

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAŞ AĞRISI TEŞHİSİ İÇİN
BİR KARAR DESTEK SİSTEMİNİN
GELİŞTİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

Ufuk ÇELİK

Enstitü Anabilim Dalı : **BİLGİSAYAR VE BİLİŞİM
MÜHENDİSLİĞİ**
Enstitü Bilim Dalı : **BİLİŞİM TEKNOLOJİLERİ**
Tez Danışmanı : **Yrd. Doç. Dr. Nilüfer YURTAY**

Haziran 2015

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

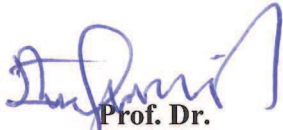
**BAŞ AĞRISI TEŞHİSİ İÇİN
BİR KARAR DESTEK SİSTEMİNİN
GELİŞTİRİLMESİ**

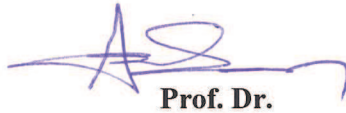
DOKTORA TEZİ

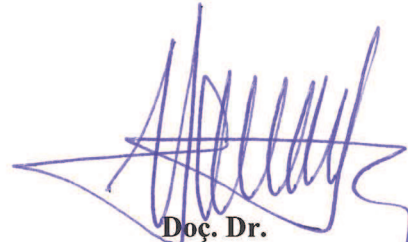
Ufuk ÇELİK

Enstitü Anabilim Dalı : **BİLGİSAYAR VE BİLİŞİM
MÜHENDİSLİĞİ**


Bu tez 04 / 06 /2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.


Prof. Dr.
Emin GÜNDOĞAR
Jüri Başkanı


Prof. Dr.
Ahmet Fevzi BABA
Üye


Doç. Dr.
Hayriye KORKMAZ
Üye


Doç. Dr.
Kürşat AYAN
Üye


Yrd. Doç. Dr.
Nilüfer YURTAY
Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Ufuk ÇELİK

04.06.2015

TEŞEKKÜR

Çalışmam boyunca beni tüm gayretiyle destekleyen tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Nilüfer YURTAY hocama, tez yöneticilerimden Prof. Dr. Emin GÜNDOĞAR hocama ve sabırla vermiş olduğu emekler için Doç. Dr. Kürşat AYAN hocama çok teşekkür ediyorum.

Bu tez kapsamında hasta kayıtları ile bilgilerini paylaşarak projeye destek sağlayan nöroloji uzmanları Yrd. Doç. Dr. Emine Rabia KOÇ, Yrd. Doç. Dr. Nermin TEPE ve Yrd. Doç. Dr. Halil GÜLLÜOĞLU hocalarıma teşekkür ederim.

Baş ağrıları konusunda öğrettiği bilgilerle baş ağrısı takip ve teşhis sisteminin geliştirilmesine katkı sağlayan değerli nöroloji uzmanı Prof. Dr. Mustafa ERTAŞ hocama teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemde destek olan annem, babam, kardeşim ve tanıdıklarına teşekkür ediyor merhum anneannem Mübeher İLÇİN'i saygı ve minnetle anıyorum.

Bu tezi sevgili eşim Pınar ve kızım Öykü Maya 'ya ithaf ediyorum...

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ	ix
ÖZET.....	xi
SUMMARY	xii
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
1.1. Baş Ağrısı Sorunu	1
1.2. Bilgisayar Destekli Baş Ağrısı Takip Sistemleri ve Bu Alanda Yapılan Çalışmalar.....	3
BÖLÜM 2.	
BAŞ AĞRISI KRİTERLERİ.....	15
2.1. Birincil Baş Ağrısı Kriterleri	15
2.2. Kriterlerin Kullanımı	19
2.3. Migren Baş Ağrılarının Tanı Ölçütleri.....	22
2.4. Gerilim Tipi Baş Ağrılarının Tanı Ölçütleri.....	31
2.5. Küme Baş Ağrılarının Tanı Ölçütleri.....	35
2.6. Diğer Birincil Baş Ağrılarının Tanı Ölçütleri	38
BÖLÜM 3.	
MIGBASE BAŞ AĞRISI TAKİP VE TEŞHİS SİSTEMİ	42
3.1. Nöroloji Eğitimi.....	42
3.2. Baş Ağrısı Takip ve Teşhis Sisteminin Geliştirilmesi.....	43
3.3. Baş Ağrısı Takip ve Teşhis Sisteminde Veri Girişleri.....	46

BÖLÜM 4.

BAŞ AĞRISI TEŞHİS ALGORİTMALARI	58
4.1. WEKA ile Veri Madenciliği.....	61
4.2. ROC Analizi.....	63
4.3. Kural Tabanlı Sınıflandırma	65
4.4. Yapay Bağışıklık Sistemleri ile Sınıflandırma.....	69
4.4.1. Immunos algoritmaları	72
4.4.2. Yapay bağışıklık tanıma sistemi algoritmaları.....	80
4.4.3. Klonal seçim algoritmaları	88
4.5. Sürü Zekâsı Algoritmaları ile Kural Çıkarımı	94
4.5.1. Karınca koloni algoritması	94
4.5.2. Yapay arı koloni algoritması	100

BÖLÜM 5.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER	107
5.1. Sonuçlar	107
5.2. Öneriler	111
KAYNAKLAR.....	114
EKLER.....	123
ÖZGEÇMİŞ	126

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

af_i	: AIS algoritmalarında i sırasındaki afinite değeri
ab_i	: AIS algoritmalarında i sırasındaki antikör değeri
ag_i	: AIS algoritmalarında i sırasındaki antijen değeri
N_B	: Immunos-99 algoritmasında sıralanmış popülasyondaki toplam B-hücre sayısı
r_i	: Immunos-99 algoritmasında i sırasındaki B-hücre için derecelendirme oranı
S	: Immunos-99 algoritmasında popülasyondaki toplam B-hücre sayısı
N_{ag}	: Immunos-99 algoritmasında aynı sınıftaki antijenlerin toplam sayısı
β	: CSCA klonal faktörü
N_{ab}	: CSCA antikör havuz ölçüsü
D	: CSCA Hamming uzaklığında bit dizisinin uzunluğu
f_i	: CSCA antikör uygunluk değeri
P_{ij}	: AC algoritmasında bir niteliğin olasılık değeri
$H(W A_i = V_{ij})$: AC algoritmasında entropiye dayalı bilgi kazancı
η_{ij}	: AC algoritmasında bir niteliğin sezgisel değeri
τ_{ij}	: AC algoritmasında feromon seviyesi
Q	: AC ve ABC algoritmalarında bir kuralın kalitesi
X_{ij}	: ABC algoritmasında rastgele bir yiyecek kaynağı
V_{ij}	: ABC algoritmasında rastgele bir yiyeceğin komşuluğu
$uygunluk_i$: ABC algoritmasında i kademesindeki bir kuralın uygunluk değeri
P_i	: ABC algoritmasında bir niteliğin olası seçilme değeri
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü

IHS	: Uluslararası Baş Ağrısı Derneği
ICHD	: Baş Ağrısı Bozukluklarının Uluslararası Sınıflaması
ROC	: Alıcı İşlem Karakteristiği
DP	: Gerçekte ve tanı testinde hasta olan kişiler
YP	: Gerçekte hasta olmayan, tanı testinde hasta olan kişiler
YN	: Gerçekte hasta olan, tanı testinde hasta olmayan kişiler
DN	: Gerçekte ve tanı testinde hasta olmayan kişiler
AIS	: Yapay Bağışıklık Sistemi
CSCA	: Klonal Seçim Sınıflandırma Algoritması
AIRS	: Yapay Bağışıklık Tanıma Sistemi
ARB	: Yapay Tanıma Toplari
CLONALG	: Klonal Algoritma
AC	: Karınca Koloni
ABC	: Yapay Arı Koloni

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	İtalyan baş ağrısı merkezi uygulaması hasta bilgileri ekranı	4
Şekil 1.2.	CLIPS uygulaması teşhis formu	5
Şekil 1.3.	Baş ağrısı teşhisi için bir Windows masaüstü uygulaması	6
Şekil 1.4.	Örnek bir baş ağrısı takip günlüğü.....	7
Şekil 1.5.	J2ME baş ağrısı takip sistemi	8
Şekil 1.6.	MobiDiagnosis baş ağrısı takip sistemi	9
Şekil 1.7.	PalmDevice baş ağrısı takip günlüğü.....	9
Şekil 1.8.	iHeadache baş ağrısı takip uygulaması	10
Şekil 1.9.	ecoHeadache iPhone baş ağrısı takip uygulaması	11
Şekil 1.10.	Froggyware Headache Diary Pro baş ağrısı takip uygulaması	11
Şekil 1.11.	Apcellent Headache Diary Pro baş ağrısı takip uygulaması.....	12
Şekil 1.12.	Headache Note-be healthier baş ağrısı takip uygulaması	12
Şekil 1.13.	MigBase android baş ağrısı takip uygulaması	13
Şekil 2.1.	Aura yaşayan bir hastanın görme bozukluğu.....	22
Şekil 2.2.	Migren baş ağrısı türleri.....	30
Şekil 2.3.	Gerilim tipi baş ağrısı türleri.....	34
Şekil 2.4.	Küme baş ağrısı türleri.....	38
Şekil 2.5.	Diğer birincil baş ağrısı türleri.....	41
Şekil 3.1.	Baş ağrısı takip ve teşhis sisteminin genel mimarisi	44
Şekil 3.2.	Kullanıcılar tarafından sistemin genel modeli	45
Şekil 3.3.	Hastanın baş ağrısı teşhis işlemi	45
Şekil 3.4.	Doktorun baş ağrısı teşhis işlemi	46
Şekil 3.5.	Baş ağrısı veri girişi	47
Şekil 3.6.	Aura veri girişi	48
Şekil 3.7.	İlaç veri girişi	49
Şekil 3.8.	Bir hastanın aylık takvim görünümü.....	50
Şekil 3.9.	Bir hastanın haftalık takvim görünümü	50

Şekil 3.10.	Birincil baş ağrısı problemi olmayan bir hastanın teşhisi	54
Şekil 3.11.	Migren baş ağrısı tanısı alan bir hastanın teşhisi	55
Şekil 3.12.	Gerilim tipi baş ağrısı tanısı alan bir hastanın teşhisi	56
Şekil 3.13.	Küme baş ağrısı tanısı alan bir hastanın teşhisi	57
Şekil 4.1.	WEKA uygulaması ARFF dosyası örneği	61
Şekil 4.2.	WEKA uygulaması ön işlem (preprocess) paneli	62
Şekil 4.3.	WEKA uygulaması sınıflama (classify) paneli	62
Şekil 4.4.	B-hücresi	71
Şekil 4.5.	T-hücresi	72
Şekil 4.6.	Immunos-81 algoritmasının eğitim modeli akış diyagramı	73
Şekil 4.7.	Immunos-81 algoritmasının sınıflama modeli akış diyagramı	73
Şekil 4.8.	Immunos-99 algoritmasının eğitim ve sınıflama modeli akış diyagramı	77
Şekil 4.9.	AIRS algoritmasının sınıflama modeli akış diyagramı	81
Şekil 4.10.	CLONALG sınıflama modeli akış diyagramı	89
Şekil 4.11.	CSCA sınıflama modeli akış diyagramı	92
Şekil 4.12.	Karıncaların yiyecek arayışı	95
Şekil 4.13.	AC algoritmasının sınıflama ile kural çıkarım modeli akış diyagramı	96
Şekil 4.14.	AC algoritmasının sınıflaması ile oluşturulan kurallar	100
Şekil 4.15.	ABC algoritmasının sınıflama ile kural çıkarım modeli akış diyagramı	104
Şekil 4.16.	ABC algoritmasının sınıflaması ile oluşturulan kurallar	106

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1.	Birincil baş ağrısı kriterleri	17
Tablo 3.1.	Baş ağrısı teşhis soruları	51
Tablo 3.2.	Baş ağrısı süresinin saniye bazında harf aralığı.....	54
Tablo 4.1.	Veritabanı teşhis tablosu yapısı	59
Tablo 4.2.	Tanı testi karar matrisi	63
Tablo 4.3.	Kural tabanlı sınıflamanın karşılaştırma matrisi.....	68
Tablo 4.4.	Kural tabanlı sınıflamanın baş ağrısı türlerine göre performansı	69
Tablo 4.5.	Kural tabanlı sınıflamanın genel performansı.....	69
Tablo 4.6.	Immunos-1 algoritmasının sınıflama karşılaştırma matrisi	74
Tablo 4.7.	Immunos-1 algoritmasının baş ağrısı türlerine göre sınıflama performansı	75
Tablo 4.8.	Immunos-1 algoritmasının genel sınıflama performansı	75
Tablo 4.9.	Immunos-2 algoritmasının sınıflama karşılaştırma matrisi	76
Tablo 4.10.	Immunos-2 algoritmasının baş ağrısı türlerine göre sınıflama performansı	76
Tablo 4.11.	Immunos-2 algoritmasının genel sınıflama performansı	77
Tablo 4.12.	Immunos-99 algoritmasının sınıflama karşılaştırma matrisi	79
Tablo 4.13.	Immunos-99 algoritmasının baş ağrısı türlerine göre sınıflama performansı	79
Tablo 4.14.	Immunos-99 algoritmasının genel sınıflama performansı	80
Tablo 4.15.	AIRS1 algoritmasının sınıflama karşılaştırma matrisi.....	83
Tablo 4.16.	AIRS1 algoritmasının baş ağrısı türlerine göre sınıflama performansı	84
Tablo 4.17.	AIRS1 algoritmasının genel sınıflama performansı	84
Tablo 4.18.	AIRS2 algoritmasının sınıflama karşılaştırma matrisi.....	85
Tablo 4.19.	AIRS2 algoritmasının baş ağrısı türlerine göre sınıflama performansı	86
Tablo 4.20.	AIRS2 algoritmasının genel sınıflama performansı	86

Tablo 4.21. Paralel AIRS2 algoritmasının sınıflama karşılaştırma matrisi.....	87
Tablo 4.22. Paralel AIRS2 algoritmasının baş ağırsı türlerine göre sınıflama performansı	87
Tablo 4.23. Paralel AIRS2 algoritmasının genel sınıflama performansı	88
Tablo 4.24. CLONALG sınıflama karşılaştırma matrisi.....	90
Tablo 4.25. CLONALG baş ağırsı türlerine göre sınıflama performansı	90
Tablo 4.26. CLONALG genel sınıflama performansı.....	91
Tablo 4.27. CSCA sınıflama karşılaştırma matrisi	92
Tablo 4.28. CSCA baş ağırsı türlerine göre sınıflama performansı	93
Tablo 4.29. CSCA genel sınıflama performansı	93
Tablo 4.30. AC algoritmasının sınıflama karşılaştırma matrisi	98
Tablo 4.31. AC algoritmasının baş ağırsı türlerine göre sınıflama performansı	99
Tablo 4.32. AC algoritmasının genel sınıflama performansı	99
Tablo 4.33. ABC algoritmasının sınıflaması için seçilen nitelikler	101
Tablo 4.34. ABC algoritmasının sınıflama karşılaştırma matrisi.....	105
Tablo 4.35. ABC algoritmasının baş ağırsı türlerine göre sınıflama performansı	105
Tablo 4.36. ABC algoritmasının genel sınıflama performansı	106

ÖZET

Anahtar kelimeler: Veri madenciliği, klinik karar destek sistemleri, bilgisayar destekli teşhis, sınıflandırma, kural tabanlı sınıflandırıcılar, yapay bağışıklık sistemi, karınca koloni, yapay arı koloni

Baş ağrısı yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyen yaygın bir sağlık sorunudur. Çoğunlukla selim bir ağrı türüdür ve zamanla kendiliğinden geçer. Ancak herhangi bir etiyoolojiye dayanmayan başlı başına hastalık olan türleri mevcuttur. Bu türler uzman bir nöroloji doktoru eşliğinde tedavi gerektirir. Baş ağrılarının teşhisi ve tedavisi için Uluslararası Baş Ağrısı Derneği tarafından yayınlanan sınıflama kriterleri kullanılır. Bu kriterler, birbirlerine benzeyen ve birbirleri ile şartlı ilişkilere sahip, karmaşık birçok maddeden oluşmaktadır. Kriterlerin doğru kullanılması ve hastanın düzenli şekilde takip edilmesiyle en doğru teşhis konulabilir ve uygun tedavi yapılabilir.

Bu tezde, baş ağrılarını doğru bir şekilde teşhis edebilmek ve hastalığın ilerleyişini kontrol etmek amacıyla bilgisayar destekli bir takip ve kriterlere göre bir sınıflama sisteminin geliştirilmesi anlatılmıştır. Bu sistem kullanılarak toplanan hasta kayıtları ile veri madenciliği yapılmış ve farklı algoritmalar doğruluk, hassasiyet ve kesinlik açısından karşılaştırılmıştır.

Sistem web tabanlı olarak geliştirilmiş olup, kural tabanlı bir algoritma ile baş ağrısı teşhis kriterlerine göre sınıflama yapmaktadır. Ayrıca sistemde bir takvim modülü hazırlanmış olup, hastaların baş ağrısı ve aura atakları yanı sıra ilaç kullanımları da aylık, haftalık ve günlük olarak bu modül yardımı ile takip edilebilmektedir.

Türkiye'nin üç farklı şehirden elde edilen 850 hasta kaydı ile yapay bağışıklık sistemi algoritmaları, karınca koloni algoritması ve yapay arı koloni algoritmasının sınıflandırma performansları gözlemlenmiştir. Ancak kural tabanlı sınıflama algoritması baş ağrılarının alt kümelerini de teşhis ederken, yapay zekâ algoritmaları eğitim verilerinin çeşitliğinin az olması sebebiyle sadece ana gruptaki baş ağrılarını sınıflandırabilmektedir. Alt kümeler sınıflandırıldığı zaman doğruluk oranı azalmaktadır.

DEVELOPMENT OF A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR HEADACHE DIAGNOSIS

SUMMARY

Keywords: data mining, clinical decision support systems, computer-aided diagnosis, classification, rule-based classifiers, artificial immune systems, ant colony, artificial bee colony

Headache is a common health problem which negatively affects life quality. Mostly, it is a benign pain and it disappears in time without treatment. However, there are some headache types which are diseases on their own that do not have an underlying etiology. Thus, they require medical treatment with guidance of a neurologist. The criteria published by International Headache Society are used for headache diagnosis and treatment. These criteria involve several complex criterion which are similar and related to each other with several conditions. The most precise diagnosis result can be reached by patients' regular follow-up and the right use of criteria.

In this thesis, the development of a classification system based on the criteria and computer-aided patient follow-up in order to control the progress of disease for correct diagnosis of headaches was explained. Data mining was used with the gathered patients' records by using this system and different algorithms are compared in terms of accuracy, sensitivity and specificity.

The system was developed as web-based and it makes classification according to the headache diagnosis criteria through the use of the rule based algorithm. Additionally, a calendar module was prepared and the patients' daily, weekly and monthly headache and aura attacks as well as the medication usage could be followed with the help of this module.

The classification performance of the artificial immune system algorithms, the ant colony algorithm and the artificial bee colony algorithm were evaluated with the use of 850 patients' records from three different cities of Turkey. Although the rule based classification algorithm was able to classify all the sub-groups of the main types of headaches, the artificial intelligence algorithms could only classify the main types of headaches due to the lack of diversity in training data. Accuracy value decreased when the sub-groups of headaches were classified.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Doğru karar vermek için yeterli bilgiye ihtiyaç vardır. Yeterli bilgi için ise konu hakkında ayrıntılı veriler gerekir. Karar vericinin en doğru sonuca ulaşması için problem hakkındaki deneyimlerine dayanarak elde edilen verilerle mevcut durum bilgisini iyi yorumlaması gerekir. Doktorlar da tıbbi problemler karşısında doğru teşhisi koymak ve gerekli tedaviyi uygulamakla yükümlü kişilerdir. Doktorların karar verme süreçlerinde hastanın hikâyesini iyi anlaması ve şikâyetlerini deneyimlerine dayanarak yorumlaması doğru bir teşhis ve tedavi için önem arz etmektedir. Böyle bir süreçte bilgisayar destekli teşhis sistemleri doktorlar için çok faydalı olmaktadır. Bu sebeple klinik karar destek sistemleri günden güne yaygınlaşmaktadır. Bu uygulamalar sadece hasta kayıtlarını saklamaktan ibaret olmayıp teşhis için alternatif çözümleri test etme ve verileri farklı açılardan gözleme imkânı sağlar. Klinik karar destek sistemleri tıbbi birçok alanda kullanılsa da nöroloji konusunda örnekleri ve özellikle baş ağrılarının teşhisi için geliştirilen uygulamaların sayısı yok denecek kadar azdır.

1.1. Baş Ağrısı Sorunu

Baş ağrısı kafada ağrılı bir durumdur. Ancak nörisseptörleri olmadığı için ağrı beyinde oluşmaz. Başın derisi, yüz, ağız, baştaki kaslar, boğazdaki sinirler, meninjiler ve kan damarları ağrıya duyarlıdır. Beyin ve omuriliğin etrafındaki membran nörisseptörlerle dolu olduğu için bunların uyarılması ağrıya sebep olur [1].

Baş ağrısı kişinin sosyal, eğitim ve iş hayatını zorlaştıran veya bunlardan uzaklaştıran bir sağlık sorunudur. Neredeyse her insanda görülen bu durum ciddi boyutlara ulaşabilir. Özellikle migren en çok görülen baş ağrısı türüdür. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından 2011 yılında toplamda 101 ülkenin katılımı ile

gerçekleştirilen bir prevalans çalışması sonucunda yayınlanan Baş Ağrısı Atlası [2] verilerine göre 18–65 yaş arası insanların %50'si ile %75'i arasındakiler son bir yıl içerisinde baş ağrısı sorunu yaşamıştır. Aynı verilere göre insanların %10'dan fazlası migrenli olup %1.7'si ile %4'ü arasındakiler ayda on beş gün veya daha fazla sürede baş ağrısı sorunu yaşamaktadır. Dünya genelinde baş ağrısı sorunu yaşayan insanların %50'si doktora gitmeden kendi kendine tedavi olmaya çalışmaktadır.

Türkiye'de 2012 yılında yayınlanan baş ağrısı prevalans çalışması [3] sonuçlarına göre 18–65 yaş arası 5323 hasta incelenmiş ve %44.6'sı son bir yıl içerisinde baş ağrısı sorunu yaşamıştır. Migren ve olası migren hastalarının prevalansı %28.8 iken gerilim tipi ve olası gerilim tipi baş ağrısı hastalarının prevalansı %14.5 olarak tespit edilmiştir. Dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de baş ağrısı sorunu yaşayan insanların yarısı doktora başvurmaktadır. Migrenli hastaların doktor tarafından doğru teşhis edilebilmesi oranının %70 olması ise dikkat çekicidir.

Baş ağrılarının çeşitliliği, belirtilerinin birbirleri ile yakın benzerlikleri, hasta takibinin uzun zaman alması veya yoğun hastane koşullarında kısa süreli hasta muayenesi [4] sebebiyle yanlış teşhisler konulabilmektedir. Buna bağlı olarak yanlış ilaç kullanımı sorunu, zaman ve işgücü kaybı ile maddi kayıplar ortaya çıkmaktadır. Bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak için bilgisayar destekli baş ağrısı takibi ve teşhisi için karar destek sisteminin faydalı bir uygulama olacağı düşünülmüştür.

Bu tez kapsamında yapılan çalışmalar aşağıdaki maddeler ile özetlenebilir.

1. Baş ağrısı semptomlarını takip edebilmek için pratik bir yöntem geliştirilmesi
2. Baş ağrısı teşhisi için bir karar destek sisteminin sunulması
3. Doktor ve hastalar için bir teşhis önerisinde bulunabilmek
4. Baş ağrısı kriterlerinin daha etkin bir şekilde takip edilebilmesi
5. Baş ağrısı veritabanı oluşturulması
6. Baş ağrısı teşhisi için kural tabanlı bir sınıflama algoritmasının geliştirilmesi
7. Yapay bağışıklık sistemi algoritmaları ve genellikle lineer olmayan sistemlerin optimizasyonu için kullanılan karınca koloni ile yapay arı koloni algoritmalarının baş ağrısı sınıflaması için performansının incelenmesi

1.2. Bilgisayar Destekli Baş Ağrısı Takip Sistemleri ve Bu Alanda Yapılan Çalışmalar

Tıbbi bilişim alanında bilgisayar destekli yapılan çalışmalar [5-9] özellikle web tabanlı uygulamalarla [10-13] her geçen gün artmaktadır. Yapay zekâ yöntemleri ile yapılan teşhislerin doğruluk oranları %90'ların üstüne çıkmaktadır [14-16]. Bilgisayar destekli teşhis yöntemlerinden farklı birçok tıbbi alanda faydalanılmakla beraber baş ağrısı teşhis uygulamaları yaygın değildir. Bu sebeple baş ağrılarının hızlı ve kolay bir şekilde teşhis edilebilmesi için bilgisayar destekli etkin bir sistemin geliştirilmesi tıbbi bilişim açısından yararlı bir uygulama olacağı düşünülmektedir.

Bilgisayar destekli baş ağrısı teşhisi için Uluslararası Baş Ağrısı Derneği (International Headache Society (IHS)) [17] tarafından 1988 yılından itibaren yayınlanmaya başlanan Baş Ağrısı Bozukluklarının Uluslararası Sınıflaması (International Classification of Headache Disorders (ICHD)) [18] kriterleri kullanılmaktadır.

Geliştirilen ilk uygulama dBase veritabanı ile hazırlanan bir yazılımla [19] hastaların ICHD 1'inci versiyon kriterlerine göre kayıt edilmesi ve istatistiksel analizlerinin yapılması olmuştur.

Bu çalışmada dokuz farklı İtalyan baş ağrısı merkezindeki 500 kişi incelenmiş ancak sadece 345 tanesine teşhis konulabilmiştir. 155 kişinin kayıtları bazı belirtilerinin sisteme girilmemesi sebebiyle kullanılamamıştır. 243 kişiye aurasız migren, 20 kişiye auralı migren, 22 kişiye epizodik gerilim tipi baş ağrısı, 25 kişiye kronik gerilim tipi baş ağrısı, 18 kişiye ise küme baş ağrısı tanısı konurken 17 kişi herhangi bir sınıflamaya girmemiştir.

Bu uygulamaya ait ekran görüntüsü Şekil 1.1 ile verilmiştir. İlk ekranda baş ağrısı şiddeti, süresi, yerleşimi gibi belirtiler kayıt edilirken ikinci ekranda aura atağı sırasında meydana gelen durum bilgileri kayıt edilir.

Headache Electronic Sheet 1/2

First visit Clinical Sheet No: **2001/00176** Patient: **NAME** Date of the visit: **01/30/2001**

Prevailing headache form

Previous attacks **Frequency** **Duration** **days of headache / month** **Period of observation** **Free interval (hours)**

number: **0** per year: **0** per month: **0,0** per day: **0,0** minutes: **0** hours: **0** days: **0** **0** < 6 M ≥ 6 M N.A. **0**

Pain location **Sites** **Quality of pain** **Accompanying symptoms** **Associated signs**

Unilateral Frontal Pulsating Nausea Conjunctival injection

Bilateral Temporal Pressing Vomiting Lacrimation

Periorb.* Parietal Other Anorexia Nasal congestion

N.A. Orbital N.A. Photophobia Rhinorrhea

Supraorbital Vertex Phono and photophobia but not at the same time Facial sweating

Intensity Neck Occipital Miosis

Mild Like a ring Pilois

Moderate Diffuse Eyelid edema

Severe Aggravation by routine physical activity (Y/N) **N** None

N.A.

Notes

Diagnosis

Second Page

Save **Exit**

* Unilateral orbital, supraorbital and/or temporal pain

Headache Electronic Sheet 2/2

First Visit Clinical sheet No: **2001/00176** Patient: **NAME** Date of the visit: **01/30/2001**

Prevailing headache form

Aura **Exclusion of a Secondary Headache *** **Aura Symptoms**

Present (Y/N) **Y** (Y/N) **Y** Visual symptoms in both eyes ** Aphasia or unclassifiable speech difficulty

Duration Headache follows Aura Unilateral Paresthesia Vertigo

minutes: **0** hours: **0** days: **0** Reversible symptoms of Aura Bilateral Paresthesias Tinnitus

Development time (minutes): **0** Free interval from Aura to Headache (minutes): **0** Unilateral Weakness Decreased Hearing

Identical attacks in at least a first degree relative (Y/N) Bilateral Pareses Double Vision

Tension-Type Headache Hemiparesis Ataxia

Increased tenderness of pericranial muscles (Y/N) Dysarthria Decreased level of Consciousness

High EMG levels (Y/N) Other

Cluster Headache

Duration: days: **0** months: **0** Free interval: days: **0** months: **0** **Diagnosis**

Number of Cluster: **0** Responsiveness to Indomethacin (Y/N) **First Page**

Ischemic lesion vs headache Congruous Not Congruous N.A. **Print**

Save **Exit**

Şekil 1.1. İtalyan baş ağrısı merkezi uygulaması hasta bilgileri ekranı

İtalya'da geliştirilen klinik amaçlı bir başka yazılımda [20] ise ICHD 1'inci versiyon kriterlerine göre sadece hasta kayıtlarının tutulması amaçlanmıştır. Aynı şekilde İtalya'da [21] Microsoft Access ile geliştirilen diğer bir uygulama da hasta kayıt sistemidir. Bu uygulamalar herhangi bir yapay zekâ yöntemi içermez. Sadece hastaların bilgileri ile doktorların muayene sonuçlarını kayda almaktadır.

Yapay zekâ kullanılan bir çalışma [22] ise şu an için aktif durumda olmayıp, HTML formlarından gelen bilgilerle CLIPS dilinde geliştirilen kural tabanlı bir algoritma sayesinde teşhis koymaktadır. Ancak bu uygulamayla sadece 6 hasta analiz edilmiş ve daha çok teşhis sorularının hazırlanışı ile bu soruların sonuçlara etkisi incelenmiştir. Uygulamanın teşhis formu Şekil 1.2 ile gösterilmiştir.

Please enter general information:

Facility name

Date

Patient Details:

- First Name
- Last Name
- Medical Record Number
- Gender
- Age (in years)
- Zip Code

• Where does your headache BEGIN? (Check ALL that apply)

Right Side Left Side Forehead Back of head

• How does your headache feel? (Check the SINGLE answer that best describes your typical headache)

Throbbing Dull Aching Other

• I have about headaches per month

Please check ALL the symptoms that usually accompany your headache:

- Nausea
- Vomiting
- Sensitivity to bright light
- Sensitivity to loud noise
- Worsening of pain with movement
- My headaches began when I was about years old

Please check ALL of the following that apply:

• My headache sometimes interferes with following activity:

School Work Social None of these

A family history of headache:

• Do any of your close relatives have significant headaches

Please check ALL of the following which describe your headache:

- Can be triggered by certain foods, odors, stress or weather change
- Occurs during menstruation, ovulation, menopause or oral contraceptives administration
- Occurs with or after sustained exertion
- Begins with a visual or other warning before the headache begins
- Improves with sleep

Şekil 1.2. CLIPS uygulaması teşhis formu

Veri madenciliği yöntemleri ile çalışan Pryse-Philips v.d., [23] kliniğe başvuran hastalara uygulanan bir anket çalışmasında sadece migren teşhisi yapmıştır. Bu doğrultuda bir karar ağacı geliştirilmiş ve buna göre 412 kişiye migren olduğu, 49 kişinin ise migren olmadığı teşhisi konmuştur. Bunun yanı sıra Maizel ve Wolfe [24] MS SQL Server veritabanı kullandıkları ve ASP programlama dili ile geliştirdikleri bir web uygulamasında epizodik migren, gerilim tipi ve küme baş ağrılarını doğru bir şekilde sınıflandırabilmiştir. 135 hastanın web üzerinden anket ile katıldığı uygulama, ICHD 1'inci versiyona göre hazırlanmış olsa da şu anda aktif değildir. Sarchielli v.d., [25] ise özellikle birincil kronik baş ağrılarını teşhis etmiştir. Çalışmada “Primary Headaches Analyser 1.0” isimli bir yazılım kullanılmış ve 200 kişi incelenmiştir. Yazılım günümüzde bulunmamaktadır. Başka bir çalışmada ise Krawczyk v.d., [26] çeşitli makine öğrenmesi algoritmaları (Naive Bayes, karar destek sistemleri, C4.5, Random Forest, AdaBoost M1, Bagging) denemiş ve %80 gibi bir doğruluk oranı elde etmişlerdir. Ancak bu oran bir klinik karar sistemi için yeterli olmayabilir. Baş ağrısı teşhisi için geliştirilen Windows tabanlı bir masaüstü uygulamasında [27] ise %100 doğruluk oranı bulunmuş ama sadece 80 hasta ile analiz yapılmıştır. Programın baş ağrısı niteliğine ait ekran görüntüsü Şekil 1.3 ile verilmiştir.

The screenshot displays a Windows desktop application window titled "Primary Headaches Analyser 1.0". The interface is divided into several sections:

- Patient Information:** Name, Family: q, Age, Id: 203. A "Print" button is located to the right.
- Navigation:** A series of tabs: "Part I. Quantity", "Part II. QUALITY OF HEADACHE" (selected), "Part III. Aura", "Part VI: Other primary headaches", "Cluster specific questions", and "Other notes". "Back" and "Next" buttons are also present.
- Questions and Answers:**
 - Question 1:** "Where is the location of your headache?" with checkboxes for: Supra-orbital, Occipital, Temporal, Orbital, Diffuse, Frontal, Parietal, Cervical, and "Headache accompanies with pericranial tenderness".
 - Question 2:** "Where is the position of your headache?" with radio buttons for "Unilateral" (selected) and "Bilateral".
 - Question 3:** "Does your headache occur suddenly?" with radio buttons for "Yes" (selected) and "No".
 - Question 4:** "How is the quality of your headache?" with radio buttons for "Pulsating", "Throbbing", "pressing", and "vague" (selected).
 - Question 5:** "Which one exists during your headache?" with checkboxes for "Nausea", "Phonophobia (fear of sound)", "Photophobia (fear of light)", and "Vomiting".

Şekil 1.3. Baş ağrısı teşhisi için bir Windows masaüstü uygulaması

Bulanık mantık ile geliştirilen bir baş ağrısı teşhisi algoritmasında %100 doğruluk oranı görülsede sadece 80 hasta ile çalışılmıştır [28]. Ancak bu sayı baş ağrısı hastalarını modellemek için yeterli bir örneklem sayısı değildir.

Bazı uygulamalarda baş ağrısı takip günlükleri [29-31] hazırlanmış ve hastaların durumu bu günlükler ile takip edilmiştir. Örnek bir baş ağrısı takip günlüğü Şekil 1.4 ile gösterilmiştir.

After each question put one X in the box which is most appropriate.

Name: _____ Birthday: _____

19	Date:	/	/	/	/	/	/	/	/
When did the headache begin?	Indicate nearest hour:								
Just before the headache began, was there any disturbance of	vision:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	other senses:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Was the headache	rightsided:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	leftsided:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	both sides:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Was the headache	pulsating/throbbing:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	pressing/tightening:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Was the headache) See below	mild:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	moderate:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	severe:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Did the headache change with physical activity such as walking stairs	worse:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	unchanged:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	better:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Did you suffer from nausea?	no:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	mild:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	moderate:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	severe:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Were you bothered by light?	no:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	mildly:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	moderately:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	severely:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Were you bothered by sounds?	no:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	mildly:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	moderately:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	severely:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
When did the headache disappear?	Indicate nearest hour:								
Did anything provoke this attack?	specify:								
Did you take any medicine? Mention each different compound, how much you took, and when you took it (nearest hour).	name:								
	how much:								
	time:								
	name:								
	how much:								
	time:								

*Mild: Does not inhibit work performance or other activities
Moderate: Inhibits, but does not prohibit work performance and other activities
Severe: Prohibits work and other activities

Copyright: Foundation for Migraine Research c/o Jes Olesen, Copenhagen, Denmark.

Şekil 1.4. Örnek bir baş ağrısı takip günlüğü

Bilgisayar destekli baş ağrısı teşhis uygulamalarının bazılarında [32] anket verilerine göre sınıflandırma yapılırken bazılarında ise [33-35] kural çıkarımı yapılmıştır.

Kural tabanlı ve vaka tabanlı teşhis sistemlerinin hibrit olarak geliştirildiği bir uygulamada Zimming v.d., [36] daha iyi bir doğruluk oranı yakalamıştır. Başka bir çalışmada [37] ise karınca koloni algoritması ile kümeleme yapılarak baş ağrısı teşhisi konulmuştur.

Gelişen teknoloji ile beraber mobil cihazlarda da baş ağrısı takip uygulamalarının sayısı artmıştır. Örneğin Takeuchi v.d., [38] Java 2 Micro Edition [39] programlama dili tabanlı i-appli platformu üzerinde Doja sistemi [40] ile geliştirdiği mobil uygulamasında hastaların takibi için bir takvim kullanmıştır. Sistem cep telefonundan alınan bilgilerin bir web server üzerinde saklanması prensibine dayanmaktadır. Şekil 1.5 ile gösterilen uygulama özellikle Japonya için geliştirilmiştir.



Şekil 1.5. J2ME baş ağrısı takip sistemi

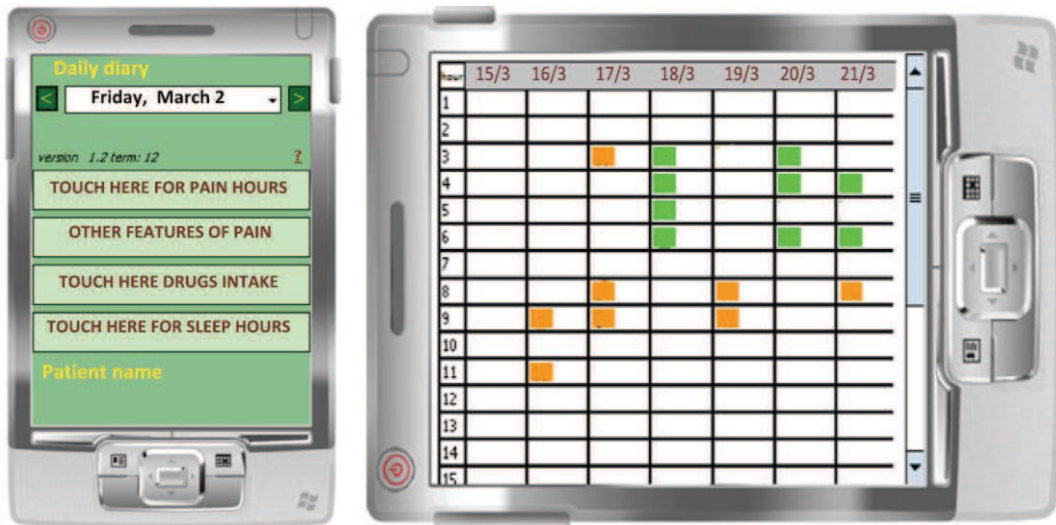
Şekil 1.6 ile gösterilen diğer bir mobil uygulama [41] ise hem cep telefonu üzerinden çalışmakta hem de masaüstü uygulaması ile doktorlara büyük kolaylık sağlamaktadır.



Şekil 1.6. MobiDiagnosis baş ağrısı takip sistemi

MobiDiagnosis isimli bu uygulama Kolombiya Bogota'da Kenedy Nöroloji Hastanesinde halen aktif olarak kullanılmaktadır. 2008 yılında 13000 hasta bu program tarafından incelenmiş ve 3960 hasta bir uzman doktora yönlendirilmiştir. Kullanılabilirlik testlerinde de başarı gösteren uygulama dışarıya açık olmayıp sadece bu hastane tarafından çalıştırılmaktadır.

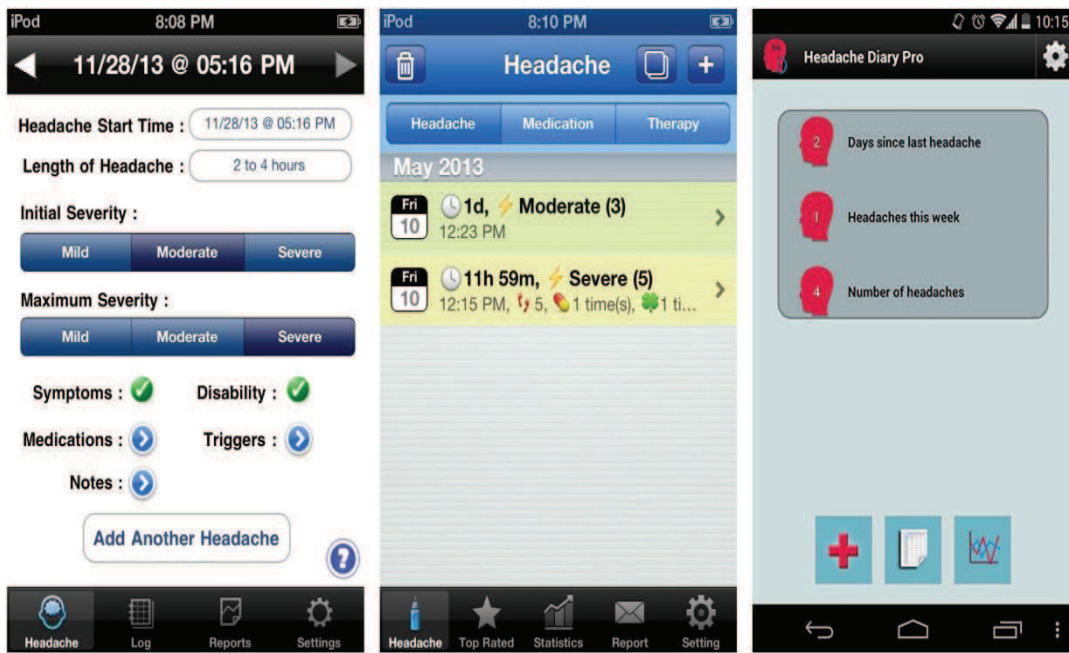
El bilgisayarları (Palm Devices) için geliştirilen bir başka uygulamada [42] ise 85 kayıtlı hastanın baş ağrısı süreçleri toplamda 504 gün boyunca bir takvim üzerinden takip edilmiştir. Uygulamanın veri girişi ve takvim ekranı Şekil 1.7 ile gösterilmiştir.



Şekil 1.7. PalmDevice baş ağrısı takip günlüğü

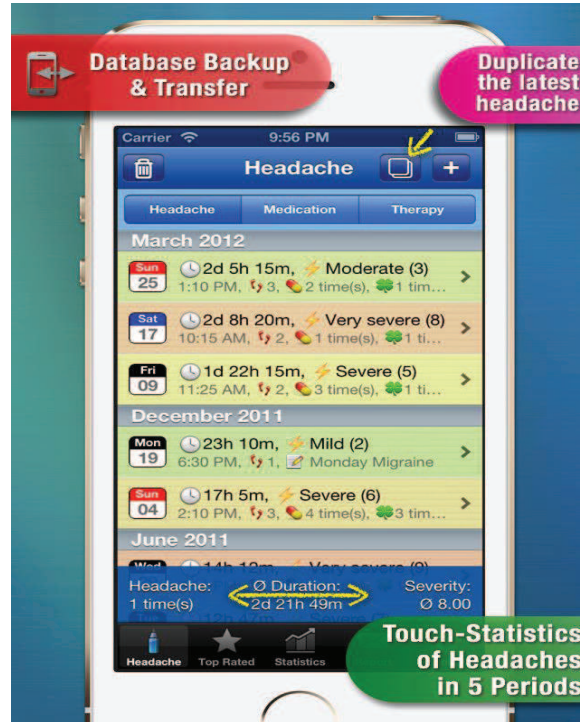
Diğer bir çalışmada [43] ise literatürde olmayan birçok ticari baş ağrısı takip sistemi uygulaması araştırılmış ve bu uygulamaların özellikleri incelenerek kullanılabilirlik durumları değerlendirilmiştir.

Bu uygulamalardan birisi olan ve Şekil 1.8 ile gösterilen iHeadache [44] Apple cihazlar [45] üzerinde çalışan bir uygulama olup aynı zamanda web sistemi üzerinden de kayıt girişi ve hasta takibi yapabilmektedir. Temel versiyonu ücretsiz olan bu uygulamanın tam kapasiteli versiyonunda ücret talep edilmektedir.



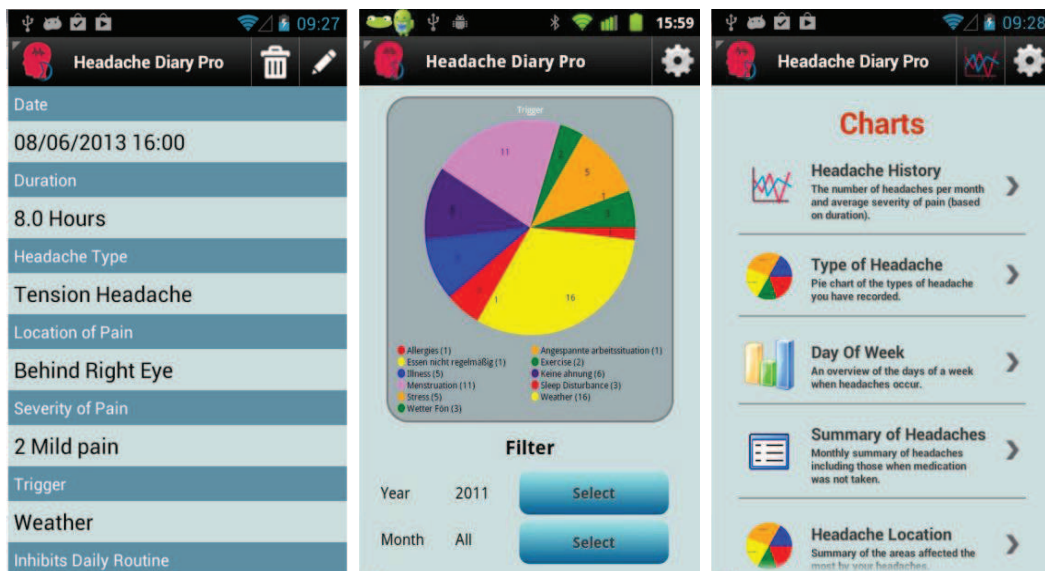
Şekil 1.8. iHeadache baş ağrısı takip uygulaması

Şekil 1.9 ile gösterilen ücretli diğer bir Apple uygulaması olan ecoHeadache [46] kullanıcıları için bir baş ağrısı takip günlüğü tutmakta ve buradan aldığı bilgileri incelemesi için doktora e-posta ile göndermektedir.



Şekil 1.9. ecoHeadache iPhone baş ağrısı takip uygulaması

Baş ağrısı takibi için Android [47] tabanlı bir uygulama olan Headache Diary Pro [48] ücretli bir yazılım olup ekran görüntüleri Şekil 1.10 ile gösterilmiştir. Uygulama ile alınan baş ağrısı kayıtlarından grafiksel raporlar hazırlanmaktadır.



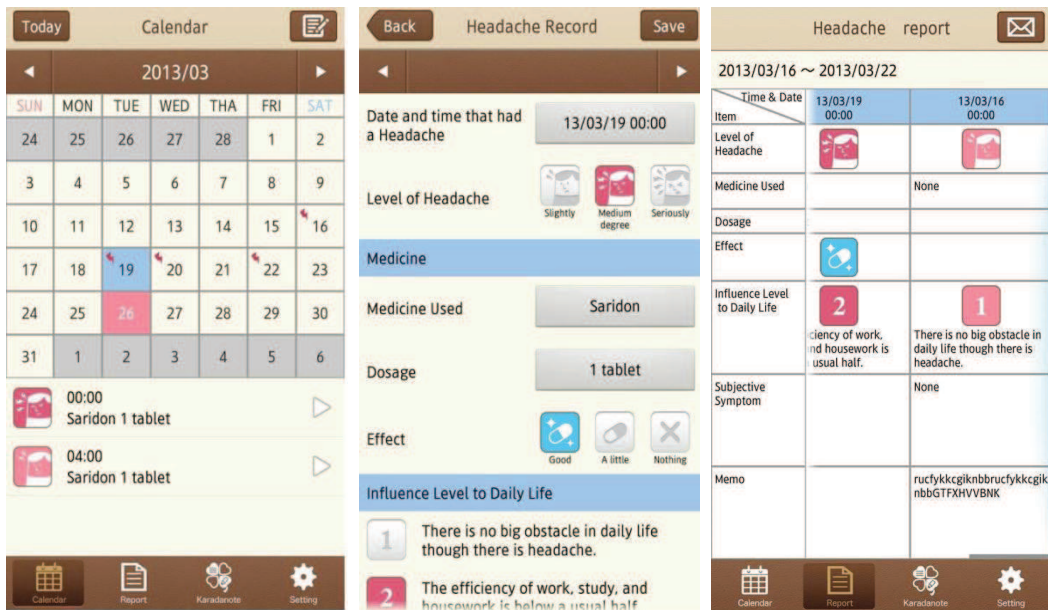
Şekil 1.10. Froggyware Headache Diary Pro baş ağrısı takip uygulaması

Ekran görüntüleri Şekil 1.11 ile verilen ve Apcellent tarafından geliştirilen Headache Diary Pro [49] isimli uygulama Apple cihazlarda çalışmaktadır. Uygulama bir takvim sayesinde baş ağrısı takibi yapmakta ve grafiksel raporlar sunmaktadır.



Şekil 1.11. Apcellent Headache Diary Pro baş ağrısı takip uygulaması

Android tabanlı bir uygulamada ise baş ağrısı takibi yanı sıra ilaç kullanımı bir takvim yardımı ile gösterilmektedir. Şekil 1.12 ile gösterilen uygulama ücretsiz olup Japon bir firma olan Plus Inc. [50] tarafından geliştirilmiştir.



Şekil 1.12. Headache Note-be healthier baş ağrısı takip uygulaması

Yapılan bu çalışmaların ışığında, öncelikle bu tez kapsamında hastaların takibi ve baş ağrısı teşhisi için bir web sitesi hazırlanmıştır. Hasta takibinde baş ağrısı atağı, aura atağı ve ilaç kullanım bilgileri için sisteme giriş formları düzenlenmiştir. Bu bilgiler sitedeki takvim modülü ile takip edilebilir, görüntülenebilir veya değiştirilebilir. Bu site üzerinden kaydı gerçekleştirilen 850 adet baş ağrısı hastasının kural tabanlı sınıflandırma algoritması ile teşhisleri yapılmıştır. Sisteme kayıt olan hastalar bir doktor tarafından da teşhis edilmiştir. Algoritmanın teşhisini görmeden önce doktorun kendi teşhisini sisteme girmesi zorunlu kılınmıştır.

Web sitesinden alınan algoritma ve doktorların teşhis kayıtları ile veri madenciliği yapılarak yapay bağışıklık sistemi algoritmaları, karınca koloni algoritması ve yapay arı koloni algoritmasının sınıflandırma performansları gözden geçirilmiştir.

Bu tez ile geliştirilen web sitesinin destekleyicisi olarak, baş ağrılarının takip ve teşhisini kolaylaştırmak için ayrıca Şekil 1.13 ile gösterilen Android tabanlı bir uygulama [51] geliştirilmiştir. Böylece hasta kayıtlarının mobil bir cihazdan istenildiği anda bilgisayara ihtiyaç duyulmadan sisteme girilmesi amaçlanmıştır.



Şekil 1.13. MigBase android baş ağrısı takip uygulaması

Bölüm 2'de birincil baş ağrıları hakkında bilgi verilerek IHS tarafından belirlenen ve teşhis için kullanılan kriterler anlatılmıştır. Bu sınıflama kriterlerinin kullanımı

esnasında dikkat edilmesi gereken kavramlar açıklanmış, baş ağrılarını birbirinden ayırt etmek için gerekli tanı ölçütleri örneklendirilmiştir.

Bölüm 3'te bu tez kapsamında baş ağrısı hastalarının takibi için geliştirilen web sitesi www.migbase.com incelenmiş ve baş ağrısı kriterlerine göre teşhis için gerekli yazılım modellemesi anlatılmıştır. Web sitesinin çalışma prensibinin hastalar ve doktorlar açısından nasıl olacağı açıklanmıştır.

Bölüm 4'te veri madenciliği yöntemlerinden kural tabanlı sınıflandırma algoritması, yapay bağışıklık sistemi algoritmaları, karınca koloni algoritması ve yapay arı koloni algoritması ile sınıflandırma yöntemleri anlatılmıştır. Bu algoritmalar ile baş ağrısı teşhisinin nasıl gerçekleştirildiği gösterilmiştir.

Bölüm 5'te verilen tartışma ve önerilerde, tez çalışmasında adı geçen algoritmalar ile baş ağrısı sınıflandırması incelenerek sonuçların kıyaslaması yapılmıştır. Gelecekte yapılacak farklı veya benzer konular üzerinde çalışmak isteyenler için öneriler sunulmuştur.

BÖLÜM 2. BAŞ AĞRISI KRİTERLERİ

IHS [17] 1988 yılında ilk defa ICHD kriterlerini yayınladıktan sonra ancak 2005 yılında revize ederek ikinci versiyonu [52] ve son olarak 2013 yılında üçüncü versiyonu beta [53] olarak yayınladı. Kriterlerin uzun bir süre yayınlanmamasının sebebi eleştirilerin fazla olmaması, hastalıkların tanımlanması için gereken klinik araştırmaların ve farklı dillere çevrilmesinin tahmin edilenden fazla zaman almasıydı. Kriterler Türkçe'ye de çevrilmiştir [54]. Baş ağrısı kriterleri araştırma ve klinik pratik için hazırlanmıştır. Bu sınıflamayı temel almaksızın hiçbir araştırmanın uluslararası bir dergide kabul edilmesi olası değildir.

2.1. Birincil Baş Ağrısı Kriterleri

Bu kriterlere göre baş ağrıları birincil ve ikincil olarak iki ana gruba ayrılır. Birincil baş ağrıları semptoma dayalı olup migren, gerilim, küme ve diğer birincil baş ağrıları şeklinde dört temel grupta toplanmıştır. Her bir grup kendi içinde alt gruplara ayrılıp farklı baş ağrıları şeklinde sınıflandırılmıştır. Birincil baş ağrıları için ICHD birinci versiyonunda 43 adet baş ağrısı sınıfı varken bu sayı ikinci versiyonunda 57 ve üçüncü beta versiyonunda ise 89 adet olmuştur. Sınıflandırma için numaralandırma aşağıdaki örnekte olduğu gibi yapılır.

1. ana gruplar (1. sayı)

1.1. temel türler (2. sayı)

1.1.1. alt tipler (3. sayı)

İkincil baş ağrıları ise etiyolojiye dayalı olarak ortaya çıkan sorunlardır. Örneğin travma sonrası baş ağrısı veya menenjitte bağlı baş ağrısı gibi olgular ikincil baş ağrıları grubunda yer alır ve bu tezin kapsamı dışındadır.

Birincil baş ağrısı kriterlerinde öncelikle kontrol edilmesi gereken tanı ölçütü, hastanın 8.2 kodlu ilaç aşırı kullanım baş ağrısının olmamasıdır. Bu tanı ölçütünü karşılayan bir hasta için migren, küme veya gerilim tipi baş ağrısına sahiptir denemez. Böyle bir hastanın ilaç kullanımını tamamen kesildikten 3 ay sonra birincil baş ağrısı kriterlerine göre tekrar kontrol edilmesi gerekir. Aksi halde yanıltıcı bir sonuç alınacaktır. 8.2 kodlu ilaç aşırı kullanım baş ağrısının tanı ölçütleri aşağıda verilmiştir.

8.2. kodlu ilaç aşırı kullanım baş ağrısı tanı ölçütleri

- a. "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan, ayda 15 gün veya daha fazla süren baş ağrısı vardır.
- b. Üç ay veya daha fazla zamandan beri düzenli olarak bir veya daha fazla semptomatik/akut tedavi ilaçlarının aşırı kullanımını mevcuttur.
- c. Baş ağrısı, ilaç aşırı kullanımını sırasında gelişmiş veya belirgin şekilde kötüleşmiştir.
- d. Aşırı kullanılan ilaç bırakıldıktan sonra iki ay içinde baş ağrısı düzeler veya eski durumuna döner.

Birincil baş ağrılarından 4'üncü ana grupta yer alan diğer birincil baş ağrıları sınıflandırması tez kapsamı dışında tutulmuştur. Bu ağrılar öksürük, egzersiz, uyku veya cinsel durumlara bağlı olarak gelişen semptomlar içermektedir ve teşhisi için temel bilgiler yeterlidir. Bunun yanı sıra migren ana grubunun alt türü olan 1.3 kodlu çocukluk çağı sendromları ve bunun alt tipleri için algoritmalar şu anda yetersiz kalmaktadır. Çünkü bu tür baş ağrılarının tespiti için çocukların çok iyi bir şekilde gözlemlenmesi gerekir. Küçük yaştaki çocuklar belirtileri tam olarak anlatamadıkları için özellikle ebeveynlerinin yorumları büyük önem göstermektedir. Ayrıca çocuklardaki baş ağrısı şikâyetlerinin doğru tespiti için iyi bir uzman görüşü gereklidir. Birincil baş ağrısı kriterleri Tablo 2.1 ile gösterilmiştir.

Tablo 2.1. Birincil baş ağrısı kriterleri

ICHD kodu	WHO kodu	Tanı
1.	[G43]	Migren
1.1.	[G43.0]	Aurasız migren
1.2.	[G43.1]	Auralı migren
1.2.1.	[G43.10]	Migren baş ağrılı özgün aura
1.2.2.	[G43.10]	Non-migren baş ağrılı özgün aura
1.2.3.	[G43.104]	Baş ağrısız özgün aura
1.2.4.	[G43.105]	Ailesel hemiplejik migren
1.2.5.	[G43.105]	Sporadik hemiplejik migren
1.2.6.	[G43.103]	Baziler-tip migren
1.3.	[G43.82]	Sıklıkla migren öncülü olan çocukluk çağı periyodik sendromları
1.3.1.	[G43.82]	Döngüsel kusma
1.3.2.	[G43.820]	Abdominal migren
1.3.3.	[G43.821]	Çocukluk çağının iyi huylu paroksizmal vertigosu
1.4.	[G43.81]	Retinal migren
1.5.	[G43.3]	Migren komplikasyonları
1.5.1.	[G43.3]	Kronik migren
1.5.2.	[G43.2]	Status migrenöz
1.5.3.	[G43.3]	İnfaratsız ısrarlı aura
1.5.4.	[G43.3]	Migrenöz infarkt
1.5.5.	[G43.3] + [G40.x ya da G41.x]	Migrenin tetiklediği nöbet
1.6.	[G43.83]	Olası migren
1.6.1.	[G43.83]	Olası aurasız migren
1.6.2.	[G43.83]	Olası auralı migren

Tablo 2.1. Birincil baş ağrısı kriterleri (Devamı)

1.6.3.	[G43.83]	Olası kronik migren
2.	[G44.2]	Gerilim tipi baş ağrısı
2.1.	[G44.2]	Sık olmayan epizodik gerilim tipi baş ağrısı
2.1.1.	[G44.20]	Perikraniyal duyarlılığın eşlik ettiği sık olmayan epizodik gerilim tipi baş ağrısı
2.1.2.	[G44.21]	Perikraniyal duyarlılığın eşlik etmediği sık olmayan epizodik gerilim tipi baş ağrısı
2.2.	[G44.2]	Sık epizodik gerilim tipi baş ağrısı
2.2.1.	[G44.20]	Perikraniyal duyarlılığın eşlik ettiği sık epizodik gerilim tipi baş ağrısı
2.2.2.	[G44.21]	Perikraniyal duyarlılığın eşlik etmediği sık epizodik gerilim tipi baş ağrısı
2.3.	[G44.2]	Kronik gerilim tipi baş ağrısı
2.3.1.	[G44.22]	Perikraniyal duyarlılığın eşlik ettiği kronik gerilim tipi baş ağrısı
2.3.2.	[G44.23]	Perikraniyal duyarlılığın eşlik etmediği kronik gerilim tipi baş ağrısı
2.4.	[G44.28]	Olası gerilim tipi baş ağrısı
2.4.1.	[G44.28]	Olası sık olmayan epizodik gerilim tipi baş ağrısı
2.4.2.	[G44.28]	Olası sık epizodik gerilim tipi baş ağrısı
2.4.3.	[G44.28]	Olası kronik gerilim tipi baş ağrısı
3.	[G44.0]	Küme baş ağrısı ve diğer trigeminal otonomik sefalaljiler
3.1.	[G44.0]	Küme baş ağrısı
3.1.1.	[G44.01]	Epizodik küme baş ağrısı
3.1.2.	[G44.02]	Kronik küme baş ağrısı
3.2.	[G44.03]	Paroksizmal hemikraniya
3.2.1.	[G44.03]	Epizodik paroksizmal hemikraniya
3.2.2.	[G44.03]	Kronik paroksizmal hemikraniya

Tablo 2.1. Birincil baş ağrısı kriterleri (Devamı)

3.3.	[G44.08]	Konjunktival kanlanma ve yaşarmalı kısa süreli tek yanlı nevraljiform baş ağrısı atakları (SUNCT)
3.4.	[G44.08]	Olası trigeminal otonomik sefalalji
3.4.1.	[G44.08]	Olası küme baş ağrısı
3.4.2.	[G44.08]	Olası paroksizmal hemikraniya
3.4.3.	[G44.08]	Olası SUNCT
4.	[G44.80]	Diğer birincil baş ağrıları
4.1.	[G44.800]	Birincil saplanma baş ağrısı
4.2.	[G44.803]	Birincil öksürük baş ağrısı
4.3.	[G44.804]	Birincil egzersiz baş ağrısı
4.4.	[G44.805]	Cinsel etkinliğin eşlik ettiği birincil baş ağrısı
4.4.1.	[G44.805]	Orgazm öncesi baş ağrısı
4.4.2.	[G44.805]	Orgazm baş ağrısı
4.5.	[G44.80]	Uyku baş ağrısı
4.6.	[G44.80]	Birincil gök gürültüsü baş ağrısı
4.7.	[G44.80]	Hemikraniya kontünya
4.8.	[G44.2]	Yeni günlük-ısrarlı baş ağrısı (YGIB)

2.2. Kriterlerin Kullanımı

ICHD 2'nci versiyon kriterlerine göre hazırlanan baş ağrısı sınıflama kurallarının kullanımı [54] aşağıdaki maddeler ile açıklanmıştır.

1. Baş ağrısı sınıflaması, aşama düzenli olup tanılar ne denli ayrıntılı konulması gerektiğine karar verilmelidir. Bu durum ilk basamaktan sonuncuya kadar değişebilir. Kişi önce hastanın hangi ana gruba dahil olduğu hakkında kabaca fikir edinir. Örneğin migren mi, gerilim tipi baş ağrısı mı yoksa küme baş ağrısı veya diğer trigeminal otonomik sefalaljilerden midir? Ardından daha ayrıntılı bir tanıyı sağlayan bilgi edinilir. Arzu edilen ayrıntı

amaca bağlıdır. Genel pratik için birinci ya da ikinci basamak yeterli olurken, uzman pratiğinde ve baş ağrısı merkezlerinde daha detaylı baş ağrısı tanısı uygulanır.

2. Hastalar hali hazırda ya da son bir yıl içinde sergiledikleri baş ağrısı fenotipine uygun bir tanı alırlar. Genetik ve diğer bazı kullanımlar için tüm bir yaşam süresince var oluşu değerlendirilir.
3. Hastada var olan her bir farklı baş ağrısı türü için ayrı ayrı tanı konulmalı ve kodlanmalıdır. Böylelikle, şiddetli tutuluş gösteren bir hasta baş ağrısı merkezinde üç farklı tanı ve kod alabilir: 1.1 kodlu auralı migren, 2.2 kodlu sık epizodik gerilim tipi baş ağrısı ve 8.2 kodlu ilaç aşırı kullanım baş ağrısı.
4. Bir hasta birden çok tanı aldığıında, bunlar hasta için önem sırasına göre sıralanmalıdır.
5. Belli bir hastada eğer bir tür baş ağrısı iki ayrı açık tanı ölçütü kümesini karşılıyorsa hangi seçeneğin doğru ya da daha olası tanı olduğuna karar vermede var olan diğer tüm bilgiler kullanılmalıdır. Bunlar zaman içindeki baş ağrısı öyküsünü, aile geçmişini, ilaçların etkisini, menstruasyon ilişkisini, yaşı, cinsi ve diğer belirtilerin tamamını kapsar. Migren, gerilim tipi ya da küme baş ağrısı ve diğer trigeminal otonomik sefalaljilerin veya bunların alt türlerinden birinin tanı ölçütlerini karşılamış olması, her biri için ilgili bölümlerde en sonda tanımlanmış olan olası tanı kümelerini daha iyi karşılaması anlamına gelir. Diğer bir deyişle 1.6 kodlu olası migren ve 2.1 kodlu sık olmayan epizodik gerilim tipi baş ağrısının ikisini de karşılayan hasta ikinci tanıya göre kodlanmalıdır. Yine de bazı baş ağrısı atakları bir ölçüt kümesini karşılariken diğer atakların bir başka ölçüt kümesini karşılama olasılığını da göz önünde bulundurmak gereklidir. Bu gibi durumlarda iki tanı vardır ve her ikisi de kodlanmalıdır.
6. Belli bir baş ağrısı tanısı alması için çoğu durumda hastanın asgari sayıda baş ağrısı ya da ağrılı gün sergilemesi zorunludur. Bu sayı baş ağrısı ana grubu alt türü ya da alt tipinin açık tanı ölçütleri içerisinde belirtilmiştir. Dahası baş ağrısının ayrı harf başlıkları içinde örneğin "a", "b", "c" ve benzeri harflerle tanımlanmış olan diğer bir dizi tanı ölçütünün gerekliliklerini karşılaması zorunludur. Bazı harf başlıkları tek vurguludur yani tek bir gereklilik ifade

eder. Diğer harf başlıkları ise çok vurguludur. Örneğin listelenmiş dört belirtiden herhangi ikisini gerektirirler.

7. Bazı baş ağrısı sendromları için açık tanı ölçütlerinin tanı kümesi yalnızca birinci ve ikinci basamak düzeyinde verilmiştir. Üçüncü ve dördüncü basamak düzeyindeki tanı ölçütleri "a" ölçütünde olduğu gibi bir ve/veya iki düzey için ölçütlerin karşılanması gerektirir. "b" ölçütü ve daha ilerisi karşılanması gereken daha fazla sayıdaki ölçütleri sergiler.
8. Birincil baş ağrısı bozukluklarının sıklığı her yıl 1–2 ataktan günlük ataklara değin değişir. Atak şiddeti de değişir. ICHD 2'nci versiyon genel olarak sıklık ve şiddet için kod olasılığı sağlamaz ama serbest metin içerisinde öneriler sunar.
9. Birincil veya ikincil baş ağrısı ya da her ikisi içinde eğer yeni bir baş ağrısı ilk defa ortaya çıkışında baş ağrısı nedeni olarak bilinen bir başka bozukluk ile yakın zamansal bir ilişki içerisinde meydana gelirse bu baş ağrısı nedensel bozukluğa göre ikincil bir baş ağrısı olarak kodlanır. Baş ağrısı migren, gerilim tipi ve küme baş ağrısı ya da diğer trigeminal otonomik sefalaljilerden birinin özelliklerini taşıyor olsa bile bu durum geçerliliğini korumaktadır. Önceden var olan birincil baş ağrısı, baş ağrısı nedeni olarak bilinen bir başka bozukluk ile yakın zamansal ilişki içerisinde daha da kötüleştiğinde iki olasılık vardır ve karar vermek gerekir. Hastaya yalnızca önceden var olan birincil baş ağrısı tanısı konulabilir ya da hem birincil baş ağrısı tanısı hem de diğer hastalığa göre ikincil bir baş ağrısı tanısı konulabilir. İkincil baş ağrısı tanısını eklemeyi haklı kılan etmenler şunlardır: nedensel bozukluk ile çok yakın zamansal ilişki, birincil baş ağrısında belirgin bir kötüleşme, nedensel bozukluğun görülür biçimde birincil baş ağrısını ağırlaştırabileceğinin kanıtları ve son olarak olası nedensel bozukluktan kurtulduktan sonra baş ağrısının iyileşmesi ya da yok olması.
10. Baş ağrısı atakları, açık tanı ölçütlerinin bir kümesini karşılayan hastaların çoğunda benzer olmakla birlikte ölçütleri tam karşılamayan ataklar da vardır. Bu, sağaltıma, belirtilerin tam olarak anımsanamamasına ya da diğer etmenlere bağlı olabilir. Hastadan sağaltımsız ya da başarısız sağaltılmış özgün bir atağı tanımlaması istenir ve tanı koymaya bunların yetip

yetmeyeceğine karar verilir. Ardından atak sıklığını tanımlarken daha az özgün ataklar kapsam içine alınır.

11. Bir hastada birden çok baş ağrısı türü olduğundan kuşku duyulduğunda, hastanın her bir baş ağrısı dönemi için önemli özellikleri yazdığı bir tanısal baş ağrısı günlüğü doldurması önerilir. Böylesi bir baş ağrısı günlüğünün, ilaç kullanımı hakkında kesin bir yargıyı ortaya koyduğu gibi tanısal doğruluğu da arttırdığı görülmüştür. Günlük, farklı birçok baş ağrısı türü ya da alt tipinin niteliğini değerlendirmeye yardımcı olur. Sonuçta da kişiye farklı baş ağrıları örneğin aurasız migren ve epizodik gerilim tipi baş ağrısı arasında nasıl bir ayırım yapacağını öğretir.

2.3. Migren Baş Ağrılarının Tanı Ölçütleri

Migren sık rastlanan özürülük yapıcı birincil bir baş ağrısı türüdür. Epidemiyolojik çalışmalar migrenin prevalans yüksekliğini ve sosyo-ekonomik bireysel etkisini belgelemektedir. WHO tarafından dünya çapında özürülük yapan hastalıklar arasında migren 19'uncu sırada yer almaktadır.

Başın sağ veya sol tarafında kalp atışı şeklinde görülen bu ağrı 4 ile 72 saat arasında sürer. Migrenli hastaların üçte biri baş ağrısı sinyalini veren geçici duyuşal bozukluklar veya görme ve konuşma bozuklukları meydana getiren bir aura duygusu hissederler. Görmede meydana gelen bir aura örneği Şekil 2.1 ile gösterilmiştir [55].



Şekil 2.1. Aura yaşayan bir hastanın görme bozukluğu

1.1. kodlu aurasız migren tanı ölçütleri

- a. "b", "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerine uyan en az 5 atak vardır.
- b. Tedavi edilmemiş veya başarısız tedavi edilmiş baş ağrısı atakları 4 ile 72 saat arasında sonlanır.
- c. Baş ağrısı aşağıdaki belirtilerden en az ikisine sahiptir.
 1. Tek taraflı yerleşim
 2. Zonklayıcı nitelik
 3. Orta veya şiddetli ağrı
 4. Yürüme veya merdiven çıkma gibi rutin fiziksel aktiviteler ile baş ağrısında artış ya da onlardan kaçınmaya neden olma
- d. Baş ağrısı sırasında aşağıdaki belirtilerden en az birisi vardır.
 1. Bulantı ve/veya kusma
 2. Işıktan rahatsızlık (fotofobi) ve sestten rahatsızlık (fonofobi)
- e. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

1.2. kodlu auralı migren tanı ölçütleri

- a. "b" maddesindeki tanı ölçütünü karşılayan en az 2 atak vardır.
- b. 1.2.1 kodlu kriterden 1.2.6 kodlu kritere kadar olan bütün alt türlerin bir tanesi için "b" ve "c" maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan migren aurası mevcuttur.
- c. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

1.2.1. kodlu migren baş ağrılı özgün aura tanı ölçütleri

- a. "b", "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan en az 2 atak vardır.
- b. Aşağıdaki belirtilerden en az birisini içeren, motor kuvvetsizliğin olmadığı aura mevcuttur.
 1. Pozitif özellikleri (örneğin yanıp sönen ışıklar, noktalar veya çizgiler) ve/veya negatif özellikleri (örneğin görme yitimi) olan tamamen düzelebilen görsel belirtiler
 2. Pozitif özellikleri (örneğin iğnelenme) ve/veya negatif özellikleri (örneğin uyuşukluk) olan tamamen düzelebilen duyuşsal belirtiler
 3. Tamamen düzelebilen, kelimeleri bulmada güçlük çekme (disfazik) sorunu

- c. Aşağıdaki belirtilerden en az ikisi mevcuttur.
1. Homonim görsel belirtiler (ek olarak merkezi görme yitimi veya görme bulanıklığı) ve/veya tek yanlı duyuşal belirtiler
 2. En az bir aura belirtisinin 5 dakika veya daha fazla sürede yavaş yavaş gelişimi ve/veya farklı aura belirtilerinin 5 dakika veya daha fazla sürede art arda oluşumu
 3. Her bir aura belirtisinin 5 dakika veya daha fazla süre ile 60 dakika veya daha az bir süre arasında devam etmesi
 4. 1.1 kodlu aurasız migrenin "b", "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan baş ağrısının aura sırasında veya auradan sonraki 60 dakika içinde başlaması
- d. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

1.2.2. kodlu non-migren baş ağrılı özgün aura tanı ölçütleri

- a. "b", "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan en az 2 atak vardır.
- b. Aşağıdaki belirtilerden en az birisini gösteren, motor kuvvetsizliğin olmadığı aura mevcuttur.
1. Pozitif ve/veya negatif özellikleri ile iyileşebilen görsel belirtiler
 2. Pozitif ve/veya negatif özellikleri ile iyileşebilen duyuşal belirtiler
 3. Tamamen düzelebilen, kelimeleri bulmada güçlük çekme sorunu
- c. Aşağıdaki belirtilerden en az ikisi vardır.
1. Homonim görsel belirtiler ve/veya tek yanlı duyuşal belirtiler
 2. En az bir aura belirtisinin 5 dakika veya daha fazla sürede yavaş yavaş gelişimi ve/veya farklı aura belirtilerinin 5 dakika veya daha fazla sürede art arda ortaya çıkması
 3. Her bir aura belirtisinin 5 dakika veya daha fazla süre ile 60 dakika veya daha az bir süre arasında devam etmesi
 4. Aurasız migrenin "b", "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan baş ağrısının aura sırasında veya auradan sonraki 60 dakika içinde başlaması
- d. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

1.2.3. kodlu baş ağrısız özgün aura tanı ölçütleri

- a. "b", "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan en az 2 atak vardır.
- b. Konuşma bozukluğu olan veya olmayan, kuvvet kaybı olmaksızın aşağıdaki belirtilerden en az birisini gösteren aura mevcuttur.
 1. Pozitif ve/veya negatif özellikleri ile iyileşebilen görsel belirtiler
 2. Pozitif ve/veya negatif özellikleri ile iyileşebilen duyuşal belirtiler
- c. Aşağıdaki belirtilerden en az ikisi vardır.
 1. Homonim görsel belirtiler ve/veya tek yanlı duyuşal belirtiler
 2. En az bir aura belirtisinin 5 dakika veya daha fazla sürede yavaş yavaş gelişimi ve/veya farklı aura belirtilerinin 5 dakika veya daha fazla sürede art arda ortaya çıkması
 3. Her bir aura belirtisinin 5 dakika veya daha fazla süre ile 60 dakika veya daha az bir süre arasında devam etmesi
- d. Baş ağrısı aura sırasında ve auradan sonraki ilk 60 dakika içerisinde oluşmaz.
- e. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

1.2.4. kodlu ailesel hemiplejik migren tanı ölçütleri

- a. "b" ve "c" maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan en az 2 atak vardır.
- b. Aşağıdaki belirtilerden en az birisini içeren ve tümüyle iyileşebilen motor kuvvetsizliğin olduğu aura gözlenir.
 1. Pozitif ve/veya negatif özellikleri ile iyileşebilen görsel belirtiler
 2. Pozitif ve/veya negatif özellikleri ile iyileşebilen duyuşal belirtiler
 3. Tamamen düzelebilen, kelimeleri bulmada güçlük çekme sorunu
- c. Aşağıdaki belirtilerden en az ikisi vardır.
 1. En az bir aura belirtisinin 5 dakika veya daha fazla sürede yavaş yavaş gelişimi ve/veya farklı aura belirtilerinin 5 dakika veya daha fazla sürede art arda ortaya çıkması
 2. Her bir aura belirtisinin 5 dakika veya daha uzun süre ile 24 saatten daha kısa bir süre arasında devam etmesi
 3. 1.1 kodlu aurasız migrenin "b", "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan baş ağrısının aura sırasında veya aura başlangıcından sonraki 60 dakika içerisinde başlaması

- d. Birinci veya ikinci derece akrabalarından en az birinde bu kriterin bütün maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan ataklar vardır.
- e. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

1.2.5. kodlu sporadik hemiplejik migren tanı ölçütleri

- a. "b" ve "c" maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan en az 2 atak vardır.
- b. Aşağıdaki belirtilerden en az birisini içeren ve tümüyle iyileşebilen motor kuvvetsizlik ile beliren aura mevcuttur.
 1. Pozitif ve/veya negatif özellikleri ile iyileşebilen görsel belirtiler
 2. Pozitif ve/veya negatif özellikleri ile iyileşebilen duyuşsal belirtiler
 3. Tamamen düzelebilen, kelimeleri bulmada güçlük çekme sorunu
- c. Aşağıdaki belirtilerden en az ikisi vardır.
 1. En az bir aura belirtisinin 5 dakika veya üzerinde yavaş yavaş gelişimi ve/veya farklı aura belirtilerinin 5 dakika veya üzerinde sürede art arda oluşumu
 2. Her bir aura belirtisinin 5 dakika veya daha uzun süre ile 24 saatten daha kısa bir süre arasında devam etmesi
 3. 1.1 kodlu aurasız migrenin "b", "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan baş ağrısının aura sırasında veya aura başlangıcından sonra 60 dakika içerisinde gelişmesi
- d. Birinci veya ikinci derece akrabaların hiçbirinde bu kriterin bütün maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan ataklar yoktur.
- e. Başka bir bozukluğa bağlanmaz.

1.2.6. kodlu baziler tip migren tanı ölçütleri

- a. "b", "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan en az 2 atak vardır.
- b. Tamamen iyileşebilen aşağıdaki belirtilerden en az ikisini içeren motor kuvvetsizliğin olmadığı aura mevcuttur.
 1. Peltek konuşma
 2. Baş dönmesi (vertigo)
 3. Kulak çınlaması
 4. İşitmede azalma
 5. Çift görme

6. Gözlerin temporal ve nazal alanlarında oluşan görsel belirtiler
 7. Vücut hareketlerinde uyumsuzluk (ataksi)
 8. Bilinç düzeyinde azalma
 9. Eş zamanlı olarak çift taraflı karıncalanma, uyuşma, iğnelenme veya yanma gibi hisler (parestezi)
- c. Aşağıdaki belirtilerden en az birisi vardır.
1. En az bir aura belirtisinin 5 dakika ve daha fazla sürede yavaş yavaş gelişimi ve/veya farklı aura semptomlarının 5 dakika veya daha fazla sürede art arda oluşumu
 2. Her bir aura belirtisinin 5 dakika veya üzerinde ve 60 dakika veya daha kısa bir süre arasında devam etmesi
 3. 1.1 kodlu aurasız migrenin "b", "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan baş ağrısının aura sırasında başlaması veya 60 dakika içinde aurayı izlemesi
- d. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

1.3.1. kodlu döngüsel kusma tanı ölçütleri

- a. "b" ve "c" maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan en az 5 atak vardır.
- b. Her bir bireyde düzenli şekilde (sterotipik) 1 saat ile 5 gün arasında süren ve nöbetler halinde (epizodik) gelen şiddetli bulantı ve kusma atakları vardır.
- c. Ataklar süresince kusma, saatte en az 4 kez bir saatten fazla oluşur.
- d. Ataklar arasında belirti yoktur.
- e. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

1.3.2. kodlu abdominal migren tanı ölçütleri

- a. "b", "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan en az 5 atak vardır.
- b. Tedavi edilmemiş veya başarısız tedavi edilmiş karın ağrısı atakları 1 ile 72 saat arasında devam eder.
- c. Karın ağrısı aşağıdaki belirtilerin hepsini taşır.
 1. Göbek çevresinde veya yeri zor belirlenen orta hat yerleşimi
 2. Künt veya sadece sızı şeklinde nitelik
 3. Orta veya şiddetli yoğunluk

- d. Abdominal (karında) ağrı sırasında aşağıdaki belirtilerden en az ikisi vardır.
 - 1. İştahsızlık
 - 2. Bulantı
 - 3. Kusma
 - 4. Solukluk
- e. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

1.3.3. kodlu çocukluk çağıının iyi huylu paroksizmal vertigosu tanı ölçütleri

- a. "b" maddesindeki tanı ölçütünü karşılayan en az 5 atak vardır.
- b. Uyarı olmaksızın oluşan dakikalar veya saatler sonra kendiliğinden geçen çok sayıda şiddetli baş dönmesi dönemleri gerçekleşir.
- c. Ataklar arasında normal nörolojik muayene ile işitsel (odiometrik) ve dengesel (vestibüler) işlevler görülür.
- d. Normal elektroensefalogram (beyin dalgaları aktivitesinin elektriksel yöntemle ölçülmesi) mevcuttur.

1.4. kodlu retinal migren tanı ölçütleri

- a. "b" ve "c" maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan en az 2 atak vardır.
- b. Atak sırasında muayene ile tespit edilen veya uygun bilgilendirilmeden sonra hasta tarafından çizilen tek gözde atak sırasındaki görme alanı bozukluğu (defekt) ile desteklenen tek gözde tümüyle geri dönebilen pozitif ve/veya negatif görsel fenomen: örneğin parlak ve dalgalanan ışıklar, görüş alanında görmenin azaldığı bölge (skotomlar) veya körlük mevcuttur.
- c. 1.1 kodlu aurasız migrenin "b", "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan baş ağrısı görsel belirtiler sırasında başlar veya bunları 60 dakika içerisinde izler.
- d. Ataklar arasında normal göz muayenesi sonucu alınır.
- e. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

1.5.1. kodlu kronik migren tanı ölçütleri

- a. 3 aydan uzun süredir ayda 15 veya daha fazla gün 1.1 kodlu auralı migrenin "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan baş ağrısı olur.
- b. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

1.5.2. kodlu status migrenöz tanı ölçütleri

- a. Aurasız migrenli bir hastada şu andaki atak, süresi dışında önceki atakların aynısıdır.
- b. Baş ağrısı aşağıdaki belirtilerin her ikisine de sahiptir.
 - 1. 72 saatten uzun süre iyileşememe
 - 2. Şiddetli yoğunluk
- c. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

1.5.3. kodlu infarktsız ısrarlı aura tanı ölçütleri

- a. 1.2 kodlu auralı migren olan bir hastada mevcut atak, bir veya daha fazla aura belirtisinin bir haftadan uzun süre ısrar etmesi dışında önceki atakların aynısıdır.
- b. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

1.5.4. kodlu migrenöz infarkt tanı ölçütleri

- a. 1.2 kodlu auralı migren olan bir hastada şu andaki atak, bir veya daha fazla aura belirtilerinin 60 dakikadan uzun süre ısrar etmesi dışında önceki atakların aynısıdır.
- b. Nöro görüntüleme, uygun bir alanda iskemik (doku beslenmesi bozukluğu) infarktı (dokuda meydana gelen hücre ölümü) gösterir.
- c. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

1.5.5. kodlu migrenin tetiklediği nöbet tanı ölçütleri

- a. 1.2 kodlu auralı migren ölçütlerini karşılayan baş ağrısı mevcuttur.
- b. Bir tip epileptik (sara) atağının tanı ölçütlerini karşılayan bir nöbet migren aurası sırasında veya auradan sonraki bir saat içinde oluşur.

1.6.1. kodlu olası aurasız migren tanı ölçütleri

- a. 1.1 kodlu aurasız migrenin "a", "b", "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerinin biri dışında hepsini karşılayan ataklar mevcuttur.
- b. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

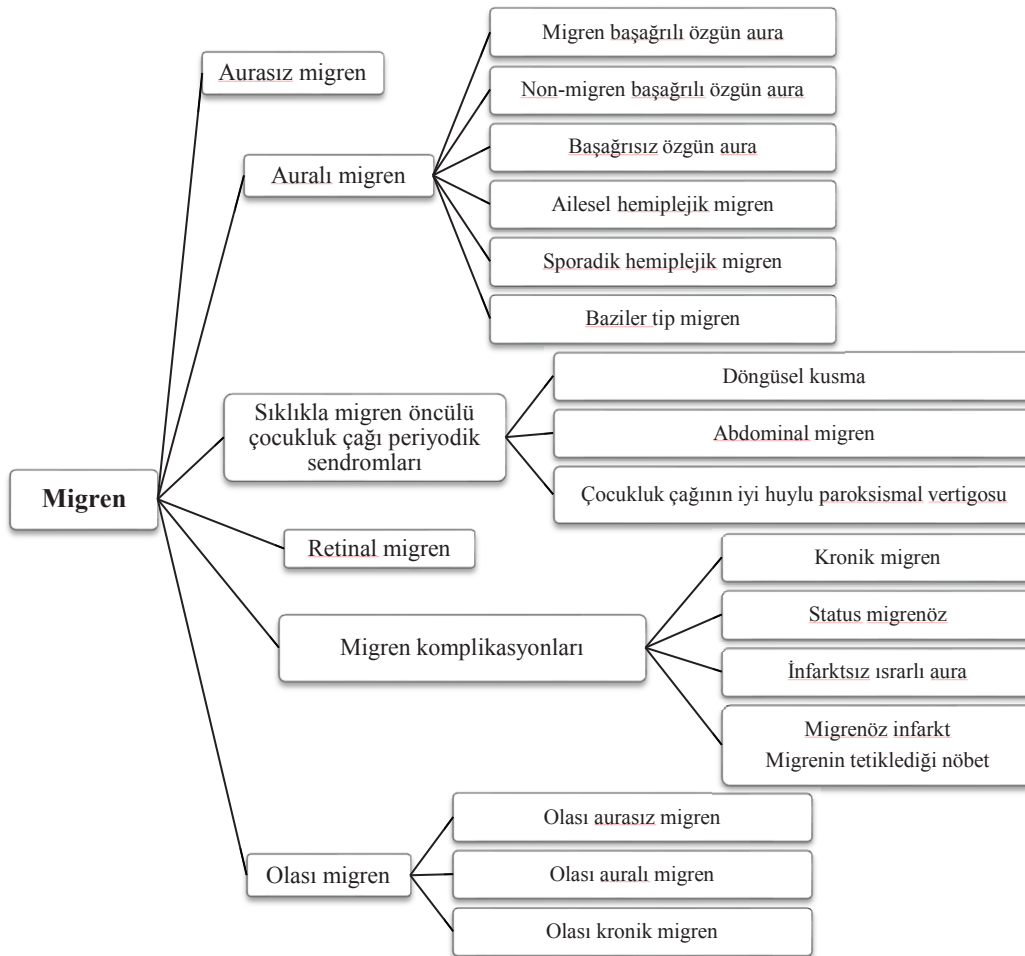
1.6.2. kodlu olası auralı migren tanı ölçütleri

- 1.2 kodlu auralı migren veya alt türlerinden birinin "a", "b", "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerinin biri dışında hepsini karşılayan ataklar vardır.
- Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

1.6.3. kodlu olası kronik migren tanı ölçütleri

- 3 aydan fazla süredir ayda 15 veya daha fazla gün 1.1 kodlu aurasız migrenin "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan baş ağrısı mevcuttur.
- Başka bir bozukluğa bağlanamaz fakat son iki ayda 8.2 kodlu ilaç aşırı kullanım baş ağrısının alt biçimlerinden herhangi birisinin "b" maddesindeki tanı ölçütünü karşılayan ilaç aşırı kullanımı vardır ya da olmuştur.

ICHD 2'nci versiyona göre migren türleri Şekil 2.2 ile gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Migren baş ağrısı türleri

2.4. Gerilim Tipi Baş Ağrılarının Tanı Ölçütleri

Gerilim tipi baş ağrısı birincil baş ağrılarının en sık görülen türüdür. Yaşam boyu prevalansı çeşitli çalışmalarda %30 ile %78 arasında değişmektedir. Bu baş ağrısı aynı zamanda en yüksek sosyo-ekonomik yüke sahip olmasına karşın birincil baş ağrıları arasında üzerinde en az çalışılmış olanıdır.

2.1. kodlu seyrek epizodik gerilim tipi baş ağrısı tanı ölçütleri

- a. Ayda bir günden seyrek (yılıda 12 günden az) ortaya çıkan ve "b", "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerine uyan en az 10 atak vardır.
- b. 30 dakikadan 7 güne kadar süren baş ağrısı mevcuttur.
- c. Baş ağrısı aşağıdaki belirtilerden en az ikisine sahiptir.
 1. Çift taraflı yerleşim
 2. Sıkıştırıcı/basıcı (zonklayıcı olmayan) nitelik
 3. Hafif veya orta şiddetli yoğunluk
 4. Yürüme veya merdiven çıkma gibi rutin fiziksel aktiviteler ile baş ağrısında artış olmaması
- d. Aşağıdaki belirtilerin her ikisi de vardır.
 1. Bulantı ya da kusma yok (iştahsızlık olabilir)
 2. Işıktan veya sestten rahatsızlıktan sadece birisi
- e. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

2.1.1. kodlu perikraniyal duyarlılığın eşlik ettiği seyrek epizodik gerilim tipi baş ağrısı tanı ölçütleri

- a. 2.1 kodlu seyrek epizodik gerilim tipi baş ağrısı mevcuttur.
- b. Elle şakaklara yapılan baskı (palpasyon) ile kafa çevresindeki (perikraniyal) duyarlılıkta artış vardır.

2.1.2. kodlu perikraniyal duyarlılığın eşlik etmediği seyrek epizodik gerilim tipi baş ağrısı tanı ölçütleri

- a. 2.1 kodlu seyrek epizodik gerilim tipi baş ağrısı mevcuttur.
- b. Elle şakaklara yapılan baskı ile kafa çevresindeki duyarlılıkta artış yoktur.

2.2. kodlu sık epizodik gerilim tipi baş ağrısı tanı ölçütleri

- a. En az 3 aydır, ayda bir gün veya daha sık ancak 15 günden az ortaya çıkan (yılda 12 gün veya daha fazla ve yılda 180 günden az) ve "b", "c" ile "d" maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan en az 10 atak vardır.
- b. 30 dakikadan 7 güne kadar süren baş ağrısı mevcuttur.
- c. Baş ağrısı aşağıdaki belirtilerden en az ikisine sahiptir.
 1. Çift taraflı yerleşim
 2. Sıkıştırıcı/basıcı karakter
 3. Hafif veya orta şiddetli yoğunluk
 4. Yürüme veya merdiven çıkma gibi rutin fiziksel aktiviteler ile baş ağrısında artış olmaması
- d. Aşağıdaki belirtilerin her ikisi de vardır.
 1. Bulantı ya da kusma yok (iştahsızlık olabilir)
 2. Işıktan veya sestten rahatsızlıktan sadece birisi
- e. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

2.2.1. kodlu perikraniyal duyarlılığın eşlik ettiği sık epizodik gerilim tipi baş ağrısı tanı ölçütleri

- a. 2.2 kodlu sık epizodik gerilim tipi baş ağrısı mevcuttur.
- b. Elle şakaklara yapılan baskı ile kafa çevresindeki duyarlılıkta artış vardır.

2.2.2. kodlu perikraniyal duyarlılığın eşlik etmediği epizodik gerilim tipi baş ağrısı tanı ölçütleri

- a. 2.2 kodlu sık epizodik gerilim tipi baş ağrısı mevcuttur.
- b. Elle şakaklara yapılan baskı ile kafa çevresindeki duyarlılıkta artış yoktur.

2.3. kodlu kronik gerilim tipi baş ağrısı tanı ölçütleri

- a. En az 3 aydır, ayda ortalama 15 gün veya daha sık ortaya çıkan (yılda 180 gün veya daha fazla) ataklar ile "b", "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerine uyan baş ağrısı mevcuttur.
- b. Baş ağrısı saatler sürer veya süreklidir.
- c. Baş ağrısı aşağıdaki belirtilerden en az ikisine sahiptir.
 1. Çift taraflı yerleşim

2. Sıkıştırıcı/basıcı nitelik
 3. Hafif veya orta şiddette yoğunluk
 4. Yürüme veya merdiven çıkma gibi rutin fiziksel aktiviteler ile baş ağrısında artış olmaması
- d. Aşağıdaki belirtilerin her ikisi de vardır.
1. Işıktan veya sestten rahatsızlık ya da hafif bulantıdan sadece birisi
 2. Ne orta ya da şiddetli bulantı ne de kusma olması
- e. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

2.3.1. kodlu perikraniyal duyarlılığın eşlik ettiği kronik gerilim tipi baş ağrısı tanı ölçütleri

- a. 2.3 kodlu kronik gerilim tipi baş ağrısı mevcuttur.
- b. Elle şakaklara yapılan baskı ile kafa çevresindeki duyarlılıkta artış vardır.

2.3.2. kodlu perikraniyal duyarlılığın eşlik etmediği kronik gerilim tipi baş ağrısı tanı ölçütleri

- a. 2.3 kodlu kronik gerilim tipi baş ağrısı mevcuttur.
- b. Elle şakaklara yapılan baskı ile kafa çevresindeki duyarlılıkta artış yoktur.

2.4.1. kodlu olası seyrek epizodik gerilim tipi baş ağrısı tanı ölçütleri

- a. 2.1 kodlu seyrek epizodik gerilim tipi baş ağrısının "a", "b", "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerinin biri dışında tümüne uyan ataklar vardır.
- b. Ataklar 1.1 kodlu aurasız migren tanı ölçütlerine uymaz.
- c. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

2.4.2. kodlu olası sık gerilim tipi baş ağrısı tanı ölçütleri

- a. 2.2 kodlu sık tekrarlayan epizodik gerilim tipi baş ağrısının "a", "b", "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerinin biri dışında tümüne uyan ataklar vardır.
- b. Ataklar 1.1 kodlu aurasız migren tanı ölçütlerine uymaz.
- c. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

2.4.3. kodlu olası kronik gerilim tipi baş ağrısı tanı ölçütleri

- a. En az 3 aydır, ayda ortalama 15 gün veya daha sık tekrarlayan (yılda 180 gün veya daha fazla) ataklar ile "b", "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerine uyan baş ağrısı mevcuttur.
- b. Baş ağrısı saatler sürer veya süreklidir.
- c. Baş ağrısı aşağıdaki belirtilerden en az ikisine sahiptir.
 1. Çift taraflı yerleşim
 2. Sıkıştırıcı/basıcı nitelik
 3. Hafif veya orta şiddetli yoğunluk
 4. Yürüme veya merdiven çıkma gibi rutin fiziksel aktiviteler ile baş ağrısında artış olmaması
- d. Aşağıdaki belirtilerden her ikisi de vardır.
 1. Işıktan veya sestten rahatsızlık ya da hafif bulantıdan sadece birisi
 2. Ne orta ya da şiddetli bulantı ne de kusma olması
- e. Başka bir hastalığa bağlanamaz ama halen ya da son 2 ay içerisinde 8.2 kodlu ilaç aşırı kullanım baş ağrısının alt biçimlerinden herhangi birinin "b" maddesi tanı ölçütüne uyan ilaç aşırı kullanımı vardır.

ICHD 2'nci versiyona göre gerilim tip baş ağrısı türleri Şekil 2.3 ile gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Gerilim tipi baş ağrısı türleri

2.5. Küme Baş Ağrılarının Tanı Ölçütleri

Küme baş ağrıları başın tek tarafında, genelde göz çevresinde meydana gelen aşırı şiddetli baş ağrılarıdır. Çok hızlı bir şekilde başlayıp biten bu ağrılar oyucu, sıkıştırıcı veya basıcı tarzdadır. 15 dakika ile 3 saat arasında süren ağrı atakları günde 1–2 seferdir ama 8 atağa kadar çıkabilir ve bu ağrılı dönem bir veya iki ay sürmektedir.

3.1. kodlu küme baş ağrısı tanı ölçütleri

- a. "b", "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerine uyan en az 5 atak vardır.
- b. Tedavi edilmezse 15 ile 180 dakika arasında süren şiddetli ya da çok şiddetli yoğunluk ile tek yanlı olarak göz çukurunda, göz çukuru üstünde ve/veya şakaklarda yerleşim gösteren baş ağrısı mevcuttur.
- c. Baş ağrısına aşağıdaki belirtilerden en az birisi eşlik eder.
 1. Aynı tarafa ait (ipsilateral) göz kapaklarının iç yüzünde (konjunktival) kanlanma ve/veya göz yaşarması (lakrimasyon)
 2. Aynı tarafa ait burun tıkanıklığı (nasal konjesyon) ve/veya burun akıntısı
 3. Aynı tarafa ait göz kapağı ödemi
 4. Aynı tarafa ait alın ve yüzde terleme
 5. Aynı tarafa ait göz bebeğinin çapının 4 mm altına inmesi (miyozis) ve/veya üst göz kapağının düşük olması (pitozis)
 6. bir huzursuzluk veya ajitasyon hissi
- d. Ataklar günaşırı bir defadan günde 8'e kadar sıklık sergiler.
- e. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

3.1.1. kodlu epizodik küme baş ağrısı tanı ölçütleri

- a. 3.1 kodlu küme baş ağrısı mevcuttur.
- b. Bir aydan uzun ağrısız düzelme dönemleri gösteren ve 7 ile 365 gün arasında devam eden en az iki küme dönemi vardır.

3.1.2. kodlu kronik küme baş ağrısı tanı ölçütleri

- a. 3.1 kodlu küme baş ağrısı mevcuttur.
- b. Ataklar bir yıldan daha uzun süre düzelmeyen ya da bir aydan daha kısa süreli düzelme gösteren dönemler ile yineler.

3.2. kodlu paroksizmal hemikraniya tanı ölçütleri

- a. "b", "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan en az 20 atak vardır.
- b. Tek yanlı göz çukurunda, göz çukuru üstünde veya şakaklarda yerleşim gösteren 2 ile 30 dakika arasında sonlanan şiddetli ağrı atakları vardır.
- c. Baş ağrısına aşağıdaki belirtilerden en az birisi eşlik eder.
 1. Aynı tarafa ait göz kapaklarının iç yüzünde kanlanma ve/veya göz yaşarması
 2. Aynı tarafa ait burun tıkanıklığı ve/veya burun akıntısı
 3. Aynı tarafa ait göz kapağı ödemi
 4. Aynı tarafa ait alın ve yüzde terleme
 5. Aynı tarafa ait göz bebeğinin çapının 4 mm altına inmesi ve/veya üst göz kapağının düşük olması
- d. Ağrılı dönemin yarısından fazlasında atak sıklığı günde beşten fazladır ancak daha az sıklıkta dönemler olabilir.
- e. Ataklar tedavi edici indometazin dozu ile tamamen önlenir.
- f. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

3.2.1. kodlu epizodik paroksizmal hemikraniya tanı ölçütleri

- a. 3.2 kodlu paroksizmal hemikraniya baş ağrısı mevcuttur.
- b. Bir aydan uzun düzelme dönemleri ile ayrılmış olan 7 ile 365 gün arasında devam eden en az iki atak dönemi vardır.

3.2.2. kodlu kronik paroksizmal hemikraniya tanı ölçütleri

- a. 3.2. kodlu paroksizmal hemikraniya baş ağrısı mevcuttur.
- b. Ataklar bir yıldan daha uzun süre düzelmeyen ya da bir aydan daha kısa süreli düzelme gösteren dönemler ile yineler.

3.3. kodlu konjunktival kanlanma ve yaşarmalı kısa süreli tek yanlı nevralji form baş ağrısı atakları tanı ölçütleri

- a. "b", "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan en az 20 atak vardır.
- b. Çift yanlı olarak göz çukurunda, göz çukuru üstünde veya şakaklarda yerleşim gösteren batıcı ya da zonklayıcı şekilde 5 ile 240 saniye arasında sonlanan baş ağrı atakları mevcuttur.
- c. Ağrıya aynı yanda göz kapaklarının iç yüzünde kanlanma ve göz yaşarması eşlik eder.
- d. Ataklar günde 3 ile 200 adet sıklığında ortaya çıkar.
- e. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

3.4. kodlu olası trigeminal otonomik baş ağrısı tanı ölçütleri

- a. Trigeminal otonomik baş ağrılarının alt türlerinin birine özgü ölçütlerden biri dışında tümünü karşılayan ataklar vardır.
- b. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

3.4.1. kodlu olası küme baş ağrısı tanı ölçütleri

- a. 3.1 kodlu küme baş ağrısı için "a", "b", "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerinin biri dışında tümünü karşılayan ataklar vardır.
- b. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

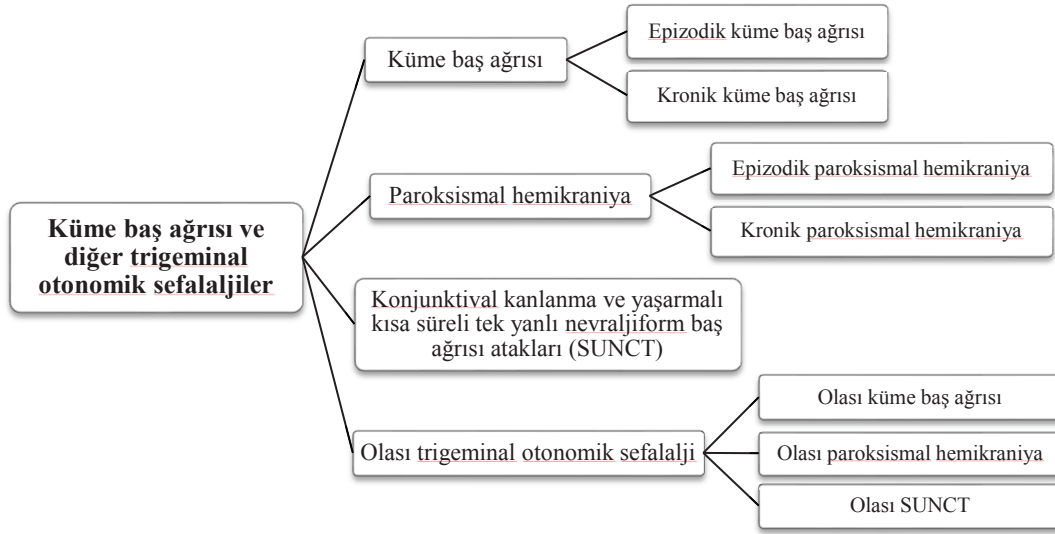
3.4.2. kodlu olası paroksizmal hemikraniya tanı ölçütleri

- a. 3.2 kodlu paroksizmal hemikraniya için "a", "b", "c", "d" ve "e" maddelerindeki tanı ölçütlerinden biri dışında tümünü karşılayan ataklar vardır.
- b. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

3.4.3. kodlu olası konjunktival kanlanma ve yaşarmalı kısa süreli tek yanlı nevralji form baş ağrısı atakları tanı ölçütleri

- a. 3.3 kodlu konjunktival kanlanma ve yaşarmalı kısa süreli tek yanlı nevralji form baş ağrısı atakları ölçütlerinden birisini karşılamayan ataklar vardır.
- b. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

ICHD 2'nci versiyona göre küme baş ağrısı türleri Şekil 2.4 ile gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Küme baş ağrısı türleri

2.6. Diğer Birincil Baş Ağrılarının Tanı Ölçütleri

4.1. kodlu birincil saplanma baş ağrısı tanı ölçütleri

- "b", "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan saplanma tarzında tek bir veya bir dizi baş ağrısı ortaya çıkar.
- Ağrı yalnızca veya ağırlıklı olarak trigeminal sinirin ilk dalının dağıldığı bölgede (göz çukuru, şakaklar ve pariyetal alanda) hissedilir.
- Saplanmalar birkaç saniye içinde sonlanarak gün içinde bir veya daha çok kez değişen sıklıkta yeniden ortaya çıkar.
- Eşlik eden belirti yoktur.
- Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

4.2. kodlu birincil öksürük baş ağrısı tanı ölçütleri

- "b" ve "c" maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan baş ağrısı mevcuttur.
- Ani bir başlangıçla bir saniyeden 30 dakikaya kadar sürer.
- Öksürük, ıkınma ve/veya valsava manevrası (kulaktaki basıncı giderme hareketi) ile ve yalnızca bunlarla ilişkili olarak ortaya çıkar.
- Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

4.3. kodlu birincil egzersiz baş ağrısı tanı ölçütleri

- "b" ve "c" maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan zonklayıcı bir baş ağrısı mevcuttur.
- Baş ağrısı 5 dakika ile 48 saat arasında son bulur.
- Egzersiz yol açtığı ve yalnızca egzersiz sırasında veya sonrasında başlar.
- Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

4.4. kodlu cinsel etkinlik ile ilişkili birincil baş ağrıları

4.4.1. kodlu preorgazmik baş ağrısı tanı ölçütleri

- Boyun ve/veya çene kasılmalarının eşlik ettiği, baş ve boyunda yerleşik olarak "b" maddesi tanı ölçütünü karşılayan dolgunluk hissiyle (künt) bir baş ağrısı mevcuttur.
- Cinsel etkinlik sırasında ortaya çıkar ve cinsel uyarılma ile artış gösterir.
- Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

4.4.2. kodlu orgazmik baş ağrısı tanı ölçütleri

- "b" maddesindeki tanı ölçütünü karşılayan ani başlangıçlı şiddetli, "patlayıcı" bir baş ağrısı mevcuttur.
- Orgazm sırasında ortaya çıkar.
- Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

4.5. kodlu uyku baş ağrısı tanı ölçütleri

- "b", "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan dolgunluk hissi veren bir baş ağrısı mevcuttur.
- Yalnızca uykuda ortaya çıkar ve hastayı uyandırır.
- Aşağıdaki belirtilerden en az ikisi vardır.
 - Ayda 15'den fazla ortaya çıkış
 - Uyandıktan sonra 15 dakika içinde sonlanma
 - İlk kez 50 yaşından sonra ortaya çıkış
- Çarpıntı, titreme gibi otonomik belirtilerinin olmaması ve ışık veya sestten rahatsızlık ya da bulantı gibi belirtilerden sadece birisi vardır.
- Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

4.6. kodlu birincil gök gürültüsü baş ağrısı tanı ölçütleri

- a. "b" ve "c" maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan şiddetli baş ağrısı mevcuttur.
- b. Aşağıdaki belirtilerin her ikisi de vardır.
 1. Ani şekilde başlangıç ve bir dakika içinde en üst şiddete ulaşma
 2. Bir saat ile 10 gün arası sürmesi
- c. İzleyen haftalar veya aylar içinde düzenli olarak tekrarlamaz.
- d. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

4.7. kodlu süreğen yarım baş ağrısı (hemikraniya kontünya) tanı ölçütleri

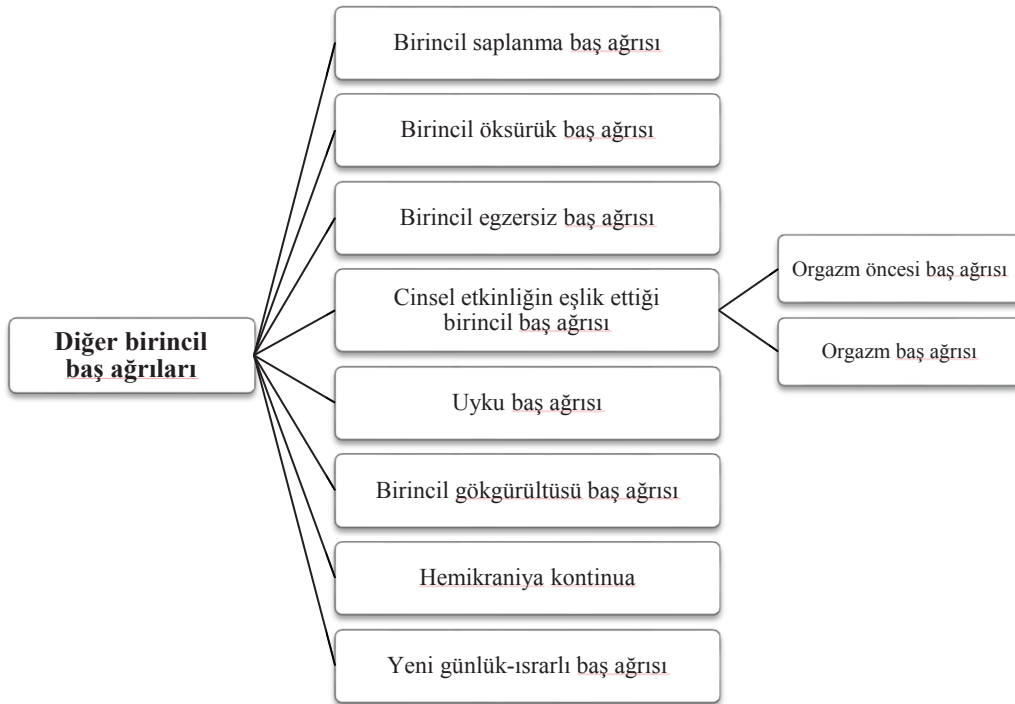
- a. "b", "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan ve 3 aydan uzun süren baş ağrısı mevcuttur.
- b. Aşağıdaki belirtilerin hepsi vardır.
 1. Taraf değiştirmeksizin tek taraflı baş ağrısı
 2. Ağrısız dönem olmaksızın günlük ve sürekli baş ağrısı
 3. Şiddetli ağrı ataklarının olduğu orta şiddette baş ağrısı
- c. Baş ağrısı ile aynı tarafta olmak üzere aşağıdaki otonomik belirtilerden en az birisi vardır.
 1. Göz kapaklarının iç yüzünde kızarıklık ve/veya göz yaşarması
 2. Burun tıkanıklığı ve/veya burun akıntısı
 3. Göz kapağı ödemi ve/veya göz bebeği çapının 4 mm altına inmesi
- d. Tedavi edici dozda indometazine tam yanıt verir.
- e. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

4.8. kodlu yeni günlük ısrarlı baş ağrısı tanı ölçütleri

- a. "b", "c" ve "d" maddelerindeki tanı ölçütlerini karşılayan ve 3 aydan uzun süren baş ağrısı mevcuttur.
- b. Baş ağrısı gündüzdür ve başlangıcından sonra veya üç günden daha kısa bir süre içerisinde tekrarlamaz.
- c. Aşağıdaki belirtilerin her ikisi de vardır.
 1. Tek taraflı yerleşim
 2. Basıcı/ sıkıştırıcı nitelik
 3. Hafif veya orta şiddet

4. Yürüme, merdiven çıkma gibi rutin fiziksel aktiviteler ile baş ağrısında artış olmaması
- d. Aşağıdaki belirtilerden her ikisi de vardır.
1. Işıktan veya sestten rahatsızlık ya da hafif bulantıdan sadece birisi
 2. Baş ağrısına orta veya şiddetli bulantı ya da kusmanın eşlik etmemesi
- e. Başka bir bozukluğa bağlanamaz.

ICHD 2'nci versiyona göre diğer birincil baş ağrısı türleri Şekil 2.5 ile gösterilmiştir.



Şekil 2.5. Diğer birincil baş ağrısı türleri

BÖLÜM 3. MIGBASE BAŞ AĞRISI TAKİP VE TEŞHİS SİSTEMİ

Baş ağrısı takip ve teşhis sistemi geliştirmek için öncelikle nöroloji alanında bilgiler edinilmiştir. Bu bilgiler ışığında en faydalı sistemin bir web sitesi kurarak hastaların ve doktorların verilerinin internetten alınması şeklinde olacağı kararlaştırılmıştır. Böylece farklı bölgelerdeki hastalar ve doktorlarla etkili bir iletişim kurulması sağlanmıştır.

3.1. Nöroloji Eğitimi

Bu tez kapsamında baş ağrılarının teşhisi için ICHD 2'nci versiyon kriterleri baz alınmıştır. Detaylı bir eğitim için nöroloji uzmanı Prof. Dr. Mustafa ERTAŞ ile görüşülmüş ve baş ağrısı teşhisi için nelere dikkat edilmesi gerektiği konusunda bilgiler edinilmiştir.

Türkiye Nöroloji Derneği ve Türk Nöroloji Derneği Baş Ağrısı Çalışma Grubu tarafından her yıl düzenlenen seminerlerden 7'nci Baş Ağrısı Kış Okulu [56] programına katılıp beş gün süren bir eğitimde birincil baş ağrıları hakkında kapsamlı bilgiler edinilmiştir. Burada gerçek vaka örnekleri incelenmiş ve Türkiye'nin çeşitli illerinden konusunda uzman nörologlarla tanışma fırsatı elde edilmiştir. Bu uzmanlardan konu hakkında daha kapsamlı bilgiler edinilerek projeden bahsedilmiş ve olumlu görüşlerle karşılaşmıştır.

Bu eğitimlerden sonra sistemin geliştirilmesi aşamasında her zaman uzman bir doktordan bilgi alınmış ve doktorun görüşlerine göre aşama kaydedilmiştir. Ayrıca doktorların ve hastaların sistemi kullanma deneyimleri gözlemlenmiştir.

Bu tez kapsamında araştırma verileri için gerekli olan hasta kayıtları Balıkesir Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji Ana Bilim Dalı Başkanı nörolog Yrd. Doç. Dr. Emine Rabia KOÇ, İzmir Üniversitesi Tıp Fakültesi Medical Park Hastanesi nörolog Yrd. Doç. Dr. Halil GÜLLÜOĞLU, Şanlıurfa Mehmet Akif İnan Eğitim ve Araştırma Hastanesi nörolog Yrd. Doç. Dr. Nermin TEPE tarafından sağlanmıştır. Veri toplama işlemi için Balıkesir Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul Başkanlığından Ek A ile gösterilen etik kurul onay raporu alınmıştır.

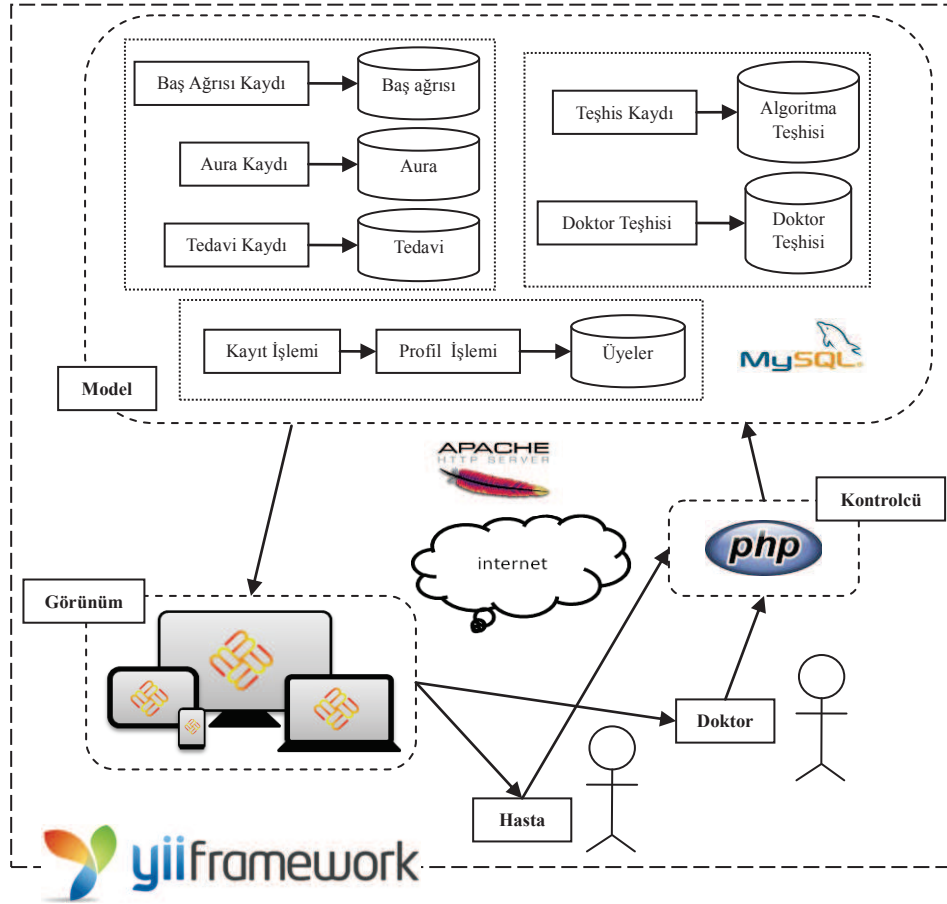
3.2. Baş Ağrısı Takip ve Teşhis Sisteminin Geliştirilmesi

Eğitimlerden sonra 2010 yılı Mart ayında migren veritabanı anlamına gelen MigBase kısaltması ile www.migbase.com isimli web sitesi yayına açılmıştır. Web sitesi Apache Web Server [57] üzerinde, PHP [58] dilinde yazılmış, MySQL veritabanı ile çalışan, “Yii Framework” [59] çatısı altında model-görünüm-kontrolcü [60] mimarisine dayalı bir sistemdir. Web sitesinin masaüstü ve mobil cihazlara uygun şekilde tasarlanması sayesinde rahatlıkla erişimi sağlanmıştır. Böylece hastaların kolay ve çabuk bir şekilde tüm cihazlardan verileri girmesi amaçlanmıştır. Siteden alınan hasta verileri kural tabanlı bir algoritma ile teşhis edilmektedir. Sistemin genel mimarisi Şekil 3.1 ile gösterilmiştir.

Baş ağrısı takip ve teşhis sistemine kayıt olan hastalar öncelikle profil bilgilerini düzenlemelidirler. Hasta hakkında yaş, boy, kilo gibi özel bilgileri ile alışkanlıkları, alerjileri, baş ağrısını etkileyen faktörler gibi hastalık bilgileri de profil bilgisi sayfasından sisteme kayıt edilir. Bu bilgiler alındıktan sonra hasta teşhis sorularını cevaplayıp sistemin bulduğu sonucu görebilir.

Sisteme kayıt olan doktorlar ise yönetici onaylamadan sisteme giriş yapamazlar. Yöneticinin onaylaması için doktorun diploma bilgilerini yöneticiye göndermesi gerekir. Yönetici bu durumda kendisi ile irtibata geçerek doktoru onaylayıp sisteme giriş yapmasını sağlar. Sisteme giriş yapan doktor bir profil güncellemesinden sonra hastaları inceleyip sistemin bulmuş olduğu teşhis durumuna karşılık kendi görüşünü bildirebilir. Bir doktor istediği kadar hastayı kontrol edebilir. Aynı şekilde bir hasta

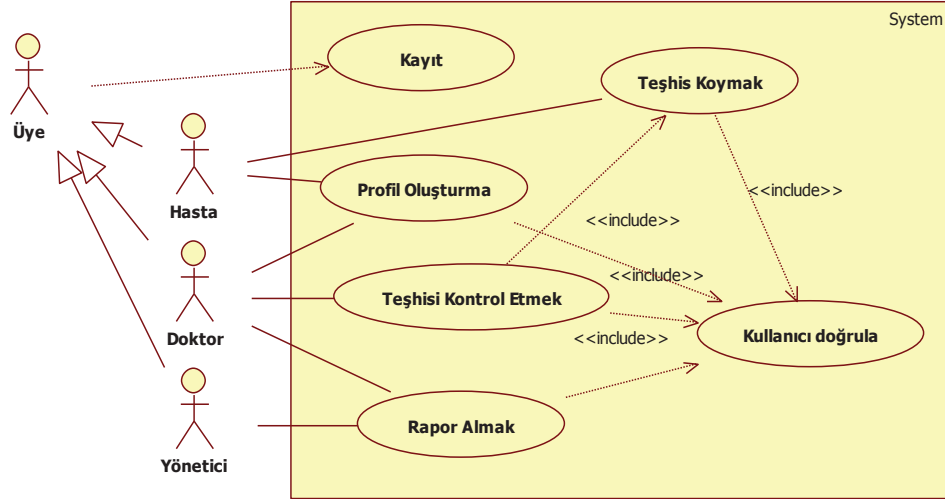
birçok doktor tarafından kontrol edilebilir. Böylece hasta farklı doktor görüşlerini almış olacaktır.



Şekil 3.1. Baş ağrısı takip ve teşhis sisteminin genel mimarisi

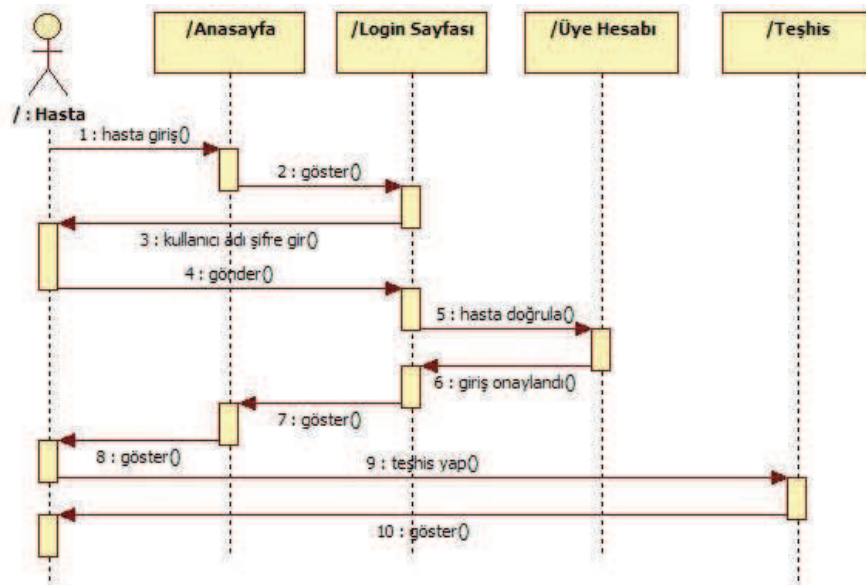
Sisteme giriş yapmak isteyen kullanıcı öncelikle üye olmalıdır. Doktor veya hasta şeklinde üye olunabilir. Doktor üyeler sisteme kayıt olduktan sonra yönetici tarafından doktor olduklarını belgelendirmeleri için bir e-posta uyarısı alırlar. Bu e-posta ile doktordan diploma belgesinin kopyası talep edilir. Onaylanan doktorlar yönetici tarafından aktif hale getirilir. Tüm üyeler sisteme kayıt olurken bir profil bilgisi doldururlar. Doktorlar profil bilgilerinde uzmanlık alanı, kurum, unvan ve iletişim bilgilerini girerler. Hastalar ise sigara, alkol alışkanlığı, alerjiler, astım, taşıt tutması gibi rahatsızlıklar ile diyet, uyku düzensizliği, stres ve benzeri baş ağrısını tetikleyen faktör bilgilerini doldururlar. Profil bilgilerini tamamladıktan sonra teşhis yapma işlemine geçilir. Doktorlar ise herhangi bir hasta kaydı oluşturup onun için teşhis koyabilir veya daha önceden sistem tarafından teşhisi konulmuş bir hasta için

ayrıca görüş bildirebilirler. Yönetici ise her türlü yetkiye sahip olduğu için tüm doktor ve hastaların kayıtlarını kontrol edip düzenleyebilir. Sistemin kullanıcılar tarafından genel kullanım modeli Şekil 3.2'de verilen UML diyagramında gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Kullanıcılar tarafından sistemin genel modeli

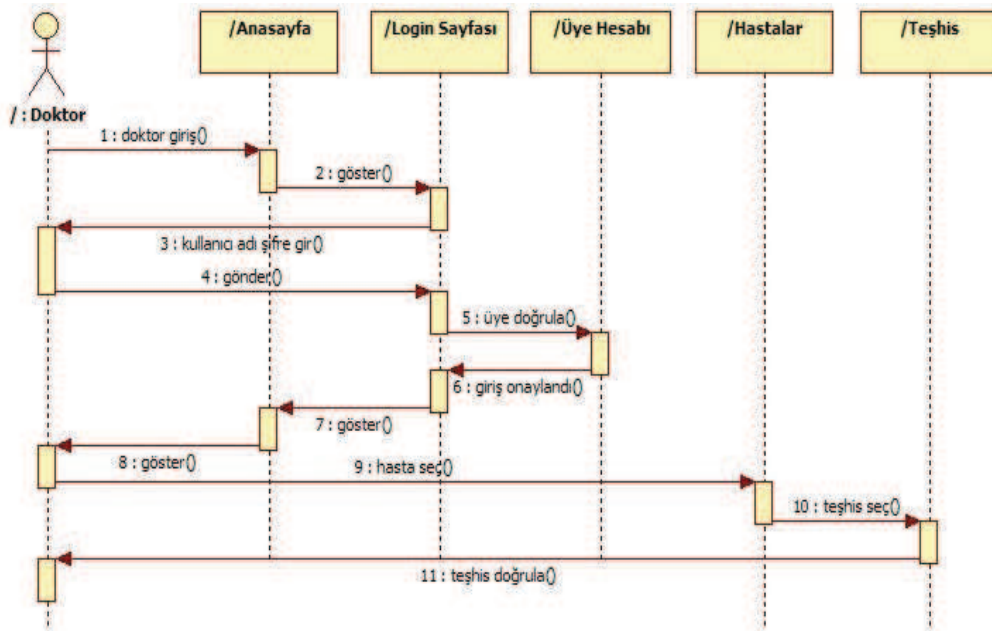
Login sayfasından sisteme giriş yapan bir hastanın kullanıcı bilgileri sistem tarafından üye hesabı ile onaylandıktan sonra hasta teşhis sayfasından bir muayene teşhisi formu doldurarak hastalığına dair bilgileri öğrenebilir. Yeni bir hastanın siteye kayıt olduktan sonraki teşhis işlemi Şekil 3.3 ile gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Hastanın baş ağrısı teşhis işlemi

Login sayfasından sisteme giriş yapan bir doktor ise kullanıcı bilgileri sistem tarafından üye hesabı ile onaylandıktan sonra hastalar sayfasından seçtiği bir hastanın teşhis durumunu inceleyebilir ve kendi görüşünü sisteme girebilir. Bu bilgi aynı zamanda hasta ile de paylaşılır. Her doktor istediği hastanın bilgilerini görebilir ve görüş bildirebilir. Ancak sadece kendi hastasının bilgilerini düzenleyebilir. Başka hastaların bilgilerini değiştiremez. Doktor aynı zamanda sadece kendi hastası için teşhis sayfasından yeni bir teşhis yapabilir. Yalnız istediği bir hasta için görüş bildirebilir. Ayrıca doktorlar her hastanın aura, baş ağrısı ve ilaç kullanımı gibi bilgilerini inceleyebilir fakat değiştiremez.

Doktor tarafından hastalara teşhis konulması işlemi Şekil 3.4 ile gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Doktorun baş ağrısı teşhis işlemi

3.3. Baş Ağrısı Takip ve Teşhis Sisteminde Veri Girişleri

Baş ağrısı takip sisteminde üç temel veri girişi bulunmaktadır.

1. Baş ağrısı atağı
2. Aura atağı
3. İlaç kullanımı

Baş ağrısı teşhis sisteminde iki temel veri girişi vardır.

1. Baş ağrısı teşhis kaydı
2. Baş ağrısı doktor görüşü

Baş ağrısı atağı veri girişleri Şekil 3.5 ile gösterilmiştir. Baş ağrısı başlangıç ve bitiş zamanı ile görülen belirtiler girilir. İşlem takvim üzerinden de takip edilebilir.

Baş ağrısı Kaydı
Anasayfa > Baş ağrısı > Kayıt

Başlangıç Tarihi *

Başlangıç Zamanı *

Bitiş Tarihi

Bitiş Zamanı

Baş ağrısı başınızda yerleşimi nasıldır?

tek taraflı

çift taraflı

göz çukuru, göz çukuru üstünde kaşlarda veya şakaklarda

Hiçbirisi

Baş ağrısının şiddeti nedir?

Hafif—Hasta bir baş ağrısı olduğunun farkında, ancak küçük müdahalelerle günlük rutin devam edebilmektedir.

Orta—Baş ağrısı günlük aktiviteleri engelleyebilir ama tamamen iş yapamaz hale getirmez.

Şiddetli—Baş ağrısı kişiyi tamamen engeller iş yapamaz hale getirir.

Baş ağrısının karakteristiği nedir?

titreşimli, zonklayan kalp atışı şeklinde

basıcı / sıkıştırıcı (zonklayıcı olmayan) şekilde

sıkıcı / saplanma şeklinde

Lütfen varolan belirtileri işaretleyiniz

Bulantı Kusma

Fotofobi Fonofobi

Baş ağrısında Artış

Günlük fiziksel aktivite (örneğin yürüme veya merdiven çıkma) ile artış ya da onlardan kaçınmaya neden olma var mıdır?

Evet Hayır

Perikranial Hassasiyet

Başın iki yanına şakaklara elle baskı yapılması sonucu ağrının artışı perikranial hassasiyet var mıdır?

Evet Hayır

Küme Belirtileri

Lütfen baş ağrısı ile birlikte küme belirtilerinden olanlar varsa işaretleyiniz.

<input type="checkbox"/> Gözkapaklarının iç yüzünde kanlanma	<input type="checkbox"/> Göz yaşarması	<input type="checkbox"/> Burun tıkanıklığı
<input type="checkbox"/> Burun akıntısı	<input type="checkbox"/> Göz kapağı ödemi	<input type="checkbox"/> Alın ve yüzde terleme
<input type="checkbox"/> Gözbebeği çapının 4 mm altına inmesi	<input type="checkbox"/> Üst göz kapağının düşük olması	<input type="checkbox"/> Huzursuzluk ya da ajitasyon hissi

Kaydet
Temizle

Copyright © 2014-2015 migBase Tüm hakları saklıdır.
Version 2.0

Şekil 3.5. Baş ağrısı veri girişi

Aura veri girişi Şekil 3.6 ile gösterilmiştir. Aura veri girişinde başlangıç ve bitiş zamanı ve aurada meydana gelen görsel veya işitsel bozuklukların belirtileri girilir. Bu işlem aynı zamanda takvim üzerinden de takip edilebilir.

Aura Kaydı
Anasayfa > Aura > Kaydı

Başlangıç Tarihi *

Başlangıç Zamanı *

Bitiş Tarihi

Bitiş Zamanı

Aşağıda açıklanan şekilde tamamen iyileşebilen Motor Kuvvetsizlik var mıdır?

- Motor kuvvetsizlik aslında kasların geçici olarak zayıf olmasıdır. Bu bulgu dikkatli bir şekilde açıklanmalıdır. Bazen insanlar zayıflığı uyusukluk ile karıştırabilir.
- Mesela "hasta yardım almadan basamakları çıkabiliyor mu?" veya "bir şişe sütü dolaptan alabiliyor mu?" gibi sorular kuvvet ve gücün aslında kaybolup kaybolmadığını belirleyecektir.
- Daha açık soru ise "Artık yapamadığın neleri yapabiliyordun?" durumunu bilen hastalar için daha da yardımcı olacaktır.

Evet Hayır

Tamamen iyileşebilen Disfazi Konuşma Bozukluğu var mıdır?

Evet Hayır

Tamamen iyileşebilen görsel belirtiler var mıdır?

Pozitif özellikler (örn, yanıp sönen ışıklar, noktalar veya çizgiler) ve/veya negatif özellikler (örn, görme yitimi) içeren

Evet Hayır

Tamamen iyileşebilen duyu belirtiler var mıdır?

pozitif özellikler (örn, iğnelenme) ve/veya negatif özellikler (örn: uyusukluk) içeren

Evet Hayır

Tamamen iyileşebilen homonim görsel belirtiler ve/veya tek yanlı duyu belirtiler var mıdır?

ek olarak merkezi görme yitimi veya görme bulanıklığı

Evet Hayır

Tamamen iyileşebilen baziler tip belirtilerden hangileri varsa lütfen işaretleyiniz

<input type="checkbox"/> Peltek Konuşma	<input type="checkbox"/> Baş Dönmesi	<input type="checkbox"/> Kulak Çınlaması
<input type="checkbox"/> İşitmede Azalma	<input type="checkbox"/> Çift görme	<input type="checkbox"/> Ataksi
<input type="checkbox"/> Bilinç Düzeyinde Azalma	<input type="checkbox"/> Gözlerin şakak ve burun alanlarında aynı anda oluşan görsel belirtiler	<input type="checkbox"/> Eş zamanlı olarak tek taraflı karmıca, uyuşma, iğnelenme veya yanma hissi

Copyright © 2014-2015 migBase Tüm hakları saklıdır.
Version 2.0

Şekil 3.6. Aura veri girişi



İlaç veri girişi Şekil 3.7 ile gösterilmiştir. İlaç veri girişi için hasta öncelikle ilacın ismi, türü ve dozu gibi bilgileri giriş yaptıktan sonra form üzerinden ilgili ilacı seçerek hangi zamanda ne kadar kullandığını kaydeder. İşlem takvim üzerinden de takip edilebilir.

Tedavi Kaydı Anasayfa > Tedavi > Kaydı

İlaç Seçimi

Aspirin Plus C powder 100mg ▼

Tarih * **Zaman ***

2015-04-29  02:10 

Miktar *

2 birim

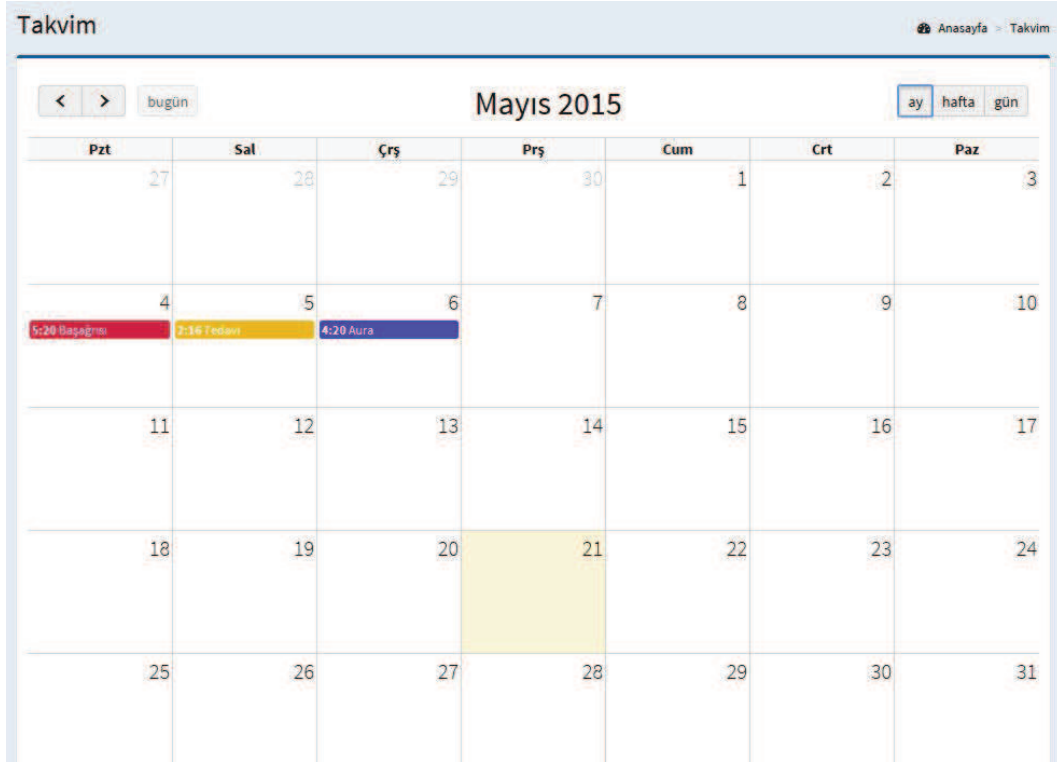
Kaydet Temizle

Copyright © 2014-2015 migBase Tüm hakları saklıdır. Version 2.0

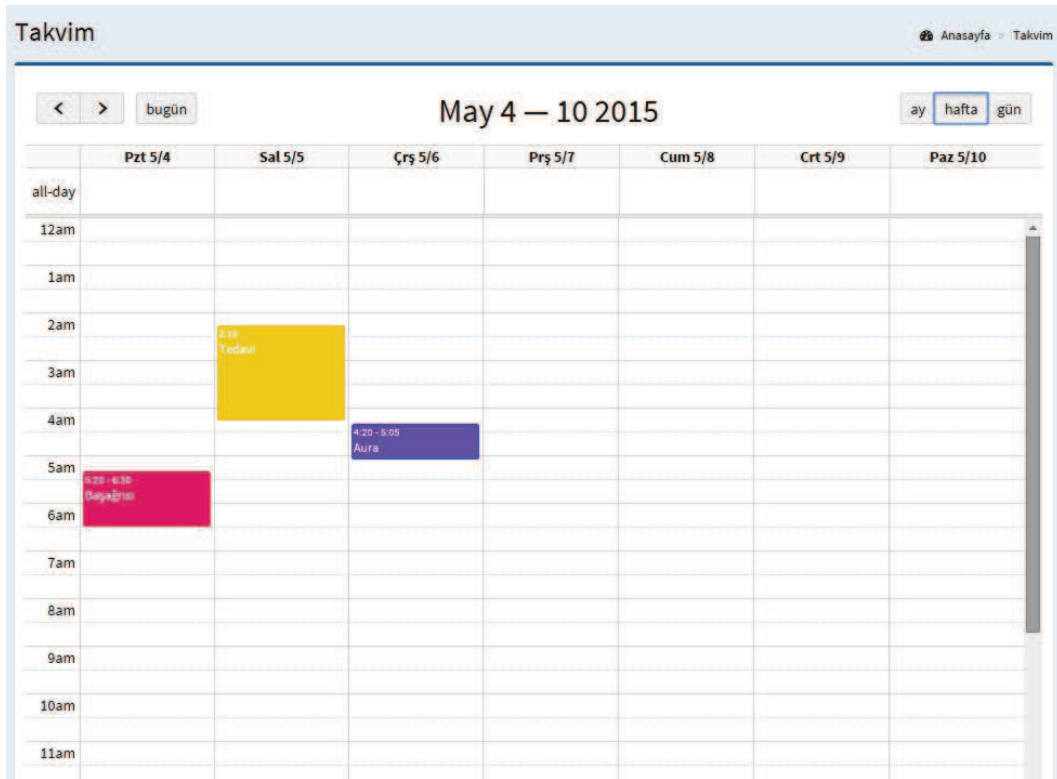
Şekil 3.7. İlaç veri girişi

Bu girişler veritabanına kaydedildikten sonra hastanın takviminden günlük, haftalık ve aylık olarak izlenebilir. Her hasta sadece kendi takvim kayıtlarını inceleyebilir. Doktorlar ise tüm hastaların kayıtlarını görebilir. Ayrıca bir hasta takvim üzerinden istediği kayda tıklayarak onu düzenleyebilir. Doktor ise istediği kaydı takvim üzerinden tıklayarak detaylı bir görünümde inceleyebilir.

Örnek bir hastanın aylık takvim görünümü Şekil 3.8 ile gösterilmiş olup aynı hastanın haftalık takvim görünümü ise Şekil 3.9 ile verilmiştir. Kırmızı renk ile belirtilen alanlar baş ağrısını, sarı renk ile belirtilen alanlar aura kayıtlarını ve mor renk ile belirtilen alanlar ise ilaç kullanımını göstermektedir. Baş ağrısı, aura ve ilaç verileri üzerine çift tıklama ile hastanın bu durumlarına ait detaylı bilgileri incelenebilir.



Şekil 3.8. Bir hastanın aylık takvim görünümü



Şekil 3.9. Bir hastanın haftalık takvim görünümü

Baş ağrısı takip ve teşhisi verileri için Balıkesir, İzmir ve Şanlıurfa'da hastaneye başvuran toplamda 850 adet hastanın kaydı [61] alınmıştır. Bu kayıtların, baş ağrısı teşhis algoritmasından gelen sonuçları ile doktorların muayene sonuçları karşılaştırılmıştır. MigBase teşhis sisteminde kural tabanlı sınıflandırma algoritması kullanılmıştır. Elde edilen hasta kayıtlarından yapay bağışıklık sistemi algoritmaları, karınca koloni algoritması ve yapay arı koloni algoritması ile sınıflandırma yapılarak çıkan sonuçlar analiz edilmiştir. Baş ağrısı teşhisi için hastalara yöneltilen sorular ICHD 2'nci versiyon kriterlerine göre hazırlanmış olup Tablo 3.1 ile gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Baş ağrısı teşhis soruları

No	Soru								
1	<p>Baş ağrısı şikâyeti kaç gün oluyor?</p> <p><input type="checkbox"/> Ortalama ayda bir günden az (yılda 12 günden az)</p> <p><input type="checkbox"/> En az 3 ay süre ile ayda 1–14 gün (yılda 11 günden fazla 180 günden az)</p> <p><input type="checkbox"/> En az 3 ay süre ile ayda 14 günden fazla (yılda 180 gün ve daha fazla)</p> <p><input type="checkbox"/> Her gün veya günaşırı ağrıların aralıksız olarak 7 ile 365 gün arasında geldiği en az iki baş ağrısı dönemi ve bu dönemler arasında bir aydan uzun ağrısız dönem</p> <p><input type="checkbox"/> Her gün veya günaşırı ağrıların aralıklı olarak 365 günden daha uzun bir süre geldiği veya düzelmelerin bir aydan kısa süreli olduğu toplamda bir yıldan uzun süren baş ağrılı dönem</p>								
2	<p>Baş ağrısı atağı ortalama ne kadar sürüyor?</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>gün</td> <td>saat</td> <td>dakika</td> <td>saniye</td> </tr> </table>					gün	saat	dakika	saniye
gün	saat	dakika	saniye						
3	<p>Baş ağrısı yerleşimi nedir?</p> <p><input type="checkbox"/> Tek taraflı <input type="checkbox"/> Çift taraflı</p> <p><input type="checkbox"/> Göz çukurunda veya üstünde kaşlarda veya şakaklarda</p>								
4	<p>Baş ağrısı şiddeti nedir?</p> <p><input type="checkbox"/> Hafif – Hasta bir baş ağrısı olduğunun farkında, ancak küçük müdahalelerle günlük rutin işlerine devam edebilmektedir.</p> <p><input type="checkbox"/> Orta – Baş ağrısı günlük aktiviteleri engelleyebilir ama tamamen iş yapamaz hale getirmez.</p> <p><input type="checkbox"/> Şiddetli – Baş ağrısı kişiyi tamamen engeller iş yapamaz hale getirir.</p>								

Tablo 3.1. Baş ağrısı teşhis soruları (Devamı)

5	<p>Baş ağrısı karakteristiği nedir?</p> <p><input type="checkbox"/> Titreşimli, zonklayan kalp atışı şeklinde</p> <p><input type="checkbox"/> Basıcı, sıkıştırıcı (zonklayıcı olmayan) şekilde</p> <p><input type="checkbox"/> Sıkıcı, saplanma şeklinde</p>
6	<p>Baş ağrısı sırasında hangileri var?</p> <p><input type="checkbox"/> Bulantı <input type="checkbox"/> Kusma</p> <p><input type="checkbox"/> Işıktan rahatsızlık <input type="checkbox"/> Sesten rahatsızlık</p>
7	<p>Baş ağrısı ile birlikte hangi belirtiler var?</p> <p><input type="checkbox"/> Fiziksel aktivite ile baş ağrısında artış</p> <p><input type="checkbox"/> Perikraniyal duyarlılık</p> <p><input type="checkbox"/> Gözkapaklarının iç yüzünde kanlanma</p> <p><input type="checkbox"/> Göz yaşarması</p> <p><input type="checkbox"/> Burun tıkanıklığı</p> <p><input type="checkbox"/> Burun akıntısı</p> <p><input type="checkbox"/> Göz kapağı ödemi</p> <p><input type="checkbox"/> Gözbebeği çapının 4 mm altına inmesi</p> <p><input type="checkbox"/> Alın ve yüzde terleme</p> <p><input type="checkbox"/> Üst göz kapağının düşük olması</p> <p><input type="checkbox"/> Huzursuzluk ya da ajitasyon hissi</p>
8	<p><u>Tamamen iyileşebilen</u> hangi aura belirtileri var?</p> <p><input type="checkbox"/> Motor kuvvetsizlik</p> <p><input type="checkbox"/> Disfazik konuşma bozukluğu (kavrama ve ifade etmekte anormallik)</p> <p><input type="checkbox"/> Pozitif özellikleri (yanıp sönen ışıklar, noktalar veya çizgiler) ve/veya negatif özellikleri (görme yitimi) olan görsel belirtiler</p> <p><input type="checkbox"/> Pozitif özellikleri (iğnelenme) ve/veya negatif özellikleri (uyuşukluk) olan duyuşsal belirtiler</p> <p><input type="checkbox"/> Homonim görsel belirtiler ve/veya tek yanlı duyuşsal belirtiler ve ek olarak merkezi görme yitimi veya görme bulanıklığı</p> <p><input type="checkbox"/> Peltek konuşma <input type="checkbox"/> Baş dönmesi</p> <p><input type="checkbox"/> Kulak çınlaması <input type="checkbox"/> İşitmede azalma</p> <p><input type="checkbox"/> Çift görme <input type="checkbox"/> Ataksi <input type="checkbox"/> Bilinç düzeyinde azalma</p> <p><input type="checkbox"/> Her iki gözün şakak ve burun alanlarında aynı anda oluşun görsel belirtiler</p> <p><input type="checkbox"/> Eş zamanlı olarak tek taraflı karıncalanma, uyuşma, iğnelenme veya yanma hissi</p>

Tablo 3.1. Baş ağrısı teşhis soruları (Devamı)

9	Aura gelişimi <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Aura belirtisi en az 5 dakikada yavaş yavaş geliyor <input type="checkbox"/> Baş ağrısı aura sırasında veya aura başladıktan sonraki ilk 60 dakika içerisinde başlıyor 						
10	Aura ne kadar sürüyor? <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Belirtiler 5 dakika ile 1 saat arasında bitiyor <input type="checkbox"/> Belirtiler 5 dakika ile 1 gün arasında bitiyor <input type="checkbox"/> Belirtiler 1 haftadan fazla sürüyor 						
11	Aile durumu <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Kendisi gibi olan birinci / ikinci derece akrabası var 						
12	Baş ağrısı atak sıklığı nedir? <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Yılda</th> <th>Ayda</th> <th>Günde</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Yılda	Ayda	Günde			
Yılda	Ayda	Günde					
13	<u>Yukarıdaki cevaplarda belirtilen şekilde gibi</u> bugüne kadar kaç tane baş ağrısı atağı oldu? <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> bir atak <input type="checkbox"/> 2-4 atak <input type="checkbox"/> 5-9 atak <input type="checkbox"/> 10-19 atak <input type="checkbox"/> en az 20 atak 						

Hazırlanan bu sorulardan alınan bilgilerde 2'nci soruda belirtilen baş ağrısı atak süresi gün, saat, dakika ve saniye olarak alınmaktadır. Sınıflama işleminde bu süreler saniyeye dönüştürülür. Kural tabanlı sınıflamada doğrudan bu süre değeri saniye olarak kullanılır ve baş ağrısı tanı ölçütlerindeki süreler ile kıyaslanır. Ancak yapay zeka tekniklerinde sayısal değerlerle sınıflandırma yapamadığımız için saniye değerleri kriterler baz alınarak harf aralıkları şeklinde dağıtılmıştır. Saniyeye göre ayarlanmış harf aralıkları Tablo 3.2 ile gösterilmiştir. Örnek olarak bu dağılımda H harfi ile belirtilen grup 4 ile 72 saat aralığına karşılık gelir ki bu değer migrenli hastalarda görülen baş ağrısı süresi için tanı ölçütüdür. 12'nci soruda belirtilen baş ağrısı atak sıklığı için frekans niteliği ise dikkate alınmamıştır. Bu nitelik, genel bakış açısından bir bilgi verirken sınıflandırma için Tablo 3.1 ile verilen sorulardan 13'üncü soruda belirtilen atak sayısı kullanılmaktadır.

Tablo 3.2. Baş ağrısı süresinin saniye bazında harf aralığı

Harf Değeri	Aralık (saniye)
A	0-4
B	5-119
C	120-239
D	240-899
E	900-1799
F	1800-10799
G	10800-14399
H	14400-259199
I	259200-604799
J	604800 ve üstü

MigBase baş ağrısı takip ve teşhis sistemi ile gerçekleştirilen sınıflandırmada birincil baş ağrısı problemi olmayan bir hastanın teşhisi Şekil 3.10 ile gösterilmiştir.

Teşhis #88 Güncelle - Sil		Anasayfa > Teşhisler > #88
migBase Teşhis #88 Hesaplanan Sonuçlar		
Birincil Başağrısı Problemi Yok		
Teşhis #88 Doktor Görüşü		
Doktor : Emine Rabia KOÇ		
Birincil Başağrısı Problemi Yok		
No	88	
Hasta	[Gizli]	
Tarih	2013-10-09 12:33:49	
Aşırı İlaç Kullanımı	Hayır	
Baş ağrılı Günler	none	
Süre Gün	30	
Süre Saat	Ayartılmadı	
Süre Dakika	Ayartılmadı	
Süre Saniye	Ayartılmadı	
Yerleşim	tek taraflı	
Şiddet	Orta—Baş ağrısı günlük aktiviteleri engelleyebilir ama tamamen iş yapamaz hale getirmez.	
Karakteristik	basıcı / sıkıştırıcı (zonklayıcı olmayan) şekilde	
Bulantı	Hayır	
Kusma	Hayır	
Fotofobi - Işıktan rahatsızlık	Hayır	
Fonofobi - Sesten rahatsızlık	Hayır	

Şekil 3.10. Birincil baş ağrısı problemi olmayan bir hastanın teşhisi

Migrenli bir hastanın baş ağrısı teşhisi Şekil 3.11 ile gösterilmiştir. Bu hasta MigBase sistemine göre dört farklı tanıyı karşılamaktadır. Sistem her ihtimali bulurken olası baş ağrılarını da gösterir. Ancak burada, kesin bir baş ağrısı tanısı alan hastada olası baş ağrısı tanıları dikkate alınmaz. Sistemin bulduğu 1.5.1 kodlu kronik migren teşhisi aslında doktor tarafından dikkat edilmesi gereken bir noktadır. Eğer hasta en az 3 ay süre ile ayda 14 günden fazla (yılda 180 gün veya daha fazla) baş ağrısı sorunu yaşıyorsa kronik bir durum vardır. Ancak doktor büyük ihtimalle tecrübelerine dayanarak hastanın vermiş olduğu cevaplardan 1.1 kodlu aurasız migren teşhisi koymuştur.

Teşhis #122 Güncelle - Sil		Anasayfa > Teşhisler > #122
migBase Teşhis #122 Hesaplanan Sonuçlar		
1.1 Aurasız migren		
1.5.1 Kronik migren		
1.6.3 Olası kronik migren		
3.4.1 Olası küme baş ağrısı		
Teşhis #122 Doktor Görüşü		
Doktor : Halil GÜLLÜOĞLU		
1.1 Aurasız migren		
No	122	
Hasta	[Hasta Adı]	
Tarih	2013-11-20 17:29:42	
Aşırı İlaç Kullanımı	Hayır	
Baş ağrılı Günler	>14	
Süre Gün	2	
Süre Saat	Ayatılmadı	
Süre Dakika	Ayatılmadı	
Süre Saniye	Ayatılmadı	
Yerleşim	tek taraflı	
Şiddet	Şiddetli—Baş ağrısı kişiyi tamamen engeller iş yapamaz hale getirir.	
Karakteristik	titreşimli, zonklayan kalp atışı şeklinde	
Bulantı	Evet	
Kusma	Evet	
Fotofobi - İsktan	Evet	

Şekil 3.11. Migren baş ağrısı tanısı alan bir hastanın teşhisi

Gerilim tipi baş ağrısı örneği Şekil 3.12 ile gösterilmiştir. 2.2.1 kodlu perikraniyal duyarlılığın eşlik etmediği sık epizodik gerilim tipi baş ağrısı 2.2 kodlu sık epizodik gerilim tipi baş ağrısının bir alt tipidir. Diğer örnekte olduğu gibi kesin bir baş ağrısı

tanısı alan hastada olası baş ağrıları dikkate alınmaz. Sistem doktorla aynı teşhisi koymuştur.

Teşhis #937 Güncelle - Sil Anasayfa > Teşhisler > #937

migBase Teşhis #937 Hesaplanan Sonuçlar

1.6.1 Olası aurasız migren
 2.2 Sık epizodik gerilim-tipi baş ağrısı
 2.2.1 Perikraniyal duyarlılığın eşlik etmediği sık epizodik gerilim-tipi baş ağrısı
 2.4.1 Olası sık olmayan epizodik gerilim-tipi baş ağrısı

Teşhis #937 Doktor Görüşü

Doktor : Nermin TEPE
 2.2.1 Perikraniyal duyarlılığın eşlik etmediği sık epizodik gerilim-tipi baş ağrısı

No	937
Hasta	FAHRETTİN
Tarih	2014-12-10 02:09:04
Aşırı İlaç Kullanımı	Hayır
Baş ağrılı Günler	1-14
Süre Gün	1
Süre Saat	Ayrılanmadı
Süre Dakika	Ayrılanmadı
Süre Saniye	Ayrılanmadı
Yerleşim	tek taraflı
Şiddet	Orta—Baş ağrısı günlük aktiviteleri engelleyebilir ama tamamen iş yapamaz hale getirmez.
Karakteristik	basıcı / sıkıştırıcı (zonklayıcı olmayan) şekilde
Bulantı	Hayır
Kusma	Hayır
Fotofobi - İskaten	Hayır

Şekil 3.12. Gerilim tipi baş ağrısı tanısı alan bir hastanın teşhisi

Küme baş ağrısı örneği Şekil 3.13 ile gösterilmiştir. Doktor iki tanıda bulunmuştur. Ancak 3.2.1 kodlu epizodik paroksizmal hemikraniya baş ağrısı 3.2 kodlu paroksizmal hemikraniya baş ağrısının bir alt tipidir. MigBase sisteminde kural tabanlı algoritma sınıflaması ile 3.2.1 kodlu baş ağrısı teşhis edilememektedir. Çünkü 3.2.1 kodlu baş ağrısı bir aydan uzun düzelme dönemleri ile ayrılmış olan, 7 ile 365 gün arasında süren en az iki atak dönemi kriterine sahiptir. Bu kriterde belirtilen düzelme dönemleri doktor tarafından gözlemlenebilir. Fakat sistemin bu tanı ölçütünü yakalayabilmesi için hastanın düzelme dönemleri içinde bir veri girişi olması gerekir. Diğer örneklerde olduğu gibi kesin bir baş ağrısı tanısı alan bir hastada olası baş ağrıları dikkate alınmamalıdır.

Teşhis #166 Güncelle - Sil		Anasayfa > Teşhisler > #166
migBase Teşhis #166 Hesaplanan Sonuçlar		
2.4.2 Olası sık epizodik gerilim-tipi baş ağrısı		
3.1 Küme baş ağrısı		
3.2 Paroksizmal hemikraniya		
Teşhis #166 Doktor Görüşü		
Doktor : Emine Rabia KOÇ		
3.2 Paroksizmal hemikraniya		
3.2.1 Epizodik paroksizmal hemikraniya		
No	166	
Hasta	FİRAT/ALP	
Tarih	2014-02-15 16:10:48	
Aşırı İlaç Kullanımı	Hayır	
Baş ağrılı Günler	1-14	
Süre Gün	Ayarlanmadı	
Süre Saat	Ayarlanmadı	
Süre Dakika	30	
Süre Saniye	Ayarlanmadı	
Yerleşim	göz çukuru, göz çukuru üstünde kaşlarda veya şakaklarda	
Şiddet	Şiddetli—Baş ağrısı kişiyi tamamen engeller iş yapamaz hale getirir.	
Karakteristik	sıkıcı / saplanma şeklinde	
Bulantı	Hayır	
Kusma	Hayır	
Fotofobi - İsktan	Evet	

Şekil 3.13. Küme baş ağrısı tanısı alan bir hastanın teşhisi

BÖLÜM 4. BAŞ AĞRISI TEŞHİS ALGORİTMALARI

Genel olarak veri madenciliği, geniş ölçekli veri kümesinden bilgiye ulaşmak ya da bilgiyi madenleme işlemi olarak tanımlanabilir [62]. Veri madenciliği süreci aşağıda verilen temel adımlardan oluşur.

1. Veri temizleme (gürültülü ve tutarsız verileri çıkarmak)
2. Veri bütünleştirme (birçok veri kaynağını birleştirmek)
3. Veri seçme (yapılacak olan analizle ilgili olan verileri belirlemek)
4. Veri dönüşümü (verinin veri madenciliği tekniğinde kullanılabilir hale dönüşümünü gerçekleştirmek)
5. Veri madenciliği (veri örüntülerini yakalayabilmek için akıllı metotları uygulamak)
6. Örüntü değerlendirme (bazı ölçümlere göre elde edilmiş bilgiyi temsil eden ilginç örüntüleri tanımlamak)
7. Bilgi sunumu (veri madenciliği ile elde edilmiş bilginin kullanıcıya sunumunu gerçekleştirmek)

Baş ağrısı teşhis sisteminde veri madenciliği gerçekleştirilmesi için toplanan veriler, yapısı Tablo 4.1 ile gösterilen "diagnosis (teşhis)" isimli bir veritabanı tablosuna kaydedilmiştir. Bu tablodan alınan bilgilerden kayıt no (id), hasta kodu (patient_id), teşhis tarihi (date) ve ağrı frekans bilgileri (frequency_year, frequency_month, frequency_day) genel bilgiler olup sınıflamaya dahil edilmeyerek temizlenmiştir. Gün, saat, dakika ve saniye olarak girilen baş ağrısı süresi niteliği saniyeye çevrilerek bütünleştirilmiştir. Bütünleştirilen baş ağrısı süresi daha sonra kriterlere uygun şekilde aralıklar halinde harf koduna dönüştürülmüştür. Bu harf dönüşüm işlemi tezin bir önceki bölümünde Tablo 3.2 ile gösterilmiştir. Daha sonra veri madenciliği işlemine geçilmiştir.

Tablo 4.1. Veritabanı teşhis tablosu yapısı

Alan	Tür	Null	Açıklama
<i>id</i>	int(11)	No	Kayıt numarası
patient_id	int(11)	No	Hasta numarası
date	datetime	No	Tarih
overuse	tinyint(1)	Yes	Aşırı ilaç kullanımı
headache_days	varchar(10)	No	Baş ağrılı günlerin sayısı
duration_day	int(11)	Yes	Atak süresi (gün)
duration_hour	int(11)	Yes	Atak süresi (saat)
duration_minute	int(11)	Yes	Atak süresi (dakika)
duration_second	int(11)	Yes	Atak süresi (saniye)
location	varchar(45)	No	Ağrı yerleşimi
severity	varchar(10)	No	Ağrı şiddeti
characterisation	varchar(15)	No	Ağrı karakteristiği
nausea	tinyint(1)	Yes	Bulantı
vomitting	tinyint(1)	Yes	Kusma
photophobia	tinyint(1)	Yes	Işıktan rahatsızlık
phonophobia	tinyint(1)	Yes	Sesten rahatsızlık
aggravation	tinyint(1)	Yes	Günlük fiziksel aktivite (örneğin yürüme veya merdiven çıkma) ile artış ya da onlardan kaçınmaya neden olma var mıdır?
pericranial	tinyint(1)	Yes	Başın iki yanına şakaklara elle baskı yapılması sonucu ağrının artışı perikraniyal hassasiyet var mıdır?
conjunctival_injection	tinyint(1)	Yes	Göz kapaklarının iç yüzünde kanlanma
lacrimation	tinyint(1)	Yes	Göz yaşarması
nasal_congestion	tinyint(1)	Yes	Burun tıkanıklığı
rhinorrhoea	tinyint(1)	Yes	Burun akıntısı
eyelid_oedema	tinyint(1)	Yes	Göz kapağı ödemi
sweating	tinyint(1)	Yes	Alın ve yüzde terleme
miosis	tinyint(1)	Yes	Gözbebeği çapının 4 mm altına inmesi
ptosis	tinyint(1)	Yes	Üst göz kapağının düşük olması

Tablo 4.1. Veritabanı teşhis tablosu yapısı (Devamı)

agitation	tinyint(1)	Yes	Huzursuzluk ya da ajitasyon hissi
motor_weakness	tinyint(1)	Yes	Motor kuvvetsizlik
speech_disturbance	tinyint(1)	Yes	Konuşma bozukluğu
visual_symptoms	tinyint(1)	Yes	Görsel belirtiler
sensory_symptoms	tinyint(1)	Yes	Duyusal belirtiler
homonymous_symptoms	tinyint(1)	Yes	Homonim görsel belirtiler
dysarthria	tinyint(1)	Yes	Peltek konuşma
vertigo	tinyint(1)	Yes	Baş dönmesi
tinnitus	tinyint(1)	Yes	Kulak çınlaması
hypacusia	tinyint(1)	Yes	İşitmede azalma
diplopia	tinyint(1)	Yes	Çift görme
ataxia	tinyint(1)	Yes	Ataksi (vücut hareketlerinde uyumsuzluk)
decreased_consciousness	tinyint(1)	Yes	Bilinç düzeyinde azalma
nasal_visual_symptoms	tinyint(1)	Yes	Gözlerin şakak ve burun alanlarında aynı anda oluşan görsel belirtiler
paraesthesias	tinyint(1)	Yes	Eş zamanlı olarak tek taraflı karıncalanma, uyuşma, iğnelenme veya yanma hissi
aura_development	tinyint(1)	Yes	En az bir aura semptomu 5 dakika veya daha uzun sürede yavaş yavaş geliyor ve/veya farklı aura belirtileri 5 dakika veya üzerindeki sürede art arda oluşuyor mu?
headache_with_aura	tinyint(1)	Yes	Baş ağrısı aura sırasında veya aurdan sonraki ilk 60 dakika içerisinde başlıyor mu?
aura_duration	varchar(5)	Yes	Aura süresi
hemiplegic	tinyint(1)	Yes	Ailesinde hasta gibi auralı atakları olan birinci veya ikinci derece akrabası var mıdır?
frequency_year	int(11)	Yes	Baş ağrısı sıklığı (yıllık)
frequency_month	int(11)	Yes	Baş ağrısı sıklığı (aylık)
frequency_day	int(11)	Yes	Baş ağrısı sıklığı (günlük)
previous_attacks	varchar(5)	No	Verilen cevaplara benzer şekilde bugüne kadar kaç atak yaşandı?

4.1. WEKA ile Veri Madenciliği

Veriler WEKA makine öğrenmesi ve veri madenciliği yazılımı [63, 64] ile yapay zekâ teknikleri kullanılarak analiz edilmiştir. WEKA yazılımı Java dilinde geliştirilmiş açık kaynak kodlu bir uygulamadır. Yazılımda veriler için “Attribute Relationship File Format” ARFF uzantılı bir dosya sistemi kullanılır. ARFF dosya yapısı WEKA'ya özel olarak geliştirilmiştir ve dosya, metin yapısında tutulmaktadır. Dosyanın ilk satırında dosyadaki ilişki tipi (relation), ikinci satırdan itibaren de veri kümesindeki nitelikler (attributes) yazılmaktadır. Niteliklerden sonra veri kümesi yer alır. Veri kümesindeki her satır bir örneğe (instance) işaret etmektedir. Ayrıca veri kümesindeki örneklerin her bir niteliği arasında ayraç olarak virgül kullanılmaktadır [65]. Örnek bir ARFF dosyası Şekil 4.1 ile gösterilmiştir.

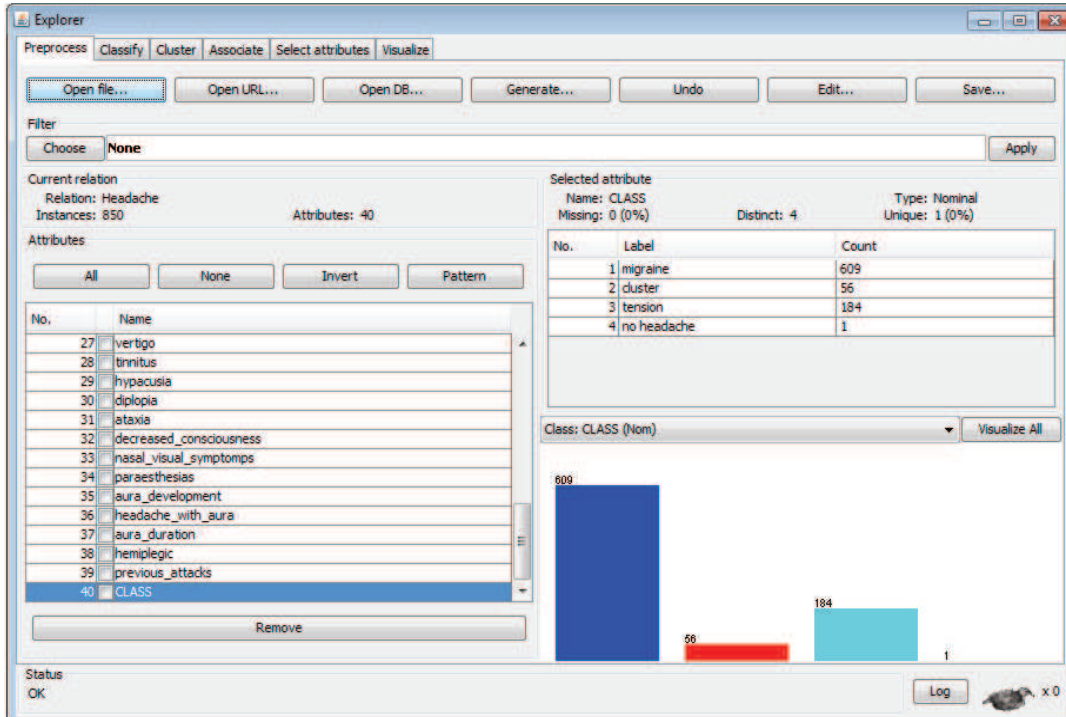
```

1 @RELATION Headache
2
3 @ATTRIBUTE 'headache_days' {'<1','1-14','>14','7-365','>365','none'}
4 @ATTRIBUTE 'severity' {'mild','moderate','severe'}
5 @ATTRIBUTE 'nausea' {'yes','no'}
6 @ATTRIBUTE 'duration' NUMERIC
7
8 @DATA
9 '<1','moderate','yes',152
10 '1-14','severe','no',2400
11 '7-365','mild','yes',10400

```

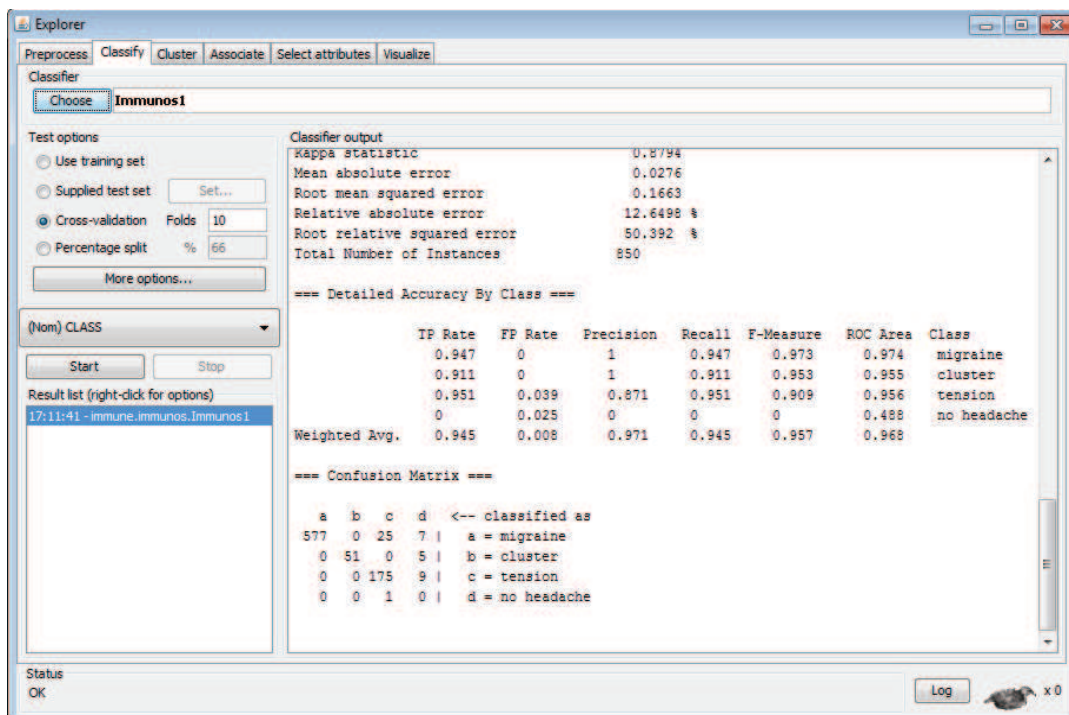
Şekil 4.1. WEKA uygulaması ARFF dosyası örneği

MigBase sitesinden alınan hasta kayıtları ARFF dosya formatına dönüştürülür. Daha sonra WEKA Explorer modülü ile analiz yapılır. Explorer modülünde ön işlem (preprocess) paneli ile verilerin yüklenmesi, filtrelenmesi veya nitelik seçimi gibi işlemler yapılır. Ön işlem paneli Şekil 4.2 ile gösterilmiştir.



Şekil 4.2. WEKA uygulaması ön işlem (preprocess) paneli

Ön işlemden sonra yüklenen veriler Şekil 4.3 ile gösterilen sınıflama (classify) panelinde sınıflandırılır. Burada sınıflandırma için eğitim ve test verilerinin bölünmesi ayarlanır. Sonuçlar çıkış ekranında görüntülenir.



Şekil 4.3. WEKA uygulaması sınıflama (classify) paneli

Sınıflandırmada eğitim verileri, kullanıcı tarafından ayrılmış olan başka bir veri kümesinden alınabilir veya istenirse WEKA sınıflama panelinden yüzdeler olarak tüm veriler içinden ayrılabilir. Genelde tüm verilerin %60–70 kadarı eğitim için, kalan kayıtlar ise test verisi için kullanılır.

Veri çeşitliğinin az olduğu durumlarda homojen bir veri dağılımının sağlanması amacıyla diğer bir yöntem olarak k-katlı çapraz doğrulama tekniği kullanılır. Bu yöntemde veri kümesi rastgele eşit miktarda k sayısı kadar alt kümelerle ayrılır. Sınıflandırmada bu alt kümelerin her seferinde bir tanesi “test verisi” diğerleri ise “eğitim verisi” olarak kullanılır. Yapılan deneysel çalışmalarda, uzman görüşlerine göre k sayısı için en uygun değer 10 bulunmuştur [66-68]. Verilerin az olması durumunda k sayısı için en az 2 olmak üzere daha küçük sayılar kullanılabilir. k sayısı kadar farklı eğitim ve test kümeleriyle yapılan sınıflandırmada yine bu k sayısı kadar sonuç elde edilecektir. Sistemin genel başarısı için bu sonuçların ortalaması alınır. 10-katlı çapraz doğrulama tekniği yaygın kullanılan bir yöntemdir.

4.2. ROC Analizi

Alıcı işlem karakteristiği (Receiver Operating Characteristic (ROC)) analizi, çizilen bir eğri ile duyarlılık ve özgüllük (seçicilik) arasındaki ilişkinin grafiksel olarak gösterimidir [69]. Eğriler yardımı ile bir tanı testi için en iyi eşik değeri saptanarak uygun modele karar verilir. Ayrıca farklı tanı testlerinin doğru klinik tanı koymadaki başarısının karşılaştırılmasına olanak sağlar [70].

Tanı testleri için bir hastanın gerçekte hasta olup olmaması durumu ile test sonucunun pozitif veya negatif olması Tablo 4.2 ile gösterilen bir karar matrisi ile özetlenir.

Tablo 4.2. Tanı testi karar matrisi

		Hastalık Gerçek Durumu	
		Pozitif	Negatif
Test sonucu	Pozitif	DP (doğru pozitif)	YP (yanlış pozitif)
	Negatif	YN (yanlış negatif)	DN (doğru negatif)

Bu karar matrisinde doğru pozitif (DP) sayısı gerçekte ve tanı testinde hasta olan kişileri, yanlış pozitif (YP) sayısı gerçekte hasta olmayan ancak tanı testinde hasta olan kişileri, yanlış negatif (YN) sayısı gerçekte hasta olan ancak tanı testinde hasta olmayan kişileri ve doğru negatif (DN) sayısı ise gerçekte ve tanı testinde hasta olmayan kişileri temsil eder.

Bu tablodan alınan sonuçlar ile aşağıdaki hesaplamalar yapılır [71, 72].

Duyarlılık (Sensitivity): Doğru Pozitiflik Oranı (True Positive Rate) olarak da bilinen bu değer gerçekte hasta olanların arasında testin pozitif sonuç verme oranıdır ve denklem (4.1) ile hesaplanır.

$$\text{Duyarlılık (Doğru Pozitiflik Oranı)} = DP / (DP + YN) \quad (4.1)$$

Özgüllük (Specificity): Doğru Negatiflik Oranı (True Negative Rate) olarak da bilinen bu değer gerçekte hasta olmayan kişilerin testlerinin negatif sonuç verme oranıdır ve denklem (4.2) ile hesaplanır.

$$\text{Özgüllük (Doğru Negatiflik Oranı)} = DN / (DN + YP) \quad (4.2)$$

Hassaslık (Precision): Pozitif Tahmin Değeri (Positive Predictive Value) olarak da bilinen bu değer önerilen yöntemle pozitif bulguların ne oranda hastalık varlığını gösterdiğini (bilinen yöntemle uyumunu) belirtir ve denklem (4.3) ile hesaplanır.

$$\text{Hassaslık (Pozitif Tahmin Değeri)} = DP / (DP + YP) \quad (4.3)$$

Negatif Tahmin Değeri (False Predictive Rate): Önerilen yöntemle eksi bulguların ne oranda hastalık olmadığını gösterir ve denklem (4.4) ile hesaplanır.

$$\text{Negatif Tahmin Değeri} = DN / (DN + YN) \quad (4.4)$$

Yanlış Pozitiflik Oranı (False Positive Rate): Gerçekte hastalığa sahip olmayanlar arasında testin yanlışlıkla pozitif sonuç verme oranı denklem (4.5) ile hesaplanır.

$$\text{Yanlış Pozitiflik Oranı} = YP/(YP + DN) = 1 - \text{Özgüllük} \quad (4.5)$$

Yanlış Negatiflik Oranı (False Negative Rate): Gerçekte hasta olanlar arasında testin yanlışlıkla negatif sonuç verme oranı denklem (4.6) ile hesaplanır.

$$\text{Yanlış Negatiflik Oranı} = YN/(YN + DP) \quad (4.6)$$

Doğruluk Oranı (Accuracy): Gerçekte testin hasta ve sağlam olarak toplam doğru tanı oranına denir ve denklem (4.7) ile hesaplanır.

$$\text{Doğruluk Oranı} = (DP + DN)/(DP + YP + DN + YN) \quad (4.7)$$

F-skoru (F-score): Özellikle WEKA tarafından hesaplanır ve duyarlılık ile hassasiyetin harmonik ortalamasına eş değer olup denklem (4.8) ile hesaplanır.

$$F - \text{Skoru} = \frac{2 * \text{Hassaslık} * \text{Duyarlılık}}{(\text{Hassaslık} + \text{Duyarlılık})} = \frac{2 * DP}{(2 * DP + YP + YN)} \quad (4.8)$$

Bir ROC eğrisi, farklı eşik değerleri için dikey eksen üzerinde doğru pozitiflik (duyarlılık) ve yatay eksen üzerinde yanlış pozitiflik (1 - özgüllük) oranlarının yer aldığı bir eğridir. En geçerli tanı testi, doğru pozitiflik oranı yüksek ve yanlış pozitiflik oranı düşük olan testtir [73]. Mükemmel yakın bir tanı testi hemen hemen dikeyde (0,0)'dan (0,1)'e ve sonra yatayda (1,1)'den geçen bir ROC eğrisine sahip olmalıdır. Kısaca sol üst köşeye en yakın geçen ROC eğrisini veren test en kullanışlı testtir [74, 75]. ROC puanı hesaplamak için eğri altında kalan alanın hesaplanması yapılır ve bu değer ROC alanı olarak ifade edilir. Örnek ROC eğrileri Immunos-1 algoritması sonuçlarına göre Ek B, C, D ve E ile gösterilmiştir.

4.3. Kural Tabanlı Sınıflandırma

Kural tabanlı sınıflandırma algoritması, bilgisayar öğrenmeli veri madenciliği yöntemidir. Bu algoritma "IF condition THEN conclusion" (EĞER koşul DOĞRU İSE sonuç) kuralları mantığına dayanır. IF deyiminden gelen bölüm "kural öncülü"

veya "ön koşul" olarak tanımlanırken THEN deyiminden sonra gelen bölüm "kural sonucu" olarak tanımlanır [62, 76]. Sınıflandırma yapılacak konu için kriterlere göre kurallar oluşturulur. Bu algoritmanın dezavantajı yeni bir kriter geldiği zaman kuralların güncellenmesi zorunluluğudur. Aksi halde sınıflandırma yanlış çalışacaktır.

Kural tabanlı sınıflama aslında bir doktorun hastayı muayene ederken gerçekleştirdiği karar verme süreci ile aynıdır. Örneğin hasta bulantı hissediyorsa, ağrısı 4 ile 72 saat arasında sonlanıyorsa, ağrı başın tek tarafında zonklayıcı bir şekilde gerçekleşiyorsa ve bugüne kadar en az 5 atak yaşamışsa bu kişide 1.1 kodlu aurasız migren vardır.

Kural tabanlı algoritma PHP dili ile geliştirilmiştir. Çok fazla kural oluşturup uzun kodlamalar yerine değişkenlerle sayısal kontroller yapılmıştır. Baş ağrısı sınıflaması için ICHD 2'nci versiyon kriterlerine göre hazırlanan algoritmada hastanın tam olarak karşıladığı belirtiler 1 değilse 0 olarak alınır. Daha sonra bu belirti değişkenlerinin değerleri toplanır. Örneğin 1.1 kodlu aurasız migren tanı ölçütlerine göre toplam 4 değerini buluyorsa hasta bu baş ağrısı tanısını alacaktır. Eğer toplam değeri 3 ise 1.6.1 kodlu olası aurasız migren tanısını alacaktır.

Aşağıda sözde kodları verilen algoritmada 1.1 kodlu aurasız migren, 1.6.1 kodlu olası aurasız migren, 2.1 kodlu sık olmayan epizodik gerilim tipi baş ağrısı ve 2.4.1 kodlu olası sık olmayan epizodik gerilim tipi baş ağrısı teşhisleri gösterilmiştir. Diğer baş ağrısı türleri içinde aynı mantık ile kodlama yapılmıştır.

Kural tabanlı sınıflama algoritması

```
MH ← false // migren baş ağrısı = false
PMH ← false // olası migren baş ağrısı = false
MH_A ← 0 // aurasız migren A kriteri = 0
MH_B ← 0 // aurasız migren B kriteri = 0
MH_C ← 0 // aurasız migren C kriteri = 0
MH_C1 ← 0 // aurasız migren C kriteri 1. özellik = 0
MH_C2 ← 0 // aurasız migren C kriteri 2. özellik = 0
MH_C3 ← 0 // aurasız migren C kriteri 3. özellik = 0
```


MH_C4 ← 0 // aurasız migren C kriteri 4. özellik = 0
 MH_D ← 0 // aurasız migren D kriteri = 0
 TTH ← false // gerilim tipi baş ağrısı = false
 PTH ← false // olası gerilim tipi baş ağrısı = false
 TTH_A ← 0 // gerilim tipi A kriteri = 0
 TTH_B ← 0 // gerilim tipi B kriteri = 0
 TTH_C ← 0 // gerilim tipi C kriteri = 0
 TTH_C1 ← 0 // gerilim tipi C kriteri 1. özellik = 0
 TTH_C2 ← 0 // gerilim tipi C kriteri 2. özellik = 0
 TTH_C3 ← 0 // gerilim tipi C kriteri 3. özellik = 0
 TTH_C4 ← 0 // gerilim tipi C kriteri 4. özellik = 0
 TTH_D ← 0 // gerilim tipi D kriteri = 0
 TTH_D1 ← 0 // gerilim tipi D kriteri 1. özellik = 0
 TTH_D2 ← 0 // gerilim tipi D kriteri 2. özellik = 0

(attack_number ≥ 5) ⇒ (MH_A ← 1)
 (attack_duration ≥ 4*60*60) ∧ (attack_duration ≤ 72*60*60) ⇒ (MH_B ← 1) // saniye
 (location ← unilateral) ⇒ (MH_C1 ← 1)
 (characterization ← pulsating) ⇒ (MH_C2 ← 1)
 (severity ← moderate) ∨ (severity ← severe) ⇒ (MH_C3 ← 1)
 (aggravation ← yes) ⇒ (MH_C4 ← 1)
 (MH_C1 + MH_C2 + MH_C3 + MH_C4 ≥ 2) ⇒ MH_C ← 1
 (nausea ← yes) ∨ (vomiting ← yes) ⇒ MH_D ← 1
 (photophobia ← yes) ∧ (phonophobia ← yes) ⇒ MH_D ← 1
 (attack_number ≥ 10) ⇒ (TTH_A ← 1)
 (attack_duration ≥ 30*60) ∧ (attack_duration ≤ 7*24*60*60) ⇒ (TTH_B ← 1) // saniye
 (location ← bilateral) ⇒ (TTH_C1 ← 1)
 (characterization ← pressing) ⇒ (TTH_C2 ← 1)
 (severity ← mild) ∨ (severity ← moderate) ⇒ (TTH_C3 ← 1)
 (aggravation ← no) ⇒ (TTH_C4 ← 1)
 (TTH_C1 + TTH_C2 + TTH_C3 + TTH_C4 ≥ 2) ⇒ TTH_C ← 1
 (nausea ← no) ∧ (vomiting ← no) ⇒ TTH_D1 ← 1
 (photophobia ← no) ∧ (phonophobia ← no) ⇒ TTH_D2 ← 1
 (photophobia ← yes) ∧ (phonophobia ← no) ⇒ TTH_D2 ← 1
 (photophobia ← no) ∧ (phonophobia ← yes) ⇒ TTH_D2 ← 1
 (TTH_D1 + TTH_D2 ← 2) ⇒ TTH_D ← 1

R1: $(MH_A + MH_B + MH_C + MH_D \leftarrow 4) \Rightarrow (MH \leftarrow true)$

R2: $(MH_A + MH_B + MH_C + MH_D \leftarrow 3) \Rightarrow (PMH \leftarrow true)$

R3: $(TTH_A + TTH_B + TTH_C + TTH_D \leftarrow 4) \Rightarrow (TTH \leftarrow true)$

R4: $(TTH_A + TTH_B + TTH_C + TTH_D \leftarrow 3) \wedge (PMH \leftarrow true) \Rightarrow (PTTH \leftarrow true)$

Algoritma sonrası bulunan teşhis sonuçları R1, R2, R3, R4 olarak gösterilmiştir.

ICHHD kriterlerine göre baş ağrısı teşhisinde ilk yapılacak işlem bir baş ağrısının öncelikle ait olduğu üst grubun tanı ölçütlerini kontrol etmektir. Kriterlere göre diğer önemli bir durum ise bazı tanı ölçütünün diğer birçok tanı ölçütünde öncelikli kural olarak karşımıza çıkmasıdır. Örneğin “1.2.1”, “1.2.2”, “1.2.4”, “1.2.5”, “1.2.6”, “1.4”, “1.5.1”, “1.5.2”, “1.5.3”, “1.5.4”, “1.6.1”, “1.6.3”, “2.4.1”, “2.4.2” kodlu baş ağrısı türleri için mutlaka 1.1 kodlu aurasız migren tanı ölçütlerine bakılması gerekir. Aynı şekilde “1.5.5”, “1.6.2” kodlu baş ağrısı türleri için de öncelikle 1.2 kodlu auralı migren tanı ölçütlerine bakılmalıdır.

Kural tabanlı sınıflandırma sonuçları ile doktorların teşhislerinin karşılaştırılması Tablo 4.3'te, baş ağrısı türlerine göre sınıflandırma performansı Tablo 4.4'te ve genel sınıflandırma performansı ise Tablo 4.5'te gösterilmiştir.

Tablo 4.3. Kural tabanlı sınıflamanın karşılaştırma matrisi

		Doktor Teşhislerine Göre Hasta Sayıları				Toplam
		Migren	Küme	Gerilim	Baş Ağrısı yok	
Algoritma Sınıflaması Sonuçlarına Göre Hasta Sayıları	Migren	609		2		611
	Küme		53			53
	Gerilim		1	181		182
	Baş Ağrısı yok		2	1	1	4
	Toplam	609	56	184	1	

Kural tabanlı sınıflandırmada migren hastaları, doktorların teşhisine göre aynı sayıda olurken küme ve gerilim tipi hastalarında farklılıklar görülmektedir. Doktor üç hastaya küme baş ağrısı teşhisi koyarken algoritma bunların bir tanesi için gerilim tipi teşhisi bulmuş, diğer iki hasta için ise baş ağrısı yoktur sonucunu elde etmiştir. Diğer bir tanıda ise doktor üç hastaya gerilim tipi baş ağrısı teşhisi koyarken algoritma iki hasta için migren, bir hasta için ise baş ağrısı yoktur sonucunu bulmuştur.

Tablo 4.4. Kural tabanlı sınıflamanın baş ağrısı türlerine göre performansı

SINIF	Doğru Pozitiflik Oranı	Yanlış Pozitiflik Oranı	Hassaslık	f-skoru	Doğruluk Oranı (%)
Migren	1	0.008	0.997	0.998	99.77
Küme	0.946	0	1	0.972	99.65
Gerilim	0.984	0.002	0.995	0.989	99.53
Baş ağrısı yok	1	0.004	0.25	0.4	99.65

Kural tabanlı sınıflandırmada en az %99 doğruluk oranı görülmüştür. Ancak baş ağrısı olmayan hastaların teşhislerinde hassaslık değeri 0.25 olmuştur.

Tablo 4.5. Kural tabanlı sınıflamanın genel performansı

	Hasta Sayısı	Hastaların Oranı (%)
Doğru teşhis edilen	844	99.29
Yanlış teşhis edilen	6	0.71

Alınan sonuçlara göre kural tabanlı sınıflama neredeyse %100 doğru teşhis ortaya koymaktadır. Sadece altı hasta için yanlış teşhis konulmuştur.

4.4. Yapay Bağışıklık Sistemleri ile Sınıflandırma

Yapay Bağışıklık Sistemi (Artificial Immune System (AIS)) biyolojik bağışıklık sisteminden esinlenilmiş bir makine öğrenmesi algoritmasıdır [77]. Vücudun

mikropları tanımlayarak yok edebilmesi doğal bağışıklık sistemi olarak adlandırılır. AIS sisteminde amaç, lenfosit aktiviteleri, doğal antikor üretimi, ön bağışıklık, dağarcık seleksiyonu, tolerans, hafıza ve bağışıklık sisteminin gelişimine benzer yaklaşımları gerçekleştirmektir [78]. Bağışıklık sistemini anlamak için aşağıdaki terimleri bilmek gereklidir.

T-hücreleri (T-cells): Bu elemanlar sistemdeki bir antijenin birincil yapısını öğrenir ve sistem için ne anlam ifade ettiğine karar verir. T-hücreleri sistemde bir güvenlik görevlisi gibi çalışarak yeni bir antijen bilgisinin sisteme nasıl yayılacağını tespit eder. Sistemde her antijen için bir T-hücresi bulunur ve her T-hücresi bir veya daha fazla B-hücresi grubu barındırır.

B-hücreleri (B-cells): Bu elemanlar bir antijenin yüzey bilgilerini öğrenirler. Sistemdeki bir B-hücresi, bir antijen türünün veya daha spesifik olarak bir antijen grubunun örneğini temsil eder.

Antikor (antibody): Bağışıklık sisteminin geçmiş bilgilere göre tanımını yaptığı (öğrendiği) antijen (hastalık) özelliklerini içeren eğitim verisi vektörleridir. Antikorlar vücuda bulaşan antijenlerin bilgisini saklar. Bu şekilde bilmediği yeni antijenleri, önceki bilgileriyle karşılaştırarak tespit etmeye çalışır. Aynı şekilde antikorlar yeni antijenlerin özelliklerini de öğrenmeye devam ederler. Bu işlemi çabuk bir şekilde gerçekleştirirler. Bu eğitim sonunda elde ettiği öğrenme verilerinden antikor popülasyonu oluşur.

Antijen (antigen): Vücuda bulaşan ve öğrenilmesi gereken yeni hücrelerdir. AIS sisteminde test verilerini temsil ederler. Antikor karşılaştırması ile sınıflandırılırlar. Vücudun zararlı olduğunu tespit ettiği antijenler yok edilir veya karantinaya alınıp yayılmaları önlenir.

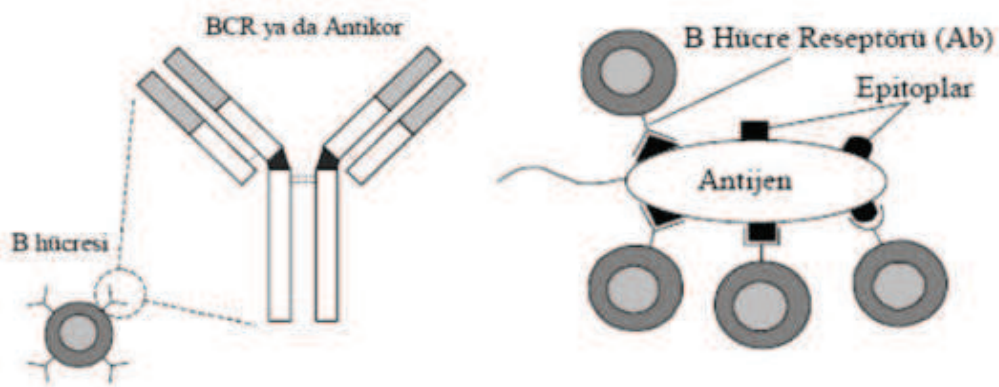
Afinite (affinity): Antikor ile antijenin birleşme eğilimidir. AIS, antikorları kullanarak birkaç özelliğini değiştirir ve yeni antikor tanımları oluşturur. Bu işlem AIS algoritmasında kendi sınıfının tanım aralığını detaylandırarak genişletmesini sağlar. Bu sayede daha sonra karşılaştığı yeni antijenleri de tanıyabilir. Ancak bu

işlem, oluşturulan antikorun kendi sınıfının haricinde başka sınıflara olan benzerliğini de arttırabilir ve bu sınıflamayı negatif yönde etkiler. Böyle bir durumda üretilen antikor yok edilir. Bu tür bir antikorun doğru üretim olup olmadığını anlama ölçüsüne afinite (birleşme eğilimi) denir. Hamming veya Öklid uzaklıkları gibi yöntemlerle afinite ölçümleri gerçekleştirilir.

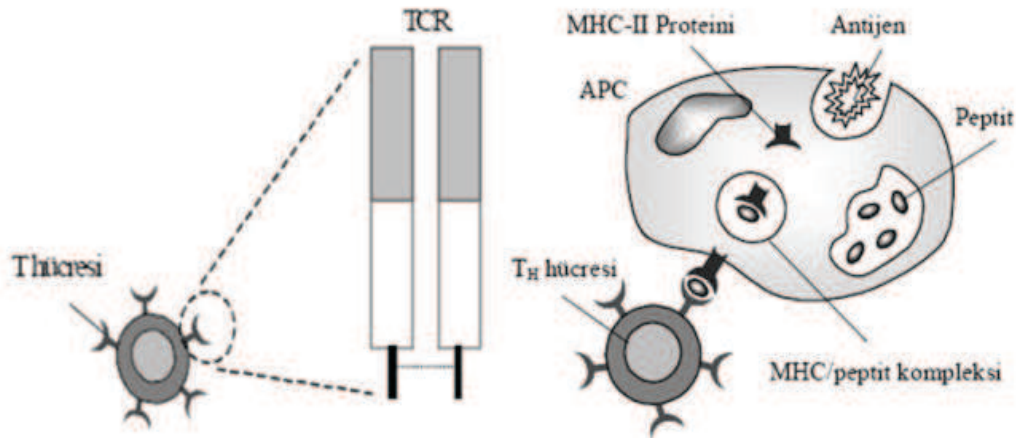
Avidite (avidity): AIS, elde ettiği afinite ölçümlerine göre oluşturulan antikorlar ile antijenlerin hangi sınıfa daha yakın olduğunu tespit etmeye çalışır. Bu işlem için avidite eşik değeri bilgisini kullanır. Özellikler tek tek karşılaştırılır. Özelliklerin benzerliği avidite sınırları içinde ise antijenin sınıfı bulunabilir. Avidite hesaplaması aslında afinite değerlerinin toplamı şeklindedir. Elde edilen değer antijenin bir antikor sınıfına benzerliğini belirler.

AIS algoritmasında afinite ve avidite ölçümlerinden sonra şekil-uzayı olarak adlandırılan bağışıklık hücrelerinin genel soyut modeli çıkarılır [77].

Biyolojik bağışıklık sistemi, temel olarak kendine ait olan materyaller (antikor) ile kendine ait olmayan materyalleri (antijen, patojen) ayırt etmektir [79]. Bu ayırt etme işlemi yani bağışıklık, T-hücreleri veya B-hücreleri ile patojen etkileşimi ile mutasyon, tanıma, çoğalma ve ezberleme işlemleri esnasında bir afinite ölçümü sayesinde olur. T-hücreleri ve B-hücreleri reseptörleri antijen epitoplarını kapsayarak bağışıklık sistemini gerçekleştirirler. Bu işlem Şekil 4.4 ve Şekil 4.5 ile gösterilmiştir.



Şekil 4.4. B-hücresi



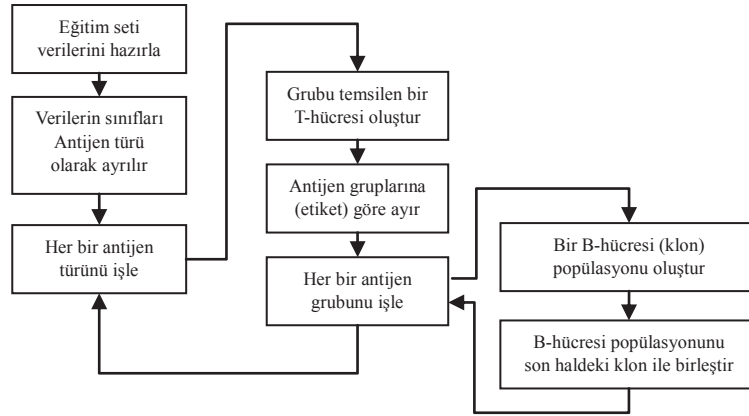
Şekil 4.5. T-hücresi

AIS algoritmaları ile sınıflandırma için WEKA uygulamasında 10-katlı çapraz doğrulama tekniği uygulanmış ve sınıflamadan alınan sonuçlarla ROC analizi yapılmıştır.

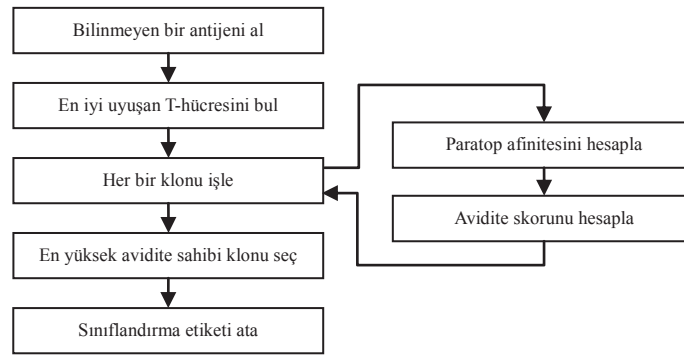
4.4.1. Immunos algoritmaları

AIS algoritması kolay kullanımı, farklı parametrelerle esnek olarak ayarlanabilmesi ve kararlı yapısı sayesinde birçok araştırmacının dikkatini çekmiştir [80, 81]. AIS tabanlı ilk algoritma olan Immunos-81, Carter [82] tarafından geliştirilmiştir. Carter B-hücrelerinin üretim kontrolü için T-hücrelerini kullanmıştır. Bütün antijen değişkenlerini bir amino-asit kütüphanesinde saklayarak T-hücrelerinin yeni antijenleri tanımada bu kütüphaneyi kullanmıştır [83, 84]. Bu tanıma aşamasında T-hücreleri paratoplari antijenin epitoplari kapsamaktadır. Böylece antijenleri kapsayan B-hücreleri paratoplari oluşturulur.

Immunos-81 algoritması k-yakın komşuluk algoritmasına benzer bir şekilde örnek tabanlı bir sınıflayıcıdır. Şekil 4.6 ile eğitim modeli ve Şekil 4.7 ile sınıflama modeli gösterilen Immunos-81 algoritmasının Immunos-1 ve Immunos-2 şeklinde iki farklı modeli vardır.



Şekil 4.6. Immunos-81 algoritmasının eğitim modeli akış diyagramı



Şekil 4.7. Immunos-81 algoritmasının sınıflama modeli akış diyagramı

B-hücresi popülasyonu, problem kümesindeki her bir nitelik için o sınıfa karşılık gelecek şekilde üretilir. Eğitim kümesindeki her bir antijen için tek bir B-hücresi oluşturulur ve bu hücre o sınıfa karşılık gelen popülasyon içine eklenir. Sınıflandırma aşamasında üretilen B-hücreleri popülasyonu, sınıfı bilinmeyen örneği bulmak için kullanılır. Bunun için her bir klon popülasyonunun avidite hesaplaması yapılır. Avidite hesaplaması için önce klon popülasyonundaki her bir üyenin afinite değeri bulunur. Veri vektöründe Öklid uzaklığı afinite ölçüsü olarak kullanılır. Nominal değerlerin hesaplanmasında ikili uzaklık değeri hesaplanır. Eğer uyuma varsa sıfır yoksa bir olarak kabul edilir. Bir B-hücresi ile bilinmeyen bir antijen arasındaki afinite, A veri vektöründeki toplam nitelik sayısı ve af_i ise i sırasındaki afinite olmak üzere denklem (4.9) ile bulunur.

$$afinite = \sqrt{\sum_{i=1}^A af_i} \quad (4.9)$$

Veriler sayısal ise denklem (4.10), değilse denklem (4.11) kullanılır.

$$sayısal = (ab_i - ag_i)^2 \quad (4.10)$$

Burada ab_i B-hücresinin ve ag_i ise antijenin i sırasındaki niteliğidir.

$$sembolik = \begin{cases} 0 & \text{if } (ab_i \equiv ag_i) \\ 1 & \text{if } (ab_i \neq ag_i) \end{cases} \quad (4.11)$$

Son olarak avidite hesaplaması denklem (4.12) ile yapılır.

$$avidite = \frac{Klon\ Büyüklüğü}{Klon\ Afinitesi} \quad (4.12)$$

Immunos-1 algoritmasının sınıflandırma sonuçları ile doktorların teşhislerinin karşılaştırılması Tablo 4.6'da, baş ağrısı türlerine göre sınıflandırma performansı Tablo 4.7'de ve genel sınıflama performansı ise Tablo 4.8'de gösterilmiştir.

Tablo 4.6. Immunos-1 algoritmasının sınıflama karşılaştırma matrisi

		Doktor Teşhislerine Göre Hasta Sayıları				Toplam
		Migren	Küme	Gerilim	Baş Ağrısı yok	
Algoritma Sınıflaması Sonuçlarına Göre Hasta Sayıları	Migren	577				577
	Küme		51			51
	Gerilim	25		175	1	201
	Baş Ağrısı yok	7	5	9		21
	Toplam	609	56	184	1	

Immunos-1 algoritması teşhisine göre migrende otuz iki, gerilim tipinde dokuz ve küme baş ağrısında beş yanlış sonuç bulunmuştur. Baş ağrısı olmayan bir hastaya ise gerilim tipi baş ağrısı tanısı konmuştur.

Tablo 4.7. Immunos-1 algoritmasının baş ağrısı türlerine göre sınıflama performansı

SINIF	Doğru Pozitiflik Oranı	Yanlış Pozitiflik Oranı	Hassaslık	f-skoru	ROC alanı	Doğruluk Oranı (%)
Migren	0.947	0	1	0.973	0.974	96.24
Küme	0.911	0	1	0.953	0.955	99.41
Gerilim	0.951	0.039	0.871	0.909	0.956	95.88
Baş ağrısı yok	0.000	0.025	0	0	0.488	97.41

Immunos-1 algoritması baş ağrısı olmayan bir kişiyi doğru teşhis edememiştir. Küme baş ağrısı için daha iyi bir performans görülmektedir. Immunos-1 algoritması için ROC eğrileri Ek B, C, D ve E ile verilmiştir.

Tablo 4.8. Immunos-1 algoritmasının genel sınıflama performansı

	Hasta Sayısı	Hastaların Oranı (%)
Doğru teşhis edilen	803	94.47
Yanlış teşhis edilen	47	5.53

Immunos-1 algoritması %95 doğruluk oranı gösterse de sonuçta 850 hastanın 47'sini yanlış teşhis etmiştir.

Sadece veri azaltması yoluyla temel bir genelleştirme sağlamaya çalışan Immunos-2 algoritması, aslında Immunos-1 ve dolayısıyla türetilmiş olduğu Immunos-81 ile benzerlik gösterir. Klon popülasyonları Immunos-1 algoritmasında olduğu gibidir. Böylece sınıflama esnasında kullanılacak bir B-hücresi timsali için her bir B-hücresi popülasyonunu azaltan ek bir set ayarlanır. Hazırlanan bu B-hücre popülasyonlarının Immunos-81 algoritmasında olduğu gibi eğitim sonrasında atılmasına izin verilir. Her bir klon popülasyonu için tek bir B-hücresi timsali, tüm popülasyon karşısında niteliğin ortalaması alınarak hesaplanır.

Nominal nitelikler durumunda, en yüksek frekanslı nominal değer timsal olarak alınır. Sınıflandırma Immunos-1 benzeri şeklinde yapılır ki bilinmeyen antijen için

afinite sadece hazırlanan bu timsal ile hesaplanır. Avidite için Immunos-1'deki denklem kullanılır. Immunos-1 ve Immunos-2 algoritmalarında herhangi bir parametre bulunmamaktadır.

Immunos-2 algoritmasının sınıflandırma sonuçları ile doktorların teşhislerinin karşılaştırılması Tablo 4.9'da, baş ağrısı türlerine göre sınıflandırma performansı Tablo 4.10'da ve genel sınıflandırma performansı ise Tablo 4.11'de gösterilmiştir.

Tablo 4.9. Immunos-2 algoritmasının sınıflama karşılaştırma matrisi

		Doktor Teşhislerine Göre Hasta Sayıları				Toplam
		Migren	Küme	Gerilim	Baş Ağrısı yok	
Algoritma Sınıflaması Sonuçlarına Göre Hasta Sayıları	Migren	609	56	184	1	850
	Küme					0
	Gerilim					0
	Baş Ağrısı yok					0
Toplam		609	56	184	1	

Immunos-2 algoritması bu çalışma verileri ile doğru bir sınıflandırma yapamamaktadır. Bütün hastalara migren teşhisi koymuştur ki bu kabul edilebilir bir sonuç değildir.

Tablo 4.10. Immunos-2 algoritmasının baş ağrısı türlerine göre sınıflama performansı

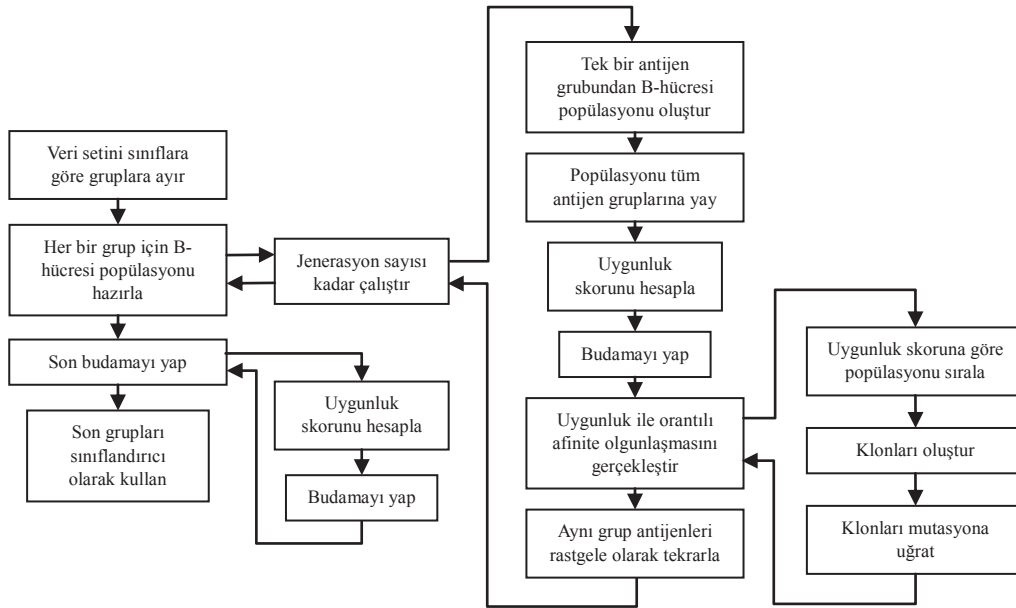
SINIF	Doğru Pozitiflik Oranı	Yanlış Pozitiflik Oranı	Hassaslık	f-skoru	ROC alanı	Doğruluk Oranı (%)
Migren	1	0.988	0.719	0.837	0.506	71.65
Küme	0	0	0	0	0.5	93.41
Gerilim	0.016	0	1	0.032	0.508	78.35
Baş ağrısı yok	0	0	0	0	0.5	99.88

Tablo 4.11. Immunos-2 algoritmasının genel sınıflama performansı

	Hasta Sayısı	Hastaların Oranı (%)
Doğru teşhis edilen	609	71.65
Yanlış teşhis edilen	241	28.35

Immunos-2 algoritması sonuçlarının yanlış olması ve herhangi bir parametre olmadığı için ayarlamalar yapılamaması sebebiyle bu algoritmanın baş ağrısı teşhisinde kullanılması mümkün değildir.

Brownlee [85] hücre çoğalması ve hiper mutasyon özelliği ekleyerek bir algoritma geliştirmiş ve Şekil 4.8 ile gösterilen Immunos-99 isimli yeni bir model ortaya çıkarmıştır.



Şekil 4.8. Immunos-99 algoritmasının eğitim ve sınıflama modeli akış diyagramı

Immunos-99 algoritması Brownlee [86] tarafından geliştirilen Klonal Seçim Sınıflandırma Algoritması (Clonal Selection Classification Algorithm (CSCA)) modelinin basitleştirilmiş bir halidir. Eğitim modelinde Immunos-81 algoritmasından esinlenilmiştir.

B-hücreleri popülasyonu antijen gruplarına yayıldığında her bir B-hücreleri için uygun bir skor hesaplaması yapılır. Denklem (4.13) ile verilen bu skor B-hücreleri grubu indeksi için toplam sıra skorunun diğer sınıf indeksleri toplam sıra skoruna bölünmesi ile hesaplanır. *Uygunluk Değeri* aynı gruptaki antijenleri tanıyan B-hücrelerinin yararlılığını gösterir. *Doğru skor* aynı gruptaki antijenlerin toplam sıra skorunu ve *Yanlış Skor* farklı gruptaki antijenlerin toplam sıra skorunu belirtir.

$$Uygunluk\ Değeri = \frac{Doğru\ Skor}{Yanlış\ Skor} \quad (4.13)$$

B-hücreleri uygunluğu hesaplaması CSCA modeline dayanır. Tek fark, bilinen her bir sınıfa karşılık bir histogram yerine sıra skorlarının toplamı hesaplanır. Verilen bir antijen için bu skor denklem (4.14) ile bulunur.

$$Sıra\ Skoru = \frac{i}{N_B} \quad (4.14)$$

Burada N_B sıralanmış popülasyondaki toplam B-hücreleri sayısını, i değişkeni ise 1 değeri ile başlayan popülasyonun i kademesindeki B-hücrelerinin indeksini belirtir.

Klonların oluşturulmasından sonra bunlar B-hücrelerinin derecelendirme oranının tersine göre mutasyona uğrattılıp değiştirilir. Küçük mutasyon yüksek oranlı derecelendirilmiş B-hücreleri, fazla mutasyon ise düşük oranlı derecelendirilmiş B-hücreleri meydana getirir. Bu yaklaşım CSCA prensibine benzer ancak uygunluk oranlı değil uygunluk derecelendirmesi tabanlı olarak denklem (4.15) ile gösterilen bir oran kullanılır.

$$r_i = \frac{Sıra\ Değeri}{S} \quad (4.15)$$

Burada r_i derecelendirme oranı i kademesindeki B-hücreleri için olup, *Sıra Değeri* sıralanmış dizi derecelendirmesindeki B-hücrelerinin gerçek indeksini, S ise popülasyondaki toplam B-hücreleri sayısını gösterir. Aynı sınıftaki antijenlerin toplam sayısı için N_{ag} kullanılırken her bir B-hücreleri için oluşturulan klonların sayısı denklem (4.16) ile bulunur.

$$\text{Klonların Sayısı} = \frac{L - d}{8} \cdot f_0 \cdot E \cdot r \cdot w_h \quad (4.16)$$

Immunos-99 algoritmasının sınıflandırma sonuçları ile doktorların teşhislerinin karşılaştırılması Tablo 4.12'de, baş ağrısı türlerine göre sınıflandırma performansı Tablo 4.13'te ve genel sınıflandırma performansı ise Tablo 4.14'te gösterilmiştir.

Tablo 4.12. Immunos-99 algoritmasının sınıflama karşılaştırma matrisi

		Doktor Teşhislerine Göre Hasta Sayıları				Toplam
		Migren	Küme	Gerilim	Baş Ağrısı yok	
Algoritma Sınıflaması Sonuçlarına Göre Hasta Sayıları	Migren	580				580
	Küme		53			53
	Gerilim	29	3	184	1	217
	Baş Ağrısı yok					0
Toplam		609	56	184	1	

Immunos-99 algoritması sonuçlarına göre migrende yirmi dokuz yanlış, küme baş ağrısında üç yanlış teşhis mevcuttur. Baş ağrısı olmayan bir hasta ise gerilim tipi olarak teşhis edilmiştir.

Tablo 4.13. Immunos-99 algoritmasının baş ağrısı türlerine göre sınıflama performansı

SINIF	Doğru Pozitiflik Oranı	Yanlış Pozitiflik Oranı	Hassaslık	f-skoru	ROC alanı	Doğruluk Oranı (%)
Migren	0.952	0	1	0.976	0.976	96.59
Küme	0.946	0	1	0.972	0.973	99.65
Gerilim	1	0.05	0.848	0.918	0.975	96.12
Baş ağrısı yok	0	0	0	0	0.5	99.88

Immunos-99 algoritması gerilim tipinde %96.12 doğruluk oranı göstermiştir.

Tablo 4.14. Immunos-99 algoritmasının genel sınıflama performansı

	Hasta Sayısı	Hastaların Oranı (%)
Doğru teşhis edilen	817	96.12
Yanlış teşhis edilen	33	3.88

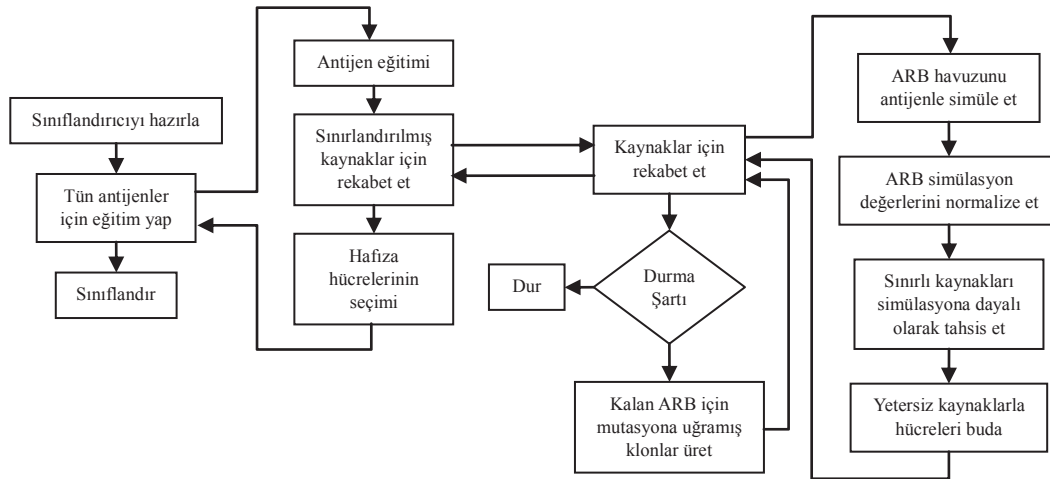
Immunos-99 algoritması aşağıda verilen parametrelere göre çalıştırılmış ve doğru teşhis oranı %96.12 olmuştur. Varsayılan parametrelerden normalde 1 olan r değeri 2 yapılmış, S değeri de artırılarak 0.3 seçilmiştir. Daha düşük değerlerde performansın azaldığı gözlemlenmiştir.

- minimumFitnessThreshold (Eta) = 0.5
Asgari uygunluk eşiği, budama ve antikor nüfus büyüklüğü için kullanılır. Bu katsayı ile eşiği ayarlanan antikorlar havuzdan silinir.
- seed (r) = 2
Tutarlılık hesaplanmasında kullanılan sonuç tekrarlanabilirliği için gereken rastgele sayı üretici
- seedPopulationPercentage (S) = 0.3
Tohum popülasyonu yüzdesi B-hücresi nüfusu için tohum olarak alınmış olan her bir antijen grubu yüzdesidir.
- totalGenerations (G) = 1
Toplam nesil sayısı hazırlanan her B-hücresinin toplam arıtma kademe sayısıdır.

4.4.2. Yapay bağışıklık tanıma sistemi algoritmaları

Yapay Bağışıklık Tanıma Sistemi (Artificial Immune Recognition System (AIRS)) Watkins [87, 88] tarafından yüksek lisans tezi olarak k-yakın komşuluk yöntemiyle kümeleme tabanlı geliştirilen bir algoritmadır. Eğitim setini temsil eden Yapay Tanıma Topları (Artificial Recognition Balls (ARB)) veya hafıza hücreleri diye tabir edilen bir popülasyonun oluşturulması esasına dayanır [89]. ARB, Farmer tarafından

açıklanan bir bağışıklık sistemindeki antijenik etkileşim prensibinden [90] geliştirilmiştir. ARB, spesifik tanıma ya da uyuşma hücrelerine karşılık gelen avidite hesaplamasından sonra gerçekleştirilen mutasyon klonlarından oluşturulur. Sınırlandırılmış kaynaklar amaca uygun en iyi çalışan antijen simülasyonu ile seçilir. AIRS algoritması [91] ARB içinden antijen için en iyi uyan mutasyonlu klonları kullanarak sınıflandırma yapar. Algoritma Şekil 4.9 ile gösterilmiştir.



Şekil 4.9. AIRS algoritmasının sınıflama modeli akış diyagramı

AIRS algoritması için öncelikle tüm veri seti 0 ile 1 aralığında denklem (4.17) ile verilen Öklid ölçüsüne göre normalize edilir.

$$uzaklık = \sqrt{\sum_{e=1}^E (v1 - F_{Rt})^2} \quad (4.17)$$

Öklid uzaklığını hesaplayan $Q \in V$ eşitliğinde R_{ve} R_t iki elementin afinite ölçüsünü gösterirken \sum toplam nitelik sayısını temsil eder.

İki veri vektörü arasındaki maksimum uzaklık denklem (4.18) ile hesaplanır. Buradaki eşitlikte N değeri K kademesindeki nitelik için bilinen veri aralığıdır.

$$I = G \cdot OE \cdot Q \cdot \sqrt{\sum_{e=1}^E (v1 - F_{Rt})^2} \quad (4.18)$$

Afinite ölçümü denklem (4.19) ile hesaplanır.

$$afinite = \left(\frac{uzaklık}{maksimum\ uzaklık} \right) \quad (4.19)$$

Afinite eşik değeri (affinite threshold), tüm eğitim verilerindeki antijenler için ortalama afinite değerini temsil eder ve denklem (4.20) ile hesaplanır. Denklemde n toplam antijen sayısını, ag_i değeri i kademesindeki antijeni, ag_j ise j kademesindeki antijeni ve $afinite(x,y)$ ise bu antijenler için Öklid uzaklığını belirtir.

$$afinite\ eşik\ değeri = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n afinite(ag_i, ag_j)}{\frac{n(n-1)}{2}} \quad (4.20)$$

Bu başlangıç işlemlerinden sonra ARB'yi oluşturacak hafıza hücrelerinin belirlenmesi için denklem (4.21) kullanılır. Uyarım değeri denklem (4.22) ile bulunur.

$$mc_{benzerlik} = argmax_{mc \in MC_{ag,c}} * uyarım(ag, mc) \quad (4.21)$$

$$uyarım(x, y) = 1 - afinite(x, y) \quad (4.22)$$

Yüksek uyarım değerli bu hafıza hücresi mc_{benzer} denklem (4.23) ile ARB oluşturur.

$$klon\ sayısı = hiperKlonalOran * klonalOran * uyarım(ag, mc_{benzer}) \quad (4.23)$$

ARB tarafından oluşturulan ve klon sayımı için kullanılan $klonalOran$ ile $hiperKlonalOran$ değerlerini kullanıcı belirler. Oluşturulan ARB, hafıza hücresi havuzuna alınır. Bu işlem için aday ARB ile uyumlu hafıza hücresi arasındaki afinite değeri denklem (4.24) ile gösterilen kesme değerinden düşük olmalıdır.

$$kesme\ değeri = afiniteEşikDeğeri * afiniteEşikSkalası \quad (4.24)$$

Oluşturulan hafıza hücreleri yani ARB havuzu artık AIRS sınıflandırıcının temelidir. Sınıflandırma k -yakın komşuluk algoritması yaklaşımı ile yapılır. Veri örneği en iyi uyum sağlayan k değerinin bulunduğu sınıf çoğunluğunun oylaması ile bulunur.

AIRS algoritması AIRS1, AIRS2 ve Paralel AIRS2 olarak üç farklı modele sahiptir. AIRS2 her bir antijen için geçici bir kaynak kullanırken AIRS1 sınıflandırıcısı eğitim işlemi için kalıcı kaynak kullanır. Ayrıca AIRS1 sınıflandırıcısı oluşturulabilir klonların sınıfı için bir mutasyona ihtiyaç duyar. Paralel AIRS2 [92, 93] algoritması veri setini parçalara ayırıp her bir parçayı bağımsız olarak işleme tabi tutar.

AIRS1 algoritmasının sınıflandırma sonuçları ile doktorların teşhislerinin karşılaştırılması Tablo 4.15'te, baş ağrısı türlerine göre sınıflandırma performansı Tablo 4.16'da ve genel sınıflandırma performansı ise Tablo 4.17'de gösterilmiştir.

Tablo 4.15. AIRS1 algoritmasının sınıflama karşılaştırma matrisi

		Doktor Teşhislerine Göre Hasta Sayıları				Toplam
		Migren	Küme	Gerilim	Baş Ağrısı yok	
Algoritma Sınıflaması Sonuçlarına Göre Hasta Sayıları	Migren	609	1	2		612
	Küme		54			54
	Gerilim		1	182	1	184
	Baş Ağrısı yok					0
Toplam		609	56	184	1	

AIRS1 algoritması gerilim tipi ve küme baş ağrısı sınıflamasında iki hastaya yanlış teşhis koymuştur. Baş ağrısı olmayan bir hastayı ise gerilim tipi olarak teşhis etmiştir.

Tablo 4.16. AIRS1 algoritmasının baş ağrısı türlerine göre sınıflama performansı

SINIF	Doğru Pozitiflik Oranı	Yanlış Pozitiflik Oranı	Hassaslık	f-skoru	ROC alanı	Doğruluk Oranı (%)
Migren	1	0.012	0.995	0.998	0.994	99.65
Küme	0.964	0	1	0.982	0.982	99.77
Gerilim	0.989	0.003	0.989	0.989	0.993	99.53
Baş ağrısı yok	0	0	0	0	0.5	99.882

AIRS1 algoritması küme baş ağrısı sınıflamasında %99.77 doğruluk oranı yakalarken migren sınıflamasında ROC alanı değerinin 0.994 ile en iyisi olduğu görülmektedir.

Tablo 4.17. AIRS1 algoritmasının genel sınıflama performansı

	Hasta Sayısı	Hastaların Oranı (%)
Doğru teşhis edilen	845	99.41
Yanlış teşhis edilen	5	0.59

AIRS1 algoritması aşağıda verilen parametrelere göre çalıştırılmıştır.

- affinityThresholdScalar (F) = 0.3
Afinite ortalama ayarlama eşik skalası
- arbInitialPoolSize (B) = 2
ARB başlangıç havuz değeri
- clonalRate (C) = 10
Klonal oran, en uygun bellek hücresi ARB havuzu nüfusunu oluşturabilen klonların sayısını belirlemek için hiper-mutasyon oranı ile birlikte kullanılır.
- hyperMutationRate (H) = 2
Klonal oran ve hücre uyarımı ile birlikte kullanılan hiper-mutasyon oranı en uygun bellek oluşturabilir mutasyona uğramış klonların sayısını belirler.

- knn (K) = 4
K-yakın komşuluk bilinmeyen antijenlerin sınıflandırılmasında çoğunluk tarafından oylamada kullanılan en uygun hafıza hücrelerinin sayısını belirler.
- memInitialPoolSize (E) = 1
Başlangıç hafıza hücresi havuzu büyüklüğü
- mutationRate (M) = 0.2
Klonlanmış ARB değerlerinin mutasyon oranı
- numInstancesAffinityThreshold (A) = -1
Affinite eşik değeri hesaplamak için toplam eğitim örnekleri
- seed (S) = 1
Rastgele sayı üretici
- stimulationValue (V) = 0.9
Uyarım eşiği parametresi, bir antijenin ARB arıtma miktarını kontrol ederek ARB özelliğine yakınlığını belirleyen durdurma parametresidir.
- totalResources (R) = 200
Toplam kaynaklar, ARB havuzunda arada bulunabilen ARB sayısı limitidir.

AIRS2 algoritmasının sınıflandırma sonuçları ile doktorların teşhislerinin karşılaştırılması Tablo 4.18'de, baş ağrısı türlerine göre sınıflandırma performansı Tablo 4.19'da ve genel sınıflandırma performansı ise Tablo 4.20'de gösterilmiştir.

Tablo 4.18. AIRS2 algoritmasının sınıflama karşılaştırma matrisi

		Doktor Teşhislerine Göre Hasta Sayıları				Toplam
		Migren	Küme	Gerilim	Baş Ağrısı yok	
Algoritma Sınıflaması Sonuçlarına Göre Hasta Sayıları	Migren	607	3			610
	Küme		53			53
	Gerilim	2		184	1	187
	Baş Ağrısı yok					0
	Toplam	609	56	184	1	

AIRS2 algoritması sınıflamada migrende iki, küme baş ağrısında üç hata yapmıştır.

Tablo 4.19. AIRS2 algoritmasının baş ağrısı türlerine göre sınıflama performansı

SINIF	Doğru Pozitiflik Oranı	Yanlış Pozitiflik Oranı	Hassaslık	f-skoru	ROC alanı	Doğruluk Oranı (%)
Migren	0.997	0.012	0.995	0.996	0.992	99.41
Küme	0.946	0	1	0.972	0.973	99.65
Gerilim	1	0.005	0.984	0.992	0.998	99.65
Baş ağrısı yok	0	0	0	0	0.5	99.88

AIRS2 algoritması özellikle gerilim tipi ve küme baş ağrıları teşhisinde daha iyi bir performans göstermiştir.

Tablo 4.20. AIRS2 algoritmasının genel sınıflama performansı

	Hasta Sayısı	Hastaların Oranı (%)
Doğru teşhis edilen	844	99.29
Yanlış teşhis edilen	6	0.71

AIRS2 algoritması aşağıda verilen parametrelere göre çalıştırılmıştır. V değeri 0.5'ten büyük seçildikçe sınıflandırma işlemi gecikmekte ama performansta bir iyileşme görülmemektedir. E değerinin yüksek olması performansı arttırmaktadır.

- affinityThresholdScalar (F) = 0.1
- clonal Rate (C) = 10
- hyperMutationRate (H) = 3
- knn (K) = 4
- memInitialPoolSize (E) = 200
- numInstancesAffinityThreshold (A) = -1
- seed (S) = 1
- stimulationValue (V) = 0.5
- totalResources (R) = 300

Paralel AIRS2 algoritmasının sınıflandırma sonuçları ile doktorların teşhislerinin karşılaştırılması Tablo 4.21'de, baş ağrısı türlerine göre sınıflandırma performansı Tablo 4.22'de ve genel sınıflandırma performansı ise Tablo 4.23'te gösterilmiştir.

Tablo 4.21. Paralel AIRS2 algoritmasının sınıflama karşılaştırma matrisi

		Doktor Teşhislerine Göre Hasta Sayıları				Toplam
		Migren	Küme	Gerilim	Baş Ağrısı yok	
Algoritma Sınıflaması Sonuçlarına Göre Hasta Sayıları	Migren	608	1			609
	Küme		54			54
	Gerilim	1	1	184	1	187
	Baş Ağrısı yok					0
Toplam		609	56	184	1	

Paralel AIRS2 algoritması migren ve baş ağrısı olmayan hastaların teşhisinde bir, küme baş ağrısı teşhisinde ise iki yanlış yapmıştır. Gerilim tipi baş ağrısı teşhisinde hata yoktur.

Tablo 4.22. Paralel AIRS2 algoritmasının baş ağrısı türlerine göre sınıflama performansı

SINIF	Doğru Pozitiflik Oranı	Yanlış Pozitiflik Oranı	Hassaslık	f-skoru	ROC alanı	Doğruluk Oranı (%)
Migren	0.998	0.004	0.998	0.998	0.997	99.77
Küme	0.964	0	1	0.982	0.982	99.77
Gerilim	1	0.005	0.984	0.992	0.998	99.65
Baş ağrısı yok	0	0	0	0	0.5	99.88

Paralel AIRS2 algoritmasında sınıflama performansı doğruluk değerleri açısından en iyi sonuç gerilim tipinde olmuştur. Doğruluk oranları %100'e çok yakındır.

Tablo 4.23. Paralel AIRS2 algoritmasının genel sınıflama performansı

	Hasta Sayısı	Hastaların Oranı (%)
Doğru teşhis edilen	846	99.53
Yanlış teşhis edilen	4	0.47

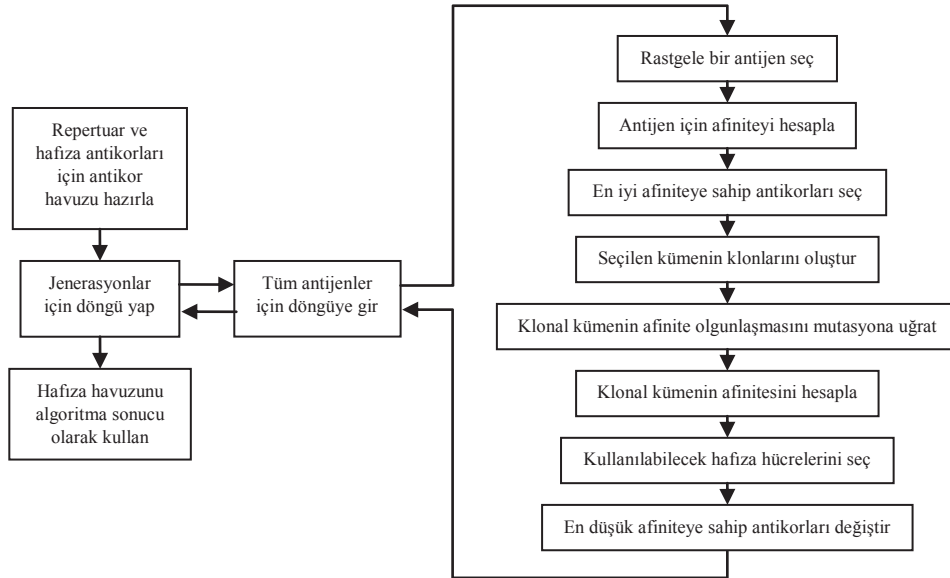
Paralel AIRS2 algoritması aşağıda verilen parametrelere göre çalıştırılmıştır.

- affinityThresholdScalar (F) = 0.1
- clonal Rate (C) = 10
- hyperMutationRate (H) = 3
- knn (K) = 4
- memInitialPoolSize (E) = 200
- numInstancesAffinityThreshold (A) = -1
- numThreads (N) = 3
- Paralel çalışma bölüm sayısı
- seed (S) = 1
- stimulationValue (V) = 0.5
- totalResources (R) = 300

4.4.3. Klonal seçim algoritmaları

Yapay bağışıklık tabanlı diğer bir algoritma ise Castro ve Von Zuben [94] tarafından geliştirilen klonal seçim teorisine dayalı Klonal Algoritma (CLONALG) sınıflandırıcısıdır.

Temel olarak bu algoritma mantığı, antijen simülasyonu sonrası B-hücrelerinden elde edilen çeşitli antikörlerin üretim yakınlığı daha yüksek bir değere sahip olan antijene bağlanmasıdır. Bu antikörler eğitilmiş malzemeler olur ve başka bir karşılaşma durumunda yeni antijenleri sınıflandırmak için kullanılır. CLONALG sınıflama modeli akış diyagramı Şekil 4.10 ile gösterilmiştir.



Şekil 4.10. CLONALG sınıflama modeli akış diyagramı

Seçilen antikorların her birinden oluşturulan klonların sayısı, onların derecelendirmeye dayalı bir ölçüm kullanılarak hesaplanan afinite değeri ile orantılıdır. Antijene karşılık gelen afinite değerlerine göre küçükten büyüğe sıralanmış olan antikorların seçilerek tekrar sıralanması ile bu klonların sayısı denklem (4.25) kullanılarak bulunur.

$$\text{Klonların Toplam Sayısı} = \sum_{i=1}^n \left[\frac{\beta \cdot N_{ab}}{i} + 0.5 \right] \quad (4.25)$$

Burada n toplam seçilen antikor sayısını, β klonal faktörü, N_{ab} antikor havuzunun ölçüsünü ve i geçerli antikor derecesini temsil etmektedir. Afinite ise Hamming uzaklığı ile hesaplanan bir değer olup denklem (4.26) ile bulunur.

$$\delta = \begin{cases} 1 & ab_i \neq ag_i \\ 0 & ab_i \equiv ag_i \end{cases} \text{ olmak üzere } D = \sum_{i=1}^L \delta \quad (4.26)$$

Burada D ile gösterilen Hamming uzaklığında ab antikor, ag antijen ve L ise bit dizisinin uzunluğudur.

CLONALG sınıflandırma sonuçları ile doktorların teşhislerinin karşılaştırılması Tablo 4.24'te, baş ağrısı türlerine göre sınıflandırma performansı Tablo 4.25'te ve genel sınıflandırma performansı ise Tablo 4.26'da gösterilmiştir.

Tablo 4.24. CLONALG sınıflama karşılaştırma matrisi

		Doktor Teşhislerine Göre Hasta Sayıları				Toplam
		Migren	Küme	Gerilim	Baş Ağrısı yok	
Algoritma Sınıflaması Sonuçlarına Göre Hasta Sayıları	Migren	608	4	4		616
	Küme		51			51
	Gerilim	1	1	180	1	183
	Baş Ağrısı yok					0
Toplam		609	56	184	1	

CLONALG migren ve baş ağrısı olmayanların teşhisinde bir hastayı, küme baş ağrısında beş hastayı ve gerilim tipi baş ağrısında dört hastayı yanlış teşhis etmiştir.

Tablo 4.25. CLONALG baş ağrısı türlerine göre sınıflama performansı

SINIF	Doğru Pozitiflik Oranı	Yanlış Pozitiflik Oranı	Hassaslık	f-skoru	ROC alanı	Doğruluk Oranı (%)
Migren	0.998	0.033	0.987	0.993	0.983	98.94
Küme	0.911	0	1	0.953	0.955	99.41
Gerilim	0.978	0.005	0.984	0.981	0.987	99.18
Baş ağrısı yok	0	0	0	0	0.5	99.88

CLONALG sınıflama performansına bakıldığında migren teşhisinde doğruluk oranı %99'un altına düşmüştür.

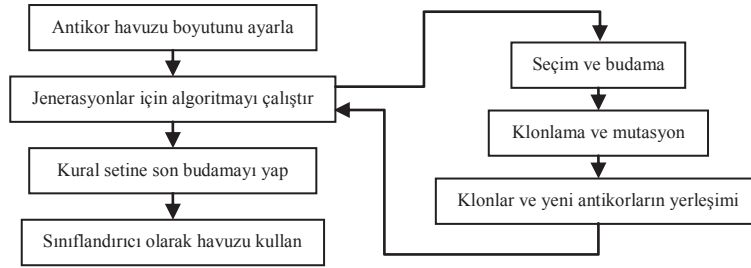
Tablo 4.26. CLONALG genel sınıflama performansı

	Hasta Sayısı	Hastaların Oranı (%)
Doğru teşhis edilen	839	98.71
Yanlış teşhis edilen	11	1.29

CLONALG aşağıda verilen parametrelere göre çalıştırılmıştır.

- antibodyPoolSize (N) = 50
Toplam antikor sayısı
- clonalFactor (B) = 0.2
Klonal faktör seçilen antikorlar için üretilen klonların ölçekleme sayısıdır
- numGenerations (G) = 10
Algoritmanın toplam yürütme kademe sayısıdır. Problem üzerindeki öğrenme oranını belirler. Yüksek değer aşırı öğrenmeye sebep olur.
- remainderPoolRatio (R) = 0.1
Kalan antikorların havuz büyüklüğü
- seed (S) = 1
Rastgele sayı üretici
- selectionPoolSize (n) = 20
Seçilen antikorların havuz büyüklüğü, her antijen sunumu üzerinde klonlama için antikor nüfusunu çekmek amacıyla büyük afiniteli antikorların toplam sayısını belirler.
- totalReplacement (d) = 2
Toplam değişim, her antijen yayılımı esnasındaki rastgele antikorların düşük afiniteli antikorlar ile değişim oranıdır. Antikor popülasyonuna (lokal mutasyon çeşitliliğinden daha fazla) ilave çeşitlilik sağlar.

Brownlee [86] tarafından geliştirilen diğer bir sınıflandırıcı olan CSCA, doğru sınıflandırılmış örüntüleri saklayarak ve yanlış örüntüleri minimize ederek bir optimizasyon sağlar. Algoritmanın yapısı Şekil 4.11 ile gösterilmiştir.



Şekil 4.11. CSCA sınıflama modeli akış diyagramı

Algoritmada bir antikor için üretilen klonların sayısı denklem (4.27) ile hesaplanır. Denklemde f_i antikor uygunluk değerini, S seçilen set içindeki toplam antikor sayısını, n ise geçerli işlemdeki antijen sayısını ve a isteğe bağlı ölçek faktörünü temsil eder.

$$klonlarınSayısı_i = \left(\frac{f_i}{\sum_{j=1}^S f_j} \right) \cdot (n \cdot a) \quad (4.27)$$

CSCA sınıflandırma sonuçları ile doktorların teşhislerinin karşılaştırılması Tablo 4.27'de, baş ağrısı türlerine göre sınıflandırma performansı Tablo 4.28'de ve genel sınıflandırma performansı ise Tablo 4.29'da gösterilmiştir.

Tablo 4.27. CSCA sınıflama karşılaştırma matrisi

		Doktor Teşhislerine Göre Hasta Sayıları				Toplam
		Migren	Küme	Gerilim	Baş Ağrısı yok	
Algoritma Sınıflaması Sonuçlarına Göre Hasta Sayıları	Migren	609		2		611
	Küme		54			54
	Gerilim		2	182	1	185
	Baş Ağrısı yok					0
Toplam		609	56	184	1	

CSCA küme ve gerilim tipi baş ağrısı hastalarında iki kişiye yanlış teşhis koymuş, baş ağrısı olmayan bir hastayı ise gerilim tipi olarak teşhis etmiştir.

Tablo 4.28. CSCA baş ağrısı türlerine göre sınıflama performansı

SINIF	Doğru Pozitiflik Oranı	Yanlış Pozitiflik Oranı	Hassaslık	f-skoru	ROC alanı	Doğruluk Oranı (%)
Migren	1	0.008	0.997	0.998	0.996	99.77
Küme	0.964	0	1	0.982	0.982	99.77
Gerilim	0.989	0.005	0.984	0.986	0.992	99.41
Baş ağrısı yok	0	0	0	0	0.5	99.88

CSCA, migren türü sınıflamasında çok iyi bir performans elde etmiştir.

Tablo 4.29. CSCA genel sınıflama performansı

	Hasta Sayısı	Hastaların Oranı (%)
Doğru teşhis edilen	845	99.41
Yanlış teşhis edilen	5	0.59

CSCA aşağıda verilen parametrelere göre çalıştırılmıştır.

- KNN (k) = 1
k-yakın komşuluk, bilinmeyen bir örüntü için k sayısı uyumluluk seçimi
- clonalScaleFactor (a) = 1.0
Her nesilde üretilen klonların sayısı
- InitialPopulationSize (S) = 50
Başlangıç popülasyonu büyüklüğü
- minimumFitnessThreshold (E) = 1.0
Antikor popülasyonu sayısının budama kontrolü için kullanılır
- numPartitions (p) = 1
Her nesildeki her bir sisteme yayılan eğitim örneklerinin sayısını belirler
- Seed (r) = 1
Rastgele sayı üretici
- totalGenerations (G) = 5
Eğitim planı çalıştırması için toplam nesil sayısı

4.5. Sürü Zekâsı Algoritmaları ile Kural Çıkarımı

Sürü zekâsı algoritmaları doğada sürü halinde yaşayan canlıların davranış şekillerini modelleyen bir veri madenciliği yöntemidir. Sürü zekâsı, topluluk halindeki canlıların merkezi bir koordinasyon olmadan basit kurallarla birlikte hareket ederek sergiledikleri davranış biçimidir. Bunlara yiyecek aramak ve bulunan yiyeceğin yerini sürüdeki diğer canlılara aktarmak, sürüdekilerle aynı yönde ilerlerken çarpışmamak gibi davranışlar örnek verilebilir. Sürü davranışı ilk olarak Reynolds [95] tarafından incelenmiş ve Beni ile Wang [96] tarafından hücrenel robot sistemlerinde kullanılmıştır. Daha sonraları farklı matematiksel modeller geliştirilmiş ve tabiatta sürü halinde yaşayan bazı canlıların davranış biçimleri algoritmalarla ifade edilerek optimizasyon, iş takibi, desen oluşturma, kümeleme ve sınıflandırma çalışmaları için kullanılmıştır.

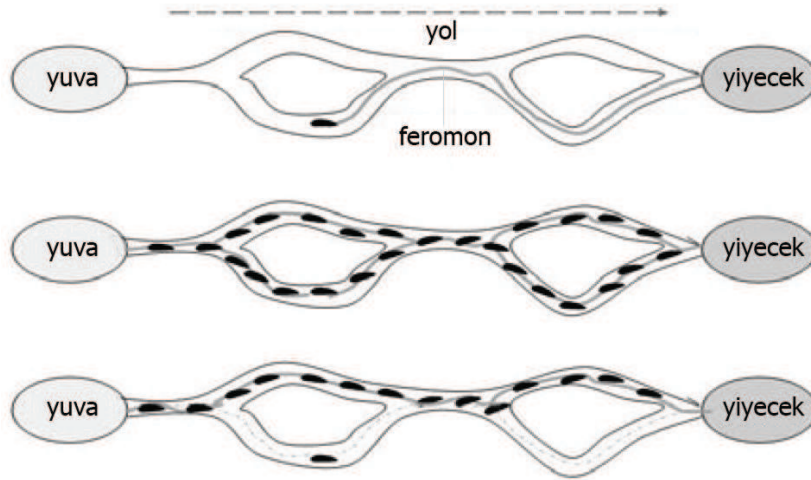
Sürü zekâsı algoritmalarıyla sınıflandırma kural çıkarımlarının temel prensibi, verilerin niteliklerinden seçilen değerler ile oluşturulan kuralların bir amaç fonksiyonu sayesinde kalitesinin optimizasyonunu sağlamaktır. Burada, amaç fonksiyonu bir uygunluk değerini verir. Bu değer için gini indeksi veya entropi sayısı gibi formüller kullanılabilir. Bu çalışmada ise uygunluk değeri için ROC analizinde hesaplanan, uygunluk ve duyarlılık değerlerinin çarpımına eşit olan kuralın kalitesi formülü kullanılmıştır.

4.5.1. Karınca koloni algoritması

Sürü zekâsı algoritmalarında çok bilinen bir yöntem Karınca Koloni (Ant Colony (AC)) algoritmasıdır ve ilk defa Dorigo [97] tarafından önerilmiştir. Karıncaların yiyecek arama sırasında en kısa yoldan hedefe ulaşma mantığı algoritmanın temelini oluşturur. Bu bağlamda karınca koloni algoritması ile sınıflama ise olası tüm kurallar içinden en iyi kuralları, karıncaların yiyecek arama yöntemi mantığına göre ortaya çıkarmaktır.

Karıncalar yuvadan bir yiyecek kaynağına doğru giderken yol boyunca feromon denilen kimyasal bir salgı bırakırlar. Bu salgı zamanla buharlaştığı için hangi yol

daha kısa ise orada daha fazla feromon kalacaktır. Bu feromon miktarı arkadan gelen diğer karıncalara yol göstererek en kısa yoldan hedefe ulaşmalarını sağlamaktadır. Karıncaların bu yiyecek arayışı Şekil 4.12 ile gösterilmiştir.

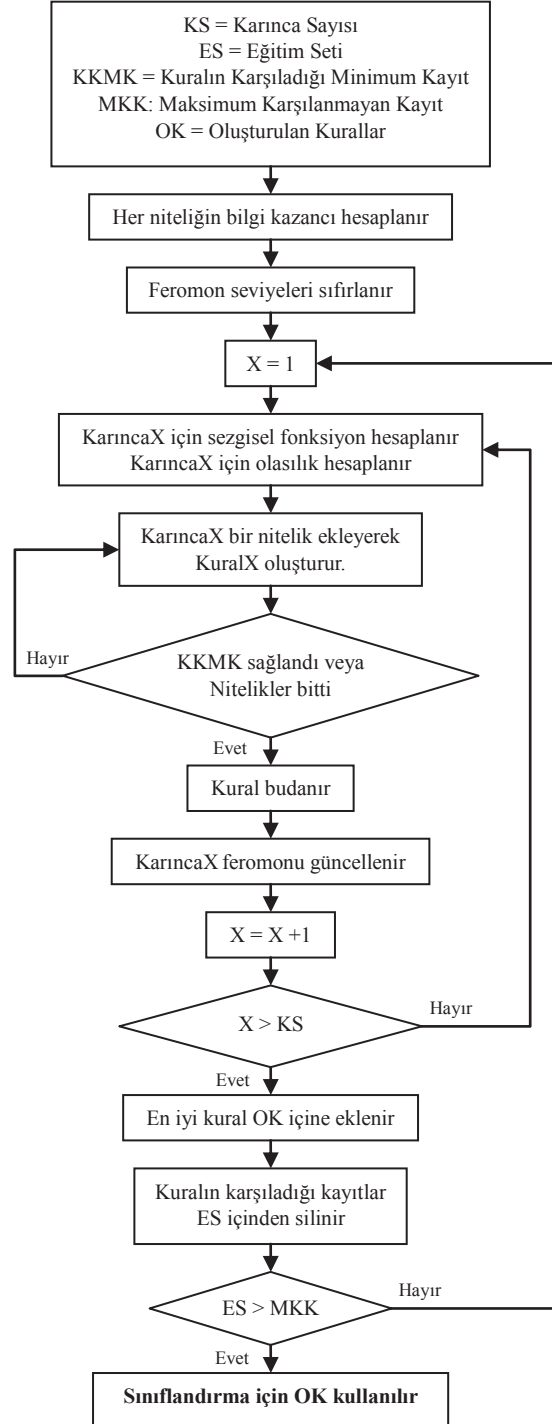


Şekil 4.12. Karıncaların yiyecek arayışı

AC algoritması ile sınıflandırma ilk defa Parpinelli v.d., [98] tarafından geliştirilmiştir. Algoritmada önce her bir niteliğin bilgi kazancı hesaplanır. Daha sonra feromon seviyeleri sıfırlanır. Her bir karınca veri setindeki nitelikleri kullanarak bir kural oluşturur. Kural her bir eleman için hesaplanan feromon değeri kullanılarak bulunan sezgisel bir değere göre nitelikler seçilerek hazırlanır. Kuralın karşıladığı minimum kayıt sayısı sağlanana kadar bütün nitelikler kullanıldıktan sonra kuralın budaması yapılır. Bu aşamada feromon seviyeleri güncellenir. Diğer karıncalar güncellenen bu feromon seviyesine bağlı olarak hesaplanan sezgisel fonksiyonla bulunan olasılık fonksiyonuna göre yeniden seçilen niteliklerle farklı kurallar oluştururlar. Uygunluk fonksiyonuna göre en iyi kural seçilir ve bu kuralı karşılayan kayıtlar eğitim kümesinden silinir. İşleme tüm eğitim kayıtları için belirlenen, tespit edilemeyen maksimum kayıt sayısına ulaşılan kadar devam edilir.

AC algoritması için açık kaynak kodlu olarak JAVA dilinde geliştirilen GUI-AntMiner isimli uygulama kullanılmıştır [99]. Program ara yüzü WEKA ile aynı prensibe sahip olup veriler 10-katlı çapraz doğrulama tekniğine göre sınıflandırılmıştır. Ancak program ROC analizi yapmayı sadece eğitim ve test verileri üzerinden doğruluk sonuçlarını bulmaktadır.

AC algoritması ile sınıflandırma kural çıkarımı akış diyagramı Şekil 4.13 ile gösterilmiştir.



Şekil 4.13. AC algoritmasının sınıflama ile kural çıkarım modeli akış diyagramı

AC algoritmasında her bir kayıt niteliği, $term_{ij}$ için denklem (4.28) ile verilen olasılık formülüne göre kuralın şartı olarak eklenir.

$$P_{ij} = \frac{\eta_{ij} \cdot \tau_{ij}(t)}{\sum_{i=1}^a x_i \cdot \sum_{j=1}^{b_i} (\eta_{ij} \cdot \tau_{ij}(t))} \quad (4.28)$$

Eşitlikte $term_{ij}$ için sezgisel değeri η_{ij} , yolun i, j pozisyonundaki t adımında $term_{ij}$ için feromon miktarını $\tau_{ij}(t)$, toplam nitelik sayısını a değişkeni ve i sırasındaki nitelik için değerlerin sayısını b_i değişkeni temsil eder. Eğer nitelik A_i geçerli olan karınca tarafından kullanılmadıysa x_i değeri 1 değilse 0 olarak alınır.

Burada $term_{ij}$ niteliği için sezgisel değer olan η_{ij} değişkeni kaliteyi hesaplar. Bu değer denklem (4.29) ile verilen formüle göre bilgi kazancı hesabına dayalı entropi ile bulunur [100].

$$\eta_{ij} = \frac{1}{k} \log_2 \left(\frac{1}{P(w|A_i=V_{ij})} \right) \quad (4.29)$$

Burada w niteliğin tahmin edilen sınıfını, k sınıf sayısını, A_i değeri i sırasındaki niteliğini, V_{ij} değeri A_i niteliğine ait j sırasındaki karşılığını ve $P(w|A_i=V_{ij})$ gözlenen sınıfın w koşuluna göre ampirik olasılık değerini temsil eder.

$H(W|A_i=V_{ij})$ değeri 0 ile $\log_2 k$ arasında değiştiği için denklem (4.30) ile sezgisel fonksiyon normal hale getirilir.

$$\eta_{ij} = \frac{1}{\log_2 k} \log_2 \left(\frac{1}{P(w|A_i=V_{ij})} \right) \quad (4.30)$$

Burada a toplam nitelik sayısını, b_i değişkeni i sırasındaki nitelik için değerler sayısını temsil eder. Eğer nitelik A_i geçerli karınca tarafından kullanılmadıysa x_i değeri 1 değilse 0 olarak alınır.

Denklem (4.31) ile belirtilen feromon seviyesi tüm niteliklerin değerleri ile ters orantılıdır.

$$\tau_{ij}(t) = \frac{1}{\sum_{i=1}^a x_i} \quad (4.31)$$

Kural içindeki tüm $term_{ij}$ değerleri için feromon seviyesi ayarlaması denklem (4.32) ile yapılır.

$$\tau_{ij}(t+1) = \tau_{ij}(t) + \tau_{ij}(t) \cdot Q, \forall i, j \in R \quad (4.32)$$

Kuralın kalitesi denklem (4.33) ile hesaplanır.

$$Q = \text{duyarlılık} * \text{özgüllük} = \frac{DP}{DP+YN} * \frac{DN}{YP+DN} \quad (4.33)$$

AC algoritması sınıflandırma sonuçları ile doktorların teşhislerinin karşılaştırılması Tablo 4.30'da, baş ağrısı türlerine göre sınıflandırma performansı Tablo 4.31'de ve genel sınıflandırma performansı ise Tablo 4.32'de gösterilmiştir.

Tablo 4.30. AC algoritmasının sınıflama karşılaştırma matrisi

		Doktor Teşhislerine Göre Hasta Sayıları				Toplam
		Migren	Küme	Gerilim	Baş Ağrısı yok	
Algoritma Sınıflaması Sonuçlarına Göre Hasta Sayıları	Migren	607				607
	Küme		55			55
	Gerilim			181		181
	Baş Ağrısı yok	2	1	3	1	7
	Toplam	609	56	184	1	

AC algoritması sınıflamada migrende iki, küme baş ağrısında bir ve gerilim tipi baş ağrısında üç hastaya yanlış teşhis koymuştur. Baş ağrısı olmayan bir hastayı ise doğru teşhis etmiştir.

Tablo 4.31. AC algoritmasının baş ağrısı türlerine göre sınıflama performansı

SINIF	Doğru Pozitiflik Oranı	Yanlış Pozitiflik Oranı	Hassaslık	f-skoru	Doğruluk Oranı (%)
Migren	0.997	0	1	0.998	99.77
Küme	0.982	0	1	0.991	99.88
Gerilim	0.984	0	1	0.992	99.65
Baş ağrısı yok	1	0.007	0.143	0.25	99.29

AC algoritması bütün baş ağrısı türleri için en az %99 doğruluk oranı göstermiştir. Tüm baş ağrısı türlerinde hassasiyet değerleri 1 olarak iyi bir sınıflama yapmıştır.

Tablo 4.32. AC algoritmasının genel sınıflama performansı

	Hasta Sayısı	Hastaların Oranı (%)
Doğru teşhis edilen	844	99,29
Yanlış teşhis edilen	6	0,71

%99.29 doğruluk oranı yakalayan AC algoritması ile sınıflandırmada kullanılan parametreler aşağıda verilmiştir.

- convergenceTest (C) = 20
Yakınsanan kural sayısı
- maxUncoveredCases (U) = 5
maksimum karşılanmayan kayıt sayısı
- minCasesRule (R) = 5
her kuralın minimum kayıt sayısı
- numAnts (A) = 5
karınca sayısı
- numIterations (I) = 200
algoritma adım sayısı

Algoritmada ilk denemede I=100 ve C=10 ve U=10 alınmış ve doğru teşhis edilen hasta sayısı 837 olarak bulunmuştur. Maksimum karşılanmayan kayıt sayısını ve algoritma adım sayısını arttırarak daha iyi bir performans elde edilmiştir. Bu parametrelere göre çalıştırılan AC algoritmasının oluşturduğu kurallar Şekil 4.14 ile gösterilmiştir.

IF characterisation = 'pulsating' AND nasal_congestion = 'no' THEN 'migraine'
IF lacrimation = 'yes' THEN 'cluster'
IF characterisation = 'stabbing' AND phonophobia = 'no' THEN 'cluster'
IF location = 'bilateral' AND photophobia = 'no' THEN 'tension'
IF aggravation = 'no' AND agitation = 'no' THEN 'tension'
IF photophobia = 'yes' AND phonophobia = 'yes' THEN 'migraine'
IF previous_attacks = '20' THEN 'tension'
Default rule: migraine

Şekil 4.14. AC algoritmasının sınıflaması ile oluşturulan kurallar

4.5.2. Yapay arı koloni algoritması

Sürü zekası algoritmalarından Yapay Arı Koloni (Artificial Bee Colony (ABC)) algoritması Derviş Karaboğa v.d., [101] tarafından geliştirilerek, arıların bal yapmak için nektar araması ile bulduğu nektarın konum ve kalite bilgilerini yuvadaki diğer arılarla paylaşması prensibinden ortaya çıkarılmıştır [102].

Bal toplayan arılar koloni içinde üç farklı grupta görev alırlar [103].

1. Kâşif arılar: Kaynak arama işleminin başlangıcında kâşif arılar rastgele dağılılarak yiyecek aramaya başlarlar.
2. İşçi arılar: Komşuluk prensibine dayanarak nektar oranının fazla olduğu kaynakları araştırırlar. Her bir besin kaynağı için bir işçi arı görevlidir [104].
3. Gözcü arılar: Kovanda bekleyen bu arılar diğer arıların kaynaklar hakkındaki bilgilerini dansla paylaşır ve sonra nektarın daha iyi olduğu kaynağa doğru yönelirler.

Algoritmada kaynaklar optimize edilmeye çalışılan problemin olası çözümlerini temsil eder. Bir kaynağın nektar miktarı o kaynakla belirtilen çözümün kalite değerini ifade etmektedir [104, 105]. Algoritmanın çalışması altı adımda gerçekleşir.

1. Kâşif arılarla başlangıç kaynak bölgelerinin belirlenmesi
2. İşçi arıların belirlenen kaynaklara gönderilmesi
3. Kaynak olmaya aday bölgeler için olasılıkların hesaplanması
4. İşçi arıların olasılık değerlerine göre gözcü arıların yeni kaynak belirlemesi
5. Mevcut bal kaynaklarının kullanım dışı bırakılması
6. Maksimum çevrim sayısı kadar işlemin tekrarı

ABC algoritması için Karaboğa v.d., [106] tarafından açıklanan ABC-Miner isimli uygulama esas alınarak WEKA veri madenciliği platformu üzerinde yeni bir kural tabanlı sınıflandırıcı modülü geliştirilmiştir. Geliştirilen bu modül ile WEKA platformu üzerinden sınıflama yapılmış ve ROC analizi sonuçları alınmıştır.

Tablo 4.33. ABC algoritmasının sınıflaması için seçilen nitelikler

Alan	Açıklama
headache_days	Baş ağrılı günlerin sayısı
duration_groups	Saniyeye göre ayarlanmış atak süresinin harf aralıkları olarak gösterimi
location	Ağrı yerleşimi
severity	Ağrı şiddeti
characterisation	Ağrı karakteristiği
nausea	Bulantı
photophobia	Işıktan rahatsızlık
phonophobia	Sesten rahatsızlık
aggravation	Günlük fiziksel aktivite (örneğin yürüme veya merdiven çıkma) ile artış ya da onlardan kaçınmaya neden olma
pericranial	Başın iki yanına şakaklara elle baskı yapılması sonucu ağrının artışı perikraniyal hassasiyet
lacrimation	Göz yaşarması
previous_attacks	Verilen cevaplara benzer şekilde bugüne kadar olan atak sayısı

ABC algoritmasında daha etkin bir şekilde kural çıkarımları yapmak için öncelikle özellik seçimi gerçekleştirilmiştir [107, 108]. Özellik kümesini seçmek için WEKA nitelik seçimi (Select attributes) paneli kullanılır. Özelliklerin seçiminde korelasyon veya bilgi kazancı gibi yöntemler kullanılabilir.

Özellik seçiminden sonra ABC algoritmasında kullanılacak nitelikler Tablo 4.33 ile gösterilmiştir. Özelliklerin ayırımında korelasyon tabanlı bir değerlendirmeden sonra BestFirst (en iyi ilk) isimli bir sıralama yöntemi ile özellik seçimi yapılmıştır [109].

ABC algoritması denklem (4.34) ile verilen başlangıç yiyecek kaynaklarının üretilmesi ile başlar. Veri setindeki nitelikler yiyecek kaynaklarına karşılık gelir.

$$X_{ij} = X_j^{min} + rand(0,1)(X_j^{mak} - X_j^{min}) \quad (4.34)$$

Burada i değişkeni yiyecek kaynağı sayısını, j değişkeni optimize edilecek kaynak sayısını, X_j^{min} değişkeni bir niteliğin parametre alt sınırını ve X_j^{mak} değeri bir niteliğin parametre üst sınırını temsil eder. Algoritmada i değişkeni kayıt sayısına kadar ve j değeri ise bir kayıttaki toplam nitelik sayısına kadar devam eder.

İşçi arılar görevli oldukları her bir kaynağın komşuluğunda denklem (4.35) ile yeni bir kaynak belirler. Eğer yeni kaynak parametre alt sınırını aşıyorsa X_j^{min} değerine, parametre üst sınırını aşıyorsa X_j^{mak} değerine eşitlenir. \emptyset_{ij} değeri -1 ile 1 arasında rastgele bir sayı olup fark değerini ağırlandırmak için kullanılır. Fark azaldıkça yani çözümler birbirine benzedikçe X_{ij} değerindeki değişim miktarı azalacak böylece bölgesel optimum çözüme yaklaşılabilecektir.

$$V_{ij} = X_{ij} + \emptyset_{ij}(X_{ij} - X_{kj}) \quad (4.35)$$

Burada sınırlar içinde üretilen V_{ij} değeri yeni bir kaynağı yani sınıflama için kullanılacak kuralı temsil eder ve bunun uygunluğu denklem (4.36) ile hesaplanır.

$$uygunluk_i = \begin{cases} 1/(1 + Q_i) & Q_i \geq 0 \\ 1/abs(Q_i) & Q_i < 0 \end{cases} \quad (4.36)$$

Burada Q_i oluşturulan kaynağın yani kuralın kalitesini gösterir. (Denklem 4.37)

$$Q_i = \text{duyarlılık} * \text{özgüllük} = \frac{DP}{DP+YN} * \frac{DN}{YP+DN} \quad (4.37)$$

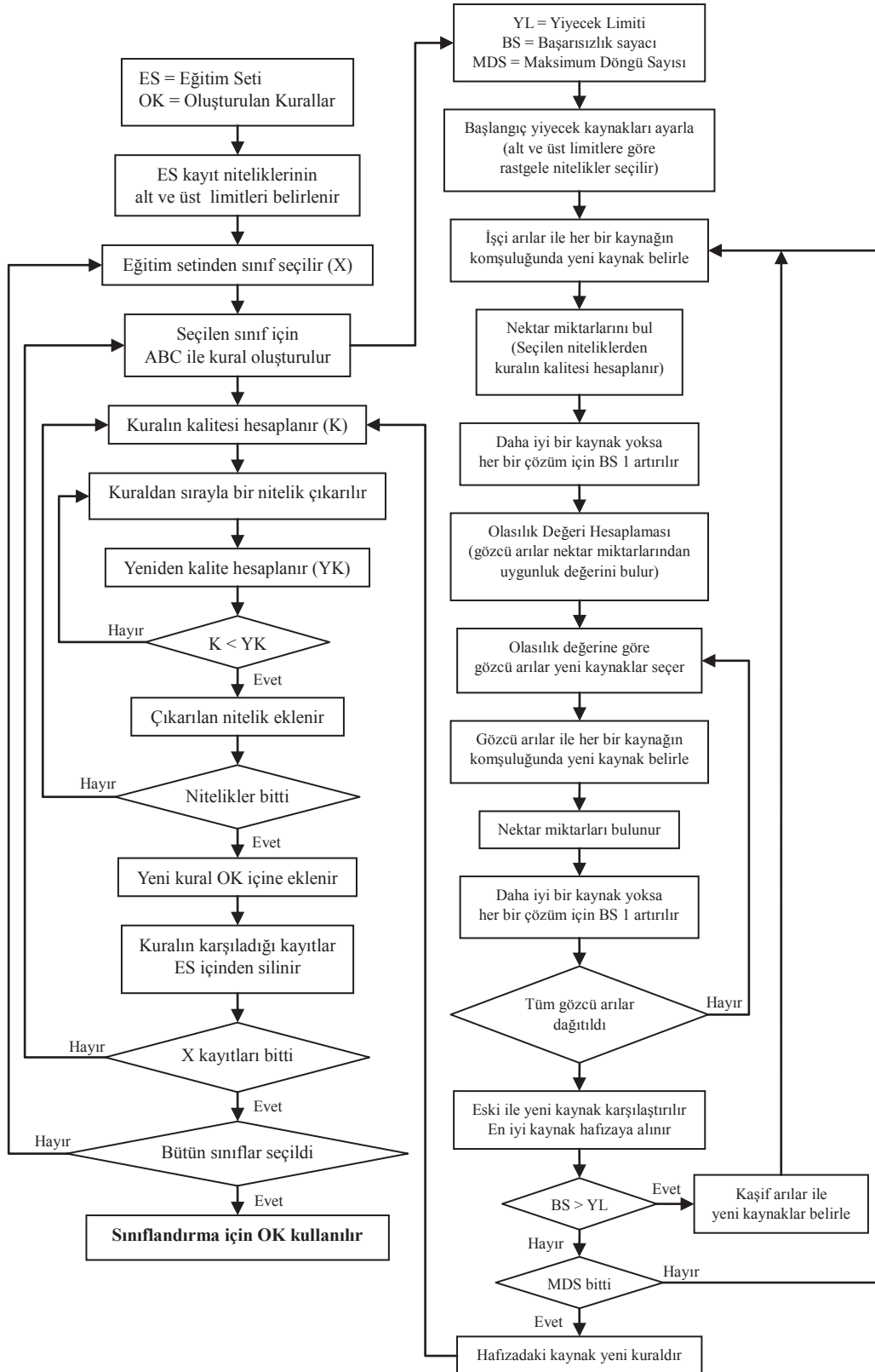
Tüm görevli arıların çevrimlerinden sonra kovana dönüp gözcü arılara aktardıkları bu bilgilerden denklem (4.38) ile verilen formüle göre nektar miktarına karşılık gelen uygunluk değeri hesaplanır. Gözcü arılar bu bilgiye göre olası seçme işlemini gerçekleştirirler. Bu olasılık hesaplama işlemine göre bir kaynağın nektar miktarı arttıkça (uygunluk değeri arttıkça) bu kaynak bölgesini seçecek gözcü arı sayısı da artacaktır. Bu özellik ABC algoritmasının pozitif geri besleme özelliğine karşılık gelmektedir.

$$P_i = \frac{uygunluk_i}{\sum_{i=1}^{SN} uygunluk_i} \quad (4.38)$$

Üretilen bu olasılık değerine göre gözcü arılar işçi arılara benzer şekilde denklem (4.26) kullanarak üretilen bu kaynaklardan yeni kaynak üretimi yapar ve kaynak kalitesi tekrar hesaplanır. Eski çözümle yeni çözüm arasında en iyi olan alınır. En iyi çözüm sınıflama için kullanılacak olan kuraldır. Oluşturulan bu kural üzerinde budama yapılır.

Budama işleminde her bir nitelik sırasıyla tek tek çıkarılıp kuralın kalitesi hesaplanır. Daha iyi bir sınıflama başarısı olan nitelikler kural içinde kalır diğerleri ise atılır. Son durumdaki kuralı karşılayan kayıtlar eğitim setinden silinir. Oluşturulan kural sınıflama kuralları içerisine alınır. Eğitim seti verileri sayısı maksimum karşılanmayan kayıt sayısında belirtilen değere ulaşana kadar ABC algoritması devam ettirilir.

ABC algoritması akış diyagramı Şekil 4.15 ile gösterilmiştir.



Şekil 4.15. ABC algoritmasının sınıflama ile kural çıkarım modeli akış diyagramı

ABC algoritmasının sınıflandırma sonuçları ile doktorların teşhislerinin karşılaştırılması Tablo 4.34'te, baş ağrısı türlerine göre sınıflandırma performansı Tablo 4.35'te ve genel sınıflandırma performansı ise Tablo 4.36'da gösterilmiştir.

Tablo 4.34. ABC algoritmasının sınıflama karşılaştırma matrisi

		Doktor Teşhislerine Göre Hasta Sayıları				Toplam
		Migren	Küme	Gerilim	Baş Ağrısı yok	
Algoritma Sınıflaması Sonuçlarına Göre Hasta Sayıları	Migren	596	5	3		604
	Küme		51			51
	Gerilim	13		181	1	195
	Baş Ağrısı yok					0
Toplam		609	56	184	1	

ABC algoritması sınıflamada migren türünde on üç, küme baş ağrısında beş ve gerilim tipi baş ağrısında üç hastayı yanlış teşhis etmiştir.

Tablo 4.35. ABC algoritmasının baş ağrısı türlerine göre sınıflama performansı

SINIF	Doğru Pozitiflik Oranı	Yanlış Pozitiflik Oranı	Hassaslık	f-skoru	ROC alanı	Doğruluk Oranı (%)
Migren	0.979	0.033	0.987	0.983	0.973	97.53
Küme	0.911	0	1	0.953	0.955	99.41
Gerilim	0.984	0.021	0.928	0.955	0.981	98
Baş ağrısı yok	0	0	0	0	0.5	99.88

AC algoritması sınıflandırmasında küme baş ağrısının sınıflama doğruluk oranı yüksek olsa da ROC alanına göre gerilim tipi baş ağrısının sınıflama performansı diğerlerine göre daha iyidir.

Tablo 4.36. ABC algoritmasının genel sınıflama performansı

	Hasta Sayısı	Hastaların Oranı (%)
Doğru teşhis edilen	828	97.41
Yanlış teşhis edilen	22	2.59

ABC algoritması ile sınıflama için kullanılan parametreler aşağıda verilmiştir.

- abcRunTime (R) = 1
Algoritma tekrar sayısı
- foodLimit (L) = 200
Yiyecek limiti
- maxCycle (C) = 500
maksimum çevrim sayısı
- maxUncoveredCases (U) = 10
maksimum karşılanmayan kayıt sayısı
- numBees (B) = 100
arı sayısı

Yukarıda belirtilen parametrelere göre çalıştırılan ABC algoritmasının oluşturduğu kurallar Şekil 4.16 ile gösterilmiştir.

<i>IF characterisation = 'pressing' AND lacrimation = 'no' THEN 'tension'</i>
<i>IF characterisation = 'pulsating' THEN 'migraine'</i>
<i>IF characterisation = 'pulsating' AND lacrimation = 'no' THEN 'migraine'</i>
<i>IF photophobia = 'yes' AND phonophobia = 'yes' AND lacrimation = 'no' THEN 'migraine'</i>
<i>IF severity = 'severe' AND aggravation = 'no' AND hemiplegic = 'no' THEN 'cluster'</i>
<i>IF characterisation = 'pressing' AND aggravation = 'no' AND lacrimation = 'no' THEN 'tension'</i>
<i>IF location = 'bilateral' AND photophobia = 'no' AND lacrimation = 'no' THEN 'tension'</i>
<i>Default Rule = migraine</i>

Şekil 4.16. ABC algoritmasının sınıflaması ile oluşturulan kurallar

BÖLÜM 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Baş ağrısı sübjektif bir kavramdır. Hastalığın belirtileri için hastanın vermiş olduğu ifadeler dikkate alınır. Bu ifadeler ise kişiden kişiye göre değişiklik gösterir. Örneğin insanların ağrı eşiği farklı olduğu için herkesin baş ağrısı şiddeti ile yaşadığı rahatsızlık farklıdır. Ancak bazı sayısal veriler elde etmek mümkündür. Bunun için verileri kullanarak baş ağrısını takip edebilecek uzman sistemlere ihtiyaç vardır.

Bu tez kapsamında geliştirilen baş ağrısı takip ve teşhis uygulaması nörologlar için bir karar destek sistemi olması amacıyla tasarlanmıştır. Bu sistem ile hastaların yaşamış olduğu atakların belirtileri esas alınarak ICHD 2'nci kriterlerine göre baş ağrılarının sınıflandırılması amaçlanmıştır.

ICHD 1988 yılında yayınlanmasından sonra bilgisayar bilimcilerinin dikkatini çekmiş ve bilgisayar destekli baş ağrısı takip ve teşhis sistemleri [15, 110, 111] geliştirilmeye başlanmıştır. Ancak bu tez çalışması gerçekleştirildiği sırada aktif olan kapsamlı bir takip ve teşhis sistemi literatürde mevcut değildir. Mevcut sistemler ise hali hazırda ticari uygulamalar olarak faaliyet göstermektedir.

Bu tez kapsamında baş ağrılarını sınıflandırmak için kural tabanlı bir sınıflandırıcı geliştirilmiş ve www.migbase.com web sitesinde kullanılmaktadır. Ayrıca yapay bağışıklık sistemi algoritmaları, karınca koloni algoritması ve yapay arı koloni algoritması kullanılarak elde edilen veriler sınıflandırılmış ve sonuçlar analiz edilerek kıyaslama yapılmıştır.

5.1. Sonuçlar

Baş ağrısı için geliştirilen kural tabanlı sınıflama algoritması ICHD 2'nci versiyon ile belirtilen tanı ölçütlerine göre hazırlanmıştır. Diğer algoritmalara göre daha kesin bir

sonuç verir. Ayrıca bu tür sınıflandırıcılar her bir kriterin şartlarına göre hazırlandığı için bulunması istenen sınıfların alt türlerini ve onların alt tiplerini de karşılayabilir. Diğer taraftan anlaşılması ve işletilmesi kolaydır. Karar destek sistemlerinin birçoğunda bu algoritmalar kullanılır. Ancak burada doktorun deneyimi de göz önünde bulundurulmalıdır. Bilgisayarın fark edemeyeceği durumları doktor tecrübesi sayesinde daha iyi anlayacaktır.

Bu çalışmada geliştirilen kural tabanlı algoritma 844 hastaya doğru teşhis koyarken 6 hastayı yanlış teşhis etmiştir. Migrenli hastaların teşhisine bakıldığında doktorlarla aynı teşhis sayısını yakalamıştır. Ancak küme ve gerilim tipi baş ağrısı teşhislerinde 3 hastaya yanlış teşhis koymuştur.

Kural tabanlı algoritmalar haricinde öğrenmeli sınıflandırma algoritmalarının sadece ana gruptaki baş ağrısı türlerini iyi bir şekilde teşhis ettiğini görmekteyiz. Öğrenmeli algoritmalar yeterli örneklem kümesi olmadığı için baş ağrılarının alt tür ve tiplerini doğru teşhis edememektedir. Böyle bir durumda her bir baş ağrısının alt türleri ve tipleri için daha fazla sayıda hasta kaydına ihtiyaç vardır.

Immunos-1 algoritması özellikle migren teşhisinde 32 hastaya farklı teşhis bulmuştur. Migrenli hastaların çalışma grubunun %72'sini oluşturduğu düşünülürse aslında daha iyi bir sonuç vermesi beklenirdi. Ancak bu algoritma herhangi bir parametreye göre çalışmadığı için farklı değerlerle değişik sınıflandırma testleri yapılamamaktadır.

Immunos-1 algoritması, baş ağrısı olmayan bir kişi olduğu için eğitim verilerinde bu örneği karşılayamamaktadır. Hassaslık ve ROC alanı değerlerine bakıldığında bu sonuç daha iyi anlaşılmaktadır. Gerilim tipi ve küme baş ağrısı teşhislerinde örneklem sayısının az olması sınıflandırma eğitimini negatif etkilemektedir.

Immunos-1 algoritması her ne kadar %95 doğruluk oranı yakalasa da 47 hastaya yanlış teşhis koyması tıbbi çalışmalar için üzerinde düşünülmesi gereken bir sonuçtur. Nitekim baş ağrısı teşhisi için belki kabul edilebilir bir algoritma olabilir

ancak kanser gibi daha kritik hastalıkların teşhisinde güvenle kullanılabilceği söylenemez.

Immunos-2 algoritması ile yapılan sınıflandırma sonuçları çok kötüdür. Algoritmanın herhangi bir parametresi olmaması sebebiyle farklı değerler ile sınıflandırmayı test etmek mümkün değildir. Bu durumda elbette baş ağrısı teşhisi için kullanılması düşünülemez.

Immunos-99 algoritması gerilim tipi baş ağrısı teşhislerinde daha iyi bir performans sergilemiştir. Ancak hassaslık, f-skoru ve doğruluk oranları düşüktür. Bu durumda migren teşhisi daha güvenilir olmaktadır. Fakat migrenli hastaların 29 tanesi yanlış teşhis edilmiştir. Küme baş ağrısına sahip hastalarda ise 3 kişiye yanlış teşhis konulmuştur. Baş ağrısı olmayan tek hastayı da teşhis edememiştir. Immunos-99 algoritması farklı parametrelerle test edilmiş ancak en doğru teşhis oranı olarak %96.12 elde edilmiştir.

AIRS1 algoritması sonuçlarına bakıldığında 850 hasta içinde sadece 5 hastanın yanlış teşhis edildiğini görüyoruz. Sınıflama doğruluk oranları en az %99 olmuştur. ROC alanı değerleri ise 1'e çok yakındır. AIRS1 algoritması, geliştiricisi tarafından AIRS2 isimli yeni versiyonu çıkarıldığı için artık kullanılmaması tavsiye edilmektedir. Ancak baş ağrısı sınıflamasında AIRS1 algoritması AIRS2 sonuçlarından daha iyi bir performans göstermiştir.

AIRS2 algoritması migren teşhisinde 2 kişiyi, küme baş ağrısı teşhisinde 3 kişiyi ve baş ağrısı olmayan hastalarda ise 1 kişiyi yanlış teşhis etmiştir. Gerilim tipi baş ağrısı teşhisinde 184 hastaya doğru teşhis koyarken 3 hastayı farklı baş ağrısı türünde sınıflandırmıştır. Genel sonuçlara bakıldığında 844 doğru ve 6 yanlış teşhis yaparak %99.29 başarı sağlamıştır.

Paralel AIRS2 sınıflama sonuçları AIRS algoritmaları içinde en iyi olandır. Ancak migren ve baş ağrısı olmayan hastaların teşhisinde 1 ve küme baş ağrısında 2 yanlış teşhis yapmıştır. Gerilim tipi baş ağrısı teşhisinde 184 hastaya doğru teşhis koyarken

3 hastayı farklı sınıfta bulmuştur. Genel sonuçlara bakıldığında 846 doğru ve 4 yanlış teşhis yaparak %99.53 başarı sağlamıştır.

CLONALG sonuçları AIRS sonuçlarına göre daha kötü ancak Immunos algoritmalarına göre daha iyidir. 839 hasta doğru teşhis edilirken 11 hastaya yanlış teşhis konmuştur. Migren ve baş ağrısı olmayan hastaların teşhisinde 1, küme baş ağrısı teşhisinde 5 ve gerilim tipi baş ağrısı teşhisinde 4 yanlış sonuç vardır.

CSCA sonuçları çok başarılıdır. 845 hastayı doğru teşhis ederken 5 hastada yanlışlık yapmıştır. Bu algortmada migren teşhisinde hata bulunmazken, küme ve gerilim tipi baş ağrısı teşhislerinde 2 yanlış sonuç mevcuttur.

AC algoritması sınıflamasında 844 doğru ve 6 adet yanlış teşhis vardır. Algoritmanın sınıflama sonuçlarına göre migrende 2, küme baş ağrısında 1 ve gerilim tipinde 3 yanlış bulunmaktadır. Baş ağrısı olmayan tek hasta ise doğru bir şekilde sınıflandırılmıştır.

ABC algoritması sınıflamasında 22 adet hasta ile çok fazla yanlışlık mevcuttur. Özellikle migren hastası olan 13 kişiyi gerilim tipi baş ağrısı olarak sınıflandırmıştır. Küme baş ağrısında 5, gerilim tipi baş ağrısında ise 3 hasta yanlış teşhis edilmiştir.

Tüm sonuçlar incelendiğinde Immunos-2 hariç bütün algoritmalar %94'ün üstünde bir başarı performansı sergilemiştir. En iyi sınıflamayı Paralel AIRS2 algoritması yapmıştır. Fakat sonuçlara göre kural tabanlı sınıflandırma, AIRS1, AIRS2, Paralel AIRS2 ve AC algoritmaları doğruluk oranları birbirine çok yakındır.

Kural tabanlı sınıflama, eğitilmiş bir algoritma olmadığı için örnek veriler olmasa bile baş ağrılarının tüm alt kümelerini ve tiplerini teşhis edebilmektedir. Ancak yeni bir baş ağrısı kriteri yayınlanması durumunda algoritmanın güncellenmesi gerekmektedir. Ayrıca kural tabanlı algoritmalar sezgisel veya tahminsel bir sonuç üretmezler. Bu sebeple kriterlerde olmayan bir baş ağrısına sahip hasta ile karşılaşıldığında algoritmanın teşhisi yanlış olacaktır.

5.2. Öneriler

Baş ağrısı teşhis sisteminde geliştirilen kural tabanlı sınıflama algoritması her bir baş ağrısı türünün alt kümelerini ve kümelerdeki baş ağrısı tiplerini teşhis edebilirken, diğer algoritmalar sadece migren, küme ve gerilim tipi baş ağrılarının ana türlerini teşhis edebilmektedir. Bunun sebebi alt kümelerdeki baş ağrısı tiplerine ait örnek hastaları içeren yeteri kadar örneklem kümesinin olmamasıdır. Eğitimli algoritmaların daha iyi bir şekilde eğitilmesi için örneklem kümesinin artırılması gerekir. Örneklem kümesinin artırılabilmesi için daha fazla uzman ve hasta ile çalışmalar yapılmalıdır.

Ancak burada asıl önemli olan konu hasta sayısı değil hasta çeşitliliğidir. Örneğin bu çalışmada elde edilen verilerin %72'si (609 kişi) migren hastasıdır. Aslında yüksek bir kayıt sayısı olsa da bazı migren türleri için örnek hasta kaydı yoktur. Bu durumda algoritmalar, örnekleri olmayan kayıtlar için bir eğitim gerçekleştiremeyecektir. Hasta çeşitliliğinin artırılması için bu tez çalışmasında geliştirilen uygulamanın ülkemizdeki ve hatta diğer ülkelerdeki doktorlara ve hastalara ulaştırılması gerekir.

Doktor ve hastalara ulaşabilmesi için bu uygulama açık kaynak kodlu olarak dağıtılabilir. Böylece daha hızlı ve etkin bir biçimde yaygınlaşması sağlanabilir. Ancak bu durumda etik kurallar dikkat edilmesi gereken önemli bir konudur. Etik kurul raporlarında özellikle kayıtların başka kurum ve şahıslar tarafından paylaşılmaması şartı koşulmuştur. Bu durumda geliştirilen uygulamanın üniversite ile beraber daha üst bir kurum olan Sağlık Bakanlığı tarafından da onaylanması gerekir. Böylece birçok doktor ile kayıtların paylaşımı söz konusu olabilecektir.

Ülkemizde Sağlık Bakanlığı tarafından başlatılan yeni bir uygulama ile vatandaşların sağlık verilerini kendi onayından sonra online olarak kaydedebilecekleri ve bu verilere herhangi bir zamanda herhangi bir yerden ulaşmasına ortam sağlanmıştır. E-nabız [112] olarak adlandırılan bu sistem ile vatandaşların tıbbi özgeçmişleri kayıt altına alınacaktır. Bu sistem ile süresi ve sınırı belirlenmiş yetki çerçevesinde sağlık kayıtlarının hekimlerce değerlendirilebildiği, böylelikle teşhis ve tedavi sürecinin kalitesini ve hızını artıran, vatandaş ile hekimi arasında güçlü bir iletişim ağının

kurulmasını sağlayan, güvenli bir şekilde internet ve mobil cihazlar üzerinden erişilebilen dünyanın en geniş ve kapsamlı sağlık bilişim alt yapısı oluşturulması planlanmaktadır. Bu tez çalışmasında geliştirilen baş ağrısı takip ve teşhis sistemi e-nabız sistemine entegre edilebilir.

Günümüzde birçok ülke tıbbi karar destek sistemlerine çok ciddi yatırımlar yapmakta ve sağlık veritabanlarının çeşitliliğini artırmaktadır. Dünyada bilinen bir baş ağrısı veritabanı yoktur. Türkiye bu konuda bir ilk olabilir. Baş ağrısı veritabanı ise eğitim ve araştırma için çok iyi bir kaynak sağlayabilir. Ayrıca baş ağrısı veritabanı ile ülkemizin baş ağrısı atlası oluşturulabilir.

Baş ağrısı sorununun doğru teşhis edilmesi takip gerektiren bir sağlık durumudur. Ataklar değişen periyotlarda farklılıklar gösterebilmektedir. Doktorun farklı atak periyotlarındaki durumları incelemesi gerekir. Doktorlar hastaların ataklarını takip etmek için genelde bir çizelge hazırlamakta ve bu çizelgeyi hastasından atak anlarında doldurmasını istemektedir. Böylece atağın başlangıç ve bitiş zamanı, şiddeti veya diğer semptomlarını kontrol etmektedir. Ancak hastanın bu çizelgede yanlışlar yapması da olası bir durumdur. Ne zaman ve nerede geleceği belli olmayan bir atağın bilgilerini kaydetmek için bu çizelgenin sürekli hasta ile taşınması zorunludur. Ayrıca her doktorun hazırladığı bu çizelgeler farklılık teşkil etmektedir. Bu tez kapsamında hazırlanan baş ağrısı takip sistemi doktorların hastalarını daha iyi takip etmesini sağlayacaktır. Hastanın bir bilgisayardan veya özellikle cep telefonu ile tablet gibi mobil cihazlardan seyahat halinde bile rahatlıkla verileri girerek takip edilmesi ile teşhis için uygun şekilde hazırlanmış bilgileri doktora gönderilecektir. Böylece sonuçlar eş zamanlı olarak takvim üzerinden incelenebilir ve farklı doktorlar tarafından da teşhisler konulabilir. Bu takip sistemi ile alınan kayıtlardan hastanın baş ağrısı süresi, şiddeti gibi belirtiler sınıflandırma algoritmalar için eğitim verisi olarak kullanılabilir.

Baş ağrısı takibi sadece doktorlara kolaylık sağlaması için geliştirilmiştir. Ancak ileride kayıtların artmasıyla bu takip sisteminden gelen baş ağrısı, aura ve hatta kullanılan ilaç durumlarına göre daha farklı veri madenciliği sonuçları elde edilebilir.

Bu çalışma ile geliştirilen uygulamanın ISO 9241 standartlarına uyumluluğu [113] gözlemlenmemiştir. Özellikle TS EN ISO 9241-151 “İnsan-Sistem Etkileşiminin Ergonomisi” [114] başlıklı standart ile ISO 9241-11 maddesi “kullanışlılık” analizleri yapılması uygulamanın kullanılabilirliğini ve kalitesini arttıracaktır. Ayrıca T.C. Kalkınma Bakanlığı ve TÜBİTAK tarafından yayınlanan kamu siteleri hazırlama rehberine [115] göre düzenlemeler yapılması da aynı şekilde sistemin yaygınlaşmasında önemli rol oynayacaktır. Baş ağrısı takip sistemi için daha etkin veri girişleri sağlanıp sistem geliştirilebilir.

Bu çalışmada bahsedilen sınıflama tekniklerinin baş ağrısı teşhisi için klinik çalışmalarda kullanılması, doğru ve güvenilir analizleri mümkün kılacak bir sistemin geliştirilmesine ışık tutmaktadır. Bu tezde gösterilen yöntemler, ileride yapılacak çalışmalarda güncellenen baş ağrıları kriterlerine kolaylıkla adapte edilebilir. Geçerli olan çalışmada ICHD 2'nci versiyon kriterleri baz alınmıştır. ICHD 3'üncü versiyon henüz BETA olarak yayınlanmış olsa da algoritmalar yeni versiyona göre güncellenmelidir. Güncellemek kolay ve hızlıdır ancak yeni kriterlerin bütün doktorlar tarafından öğrenilmesi zaman alacaktır. Bu tezde geliştirilen MigBase baş ağrısı takip ve teşhis sistemi yeni kriterlere daha hızlı bir şekilde adapte edilip doktorlara destek olabilir.

ABC algoritmasında amaç fonksiyonu olarak kuralın kalitesi alınmıştır. Bununla birlikte araştırmacılar daha farklı amaç fonksiyonları kullanabilirler. Benzer şekilde AC algoritmasında sezgisel fonksiyon bilgi kazancına bağlı olarak hesaplanmaktadır. Bu sezgisel fonksiyon içinde farklı formüller denenebilir.

Burada anlatılan eğitilmiş algoritmalar sadece ana gruptaki baş ağrılarını sınıflandırmıştır. İleriye dönük çalışmalarda veri sayılarının artmasıyla birlikte tüm baş ağrısı alt grup ve tipleri eğitilmiş algoritmalarla sınıflandırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] Greenberg, D., Aminoff, MJ., Simon, RP., Clinical Neurology 8/E: McGraw-Hill Education, 2012.
- [2] WHO, Lifting The Burden, Atlas of headache disorders and resources in the world 2011: World Health Organization, 2011.
- [3] Ertaş, M., Baykan, B., Orhan, EK., Zarifoğlu, M., Karlı, N., Saip, S., Önal, AE., Siva, A., One-year prevalence and the impact of migraine and tension-type headache in Turkey: a nationwide home-based study in adults, Journal of Headache and Pain, 13(2): p. 147-57, 2012.
- [4] Karlı, N., Zarifoğlu, M., Ertaş, M., Saip, S., Öztürk, V., Bıçakcı, Ş., Boz, C., Selçuki, D., Oğuzhanoglu, A., Neyal, M., Siva, A., İrkeç, C., Kaleağası, H., Kansu, T., Sarıca, Y., Taşdemir, N., Uzuner, N., Economic impact of primary headaches in Turkey: a university hospital based study: part II, The Journal of Headache and Pain, 7(2): p. 75-82, 2006.
- [5] Yurtay, N., Ateş, Z., Yurtay, Y., Çelik, U., Çarklı, B., Çit, G. Tıbbi veri madenciliği üzerine bir uygulama, International Science and Technology Conference, North Cyprus, 2010.
- [6] Garg AX., Adhikari NK., McDonald H., Rosas-Arellano MP., Devereaux PJ., Beyene J., Sam J., Haynes RB., Effects of computerized clinical decision support systems on practitioner performance and patient outcomes: a systematic review, JAMA, 293(10): p. 1223-1238, 2005.
- [7] Moja, L., Kwag, KH., Lytras, T., Bertizzolo, L., Brandt, L., Pecoraro, V., Rigon, G., Vaona, A., Ruggiero, F., Mangia, M., Iorio, A., Kunnamo, I., Bonovas, S., Effectiveness of computerized decision support systems linked to electronic health records: a systematic review and meta-analysis, American Journal of Public Health, 104(12): p. e12-e22, 2014.
- [8] Polat, K., Güneş, S., A hybrid approach to medical decision support systems: combining feature selection, fuzzy weighted pre-processing and AIRS, Computer Methods and Programs in Biomedicine, 88(2): p. 164-174, 2007.
- [9] Pollock, RVH., Computers as medical management tools: Computer-assisted diagnosis and medical decision support, Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, 16(4): p. 669-684, 1986.

- [10] Seka, LP., Fresnel, A., Delamarre, D., Riou, C., Burgun, A., Pouliquen, B., Duvauferrier, R., Le Beux, P., Computer assisted medical diagnosis using the web, *International Journal of Medical Informatics*, 47(1–2): p. 51-56, 1997.
- [11] Başçiftçi, F., İncekara, H., Web based medical decision support system application of coronary heart disease diagnosis with boolean functions minimization method, *Expert Systems with Applications*, 38(11): p. 14037-14043, 2011.
- [12] Samuel, OW., Omisore, MO., Ojokoh, BA., A web based decision support system driven by fuzzy logic for the diagnosis of typhoid fever, *Expert Systems with Applications*, 40(10): p. 4164-4171, 2013.
- [13] Bochicchio, GV., Smit, PA., Moore, R., Bochicchio, K., Auwaerter, P., Johnson, SB., Scalea, T., Bartlett, JG., Pilot study of a web-based antibiotic decision management guide, *Journal of the American College of Surgeons*, 202(3): p. 459-467, 2006.
- [14] Çelik, U., Yurtay, N., Yılmaz, Z., Migraine diagnosis by using artificial neural networks and decision tree techniques, *AJIT-e Online Academic Journal of Information Technology* 5(14): p.79-80, 2014.
- [15] Çelik, U., Yurtay, Y., Sertkaya, C., Yurtay, N., Artificial immune systems for headache diagnosis, 4th International Symposium on Health Informatics and Bioinformatics, METU Informatics Institute, Ankara, Turkey, 2009.
- [16] Bennett, CC., Hauser, K., Artificial intelligence framework for simulating clinical decision-making: a markov decision process approach, *Artificial Intelligence in Medicine*, 57(1): p. 9-19, 2013.
- [17] www.ihs-headache.org, Erişim Tarihi: 01.05.2015.
- [18] Headache Classification Committee of the International Headache Society, Classification and diagnostic criteria for headache disorders: cranial neuralgias and facial pain, *Cephalalgia*, 8(7): p. 1-96, 1988.
- [19] Gallai, V., Sarchielli, P., Alberti, A., Pedini, M., Gallai, B., Rossi, C., Cittadini, E., Application of the 1988 International Headache Society diagnostic criteria in nine Italian Headache Centers using a computerized structured record, *Headache: The Journal of Head and Face Pain*, 42(10): p. 1016-1024, 2002.
- [20] Mainardi, F., Maggioni, F., Dainese, F., Zanchin, G., Development of a ICHD–II based computerised system for the general practitioner, *The Journal of Headache and Pain*, 6(4): p.211-212, 2005.
- [21] Simone, R., Marano, E., Bonavita, V., Towards the computerisation of ANIRCEF headache centres: presentation of AIDA CEFALÉE, a computer assisted diagnosis database for the management of headache patients, *Neurological Sciences*, 25(3): p.218-222, 2004.

- [22] Kopec, D., Shagas, G., Selman, J., Reinharth, D., Tamang, S., Development of an expert system for aiding migraine diagnosis, *The Journal of Information Technology in Healthcare*, 2(5): p.355-364, 2004.
- [23] Pryse-Phillips, W., Aubé, M., Gawel, M., Nelson, R., Purdy, A., Wilson, K., A headache diagnosis project, *Headache: The Journal of Head and Face Pain*, 42(8): p.728-737, 2002.
- [24] Maizels, M., Wolfe, WJ., An expert system for headache diagnosis: the computerized headache assessment tool (CHAT), *Headache: The Journal of Head and Face Pain*, 48(1): p.72-78, 2008.
- [25] Sarchielli, P., Pedini, M., Coppola, F., Rossi, C., Baldi, A., Corbelli, I., Mancini, ML., Calabresi, P., Application of the ICHD-II criteria to the diagnosis of primary chronic headaches via a computerized structured record, *Headache: The Journal of Head and Face Pain*, 47(1): p.38-44, 2007.
- [26] Krawczyk, B., Simić, D., Simić, S., Woźniak, M., Automatic diagnosis of primary headaches by machine learning methods, *Central European Journal of Medicine*, 8(2): p.157-165, 2013.
- [27] Eslami, V., Rouhani-Esfahani, S., Hafezi-Nejad, N., Refaician, F., Abdi, S., Togha, M., A computerized expert system for diagnosing primary headache based on International Classification of Headache Disorder (ICHD-II), *SpringerPlus*, 2(1): p. 199, 2013.
- [28] Simić, S., Simić, D., Slankamenac, P., Simić-Ivkov, M., Computer-assisted diagnosis of primary headaches, *Hybrid Artificial Intelligence Systems*, Springer Berlin Heidelberg, p. 314-321, 2008.
- [29] Nappi, G., Jensen, R., Nappi, RE., Sances, G., Torelli, P., Olesen, J., Diaries and calendars for migraine: a review, *Cephalalgia*, 26(8): p. 905-916, 2006.
- [30] Phillip, D., Lyngberg, AC., Jensen, R., Assessment of headache diagnosis: A comparative population study of a clinical interview with a diagnostic headache diary, *Cephalalgia*, 27(1): p. 1-8, 2007.
- [31] Torelli, P., Jensen, R., Chapter 10 - Headache diaries and calendars, *Handbook of Clinical Neurology*, Elsevier, p. 137-146, 2010.
- [32] Köhler, T., Eisentraut, R., Graeber, E., Headache classification based on questionnaire data: which symptoms are especially suitable?, *Journal of Clinical Epidemiology*, 48(6): p. 797-803, 1995.
- [33] Tsumoto, S., Discovery of rules for medical expert systems-rough set approach, *Computational Intelligence and Multimedia Applications, ICCIMA '99 Proceedings, Third International Conference*, 1999.
- [34] Hasan, MR., Hasan, MS., Siraj, F., An expert system based headache solution, *Computer Applications and Industrial Electronics (ISCAIE), IEEE Symposium*, 2012.

- [35] Farrugia, A., Al-Jumeily, D., Al-Jumaily, M., Hussain, A., Lamb, D., Medical diagnosis: are artificial intelligence systems able to diagnose the underlying causes of specific headaches?, *Developments in eSystems Engineering (DeSE)*, 6th International Conference, 2013.
- [36] Ziming, Y., Lingtong, M., Xudong, L., Huilong, D., A clinical decision support system for primary headache disorder based on hybrid intelligent reasoning, *Biomedical Engineering and Informatics (BMEI)*, 7th International Conference, 2014.
- [37] Yanping, W., Huilong, D., An application of ant colony optimization clustering approach for primary headache diagnosis, *Ubiquitous Computing Application and Wireless Sensor*, Springer Netherlands, p. 643-648, 2015.
- [38] Takeuchi, A., Kobayashi, K., Mamorita, N., Ikeda, N., A cell phone-based diary for chronic diseases, *Advances in Medical, Signal and Information Processing, MEDSIP 2008. 4th IET International Conference*, 2008.
- [39] www.oracle.com/technetwork/java/embedded/javame/index.html, Erişim Tarihi: 01.05.2015.
- [40] www.nttdocomo.co.jp/english/service/developer/make/, Erişim Tarihi: 01.05.2015.
- [41] Correal, D., Ramirez, D., Hernandez, T., Diaz, N., MobiDiagnosis: a mobile headache characterization system, *Mobile and Ubiquitous Systems, Networking & Services, MobiQuitous '09, 6th Annual International*, 2009.
- [42] Allena, M., Cuzzoni, MG., Tassorelli, C., Nappi, G., Antonaci, F., An electronic diary on a palm device for headache monitoring: a preliminary experience, *The Journal of Headache and Pain*, 13(7): p. 537-541, 2012.
- [43] Hundert, AS., Huguet, A., Mcgrath, PJ., Stinson, JN., Wheaton, M., Commercially available mobile phone headache diary apps: a systematic review, *JMIR mHealth and uHealth*, 2(3): p. e36, 2014.
- [44] www.iheadache.com, Erişim Tarihi: 01.05.2015.
- [45] www.apple.com, Erişim Tarihi: 01.05.2105.
- [46] www.ecotouchmedia.com/apps/apps.html, Erişim Tarihi: 01.05.2015.
- [47] www.android.com, Erişim Tarihi: 01.05.2015.
- [48] www.froggyware.com, Erişim Tarihi: 01.05.2015.
- [49] www.appcellent.de, Erişim Tarihi: 01.05.2015.
- [50] www.plusr.co.jp, Erişim Tarihi: 01.05.2015.

- [51] Çelik, U., Yurtay, N., Android başağrısı takip programı, Yazılım 2013 Uluslararası Kongre ve Sergisi: Bursa, Turkey, 2013.
- [52] ICHD-II Classification: parts 1–3: primary, secondary and other, Cephalalgia, 24(1 suppl): p. 23-136, 2004.
- [53] The International Classification of Headache Disorders, 3rd edition (beta version), Cephalalgia, 33(9): p. 629-808, 2013.
- [54] Oğuzhanoglu, A., Başağrısı bozukluklarının uluslararası sınıflaması, Türk Nöroloji Derneği, 2005.
- [55] [http://en.wikipedia.org/wiki/Aura_\(symptom\)#/media/File:Aura_ss.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/Aura_(symptom)#/media/File:Aura_ss.jpg), Erişim Tarihi: 01.05.2015.
- [56] Türkiye Nöroloji Derneği Başağrısı Çalışma Grubu, 7. Baş Ağrısı Kış Okulu, Türk Nöroloji Derneği, Kuşadası, Turkey, 2010.
- [57] <http://httpd.apache.org/>, Erişim Tarihi: 04.05.2015.
- [58] <http://php.net/manual/en/history.php.php>, Erişim Tarihi: 10.05.2015.
- [59] www.yiiframework.com/about, Erişim Tarihi: 10.05.2015.
- [60] Leff, A., Rayfield, JT. Web-application development using the model-view-controller design pattern, Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC), Proceedings 5th IEEE International, 2001.
- [61] Çelik, U., migbase.com birincil baş ağrısı teşhisi veri seti www.migbase.com/migbase_dataset.xls: Turkey, 2014.
- [62] Han, J., Kamber, M., Data mining: concepts and techniques, 2nd ed., The Morgan Kaufmann Series in Data Management Systems, San Fransisco: Morgan Kaufmann Publishers, 2006.
- [63] Hall, M., Frank, E., Holmes, G., Pfahringer, B., Reutemann, P., Witten, IH., The WEKA data mining software: an update, SIGKDD Explor. Newsl., 11(1): p. 10-18, 2009.
- [64] www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/, Erişim Tarihi: 20.05.2015.
- [65] <http://tr.wikipedia.org/wiki/Weka>, Erişim Tarihi: 15.05.2015.
- [66] Breiman, L., Friedman, JH., Olshen, RA., Stone, CJ., Classification and regression trees, Monterey, CA: Wadsworth & Brooks/Cole Advanced Books & Software, 1984.
- [67] Kohavi, R., A study of cross-validation and bootstrap for accuracy estimation and model selection, Proceedings of the 14th International Joint Conference on Artificial Intelligence, Morgan Kaufmann Publishers Inc., Montreal, Quebec, Canada, 2(1):p. 1137-1143, 1995.

- [68] Erpolat, S., Öz, E., Kanser verilerinin sınıflandırılmasında yapay sinir ağları ile destek vektör makineleri'nin karşılaştırılması, İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 1(2): p. 71-83, 2010.
- [69] Fawcett, T., An introduction to ROC analysis, Pattern Recognition Letters, 27(8): p. 861-874, 2006.
- [70] Kılıç, S., ROC analysis in clinical decision making, JMOOD, 3(3): p. 135-40, 2013.
- [71] Tomak, L., İşlem karakteristik eğrisi analizi ve eğri altında kalan alanların karşılaştırılması, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, 2011.
- [72] Dişçi, R., Tanı testlerinin değerlendirilmesi, 17. Ulusal Kanser Kongresi, Türk Tıbbi Onkoloji Derneği: Antalya, Turkey, 2005.
- [73] Dirican, A., Tanı testi performanslarının değerlendirilmesi ve kıyaslanması, Cerrahpaşa Tıp Dergisi, 32(1): p. 25-30, 2001.
- [74] Metz, CE., Basic principles of ROC analysis, Seminars in Nuclear Medicine, 8(4): p. 283-298, 1978.
- [75] Metz, CE., Receiver operating characteristic analysis: a tool for the quantitative evaluation of observer performance and imaging systems, Journal of the American College of Radiology, 3(6): p. 413-422, 2006.
- [76] Han, J., Kamber, M., Pei, J., Part 6.5 - Rule based classification, Data Mining (Second Edition), Morgan Kaufmann, Boston, p. 318-320, 2006.
- [77] De Castro, LN., Timmis, J., Artificial immune systems: a new computational intelligence approach, Springer, 2002.
- [78] Garrett, SM., How do we evaluate artificial immune systems?, Evolutionary Computation, 13(2): p. 145-177, 2005.
- [79] Benjamini, E., Coico, R., Sunshine, G., Immunology - a short course, USA, Wiley-Liss, 500, 2000.
- [80] Çelik, U., Yurtay, N., Koç, ER., Tepe, N., Güllüoğlu, H., Ertaş, M., Diagnostic accuracy comparison of artificial immune algorithms for primary headaches, Computational and Mathematical Methods in Medicine, DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/465192>, 2015.
- [81] Tezel, G., Köse, U., Headache disease diagnosis by using the clonal selection algorithm, 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), Elazığ, Turkey, 2011.
- [82] Carter, JH., The immune system as a model for pattern recognition and classification, Journal of the American Medical Informatics Association, 7(1): p. 28-41, 2000.

- [83] Goodman, DE., Boggess, L., Watkins, A., An investigation into the source of power for AIRS, an artificial immune classification system, *Neural Networks, Proceedings of the International Joint Conference*, 2003.
- [84] Timmis, J., Knight, T., De Castro, LN., Hart, E., An overview of artificial immune systems, *Computation in Cells and Tissues*, Springer Berlin Heidelberg, p. 51-91, 2004.
- [85] Brownlee, J., Immunos-81: the misunderstood artificial immune system, Centre for Intelligent Systems and Complex Processes (CISCP), Faculty of Information and Communication Technologies (ICT), Swinburne University of Technology, <http://hdl.handle.net/1959.3/26117>, Victoria, Australia, 2005.
- [86] Brownlee, J., A clonal selection algorithm and extensions, Centre for Intelligent Systems and Complex Processes (CISCP), Faculty of Information and Communication Technologies (ICT), Swinburne University of Technology, <http://hdl.handle.net/1959.3/25546>, Victoria, Australia, 2005.
- [87] Watkins, A., A resource limited artificial immune classifier, Mississippi State University, 2001.
- [88] Watkins, A., Timmis, J., Artificial immune recognition system (AIRS): Revisions and refinements, AISB Convention, 2004.
- [89] Timmis, J., Neal, M., A resource limited artificial immune system for data analysis, *Knowledge-Based Systems*, 14(3-4): p. 121-130, 2001.
- [90] Farmer, JD., Packard, NH., Perelson, AS., The immune system, adaptation and machine learning, *Physica D: Nonlinear Phenomena*, 22(1-3): p. 187-204, 1986.
- [91] Watkins, A., Boggess, LC., A new classifier based on resource limited artificial immune systems, *Proceedings of Congress on Evolutionary Computation*, Part of the 2002 IEEE World Congress on Computational Intelligence, Honolulu, HI, USA, May 12-17, IEEE, 2002.
- [92] Watkins, A., Timmis, J., Exploiting parallelism inherent in AIRS, an artificial immune classifier in *Artificial Immune Systems*, Springer Berlin Heidelberg, p. 427-438, 2004.
- [93] Brownlee, J., Artificial immune recognition system (AIRS): a review and analysis, Centre for Intelligent Systems and Complex Processes (CISCP), Faculty of Information and Communication Technologies (ICT), <http://hdl.handle.net/1959.3/26112>, Swinburne University of Technology, Victoria, Australia, 2005.
- [94] De Castro, LN., Von Zuben, FJ., Learning and optimization using the clonal selection principle, *Evolutionary Computation*, IEEE Transactions, 6(3): p. 239-251, 2002.

- [95] Reynolds, CW., Flocks, herds and schools: a distributed behavioral model, SIGGRAPH Comput. Graph., 21(4): p. 25-34, 1987.
- [96] Beni, G., Wang, J., Swarm intelligence in cellular robotic systems in robots and biological systems: towards a new bionics?, Springer, Berlin, Heidelberg, p. 703-712, 1993.
- [97] Dorigo, M., Optimization, learning and natural algorithms, Ph.D. Thesis, Politecnico di Milano, Italy, 1992.
- [98] Parpinelli, RS., Lopes, HS., Freitas, AA., Data mining with an ant colony optimization algorithm, Evolutionary Computation, IEEE Transactions, 6(4): p. 321-332, 2002.
- [99] <http://sourceforge.net/projects/guiantminer/>, Erişim Tarihi: 01.05.2015.
- [100] Cover, TM., Thomas, JA., Elements of information theory, New York: Wiley & Sons, 1991.
- [101] <http://mf.erciyes.edu.tr/abc/>, Erişim Tarihi: 01.05.2015.
- [102] Karaboğa, D., Baştrk, B., A powerful and efficient algorithm for numerical function optimization: artificial bee colony (ABC) algorithm, Journal of Global Optimization, 39(3): p. 459-471, 2007.
- [103] Akay, B., Nmerik optimizasyon problemlerinde yapay arı kolonisi (artificial bee colony) algoritmasının performans analizi, Doktora Tezi, Erciyes niversitesi Fen Bilimleri Enstits, Kayseri, 2009.
- [104] Karaboğa, D., Yapay zekâ optimizasyon algoritmaları, İstanbul: Atlas Yayın Dağıtım, 2004.
- [105] Karaboga, N., A new design method based on artificial bee colony algorithm for digital IIR filters, Journal of the Franklin Institute, 346(4): p. 328-348, 2009.
- [106] Celik, M., Karaboga, D., Koylu, F., Artificial bee colony data miner (ABC-Miner), Innovations in Intelligent Systems and Applications (INISTA), International Symposium, 2011.
- [107] Dash, M., Liu, H., Feature selection for classification, Intelligent Data Analysis, 1(1-4): p. 131-156, 1997.
- [108] Guyon, I., Elisseeff, A., An introduction to variable and feature selection, Journal of Machine Learning Research, 3: p. 26, 2003.
- [109] Hall, MA., Correlation-based feature selection for machine learning, The University of Waikato: Hamilton, NewZealand, p. 198, 1999.

- [110] Celik, U., Yurtay, N., Yurtay, Y., Headache diagnosis with k-means algorithms, 2nd World Conference on Information Technology (WCIT-2011), AWER Procedia Information Technology & Computer Science: Antalya, Turkey, p. 1074-1081, 2011.
- [111] Celik, U., Yurtay, N., Yurtay, Y., Headache diagnosis with k-means algorithms, Global Journal on Technology 1: p. 1074-1081, 2012.
- [112] www.enabiz.gov.tr, Erişim Tarihi: 20.05.2015.
- [113] www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=16883, Erişim Tarihi: 01.05.2015.
- [114] www.tse.org.tr/tr/icerikdetay/948/3307/insansistem-etkilesiminin-ergonomisi.aspx, Erişim Tarihi: 01.05.2015.
- [115] <http://kamis.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 01.05.2015.

EKLER

EK A: Etik kurul raporu

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	BALIKESİR ÜNİV. TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
	AÇIK ADRESİ	Çağış Yerleşkesi, Uşak yolu üzeri, 10145 BALIKESİR
	TELEFON	0266 612 14 61/1112
	FAKS	0266 612 14 59
	E-POSTA	etik.bautip@gmail.com

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Baş Ağrısı Teşhis ve Tedavisi için Bir Karar Destek Sistemi	
BAŞVURU BİLGİLERİ	SORUMLU ARAŞTIRMACININ UNVANI/ADI/SOYADI	Yrd.Doç.Dr. Emine Rabia KOÇ	
	SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Nöroloji Anabilim Dalı	
	SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Balıkesir Üniversitesi Tıp Fakültesi	
	DESTEKLEYİCİ		
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER		TEK MERKEZ <input type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input checked="" type="checkbox"/>

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı		Açıklama
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	<input type="checkbox"/>	
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ	<input type="checkbox"/>	
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input type="checkbox"/>	
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>	
DİĞER:	<input type="checkbox"/>		
KARAR BİLGİLERİ	Karar No:2015/15	Tarih: 29/04/2015	
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmannın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmannın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.		

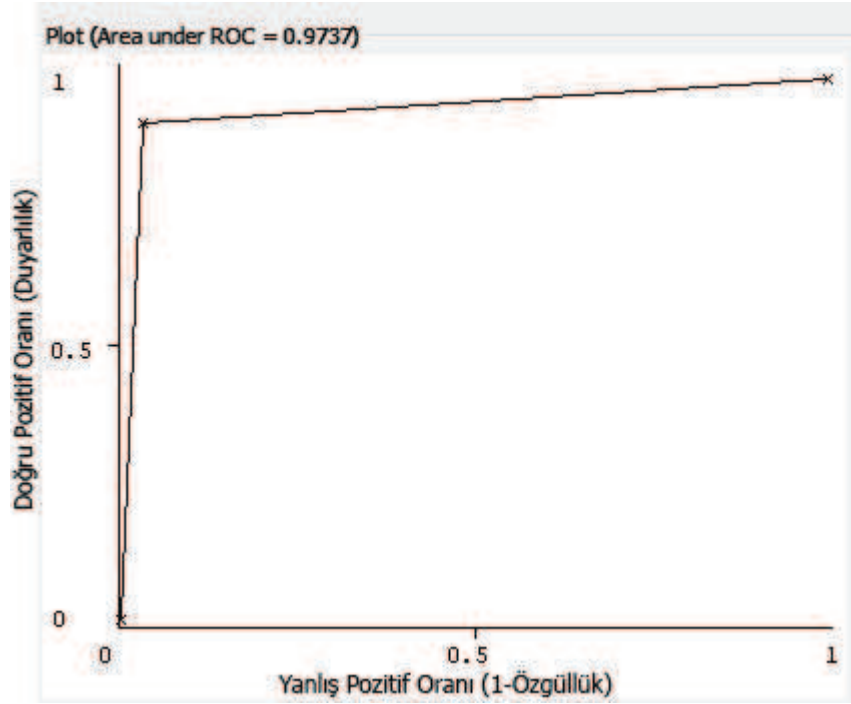
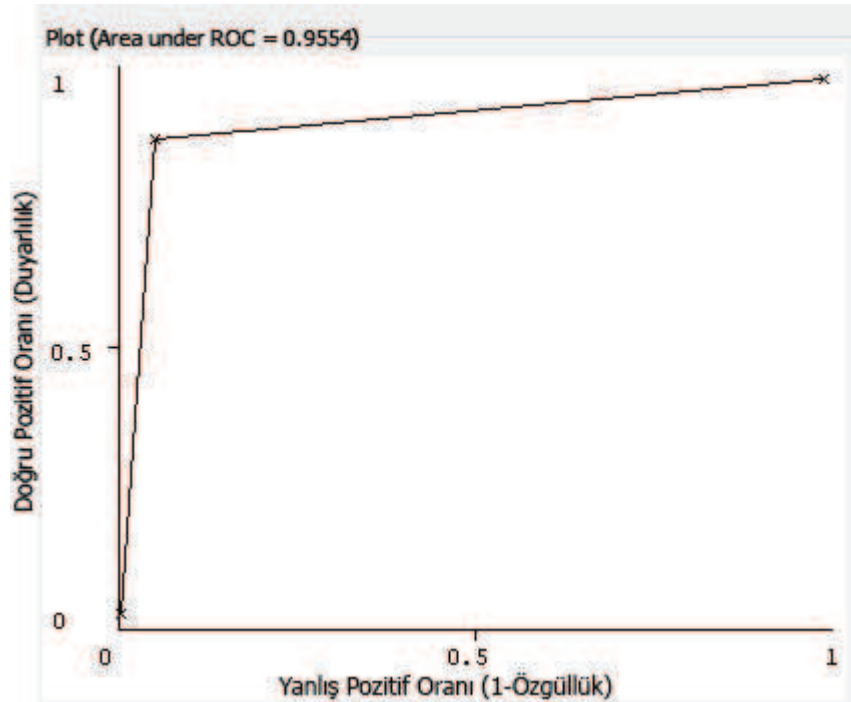
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişki	Katılım *	İmza
Doç. Dr. Fuat EREL	Göğüs Hastalıkları	Balıkesir Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç.Dr. Gülten ERKEN	Fizyoloji	Balıkesir Üniversitesi	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Doç.Dr. İsmail YAMAN	Genel Cerrahi	Balıkesir Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	
Doç.Dr. A. Adil HİŞMİOĞULLARI	Tıbbi Biyokimya	Balıkesir Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Yrd.Doç.Dr. F. Bahar SUNAY	Histoloji ve Embriyoloji	Balıkesir Üniversitesi	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Yrd.Doç.Dr. Elif AKSÖZ	Tıbbi Farmakoloji	Balıkesir Üniversitesi	E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Uzm.Dr. Mehmet ÇALIŞKAN	Halk Sağlığı	Balıkesir KEAS Organize Sanayii	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Av. Mustafa Tuğrul MENÇE	Avukat	Serbest	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	
Y.Müh. Nejdet ERDOĞAN	Sağlık Meslek Mensubu Olmayan	Balıkesir B.Şehir Belediyesi	E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>	

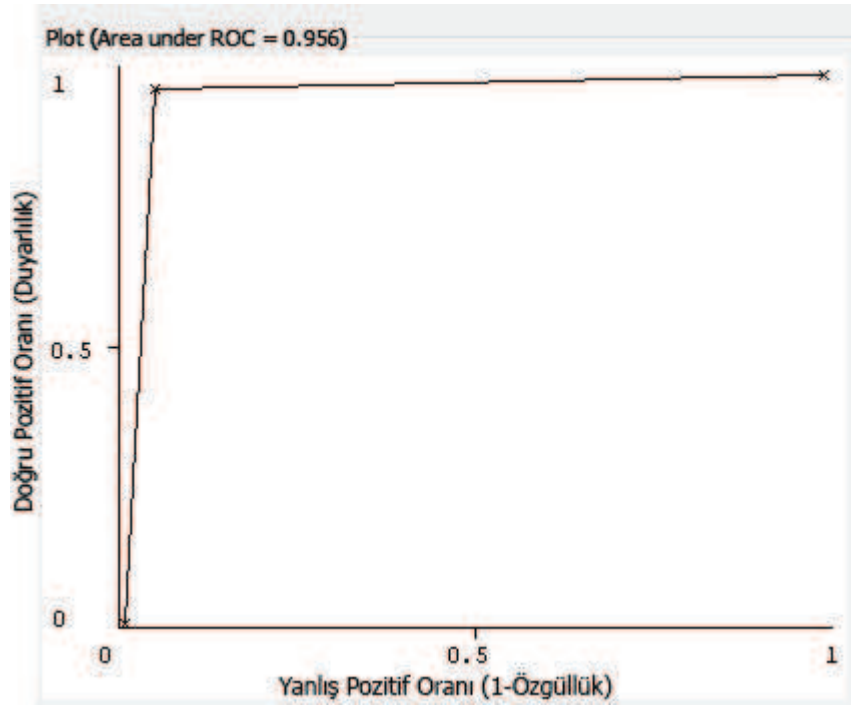
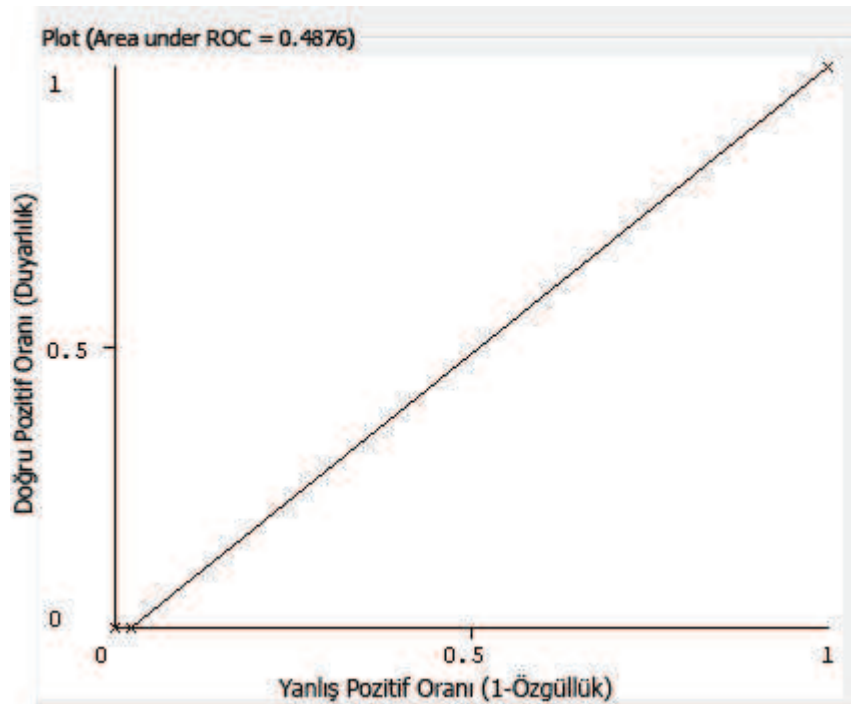
*: Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanının:

Unvanı, Adı Soyadı: Doç.Dr. Fuat EREL

İmza:

EK B: Immunos-1 algoritması migren baş ağrısı ROC Eğrisi**EK C: Immunos-1 algoritması küme baş ağrısı ROC Eğrisi**

EK D: Immunos-1 algoritması gerilim tipi baş ağrısı ROC Eğrisi**EK E: Immunos-1 algoritması baş ağrısı olmayanlar ROC Eğrisi**

ÖZGEÇMİŞ

Ufuk ÇELİK, 31.07.1976 tarihinde İstanbul'da doğdu. İlk ve orta eğitimini İstanbul Pendik'te tamamladı. 1994 yılında İstanbul Tuzla Teknik Lisesi Bilgisayar Bölümü'nden mezun oldu. 1995 yılında başladığı Selçuk Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nü 1999 yılında bitirdi. 2001 yılında Londra Metropolitan Üniversitesi Bilgisayar Bilimleri yüksek lisans programına başladı ve 2003 yılında mezun oldu. 2004 Şubat ile 2005 Eylül arasında Rözmaş Metal Sanayi ve Tic. Ltd. Şti'nde mühendis olarak çalıştı. Bu süre içerisinde şirketin bilgi işlem yönetimi, çevre kalite yönetimi projelerinde aktif rol aldı. 2005–2006 eğitim öğretim yılından itibaren Balıkesir Üniversitesi Gönen Meslek Yüksekokulu, Bilgi Teknolojileri Bölümünde Bölüm Başkanı Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktadır.