

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ



YÖNTEM VE UYGULAMA AÇISINDAN
KLİNİK KARAR DESTEK SİSTEMLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EMEL KOÇ

tarafından

YÜKSEK LİSANS

derecesi şartını sağlamak için hazırlanmıştır.

Ocak 2013

Program: Bilgisayar Mühendisliği

YÖNTEM VE UYGULAMA AÇISINDAN
KLİNİK KARAR DESTEK SİSTEMLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EMEL KOÇ

tarafından

OKAN ÜNİVERSİTESİ

Bilgisayar Mühendisliği Bölümüne

Yüksek Lisans

derecesi şartını sağlamak için sunulmuştur.

Onaylayan:

Chair

Name

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Aslı UYAR ÖZKAYA

2nd Chair

Name

2. Danışman

Öğr. Gör. Dr. Yasemin ATILGAN ŞENGÜL

Member's

Name

Üye

Prof. Dr. Bekir Tevfik AKGÜN

Member's

Name

Üye

Prof. Dr. Coşkun SÖNMEZ

Member's

Name

Üye

Prof. Dr. Mesut RAZBONYALI

Ocak, 2013

Program: Bilgisayar Mühendisliği

ÖZET

Bu tezde yapılan çalışmanın temel amacı Hastane Bilgi Yönetim Sistemlerine (HBYS) entegre olarak kullanılmakta olan Klinik Karar Destek Sistemlerinin (KKDS) yönetsel açıdan incelenmesi ve temel sınıflandırma algoritmaları kullanarak KKDS performansının analiz edilmesidir. KKDS'ler; sağlık personeline alacağı kararlarda destek sağlayan, hekimlere, hastalara ait özel klinik bilgileri dikkate alarak karar verebilmeleri için yardım eden bilgisayar programlarıdır. Literatürdeki çalışmalar KKDS'lerin; sağlık bakım hizmetlerinin kalitesinin artırılması, hastalıkların daha erken teşhis edilebilmesi, medikal hataların önlenmesi, hastalara uygun tedavi verilmesi ve maliyetlerin azaltılması konularında büyük faydalar sağladığını göstermektedir. Bu bağlamda, Türkiye'deki en büyük hastane zincirlerinden birisi olan Acıbadem Hastanesi Bilgi Yönetim Sistemi ve içerisinde yer alan KKDS'ler incelenmiştir. Bunun yanında örnek uygulama olarak UCI (University of California at Irvine) veritabanından elde edilen dermatoloji veri kümesi üzerinde k-En Yakın Komşu (K-nn), Naïve Bayes, Karar Ağacı ve Çok Katmanlı Algılayıcı (Multi Layer Perception - MLP) sınıflandırma algoritmalarının başarımları test edilmiştir. Sonuçlar; doğruluk, doğru pozitif (DP), yanlış pozitif (YP) ve alıcı işlem karakteristikleri (ROC) alanı kriterlerine göre değerlendirildiğinde Naïve Bayes algoritmasının daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: KKDS, K-nn, Naïve Bayes, Karar Ağacı, MLP, WEKA

ABSTRACT

The main objective of this study is to examine Clinical Decision Support Systems (CDSS) integrated in Hospital Information Systems (HIS). The study also includes an implementation, for performance evaluation of classification algorithms applied in real world data set in the medical domain of dermatology. CDSS are computer programs that provide support for health professionals in taking decision using patients' clinical data. CDSS studies in the literature indicate substantial benefits such as improving the quality of health care services, the early diagnosis of diseases, medical errors prevention, appropriate treatment given to patients, and offers great benefits on reducing costs. In this context, Acıbadem HIS and CDSS used within the hospital was investigated. The implementation on dermatology data set obtained from UCI (University of California at Irvine) repository includes performance rates for k-Nearest Neighbor (K-nn), Naïve Bayes, Decision Tree and Multi Layer Perception (MLP) classification algorithms. The results were evaluated according to accuracy rate, true positive (TP), false positive (FP) and Receiver Operating Characteristics (ROC) area values. Consequently, Naïve Bayes algorithm results showed better performance results according to other competing classification algorithms.

Key Words: CDSS, K-nn, Naïve Bayes, Decision Tree, MLP, WEKA

Anne ve Babama,

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında bana vizyon katan, aramızdaki saat farkına aldırmaksızın gece-gündüz rehberlik eden değerli tez danışmanım, Yrd. Doç. Dr. Aslı UYAR ÖZKAYA'ya verdiği emekler ve gösterdiği özveri için en içten dileklerle teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını esirgemeyen ve kendisi ile çalışma fırsatı bulduğum için kendimi şanslı saydığım eş danışmanım Dr. Yasemin ATILGAN ŞENGÜL'e teşekkürlerimi sunarım.

Önlisans, lisans ve yüksek lisans öğrenimim sırasında ve tez çalışmalarım boyunca gösterdikleri her türlü destek ve yardımları ile her zaman yanımda olan, verdiğim her kararda beni yüreklendiren ve başaracağıma inanan sevgili aileme ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	v
TABLO LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
SİMGELER	ix
KISITLAMALAR	x
1. GİRİŞ.....	1
2. BİLİŞİM ÇAĞINDA ELEKTRONİK SAĞLIK SİSTEMLERİ.....	4
2.1 Elektronik Hasta Kayıtları	4
2.2 Hastane Bilgi Yönetim Sistemleri	7
2.3 Karar Destek Sistemleri	12
2.4 Klinik Karar Destek Sistemleri.....	16
2.5 Entegre Klinik Karar Destek Sistemleri	25
2.5.1 Hekim Perspektifi.....	25
2.5.2 Hasta Perspektifi	26
2.5.3 Finansal ve Yönetimsel Perspektif.....	27
2.6 Teoriden Uygulamaya - Örnek Bir Elektronik Sağlık Sistemi.....	28
2.6.1 Acıbadem Hastanesi Hastane Bilgi Yönetim Sistemi	28
2.6.2 Acıbadem Hastanesi Klinik Karar Destek Sistemleri.....	30
2.6.2.1 İlaç-İlaç Etkileşim Sistemi Analizi	31
2.6.2.2 Besin Etkileşim Sistemi Analizi.....	35
2.6.2.3 Erişkin Kalp Cerrahisi Sistemi Analizi	36
2.7 Elektronik Sağlık Sistemlerinde Yapay Zekânın Rolü.....	37
3. KKDS'LERDE KULLANILAN YAPAY ZEKÂ YÖNTEMLERİ.....	39
3.1 Tıbbi Veri Kümelerinin Genel Yapısı	39
3.2 Veri Önışleme	40
3.2.1 Eksik Veri Analizi.....	41
3.2.2 Veri Dönüştürme	41
3.2.3 Öznitelik Seçimi.....	41

3.3 Sınıflandırma Algoritmaları.....	43
3.3.1 K-En Yakın Komşu Algoritması	43
3.3.2 Naive Bayes Algoritması	44
3.3.3 Karar Ağacı Algoritması.....	45
3.3.4 Çok Katmanlı Algılayıcı	46
3.4 Performans Analizi	47
3.4.1 Performans Kriterleri	47
3.4.2 Alıcı İşlem Karakteristikleri (ROC) Analizi	48
4. UYGULAMA ÖRNEĞİ - DERMATOLOJİK HASTALIKLARIN SINIFLANDIRILMASI.....	51
4.1 Uygulama Programı Tanıtımı	51
4.2 Uygulamada Kullanılan Veri Kümesi.....	51
4.3 Veri Formatının Ayarlanması	55
4.4 Veri Kümesine Uygulanan Önışlemler	56
4.5 Veri Kümesine Uygulanan Yöntemler	57
4.6 Deneyler ve Bulgular	58
5. SONUÇLAR VE GELECEK ÇALIŞMA	62
6. KAYNAKLAR.....	65
EK A: DERMATOLOJİ VERİ SETİ	77
ÖZGEÇMİŞ	81

TABLO LİSTESİ

Tablo 4.1. Dermatoloji veri seti bilgileri.....	53
Tablo 4.2. Dermatoloji veri setine 10 – kat çapraz doğrulama metodu ile uygulanan sınıflandırma algoritmalarının performans sonuçları.....	58

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1. Bir karar destek sistemi yapısı.....	15
Şekil 2.2. Klinik karar destek sistemlerinin gelişim yapısı.....	19
Şekil 2.3. Klinik karar destek sistemlerinin sınıflandırma alanları.....	20
Şekil 2.4. Acıbadem Sağlık Grubu bilgi sistemleri platformu.....	30
Şekil 2.5. İlaç İlaç etkileşim sistemi hasta kartı ekranı.....	34
Şekil 2.6. İlaç İlaç etkileşim sistemi raporu.....	34
Şekil 2.7. Besin etkileşim sistemi ekranı.....	35
Şekil 2.8. Erişkin kalp cerrahi sistemi ekran görüntüsü.....	37
Şekil 3.1. Performanslarına göre ROC eğrileri.....	49
Şekil 4.1. arff dosya yapısı örneği.....	56
Şekil 4.2. Dermatoloji veri seti özneliklerinin dağılımı.....	57
Şekil 4.3. Dermatoloji veri setine J48 algoritması uygulanması ile oluşan karar ağacı.....	59

SİMGELER

C4.5 : Karar Ağacı Algoritması

IBk : K-En Yakın Komşu Sınıflandırıcısı

J48 : Karar Ağacı Algoritması

KISALTMALAR

HBYS	: Hastane Bilgi Yönetim Sistemi
HIS	: Hospital Information Systems
KDS	: Karar Destek Sistemleri
DSS	: Decision Support Systems
KKDS	: Klinik Karar Destek Sistemi
CDSS	: Clinical Decision Support Systems
UCI	: University of California at Irvine
EHR	: Electronic Health Records / Elektronik Hasta Kayıtları
EKG	: Elektrokardiyogram
PUBMED	: US National Library of Medicine / ABD Ulusal Tıp Kütüphanesi
KVH	: Kardiyo Vasküler Hastalık
CVD	: Cardio Vascular Disease
CHRISTINE	: Children's Hospital Resource In Selecting Therapy Individualized Expert / Çocuk Hastanesi Kaynaklı Bireyselleştirilmiş Terapi Seçim Uzmanı
CHICA	: Child Health Improvement through Computer Automation / Bilgisayar Otomasyonu yoluyla Çocuk Sağlığı Geliştirme
OIRS	: On-line Incident Reporting System / Çevrimiçi Olay Raporlama Sistemi
POEMS	: Post Operative Expert Medical System / Operatif Uzman Tıp Sistemi
Dr.CAD	: Computer Aided Diagnosis / Bilgisayar Destekli Tanı
EEG	: Electroencephalograph
EMG	: Elektromiyogram
SGK	: Sosyal Güvenlik Kurumu

BOA	: Back Office Applications / Arka Ofis Uygulamaları
KYS	: Kalite Yönetim Sistemi
ERP	: Enterprise Resource Planning / Kurumsal Kaynak Planlama
CRM	: Customer Resource Management / Müşteri İlişkileri Yönetimi
YSA	: Yapay Sinir Ağı
GA	: Genetik Algoritmalar
K-nn	: K En Yakın Komşu
MLP	: Multi Layer Perception / Çok Katmanlı Algılayıcı
VFI5	: Voting Feature Intervals / Oylama Özelliği Aralıkları
TROK	: Tamamen Rassal Olarak Kayıp
ROK	: Rassal Olarak Kayıp
İEK	: İhmal Edilemez Kayıp
SGİT	: Son Gözlemi İleri Taşıma
TOA	: Tamamlanmış Olgular Analizi
BM	: Beklenti Maksimizasyonu
SMO	: Sequential Minimal Optimization / Sıralı Minimal Optimizasyon
ROC	: Receiver Operating Characteristics / Alıcı İşlem Karakteristikleri
AUC	: Area Under Curve / ROC eğrisi altında kalan alan
WEKA	: Waikato Environment for Knowledge Analysis
Arff	: Attribute Relation File Format
TP	: True Positive
DP	: Doğru Pozitif
FP	: False Positive
YP	: Yanlış Pozitif

1. GİRİŞ

Son yıllarda bilişim teknolojilerindeki gelişmelere paralel olarak sağlık hizmetlerinde veriye erişimi hızlandıran, veri paylaşımı ve süreçlerin yönetimini sağlayan Hastane Bilgi Yönetim Sistemleri (HBYS) kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu sistemlerin kullanımı tıbbi verilerin ilişkisel veritabanlarında saklanmasını mümkün hale getirmiş ve dolayısıyla kayıtlı yapısal veri miktarı hızlı bir şekilde artış göstermiştir. Bununla birlikte kayıtlı veriler kullanılarak sağlık hizmetlerinde kaliteyi arttırmak amacıyla yapay zekâ tabanlı karar destek sistemleri (KDS) de kullanılmaya başlanmış ancak ülkemizde henüz yeterince yaygınlaşmamıştır. Akademik çalışmaların seyri göz önünde bulundurulduğunda, yakın gelecekte yapay zekâ uygulamalarının, elektronik sağlık sistemlerinin bir parçası olacağı öngörülmektedir.

Klinik karar destek sistemleri (KKDS); sağlık personeline alacağı klinik kararlarda destek sağlayan bilgisayar programlarıdır. Bu sistemler hekimlere, hastalara ait özel klinik bilgileri dikkate alarak karar verebilmeleri için yardım eder. KKDS; sağlık bakım hizmetlerinin kalitesini geliştirme, hastalıkları erken teşhis etme, medikal hataları önleme, hastalara uygun tedavi verilmesi ve maliyetlerin azaltılması konularında büyük faydalar sağlamaktadır. KKDS'nin amacı hekimin yerini almaktan çok hastaya ait geçmiş ve mevcut verilere dayanarak, hekime tavsiye ve önerilerde bulunmaktır. KKDS'lerin verimli olarak kullanılabilmesi için elektronik sağlık sistemlerine entegre çalışması gerekmektedir. Bu bağlamda entegre KKDS kavramı tanımlanmıştır ve son dönemde çalışmalar bu yönde yoğunlaşmaktadır.

KKDS ile ilgili dünya genelinde ve ülkemizde katma değer yaratan ciddi çalışmalar yapılmaktadır. Amerika'da Harvard Medical School'daki araştırmacıların oluşturduğu

ve Şu anda onlarca üniversite, hastane ve sağlık kuruluŐunun dâhil olduğu Klinik Karar Destek Sistemleri Konsorsiyumu (Clinical Decision Support Systems Consortium) bu alanda önemli çalışmalar gerçekteŐirmektedir [1]. Yine Amerika’da Ulusal Kestirimci Modelleme Zirvesinin (The National Predictive Modeling Summit) çalışmalarının; ÷lke’de yapılmaya çalışılan sağlık sistemleri reformunun bir parçası olarak elektronik sağlık verilerinin analizi sonucu oluŐturulacak tahmin modelleri ile sağlık hizmetleri verimliliğini arttırmayı planlanmaktadır. Türkiye’de ise Sağlık Bakanlığı’nın Sağlık.Net Projesi [2] ile teşhis ve tedavi sürecine ilişkin verilerin elektronik olarak kayıt altına alınması ve merkezi ulusal veritabanları oluşturulması çalışmaları yoğunluk kazanmıŐtır.

Bu çalışmalar ışığında, sağlık verilerinin doğru, tutarlı, eksiksiz olarak kaydedilmesi ve ortaya çıkan çok büyük boyuttaki verilerin analizi ile sağlık hizmetlerinde verimliliği arttıracak sonuçlar elde edilmesi çok önemlidir. Bu analiz süreci sonunda:

1. Sağlık yöneticilerinin karar verme süreçlerinde kullanabilecekleri analitik bilgi oluŐturulabilir.
- 2 - Teşhis ve tedavi sürecinde sağlık uzmanlarının veriye erişimi ve analizi kolaylaŐtırılarak zaman verimliliği sağlanabilir.
- 3 - Epidemiyolojik-pop÷lasyon ağıısından, önleyici tıp (olmadan tedbir almak), kronik hastalık yönetimi ve salgın hastalık yönetimi gibi konularda sağlık hizmetleri kalitesinin artırılması sağlanabilir.

“Tıbbi yapay zekâ”nın temel ilgi alanı klinik teşhis işlemlerini gerçekteŐirebilecek ve ilgili bulguları değerlendirerek tedavi önerilerinde bulunabilecek yapay zekâ programlarının oluşturulmasıdır. Yapay zekâ algoritmaları karmaşık tıbbi verileri analiz edebilecek yeteneklere sahiptir. Örneğin, hastalık aŐamasının ilerlemesi nedeniyle zor tedavi edilen kanser hastalıkları bir uzman sistem ile hastanın, doktora baŐvurmadan

sistemin önerileri ile hastalığı daha erken teşhis etmesine imkân sağlayabilir. Yaklaşık çözüm üretme yeteneği ile kesin olmayan tıbbi sonuçlar arasından değerlendirme yapabilen bir diğer yapay zekâ yöntemi ise bulanık mantık olarak isimlendirilmektedir. Yapay Sinir Ağları (YSA) ise tıpta hastalık sonuçlarının tahminlenmesinde geliştirilebilecek bir araç olarak kullanılmaktadır. Genellikle hastanın belirli bir tedaviye vermiş olduğu tepkiyi ölçmek ve değerlendirmek için kullanılmaktadır. Yapay Zekâ yöntemleri, doktorlar tarafından klinik verilerin analizi, modellenmesi ve anlaşılması için kullanılabileceği gibi sağlık hizmetlerinin verimliliğini ve güvenilirliğini artırmak üzere kullanılabilecek yöntemlerdir. Tıpta yapay zekâ yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen sistemlerin amacı hekimin yerini almaktan çok hastaya ait verilere dayanarak, hekime tavsiye ve önerilerde bulunmaktır. Bu çalışma kapsamında ise dermatoloji veri setine uygulanan K-nn, Naïve Bayes, Karar Ağacı ve MLP yapay öğrenme algoritmaları değerlendirilmiş ve sonuçları analiz edilmiştir.

Çalışmanın amaç, kapsam ve motivasyonun verildiği giriş bölümünden sonra gelen ikinci bölümde, bilişim çağında elektronik sağlık sistemleri başlığı altında elektronik hasta kayıtları, HBYS, KDS, KKDS ve KKDS'nin bileşenlerini oluşturan hekim, hasta ve yönetim perspektifi değerlendirilmiştir. Üçüncü bölümde ise tıp alanında KKDS uygulamalarında kullanılan yapay zekâ yöntemleri belirtilmiş ve örnek bir hastanede yapılan HBYS ve KKDS analizi sonuçları aktarılmıştır. Dördüncü bölümde ise veri kümesi kullanılarak yapay zekâ yöntemleri içerisinde kullanılan sınıflandırma algoritmaları yardımı ile örnek bir uygulama yapılmış ve son olarak beşinci bölümde yapılan uygulama ve çalışma sonuçları değerlendirilmiştir.

2. BİLİŞİM ÇAĞINDA ELEKTRONİK SAĞLIK SİSTEMLERİ

En hızlı değişim sürecinin yaşandığı günümüzde bilgi teknolojilerinin sunduğu sınırsız bilgi karmaşıklığı içerisinde kullanıcıların bilgiyi yönetebilmelerine, bu bilgiyi etkin bir şekilde kullanarak karar verebilmelerine olanak sağlamak amacı ile yeni sistemler geliştirilmektedir. Günümüzde sağlık kurum ve kuruluşları bilişim sistemlerinden, yönetim hizmetleri, hasta verilerinin saklanması, hastalıkların teşhis edilmesi, hastalık ve tedavi yönetimi, hekimlerin hastayla ilgili vereceği kararların desteklenmesi, hemşire ve hekimlerin yapacağı işlerde rehberlik, sinyal yorumlama, laboratuvar hizmetleri, ilaç takip işlemleri ve uyarı yorumlama gibi çok çeşitli alanlarda faydalanmaktadır.

Sağlık sektöründe, sağlık hizmetinin yönetilmesi, bilginin kayıt edilmesi, saklanması, paylaşılması ve yönetiminde bilgi teknolojisi kullanımı gün geçtikçe gelişmekte ve artış göstermektedir. Son yıllarda bilişim sektöründeki gelişmelere paralel olarak sağlık kurumlarında elektronik sağlık sistemleri kullanımı hızla artmaktadır. Çalışmalar başlangıçta evrak işlemlerinin azaltılmasını, nakit akışının ve yönetsel kararların iyileştirilmesini amaçlarken şu an ise Elektronik Hasta Kayıtları (Electronic Health Records (EHR)) sayesinde hastanın yaşamı boyunca tutulan her türlü bilgilerinin kayıt altına alınması sağlanmaktadır[3].

2.1 Elektronik Hasta Kayıtları

Elektronik hasta kayıtları, verimlilik sağlamak, kaliteyi arttırmak ve sonuçta maliyetleri azaltmak amacıyla hasta hakkında tüm bilgilerin bilgisayar ortamında toplanmasını ve gerektiğinde kullanılmasını sağlayan bir bilgi deposudur. Bu sistemler hastalara ait

elektronik medikal kayıtların tam, faydalı, etkili, etik ve yasal kurallara uygun, kolayca iletilen, zaman içerisinde elde edilen tüm kayıtların bütünlüğünü sağlayabilen sistemlerdir [4].

Günümüzde, sağlık bakımında kayıt etme önemli bir yere sahiptir. Geçmişte hasta kayıtları, sağlık bakım ekibine, ne yapıldığını hatırlatmak için yardım eden bir arşiv iken, bugün bakım ve tedavinin yönetiminde önemli rol oynamaktadır. Elektronik hasta kayıtları, bilgilerin uzun süre saklanıp, verilere tek bir veri tabanından ulaşım imkânı sağlamaktadır. Her sağlık bakım alanı ve her profesyonel grup, kendilerinin ve hastalarının ihtiyaçlarına göre uyumlaştırılmış formlara ve kayıt sistemine sahiptir. Kayıtlar ve raporlar hastanın sağlık durumu hakkında özel iletişim sağlamaktadır. Günümüzde sağlık profesyonelleri hizmet verdikleri her yerde hasta ile ilgili bilgileri ve verdikleri bakımı/bakım sonuçlarını kayıt etmektedir. Elektronik hasta kayıtları, kaliteli sağlık hizmetleri sunumu için kaçınılmaz bir zorunluluktur.

Elektronik hasta kayıtlarının oluşturulması, geliştirilmesi ve/veya kalitesinin artırılması sağlık hizmetlerinin iyileştirilmesi çalışmalarına katkıda bulunabilecek bir yapıdır. Elektronik hasta kayıtları; sağlık hizmeti veren personelin sağlık bakımı için ihtiyaç duyacağı verilere daha iyi ve daha hızlı bir şekilde ulaşım, daha iyi kalitede veriler elde etme ve verileri çok yönlü olarak sunma imkânları tanımaktadır. Elektronik hasta kayıtları; sağlık bakım hizmetinin sonuçlarının ölçülebilmesi için gerekli klinik verilere elektronik olarak ulaşılmasını sağlamaktadır.

Elektronik hasta kayıtlarının 3 aşamada sağlık sistemine katkısı olduğu belirtilmektedir. İlk olarak elektronik hasta kayıtları, sağlık personelinin verilere erişimini kolaylaştırarak sunulan sağlık hizmetinin kalitesini arttırmaya yardımcı olmaktadır. İkinci katkısı ise, sunulan sağlık hizmetinin değerlendirilmesi için verilere elektronik ortamda erişime olanak vererek araştırma kolaylıkları sağlamasıdır. Üçüncü olarak elektronik hasta

kayıtları maliyetleri düşürmektedir ve personelin üretkenliğini iyileştirmektedir. Aynı zamanda hastane verimliliğini de arttırmaktadır. Tıp Enstitüsü'ne göre elektronik hasta kayıtları; sağlık profesyonellerinin hasta verilerine zamanında ve doğru bir şekilde erişimini sağlamak, uyarılar ve hatırlatmalar ile klinik karar desteği vermek üzere tasarlanan sistemlerdir [5]. Duke Üniversitesi'ndeki bir çalışma elektronik hasta kayıt sistemlerinin kullanılmasının hekimlere %13 oranında zaman tasarrufu sağladığını göstermiştir. Aynı zamanda sistemin teşhis ve tedavi açısından hekimlere katkı sağladığı belirtilmiştir [6].

Sağlık Kurumlarında Elektronik Hasta Kayıtları kullanımının belirgin amaçları şunlardır : [7]

1. Hastanın özgeçmişine ve hastalığına ait tüm bilgiler ile hastanın hastaneye girişinden çıkışına kadar olan tüm işlemlerinin ve raporlarının (Poliklinik, Laboratuvar, Ameliyat, Anestezi, Eczane, Radyoloji, Patoloji, Elektrokardiyogram (EKG), Endoskopi v.b.) bilgisayara anında kaydedilmesi, istendiğinde bu bilgilere erişilebilmesi ve bu sayede hastalara daha iyi hizmet verilmesi.

2. Hastanın özgeçmişine, daha evvelki hastalıkları ve laboratuvar sonuçları ile ilgili bilgilere süratle erişilmesini sağlayacak bir çağdaş arşivleme sisteminin kurulması. Bu sayede sağlık hizmetlerinde en önemli sorunlardan biri olan zaman kaybını önleyerek hastalığın teşhisinde daha süratli ve güvenilir sonuçların alınması.

3. Hastane idaresi ile ilgili tüm bilgilerin bilgisayara girilmesi, gerekli bilgilerin daha sağlıklı ve merkezi bir şekilde çıkarılabilmesi ve böylelikle hastanedeki tüm idari işlemlerin daha sağlıklı ve düzgün bir şekilde yürütülmesi.

4. Hastane faturalama ve resmi evrak hazırlama işlemlerinin süratli ve güvenilir bir şekilde yapılması dolayısıyla hastane gelirlerinin artması.

5. Hastanedeki tüm alım, satım ve malzeme dağıtım işlemlerinin bilgisayar vasıtası ile yürütülmesi ve varsa kaçakların ve suistimallerin önlenmesi.

6. Laboratuvar, röntgen, ultrason, bilgisayarlı tomografi, patoloji, EKG, solunum fonksiyon testi, endoskopi, epikriz, anestezi ve ameliyat raporlarının, hasta tedavi protokollerinin ve doktor isteklerinin bilgisayardan çıkarılması, ve bu rapor ve bilgilere istenildiği anda bilgisayardan erişilebilmesi.

7. Hastane doktor ve sağlık personelinin sicil kayıtlarının ve bordrolarının elektronik olarak takibi.

8. Hastane Kütüphanesi kayıtlarının bilgisayara girilmesi ve bu sayede hastane personeline ve çevredeki diğer sağlık personellerine daha iyi hizmet verilmesi.

9. Bilgisayara girilen tüm bilgilerden faydalanılarak hem idari hem hastalıklarla ilgili konularda sağlıklı ve istatistikî bilgi üretilmesi. Bu bilgilerle istatistikî bilimsel araştırma yapma imkânlarının sağlanması.

10. Hastanede yapılan işlemler hakkında detaylı raporların alınabilmesi.

11. Sağlık Bakanlığının belli aralıklarla istediği istatistikî bilgilerin bilgisayar vasıtası ile sıhhatli bir şekilde verilebilmesi.

2.2 Hastane Bilgi Yönetim Sistemleri

Hastane Bilgi Yönetim Sistemleri (HBYS) (Hospital Information Systems - HIS), bir hastanenin verilerinin tamamını veya çoğunluğunu değerlendirmek üzere toplamak için tasarlanan bilgisayar sistemidir [8]. HBYS bir hastanenin yönetimi, mal ve hizmet üretimi esnasında oluşan mali, idari, tıbbi süreçlerin öngörülen biçimde yürütülmesini sağlamak amacıyla kullanılan yazılım ve donanımların tümüne verilen isimdir.

HBYS, klinik problem çözme sürecine kılavuzluk edebilmelidir. Aynı zamanda karar analizi, hatırlatma, risk yönetimi gibi kâğıda dayalı geleneksel sistemlerde bulunmayan

akıllı özellikleri ile sağlık profesyonellerine destek olabilmelidir [3]. 2000 yılında Amerika’da Tüberküloz önleme ve arama rehberi hazırlamak ve uygulamak için oluşturulan sistemlerden faydalanan hekimlerin zamanlarını %95 oranında uygun bir tedavi yöntemine harcarken, kâğıda dayalı sistemlerle çalışan hekimlerin zamanlarının sadece %56’sını uygun tedavi için harcadıklarını göstermektedir [9]

HBYS, bilgisayarlar kullanılarak hasta bakımının kayıt edilmesini sağlar. Bilgisayar ortamında oluşturulmuş sağlık bilgi ağı, tüm hasta verilerinin anında girilmesine ve bu verilerle bakım planı oluşturulmasına olanak vermektedir. Örneğin yatak başında sesli kayıt alan (“Voice-activated”) bilgisayarlar, hemşirelerin hasta bilgilerini kâğıtlara not alarak bu bilgileri daha sonra hasta kartlarına aktarması yerine, doğrudan hasta dosyasına kayıt etmesine imkân vermektedir. Ya da iki kanallı televizyon sistemleri kullanılarak kilometrelerce uzaktaki hastalar izlenmekte (Teletıp-“Telemedicine”-Telesağlık), hem hekim, hem de hemşire hastayı değerlendirebilmekte ve tedavi/bakım planlanabilmektedir.

HBYS’lerin etkin kullanımı, hasta bakımının sürdürülmesinde ve kalitenin geliştirilmesinde önemli bir etkidir. Koroner bakım, abdominal cerrahi, doğum sonrası bakım gibi klinik alanlara özel tanımlar için oluşturulmuş standart bakım planları HBYS aracılığı ile kullanılmaktadır. HBYS aracılığı ile klinik karar verme, finansal düzenlemeler, öncelikli kurum ihtiyaçlarının belirlenmesi, kaynakların yönetilmesi, kurum stratejisi ve organizasyonun değişim ihtiyaçları kolayca belirlenebilmektedir. Ayrıca, HBYS ile kâğıt destekli (geleneksel) hasta kayıtları karşılaştırıldığında, elektronik sağlık kayıtları, kolay ve zamanında ulaşılabilir bilgileri içerir, geleneksel (kâğıt destekli) hasta kayıtlarında ise veri kaybı ve hata olasılığı yüksektir, veri uyumsuzluklarından dolayı bilginin kullanımı sınırlıdır. HBYS’nin öncelikli amacı tüm sağlık ekibi arasında iletişimi kolaylaştırmak, araştırmalar için istatistiksel veri

sağlamak, uygulanan bakım ve tedaviyi belgeleyerek yasal kaynak oluşturmaktır. HBYS'ler, tıbbi kayıtları kolay okuyabilme, kolay dosyalayabilme, hızlı kayıt yapabilme, bilgisayara uyarlanabilme, kurumun standartları ile elektronik hasta kayıt sistemlerine uyumlu olma, bilgilere kolay ulaşabilme, fiziksel, psikolojik, sosyokültürel yönden hastanın ihtiyaçlarını kayıt etmeye imkân verme, sağlık profesyonelinin amacına uygun olma gibi özelliklere sahip sistemlerdir.

Yapılan birçok araştırmada HBYS kullanımı ile hastanelerin daha etkin ve verimli olarak çalıştığı tespit edilmiştir. Böylece hastane birimlerinin tümünde gerek zamandan gerekse tam ve eksiksiz bilgiye ulaşma konularından tasarruflar sağlanmıştır. Seattle Devlet Hastanesinde yapılan bir çalışmada hasta kayıt ve kabul işlemlerinin HBYS ile yürütülmesiyle, memurların iş saatinin %2,1 azaldığı, hasta bekleme süresinin %50 kısaldığı ve başvuruların sayısında %30 oranından artış olduğu görülmüştür [10].

Hastanelerin hizmet ünitelerinde HBYS kullanımı halinde sağlanacak pek çok yarar vardır. Bu yararların bazılarını şu şekilde sıralamak mümkündür [11].

1. Polikliniklerde:
 - a. Muayene edilenlerin anında tespiti yapılabilir.
 - b. İstatistikî bilgiler daha kesin ve güvenilir olur.
 - c. Hangi doktorun ne kadar hastaya baktığı, hangi hastalıktan ne kadar başvuru olduğunun tespiti daha kolay yapılır.
 - d. Arşivleme işlemleri için yer tasarrufu sağlanır.
 - e. Herhangi bir denetim esnasında istenilen bilgilerin tespiti çok kısa zamanda ve güvenilir olarak bulunur.
2. Servislerde:
 - a. Servislerin laboratuvar ve diğer birimlerle olan işlemleri servislerdeki bilgisayar vasıtasıyla daha rahat yürütülür.

- b. Hastaların servise giriş ve çıkışlarında işlenmesi gerekli olan bilgiler anında işlenerek, hasta takibi daha kolay bir hale gelir.
 - c. Hastaya ait bilgiler serviste her an güncel olarak tutulacağından hasta çıkışı süratle yapılır.
 - d. Odalarda hangi hastaların kaldığı ve boş yatak durumu gibi bilgiler daha kolay takip edilir.
 - e. Servisteki istatistikî bilgiler daha sağlıklı bir şekilde anında alınabilir.
3. Laboratuarda:
- a. Yapılan testlerin kimlik bilgileri ve sonuçlarına kolayca ulaşılabilir.
 - b. Hangi doktorun hangi hastadan hangi testleri istediği tespit edilir.
 - c. Her laboratuvarın yaptığı testler ve bu testlerden elde edilen ücretli ve evraklı hasta gelirleri toplamının hemen çıkartılması mümkündür.
 - d. Doktorların belli tarihlerdeki hastalarının laboratuvar sonuçları hemen alınabilir.
 - e. Bir hastanın yapılan tüm test sonuçlarını bir arada görmek mümkündür.
 - f. Diğer birimlerin belli tarihteki tüm hastalarına ait laboratuvar sonuçları istendiğinde hemen tespit edilebilir.
4. Eczanede:
- a. Servislerdeki bilgisayara serviste yatan hasta için hangi ilaç ve tıbbi malzemenin istendiğinin kaydı anında yapılır.
 - b. Eczanede bulunan bilgisayardan o günkü hastalar için istenen ilaçların listesi alınabilir.
 - c. Belli ilaçların verileceği hastaların listesini almak mümkündür.
 - d. Verilen ilaçlara ait bir takım tıbbi bilgilerin hemen kaydedilmesi mümkündür.
 - e. Bir ilacın kimlere verildiği, hastalara belli sürelerde verilen ilaçların listesi, hangi birimlerin hastalarına hangi ilaçların verildiği, doktorların hastalarına hangi ilaçları verdiği, hangi ilaçların ne zaman hangi fatura ve fiyatla geldiği, fiyatlardaki değişikliğin

anında yapılması, birimlere verilen ilaç ve malzemelerin listesinin anında çıkartılması, ilaçların stok kontrolü gibi hususlar gayet kolay bir şekilde bilgisayar destekli olarak takip edilebilmektedir.

5. Hasta Kabul, Arşivleme ve Danışma Birimlerinde:
 - a. Hastaların isimlerinin baş harflerine göre ekrandan görülmesi mümkündür.
 - b. Belirli tarihlerde hastaneye başvuran hastaların erkek kadın, evraklı ücretli gibi hususlarda sınıflandırılarak listelerini almak mümkündür.
 - c. Doktorların muayene ettikleri hastaların ve koyulan teşhislerin listelerini dökmek mümkündür.
 - d. Belli kan grubuna sahip olan hastalara anında erişmek mümkündür.
 - e. Belli sebeplerle (ölüm, taburcu v.b.) hastaneden ayrılış yapanların listesini almak mümkündür.
6. Hastane Yönetiminde:
 - a. Personel işlerinde, belli sınıflardaki işçi veya memurların listesinin alınması sağlanır.
 - b. Maaş bordrolarının çok hızlı ve güvenilir olarak çıkartılması ve belli kadrolarda bulunan işçi ve memurların listesinin dökümü ile personelle ilgili özlük bilgilerinin alınması mümkündür.
 - c. Ambar veya depoya giren, çıkan tüm malzeme ve demirbaşların giriş, çıkış işlemlerini bilgisayarlarla takip etmek mümkündür.
 - d. Sarf malzemeleri dışında kalan demirbaş malzemelerin bilgisayar aracılığı ile numaralandırılarak her demirbaşın hangi tarihte kime verildiği ve kim tarafından kullanıldığının takibini yapmak mümkündür.
 - e. Ambar ve depo stok seviyeleri bilgisayarlarla takip edilerek, ihtiyaçların zamanında temin edilmesi sağlanır. Böylece malzeme yetersizliği ile doğacak iş ve zaman kaybı önlenir.

- f. Ambar ve depoya giren malzemelerin giriş fiyatları hemen görülerek hastanenin bundan sonraki alımlarında fahiş mal alımının önüne geçilmektedir.
- g. Hastanede hangi ünitenin hangi malzemeyi ne kadar tükettiği ve hastaneye gider bakımından maliyetinin ne olduğu tespit edilebilir.
- h. Hastaların çıkış işlemlerinde döner sermayeye gelen hastanın faturasının hazırlanması sağlanır.
- i. Evraklı hastalar için kurumlara gönderilecek faturalar ve bu miktarların toplamı gün sonunda bilgisayarlardan çıkartılarak gecikmeden hastanın kurumuna gönderilir.
- j. Banka hesapları ve kasa hesabı gibi hususlar bilgisayarda tutularak istendiğinde dökümü alınabilir.
- k. Banka hesapları ve kasa hesabı gibi hususlar bilgisayarda tutularak istendiğinde dökümü alınabilir.
- l. Malzemelerin alındığı firma faturaları ile bunlara yapılan ödemeler ve firmalardan alınan faturalar hemen işlenerek takip kolaylığı sağlanır.
- m. Bir birimde yatan ve poliklinikte tedavi gören hastaların gelir ve evraklı faturaları vasıtasıyla o birime yapılan işlemlerin katkısı, laboratuvarların payı, radyoloji, eczane ve oda ücretlerinin payı belirlenerek o birimin hastaneye olan net katkısının tespit edilmesi mümkündür.

2.3 Karar Destek Sistemleri

Karar verme süreci incelendiğinde, karar vericinin, karar vermekle yükümlü olduğu probleme ilişkin geçmiş deneyimleri ve mevcut durumu değerlendirerek seçim yapması gerektiği görülür. Karar verme işlemi, karar vericinin değişik seçeneklerle karşı karşıya bulunduğu durumlarda, bunlar arasından kendi amaçlarına ve kendisince belirlenmiş ölçütlere en uygun olanı seçebilmesidir [12]. Çeşitli alternatifler arasından birini seçme

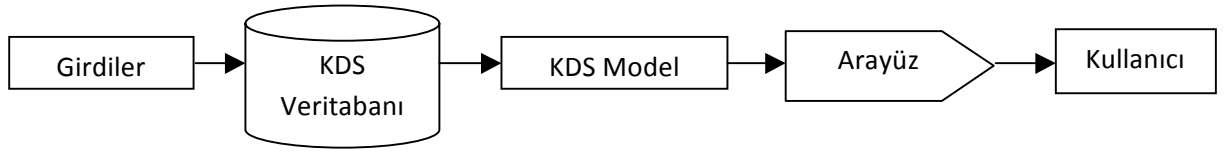
işlemi olan karar verme, aynı zamanda problem çözme işlemi içeren faaliyetleri düşünme ve sonuca varma sürecidir [13]. Dolayısıyla takım çalışması ile grup ortamı içerisinde gerçekleştirilen karar alma ve verme işlemleri beraberinde KDS'lerin (Decision Support Systems – DSS) gelişmesine yol açmıştır. KDS'ler karar vermeyi kolaylaştırmak ve daha etkili hale getirmek için tasarlanan model, benzetim ve uygulamaları kapsayan sistemlerdir. Karar desteği, yöneticilerin yönetsel problemleri modellerle çözümlene çabaları sonucu ortaya çıkmıştır ve ilk olarak J.D. Little'ın çalışmasıyla ortaya konmuştur [14].

Karar destek kavramı ise; Carnegie Institute of Technology'de 1950-1960 yıllarında yapılan teorik organizasyonel karar verme çalışmaları ve Massachusetts Institute of Technology'de 1960'lı yıllarda yapılan etkileşimli bilgisayar sistemlerinde teknik iş çalışmaları alanlarındaki araştırmalar sonucunda ortaya çıkmıştır [15]. Karar alma/verme fonksiyonlarının yerine getirilmesinde sağlam, net ve güvenilir bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Aynı zamanda bilginin zamana karşı değeri göz önünde bulundurulduğunda, etkili, hızlı ve kaliteli karar verebilmek için sorunlara ait verilerin en kısa zamanda karar verenlere iletilmesi sağlanmalıdır. Bu nedenle günümüzde yönetim faaliyetlerinde, finans alanında ve daha birçok uzmanlık gerektiren çeşitli işlerde etkili, hızlı ve doğru karar verebilmek için KDS'lerden faydalanılmaktadır. KDS'ler ihtiyaç duyulan bilgilere hızlı ve zamanında erişim sağlamakla birlikte, kurumlarda kararların zamanında alınmasına yardım ederek verimliliği ve alınan kararların kalitesini yükseltmektedir [16].

KDS'ler, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış durumlarda veya ne yönde bir karar verilmesinin tam olarak kestirilemediği hallerde, karar vericilere analitik modeller, bilgiler, veri yönetme araçları ve özel veritabanları sunan bilgi sistemleri olup [17] karar vermenin yeterliliğini geliştirmekten çok etkinliğini geliştirmeyi hedeflemektedir. Bu

sistemlerin amaçları yönetimsel hükümleri yerleştirmek değil, bu hükümleri desteklemektir [18].

Terim olarak KDS'nin kullanıldığı ilk çalışma ise Gorry ve Scott Morton'ındır [19]. KDS; veritabanı, kullanıcı arayüzü, KDS modülü ve KDS ağ yapısı olmak üzere 4 temel bileşenden oluşmaktadır. Doğru verilere sahip olmak KDS planlama, uygulama ve kontrolünde önemli bir adım oluşturur. Ayrıca veri analizi sunabilmek için modellere ihtiyaç duyulur [9]. Yapay Zekâ çalışmalarının bir sonucu olan KDS; veri ve modelleri kullanarak karar vericiyi destekleyecek bilgiyi oluşturmak için geliştirilen interaktif sistemlerdir. Stair ve arkadaşlarına göre KDS etkili karar vermeyi artırmak için tasarlanmış olup KDS veritabanı, KDS yazılım sistemi ve kullanıcı arayüzü bileşenlerini içermektedir. KDS veritabanı geçmiş ve mevcut verilerden oluşmaktadır. KDS yazılım sistemi veri analizi için kullanılan yazılım araçlarından oluşmaktadır. Kullanıcı arayüzü ise karar vericinin KDS'ye erişimini sağlamakta ve sistemi yönlendirmektedir [20]. Büyük veri tabanları üzerinde yapılandırılmış KDS; işlemsel, taktiksel ya da stratejik karar vermeyi destekler. Verinin basit bir özetini sağlar, belirsizlikleri dikkate alarak mevcut duruma göre gelecekteki ilerlemelerin tahmin edilebilmesine imkân sağlayarak, karar vericilerin kendi algı ve değerlerini keşfetmelerine yardım edebilir [21]. Bu sistemler, karar modelleri içeren bilgisayar destekli bilgi sistemleridir [22]. Şekil 2.1. bir KDS yapısını göstermektedir. KDS'ler, bir eylemin kesin olarak nasıl yapılacağıının bilinmediği durumlarda kişilerin karar almasına kendi muhakeme yeteneklerini kullanmalarını destekleyerek yardımcı olur.



Şekil 2.1. Bir karar destek sistemi yapısı¹

KDS'ler karar vericilere, problemin farkına varma, problemi tanımlama ve problemler karşısında karar alma aşamasında destek sağlama, problemi çözme işlemi sırasında alternatif çözümleri test etme ve verileri yeniden gözden geçirme imkânı verir [23]. Problem ile ilgili tanımlamalar yapıldığında bu sistemlere sahip karar vericiler, her sorun için çözüm seçeneklerini formüle eder ve bilgisayarda bulunan KDS veritabanına gönderir. Bilgisayar bu önerileri karşılaştırarak değerlendirir ve karar vericiye yollar. Karar verici de değerlendirilen öneriler arasında en iyi sonucu veren alternatifi seçer ya da yeni bilgilere göre yeni alternatifler hazırlayarak tekrar bilgisayarın değerlendirmesine sunar [24]. Değerlendirilen öneriler arasından en iyi olan seçilerek bir model oluşturulur ve oluşturulan model bir arayüz vasıtası ile kullanıcıya ulaştırılır. KDS işlevsel olarak teknik temeli olmayan karar vericilerin sistemle tam etkileşimli çalışabilmelerini sağlamak için kullanım kolaylığı sağlamakla birlikte geniş ve çeşitli veriye erişim olanağı sağlayarak, değişik tipte analiz ve model ortaya çıkarmaktadır. Model geliştirme KDS yapısında önemli bir basamaktır. Problem tanımı yapıldıktan sonra modelin oluşturulmasına yardımcı olacak terimlerle açıklanmaktadır. Daha sonraki aşamada alternatif çözümler ortaya konulup, bu alternatifleri analiz etmek için modeller oluşturulmaktadır. Son aşamada ise seçim yapıp, seçim tanımlamalara uygun şekilde kullanılır. KDS'ler karar işlemlerini yapılaşdırma, tekrarlanan kararları önleme,

¹ Akman A., Hanoğlu Z., Erdemir F., "Karar Destek Sistemleri ve Hemşirelikteki Yeri", *VI. Ulusal Tıp Bilişimi Kongresi*, 133, 2009.

organizasyonel kontrol ve planlama, kararları otomatikleştirme, analitik iş destekleme, yürütücüler ve yöneticiler için bilgi, sınırsız alternatif sayısında artış, beklenmedik durumlarda hızlı yanıt, yeni anlayışlar ve modeller sunma, maliyeti düşürme, etkin karar verme, zaman tasarrufu ve veri kaynaklarını doğru kullanma imkânları sağlamaktadır.

2.4 Klinik Karar Destek Sistemleri

1950'lerin ortalarından beri sağlık bakım alanında geliştirilen KDS'ler Klinik Karar Destek Sistemleri (Clinical Decision Support Systems – CDSS) olarak adlandırılmaktadır. KKDS; hastaya özgü klinik değişkenlerin/verilerin analiz edilerek elde edilen yeni bilginin hasta bakımına uygulanmasına yardım eder. Bu sistemler; sağlık personeline alacağı klinik kararlarda destek sağlayan bilgisayar programları olup tanı koyma, erken teşhis, hizmet kalitesinin geliştirilmesi gibi birçok tıbbi süreci geliştirmek için kullanılmaktadır. Ayrıca bazı KKDS'ler tıbbi hataları önlemeyi ve hasta güvenliğini arttırmayı amaçlamaktadır [21]. 1998-1999 yılları arasında Brigham Women's Hospital'da yapılan bir çalışma, doktor reçete giriş sistemi sayesinde hekimin hastaya uygun olmayan ilaç vermesi gibi hatalarda %55, önlenebilir ilaç ters etkilerinde %17'lik azalma sağladığını ve sonuçta yaklaşık olarak yıllık 480.000 dolar kar sağlandığını belirtmektedir [9]. Aynı Enstitü'deki bir başka çalışma ise sistemin yanlış ilaç dozaj hatalarını %80 oranında ortadan kaldırdığını belirtmektedir [25]. İhmal hataları, test sonuçlarının kaybolması veya hatalı testler tıpta yaygın olarak karşılaşılan sorunlardandır. Bilgisayara dayalı hatırlatma sistemlerinin, hem yatan hastalarda hem de ayaktan tedavi gören hastalarda ihmale bağlı hataların azaltılması yönünde etkili olduğu belirlenmiştir [26,27]. Klinik hatırlatma sistemleri sağlık profesyonellerini hata toleransı olmayan ciddi durumlara karşı uyarmak için geliştirilmiş sistemlerdir. Hatırlatma mesajları ile kritik olabilecek olası tehlikeli durumlar önlenmiş olur [28]. Mc Donald ve

arkadaşları 1984 yılında hatırlatma mesajlarından yararlanan hekimlerin, önleyici bakımda diğer hekimlere oranla başarı ihtimalinin iki misli fazla olduğunu belirtmektedir. Hatırlatma mesajları doktorun amaca ulaşma ihtimalini arttırmaktadır [26]. Regenstrief Institute'e yapılan bir araştırma ise bilgisayar destekli anımsatma sistemlerinin klinik uygulamalarda rehber olarak kullanılması durumunda hem yatan hastalarda hem de ayaktan tedavi gören hastalarda ihmale bağlı hataların oluşma oranında %25 azalma olduğunu ortaya koymuştur [29]. Tang ve arkadaşları [30] kanserin ABD'de ölüm sebeplerinin başında geldiğini ve kanser sebebi ile ölüm oranının yaklaşık %23 civarında seyrettiğini belirtmektedir. Geliştirilen KKDS ile gizli kan testleri, rektal uygulamalar, servikal kanser taraması, pelvik uygulamaları, göğüs uygulamaları, sigara içme, sigara bırakma gibi uygulamalarla taramalar gerçekleştirilmektedir. Taramalar sonucu elde edilen veriler kayıt edilerek, kanser hastalığı uyarma ve hatırlatma sistemi oluşturulmaktadır. Ayaktan hasta bakımı veren bir kuruluştaki oluşturulan kanser uyarma ve hatırlatma sistemlerinin incelenmesi sonucunda, kanserin önlenmesi çalışmalarında çok büyük etkisi olduğu belirtilmiştir.

KKDS destekli Elektronik Hasta Kayıtları ve HBYS, sağlık bakım hizmetlerinin kalitesini geliştirme, hastalıkları erken teşhis etme, medikal hataları önleme, hastalara uygun tedavi verilmesi ve maliyetlerin azaltılması konularında büyük faydalar sağlayabilir [31]. Diyabet ABD'de ölüm sebepleri arasında 7.sırada gösterilmektedir [32]. Diyabetin tedavisi için, hastanın çok iyi takibi ve hekim tavsiyelerine iyi bir biçimde uymasının sağlanması gerekir. Klinik bilgi sistemlerinin diyabet hastalarının tedavisinin geliştirilmesinde, hasta ve doktor arasındaki uyumun sağlanmasında ve ilaç yönetiminde faydalı olduğu belirtilmektedir [32]. Salt Lake City'deki LDS Hastanesindeki bir çalışma hekimlerin kullandıkları antibiyotik bilgi sistemlerinin, bir hastalığa sebep olan patojen etkenin yönetilmesinde en etkili alternatif seçenekleri

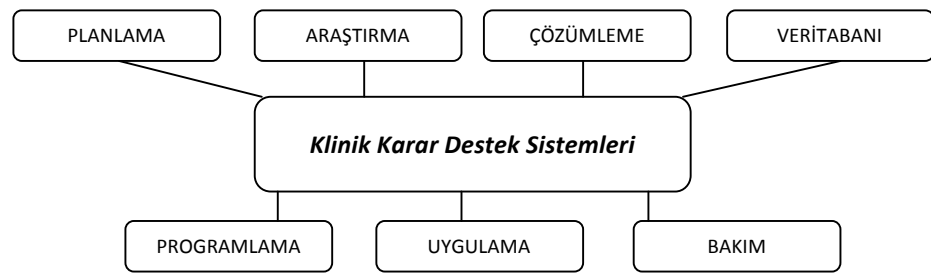
sunduğunu ortaya koymuştur [33]. Aynı zamanda çalışmada bu sistemin yoğun bakım ünitelerinde kullanılması durumunda antibiyotik kullanımına bağlı alerji reaksiyonlarında büyük düşüşler yaşandığı ve ilaç yan etki reaksiyonlarında %70'in üzerinde azalma, hastaların doz almalarında 2,9 günlük bir düşme ve sonuç olarak toplam antibiyotik tedavi maliyetlerinde düşüş görüldüğü belirtilmiştir.

Sağlık kurum ve kuruluşlarının kullandığı elektronik sağlık sistemlerinin başında gelen KKDS'ler bir bakıma karar desteği sağlamak için klinik veri ya da medikal bilgiyle ilgilenen bilgisayar sistemleridir [34]. Yıllık olarak Amerikalıların %9,5'i yani 44,3 milyonu psikolojik rahatsızlık çekmektedir [35]. Birinci kademe sağlık kliniklerinin psikolojik rahatsızlıkların teşhisinde, hasta bakımının kalitesinin artırılmasında ve hastalardan tıbbi bilgi temininde, bilgisayarlı teşhis yöntemi kullanarak öncelikli faydalar sağladıkları belirtilmektedir [36].

Bugün hekimler tıbbi bilginin miktarında meydana gelen artış ve uzman yokluğu nedenleri ile bilginin yönetimiyle başa çıkmakta zorlanmaktadır. Uygun alternatifler arasında en doğru kararı verebilmek için karar desteğine ihtiyaç duymakta ve bu amaçla klinik konularda akıl yürütme özelliğine sahip karmaşık verileri analiz ederek, modelleyen bilgisayar programları olan KKDS'leri kullanmaktadırlar [37]. KKDS, güncel bilgileri kullanarak ve hastaya ait özel bilgileri de dikkate alarak, hekimlerin hastayı en iyi biçimde değerlendirmesi yönünde yardım eder. Bu programlardan bazıları, klinisyenler tarafından girilen temel klinik bilgileri dikkate alarak teşhise yönelik gayretleri arttırmakta, hastalara ait özel değişkenlere bağlı olarak özel ilaç tavsiyesinde bulunabilmekte [38] ve hastalara ait özel bilgileri uzman bilgi tabanı ile mukayese ederek hasta yönetimi ve konsültasyon işlevini gerçekleştirmektedir [39].

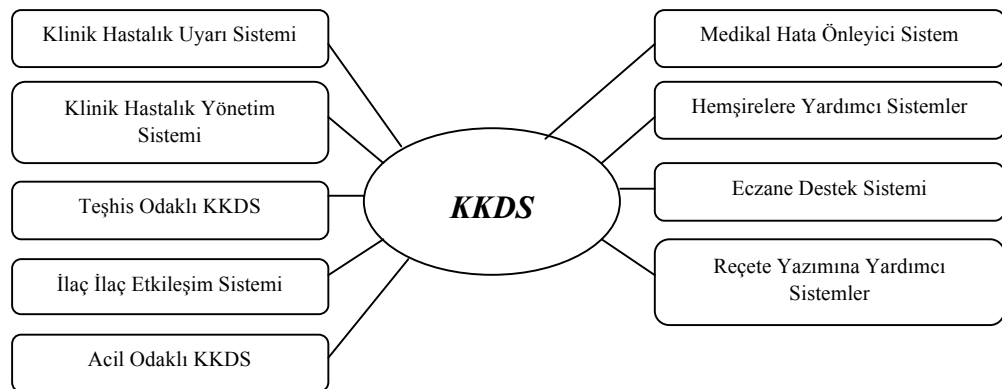
KKDS, ne yönde bir karar verilmesi gerektiğinin tam olarak kestirilemediği hallerde, karar vericilere modeller, bilgiler ve veri yönetme araçları sunmakta ve karar vermenin

yeterliliğini geliştirmekten çok etkinliğini geliştirmeyi hedeflemektedir [17]. KKDS'ler karar vericilere, problem çözme işlemi sırasında alternatif çözümleri test etme ve verileri yeniden gözden geçirme imkânı verir [23]. Şekil 2.2. KKDS'lerin yapısal gelişim şemasını göstermektedir. KKDS'ler karar verme işlemlerinin kontrolü, problemlerin çözümü ve mevcut veriler doğrultusunda gereksinim duyulan en doğru bilgiyi oluşturan sistemlerdir. Sistem konusundaki bilgiyi yönetecek bilgi elemanları: 1) veri-tabanı; sistem konusunda programlama esasına dayalı tarihsel, güncel ve eksiksiz bilgiler mevcut olmalıdır 2) sayısal modeller; planlama ve araştırma aşamasında sistem konusunda yeni bilgiler üretir ve analizini sağlar 3) uygulama araçları; politik gereksinimlere dayanarak, bilgiyi sunmak ve farklı biçimlerde karşılaştırmak için kullanılır ve bakım hizmeti sağlar. KKDS bir algoritma üzerinde yoğunlaşarak çıkarsama yapmaktadır. KKDS'ler üzerine yoğunlaştıkları algoritmaya uygun veritabanları kullanmaktadır ve sisteme uygun girdi yapılarına karşı cevap üretmektedir.



Şekil 2.2. Klinik karar destek sistemlerinin gelişim yapısı

KKDS'ler kullanıldıkları klinik bölümlerde oluşan beklenmedik durumlarda erken uyarı, hızlı cevap, anında analiz, maliyet düşürme, doğru karar, etkin takım çalışması, zaman tasarrufu ve veri kaynaklarını iyi kullanabilme gibi etkin özellikleri ile sınanan alternatif sayısında artış sağlamaktadır [40].



Şekil 2.3. Klinik karar destek sistemlerinin sınıflandırma alanları

Şekil 2.3. dünya genelinde bulunan hastanelerde KKDS sınıflandırma alanlarını belirtmektedir. KKDS'ler, klinik hastalık uyarı sistemi [41], klinik hastalık yönetim sistemi [42,43,44,45,46,47], teşhis odaklı KKDS [48,49,50], ilaç ilaç etkileşim sistemi [51,52], acil odaklı KKDS [53], medikal hata önleyici sistem [54], hemşirelere yardımcı sistemler [55,56,57], eczane destek sistemi [58,59] ve reçete yazımına yardımcı sistemler [60] olarak sınıflandırılmaktadır.

Sağlık Bakanlığı'nın, Türkiye'de teşhis ve tedavi sürecine ilişkin verilerin elektronik olarak kayıt altına alınması ve merkezi, ulusal veritabanlarının oluşturulması çalışmaları ile gündeme gelen Sağlık.Net sistemi, on yıllardır devam eden veri toplama çalışmalarını ileri teknoloji ile elektronik ortama taşımayı amaçlayan büyük bir ulusal projedir. Sağlık Net ile toplanan verilerin hepsi ulusal ve uluslararası alanda sağlık ölçütü olarak kullanılan parametrelere ilişkin verilerdir. Bu verilerden elde edilen istatistikler aynı zamanda toplum sağlığının korunmasına yönelik tüm araştırma ve geliştirme çalışmalarında kullanılmaktadır. Sağlık.Net sistemi, Sağlık Bakanlığı'nın birçok biriminin, sahadan çeşitli yollarla topladığı verileri bilgi ve iletişim teknolojilerinin sağladığı imkânlarla tek bir yolla tekrarlı olmaksızın, elektronik ortamda, doğrudan üretildiği yerden, standartlara uygun şekilde toplanmasını

hedeflemektedir. Hedefini gerçekleştirmek için KDS'nin yönetimin karar verme sürecinde kullanacağı verilerin toplanması, depolanması, analiz edilmesi, kolay erişilebilmesi, planlamalarda, stratejilerin belirlenmesinde ve kritik yönetim kararlarının alınmasında kullanılmasını sağlamak amacıyla oluşturulan yapısından faydalanmaktadır. Hastalık tedavisinde yaygın ve kolay ulaşılabilir bir sağlık sistemi kurmak amacıyla başlatılan proje şuan Türkiye genelinde bütün sağlık kuruluşları tarafından kullanılmaktadır [2].

Dünya genelinde KKDS ile ilgili çalışmaları belirtmek gerekirse; Klinik hastalık uyarı sistemleri, kullanıcıların problemleri ve teşhis yöntemlerini hatırlamaları için düzenlenir. Yeni Zelanda birinci basamak uygulamalarında kullanılan **Predict-CVD** kardiyovasküler hastalık (KVH) risk değerlendirmesi için oluşturulmuş web tabanlı bir klinik karar destek sistemidir. Sistem KVH risk belgeleri üzerinde hastanın mevcut verileri ile geçmiş verilerini denetleyerek, yaş, cinsiyet ve etnik köken kriterlerini dikkate alarak risk faktörü değerlendirmesi ile tahminlerde bulunmaktadır ve uyarı sistemi ile hekimlere destek olmaktadır [61].

İlaç-ilaç etkileşim sistemi ile hekim ilaç istem ekranında birbiri ile etkileşimi olan ilaçlar için giriş yapıldığında; ilaç etkileşimleri uyarı olarak gösterilmektedir. Örneğin, **CHRISTINE (Children's Hospital Resource In Selecting Therapy Individualized Expert)**, klinik ve genetik veriler dikkate alınarak çocuklar için uygun ilaç önerimi sağlamaktadır. Kalıcı, tekrarlanabilir, etkili ve tutarlı bir tedavi sağlamaktadır [58].

Hemşirelere yardımcı sistemler ise hemşirelik kararlarının, güncel kanıta dayalı bilgi ile birleştirilerek uygulamada kullanımını sağlayan bilgi sistemleridir [62]. Hemşirelikte bilgisayara dayalı karar destek sistemi ile ilgili çalışmalar, öncelikli hasta bakım sorunlarında verilecek kararlarda hemşirelere yardımcı olabilecek sistemlere

odaklanmaktadır. Örneğin, **Life-Reader**, hemşireler için evde hasta bakımında etkili kişisel asistan olarak hazırlanmıştır. İlaç-ilaç etkileşimlerinde de kullanılmaktadır [57].

Hastalık yönetim sistemleri, tıbbi tedavi ve hasta bakım açısından diğer hastane hizmetlerinden ayrıcalık taşıyan, yüksek teknoloji tıbbi cihazların kullanıldığı sistemlerdir. Örneğin, **Smart Forms**, hastalık yönetimi sağlamak amacıyla oluşturulmuştur. Kronik kalp hastalıkları ve diyabet için tasarlanmıştır [63]. **CHICA (Child Health Improvement through Computer Automation)**, pediatrik koruma ve hastalık yönetimi için tasarlanmış bir KKDS'dir [64]. **DERIC**, hastanın kiosk cihazına girdiği sağlık verileri doğrultusunda, uygun hastalık yönetimi sağlayan önerilerde bulunmaktadır [65, 66]. **Oirs (On-line Incident Reporting System)**, medikal risklerin yönetilebilmesi amacıyla Osaka Üniversitesi Hastanesi'nde geliştirilmiştir. Sadece rapor hazırlamakla yetinmeyip, aynı zamanda klinik risk yönetim komitesi ile birlikte günlük risk yönetimi ve kalite geliştirme planları hazırlamaktadır [65, 66]. **HELP**, 1975 yılından beri LDS Hastanesindeki aktif medikal bilgi sistemlerinin en eskilerinden biridir. Sistem tüm medikal informatik konularını içeren entegre bir sistem olmakla birlikte, kan sipariş sistemi, Pre-Operative Antibiyotik kullanım belirleme sistemi, antibiyotik belirleme yardımcısı olarak kullanılmaktadır [67].

Acil odaklı hastalık sistemi, teşhis ve tedavisi acil durum gerektiren ve hata toleransı az olan sistemlerdir. Örneğin, **Leeds Abdominal Ağrı Sistemi**, 1960'ların sonunda De Dombal ve yardımcıları Leeds Üniversitesinde, Bayesian olasılık teorisinden faydalanarak, abdominal hastalıklarla ilgili belirti sürecini inceleyen karar destek sistemi geliştirmiştir. Sistem binlerce hastadan elde edilen bulguları değerlendirerek elde edilen nitelikli verilerin yardımıyla farklı koşullarda farklı sonuçların ne olacağı üzerine yorumlar yapmaktadır. Sistem duyarlılık ve hassasiyet özelliklerini kullanarak apandisit, peptik ülser, divertikulus, safra kesesi ağrısı, pankreas, ince bağırsak sorunları

ve nedeni açık olmayan abdominal ağrılar üzerinde teşhis ortaya koymaktadır [34].

POEMS (Post Operative Expert Medical System), operasyon sonrası bakım amacıyla geliştirilmiş bir acil bakım tıbbi uzman sistemidir. 1992 yılında az deneyimli tıbbi personele operasyon sonrası bakımda olan hastalara ait değişik bulguların değerlendirilmesinde öneride bulunmak amacıyla bir KDS olarak planlanmıştır [68, 69].

Teşhis odaklı sistem, teşhise destek sağlayan, sağlık sorunlarının çözümünde tıbbi teknolojilerden ve sistemlerden yararlanan uygulamalardır. Örneğin, **İnternist**, 1970’li yıllarda başlamıştır ve bugün Caduceus olarak devam etmektedir. Harry E. People, JR ve JACK D. Myres tarafından Pittsburg Üniversitesinde geliştirilmiştir. Sistem sezgisel yaklaşım kullanılarak, dâhiliye alanı ile ilgili birçok hastalığı kolay ve hızlı bir şekilde teşhis etmektedir [67]. **MYCIN**, 1970’lerde Stanford Üniversitesinde geliştirilmiştir. Belli kan enfeksiyonlarının teşhisi ve tedavi yöntemlerinin tespiti sistemin geliştirilme amacıdır. Bu yapıda sisteme girilen tıbbi test sonuçları ve belirtiler doğrultusunda sonuç üretilmektedir. Doktorların kabaca yaptıkları fakat çok önemli olan tahminleri yapmak üzere hazırlanmıştır. Sistem hastalara hangi testler yapılmalı, tedavi yöntemi ne olmalı ya da nasıl bir tedavi planı gerçekleştirilmeli gibi sorulara cevap aramaktadır. Yöneltilen sorular ve verilen cevaplar doğrultusunda bilgi tabanından yüksek güvenilirlik değerlerine sahip kurallar tetiklenir. Sonuç olarak sistem girilen değerler doğrultusunda sistemi kullanan sağlık profesyonellerine elde ettiği karar, sonuç veya öneriyi sunmaktadır [68]. **DxPlain**, verilen klinik bilgilerden yola çıkarak olası tanıları belirtmektedir. Kullanıcılar herhangi bir bulgunun belirli bir hastalıkta görülme sıklığını, ya da verilen bir bulgunun varlığında herhangi bir hastalığın görülme olasılığını sorgulayabilmektedir [70]. **İsabel**, İngiltere’de hastanelerde ve genel pratisyen muayenehanelerinde doktorlar tarafından kullanılan bir pediatrik karar destek aracıdır. Sistem teşhise yönelik olup, klinik özelliklerin bir seti verildiği zaman, konuyla

ilgili olası teşhisler arasından en makul sonucu belirleyerek önerilerde bulunmaktadır. Mevcut sistem sadece çocuk hastalıklarına yönelik olmakla birlikte, sistem gelecekte yetişkin hastalar içinde kullanılabilir [71]. **DR.Cad (Computer Aided Diagnosis)**, İnternet tabanlı, erişimi ve kullanımı kolay bir tanı destek programı olup, binlerce tıbbi veri ve hastalık arasında kaybolmadan dolaşmayı ve doğru tanıya ulaşmayı sağlamaktadır. Kanıta dayalı tıp uygulamaları ve son bilimsel veriler ışığında hastaya ait şikâyet, belirti, bulgu, muayene bulgusu, laboratuvar tetkiki, radyolojik yöntemler, EKG, electroencephalograph (EEG), elektromiyogram (EMG) gibi verileri değerlendirerek, en doğru tanıya ve en uygun tedaviye ulaşmayı sağlayacak bir tanı destek sistemidir [72].

Literatürde öne çıkan bu sistemlerin dışında, yoğun bakım ünitelerinde yatan yeni doğmuş bebeklerin intravenöz beslenme planlamasının yapılmasıyla ilgili olarak geliştirilen **VIE-PNN**, kapalı döngülü yoğun bakım ünitelerindeki hava değişimini kontrol etmede kullanılan **NeoGanesh**, belirgin bir solunum yetersizliği çekmekte olan hastalarla ilgili olarak hem kontrol hem de karar desteği sağlayan **Ventex**, ilaç zehirlenmeleri ile ilgili öneride bulunmak ve tedavinin kontrolünü sağlamak amacıyla geliştirilen **SETH**, Hepatit A ve B testlerinin otomatik olarak yorumlanmasını sağlayan **Hepaxpert I-II**, patolojik tanımlamalarda kullanılan **PEIRS**, kullanıcılarına kişisel olarak kanserden korunma bilgileri sağlayan **Cancer Me**, ilaç tedavisinin yeterli olmadığı durumlarda cerrahi müdahale gerekiyorsa bununla ilgili otomatik olarak ikinci bir cerrahi fikir oluşturan **MSO**, hastane enfeksiyonlarının erken teşhisi için kullanılan **Reportable Diseases**, kardiyolojik SPECT verilerini yorumlamada ve koroner kalp damar hastalıklarının teşhisinde kullanılan **Perfex**, radyoloji danışmanı olarak kullanılan, gereksiz ve yanlış tetkiklerin önüne geçen, iş akışında hızlanma sağlayan **Phoenix** [68] literatürde bulunan KKDS'lerdendir.

2.5 Entegre Klinik Karar Destek Sistemleri

Tez çalışması dahilinde genel olarak yapılan literatür çalışmasına ek olarak Dünya genelinde PUBMED veritabanında yayın tarihi 2005-2011 yılları arasında olan, dili İngilizce, anahtar kelimeleri entegre edilen ve uygulanan şekilde belirtilen KKDS'ler ile ilgili tüm yayınlar filtrelenerek çıkan 507 adet sonuç üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Türkiye'de ise seçilen örnek bir hastanede HBYS ve KKDS analizi yapılmış ve analiz sonuçları değerlendirilmiştir.

Entegre KKDS'lerin gerçek veriler ile pratikte uygulanması klinik bilgi sistemlerinin gerçek sonuçlar üretmesini kolaylaştırmakta, sağlık kurumu ve sağlık profesyonellerine gerçek ortamda performans takibi sağlayabilmektedir. KKDS'ler HBYS içerisindeki iş akışına entegre edilerek sistemin daha akıllı, hızlı çalışmasına destek olmakla birlikte daha iyi, güvenli ve efektif sağlık bakımı sağlanmasına destek olmaktadır. HBYS bünyesinde farklı sistemlerin entegrasyonu ve birlikte çalışabilirliği konusunda standartların tanımlanması ve KKDS'lerin gelişimi ve kullanımının sağlanması ile birlikte KKDS'nin HBYS içerisindeki önemi artarak devam edecektir.

2.5.1 Hekim Perspektifi

Hekimlerin karar verme süreci incelendiğinde geçmiş bilgi ve deneyimlerin etkili olduğu görülmektedir. Dolayısı ile deneyimsizlik, insani durumlar ve benzeri anlık veya kalıcı problemler nedeniyle kararlar gerektiği yönde verilemeyebilir. Bunun sonucunda da hata toleransı çok düşük olan tıp alanında ölüme kadar varabilen istenmeyen sonuçlar ile karşılaşılabilir [73].

KKDS'ler güncel bilgileri dikkate alarak ve hastaya ait özel bilgileri doktorların kullanımına sunarak doktorların hastayı en iyi biçimde değerlendirmesine ve karar vermelerine yardımcı olmak amacıyla kullanılmaktadır. Bilginin çok çabuk eskidiği ve

artan bilgi miktarına bağı olarak doktorların karar vermesinin daha da güç bir hale geldiği durumlarda karar almaya yardımcı olmaktadır [31]. Hekimlerin öncelikli görevi hasta güvenliğini ön planda tutarak hastanın sıkıntılarını ortadan kaldırmaktır. KKDS'lerin amacı hekimin yerini almaktan çok hastaya ait verilere dayanarak, doktorlara tavsiye ve önerilerde bulunmaktır [74].

Bu programlardan bazıları girilen temel klinik verileri dikkate alarak, teşhise yönelik gayretleri arttırmakta, hastalara özel değişkenlere bağı olarak özel ilaç tedavisinde bulunabilmektedir [39]. Ammenwerth ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir çalışmada KKDS ile desteklenen elektronik hasta kaydı uygulamalarına hekim girişleri ile ilaç hatalarının önlenmesi ve risklerin azalması yönünde 13% ila 99% oranında değişimler gözlemlenmiştir [75].

KKDS uygulamalarının sağılık kurum ve kuruluşlarında kullanımı öncesi hekimlerde sistem kullanımına yönelik gözlemlenen tepkiler, KKDS'lerin HBYS entegrasyonu sonrası alınan sonuçlar ile zamanla ortadan kalkmaya başlamıştır. Hatta günümüzde hekimler sistemlerin geliştirilmesi ve kendilerine daha iyi sonuçlar üretebilmesi için çalışmalara ve değerlendirmelere başlamış bulunmaktadır. Hekimlerin KKDS kullanımına karşı göstermiş oldukları direnç yerini kullanım niyetine bırakmış ve KKDS'lerden yüksek performans beklentisi oluşmuştur.

2.5.2 Hasta Perspektifi

Tıbbi bilginin miktarında meydana gelen artış nedeniyle, hekimlere uygun seçenekler arasında karar verebilme konusunda destek sunan KKDS'ler hekimlerin hastaların tahlil ve tetkik sonuçlarını yanlış değerlendirmesi gibi olasılıkları ortadan kaldıracak, doğru tanının konulmasına yardımcı olacaktır [76]. Hastalara sağılanan doğru ve etkin tedavi yöntemleri ise hastaların hem sağılık kuruluşuna hem de hekimlere olan güvenini

arttırmakta ve yüksek düzeyde memnuniyet sağlamaktadır. Örneğin, hastaların doğru ve etkin bir şekilde bilgilendirilmesi ve yönlendirilmesi amacıyla hastaneye ayaktan başvuran poliklinik hastalarının kendileri için en uygun polikliniği seçebilmelerine olanak sağlayan bir klinik karar destek sistemi olarak geliştirilen etkileşimli bilgi ekranı (“kioks”) tasarlanmış bulunmaktadır. Hastaya özel sunulan bu hizmet ile yanlış poliklinik başvurularının azalması ve bununla birlikte bazı polikliniklerde oluşan yığılmaların önüne geçilebileceği düşünülmektedir. Kullanıcılara yapılan memnuniyet anketi ile değerlendirilen sistem ile kioksu kullanmadan önce başvurmayı düşündüğü poliklinik ile kioksun kendisine önerdiği polikliniğin farklı olduğunu söyleyen 44% lik bir grubun varlığı, hastalar için poliklinik yönlendirme hizmetinin ne kadar gerekli olduğunu ortaya koyan çok kuvvetli bir bulgudur [77].

KKDS kullanımı, hastaların hekimlere [78] ve hastaların sağlık kuruluşuna [79] olan güveninin ve itimadının artmasında büyük bir role sahiptir. Duke Üniversitede yapılan bir çalışma, bilgisayarlı bir KDS'nin hastaların, hekime olan güvenini iki kat arttırdığını ortaya koymuştur [80].

2.5.3 Finansal ve Yönetimsel Perspektif

Sağlık sektöründe verimlilik, kalite ve hasta memnuniyetinin gündeme geldiği son zamanlarda başta kamu sağlık kurumları olmak üzere bütün sağlık kurumlarının geleneksel model ve yaklaşımlarla yönetilmekten ziyade gelişmelere açık bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. KDS, yönetimin karar vermesine yardımcı olacak şekilde ve çıktının belirsiz olduğu belirli bir durum karşısında, alınan kararların bu durumlara uygun olmasını sağlayabilecek şekilde dizayn edilir [81].

Bazı karar destek sistemleri (casemix) ise sağlık kurum ve kuruluşlarında; klinik ve finansal bilgi depolarını bir araya getirerek, hizmet kullanımının değerlendirilmesi,

maliyet bileşenlerin değerlendirilmesi ve klinik performansın değerlendirilmesi işlevini yerine getirebilmektedir [82].

Yöneticilerin verileri işleyerek, hesaplamalar yaparak ve grafikler çizerek zaman kaybetmemeleri için bu tür işleri KDS'ler yapmaktadır [83]. KDS yöneticilerin belirsiz, hızlı değişen ve ileride kolayca tanımlanamayacak kararları alabilmesine yardımcı olmaktadır [84].

2.6 Teoriden Uygulamaya - Örnek Bir Elektronik Sağlık Sistemi

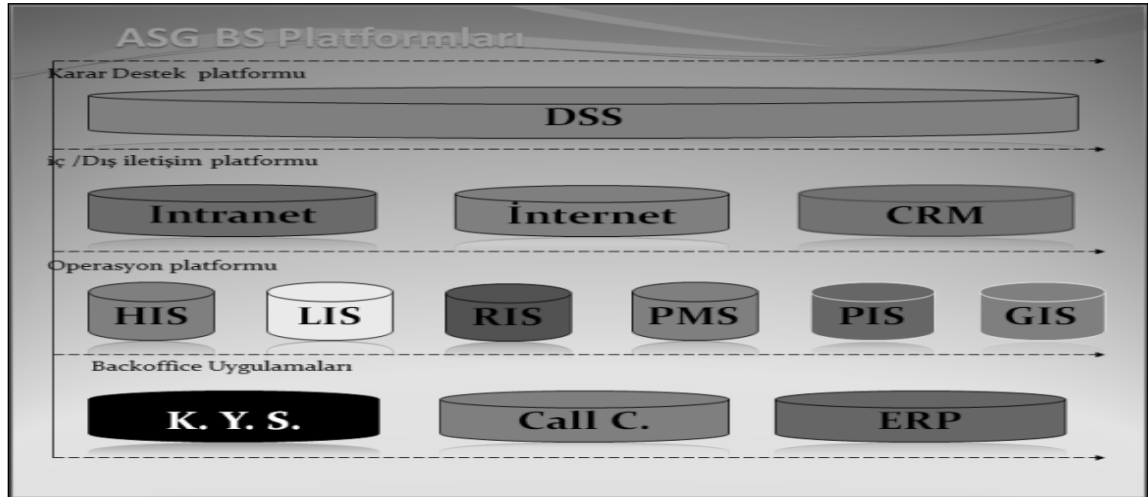
Türkiye'de 13 hastane ve 6 klinik ile büyük bir hastane zincirine sahip olan Acıbadem Hastanesinin Hastane Bilgi Yönetim Sistemi (HBYS) ve HBYS'ye entegre KKDS'lerinin analizi yapılmıştır. HBYS yapısı içerisinde kullanılan KKDS'lerin özellikleri, güçlü yanları ve sınırlamaları incelenmiştir.

2.6.1 Acıbadem Hastanesi Hastane Bilgi Yönetim Sistemi

Hastanelerde kullanılmakta olan HBYS'ler hastaya ait her türlü idari ve tıbbi verilerin hastanın yaşamı boyunca tutulması ve ihtiyaç duyulan her an ve her yerden erişilebilmesini sağlamaktadır. Sağlık bakım hizmeti vermekte olan kurumlar; verimliliği arttırmak, maliyetleri düşürmek ve hasta bakımını geliştirmek, sağlık hizmetlerini zamanında ve mümkün olduğunca prosedürlerden, formalitelerden uzak bir şekilde vermek adına bilgisayar tabanlı bilgi sistemlerine yönelmektedirler. Günümüzde bu yöneliş teknolojinin de hızla gelişmesiyle birlikte zorunlu hale gelmektedir [85].

Bilgisayar sistemlerinin hastanelerde kullanılması yönetsel açıdan büyük kolaylıklar getirmektedir. Hastanelerde bilgisayar destekli yönetim sistemlerinin kurulması; gerek tıbbi bilgi sistemlerinin, gerekse yönetsel bilgi sistemlerinin daha iyi organizasyonunu sağlamaktadır. Şekil 2.4. Acıbadem Sağlık Grubu Bilgi Sistemleri

Platform topolojisini göstermektedir. Sistem, 4 katmanlı olarak tasarlanmış bulunmaktadır. Platformlar, sistem fonksiyonlarına göre ayrılmış durumdadır. Arka Ofis Uygulamaları (BOA-Back Office Applications), Kalite Yönetim Sistemi (KYS), Çağrı Merkezi, Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) ile paralel olarak kalite sorunlarını yönetmektedir. Aynı zamanda, Çağrı Merkezi Arka Ofis Uygulamaları dâhilinde izlenmektedir. Arka Ofis Uygulamaları üzerinde Operasyon platformu bulunmaktadır. Operasyon platformu laboratuvar, radyoloji, patoloji ve gastrolojiyi yöneten bilgi sistemlerinden oluşmaktadır. Hastane içerisinde sağlık hizmetleri için gerekli olan bilgi sistemlerini içerdiği için operasyon platformu yapının bel kemiğini oluşturmaktadır. Operasyon katmanında sağlık kurumunun tüm veritabanı oluşturulmaktadır. İç/dış iletişim platformu ise intranet ve internet gibi ağ sorunları ile birlikte Müşteri İlişkileri Yönetimi (CRM) gibi müşteri ile ilişkileri belirleyen bileşenleri içermektedir. Platformun en üst tabakasında karar destek sistemleri bulunmaktadır. Bu katmanda arka ofis uygulamaları ve işlemleri yürütülmekte ve veriler karar destek sorunları bazında sentezlemektedir. Gerektiğinde ve/veya bir talep oluştuğunda öncelikle bu katman kullanılmaktadır. Sistem istatistiksel analiz ve rapor oluşturma yeteneğine sahip olmakla birlikte henüz sistematik olarak kullanılamamaktadır.



Şekil 2.4 - Acıbadem sağlık grubu bilgi sistemleri platformları

Temelde, Acıbadem Sağlık Grubu bilgi sistemi hastaya ait tüm tanı ve tedaviye ilişkin bilgileri içermektedir. Hastaların tedavi süreçleri boyunca sağlık personeli (hekim, hemşire) tarafından toplanan tüm klinik bilgileri düzenli bir şekilde saklanmaktadır. Sistem cerrahi uygulamalarda da hemşirelere bilgi çeşitliliği sağlamaktadır. Hekimler muayene, ilaç, laboratuvar ve birim testleri sırasında ilgili modülü kullanarak hasta verilerini girmektedir. Sistem aynı zamanda hekim ve hastalara çevrimiçi tedavi olanağı sağlamaktadır. Bütün tıbbi bileşenler verilerin çağrı merkezi, kalite yönetim sistemi ve ERP sisteminin bağlı olduğu arka ofis uygulamaları ile birlikte kullanımını sağlamaktadır.

2.6.2 Acıbadem Hastanesi Klinik Karar Destek Sistemleri

HBYS'lerin kullanımı ile hastanelerde kâğıt ortamından elektronik ortama geçiş yaygınlaşmış durumda olmasına rağmen KKDS kullanımı çok az durumdadır. Çoğu hastanede olmadığı gibi birçoğunda da KKDS olarak isimlendirilmemektedir ve araştırma aşamasındadır. Yapılan araştırmalar KKDS'lerin etkin karar verme, hastalık yönetimi, yanlış ilaç kullanımının önüne geçilmesi, medikal hataların önlenmesi

konularında olumlu yönde katkılar sağladığını belirtmektedir. KKDS'lerin etkin kullanımının sağlık hizmetlerinde verimliliği büyük oranda arttırdığı ve uygulanan etkin tedavi ile hastaların başta sağlık kuruluşları olmak üzere sağlık profesyonellerine olan güveninin artmasında büyük öneme sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Hastanelerde çalışan doktorlar ve hasta kabul personellerinin KKDS'lere ait bilgi düzeyi, bakış açısı arttırılmalı, beklentileri değerlendirilerek etkin kullanıma yönelik sistemler oluşturulmalı ve oluşturulan sistemlerden maksimum fayda sağlama imkânı sunulmalıdır. Hastaneler sistem kullanımlarında radikal kararlar almalı ve değişiklikler yapmalıdır. Böylelikle sunulan sağlık hizmetlerinin kalitesi ve verimliliğinin artmasına katkıda bulunulabilir. Günümüzde karar destek sistemleri yaygın olarak kullanılmamakla birlikte, potansiyel katkıları daha çok belirginleştiğinden ve maliyetlerinin düşmeye devam etmesinin ardından bu sistemlerin kullanımı yaygınlaşmaktadır.

Karar destek açısından HBYS, ilaç ilaç etkileşim sistemi, ilaç dozaj ayarlama sistemi, alerji uyarı sistemi, hatırlatma sistemi (kısmi), kritik hastalık uyarı sistemi ve istatistik ve raporlama sistemlerini içermektedir. “İlaç-İlaç Etkileşim Sistemi”, “Besin Etkileşim Sistemi” ve “Erişkin Kalp Cerrahisi Sistemi” modülleri Acıbadem HBYS içerisinde aktif kullanılan KKDS örnekleridir.

2.6.2.1 İlaç-İlaç Etkileşim Sistemi Analizi

İlaç ilaç etkileşim sistemleri teşhis doğrultusunda hastaya uygulanacak tedavi ve verilecek ilaçları değerlendirme, ilaçların yan etkilerini göz önünde bulundurarak tedavi için uygunluğunu sorgulama işlevlerinde kullanılmakta ve doktorlara destek olmaktadır [61].

Genel olarak, ilaç ile ilgili sorunların sağlık sistemi üzerinde büyük bir etkisi vardır. İlaç-ilaç etkileşimleri sırasında doğru mesajlar ile komplikasyonları önlemede hekimlerin farkındalığındaki artışa yardımcı olduğu için KDS'lerin kullanımını gösteren çalışmalar vardır. Uygulanan bir çalışma, elektronik sistem kullanarak Avustralya'da eczacıların ilaca dayalı problemlerinin niteliğini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Sistem tasarlanmış ve ilaca dayalı problemleri önlemek veya gidermek için yapılan klinik müdahaleler hakkında bilgi kaydetmek için izin alınan 186 eczanenin mevcut yazılımına entegre edilmiştir. Bu yazılımın ve elektronik sistemin kullanımı ile eczacılar tarafından yapılan müdahalelerde önemli bir artış olmuştur [86].

Acıbadem HBYS içerisinde kullanılan ilaç-ilaç etkileşim sistemi tedavi sırasında doktorlara yardımcı olmak ve ciddi komplikasyonların önlenmesi amacıyla geliştirilmiş bir sistemdir. Kullanılan sistem Oracle 10g veritabanı kullanarak, ASP.NET platformu .NET programlama ortamı ve Oracle Forms ile geliştirilmiştir. Bir hastanın bir ilacı için karar verildiğinde hekimler bu sistem üzerinden gerekli kontrolü gerçekleştirmektedir. İlaç-ilaç etkileşimi sistemi HBYS sistemi içine entegre bir modüldür. Hekim hasta kartı ekranı ile bu modüle ulaşır. Şekil 2.5. bir hasta kartı ekranı için ilaç-ilaç etkileşimi modülünü göstermektedir. Sistem temelde hastaların mevcut ilaç bilgilerini gösterir ve eğer varsa doktorun yeni ilaç girmesini sağlar. Ekranın sağ tarafında hastaların mevcut ilaç bilgileri listelenir ve sol tarafta hekim yeni ilaç girebilir. Tüm yeni ilaç girdileri bir düzen oluştururlar. Kaydetme düğmesine basıldıktan sonra (alt sağda bulunan kırmızı dikdörtgen ile belirtilmiş buton) ilaç-ilaç etkileşimleri varsa ilaç uyarılarını gösteren yeni bir pencere açılır. Şekil 2.6. Supradyn, Vermidon 500 mg tablet ve Metpamid kullanarak oluşturulan bir hasta için ilaç-ilaç etkileşim raporunu göstermektedir. Bu arayüz modülü Vademecum çevrimiçi sipariş sistemine her zaman bağlı bulunmaktadır. Vademecum [87], hastane ve eczaneler için Türkiye'nin ilaç rehberi olarak kullanılan

çevrimiçi bir veritabanıdır. İlaç açıklamaları için basılı bir kitap şeklinde 22 yıldır medikal sektörde hizmet veren ve 2009 yılında itibaren çevrimiçi yayınlanan bir kitaptır. İlaç-ilaç etkileşim modülünde ilaç etkileşimleri ve uyarıları bu veritabanını kullanır. Önceden eczane tarafından yapılan etkileşim kontrolü yeni yapıda otomatik olarak etkileşim kontrolünü yaparak uyarı veren sistem ile sağlanmaktadır.

Formun ilk bölümü, yemek öncesi ve/veya sonrası alınması gereken ilaç bilgilerini göstermektedir. İkinci bölümde ise ilaç-ilaç etkileşimleri sonrasında oluşturulan uyarılar ve alınması gereken önlemler gösterilmektedir. Ekranın sol tarafında, kırmızı, turuncu mavi ve kahverengi renkler, yüksek, orta ve düşük seviyede etkileşimi simgelemektedir. Bu etkileşim düzeyleri, etkileşen ilaçlar ve etkileşim düzeyleri seviyesine göre renklerle simgelenmektedir. İlaç-ilaç etkileşimi bölümünün sol tarafında farklı renk uyarıları, etkileşen ilaçların ve onların etkileşimleri ile düzeyler gösterilmektedir. Sistem etkileşim kontrolünü o günkü istemlerdeki tüm ilaçlar için her yeni girişte tekrar yapmaktadır. Sabah verilen ilaçlara öğleden sonra etkileşimi olan yeni bir ilaç da istenir ise etkileşim bilgisi yine uyarı olarak çıkmaktadır.

Hasta Kartı
2000 0788 - EHR EHR
26-07-2011 (2000 0788 - EHR EHR \ Erkek \ 043Y-05A-20G) - İstem Girişi

Sık Kullanılan Tetkik İlaç Diyet Takip Hizmetleri Konsültasyon Girişim Kan Bileşeni

26 Tem-Salı

Planlı Normal Karışım Acil Reçete
Lütfen Halinde Diyaliz
ASG ilaçları Hasta İlaç Hastanın yanında getirdiği ilaç yoktur
İlaç Adı Etken Göre Farma. Göre

İlaç Adı: VERMIDON 500 mg TABLET

Eczane notu: Böbrek Yetmezliğinde Doz Ayarı Gerekir (Doz Azaltılmaldır!), Karar...

Birim: Adet Doz Hacim
Doz Ara: X Adet Doz Adedi:
İlaç Yolu: Seçiniz

Plan Saatleri İlaç Notu Planla

Beslenme: Gebelik: Kullandığı İlaçlar: Ekle >>

İstem	İstem Detayı	Plan Saat	
SUPRADYN DRAJE	2X1 Adet YolPO	15:00-03:00	P
METPAMID 10 mg /2 ml AMPUL	1X1 Adet YolIM	17:00	P
VERMIDON 500 mg TABLET	1X1 Adet YolPO	16:00	P

İstem Tipi: İlaç-Planlı
Notu: Yrd.Doç.Dr Efe Onganer
İstemi Yayı: Yrd.Doç.Dr Efe Onganer

Yeni İstem Hatalı Yeni İstem Durdurulmuş İstem Tamamlanmış İstem Yetki Kırmış Red Edilmiş İstem

İstem Dökümü İstem Kopyala Vazgeç **Kaydet**

Şekil 2.5. İlaç-İlaç etkileşim sistemi hasta kartı ekranı

Acıbadem Sağlık Grubu
İlaç Etkileşimleri
Hasta No :20000788
Adı Soyadı :EHR EHR
Doğum Tarihi :17.02.1968
(26.07.2011 tarihine ait etkileşimi olan ilaçları içermektedir.)

Hasta Bilgileri

Turuncu ve kırmızı yüksek etkileşim düzeyini simgelemektedir.

Mavi düşük etkileşim düzeyini simgelemektedir.

Kahverengi orta düzey etkileşimi simgelemektedir.

Ürün Uyarıları :	İlaç Açıklaması
YÜKSEK DÜZEYDE ETKİLEŞME Supradyn 30 Draje	İlaç aç karına alınmalıdır.
YÜKSEK DÜZEYDE ETKİLEŞME Supradyn 30 Draje	Kalsiyum, bifosfonatları emilimini belirgin şekilde azaltır. Birlikte kullanılmamalıdır.
YÜKSEK DÜZEYDE ETKİLEŞME Supradyn 30 Draje	Demir, bifosfonatları emilimini azaltır. Birlikte verilmemelidir.
ORTA DÜZEYDE ETKİLEŞME Supradyn 30 Draje	En iyi etki için folk ilaç kullanılmamalıdır.
ORTA DÜZEYDE ETKİLEŞME Supradyn 30 Draje	İngiltere, bifosfonatları emilimini azaltır.
DÜŞÜK DÜZEYDE ETKİLEŞME Supradyn 30 Draje	Besifler, B1 vitamininin emilimini artırır.
DÜŞÜK DÜZEYDE ETKİLEŞME Supradyn 30 Draje	Besifler, vitamin B12-kobalamin emilimini artırır.

İlaç-İlaç Etkileşimleri :

Etkileyen	Etkilenen	Etkileşim
YÜKSEK DÜZEYDE ETKİLEŞME Vermidon 500 Mg 30 Tablet	Metpamid 10 Mg 5 Ampul	Metpamid, parasetamolün emilimini azaltır. Parasetamolün emilimini azaltır.
ORTA DÜZEYDE ETKİLEŞME Metpamid 10 Mg 5 Ampul	Vermidon 500 Mg 30 Tablet	Metpamid, parasetamolün emilimini artırır. Parasetamolün emilimini artırır.
ORTA DÜZEYDE ETKİLEŞME Vermidon 500 Mg 30 Tablet	Supradyn 30 Draje	Parasetamol, kök asit ilaçlarına artırır.

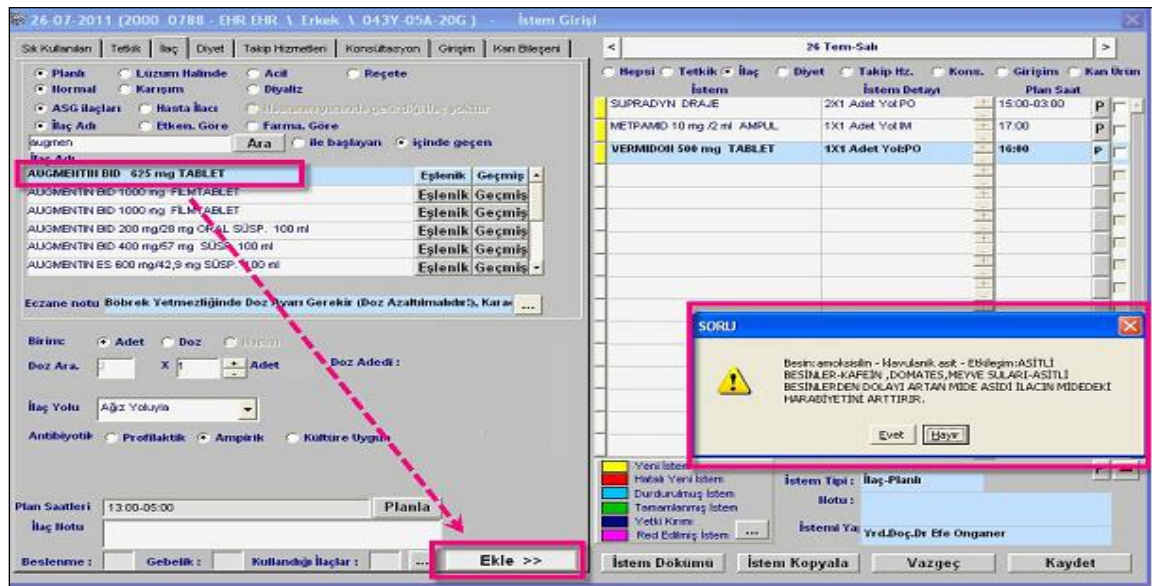
Şekil 2.6. İlaç-İlaç etkileşim sistemi etkileşim raporu

Hekimler uygun olduğunu düşündükleri zaman uyarı veren ilaçları onaylayabilmekte ya da geri alarak değiştirebilmektedir. İlaç onaylandıktan sonra sipariş eczaneye gönderilir. Sistem hastalar için girilen tüm ilaç siparişlerini kontrol eder. Sistem, bir hasta için önceki ilaçları denetleyerek yeni ilaç emrini almaktadır.

2.6.2.2 Besin Etkileşim Sistemi Analizi

İlaçlar bazen de gıdalar ile etkileşime girebilir. Eğer besin etkileşimi olan bir ilaç girilirse; sistem besin etkileşim bilgisini de göstermektedir. Şekil 2.7. besin etkileşim sonucunun belirtildiği sistem ekranını simgelemektedir.

Bütün ilaçlarda bu etkileşim söz konusu değildir. Etkileşim daha çok hangi ilacın hangi besinle, ne zaman ve hangi miktarda alındığına bağlıdır. Bazı besinler kullanılan ilaçların etkilerini azaltırlar, bazı besinler ise ilacın vücutta kalma süresini artırarak ilaçların etkilerini ve yan etkilerini artırır. İlaç kullanılırken tüketilen besinlere dikkat etmek gerekmektedir. Örneğin, bir devlet hastanesinde yapılan çalışmada, Antibiyotik grubundan Penisilin asitli besinler ile etkileşime girerek asitli besinlerden dolayı artan mide asidi nedeniyle ilacın midede harabiyetini arttırdığı belirtilmiştir [88].



Şekil 2.7. Besin etkileşim sistemi ekranı

Girilen ilaçta ayrıca ilaç etkileşimi de var ise aynı gündeki diğer ilaçları da kontrol ederek ilaç etkileşim bilgisini hekimin karşısına çıkarmaktadır. Bu durumda hekimler ilaç istemi yaparken etkileşim bilgisini anında görebilmektedir. Eczane tarafından

etkileşim dosyası eklenmesine gerek kalmamakta, sistem ilaç üzerine etkileşimi otomatik kayıt etmektedir. Aynı zamanda hemşire istem uygulama ekranlarına da etkileşim dosyası otomatik olarak yansımaktadır.

2.6.2.3 Erişkin Kalp Cerrahisi Sistemi Analizi

Kullanılmakta olan diğer KKDS yetişkin kalp ameliyatı risk araştırmasıdır. Bu sistem belirli parametrelere göre açık kalp ameliyatı riskini belirler. Kardiyak hastaların risk hesaplamaları ödeme prosedürleri için Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) ile eşgüdümlü çalışan hastaneler için zorunludur. Hükümetin ödeme prosedürleri hastanın risk faktörlerine bağlıdır. SGK ödeme sorunları nedeniyle kardiyak hastalar için rapor istemektedir.

Yıllar boyunca, yüksek riskli hasta gruplarında bir artış dikkat çekmektedir. Çeşitli raporlar mevcut sistem ile elde edilebilir. Örneğin, yıllık hasta sayısı, yıllık operasyon sayısı, operasyon güç dağılımı, ölüm oranı başta gelen faktörlerdendir.

Şekil 2.8. sistem görüntüsünü göstermektedir. Bu sistemde, ekranda istenen bilgiler sağlık profesyonelleri tarafından doldurulur. Bu bilgiler hasta yatış bilgileri, hastanın kalp öyküsü ve klinik durumu, önceki kardiyak gelişmelerini içermektedir. Sistem hastanın açık kalp ameliyatı riskini belirleme ve karar verme süreci için hekimlere yardımcı olmaktadır.

Şekil 2.8. Erişkin kalp cerrahisi sistemi ekran görüntüsü

Sistem parametre olarak üç bölüme ayrılmaktadır; ilgili hastaya bağlılık, kalp-ilişkisi ve işletilmesi. Bu faktörler ile ilgili parametreler EuroSCORE skorlama sistemi tarafından belirlenmektedir. Skor sistemi ile faktörler ve bunların parametreleri [89] de verilmiştir. Öncelikle bütün parametrelerin girişi ile sistem, sonraki işlemler sırasında bir kardiyak hastanın riskinin belirlenmesini hesaplar. Risk faktörü hesaplamasından sonra, hekim tarafından girdi parametrelerinin hastalar arasında değişikliği sağlanabilir. Modül aynı zamanda ekranı onaylanmadan önce raporlama sağlar.

2.7 Elektronik Sağlık Sistemlerinde Yapay Zekânın Rolü

Yapay zekâ, bir bilgisayarın ya da bilgisayar denetimli bir makinenin, insana özgü nitelikler olarak tanımlanan akıl yürütme, anlam çıkartma, genelleme ve geçmiş deneyimlerden öğrenme gibi zihinsel süreçlere ilişkin görevleri yerine getirme yeteneğidir. Axe göre yapay zekâ; akıllı programları hedefleyen bir bilimdir. Bu programların yapabilecekleri şu şekilde belirtilmektedir [90]:

1. İnsanın düşünmesini taklit ederek karmaşık problemleri çözebilmek.
2. Yorumlarını açıklayabilmek, yani bir durum karşısında kişiye yanıt verebilmek.
3. Öğrenerek uzmanlığını geliştirmek ve eski bilgilerini yenilerle uyumlu biçimde kullanarak bilgi tabanını genişletmek

KKDS'ler, bilgi tabanlı sistemler olarak nitelendirilmektedir. Bilgi tabanlı sistemler yapay zekânın bir ürünüdür. Yapay zekâ çalışmalarının bir sonucu olan KKDS; veri ve modelleri kullanarak karar vericiyi destekleyecek bilgiyi oluşturmak için geliştirilen interaktif bir sistemdir. Analitik araçlar, matematiksel model ve algoritmalar, sezgisel yaklaşımlar ve makine öğrenme teknolojileri kullanımı oluşturulan kararın kanıtlanabilirliğini ve güvenilirliğini arttırmaktadır [91]. Yapay zekâ, insan zekâsına özgü olan, algılama, öğrenme, çoğul kavramları bağlama, düşünme, fikir yürütme, sorun çözme, iletişim kurma, karar verme gibi yüksek bilişsel etmenleri ya da otonom davranışları sergilemesi beklenen yapay bir işletim sistemidir.

Yapay Zekâ teknolojilerinin kullanıldığı KKDS'ler yeni bir duruma başarılı ve çabuk bir şekilde yanıt verebilme, problemlerin çözümünde sınıranan alternatif sayısını arttırarak muhakeme yeteneğini kullanma, bilgiyi doğru bir şekilde anlama ve kullanma özellikleri ile hastanelere ve sağlık profesyonellerine avantajlar sağlamaktadır. Belirtilen avantajlara paralel olarak belirli sınırlar içinde de olsa bağımsız ve özgün hareketler sergileyebilen yapay zekâ tabanlı KKDS örnekleri üretilebilmektedir.

KKDS; hastaya özgü klinik değişkenlerin/verilerin analiz edilerek elde edilen yeni bilginin hasta bakımına uygulanmasına yardım eder. Bu tür sistemlerin oluşturulmasına 1970'lerde başlanmış ve 80'lerdeki Yapay Zekâ akımı ile en uç noktaya ulaşılmıştır. Tıp alanında teşhis desteği veren sistemler geliştirilirken Yapay Sinir Ağları (YSA), Bulanık Mantık, Kural Tabanlı Yaklaşım ve Bayes Ağları gibi yöntemler tercih edilmiştir [91].

3. KKDS'LERDE KULLANILAN YAPAY ZEKÂ YÖNTEMLERİ

Tıbbi uygulamalarda kullanılan yapay zekâ yöntemleri çoğunlukla uzman sistemler, bulanık mantık, genetik algoritma ve yapay sinir ağlarını içermektedir. Uzman sistemler, bir konuda uzman kişi ya da kişilerce yapılabilen karar verme işlerini modelleyebilen bilgisayar sistemleridir. İyi geliştirilmiş bir uzman sistem, konusunda uzman olan kişilerce yapılabilen tasarım, planlama, teşhis etme, yorumlama, özetleme, genelleme, kontrol etme, tavsiyelerde bulunma gibi işlemleri yapabilmelidir. Tıbbi uzman sistemler, tıbbi alanlar içerisindeki yapısal sorunları çözmek ve yanıtlar sağlamak amacıyla bir veya daha çok tıbbi uzmanın tavsiyeleri doğrultusunda geliştirilir. Bulanık mantık, siyah-beyaz ikileme karşılık, grinin çeşitli derecelerinin varlığının bilimsel olarak ifade edilebilmesidir. Bulanık mantıktaki nitelendirmeler kesin değildir. Kesin olmayan hükümlerin kullanılması kural tabanının oluşturulmasına imkân sağlamaktadır. Genetik algoritmalar, karmaşık çok boyutlu arama uzayında çalışırken, en iyi çözümü aramaktadır. En iyinin hayatta kalması ilkesine göre hareket eder. YSA, insan beyninin bilgi işleme teknolojisinden esinlenerek geliştirilmiştir. YSA'lar öğrenme, hafızaya alma ve veriler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarma kapasitesine sahiptir.

3.1 Tıbbi Veri Kümelerinin Genel Yapısı

Tıbbi veriler hasta öyküleri, tahlil ve rapor sonuçları vb. içeren metin verisi, laboratuvar sonuçları gibi nümerik ölçümler, elektrokardiyografi gibi kayıtlı sinyaller ve radyoloji görüntüleri, filmler, mikroskop verileri, ultrason verileri, kamera verileri gibi örüntü verilerinden oluşmaktadır. Dolayısıyla tıbbi verilerin veri boyutları büyüktür ve çok

fazla çeşitlilik gösterir. Veriler dinamikdir. Veriler arasında eksik, geçersiz, önemsiz veri bulunabileceği gibi veriler gürültülü ve dengesiz sınıf dağılımına sahip de olabilir. Aynı zamanda verinin gizlilik özelliği bulunmakla birlikte, hastane verileri tam olarak disklere yerleştirilmemiş bulunmaktadır.

3.2 Veri Önışleme

Gerçek dünya verileri genellikle, belirli öznitelikleri eksik veya yalnızca toplu veriler içeren, gürültülü ve tutarsız olarak bulunmaktadır. Eksik değerleri kaldırmak, pürüzsüz gürültüsüz veri tanımlamak, tutarsızlıkları gidermek için veriler üzerinde temizleme işlemleri uygulanmaktadır. Verinin kalitesi yapılan uygulamanın sonuçlarını etkilemektedir. Ham veri, gürültü, eksik değerler ve tutarsızlıklar için son derece hassastır. Dolayısıyla veri önışleme bilgi keşfi sürecinde önemli bir role sahiptir.

Algoritmaların karşılaştırılarak hangi algoritmanın daha iyi olduğunu bulmaya yönelik çalışmalara yapılan eleştirilerden biri uygulama sırasında yapılan veri önışleme basamağıdır. Bu adımda veri temizleme, veri birleştirme, veri dönüşümü, veri azaltma yöntemleri kullanılarak, veri analize hazır hale getirilir. Bu işlemler oluşacak modelin başarımını etkileyebilir. Yapılan işlemler uygulamacının bakış açısına bağlıdır. Veri kümesi üzerinde yapılan bazı farklı müdahaleler farklı algoritmalarda farklı neticelere sebep olabilir. Yapılacak çalışmanın iyi sonuçlar üretmesi uygulamacının uygulama yapılan alan hakkında bilgili olmasını ya da bu alan uzmanlarıyla birlikte çalışmasını gerektirir.

3.2.1 Eksik Veri Analizi

Kayıp veri kavramı ilk kez Little ve Rubin tarafından kullanılmıştır. Little ve Rubin kayıp verileri bir takım özelliklerine göre ayırarak Tamamen Rassal Olarak Kayıp (TROC), Rassal Olarak Kayıp (ROK), İhmal Edilemez Kayıp (İEK) terimlerini kayıp veri literatürüne eklemiştir. Özellikle klinik çalışmalarda kayıp veri içeren uzun süreli araştırmalarda Son Gözlemi İleri Taşıma (SGİT), Tamamlanmış Olgular Analizi (TOA) veya çeşitli atama yöntemleri kullanılır [92].

3.2.2 Veri Dönüştürme

Veri Dönüştürme (Normalizasyon), veri madenciliği sürecinde başarıya doğru katkı sağlayacak ek veri önileme yöntemidir. Normalleştirme işlemi sırasında iyi sonuçlar sağlanabilmesi için veri $[0.0, 1.0]$ olarak belirli bir seviyede analiz edilerek ölçeklendirilir. Hataların çoğu veri dönüşümü gerektirmektedir. Veri dönüşümü, veri önilemeden sonra gelen önemli bir süreçtir. Veri dönüşümü ve tutarsızlık tespiti iki adımdan oluşan bir işlemdir. Verileri gürültüden ayıklamak için pürüzsüzleştirici kullanılır. Toplama (Aggregation) tekniği ise veri özetlerinin toplanmasını ifade etmektedir [93].

Verinin kullanılacak modele göre içeriğini koruyarak şeklinin dönüştürülmesi işlemidir. Dönüştürme işlemi kullanılacak modele uygun biçimde yapılmalıdır. Çünkü verinin gösterilmesinde kullanılacak model ve algoritma önemli bir rol oynamaktadır.

3.2.3 Öznitelik Seçimi

Öznitelik seçimi, veri madenciliğinin önemli bir problemi olan boyut fazlalığı problemini ortadan kaldırmak için geliştirilmiş yöntemler bütününe verilen isimdir. Amacı, bir makine öğrenme sisteminde öğrenmeyi olumlu yönde etkileyen nitelikleri

seçip, olumsuz yönde etkileyen sisteme zarar veren nitelikleri de ortadan kaldırmaktadır.

Temel olarak öznitelik seçim yöntemleri ikiye ayrılmaktadır. Bunlardan birincisi istatistik tabanlı diğeri ise sınıflandırmaya dayalı yöntemlerdir. İstatistiksel yöntemler en uygun öznitelik kümesini istatistiksel dağılımlara dayalı olarak elde etmektedir. Sınıflandırmaya dayalı yöntemler ise hangi öznitelikler daha iyi sınıflandırma başarısı veriyorsa onları seçip diğerlerini geride bırakma şeklinde yapılmaktadır.

Öznitelik seçim yöntemlerinde genel uygulama ya tek bir nitelikle sınıflandırma işlemine başlayıp adım adım yeni nitelikler ekleyerek en iyi sonucu bulmak ya da bütün niteliklerle sınıflandırma işlemine başlayıp teker teker nitelikleri kaldırarak sınıflandırma sonucu elde etme şeklinde ilerlemektedir. Bu yöntemlere artırımlı ya da azaltımlı yöntemler adı verilmektedir.

Aynı zamanda öznitelik seçiminde Temel Bileşen Analizi ve Doğrusal Ayrışım Analizi sıklıkla kullanılan iki önemli yöntemdir. Temel bileşen analizi, nitelik dönüşümü yoluyla daha çok nitelikten daha az niteliğe dönüşümü sağlarken doğrusal ayrışım analizi, sınıfları birbirinden ayırt etme yeteneği yüksek olan niteliklerin seçilmesi yoluyla öznitelik seçimini yerine getirmektedir. Son bir teknik ise birliktelik kuralları, birliktelik kurallarında kullanılan destek ve güven eşikleri kullanılarak daha sık ve daha önemli nitelikler seçilebilmekte ve böylece öznitelik seçimi yapılabilmektedir.

Sonuç olarak; özellikle yüksek hacimli veri madenciliği işlemlerinde öznitelik seçimi çoğu zaman yapılması elzem olan bir işlemdir.

3.3 Sınıflandırma Algoritmaları

3.3.1 K-En Yakın Komşu Algoritması

İşleyişi ‘birbirine yakın olan nesnelere muhtemelen aynı gruba aittir’ sezgisel fikri üzerine kurulu olan K-en yakın komşu algoritması eğitici ve örnek tabanlı bir sınıflandırma algoritmasıdır. K-nn algoritmasının kullanım nedenleri arasında; uygulanabilirliği kolay bir algoritma olması, gürültülü eğitim dokümanlarına karşı dirençli olması, eğitim dokümanı sayısı fazla ise daha etkili olması, ölçeklenebilir bir metot olması ve çok geniş veritabanları üzerinde etkili olması sayılabilir [94]. K-nn, veri madenciliği, bilgi güvenliği amacıyla saldırı tespit sistemlerinde, genetik ve biyoenformatiğin birçok alanında, örüntü tanıma sistemleri gibi birçok benzeri sistemlerde kullanılmaktadır.

K-nn yapısında bir vektörün sınıflandırılması, sınıfı bilinen vektörler kullanılarak yapılmaktadır. Test edilecek örnek, eğitim kümesindeki her bir örnek ile tek tek işleme alınır. Test edilecek örneğin sınıfını belirlemek için eğitim kümesindeki o örneğe en yakın K adet örnek seçilir. Seçilen örneklerden oluşan küme içerisinde hangi sınıfa ait en çok örnek varsa test edilecek olan örnek bu sınıfa aittir denilir. Örnekler arası uzaklık 3.1 eşitliğinde verilen öklit (Euclidean) uzaklığı ile bulunur. Bu formülde X_i ve X_j vektörleri arasındaki uzaklık verilen iki vektörün karşılıklı koordinatlarının farklarının, karesinin toplamının karekökü alınarak bulunur.

$$d(X_i, X_j) = \sqrt{\sum_{r=1}^n (dizi_r(X_i) - dizi_r(X_j))^2} \quad (3.1)$$

K-nn algoritması örnek tabanlı yöntem olarak ifade edilmektedir. Algoritmanın temel amacı sınıflandırılmak istenen örneğe en yakın örneklerin bulunmasıdır. Öklit uzaklığı kullanılarak hesaplanan tüm uzaklık değerleri sıralanır. Sıralı değerler arasından K

sayısına bağılı olarak belirlenen K tanesi ile test edilecek örneğe en yakın K tane komşu örnek belirlenmiş olur. Test edilecek örneğin sınıflandırılması için bulunan K tane komşunun sınıf etiketleri kullanılır. Test edilecek örnek ile eğitim örneklerinin arasındaki uzaklık değerleri hesaplandıktan sonra, K tane en yakın örneğin sınıf etiketlerine bakılır. Sınıf etiketlerinin “+” ve “-“ olarak belirlendiği varsayılırsa; sınıf etiketi “+” olanlar “-“ olanlardan fazla ise test örneğinin sınıfı “+”dır, tersi durumda da test örneğinin sınıfı “-“ olarak sınıflandırılır. Test örneğinin sınıfına karar verilmesi aşamasında K değerinin seçilmesine bağılı olarak iki durum yaşanabilir. Birinci durumda K değeri tek sayı seçilerek “+” ve “-“ örneklerin sayısının eşit değerinde çıkması önlenir. K değeri çift sayı seçilirse de K tane örnek için her bir sınıfa ait örnekler kendi aralarında toplanır ve ortalamaları bulunur. En küçük ortalamaya sahip olan sınıf, test edilecek örneğe daha yakın olacağı için test örneğinin sınıfı en küçük ortalamaya sahip olan sınıf olacaktır. K-nn algoritması için sınıf sayısında bir kısıtlama yoktur. İstenilen sayıda sınıf belirtilerek (en az bir sınıf olacak şekilde) sınıflandırma işlemi yapılabilir. Güvenir’in 1998 yılında Dermatoloji veri seti üzerinde ilgisiz özelliklerin elenmesine yönelik olarak K-nn sınıflandırma algoritması uygulayarak yapay olarak oluşturulan veri seti ve mevcut veri seti ile birlikte yapmış olduğu bir çalışmada yüksek doğruluk değerlerine ulaşıldığı belirtilmektedir. [95].

3.3.2 Naïve Bayes Algoritması

Naïve Bayes algoritması, her kriterin sonucu olan etkilerinin olasılık olarak hesaplanması temeline dayanmaktadır. 3.2 eşitliğinde Bayes teoremi bağıntısı olarak verilen sonuç bir rastgele değişkene ait olayların olasılıkları için yapılan tahmin ve gözlemlerin sonuçlarına göre belirlenir. Bayes teoreminde doğrular bir biri ile korelasyon oluşturduğunda tüm durumları denemeden karar verme imkanı ortaya

çıkılmaktadır. Naïve Bayes kuralında, nitelikler birbirinden bağımsız olmalıdır. Eğer nitelikler birbirini etkiliyorsa burada olasılık hesaplamak zordur. Niteliklerin hepsinin aynı derecede önemli olduğu kabul edilir.

$$P(C_j | \mathbf{x}) = \frac{p(\mathbf{x} | C_j)P(C_j)}{p(\mathbf{x})} = \frac{p(\mathbf{x} | C_j)P(C_j)}{\sum_k p(\mathbf{x} | C_k)P(C_k)} \quad (3.2)$$

$p(\mathbf{x}|C_j)$: Sınıf j'den bir örneğin x olma olasılığı

$P(C_j)$: Sınıf j'nin ilk olasılığı

$p(\mathbf{x})$: Herhangi bir örneğin x olma olasılığı

$P(C_j|\mathbf{x})$: x olan bir örneğin sınıf j'den olma olasılığı (son olasılık)

3.3.3 Karar Ağacı Algoritması

Karar ağacı, karar alma sürecine yardımcı olmak amacıyla söz konusu olan problem ya da karar konusunun bileşenlerini, mantıksal yapısını ve olası sonuç ve alternatiflerini gösteren akış şemasıdır. Sıralı bir şekilde karar vermeyi gerektiren durumlar için kullanışlıdır.

Karar analizinde yer alan tüm olası seçenekler, karar seçeneği (decision option) olarak tanımlanmaktadır. Karar ağaçlarında her düğüm (node) bir soru ile etiketlenir. Düğümlerden ayrılan dallar ise ilgili problemin olası sonuçlarını belirtir. Her dal düğümü de söz konusu problemin çözümüne yönelik bir tahmini temsil eder. Karar verenlerin kontrolü dışında ortaya çıkabilecek sonuçlar şans düğümü ile ifade edilir ve yuvarlak şekil ile gösterilir.

Ağaç oluşturmaya yönelik olarak çeşitli karar ağacı oluşturma metotları vardır. Ağacı oluşturmada belirli özelliklere göre toplanmış, güvenilir ve yeterli sayıda olay

örneklerinin varlığı ağaç oluşturma temel faktörlerindedir. Karar ağacı oluşturma algoritmaları tıp alanında kullanılan KKDS uygulamaları için faydalıdır. C4.5 algoritması öğrenme süreci için önemli bir algoritmadır. C4.5 algoritması sadece kategorik veriler ile değil sayısal veriler ile de işlem yapabilmektedir. Veri kümesine işlenmiş kuralların ikiden fazla bölgeye dağılma ihtimali vardır. Dolayısıyla, sayısal özelliklerin, iki bölgeye değil de daha çok bölgeye ayrılması ile daha iyi sonuçlar elde edilebilir. C4.5 sistemi yararlandığı bilgi teorisi ile veri kümelerinin arasında gizlenmiş olan kuralları açığa çıkarmaktadır [96].

Kategorik bir özelliğin olası değer çeşitliliği ne kadar çok olursa o özelliğin bilgi kazancı o kadar yüksek olur ve bu durum ağacın doğruluğunu negatif yönde etkiler. Bu tip özellikler bilgi kazancı yüksek özelliklerin önüne geçerek veride gizlenmiş kuralların çıkarılmasına engel teşkil eder.

Sayısal özelliklerle uğraşmak ve onların bilgi kazancını hesaplamak zordur. C4.5, sayısal değerler arasından uygun eşik değeri bulur. Uygun eşik değeri bulunduktan sonra ikili bir bölünme ile eşik değeri büyük ve eşik değeri küçük olmak üzere veri kümesi bölünebilir. Sayısal değerler büyükten küçüğe doğru sıralanır. Örneğin, hasta kayıt numaralarına göre hastalık teşhisine karar veren bir yapıda bölünme kullanılabilir [96].

3.3.4 Çok Katmanlı Algılayıcı

Çok Katmanlı Algılayıcı (Multi Layer Perception (MLP)), YSA için önemli bir temel oluşturmaktadır. MLP modelinde en önemli faktör eşik değeridir ve eşik değeri yordamı ile MLP modeli başarılı bir sınıflandırma yapabilmektedir. Eşik değeri problemin kategorisine göre belirlenir. Model çözüm uzayını iki ayrı parçaya ayırmakta ve iki farklı sınıfa ait karma özellikleri üzerinde taşıyan kararsız bölgeyi de öğrenebilme

yeteneğine sahiptir. MLP yapısında iterasyon sayısının yükseltilmesi sonucunda çözüm için daha kararlı bir yapı ortaya çıkmaktadır. MLP öğrenme algoritması hata üzerine dayandırılmış bir öğrenme metodolojisidir. Ne kadar hata yapılırsa o düzeyde öğrenme söz konusudur ve eğer sistem hata ile karşılaşıyorsa öğrenmektedir [93].

Medikal uygulamalarda YSA yöntemlerine ilgi artmış durumdadır. MLP birçok tespit ve tahmin işlemlerini yerine getiren, parametrik olmayan bir YSA tekniğidir. Aktivasyon fonksiyonu basit bir eşik fonksiyonudur [97].

3.4 Performans Analizi

Sınıflandırma algoritmalarının performansı olguları doğru olarak alt gruplara (sağlıklı / hasta vb.) ayırabilme kapasitesi ile belirlenmektedir. Performansın değerlendirilebilmesi için, bazı istatistiksel ölçütler hesaplanmaktadır. Bu ölçütler içinde en sık kullanılanlar, doğru pozitiflik ve yanlış pozitiflik oranları ile ifade edilmektedir.

3.4.1 Performans Kriterleri

Yapay öğrenme sınıflandırma algoritmalarının yeterliliğini değerlendirmek için kullanılan çeşitli performans kriterleri vardır. İyi bir başarı oranı yüksek doğruluk (accuracy) duyarlılık veya hassasiyet (sensitivity), özgüllük veya seçicilik (specifity), düşük hata oranı (error rate) ve yüksek doğru pozitif ve düşük yanlış pozitif tahmin değerine sahip olması beklenir. Doğruluk, duyarlılık ve özgüllük birleştirilerek tek bir ölçü elde edilmek istendiğinde kullanılan ölçülerden biridir.

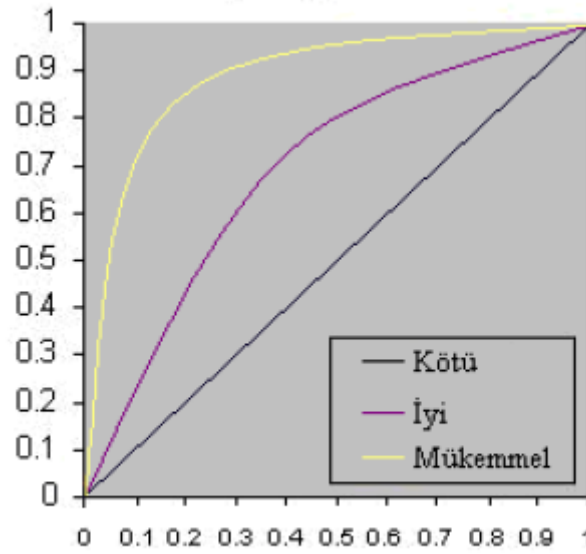
Gerçek hastalar içinden hastaları ayırma yeteneği duyarlılık veya hassasiyet, gerçek sağlamlar içinden sağlamları ayırma yeteneği özgüllük veya seçicilik olarak nitelendirilmektedir.

Gerçek sağlamlar içinden hatalı olarak hasta olduğu belirlenen olgular yanlış pozitif oranını, gerçek hastalar içinden hatalı olarak sağlam çıkan olgular ise yanlış negatif oranını vermektedir.

3.4.2 Alıcı İşlem Karakteristikleri (ROC) Analizi

Receiver Operating Characteristics / Alıcı İşlem Karakteristikleri (ROC) eğrisi, duyarlılık ve özgülük değeri kullanarak tanı koymanın getirdiği sakıncaları ortadan kaldırmak için geliştirilmiş, istatistik karar teorisine dayanan bir değerlendirme yöntemidir [98]. 1950'lilerin başlarında elektronik sinyal tanımlamaları ve radar problemlerinde kullanılmaya başlanmıştır. 1960'lı yıllarda deneysel psikolojide kullanılmıştır. 1967'de Leo Lusted adında bir radyolog tarafından tıpta kullanımı önerilmiş ve 1969 yılında medikal görüntüleme cihazları ile ilgili karar süreçlerinde kullanılmaya başlanmıştır [99]. ROC analizi ile ortaya çıkan gelişmeler, istatistiksel sonuçların değerlendirilmesi ve kıyaslanmasına duyulan gereksinimin doğal bir sonucudur.

ROC eğrisi; testin ayırt etme gücünün belirlenmesine, çeşitli testlerin etkinliklerinin kıyaslanmasına, uygun pozitiflik eşiğinin belirlenmesine, laboratuvar sonuçlarının kalitesinin izlenmesine, uygulayıcının gelişiminin izlenmesine ve farklı uygulayıcıların tanı etkinliklerinin kıyaslanmasına olanak sağlar. En faydalı tanı testi, doğru pozitiflik oranı yüksek ve yanlış pozitiflik oranı düşük olan testtir. Mükemmel yakın bir tanı testi, hemen hemen dikey (0,0)'dan (0,1)'e ve sonra yatayda (1,1)'den geçen bir ROC eğrisine sahip olmalıdır [98].



Şekil 3.1. Performanslarına göre ROC eğrileri²

İdeal ve kötü performans gösteren testlere ilişkin ROC eğrileri Şekil 3.1. de verilmiştir. Yanlış değerlere sahip olmayan ideal bir testte ROC eğrisi (0,0), (0,1) ve (1,1) noktalarını birleştirmektedir. Performansı kötü olan ROC eğrisi (0,0) dan (1,1) e kadar 45 açı yaparak uzanan köşegen şeklindedir. Genellikle ROC eğrisi bu iki durum arasında değişir. Test ne kadar iyi ise eğri o kadar yukarıya yani yüksek duyarlılık bölgesine ve sola düşük yanlış pozitif oranı bölgesine doğru kayar. Buna karşın ROC çizimi $y=x$ fonksiyonuna yaklaştıkça başarısız bir test ortaya çıkar. Çünkü bu testte yanlış değerlerin oranı en yüksektir [100]. ROC eğrisi hesaplama teknikleri basittir, görsel açıdan izlenmesi kolaydır, tüm sınırları ilişkin testin tanısal yeterliliğini ve doğruluğunu göstermektedir.

ROC eğrisi altında kalan alan Area Under Curve (AUC) olarak isimlendirilmektedir. AUC, testin hastalar ile hasta olmayan bireyleri ayırmadaki doğruluk oranını belirler. AUC'nin olası değerleri 0,5'ten (tanı konulamaz) 1,0'e (mükemmel tanı konulabilir) kadar değişim gösterir [101].

² <http://darwin.unmc.edu/dxtests/ROC3.htm> [Ziyaret Tarihi: 03.01.2013].

AUC, fiziksel bir yorumlamaya sahiptir. Hastalıklı popülasyondan seçilmiş bir kişinin kriter değerinin, hastalısız bir popülasyondan seçilen bir kişinin kriter değerinden daha fazla olması olasılığıdır [102]. ROC eğrisinin altında kalan alanın büyüklüğü üzerinde çalışılan tanı testinin ayırma yeteneğinin istatistiksel olarak önemini gösterir. Üzerinde çalışılan tanı testinin hiç ayırma yeteneği olmadığı durumda ROC eğrisi altındaki alanın beklenen değeri 0.50'dir. Mükemmel bir test ise sıfır yanlış pozitif ve sıfır yanlış negatif ile alanın değeri 1.00 olacaktır. Test, bu iki değer arasında bir alana sahip olmalıdır. Eğri altındaki alanların yorumlanmasında aşağıda verilen derecelendirmeler kullanılabilir [103].

- 90-1.00 = mükemmel
- 80-.90 = iyi
- 70-.80 = orta
- 60-.70 = zayıf
- 50-.60 = başarısız

4. UYGULAMA ÖRNEĞİ - DERMATOLOJİK HASTALIKLARIN SINIFLANDIRILMASI

4.1 Uygulama Programı Tanıtımı

Çalışma Yeni Zelanda'da Waikato Üniversitesi'nde java programlama diliyle geliştirilmiş olan Waikato Environment for Knowledge Analysis (WEKA) [104] programının 3.7.5. versiyonu kullanılarak uygulanmıştır. Weka, kullanımı ücretsiz, açık kaynak kodlu, içerisinde pek çok sınıflandırma, regresyon, kümeleme, denetleme, bağıntı kuralları, makine öğrenimi algoritmaları, veri önışleme metotları ve işlevsel bir grafik arayüzü barındıran bir veri madenciliği aracı olarak kullanılmaktadır. Weka, ham verinin işlenmesi, öğrenme metotlarının veri üzerinde istatistiksel olarak değerlendirilmesi, ham veriden öğrenme yolu ile elde edilen modelin görsel olarak izlenmesi gibi veri madenciliğinin tüm aşamalarını desteklemektedir. Geniş bir öğrenme algoritmasına sahip olmakla birlikte, veri önışleme filtrelerini de içerisinde barındırmaktadır. Weka'nın 4 temel uygulaması ise "Explorer", "Experimenter", "Knowledge Flow" ve "Simple CLI" olarak isimlendirilmektedir.

4.2 Uygulamada Kullanılan Veri Kümesi

Çalışmada yararlanılan çok değişkenli bir karakteristiğe sahip olan Dermatoloji veri kümesi UCI [105] veritabanından elde edilmiştir. Kullanılan Dermatoloji veri kümesi eryhemato-squamous hastalığının belirlenmesi amacıyla oluşturulmuştur. Tıpta eryhemato-squamous hastalığının ayırıcı tanısı önemli bir sorun teşkil etmektedir. Hastalığın 6 farklı tanısı bulunmaktadır. Hastalığa ait klinik özellikler ve hastalık karakteristikleri birbirine benzemektedir. Hastalığın 6 sınıfı: psoriasis, seboreic

dermatitis, lichen planus, pityriasis rosea, chronic dermatitis ve pityriasis rubra pilaris olarak isimlendirilmektedir. Hastalığın bazı özellikleri bazı hastalarda daha belirgin olmakla birlikte kimi zamanda tanı koymak zor olabilmektedir. Aynı zamanda eryhemato-squamous hastalığı, diğer hastalıkların bazı aşamalarında ortaya çıkmaktadır [106].

Veri kümesi 366 adet örnek, 34 adet öznelik içermektedir. Öznelikler kategorik ve tamsayı olmak üzere 2 farklı biçimden oluşmaktadır. Veri kümesi içerisindeki bütün bileşenlerin değerleri [0...3] aralığında kademeli ölçek ile eşleştirilmiştir. 0 değeri ilgili karakteristikten yoksunluğunu, 3 değeri ise güçlü bir karakteristiğe sahip olduğunu, 1 ve 2 ise ara değerleri ifade etmektedir. Ayrıca 'family history' özneliği 1 değerini alırsa hastalığın aile öyküsü olduğu, öznelik 0 değerini alırsa hastalığın aile öyküsü olmadığı anlaşılmaktadır. Tablo 4.1. de veri setine ait detay bilgileri göstermektedir.

Tablo 4.1. Dermatoloji veri seti bilgileri

Dermatoloji Veri Seti Bilgileri			
Örnek Sayısı	366		
Öznitelik Sayısı	34		
Öznitelik Bilgileri			
Klinik Öznitelikler	erythema		1
	scaling		2
	definite borders		3
	itching		4
	koebner phenomenon		5
	polygonal papules		6
	follicular papules		7
	oral mucosal involvement		8
	knee and elbow involvement		9
	scalp involvement		10
	family history, (0 veya 1)		11
	Age (linear)		34
Histopatolojik Öznitelikler (0, 1, 2,3)	melanin incontinence		12
	eosinophils in the infiltrate		13
	PNL infiltrate		14
	fibrosis of the papillary dermis		15
	exocytosis		16
	acanthosis		17
	hyperkeratosis		18
	parakeratosis		19
	clubbing of the rete ridges		20
	elongation of the rete ridges		21
	thinning of the suprapapillary epidermis		22
	spongiform pustule		23
	munro microabcess		24
	focal hypergranulosis		25
	disappearance of the granular layer		26
	vacuolisation and damage of basal layer		27
	spongiosis		28
	saw-tooth appearance of retes		29
	follicular horn plug		30
	perifollicular parakeratosis		31
	inflammatory mononuclear infiltrate		32
	band-like infiltrate		33
Sınıf Dağılımı	Sınıf Kodu	Sınıf Adı	Örnek Sayısı
	1	psoriasis	112
	2	seboreic dermatitis	61
	3	lichen planus	72
	4	pityriasis rosea	49
	5	chronic dermatitis	52
	6	pityriasis rubra pilaris	20
Kayıp Değer (Yaş Özniteliği)	8		

Literatürde dermatoloji veri kümesi kullanılarak yapılan çalışmalar değerlendirilmiştir: Fidelis ve arkadaşlarının 2000 yılında Dermatoloji veri seti üzerinde Genetik Algoritma ile kromozom kodlama işlemi uygulayarak, 6 tane kural tanımlı test setleri ile uygunluk oranını arttırmayı hedefledikleri çalışmaları %95 doğruluk oranına ulaşmıştır [107].

Pappa ve arkadaşlarının 2002 yılında dermatoloji veri seti üzerinde optimum çözümler üreten ve en iyi çözümü belirleyen öznelik seçimi için uyguladıkları çok amaçlı genetik algoritma ve minimum özellikler ile en iyi alt kümenin oluşturulmasını sağlayan C4.5 algoritması ile yapmış oldukları çalışmalarında hata oranı 5.5 olarak gözlemlenmiştir [108]. Pappa ve arkadaşlarının aynı veri seti ile her bireyin tüm orijinal özellikleri üzerinden seçilen özneliklerin bir aday alt kümesini temsil etmesi kuralı ile uyguladıkları ve Pareto üstünlük kavramına göre hata oranını ve karar ağacı boyutunu minimize ettikleri çalışmalarında 29.0 ağaç boyutu ile 0.88 üstünlük sayısı ve %15.95 hata oranı elde edilmiştir [107]. Genetik Algoritma uygunluk fonksiyonunun başarısı, hata oranı ve C4.5 algoritması tarafından inşa edilen ağacın boyutuna bağlıdır. Bu iki ölçüt ise Pareto egemenlik kavramına göre minimize edilmektedir.

Parpinelli ve arkadaşlarının 2001 yılında dermatoloji veri seti üzerinde AntMiner ve C4.5 sınıflandırma algoritmalarını kullanarak yapmış oldukları tıbbi veri uygulamalarında kullanılan karınca kolonisi tabanlı çalışmalarında doğruluk oranı AntMiner için %84.21, C4.5 için ise %89.05 olarak belirtilmiş bulunmaktadır [109]. Parpinelli ve arkadaşları, aynı veri seti ile uygulamış oldukları bir diğer çalışmada ise AntMiner ve C4.5 algoritmalarını karşılaştırmaktadır. Uygulama sonucunda kural tabanlı karınca koloni algoritmasının (%86.55), kural tabanlı olmayan C4.5 algoritması (%89.05) ile yakın doğruluk oranları verdiği ve C4.5 algoritması tarafından keşfedilen

kural sayısının AntMiner algoritması tarafından keşfedilen kural sayısından az olduğu gözlemlenmiştir [110].

Güvenir ve arkadaşlarının 1998 yılında yapmış oldukları erythematous-squamous hastalığının teşhisine yönelik dermatoloji veri setine VF15 algoritmasını kullanarak öznitelik bazında ayrı ayrı yapmış oldukları çalışmalarında belirli parametre değerleri kullanarak %99.2 doğruluk oranına ulaşıldığı belirtilmektedir [95]. VF15 algoritması frekans aralıklarında oylamaya dayalı bir sınıflandırma algoritmasıdır. VF15 algoritmasında, her bir çalışma örnek sınıfı temsil eden bir etiket ile birlikte temsil edilir. VF15 algoritmasının yapı taşı olan aralık değeri aynı alt kümede temsil edilmektedir. İki bitişik aralık var ise farklı sınıfların temsil edildiği anlamına gelmektedir [95].

4.3 Veri Formatının Ayarlanması

Weka'nın desteklediği veri kaynakları, metin tabanlı arff, csv, libsvm, svmlight, Xarff, C4.5 formatlarıdır; jdbc sürücüsü bulunan veritabanlarına bağlantı yapabilmekte ve internet üzerinden http protokolünü kullanarak bu formata uygun dosyaları okuyabilmektedir. Çalışmada Şekil 4.1 de özniteliklerin bir bölümünün gösterimi bulunan arff formatlı dosya ile işlem yapılmıştır.

```

@relation dermatology
@attribute erythema {0,1,2,3}
@attribute scaling {0,1,2,3}
@attribute definite_borders {0,1,2,3}
@attribute itching {0,1,2,3}
@attribute koebner_phenomenon {0,1,2,3}
@attribute polygonal_papules {0,1,2,3}

@data
2,2,0,3,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,3,2,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,3,0,0,0,1,0,55,2
3,3,3,2,1,0,0,0,1,1,1,0,0,1,0,1,2,0,2,2,2,2,2,1,0,0,0,0,0,0,0,1,0,8,1
2,1,2,3,1,3,0,3,0,0,0,1,0,0,0,1,2,0,2,0,0,0,0,0,0,2,0,2,3,2,0,0,2,3,26,3
2,2,2,0,0,0,0,0,3,2,0,0,0,3,0,0,2,0,3,2,2,2,2,0,0,3,0,0,0,0,3,0,40,1
2,3,2,2,2,2,0,2,0,0,0,1,0,0,0,1,2,0,0,0,0,0,0,0,0,2,2,3,2,3,0,0,2,3,45,3
2,3,2,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,2,1,0,2,2,0,2,0,0,0,1,0,0,0,0,2,0,0,0,1,0,41,2

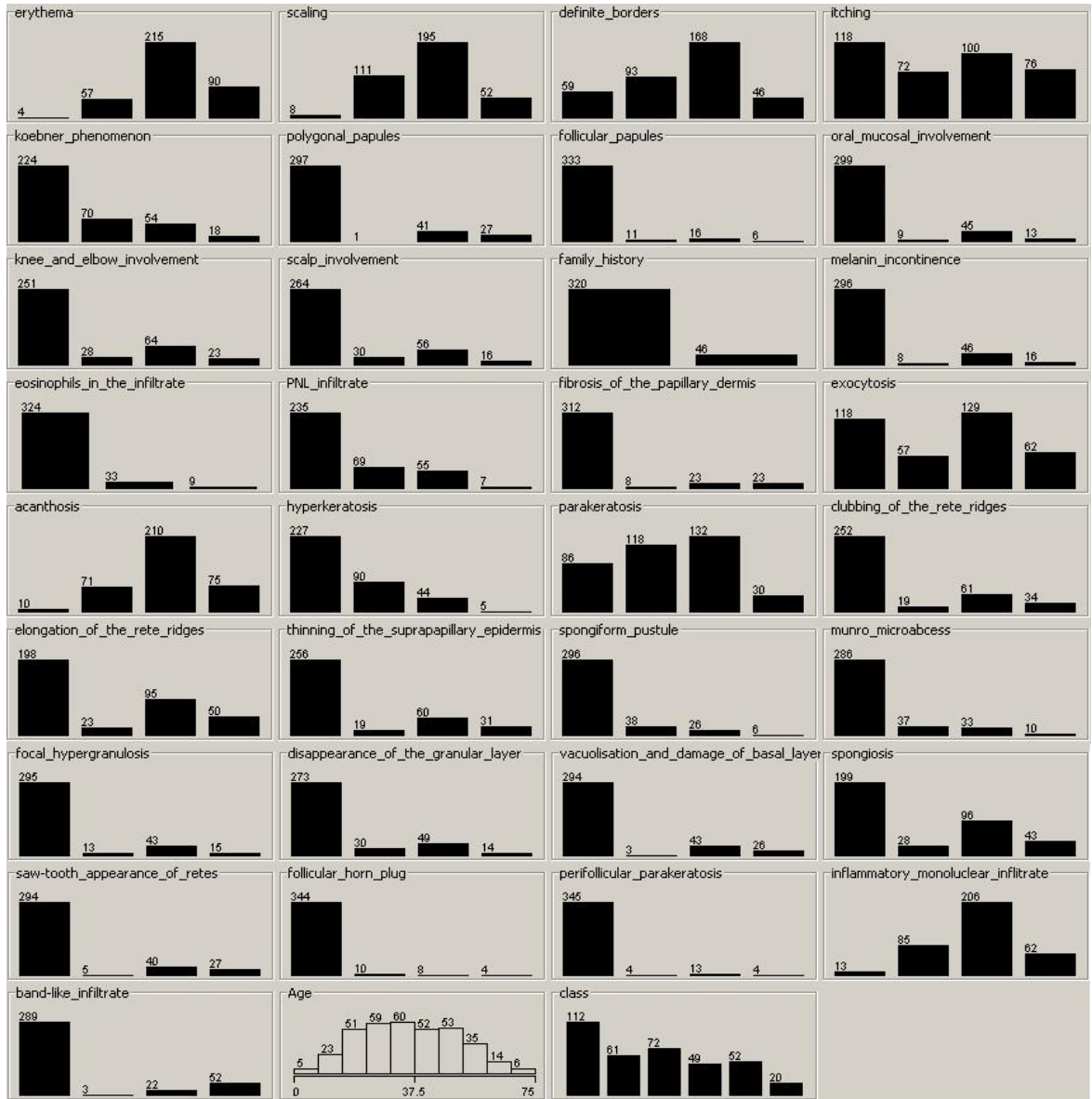
```

Şekil 4.1. .arff dosya yapısı örneği

Dosya içerisinde belirtilen veri kümesine ait kayıp değerler tespit edilmiş ve incelenmiştir. Sonuç olarak; veri kümesi içerisinde 8 adet kayıp veri bulunmaktadır. Kayıp verilerin ‘Yaş’ özneliği olduğu ve ‘?’ ile simgelenmiş olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla farklı iki bağımsız değişkenin gözlenmesi olasılığının birbirinden etkilenmemesi durumu olarak tanımlanan Tamamen Rassal Olarak Kayıp (TROK) metodu kullanılmıştır.

4.4 Veri Kümesine Uygulanan Önlemler

Dermatoloji veri tabanı 34 koşullu öznelikten oluşmaktadır. Karar verme aşamasında nitelik teşhis değerleri [1...6] aralığında değer almaktadır. Şekil 4.2. de veri önleme işlemleri sonucu hemen hemen tüm nitelikler için gözlenen 4 değer ile oluşan gösterim tablosu sunulmuştur. family_history özneliği binominaldir.



Şekil 4.2. Dermatoloji veri seti özniteliklerinin dağılımı

4.5 Veri Kümesine Uygulanan Yöntemler

Weka içerisinde tıbbi veri setlerinin sınıflandırılmasında kullanılan K-nn, Naïve Bayes, Karar Ağacı, C4.5, MLP ve VF15 vb. sınıflandırma algoritmaları bulunmaktadır. Bu çalışmada kullanılan Dermatoloji veri seti için K-nn, Naïve Bayes, Karar Ağacı ve MLP sınıflandırma (classify) algoritmaları seçilmiş ve uygulanmıştır. Öznitelik seçimi (AttributeSelection) olarak CfsSubsetEval tercih edilmiştir. Arama metodu (Search Method) olarak ise bestFirst seçilmiş ve uygulanmıştır.

Algoritmaları çalıştırırken test seçeneği olarak WEKA programının sağladığı, “10 - kat çapraz doğrulama (10 - fold cross validation)” metodu kullanılmıştır. 10 kat çapraz doğrulama yöntemi ile veri kaynağı 10 bölüme ayrılmakta ve her bölüm bir kez test kümesi, kalan diğer 9 bölüm ise öğrenme kümesi olarak kullanılmaktadır. Alt kümelerden birisi eğitim kümesi olarak kabul edilerek sistem eğitilir. Daha sonra bu eğitimin sonucu diğer bir alt küme üzerinde sınanmaktadır. Bu işlem belirtilen küme sayısı kadar tekrarlanarak sistemin iyileştirilmesi sağlanmaktadır.

4.6 Deneyle ve Bulgular

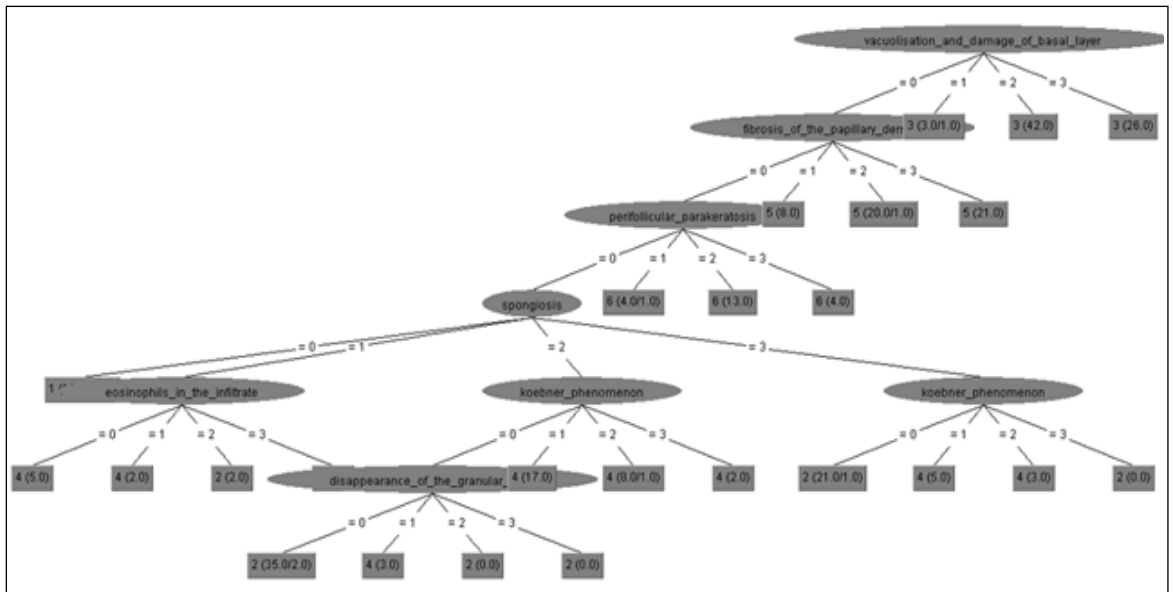
Dermatoloji veri setine 10 – kat çapraz doğrulama metodu ile uygulanan sınıflandırma algoritmalarının performans sonuçları Tablo 4.2 de sunulmuştur.

Tablo 4.2. Dermatoloji veri setine 10 – kat çapraz doğrulama metodu ile uygulanan sınıflandırma algoritmalarının performans sonuçları

Sınıflandırma Yöntemi	Doğruluk (%)	Ortalama DP Oranı (%)	Ortalama YP Oranı (%)	Ortalama ROC Alanı
K-nn	94.5	94.5	1.0	0.969
Naïve Bayes	97.2	97.3	0.5	0.999
Karar Ağacı	93.9	94.0	1.5	0.977
MLP	96.1	96.2	0.7	0.997

Tablo 4.2. de belirtilen dermatoloji veri seti üzerinde ücretsiz ve açık kaynak kodlu bir yazılım olan Weka aracı kullanılarak yapılan çalışma sonuçları incelendiğinde, veri setine 10 – kat çapraz doğrulama test metodu ile uygulanan sınıflandırma algoritmaları arasından en yüksek doğruluk oranını %97.2 ile Naïve Bayes algoritmasının verdiği

görülmektedir. Doğruluk ölçütü model başarımını ölçmede kullanılan en popüler ve basit bir yöntemdir. Bayes teoremine göre istatistiksel kestirim yapan Naïve Bayes sınıflayıcı bütün örneklerin sınıf üyelik olasılığını tahminleyerek başarılı sonuçlara ulaşmıştır. Naïve Bayes algoritmasını %96.1 lik doğruluk oranı ile MLP sınıflandırma algoritması izlemektedir. Dermatoloji veri setine K-nn algoritması çeşitlerinden olan IBk algoritmasının K=1 değeri ile uygulanması sonucu oluşan doğruluk oranı ise %94.5 tir. Son olarak; dermatoloji veri setine karar ağacı algoritmalarından J48 uygulanmıştır. Algoritmanın doğruluk oranı %93.9 olarak gözlemlenmiştir. J48 karar ağacı algoritması C4.5 karar ağacı algoritması ile aynı yapıya sahiptir. Dermatoloji veri seti ile J48 karar ağacı algoritması kullanımı sonucu 25 yapraktan oluşan budanmış bir ağaç ortaya çıkmış bulunmaktadır. Ağacın büyüklüğü 33'e eşittir. Oluşturulan karar ağacı Şekil 4.3. de sunulmaktadır. Ağacın en önemli özelliği kökü olarak belirtilen *vacuolization_and_damage_of_basal_layer*. Onu *fibrosis_of_the_papillary_dermis* ve *perifollicular_parakeratosis* takip etmektedir.



Şekil 4.3. Dermatoloji veri setine J48 algoritması uygulanması ile oluşan karar ağacı

Uygulanan dört sınıflandırma algoritması içinde model başarı oranı yüksektir. Model başarı oranı en yüksek olan Naïve Bayes algoritması değerlendirildiğinde gerçekte hasta olup, değerlendirme sonucuna göre de hasta olarak belirlenen olguları içeren Doğru Pozitif (DP) (True Positive – TP) oranı %97.3, gerçekte sağlam oldukları halde değerlendirmede hatalı bir biçimde hasta olarak nitelendirilen olguları içeren Yanlış Pozitif (YP) (False Positive – FP) oranı ise %0.5 olarak gözlemlenmiştir. Klinik durumlarda optimum eşik değerini ve yapısında var olan duyarlılık ve özgüllük arasında bulunan değerlendirme dışı bırakılacak olan değerleri belirleyen ROC performans sonuçları ise 1'e yakın değerleri ile mükemmel seviyeye ulaşmış durumdadır. Sonuç olarak; ortalama ROC alanı sonuçları incelendiğinde, doğru pozitiflik oranı yüksek ve yanlış pozitiflik oranı düşük bir sonuç gözlenmektedir.

Veri madenciliğinde bilgiye erişmede farklı metotlar ve birçok algoritma kullanılmaktadır. Bu algoritmaların hangisinin en iyi olduğu üzerinde çalışmalar yapılmış ve yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bu durumun en önemli nedeni, işlem başarısının; kullanılan veri kaynağına, veri üzerinde yapılan ön işleme ve algoritma parametrelerinin seçimine bağlı olmasıdır. Farklı kişiler tarafından farklı veri kaynakları üzerinde farklı parametrelerle yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar oluşması muhtemeldir. Bu çalışmada Naïve Bayes sınıflandırma algoritması yüksek doğruluk oranı elde etmiştir.

Karşılaştırılacak algoritmaların parametreleri Weka programının kendi varsayılan değerleri olacak şekilde bırakılmıştır. Var olan diğer veri madenciliği araçları üzerinde aynı algoritmalar çalıştırılarak farklı araçların benzer sonuçlar ürettiği kontrol edilebilir. Çalışmada sınıflandırma algoritmaların ürettiği modellerin doğruluk oranları değerlendirilmiştir. Hafıza kullanımları da araştırılabilir bir parametredir.

Çalışma UCI veritabanından elde edilen dermatoloji veri seti ile yapılan uygulamada yüksek başarı oranını üretmiştir, aynı yöntemler gerçek veri setleri üzerinde farklı parametreler ile de test edilip sonuçların karşılaştırılması yapılabilir. Fakat gerçek veri setleri üzerinde yapılan modellemelerde veri seti içerisinde bulunan kayıp veriler modelin sonuç bulamamasına neden olabilir. Gerçek uygulamalar dikkate alındığında veri kaybı sorun yaratabileceği gibi verinin bazı özelliklerinin bir araya getirilmesi özgün koşullardan dolayı zor olabilir, veri formatına uymayan bir veri alınmış olabilir, veriler veri tabanına aktarılırken eksik girilmiş olabilir vb. birçok sebepten dolayı veri bütünlüklü olmayabilir. Bu aşamada ise algoritmaya kayıp verileri analiz etmek için kayıp veri analiz metotları ve yöntemleri eklenerek uygulama gerçekleştirilebilir.

5. SONUÇLAR VE GELECEK ÇALIŞMA

KKDS'nin fonksiyonelliği ve etkinliği üzerine yapılan çalışmalarda bu sistemlerin kullanılmasının hasta bakımı ve uzmanların çalışması üzerinde pozitif etkileri olduğu gözlemlenmiştir. Klinik karar destek sistemleri sağlık bakım hizmetlerinin kalitesini geliştirmekte ve doktorların hastalıkları erken teşhis etmesine yardımcı olmaktadır. Hastalıkların erken teşhisi ile doktorların tedavi için harcadığı süre azalmakta, daha az harcama ile daha yüksek getiriler elde edilmesi sağlanmaktadır. KKDS, ihmale bağlı hataları önlemekte, yanlış ilaç kullanımının önüne geçmekte ve ilaç yan etkilerini ortadan kaldırmaktadır.

Bu çalışma, Dünya'dan ve Türkiye'den örneklerle KKDS'lerin 'beta sürümlerinin' kabul edilebilir bağımsız araştırmasını belirtmektedir. Günümüzde, tıp bilişimi sayesinde toplumun sağlık kalitesini iyileştirmek için, entegre KKDS'lere yönelik araştırmalar yapılmaktadır.

Entegre KKDS etkisinin gelişmesi için optimum prosedür hakkında hekimlerin 'algısı' doğrultusunda önemli kanıtlar elde edilmesi öngörülmektedir. Gelişmiş Batı Ülkeleri ve ABD hastanelerinde kullanılmakta olan sistemlerin, ülkemizde de kullanılmaya başlanması durumunda, sağlık sorunlarımızın çözümü yolunda önemli adımlar atılması sağlanacaktır. KKDS'lerin etkili olduğunu gösteren araştırmalar dikkate alındığında sürekli gelişen ve değişen bilişim çağında sistemlerin mevcut ve olası yararları göz önüne alınmalıdır.

Bu çalışma, KKDS'lerin sağlık hizmetlerindeki yeri ve öneminin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışma literatür analizi ve uygulama olmak üzere iki temel bölümden meydana gelmektedir. Literatür analizi bölümünde, KDS, KKDS, yapay zekâ ve

sınıflandırma algoritmaları hakkında ayrıntılı bilgiler verilerek, çalışmada izlenilecek yöntemin temeli oluşturulmuştur. Literatür örnekleri ile KKDS'lerin sağlık kurumu ve sağlık personeli üzerinde olumlu bir etkisinin olduğu bilimsel olarak belirlenmiştir. Uygulama bölümünde ise UCI veri tabanından temin edilen dermatoloji veri seti üzerinde Weka paket programında sınıflandırma işlemleri yapılmıştır. Bu çalışma eryhemato-squamous hastalığının teşhisinde yardımcı olacak en iyi sınıflandırma algoritmasının tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır. Sınıflandırma işlemi K-nn algoritmasının Weka implementasyonu olan IBk, Naïve Bayes, Karar Ağacı algoritmalarından J48 ve MLP olmak üzere 4 farklı sınıflandırma algoritması kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma işlemi sırasında, 10 – kat çapraz doğrulama test metodu kullanılmıştır. Algoritmalar doğruluk sonuçları baz alınarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde UCI veritabanından elde edilen dermatoloji veri kümesinde eryhemato-squamous hastalığının teşhisinde %97.2 doğruluk oranı ile Naïve Bayes algoritmasının başarılı sonuç verdiği gözlemlenmiştir. Başarı değerlendirmesinde sınıflandırma yöntemlerinden “doğruluk yüzdesi” performans ölçümleri kullanılmıştır. Aynı yöntemler gerçek veri setleri üzerinde farklı parametreler ile de test edilip sonuçların karşılaştırılması yapılabilir.

Tıp alanında belirli bir standardın olmayışı ve var olan standartlar arasında tam bir uyumun olmaması nedeniyle, bu alanda bir veri ambarının oluşturulması oldukça zor bir işlemdir. Önemli olan büyük miktardaki verilerden anlamlı modeller oluşturulmasıdır. Sağlık sektöründe verimlilik, kalite ve hasta memnuniyetinin gündeme geldiği son zamanlarda başta kamu sağlık kurumları olmak üzere bütün sağlık kurumlarının geleneksel model ve yaklaşımlarla yönetilmekten ziyade gelişmelere açık bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Tıbbi karar desteği gelecekte iş akışı ile tam entegrasyon, otomatik güncellenen bilgi tabanları ve insan bilgisayar etkileşiminde ilerleme ile sağlık

sektörüne katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada, dermatolojik hastalıkların sınıflandırılması problemi dört farklı sınıflandırma algoritması uygulanarak analiz edilmiştir. Sınıflandırma algoritmaları uygulanarak elde edilen bilgiler elektronik sağlık sistemine entegre olarak çalışması hedeflenen dermatoloji karar destek modülünün altyapısını oluşturmuş bulunmaktadır.

6. KAYNAKLAR

- [1] <http://www.partners.org/cird/cdsc>.
- [2] <http://www.e-saglik.gov.tr>.
- [3] Alpkocak, A., "Bilgisayar – Tabanlı Hasta Kayıt Sistemleri ve İnternet", Dokuz Eylül Üniversitesi, <http://people.cs.deu.edu.tr/alpkocak/Papers/BHKS.pdf>, 2009.
- [4] Blobel. B., "Hospital Information Systems in Today's Healthcare", *World Markets Series Business Briefing: Hospital Engineering & Facility Management*, 80-83, Aralık 2001.
- [5] Richard S. D., Elaine B. S., Don E. D., *The Computer-based Patient Record: An Essential Technology for Health Care*, National Academy Press, 1997.
- [6] Garrett Jr. L.E., Hammond W.E., Stead W.W., "The effects of computerized medical records on provider efficiency and quality of care", *Methods of Information in Medicine*, 25(3):151-157, 1986.
- [7] Öz H., "Tıpta Bilgisayar Kullanımı Sempozyumu 3. Bildirileri", *İnönü Üniversitesi Bildiri Kitabı*, 2, 1989.
- [8] Özbek, F., Yardımsever M., Saka O., "Akdeniz Üniversitesi Hastanesi Laboratuar Ve Radyoloji Bilgi Sistemi Mimarisi", *Akademik Bilisim 2007 Dumlupınar Üniversitesi*, 311-316, 31 Ocak-2 Şubat 2007.
- [9] Dayton C.S., Ferguson J.S., Hornick D.B., vd, "Evaluation Of An Internet-Based Decision-Support System For Applying The ATS/CDC Guidelines For Tuberculosis Preventive Therapy", *Medical Decision Making*, 20:1-6, 2000.
- [10] Vogler M. et al, "The Beneficial Impact of Automation", *Medical Records News*, 84-89, 1978.

- [11] Özcan I., "Bilgisayar Destekli Hastane Yönetim Bilgi Sistemleri ve Örnek Olaylar", 1993.
- [12] Tekin M., Üretim Yönetimi, *Arı Ofset*, Konya, 1996.
- [13] Esen Ö., İşletme Yönetiminde Sistem Yaklaşımı, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fak. Yayını*, 52, 1985.
- [14] Marakas, G.M., *Decision Support Systems*, Prentice Hall, New Jersey, 1999.
- [15] Gökçen Y., Kılıç S., "Yönetici Etkinliğinin Sağlanması Sürecinde Karar Destek Uygulaması", *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 81-95, 2001.
- [16] Arslan V., vd, "Karar Destek Sistemlerinin Kullanımı İçin Uygun Bir Model Geliştirilmesi", *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 2010.
- [17] Alter S., *Information Systems: A Management Perspective*, 3rd Edition, Adisson-Wesley, 173, 1999.
- [18] Çil İ., "Bilgi Tabanlı İmalat Karar Destek Sistemleri ve Bir Uygulama", *Endüstri Mühendisliği*, 1:15-27, 2002.
- [19] Power, D.J., A Brief History of Decision Support Systems. *DSSResources.COM*, World Wide Web, <http://DSSResources.COM/history/dsshhistory.html>, version 2.8, May 31, 2003.
- [20] Stair, R. M., Reynolds G. And Reynolds G.W., *Principles of Information Systems*. 9th Edition, Boston: Cengage Learning, 2010.
- [21] Akman A., Hanoğlu Z., Erdemir F., "Karar Destek Sistemleri ve Hemşirelikteki Yeri", *VI. Ulusal Tıp Bilişimi Kongresi*, 133, 2009.
- [22] O'Brien, J. A., *Management information Systems: Managing information Technology in the Internetworked Enterprise*, Irwin McGraw-Hill, U.S.A, 1999.

- [23] Davis G.B., *Management Information Systems*, McGraw-Hill Book Company, Newyork, 368, 1974.
- [24] Ülgen H., İşletme Yönetiminde Bilgisayarlar, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fak. Yayınları*, 1, 1980.
- [25] Bates D.W., Leape L.L., Cullen D.J., vd, "Effect of Computerized physician order entry and a team intervention on prevention of serious medication errors", *JAMA*, 280(15):1311-1316, 1988.
- [26] McDonald C.J., Hui S.L., Smith D.M., vd, "Reminders to physicians from an introspective computer medical record: a two-year randomized trial", *Annals of Internal Medicine*, 100:130-138, 1984.
- [27] Litzelman D.K., Pittus R.S., Miller M.E., vd, "Requiring Physicians To Respond To Computerized Reminders Improved Their Compliance With Preventive Care Protocols", *J Gen Intern Md*, 8:311-317, 1993.
- [28] Yılmaz A., Aloğlu E., "Hastane Bilgi Sistemleri", *Eskişehir 5. Sağlık Kuruluşları ve Hastane Yönetimi Sempozyum Kitabı*, 338, 2002.
- [29] Overhage J.M., Tierney W.M., Zhou X., vd, "A Randomized Trial Of "Corollary Orders" To Prevent Errors Of Omission", *J Amer Med Informatics Assoc*, 4(5):364-375, 1997.
- [30] Tang P.C. and Mcdonald C.J., *Computer-based patient-record systems, Medical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine*, Second Edition, 1, 2001.
- [31] Özata M., Aslan Ş., "Klinik Karar Destek Sistemleri ve Örnek Uygulamalar", *Kocatepe Üniversitesi Tıp Dergisi*, 5:1, 16-17, Ocak 2004.

- [32] Karson A.S., Kuperman G.J., Horsky J., vd, "Patient Specific Computerized Outpatient Reminders To Improve Physician Compliance With Clinical Quidelines", *JGIM*, 2:126, 1999.
- [33] Evans R.S., Pestotnik S.L., Classen D.C., vd, "Development Of An Automated Antibiotic Consultant" *M.D. Computing*, 10(1):17-22, 1993.
- [34] Musen M.A., Yuval S., Shortliffe E.H., "Clinical Decision-Support Systems", www.ie.bgu.ac.il/mdss/ch16.final.pdf.
- [35] Regier D.A., Narrow W.E., Rae D.S., vd, "The De Facto Mental And Addictive Disorders Service System: Epidemiologic Catchment Area Prospective 1-Year Prevalance Rates of Disorders And Services", *Archives Of General Psychiatry*, 50(2):85-94, 1993.
- [36] Kobak K.A., Taylor L., Dottl S.L., vd, "A Computer Administered Telephone Interview To Identify Mental Disorders". *Jama*, 278(11):905-910, 1997.
- [37] Persidis A. ve Persidis A., "Medical Expert Systems: An Overview", *Journal of Management in Medicine*, 5(3), Abstract 1991.
- [38] Trovbridge R and Weingarten S., "Clinical Decision Support Systems", University of California, *SanFransiscoSchoolofMedicine*, www.apchr.gov/clinic/ptsafety/chap53.htm.
- [39] Thoresn T, Makela M., "Professionel Practice; Theory and Practice of Clinical Guidelines İmplementation", *DSI, National Vital Statistics Report*, Copenhagen Denmark. Cdc, 48:11, 1999.
- [40] Koç E., Şengül A.Y., Özkaya U.A., "Klinik Karar Destek Sistemlerinin Sağlık Hizmetleri Verimliliğine Etkileri", *6.Sağlık ve Hastane İdaresi Kongresi*, 337-342, 2012.

- [41] Boussadi A., Bousquet C., Sabatier B., vd, "Specification of business rules for the development of hospital alarm system: application to the pharmaceutical validation", *Studies in health technology and informatics*, 145-150, 2008.
- [42] Ross J.J., Denai M.A., Mahfouf M., "A hybrid hierarchical decision support system for cardiac surgical intensive care patients. Part II. Clinical Implementation and Evaluation", *Artificial Intelligence in Medicine*, 53-62, 2009.
- [43] Riddell T., Lindsay G., Kenealy T. vd, "The accuracy of ethnicity data in primary care and its impact on cardiovascular risk assessment and management—PREDICT CVD-8", *NZMJ*, 40-48, 2008.
- [44] Wellsa S., Furnessa S., Raftera N. vd, "Integrated electronic decision support increases cardiovascular disease risk assessment four fold in routine primary care practice", *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation*, 173-178, 2008.
- [45] Bernstein S. L., Whitaker D., Winograd J., Brennan J.A., "An Electronic Chart Prompt to Decrease Proprietary Antibiotic Prescription to Self-pay Patients", *ACAD EMERG MED*, 2005.
- [46] Cox Z.L., Nelsen C.L., Waitman L.R. vd, "Clinical Decision Support Improves Initial Dosing and Monitoring of Tobramycin and Amikacin", *Am J Health Syst Pharm*, 624- 632, 2011.
- [47] Apkon M., Mattera J.A., Lin Z. vd. "A Randomized Outpatient Trial of a Decision-Support Information Technology Tool", *Arch Intern Med*, 2010.

- [48] Dombrowsky E., Jayaraman B., Narayan M., vd, "Evaluating Performance of a Decision Support System to Improve Methotrexate Pharmacotherapy in Children and Young Adults with Cancer", *National Institute of Health*, 99-107, 2011.
- [49] Rahman M.M., Bhattacharya P., "An integrated and interactive decision support system for automated melanoma recognition of dermoscopic images", *Computerized Medical Imaging and Graphics*, 479-486, 2010.
- [50] Lee Y., Chae Y., Jeon S., "Integration and Evaluation of Clinical Decision Support Systems for Diagnosis Idiopathic Pulmonary Fibrosis (IPF)", *The Korean Society of Medical Informatics*, 2010.
- [51] Kam H.J., Kim J.A., Cho I.S., vd, "Integration of heterogeneous clinical decision support systems and their knowledge sets: feasibility study with drug-drug interaction alerts", *AMIA*, 664-673, 2011.
- [52] Pestian J., Spencer M., Matykiewicz P. vd., "Personalizing Drug Selection Using Advanced Clinical Decision Support", *National Institutes of Health*, 19-29, 2009.
- [53] Kwok R., Dinh M., Dinh D., vd, "Improving adherence to asthma clinical guidelines and discharge documentation from emergency departments: Implementation of a dynamic and integrated electronic decision support system", *Emergency Medicine Australasia*, 31-37, 2009.
- [54] Jao C.S., Daniel B.H., "Overcoming Limitations of Data Entry for the Semi-Automated Detection of Drug Orphans in the EMR", *AMIA*, 967, 2006.
- [55] Johansson P., Peterson G., Nilsson G., "Personal digital assistant with a barcode reader – A medical decision support system for nurses in home care", *International Journal of Medical Informatics* , 232-242, 2010.

- [56] Lyerla F, LeRouge C, Cooke D.A. vd., " A Nursing Clinical Decision Support System and Potential Predictors of Head-of-Bed Position For Patients Receiving Mechanical Ventilation", *Am J Crit Care*, 39-47, 2010.
- [57] Johanssona P.E., Peterssona G.I., Nilsson G.C., "Personal digital assistant with a barcode reader—A medical decision support system for nurses in home care", *International Journal of Medical Informatics*, 232-242, 2010.
- [58] Pestian J., Spencer M., vd, "Personalizing Drug Selection Using Advanced Clinical Decision Support", *National Institute of Health*, 19-29, 2009.
- [59] Bouaud J., S'erooussi B., "Revisiting the EBM decision model to formalize non-compliance with computerized CPGs: results in the management of breast cancer with OncoDoc2", *AMIA*, 2011.
- [60] McMullin S.T., Lonergan T., vd, "Twelve-Month Drug Cost Savings Related to Use of an Electronic Prescribing System With Integrated Decision Support in Primary Care", *Journal of Managed Care Pharmacy*, 322-332, 2005.
- [61] Wells S., Furness Sue, Rafter N., vd, "Integrated electronic decision support increases cardiovascular disease risk assesments four fold in routine primary care practice", *European Society of Cardiology*, 15, 173-178, 2008.
- [62] Sucu G., Dicle A., Saka O., "Hemşirelik Uygulamalarında Klinik Karar Destek Sistemi Kullanımı: Literatürden Örnekler", *TURKMIA*, 297-299, 2009.
- [63] Jeffrey L., Jeffrey A., Matvey B., vd, "'Smart Forms' in an Electronic Medical Record: Documentation-based Clinical Decision Support to Improve Disease Management", *Journal of the American Medical Informatics Association*, 513-523, 2008.
- [64] Downs S., Biondich P., vd, "Using Arden Syntax and Adaptive Turnaround Documents to Evalate Clinical Quidelines", *AMIA*, 214-218, 2006.

- [65] David L., Lobach F., Silvey G.M., Janese M., vd, "Coupling direct collection of health risk information from patients through kiosks with decision support for proactive care management", *Duke University Medical Center*, 429-433, 2008.
- [66] Takeda H., Matsumura Y., Nakajima K., vd, "Health care quality management by means of an incident report system and an electronic patient record system", *International Journal of Medical Informatics*, 69:285-293, 2003.
- [67] Haug P.J., Rocha B.H., Scott R., "Decision Support in Medicine: Lessons from the Help System", *International Journal of Medical Informatics*, 69:273-284, 2003.
- [68] Yıldırım Ö., "*Kalp Hastalıklarının Teşhisinde Kullanılan Bir Uzman Sistem Uygulaması*", Ege Üniv. FBE Yüksek Lisans Tezi, 17, 2000.
- [69] Babalık A., "*Uzman Sistemlerin Tıpta Teşhis Amaçlı Kullanımı*", Gazi Üniv. FBE Yüksek Lisans Tezi, 32, 2000.
- [70] Tuena S.B., "Sağlık Bilgi Sistemleri çalışma belgesi", *TUBİTAK*, 1988, Erişim Tarihi: 15.05.2012.
- [71] www.isabel.org.uk, 2003.
- [72] <http://turk.internet.com/haber>.
- [73] Çorapçioğlu M.E., "*TIPÇIT: Tıbbi Karar Destek Sistemi Çekirdeği*", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 1, 2006.
- [74] Demirhan A., Kılıç Y.A., Güler İ., "Tıpta Yapay Zeka Uygulamaları", *Yoğun Bakım Dergisi*, 9(1):31-41, 2010.
- [75] Ammenwerth E., Schnell-Inderst P., Machan C., Siebert U., "The effect of electronic prescribing on medication errors and adverse drug events: a systematic review", *J Am Med Inform Assoc.*, 15(5):585-600, 2008.

- [76] Cebe B., "2D:4D Parmak Uzunlukları Oranı ile Kişilerin Sayısal-Sözel Dallara Yatkinlıkları Arasındaki İlişkinin Uzman Sistem ile Tespiti", Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 10, 2012.
- [77] Akçay O., Dicle O., "Hastalar için Bir Karar Destek Sistemi: Hangi Polikliniğe Gitmeliyim?", *V. Tıp Bilişimi Kongresi*, 2008.
- [78] Morgan M.B., Branstetter B.F., Clark C., vd, "Just-in-Time Radiologist Decision Support: The Importance of PACS-Integrated Workflow", *Journal of the American Collage of Radiology*, 2011.
- [79] Lobach D.F., Silvey M.G., Willis J.M., vd, "Coupling Direct Collection of Health Risk Information from Patients through Kiosks with Decision Support for Proactive Care Management", *AMIA*, 2008.
- [80] Lobach D., Hammond E., "Computerized Decision Support Based On A Clinical Practice Guideline Improves Compliance With Care Standards", *Am Jrl Med*, 102(1):89-98, 1997.
- [81] Arnott D., Pervan G. Eight key issues fort the decision support systems discipline, *Decision Support Systems*, 2008; V.44 P.657-672.
- [82] Niederman F., "Date Warehousing at An Urban Hospital", *Journal of Data Warehousing*, 1: 15-27, 1997.
- [83] Alter, S., *Information Systems: A Management Perspective*, Addison-Wesley Publishing Company, 1991.
- [84] Laudon, K.C., Laudon J.P, *Management Information Systems Managing The Digital Firm*, Pearson Education Inc, 2004.
- [85] Kam H.J., Kim J.A., Cho I.S., vd, "Integration of heterogeneous clinical decision support systems and their knowledge sets: feasibility study with drug-drug interaction alerts", 664-673, 2011.

- [86] Williams M., Peterson G.M., Tenni P.C., VD, "Drug-related problems detected in Australian community pharmacies: the PROMISE trial", *Ann Pharmacother*, 45:1067–76, 2011.
- [87] <http://www.vademecumonline.com.tr/>.
- [88] Fındıklı Bölge Guatr Araştırma ve Tedavi Merkezi, *İyi İlaç Uygulamaları Rehberi*, 2008.
- [89] euroScore, European system for cardiac operative risk evaluation available at www.euroscore.org.
- [90] Atkinson, R.L., Atkinson, R.C., Smith, E.E., Bem, D.J., Hilgard's, Nolen S.-Hoeksema, *Introduction to Psychology*, 12 th Edition, Harcourt Brace&Company, 1996. / Aladoğan Y., *Psikolojiye giriş*, Arkadaş, 1999.
- [91] Khoong C. M., "Desion support systems", *RAND*, 1995.
- [92] Baygül A., "*Kayıp Veri Analizinde Sıklıkla Kullanılan Etkin Yöntemlerin Değerlendirilmesi*", İstanbul Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, 2007.
- [93] Allison P.D., "Missing Data", *CA:Sage*, 07-136.
- [94] Vasif V.V., *Yapay Zeka Problemler – Yöntemler – Algoritma*, Seçkin Yayıncılık, 2005.
- [95] Güvenir A.H., "A Classification Learning Algorithm Robust to Irrelevant Features", *Artificial Intelligence: Methodology, Systems, and Applications Lecture Notes in Computer Science*, 1998.
- [96] Yıldırım S., "*Tümevarım Öğrenme Tekniklerinden C4.5'in İncelenmesi*", İTÜ Yüksek Lisans Tezi, 2003.
- [97] Noriega L., "Multilayer perception tutorial," 2005.

- [98] Metz C.E., "Receiver operating characteristic analysis: a tool for the quantitative evaluation of observer performance and imaging systems", *J Am Coll Radiol*, 3,413- 422, 2006.
- [99] Jiezhun G., Subhashis Ghosal Department of Statistics, "Bayesian ROC curve estimation under binormality using a partial likelihood based on ranks", North Carolina State University, *IEEE*, 2007.
- [100] Park S.H., Goo J.M., Jo C.H., "Receiver Operating Characteristic(ROC) Curve: Practical Review for Radiologists", *Korean J Radiol*, 5 : 11-18 ,2004.
- [101] Grove W.M., "Mathematical aspects of diagnosis", *Library of Congress Cataloging-In-Publication Data*, 50-75, 2006.
- [102] Hanley J.A., McNeil B.J. "The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve", *Radiology*, 143, 29-36, 1982.
- [103] Kanık E.A., Erden S., "Tanı Testlerinin değerlendirilmesinde ROC (Receive Operating Characteristics) Eğrisinin Kullanımı", *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 3:260-264, 2003.
- [104] [http://en.wikipedia.org/wiki/Weka_\(machine_learning\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Weka_(machine_learning)).
- [105] A. Frank ve A. Asuncion, UCI Machine Learning Repository, University of California, School of Information and Computer Science, 2010.
- [106] Demiroz G., Güvenir H.A., İltter N., "Learning differential diagnosis of erythematous-squamous diseases using voting feature", *Artificial Intelligence in Medicine*, 13, 147-165, 1998.
- [107] Fidelis M.V., Lopes S.H., Freitas A.A., "Discovering Comprehensible Classification Rules with a Genetic Algorithm", *Proceedings of CEC-2000*, conference on evolutionary computation La Jolla, 2005, 805-811.

- [108] Pappa L.G., Freitas A.A., KaestnerA.A.C., "Attribute Selection with a Multiobjective Genetic Algorithm", *Advances in Artificial Intelligence*, 2002.
- [109] Parpinelli S.R., Lopes S.H., Freitas A.A., "An Ant Colony Based System for Data Mining: Applications to Medical Data", *Proceedings of the Genetic and Evolutionary ComputationConference*, 2001, 791-797.
- [110] Parpinelli S.R., Lopes S.H., Freitas A.A., "An Ant Colony Algorithm for Classification Rule Discovery", *IDIAP*, 00-25.

EK A

DERMATOLOJİ DATA SETİ

Orijinal Sahipleri:

1. Nilsel Ilter, M.D., Ph.D.,

Gazi Üniversitesi,

Tıp Fakültesi

06510 Ankara, Turkey

Phone: +90 (312) 214 1080

2. H. Altay Guvenir, PhD.,

Bilkent Üniversitesi,

Bilgisayar ve Enformatik Mühendisliği Bölümü,

06533 Ankara, Turkey

Phone: +90 (312) 266 4133

Email: guvenir@cs.bilkent.edu.tr

Donor:

H. Altay Guvenir,

Bilkent Üniversitesi,

Bilgisayar ve Enformatik Mühendisliği Bölümü,

06533 Ankara, Turkey

Phone: +90 (312) 266 4133

Email: guvenir@cs.bilkent.edu.tr

Veri Seti Bilgisi

Bu veritabanı 33 tanesi linear ve 1 tanesi nominal olmak üzere 34 öznitelik değeri içermektedir.

Erythemato-squamous hastalıkların ayırıcı tanısında dermatoloji gerçek bir sorundur. Hepsi çok küçük farklılıklar ile, kızarıklık ve soyulma gibi klinik özellikleri paylaşır. Bu gruptaki hastalıklar psoriasis, seboreic dermatit, liken planus, pitiriazis, kronik dermatit ve pityriasis rubra pilaris içermektedir. Genellikle biyopsi tanı için gereklidir ama ne yazık ki bu hastalıklar birçok histopatolojik özellikleri de içlerinde barındırmaktadır. Ayırıcı tanı için bir başka zorluk, bir hastalığın başlangıç aşamasında başka bir hastalığın özelliklerini göstermesi ve aşağıdaki aşamalarda belirtilen karakteristik özelliklere sahip olmasıdır. Hastalar ilk 12 özellikleri ile birlikte klinik olarak değerlendirilmiştir. Daha sonra, deri örneklerinden 22 histopatolojik özellikleri değerlendirmeye alınmıştır. Histopatolojik özellikleri değerleri mikroskop altında örneklerin analizi ile tespit edilir.

Bu etki alanı için kullanılan veri setinde, aile öyküsü özelliği gözleniyor ise 1 değeri vardır, aksi takdirde 0. Yaş özelliği, sadece hastanın yaşını temsil eder. Diğer özellikler (klinik ve histolojik) 0-3 aralığında bir dereceye göre değerlendirilmektedir. 0 özelliğin mevcut olmadığını gösterir, 3 olası en büyük miktarı gösterir ve 1, 2 görece ara değerleri göstermektedir.

Hastaların isimleri ve kimlik numaraları veritabanından çıkarılmıştır.

Öznitelik Bilgisi

Klinik Özellikler: (aksi belirtilmediği sürece, 0, 1, 2, 3 değerini alır)

1:erythema

2: scaling

3: definite borders

- 4: itching
 - 5: koebner phenomenon
 - 6: polygonal papules
 - 7: follicular papules
 - 8: oral mucosal involvement
 - 9: knee and elbow involvement
 - 10: scalp involvement
 - 11: family history, (0 or 1)
 - 34: Age (linear)
- Histopatolojik Özellikler: (değerler 0, 1, 2, 3)
- 12: melanin incontinence
 - 13: eosinophils in the infiltrate
 - 14: PNL infiltrate
 - 15: fibrosis of the papillary dermis
 - 16: exocytosis
 - 17: acanthosis
 - 18: hyperkeratosis
 - 19: parakeratosis
 - 20: clubbing of the rete ridges
 - 21: elongation of the rete ridges
 - 22: thinning of the suprapapillary epidermis
 - 23: spongiform pustule
 - 24: munro microabcess
 - 25: focal hypergranulosis
 - 26: disappearance of the granular layer

27: vacuolisation and damage of basal layer

28: spongiosis

29: saw-tooth appearance of retes

30: follicular horn plug

31: perifollicular parakeratosis

32: inflammatory monoluclear infiltrate

33: band-like infiltrate

ÖZGEÇMİŞ

Emel KOÇ

E-posta: emelkoc_ctp@gmail.com

EĞİTİM

2011 – 2013	Msc. Okan Üniversitesi	İstanbul
	Fen Bilimleri Enstitüsü	
	Bilgisayar Mühendisliği	
2008 - 2010	B.S. Okan Üniversitesi	İstanbul
	Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu	
	Bilişim Sistemleri ve Teknolojileri	
2005 - 2008	A.S. Bilkent Üniversitesi	Ankara
	Bilgisayar Teknolojisi ve Büro Yönetimi Meslek Y.	
	Bilgisayar Teknolojisi ve Programlama	

İŞ DENEYİMLERİ

01.10.2012 – Devam	Okan Üniversitesi	İstanbul
	Uzaktan Eğitim Merkezi Uzmanı	
25.10.2010 – 01.10.2012	Okan Üniversitesi	İstanbul
	Bilgi İşlem Uzman Yardımcısı	
17.08.2009 – 17.02.2010	Acıbadem Hastanesi Genel Müdürlük	İstanbul
	Uygulama Geliştirme Stajyeri	

YAYINLAR

1. E. Koç, Y. Atılgan, A. Uyar Özkaya, B. Gökçe “Klinik Karar Destek Sistemleri Kullanımına Yönelik Bir Araştırma: Acıbadem Hastanesi Örneği”, IX. Ulusal Tıp Bilişimi Kongresi, Tıp Bilişimi Derneği, s.64 – 74, 2012.
2. E. Koç, Y. Atılgan, A. Uyar Özkaya, “Klinik Karar Destek Sistemlerinin Sağlık Hizmetleri Verimliliğine Etkileri”, 6. Sağlık ve Hastane İdaresi Kongresi, Süleyman Demirel Üniversitesi, s.337 – 342, 2012.
3. E. Koç, P. Yıldırım, “Hastane Yönetim Sistemlerinde Bilgisayar Teknolojisi Kullanımına Yönelik Bir Araştırma”, 5. Sağlık ve Hastane İdaresi Kongresi, Okan Üniversitesi, s.309 - 315, 2011.