



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DEMİR EKSİKLİĞİ ANEMİSİ TEŞHİSİ İÇİN
BİR BULANIK UZMAN SİSTEM TASARIMI

Ahmet YILMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektronik ve Bilgisayar Sistemleri Eğitimi
Anabilim Dalını

Temmuz-2012
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Ahmet YILMAZ tarafından hazırlanan “Demir Eksikliği Teşhisi İçin Bir Bulanık Uzman Sistem Tasarımı” adlı tez çalışması 30.07.2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik ve Bilgisayar Sistemleri Eğitimi Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ

Danışman

Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ

Üye

Yrd. Doç. Dr. Mehmet DAĞLI

Üye

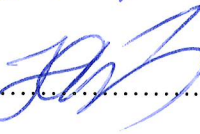
Yrd. Doç. Dr. H. Erdinç KOÇER

İmza


.....


.....


.....


.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Aşır Genç
FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Ahmet YILMAZ

Tarih: 30/07/2012



ÖZET

YÜKSEK LİSANS

DEMİR EKSİKLİĞİ ANEMİSİ TEŞHİSİ İÇİN BİR BULANIK UZMAN SİSTEM TASARIMI

Ahmet YILMAZ

**Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektronik ve Bilgisayar Sistemleri Eğitimi Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ

2012, 60 Sayfa

Jüri

**Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ
Yrd. Doç. Dr. Mehmet DAĞLI
Yrd. Doç. Dr. Erdinç KOÇER**

Bilgisayar teknolojilerinin günlük hayatın hemen hemen her alanına girmesiyle beraber, hayat standardı da her geçen gün yükselmektedir. Bilgisayar kullanımı, tıp alanında hastalıkların teşhis ve tedavisinde önemli bir yere sahiptir. Doğru karar verme tıp alanındaki önemli süreçlerden birisidir. Bu nedenle, doktorlara yardımcı olması açısından, bilgisayar destekli karar verme sistemlerinin önemi her geçen gün artmaktadır. Günümüzde önemli hastalıklardan biri olan demir eksikliği anemisi tanısını koyabilmek için detaylı tetkik gerekmektedir. Klasik olarak bakılan kan tetkikleri ile tam tanı koymak oldukça zordur. Bu çalışmada; bulanık uzman sistem ile demir eksikliği anemisinin seviyesini tespit etme ve bu sayede uzman hekimlere uygulayacakları tedavi öncesinde tam tanı koymalarına destek verici bir sistem tasarlanmıştır. Sistem tasarımının gerçekleşme sürecinde: Gerçek hasta bireylerden alınan kayıtlar incelenmiş, uzman hekimle birlikte girişler bulanıklaştırılarak bulanık kural tabanı oluşturulmuştur. Literatürde sıkça kullanılan Mamdani çıkarım mekanizması ve Centroid durulaştırma metodu kullanılmıştır. Bir görsel programlama dili olan Delphi 2010 yardımıyla tasarlanan sistemin çalışması sonucunda, anemi seviyesinin somut bir şekilde gösterilmesi sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bulanık mantık, demir eksikliği, demir eksikliği anemisi, durulaştırma, medikal, uzman sistem.

ABSTRACT

MS THESIS

DESIGN OF FUZZY EXPERT SYSTEM FOR IDENTIFICATION OF IRON DEFICIENCY ANEMIA

Ahmet YILMAZ

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN ELECTRONIC AND COMPUTER SYSTEM TRAINING
DEPARTMENT**

Advisor: Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ

Year, 60 Pages

Jury

Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ

Yrd. Doç. Dr. Mehmet DAĞLI

Yrd. Doç. Dr. Erdinç KOÇER

Along with the computer technology which has entered almost every part of our daily life, our life standards have significantly improved. The usage of the computer has an important role in the field of medicine to diagnose and treat diseases. The right decision is one of the most important processes in the field of medicine. For this reason, computer assisted determination systems are becoming more and more important to help the physicians. Detailed examinations are required to diagnose of iron deficiency anemia which is an important disease of today. It is so difficult to diagnose definitely by means of classical blood analysis. In this study, a fuzzy expert system was designed to determine the level of iron deficiency anemia and thus, expert physicians were provided with a system to assist them determine an exact diagnosis prior to their treatment. While realizing the system design, the laboratory records obtained from real patients were examined, the input parameters were fuzzified and the rule base was built with an expert physician. The centroid defuzzification method was used together with the Mamdani inference mechanism which is often used in the literature. With the help of Delphi 2010, which is a visual programming language, the level of the anemia was concretely displayed as the result of the operations of the system.

Keywords: defuzzification, expert system, fuzzilogic, medical, iron deficiency anemia, iron deficiency.

ÖNSÖZ

Seminer çalışması olarak hazırlanmış olan bu eserde bana yol gösteren ve desteklerini esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ'ye, tıbbi alanındaki araştırmalarımnda yardımcı olan Sayın Yrd. Doç. Dr. Mehmet DAĞLI'ya ve çalışmamın her aşamasında yanımda olan değerli arkadaşım Dr. Lütfi SEYREK'e teşekkür ederim

Ahmet YILMAZ
KONYA-2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Gerekçe	2
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
3. DEMİR EKSİKLİĞİ ANEMİSİ	9
3.1. Demir Fizyolojisi	9
3.2. Prevalans	11
3.3. Demir Eksikliği Anemisinin Gelişim Evreleri.....	12
3.4. Etiyoloji.....	13
3.4.1. Vucudun Demire Olan İhtiyacının Artması	14
3.4.2. Yetersiz Demir Alımı.....	15
3.4.3. Kronik Kan Kaybına Bağlı Demir Eksikliği.....	15
3.5. Demir Eksikliği Anemisinde Klinik Bulgular	17
3.6. Tanı ve Laboratuvar Bulguları.....	18
3.6.1. Hemoglobin	18
3.6.2. MCV (Mean Corpuscular Volume)	19
3.6.3. Ferritin	19
3.6.4. Serum Demir ve Demir Bağlama Kapasitesi	19
3.7. Ayırıcı Tanı.....	21
3.8. Tedavi	22
3.1.1. Oral Tedavi	23
3.1.1. Parenteral Tedavi	23
3.9. Prognoz	24
4. MATERYAL VE YÖNTEM	25
4.1. Demir Eksikliği Anemisi Teşhisi İçin Bir Bulanık Uzman Sistem Tasarımı	25
4.1.1. Giriş-Çıkış Parametrelerinin ve Üyelik Fonksiyon Aralıklarının Belirlenmesi	25
4.1.2. Üyelik Fonksiyonları	27
4.1.3. Kural Tabanı	38
4.1.4. Bulanık Sonuç Çıkarma Sistemi	40
4.1.5. Mamdani Sonuç Çıkarma Sistemi ve Takagi Sugeno Kang Sonuç Çıkarma Sisteminin Karşılaştırılması	41
4.2. Sistem Arayüzünün Tanıtılması.....	42

4.3. Uygulama Örnekleri	43
4.3.1. Uygulama Örneği 1	43
4.3.2. Uygulama Örneği 2	47
4.3.3. Uygulama Örneği 3	51
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	55
5.1 Sonuçlar	55
5.2 Öneriler	56
KAYNAKLAR	57
ÖZGEÇMİŞ	60

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

N	Normal
↓	Düşük
↑	Yüksek

Kısaltmalar

ANFIS	Uyarlamalı sinirsel bulanık denetim sistemi
ANN /YSA	Yapay sinir ağı
US	Uzman sistem
BUS	Bulanık uzman sistem
YZ	Yapay zeka
DEA	Demir eksikliği anemisi
Hb	Hemoglobin
MCV	Ortalama eritrosit hacmi
SD	Serum demiri
MCH	Ortalama eritrosit hemoglobini
MCHC	Ortalama eritrosit hemoglobin konsantrasyonu
Fe	Demir
KİBAS	Kafa içi basınç artması sendromu
RDW	Eritrosit dağılım genişliği
TDBK	Total demir bağlama kapasitesi
RBC	Eritrosit sayısı
KK	Kırmızı küre
TS	Transferin saturasyonu
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

1. GİRİŞ

Demir eksikliği anemisi (DEA), günümüz dünyasında en sık rastlanan kan hastalıklarından biridir. DEA, demirin yiyeceklerle alınımının ya da bağırsaklardan emiliminin az olması sonucu hemoglobinin asıl yapısını oluşturan hem halkasına fazla katılamamasına bağlı, hemoglobinin düşmesiyle karakterize bir anemi türüdür (Demir Eksikliği Anemisi, 2012).

Anemiler arasında en yüksek paya DEA sahiptir. Dünyada erkeklerin yaklaşık %20'si, kadınların yaklaşık %35'i, gebe kadınların yaklaşık %50'si çocukların ise yaklaşık %40'ı potansiyel anemi grubundadır. Bu oranların yaklaşık %90'ı DEA kaynaklıdır. Yaş, cinsiyet farklılıklarına göre yüzdeler dağılımlar ülkelerin gelişmiş, gelişmekte olan ve az gelişmişlik seviyelerine göre de farklılık göstermektedir: Gelişmiş ülkelerde 0-5 yaş arası çocuklarda kansızlık %5-%20 iken az gelişmiş ülkelerde 0-5 yaş arası çocuklarda bu oran %80'lere kadar çıkmaktadır. Türkiye'de ise bu oran %50 civarındadır (Demir Eksikliği Anemisi, 2006; Demir Eksikliği Anemisi Bilgileri, 2012).

DEA'nin sebepleri; kadın, erkek, çocuk ve yetişkin gruplarına göre farklılıklar göstermektedir. DEA fizyolojik olarak artan ihtiyacın karşılanamaması ya da kaybın artması ile ortaya çıkabilir. En sık rastlanan nedenler ise; fizyolojik kan kayıpları, patolojik kan kayıpları, yetersiz kan alımı, gıda demirinin yetersiz emilimi, kurşun zehirlenmeleri, doğumla ilgili nedenler (çoğul gebelikler) gibi pek çok faktör DEA'ya sebep olabilir (Demir Eksikliği Anemisi, 2012; Demir Eksikliği Anemisi Bilgileri, 2012).

DEA'nın belirtileri; hafif olgularda hafif solukluk dışında herhangi bir belirti vermeyebilir. Yalnızca yapılan kan tahlilleri ile tanı konulabilir. Ancak daha ağır olgularda iştahsızlık, sindirim bozuklukları, kabızlık, bazen ağrılı yutma gibi sindirim bozuklukları ortaya çıkabilir. Tüm kansızlık çeşitlerinde görüldüğü gibi DEA'da da çarpıntı, nefes darlığı, baş dönmesi, kulak çınlaması, halsizlik ve çabuk yorulma gibi belirtiler görülebilir. Muayene esnasında deri ve mukozalarda solukluk, dilde kızarma, kabarcık ve küçük çatlaklar görülebilir. Daha ağır vakalarda ise ağız köşelerinde çatlaklar ve dalak büyümesi görülebilmektedir. Bazı hastalarda yiyecek dışındaki şeylere duyulan istek (toprak, buz, kireç taşı, nişasta gibi) görülebilir. Bunun yanı sıra, ağız kenarında ve tırnaklarda çatlaklar, tırnaklarda biçimsizlik ve dilde tahriş olma belirtileri görülebilir (Demir Eksikliği Anemisi, 2006; Demir Eksikliği Anemisi Bilgileri, 2012; Demir Eksikliğine Bağlı Kansızlık, 2012; Kansızlık (Anemi), 2012).

Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle birlikte pek çok alanda olduğu gibi medikal alanda da sürekli yeni gelişmeler yaşanmaktadır. Geçmişte tedavisinin yapılamadığı, günümüzde ise çok basit tıbbi müdahalelerle tedavisi yapılabilen rahatsızlıkların teknoloji yardımı ile üstesinden gelinebilmektedir. Ancak medikal alanda teknolojik ilerlemeye rağmen, günümüz dünyasında değişen çevre ve yaşam koşulları sebebiyle pek çok yeni hastalık çeşidi de ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu bakımdan medikal alanda araştırmalar aralıksız devam etmektedir. Uzman doktorların bu çalışmalarına yardımcı olmak amacıyla, teknolojik alanda çalışmalar da yürütülmektedir. Pek çok hastalığın tedavisinde son derece önemli olan hastalığa doğru tanı koyabilme, DEA'da da büyük bir öneme sahiptir.

1.1. Gerekçe

Demir eksikliği tanısını koyabilmek için detaylı tetkik gerekmektedir. Klasik olarak bakılan kan tetkikleri ile tam tanı koymak zordur. Bundan dolayı bu yöndeki tam tanı çalışmaları akademik açıdan oldukça önemlidir. Doktorların hastalara uyguladıkları tedavi yöntemleri ve hastaların optimum şekilde iyileşme sürecini geçirmeleri için doğru tanı en az tedavi kadar önemlidir. Bu nedenle uzman hekimlerin doğru tanı koyma aşamasında yapay zekanın (YZ) çeşitli tekniklerinden faydalandıkları görülmektedir. YZ; zeki makineler, özellikle de zeki bilgisayar programları yapma bilimi ve mühendisliğidir (Yapay Zeka (ArtificialIntelligence) nedir?, 2012). Tıp alanında YZ'nin temel ilgi alanı klinik teşhis işlemlerini gerçekleştirebilecek ve tedavi önerilerinde bulunabilecek YZ programlarının oluşturulmasıdır (Yapay Zeka (ArtificialIntelligence) nedir?, 2012; Tıpta Yapay Zeka Uygulamaları, 2012). YZ, karmaşık tıbbi verileri analiz edebilecek yeteneklere sahiptir. YZ yöntemlerinin bir veri kümesi içindeki anlamlı ilişkileri ortaya çıkarabilme yetenekleri pek çok klinik senaryoda tanı, tedavi ve sonucu tahmin etmek için kullanılmaktadır (Tıpta Yapay Zeka Uygulamaları, 2012). Bu çalışmada; bir YZ uygulaması olan bulanık uzman sistem (BUS) ile demir eksikliği anemisinin seviyesini tespit etme ve bu sayede uzman hekimlere uygulayacakları tedavi öncesinde tam tanı koymalarına destek verici bir program tasarlanması amaçlanmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde kaynak araştırmaları özetlenmektedir; üçüncü bölümde DEA, demir fizyolojisi, DEA'nın gelişim evreleri, etyoloji, DEA'da klinik bulgular, Tanı ve laboratuvar bulguları, ayırıcı tanı, tedavi ve prognoz anlatılmaktadır; dördüncü bölümde materyal ve yöntem, DEA teşhisi için BUS'un tasarlanması,

Mamdani sonuç çıkarma sistemi - Takagi Sugeno Kang sonuç çıkarma sistemi karşılaştırması ve örnek uygulamalarla programın çalışması anlatılmaktadır; beşinci bölümde sonuçlar ve öneriler yer almaktadır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Medikal alandaki karar verme sistemlerinde kullanılmak üzere literatürde birçok yöntem yer almaktadır. Bunlar arasında; bulanık mantık (BM), yapay sinir ağları (YSA), uzman sistemler (US) ve bunların türevleri en çok kullanılan yöntemler olmuştur. Bu çalışmanın da temelini oluşturan BUS yöntemi ile yapılmış bazı medikal çalışmalar kısaca aşağıda verilmektedir.

Jason H. T. Bates ve Michael P. Young (2003) yayınlamış oldukları makalede BM ile yoğun bakım ünitesinde tıbbi karar verme sistemi tanımlamışlardır. Bu çalışmada giriş parametreleri olarak, Kan basıncı (MAP) ve Saatteki İdrar Miktarı (HUO) kullanılmıştır. Çıkış parametresi olarak da Damardaki Akış Oranı (IFR), Kan basıncı ve üre dengesi kullanmışlardır.

Koutsojannis ve Hatzilygeroudis (2004) yayınlamış oldukları makalede erkek iktidarsızlığı hastalığının teşhisi ve tedavisi için BUS tasarımı tanımlamışlardır. 70 hasta üzerinde uygulanan çalışma ve deneylerin sonucu tasarlanan sistem uzman olmayan bir ürolojiciden oldukça iyi, uzman olan bir ürolojici olarak da yaklaşık %79 seviyesinde başarılı olmuştur.

Torun S. (2007) hazırlamış olduğu tez çalışmasında hastanın 10 yıllık CHD (coronary heart disease-koroner kalp hastalığı) riskini belirlemek için bir BUS tasarlamıştır. Sistem, kullanıcıya risk oranını verir ve normal yaşam, diyet, ilaç tedavilerinden birini kullanmayı önerir. Bu çalışmada tasarlanmış sistemin belirlemiş olduğu risk oranı literatürdeki veriler ile karşılaştırılmış ve tasarlanan sistemde daha iyi sonuçlar gözlemlenmiştir. Sonuç olarak bu çalışmada sistem, CHD risk belirlemede var olan metotlar için alternatif olarak görülebilir bir çalışma olmuştur.

Sarıtaş İ., Özkan İ. A., Allahverdi N., Argınoğan M. (2006) yayınlamış oldukları makalede sedimantasyon ve prostata özel antijen gibi kronik bağırsak hastalığı belirtilerinde kullanılan ilaçların dozajının BUS ile tasarımını tanımlamışlardır. Bu çalışmada hastalar üzerinde yapılan çalışmaların verileri kullanılarak uygun ilaç dozajı belirlenmiştir. Ayrıca doktor tarafından belirlenmiş olan dozajlar ile aynı hastaların sonuçları karşılaştırılmış bunun sonucu olarak ilaç dozajını belirlemede doktorlara yardımcı olmak için sistemin olumsuz etkileri en aza indirdiği ya da tamamen kaldırdığı görülmüştür.

Sarıtaş İ. (2003) hazırlamış olduğu tez çalışmasında tıbbi alanda BUS geliştirmiştir. Geliştirilen bu sistem ile doktorlar; kronik bağırsak hastalarının

kullanacakları ilaç miktarını belirlemede, prostat kanser riskini belirlemede ve biyopsi yapılıp yapılamayacağı kararını vermede kullanabileceklerdir. Bu sistemin geliştirilmesinde 4641 hastanın verileri kullanılarak doktorlarla birlikte kurallar oluşturulmuştur. Yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçların %96 oranında başarılı olduğu tespit edilmiştir.

Yılmaz Y. (2011) tez çalışmasında insan gücü ile yapılan radyolojik grafilerin bilgisayar ortamında yorumlanması hedeflenmiştir. El bilek grafileri kemik yaşının tespitinde kullanılmakta; pediatri, adli tıp, çocuk gelişimi alanlarında sıklıkla incelenmektedir. Kemik yaşı tespitinde kullanılan Greulich - Pyle yöntemi ile Tanner – Whitehouse yöntemi incelenmiştir. Bu yöntemlerden Tanner – Whitehouse otomasyona daha uygun olmasına rağmen karmaşıklığı ve kullanılmamasından dolayı kullanımı daha kolay ve yaygın olan birinci yöntem tercih edilmiştir. Bu çalışmada bilgisayar sistemlerinde karar verme mekanizmaları incelenerek BM kullanılmasına karar verilmiştir. Kemik yaşı tespiti adına yapılan çalışmalar değerlendirilmiş, yazılım tasarımı yapılarak Karpal kemikler üzerinden pre-puberte (0-7 yaş) dönemi çocukların el grafileri yorumlanmaya çalışılmıştır. BM ile sol el grafilerini yorumlayacak yazılım geliştirilmiş ve geliştirilen yazılımla uzman kullanıcı tarafından seçilen Karpal bölgedeki kemik alanlarından incelenen grafiye ait kemik yaşı hesap edilmiştir.

Akcan T. (2011) tezinde priodontal diş hastalığı tedavisinde teşhis, tanı ve tedavi yöntemlerini analiz edip bu hastalıkla ilişkili olarak BUS geliştirmek ve hastalığın teşhis ve tedavi yönteminde diş hekimlerine yardımcı olacak bir bilgisayar programı tasarlamıştır. Tasarlanan BUS; diş hekimini çalışmasını kolaylaştırarak en doğru teşhisi koymakta ve uygun tedavi uygulamakta olup diş hekimine yardımcı olacağı ön görülmektedir. Sistem diş hekimlerine bağlı olarak ortaya çıkması mümkün olan zaman kaybını azaltarak hastalığa müdahale hızını artıracaktır. Böylece hastanın iyileşme sürecini daha kolay hale getirmiş olacaktır. Priodontal diş hastalığının tespitinde kullanılacak olan BUS klinik, radyografik bulguları giriş değerleri olarak algılanmış ve çıkış olarak hastalığın derecesi tespit edilmiştir. Bu çalışmada hastalığın derecesini ve bulanıklaştırılmayan diğer değerler olan hastalıkla ilişkili risk faktörlerini bir uzman diş hekimi tarafından oluşturulan kural tabanı US'e dâhil ederek çıkış değeri olarak hastalığın çeşidi ve tedavi yöntemi tespit etmektedir.

Altan G. (2011) hazırlamış olduğu tezde ameliyat sırasında karşılaşılan hayati fonksiyonların değerlerinin değerlerini takip güçlüğüne ve takip sonrası elde edilen verilerin yorumlanmasını ve ameliyatın gidişatının belirlenmesi işlemlerinde

karşılaşılan zorlukların bir BUS ile giderilmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Hastadan alınan verilerin anlık olarak birbirlerine göre durumlarının bulanıklaştırılarak, belirli bir bilgi tabanından sorgulanıp durulaştırılması işleminin gerçekleştirilmesi ve hastanın durumunun görsel ve işitsel olarak bildirilmesi sağlanmaktadır.

Sarıtaş İ., Allahverdi N., Sert U. (2003) yayınlamış oldukları makalede belirli girişlere bağlı olarak çıkışta prostat kanseri hastalığının teşhisi, elde edilen verilerin analizi ve öğrenme amacı için tıbbi alanda bir BUS tasarımı tanımlamışlardır. Bu çalışmanın giriş parametrelerinden biri prostat seviyesi (PV), diğeri; yaş ve prostata özgü antijen (PSA), çıkış parametresi olarak da prostat kanser riski (PCR) kullanılmıştır. Sistemin en önemli özellikleri arasında geleneksel tedavi sistemlerinden daha risksiz olduğu, hastalığın teşhisinde kullanılan malzeme ve zaman bakımından ekonomik ve hızlı olduğu, ayrıca elde ettiği sonuçların tutarlığı konusunda yüksek bir güvenilirliğe sahip olduğu ve tıp öğrencileri için öğretim sistemi olarak kullanılabilir olduğu gözlenmektedir.

Yücebaş S. C. (2006) yayınlamış olduğu çalışmada klinik karar destek sağlayan klinik karar destek sistemleri üzerinde araştırmalar yaparak bunları hekimlere; hastalara ait özel klinik bilgileri dikkate alarak karar verebilmeleri için yardım eder hale getirmek için kullanılmıştır. Bu uygulamayla, sağlık bakım hizmetlerinin kalitesini geliştirme, erken teşhis, hataları önleme, uygun tedavi ve buna bağlı maliyetlerin azaltılması gibi konularda kazanç sağlamayı hedef almıştır. Çalışmada geliştirilen bu sistem tiroit hastalıkları üzerinde geliştirilmiş olup farklı tiroit çeşitlerini tespit edebilen BM ve YZ kullanılarak oluşturulmuş bir sistemdir. Yapılan bu çalışmada sistemin oluşturulabilmesi için elektronik ve elektronik olmayan hasta kayıtlarından da yararlanılmıştır.

İncekara H. (2010) yapmış olduğu tez çalışmasında tıbbi tahlil sonuçlarının analizinde web arayüzlü BUS tasarımı konusunu ele almıştır. Tahlil değer aralıklarına (düşük, normal, yüksek) göre risk faktörlerinin belirlenmesi ve hastanın anlamını bilmediği terimlerin anlaşılacak şekilde kullanıcıların bilgisine sunulması sağlanmaya çalışılmıştır. Yapılan çalışmanın veri tabanı oluşturulurken uzman doktorlardan ve diğer kaynaklardan faydalanılmıştır. Sistem için PHP ile bir arayüz yazılarak veriler anlık olarak sisteme aktarılmıştır. Kullanıcıların uygulamaya ulaşabilmeleri için ise geliştirilen sistem web ortamında yayınlanmıştır. Yapılan çalışmada tasarlanan sistemin 732 kullanıcı değerlendirmiştir. Değerlendirme sonucunda tasarlanan sistemin bayanlarda %87, erkeklerde %90 ve genelde ise %89 başarı oranıyla değerlendirme

yaptığı belirlenmiştir. Çalışmanın sonucu olarak bulanık uzman sistem ile tıbbi tahlil sonuçlarının analiz edilmesinde olumlu sonuçlar alındığı gözlemlenmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda tasarlanan sistemin tıp alanında etkinliği ve verimliliği artıracağı gözlemlenmiştir. Ayrıca hastanelerde de kullanılarak daha ekonomik güvenilir ve kararlı bir yapım oluşturulacağı da düşünülmüştür.

Allahverdi N., Tunalı A., Işık H., Kahramanlı H. (2011) yayınlamış oldukları makalede hemoglobin ve hematokrit testinin anemi seviyesini belirlemede sıklıkla kullanıldığını ve bunun da çocuklarda önemli bir sağlık problemi olduğunu belirlemişlerdir. Bu hastalığın belirtileri; deri yüzeyindeki kan damarlarında akış az olduğu için deri soluk renkli görülür, hızlı kalp atışı, yorgunluk hissi verir. Bu çalışmada çocuklar için anemi seviyesini belirlemede geliştirilen sistemi tanımlanmışlardır. Giriş parametreleri olarak; Hb ve hematokrit kullanılmıştır. Çıkış parametresi olarak da; anemi seviyesi kullanılmıştır. Takagi-Sugeno tip bulanık sinir ağı kullanılmıştır ve başarı oranı da %90 ile %95.8 arası olarak tespit edilmiştir. Literatürde yapılan çalışmalarda ise bilgisayar modelleri ile sınıflandırmaya çalışılmış FCM algoritması %97 başarı sağlamıştır. Bu çalışmada DEA üzerinde detaylı bir şekilde çalışılmış ancak çalışmada ele alınan örneklem çocuklardan oluşmaktadır. DEA yalnızca çocuklarda görülen bir hastalık değildir. Bu bakımdan yapılan çalışma hastalığın teşhisi konusunda tüm hastaları kapsamamaktadır ve genel bir çalışmadan ziyade spesifik bir çalışma olmuştur.

Azarkhish I., Raoufy M. R., Gharibzadeh S. (2011) yayınlamış oldukları makalede laboratuvar verileri sonucu DEA ve SD seviyesini belirlemek için yapay zeka modellemesi çalışmasında; ANN ve ANFIS geliştirmiştir. Bu çalışmada demir eksikliği ANN ve ANFIS karşılaştırması yapılmıştır. Çalışma için kullanılan hasta seçimi: 92 erkek 111 kadın olmak üzere toplam 203 kişi olmuştur. Hastaların yaş aralığı ise 38-73,6'dır. İç kanaması olan ve hemodiyaliz hastaları bu çalışmanın dışında tutulmuştur. Giriş parametreleri olarak; MCV (Ortalama eritrosit hacmi), MCH (ortalama eritrosit hemoglobini), MCHC (ortalama eritrosit hemoglobin konsantrasyonu), Hb/RBC (hemoglobin/eritrosit sayısı) kullanılmıştır. Çıkış parametreleri olarak ise; Presence (mevcut olan) (U=0), Absence (eksik olan) (U=1) kullanılmıştır. Bu çalışmada yapay sinir ağı dizaynında MATLAB7 yazılımının sinir ağı araç kutusu kullanılmıştır. Yapılan çalışmada ele alınan hastaların yaş aralığı 38-73,6 olarak kalmıştır. DEA yalnızca 38 yaş ve üzeri görülebilen yetişkinlere özgü bir hastalık değildir. Göreceli ileri yaşlarda

daha fazla ortaya çıkmasına karşın her yaştan insanda görülebilen bir hastalık olması, bu çalışmanın DEA bakımından yetersiz olduğunu göstermektedir.

Doğan S. ve Türkoğlu İ. (2008) yayınlamış oldukları makalede kan biyokimya parametreleri ile demir eksikliği anemisi teşhisi için karar destek sistemi tasarımı tanımlamışlardır. Bu çalışmada sistem örüntü tanıma ile oluşturulmuş olup sistemin işleyişi veri madenciliği tekniklerinden karar ağacı yapısı ile sağlanmıştır. Giriş parametresi olarak Serum demiri (SD), Serum demir bağlama kapasitesi (SDBK), Ferritin miktarı kullanılarak, çıkış parametresi olarak da Anemi (+) ve Anemi (-) olarak değerlendirilmiştir. DEA çeşitli seviyelerde olabilmektedir ve bu seviyelere göre de çeşitli tedavi yöntemleri uygulanmaktadır. Bu çalışmada DEA için varlık ve yokluk olmak üzere iki sınıflama yapıldığından bu çalışmanın DEA bakımından yetersiz olduğunu görülmektedir.

Çalışmada, diğer DEA teşhisleri için yapılan çalışmalardan farklı olarak; sistem daha fazla giriş parametresi ile çalıştırılmıştır. Bu sayede sistemin, her yaş grubundaki bireye hitap edebilmesi ve anemiyi seviyesine göre gruplandırması amaçlanmıştır.

3. DEMİR EKSİKLİĞİ ANEMİSİ

Yaş ve cinsiyete göre hemoglobin konsantrasyonunun normal değerlerin altında olmasına anemi denir. WHO hemoglobin değerinin, kadınlarda 12 -14 gr/dl ve erkeklerde 13-16 gr/dl arasını normal, bu değerlerin altında olmasını anemi olarak tanımlamıştır. Anemi terimi bir tanı değil, klinik bir bulgudur. Anemi kendisi başlı başına bir hastalık oluşturabildiği gibi diğer birçok hastalığın klinik belirtilerinden birisini de temsil edebilir (Yüksel, 2007).

Demir eksikliği ise çeşitli nedenlere bağlı olarak organizmadaki demir miktarının normal değerlerin altında olmasına denir. Demir eksikliğinde demir depoları normal kan yapımı için yeterli olamıyor ve anemi geliyor ise bu duruma demir eksikliği anemisi denir.

3.1. Demir Fizyoojisi

“Demir tüm organizmalarda bulunan bir elementtir. Elektron transfer reaksiyonları gibi pek çok metabolik işlevi vardır. Demirin çoğu hemoglobin (Hb) başta olmak üzere fonksiyonel kompartmanda bulunur. Hb dışında miyoglobin hem içeren enzimler (sitokromlar, katalazlar ve peroksidazlar) ve heme kapsamayan bazı enzimler de (ribonükleotid redüknaz, metalloflaboproteinler ve demir-sülfür proteinleri) demir içerirler ve fonksiyonel kompartmanı oluştururlar.” (Emmungil, 2008). Vücuttaki toplam demir miktarı erkek ve kadınlarda farklılık gösterir, bu fark iki cinsiyet arasındaki vücut kütle farkı olmasıyla ilgilidir. İnsan vücudunda toplam 4 gr demir bulunmaktadır. Dağılımına bakacak olursak eritrositlerdeki hemoglobin yaklaşık 2100 mg, kaslardaki miyoglobin yaklaşık 300 mg olarak dağılmıştır. Kalanı ise karaciğerde depolanmakta (yaklaşık 1000 mg) ve kemik iliği ile dalaktaki retikülo endotalyal makrofajlarda yaklaşık 600 mg bulunmaktadır. Yalnızca küçük bir kısım demir (3-7mg) dolaşımında transferine bağlanmış halde bulunmaktadır. Ve bu havuz 3-4 saatte bir döngüye uğramaktadır (Emmungil, 2008; Yüksel, 2007).

Demir insan vücudunda ferröz (Fe^{+2}) ve ferrik (Fe^{+3}) halinde bulunur. Bu durumlar hemoglobin ve miyoglobin porfirin halkalarının oksijen taşıma fonksiyonu için sitokromlar ve diğer çeşitli enzimler gibi hayati bir önemi vardır. Vücuttaki demir miktarı barsaktan emilen ve çeşitli yollarla vücuttan kaybedilen demir arasında bir denge ile kurulur. Hemoglobin sentezinde kurulan ve eritrositlerde bulunan demir yaklaşık 4 ay kadar eritrositlerde kaldıktan sonra makrofajlar tarafından fagosite edilir

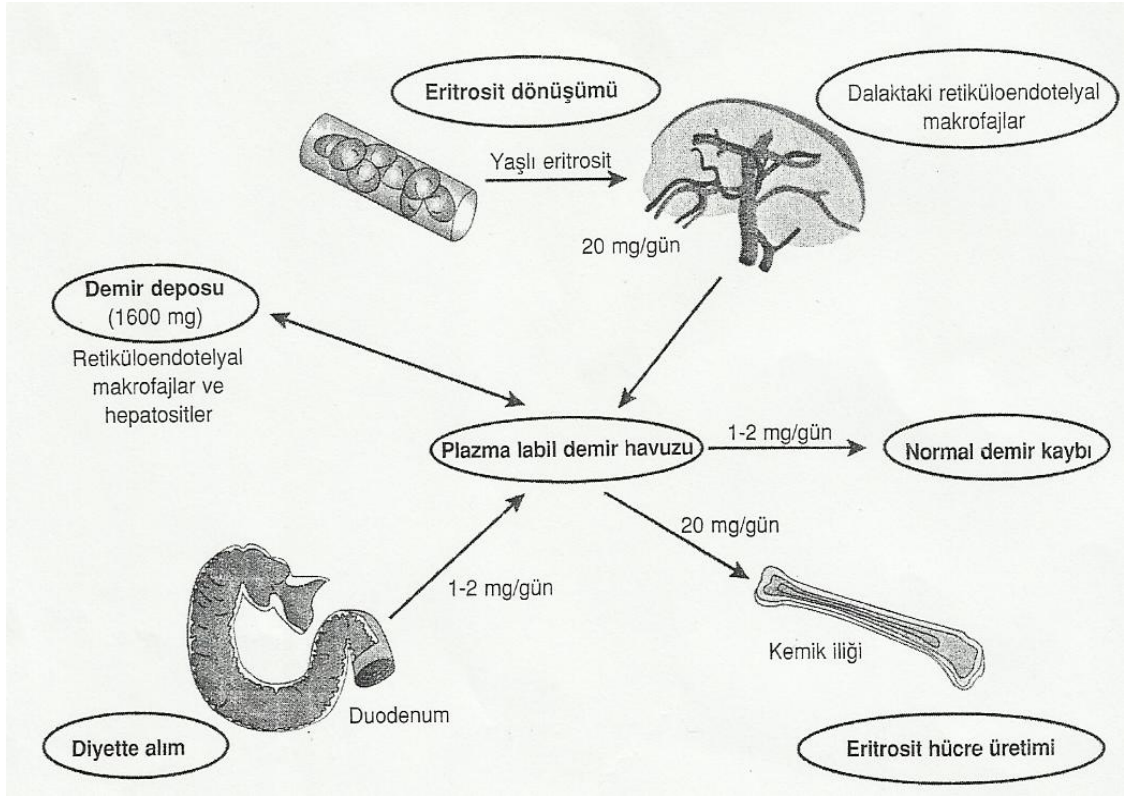
burada hemoglobinden uzaklaştırılır bir kısmı vücuttan atılır büyük bir kısmı plazmaya döner ve sıklusa yeniden katılır. Diyetteki demirin %90 kadarı hem olmayan demir, geri kalanı ise hem demiri şeklindedir. Hem demirinin emilimi hem olmayana göre çok yüksektir. Ve diyetteki faktörlerden etkilenmez sindirim sırasında Fe^{+2} formda olan demir redükte edilerek emilir. Hem demirinin %30'u hem olmayan demirin ise yalnızca %5'i emilir. Diyetle alınan demirin büyük kısmı duodenum ve proksimal jejunumdan emilir. Duodenal kript hücrelerinden demir emiliminin kontrolü ve demir atılımının kontrolünü sağlayacak herhangi bir mekanizma bulunmamaktadır. Non hem demir mide sıvısının düşük pH değerlerinde çözünür. Ferroredüktaz ile ferroz hale redüksiyonun ardından demir apikal kript hücre membranından divalent metal taşıyıcı 1 (DMT1) ile taşınır. Barsaktaki emilimin gerçekleştiği hücrenin içine girdiği andan itibaren demir ferritin ile kompleks oluşturularak depolanır. Dolaşımdaki demir bir demir taşıyıcı proteini olan transferrin ile birlikte dir. Transferrin demir kompleksi eritroid öncülleri tarafından transferrin reseptörleri ile alınır. Eritroid öncülleri üzerinde yüksek yoğunlukta bulunan transferrin reseptörleri demirin öncelikle bu hücrelere alınmasını sağlar ve transferrine bağlı demirin kritik eksikliklerine kadar bozulmamasını açıklar. Transferrin, transferrin reseptörü, ferritin, demir metabolizmasında önemli proteinler olup IRP1 ve IRP2 tarafından düzenlenir (Emmungil, 2008; Yüksel, 2007).

Barsaktan demir emilimine ilişkin birçok mekanizma bulunmaktadır. Bunlardan biri diyetle alımın düzenlenmesidir. Diyetle yüksek miktarda demir alımı olursa duodenal emilim kapasitesi azalır. Bunun yanı sıra demir absorpsiyonu demir eksikliği durumunda artar demir fazlalığı durumunda azalır. Demir hemostazına etki eden en önemli peptid hepsidin olduğu sanılmaktadır. Demir emiliminin kapasitesini düzenlemede ikinci bir mekanizma total vücut demir depoları üzerindedir. Sonuç olarak eritrositlerin demir alımının eritropoetik düzenlenmesi eritropoez için yeterli demir bulunmasına dayanmaktadır (Emmungil, 2008).

Diyetle alınan demirin emilimi çok sınırlı olduğundan vücutta günlük gereksinimi karşılayabilmek için ileri derecede koruyucu bir mekanizma vardır. Yaşlanan eritrositlerin makrofajlar tarafından fagosite edilmesi ile ortaya çıkan demir transferrin tarafından yeniden yakalanır. Demirin bu yeniden kullanımı öyle etkindir ki günlük demir ihtiyacının yaklaşık %97'si bu yolla sağlanmaktadır. Kalan 1mg ise diyetle alınan demirin barsaklardan emilmesiyle elde edilir (Yüksel, 2007).

Kırmızı et ve yumurtada +2 değerli hem demiri bulunmaktadır ve kolaylıkla emilmektedir. Balık ve tavuk gibi beyaz etlerde ise demir oranı yeterli değildir. Ispanak,

fasulye, kabak gibi yeşil sebzelerde bol miktarda demir olmasına karşın +3 değerlikli olduğu için emilimi son derece azdır. Mide asidi, c vitamini, laktat, sistein ve fruktoz demir emilimini artırmaktadır. Bu etkisini de bitkisel kaynaklı Fe^{+3} demiri Fe^{+2} demire indirgeyerek yapmaktadır (Emmungil, 2008; Şimşek, 2009). Vücut demirinin düzenlenmesi Şekil 3.1’de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Vücut demirinin düzenlenmesi (Goldman ve Ark., 2010).

3.2. Prevalans

Demir eksikliği anemisi dünyadaki en yaygın nutrisyonel problemlerden biridir. Hastanede yatmayan hastalarda en sık görülen anemi tipidir. Bunun yanında Birleşik Devletlerde birinci grup sağlık hizmetlerinde en sık karşılaşılan sorundur. Dünya popülasyonunun %10-30’unda demir eksikliği anemisi olduğu öne sürülmektedir. Bunun yanında demir eksikliği anemisinin sıklığı farklı yaş guruplarında, farklı cinsiyetlerde, ekonomik gurplarda ve coğrafyalarda o denli değişiklik gösterir ki total istatistikler anlamsızdır. Amerika’da demir eksikliği anemisinin prevalansı kadınlarda %3-5 ve erkeklerde <%1 olarak tahmin edilmekteyken; anemili ya da anemisiz demir eksikliğinin sıklığı kadınlarda yaklaşık 4 kat erkeklerde ise yaklaşık 2 kat daha fazladır.

En sık gördüğümüz hematolojik hastalık demir eksikliği anemisi (Emmungil, 2008; Yüksel, 2007).

3.3. Demir Eksikliği Anemisinin Gelişim Evreleri

Bir hemoglobinin normal biyosentezi için protoporfirin halkasına fe^{+2} eklenerek hem sentezlenmesi gerekir. Hem ile globulin birleşerek hemoglobini oluşturur. Dolayısıyla demir yokluğunda hemoglobin sentezi defektif olacaktır. Demir depolarının azaldığı ya da tükendiği ancak kan hemoglobin miktarının normal olduğu ilk aşamaya demir eksikliği adı verilir. Demir eksikliği devam eder ve hemoglobin değerlerinde azalmaya yol açar ise demir eksikliği anemisi ortaya çıkar. Anemi oluşacak kadar demir eksikliği geliştiğinde tanı içinde karakteristik olan eritrositlerin normalden daha küçük olmasına mikrositoz; normalden daha soluk boyanmasına da hipokromi denir. Tam gelişmiş bir demir eksikliğinde ortalama eritrosit hacmini gösteren MCV değeri 80 fentolitrenin altına düşer. Ortalama hemoglobin konsantrasyonunu gösteren MCHC değeri ise 31 gr/dl'nin altına indiğinde eritrosit hipokromiktir. Bunlar karakteristik bulgular olmakla birlikte demir eksikliğinin gelişmesi uzun bir süreç olduğu için, demir eksikliği anemisinin erken dönemlerinde hücrelerin normokrom-normoster olabileceği unutulmamalıdır. Diyetle yeterli demirin alınamaması, diyetle var olmasına rağmen çeşitli nedenlerle emilememesi, gebelik, emzirme ve süt çocukluğu dönemi gibi ihtiyacın arttığı durumlara bağlı olarak demir dengesinin negatif olduğu durumlarda önce karaciğer, dalak ve kemik iliğinin demir depoları boşalır ve bazı kaynaklar bu durumu prelatent demir eksikliği olarak isimlendirilir. Bu süreç devam ederse plazma demiri azalır. Hemoglobinin normal rejenerasyonu için gerekli olan kemik iliğine demir sunumu yetersiz hale gelir. Ardından demir olmadığı için protoporfirin demirle birleşemez ve dolayısıyla hemoglobin oluşamaz. Böylece demir eksikliği anemisinin bulgusu olan kan hemoglobin düzeyindeki azalma ortaya çıkar. İlerleyen dönemlerde aneminin yanı sıra klinik semptomlar ve bulgular da ortaya çıkar (Emmungil, 2008; Şimşek, 2009; Yüksel, 2007). DEA'da laboratuvar testleri Çizelgel 3.1'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. Demir eksikliği anemisinde laboratuvar testleri (Emmungil, 2008).

	Normal	Anemisiz Demir Eksikliği	Hafif Anemi ve Demir Eksikliği	Ağır Anemi ve Demir Eksikliği
Kemik iliği RES* demiri	2+,3+	Yok	Yok	Yok
Serum demiri µg/dl	60-150	60-150	<60	<40
Transferin µg/dl	300-360	300-390	350-400	>410
Saturasyon (SI/TIBC)[#], Yüzde	20-50	30	<15	<10
Hb, g/dl	Normal	Normal	9-12	6-7
Kırmızı küre görünümü	Normal	Normal	Normal-hafif hipokrom	Hipokrom ve mikroster
Plazma ve ya serum ferritin, ng/dl	40-200	<20	<10	0-10
Eritrosit protoporfirin, ng/ml kırmızı küre	30-70	30-70	>100	100-200
Diğer doku değişiklikleri	Yok	Yok	Yok	Tırnak ve epitelyal değişiklikler

*RES: Retikuloendotelial sistem, #(SI/TIBC): serum demir/Total serum demir bağlama kapasitesi

3.4. Etyoloji

Artmış fizyolojik demir gereksiniminin karşılanamadığı ya da demir dengesini olumsuz yönde etkileyen patolojik faktörlerin varlığında demir eksikliği oluşmaktadır (Şimşek, 2009; Yüksel, 2007).

Demir eksikliğinini nedeni: yaşa, cinsiyete, içinde bulunduğu sosyokültürel ortama bağlı değişmekle beraber erişkindeki en yaygın neden kronik kan kaybıdır. Ve bu kronik kan kaybının yetişkin erkeklerdeki en sık nedeni gastrointestinal sistem kanamaları; doğurganlık çağındaki kadınlarda ise menstürel kayıplardır. Postmenopozal kadınlarda ise tıpkı yetişkin erkeklerdeki gibi gastrointestinal sistem kanamaları birinci sırayı teşkil etmektedir. Bunun yanı sıra genel sebeplere bakacak olursak demirden eksik diyetle beslenme, demir emiliminin bozulması, gebelik ve laktasyonda demirin fetal ve yenidoğan eritropoezisinde kullanılmasının hemoglobin ürününe eşlik ettiği intavasküler hemolizin ya da bu faktörlerin kombinasyonu olarak sıklıkla ortaya çıkmaktadır (Şimşek, 2009; Yüksel, 2007). DEA'nın nedenleri çizelge 3.2'de listelenmektedir.

Çizelge 3.2. Demir eksikliği anemisinin nedenleri (Şimşek, 2009).

A)		Yetersiz alım ve/veya artmış ihtiyaç	
	1.	İnfant ve çocuklar	
	2.	Gebelik	
B)		Emilim ve utilizasyon (kullanım) azalması	
	1.	Parsiyel gastrektomi	
	2.	Malabsorbsiyon sendromları	
C)		Kan kaybı	
	1.	Sindirim sistemi	
		a.	Peptik ülser
		b.	İlaçlar (NSAID)
		c.	İnfeksiyonlar
		d.	İnflamasyon
		e.	Maligniteler
		f.	Telenjektaziler
		g.	Diafragmatik herni
	2.	Solunum sistemi	
		a.	Enfeksiyonlar
		b.	İnflamasyon
		c.	Malignensiler
		d.	Pulmoner hemosideroz
	3.	Genitoüriner sistemi	
		a.	Menstrüel kayıplar
		b.	İnfeksiyon / inflamasyon / malignensiler
	4.	Flebotomi	
		a.	Polisitemia vera
		b.	Tanı amacı ile alınan aşırı miktarda kan
	5.	Travma ve cerrahi	

Demir eksikliği anemisinin patogeneğinde önemli başlıca üç faktör vardır:

3.4.1. Vucudun Demire Olan İhtiyacının Artması

Bu duruma büyüme çağını gebelik ve lohusalığı örnek verebiliriz. Yaşamın ilk yılındaki hızlı büyüme sırasında term bebeklerin vücut ağırlıkları normalin üç katına çıkar ve buna paralel olarak demir ihtiyacı da yüksek düzeydedir. Özellikle 12 ile 24 ay arasındaki çocuklarda hızlı büyümeye karşılık diyetle alınan demirin yetersiz olmasından dolayı demir eksikliği anemisi ortaya çıkmaktadır. Gebelik döneminde ise vücudun fizyolojin kayıplarının yanı sıra fetusun kan yapımı için annenin demirini kullanması bu dönemde demir ihtiyacını artırmaktadır. Diyetle alınan demirin yanı sıra

oral ya da parenteral yoldan demir ile desteklenmezse birçok gebelikte demir eksikliği anemisi ortaya çıkmaktadır (Yüksel, 2007).

3.4.2. Yetersiz Demir Alımı

Yetersiz demir alınması genellikle tek başına anemi sebebi değildir. Bununla birlikte kronik kan kaybı olmadıkça ya da vücudun fizyolojik ihtiyacı artmadıkça anemi çok nadir ortaya çıkmaktadır. Yetersiz alım daha çok infantlar ve genç çocuklar için önemli olabilir (Yüksel, 2007).

Diyetle demir alımının yeterli olmasına rağmen subtotal veya total gastrektomi geçiren gastroenterostomi yapılan Billroth II gibi barsak pasajını hızlandıran operasyondan sonra, gluten enteropatisi ve diğer malabsorpsiyon sendromlarında ya da pikası olan kimselerde yetersiz demir emilimi nedeniyle demir eksikliği gelişir. Pika alışılmadık, besin olmayan maddelerin yenilmesi olarak tanımlanabilir. Bu tür materyaller demirin absorpsiyonu için inhibitör madde içeriyorsa demir eksikliğine neden olabilir. Aklorhidri varlığında da demir absorpsiyonu bozulur (Yüksel, 2007).

3.4.3. Kronik Kan Kaybına Bağlı Demir Eksikliği

Erişkin yaşta demir eksikliğini hemen tamamı kronik kan kaybına bağlıdır. Gruplara tek tek bakacak olursak postmenopozal kadınlarda ve 50 yaş üstü erkeklerde kanamanın en sık sebebi gastrointestinal sistem kaynaklıdır. Hatta bu yaş grubunda demir eksikliği anemisi saptanacak olursa gastrointestinal kanalın malign ve benign lezyonları araştırılmalıdır. Sıkça sebepler arasında hemoroidler, peptik ülser, hiatus hernisi, mide ve kolon kanseri, kronik aspirin kullanımı ve özefagus kullanımıdır. Bunun yanında diğer sistemlere bağlı olarak kronik kan kayıpları da anemi sebebi olabilmektedir (myomlar, tekrarlayan hemotiziler, erozyonlar) (Yüksel, 2007).

Yeni yetme çağındakiler ve doğurganlık çağındaki kadınlarda menstruasyonda fazla miktarda kan kaybetmeleri nedeni ile anemi açısından yüksek risk altındadır (Yüksel, 2007).

Bunun dışında menometroraji taş ve tümör gibi nedenlerle üriner sistemden olan kayıplar, paroksizmal nokturnal hemoglobinüri ve mikroanjyopatik hemolitik anemi gibi introvasküler hemoliz durumlarında, idiyopatik akciğer hemosiderozisinde, masif hemoptizide kan kaybına bağlı olarak demir eksikliği anemisi gelişebilir. Bunun yanında protez kalk kapağı olanlarda kronik intravasküler hemoliz olur, bu da anemiye sebebiyet verebilir (Yüksel, 2007).

Dünya çapında yaş grubuna bakmaksızın gastro intestinal kanamanın en sık sebebi ise kancalı kurtlardır. Schistosoma masoni ya da schistosoma japonicum ve Trichuris trichura enfeksiyonları hipokrom mikrositer anemiye neden olmaktadır. Kan kaybının nedenleri Çizelge 3.3'te gösterilmektedir.

Çizelge 3.3. Kan kaybının nedenleri (Yüksel, 2007).

A) Solunum sistemi		
	1. Karsinoma	
	2. Epistaksis	
	3. İdiyopatik pulmoner hemosideroz	
	4. Telanjektazi	
B) Sindirim sistemi		
	1. Özefagus	
		a. Varisler
	2. Mide	
		a. Anjiyodisplazi
		b. Antral vasküler ektazi
		c. Karsinoma
		d. Hemanjiyoma
		e. Hiatus hernisi
		f. Hipergastrinemi
		g. Leyomiyoma
		h. Mukozal hipertropi
		i. Ülser
		j. Varisler
		k. Karpuz karın
	3. Kolon	
		a. Amebiyaz
		b. Anjiyodisplazi
		c. Karsinoma
		d. Divertikülozis
		e. Hemanjiyoma
		f. Polipler
		g. Telenjektazi
		h. Ülseratif kolitler
	4. Safra sistemi	
		a. Çıkık pankreas
		b. Karsinoma
		c. Kolit
		d. İntrahepatik kanama
		e. Anevrizma
		f. Travma

3.5. Demir Eksikliği Anemisinde Klinik Bulgular

Demir vücutta birçok indirgenme ve yükseltgenme reaksiyonlarında yol almaktadır. Bundan dolayı demir eksikliği, anemiye yol açması yanında birçok sistemi etkileyen sistemik bir bozukluktur. Demir eksikliği demir içeren enzim sistemlerini etkilemesinden dolayı davranış ve entelektüel performans bozukluklarına da yol açabilmektedir (Şimşek, 2009).

Demir eksikliğinde klinik genellikle yavaş gelişir çünkü vücut anemiye karşı birçok adaptasyon mekanizması geliştirir. Bu fizyolojik kompensatuar mekanizmalarının varlığı ile hafif demir eksikliği anemisi bulunan birçok hasta asemptomatik kalabilir ve demir eksikliği anemisi bir başka nedenle yapılan incelemeler sonucunda tesadüfen rutin laboratuvar incelemeleri sonucunda ortaya çıkabilir. Bunun yanında aneminin saptanamaması ve demir eksikliğinin devam etmesi ile kendini sistemik bulgularla gösterebilir. Demir eksikliği anemisinin semptomları ve belirtileri dokulardaki hipoksinin şiddetine, süresine ve kardiyovasküler-pulmoner kompensasyon yanıtlarına bağlıdır (Yüksel, 2007).

DEA da görülebilen semptomlar (Yüksel, 2007):

- a. Anemiye Bağlı Genel Semptomlar ve Bulgular
 1. Halsizlik ve yorgunluk (En sık ve en erken görülen klinik bulgudur.)
 2. Solukluk
 3. Egzersiz dispnesi
 4. Baş ağrısı
 5. Çarpıntı, bayılma, göğüs ağrısı, baş dönmesi
 6. Kulak çınlaması, saç dökülmesi, konsantrasyon bozukluğu, huzursuzluk
 7. Kilo kaybı, iştahsızlık
 8. Uyku bozukluğu, libido azalması
- b. Anemi ile orantısız aşırı yorgunluk (Demirin rol aldığı metabolik yollardaki enzimlerin disfonksiyonuna bağlı)
- c. Atrofik rinit, glossit, kaşık tırnak, koilonişi, angular stomatit, chellitis
- d. Splenomegali (hastaların yaklaşık %10'unda görülmektedir. Çocuklarda tayanç sendromuyla beraber görülebilmektedir.)
- e. KİBAS (Kafa içi basınç artışı sendromu), papil ödemi, psödotümör serebri, nöbetler. İletişim bozuklukları, algılama fonksiyonlarında azalma
- f. Disfaji (Plummer Wilson veya Paterson Kelly sendromu), özefajial web, malabsorbsiyon

- g. Egzersiz intoleransı fiziksel performansta azalma
- h. Enfeksiyonlara eğilimde artma
- i. Pika, mavi sklera

Bu bulguların belirginliği aneminin gelişim hızına ve derecesine bağlıdır. Özellikle yavaş gelişen demir eksikliği durumlarında bulguların çoğu silik olup klinik belirtilerde yavaş ilerlemektedir.

Fizik muayenede çoğunlukla yeşilimsi cilt rengi ile beraber seyreden cilt ve mukozalardaki solukluk en çarpıcı bulgudur. Mavi sklera, ağız kenarındaki çatlaklar, dil papilalarında gelişen atrofi, taşkardi, masum üfürüm, tırnaklarda uzunlamasına çizgiler, tırnak ayrılmaları, kaşık tırnak, splenomegali tespit edilebilir. Bu muayene bulguları yanında demir eksikliği için spesifik olan bazı semptomlar vardır. Bunlardan en önemlisi pikadır. Pika besin maddesi olmayan birçok maddeye karşı olan açlıktır. Pika, buza karşı açlık şeklinde olabileceği gibi (pagofaji), daha az sıklıkla kil (jeofaji) ya da nişastaya karşı (amilofaji) olabilir. Pagofaji demir eksikliğinde en spesifik olduğu düşünülen pika tipidir. Demir eksikliği bunların dışında immünite bozukluğu ve enfeksiyonlara karşı dirençte azalma gibi hematolojik problemlere yol açabilmektedir (Emmungil, 2008; Yüksel, 2007).

3.6. Tanı ve Laboratuvar Bulguları

Klinik bulgularla demir eksikliği anemisinden şüphelenilen bir hastada kesin tanıyı koymak için laboratuvar testleri ile doğrulamak gerekmektedir. Bütün klinik durumlarda demir değerlendirmesi için ideal olarak nitelendirilebilecek tek bir gösterge ya da birkaç göstergenin kombinasyonu söz konusu değildir. Demir eksikliği anemisi tanısı koyarken sıkça kullandığımız laboratuvar incelemeleri tam kan sayımı ile hemoglobin düzeyi, eritrosit ortalama korpusküler hacmi, eritrosit hemoglobin içeriği, retikülosit sayımı, ferritin düzeyi, serum demir bağlama kapasitesi, transferin saturasyonu ve periferik yayma gibi yöntemlerdir (Yüksel, 2007).

3.6.1. Hemoglobin

Protoporfirin ve demirin birleşmesi ile oluşan hem halkasına globulinin eklenmesi ile oluşur. Periferik dokulara oksijen taşımada görevlidir. 1gr hemoglobin yaklaşık 136 cm³ oksijenle birleşir (Guyton, 1989).

3.6.2. MCV (Mean Corpuscular Volume)

Eritrositlerin ortalama hacimlerini göstermektedir. Erişkinlerdeki normal değeri 80-100 fentolitredir. Anemi sınıflandırılmasında önemli bir yeri vardır (Şimşek, 2009).

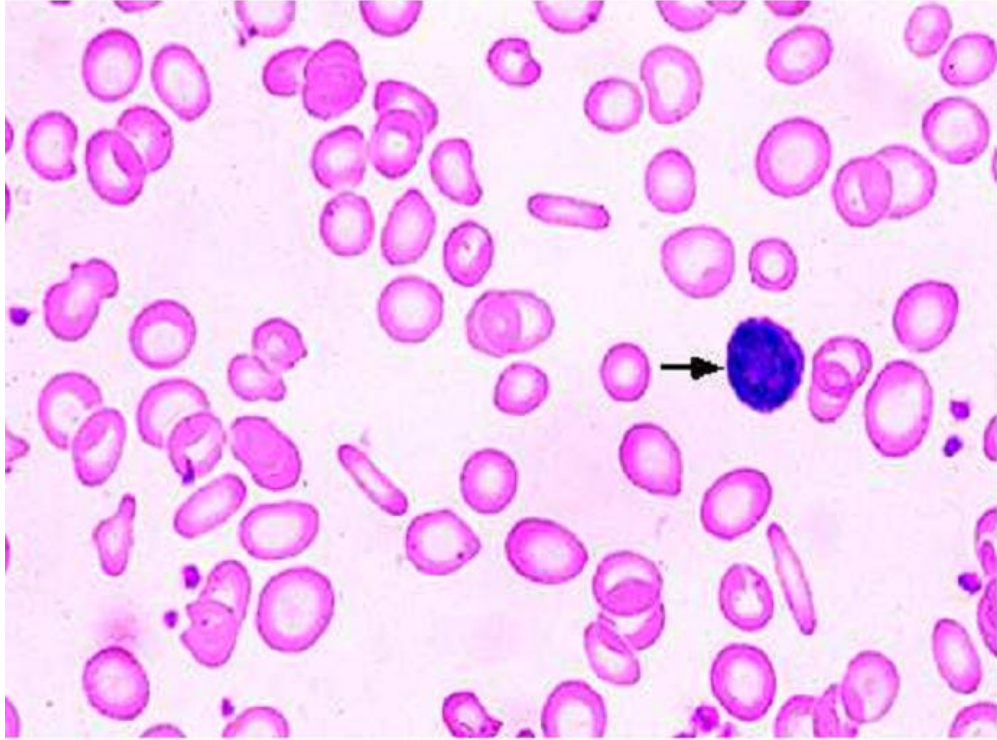
3.6.3. Ferritin

Dokulardaki demir deposunu göstermektedir. Biyokimyasal yöntemlerle kandaki düzeyi tespit edilebilmektedir. Tedavide en geç yükselen parametredir. Ortalama değeri erkeklerde 50-150µg/L kadınlarda 15-50 µg/L'dir (Şimşek, 2009).

3.6.4. Serum Demir ve Demir Bağlama Kapasitesi

Serumdaki demir düzeyi yaygın biçimde ölçülen ve demir eksikliği anemisinde genellikle düşük bulunan bir parametredir. Fakat kişiye bağlı olarak değişebilmesi, günler arasında değişiklik gösterebildiği yaşa, cinsiyete bağlı olarak değişmesinden dolayı güvenilirliğini etkilemektedir. Bundan dolayı uygun şekilde alınan bir örneğin değerlendirilebilmesi için transferin düzeylerinin saptanması zorunludur. Transferinin normal demir doygunluğu 1/3'tür; bu değer serum demir değerini gösterir. Bu değer üzerinde demirin aşırı bağlanması ile oluşan doygunluğa demir bağlama kapasitesi denir. Her iki değer toplandığında ise total demir bağlama kapasitesine ulaşılır. Transferinin demir eksikliği anemisinde artması nedeniyle total demir bağlama kapasitesi yükselir (Şimşek, 2009).

Demir eksikliği anemisinin kan yaymasındaki morfolojik bulgular ileri dönemlerde daha belirgindir. Erken dönemde normokrom normositer olabilirse de eritrositler genellikle hipokrom ve mikrositer özelliktedir. Hipokromi eritrosit ortasındaki solukluğun 1/3'ten daha büyük olmasıdır. Mikrotoz ise eritrosit hacminin küçülmesidir. Bunu yanında periferik yaymada anizositoz, poikilostoz gibi non spesifik bulgular görülebilmektedir. Fakat tecrübeli ellerde yapılan periferik kan yayması demir eksikliğini gösteren en güzel incelemedir (Yüksel, 2007). Hipokrom mikrositer hücreler Şekil 3.2'de gösterilmektedir (Emmungil, 2008).



Şekil 3.2. Hipokrom mikrositer hücreler (Emmungil, 2008).

Demir eksikliği anemisinde serum demir düzeyi düşük, TDBK yüksek, serum ferritini yüksek, serum transferin reseptörü yüksek saptanmaktadır.

Serum ferritin değeri hemen hemen her laboratuarda çalışılabilen güvenilir, noninvaziv maliyet etkin bir göstergedir. 259 anemik hastada yapılan geniş bir çalışmada demir eksikliği için düşük ferritin değerinin %95 oranında hassas ve %55 oranında duyarlı olduğu gösterilmiştir. Fakat ferritin akut faz reaktanı olduğu için vücutta kronik inflamasyon ve kronik hastalık gibi durumlarda artış gösterip yalancı pozitif çıkabilmektedir (Goldman ve Ark., 2010). Demir eksikliği anemisinin tanısı için yönlendirici bulgular çizelge 3.4'te gösterilmektedir.

Çizelge 3.4. Demir eksikliği anemisinin tanısı için yönlendirici bulgular (Şimşek, 2009).

Hb azalması	Erkek < 13,5 g/dl	Kadın < 11.5-12g/dl
MCV	<80 fl	<80 fl
MCH	<27 pg	<27 pg
MCHC	<30-31 gr/dl	<30-31 gr/dl
Yayma preparat	Mikrostik-hipokrom hücreler	Mikrostik-hipokrom hücreler
RDW değeri	Artma	Artma

Serum ferritini	<10 µg/L	Posmenapozal <10 µg/L Premenapozal <5 µg/L
Serum demiri	<14 µmol/L	<11 µmol/L
TDBK değeri	Artma	Artma
FEP düzeyi	Artma	Artma
Transferrin reseptörü	Artma	Artma
Transferin saturasyonu	<%5	<%5

Yukarıda anlatılan tüm biyokimyasal parametreler demir eksikliği anemisi tanısı koymada yardımcı olsa da, günümüzde halen altın standart tanı yöntemi kemik iliğindeki depo demirin Prusya mavisi ile boyanarak gösterilmesidir. Bu yöntemle ilik hücreliliği ve depo demiri değerlendirilir. Eritroid hiperplazi ve hemosiderin yokluğu karakteristiktir. Ayrıca demir eksikliği anemisi kemik iliği demir boyasının negatif olduğu yegane anemidir. Fakat invaziv ve maliyeti pahalı olması nedeniyle rutin olarak çok tercih edilmemektedir (Şimşek, 2009).

3.7. Ayırıcı Tanı

Demir eksikliği anemisi sıkça diğer hipokrom mikroster anemilerle (kronik hastalık anemisi, hemoglobinopatiler, sideroblastik anemi) karışmaktadır. Demir eksikliği demir depolarının olmadığı tek hipokrom mikroster hastalıktır; diğer tüm hastalıklarda depo demiri normal ya da artmıştır. Bundan dolayı demir eksikliği tanısı direkt kemik iliği incelemesi ile doğrudan konulabilir. Eğer doğrudan kemik iliği inceleme imkanı yoksa biyokimyasal parametrelerle diğer anemilerden ayırıcı tanısı yapılır. Özellikle kronik hastalık anemisi demir eksikliği anemisi ile sıkça karışmaktadır. Kronik hastalık anemisinde serum demiri ile beraber serum demir bağlama kapasitesi düşüktür. Trasferrin saturasyonu normaldir. Serum ferritini normal veya artmıştır. Kronik hastalık anemisinde depo demiri var olmasına rağmen salınan sitokinler gibi bir takım etkenlere bağlı olarak depo demiri kullanılamamaktadır. Bundan dolayı hipokrom mikroster bir anemi olarak ortaya çıkmaktadır. Hemoglobinopatilerde ise özellikle de talesemiler hemolitik anemilerdir. Yani retikülosit sayısı yüksektir (demir eksikliği anemisinde retikülosit sayısı düşüktür). Talesemilerde kesin tanı hemoglobin elektroforezi ile konulmaktadır. Sideroblastik

anemide ise artmış DALAS aktivitesi söz konusudur. Buna bağlı hem sentezi bozuktur. Biyokimyasal olarak bakılan parametrelerin tümü demir eksikliğinin tam tersidir (Emmungil, 2008; Yüksel, 2007). En sık izlenen hipokrom mikrositer anemi tipinde demir parametreleri ve eritrosit indeksleri Çizelge 3.5'te, Mikrostik hipokromik anemiler için demir testleri Çizelge 3.6'da gösterilmektedir.

Çizelge 3.5. En sık izlenen hipokrom mikrositer anemi tipinde demir parametreleri ve eritrosit indeksleri (Emmungil, 2008).

	KK	MCV	RDW	SD	TDBK	TS	Ferritin
Demir eksikliği	N↓	↓	↑N	↓	N↑	↓	↓
Kronik hastalık	N↓	N↓	N↑	↓N	↓N	↓N	N↑
Talasemi taşıyıcılığı	↑N	↓	N	N↑	N	N↑	N↑

(KK: Kırmızı küre; MCV: Ortalama eritrosit hacmi; RDW: Kırmızı küre dağılım genişliği; SD: Serum demiri; TDBK: Total demir bağlama kapasitesi; TS: Transferin saturasyonu; N: Normal; ↓: Düşük; ↑: Yüksek)

Çizelge 3.6. Mikrostik hipokromik anemiler için demir testleri (Goldman ve Ark., 2010).

Anemi	Serum demiri	Total demir bağlama kapasitesi	Transferin saturasyon yüzdesi	Serum ferritini	Serum transferin reseptörü	Kemik iliği RE demir	Kemik iliği halka sdereblastları
Demir eksikliği anemisi	Düşük	Yüksek	0-15	Düşük (<30µ/L)	Yüksek	Yok	Yok
Kronik hastalık anemisi	Düşük	Normal ya da düşük	5-15	Normal ya da yüksek	Normal	Normal ya da yüksek	Normal ya da yüksek
Sideroplastik anemi	Yüksek	Normal	60-90	Yüksek	Normal ya da yüksek	Yüksek	Yüksek

3.8. Tedavi

Demir eksikliği anemisinin tedavisinde ilk adım altta yatan etyolojik sebebi tespit edip ortadan kaldırmaktır. Bu sayede tedavinin daha başarılı olması mümkündür. Tüm vitamin, element, mineral eksikliklerinde olduğu gibi tedaviyi verip yanıt almanın tanıyı doğrulamada en etkin yol olduğu kabul edilmektedir. Fakat tüm klinisyenler sosyal problemlerden dolayı tedaviye yanıtı yeteri kadar takip edememektedir (Şimşek, 2009).

Demir eksikliği anemisinin tedavisinde demir; oral ve parenteral olmak üzere iki şekilde verilir:

3.1.1. Oral Tedavi

Demir replasman tedavisinde hemen her zaman ilk tercih edilen yol oral yoldur. Tedavide oral yoldan günde 200-325 mg elementer demir verilmelidir. Verebileceğimiz demir preparatlarının 2 değerlikli (ferröz) ve 3 değerlikli (ferrik) formları mevcuttur. Ferröz formdaki demirin emilimi ferrik forma göre daha fazladır. Ve öncelikli olarak tercih edilmesi gereken form iki değerlikli form olmalıdır. Tedavinin günde iki ya da üç kez eşit dozlara bölünerek öğün arasında ya da aç karna verilmesi önerilir. Çünkü yemeklerle beraber alındığı zaman demirin gastrointestinal sistemden emilimi azalmaktadır. Bununla birlikte oral demir alımının en önemli engeli gastrointestinal sistemde yaptığı yan etkilerdir. Dozdan bağımsız olarak diyare ve ya konstipasyon yapabilmektedir. Bu etkiler dozdan bağımsız olduğu için semptomatik tedavisi önerilir. Epigastrik ağrı, bulantı, kusma gibi yan etkiler ise doz bağımlıdır. Bu gibi yan etkiler ortaya çıktığında ilacın dozunun azaltılması ya da yemeklerle beraber alınması önerilir. Fakat yemeklerle beraber alındığı zaman barsaktan emilimi daha da azalacaktır. Bu nedenle de tedavinin etkinliği düşecektir. Bu önlemler alınmasına rağmen oral demir alımını tolere edemeyen hastalarda intramusküler ya da damar içi yoldan demir preparatları alması önerilir (Emmungil, 2008).

3.1.1. Parenteral Tedavi

Oral demir alımının tolere edilemediği, kronik kan kaybının kontrol edilemediği, inflamatuvar barsak hastalıkları ve malabsorpsiyonu olan hastalarda parenteral yoldan demir tedavisi tercih edilir. Parenteral yoldan verebileceğimiz demir intramusküler ya da intravenöz olarak verilebilir. Bu yöntemlerle 100mg elementer demir uygulanması önerilmektedir. Eğer hasta tedaviyi iyi tolere ederse günde 200-300mg'a kadar çıkılabilir. Bu yolla sodyum demir glukonat ve demir dekstran gibi demir preparatları verilebilmektedir. Parenteral demir uygulamasının alerjik reaksiyon riski olduğundan dolayı dikkatli olunmalıdır. Demir dekstranın alerjik reaksiyon yapma riski sodyum demir glukonata göre daha yüksektir. Parenteral tedaviden birkaç hafta sonra ürtiker ateş, miyalji, adenopati, artralji ile karakterize serum hastalığına benzer komplikasyonlar da gelişebilmektedir. Eğer demir dekstran intravenöz olarak verilecekse uygulama öncesi difenhidramin gibi antihistaminiklerle premedikasyon

yapılmalı ya da dilüe edilip yavaş olarak injeksiyonu yapılmalıdır (Emmungil 2008; Şimşek, 2009; Yüksel, 2007).

Demir tedavisi sonrası ilk düzelen laboratuvar bulgusu retikülositozudur. Yaklaşık 3.-4. gün retikülosit krizi olur ve yedinci sekizinci günde maksimum düzeye ulaşır. Bunu takiben iki üç hafta sonra hemoglobin artışı olur. Yeterli bir demir tedavisinden sonra; tedavi başlangıcından üç hafta sonra hemoglobin konsantrasyonu en az iki gr/dl artmış olmalıdır. Periferik yaymada görülen mikrositozun düzelmesi yaklaşık 4 ayı bulabilmektedir. Depo demirini göstermede önemli bir yere sahip olan ferritin ise tedavide en geç (6-9 ay sonra) yükselen parametredir. Tedavide yapılan önemli yanırlardan birisi de hemoglobin değerinin yükselmesinin ardından demir replasmanının kesilmesidir. Hemoglobin değeri normale geldikten sonra depo demirini sağlayabilmek için tedaviye en az 6-9 ay devam edilmelidir (Şimşek, 2009; Yüksel, 2007).

Yeterli süre replasman yapılmasına rağmen demir eksikliği anemisi düzelmiyorsa tanı gözden geçirilmelidir. Bu durumda demir eksikliği anemisi ile sık olarak karışan kronik hastalık anemisi ve talasemi taşıyıcılığı ihtimali değerlendirilmelidir. Ya da hastada düzelmeyi engelleyen ek bir hastalık olabilir. Bu süreçte önemli problemlerden biri de hastanın tedaviye uyumsuz olmasıdır. Demir preparatının dozunun ve formunun uygun olup olmadığı da gözden geçirilmelidir (Emmungil, 2008).

3.9. Prognoz

Demir eksikliği anemisinde tedavi uygun yoldan, yeterli sürede, yeterli dozda verildiği zaman sonuçlar tatmin edicidir. Anemiye bağlı olarak görülen baş ağrısı, halsizlik, yanma hissi, parestezi ve bunun gibi semptomlar birkaç gün içinde düzelebilir. Demir eksikliği anemisinde tüm sonuçlar içinde en çabuk düzelen bu saydığımız klinik bulgulardır. Klinik bulguları takiben laboratuvar parametreleri düzelmektedir. Hastanın ek bir hastalığı olmadığı sürece demir eksikliği anemisinin tedavisi, hastanın da tedaviye uyumu sağlanarak kolay bir şekilde yapılabilmektedir (Yüksel, 2007).

4. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada; Selçuk Üniversitesi, Selçuklu Tıp Fakültesi'nden bir hematoloji uzmanı ile birlikte, tasarlanacak olan sistemin girişleri bulanıklaştırılmış ve kural tabanı oluşturulmuştur. Akıl yürütme için giriş verileri ve kural tabanı arasında bağlantı kurarak çalışan BUS tercih edilmiştir. Bu tasarımın arayüzü için görsel programlama dili olan Delphi 2010 kullanılmıştır.

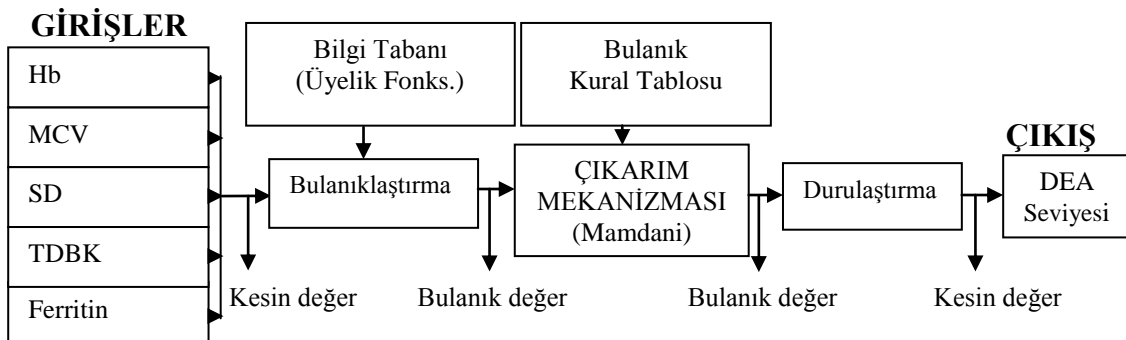
4.1. Demir Eksikliği Anemisi Teşhisi İçin Bir Bulanık Uzman Sistem Tasarımı

Günümüz teknolojisinin gelişmesiyle birlikte pek çok alanda gelişmeler yaşanmıştır. Bunlardan biri de tıbbi alandaki gelişmeler olup bilgisayar teknolojilerinin de medikal alana girmesiyle kısa zamanda çok hızlı bir değişim yaşanmıştır. Geçmişte tanısı dahi koyulamayan pek çok hastalığın teknolojinin de ilerlemesiyle üstesinden gelinebildiği görülmektedir. Teknoloji ne kadar ilerlemiş olursa olsun tedavinin iyi sonuç verebilmesi için tanının iyi koyulması gerekmektedir. Tam tanı koyabilmek, uzman hekimler için oldukça zordur ve yapay zeka uygulamaları hekimlere bu konuda büyük oranda yardımcı olmaktadır. Demir eksikliği anemisi de basit yöntemlerle kan tahlillerine bakılarak tam tanısı koyulabilmesi zor olan hastalıklardan birisidir.

Bu çalışmada, bir insanda demir eksikliği anemisinin var olup olmadığını, varsa hangi seviyede olduğunu BUS yardımıyla daha da keskinleştirmek amaçlanmıştır.

4.1.1. Giriş-Çıkış Parametrelerinin ve Üyelik Fonksiyon Aralıklarının Belirlenmesi

Bulanık sistem tasarımında uzman yardımıyla giriş parametreleri belirlenerek girişler bulanıklaştırılmıştır. Oluşan bulanık kümelerin olası ihtimalleri kullanılarak bir kural tablosu oluşturulmuştur. Tasarlanan sistemde uzmanla birlikte belirlenen giriş parametreleri hemoglobin (Hb) miktarı, Ortalama Eritrosit Hacmi (MCV), Serum Demiri (SD), TDBK (Total Demir Bağlama Kapasitesi), ferritin; çıkış parametresi olarak da DEA seviyesi belirlenmiştir. Bulanık sistem 5 giriş parametresi ve 1 çıkış parametresi olmak üzere tasarlanmıştır. Şekil 4.1'de bulanık çıkarım sistemi şeklinde gösterilmektedir.



Şekil 4.1. Bulanık Çıkarım Sistemi (Sarıtaş ve ark., 2010).

Sistemin doğru sonuç verebilmesi için kuralların doğru atışlanması oldukça önemlidir. Bu sebepten giriş ve çıkış üyelik kümelerinin aralıkları doğru belirlenmelidir. Uzmanla birlikte belirlenen bu aralıklar Çizelge 4.1.'de ve Çizelge 4.2.'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.1. Giriş parametrelerinin üyelik değer aralıkları.

Hemoglobin (gr/dL)	
Yüksek	>15 gr/dl
Normal	11 – 16 gr/dl
Düşük	9 – 12 gr/dl
Çok düşük	<11 gr/dl
MCV (fL)	
Yüksek	>90
Normal	70-105
Düşük	<85
SD (µg/dL)	
Yüksek	>135
Normal	20 – 150
Düşük	<35
TDBK (µg/dL)	
Yüksek	>350
Normal	110-370
Düşük	75 – 125
Çok düşük	<95
Ferritin (ng/mL)	
Yüksek	>130
Normal	10 – 150
Düşük	<20

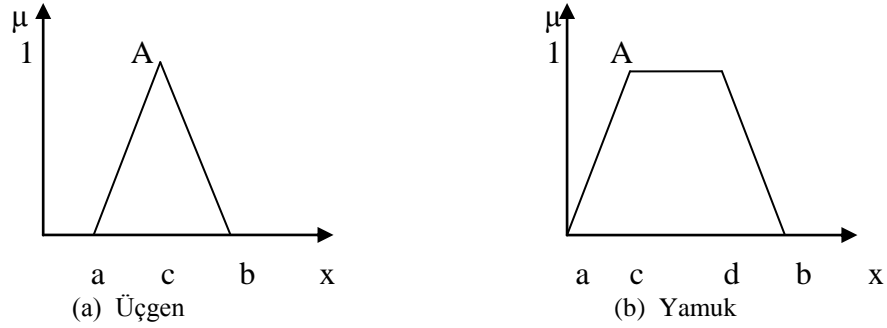
Çizelge 4.2. Çıkış parametresinin üyelik değer aralıkları

DEA Seviyesi (%)	
Şiddetli DEA	>60
ORTA DEA	40 – 80
Düşük DEA	20 – 60
DEA Yok	<40

4.1.2. Üyelik Fonksiyonları

“Bazı değerler kolayca sınıflanmamaktadır. Sınıflansa bile o kümenin ve diğer bir kümenin özelliklerini aynı anda göstermeleri nedeniyle sınıflanması yanlış olabilir.

Zadeh, sadece iki üyelik derecesi alan bu ifadeyi, 0 ile 1 arasında çeşitli üyelik dereceleri alabilen bir başka gösterim şekline genişletmiştir ve bu yeni üyelik fonksiyonunu $\mu(x)$ ile temsil etmiştir ($\mu(x):X \rightarrow [0,1]$). Bu nedenle klasik kümeleri, bulanık kümelerin özel bir durumu olarak kabul edebiliriz. Sonuçta her iki küme de elemanlardan oluşur. Kümelerin sınırları dışında iki küme türünde de üyelik dereceleri sıfırdır çünkü kümelerin buralarda elemanları yoktur” (Yılmaz, 2007).



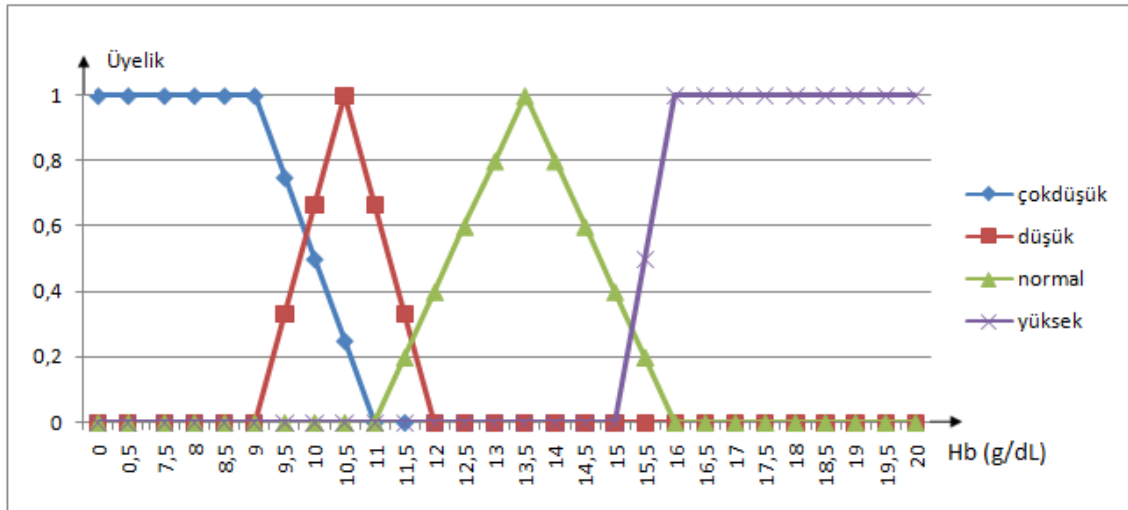
Şekil 4.2 Üçgen ve Yamuk Üyelik Fonksiyonları (Yılmaz, 2007).

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \alpha \left(\frac{x-a}{c-a} \right), & a \leq x \leq c \\ \alpha \left(\frac{x-b}{c-b} \right), & c \leq x \leq b \\ 0, & \text{diğer noktalarda} \end{cases} \quad (4.1)$$

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \alpha \left(\frac{x-a}{c-a} \right), & a \leq x \leq c \\ \alpha \left(\frac{x-b}{c-b} \right), & c \leq x \leq b \\ 0, & \text{diğer noktalarda} \end{cases} \quad (4.2)$$

Uzmanla birlikte belirlenen giriş parametrelerinin (Hb, MCV, SD, TDBK, Ferritin) üyelik fonksiyon aralıklarına göre çizilen üyelik fonksiyon grafikleri ve girilen değerlerin hangi bulanık kümeye ait olduğunun sayısal ifadeleri aşağıda şekil ve formüllerle gösterilmektedir.

Hemoglobin giriş parametresi için 0-20 g/dL aralığında çok düşük, düşük, normal, yüksek olmak üzere 4 farklı üyelik kümesi oluşturulmuştur. Oluşturulan bulanık sistemde hemoglobin parametresi bulanıklaştırılmıştır ve girilen sayısal değerlere karşılık gelen üyelik dereceleri hesaplanmıştır. Hemoglobin üyelik fonksiyon grafiği Şekil 4.3'te gösterilmektedir.



Şekil 4.3 Hemoglobin üyelik fonksiyon grafiği

Hemoglobin üyelik fonksiyonunda “çok düşük” bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri şekil 4.3'te gösterilen hemoglobin üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Çok düşük}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 9, \\ \frac{11-x}{2}, & 9 < x < 11, \\ 0, & x \geq 11, \end{cases} \quad (4.3)$$

$$\mu_{\text{Çok düşük}}(x) = \{1/9, 0.75/9.5, 0.5/10, 0.25/10.5, 0/11\}$$

Hemoglobin üyelik fonksiyonunda “ düşük” bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri şekil 4.3’te gösterilen hemoglobin üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Düşük}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 9, \\ \frac{2x}{3} - 6, & 9 < x < 10.5, \\ 8 - \frac{2x}{3}, & 10.5 \leq x < 12, \\ 0, & x \geq 12, \end{cases} \quad (4.4)$$

$$\mu_{\text{Düşük}}(x) = \{0/9, 0.33/9.5, 0.66/10, 1/10.5, 0.66/11, 0.33/11.5, 0/12\}$$

Hemoglobin üyelik fonksiyonunda “ normal” bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri şekil 4.3’te gösterilen hemoglobin üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Normal}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 11, \\ \frac{2x-22}{5}, & 11 < x < 13.5, \\ \frac{32-2x}{5}, & 13.5 \leq x < 16, \\ 0, & x \geq 16, \end{cases} \quad (4.5)$$

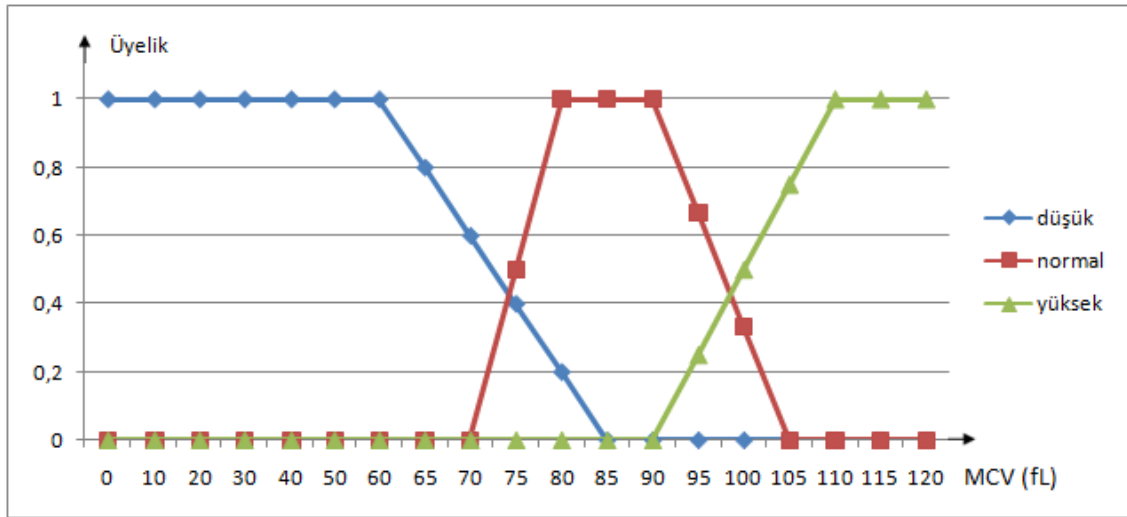
$$\mu_{\text{Normal}}(x) = \{0/11, 0.4/12, 1/13.5, 0.8/14, 0/16\}$$

Hemoglobin üyelik fonksiyonunda “ yüksek” bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri şekil 4.3’te gösterilen hemoglobin üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Yüksek}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 15, \\ x-15, & 15 < x < 16, \\ 1, & x \geq 16. \end{cases} \quad (4.6)$$

$$\mu_{\text{Yüksek}}(x) = \{0/15, 0.25/15.25, 0.5/15.5, 0.75/11.75, 1/16\}$$

MCV giriş parametresi için 0-120 fL aralığında düşük, normal, yüksek olmak üzere 3 farklı üyelik kümesi oluşturulmuştur. Oluşturulan bulanık sistemde MCV parametresi bulanıklaştırılmıştır ve girilen sayısal değerlere karşılık gelen üyelik dereceleri hesaplanmıştır. MCV üyelik fonksiyon grafiği Şekil 4.4'te gösterilmektedir.



Şekil 4.4 MCV üyelik fonksiyon grafiği.

MCV üyelik fonksiyonunda “ düşük” bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri Şekil 4.4'te gösterilen MCV üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{düşük}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 60, \\ \frac{85-x}{25}, & 60 < x < 85, \\ 0, & x \geq 85, \end{cases} \quad (4.7)$$

$$\mu_{\text{Düşük}}(x) = \{1/60, 0.8/65, 0.6/70, 0.4/75, 0.2/80, 0/85\}$$

MCV üyelik fonksiyonunda “ normal” bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri şekil 4.4’te gösterilen MCV üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Normal}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 70, \\ \frac{x}{10} - 7, & 70 < x < 80, \\ 1, & 80 \leq x \leq 90, \\ 7 - \frac{x}{15}, & 90 < x < 105, \\ 0, & x \geq 105, \end{cases} \quad (4.8)$$

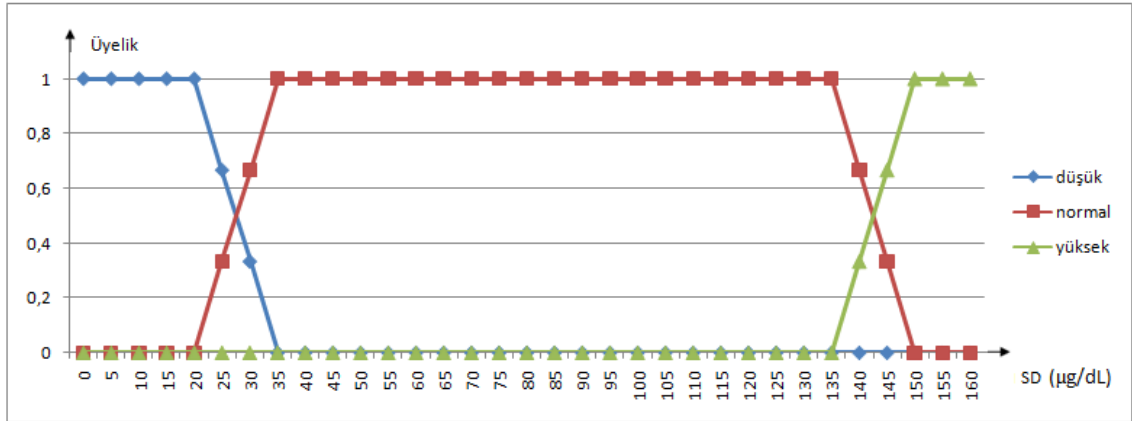
$$\mu_{\text{Normal}}(x) = \{0/70, 0.5/75, 1/80, 1/90, 0.66/95, 0.33/100, 0/105\}$$

MCV üyelik fonksiyonunda “ yüksek” bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri şekil 4.4’te gösterilen MCV üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Yüksek}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 90, \\ \frac{x-90}{20}, & 90 < x < 110, \\ 1, & x \geq 110. \end{cases} \quad (4.9)$$

$$\mu_{\text{Yüksek}}(x) = \{0/90, 0.25/95, 0.5/100, 0.75/105, 1/110\}$$

SD giriş parametresi için 0-160 µg/dL aralığında düşük, normal, yüksek olmak üzere 3 farklı üyelik kümesi oluşturulmuştur. Oluşturulan bulanık sistemde Serum demiri parametresi bulanıklaştırılmıştır ve girilen sayısal değerlere karşılık gelen üyelik dereceleri hesaplanmıştır. Serum demiri üyelik fonksiyon grafiği Şekil 4.5’te gösterilmektedir.



Şekil 4.5. SD üyelik fonksiyon grafiği

SD üyelik fonksiyonunda “ düşük” bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri şekil 4.5’te gösterilen demir üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Düşük}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 20, \\ \frac{35-x}{15}, & 20 < x < 35, \\ 0, & x \geq 35, \end{cases} \quad (4.10)$$

$$\mu_{\text{Düşük}}(x) = \{1/20, 0.66/25, 0.33/30, 0/35\}$$

SD üyelik fonksiyonunda “ normal” bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri şekil 4.5’te gösterilen demir üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Normal}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 20, \\ \frac{x-20}{15}, & 20 < x < 35, \\ 1, & 35 \leq x \leq 135, \\ 10 - \frac{x}{15}, & 135 < x < 150, \\ 0, & x \geq 150, \end{cases} \quad (4.11)$$

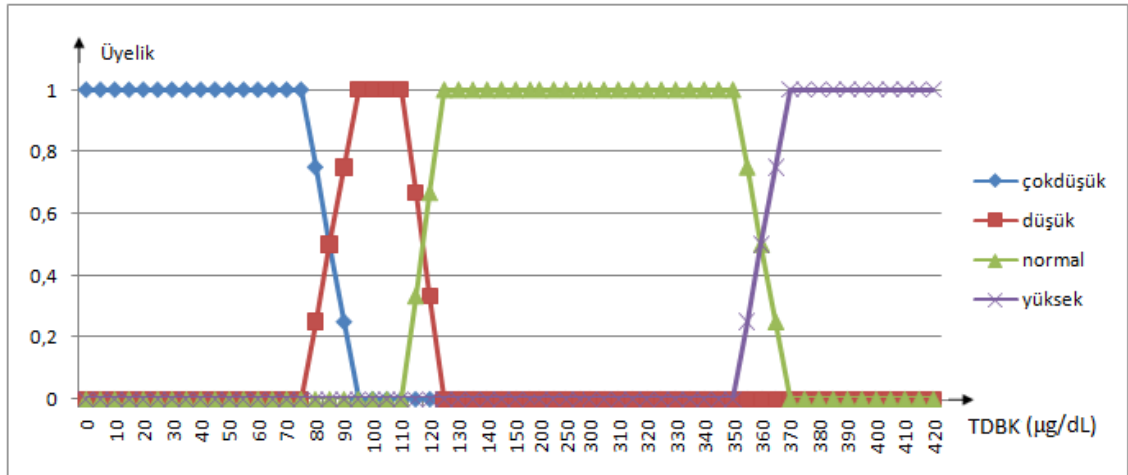
$$\mu_{\text{Normal}}(x) = \{0/20, 0.33/25, 0.66/30, 1/35, 1/50, 1/135, 0.66/140, 0.33/145, 0/150\}$$

SD üyelik fonksiyonunda “ yüksek” bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri şekil 4.5’te gösterilen demir üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Yüksek}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 135, \\ \frac{x}{15} - 9, & 135 < x < 150, \\ 1, & x \geq 150. \end{cases} \quad (4.12)$$

$$\mu_{\text{Yüksek}}(x) = \{0/135, 0.66/140, 0.66/145, 1/150\}$$

TDBK giriş parametresi için 0-420 µg/dL aralığında çok düşük, düşük, normal, yüksek olmak üzere 4 farklı üyelik kümesi oluşturulmuştur. Oluşturulan bulanık sistemde TDBK parametresi bulanıklaştırılmıştır ve girilen sayısal değerlere karşılık gelen üyelik dereceleri hesaplanmıştır. TDBK üyelik fonksiyonu Şekil 4.6'da gösterilmektedir.



Şekil 4.6. TDBK üyelik fonksiyon grafiği

TDBK üyelik fonksiyonunda “ çok düşük” bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri şekil 4.6'da gösterilen TDBK üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Çok düşük}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 75, \\ \frac{95-x}{20}, & 75 < x < 95, \\ 0, & x \geq 95, \end{cases} \quad (4.13)$$

$$\mu_{\text{Çok düşük}}(x) = \{1/75, 0.75/80, 0.5/85, 0.25/90, 0/95\}$$

TDBK üyelik fonksiyonunda “düşük” bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri şekil 4.6’da gösterilen TDBK üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Düşük}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 75, \\ \frac{x-75}{20}, & 75 < x \leq 95, \\ 1, & 95 < x \leq 110, \\ \frac{125-x}{15}, & 110 < x < 125, \\ 0, & x \geq 125, \end{cases} \quad (4.14)$$

$$\mu_{\text{Düşük}}(x) = \{0/75, 0.25/80, 0.5/85, 1/95, 1/110, 0.66/115, 0.33/120, 0/125\}$$

TDBK üyelik fonksiyonunda “normal” bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri şekil 4.6’da gösterilen TDBK üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Normal}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 110, \\ \frac{x-110}{15}, & 110 < x \leq 125, \\ 1, & 125 < x \leq 350, \\ \frac{370-x}{20}, & 350 < x < 370, \\ 0, & x \geq 370, \end{cases} \quad (4.15)$$

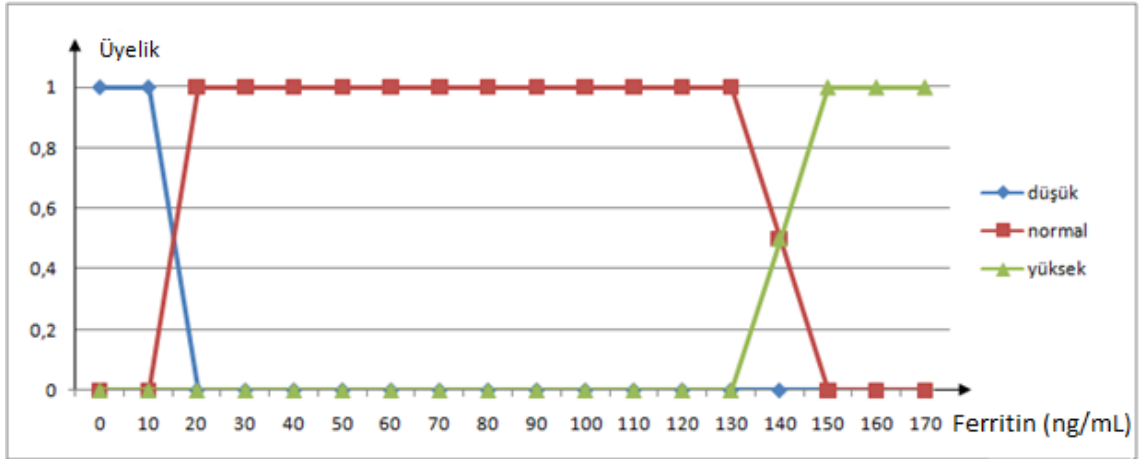
$$\mu_{\text{Normal}}(x) = \{0/110, 0.33/115, 0.66/120, 1/125, 1/350, 0.5/360, 0.25/365, 0/370\}$$

TDBK üyelik fonksiyonunda “yüksek” bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri şekil 4.6’da gösterilen TDBK üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmıştır.

$$\mu_{\text{Yüksek}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 350, \\ \frac{x-350}{20}, & 350 < x \leq 370, \\ 1, & x \geq 370. \end{cases} \quad (4.16)$$

$$\mu_{\text{Yüksek}}(x) = \{0/350, 0.25/355, 0.5/360, 0.75/365, 1/370\}$$

Ferritin giriş parametresi için 0-170 ng/mL aralığında düşük, normal, yüksek olmak üzere 3 farklı üyelik kümesi oluşturulmuştur. Oluşturulan bulanık sistemde ferritin parametresi bulanıklaştırılmıştır ve girilen sayısal değerlere karşılık gelen üyelik dereceleri hesaplanmıştır. Ferritin üyelik fonksiyon grafiği Şekil 4.7’de gösterilmektedir.



Şekil 4.7. Ferritin üyelik fonksiyon grafiği

Ferritin üyelik fonksiyonunda “düşük” bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri şekil 4.7’de gösterilen ferritin üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Düşük}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 10, \\ 2 - \frac{x}{10}, & 10 < x < 20, \\ 0, & x \geq 20, \end{cases} \quad (4.17)$$

$$\mu_{\text{Düşük}}(x) = \{1/10, 0.8/12, 0.5/15, 0.3/17, 0/20\}$$

Ferritin üyelik fonksiyonunda “normal” bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri şekil 4.7’de gösterilen ferritin üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Normal}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 10, \\ \frac{x}{10} - 1, & 10 < x \leq 20, \\ 1, & 20 < x \leq 130, \\ \frac{150-x}{20}, & 130 < x < 150, \\ 0, & x \geq 150, \end{cases} \quad (4.18)$$

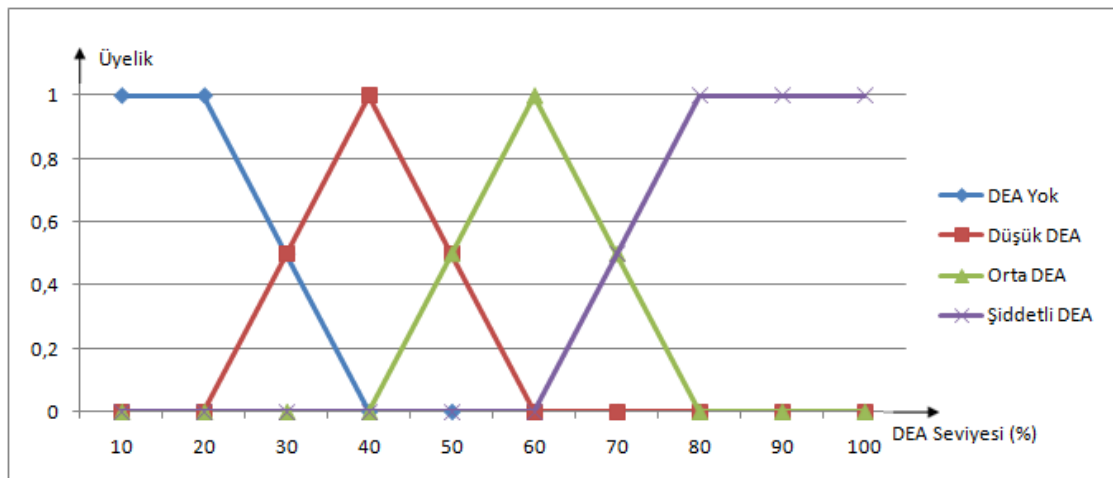
$$\mu_{\text{Normal}}(x) = \{0/10, 0.5/15, 0.7/17, 1/20, 1/130, 0.5/140, 0.25/145, 0/150\}$$

Ferritin üyelik fonksiyonunda “yüksek” bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri şekil 4.7’de gösterilen ferritin üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Yüksek}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 130, \\ \frac{x-130}{20}, & 130 < x < 150, \\ 1, & x \geq 150. \end{cases} \quad (4.19)$$

$$\mu_{\text{Yüksek}}(x) = \{0/130, 0.25/135, 0.5/140, 0.75/145, 1/150\}$$

DEA seviyesi çıkış parametresi için % 0-100 aralığında DEA yok, düşük DEA, orta DEA, şiddetli DEA olmak üzere 4 farklı üyelik kümesi oluşturulmuştur. Giriş parametrelerinin aldığı değerlere göre atışlenen kurallar sonucu DEA seviyesinin üyelik dereceleri hesaplanmıştır. DEA seviyesi üyelik fonksiyonu şekil 4.8’de gösterilmektedir.



Şekil 4.8 DEA Seviyesi Üyelik Fonksiyon Grafiği.

DEA seviyesi üyelik fonksiyonunda “DEA yok” bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri şekil 4.8’de gösterilen hastalık üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{DEA yok}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 20, \\ 2 - \frac{x}{20}, & 20 < x < 40, \\ 0, & x \geq 40, \end{cases} \quad (4.20)$$

$$\mu_{\text{Yok}}(x) = \{1/20, 0.75/25, 0.5/30, 0.25/35, 0/40\}$$

DEA seviyesi üyelik fonksiyonunda “düşük DEA” bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri şekil 4.8’de gösterilen hastalık üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Düşük}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 20, \\ \frac{x}{20} - 1, & 20 < x \leq 40, \\ 3 - \frac{x}{20}, & 40 < x < 60, \\ 0, & x \geq 60, \end{cases} \quad (4.21)$$

$$\mu_{\text{Düşük DEA}}(x) = \{0/20, 0.25/25, 0.5/30, 0.75/35, 1/40, 0.75/45, 0.5/50, 0.25/55, 0/60\}$$

DEA seviyesi üyelik fonksiyonunda “orta DEA” bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri şekil 4.8’de gösterilen hastalık üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Orta}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 40, \\ \frac{x}{20} - 2, & 40 < x \leq 60, \\ 4 - \frac{x}{20}, & 60 < x < 80, \\ 0, & x \geq 80, \end{cases} \quad (4.22)$$

$$\mu_{\text{Orta DEA}}(x) = \{0/40, 0.25/45, 0.5/50, 0.75/55, 1/60, 0.75/65, 0.5/70, 0.25/75, 0/80\}$$

DEA seviyesi üyelik fonksiyonunda “şiddetli DEA” bulanık kümesine karşılık gelen üyelik dereceleri şekil 4.8’de gösterilen hastalık üyelik fonksiyon grafiğine göre aşağıda hesaplanmaktadır.

$$\mu_{\text{Şiddetli}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 60, \\ \frac{x}{20} - 3, & 60 < x < 80, \\ 1, & x \geq 80. \end{cases} \quad (4.23)$$

$$\mu_{\text{Şiddetli DEA}}(x) = \{0/60, 0.25/65, 0.5/70, 0.75/75, 1/80\}$$

4.1.3. Kural Tabanı

Bir bulanık sistem tasarlamasına karar verdikten sonra ilk yapılacak iş “**eğer - o halde**” kurallar tablosunu elde etmektir. Bu kurallar, çoğu zaman uzman bilgilerinden yararlanarak elde edilir (Allahverdi, 2002).

Bulanık uzman sistemlerin temeli kural tabanına dayanır. Kural tabanı insan diline benzer bir şekilde oluşturulur. Oluşturulan kural tabanı şart ve sonuç olmak üzere iki bölümden oluşur. Birinci bölüm eğerden sonra gelen şart kısmı (eğer A), ikinci bölüm ise o haldeden sonra gelen sonuç kısmı (o halde B) şeklinde oluşturulur.

Çalışma için belirlemiş olduğumuz 5 giriş parametresinin bulanık kümeleri için doğruluk tablosu yapılacak olursa; Hb'nin 4, MCV'nin 3, SD'nin 3, TDBK'nın 4, Ferritin'in 3 üyelik kümesi olduğundan $4 \times 3 \times 3 \times 4 \times 3 = 432$ tane kural olması gerekmektedir. Fakat sistemin daha hızlı sonuç verebilmesi açısından gerçekleşmesi imkansız olan bazı kurallar uzman tarafından kural tablosundan çıkarılmıştır ve bulanık kural tabanı, 255 kural ile oluşturulmuştur. Oluşturulan kurallardan bazıları çizelge 4.3'te ve Şekil 4.9'da gösterilmektedir.

Kural 4:

***EĞER** Hb= çok düşük **VE** MCV= düşük **VE** SD= Düşük **VE** TDBK= düşük **VE** Ferritin= normal **O HALDE** DEA seviyesi=düşük DEA*

Kural 34:

***EĞER** Hb=çok düşük **VE** MCV=normal **VE** SD= düşük **VE** TDBK= normal **VE** Ferritin= düşük **O HALDE** DEA seviyesi=Şiddetli DEA*

Kural 69:

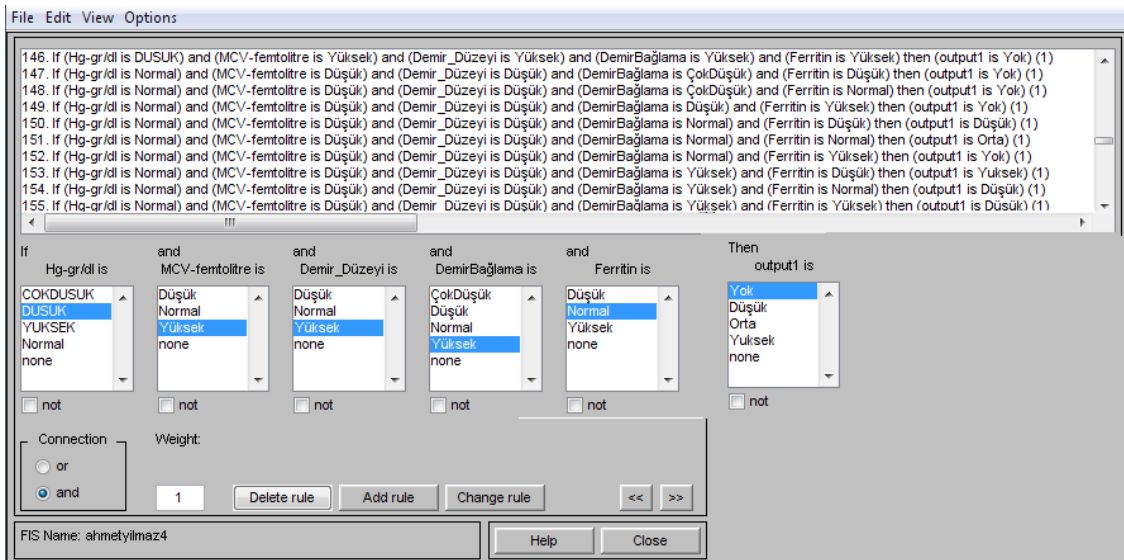
***EĞER** Hb= düşük **VE** MCV= düşük **VE** SD= düşük **VE** TDBK= yüksek **VE** Ferritin= normal **O HALDE** DEA seviyesi= orta DEA*

Kural 115:

EĞER Hb= düşük **VE** MCV= normal **VE** SD= yüksek **VE** TDBK= yüksek **VE** Ferritin= normal **O HALDE** DEA seviyesi= DEA yok.

Çizelge 4.3. Kural Tablosu.

KURAL		Hb	MCV	SD	TDBK	Ferritin		DEA Seviyesi
1	EĞER	çokdüşük	düşük	düşük	çokdüşük	normal	O halde	yok
2	EĞER	çokdüşük	düşük	düşük	çokdüşük	yüksek	O halde	yok
3	EĞER	çokdüşük	düşük	düşük	düşük	düşük	O halde	orta
4	EĞER	çokdüşük	düşük	düşük	düşük	normal	O halde	düşük
5	EĞER	çokdüşük	düşük	düşük	düşük	yüksek	O halde	yok
...
68	EĞER	düşük	düşük	düşük	yüksek	düşük	O halde	şiddetli
69	EĞER	düşük	düşük	düşük	yüksek	normal	O halde	orta
70	EĞER	düşük	düşük	düşük	yüksek	yüksek	O halde	düşük
71	EĞER	düşük	düşük	normal	çokdüşük	düşük	O halde	düşük
72	EĞER	düşük	düşük	normal	çokdüşük	normal	O halde	yok
...
133	EĞER	düşük	yüksek	normal	yüksek	normal	O halde	yok
134	EĞER	düşük	yüksek	normal	yüksek	yüksek	O halde	yok
135	EĞER	düşük	yüksek	yüksek	çokdüşük	düşük	O halde	yok
136	EĞER	düşük	yüksek	yüksek	çokdüşük	normal	O halde	yok
137	EĞER	düşük	yüksek	yüksek	çokdüşük	yüksek	O halde	yok
138	EĞER	düşük	yüksek	yüksek	düşük	düşük	O halde	yok
139	EĞER	düşük	yüksek	yüksek	düşük	normal	O halde	yok
140	EĞER	düşük	yüksek	yüksek	düşük	yüksek	O halde	yok
...
245	EĞER	yüksek	normal	normal	düşük	düşük	O halde	yok
246	EĞER	yüksek	normal	normal	düşük	normal	O halde	yok
247	EĞER	yüksek	normal	normal	düşük	yüksek	O halde	yok
248	EĞER	yüksek	normal	normal	normal	düşük	O halde	düşük
249	EĞER	yüksek	normal	normal	normal	normal	O halde	yok
250	EĞER	yüksek	normal	normal	normal	yüksek	O halde	yok
251	EĞER	yüksek	normal	normal	yüksek	düşük	O halde	düşük
252	EĞER	yüksek	normal	normal	yüksek	normal	O halde	yok
253	EĞER	yüksek	normal	normal	yüksek	yüksek	O halde	yok
254	EĞER	yüksek	normal	yüksek	çokdüşük	düşük	O halde	yok
255	EĞER	yüksek	normal	yüksek	çokdüşük	normal	O halde	yok



Şekil 4.9 MATLAB kural tablosu

Sistemin tasarlanmasında 5 giriş parametresi kullanılarak her giriş bulanıklaştırılmış ve her girişin üyelik fonksiyonları belirlenmiştir. Girilen sayısal değerlere göre parametrelerin ilgili bulanık kümeye aitlikleri hesaplanmıştır. Bulunan aitliklerle ateşlenen kurallar listelenmiştir. Hesaplanan üyelik değerlerine ve ateşlenen kurallara göre de mamdani çıkarım yöntemi uygulanmıştır. Çıkarım sonundaki çıkış parametresinin (DEA seviyesi) bulanık kümelerine karşılık gelen μ değerlerine göre durulaştırma metodu olarak da ağırlık merkezi metodu kullanılarak DEA seviyesi sayısal olarak ifade edilmiştir.

4.1.4. Bulanık Sonuç Çıkarma Sistemi

Bulanık girişlerin sonuç üretebilmesi için farklı çıkarım modellemeleri üretilmiştir. Bunlardan önde gelenler Mamdani Yöntemi, Takagi-Sugeno Kang Yöntemi, Tsukamoto Yöntemi ve Larsen Yöntemidir. Literatürde en çok tercih edilen yöntem Mamdani yöntemi olmakla birlikte çalışmanın yapısına ve çalışmadan alınan verime göre tercih edilen yöntem farklılık göstermektedir.

Bu çalışma sürecinde çıkarım sistemleri ayrıntılı bir şekilde incelenerek Mamdani çıkarım sisteminin bu çalışmanın yapısına daha uygun olduğu ön görülmüştür. Neden Mamdani çıkarım yöntemi tercih edildiği Mamdani yöntemi ve Takagi-Sugeno kang çıkarım yöntemi karşılaştırılarak ayrıntılı bir şekilde anlatılmaktadır.

4.1.5. Mamdani Sonuç Çıkarma Sistemi ve Takagi Sugeno Kang Sonuç Çıkarma Sisteminin Karşılaştırılması

Mamdani çıkarım sisteminin geliştirilmesi ile Takagi-Sugeno Kang çıkarım sistemi ortaya çıkmıştır. Giriş üyelik fonksiyonlarının belirlenmesinden giriş parametrelerinin bulanıklaştırılmasına kadar bu iki yöntem birbiri ile aynıdır. Farklılaşma kuralların oluşturulması aşamasında başlar. Takagi-sugeno kang modelinde her kural için giriş parametrelerine bağlı bir fonksiyon tarafından hesaplanan kesin değer bulunmaktadır ($\text{sonuç}=f(a,b)$). Sonuçlar kesin olduğu için durulaştırmaya gerek yoktur. Ateşlenen kuralların karşılığı olarak tanımlanan fonksiyonlarla çıkış değerleri hesaplanır ve bunların ağırlıklı ortalaması alınarak sonuç bulunur. Mamdani modelinde ise her kural sözel olarak ifade edilir (düşük, normal, yüksek). Kurallar yorumlanarak bir durulama işleminden geçtikten sonra sonuç bulunur.

Kurallar için örnek verilecek olursa:

Çizelge 4.4. Örnek Kural Karşılaştırma Tablosu.

Mamdani Kural Örneği	Takagi-Sugeno Kang Kural Örneği
Eğer A=Az ve B=Az ise O halde C=Az	Eğer A=Az ve B=Az ise O halde C=-a+b+1
Eğer A=Az ve B=çok ise O halde C=Orta	Eğer A=Az ve B=çok ise O halde C=-a+3
Eğer A=Çok ve B=Az ise O halde C=Orta	Eğer A=Çok ve B=Az ise O halde C=-b+3
Eğer A=Çok ve B=Çok ise O halde C=Çok	Eğer A=Çok ve B=Çok ise O halde C=a+b+2

“Bulanık mantığın insanların sözel yargı cümlelerini taklit etmek için kullanıldığı düşünülürse “Eğer hava sıcaksa ve nem yüksekse o halde çıkış= $f(x,y)$ ” gibi bir yargı yöntemin ortaya çıkış ilkesiyle biraz çelişir. Bu nedenle bazı yayınlarda Sugeno yöntemi bir bulanık karar verme sistemi olarak alınmaz. Sadece “Sugeno Modeli” adıyla ayrı bir yöntem olarak anılır ve elimizde sistemin girişleri ve buna karşılık gelen çıkışları ile ilgili nümerik değerler önceden elde edilmişse bu giriş çıkış bağlantısını kurmak (yapay sinir ağlarında olduğu gibi) yani bu girişlerde istenen çıkış değerini üretecek katsayılara sahip fonksiyonlar oluşturmak için kullanılır.” (Yılmaz, 2007).

Kural 2:

EĞER Hb= çokdüşük VE MCV= düşük VE SD= düşük VE TDBK= çokdüşük VE Ferritin= yüksek İSE O HALDE DEA seviyesi=DEA yok

Kural 3:

EĞER Hb= çokdüşük VE MCV= düşük VE SD= düşük VE TDBK= düşük VE Ferritin= düşük İSE O HALDE DEA seviyesi=orta DEA

Kural 4:

EĞER Hb= çokdüşük VE MCV= düşük VE SD= düşük VE TDBK= düşük VE Ferritin= normal İSE O HALDE DEA seviyesi= düşük DEA

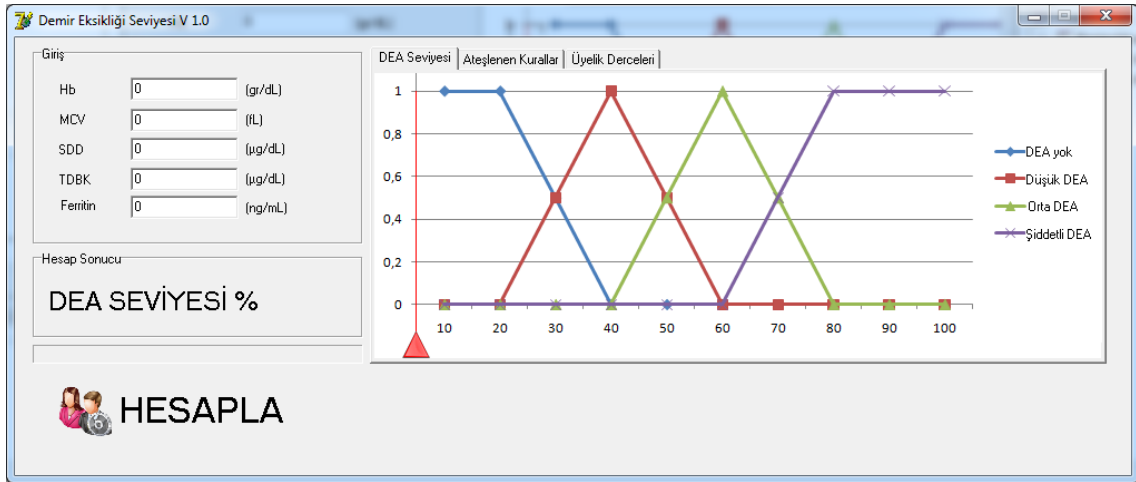
Kural 6:

EĞER Hb= çok düşük VE MCV= düşük VE SD= düşük VE TDBK= normal VE Ferritin= düşük İSE O HALDE DEA seviyesi= şiddetli DEA

Yukarıda gösterilmekte olan örnek kurallar incelendiğinde DEA seviyesinin Hb, MCV, SD, TDBK ve Ferritin parametrelerine bağlı bir “f” fonksiyonu ile belirlenmesi neredeyse imkansızdır. Bu yüzden Takagi-Sugeno Kang çıkarım yöntemi problemin yapısına uygun değildir. Kural tablosu oluştururken çıkış parametresi için örnekte de gösterildiği gibi sözel (yok, düşük, orta, şiddetli) ifadeler kullanılması daha uygundur. Bu nedenle çalışma için bulanık sonuç çıkarma yöntemlerinden Mamdani çıkarım yöntemi tercih edilmiştir.

4.2. Sistem Arayüzünün Tanıtılması

Sistem tasarımı görsel bir programlama dili olan Delphi 2010’da tasarlanmıştır. HGB miktarı gr/dL biriminden, MCV fL biriminden, SD µg/dL biriminden, TDBK µg/dL biriminden, Ferritin miktarı ng/mL biriminden girilerek “HESAPLA” butonuna basılır. Yazılan kodlar arka planda çalışarak “DEA Seviyesi” sekmesinde bulunan işaretçi hesaplanan seviyeye giderek sonucun ilgili bulanık kümeleri keserek DEA seviyesinin görsel bir şekilde görülmesini sağlar ve aynı zamanda “Hesap Sonucu” kısmındaki “DEA SEVİYESİ” sayısal olarak hesaplanmaktadır. Programın “Ateşlenen Kurallar” sekmesinde girilen değerlere göre ilgili kurallar listelenir ve “Üyelik Dereceleri” sekmesinde de listelenen kurallara ait üyelik dereceleri tablo halinde sunulur. Tasarlanan sistemin görsel arayüzü Şekil 4.10’da gösterilmektedir.



Şekil 4.10. Tasarlanan sistemin arayüzü.

4.3. Uygulama Örnekleri

4.3.1. Uygulama Örneği 1

Hb : 10.30 g/dL

MCV : 64.40 fL

SD : 34 µg/dL

TDBK : 380 µg/dL

Ferritin: 35.70 ng/mL

Giriş parametrelerine yukarıdaki değerler girildiğinde ve bu parametrelerin üyelik fonksiyonlarına bakıldığında;

Hb: 10.30 g/dL değeri çok düşük ve düşük bulanık kümelerini kestiği için bu iki bulanık küme seçilecektir.

MCV: 64.40 fL değeri sadece düşük değerlerini kestiği için düşük bulanık kümesi seçilecektir.

SD : 34 µg/dL değeri çok düşük ve normal bulanık kümelerini kestiği için bu iki bulanık küme seçilecektir.

TDBK : 380 µg/dL değeri sadece yüksek değerlerini kestiği için yüksek bulanık kümesi seçilecektir.

Ferritin:35.70 ng/mL değeri sadece normal değerlerini kestiği için normal bulanık kümesi seçilecektir.

Bulunan bu bulanık kümeler kullanılarak ateşlenen kurallar belirlenmektedir. Ateşlenen kural sayısı $2*1*2*1*1=4$ tane olup 10, 20, 69, 79 numaralı kurallar olarak belirlenmiştir. Ateşlenen bu kurallar aşağıda listelenmiştir Şekil 4.11’de gösterilmektedir.

Kural 10:

EĞER Hb=çok düşük VE MCV= düşük VE SD= düşük VE TDBK= yüksek VE Ferritin= normal İSE O HALDE DEA Seviyesi= şiddetli DEA

Kural 20:

EĞER Hb= çok düşük VE MCV= düşük VE SD= normal VE TDBK= yüksek VE Ferritin= normal İSE O HALDE DEA Seviyesi= düşük DEA.

Kural 69:

EĞER Hb= düşük VE MCV= düşük VE SD= düşük VE TDBK= yüksek VE Ferritin= normal İSE O HALDE DEA Seviyesi= orta DEA.

Kural 79:

EĞER Hb= DEA düşük VE MCV= düşük VE SD= normal VE TDBK= yüksek VE Ferritin= normal İSE O HALDE DEA Seviyesi= DEA yok.

	Hb	MCV	SD	TDBK	Ferritin	DEA Sevy.
	çokdüşük	düşük	düşük	yüksek	normal	şiddetli
	çokdüşük	düşük	normal	yüksek	normal	düşük
	düşük	düşük	düşük	yüksek	normal	orta
▶	düşük	düşük	normal	yüksek	normal	yok

Şekil 4.11.Uygulama Örneği 1 İçin Ateşlenen Kurallar

Girilen parametrelerin hangi bulanık kümeye ait oldukları belirlendikten sonra o bulanık kümeye aitlik dereceleri hesaplanmıştır ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Şekil 4.12’de gösterilmektedir.

$Hb_{\text{çok düşük}}=0.35$, $Hb_{\text{düşük}}=0.866$, $MCV_{\text{normal}}=0.824$, $SD_{\text{düşük}}=0.066$, $SD_{\text{normal}}=0.93$,
 $TDBK_{\text{yüksek}}=1$, $Ferritin_{\text{normal}}=1$

	Hb	MCV	SD	TDBK	Ferritin	Min. Değer
1	0,35	0,824	0,066666666E 1	1	1	0,066666666E
2	0,35	0,824	0,933333333E 1	1	1	0,35
3	0,866666666E	0,824	0,066666666E 1	1	1	0,066666666E
4	0,866666666E	0,824	0,933333333E 1	1	1	0,824

Şekil 4.12 Belirlenen Bulanık Kümlerin Aitlik Dereceleri

Tablodaki her bir çıkış değişkeninin maximum değerleri alındığında, durulaştırma üyelik fonksiyonundaki üyelik dereceleri aşağıdaki gibi olur.

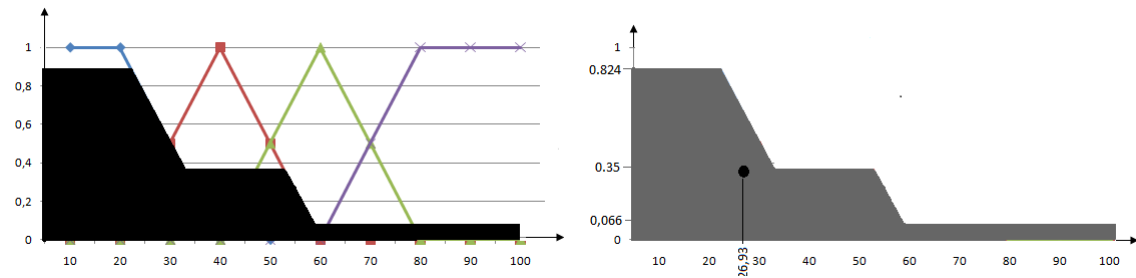
$$\text{MAX(yok)}= 0.824$$

$$\text{MAX(düşük)}=0.35$$

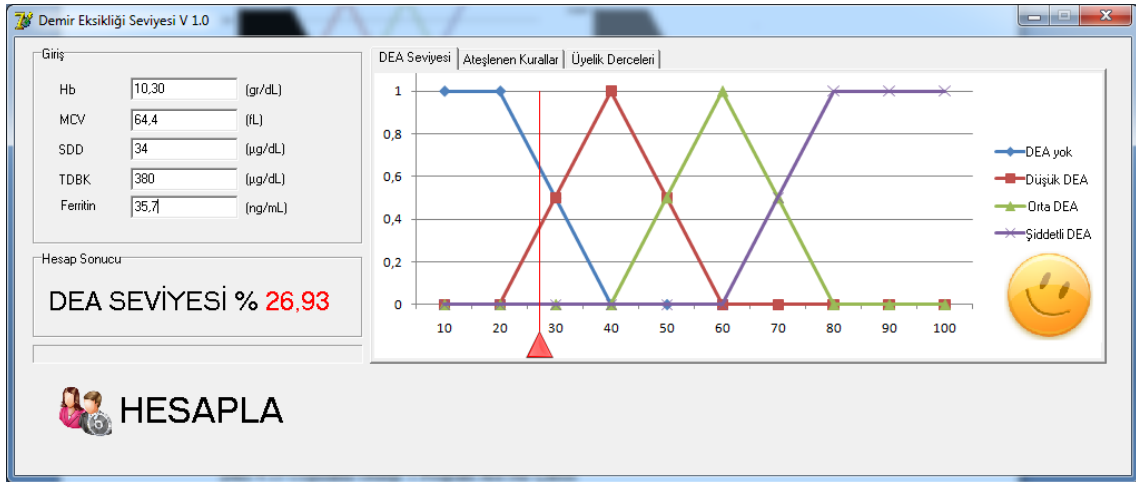
$$\text{MAX(orta)}=0.066$$

$$\text{MAX(şiddetli)}=0.066$$

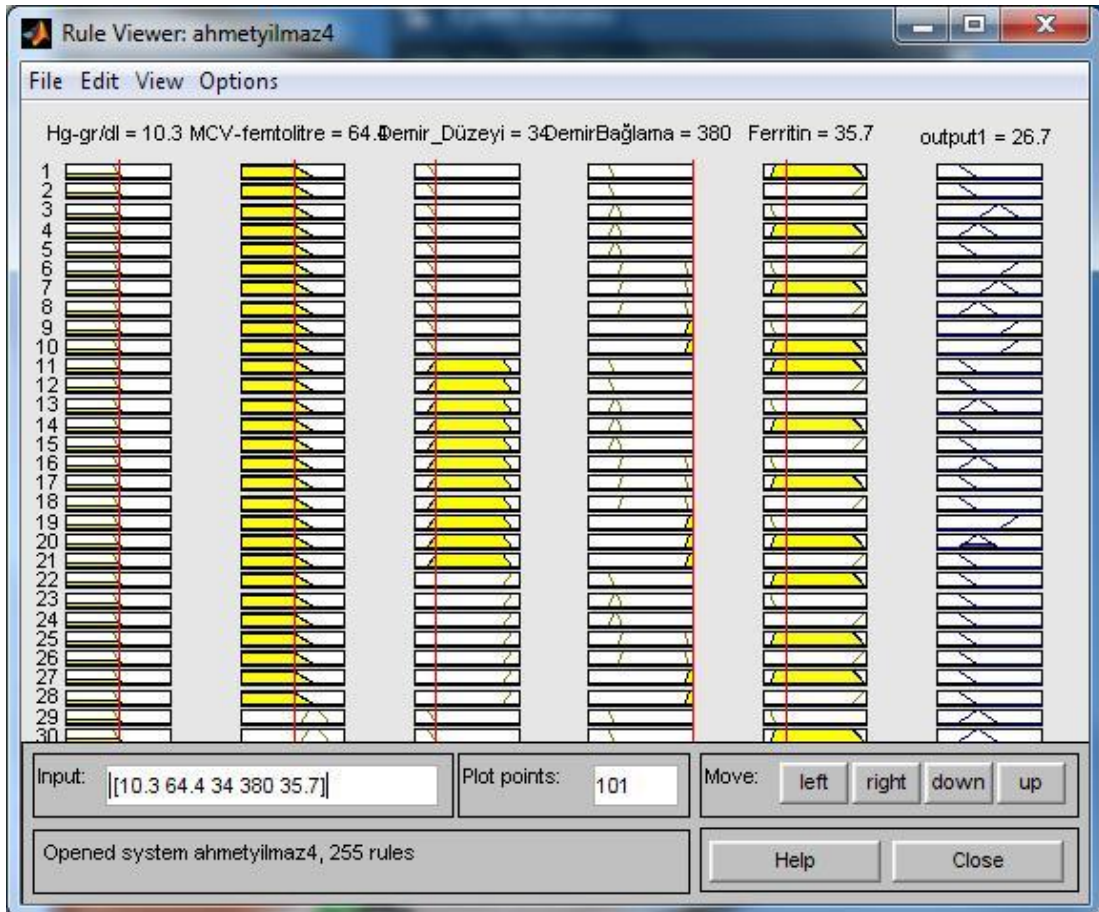
Ateşlenen kuralların aitlik derecelerine bakılarak kuralların minimumların maksimumu alındığında Şekil 4.13'teki DEA seviyesi üyelik fonksiyonu elde edilmiştir. Oluşan şeklin ağırlık merkezi DEA seviyesini göstermektedir. DEA seviyesi % 26.93 olarak hesaplanmıştır. Uygulama örneği 1 için çalışan programın görsel arayüzü Şekil 4.14'te ve Matlab ekran çıktısı Şekil 4.15'te gösterilmektedir.



Şekil 4.13 DEA Seviyesi Üyelik Fonksiyon Grafiği.



Şekil 4.14 Uygulama Örneği 1 Program Arayüz Çıktısı



Şekil 4.15 Uygulama Örneği 1 MATLAB Çıktısı

4.3.2. Uygulama Örneği 2

Hb : 11.7 g/dL

MCV : 80 fL

SD : 85 µg/dL

TDBK : 275 µg/dL

Ferritin: 11 ng/mL

Giriş parametrelerine yukarıdaki değerler girildiğinde ve bu parametrelerin üyelik fonksiyonlarına bakıldığında;

Hb: 11.7 g/dL değeri düşük ve normal bulanık kümelerini kestiği için düşük ve normal bulanık kümeleri seçilecektir.

MCV: 80 fL değeri düşük ve normal bulanık kümelerini kestiği için düşük ve normal bulanık kümeleri seçilecektir.

SD:85 µg/dL değeri sadece normal değerlerini kestiği için normal bulanık kümesi seçilecektir.

TDBK : 275 µg/dL değeri sadece normal değerlerini kestiği için normal bulanık kümesi seçilecektir.

Ferritin:11 ng/mL değeri düşük ve normal bulanık kümelerini kestiği için düşük ve normal bulanık kümeleri seçilecektir.

Bulunan bu bulanık kümeler kullanılarak ateşlenen kurallar belirlenmektedir. Ateşlenen kural sayısı $2*2*1*1*2=8$ tane olup 76, 77, 101, 102, 159, 160, 185, 186 numaralı kurallar olarak belirlenmiştir. Ateşlenen bu kurallar aşağıda listelenmiştir. Şekil 4.16'da gösterilmektedir.

Kural 76:

EĞER Hb= düşük VE MCV= düşük VE SD= normal VE TDBK= normal VE Ferritin= düşük İSE O HALDE DEA seviyesi= düşük DEA

Kural 77:

EĞER Hb= düşük VE MCV= düşük VE SD= normal VE TDBK= normal VE Ferritin= normal İSE O HALDE DEA Seviyesi= DEA yok

Kural 101:

EĞER Hb= düşük ve MCV= normal ve SD= normal ve TDBK= normal ve Ferritin= düşük İSE O HALDE DEA Seviyesi= düşük DEA

Kural 102:

EĞER H=b düşük ve MCV= normal ve SD= normal ve TDBK= normal ve Ferritin= normal İSE O HALDE DEA Seviyesi=DEA yok

Kural 159:

EĞER Hb= normal VE MCV= düşük VE SD= normal VE TDBK= normal VE Ferritin= düşük İSE O HALDE DEA Seviyesi= düşük

Kural 160:

EĞER Hb= normal VE MCV= düşük VE SD= normal VE TDBK= normal VE Ferritin= normal İSE O HALDE DEA Seviyesi= DEA yok

Kural 185:

EĞER Hb= normal VE MCV= normal VE SD= normal VE TDBK= normal VE Ferritin= düşük İSE O HALDE DEA Seviyesi=düşük DEA

Kural 186:

EĞER Hb= normal VE MCV= normal VE SD= normal VE TDBK= normal VE Ferritin= normal İSE O HALDE DEA Seviyesi=DEA yok.

Hb	MCV	SD	TDBK	Ferritin	DEA Sevy.
düşük	düşük	normal	normal	düşük	düşük
düşük	düşük	normal	normal	normal	yok
düşük	normal	normal	normal	düşük	düşük
düşük	normal	normal	normal	normal	yok
normal	düşük	normal	normal	düşük	düşük
normal	düşük	normal	normal	normal	yok
normal	normal	normal	normal	düşük	düşük
▶ normal	normal	normal	normal	normal	yok

Şekil 4.16. Uygulama Örneği 2 İçin Ateşlenen Kurallar.

Girilen parametrelerin hangi bulanık kümeye ait oldukları belirlendikten sonra o bulanık kümeye aitlik dereceleri hesaplanmıştır ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Şekil 4.17’de gösterilmektedir.

$Hb_{düşük}=0.20$, $Hb_{normal}=0.28$, $MCV_{düşük}=0.20$, $MCV_{normal}=1$, $SD_{normal}=1$, $TDBK_{normal}=1$, $Ferritin_{düşük}=0,90$ $Ferritin_{normal}=0.10$

	Hb	MCV	SD	TDBK	Feritin	Min. Değer
1	0,2	0,2	1	1	0,9	0,2
2	0,2	0,2	1	1	0,1	0,1
3	0,2	1	1	1	0,9	0,2
4	0,2	1	1	1	0,1	0,1
5	0,28	0,2	1	1	0,9	0,2
6	0,28	0,2	1	1	0,1	0,1
7	0,28	1	1	1	0,9	0,28
8	0,28	1	1	1	0,1	0,1

Şekil 4.17. Belirlenen Bulanık Kümenin Aitlik Dereceleri

Tablodaki her bir çıkış değişkeninin maximum değerleri alındığında, durulaştırma üyelik fonksiyonundaki üyelik dereceleri aşağıdaki gibi olur.

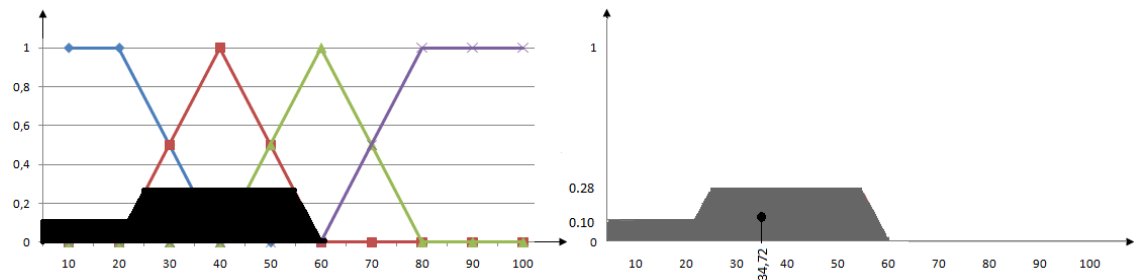
$$\text{MAX(yok)}= 0.10$$

$$\text{MAX(düşük)}=0.28$$

$$\text{MAX(orta)}=0$$

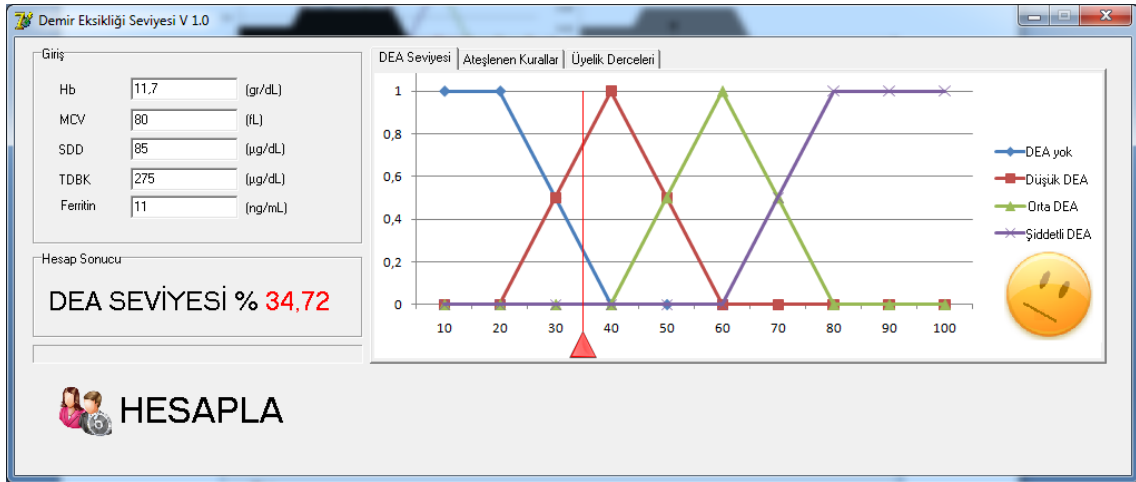
$$\text{MAX(şiddetli)}=0$$

Ateşlenen kuralların aitlik derecelerine bakılarak kuralların minimumların maksimumu alındığında Şekil 4.17'deki DEA seviyesi üyelik fonksiyonu elde edilmiştir. Oluşan şeklin ağırlık merkezi DEA seviyesini göstermektedir. DEA seviyesi % 34.72 olarak hesaplanmıştır. Uygulama örneği 2 için çalışan programın görsel arayüzü Şekil 4.18'de ve Matlab ekran çıktısı Şekil 4.19'da gösterilmektedir.

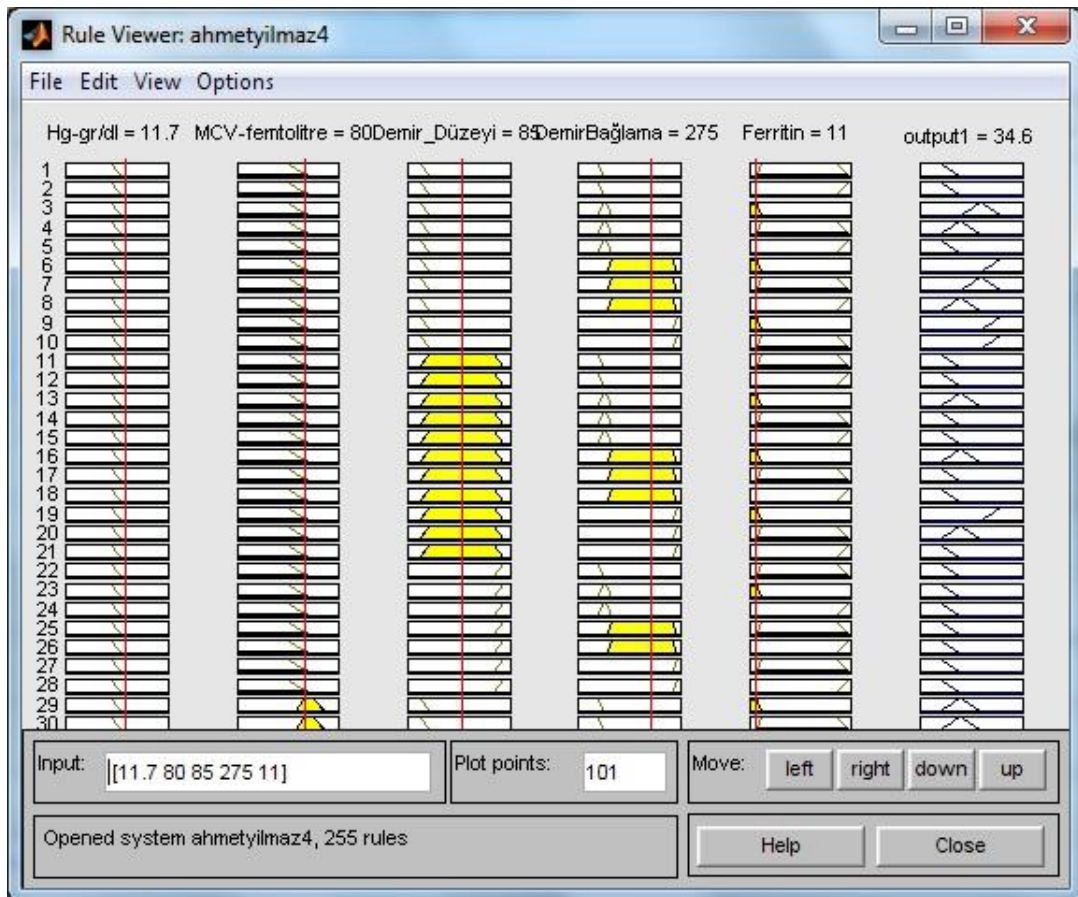


Şekil 4.17. DEA Seviyesi Üyelik Fonksiyon Grafiği.

Ateşlenen kuralların aitlik derecelerine bakılarak kuralların minimumların maksimumu alındığında şekil 4.16 daki hastalık üyelik fonksiyonu elde edilmiştir. Oluşan şeklin ağırlık merkezi hastalık seviyesini göstermektedir.



Şekil 4.18. Uygulama Örneği 2 Program Arayüz Çıktısı.



Şekil 4.19. Uygulama Örneği 2 MATLAB Çıktısı

4.3.3. Uygulama Örneği 3

Hb : 8 g/dL

MCV : 57 fL

SD : 21 µg/dL

TDBK : 369 µg/dL

Ferritin: 3 ng/mL

Giriş parametrelerine yukarıdaki değerler girildiğinde ve bu parametrelerin üyelik fonksiyonlarına bakıldığında;

Hb: 8 g/dL değeri sadece çok düşük değerlerini kestiği için çok düşük bulanık kümesi seçilecektir.

MCV: 57 fL değeri sadece düşük değerlerini kestiği için düşük bulanık kümesi seçilecektir.

SD: 21 µg/dL değeri düşük ve normal bulanık kümelerini kestiği için düşük ve normal bulanık kümeleri seçilecektir.

TDBK : 369 µg/dL değeri normal ve yüksek bulanık kümelerini kestiği için normal ve yüksek bulanık kümeleri seçilecektir.

Ferritin:3 ng/mL değeri sadece düşük değerlerini kestiği için düşük bulanık kümesi seçilecektir.

Bulunan bu bulanık kümeler kullanılarak ateşlenen kurallar belirlenmektedir. Ateşlenen kural sayısı $1*1*2*2*1=4$ tane olup 6, 9, 16, 19 numaralı kurallar olarak belirlenmiştir. Ateşlenen bu kurallar aşağıda listelenmiştir. Şekil 4.20'de gösterilmektedir.

Kural 6:

***EĞER** Hb çok düşük **VE** MCV düşük **VE** SD düşük **VE** TDBK normal **VE** Ferritin düşük **İSE O HALDE** DEA Seviyesi= şiddetli DEA.*

Kural 9:

***EĞER** Hb çok düşük **VE** MCV düşük **VE** SD düşük **VE** TDBK yüksek **VE** Ferritin düşük **İSE O HALDE** DEA Seviyesi=şiddetli DEA*

Kural 16:

***EĞER** Hb çok düşük **VE** MCV düşük **VE** SD normal **VE** TDBK normal **VE** Ferritin düşük **İSE O HALDE** DEA Seviyesi= düşük DEA.*

Kural 19:

***EĞER** Hb çok düşük **VE** MCV düşük **VE** SD normal **VE** TDBK yüksek **VE** Ferritin düşük **İSE O HALDE** DEA Seviyesi= şiddetli DEA.*

	Hb	MCV	SD	TDBK	Ferritin	DEA Sevy.
	çokdüşük	düşük	düşük	normal	düşük	şiddetli
	çokdüşük	düşük	düşük	yüksek	düşük	şiddetli
►	çokdüşük	düşük	normal	normal	düşük	düşük
	çokdüşük	düşük	normal	yüksek	düşük	şiddetli

Şekil 4.20. Uygulama Örneği 3 İçin Ateşlenen Kurallar

Girilen parametrelerin hangi bulanık kümeye ait oldukları belirlendikten sonra o bulanık kümeye aitlik dereceleri hesaplanmıştır ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Şekil 4.21’de gösterilmektedir.

$Hb_{\text{çokdüşük}}=1$, $MCV_{\text{düşük}}=1$, $SD_{\text{düşük}}=0.933$ $SD_{\text{normal}}=0.066$, $TDBK_{\text{normal}}=0.05$, $TDBK_{\text{yüksek}}=0.95$, $Ferritin_{\text{düşük}}=1$

	Hb	MCV	SD	TDBK	Ferritin	Min. Değer
1	1	1	0,9333333333	0,05	1	0,05
2	1	1	0,9333333333	0,95	1	0,9333333333
3	1	1	0,0666666666	0,05	1	0,05
4	1	1	0,0666666666	0,95	1	0,0666666666

Şekil 4.21. Belirlenen Bulanık Kümenin Aitlik Dereceleri.

Tablodaki her bir çıkış değişkeninin maximum değerleri alındığında, durulaştırma üyelik fonksiyonundaki üyelik dereceleri aşağıdaki gibi olur.

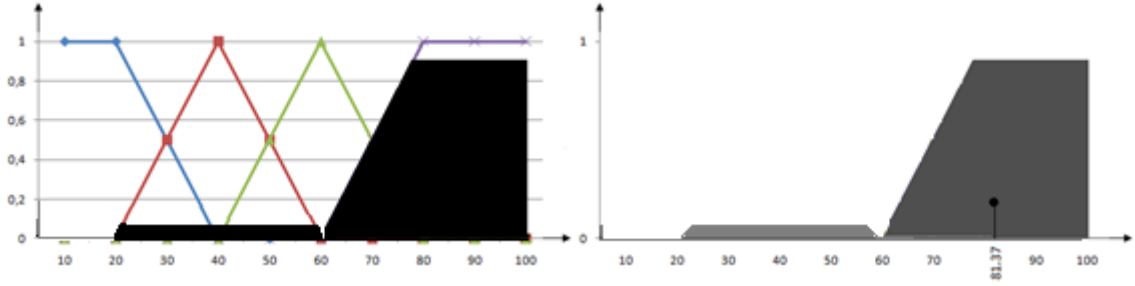
$$\text{MAX}(\text{yok})=0$$

$$\text{MAX}(\text{düşük})=0.05$$

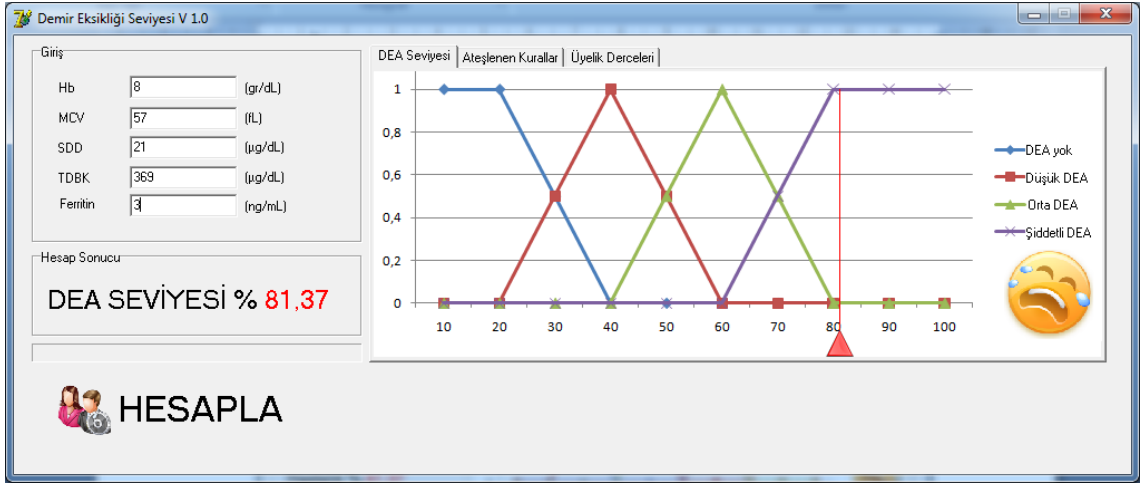
$$\text{MAX}(\text{orta})=0$$

$$\text{MAX}(\text{şiddetli})=0.933$$

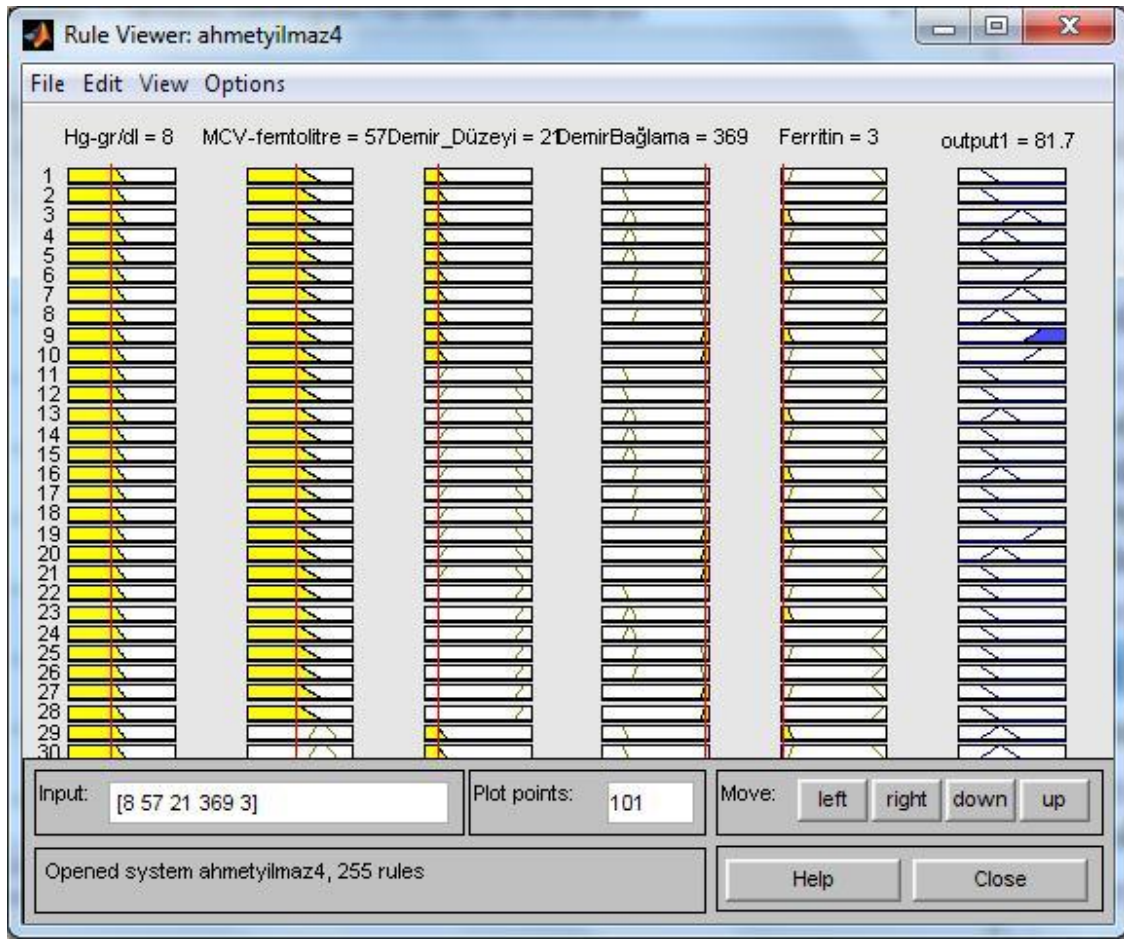
Ateşlenen kuralların aitlik derecelerine bakılarak kuralların minimumların maksimumu alındığında Şekil 4.22’deki DEA seviyesi üyelik fonksiyonu elde edilmiştir. Oluşan şeklin ağırlık merkezi DEA seviyesini göstermektedir. DEA seviyesi % 81.37 olarak hesaplanmıştır. Uygulama örneği 3 için çalışan programın görsel arayüzü Şekil 4.23’te ve Matlab ekran çıktısı Şekil 4.24’te gösterilmektedir.



Şekil 4.22. DEA Seviyesi Üyelik Fonksiyon Grafiği.



Şekil 4.23. Uygulama Örneği 3 Program Arayüz Çıktısı.



Şekil 4.24. Uygulama Örneği 3 MATLAB Çıktısı.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Bu çalışmada; bulanık uzman sistem ile demir eksikliği anemisinin seviyesini tespit etme ve bu sayede uzman hekimlere uygulayacakları tedavi öncesinde tam tanı koymalarına destek verici görsel bir sistem tasarlanmıştır. Bu tasarım, hastalık seviyesini yorumlayacak olan doktorların teşhis koyma aşamasında; onları, hastalık sonucuna götürebilecek tüm ihtimalleri bir arada değerlendirerek hızlı ve doğru tanı koymalarına büyük oranda yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Çalışmanın konusu belirlendikten sonra bir hematoloji uzmanı ile görüşülerek; giriş-çıkışlar belirlenmiş, bu parametreler bulanıklaştırılmış ve kural tablosu oluşturulmuştur. Mamdani çıkarım mekanizması ve centroid durulaştırma yöntemi kullanılarak tamamlanmıştır. Görsel bir programlama dilinin de yardımı ile tasarlanan bu sistemin doğruluğu kontrol edebilmek için aynı sistem MATLAB ile de tasarlanarak çalışma iki aşamalı olarak devam etmiştir. Bu ve diğer uygulamalar toplam 100 hasta için uzman doktor tarafından incelenmiş ve doğruluğu tespit edilmiştir. Bazı hastaların kan değerleri BUS ve Matlab ile yorumlanarak yorum sonuçları Çizelge 5.1’de gösterilmektedir.

Çizelge 5.1 MATLAB ile BUS Karşılaştırma Tablosu.

Hasta No	GİRİŞLER					ÇIKIŞLAR		FARK	UZMAN ONAYI
	Hb	MCV	SD	TDBK	Ferritin	BUS	MATLAB		
1. HASTA	13.3	86	50	298	93.97	15,85	15,6	0,25	✓
2. HASTA	9.2	56.8	43	182	904.3	15,93	15,7	0,23	✓
3. HASTA	8.2	63.9	35	474	263.6	16,15	15,9	0,25	✓
4. HASTA	13.7	78.2	122	275	52.1	16,25	16	0,25	✓
5. HASTA	13.5	77.7	52	345	60.06	16,45	16,2	0,25	✓
6. HASTA	13.2	71.7	65	388	24.92	17,47	17,2	0,27	✓
7. HASTA	14.8	85.1	91	215	30.32	17,7	17,5	0,2	✓
8. HASTA	12.2	81.2	51	277	37.79	17,7	17,5	0,2	✓
9. HASTA	10.3	64.4	34	380	35.7	26,93	26,7	0,23	✓
10. HASTA	11.2	78.3	57	359	45.56	35,79	35,3	0,49	✓
11. HASTA	13.1	79.6	85	375	10.43	38,71	38,7	0,01	✓
12. HASTA	13.2	85.7	61	340	5.96	40	40	0	✓
13. HASTA	12.6	84.8	29	351	7.11	50,02	50,1	0,08	✓
14. HASTA	11.2	77.4	15	406	4.46	50,53	50,6	0,07	✓
15. HASTA	10.7	73.9	30	354	8.3	52,86	53	0,14	✓

16. HASTA	10.4	78.9	28	329	7.93	57,02	57,5	0,48	✓
17. HASTA	10.1	84	9	363	4.89	57,56	57,8	0,24	✓
18. HASTA	10.7	71.9	15	475	9.62	59,44	59,6	0,16	✓
19. HASTA	10.8	67.1	12	479	3.21	63,02	63,1	0,08	✓
20. HASTA	8.8	71.7	10	478	9.1	71,79	71,1	0,69	✓
21. HASTA	9.8	63.6	9	417	3.19	73,38	73,6	0,22	✓
22. HASTA	7.5	71.5	9	409	27.84	78,26	78,5	0,24	✓
23. HASTA	9.4	64.6	6	481	3.12	78,32	78,6	0,28	✓
24. HASTA	12.2	78.4	11	383	5.84	82,29	82,5	0,21	✓
25. HASTA	10.5	68.3	6	500	4.92	83,11	83,4	0,29	✓
26. HASTA	7.2	67	9	410	21.53	83,33	83,6	0,27	✓
27. HASTA	7.2	63.9	6	500	1.86	83,84	84,1	0,26	✓
28. HASTA	8	63.7	8	474	1.98	83,87	84,1	0,23	✓
29. HASTA	6.5	63.2	11	390	8.95	83,95	84,2	0,25	✓
30. HASTA	7.5	62.7	9	402	3.08	84,03	84,3	0,27	✓

5.2 Öneriler

Bu çalışmada; tıbbi olarak tanımlanmış anemi çeşitlerinden biri olan demir eksikliği anemisinin teşhisi için bir BUS tasarlanmıştır. Ancak; anemi yalnızca demir eksikliğine bağlı olarak ortaya çıkan bir hastalık değildir. Tıbbi olarak tanımlanmış farklı anemi türleri bulunmaktadır. Diğer anemi türleri için de benzer çalışmaların yapılması ve yapılan çalışmaların bütünleştirilmesi hekimlerin işini oldukça kolaylaştırarak hastalığın tanı ve tedavi sürecini hızlandıracağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akcan T., 2011, Periodontal Diş Hastalığının Tespit ve Tedavisinde Bir Bulanık Uzman Sistem Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Allahverdi N., 2002, Uzman Sistemler Bir Yapay Zeka Uygulaması, Atlas yayınevi, İstanbul.
- Allahverdi N., Tunalı A., Işık H., Kahramanlı H., 2011, A Takagi–Sugeno type neuro-fuzzy network for determining child anemia Expert Systems with Applications 38 (2011) 7415–7418.
- Altan G., 2011, Kalp Ameliyatı Esnasında Hastanın Sağlık Durumunun Belirlenmesi İçin Bir Bulanık Sistem Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Arthur C. Guyton, (1989) Tıbbi Fizyoloji, 7. Basım, Nobel Tıp Kitabevi.
- Azarkhish I., Raoufy M.R., Gharibzadeh S., 2011, Artificial Intelligence Models for Predicting Iron Deficiency Anemia and Iron Serum Level Based on Accessible Laboratory Data, J Med Syst, 16 feb 2011 DOI 10.1007/s10916-011-9668-3.
- Demir Eksikliği Anemisi (t.y),
http://tr.wikipedia.org/wiki/Demir_eksikli%C4%9Fi_anemisi [Ziyaret Tarihi: 29.12.2011].
- Demir Eksikliği Anemisi (30.10.2006), <http://diyadinnet.com/bayanlaraozel-337&bayan=demir-eksikligianemisi> [Ziyaret Tarihi: 15.03.2012].
- Demir Eksikliği Anemisi Bilgileri (t.y.),
<http://www.bayanbakim.com/vitaminler/demir-eksikligi-anemisi-bilgileri.html> [Ziyaret Tarihi: 15.03.2012].
- Demir Eksikliğine Bağlı Kansızlık (t.y.) <http://jinekoloji.net/anemi.html> [Ziyaret Tarihi: 15.03.2012].
- Doğan S. ve Türkoğlu İ. (2008). International Journal of Science & Technology Volume 3, No 1, 85-92, 2008.
- Emmungil H., 2008, Demir Eksikliği Anemisi Tespit Edilen Hastalarda Bu Duruma Sebep Olabilecek Gastrointestinal Patolojilerin Varlığını Öngörmeye Yarayan Basit Klinik Bulgular ve Laboratuvar Testlerinin Belirlenmesi, Uzmanlık Tezi, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ankara.

- Goldman, Ausiello, Ünal, 2010, Cecil, Medicine 23. Baskı, S 1187, 2010.
- İncekara H., 2010, Tıbbi Tahlil Sonuçlarının Analizinde Web Ara Yüzlü Bulanık Uzman Sistem Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Jason H. T. Bates and Michael P. Young, 2003, Applying Fuzzy Logic to Medical Decision Making in the Intensive Care Unit, Critical Care Perspective, Vol 167. pp 948–952, 2003.
- Kansızlık (t.y.),
<http://www.bilkent.edu.tr/~bilheal/aykonu/september2002/anemi.htm>
 [Ziyaret Tarihi: 15.03.2012].
- Koutsojannis C. and Hatzilygeroudis I., 2004, FESMI: A Fuzzy Expert System for Diagnosis and Treatment of Male Impotence, KES 2004, LNAI 3214, pp.1106-1113, Springer-Verlag, 2004.
- Sarıtaş İ., 2003, Medikal Alanda Bulanık Kontrol, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Sarıtaş İ., Allahverdi N., Sert U., 2003, A Fuzzy Expert System Design for Diagnosis of Prostate Cancer, in Proc. Intern. Conference on Computer Systems and Technologies -CompSysTech'2003, Sofia, Bulgaria, 18-20 June 2003.
- Sarıtaş İ., Özkan İ. A., Allahverdi N., Argınoğan M., 2009, Determination of the Drug Dose by Fuzzy Expert System in Treatment of Chronic Intestine.
- Sarıtaş İ., Özkan İ.A., Herdem S. (2010). The Effects of Fuzzy Control of Magnetic Flux on Magnetic Filter Performance and Energy Consumption, Expert System with Applications, Vol. 37, pp. 7542-7551
- Şimşek H., 2009, Demir Eksikliği Anemisi ve Tedavisinin P Dalga Süreleri ve Diyastolik Fonksiyon Parametreleri İle İlişkisi, Uzmanlık Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi, Van.
- Tıpta Yapay Zeka Uygulamaları (t.y.),
http://www.yogunbakimdergisi.org/abstracttext.aspx?issue_id=35&ref_ind_i d=311 [Ziyaret Tarihi: 16.03.2012].
- Torun S., 2007, Koroner Kalp Hastalığı Riski Tanısı ve Tedavisi İçin Hiyerarşik Bir Bulanık Uzman Sistem Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Yapay Zeka (Artificial Intelligence) nedir? (t.y),

<http://insanvemakina.blogcu.com/yapay-zeka-artificial-intelligence-nedir/3428701> [Ziyaret Tarihi: 16.03.2012].

Yılmaz S., 2007, Bulanık Mantık ve Mühendislik Uygulamaları, Kocaeli Üniversitesi Yayınları, Kocaeli.

Yılmaz Y., 2011, Bulanık Mantık İle Kemik Yaşı Tespiti, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, Ankara.

Yücebaş S.C., 2006, Bayes Ağı Tabanlı Tıbbi Teşhis Destek Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Yüksel M., 2007, Altmış Yaş ve Üzeri Hastalarda Demir Eksikliği Anemisi Etyolojisinin Araştırılması ve Sıklığının Saptanması, Uzmanlık Tezi, İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ahmet YILMAZ
Uyruğu : T.C
Doğum Yeri ve Tarihi : Sarayönü, 04/01/1986
Telefon : 05556194646
Faks :
e-mail : ahyil1986@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Cumhuriyet Lisesi, Selçuklu, Konya	2003
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi, TEF, Selçuklu Konya	2010
Yüksek Lisans :		
Doktora :		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2012	Meram Halk Eğitim Merkezi	Bilişim Tekn. Öğrt.

UZMANLIK ALANI

Algoritma, Yazılım, Web Programlama, Veri Tabanı Yönetimi

YABANCI DİLLER

İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR