

124026

**YAPAY SİNİR AĞLARI TEMELLİ TIBBÎ
TEŞHİS SİSTEMİ**

Muzaffer DOĞAN
Yüksek Lisans Tezi

Fen Bilimleri Enstitüsü
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı
Ağustos – 2003

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Muzaffer Doğan'ın Yapay Sinir Ağları Temelli Tıbbî Teşhis Sistemi başlıklı Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalındaki Yüksek Lisans tezi **21.08.2003** tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

	Adı-Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı)	: Doç.Dr.AHMET BABANLI	
Üye	: Prof.Dr.YAŞAR HOŞCAN	
Üye	: Yrd.Doç.Dr.YUSUF OYSAL	

Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun **27.08.2003** tarih ve **27/1**... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Orhan ÖZER
Fen Bilimleri Enstitüsü
M ü d ü r ü

Anadolu Üniversitesi
Merkez Kütüphane

ÖZET**Yüksek Lisans Tezi****YAPAY SİNİR AĞLARI TEMELLİ TIBBİ TEŞHİS SİSTEMİ****MUZAFFER DOĞAN**

**Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Doç.Dr.Ahmet BABANLI
2003, 99 sayfa**

Uzman sistemlerin hazırlanmasındaki en büyük zorluk, uzmanın sahip olduğu bilgilerin bilgisayar ortamına uygun biçimde aktarılmasıdır. Bu tezde, başağrısı hastalıklarının teşhisi için bilgisayar programları yazılmasını kolaylaştırmak amacıyla başağrısı hastalıklarının belirtilerinin sistematik bir biçimde listelenmesi ve sınıflandırılması çalışması yapılmıştır.

Bu sınıflandırmanın ardından, Yapay Sinir Ağları kullanılarak başağrısı hastalıklarının sınıflandırılması denenmiştir. Yapay sinir ağları modellerinden perseptron ağları, kendini düzenleyen ağlar ve geri yayılım ağları modelleri kullanılarak başağrısı hastalıklarının daraltılmış bir grubuna ait hastalıkların teşhis edilmesi sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu teşhis probleminin çözümünde en sık rastlanan başağrısı hastalıkları olan auralı migren, aurasız migren ve gerilim tipi başağrısı ele alınmıştır.

Sonuçta başağrısı hastalıklarının sınıflandırılmasında en uygun yöntemin perseptron ağları olduğu belirlenmiş ve ileriki başağrısı sınıflandırma çalışmalarına öncülük edebilecek bir hastalıklar ve belirtiler listesi hazırlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yapay Sinir Ağları, Başağrısı Hastalıkları, Uzman Sistemler, Teşhis Problemleri.

ABSTRACT**Master of Science Thesis****NEUROLOGICAL DIAGNOSIS SYSTEM BASED ON NEURAL NETWORKS****MUZAFFER DOĞAN****Anadolu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Computer Engineering Program****Supervisor: Assoc.Prof.Ahmet BABANLI
2003, 99 pages**

The main issue in preparation of an expert system is to get the expert person's knowledge and to put this knowledge into an available form to use for computer programs. In this thesis, a study on listing and classification of headache symptoms was done in order to make it easy to write computer programs which diagnose headache diseases.

After this classification, classification of headache disease using Neural Networks was tried. Some of the Neural Networks models which are perceptron networks, self organizing mapping and backpropagation network models are applied to a narrow group of headache diseases and the results were compared. In the diagnosis problem, the mostly encountered diseases which are migraine with aura, migraine without aura and tension type headache were examined.

As a result, it was seen that the most efficient neural network method is perceptron networks in diagnosis of headache diseases. Future reference for headache classification works was also prepared.

Keywords: Neural Networks, Headache Diseases, Expert Systems, Diagnostic Problems.

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında tecrübelerini paylaşarak yol gösteren danışmanım Anadolu Üniversitesi'nden Sayın Doç.Dr.Ahmet BABANLI'ya, başağrısı hastalıklarının sınıflandırılmasında bilgisayar kullanımının gereğine inanan ve yıllardır edindiği bilgilerini bizimle paylaşan Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji Bölümü'nden Sayın Doç.Dr.Nevzat UZUNER'e, hastalık belirtilerinin çıkarılmasında ve hastalıklarla eşleştirilmesinde değerli vaktini bizim için harcayan Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden Sayın Dr.Melek ALTUN'a, teknik yardımlarından istifade ettiğim arkadaşlarım Anadolu Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nden Sayın Araş.Gör.Sedat TELÇEKEN'e ve Sayın Araş.Gör.Ali Yavuz ÇAKIR'a, ve tez çalışmam sırasında bana maddi manevi her türlü desteğini sunan aileme teşekkür ederim.

Muzaffer DOĞAN
muzafferd@anadolu.edu.tr

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. UZMAN SİSTEMLER (EXPERT SYSTEMS)	3
3. YAPAY SİNİR AĞLARI (NEURAL NETWORKS).....	5
3.1. Yapay Sinir Ağları Hakkında Genel Bilgiler	5
3.1.1. Biyolojik sinir hücresi	5
3.1.2. Sinir hücresinden yapay sinir ağına geçiş	6
3.1.3. Yapay sinir ağlarının özellikleri.....	7
3.1.4. Yapay sinir ağlarının uygulama alanları	9
3.1.5. Yapay sinir hücresi modeli.....	10
3.1.6. Aktivasyon (Transfer) fonksiyonları.....	11
3.1.7. Yapay sinir ağı yapıları	12
3.2. Perseptronlar	13
3.2.1. Perseptronun eğitilmesi.....	15
3.2.2. Kısıtlamalar	17
3.3. Doğrusal Ağlar (Linear Networks).....	17
3.3.1. Widrow-Hoff algoritması.....	18
3.3.2. Kısıtlamalar	20
3.4. Geri Yayılım (Backpropagation).....	20
3.4.1. Geri yayılım ağının eğitilmesi.....	20

3.4.2. Çıkış katmanı ağırlıklarının ayarlanması	22
3.4.3. Gizli katman ağırlıklarının ayarlanması	23
3.4.4. Kısıtlamalar	24
3.5. Kendini Düzenleyen Ağlar (Self Organizing Mapping).....	24
3.5.1. Kohonen öğrenme kuralı	26
4. BAŞAĞRISI HASTALIKLARI VE SINIFLANDIRILMALARI	27
4.1. Migren	28
4.2. Gerilim Tipi Başağrısı (Tension Type Headache).....	28
4.3. Küme Başağrıları (Cluster Headache).....	29
4.4. Teşhis.....	29
5. BAŞAĞRISI HASTALIKLARININ SINIFLANDIRILMASI ÇALIŞMASI.....	30
5.1. Belirtilerin Sınıflandırılması.....	30
5.2. Hastalıklar ve Belirtileri	31
5.3. Yapay Sinir Ağları ile Teşhis	31
5.3.1. Örneklerin toplanması	31
5.3.2. Belirtilerin daraltılması	32
5.3.3. Perseptron ile çözüm	36
5.3.4. Kendini düzenleyen ağlar ile çözüm	36
5.3.5. Geri yayılım ağları ile çözüm.....	36
5.3.6. Karşılaştırma	39
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	41
KAYNAKLAR.....	42
EK-A BAŞAĞRISI HASTALIKLARI VE SINIFLANDIRILMALARI	44
EK-B BAŞAĞRISI HASTALIKLARININ BELİRTİLERİ	50
EK-C BAŞAĞRISI HASTALIKLARI VE BELİRTİLERİ EŞLEŞTİRMESİ	66
EK-D MATLAB PROGRAM KODLARI	90

ŞEKİLLER DİZİNİ

3.1	Sinir hücreninin yapısı	6
3.2	Yapay sinir hücresi modeli	10
3.3	Aktivasyon fonksiyonları	11
3.4	Perseptron nöronu	13
3.5	Perseptron mimarisi	14
3.6	Doğrusal nöron	18
3.7	Geri yayılım ağı	20
3.8	Kendini düzenleyen ağ modeli	25

ÇİZELGELER DİZİNİ

5.1 Hasta örnekleri.....	34
5.2 Geri yayılım algoritmaları	37
5.3 Geri yayılım algoritmaları ile eğitimde ortalama kare hataları	38
5.4 Geri yayılım fonksiyonlarının test örneklerine verdiği ortalama yanlış sayıları	39

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

IHS	Uluslararası Başağrısı Derneği (International Headache Society)
VLSI	Çok Büyük Ölçekli Entegre Devreler (Very Large Scale Integrated Circuits)
YSA	Yapay Sinir Ağları

1. GİRİŞ

Bilgisayarlar gün geçtikçe yaygınlaşmakta ve hayatımızın vazgeçilmez bir unsuru olmaya başlamaktadır. Günlük hayatta büyük pay sahibi olan bilgisayarların, insanlara daha fazla yardım sunabilmesi için sürekli çalışmalar yapılmaktadır. İşyerlerinde kayıtların sayısal ortamda tutulabilmesi, randevuların bilgisayar üzerinden takip edilebilmesi, ihtiyaç duyulan bilgilerin, her geçen gün yaygınlaşmakta olan internetten aranıp bulunabilmesi gibi avantajlarından dolayı insanlar rutin ve kritik işlerini bilgisayarlar yardımıyla yapabilmektedirler.

Bilgisayar teknolojisindeki büyük gelişmelere rağmen bilgisayarlar hâlâ insanların günlük hayatta kolaylıkla yaptıkları şeyleri aynı kolaylıkla yapamamaktadırlar. Sadece kendisine önceden hazır verilen komut setlerini arka arkaya çok hızlı yapabilen bilgisayarlar, insanlar gibi düşünememektedirler. İnsan beyninin her türlü probleme çözüm üretebilme yeteneğini inceleyen bilim adamları, insan beynini bilgisayar ortamında modelleyerek çözümü zor problemlerin üstesinden gelmeyi hedeflemiştir. Hayvanlar üzerinde psikologlar tarafından yapılan gözlemler ve beyin üzerinde biyologlar tarafından yapılan incelemeler, Yapay Sinir Ağları (Neural Networks) adı verilen modellemeye öncülük etmiştir. Yapay sinir ağları, insan beynini modellediği için klasik programlama mantığıyla çözülemeyen problemlere kabul edilebilir çözümleri kısa zamanda üretebilmektedir. Bu özelliği dolayısıyla birçok alanda uygulanabilmiş ve başarılı sonuçlar alınmıştır.

Hastalıkların teşhisinde doktorlar, bilgilerine, tecrübelerine ve laboratuvar sonuçlarına bakarak karar verebilmektedirler. Doktor ne kadar konusunda uzman da olsa bazen bazı noktalar gözden kaçmakta ve yanlış teşhisler konulabilmektedir. Teşhis problemlerinde insan faktörünü ortadan kaldırmak için bilgisayar ortamında çözüm üretilmesi için bugüne kadar birçok çalışma yapılmıştır.

Baş ağrısı hastalıkları 13 ana başlık altında toplanmıştır. Bu hastalıklar da kendi içlerinde toplam 127 alt gruba ayrılmıştır. Baş ağrısı hastalıkları temel olarak iki gruba ayrılabilir. İlk grup, nöroloji bilim dalını doğrudan ilgilendiren ve başka bir hastalık veya tıbbî durumla ilgili olmayan ve **primer (birincil) baş ağrıları** şeklinde isimlendirilen baş ağrılarıdır. Bu gruba giren hastalıklar

migren, gerilim tipi başağrıları ve küme tipi başağrılarıdır. İkinci grup başağrıları ise darbeler, göz hastalıkları, kulak burun boğaz hastalıkları, boyun hastalıkları, beyin kanaması, beyin tümörü gibi tıbbî durumlar sebebiyle oluşan ve **sekonder (ikincil) başağrıları** şeklinde isimlendirilen başağrılarıdır.

Bu çalışma içerisinde önce yapay zeka (artificial intelligence) ve uzman sistemler (expert systems) anlatılacak, arkasından yapay sinir ağı hakkında genel bilgiler verilerek bazı önemli yapay sinir ağı modellerinin algoritmalarından bahsedilecektir. Başağrısı hastalıkları ve sınıflandırılmaları hakkında bilgiler verildikten sonra en çok rastlanan başağrısı hastalıklarının teşhisi için en uygun yapay sinir ağı modelinin bulunması için yapılan çalışmalar anlatılacaktır. Sonuç bölümünde, araştırma süresince denenen modellerden hangisinin teşhis için daha uygun olduğu söylenecek ve bundan sonra yapılabilecek çalışmalar hakkında düşünceler belirtilecektir.

Bu tez çalışmasının sonunda başağrısı hastalıklarının teşhisi için hazırlanabilecek bir uzman sistem için alt yapı oluşturacak şekilde bir bilgi birikimi ortaya çıkarılmış olacaktır. Ayrıca yapay sinir ağı modellerinden hangisinin başağrısı hastalıklarının teşhisinde daha kullanışlı olduğu sonucu verilecektir.

Bu çalışma, tam bir uzman sistem olmayıp, sadece nörolojik hastalıkların teşhisi için hazırlanacak olan bir uzman sistemin alt yapısı ve ön hazırlığı niteliğindedir. Ek-B ve Ek-C'de verilen bilgiler, hazırlanacak böyle bir uzman sistemde temel alınarak kullanılabilir.

2. UZMAN SİSTEMLER (EXPERT SYSTEMS)

Yapay zekâ (artificial intelligence), zeki varlıkları anlamaya çalışan bilim dalıdır. Yapay zekâ üzerinde çalışmak, aslında insanın kendi kendini tanımaya çalışması demektir. Felsefe ve psikoloji gibi zekâ ile ilgilenen diğer bilim dallarından yapay zekânın farkı, yapay zekânın zeki sistemlerle ilgilenmesinin yanında aynı zamanda zeki sistemler oluşturmakla da ilgilenmesidir [1].

1950'li yıllarda ilk ortaya atılışından bu yana yapay zekâ konusunda çok geniş bir yelpazede çalışmalar yapılmıştır. Sezinleme, mantıksal çıkarım, satranç, matematiksel teoremlerin ispatı, hastalıkların teşhisi, doğal dil kelimelerinin tanınması ve sınıflandırılması gibi alanlarda güzel sonuçlar alınmıştır.

Zekânın işlevsel bir biçimde tanımlanması için Alan Turing tarafından geliştirilen ve Turing Testi şeklinde adlandırılan teste göre bir bilgisayarın zeki olup olmadığını anlamak için birbirleriyle yazı ile anlaşabilecek şekilde bir insan ve bir bilgisayar farklı iki odaya konur. Eğer bilgisayar, kendisinin insan mı yoksa bilgisayar mı olduğuna karar verilemeyecek kadar güzel cevaplar verebilirse, bilgisayarın zeki olduğu söylenebilir [2].

Bir bilgisayarın Turing testini geçebilmesi için doğal dili anlayabilmesi ve kullanabilmesi, testten önceki ve test sırasında öğrendiği bilgileri saklayabilmesi, sonuçlar çıkarabilmesi ve yeni durumlara göre kendini uyarlaması ve öğrenebilmesi gerekmektedir.

Günümüz koşullarında Turing testini geçebilen bir bilgisayar yapmak zor olsa da bazı özel konularda insanlar gibi karar verebilen sistemler geliştirilebilmektedir. Bu tür sistemlere **Uzman Sistem (Expert Systems)** adı verilmektedir. Uzman sistemler en güzel uygulama alanını tıbbî teşhis problemlerinde bulmuştur. Feigenbaum, Buchanan ve Dr.Edward Shortliffe, MYCIN adı verilen ve kan enfeksiyonlarını teşhis edebilen ilk uzman sistemi gerçekleştirmişlerdir. MYCIN, 450 kural yardımıyla uzman bir doktor kadar veya ortalama bilgiye sahip bir doktordan daha iyi olacak şekilde sonuçlar üretebilmekteydi [3].

MYCIN'den sonra Rutgers Üniversitesi'nden Saul Amarel, hastalık sürecinin nedensel mekanizmasından elde edilen net bilgileri kullanarak teşhis koyabilen bir sistem geliştirdi [4]. Bu sırada MIT ve New England Medical

Center'da istatistik teorisi üzerine oturtulan bir teşhis ve tedavi çalışması yapıyordu [5].

Ülkemizde de hastalıkların teşhisi için uzman sistemler geliştirilmiştir. Ahmet Babanlı'nın 1998'de karın boşluğu hastalıklarının teşhisi için geliştirdiği uzman sistem [6] örnek olarak gösterilebilir.

Uzman sistemler çoğunlukla yapay zekâ algoritmalarını kullanarak hazırlanırlar. Yapay zekâ kurallarına dayalı tıbbî uzman sistemleri de hazırlanmıştır [7]. Babanlı, üç etaplı karar alma yöntemini de YA EM '99 XX. Ulusal Kongresi'nde sunmuştur [8].

Yapay zekâ programlarının amacı, herhangi bir insanın çözebileceği problemleri çözmek iken, uzman sistem programlarının amacı, ancak bir uzmanın çözebileceği problemleri çözmektir. Geleneksel programlar, algoritma ve veri tabanının (database) birleşimi olarak düşünülürken, uzman sistem programları, geniş bir bilgi tabanı (knowledge base) ile bu bilgi tabanında gerekli bilgilerin elde edilmesini sağlayan bir çıkarım mekanizmasının birleşimi şeklinde düşünülmelidir [1].

Uzman sistemler, karar verebilmek için çok geniş bir bilgi tabanına ihtiyaç duyarlar. Bu bilgiler de ancak bir uzmandan alınabilir. Uzman sistemlerin tasarımındaki en zor taraf, uzmanın bilgilerinin bilgisayar ortamına uygun bir biçimde aktarılmasıdır. Uzman sistemi tasarlayacak olan bilgi mühendisinin, konusunda uzman olan kişiyi gözlemesi, onun problem çözüm yöntemlerini, kurallarını, stratejilerini ve prosedürlerini uygun biçimde alarak uzman sistem içerisine yerleştirmesi gerekir [1].

Uzman sistemler, kullanıcılara önemli faydalar sağlarlar. Bu faydalar ekonomik olabileceği gibi vakit kazandırıcı ve eğitici faydalar da olabilir. Bu faydalar arasında üretim artışı, süreklilik, maliyet tasarrufu, kalite düzeyinin yükselmesi, çalışılmayan sürenin azaltılması, uzmanlığın yaygınlaştırılması, mesleğe yeni girenlerin eğitilmesi, sağlıklı öneri üretilmesi, güvenilirlik ve kesin olmayan eksik bilgilerle çalışabilme gibi faydalar sayılabilir [1].

3. YAPAY SİNİR AĞLARI (NEURAL NETWORKS)

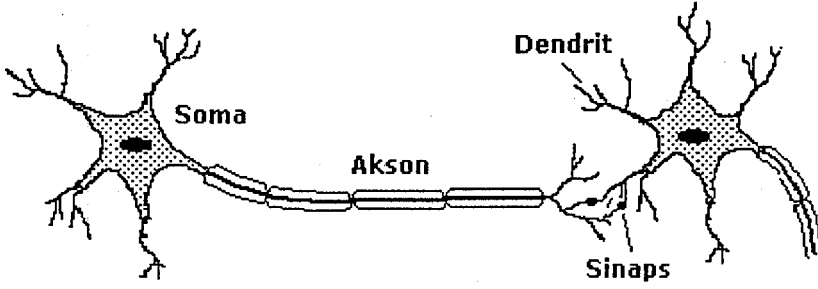
3.1. Yapay Sinir Ağları Hakkında Genel Bilgiler

Bilgisayar teknolojisindeki ilerlemeler, hep insanoğlunun işlerini kolaylaştırmayı amaçlamıştır. Elektronik sistemlerde matematiksel işlemler çok hızlı biçimde yapılabilen; böylece ardı ardına defalarca yapılması gereken işlemlerde büyük kolaylık sağlanmaktadır. Bu büyük hızlarına rağmen bilgisayarların insan kadar hızlı yapamadığı işlemler vardır. İnsan, yolda gördüğü birini tanıyıp tanımadığını, tanıyorsa kim olduğunu 100-200 milisaniye içerisinde algılayabilmektedir. Bu işi günümüzün en hızlı bilgisayarları bile bu kadar kısa bir zamanda yapamamaktadır [5].

Bilgisayarların bu kadar hızlı olmalarına rağmen, görsel imgelerdeki şekilleri kavramak, önceki tecrübeleri kullanarak yeni şeyler öğrenmek ve karmaşık problemleri çözmek gibi konularda insan beyninden geri kalması, bilim adamlarını insan beynini incelemeye ve bilgisayar ortamında modellemeye sürüklemiştir. Yapay Sinir Ağları (YSA) kavramı bu şekilde ortaya çıkmıştır [9].

3.1.1. Biyolojik sinir hücresi

İnsan beyni, 10 milyar civarındaki sinir hücresinden oluşur. Şekil 3.1'de bir sinir hücresinin yapısı görülmektedir. **Nöron** da denilen bir sinir hücresi; **soma** adı verilen bir hücre gövdesi, **dendrit** ve **akson** adları verilen liflerden oluşur. Dendritler, sinir hücresine diğer sinir hücrelerinden gelen elektriksel darbeleri toplarlar. Aksonlar ise, sinir hücresinin ürettiği elektriksel darbeyi diğer hücrelere iletmekle görevlidirler. Aksonların bitimi, her biri başka bir sinir hücresine bağlanan ince yollara ayrılabilir. Aksonlar ile dendritlerin bağlantı kurmalarına aracılık eden elemana ise **sinaps** adı verilir. Dendritler vasıtasıyla diğer sinir hücrelerinden gelen elektriksel darbeler toplanır ve hücrenin içiyle dışı arasındaki potansiyel fark belli bir eşik değerini üzerine çıktığında bir elektrik darbesi üretilerek bu darbe aksonlar vasıtasıyla diğer hücrelere iletilir [10].



Şekil 3.1 Sinir hücresinin yapısı

Yetişkin bir insan beynindeki sinir hücreleri, 60 trilyon kadar sinaps ile birbirlerine bağlıdırlar. Bu yapısıyla beyin, son derece karmaşık, doğrusal olmayan ve paralel bir yapıya sahiptir. Bu yapı sebebiyle sinir hücreleri, günümüz bilgisayarlarına oranla çok daha yavaş olmalarına rağmen duysal bilgileri bilgisayarlardan daha hızlı değerlendirebilmektedir [9].

3.1.2. Sinir hücresinden yapay sinir ağına geçiş

Sinir hücrelerinin diğer sinir hücrelerinden gelen sinyalleri toplayıp yeni bir sinyal üreterek başka sinir hücrelerine göndermesi prensibinden yola çıkılarak, sinir hücrelerinin ve dolayısıyla insan beyinin matematiksel modelinin oluşturulmasında büyük mesafeler kat edilmiştir. Beynin tam ve doğru olarak modellenmesi için çeşitli yapay hücre ve ağ modelleri geliştirilmiştir. Böylece günümüz bilgisayarlarının sıralı hesaplama yönteminden farklı bir yöntem ortaya koyan YSA, yeni bir bilim alanı olarak ortaya çıkmıştır. Bilgi işleme yöntemindeki farklılık nedeniyle YSA, bir çok alanda uygulanabilirlik kazanmıştır.

Yapay Sinir Ağları, **beynin bir işlevi yerine getirme yöntemini modellemek için tasarlanan bir sistem** olarak tanımlanabilir. YSA, sinir hücrelerinin kendi aralarında çeşitli şekillerde bağlanmasıyla oluşturulur. Sinir hücreleri genellikle katmanlar halinde düzenlenir. Bilgisayarlarda yazılım olarak oluşturulduğu gibi, elektronik devrelerle de gerçekleştirilebilir. YSA, istenen amaca ulaşabilmek için sistemin eğitilmesini sağlayan öğrenme algoritmalarını da kapsar. YSA, değişen koşullara göre kendini yenileyebilmek için öğrendiklerini unutma yeteneğine de sahiptir. YSA da beyin gibi bilgiyi bir öğrenme sürecinden sonra kazanır ve kazanılan bu bilginin saklanması sinirler arasındaki “sinaptik ağırlıklar” olarak ifade edilebilen bağlantı kuvvetleri kullanılır. Bir bilgisayar

programcısının, program yazarken yapması gereken şey, giriş verileriyle çıkış verileri arasında bir bağlantı kurmak ve bunu kodlamaktır. YSA, giriş ve çıkış verilerine bakarak bu bağlantıyı kurma yeteneğine sahiptir. Bu şekilde, verilerin nasıl işlenebileceğini belirleme yeteneğine **kendini düzenleme** denir. Kendini düzenleme yeteneğinin aşamaları **adaptasyon** ve **öğrenmedir** [10].

3.1.3. Yapay sinir ağlarının özellikleri

Yapay sinir ağı, hesaplama gücünü iki önemli özelliğinden alır: Güçlü, **paralel** dağılmış yapısı ve öğrenip **genelleme** yapabilme yeteneği. Genelleme, daha önce öğrenme sürecinde karşılaşılmayan verilere uygun mantıklı çıkışlar üretebilmek şeklinde tanımlanabilir. Bu iki önemli özellik sayesinde yapay sinir ağları karmaşık problemlerin çözümünde kullanılabilir.

Yapay sinir ağlarının başlıca özellikleri şöyle sıralanabilir:

1. **Doğrusal (lineer) olmama:** YSA'nın temel işlem elemanı olan sinir hücresi doğrusal değildir. Dolayısıyla hücrelerin birleşmesinden meydana gelen YSA da doğrusal değildir ve bu özellik bütün ağa yayılmış durumdadır. Ses verileri gibi doğasında doğrusallık olmayan giriş verilerinin çözümlenmesinde YSA'nın bu özelliği büyük kolaylık sağlamaktadır.
2. **Öğrenme:** YSA, kendisine verilen giriş ve çıkış verileri arasında eşleştirme yapabilir. Bu eşleştirme, bir çeşit haritalandırmadır. YSA'nın arzu edilen davranışı gösterebilmesi için amaca uygun olarak ayarlanması gerekir. Bu ayarlama, sinir hücreleri arasında doğru bağlantıların yapılması ve bağlantıların uygun ağırlıklara sahip olması ile mümkün olabilir. YSA'nın karmaşık yapısı sebebiyle bağlantılar ve ağırlıklar önceden ayarlı olarak verilemez ya da tasarlanamaz. YSA, istenen davranışı gösterecek şekilde eğitim örneklerini kullanarak bağlantıları ve ağırlıkları ayarlayabilir.
3. **Adaptasyon:** Çevre şartlarındaki değişimlere göre YSA, sinaptik ağırlıklarını ayarlayarak adapte olabilme kapasitesine sahiptir. Bu özellikten yeterince yararlanabilmek için temel zaman aralıklarının çok küçük değişimleri göz ardı edebilecek kadar uzun ve anlamlı, çevre değişimlerine tepki verebilecek kadar da kısa seçilmesi

gerekir. YSA'nın bu özelliği, uyarlamalı örnek tanıma, sinyal işleme ve denetim gibi alanlarda etkin olarak kullanılır.

4. **Kanıta dayalı çıkış verme:** YSA, örnek sınıflandırma konusunda hangi özel örneğin seçileceğini vermesinin yanında, seçimin güvenilirliği hakkında da bilgi verecek şekilde tasarlanabilir.
5. **Genelleme:** Ağdaki her bir nöron, diğer nöronlardaki bir değişiklikten etkilenir. YSA, ilgilendiği problemi öğrendikten sonra, eğitim sırasında karşılaşmadığı test örnekleri için de arzu edilen tepkiyi üretebilir. Örneğin, karakter tanıma amacıyla eğitilmiş bir YSA, bozuk karakter girişlerinde de doğru sonuçlar verebilir.
6. **Hata toleransı:** Yapay sinir ağları, başka hesaplama yöntemleri gibi ufak hatalardan etkilenmemektedir. Hata toleransı, fiziksel ve mantıksal olarak fazladır. YSA'nın bazı bağlantılarının, hattâ bazı hücrelerinin etkisiz hale gelmesi, ağına doğru bilgi üretmesini önemli ölçüde etkilemez. YSA'da bilgi, tek bir yerde saklanmayıp bütün sisteme dağıtıldığı için geleneksel yöntemlere göre hatayı tolere etme yeteneği daha yüksektir.
7. **VLSI uygulanabilirlik:** Yapay sinir ağları ile çok büyük ölçekli entegre devreleri (VLSI = Very Large Scale Integrated Circuits) uygulamaları yapılabilir.
8. **Analiz ve tasarım birliği:** YSA'nın temel işlem elemanı olan hücrenin yapısı ve modeli, bütün YSA yapılarında yaklaşık aynıdır. YSA'nın farklı uygulama alanlarındaki yapıları da standart yapıdaki bu hücrelerden oluşacaktır. Bu nedenle, farklı uygulama alanlarında kullanılan YSA'lar benzer öğrenme algoritmalarını ve teorilerini paylaşabilirler. Bütün YSA uygulamalarında hep aynı gösterimin kullanılması, problemlerin YSA ile çözümünde önemli bir kolaylık getirmektedir.
9. **Nörobiyolojik benzerlik:** Hızlı, güçlü, hata toleranslı, paralel bir bilgi işleme birimi olarak beyin, YSA'ların tasarımını motive eden fiziksel bir kanıttır [10].

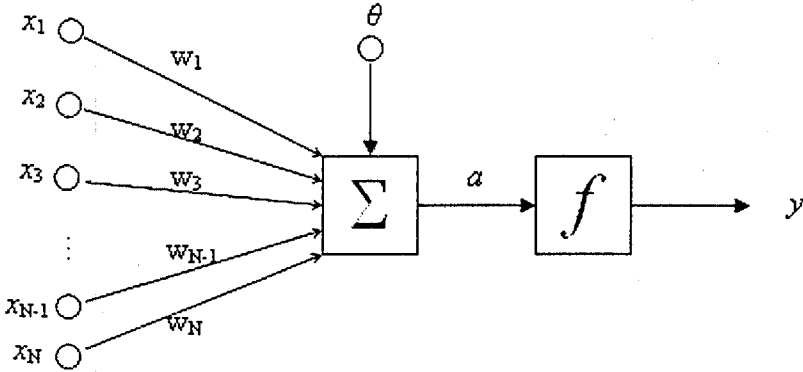
3.1.4. Yapay sinir ağlarının uygulama alanları

Bugüne kadar yapay sinir ağları, çözümü güç ve karmaşık olan ya da ekonomik olmayan, çok farklı alanlardaki birçok probleme uygulanmış ve genellikle başarılı sonuçlar alınabilmiştir. YSA'lar çok farklı alanlara uygulanabildiğinden, bütün uygulama alanlarını burada sıralamak zor olmakla birlikte, başlıca uygulama alanlarını şu şekilde sıralayabiliriz:

1. **Arıza analizi ve tespiti:** Bir sistemin, cihazın ya da elemanın düzenli ve doğru çalışma şeklini öğrenen bir YSA yardımıyla, bu sistemde meydana gelebilecek arızalar tanımlanabilir. Bu amaçla YSA, elektrik makinelerinde, uçaklarda, entegre devrelerde, v.s. kullanılmıştır.
2. **Tıp alanında:** EEG ve ECG gibi tıbbî sinyallerin analizi, kanserli hücrelerin tespiti, protez tasarımı, transplantasyon zamanlarının optimizasyonu, hastalıkların teşhisi gibi alanlarda YSA kullanılabilir.
3. **Savunma sanayii:** Silahların otomasyonu ve hedef izleme, nesnelere ve görüntüleri ayırma ve tanıma, algılayıcı tasarımı ve gürültü önleme gibi alanlara YSA uygulanmıştır.
4. **Haberleşme:** Görüntü ve veri sıkıştırma, otomatik bilgi sunma servisleri, konuşmaların gerçek zamanlı çevirisi gibi alanlarda uygulama örnekleri vardır.
5. **Üretim:** Üretim sistemlerinin optimizasyonu, ürün analizi ve tasarımı, ürünlerin (entegre, kâğıt, kaynak, v.s.) kalite analizi ve kontrolü, planlama ve yönetim analizi, v.s. alanlarında YSA uygulanmıştır.
6. **Otomasyon ve kontrol:** Uçaklarda otomatik pilot sistemi otomasyonu, ulaşım araçlarında otomatik yol bulma ve gösterme, robot sistemlerinin kontrolü, doğrusal olmayan sistem modelleme ve kontrolü, elektrikli sürücü sistemlerinin kontrolü gibi yaygın bir uygulama alanı bulmuştur.

3.1.5. Yapay sinir hücresi modeli

Bir biyolojik sinir hücresinden diğerine sinapslardan sinyal gönderimi, sinyali alan hücre gövdesinin elektrik potansiyelinin yükseltilmesi ya da düşürülmesi yoluyla olur. Eğer bu potansiyel, bir eşik değere ulaşırsa nöron ateşlenir. McCulloch ve Pitts tarafından 1943'te önerilen yapay nöron modelinin dayandığı esas da bu özelliktir [11].



Şekil 3.2 Yapay sinir hücresi modeli

Şekil 3.2'de verilen yapay sinir hücresi modelinin x_1, x_2, \dots, x_N ile belirtilen N tane giriş verisi vardır. Bu giriş verileri sırasıyla w_1, w_2, \dots, w_N ağırlıklarına bağlıdır. Modeldeki ağırlıklar, biyolojik sinir hücresindeki sinaptik bağlantılara karşılık gelmektedir. Yapay sinir hücresindeki eşik değeri θ ile gösterilmektedir. Yapay sinir hücresinin **aktivasyon** değeri, her bir giriş verisinin kendisine karşılık gelen ağırlıkla çarpılıp toplanmasından sonra θ eşik değerinin eklenmesiyle hesaplanır:

$$a = \sum_{j=1}^N x_j w_j + \theta \quad (3.1)$$

Eşik değeri, sanal bir giriş değeri olarak gösterilip $x_0 = 1$ ve $w_0 = \theta$ olarak tanımlanırsa, aktivasyon formülü şu hale gelir:

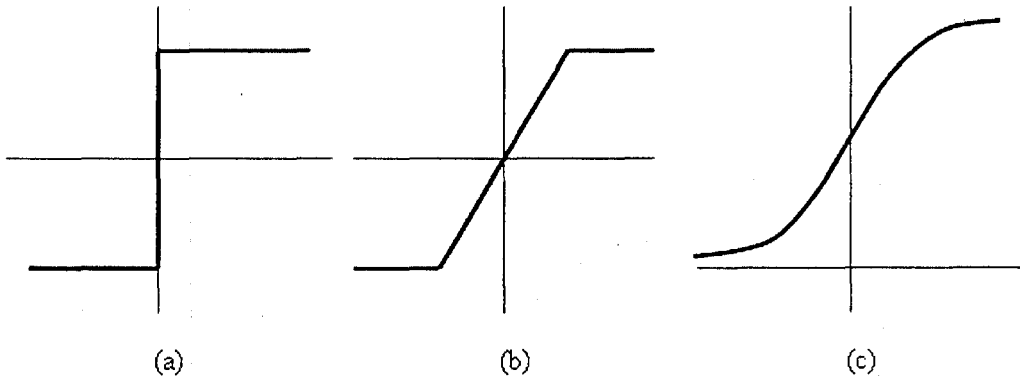
$$a = \sum_{j=0}^N x_j w_j \quad (3.2)$$

Nöronun çıkış değeri, biyolojik sinir hücresinin ateşleme frekansına benzer şekilde, aktivasyonun bir fonksiyonudur:

$$y = f(a) \quad (3.3)$$

3.1.6. Aktivasyon (Transfer) fonksiyonları

Hücre modellerinde, hücrenin gerçekleştirdiği işlece göre çeşitli tipte aktivasyon fonksiyonları kullanılabilir. Aktivasyon fonksiyonları, muhtemel sonsuz alan girişli işlem elemanlarını önceden belirlenmiş sınırdaki çıkış olarak düzenler. Yaygın olarak kullanılan dört aktivasyon fonksiyonu vardır: Rampa, basamak, doğrusal ve sigmoid. Bu fonksiyonlardan üçü Şekil 3.3'te gösterilmiştir [12].



Şekil 3.3 Aktivasyon fonksiyonları: (a) Basamak (b) Rampa (c) Sigmoid

Kendisinin ve türevinin sürekli olması nedeniyle en çok tercih edilen doğrusal olmayan aktivasyon fonksiyonu sigmoid fonksiyonudur ve şu formülle ifade edilir:

$$f(a) = \frac{1}{1 + e^{-a}} \quad (3.4)$$

Aktivasyon fonksiyonunun ana görevi, girişlerin alan sınırlandırmasını yapmaktır. Eğer girişlerin derecelendirilmesi uygun sınırlarda yapılırsa çıkışlar da ayırt edilebilir bir biçimde üretilirler. Aksi takdirde çıkışlar ya tepe noktalarda birikme yapar ve küçük değişimlere konsantre olduğundan genel eğilim anlaşılabilir, ya da tam tersi şekilde genel çıkış eğilimini görebilmek için sınırlar yetmeyebilir.

Hesaplamalara başlamadan önceki ağırlıklar, seçilen algoritmaya göre gelişigüzel belirlenir. Öğrenme algoritması daha sonra bu ağırlıkların değiştirilmesini sağlayacaktır.

3.1.7. Yapay sinir ağı yapıları

Tek bir yapay sinir hücresi kullanılarak çözülebilen problemler olsa da, çoğu problemin çözümünde daha fazla sayıda yapay sinir hücresine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tür problemlerin çözülebilmesi için bazı nöronların çıkışlarının başka nöronların girişine bağlanması gerekir. Bu şekilde birbirine bağlanan nöronlarla bir ağ oluşturulur.

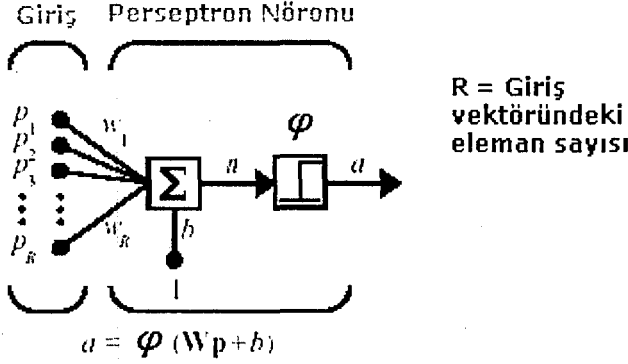
Nöronların sayısı ve tipi arttıkça bunların gruplandırılması gereği ortaya çıkar. Aynı transfer fonksiyonuna sahip nöronların gruplara ayrılması ile ağ, **katmanlı** bir yapıya kavuşturulabilir. Katmanların hiyerarşik bir biçimde bağlanmasıyla ağ oluşturulur. Yapay sinir ağını eğitmede kullanılan algoritmalarla ağ yapısı arasında çok yakın bir ilişki olduğu için eğitimde kullanılan algoritmadan önce ağ yapısının belirtilmesi gerekir.

Ağ yapıları temek olarak üç kısma ayrılır:

1. **Tek katmanlı ileri beslemeli ağ:** En basit katmanlı ağ türüdür. Veri akışı giriş katmanından çıkış katmanına doğrudur. Bir nöronun çıkışı, başka bir nöronun girişi olamaz.
2. **Çok katmanlı ileri beslemeli ağ:** Herhangi bir işlem elemanının çıkışı, aynı katmandaki veya önceki katmanlardaki bir başka işlem elemanının girişi olmuyorsa ağ ileri beslemeli ağ olarak adlandırılır. Giriş verilerini doğrudan alan katmana **giriş katmanı**, ağın çıkışını üreten katmana da **çıkış katmanı** denir. Bu iki katman arasındaki katmanlara **gizli katmanlar** adı verilir. Gizli katmanların sayısının artırılması, yüksek dereceden istatistik bilginin açılımına olanak tanır. Çok katmanlı ileri beslemeli ağda en az bir gizli katman olmalıdır. Veri akışı giriş katmanından çıkış katmanına doğrudur. Her bir katmandaki nöronların çıkışları, sonraki katmandaki bütün nöronların girişine bağlıysa bu tür ağların **tümüyle bağlı** olduğu söylenir.
3. **Kaskat (yinelenen) bağlantılı ağ:** Bu yapıdaki ağlar en az bir tane geri besleme bağlantısı içerir. Tek katmanlı olabildiği gibi çok katmanlı da olabilir.

3.2. Perseptronlar

Perseptron kavramı, 1950'li yılların sonlarında psikolog Frank Rosenblatt tarafından "zeki sistemlerin temel özelliklerinden bazılarını simüle etmek" [13] amacıyla ortaya konmuştur. 0 ve 1 çıkışlarını üreten basamak fonksiyonunu kullanan perseptron yapay sinir hücresi, Şekil 3.4'te gösterilmiştir [12].



Şekil 3.4 Perseptron nöronu

Şekildeki nöronun p_1, p_2, \dots, p_R şeklinde gösterilen R adet girişi vardır. Bu girişlere karşılık gelen ağırlıklar sırasıyla w_1, w_2, \dots, w_R ile gösterilmiştir. Eşik değeri b , transfer fonksiyonu φ ve nöronun çıkışı a ile gösterilmiştir. Perseptronun kullandığı transfer fonksiyonu şu formülle ifade edilir:

$$\varphi(n) = \begin{cases} 1, n \geq 0 \\ 0, n < 0 \end{cases} \quad (3.5)$$

Bu durumda nöronun çıkışı aşağıdaki ifadeyle bulunur:

$$a = \varphi \left(\sum_{j=1}^R w_j p_j + b \right) \quad (3.6)$$

Girişler $R \times 1$ boyutlu \mathbf{p} matrisiyle, ağırlıklar $1 \times R$ boyutunda \mathbf{W} matrisiyle gösterilirse çıkış şu şekilde ifade edilir:

$$a = \varphi(\mathbf{W}\mathbf{p} + b) \quad (3.7)$$

Burada,

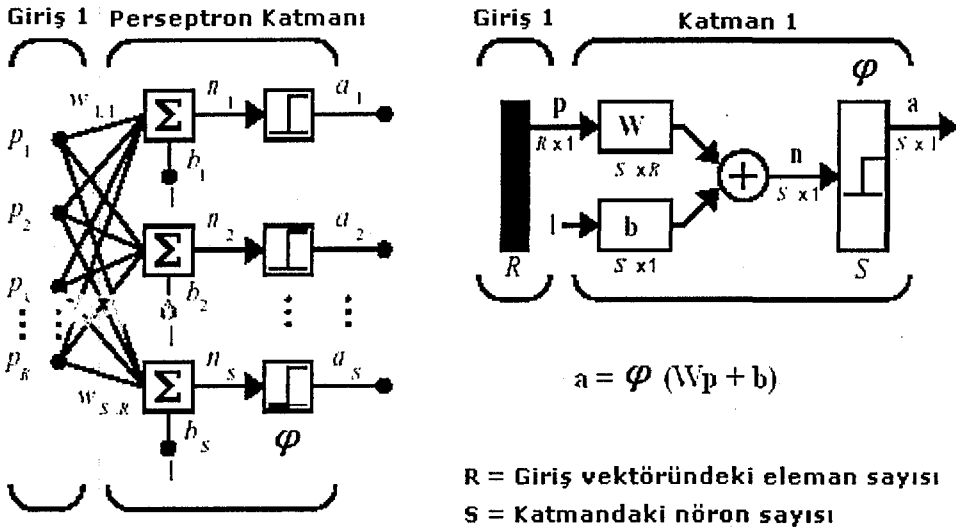
$$\mathbf{W} = [w_1 \quad w_2 \quad \dots \quad w_R] \quad (3.8)$$

ve

$$\mathbf{p} = \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \vdots \\ p_R \end{bmatrix} \quad (3.9)$$

dönüşümleri yapılmıştır.

0 ve 1 çıkışlı transfer fonksiyonu, perseptron nöronuna giriş vektörlerini ikiye ayırarak sınıflandırma yeteneği kazandırmaktadır. Giriş vektörlerini ikiden fazla sınıfa ayırmak gerektiğinde birden fazla perseptron nöronu kullanmak gerekir. S tane nöron kullanıldığında giriş vektörleri 2^S farklı sınıfa ayrılabilir. Şekil 3.5'te böyle bir ağın mimarisi ve matrislerle ifadesi gösterilmiştir [12].



Şekil 3.5 Perseptron mimarisi

Tek nöron dan S tane nörona geçilirken Denklem (3.8)'deki W matrisi, w_{ij} elemanı i 'inci nöronun j 'inci giriş elemanına karşılık gelen ağırlık olacak şekilde genişletilmelidir:

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1R} \\ w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2R} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{S1} & w_{S2} & \cdots & w_{SR} \end{bmatrix} \quad (3.10)$$

Her nöronun eşik değeri olacağından, eşik değeri de matris şeklinde ifade edilmelidir:

$$\mathbf{b} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_s \end{bmatrix} \quad (3.11)$$

Bu durumda, sistemin çıkışı $S \times 1$ boyutlu bir matris olur ve aşağıdaki ifadeyle hesaplanır:

$$\mathbf{a} = \varphi(\mathbf{Wp} + \mathbf{b}) \quad (3.12)$$

Şekil 3.5'te gösterilen ağ yapısına istenildiği kadar katman eklenebilir. Aşağıda anlatılacak olan öğrenme algoritması her katmana uygun bir sırayla uygulandığında sistem eğitilebilir.

3.2.1. Perseptronun eğitilmesi

Yapay sinir ağlarının öğrenmesi iki yolla olur [9]:

1. **Öğreticili öğrenme (Supervised learning):** Yeteri kadar giriş verisi ve sistemin bu verilere vermesi gereken yanıtları içeren bir örnekler kümesi varsa girişler ve çıkışlar arasındaki uygun ağırlıklar bulunabilir. Buna öğreticili öğrenme denir. Perseptronun öğrenme kuralı bu grup öğrenmeye girmektedir.
2. **Öğreticisiz öğrenme (Unsupervised learning):** Ağırlıklar ve eşik değerleri sadece giriş verileri kullanılarak ayarlanır. Bu tür öğrenme algoritmalarının çoğu, verileri kümelendirme işlevi görür.

Perseptron ağında tek bir nöron olduğu durumda sistemin nasıl eğitildiğine bakalım. Sistemi eğitmek için kullanılacak Q tane veri olsun. Verilerin her biri $\mathbf{p}_i, i = 1, 2, \dots, Q$ vektörleriyle gösterilsin. Bu girişlere karşılık olarak nöronun alınması gereken sonuçların her biri $\mathbf{t}_i, i = 1, 2, \dots, Q$ sayılarıyla ifade edilsin. Nöronun giriş verilerine verdiği yanıtlar $\mathbf{a}_i, i = 1, 2, \dots, Q$ sayıları olsun. Nöronun eğitilmesi için yapılması gereken şey, nöronun giriş verilerine *verdiği yanıt* ile *vermesi gereken yanıt* arasındaki fark ile ifade edilebilen hatayı azaltmaktır. Azaltılması gereken bu hata, $\mathbf{e}_i, i = 1, 2, \dots, Q$ sayılarıyla gösterilsin. \mathbf{t}_i ve \mathbf{a}_i , transfer fonksiyonunun çıktısı 0 ya da 1 olduğu için sadece 0 ve 1 değerlerini alabilir. \mathbf{t}_i ve \mathbf{a}_i arasındaki üç farklı duruma göre sistem şu şekilde eğitilebilir:

Durum 1: t_i ve a_i birbirine eşitse ağırlık vektörlerinde bir değişiklik yapılmaz.

Durum 2: Nöronun verdiği çıktı 0 ise ve vermesi gereken yanıt 1 idiyse, yani $a_i = 0$, $t_i = 1$ ve dolayısıyla $e_i = 1$ ise, giriş vektörünün değerleri, kendilerine karşılık gelen ağırlığa eklenir. Böylece giriş vektörünün ileriki zamanlarda 1 çıktısı verme olasılığı artırılmış olur.

Durum 3: Nöronun verdiği çıktı 1 ise ve vermesi gereken yanıt 0 idiyse, yani $a_i = 1$, $t_i = 0$ ve dolayısıyla $e_i = -1$ ise, giriş vektörünün değerleri, kendilerine karşılık gelen ağırlıktan çıkartılır. Böylece giriş vektörünün ileriki zamanlarda 0 çıktısı verme olasılığı artırılmış olur.

Yukarıda anlatılan perseptron öğrenme kuralı, hata e_i ve ağırlık vektörüne yapılacak değişiklik Δw_i cinsinden yazılabilir:

Durum 1: $e_i = 0$ ise $\Delta w_i = 0$.

Durum 2: $e_i = 1$ ise $\Delta w_i = p_i^T$.

Durum 3: $e_i = -1$ ise $\Delta w_i = -p_i^T$.

Bu üç durum, tek bir formülle ifade edilebilir:

$$\Delta w_i = (t_i - a_i)p_i^T = e_i p_i^T \quad (3.13)$$

Sistemin eşik değerlerinin eğitilmesi de aynı şekilde yapılabilir. Eşik değeri, girişi daima 1 olan bir ağırlık olarak düşünülürse aşağıdaki formül çıkartılabilir:

$$\Delta b_i = (t_i - a_i)(1) = e_i \quad (3.14)$$

(3.13) ve (3.14) denklemleri tek bir nöron yerine bir nöron katmanı için yazılacak olursa sırasıyla şu denklemler elde edilir:

$$\Delta W_i = (t_i - a_i)p_i^T = e_i p_i^T \quad (3.15)$$

$$\Delta b_i = (t_i - a_i) = e_i \quad (3.16)$$

(3.15) ve (3.16) denklemleri, **perseptron öğrenme kuralı** olarak adlandırılır. Dikkat edilirse bu öğrenme kuralının tek bir girdi-çıkıktı ikilisi üzerinde uygulandığı görülecektir. Eldeki Q tane örnek için bu kural uygulanırsa ve bütün

örneklerin üzerinden giriş vektörleri hatasız sınıflanana kadar geçilirse perseptron ağı eğitilmiş olur. Bütün giriş verileri üzerinden öğrenme kuralı uygulanarak bir defa geçilmesine **epok** adı verilir. Problem eğer çözülebilir bir problem ise perseptron ile sonlu sayıda epokta çözüme ulaşılabilir [12].

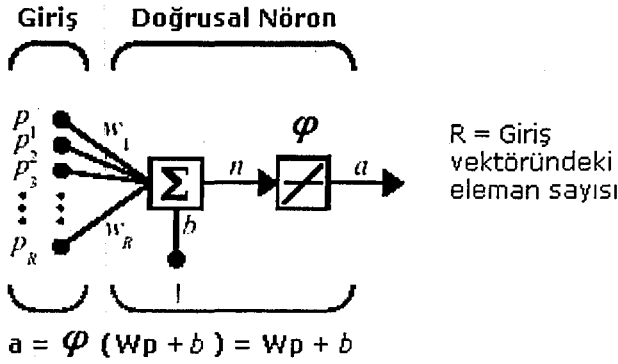
3.2.2. Kısıtlamalar

- Perseptronlar, kullandıkları transfer fonksiyonu sebebiyle sadece 0 ve 1 çıktılarıyla ifade edilebilen problemleri çözebilirler.
- Perseptronlar sadece doğrusal ayrılabilir vektör kümelerini sınıflandırabilirler. Doğrusal ayrılamayan vektör girişlerinde asla tam sonuca ulaşamaz.
- Perseptronlar en iyi çözümü değil, kabul edilebilir herhangi bir çözümü bulurlar. Bir karenin dört köşesinde yer alan noktaların iki çizgi ile birbirinden ayrılması probleminin sonsuz sayıda çözümü vardır. İnsan beyni genellikle karenin kenarlarının orta noktalarından geçen birbirine dik iki doğru ile problemi çözerken, perseptronlar sonsuz sayıdaki çözümlerden ilk karşılaştıkları hangisiyse çözüm olarak onu sunarlar.
- Giriş vektörlerinden birinin uzunluğu, diğerlerine oranla çok fazla büyükse perseptronların çözüme ulaşma süresi artar. Bu dezavantajı ortadan kaldırmak için Denklem (3.13)'te verilen öğrenme kuralı yerine aşağıda verilen **normalize perseptron öğrenme kuralı** kullanılabilir [12]:

$$\Delta \mathbf{w}_i = (\mathbf{t}_i - \mathbf{a}_i) \frac{\mathbf{p}_i^T}{\|\mathbf{p}_i\|} = \mathbf{e}_i \frac{\mathbf{p}_i^T}{\|\mathbf{p}_i\|} \quad (3.17)$$

3.3. Doğrusal Ağlar (Linear Networks)

Doğrusal ağlar, perseptrona benzemelerinin yanında doğrusal transfer fonksiyonları ile perseptrondan ayrılırlar. Şekil 3.6'da bir doğrusal nöron gösterilmiştir.



Şekil 3.6 Doğrusal nöron

Doğrusal transfer fonksiyonu, aldığı parametreyi olduğu gibi geri döndüren bir fonksiyondur:

$$\varphi(n) = n \quad (3.18)$$

Perseptron nöronu sadece 0 ve 1 çıkışlarını üretebilirken doğrusal nöronun çıkışı herhangi bir değer olabilir. Perseptron gibi doğrusal ağlar da sadece doğrusal ayrılabilen problemleri çözebilirler. Ağın eğitilmesi için **Widrow-Hoff** algoritması da denilen **En Küçük Kareler (Least Mean Squares)** algoritması kullanılır. Bu algoritma, hataların kare toplamını minimize etme esası üzerine kuruludur [12].

3.3.1. Widrow-Hoff algoritması

Şekil 3.6'da gösterilen doğrusal nöronun eğitilmesi için Q tane örnek hazırlanmış olsun. j 'inci örnek \mathbf{p}_j ile, doğrusal nöronun buna verdiği yanıt \mathbf{a}_j ile ve nöronun vermesi istenen gerçek yanıt \mathbf{t}_j ile gösterilsin. j 'inci örnek için hata şu şekilde gösterilir:

$$\mathbf{e}_j = \mathbf{t}_j - \mathbf{a}_j \quad (3.19)$$

Widrow-Hoff algoritmasına göre hatanın karesinin ortalaması, yani hatanın beklenen değeri minimize edilmelidir. Ortalama kare hata şöyle ifade edilir:

$$\langle \mathbf{e}_j^2 \rangle = \frac{1}{Q} \sum_{j=1}^Q \mathbf{e}_j^2 \quad (3.20)$$

Ortalama kare hatanın minimize edilmesiyle \mathbf{w} ağırlık matrisi tam olarak bulunabilir. Widrow-Hoff algoritması, minimum hataya erişmek için iteratif bir yöntem önerir. Hata, ağırlıkların bir fonksiyonu olduğundan, çanak şeklinde

düşünülebilecek hata grafiği üzerindeki herhangi bir noktadan eğimin tersi yönünde belli bir miktar gidilirse ve bu defalarca tekrarlanırsa hatanın en küçük olduğu noktaya veya yakınlarına ulaşılabilir.

Kare hata grafiğindeki eğimi bulmak için kare hatanın her bir ağırlığa göre kısmî türevi alınmalıdır:

$$\frac{\partial e^2}{\partial w_j} = 2e \frac{\partial e}{\partial w_j}, \quad j = 1, 2, \dots, R \quad (3.21)$$

Eşik değeri için de aynı formül geçerlidir:

$$\frac{\partial e^2}{\partial b} = 2e \frac{\partial e}{\partial b} \quad (3.22)$$

Denklem (3.21)' in hesaplanabilmesi için $\partial e / \partial w_j$ ifadesi aşağıdaki şekilde hesaplanabilir:

$$\begin{aligned} \frac{\partial e}{\partial w_j} &= \frac{\partial(t-a)}{\partial w_j} = \frac{\partial}{\partial w_j} [t - (w_p + b)] \\ &= \frac{\partial}{\partial w_j} \left[t - \left(\sum_{i=1}^R w_i p_i + b \right) \right] \\ &= -p_j \end{aligned} \quad (3.23)$$

Eşik değeri, girişi daima 1 olan ağırlık olarak düşünülürse Denklem (3.23), eşik değeri için şu şekilde yazılabilir:

$$\frac{\partial e}{\partial b} = -1 \quad (3.24)$$

Ağırlıklar, bu eğimlerin tersi istikamette belli miktar ötelenirse çözüme yaklaşılmış olur. Ağırlıklar ve eşik değeri üzerinde yapılacak değişiklikler, birden fazla sayıda nörondan oluşan bir katman için matrislerle şu şekilde ifade edilir:

$$\Delta W = 2\alpha e_j p_j^T \quad (3.25)$$

$$\Delta b = 2\alpha e_j \quad (3.26)$$

Bu denklemlerdeki α , öğrenme katsayısı olarak adlandırılır. α ne kadar büyük olursa öğrenme işlemi o kadar çabuk tamamlanır. Eğer gereğinden fazla büyük olursa sistem kararsızlığa sürüklenebilir ve hattâ hata sürekli artabilir. Kararlı bir öğrenme için öğrenme katsayısı, korelasyon matrisi $p^T p$ 'nin en büyük özdeğerinin çarpmaya göre tersinden küçük olmalıdır. Öğrenme işlemi, giriş

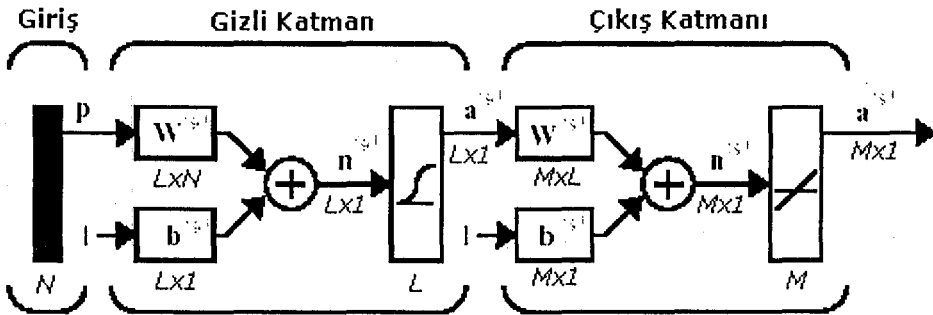
verileri üzerinde ortalama kare hata sıfır olana veya belli bir değerin altına düşene kadar tekrarlanabilir [14].

3.3.2. Kısıtlamalar

- Tek girişli, çok çıkışlı sistemlerde tam çözüm olmayacağı ihtimalinden dolayı doğrusal ağ ağırlıklarının doğru ayarlanamayabilir. Fakat yine de hatayı minimize edebilir.
- Tek girişli, tek çıkışlı sistemlerde sonsuz sayıda çözüm olacağı için doğrusal ağ tatmin edici bir çözüm sunamayabilir.
- Öğrenme katsayısı dikkatli seçilmelidir. Çok küçük olursa öğrenme yavaş olur. Çok büyük olursa çözüm atlanabilir [12].

3.4. Geri Yayılım (Backpropagation)

Widrow-Hoff öğrenme kuralının çok katmanlı ağlar ve doğrusal olmayan transfer fonksiyonları için genelleştirilmesiyle geri yayılım yapay sinir ağları ortaya çıkmıştır. Geri yayılım ağları, transfer fonksiyonları genellikle tanjant-sigmoid, logaritmik sigmoid veya doğrusal olan birden fazla katmandan oluşur. Çıkış katmanının transfer fonksiyonu çoğunlukla doğrusal seçilir. Şekil 3.7'de logaritmik sigmoid fonksiyonlu gizli bir katman ve doğrusal fonksiyonlu bir çıkış katmanından oluşan bir geri yayılım ağı gösterilmiştir [12].



Şekil 3.7 Geri yayılım ağı

3.4.1. Geri yayılım ağının eğitilmesi

Geri yayılım ağları için Widrow-Hoff algoritması kullanılabilir. Sistemin eğitilmesi için Q tane veri seti hazırlanmış olsun. Burada, formüllerdeki karışıklığı azaltmak amacıyla sadece bir veri ve bu veriye ait çıktı göz önünde

bulundurulacaktır. Giriş verisi N elemanlı \mathbf{p} vektörü, buna ait çıktı M elemanlı \mathbf{t} vektörü olsun. Giriş verilerini doğrudan alan gizli katmanın ağırlık matrisi $L \times N$ boyutlu $\mathbf{W}^{(g)}$ matrisi, eşik vektörü $L \times 1$ boyutlu $\mathbf{b}^{(g)}$ olsun. Ağırlık matrisinin satır sayısı L , aynı zamanda gizli katmandaki nöron sayısını da göstermektedir. Gizli katmanın iç aktivasyonu $\mathbf{n}^{(g)}$ vektörü aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$\mathbf{n}^{(g)} = \mathbf{W}^{(g)}\mathbf{p} + \mathbf{b}^{(g)} \quad (3.27)$$

İç aktivasyonun her bir elemanı aşağıdaki formülle bulunur:

$$\mathbf{n}_j^{(g)} = \sum_{i=1}^N \mathbf{W}_{ji}^{(g)} \mathbf{p}_i + \mathbf{b}_j^{(g)} \quad , \quad j = 1, 2, \dots, L \quad (3.28)$$

Burada $\mathbf{W}_{ji}^{(g)}$, gizli katmanın j numaralı nöronunun i numaralı girişine karşılık gelen ağırlık değeridir. Gizli katmanın çıkışı $\mathbf{a}^{(g)}$, $\mathbf{n}^{(g)}$ aktivasyon vektörünün $\varphi^{(g)}$ transfer fonksiyonundan geçirilmiş halidir:

$$\mathbf{a}^{(g)} = \varphi^{(g)}(\mathbf{n}^{(g)}) \quad (3.29)$$

Gizli katmanın çıkışının her bir elemanı aşağıdaki denklem ile hesaplanır:

$$\mathbf{a}_j^{(g)} = \varphi^{(g)}(\mathbf{n}_j^{(g)}) \quad (3.30)$$

Çıkış katmanının ağırlık matrisi $M \times L$ boyutlu $\mathbf{W}^{(c)}$, eşik vektörü $M \times 1$ boyutlu $\mathbf{b}^{(c)}$, iç aktivasyonu $\mathbf{n}^{(c)}$ ile gösterilirse iç aktivasyon $\mathbf{n}^{(c)}$,

$$\mathbf{n}^{(c)} = \mathbf{W}^{(c)}\mathbf{a}^{(g)} + \mathbf{b}^{(c)} \quad (3.31)$$

ile hesaplanır. $\mathbf{n}^{(c)}$ vektörünün her bir elemanı aşağıdaki denklemle hesaplanır:

$$\mathbf{n}_k^{(c)} = \sum_{j=1}^L \mathbf{W}_{kj}^{(c)} \mathbf{a}_j^{(g)} + \mathbf{b}_k^{(c)} \quad , \quad k = 1, 2, \dots, M \quad (3.32)$$

Burada $\mathbf{W}_{kj}^{(c)}$, çıkış katmanının k numaralı nöronunun j numaralı girişine karşılık gelen ağırlık değeridir. Çıkış katmanının verdiği $M \times 1$ boyutlu çıktı $\mathbf{a}^{(c)}$, aktivasyon vektörü $\mathbf{n}^{(c)}$ 'nin transfer fonksiyonu $\varphi^{(c)}$ 'den geçirilmiş şeklidir:

$$\mathbf{a}^{(c)} = \varphi^{(c)}(\mathbf{n}^{(c)}) \quad (3.33)$$

Çıkış vektörünün her bir elemanı,

$$\mathbf{a}_k^{(c)} = \varphi^{(c)}(\mathbf{n}_k^{(c)}) \quad , \quad k = 1, 2, \dots, M \quad (3.34)$$

denklemleri ile bulunur. Hata vektörü \mathbf{e} , sistemin vermesi gereken gerçek yanıt ile verdiği yanıt arasındaki farktır:

$$\mathbf{e} = \mathbf{t} - \mathbf{a}^{(g)} \quad (3.35)$$

Hata vektörünün her bir elemanı aşağıdaki denklemle hesaplanır:

$$e_k = t_k - a_k^{(g)}, \quad k = 1, 2, \dots, M \quad (3.36)$$

Yukarıdaki denklemlerdeki (g) üst indisi *giriş*, (ç) üst indisi *çıkış* anlamında kullanılmıştır.

Widrow-Hoff algoritmasına göre hataların karelerinin toplamı minimize edilmelidir:

$$E = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^M e_k^2 \quad (3.37)$$

Formüldeki 1/2 katsayısı, türev alındığında gelecek olan 2 sayısını sadeleştirmesi için konmuştur.

3.4.2. Çıkış katmanı ağırlıklarının ayarlanması

Denklemler (3.37)'deki enerjinin minimize edilmesi için, çıkış katmanındaki her bir ağırlığa göre kısmî türevinin alınması ve bulunan eğimin tersi yönünde belli bir miktar gidilmesi gerekir. Enerjinin çıkış katmanındaki ağırlıklara göre türevi, zincir kuralı kullanılarak aşağıdaki gibi açılabilir:

$$\frac{\partial E}{\partial \mathbf{W}_{kj}^{(\varphi)}} = \frac{\partial E}{\partial \mathbf{e}_k} \frac{\partial \mathbf{e}_k}{\partial \mathbf{a}_k^{(\varphi)}} \frac{\partial \mathbf{a}_k^{(\varphi)}}{\partial \mathbf{n}_k^{(\varphi)}} \frac{\partial \mathbf{n}_k^{(\varphi)}}{\partial \mathbf{W}_{kj}^{(\varphi)}} \quad (3.38)$$

(3.37), (3.36), (3.34) ve (3.32) kullanılarak türevler alınır (3.38)'deki kısmî türev,

$$\begin{aligned} \frac{\partial E}{\partial \mathbf{W}_{kj}^{(\varphi)}} &= (\mathbf{e}_k) (-1) \varphi^{(\varphi)'}(\mathbf{n}_k^{(\varphi)}) (\mathbf{a}_j^{(g)}) \\ &= -(\mathbf{t}_k - \mathbf{a}_k^{(g)}) \varphi^{(\varphi)'}(\mathbf{n}_k^{(\varphi)}) \mathbf{a}_j^{(g)} \end{aligned} \quad (3.39)$$

olur. $\mathbf{W}_{kj}^{(\varphi)}$ ağırlığı, (3.39)'un η katı kadar geri ötelenirse çözüme bir adım yaklaşmış olur. $\mathbf{W}_{kj}^{(\varphi)}$ ağırlığına yapılacak değişiklik,

$$\Delta \mathbf{W}_{kj}^{(\varphi)} = \eta (\mathbf{t}_k - \mathbf{a}_k^{(g)}) \varphi^{(\varphi)'}(\mathbf{n}_k^{(\varphi)}) \mathbf{a}_j^{(g)} \quad (3.40)$$

şeklinde hesaplanır. Buradaki η , öğrenme katsayısıdır. Denklemdeki k indisine bağlı terimler $\delta_k^{(\varphi)}$ değişkeninde toplanabilir:

$$\delta_k^{(\varphi)} = (\mathbf{t}_k - \mathbf{a}_k^{(\varphi)}) \varphi'^{(\varphi)}(\mathbf{n}_k^{(\varphi)}) \quad (3.41)$$

(3.41) kullanılarak (3.40) tekrar yazılabilir:

$$\Delta \mathbf{W}_{kj}^{(\varphi)} = \eta \delta_k^{(\varphi)} \mathbf{a}_j^{(g)} \quad (3.42)$$

Eşik değerleri, girişi daima 1 olan ağırlık gibi düşünülebileceğinden, eşik değerleri üzerinde yapılması gereken değişiklik,

$$\Delta \mathbf{b}_k^{(g)} = \eta \delta_k^{(\varphi)} \quad (3.43)$$

olarak hesaplanır [12].

3.4.3. Gizli katman ağırlıklarının ayarlanması

Gizli katman ağırlıklarının ayarlanması için (3.37)'de verilen enerjinin her bir $\mathbf{W}_{ji}^{(g)}$ ağırlıklarına göre kısmî türevinin hesaplanması gerekir. Bu türev, zincir kuralına göre şöyle açılabilir:

$$\frac{\partial E}{\partial \mathbf{W}_{ji}^{(g)}} = \sum_{k=1}^M \frac{\partial E}{\partial \mathbf{e}_k} \frac{\partial \mathbf{e}_k}{\partial \mathbf{a}_k^{(\varphi)}} \frac{\partial \mathbf{a}_k^{(\varphi)}}{\partial \mathbf{n}_k^{(\varphi)}} \frac{\partial \mathbf{n}_k^{(\varphi)}}{\partial \mathbf{a}_j^{(g)}} \frac{\partial \mathbf{a}_j^{(g)}}{\partial \mathbf{n}_j^{(g)}} \frac{\partial \mathbf{n}_j^{(g)}}{\partial \mathbf{W}_{ji}^{(g)}} \quad (3.44)$$

Kısmî türevlerin hesaplanması için (3.37), (3.36), (3.34), (3.32), (3.30) ve (3.28) kullanılırsa,

$$\begin{aligned} \frac{\partial E}{\partial \mathbf{W}_{ji}^{(g)}} &= \sum_{k=1}^M \mathbf{e}_k (-1) \varphi'^{(\varphi)}(\mathbf{n}_k^{(\varphi)}) (\mathbf{W}_{kj}^{(\varphi)}) \varphi'^{(\varphi)}(\mathbf{n}_j^{(g)}) \mathbf{p}_i \\ &= -\varphi'^{(\varphi)}(\mathbf{n}_j^{(g)}) \mathbf{p}_i \sum_{k=1}^M (\mathbf{t}_k - \mathbf{a}_k^{(\varphi)}) \varphi'^{(\varphi)}(\mathbf{n}_k^{(\varphi)}) \mathbf{W}_{kj}^{(\varphi)} \end{aligned} \quad (3.45)$$

bulunur. (3.41), denklemdeki yerine konursa,

$$\frac{\partial E}{\partial \mathbf{W}_{ji}^{(g)}} = -\varphi'^{(\varphi)}(\mathbf{n}_j^{(g)}) \mathbf{p}_i \sum_{k=1}^M \delta_k^{(\varphi)} \mathbf{W}_{kj}^{(\varphi)} \quad (3.46)$$

olur. j indisine bağlı terimler $\delta_j^{(g)}$ değişkeninde toplanırsa,

$$\delta_j^{(g)} = \varphi'^{(\varphi)}(\mathbf{n}_j^{(g)}) \sum_{k=1}^M \delta_k^{(\varphi)} \mathbf{W}_{kj}^{(\varphi)} \quad (3.47)$$

denklem (3.46) şu şekle dönüşür:

$$\frac{\partial E}{\partial \mathbf{W}_{ji}^{(g)}} = -\delta_j^{(g)} \mathbf{p}_i \quad (3.48)$$

Öyleyse ağırlıklar üzerinde yapılacak değişiklik

$$\Delta \mathbf{W}_{ji}^{(g)} = \eta \delta_j^{(g)} \mathbf{p}_i \quad (3.49)$$

formülüyle hesaplanır. Eşik değerleri, girişi daima 1 olan ağırlıklar olarak düşünülürse eşik değerleri üzerinde yapılması gereken değişiklik aşağıdaki denklemde olduğu gibi hesaplanır:

$$\Delta \mathbf{b}^{(g)} = \eta \delta_j^{(g)} \quad (3.50)$$

(3.42), (3.43), (3.49) ve (3.50)'de hesaplanan değişiklikler, Q örneğin her biri için sırayla uygulansa ve hataların ortalaması sıfır olana veya belli bir değerin altına düşene kadar tekrarlırsa problem çözülmüş olur [12].

3.4.4. Kısıtlamalar

Sistemin eğitilmesinde transfer fonksiyonunun türevi kullanıldığından, geri yayılım ağında kullanılacak transfer fonksiyonlarının türevlenebilir olması gereklidir. Transfer fonksiyonu olarak

$$\varphi(n) = \frac{1}{1 + e^{-n}} \quad (3.51)$$

kullanılırsa, pratik türevi olarak

$$\varphi'(n) = \varphi(n)(1 - \varphi(n)) \quad (3.52)$$

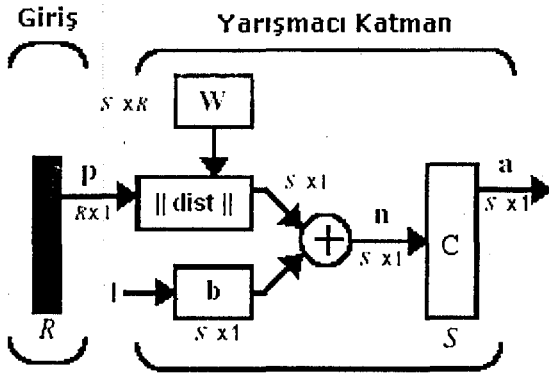
kullanılabilir.

Eğitimde kullanılan öğrenme katsayısı η küçük alınırsa çözüm daha hassas olmasına rağmen yavaş olacaktır. Büyük alınırsa hız artacak fakat sistem düzensizleşecektir. Hızlı ve hassas çözüm için η katsayısını önce büyük alan, daha sonra küçülten algoritmalar kullanılabilir.

3.5. Kendini Düzenleyen Ağlar (Self Organizing Mapping)

Kendini düzenleyen ağlar, yapay sinir ağları alanının en ilginç konularından biridir. Bu tür ağlar, girişler arasındaki benzerlikleri ve ilişkileri ortaya çıkarabilirler. Fiziksel olarak birbirine yakın giriş vektörlerini, aynı çıkışı verecek şekilde öğreticisiz olarak sınıflandırabilirler. Bu tür ağların ilk örneğini, el yazısı harflerini tanıma çalışmaları yapan Kohonen ortaya koymuştur. Bu çalışmasında

Kohonen, çok sayıda karakter girişi hazırlamış ve bunları hazırladığı sisteme vererek birbirine benzeyen karakterlerin aynı karakter olarak algılanmasını sağlamıştır [15]. Şekil 3.8’de kendini düzenleyen bir yapay sinir ağı modeli gösterilmiştir.



Şekil 3.8 Kendini düzenleyen ağ modeli

Şekil 3.8’deki $\| \text{dist} \|$ fonksiyonu, $S \times R$ boyutlu W ağırlık matrisini ve $R \times 1$ boyutlu p giriş vektörünü alır ve $S \times 1$ boyutlu bir vektör oluşturur. Bu vektörün elemanları, W ağırlık matrisinin satırlarından oluşturulan vektörlerle p giriş vektörü arasındaki uzaklıkların negatifidir. Bu vektöre eşik vektörü b eklenerek aktivasyon hesaplanır. Eğer bütün eşik değerleri sıfır ise, tek bir nöronun aktivasyonunun alabileceği en büyük değer sıfır olabilir. Bu da ancak p giriş vektörü ile nöronun ağırlık vektörünün birbirine eşit olduğu durumda mümkün olabilir.

C ile gösterilen yarışmacı transfer fonksiyonu, katmandaki nöronların aktivasyonlarının oluşturduğu katman aktivasyon vektörünü alır ve *kazanan* nöron dışındaki bütün nöronlar için 0 değerini üretir. Kazanan nöron, katman aktivasyon vektöründeki en büyük pozitif değere karşılık gelen nörondur. Kazanan nöronun çıkışı 1 olur.

Eğer bütün eşik değerleri 0 ise, ağırlık vektörü giriş vektörüne en yakın olan nöronun aktivasyonu, 0’a en yakın negatif sayı olacaktır. Böylece bu nöron, yarış kazanacak ve 1 çıkışını verecektir [12].

3.5.1. Kohonen öğrenme kuralı

Kazanan nöronun ağırlık vektörü, yani ağırlık matrisinin o nörona karşılık gelen satırı, Kohonen öğrenme kuralına göre değiştirilerek ayarlanır. Kazanan nöronun i 'inci nöron olduğu farz edilirse, ağırlık matrisinin i 'inci satırı aşağıdaki gibi değiştirilir:

$$W_i(q) = W_i(q-1) + \alpha [p(q) - W_i(q-1)] \quad (3.53)$$

Denklem (3.52)'deki q , kaçınıcı giriş vektörünün eğitildiğini göstermektedir. α ise öğrenme katsayısıdır.

Kohonen kuralı, nöron ağırlıklarının giriş vektörünü öğrenmesini sağlamasından ötürü, tanıma problemlerinde kullanışlıdır.

Kohonen kuralı, ağırlık vektörü giriş vektörüne en yakın nöronun ağırlık vektörünü girişe biraz daha yaklaştırır. Böylece giriş vektörüne benzer başka bir vektör geldiğinde bu nöronun kazanma olasılığı artırılmış; giriş vektörüne benzemeyen başka bir vektör geldiğinde de kazanma olasılığı azaltılmış olur. Eğer daha bir sürü giriş sisteme sunulursa, katmandaki her bir nöron, giriş vektörlerindeki birbirine benzeyen vektörlerin oluşturduğu bir gruba adapte olacak şekilde ağırlıklarını ayarlayacaktır. Eğer yeteri kadar nöron varsa, her gruba ait bir nöron olacak ve bu nöron sadece o grup için 1 çıkışı verirken diğer bütün gruplar için 0 çıkışı verecektir. Böylece giriş vektörleri, benzerliklerine göre sınıflandırılmış olacaktır [12].

Ağırlık matrisinin satırlarıyla giriş vektörleri arasındaki uzaklığı veren $\| \text{dist} \|$ fonksiyonu uygun bir biçimde değiştirilirse, değişik topolojideki sınıflandırmalar da yapılabilir.

4. BAŞAĞRISI HASTALIKLARI VE SINIFLANDIRILMALARI

Ağrı, vücudun herhangi bir yerinden kaynaklanan, organik bir neden bağlı olan veya olmayan, insanın geçmişteki bütün deneyimlerini kapsayan nahoş bir duyu şeklinde tanımlanır [16]. Başta meydana gelen ağrılara da başağrısı adı verilir.

Başı ağrımayan insan neredeyse yok gibidir. Başağrıları temel olarak iki gruba ayrılır. İlk grup, nöroloji bilimini doğrudan ilgilendiren ve başka bir hastalık veya tıbbî durumla ilgili olmayan **primer (birincil)** başağrılarıdır. İkinci grup başağrıları ise darbeler, göz hastalıkları, boyun hastalıkları, beyin kanaması, beyin tümörü gibi tıbbî durumlar nedeniyle oluşur ve **sekonder (ikincil)** başağrıları şeklinde isimlendirilirler.

Başağrıları, Uluslararası Başağrısı Derneği (IHS = International Headache Society) tarafından 1988 yılında 13 ana sınıfa ayrılmış ve o zamandan bu yana çok az değişikliğe uğramıştır. Bu sınıflandırma şu şekildedir [17]:

1. Migren
2. Gerilim tipi başağrıları
3. Küme başağrıları ve kronik paroksizmal hemikrania
4. Yapısal lezyonlarla ilişkisi olmayan diğer başağrıları
5. Kafa travmalarına bağlı başağrıları
6. Damarsal bozukluklarla ilişkili başağrıları
7. Damarsal olmayan olaylarla ilişkili başağrıları
8. Madde bağımlılığı veya yoksunluklarına bağlı başağrıları
9. Ekstrakranial enfeksiyonlara bağlı başağrıları
10. Metabolik bozukluklara bağlı başağrıları
11. Kranium, boyun, kulaklar, sinüsler, dişler, ağız ve diğer kafa yapılarının bozukluklarına bağlı kafa ve yüz ağrıları
12. Kranial nevralfiler, sinir ağrıları ve deafferentasyon ağrıları
13. Sınıflandırılmayan başağrıları

1-4 numaralı başağrıları, primer başağrılarıdır. 5-13 numaralı başağrıları da sekonder başağrıları grubunu oluşturmaktadır. Yukarıdaki sınıflandırma, alt gruplarla birlikte Ek-A'da detaylı biçimde verilmiştir.

4.1. Migren

Migren, çok sık rastlanan başağrılarının biridir. Migren, çoğunlukla tek taraflı (unilateral), epizodik; kusma, fotofobi, fonofobi ile birlikte olan, hastaların %10-15'inde aura belirtileri görülen, herediter yönü olan bir başağrısı hastalığıdır. Kadınlarda erkeklerden daha sık görülür. Migrenlilerin %60'ının ailesinde migren hikâyesi vardır. Migren atakları genelde 6-8 yaşlarında veya erken 20'li yaşlarda başlar. Tiramin ve nitrit içeren bazı yiyecekler, egzersiz, aşırı ışık, psikojenik gerginlikler migren atağını başlatabilir [18].

Migrenin alt sınıflandırması şu şekildedir:

1. Auralı migren
2. Aurasız migren
3. Oftalmolojik migren
4. Retinal migren
5. Çocukluğun migren benzeri veya eşdeğeri olan periyodik sendromları
6. Migren komplikasyonları
7. Kriterlere tam uymayan migren benzeri ağrılar

En sık rastlanan migren türü aurasız migrendir. Sıklık açısından aurasız migreni auralı migren takip eder.

Aura, ataktan önce başlayan, bir müddet devam eden, görsel ve duyuşsal fenomenlerle karakterize belirtilerdir. Parlak bir ışık görmek, görüşte bulanıklık, çizgilenmeler, zikzaklar, yarım görme, görme alanında karanlık nokta gibi öncü belirtiler auraya örnek olarak sayılabilir.

4.2. Gerilim Tipi Başağrısı (Tension Type Headache)

En sık görülen başağrısı tipidir. Tüm başağrılarının %75'i bu gruptandır. Zonklayıcı olmaktan çok, sabit bir ağrı söz konusudur. Ağrı genellikle boyundan başlayıp yukarı doğru çıkar. Ağrı, migrenin aksine, tek taraflı değildir; yaygın bir seyir gösterir. Bulantı ve baş dönmesi gibi şikâyetler ağrıya eşlik eder. Ağrı genellikle birkaç saat sürer; ancak günlerce de devam edebilir [19].

4.3. Küme Başağruları (Cluster Headache)

Tüm başağrularının en ağır formu olmakla beraber en nadir görülenidir. Yılın belirli zamanlarında, özellikle sonbahar ve ilkbaharda daha sık olmak üzere kümeler halinde ortaya çıktığı için bu isim verilmiştir. Ağrı oldukça şiddetlidir. Genellikle tek göz çevresinde veya arkasında, alnın sadece bir tarafındadır. Gözde kızarıklık, göz yaşarması, burun akması, göz bebeklerinde küçülme gibi belirtiler eşlik edebilir. Ağrı günde birkaç kez 15 dakikadan bir buçuk saate kadar sürebilir. Sonra bir daha aylarca tekrarlamayabilir [17].

4.4. Teşhis

Başağrısı hastalıklarının teşhisindeki en güçlü yöntem, hastanın iyice bir hikyesinin alınmasıdır. Hastanın rahat anlayıp açıklıkla cevap verebileceği şekilde teşhise götürücü bilgilerin alınması gerekir. Hikye almada özellikle başağrısının başlangıç şekli, gün içindeki zamanı, süresi, ağrı tipi, sıklığı, eşlik eden bulguları, yeri ve yayılımı, ağrıyı azaltan ve arttıran faktörler sorulmalıdır [19].

5. BAŞAĞRISI HASTALIKLARININ SINIFLANDIRILMASI ÇALIŞMASI

5.1. Belirtilerin Sınıflandırılması

Uluslararası Başağrısı Derneği (IHS) tarafından yapılan sınıflandırma, Ek-A'da verilmiştir. Bu tez çalışmasında, başağrısı hastalıklarının bütün belirtileri sistemli bir şekilde kavuşturularak belirlenmeye çalışılmıştır. Belirtiler üç ana başlık altında toplanmıştır:

1. **Şikâyetler:** Hastanın hikâyesinden çıkarılan sonuçlardır. Başağrısının karakteri, şiddeti, yerleşimi, süresi, periyodu, aura belirtileri, aura belirtilerinin gelişimi, başağrısının ortaya çıkış zamanı, pozisyon ile ilişkisi, başlama şekli, eşlik ettiği durumlar, prodromal ve postdromal belirtiler, başağrısını düzelten tedavi yöntemleri ve aile hikâyesi; hastanın anlattıklarını dinleyen doktor tarafından belirlenir. Her insanın ağrıya karşı tutumu farklıdır. Bazıları ağrısı çok şiddetli olmasına rağmen fazla şiddetli olmadığını söylemekte, bazıları da hafif başağrılarını çok şiddetli olarak tarif etmektedirler. Hasta şikâyetleri, uzman bir doktor tarafından yöresel ve kişisel faktörler de göz önünde tutularak dikkatlice öğrenilmelidir. Hastanın derdini rahatça ve açıklıkla anlatması sağlanmalıdır. Başağrısı hastalıklarının teşhisinde en büyük yardımcı, hastanın hikâyesidir.
2. **Bulgular:** Ataklar arasında hastanın tetkik edilmesiyle uzman doktorların gözlemlediği, şikâyetlerden daha teknik tarafı olan ve daha bilimsel belirtilerdir.
3. **Laboratuvar bulguları:** Ataklar arasındaki nörolojik muayenede anormallikler belirlenirse laboratuvar sonuçlarına ihtiyaç duyulabilir.

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji Bölümü doktorlarından Doç.Dr.Nevzat UZUNER ve Dr.Melek ALTUN ile birlikte yapılan belirtileri belirleme ve sınıflandırma çalışmasının sonucunda bulunan 423 belirti Ek-B'de gösterilmiştir. Bu çalışmanın amacı, başağrısı hastalıklarında rastlanan tüm belirtilerin sistematik bir biçimde listelenmesi, kodlanması ve gruplanmasıydı. Böylece teşhis probleminin verileri, bilgisayarın kullanabileceği

şekilde sayısallaştırılmış olacaktır. Bu çalışma, hangi belirtinin hangi başağrısı hastalığında ne kadarlık bir yüzde ile rol aldığıının belirlenmesi gibi ileride yapılabilecek istatistiksel çalışmalarda da kullanılabilecektir.

5.2. Hastalıklar ve Belirtileri

Başağrısı hastalıklarının belirtilerinin oluşturulmasından sonra, başağrısı hastalıklarının bu belirtilerle eşleştirilmesi üzerinde çalışılmıştır. Uluslararası Başağrısı Derneği (IHS) tarafından yayımlanan belirtiler, yukarıda anlatılan belirtiler listesindeki belirtilerle eşleştirilmiştir. Bu eşleştirmenin sonucunda çıkan doküman Ek-C’de verilmiştir.

5.3. Yapay Sinir Ağları ile Teşhis

5.3.1. Örneklerin toplanması

Başağrısı hastalıklarının teşhisi için düşünülen yapay sinir ağı çözümü için bol miktarda örneğe ihtiyaç duyulmakta idi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Nöroloji Polikliniği’ne gelen 64 hastanın uzman doktorlar tarafından toparlanan belirtileri, teşhisleriyle birlikte alındı.

İkincil başağrıları hastaları, nöroloji polikliniğini direkt olarak ilgilendirmediği için başka polikliniklere havale edildiğinden ve zaten bu tür başvurular hemen hemen hiç yapılmadığından, örnekler arasında ikincil başağrısı teşhisi konulan hiçbir hasta yoktu.

Birincil başağrılarından küme tipi başağrısı, nadir görüldüğü için örnekler arasında da az sayıda idi.

Birincil başağrılarından dördüncüsü olan “yapısal lezyonlarla ilişkisi olmayan diğer başağrıları” teşhisi konulan hasta da yoktu. Böylece yapay sinir ağları çözümü için en sık rastlanan üç hastalığın incelenmesi gereği ortaya çıktı. Burada belirtmek gerekir ki, daha fazla örnek temin edilebilirse sadece en çok rastlanan üç hastalık değil, bütün başağrısı hastalıkları yapay sinir ağları ile sınıflandırmaya tabi tutulabilir.

Az sayıda hastalıkla çalışmanın avantajlarından biri, giriş ve çıkış sayıları azaldığı için yapay sinir ağının daha güzel ve çabuk sonuçlar verebilecek

olmasıydı. Ayrıca, nöroloji polikliniğine gelen hastaların büyük bir kısmı bu hastalıklardan birine yakalandığı için bir kayıp söz konusu değildir.

5.3.2. Belirtilerin daraltılması

Hastalıklar daraltılınca, belirtilerin de daraltılması gündeme geldi. Teşhiste payı olmayan belirtilerin giriş verileri arasına alınması, hem sistemin eğitimini yavaşlatacak, hem de bu veriler doktorlar tarafından zaten belirlenmemiş olduğu için yapay sinir ağı sistemi oluşturulamayacaktı. En sık rastlanan üç hastalık olan auralı migren, aurasız migren ve gerilim tipi baş ağrısı için teşhiste önemli olan belirtiler diğerlerinden ayrılmış ve bu belirtiler şu şekilde listelenmiştir:

1. Atak sayısı
2. Atak süresi
3. Baş ağrısının yerleşimi: Tek taraflı / Çift taraflı
4. Baş ağrısının karakteri: Zonklayıcı / Baskı hissi
5. Baş ağrısının şiddeti: Orta / Hafif orta
6. Hareket ile baş ağrısının şiddeti: Artıyor / Değişmiyor
7. Bulantı
8. Kusma
9. Fotofobi
10. Fonofobi
11. Baş ağrılarının frekansı: Ayda 15 günden az / çok
12. Aura belirtileri: Var / Yok
13. Aura belirtilerinden en az birinin 5 dakikadan uzun sürede gelişip gelişmediği
14. Aura belirtilerinin 1 saatten uzun sürmemesi
15. Aura belirtileri ile baş ağrısı arasındaki süre: 60 dakikadan az / çok

Bu belirtiler arasındaki atak sayısında önemli olan, en az 2 veya en az 5 defa tekrarlanmış olmasıdır. Hastalar, başları birkaç defa ağrıdığına bunu önemsememektedirler. Baş ağrısı sayısı arttığında doktora görünme ihtiyacı hissetmektedirler. Bütün örneklerde atak sayısı fazla olduğu için bu belirti, fazlalık yapmaması için kaldırıldı ve her zaman, koyulacak teşhis için minimum sayıyı sağladığı kabul edildi.

Atak süresinde de önemli olan, 4 saat ile 72 saat arasında mı yoksa 30 dakika ile 7 gün arasında mı olduğudur. Sadece iki alternatif olduğu için, bu belirtilerin var/yok şeklinde tek mantıksal değişkenle ifade edilebileceği düşünüldü ve o şekilde düzenlendi. Başağrısının yerleşimi, karakteri, şiddeti ve hareket ile değişimi de aynı düşünceyle var/yok şekline dönüştürüldü.

Örneklerde başağrılarının frekansı açıkça belirli olmadığı için ve çoğu örnekte sınır değeri olan 15 gün/ay değeri olduğu için, ayrıca bu belirtinin çıkartılması teşhisi değiştirmeyeceği için bu belirti çıkartıldı. Böylece verilerdeki eksikliklerden ve yanlışlardan kaynaklanabilecek belirsizlik, sistemin bütünlüğüne zarar vermeyecek şekilde ortadan kaldırıldı.

13, 14 ve 15 numaralı belirtiler, auranın var olduğu durumlarda bunun gerçekten bir aura olup olmadığını kontrol eden belirtilerdir. Doktorlar, hastanın şikâyetini dinlerken aura belirtilerinin görüldüğünü duyduklarında bu özelliklerin de sağlandığından emin olduklarından, son dört belirtinin tek bir belirtide toplanmasının mantıklı olacağına karar verildi. Böylece “aura belirtisi var” dendiğinde son üç belirtinin de sağlandığı kabul edilecektir.

Yukarıda anlatılan kısıtlamalar ve elemelerden sonra auralı migren, aurasız migren ve gerilim tipi başağrılarının teşhisi için gerekli belirti sayısı 10’a düşmüş ve hepsi Var/Yok (veya Evet/Hayır) şeklinde mantıksal bir değişkenle ifade edilebilecek duruma gelmiştir. Teşhis için yeterli olan bu belirtilerin son şekli şöyledir:

1. Atak süresi 4-72 saat arasında mı?
2. Başağrısının yerleşimi tek taraflı mı?
3. Başağrısının karakteri zonklayıcı mı?
4. Başağrısının şiddeti orta mı?
5. Başağrısının şiddeti hareket ile artıyor mu?
6. Bulantı var mı?
7. Kusma var mı?
8. Fotofobi var mı?
9. Fonofobi var mı?
10. Aura belirtileri var mı?

Çizelge 5.1 Hasta örnekleri (devam)

	1. Atak Süresi: 4-72 Saat arasında mı?	2. Baş ağrısının yerleşimi tek taraflı mı?	3. Baş ağrısının karakteri: Zonklayıcı mı?	4. Baş ağrısının şiddeti Orta mı?	5. Baş ağrısının şiddeti hareket ile artıyor mu?	6. Bulantı var mı?	7. Kusma var mı?	8. Fotofobi var mı?	9. Fonofobi var mı?	10. Aura belirtileri var mı?	Teshis
33	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	Auralı Migren
34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	Aurasız Migren
35	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	Auralı Migren
36	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	Aurasız Migren
37	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	Gerilim Tipi
38	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	Aurasız Migren
39	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	Aurasız Migren
40	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	Aurasız Migren
41	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	Auralı Migren
42	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	Aurasız Migren
43	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	Auralı Migren
44	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	Auralı Migren
45	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Gerilim Tipi
46	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	Gerilim Tipi
47	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	Auralı Migren
48	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	Aurasız Migren
49	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	Auralı Migren
50	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	Auralı Migren
51	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	Auralı Migren
52	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	Aurasız Migren
53	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	Aurasız Migren
54	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	Gerilim Tipi
55	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	Gerilim Tipi
56	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	Auralı Migren
57	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	Aurasız Migren
58	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	Aurasız Migren
59	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	Aurasız Migren
60	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	Aurasız Migren
61	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	Auralı Migren
62	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	Aurasız Migren
63	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	Aurasız Migren
64	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	Aurasız Migren

5.3.3. Perseptron ile çözüm

Sınıflandırma problemlerinde başarıları bilinen ve doğrusal ayrılabilen problemleri çözebilen perseptron ağını başağrısı hastalıklarının teşhisinde kullanabilmek için 10 girişli 2 perseptron nöronundan oluşan tek katmanlı bir ağ tasarlanmıştır. 10 girişin her biri 0 veya 1 değerini almaktadır. Nöronların çıkışları da basamak transfer fonksiyonu nedeniyle 0 veya 1 değerini alabildiği için 2 nöronun çıkışlarında dört durum söz konusudur: 0-0, 0-1, 1-0, 1-1. Teşhis edilecek üç hastalık olduğundan, bu dört çıkıştan üçü bu hastalıklara tahsis edilmiş, biri boş bırakılmıştır.

Sistemin eğitilmesi için ilk 45 örnek kullanılmış, son 19 örnek test için saklanmıştır. 7 epok sonunda sıfır hata ile çözüme ulaşılmıştır. Hatanın sıfır olması, problemin doğrusal ayrılabilir bir problem olduğunu göstermektedir. Eğitimden sonra test için ayrılmış örneklere sistemin verdiği yanıt kontrol edilmiş ve 19 test örneğinden 18 örneğin doğru, 1 örneğin yanlış teşhis edildiği görülmüştür.

Eğitim işlemi farklı başlangıç ağırlıklarıyla tekrarlandığında bu sonucun değişmediği gözlenmiştir.

5.3.4. Kendini düzenleyen ağlar ile çözüm

Yapay sinir ağları, giriş verileri arasındaki yakınlıkları ve ilişkileri öğrenebilecek şekilde dizayn edilebileceğinden, eldeki verilerin öğreticisiz biçimde sınıflandırabileceği düşünülmüştür. Bunun için tasarlanan 3 nöronlu kendini düzenleyen ağdan verileri üç sınıfa ayırması istenmiştir. Sınıflandırma sonucunda 100 epokta 45 örnekten 43 tanesinin doğru, 2 tanesinin yanlış sınıflandırıldığı görülmüştür.

5.3.5. Geri yayılım ağları ile çözüm

Geri yayılım ağlarının eğitilmesinde eğimin tersi yönünde gidilmesiyle sonuca yaklaşılabileceği prensibiyle çalışan Widrow-Hoff algoritmasından bahsetmiştik. Bu algoritma oldukça yavaş işleyen bir algoritma olduğu için eğitim sürecini hızlandırmak için daha başka algoritmalar üretilmiştir. Bu algoritmalar ve

MATLAB [20] ortamında kullanılacak fonksiyon isimleri Çizelge 5.2’de verilmiştir [12].

Çizelge 5.2 Geri yayılım algoritmaları

<u>İsim</u>	<u>Fonksiyon</u>
Gradient Descent (Widrow-Hoff)	traingd
Gradient Descent with Momentum	traingdm
Variable Learning	trainгда
Variable Learning with Momentum Extension	trainгдаx
Resilient Backpropagation	trainrp
<i>Conjugate Gradient Algorithms</i>	
Fletcher-Reeves Update	traincgf
Polak-Ribière Update	traincgp
Powell-Beale Restarts	traincgb
Scaled Conjugate Gradient	trainscg
<i>Quasi-Newton Algorithms</i>	
BFGS Algorithm	trainbgf
One Step Secant Algorithm	trainoss
Levenberg-Marquardt Algorithm	trainlm

Oluşturulacak geri yayılım ağının çıkış katmanında doğrusal transfer fonksiyonlu tek nöron kullanılmış ve hastalıklar için 0, 1 ve 2 çıkışları vermesi istenmiştir. Ara değerlerin kendilerine en yakın tam sayıya yuvarlanarak teşhisi ifade etmeleri düşünülmüştür. 0’dan küçük sonuçlar 0’a, 2’den büyük sonuçlar 2’ye yuvarlanırsa ekstrem sonuçların daha mantıklı yorumlanmış olacağı açıktır.

Gizli katman transfer fonksiyonu olarak logaritmik sigmoid fonksiyonu seçilmiştir. Gizli katmandaki nöron sayısının belirlenmesi için deneme-yanılma yoluyla yapılan çalışmada, az sayıdaki nöronun birbirinden farklı eğitimlerde çok farklı sonuçlar verdiği, 10’dan fazla nöronun ise eğitimi yavaşlattığı görülmüştür. Bunun üzerine optimum nöron sayısının 10 olduğu sonucuna varılmış ve Çizelge

5.2'de verilen algoritmalar 10 nöron için denenmiştir. Bu algoritmaların 100, 1000 ve 10000 epok sonundaki ortalama kare hataları Çizelge 5.3'te verilmiştir.

Çizelge 5.3 Geri yayılım algoritmaları ile eğitimde ortalama kare hataları

Fonksiyon	Epok	MSE	Epok	MSE	Epok	MSE
traingd	100	0,38	1000	0,138	10000	0,0306
traingdm	100	0,306	1000	0,228	10000	0,0215
traingda	100	0,0715	1000	0,00767	10000	0,000548
traingdx	100	0,151	1000	0,00201	10000	0,000000245
trainrp	100	0,00287	1000	0,00000668	1559	0
traincgf	100	0,0312	498	0		
traincgp	100	0,0015	435	0		
traincgb	100	0,00124	272	0		
trainseg	100	0,000481	490	0		
trainbfg	100	0,000129	188	0		
trainoss	100	0,00184	601	0		
trainlm	18	0				

Geril yayılım algoritmalarının eğitim sonuçlarına bakıldığında, en yavaş algoritmanın Widrow-Hoff (traingd) algoritması olduğu görülmektedir. 10000 epok sonunda bile ortalama kare hata kabul edilebilir bir sınırın altına düşmemektedir. Sonuca en hızlı ulaşan algoritma ise Levenberg-Marquardt (trainlm) algoritmasıdır. Sadece 18 epok sonunda ortalama kare hata çok küçük bir değer almakta, yani sistem eğitilmektedir.

10, 100 ve 1000 maksimum epok sayıları verildiğinde test için ayrılan 19 örnekten rastgele 10 eğitim sonunda ortalama kaç tanesinin yanlış teşhis edildiği, Çizelge 5.4'te gösterilmiştir. İlk iki metod olan traingd ve traingdm fonksiyonları sonuca yavaş ulaşmasına rağmen epok sayısı arttırıldığında gittikçe daha doğru sonuçlar vermektedirler. Diğer fonksiyonlar sonuca daha hızlı yaklaşımlarına rağmen maksimum epok sayıları arttırıldığında yanlış teşhis sayısında çarpıcı bir azalma görülmemektedir. O halde bu fonksiyonlar için ideal epok sayısı olarak 100'ün yeterli olduğu söylenebilir.

Yukarıdaki yapay sinir ağlarını oluşturan ve sonuçları almakta kullanılan MATLAB program kodları Ek-D'de verilmiştir.

Çizelge 5.4 Geri yayılım fonksiyonlarının test örneklerine verdiği ortalama yanlış sayıları

<u>Fonksiyon ismi</u>	<u>Maksimum Epok Sayıları</u>		
	100	1000	10000
traingd	7.8	3.9	2.3
traingdm	7.4	4.9	3.0
traingda	4.5	3.0	2.8
traingdx	3.7	2.9	3.1
trainrp	2.4	2.2	2.4
traincgf	3.2	2.2	
traincgp	1.9	3.4	
traincgb	2.4	2.3	
trainscg	2.6	2.9	
trainbfg	3.2	2.8	
trainoss	2.4	2.2	
trainlm	3.5		

5.3.6. Karşılaştırma

Baş ağrısı hastalıklarının teşhisinde kullanılan perseptron ve geri yayılım ağları arasında en güzel sonucun perseptron ile alındığı söylenebilir. En hızlı geri yayılım algoritması olduğu gözlenen Levenberg-Marquardt algoritması bile yaklaşık 20 epok sonunda sonuca ulaşabilirken, perseptron ağı sadece 7 epokta sonuca ulaşabiliyor. Test örneklerine verdikleri yanıtlara bakıldığında yine perseptronun üstünlüğü göze çarpıyor. Her seferinde eğitimde kullanılan 45 örneği sınıflandırmayı sıfır hata ile öğreniyor ve test örneklerini sınıflandırırken 19 örnekten sadece birini yanlış teşhis ediyor. Geri yayılım ağlarında ise her farklı eğitimde farklı sonuçlar alınıyor ve test örneklerinin teşhisinde ortalama 2 yanlışın altına düşülemiyor.

Bu sonuç beklenen bir sonuçtur. Çünkü perseptronun yapısı sınıflandırmaya daha uygundur. Geri yayılım ağları ise daha karmaşık problemlerin çözümünde idealdir. Bu farklılık da kullandıkları transfer fonksiyonlarından kaynaklanmaktadır. Perseptronun çıkışı 0 veya 1 olduğu için sınıflandırma kesin olarak yapılabilir. Geri yayılım ağının çıkışları her değeri alabildiği için sınıflandırma yapmak hem uzun sürmekte, hem de perseptron kadar başarılı olamamaktadır.

Kendini düzenleyen ağlar ise perseptron ve geri yayılım ağlarından farklı düşünülmelidir. Kendini düzenleyen ağın eğitimi, öğreticisiz olurken diğerleri öğreticili eğitimden geçmektedirler. Başağrısı hastalıklarının sınıflandırılmasında kendini düzenleyen ağların da başarılı olduğu söylenebilir. 100 epok sonunda 45 örnekten 43'ünün doğru teşhis edilmesi gayet başarılı bir sonuçtur.

Eldeki örnekler daha kesin ve amaca yönelik olarak uzman bir doktor gözetiminde tekrar alınabilirse ve örneklerin sayısı arttırılabilirse bu sonuçların daha güzel olacağı açıktır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasının sonunda ileriki araştırmalara öncülük edebilecek bir bilgi birikimi ortaya çıkarılmıştır. Başağrsı hastalıklarının belirtilerini ve hastalıklarla belirtilerin eşleştirilmesini sistematik bir şekilde kodlayarak gösteren Ek-B ve Ek-C; başağrsı hastalıkları üzerine ileride yapılabilecek istatistiksel çalışmalarda kullanılabilir. Örneğin belirtilerin hastalıkların teşhisindeki ağırlığının bulunmasında bu verilerden faydalanılabilir.

Bu tezde ayrıca yapay sinir ağı modellerinden perseptron ağına başağrsı hastalıklarının teşhisinde rahatlıkla ve başarılı bir şekilde kullanılabileceği gösterilmiştir. Eğer çok sayıda örnek elde edilebilirse, sadece üç hastalığın değil, daha fazla sayıda hastalığın teşhisi de perseptronla hızlı, doğru ve etkili biçimde yapılabilir. Bu doğrultuda hazırlanabilecek bir bilgisayar programı, hem doktorlara teşhislerinde yardımcı olabilecek, hem de doktor adaylarının eğitiminde kullanılabilecektir.

Yapay sinir ağı modellerinden bir olan kendini düzenleyen ağların, hastalık belirtilerinin birbirine yakınlığından faydalanarak hastalıkları sınıflandırabildiği görülmüştür. O halde kendini düzenleyen ağlar, teşhisi verilmeyen çok sayıdaki hastalığı gruplandırmakta ve daha önceden oluşturulmuş bir hastalık sınıflandırmasının doğruluğunu kontrol etmekte kullanılabilir. Ayrıca hastalıkların benzerliklerini ortaya çıkarmakta da kendini düzenleyen ağlardan yararlanılabilir.

KAYNAKLAR

1. ALLAHVERDİ, N., *Uzman Sistemler: Bir Yapay Zeka Uygulaması*, Atlas Yayın Dağıtım, İstanbul, Türkiye (2002).
2. TURING, A.M., *Computing Machinery and Intelligence*, Mind (1950).
3. FEIGENBAUM, E.A., BUCHANAN, B.G. ve LEDERBERG, J., *On Generality and Problem Solving: A Case Study Using the DENDRAL Program*, Edinburgh University Press, Edinburgh, Scotland (1971).
4. AMAREL, S., *On Representation of Problems of Reasoning about Actions*, Machine Intelligence 3, volume 3, Elsevier/North-Holland, Amsterdam, London, New York (1968).
5. RUSSEL, S. ve NORWIG, P., *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, Prentice Hall, New Jersey, USA (1995).
6. BABANLI, A., *Karın Boşluğu Hastalıklarının Teşhisi İçin Uzman Sistem*, 5. Bilgisayar Haberleşme Sempozyumu, 18-22 Kasım 1998, Bursa, Türkiye.
7. BABANLI, A., *Kurala Dayalı Tıbbî Uzman Sistem*, 8. Türk Yapay Zekâ ve Yapay Sinir Ağları Sempozyumu, 23-25 Haziran 1999, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
8. BABANLI, A., *Tıbbî Uzman Sistemde Üç Etaplı Karar Alma Yöntemi*, YA'EM'99 XX. Ulusal Kongresi, Kara Harp Okulu, 8-9 Haziran 1999, Ankara, Türkiye.
9. FREEMAN, J.A. ve SKAPURA, D.M., *Neural Networks: Algorithms, Applications, and Programming Techniques*, Addison Wesley, California, USA (1991).
10. GÜZDÜZÖZ, U., *Yapay Sinir Ağı Kullanılarak Tornalamada Kesici Takım Aşınması Tahmini*, Yıldız Teknik Üniversitesi Kütüphanesi, İstanbul, Türkiye (2002).
11. McCulloch, W.S. ve PITTS, W., *A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity*, Bulletin of Mathematical Biophysics, volume 5 (1943).

12. DEMUTH, H. ve BEALE M., *Neural Network Toolbox For Use With MATLAB*, The Mathworks Inc., MA, USA (2002).
13. ROSENBLATT, F., *Principles of Neurodynamics*, Spartan Press, Washington DC, USA (1961).
14. WIDROW, B. ve HOFF, M.E., Adaptive Switching Circuits, JRE WESCON Convension Record, part 4, New York, USA (1960).
15. KOHONEN, T., *Self Organization and Associative Memory*, 2nd Edition, Springer-Verlag, Berlin, Almanya (1987).
16. www.agritr.com
17. OLESEN, J., *The IHS Members' Handbook*, USA (2000).
18. SAPER, J.R., SILBERSTEIN, S., GORDON C.D., HAMEL, R.L. ve SWIDON, S., *Handbook of Headache Management*, 2nd Edition, Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, USA (1999).
19. www.agrilarikeser.com
20. www.mathworks.com

EK-A BAŞAĞRISI HASTALIKLARI VE SINIFLANDIRILMALARI

1. Migraine

- 1.1. Migraine without aura
- 1.2. Migraine with aura
 - 1.2.1. Migraine with typical aura
 - 1.2.2. Migraine with prolonged aura
 - 1.2.3. Familial hemiplegic migraine
 - 1.2.4. Basiliar migraine
 - 1.2.5. Migraine aura without headache
 - 1.2.6. Migraine with acute onset aura
- 1.3. Ophthalmoplegic migraine
- 1.4. Retinal migraine
- 1.5. Childhood periodic syndromes that may be precursors to or associated with migraine
 - 1.5.1. Benign paroxysmal vertigo of childhood
 - 1.5.2. Alternating hemiplegia of childhood
- 1.6. Complications of migraine
 - 1.6.1. Status migrainosus
 - 1.6.2. Migrainous infarction
- 1.7. Migrainous disorder not fulfilling above criteria

2. Tension-type headache

- 2.1. Episodic tension-type headache
 - 2.1.1. Episodic tension-type headache associated with disorder of pericranial muscles
 - 2.1.2. Episodic tension-type headache unassociated with disorder of pericranial muscles
- 2.2. Chronic tension-type headache
 - 2.2.1. Chronic tension-type headache associated with disorder of pericranial muscles
 - 2.2.2. Chronic tension-type headache unassociated with disorder of pericranial muscles
- 2.3. Headache of the tension-type not fulfilling above criteria

3. Cluster headache and chronic paroxysmal hemicrania

3.1. Cluster headache

3.1.1. Cluster headache periodicity undetermined

3.1.2. Episodic cluster headache

3.1.3. Chronic cluster headache

3.1.3.1. Unremitting from onset

3.1.3.2. Evolved from episodic

3.2. Chronic paroxysmal hemicrania

3.3. Cluster headache-like disorder not fulfilling above criteria

4. Miscellaneous headaches unassociated with structural lesion

4.1. Idiopathic stabbing headache

4.2. External compression headache

4.3. Cold stimulus headache

4.3.1. External application of a cold stimulus

4.3.2. Ingestion of a cold stimulus

4.4. Benign cough headache

4.5. Benign exertional headache

4.6. Headache associated with sexual activity

4.6.1. Dull type

4.6.2. Explosive type

4.6.3. Postural type

5. Headache associated with head trauma

5.1. Acute post-traumatic headache

5.1.1. With significant head trauma and/or confirmatory signs

5.1.2. With minor head trauma and no confirmatory signs

5.2. Chronic post-traumatic headache

5.2.1. With significant head trauma and/or confirmatory signs

5.2.2. With minor head trauma and no confirmatory signs

6. Headache associated with vascular disorders

6.1. Acute ischemic cerebrovascular disease

6.1.1. Transient ischemic attack (TIA)

6.1.2. Thromboembolic stroke

- 6.2. Intracranial hematoma
 - 6.2.1. Intracerebral hematoma
 - 6.2.2. Subdural hematoma
 - 6.2.3. Epidural hematoma
- 6.3. Subarachnoid hemorrhage
- 6.4. Unruptured vascular malformation
 - 6.4.1. Arteriovenous malformation
 - 6.4.2. Saccular aneurysm
- 6.5. Arteritis
 - 6.5.1. Giant cell arteritis
 - 6.5.2. Other systematic arteritides
 - 6.5.3. Primary intracranial arteritis
- 6.6. Carotid or cerebral artery pain
 - 6.6.1. Carotid or vertebral dissection
 - 6.6.2. Carotidynia (idiopathic)
 - 6.6.3. Post endarterectomy headache
- 6.7. Venous thrombosis
- 6.8. Arterial hypertension
 - 6.8.1. Acute pressor response to exogenous agent
 - 6.8.2. Pheochromocytoma
 - 6.8.3. Malignant (accelerated) hypertension
 - 6.8.4. Pre-eclampsia and eclampsia
- 6.9. Headache associated with other vascular disorder
- 7. Headache associated with non-vascular intracranial disorder**
 - 7.1. High cerebrospinal fluid pressure
 - 7.1.1. Benign intracranial hypertension
 - 7.1.2. High pressure hydrocephalus
 - 7.2. Low cerebrospinal fluid pressure
 - 7.2.1. Post-lumbar puncture headache
 - 7.2.2. Cerebrospinal fluid fistula headache
 - 7.3. Intracranial infection

7.4. Intracranial sarcoidosis and other non-infectious inflammatory diseases

7.5. Headache related to intrathecal injections

7.5.1. Direct effect

7.5.2. Due to chemical meningitis

7.6. Intracranial neoplasm

7.7. Headache associated with other intracranial disorder

8. Headache associated with substances or their withdrawal

8.1. Headache induced by acute substance use or exposure

8.1.1. Nitrate/nitrite induced headache

8.1.2. Monosodium glutamate induced headache

8.1.3. Carbon monoxide induced headache

8.1.4. Alcohol induced headache

8.1.5. Other substances

8.2. Headache induced by chronic substance use or exposure

8.2.1. Ergotamine induced headache

8.2.2. Analgesics abuse headache

8.2.3. Other substances

8.3. Headache from substance withdrawal (acute use)

8.3.1. Alcohol withdrawal headache (hangover)

8.3.2. Other substances

8.4. Headache from substance withdrawal (chronic use)

8.4.1. Ergotamine withdrawal headache

8.4.2. Caffeine withdrawal headache

8.4.3. Narcotics abstinence headache

8.4.4. Other substances

8.5. Headache associated with substances but with uncertain mechanism

8.5.1. Birth control pills or estrogens

8.5.2. Other substances

9. Headache associated with non-cephalic infection

9.1. Viral infection

9.1.1. Focal non-cephalic

9.1.2. Systematic

9.2. Bacterial infection

9.2.1. Focal non-cephalic

9.2.2. Systematic (septicemia)

9.3. Headache related to other infection

10. Headache associated with metabolic disorder

10.1. Hypoxia

10.1.1. High altitude headache

10.1.2. Hypoxic headache

10.1.3. Sleep apnoea headache

10.2. Hypercapnia

10.3. Mixed hypxia and hypercapnia

10.4. Hypoglycemia

10.5. Dialysis

10.6. Headache related to other metabolic abnormality

11. Headache or facial pain associated with disorder of cranium, neck, eyes, ears, nose, sinuses, teeth, mouth or other facial or cranial structures

11.1. Cranial bone

11.2. Neck

11.2.1. Cervical spine

11.2.2. Retropharyngeal tendonitis

11.3. Eyes

11.3.1. Acute glaucoma

11.3.2. Refractive errors

11.3.3. Heterophoria or heterotraopia

11.4. Ears

11.5. Nose and sinuses

11.5.1. Acute sinus headache

11.5.2. Other diseases of nose or sinuses

11.6. Teeth, jaws and related structures

11.7. Temporomandibular joint disease

12. Cranial neuralgias, nerve trunk pain and deafferentation pain

12.1. Persistent (in contrast to tic-like) pain of cranial nerve origin

12.1.1. Compression or distortion of cranial nerves and second or third cervical roots

12.1.2. Demyelination of cranial nerves

12.1.2.1. Optic neuritis (retrobulbar neuritis)

12.1.3. Infarction of cranial nerves

12.1.3.1. Diabetic neuritis

12.1.4. Inflammation of cranial nerves

12.1.4.1. Herpes zoster

12.1.4.2. Chronic post-herpetic neuralgia

12.1.5. Tolosa-Hunt syndrome

12.1.6. Neck-tongue syndrome

12.1.7. Other causes of persistent pain of cranial nerve origin

12.2. Trigeminal neuralgia

12.2.1. Idiopathic trigeminal neuralgia

12.2.2. Symptomatic trigeminal neuralgia

12.2.2.1. Compression of trigeminal root or ganglion

12.2.2.2. Central lesions

12.3. Glossopharyngeal neuralgia

12.3.1. Idiopathic glossopharyngeal neuralgia

12.3.2. Symptomatic glossopharyngeal neuralgia

12.4. Nervus intermedius neuralgia

12.5. Superior laryngeal neuralgia

12.6. Occipital neuralgia

12.7. Central causes of head and facial pain other than tic douloureux

12.7.1. Anaesthesia dolorosa

12.7.2. Thalamic pain

12.8. Facial pain not fulfilling criteria in groups 11 or 12

13. Headache not classifiable

EK-B BAŞAĞRISI HASTALIKLARININ BELİRTİLERİ

1 Şikayetler

1.01 Başağrısının Karakteri:

- 1.01.0 Yok
- 1.01.1 Zonklayıcı (Damar atışı gibi, davul gibi)
- 1.01.2 Patlayıcı (Çok şiddetli ve ani, yakıcı)
- 1.01.3 Sersemletici (Başta sersemlik hissi gibi, sarhoşvari, yorgun)
- 1.01.4 Şimşek gibi (Elektrik çarpması gibi, bıçak saplanır tarzı)
- 1.01.5 Baskı hissi (Sürekli sıkıştırılmış gibi)
- 1.01.6 Yakıcı

1.02 Başağrısının Şiddeti:

- 1.02.1 Hafif (Günlük aktivite etkilenmiyor)
- 1.02.2 Hafif Orta (Günlük aktiviteleri etkilemiyor ama sürekli akılda)
- 1.02.3 Orta (Günlük aktiviteleri bozan, mecburi işleri yataabilen)
- 1.02.4 Orta Şiddetli (Günlük aktiviteleri bozan, mecburi işleri yaptırmayan)
- 1.02.5 Şiddetli (Hiçbir bedensel aktivite yapamıyor)

1.03 Başağrısının Yerleşimi:

- 1.03.01 Tek taraflı
 - 1.03.01.1 Hep aynı yanda
 - 1.03.01.2 Taraf değiştiren
 - 1.03.01.3 Lezyon ile aynı tarafta
- 1.03.02 İki taraflı
- 1.03.03 Göz içinde veya arkasında
- 1.03.04 Göz üzerinde
- 1.03.05 Şakakta
- 1.03.06 Alında
- 1.03.07 Kafanın tepesinde
- 1.03.08 Başın arkasında
- 1.03.09 Ense ve boyun bölgesinde
- 1.03.10 Yanakta

- 1.03.11 Çenede
- 1.03.12 Başın tamamında
- 1.03.13 Dil ve ensede birlikte
- 1.03.14 Dil kökü, tonsiller, farinks
- 1.03.15 Çene köşesi veya kulak içinde
- 1.03.16 Boğazda, çene altında
- 1.03.17 Kulakta
- 1.03.18 Kafa derisi
- 1.03.19 Boyun
- 1.03.20 Sinüs
- 1.03.21 Üst diş
- 1.03.22 Antral bölge
- 1.03.23 Kranial sinir
- 1.03.24 Cervical root
- 1.03.25 Trigeminal sinir
- 1.03.26 Vagus
- 1.03.27 Gloss

1.04 Bir Başağrısının Süresi:

- 1.04.1 Saniye
- 1.04.2 Dakika
- 1.04.3 Saat
- 1.04.4 Gün
- 1.04.5 Hafta
- 1.04.6 Ay
- 1.04.7 Yıl

1.05 Aynı Tipteki İki Başağrısı Arasındaki Süre:

- 1.05.1 Uyku hariç 4 saatten kısa
- 1.05.2 Uyku hariç 4 saatten uzun
- 1.05.3 14 günden az
- 1.05.4 14 günden fazla
- 1.05.5 Ortalama 8 hafta
- 1.05.6 Düzensiz

1.05.7 24 saat

1.05.8 1 yıl

1.06 Başağrısından Önce veya Beraber (Aura Belirtileri): (R/L/B/T)

[(R)ight, (L)eft, (B)ilateral, (T)araf değiştiren]

1.06.1 Yok

1.06.2 Hemisferik

1.06.2.01 Homonim görme alanı defekti

1.06.2.02 Körlük (sintilasyonlu)

1.06.2.03 Körlük (sintilasyonsuz)

1.06.2.04 Işık kıvılcımı veya flaşı

1.06.2.05 İşitsel halüsinasyonlar

1.06.2.06 Görsel halüsinasyonlar

1.06.2.07 Koku halüsinasyonları

1.06.2.08 Opati halüsinasyonları

1.06.2.09 Tek taraflı parestezi/uyuşukluk

1.06.2.10 Tek taraflı kuvvetsizlik

1.06.2.11 Afazi

1.06.2.12 Bilinç bozukluğu

1.06.3 Beyin sapı

1.06.3.1 Diğer konuşma güçlükleri

1.06.3.2 İki taraflı görsel belirtiler

1.06.3.3 Dizartri

1.06.3.4 Başdönmesi

1.06.3.5 Ataksi

1.06.3.6 İki taraflı parestezi/uyuşukluk

1.06.3.7 İki taraflı kuvvetsizlik

1.06.3.8 Bilinç bozukluğu

1.06.4 Kranial sinir

1.06.4.1 III. IV. ve VI. Kranial sinir

1.06.4.1.1 Çift görme

1.06.4.1.2 Ekstraoküler kas paralizisi

1.06.4.2 VIII. Kranial sinir

1.06.4.2.1 Kulak çınlaması

1.06.4.2.2 İşitmenin azalması

1.07 Aura Belirtileri

1.07.1 Birkaç dakikada geliyor

1.07.2 5 dakikadan uzun sürede geliyor

1.07.3 1 saatten uzun sürmüyor

1.07.4 1 haftadan kısa sürüyor

1.07.5 Tamamen düzeliyor

1.07.6 Tamamen düzelmiyor

1.07.7 Birlikte veya sonra başağrısı yok

1.08 Başağrısının Ortaya Çıkış Zamanı

1.08.1 Belli değil

1.08.2 Uyandıktan sonra

1.08.3 Gün içinde uyanırken

1.08.4 Gece uyurken

1.09 Başağrısının Pozisyon İle İlişkisi

1.09.1 Hareket ederken fazla

1.09.2 Otururken fazla

1.09.3 Yatarken fazla

1.09.4 Değişmiyor

1.09.5 Ayaktayken fazla (ayağa kalktıktan sonra 15 dk. içinde)

1.09.6 Yattıktan sonra 30 dk içinde düzeliyor

1.10 Başağrısı başlama şekli

1.10.1 Ani

1.10.2 Yavaş yavaş

1.10.3 Bazen ani, bazen yavaş

1.11 Başağrısının Şiddeti Her Defasında

1.11.1 Aynı

1.11.2 Azalıyor

1.11.3 Artıyor

1.11.4 Değişken

1.12 Başağrısının Eşlik Ettiği Durumlar

- 1.12.01 Menses
- 1.12.02 Soğuk
- 1.12.03 Sıkı şapka, başlık, vb. Kullanımı
- 1.12.04 Öksürük
- 1.12.05 Egzersiz
- 1.12.06 Yüksek irtifa (24 saat içinde)
- 1.12.07 Geceleri Cheyne-Stokes solunumu
- 1.12.08 Aşırı soluma isteği
- 1.12.09 Egzersize bağlı solunum güçlüğü
- 1.12.10 Soğuk yemek, içecek
- 1.12.11 Cinsel aktivite
- 1.12.12 Kafa travması (Son iki hafta içinde)
- 1.12.13 Posttravmatik amnezi (Son iki hafta içinde)
- 1.12.14 Aynı tarafta karotid endarterektomisi (Son iki gün içinde)
- 1.12.15 Diastolik kan basıncında ani artış (%25'ten fazla)
- 1.12.16 Kan basıncı yüksekliğine neden olan maddeler
- 1.12.17 Hamilelik
- 1.12.18 %25 ve üstü akut diastolik kan basıncı artışı (Ort. 15 mmHg)
- 1.12.19 Lomber ponksiyon (1 hafta içinde)
- 1.12.20 Spinal travma
- 1.12.21 İntratekal enjeksiyon (4 saat içinde)
- 1.12.22 İntratekal enjeksiyon (5-72 saat içinde)
- 1.12.23 Açlık
- 1.12.24 Sosisli sandviç yenilmesi (1 saat içinde)
- 1.12.25 Çin yemeklerinin yenilmesi (konserve) (1 saat içinde)
- 1.12.26 Beyaz peynir yenilmesi
- 1.12.27 Karpuz yenilmesi
- 1.12.28 Çikolata yenilmesi
- 1.12.29 Alkol alımını takiben 3 saat içinde
- 1.12.30 2 mg/gün veya daha fazla Ergotamin (3 ay veya fazla süre)

- 1.12.31 50 g/ay veya daha fazla Aspirin (3 ay veya daha fazla süre)
- 1.12.32 100 tab/ay veya daha fazla Aspirin + diğeri (3 ay veya fazla)
- 1.12.33 Bir veya daha fazla narkotik analjezik (3 ay veya fazla)
- 1.12.34 Maddenin tekrar kullanılması ile oluyor (48 saat içinde)
- 1.12.35 15 g/ay veya daha fazla Cafein kullanımı (24 saat içinde)
- 1.12.36 Fokal/sistemik ekstrakraniyal enfeksiyon
- 1.12.37 Diyaliz sırasında
- 1.12.38 Boyun hareketleri ile oluyor veya artıyor
- 1.12.39 Akut glokom
- 1.12.40 Düzeltilmemiş refraksiyon kusuru
- 1.12.41 Şaşılık
- 1.12.42 Diabetes mellitus
- 1.12.43 Çiğneme, konuşma, diş fırçalama, vb.
- 1.12.44 Multiple Skleroz
- 1.12.45 Strok
- 1.12.46 Sıkıntı, üzüntü, stres
- 1.12.47 Aşırı heyecan
- 1.12.48 Aşırı uyku
- 1.12.49 Uykusuzluk
- 1.12.50 Güneş veya parlak ışık
- 1.12.51 Koku
- 1.12.52 Sigara
- 1.12.53 Su altı dalış
- 1.12.54 Seyahat
- 1.12.55 Uçak yolculuğu
- 1.12.56 İklim değişikliği
- 1.12.57 Fiziksel yorgunluk
- 1.12.58 Doğum kontrol hapi
- 1.12.59 Dokunmakla (basınçla) artıyor
- 1.12.60 Sıcak hava
- 1.12.61 Yüksek basınç
- 1.12.62 Vasküler (damarsal) hastalık

- 1.12.63 Sistemik arterit
- 1.12.64 İntrakranial basınç artışı
- 1.12.65 Spinal omurilik operasyon
- 1.12.66 Diastolik kan basıncı sürekli 120 mmHg üzerinde
- 1.12.67 Vazopressör toksin dye madde alımı
- 1.12.68 Feokromasitoma
- 1.12.69 Hipertansif ensefalopati
- 1.12.70 İdiopatik BOS kaçağı
- 1.12.71 Radyoaktif etkilenim
- 1.12.72 İntrakranial enfeksiyon
- 1.12.73 Sarkoidoz veya diğer non infeksiyöz thflomatuar hastalık
- 1.12.74 CO'ya maruz kalma
- 1.12.75 Alkolün bırakılması
- 1.12.76 Kronik madde alımı (3 aydan fazla)
- 1.12.77 Madde alımından 4 saat sonra
- 1.12.78 Ergotamin kronik kullanımı sonlandırıldıktan sonra 48 saat

içinde meydana geliyor

- 1.12.79 Narkotiklerin bırakılması
- 1.12.80 Sleep ogre
- 1.12.81 Heterotrofi, heterofon
- 1.12.82 Gözlerin yorulması
- 1.12.83 Orta kulak hastalığı
- 1.12.84 Burun pasaj hastalığı
- 1.12.85 Yutma, çiğneme, konuşma öksürme, esneme
- 1.12.86 Sesini zorladığında, yutkunduğunda
- 1.12.87 Kranial sinir lezyonu ile eşzamanlı
- 1.12.88 Hipotiroid membran

1.13 Prodromal

- 1.13.01 Halsizlik
- 1.13.02 Aşırı duyarlılık
- 1.13.03 Depresif hissetme
- 1.13.04 Durgunluk

- 1.13.05 Hiperaktivite
- 1.13.06 Konsantrasyon güçlüğü
- 1.13.07 Dikkat azalması
- 1.13.08 Düşünce yavaşlığı
- 1.13.09 Sese duyarlılık
- 1.13.10 Işığa duyarlılık
- 1.13.11 Kokuya duyarlılık
- 1.13.12 Esneme
- 1.13.13 Uyku isteği
- 1.13.14 Açlık
- 1.13.15 Tatlı yeme isteği
- 1.13.16 İştahsızlık veya iştah artışı
- 1.13.17 Sık idrara çıkma
- 1.13.18 Kabızlık veya ishal
- 1.13.19 Karında şişkinlik hissi
- 1.13.20 Başında ağırlaşma hissi
- 1.13.21 Boyun flexion hareketinde kısmi direnç
- 1.13.22 Öforik davranışlar
- 1.13.23 Kelime bulma güçlüğü, konuşurken takılma
- 1.13.24 Aşırı su içme

1.14 Postdrom

- 1.14.1 Halsizlik
- 1.14.2 Başında ağırlık hissi
- 1.14.3 Işıktan rahatsız olma
- 1.14.4 Acıkma
- 1.14.5 Tatlı yeme isteği
- 1.14.6 Sık idrara çıkma

1.15 Başağrısı:

- 1.15.01 Uyku ile düzeliyor
- 1.15.02 2 hafta içinde spontan düzeliyor
- 1.15.03 İndometazin tedavisi ile düzeliyor
- 1.15.04 Steroid tedavisi ile düzeliyor

- 1.15.05 NSA tedavisi ile düzeliyor (2 haftada)
- 1.15.06 Kan basıncının normale dönmesi ile düzeliyor (24 saatte)
- 1.15.07 Kan basıncının normale dönmesi ile düzeliyor (1 haftada)
- 1.15.08 Doğumu takiben düzeliyor (1 haftada)
- 1.15.09 BOS basıncının düşmesinden sonra düzeliyor (24 saatte)
- 1.15.10 Madde kullanımının kesilmesi ile düzeliyor (1 ay içinde)
- 1.15.11 Maddenin tekrar kullanılması ile düzeliyor (1 saat içinde)
- 1.15.12 Ekstrakraniyal enfeksiyonun tedavisi ile düzeliyor (1 ay içinde)
- 1.15.13 Metabolik bozukluğun düzeltilmesi ile düzeliyor (1 haftada)
- 1.15.14 Dializden sonraki 24 saat içinde düzeliyor
- 1.15.15 Açık havaya çıkınca veya başka birşeyle meşgul olunca düzeliyor
- 1.15.16 Louber ponksiyondan sonra 14 gün içinde düzeliyor
- 1.15.17 Spinal fistül tedavi edildikten sonra 14 gün içinde düzeliyor
- 1.15.18 Bir göz kapandığında düzeliyor
- 1.15.19 Sinüzit tedavisi ile düzeliyor
- 1.15.20 Lokal aestetik matite ile geçici düzeliyor
- 1.15.21 Öksürük geçince düzeliyor

1.16 Aynı şekildeki başağrılarının sayısı:

- 1.16.1 Bir günde
- 1.16.2 Bir haftada
- 1.16.3 Bir ayda
- 1.16.4 Bir yılda

1.17 Aynı şekildeki Başağrılarının Toplam Sayısı:

1.18 Ailede aynı tipte başağrısı:

- 1.18.1 Annede
- 1.18.2 Babada
- 1.18.3 Kardeşlerde

2 Bulgular

2.1 Ataklar arasında nörolojik muayene:

- 2.1.1 Normal
- 2.1.2 Anormal

2.2 Başağrısı İle Beraber

2.2.01 Ozmofobi

2.2.02 Bulantı

2.2.03 Kusma

2.2.04 Fotofobi

2.2.05 Fonofobi

2.2.06 Otonomik

2.2.06.01 Aynı tarafta konjunktival kanlanma

2.2.06.02 Aynı tarafta göz yaşarması

2.2.06.03 Aynı tarafta burun tıkanıklığı

2.2.06.04 Aynı tarafta burun akıntısı

2.2.06.05 Aynı tarafta alın ve yüzde terleme

2.2.06.06 Aynı tarata pupillanın küçülmesi

2.2.06.07 Aynı tarafta göz kapağının kapanması

2.2.06.08 Aynı tarafta göz kapağı şişmesi

2.2.06.09 Aynı tarafta Horner sendromu

2.2.06.10 Aynı tarafta karotid arter hassasiyeti

2.2.06.11 Aynı tarafta karotid arterde şişme

2.2.06.12 Aynı tarafta karotid arterde nabız artışı

2.2.06.13 Göğüste basınç hissi

2.2.06.14 Yüzde basınç hissi

2.2.06.15 Göğüste, ense ve omuzlarda yanma hissi

2.2.06.16 Yüzde ani gelişen kızarıklık

2.2.06.17 Başta sersemlik, başdönmesi hissi

2.2.06.18 Karın bölgesinde huzursuzluk

2.2.07 Kranial sinir paralizisi

2.2.08 Perikranyal kaslarda hassasiyet artışı

2.2.09 Perikranyal kaslarda artmış EMG aktivitesi

2.2.10 Ense sertliği

2.2.11 Kernig/Brudzinski bulguları

2.2.12 Ateş

2.2.13 Şis ve hassas kafa derisi arteri

- 2.2.14 Çene hareketleri ile çenede ağrı
- 2.2.15 Çene hareketlerinde kısıtlılık
- 2.2.16 Çene hareketi ile ses çıkması
- 2.2.17 Çene eklem kapsülünde hassasiyet
- 2.2.18 Yaygın kas ağrıları
- 2.2.19 Epileptik nöbetler
- 2.2.20 Terleme
- 2.2.21 Palpitasyon
- 2.2.22 Anksiyete, depresyon, psikoz
- 2.2.23 3. veya 4. derece hipertansif retinopati
- 2.2.24 Pretibial ödem
- 2.2.25 Papilla ödemi
- 2.2.26 Pasif boyun hareketlerinde direnç/kısıtlılık
- 2.2.27 Boyun kaslarında tonus artışı
- 2.2.28 Santral veya parasantral skotom
- 2.2.29 Herpetik döküntüler (1 hafta içinde ağrı)
- 2.2.30 Aynı tarafta ağrı duyusunun azalması
- 2.2.31 Bilinç bozukluğu
- 2.2.32 Bulanık ve çift görme
- 2.2.33 Occipital sinir hassasiyeti

3 Laboratuvar Bulguları

3.01 Laboratuvar

- 3.01.00 Yapılmadı
- 3.01.01 Normal
- 3.01.02 Sedimentasyon yüksekliği
- 3.01.03 Proteinüri
- 3.01.04 Valin mandalik asit artışı
- 3.01.05 PaO₂ 70 mmHg veya daha az
- 3.01.06 Kan şekeri 2,2 mmol/L'den az
- 3.01.07 CRP yüksekliği
- 3.01.08 Fe. Sat. Düşüklüğü
- 3.01.09 Tiroid fonksiyonları testi bozukluğu

3.01.10 Beyaz küre artışı

3.01.11 pCO₂ 50 mmHg veya üstü

3.02 Kafa Grafisi:

3.02.0 Yapılmadı

3.02.1 Normal

3.02.2 Çatlak veya kırık

3.02.3 Kafatası osteomyeliti

3.02.4 Multiple myeloma

3.02.5 Paget hastalığı

3.02.6 Kalsifikasyon

3.02.7 Tümör

3.02.8 Çene eklemi petoksi

3.03 Servikal Grafi

3.03.0 Yapılmadı

3.03.1 Normal

3.03.2 Anormal postür

3.03.3 Vertebra kırığı

3.03.4 Konjenital anomali

3.03.5 Kemik tümörleri

3.03.6 Romatoid artrit

3.03.7 Osteoporoz

3.03.8 Dejenerasyon

3.03.9 C1-C4 aralığı 7 mm veya daha fazla

3.04 Evoked Potansiyeller:

3.04.0 Yapılmadı

3.04.1 Normal

3.04.2 Anormal

3.05 BOS Tetkiki:

3.05.0 Yapılmadı

3.05.1 Normal

3.05.2 Beyaz küre artışı

3.05.3 Protein artışı

3.05.4 Hemorajik

3.05.5 200 mmH₂O'nun üzerinde basınç

3.05.6 Protein düşüşü

3.05.7 Pleositoz

3.05.8 Kültür (-)

3.06 Vestibüler Fonksiyon Testleri

3.06.0 Yapılmadı

3.06.1 Normal

3.06.2 Anormal

3.07 Nörofizyolojik Testler

3.07.0 Yapılmadı

3.07.1 Normal

3.07.2 Anormal

3.08 EEG:

3.08.0 Yapılmadı

3.08.1 Normal

3.08.2 Anormal

3.09 Doppler Ultrasonografi:

3.09.0 Yapılmadı

3.09.1 Normal

3.09.2 Anormal

3.10 TCD:

3.10.0 Yapılmadı

3.10.1 Normal

3.10.2 Anormal

3.11 BT:

3.11.00 Yapılmadı

3.11.01 Normal

3.11.02 Belirtilere uyar iskemik lezyon

3.11.03 İntraparankimal kanama

3.11.04 Subdural kanama

3.11.05 Epidural kanama

- 3.11.06 Subaraknoid kanama
- 3.11.07 Kanamamış sakkuler anevrizma
- 3.11.08 Kanamamış AVM
- 3.11.09 Feokromasitoma
- 3.11.10 Ventriküler genişleme
- 3.11.11 Beyin absesi
- 3.11.12 Subdural ampiyem
- 3.11.13 Sarkoidozis
- 3.11.14 Neoplazm
- 3.11.15 Beyin sapı enfarktı
- 3.11.16 Talamik lezyon
- 3.11.17 Venöz tromboz
- 3.11.18 Serebral iskemik lezyon
- 3.11.19 Burun pasaj tıkanıklığı

3.12 MRI:

- 3.12.00 Yapılmadı
- 3.12.01 Normal
- 3.12.02 Belirtilere uyar iskemik lezyon
- 3.12.03 İntraparankimal kanama
- 3.12.04 Subdural kanama
- 3.12.05 Epidural kanama
- 3.12.06 Subaraknoid kanama
- 3.12.07 Kanamamış sakkuler anevrizma
- 3.12.08 Kanamamış AVM
- 3.12.09 Feokromasitoma
- 3.12.10 Ventriküler genişleme
- 3.12.11 Beyin absesi
- 3.12.12 Subdural ampiyem
- 3.12.13 Sarkoidozis
- 3.12.14 Neoplazm
- 3.12.15 Beyin sapı enfarktı
- 3.12.16 Multiple Skleroz plakları

- 3.12.17 Talamik lezyon
- 3.12.18 Serebral iskemik strok
- 3.12.19 Venöz tromboz
- 3.12.20 YKL
- 3.12.21 Burun pasaj tıkanıklığı

3.13 Anjiografi:

- 3.13.0 Yapılmadı
- 3.13.1 Normal
- 3.13.2 Sakkuler anevrizma
 - 3.13.2.1 Kanamamış
 - 3.13.2.2 Kanamış
- 3.13.3 AVM
 - 3.13.3.1 Kanamamış
 - 3.13.3.2 Kanamış
- 3.13.4 Karotid veya vertebral arter tıkanıklığı
- 3.13.5 Arterit (serebral)
- 3.13.6 Diseksiyon (arter)
- 3.13.7 Venöz tromboz

3.14 EMG

- 3.14.0 Yapılmadı
- 3.14.1 Normal
- 3.14.2 Anormal

3.15 MR anjiografi

- 3.15.0 Yapılmadı
- 3.15.1 Normal
- 3.15.2 Anormal

3.16 Biopsi

- 3.16.0 Yapılmadı
- 3.16.1 Normal
- 3.16.2 Anormal

3.17 Water's grafi

3.17.0 Yapılmadı

3.17.1 Normal

3.17.2 Anormal

3.18 Nörolojik Muayene

3.18.0 Yapılmadı

3.18.1 Normal

3.18.2 Anormal

EK-C BAŞAĞRISI HASTALIKLARI VE BELİRTİLERİ EŞLEŞTİRMESİ

1. Migraine

1.1. Migraine Without Aura (Aurasız Migren)

- A. (1.17) > 5,
- B. 4 saat < (1.4) < 72 saat,
- C. Aşağıdakilerin en az iki tanesi:
- (1.3.1),
 - (1.1.1),
 - (1.2.3) ve/veya (1.2.4) ve/veya (1.2.5),
 - (1.9.1).
- D. Aşağıdakilerin en az bir tanesi:
- (2.2.2) ve/veya (2.2.3),
 - (2.2.4) ve (2.2.5)
- E. (1.5.2) ve (1.6.1)
- F. Aşağıdakilerin en az bir tanesi:
- (hastalık 5..11 değil),
 - (5..11'e uyuyor ama en az bir belirti uymuyor),
 - (5..11'e uyuyor ama zaman olarak yakın değil).

1.2. Migraine With Aura (Auralı Migren)

- A. (1.17) > 2,
- B. Aşağıdakilerin en az üç tanesi:
- (1.6.2) ve/veya (1.6.3) ve/veya (1.6.4) ve/veya (1.6.5),
 - (1.7.2) veya aura belirtilerinden en az 2 tanesi var,
 - (1.7.3).
- C. Aşağıdakilerin en az bir tanesi:
- (hastalık 5..11 değil),
 - (5..11'e uyuyor ama en az bir belirti uymuyor),
 - (5..11'e uyuyor ama zaman olarak yakın değil).

1.2.1. Migraine With Typical Aura (Tipik Auralı Migren)

A. Migraine with aura [1.2] için bütün belirtiler sağlanmalı.

B. Aşağıdakilerin en az bir tanesi:

- (1.6.2.1),
- (1.6.2.2),
- (1.6.2.3),
- (1.6.2.4),
- (1.6.2.5),
- (1.6.2.6),
- (1.6.2.7),
- (1.6.2.8),
- (1.6.2.9),
- (1.6.2.10),
- (1.6.2.11) veya (1.6.3.1) veya (1.6.3.3) veya (1.7.5).

1.2.2. Migraine With Prolonged Aura (Uzamış Auralı Migren)

A. Migraine with aura [1.2] için bütün belirtiler sağlanmalı.

B. (1.7.4).

1.2.3. Familial Hemiplegic Migraine (Ailesel Felce Giden Migren)

A. Migraine with aura [1.2] için bütün belirtiler sağlanmalı.

B. (1.6.2.10),

C. (1.18)

D. (1.7.6)

1.2.4. Basiliar Migraine (Baziler Migren) (Beyin Sapı Migreni)

A. Migraine with aura [1.2] için bütün belirtiler sağlanmalı.

B. Aşağıdakilerin en az 2 tanesi:

- (1.6.3),
- (1.6.4),
- (1.6.5),
- (1.6.6).

1.2.5. Migraine Aura Without Headache

A. Migraine with aura [1.2] için bütün belirtiler sağlanmalı.

B. (1.1.0) veya (1.7.7).

1.2.6. Migraine With Acute Onset Aura

A. Migraine with aura [1.2] için bütün belirtiler sağlanmalı.

B. (1.7.1).

C. 4 saat < (1.4) < 72 saat,

D. Aşağıdakilerin en az iki tanesi:

- (1.3.1),

- (1.1.1),

- (1.2.3) veya (1.2.4) veya (1.2.5),

- (1.9.1).

- Aşağıdakilerin en az bir tanesi:

- (2.2.2) ve/veya (2.2.3),

- (2.2.4) ve (2.2.5),

- (3.12.1) ve (3.10.1).

1.3. Ophthalmoplegic Migraine

A. (1.17) > 2.

B. Aşağıdakilerin en az bir tanesi:

- (2.2.7.1),

- (2.2.7.2),

- (2.2.7.3),

- (1.6.5.3),

- (1.6.5.4).

C. (3.12.1).

1.4. Retinal Migraine

A. (1.17) > 2.

B. (1.7.3) ve (1.6.5.5).

C. (3.10.1).

1.5. Childhood periodic syndromes that may be precursors to or associated with migraine

1.5.1. Benign paroxysmal vertigo of childhood

A. (2.2.2) ve (2.2.3) ve (2.2.22).

B. (3.18.1)

C. (3.8.1).

1.5.2. Alternating hemiplegia of childhood

- A. Başlangıç Yaşı < 18 ay
- B. (1.6.2.10) ve (1.6) = T (Taraf Değiştiren).
- C. (3.18.2).

1.6. Complications of migraine

1.6.1. Status migrainous

- A. Migraine with Aura [1.1] veya Migraine Without Aura [1.2] sağlanmalı.
- B. Migren, ama (1.4) > 72 saat.
- C. (1.5.1).

1.6.2. Migrainous infarction

- A. Migraine with aura [1.2] için bütün belirtiler sağlanmalı.
- B. (1.07.6)
- C. (3.11.2).

1.7. Migrainous disorder not fulfilling above criteria

- A. Biri dışında bütün kriterler sağlanmalı.
- B. Gerilim Tipi Baş ağrısı [2] belirtilerinin hepsi sağlanmamalı.

2. Tension-type headache (Gerilim Tipi Baş ağrısı)

2.1. Episodic tension-type headache

- A. {(1.17) > 10} ve {(1.16) < 180/yıl}.
- B. 30 dakika < (1.4) < 7 gün.
- C. Aşağıdakilerin en az iki tanesi:
 - (1.1.5).
 - (1.2.1) veya (1.2.2).
 - (1.3.2).
 - (1.9.4).
- D. {(2.2.2) ve (2.2.3) olmayacak}
 - ve
 - {(2.2.4) ve (2.2.5) olmayacak veya yalnızca biri olacak}.
- E. (1.12.46) ve (1.15.15)

F. Aşağıdakilerin en az bir tanesi:

- (hastalık 5..11 değil),
- (5..11'e uyuyor ama en az bir belirti uymuyor),
- (5..11'e uyuyor ama zaman olarak yakın değil).

2.1.1. Episodic tension-type headache associated with disorder of pericranial muscles

A. Episodic Tension-type Headache [2.1] için bütün belirtiler sağlanmalı.

B. (2.2.8) veya (3.14.2).

C. 2.2.9.

2.1.2. Episodic tension type headache unassociated with disorder of pericranial muscles

A. Episodic Tension-type Headache [2.1] için bütün belirtiler sağlanmalı.

B. (2.2.8) belirtisi olmamalı.

C. (3.14.1).

2.2. Chronic tension-type headache

A. (1.16) > 180/gün ve (1.5.7).

B. Aşağıdakilerin en az iki tanesi:

- (1.1.5).
- (1.2.1).
- (1.2.2) ve/veya (1.3.2).
- (1.9.4).

C. (2.2.3) sağlanmayacak ve (2.2.2), (2.2.4) ve (2.2.5) koşullarından en fazla biri sağlanacak.

D. Aşağıdakilerin en az bir tanesi:

- (hastalık 5..11 değil),
- (5..11'e uyuyor ama en az bir belirti uymuyor),
- (5..11'e uyuyor ama zaman olarak yakın değil).

2.2.1. Chronic tension-type headache associated with disorder of pericranial muscles

A. Chronic Tension-type Headache [2.2] için bütün belirtiler sağlanmalı.

B. (2.2.8) veya (2.2.9).

C. (3.14.2).

2.2.2. Chronic tension-type headache unassociated with disorder of pericranial muscles

A. Chronic Tension-type Headache [2.2] için bütün belirtiler sağlanmalı.

B. (2.2.8) veya (2.2.9).

C. (3.14.2)

2.3. Headache of the tension-type not fulfilling above criteria

A. Chronic Tension-type Headache [2.2] için bütün belirtiler biri dışında sağlanmalı.

B. Migraine Without Aura [1.1] için olan belirtiler sağlanmamalı.

3. Cluster headache and paroxysmal hemicrania (Küme Tipi ve Paroksizmal Baş ağrısı)

3.1. Cluster headache

A. (1.17) > 5.

B. (1.3.1) ve (1.3.3) ve (1.3.4) ve (1.3.0) ve 15 dakika < (1.4) < 180 dakika ve (1.2.5).

C. Aşağıdakilerin en az bir tanesi:

- (2.2.6.1).

- (2.2.6.2).

- (2.2.6.3).

- (2.2.6.4).

- (2.2.6.5).

- (2.2.6.6).

- (2.2.6.7).

- (2.2.6.8).

D. $1 < (1.16.1) < 8$.

E. Aşağıdakilerin en az bir tanesi:

- (hastalık 5..11 değil),
- (5..11'e uyuyor ama en az bir belirti uymuyor),
- (5..11'e uyuyor ama zaman olarak yakın değil).

3.1.1. Cluster headache periodicity undetermined

A. Cluster Headache [3.1] için bütün belirtiler sağlanmalı.

B. Episodic Cluster Headache [3.1.2] ve Chronic Cluster Headache [3.1.3] belirtileri sağlanmamalı.

3.1.2. Episodic cluster headache

A. Cluster Headache [3.1] için bütün belirtiler sağlanmalı.

B. (1.5.4) ve $7 \text{ gün} < (1.4) < 1 \text{ yıl}$.

3.1.3. Chronic cluster headache

A. Cluster Headache [3.1] için bütün belirtiler sağlanmalı.

B. (1.5.3).

3.1.3.1. Chronic cluster headache unremitting from onset

A. Chronic Cluster Headache [3.1.3] için bütün belirtiler sağlanmalı.

B. (1.5.3).

3.1.3.2. Chronic cluster headache evolved from episodic

A. Chronic Cluster Headache [3.1.3] için bütün belirtiler sağlanmalı.

B. (1.5.8)

3.2. Chronic paroxysmal hemicrania

A. (1.17) > 50 .

B. (1.3.1) ve (1.3.3) ve (1.3.4) ve (1.3.5) ve $2 \text{ dakika} < (1.4) < 45 \text{ dakika}$ ve (1.2.5).

C. (1.16.1) > 5 .

D. Aşağıdakilerin en az bir tanesi:

- (2.2.6.1).
- (2.2.6.2).
- (2.2.6.3).
- (2.2.6.4).
- (2.2.6.7).
- (2.2.6.8).

E. (1.15.3).

F. Aşağıdakilerin en az bir tanesi:

- (hastalık 5..11 değil),
- (5..11'e uyuyor ama en az bir belirti uymuyor),
- (5..11'e uyuyor ama zaman olarak yakın değil).

3.3. Cluster headache-like disorder not fulfilling above criteria

A. Cluster Headache [3.1] ve Chronic Paroxysmal Hemicrania [3.2] için bütün kriterler biri dışında sağlanmalı.

4. Miscellaneous headaches unassociated with structural lesion

4.1. Idiopathic stabbing headache

- A. {(1.3.4) veya (1.3.5) veya (1.3.7)} ve (1.10.1).
- B. (1.1.4) ve (1.4.1)
- C. (1.5.6).
- D. (3.12.1).

4.2. External Compression Headache

- A. (1.3.6) veya (1.3.18).
- B. (1.12.59).
- C. (1.11.1).
- D. (1.12.3).
- E. (3.1.1) ve (3.12.1).

4.3. Cold stimulus headache

4.3.1. External application of a cold stimulus

- A. (1.12.2).
- B. (1.3.2).
- C. (1.11.4).

4.3.2. Ingestion of a cold stimulus

- A. (1.12.10).
- B. (1.4) < 5 dakika.
- C. (1.3.6) ve hastalığın migren olmadığından emin

olunacak.

4.4. Benign cough headache

- A. (1.12.4) ve (1.3.2) ve (1.10.1) ve (1.4) < 1 dakika.
- B. (1.15.21).
- C. (3.1.1) ve (3.12.1).

4.5. Benign external headache

- A. (1.12.5).
- B. (1.3.2) ve hastalığın migren olmadığından emin olunacak.
- C. 5 dakika < (1.4) < 24 saat.
- D. (1.12.60) veya (1.12.61).

4.6. Headache associated with sexual activity

- A. (1.12.11).
- B. (1.3.2).
- C. (3.15.1).

4.6.1. Dull type

- A. Headache associated with sexual activity [4.6]

sağlanmalı.

- B. (1.1.5).

4.6.2. Explosive type

- A. Headache associated with sexual activity [4.6]

sağlanmalı.

- B. (1.1.2) ve (1.2.5) ve (1.10.1).

4.6.3. Postural type

- A. Headache associated with sexual activity [4.6]

sağlanmalı.

- B. (1.1.2) ve (1.9.1).

5. Headache associated with head trauma

5.1. Acute post-traumatic headache

5.1.1. With significant head trauma and/or confirmatory signs

A. Aşağıdakilerin en az bir tanesi:

- (2.2.31).

- (1.12.13) ve (1.4) > 10 dakika.

- {(3.2.1) veya (3.2.2)} ve {(3.4.1) ve/veya (3.4.2)}

ve {(3.7.1) ve/veya (3.7.2)} ve (3.5) ve (3.6).

B. (1.12.12).

C. (1.4.5).

5.1.2. With minor head trauma and no confirmatory signs

A. [5.1.1.A] sağlanmayacak.

B. (1.12.12).

C. (1.4) > 8 hafta.

5.2. Chronic post-traumatic headache

5.2.1. With significant head trauma and/or confirmatory signs

A. Aşağıdakilerin en az bir tanesi:

- (2.2.31).

- (1.12.13) ve (1.4) > 10 dakika.

- (3.2) ve (3.4) ve (3.5) ve (3.6) ve (3.7).

B. (1.12.12).

C. (1.4) > 8 hafta.

5.2.2. With minor head trauma and no confirmatory signs

A. [5.2.1.A] sağlanmayacak.

B. (1.12.12).

C. (1.4) > 8 hafta.

6. Headache associated with vascular disorder

A. (1.12.62).

B. (3.13) fakat (3.13.1) değil.

C. (3.9.2).

6.1. Acute ischemic cerebrovascular disease

A. Headache associated with vascular disorder [6] belirtileri sağlanmalı.

B. (1.12.45) ve (1.4) < 48 saat.

C. (3.12.18).

6.1.1. Transient ischemic attack

A. Acute ischemic cerebrovascular disease [6.1] sağlanmalı.

B. (1.4) < 24 saat.

6.1.2. Thromboembolic stroke

A. Acute ischemic cerebrovascular disease [6.1] sağlanmalı.

B. (1.4) > 24 saat.

6.2. Intracranial hematoma

6.2.1. Intracerebral hematoma (including traumatic parenchymal hematoma)

A. (1.4) < 24 saat.

B. (3.11.3).

6.2.2. Subdural hematoma

A. (3.11.4).

6.2.3. Epidural hematoma

A. (3.11.5).

6.3. Subarachnoid hemorrhage

A. (3.5.4).

B. {(3.13.2.1) ve (1.4) < 60 dakika} veya {(3.13.3.1) ve (1.4) < 12 saat}.

C. Aşağıdakilerin en az bir tanesi:

- (1.2.5).

- (1.3.2).

- (2.2.10).

- (2.2.12).

6.4. Unrupted vascular malformation

6.4.1. Arteriovenous malformation

A. (3.13.3.1) ve/veya (3.12.8) ve/veya (3.11.8) ve/veya (3.13.3.2).

6.4.2. Saccular aneurysm

A. (3.11.7) ve/veya (3.12.7) ve/veya (3.13.2.2) ve/veya (3.13.2.2).

6.5. Arteritis

6.5.1. Giant cell arteritis

A. Aşağıdakilerin en az bir tanesi:

- (2.2.13).

- (3.1.2).

- (1.15.4).

B. (3.16.2).

6.5.2. Other systemic arteritides

A. (1.12.63).

6.5.3. Primary intracranial arteritis

A. (3.16.2) ve/veya (3.13.5).

6.6. Carotid or vertebral artery pain

6.6.1. Carotid or vertebral dissection

A. Aşağıdakilerden en az bir tanesi:

- (3.12.18).

- (2.2.6.9) ve/veya (2.2.13) ve/veya (1.6.5.1).

- (3.13.6).

- (1.3.1).

B. (3.9).

6.6.2. Carotidynia (idiopathic)

A. Aşağıdakilerden en az bir tanesi:

- (2.2.6.10).

- (2.2.6.11).

- (2.2.6.12).

B. (3.13.1).

C. (1.3.19) ve/veya (1.3.1) ve/veya (1.3.7).

D. (1.4) < 2 hafta.

6.6.3. Post endarterectomy headache

A. (1.12.14).

B. (3.13.6) belirtisi olmayacak.

C. (1.4) < 2 gün ve (1.3.1.3).

6.7. Venous thrombosis

A. Aşağıdakilerin en az bir tanesi:

- (1.12.64).

- (3.18.2).

- (2.2.19).

B. (3.11.17).

C. (1.3.12) ve/veya (1.3.1.3).

D. (3.13.7).

6.8. Arterial hypertension

6.8.1. Acute pressor response to exogenous agent

A. (1.12.15).

B. (1.12.16).

C. (1.15.6).

6.8.2. Pheochromocytoma

A. (1.12.15).

B. Aşağıdakilerden en az bir tanesi:

- (2.2.20).

- (2.2.21).

- (2.2.22).

C. (3.1.4) ve/veya (3.11.9) ve/veya (3.12.9).

D. (1.15.6).

6.8.3. Malignant (accelerated) hypertension (including hypertensive encephalopathy)

A. (2.2.23).

B. (1.12.66).

C. (1.12.67) belirtisi olmamalı ve (1.12.68) belirtisi olmamalı.

D. {(1.4) < 2 gün} veya {(1.12.69) ve (1.4) < 7 gün}.

6.8.4. Pre-eclampsia and eclampsia

A. (1.12.17).

B. (2.2.24) veya (3.1.3) ve (3.18.1).

C. (1.12.67) belirtisi olmamalı ve (1.12.68) belirtisi olmamalı.

D. (1.15.7) ve/veya (1.15.8).

6.9. Headache associated with other vascular disorder

7. Headache associated with non-vascular intracranial disorder

A. (3.18.2).

B. (3.12) fakat (3.12.1) değil.

7.1. High cerebrospinal fluid pressure

7.1.1. Benign intracranial hypertension

A. Aşağıdakilerin hepsi olmalı:

- (3.5.5).

- (2.2.25) ve (2.2.7.1).

- (3.12.10) belirtisi sağlanmamalı.

- (3.5.1) veya (3.5.6).

B. (1.15.9).

C. (1.12.1).

7.1.2. High pressure hydrocephalus

A. Aşağıdakilerin hepsi olmalı:

- (3.12.10).

- (3.5.5).

B. (1.15.9).

C. (3.11.10).

7.2. Low cerebrospinal fluid pressure (Düşük basınçlı beyin omurilik sıvısı)

7.2.1. Post-lumbar puncture headache

- A. (1.12.19).
- B. (1.9.5) ve (1.9.6).
- C. (1.15.16).
- D. (1.9.2).

7.2.2. Cerebrospinal fluid fistula headache

- A. (1.12.20) veya (1.12.65) veya (1.12.70).
- B. (1.12.19) veya (1.12.21) veya (1.12.22) veya (1.12.71).
- C. Post-lumbar puncture headache [7.2.1] belirtileri sağlanmalı.
- D. (1.15.17).

7.3. Intracranial infection

- A. (1.12.72).
- B. (3.11.11) veya (3.11.12).

7.4. Intracranial sarcoidosis and other non-infectious inflammatory diseases

- A. (1.12.73).
- B. (3.11.13).

7.5. Headache related to intrathecal injections

7.5.1. Direct effect

- A. (1.12.21).
- B. (1.3.2) ve (1.9.4).
- C. (1.15.2).

7.5.2. Due to chemical meningitis

- A. (1.12.22).
- B. (1.9.4) ve (1.3.2).

7.6. Intracranial neoplasm

- A. (3.12.20).
- B. (3.11.14).

7.7. Headache associated with other intracranial disorder

8. Headache associated with other substances or their withdrawal

8.1. Headache induced by acute substance use or exposure

A. (1.12.34).

B. (1.15.10).

8.1.1. Nitrate/nitrite induced headache

A. Headache induced by acute substance use or exposure

[8.1] belirtileri sağlanmalı.

B. (1.12.24).

8.1.2. Monosodium glutamate induced headache

A. Headache induced by acute substance use or exposure

[8.1] belirtileri sağlanmalı.

B. (1.12.25) veya (2.2.16).

C. Aşağıdakilerin en az iki tanesi:

- (2.2.6.12).

- (2.2.6.13).

- (2.2.6.14).

- (2.2.6.15).

- (2.2.6.17).

- (2.2.6.18).

8.1.3. Carbon monoxide induced headache

A. Headache induced by acute substance use or exposure

[8.1] belirtileri sağlanmalı.

B. (1.12.74).

8.1.4. Alcohol induced headache

A. Headache induced by acute substance use or exposure

[8.1] belirtileri sağlanmalı.

B. (1.12.29).

8.1.5. Other substances

8.2. Headache induced by chronic substance use or exposure

A. (1.12.33).

B. (1.4) > 15 gün

C. (1.15.10).

8.2.1. Ergotamine induced headache

A. Headache induced by chronic substance use or exposure [8.2] belirtileri sağlanmalı.

B. (1.12.30).

C. (1.3.2) ve (1.1.1) ve migren olmadığı kesin olmalı. (Migren [1] belirtileri sağlanmamalı).

8.2.2. Analgesics abuse headache

A. Headache induced by chronic substance use or exposure [8.2] belirtileri sağlanmalı.

B. (1.12.31).

C. (1.12.32).

D. (1.12.33).

8.2.3. Other substances

8.3. Headache from substance withdrawal (acute use)

A. (1.12.34).

B. (1.15.11).

8.3.1. Alcohol withdrawal headache (hangover)

A. Headache from substance withdrawal [8.3] sağlanmalı.

B. (1.12.75).

8.3.2. Other substances

8.4. Headache from substance withdrawal (chronic use)

A. (1.12.76).

B. (1.12.77).

C. (1.15.11).

D. (1.15.10).

8.4.1. Ergotamine withdrawal headache

A. Headache from substance withdrawal (chronic use) [8.4] belirtileri sağlanmalı.

B. (1.12.30).

C. (1.12.78).

8.4.2. Caffeine withdrawal headache

A. Headache from substance withdrawal (chronic use) [8.4]
belirtileri sağlanmalı.

B. (1.12.35).

C. (1.15.11).

8.4.3. Narcotics abstinence headache

A. Headache from substance withdrawal (chronic use) [8.4]
belirtileri sağlanmalı.

B. (1.12.78).

8.4.4. Other substances

**8.5. Headache associated with substances but with uncertain
mechanism**

8.5.1. Birth control pills or estrogens

- (1.12.58).

8.5.2. Other substances

9. Headache associated with non-cephalic infection

A. (3.1.7) ve (3.1.10).

B. (1.12.36) ve (1.15.12).

C. (2.2.11) ve (3.5.2) ve (3.5.3).

9.1. Viral infection (Viral enfeksiyonlar)

9.1.1. Focal non-cephalic

A. (1.12.36).

9.1.2. Systemic (septicemial)

A. (1.12.36).

9.2. Bacterial infection

9.2.1. Focal non-cephalic

A. (1.12.36).

9.2.2. Systemic (septicemial)

A. (1.12.36).

9.3. Headache related to other infection

10. Headache associated with metabolic disorder

A. (3.1.5).

B. (1.15.13).

10.1. Hypoxia

10.1.1. High altitude headache

A. (1.12.6).

B. Aşağıdakilerden en az bir tanesi:

- (1.12.7).

- (1.12.8).

- (1.12.9).

10.1.2. Hypoxic headache

A. (3.1.5).

10.1.3. Sleep apnoea headache

A. (1.12.80).

10.2. Hypercapnia

A. (3.1.11).

10.3. Mixed hypoxia and hypercapnia

A. Hypoxia [10.1] ve Hypercapnia [10.2] belirtileri sağlanmalı.

10.4. Hypoglycemia

A. (3.1.6).

B. (1.12.23).

10.5. Dialysis

A. (1.12.36) ve (1.15.14).

10.6. Headache related to other metabolic abnormality

11. Headache or facial pain associated with disorder of cranium, neck, eyes, ears, nose, sinuses, teeth, mouth or other facial or cranial structures

11.1. Cranial bone

A. (3.2.2) ve/veya (3.2.3) ve/veya (3.2.4) ve/veya (3.2.5) ve/veya (3.2.7).

11.2. Neck

11.2.1. Cervical spine

A. (1.3.19) ve (1.3.8) veya (1.3.6) veya (1.3.3) veya (1.3.5) veya (1.3.7) veya (1.3.9) veya (1.3.17) ve (1.3.2) ve (1.3.24).

B. (1.12.38).

C. (Aşağıdakilerden en az bir tanesi:

- (2.2.26).

- (2.2.27).

D. Aşağıdakilerden en az bir tanesi:

- (3.18.2).

- (3.3.2).

- (3.3.3) veya (3.3.4) veya (3.3.5) veya (3.3.6) veya

(3.3.7) veya (3.3.8).

11.2.2. Retropharyngeal tendinitis

A. (1.3.19) veya (1.3.8) veya (1.3.12).

B. (1.1.1) belirtisi olmayacak ve {(1.3.1) veya (1.3.2)} ve (1.12.38).

C. (3.3.9).

D. (1.15.5).

11.3. Eyes

11.3.1. Acute glaucoma

A. (1.12.39).

B. (1.3.3) ve/veya (1.3.4).

11.3.2. Refractive errors

A. (1.12.40) veya (1.12.41).

B. (1.3.6) ve (1.2.2).

C. (1.3.3) ve/veya (1.3.4).

11.3.3. Heterophoria or heterotropia

A. (1.12.81).

B. (1.2.2) ve (1.3.6).

C. Aşağıdakilerden en az bir tanesi:

- (1.12.82).

- (2.2.32).

- (1.12.40).

D. (1.15.18).

11.4. Ears

A. (1.12.83).

11.5. Nose and sinuses

11.5.1. Acute sinus headache

A. (1.12.84).

B. Aşağıdakilerden en az bir tanesi:

- (3.17.2).

- (3.11.19) veya (3.12.21).

- (3.18).

C. (1.3.12) ve (1.3.20).

D. (1.3.3) ve/veya (1.3.6) ve/veya (1.3.20).

E. (1.3.21) ve/veya (1.3.22) ve/veya (1.3.6).

F. (1.3.3) ve/veya (1.3.4) ve/veya (1.3.5).

G. (1.3.3) ve/veya (1.3.4) ve/veya (1.3.6) ve/veya (1.3.7)

ve/veya (1.3.8).

H. (1.15.19).

11.5.2. Other diseases of nose or sinuses

11.6. Teeth, jaws and related structures

11.7. Temporomandibular joint disease

A. Aşağıdakilerden en az iki tanesi:

- (2.2.14).

- (2.2.15).

- (2.2.16).

- (2.2.17).

B. (3.2.8).

C. (1.3.15) ve (1.2.3).

12. Cranial neuralgias, nerve trunk pain and deafferentation pain

12.1. Persistent (in contrast to tic-like) pain of cranial nerve origin

12.1.1. Compression or distortion of cranial nerves and second or third cervical roots

- A. (1.3.23).
- B. (1.12.87).
- C. (1.3.23).
- D. (1.3.24).

12.1.2. Demyelination of cranial nerves

- A. (3.12.16).

12.1.2.1. Optic neuritis

- A. (1.3.3).
- B. (2.2.28).
- C. (3.5.3).

12.1.3. Infarction of cranial nerves

12.1.3.1. Diabetic neuritis

- A. (1.3.3).
- B. (1.4.3).
- C. (2.2.7.2).
- D. (1.12.42).

12.1.4. Inflammation of cranial nerves

12.1.4.1. Herpes zoster

- A. (2.2.29).
- B. (1.4) < 6.

12.1.4.2. Chronic post-herpetic neuralgia

- A. (2.2.29).
- B. (1.4) > 6 ay.

12.1.5. Tolosa-Hunt syndrome

- A. {(1.7) ~ 8 hafta} ve (1.3.1) ve (1.3.3).
- B. (2.2.7.1) ve (2.2.7.2) ve (2.2.7.3).
- C. (1.15.4).
- D. (3.13.1) ve (3.12.1).

12.1.6. Neck-tongue syndrome

A. (1.3.13) veya (1.3.14).

B. (1.12.38).

12.1.7. Other causes

12.2. Trigeminal neuralgia

12.2.1. Idiopathic trigeminal neuralgia

A. {(1.3.10) veya (1.3.6)} ve {1 saniye < (1.4) < 6 dakika}.

B. Aşağıdakilerden en az 4 tanesi:

- (1.3.25).

- (1.1.4) ve (1.10.1).

- (1.2.5).

- (1.12.43).

- (2.1.1).

C. (1.11.1).

12.2.2. Symptomatic

12.2.2.1. Compression of trigeminal root or ganglion

A. (1.3.25).

12.2.2.2. Central lesions

A. Compression of trigeminal root or ganglion

[12.2.2.1] belirtileri sağlanmalı.

B. (1.12.44) ve (1.12.45).

12.3. Glossopharyngeal neuralgia

12.3.1. Idiopathic glossopharyngeal neuralgia

A. 1 saniye < (1.4) < 2 dakika.

B. Aşağıdakilerin en az 4 tanesi:

- (1.3.1).

- (1.3.14) veya (1.3.15).

- (1.1.4) veya (1.10.1).

- (1.2.5).

- (1.12.84).

C. (2.1.1).

D. (1.11.1).

12.3.2. Symptomatic glossopharyngeal neuralgia

A. (1.3.16).

B. (1.3.27).

12.4. Nervus intermedius neuralgia

A. (1.3.15) ve {1 saniye < (1.4) < birkaç dakika}.

B. (1.3.28).

12.5. Superior laryngeal neuralgia

A. (1.3.16) ve {Birkaç dakika < (1.4) < birkaç saat}.

B. (1.12.85).

C. Birkaç gün < (1.19) < birkaç hafta.

D. (1.12.88).

12.6. Occipital neuralgia

A. (1.3.8).

B. (1.1.4).

C. (2.2.33).

D. (1.15.20).

12.7. Central causes of head and facial pain other than tic douloureux**12.7.1. Anaesthesia dolorosa**

A. (1.3.25).

B. (2.2.30).

12.7.2. Thalamic pain

A. (2.2.30) ve (1.3.1).

B. Aşağıdakilerden en az 1 tanesi:

- (1.12.45).

- (1.12.44).

- (3.11.16) veya (3.12.17).

12.8. Facial pain not fulfilling criteria in groups 11 or 12

A. (1.4) = Birkaç gün.

B. (1.3.1) ve/veya {(1.3.19) veya (1.3.11) veya (1.3.10)}.

C. (3.2.1).

13. Headache not classifiable

EK-D MATLAB PROGRAM KODLARI

% PERSEPTRON İLE HASTALIKLARIN SINIFLANDIRILMASI.

% Hasta Örneklerindeki Belirtiler:

```
p = [
1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1
1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0;
1 0 1 0 1 1 0 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 1 1 1
1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 0 1;
1 0 1 1 1 1 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 0;
1 0 1 1 1 1 0 1 0 0 1 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1
1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0;
0 0 1 0 0 1 0 1 0 0 0 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0
1 0 1 0 0 0 1 0 1 1 1 0;
1 0 1 1 0 1 0 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 0 0 1 0 0 1 1 0 1 0 1 0 1
1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 0;
1 0 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0 1 1 1 1 0 0 0 1 0 0 1 0 0 1 1 0 1 0 1 0 1
1 0 1 0 0 1 1 0 1 1 1 0;
0 0 1 1 1 1 1 1 0 1 1 0 0 1 1 1 0 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 1 0 0 1
1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0;
1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 1 0 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 0 0 1
1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1 0;
1 0 0 1 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 1 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1
0 1 0 0 0 0 0 1 0 1 1 0
];
```

% Hasta örneklerinin hastalıkları:

```
t = [
1 0 1 1 1 1 0 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 0 1
1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0;
1 1 0 1 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 0 1 1 1 0 1 1
0 1 0 1 0 0 0 1 0 1 1 1
];
```

% Perseptron nöronlarının çıkışları şu şekilde yorumlanmıştır:

```
% 11 : Auralı migren
% 10 : Aurasız migren
% 01 : Gerilim tipi
```

```
% Test belirtileri:
```

```
pctest = [
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1;
0 1 1 1 1 0 0 1 0 0 1 1 1 1 1 0 0 1 0;
0 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1;
0 1 1 1 1 1 1 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1;
1 1 1 1 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1;
0 0 1 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1 0 1 0 1 0 0 0;
1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1;
0 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1;
0 1 0 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0
];
```

```
% Test teşhisleri:
```

```
tctest = [
0 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1;
1 1 0 1 1 1 0 0 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0
];
```

```
% 2 nöronlu perseptron ağının oluşturulması:
```

```
net = newp(minmax(p), 2);
```

```
% Ağın ağırlık vektörlerinin rastgele değerlerle başlatılması:
```

```
net = init(net);
```

```
% Perseptron ağının eğitim seti ile eğitilmesi:
```

```
net = train(net, p, t);
```

```
% Eğitimden sonra perseptron ağının test örneklerine verdiği
yanıt:
```

```
sonuc = sim(net, pctest);
```

```
% Kaç örneğin yanlış yanıtlandığının bulunması:
```

```
[nrow, ncol] = size(sonuc);
```

```
dogru = 0;
```

```
yanlis = 0;
```

```
yanlislar = zeros(ncol);
```

```
ndx = 0;
for i = 1:ncol
    if sonuc(1,i) == ttest(1,i) && sonuc(2,i) == ttest(2,i)
        dogru = dogru + 1;
    else
        yanlis = yanlis + 1;
        ndx = ndx + 1;
        yanlislar(ndx) = i;
    end
end

% Test örneklerindeki doğru ve yanlış teşhis sayılarının
yazdırılması:
fprintf('Doğru sayısı: %d, Yanlış sayısı: %d\n', dogru, yanlis);
fprintf('Yanlış teşhis edilen hasta numaraları: ');
for i=1:ndx
    fprintf('%d ', yanlislar(i));
end
fprintf('\n');
===== Dosya Sonu =====
```

% GERİ YAYILIM AĞLARI İLE HASTALIKLARIN SINIFLANDIRILMASI

% Bu program, bir fonksiyon şeklinde tasarlanmıştır.

% Fonksiyona parametre olarak sırasıyla gizli katman nöron sayısı,

% çıkış katmanı nöron sayısı, maksimum epok sayısı ve eğitimde

% kullanılacak fonksiyonun ismi verilmelidir.

% Mesela "backprop(1000, 'traingd');"

% Buradaki backprop, dosya ismidir. Kullanılabilecek fonksiyon

% isimleri için Çizelge 5.2'ye bakılabilir.

function backprop(gizli, cikis, epok, fonk)

% Giriş verileri:

p = [

1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1

1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0;

1 0 1 0 1 1 0 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 1 1 1

1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 0 1;

1 0 1 1 1 1 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1

1 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 0;

1 0 1 1 1 1 0 1 0 0 1 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1

1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0;

0 0 1 0 0 1 0 1 0 0 0 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0

1 0 1 0 0 0 1 0 1 1 1 0;

1 0 1 1 0 1 0 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 0 0 1 0 0 1 1 0 1 0 1 0 1

1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 0;

1 0 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0 1 1 1 1 0 0 0 1 0 0 1 0 0 1 1 0 1 0 1 0 1

1 0 1 0 0 1 1 0 1 1 1 0;

0 0 1 1 1 1 1 1 0 1 1 0 0 1 1 1 0 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 1 0 0 1

1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0;

1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 1 0 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 0 0 1

1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1 0;

1 0 0 1 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 1 1 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1

0 1 0 0 0 0 0 1 0 1 1 0

];

% Giriş verilerinin sonuçları:

t = [

2 0 1 2 1 1 0 2 0 2 1 0 1 1 1 2 0 0 0 2 2 0 2 1 0 1 1 2 2 0 1 0 2

1 2 1 0 1 1 1 2 1 2 1 0

];

```

% Hastalıklar için kullanılan kodlar şunlardır:
% 0 : Gerilim tipi
% 1 : Aurasız migren
% 2 : Auralı migren

% Test verileri:
ptest = [
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1;
0 1 1 1 1 0 0 1 0 0 1 1 1 1 1 0 0 1 0;
0 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1;
0 1 1 1 1 1 1 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1;
1 1 1 1 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1;
0 0 1 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1 0 1 0 1 0 0;
1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1;
0 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1;
0 1 0 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0
];

% Test teşhisleri:
ttest = [
0 2 1 2 2 1 1 1 0 0 2 1 1 1 1 2 1 1 1
];

% Gizli katmanının transfer fonksiyonu logaritmik sigmoid,
% çıkış katmanının transfer fonksiyonu doğrusal olan
% geri yayılım ağının oluşturulması:
% (nöron sayıları ve eğitimde kullanılacak fonksiyon ismi
% dışarıdan alınmıştır.)
net = newff(minmax(p), [gizli, cikis], {'logsig', 'purelin'},
fonk);

% Maksimum epok sayısının belirlenmesi:
net.trainParam.epochs = epok;

% Kaç epokta bir hata grafiğinin çizileceğinin belirlenmesi:
net.trainParam.show = 250;

```



```
% Ağın ağırlıklarına rastgele başlangıç değerlerinin atanması:
net = init(net);

% Eğitim için ayrılan verilerle sistemin eğitilmesi:
net = train(net, p, t);

% Eğitimin ardından, ağın eğitim verilerine verdiği yanıt:
sonuc = sim(net, p);

% Eğitim verilerine verilen yanıtların kontrol edilmesi:
[nrow, ncol] = size(fark);
dogru = 0;
yanlis = 0;

% Eğitim için kullanılan verilerin ne kadarına doğru,
% ne kadarına yanlış yanıt verildiğinin bulunması:
for i = 1:ncol
    if fark(i) == 0
        dogru = dogru + 1;
    else
        yanlis = yanlis + 1;
    end
end
fprintf('Doğru sayısı: %d, Yanlış sayısı: %d\n', dogru, yanlis);

% Test verilerine sistemin verdiği yanıt:
sonuc = sim(net,ptest);

% 0'dan küçüklerin 0'a ve 2'den büyüklerin 2'ye yuvarlanması:
[nrow, ncol] = size(sonuc);
for i = 1:ncol
    if sonuc(i) < 0
        sonuc(i) = 0;
    elseif sonuc(i) > 2
        sonuc(i) = 2;
    end
end
end
```

```
% Kaç tanesinin doğru olduğunun bulunması:
fark = round(sonuc) - ttest;

% Test verilerinin kontrol edilmesi:
dogru = 0;
yanlis = 0;
yanlislar = zeros(ncol);
ndx = 0;

% Test verilerinden ne kadarına doğru,
% ne kadarına yanlış yanıt verildiğinin bulunması:
for i=1:ncol
    if fark(i) == 0
        dogru = dogru + 1;
    else
        yanlis = yanlis + 1;
        ndx = ndx + 1;
        yanlislar(ndx) = i;
    end
end
end
fprintf('\n\nTest sonuçları:\n');
fprintf('Doğru sayısı: %d, Yanlış sayısı: %d\n', dogru, yanlis);
fprintf('Yanlış tanımlanan hasta numaraları: ');
for i=1:ndx
    fprintf('%d ', yanlislar(i));
end

===== Dosya Sonu =====
```

% KENDİNİ DÜZENLEYEN AĞLAR İLE SINIFLANDIRMA

% Hasta Örneklerindeki Belirtiler:

p = [

```

1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1
1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0;
1 0 1 0 1 1 0 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 1 1 1
1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 0 1;
1 0 1 1 1 1 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 0;
1 0 1 1 1 1 0 1 0 0 1 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1
1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0;
0 0 1 0 0 1 0 1 0 0 0 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0
1 0 1 0 0 0 1 0 1 1 1 0;
1 0 1 1 0 1 0 1 1 0 1 1 1 1 1 1 0 1 1 0 0 1 0 0 1 1 0 1 0 1 0 1
1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 0;
1 0 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1 0 0 1 0 0 1 1 0 1 0 1 0 1
1 0 1 0 0 1 1 0 1 1 1 0;
0 0 1 1 1 1 1 1 0 1 1 0 0 1 1 1 0 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 1 0 0 1
1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0;
1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 1 0 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 0 0 1
1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1 0;
1 0 0 1 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 1 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1
0 1 0 0 0 0 0 1 0 1 1 0
];

```

% Hasta örneklerinin hastalıkları:

t = [

```

1 0 1 1 1 1 0 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 0 1
1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0;
1 1 0 1 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 0 1 1 1 0 1 1
0 1 0 1 0 0 0 1 0 1 1 1
];

```

% Hastalıklar için kullanılan kodlar şunlardır:

% 0 : Gerilim tipi

% 1 : Aurasız migren

% 2 : Auralı migren

```
% Test belirtileri:
```

```
pctest = [
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1;
0 1 1 1 1 0 0 1 0 0 1 1 1 1 1 0 0 1 0;
0 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1;
0 1 1 1 1 1 1 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1;
1 1 1 1 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0;
1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1;
0 0 1 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1 0 1 0 1 0 0;
1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 0 1 1 1;
0 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1;
0 1 0 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0
];
```

```
% Test teşhisleri:
```

```
tctest = [
0 1 1 1 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1;
1 1 0 1 1 1 0 0 1 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0
];
```

```
% Kendini düzenleyen ağı, hastalıkları 3'e ayıracak şekilde
% oluşturulması:
```

```
net = newc([0 1; 0 1; 0 1; 0 1; 0 1; 0 1; 0 1; 0 1; 0 1; 0 1], 3)
```

```
% Ağın başlangıç ağırlıklarının rastgele atanması:
```

```
net = init(net);
```

```
% Ağın eğitim verileriyle eğitilmesi:
```

```
net = train(net, p);
```

```
% Verilerin nasıl ayrıştırıldığına simüle edilmesi:
```

```
a = sim(net, p)
```

```
% Ayrıştırmanın 1,2,3 sayılarıyla ifade edilmesi:
```

```
ac = vec2ind(a)
```

```
% Sonuç:
```

```
% 45 hastalıktan sadece 2 tanesinde teşhis farklılığı var.
```

% Test verilerinin nasıl ayrıştırıldığıının simüle edilmesi:

a = sim(net, ptest)

% Ayrıştırmanın 1,2,3 sayılarıyla ifade edilmesi:

ac = vec2ind(a)

% Sonuç:

% 19 hastalıktan 4 tanesinde teşhis farklılığı var.

===== Dosya Sonu =====