

SARILIK SEMPTOMLARINDA YANLIŞ TEŞHİSİ AZALTMAK İÇİN KARAR AĞACI UYGULAMASI

Murat Topaloğlu¹, Haydar Sur²

¹Trakya Üniversitesi, Keşan Yusuf Çapraz Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Edirne

²Biruni Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, İstanbul

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada, sarılıkta teşhis koymak ve yanlış teşhisi azaltmak için karar destek sistemi oluşturulmuştur. Hekimlerin hastalara sarılık teşhisi koyabilmesine yardımcı olmaya yönelik bir çalışma yapılmıştır.

Materyal ve Metot: Bu çalışmada sarılık tanısı konmuş 300 hastanın verileri kullanılmıştır. Hastanın şikâyeti ile hastaneye gidip sarılığa neden olan hastalığın teşhisi konulana kadar yapılmış tüm tetkikler çalışmada kullanılmak üzere ele alınmıştır. Bu amaçla, daha önceden sarılık teşhisi konmuş hastaların verileri veri tabanında toplanmış, düzenlenmiş ve düzenlenen bu veriler ile eğitim seti oluşturulmuştur. Ardından kararlaştırılan algoritmalara, veri madenciliği yöntemleri uygulanarak sonuçlardan karar ağacı modelleri oluşturulmuştur. C5.0 ve J48 algoritmaları kullanılarak karar ağaçları oluşturulmuştur. Karar

ağaçlarının amacı 21 nitelik kullanılarak 16 hastalığa ulaşmaktır.

Bulgular: Karar destek sistemi içerisinde iki ayrı karar ağacı ve uzman görüşüncü tasarlanmış olan sayfalar mevcuttur. Amaç tek bir karar ağacı ile karar destek sistemi oluşturmak değil, üç farklı görüş ile hastalığı teşhis etmektir. Algoritmalar ile oluşturulan ağaçlarda amaca uygun budama işlemleri gerçekleştirilmiştir. En sağlıklı budama ile 16 hastalığa %100 hatasız ulaşılmıştır.

Sonuç: Hekimlerin karar ağaçlarını klinik ortamda kullanabilmelerini kolaylaştırmaya yönelik karar destek sistemi geliştirilmiştir. Hastalığa teşhis koymak için hasta açısından zaman kaybedilmemesi ve hekimlerin doğru teşhis koymalarına yardımcı olması amacı ile bu çalışma yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Sarılık, karar ağaçları, ayırıcı tanı, uzman görüşü Nobel Med 2015; 11(3): 64-73

DECISION TREE APPLICATION TO REDUCE INCORRECT DIAGNOSIS IN SYMPTOMS OF JAUNDICE

ABSTRACT

Objective: In this study, decision support system was created to diagnose jaundice and to reduce incorrect diagnosis of jaundice. The study was conducted to help physicians to diagnose jaundice.

Material and Method: In this study, data of 300 patients diagnosed with jaundice was taken from a health institution. All tests performed for the patients were included in the study from the beginning of complaints to the final diagnosis. To this end, data of patients previously diagnosed with jaundice were collected in the database, edited, and organized. Training kit was created with this organized data. Then data mining methods applied to agreed algorithms and the decision tree models were created from the results. Decision trees were created by using C5.0 and J48 algorithms. The

purpose of the decision tree is to reach 16 illness using 21 qualities.

Results: In decision support system are two different decision trees and separate pages designed according to expert opinion. The purpose is not to create decision support system with a single decision tree, but to identify the disease with three different opinions. Trimming operations were carried out in trees created with the algorithms. With most appropriate trimming 16 illnesses were reached with 100% accuracy.

Conclusion: Decision support system helping the physicians be able to use the decision trees in clinic environment easily has been developed. This study was conducted with the aim of preventing time loss in diagnosis phase and helping the physicians diagnose jaundice accurately.

Keywords: Jaundice, decision trees, differential diagnosis, expert opinion Nobel Med 2015; 11(3): 64-73

GİRİŞ

Sarılık, bilirubin kanda, dokularda, deride, mukozada ve vücut sıvılarında birikmesi sonucu oluşur. Deri ve sklera sarı renktedir. Sarılığın ortaya çıkabilmesi için bilirubin yapımının artması veya atılışının azalması, ya da her iki faktörün birlikte bulunması gerekir.¹ Sağlık uygulamalarında sağlık profesyonellerine yardımcı olmak amacıyla 1950'lerden beri bilgisayar kullanılmaktadır. Başlangıç olarak hastalıkların teşhisine yönelik sistemlere odaklanılmıştır. Ancak sistemin uygulanmasında yaşanan zorluklar, bilimsel temelindeki sınırlılıklar ve uygulayıcıların gösterdikleri direnç nedeniyle sistemin kullanılmasının yaygınlaşması engellenmiştir.²

Bu durumun aksine tıbbi veri madenciliği tüm alanlardan bariz bir şekilde ayrılmaktadır. Tıbbi verilerdeki heterojenlik, hastanın kişisel özel durumu nedeniyle istatistiksel metotları irdelemek zorundadır. Tıbbi veri madenciliği metotları, veri yapısının ve veri kaynaklarının çeşitliliğinin artması sonucunda, hem teknik hem de sosyal nedenlerle oluşabilecek hastaya ait eksik verilerin yaygınlaşmasını önlemenin yollarını da ele almaktadır.³

Veri madenciliği, sağlık kurumlarında hastalara uygulanan teşhisin konulmasında, tedavi yöntemlerinin geliştirilmesinde, tedavi sürelerinin kısaltılmasında, bölgesel anlamda hastalık gruplarının belirlenmesinde, yönetimle ilgili kararların alınması gibi alanlarda sağlık kurumlarına önemli katkılar sağlayabilmektedir.⁴

Berry ve Linoff'a göre veri madenciliği, büyük miktardaki verilerin, içindeki anlamlı model ve kuralları çıkarılması için, otomatik ve yarı otomatik araçlarla analiz ve keşfidir. Veri indirgeme işlemi biçimde gerçekleştirilebilir.⁵ Bunlar: Veriyi birleştirme veya veri küpü, boyut indirgeme, veri sıkıştırma, örnekleme ve genellemedir.⁶

Özmen'e göre veri madenciliği büyük miktarda ve oldukça hızlı toplanan verilerin, çeşitli analizler sonucunda anlamlı bilgilere dönüştürülmesi noktasında devreye giren bir süreçtir.⁷

Fayyad'a göre veri madenciliği, veri tabanlarından bilgi keşfi süresince, girdilerin ağırlıklı olarak temizlendiği, verilere dönüştürüldüğü, algoritmalar kullanılarak veriler üzerinde aramalar yapıldığı ve çıktı model ve ilişkilerinin değerlendirildiği bir basamaktır.⁸ Tıp alanındaki veriler genellikle farklı kaynaklardan toplanmaktadır. Örneğin hastanın laboratuvar ile ilgili verileri ile hastanın teşhis bilgileri farklı kaynaklarda ve farklı şekillerde tutulmaktadır. Bu nedenle bu verilerin anlamlı bir bütün haline getirilmeleri için uzman desteğine ihtiyaç vardır.⁹ Tıbbi uygulamalarda etkin, verimli, ayrıncı bir tıbbi teşhis için karar verme çok önemlidir. Çünkü has-

talığın bu aşamadan sonraki seyri alınacak karara bağlıdır. Tıbbi tanılama süreci tıbbi bilginin miktarının çok olması veya hastalar için özel bilgiler, durumlar içermesi nedeniyle karmaşıktır.¹⁰ Karar verme sürecinde, kullanıcıya destek sağlamak amacıyla hedeflenen bilginin üretilmesi ve bu bilginin kullanıcıya sunulması için yazılım ve donanım araçlarının birlikte kullanılması oluşturulmuş sistemler Karar Destek Sistemleri (KDS)'dir.¹¹ KDS uygulamaları, hastaların bilgilerinin kaydedildiği elektronik kayıt sistemi, ilaç giriş sistemi ya da radyoloji giriş sistemi gibi bağımsız sistemler olabileceği gibi, birbirleriyle etkileşimli sistemlerde olabilirler. Sistemler hastanın tedavisi için bir öneri ve gelecek için iyi bir değerlendirme sonucu, kararı sunar.¹² KDS, tıbbi verinin gün geçtikçe hızla artması nedeniyle artan bilginin yönetiminde zorlanan hekimlere uygun seçenekler arasından karar verebilme konusunda destek sunan sistemlerdir.¹³ Bilgisayar ortamında toplanan ve saklanan tıbbi bilgiyi analiz edecek veri madenciliği teknikleri gerekli bir araç haline gelmiştir. Bu analiz sonucunda tıbbi karar destek sistemleri oluşturulmaktadır.¹⁴ "Veri Madenciliği Kullanılarak Tıbbi Tanı İçin Karar Destek Sistemi" çalışmasında, sağlık alanında artan bilgi ve bu bilgi içerisindeki gizli örüntü ve ilişkilerin çıkarılması gerekliliğinden bahsedilmiştir.¹⁵

"Karar Ağacı Yöntemini Kullanarak Biyokimya Verileri ile Anemi Teşhisi" çalışmasında, kan biyokimya değerleri ile demir eksikliği anemisi teşhisinde hekimlere yardımcı olacak bir karar destek sistemi geliştirilmiştir.¹⁶ Karar verme işlemi, karar vericinin değişik seçeneklerle karşılaştığında, bunlar arasından kendi amaçlarına en uygun olanı seçebilmesidir.¹⁷

Çeşitli seçeneklerden kendine en uygun olanı seçme işlemi olan karar verme, aynı zamanda problem çözme işlemi içeren faaliyetleri düşünme ve sonuca varma sürecidir.¹⁸ Tıbbi tanılama süreci tıbbi bilginin miktarının çok olması veya hastalar için özel bilgiler, durumlar içermesi nedeniyle karmaşıktır.¹⁰ Tıbbi karar destek sistemleri hasta verileri ve çıkarılan bazı sonuçları kullanarak uygulayıcılar için tavsiye ve öneriler oluştururlar. Bu destek sistemleri idari işlemlerde, klinik karmaşıklık ve ayrıntıların yönetilmesinde, maliyet kontrolünde, klinik tanıyı desteklemek ve tıbbi uygulamanın verimliliğini artırmak için uygulanmaktadır.¹⁴

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, içerisinde günümüzde çok yaygın olan ve sebebi birçok tetkikten sonra belli olan sarılık semptomu ele alınmıştır. Çalışma içerisinde eğitim verilerini kullanarak karar ağacı ile sınıflandırma işlemi yaparak eğitilmiş karar ağaçları oluşturulmuştur. Karar ağaçlarını oluşturmak için veri madenciliği araçları olan Weka ve Clementine kullanılmıştır. İki ayrı program ele alın-

Tablo 1. Hemolitik anemi laboratuvar bulguları

KAZANILMIŞ HEMOLITİK ANEMİ-HEMOLITİK ANEMİLER, DİĞER KAZANILMIŞ	BİLİRUBİN İNDİREKT .	BİLİRUBİN İNDİREKT.	8,2	mg/dL	0,0	0,70
	BİLİRUBİN DİREKT	BİLİRUBİN DİREKT	0,7	mg/dL	0	0,3
	SGOT(AST)	SGOT(AST)	95	u/L	15	41
	SGPT(ALT)	SGPT(ALT)	22	u/L	15	45
	BİLİRUBİN TOTAL	BİLİRUBİN TOTAL	8,9	mg/dL	0,3	1,2
	HEMOGRAM (TAM KAN)	WBC	39,2	K/uL	6	17
	HEMOGRAM (TAM KAN)	RBC	1,5	M/uL	3,8	4,8
	HEMOGRAM (TAM KAN)	HGB	4,1	g/dL	11	14
	HEMOGRAM (TAM KAN)	HCT	11,9	%	32	40
	HEMOGRAM (TAM KAN)	MCV	79,4	fL	70	84
	HEMOGRAM (TAM KAN)	MCH	27,6	pg	22	30
	HEMOGRAM (TAM KAN)	MCHC	34,7	g/dl	22	30
	HEMOGRAM (TAM KAN)	RDW	17,8	%	11,6	17,2
	HEMOGRAM (TAM KAN)	PLT	410	K/uL	217	553
	HEMOGRAM (TAM KAN)	MPV	7,3	fL	7,4	10,4
	HEMOGRAM (TAM KAN)	%LYMPH	24,9	%	20	40
	HEMOGRAM (TAM KAN)	#LYMPH	9,7	uL	1,1	7,4
	HEMOGRAM (TAM KAN)	PCT	0,3		0,01	99,9
	HEMOGRAM (TAM KAN)	PDW	10		0,01	99,9
	HEMOGRAM (TAM KAN)	GRAN	15,9	%	1,1	6,3
	HEMOGRAM (TAM KAN)	GRAN%	40,7	%	55	80
	HEMOGRAM (TAM KAN)	MID	13,6	%	0,1	0,7
	HEMOGRAM (TAM KAN)	MID%	34,4	%	2	10
	ALKALEN FOSFATEZ (ALP)	ALKALEN FOSFATAZ	169,5	u/L	< 350	126
	HBSAG (KEMOLUMİNESANS VEYA BENZERİ)	HBSAG (KEMOLUMİNESANS VEYA BENZERİ)	36 (NEGATİF)		0	1

miş olup iki programda da farklı algoritmalar ile karar ağaçları kurulmuştur.

C5.0 algoritması temel olarak entropiye dayalı sayısal veriler üzerinde çalışabilmekte ve eksik verileri işleyebilmektedir. C5.0, ağaç üzerinde oluşan gereksiz yaprakları budama özelliğine sahiptir. Aşırı öğrenme durumunun önüne geçebilmek için 'kazanım' oranı kullanılmaktadır.¹⁹ C5.0 algoritması Weka içerisinde 'J48', Clementine içerisinde ise bir 'C5.0' algoritması kullanılmıştır. İki ayrı program ve iki ayrı algoritmayla iki tane karar ağacı oluşturulmuştur. Amaç aynı hastaya aynı ve doğru teşhisi koyabilmektir. Eğer iki karar ağacı da aynı teşhisi koymamış olsaydı, o zaman eğitim seti veya algoritma hatası alınmış olacaktır.

Veri Seti

Çalışmada bir sağlık kuruluşundan 300 adet tanıları konulmuş sarılık hastalarının verileri alınmıştır. Veri seti eksik verilerden temizlendikten sonra 250 hasta verisi ile çalışılmıştır. Çalışma içerisinde 160 tane sarılık hastası verisi eğitim kümesi olarak belirtilmiştir. 160 hasta içerisinden, sarılığa sebep olan en yaygın 16 hastalık ele alınmıştır. Geriye kalan 90 hasta verisi ile test verisi oluşturulmuştur.

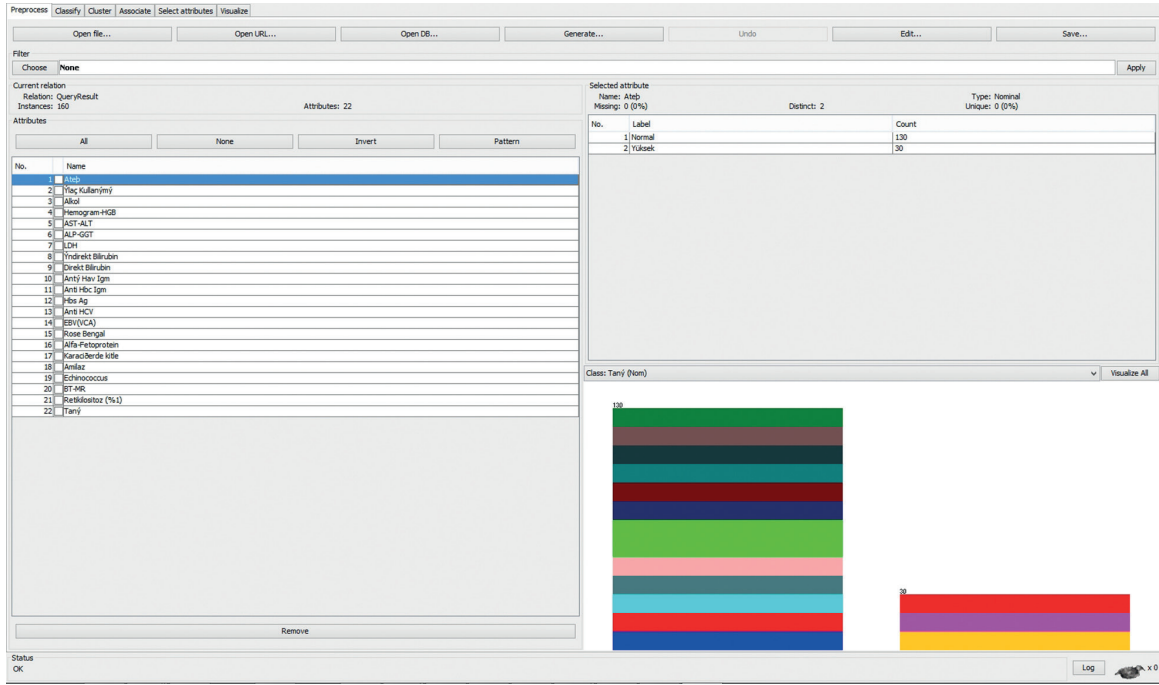
Clementine programı aracılığıyla kurulan karar ağacı 160 tane hasta 21 tane nitelik içeren eğitim verisinden yararlanılarak oluşturulmuştur. Oluşturulan karar ağacının amacı 21 nitelik kullanılarak 16 hastalığa ulaşmaktır. Weka programı aracılığıyla kurulan karar ağacı ise aynı eğitim setini kullanarak karar ağacını kurmuştur. Karar ağacındaki amaç yine aynı hastalıklara ulaşip teşhis koymaktır.

Veri seti 21 nitelikten oluşturulmuş olup; bunların 18 tanesi laboratuvar tetkikleri, 3 tanesi ise fiziksel tetkiklerdir.

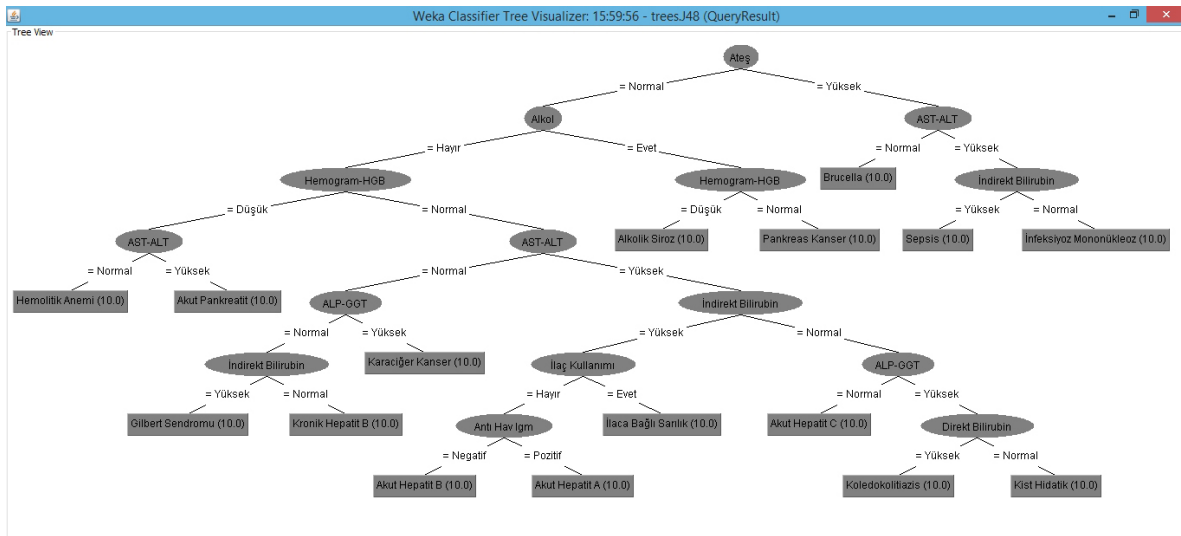
Veri seti içerisinde kullanılmış olan hastalara ait laboratuvar bulguları, karar ağacında kullanılmak üzere düzenlenmiştir. Örneğin; Tablo 1 üzerinde hastanın AST değeri 95 olarak bulunmuştur. AST değeri laboratuvar bulgularında en az 15 u/L en fazla 41 u/L olması gerekmektedir. Veri setinden alınan bu bilgiler ile oluşturulan veri tabanı (eğitim kümesi) AST değeri 95 olan hasta için "YÜKSEK" niteliği yazılarak doldurulmuştur. Eğer AST değeri bu hasta için 15 ve 41 arasında bir sonuç verseydi o zaman "NORMAL" niteliği yazılmış olacaktır. Eğitim setinde kullanılan 16 nitelik bu mantık çerçevesinde oluşturulmuştur. Eğitim seti içerisinde sayısal ifadeler yer verilmemiştir. Sayısal ifadeler minimum ve maksimum değerleri baz alınarak "YÜKSEK", "NORMAL" ve "DÜŞÜK" olmak üzere değerlendirilmeye alınmıştır. Sayısal değer döndürmeyen bazı tetkikler (ELISA, Bilgisayarlı Tomografi, Ateş, Alkol kullanımı) "POZİTİF", "NEGATİF", "VAR", "YOK", "EVET", "HAYIR" şeklinde nitelendirilmiştir.

160 hastaya ait bu veriler veri tabanında toplanmış, toplanılan bu veriler karar ağacını eğitmek üzere tasarlanmıştır. 160 hastaya ait bu verilerin bir kısmı Tablo 2'de gösterilmiştir.

250 hastadan oluşturulmuş olan veri seti, eğitim ve test verisi olmak üzere gruplandırılmıştır. Test verileri ise web tabanlı oluşturulan karar destek sisteminin üzerinde uygulanırken gösterilmiştir.



Şekil 1. Weka içerisinde eğitim seti nitelikleri



Şekil 2. Weka'da J48 algoritmasıyla oluşturulmuş karar ağacı

"Tanı" niteliğine ulaşmak için kullanılmıştır. Bu ulaşma aşlında her sınıflandırma algoritması ile farklı yollarla "Tanı" niteliğine ulaşabilir. J48 algoritması kendi içerisinde farklı hesaplama teknikleri izlediği için ID3 algoritmasından farklı bir yol ile teşhis koymaktadır. J48, sınıflandırma algoritmaları içerisinde kullanılan C4.5 algoritmasının Weka'da kullanılan versiyonudur. Sayısal verileri sözel verilere çevirerek bu algoritma uygulanmaktadır.

Sarılık eğitim veri setiyle eğitilen ve ardından J48 algoritmasıyla oluşturulan karar ağacı Şekil 2'de gösterilmiştir. Tanı niteliğindeki tüm verilere ulaşmak için kullanılan 21 nitelik ile 16 tane hastalık karar ağacındaki gösterimi ile yapraklara ulaşılmıştır. Yapraklar

oluşturulurken en az budama seçilmiş olup 21 nitelik düğüm olarak kullanılmıştır. Bunlardan "Ateş" niteliği kök düğüm seçilmiştir. Her hastalığı bulabilmek için diğerlerinden ayıran özellikleri ile düğümler sayesinde dallanmalar oluşturulmuştur. J48 algoritmasıyla oluşturulan ağacın en önemli noktası çok fazla budama işlemi gerçekleştirmesidir. En sağlıklı budama ile 16 hastalığa %100 hatasız ulaşılmıştır.

J48 algoritmasının ürettiği karar ağacının karar kuralı aşağıdaki gibidir:

1. Eğer Ateş=Normal ve Alkol=Hayır ve Hemogram-Hgb=Düşük ve AST-ALT=Normal ise Hemolitik Anemi
2. Eğer Ateş=Normal ve Alkol=Hayır ve Hemogram-Hgb=Düşük ve AST-ALT=Yüksek ise Akut Pankreatit

LT	ALP-GGT	LDH	İndirekt Bilirubin	Direkt Bilirubin	Anti Hav İgm	Anti Hbc İgm	Hbs Ag	Anti HCV	EBV(VCA)	Rose Bengal	Alfa-Fetoprotein	Karaciğerde kit	Amitaz	Echinococcus	BT-MR	Retiküloz (‰)	Tanı
122	k	Yüksek	Normal	Normal	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Pozitif	Negatif	Normal	Yok	Normal	Negatif	Normal	Normal	İnfeksiyöz Mononükleoz
123	k	Yüksek	Normal	Normal	Normal	Negatif	Negatif	Negatif	Pozitif	Negatif	Normal	Yok	Normal	Negatif	Normal	Normal	İnfeksiyöz Mononükleoz
124	k	Yüksek	Normal	Normal	Normal	Negatif	Negatif	Negatif	Pozitif	Negatif	Normal	Yok	Normal	Negatif	Normal	Normal	İnfeksiyöz Mononükleoz
125	İ	Normal	Normal	Normal	Normal	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Pozitif	Normal	Yok	Normal	Negatif	Normal	Normal	Brucella
126	İ	Normal	Normal	Normal	Normal	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Pozitif	Normal	Yok	Normal	Negatif	Normal	Normal	Brucella
127	İ	Normal	Normal	Normal	Normal	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Pozitif	Normal	Yok	Normal	Negatif	Normal	Normal	Brucella
128	İ	Normal	Normal	Normal	Normal	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Pozitif	Normal	Yok	Normal	Negatif	Normal	Normal	Brucella
129	k	Yüksek	Normal	Yüksek	Yüksek	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Normal	Yok	Normal	Negatif	Normal	Normal	Sepsis
130	k	Yüksek	Normal	Yüksek	Yüksek	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Normal	Yok	Normal	Negatif	Normal	Normal	Sepsis
131	k	Yüksek	Normal	Yüksek	Yüksek	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Normal	Yok	Normal	Negatif	Normal	Normal	Sepsis
132	k	Yüksek	Normal	Yüksek	Yüksek	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Normal	Yok	Normal	Negatif	Normal	Normal	Sepsis
133	k	Yüksek	Normal	Yüksek	Yüksek	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Normal	Yok	Normal	Negatif	Normal	Normal	İlaça Bağlı Sankit
134	k	Yüksek	Normal	Yüksek	Yüksek	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Normal	Yok	Normal	Negatif	Normal	Normal	İlaça Bağlı Sankit
135	k	Yüksek	Normal	Yüksek	Yüksek	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Normal	Yok	Normal	Negatif	Normal	Normal	İlaça Bağlı Sankit
136	k	Yüksek	Normal	Yüksek	Yüksek	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Normal	Yok	Normal	Negatif	Normal	Normal	İlaça Bağlı Sankit
137	İ	Normal	Normal	Yüksek	Yüksek	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Normal	Yok	Normal	Negatif	Normal	Normal	Alkolik Siroz
138	İ	Normal	Normal	Yüksek	Yüksek	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Normal	Yok	Normal	Negatif	Normal	Normal	Alkolik Siroz
139	İ	Normal	Normal	Yüksek	Yüksek	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Normal	Yok	Normal	Negatif	Normal	Normal	Alkolik Siroz
140	İ	Normal	Normal	Yüksek	Yüksek	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Normal	Yok	Normal	Negatif	Normal	Normal	Alkolik Siroz
141	İ	Yüksek	Normal	Normal	Normal	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Yüksek	Var	Normal	Negatif	Pozitif	Normal	Karaciğer Kanseri
142	İ	Yüksek	Normal	Normal	Normal	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Yüksek	Var	Normal	Negatif	Pozitif	Normal	Karaciğer Kanseri
143	İ	Yüksek	Normal	Normal	Normal	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Yüksek	Var	Normal	Negatif	Pozitif	Normal	Karaciğer Kanseri
144	İ	Yüksek	Normal	Normal	Normal	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Yüksek	Var	Normal	Negatif	Pozitif	Normal	Karaciğer Kanseri
145	k	Yüksek	Normal	Normal	Yüksek	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Normal	Yok	Normal	Negatif	Pozitif	Normal	Koledokolitiazis
146	k	Yüksek	Normal	Normal	Yüksek	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Normal	Yok	Normal	Negatif	Pozitif	Normal	Koledokolitiazis
147	k	Yüksek	Normal	Normal	Yüksek	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Normal	Yok	Normal	Negatif	Pozitif	Normal	Koledokolitiazis
148	k	Yüksek	Normal	Normal	Yüksek	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Normal	Yok	Normal	Negatif	Pozitif	Normal	Koledokolitiazis
149	k	Yüksek	Normal	Yüksek	Yüksek	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Normal	Yok	Normal	Negatif	Pozitif	Normal	Pankreas Kanseri
150	k	Yüksek	Normal	Yüksek	Yüksek	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Normal	Yok	Normal	Negatif	Pozitif	Normal	Pankreas Kanseri
151	k	Yüksek	Normal	Yüksek	Yüksek	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Normal	Yok	Normal	Negatif	Pozitif	Normal	Pankreas Kanseri
152	k	Yüksek	Normal	Yüksek	Yüksek	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Normal	Yok	Normal	Negatif	Pozitif	Normal	Pankreas Kanseri
153	k	Yüksek	Normal	Yüksek	Yüksek	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Normal	Yok	Yüksek	Negatif	Pozitif	Normal	Akut Pankreatit
154	k	Yüksek	Normal	Yüksek	Yüksek	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Normal	Yok	Yüksek	Negatif	Pozitif	Normal	Akut Pankreatit
155	k	Yüksek	Normal	Yüksek	Yüksek	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Normal	Yok	Yüksek	Negatif	Pozitif	Normal	Akut Pankreatit
156	k	Yüksek	Normal	Yüksek	Yüksek	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Normal	Yok	Yüksek	Negatif	Pozitif	Normal	Akut Pankreatit
157	k	Yüksek	Normal	Normal	Normal	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Normal	Var	Normal	Pozitif	Pozitif	Normal	Kist Hidatik
158	k	Yüksek	Normal	Normal	Normal	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Normal	Var	Normal	Pozitif	Pozitif	Normal	Kist Hidatik
159	k	Yüksek	Normal	Normal	Normal	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Normal	Var	Normal	Pozitif	Pozitif	Normal	Kist Hidatik
160	k	Yüksek	Normal	Normal	Normal	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Normal	Var	Normal	Pozitif	Pozitif	Normal	Kist Hidatik

Şekil 3. Clementine içerisinde eğitim kümesi

- Eğer Ateş=Normal ve Alkol=Hayır ve Hemogram-Hgb=Normal ve AST-ALT=Normal ve ALP-GGT=Normal ve İndirekt Bilirubin=Yüksek ise Gilbert Sendromu
- Eğer Ateş=Normal ve Alkol=Hayır ve Hemogram-Hgb=Normal ve AST-ALT=Normal ve ALP-GGT=Normal ve İndirekt Bilirubin=Normal ise Kronik Hepatit B
- Eğer Ateş=Normal ve Alkol=Hayır ve Hemogram-Hgb=Normal ve AST-ALT=Normal ve ALP-GGT=Yüksek ise Karaciğer Kanseri
- Eğer Ateş=Normal ve Alkol=Hayır ve Hemogram-Hgb=Normal ve AST-ALT=Yüksek ve İndirekt Bilirubin=Yüksek ve İlaç Kullanımı=Hayır ve Anti HAV İgm=Negatif ise Akut Hepatit B
- Eğer Ateş=Normal ve Alkol=Hayır ve Hemogram-Hgb=Normal ve AST-ALT=Yüksek ve İndirekt Bilirubin=Yüksek ve İlaç Kullanımı=Hayır ve Anti HAV İgm=Pozitif ise Akut Hepatit A
- Eğer Ateş=Normal ve Alkol=Hayır ve Hemogram-Hgb=Normal ve AST-ALT=Yüksek ve İndirekt Bilirubin=Yüksek ve İlaç Kullanımı=Evet ise İlaça Bağlı Hepatit
- Eğer Ateş=Normal ve Alkol=Hayır ve Hemogram-Hgb=Normal ve AST-ALT=Yüksek ve İndirekt Bilirubin=Normal ve ALP-GGT=Normal ise Akut Hepatit C
- Eğer Ateş=Normal ve Alkol=Hayır ve Hemogram-Hgb=Normal ve AST-ALT=Yüksek ve İndirekt Bilirubin=Normal ve ALP-GGT=Yüksek ve Direkt Bilirubin=Yüksek ise Koledokolitiazis
- Eğer Ateş=Normal ve Alkol=Hayır ve Hemogram-Hgb=Normal ve AST-ALT=Yüksek ve İndirekt Bilirubin=Normal ve ALP-GGT=Yüksek ve Direkt Bilirubin=Normal ise Kist Hidatik
- Eğer Ateş=Normal ve Alkol=Evet ve Hemogram-Hgb=Düşük ise Alkolik Siroz

13. Eğer Ateş=Normal ve Alkol=Evet ve Hemogram-Hgb=Normal ise Pankreas Kanseri

14. Eğer Ateş=Yüksek ve AST-ALT=Normal ise Brucella

15. Eğer Ateş=Yüksek ve AST-ALT=Yüksek ve İndirekt Bilirubin=Yüksek ise Sepsis

16. Eğer Ateş=Yüksek ve AST-ALT=Yüksek ve İndirekt Bilirubin=Normal ise İnfeksiyöz Mononükleoz

J48 algoritmasıyla oluşturulan karar ağacının karar kulları ile ulaşılan hastalıklar belirtilmiştir. Bu karar kulları web tabanlı karar destek sisteminde kullanılmıştır.

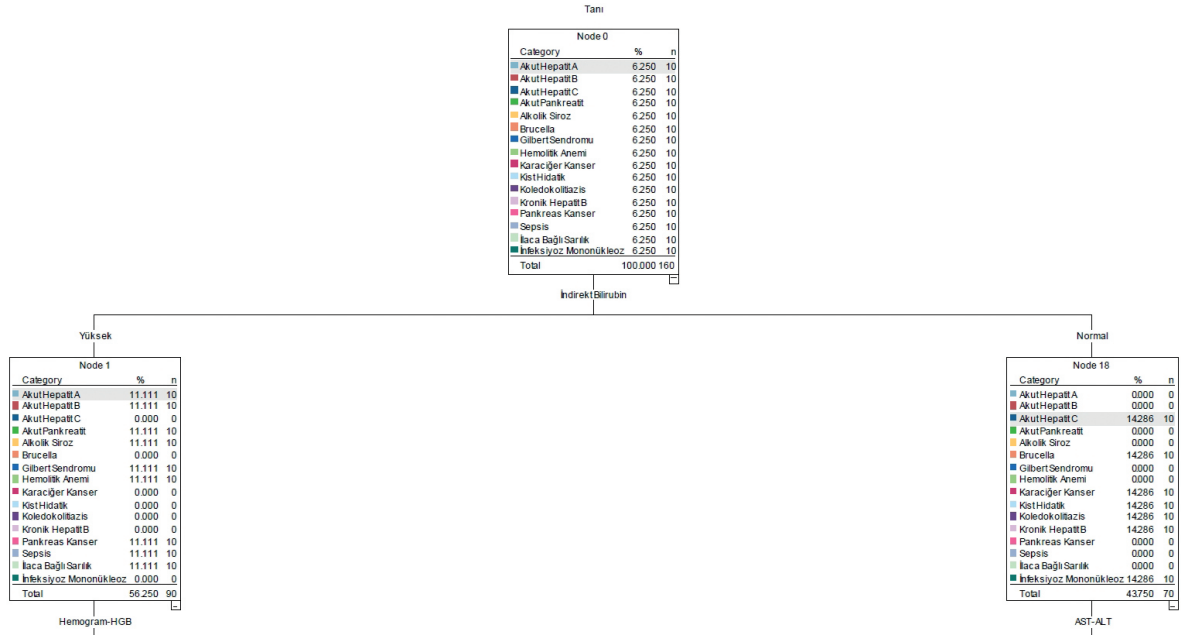
Weka ile oluşturulan karar ağacındaki amaç farklı bir program ve farklı bir algoritma ile hastalık teşhisine yöneliktir.

Clementine ile Karar Ağacının Oluşturulması

Eğitim kümesi yüklendikten sonra nitelikleri filter ve types sekmelerinden düzenlenmiştir.

Kullanılacak nitelikler istenilen değerlere göre belirlendikten sonra eğitim kümesi program içerisinde bir tabloya aktarılmıştır. Aktarılan verilerin tablo üzerinde eksik olup olmadığı kontrol edilmiştir. Şekil 3'de eğitim kümesinden gelen veriler ve nitelikler gösterilmektedir.

160 hasta ve 21 nitelik veri tabanından Clementine programına hiçbir veri kaybı yaşanmadan aktarılmıştır. Clementine ile karar ağacı oluşturulurken öncelikle hangi algoritmaya dayalı bir karar ağacı oluşturulmak istendiği belirtilmelidir. Bu çalışmada C5.0 algoritması kullanılmıştır. Algoritma seçildikten sonra ağacın hangi niteliğe göre dallanacağı, budama hassasiyeti, artırım kullanılması ve çapraz doğrulama teknikleri ayarla-



Şekil 4. Birinci dallanma

arak ağaç oluşturulmuştur. Eğitim kümesinin tabloya eklenmesi, nitelik türlerinin düzenlenmesi ve kullanılacak olan algoritmanın belirlenmesinin ardından karar ağacı oluşturulur. Oluşturulan karar ağacında nitelik ve hasta sayıları çok olduğundan uzun bir ağaç meydana gelmiştir. Clementine ağaç oluştururken tüm nitelikleri her defasında yazdığından ağaç uzun bir hal almaktadır. Dallanma kriteri tanı niteliğine ulaşmayı amaçlamaktadır. Her düğümden sonraki dallanmada tanı niteliği içerisindeki veriler yüzdelik olarak hesaplanır ve doğruluk payını ortaya çıkarır. Her bulduğu hastalık için %100 ifadesini bildirilerek kesin ulaşıldı anlamını vermiştir.

Karar ağacı sınırlık eğitim verisiyle eğitilip, C5.0 algoritmasıyla oluşturulmuştur. Oluşan karar ağacının her dallanması ayrı ayrı gösterilmiştir. İlk dallanma kök düğüm olan "İndirekt Bilirubin" niteliği ile başlamıştır. Bu niteliğin normal ve yüksek olma durumlarına göre hastalık çeşitleri iki gruba ayrılarak yüzdelik değerleri verilmiştir. Şekil 4'de görüldüğü üzere ilk dallanma meydana gelmiştir.

İndirekt bilirubini yüksek ve normal olan hastalar olmak üzere karar ağacı iki bölüme ayrılmıştır. Bu çalışma içerisinde ağacın geriye kalan dallanmaları öncelikle indirekt bilirubini yüksek olan hastalıkları bulmaya yönelik olmuş olup ardından tekrar başa dönüp indirekt bilirubini normal olan hastalıklar bulunmuştur.

Karar ağacı içerisinde her düğüm kendi içerisinde dallanmalar oluşturarak son yapraklara kadar ulaşmayı amaçlamıştır. Her düğümden sonra gelen yaprakların içerisinde o hastalığın yüzdeliği belirtilmiştir. Her hastalık için %100'e ulaşana kadar dallanma devam etmekte olup tüm hastalıklar 21 niteliğe göre dallanma göstermiştir.

Karar ağacının bir bölümü sona ermiştir. İndirekt bilirubinleri yüksek olan tüm hastalıkları bulmuş olup, sıra indirekt bilirubini normal olan hastalıkların teşhisine gelmiştir. Oluşturulan karar ağacı ile içerisindeki tüm hastalıklar kök düğüm dâhil 16 dallanma ile sonuca ulaşmıştır. Tüm hastalıklardan %100 sonuç alınarak yaprağa eklenmiştir. Her yaprakta %100'e ulaşılmış hastalıklar vardır. Hiçbir yaprak içerisindeki hastalık %100'e ulaşmadan bırakılmamıştır.

Hastalık saptanana kadar karar ağacı, eğitim kümesinden aldığı veriler doğrultusunda hastalığı teşhis edene kadar devam etmektedir. Sonuca ulaşmadan yarım bırakılan dallanmalar web tabanlı oluşturulacak olan karar destek sisteminde büyük sıkıntılar ortaya çıkaracaktır.

C5.0 algoritmasının ürettiği karar ağacının karar kuralı aşağıdaki gibidir:

1. Eğer İndirekt Bilirubin=Yüksek ve Hemogram-Hgb=Normal ve Ateş=Normal ve İlaç Kullanımı=Hayır ve Alkol=Hayır ve AST-ALT=Yüksek ve Anti Hav Igm=Pozitif ise Akut Hepatit A
2. Eğer İndirekt Bilirubin=Yüksek ve Hemogram-Hgb=Normal ve Ateş=Normal ve İlaç Kullanımı=Hayır ve Alkol=Hayır ve AST-ALT=Yüksek ve Anti Hav Igm=Negatif ise Akut Hepatit B
3. Eğer İndirekt Bilirubin=Normal ve AST-ALT=Yüksek ve BT-MR=Normal ve Ateş=Normal ise Akut Hepatit C
4. Eğer İndirekt Bilirubin=Yüksek ve Hemogram-Hgb=Düşük ve Alkol=Hayır ve AST-ALT=Yüksek ise Akut Pankreatit
5. Eğer İndirekt Bilirubin=Yüksek ve Hemogram-Hgb=Düşük ve Alkol=Evet ise Alkolik Siroz
6. Eğer İndirekt Bilirubin=Normal ve AST-ALT=Nor-

LABORATUVAR SONUÇLARI İLE TEŞHİS

Lütfen Ateşinizi Belirtiniz :

İlaç Kullanıp Kullanmadığınızı Belirtiniz :

Alkol Kullanıp Kullanmadığınızı Belirtiniz :

Hemoglobin Değeriniz :

AST Değeriniz :

ALT Değeriniz :

ALP Değeriniz :

GGT Değeriniz :

LDH Değeriniz :

İndirekt Bilirubin Değeriniz :

Direkt Bilirubin :

Anti HAV İgm Sonucunu Belirtiniz :

Anti Hbc İgm Sonucunu Belirtiniz :

Hbs Ag Sonucunu Belirtiniz :

Anti HCV Sonucunu Belirtiniz :

EBV(VCA) Sonucunu Belirtiniz :

Rose Bengal Sonucunu Belirtiniz :

Alfa-Fetoprotein Değeriniz :

Karaciğer'de Kitle Olup Olmadığını Belirtiniz :

Amilaz Değeriniz :

Echinococcus Sonucunu Belirtiniz :

BT-MR Sonucunu Belirtiniz :

Retikülositöz :

Şekil 5. Clementine ile teşhis ekranı

- mal ve Ateş=Yüksek ise Brucella
7. Eğer İndirekt Bilirubin=Yüksek ve Hemogram-Hgb=Normal ve Ateş=Normal ve İlaç Kullanımı=Hayır ve Alkol=Hayır ve AST-ALT=Normal ise Gilbert Sendromu
8. Eğer İndirekt Bilirubin=Yüksek ve Hemogram-Hgb=Düşük ve Alkol=Hayır ve AST-ALT=Normal ise Hemolitik Anemi
9. Eğer İndirekt Bilirubin=Normal ve AST-ALT=Normal ve Ateş=Normal ve ALP-GGT=Yüksek ise Karaciğer Kanseri
10. Eğer İndirekt Bilirubin=Normal ve AST-ALT=Yüksek ve BT-MR=Pozitif ve Direkt Bilirubin=Normal ise Kist Hidatik
11. Eğer İndirekt Bilirubin=Normal ve AST-ALT=Yüksek ve BT-MR=Pozitif ve Direkt Bilirubin=Yüksek ise Koledokolitiazis
12. Eğer İndirekt Bilirubin=Normal ve AST-ALT=Normal ve Ateş=Normal ve ALP-GGT=Normal ise Kronik Hepatit B
13. Eğer İndirekt Bilirubin=Yüksek ve Hemogram-Hgb=Normal ve Ateş=Normal ve İlaç Kullanımı=Hayır ve Alkol=Evet ise Pankreas Kanseri
14. Eğer İndirekt Bilirubin=Yüksek ve Hemogram-Hgb=Normal ve Ateş=Yüksek ise Sepsis
15. Eğer İndirekt Bilirubin=Yüksek ve Hemogram-Hgb=Normal ve Ateş=Normal ve İlaç Kullanımı=Evet ise İlaça Bağlı Hepatit

16. Eğer İndirekt Bilirubin=Normal ve AST-ALT=Yüksek ve BT-MR=Normal ve Ateş=Yüksek ise İnfeksiyöz Mononükleoz.

Clementine ile 160 tane hasta ve 21 nitelik üzerinden karar ağacı oluşturulmak üzere bir algoritma seçildi. Seçilen C5.0 algoritması karar ağacının oluşumundaki özellikleri belirlenip ağaç oluşturuldu. Oluşturulan ağacın her düğüm ve yaprağı kontrol edilerek tüm hastalıklara ulaşıp ulaşılmadığına bakıldı. Ulaşılan her hastalık için yaprak içerisine %100 değeri atandı. Karar ağacının oluşturulmasından sonra sıra karar ağacının karar kuralı listesini oluşturmaya geldi. Karar kuralı listesi, karar ağacına göre oluşturularak, web tabanlı karar destek sisteminde kullanılmak üzere aktif hale getirildi.

Weka programında oluşturulan karar ağacı ile Clementine programında oluşturulan karar ağacı arasındaki en büyük fark, birinde J48 algoritması kullanılması diğerinde ise C5.0 algoritmasının kullanılmasıdır. J48 algoritması daha fazla budama işlemi yaparak 16 hastalık arasında kısa yoldan teşhis koymaktadır. C5.0 algoritması budaması daha az olduğu için biraz daha uzun bir yol ile teşhis koymaktadır. J48 algoritmasının kök

düğümü “Ateş” niteliği iken C5.0 algoritmasının kök düğümü “İndirekt Bilirubin” niteliği seçilmiştir. Her iki algoritma ile de hastalıkların teşhisi için iki farklı sağlıklı karar ağacı oluşturulmuştur.

Web Tabanlı Karar Destek Sisteminin Oluşturulması

Weka ve Clementine ile oluşturulan iki ayrı karar ağacına dayalı web tabanlı karar destek sistemi oluşturulmuştur. Karar destek sisteminin içerisinde herhangi bir veri tabanı bağlantısı olmayıp amaç sadece hastanın laboratuvar bulgularını sisteme girerek 16 hastalık için den bir teşhis koymaya yöneliktir.

Oluşturulan karar destek sisteminde birinci sekme “SPSS Clementine ile Teşhis” altında sistem kullanıcısının elindeki laboratuvar sonuçlarını girerek hastalığı öğrenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma içerisinde karar ağacı oluşturulurken laboratuvar sonuçları sayısal değerler olduğundan onları “Yüksek”, “Düşük”, “Evet”, “Hayır”, “Pozitif” ve “Negatif” gibi değerlere çevrilmiştir. Karar ağacı ve karar kuralı oluşturulduktan sonra karar destek sistemi içerisinde karar verici bir mekanizma çalıştığından bu veriler tekrar sayısal verilere dönüştürülmüştür. Yani kullanıcı elindeki laboratuvar sonuçlarını “Yüksek” ya da “Düşük” diye yazmaktansa direkt elindeki sonucu yazması istenmiştir.

“SPSS Clementine ile Teşhis” bölümünde girilen tüm değerler Clementine programında C5.0 algoritmasıyla oluşturulmuş olan karar ağacına dayanarak hastalığa teşhis koymaktadır. Karar ağacı içerisindeki tüm hastalıklar %100 oranına ulaştığı için kullanıcının girdiği değerler 16 hastalıktan en yakın değerlere sahip olanı bulur ve ekrana mesaj verir. Aşağıda bu sekmenin altındaki sayfa gösterilmiştir. Şekil 5’de Clementine ile teşhis ekranı gösterilmiştir. Eğitim seti içerisinde bulunan 21 nitelik cevaplandırılarak teşhis konulmaktadır. Teşhisi hemolitik anemi konulmuş bir hastanın bilgileri ele alıp program içerisinde denenmiştir. Hemolitik anemi hastasının laboratuvar sonuçlarının girilerek hastalığının teşhisi aşağıda gösterilmiştir.

Web tabanlı karar destek sisteminin ikinci sekmesi “Weka ile Teşhis” içerisinde de amaç yine aynıdır. Yirmibir nitelik üzerinden hastalığa ulaşılması amaçlanmıştır. Fakat bu sefer Weka programı kullanılmış ve kurulan karar ağacı J48 algoritmasıyla tasarlanmıştır. İki ayrı algoritmayla oluşturulmuş karar ağaçlarına dayalı karar destek sistemi amacına ulaşmıştır. Eğer aynı hastaya iki algoritmada da farklı teşhisler konulmuş olsaydı eğitim verisi ya da algoritma kaynaklı problem aranmaya başlanılacaktı.

Weka, J48 algoritmasıyla oluşturulmuş karar ağacına dayalı bu karar destek sistemi içerisinde tüm hastalıklar

tek tek laboratuvar sonuçları girilerek denenmiş olup hepsinde başarılı teşhisler konulmuştur. Klinik de karar verecek hekimin son derece emin ve sağlıklı sonuç alabilmesi için iki ayrı algoritmaya web tabanlı karar destek sisteminde yer verilmiştir.

Web tabanlı karar destek sisteminin son sekmesi olan “Uzman Görüşü ile Teşhis” altında 21 nitelik kullanılarak hastalık teşhisi konulması amaçlanmıştır. Uzman görüşü herhangi bir algoritmaya ya da herhangi bir karar ağacı yerine hekimin, bir şikâyeti ile hastaneye gelen hastaya teşhis konulana kadar yapılan tüm tetkikleri tek tek incelenmesi esasına dayanır. Hiçbir hekim kendi kafasından bir algoritma tasarlayıp yapılan tetkikleri, yani eğitim kümesi içindeki nitelikleri budayamayacağından her niteliğe tek tek bakılmak zorundadır. Uzman görüşü ile teşhis sekmesinin çalışma prensibi buna dayanmaktadır. Hekim hasta tetkiklerini atlamadan uygular ve sonuca ulaşır.

TARTIŞMA

Günümüz koşullarında artık çok farklı hastalıkların türemesiyle hekimlerin işi her geçen gün zorlaşmaktadır. Hastalıklara teşhis koyan bir hekim, öncelikle deneyimlerinden benzer vakaları tanımlar ve ardından bu vakaların bilgilerini eldeki probleme uygular. Bu uygulama sırasında kimi zaman yanlış teşhis konulabilir ve devamında yanlış tedavi uygulanabilir.

Hekimlerin kararlarını verirken bu tip uygulamalara ihtiyacı olmayabilir. Biz hekimlerin yanlış teşhis koyduğunu belirtmiyoruz. Çalışma hekimlerin kararının yanlış olduğunu ortaya koymamaktadır. Geliştirilen karar destek sistemi uzmanların bu işi yapamadığı için değil, aksine onların kararlarına yardımcı olabilmek için tasarlanmıştır.

Çalışmanın sonucunda 160 hastaya ait olan laboratuvar sonuçları ile 21 nitelik göz önüne alınarak bir eğitim seti oluşturulmuştur. Oluşturulan bu eğitim seti Weka ve Clementine araçlarına eklenmiştir. Clementine ve Weka içerisine gönderilen sınıklı eğitim seti bir tablo haline getirilerek oluşturulacak karar ağaçlarını eğitmek üzere hazır hale getirilmiştir. Weka’da J48 algoritmasıyla ve Clementine programında ise C5.0 algoritmasıyla birer karar ağacı oluşturulmuştur. Amaç iki ayrı karar ağacı ile aynı hastaya aynı teşhisi koyabilmektir. Web tabanlı karar destek sistemi içerisinde sistem kullanıcısının laboratuvar sonuçlarını giren uzmana yardımcı olabilmek için, Weka karar ağacı ve Clementine karar ağacını karşılaştırmak üzere sekme oluşturulmuştur. Aynı hastaya ait laboratuvar sonuçları üç ayrı sekmede denenmiş olup hepsinde aynı teşhis konulmuştur.

SONUÇ

Oluşturulan karar ağaçlarını klinik ortamda kullanılabilir hale getirmek için web tabanlı çalışan bir karar destek sistemi meydana getirilmiştir. Karar destek sistemi içerisinde iki ayrı karar ağacı ve uzman görüşüne tasarlanmış olan sayfalar mevcuttur. Hastanın laboratuvar sonuçlarının girileceği üç ayrı ekran vardır. Laboratuvar sonuçları eksiksiz ve doğru girildiği takdirde, üç ayrı ekranda da aynı teşhis konulacak ve hastanın yakalandığı hastalık saptanmış olacaktır. Amaç tek bir karar ağacı ile karar destek sistemi oluşturmak yerine, üç farklı görüş ile hastalığı teşhis etmektir. Bu çalışma hekimlerin yanlış karar verdiği yargısına varmaz. Aksi-

ne, hekimlerin teşhislerini desteklemeyi ve kolaylaştırmayı amaçlamıştır. Sonuç olarak, özellikle tıp alanında bu tip uygulamaların, hastalara doğru teşhis koymak için hasta açısından zaman kaybedilmemesi ve hekimlerin doğru teşhis koymalarına yardımcı olması amacı ile bu çalışma yapılmış olup, web tabanlı bir karar destek sistemi de tasarlanmıştır.

Teşekkürler

Çalışmamızın yazılım gelişim sürecindeki katkılardan dolayı Uğur Çalbay'a teşekkür ederiz.

* Yazarlar herhangi bir çıkar ilişkisi içinde bulunmadıklarını bildirmiştir.



C	İLETİŞİM İÇİN: Murat Topaloğlu Trakya Üniversitesi, Keşan Yusuf Çapraz Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Edirne murattopaloglu@trakya.edu.tr
✓	GÖNDERİLDİĞİ TARİH: 22 / 10 / 2014 • KABUL TARİHİ: 04 / 03 / 2015

KAYNAKLAR

1. Abaoğlu C, Aleksanyan V. Semptomdan Teşhise, 7. Baskı, Filiz Kitabevi, İstanbul 1980: 438.
2. Mendonça EA. Clinical decision support systems: perspectives in dentistry. J Dent Educ 2004; 68: 589-597.
3. Cios KJ, Moore GW. Uniqueness of medical data mining. Artificial intelligence in medicine 2002; 26: 1-24.
4. Kocamaz K. Hastane yönetim bilgi sistemlerinde veri madenciliği. Yüksek Lisans Tezi, Konya: Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2007.
5. Berry MJ, Linoff G. Data mining techniques: for marketing, sales, and customer support. John Wiley & Sons, Inc.1997.
6. Nisbet R, Elder IV J, Miner G. Handbook of statistical analysis and data mining applications. Academic Press. 2009.
7. Özmen Ş. İş hayatı veri madenciliği ile istatistik uygulamalarını yeniden keşfediyor. 5. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu, 19-22 Eylül 2001 Adana.
8. Fayyad UM, Piatetsky-Shapiro G, Smyth P, et al. Advances in knowledge discovery and data mining. MIT Press. 1996.
9. Aftarczuk K. Evaluation of selected data mining algorithms implemented in medical DSS. MSc Thesis. Sweden, Ronneby: School of Engineering, Blekinge Institute of Technology, 2007.
10. Anooj PK. Clinical Decision Support System: Risk Level Prediction of Heart Disease Using Weighted Fuzzy Rules. Journal of King Saud University Computer and Information Sciences 2012; 24: 27-40.
11. Sprague HR, Carlson ED. Building Effective Decision Support Systems. Prentice-Hall 1982.
12. Piatetski G, Frawley W. Knowledge discovery in databases. MIT Press, 1991.
13. Persidis A, Persidis A. Medical Expert Systems: An Overview. J Manag Med 1991; 5: 27-34.
14. Uzoka FME, Osuji J, Obot O. Clinical decision support system (DSS) in the diagnosis of malaria: A case comparison of two soft computing methodologies. Expert Syst Appl 2011; 1537-1553.
15. Kumar DS, Sathyadevi G, Sivanesh S. Decision Support System for Medical Diagnosis Using Data Mining. International Journal of Computer Science Issues 2011; 8: 147.
16. Dogan S, Turkoglu I. Iron-Deficiency Anemia Detection From Hematology Parameters By Using Decision Trees. International Journal of Science & Technology 2008; 3: 85-92.
17. Tekin M. Üretim Yönetimi. Konya, Arı Ofset, p. [1] 16. 1996.
18. Esen HÖ. İşletme Yönetiminde Sistem Yaklaşımı. İ.Ü. İşletme Fak. 1985:52.
19. Silahtaroglu G. Veri Madenciliği: Kavram ve Algoritmaları, İstanbul, Papatya Yayıncılık 2013.
20. Cinsdikici M. Yapay Sinir Ağları. 20.10.2014. <http://ube.ege.edu.tr/~cinsdikici/UBI521/Chapter-1/cinsdikici-neural-net-giris.pdf>
21. Ren J, Lee SD, Chen X, et al. Naive bayes classification of uncertain data. ICDM'09. Ninth IEEE International Conference on Data Mining, 2009 Miami, p:944-949.