensions and created hundreds of combinations of KPI-Dimension pairs. The system is being actively used and the generated predictions give insight to the decision makers for future plans.

Beyond the predictive analysis on KPIs and KPI-Dimension pairs, the plan for the future work of this study is to reach up to prescriptive analytics level and directly prescribe action items to the decision makers apart from forecasting the future so that they take the information and act.

References

1. HealthCatalyst, https://www.healthcatalyst.com/.
2. Kansagara D, Englander H, Salanitro A, et al. Risk Prediction Models for Hospital Readmission A Systematic Review. JAMA. 2011;306(15):1688–1698. doi:10.1001/jama.2011.1515
3. Donzé J, Aujesky D, Williams D, Schnipper JL. Potentially Avoidable 30-Day Hospital Re-admissions in Medical PatientsDerivation and Validation of a Prediction Model. JAMA In-tern Med. 2013;173(8):632–638. doi:10.1001/jamainternmed.2013.3023
4. Stecker MM, Stecker M, Falotico J. Predictive model of length of stay and discharge destination in neuroscience admissions. Surgical Neurology International. 2017;8:17. doi:10.4103/2152-7806.199558.
5. Chatfield, C. "The Holt-Winters Forecasting Procedure." *Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)*, vol. 27, no. 3, 1978, pp. 264–279. *JSTOR*, JSTOR, www.jstor.org/stable/2347162.
6. Hyndman, Rob J; Athanasopoulos, George. "8.9 Seasonal ARIMA models". *Forecasting: principles and practice*. oTexts
7. Jerome H. Friedman. 2002. Stochastic gradient boosting. Comput. Stat. Data Anal. 38, 4 (February 2002), 367-378. DOI=http://dx.doi.org/10.1016/S0167-9473(01)00065-2
8. T.C. Sağlık Bakanlığı HBYS Minimum Veri Modeli (VEM), http://vem.saglik.gov.tr.
9. Draper, N.R.; Smith, H. (1998). Applied Regression Analysis (3rd ed.).

10. Ho, Tin Kam (1995). Random Decision Forests (PDF). Proceedings of the 3rd International Conference on Document Analysis and Recognition, Montreal, QC, 14–16 August 1995. pp. 278–282. Archived from the original (PDF) on 17 April 2016.
11. Hartigan, J. A.; Wong, M. A. (1979). "Algorithm AS 136: A K-Means Clustering Algorithm". Journal of the Royal Statistical Society, Series C. 28 (1): 100–108. JSTOR 2346830.