

**PROSTAT KANSER RİSKİ  
HESAPLAMALARINDA YAPAY SİNİR  
AĞLARI KULLANIMI**

Ufuk Şafak TAŞKIRAN

Yüksek Lisans Tezi  
ELEKTRONİK VE BİLGİSAYAR  
SİSTEMLERİ EĞİTİMİ  
ANABİLİM DALI  
Konya, 2008

T.C.  
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PROSTAT KANSER RİSKİ HESAPLAMALARINDA YAPAY SİNİR  
AĞLARI KULLANIMI**

Ufuk Şafak TAŞKIRAN  
**ELEKTRONİK VE BİLGİSAYAR SİSTEMLERİ  
EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

Bu tez 8.8.2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

**Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ**  
(Üye)

**Yrd.Doç.Dr. Mehmet ÇUNKAŞ**  
(Üye)

**Yrd.Doç.Dr. Fatih BAŞÇİFTÇİ**  
(Üye)

T.C.  
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PROSTAT KANSER RİSKİ HESAPLAMALARINDA YAPAY SİNİR  
AĞLARI KULLANIMI**

**DANIŞMAN:**  
Prof.Dr. Novruz ALLAHVERDİ

**HAZIRLAYAN**  
Ufuk Şafak TAŞKIRAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**ELEKTRONİK VE BİLGİSAYAR SİSTEMLERİ**  
**EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

Konya, 2008

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### PROSTAT KANSER RİSKİ HESAPLAMALARINDA YAPAY SİNİR AĞLARI KULLANIMI

Ufuk Şafak TAŞKIRAN

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Bölümü Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ  
2008, 96 Sayfa

Jüri: Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ  
Jüri: Yrd.Doç.Dr. Mehmet ÇUNKAŞ  
Jüri: Yrd.Doç.Dr. Fatih BAŞÇİFTÇİ

Tıp alanında en önemli problemlerden biri hastalık teşhisidir. Bu çalışmanın amacı; yapay sinir ağı teknolojisini tıp alanında prostat kanseri hastalığının teşhisi için kullanılmasıdır. Bu amaç için çok katmanlı algılayıcı ağ yapısına giriş parametreleri olarak Prostat Spesifik Antijeni (PSA), Serbest PSA (Free PSA) ve Yaş değerleri sunulmuş, çıkış parametresi olarak ise prostat kanseri durumu ele alınmıştır. Tasarlanan sistemde gerçek klinik veriler kullanılmıştır.

Geliştirilen uygulamada 259 gerçek hasta verisi kullanılmıştır. Programın denenmesi için dört farklı rastgele küme oluşturularak çapraz doğrulama yöntemiyle denenmiş ve test başarısı dört denemede de %73,0 olmuştur. Ayrıca Prostat büyüklüğünün prostat kanseri teşhisinde teşhis başarısını artırmadığı görülmüştür. YSA uygulamasının başarısı FPSA/PSA ve Online Calculator yöntemleriyle teşhise göre kıyaslandığında daha başarılı olduğu görülmüştür.

## **ABSTRACT**

**MSc Thesis**

### **USİNG ARTİFİCİAL NEURAL NETWORKS AT PROSTATE CANCER RİSK CASTİNG**

**Ufuk Şafak TAŞKIRAN**

**Selcuk University**

**Department of Electronic and Computer Education**

**Supervisor : Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ**

**2008, 96 Pages**

**Jury : Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ**

**Jury : Yrd.Doç.Dr. Mehmet ÇUNKAŞ**

**Jury : Yrd.Doç.Dr. Fatih BAŞÇİFTÇİ**

One of the biggest problems in medicine is to diagnose illness. The aim of this study is to use artificial neural network technology to diagnose prostate cancer. To achieve this aim Prostate specific Antigen ( PSA), Free PSA and Age values were provided to a network with multi-layer sensors as input parameters and the case of prostate cancer was taken as the output parameter. In the system designed, real clinical data was used.

In developed application, 259 real patients' data were used. To test program, four different random sets were made and tested by cross validation, and achievement of test has been 73,0 in four experiments. Also, it was seen that prostate size did not increase diagnostic achievement in diagnosing prostate cancer. It was seen that YSA application was more successful compared to diagnosis with FPSA/PSA and Online Calculator methods.

## **TEŐEKKÜR**

Bu alıŐma, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik ve Bilgisayar Eğtimi Anabilim Dalı'nda ve Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ yönetiminde hazırlanarak, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsüne Yüksek Tezi olarak sunulmuştur.

Bu çalıŐmanın gerçekleŐmesinde bana yol gösteren ve her türlü bilimsel katkıyı sağlayan değerli hocam ve danıŐmanım Sayın Prof. Dr. Novruz ALLAHVERDİ'ye teŐekkür ederim. Ayrıca bilgilerini benimle paylaŐan Yrd.Doç.Dr. Alparslan Arslan, Dr. Erdiń Koçer'e ve Dr. Humar Kahramanlı'ya da ayrıca teŐekkürü bir borç bilirim.

**Ufuk Şafak Taşkıran**

**Konya, 2008**

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iv</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>TABLolar LİSTESİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>KISALTMALAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Çalışmanın Amacı ve Önemi .....	3
1.2 Tezin Organizasyonu .....	5
1.3 Kaynak Araştırması .....	6
<b>2. PROSTAT VE HASTALIKLARI</b> .....	<b>15</b>
2.1 Prostat İltihabı (Prostatit) .....	17
2.2 Prostatın İyi Huylu Büyümesi .....	17
2.3 Prostat Kanseri .....	18
2.4 Prostat Kanserine Neden Olan Temel Etkenler.....	18
2.5 Prostat Kanseri Tanısı .....	19
<b>3. SİNİR AĞLARI</b> .....	<b>23</b>
3.1 Biyolojik Sinir Ağları .....	23
3.2 Yapay Sinir Ağları.....	25
3.2.1 Yapay sinir hücresi modeli.....	25
3.2.2 Yapay sinir ağlarının üstünlükleri .....	29
3.2.3 Yapay sinir ağlarının dezavantajı .....	30
3.2.4 Yapay sinir ağı eğitimi.....	31
3.2.4.1 Öğrenme algoritmaları.....	31
3.2.5 Yapay sinir ağı modelleri.....	31
3.2.5.1 Çok katmanlı algılayıcı (MLP: MultiLayer perceptron).....	31
3.2.5.2 Geri yayılım algoritması ile öğrenme .....	34
<b>4. EĞİTİM VE TEST KÜMELERİNİN OLUŞTURULMASI</b> .....	<b>40</b>
<b>5. PROSTAT KANSERİ HASTALIĞI İÇİN YSA İLE TASARLANAN PROGRAM</b> .....	<b>43</b>

5.1	Programın Kullanımı .....	45
5.2	Programın Birinci Deneysel Sonuçları .....	47
5.2.1	Programın Parametrelerinin Elde Edilmesi.....	47
5.3	Programın İkinci Deneysel Sonuçları.....	58
<b>6.</b>	<b>SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>62</b>
<b>7.</b>	<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>69</b>
<b>EK:</b>	<b>Programın Kaynak Kodları.....</b>	<b>73</b>



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Prostat organının vücuttaki yeri .....	15
Şekil 2.2. Sağlıklı ve Hastalıklı prostat organının görünümü .....	16
Şekil 3.1. Biyolojik Sinir Yapısı.....	25
Şekil 3.2. YSA'larda en çok tercih edilen aktivasyon fonksiyonları.....	28
Şekil 3.3. Basit bir yapay ağ.....	29
Şekil 3.4. ÇKA Ağı gösterimi .....	32
Şekil 4.1. Verileri rastgele ayırmak amacıyla geliştirilen programı .....	41
Şekil 5.1. Prostat kanserinin teşhisinde kullanılan yapay sinir ağı modeli. ....	43
Şekil 5.2. Prostat kanseri teşhis programı arayüzü .....	44
Şekil 5.3. YSA ile teşhis programının ayar bölümü .....	45
Şekil 5.4. Online Calculator programının ekran görünümü .....	51
Şekil 5.5. Teşhis yöntemlerinin setlerdeki test kümelerinde biopsi sonucu negatif hastalar için teşhis grafiği .....	55
Şekil 5.6. Teşhis yöntemlerinin setlerdeki test kümelerinde biopsi sonucu pozitif hastalar için teşhis grafiği .....	57

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1. Toplama Fonksiyonları.....	26
Tablo 3.2. Aktivasyon Fonksiyonları.....	27
Tablo 4.1. Hasta bilgilerinin hastanelere göre dağılımı .....	40
Tablo 4.2. Hastane verilerinin en yüksek, en düşük ve standart sapma değerleri .....	40
Tablo 4.3. Gruplardaki hasta adetlerinin dağılımı .....	42
Tablo 5.1 Farklı nöron sayılarında çalıştırılan ağı test ve öğretim başarıları .....	47
Tablo 5.2. En başarılı nöron sayısı için farklı öğrenme katsayılarındaki test ve öğretim başarıları.....	48
Tablo 5.3. En başarılı nöron sayısı ve öğrenme katsayısı için farklı momentum değerlerindeki test ve öğretim başarıları.....	49
Tablo 5.4. YSA uygulamasının setlerdeki teşhis başarıları .....	50
Tablo 5.5 Teşhis yöntemlerinin setler üzerindeki başarı durumları.....	52
Tablo 5.6. Farklı nöron sayılarında çalıştırılan ağı test ve öğretim başarıları .....	58
Tablo 5.7. En başarılı nöron sayısı için farklı öğrenme katsayılarındaki test ve öğretim başarıları.....	59
Tablo 5.8. En başarılı nöron sayısı ve öğrenme katsayısı için farklı momentum değerlerindeki test ve öğretim başarıları.....	60
Tablo 5.9. YSA uygulamasının setlerdeki teşhis başarıları .....	60
Tablo 6.1. Teşhis yöntemlerinin setlerin test kümeleri için teşhis, duyarlılık ve özgüllük durumları .....	63
Tablo 6.2. Farklı giriş değerleri için YSA uygulamasının setlerdeki ortalama teşhis başarıları.....	64

## KISALTMALAR

- ACS : Amerikan Kanser Derneği  
AUA : Amerikan Üroloji Derneği  
AUC : Area Under Curve - Eğri Altında Kalan Alan  
BPH : Benign Prostat Hiperplazi  
FPSA : Free Prostat Spesifik Antijeni  
TRUS : Transrektal Ultrasonografi  
PSA : Prostat Spesifik Antijeni  
PRI : Parmakla Rektal İnceleme  
PV : Prostat Volume  
ROC : Reveiver Operating Characteric - Alıcı İşletim Karakteristiği  
YSA : Yapay Sinir Ağı

## 1. GİRİŞ

Kanser normalden hızlı büyüyen ve ölmeyi reddeden anormalleşmiş hücrelerdir (Baggish 1999). Akçiğer, deri, mide, kalınbağırsak, meme ve prostat gibi birçok organda kanser görülebilmektedir. Kanser oluşumu iyi ve kötü huylu olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. İyi huylu büyümede sadece doku büyümekte iken kötü huylu büyümede ise organ erken tanı-tedavi sürecinden geçirilmediği takdirde bulaştığı organı işlevsiz hale getirebilmekte diğer organlara bulaşabilmekte ve devamında da kişinin ölümüyle sonuçlanabilmektedir. Kanser her organda değişik belirtiler vermektedir. Bu belirtiler değerlendirildiğinde çeşitli tedavi süreçleri ile bulaşan organın kurtulması, yayılımının önüne geçilmesi ve kişinin hayatının kurtulması mümkün olabilmektedir. Bu nedenle kanser hastalığının erken teşhisi tıp alanında önemli problemlerden biri haline getirmiştir.

Bu çalışmada erkeklerin en çok kanser sebepli ölümlerinden biri olan ve belirtileri iyi huylu büyümesiyle benzer özellikler taşıyan prostat kanseri incelenmiştir. Tıp alanında prostat kanserinin teşhisinde bir kan belirteci olan PSA değerine ve FPSA/PSA oranına bakılarak kanser şüphesi oluşmakta, TRUS (Transrektal Ultrasonografi), PRİ (Parmakla Rektal İnceleme) bulgularında nodül bulunmasıyla şüphe artmakta ve bireye birkaç kez biyopsi yapılmasıyla da kesin tanı konabilmektedir. Ayrıca birçok hasta bilgisinin incelenmesi sonucu geliştirilen Online Calculator gibi yöntemler ile de prostat kanser riski hesaplanabilmekte gerçek tanı ise ancak biyopsi sonucu konabilmektedir.

Prostat kanserinin belirtilerin değerlendirilmesinde belirli kesin kuralların olmaması ve halen uygulanmakta olan teşhis yöntemlerinin tahmin oranının düşük olması araştırmayı gerekli kılmıştır. Belirli ve kesin kuralların olmadığı, olayı etkileyen unsurların tahmin edilebildiği problemlerin çözümü için YSA (Yapay Sinir Ağları) yönteminin etkili olabileceği düşünülmüştür.

Prostat kanser riski hesaplanmasında yapay sinir ağı uygulaması geliştirmek için yapılması gereken genel işlem adımları aşağıdaki şekilde sıralanabilir

- Prostat organı ve hastalıkları hakkında bilgi toplanması,
- Prostatın iyi huylu ve kötü huylu büyümesi belirtilerinin incelenmesi,
- Doktorların hangi değerlere bakarak prostat kanserinden şüphelendiklerinin incelenmesi,
- Yapay Sinir ağı teknolojisinin incelenmesi,
- Kullanılacak ağ modeline karar verilmesi,
- Kullanılacak ağ yapısının incelenmesi ve formülize edilmesi,
- Ağa giriş ve çıkış değerlerinin neler olacağına karar verilmesi,
- Bilgisayar programının geliştirilmesi,
- Eldeki hasta bilgilerinin rasgele eğitim ve test verisi olarak ayrılması,
- Verilerin normalize edilmesi,
- Geliştirilen uygulama ile eğitim verileri kullanılarak ağın eğitilmesi,
- Test verileri kullanılarak geliştirilen programın test edilmesi.

Araştırmada 259 hasta bilgisi kullanılmıştır. Bu bilgiler;

- Trakya Üniversitesi Hastanesinde 2000-2005 yılları arasındaki prostat iğne biyopsisi yapılan 93 hasta verisi,
- Ankara Üniversitesi Hastanesinden alınan 119 hasta verisi,
- Ankara Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesinden alınan 2007–2008 dönemine ait 47 hasta verisinden oluşmaktadır.

Programa giriş bilgisi olarak hasta bilgilerinden PSA, FPSA ve yaş değerleri kullanılmıştır ve çıkış bilgisi olarak kanser teşhis bilgisi alınmıştır. Veriler yapay sinir ağına sunulabilmesi için 0.001-0.999 değerlerine indirgenerek normalize edilmiştir.

Hazırlanan programın test edilebilmesi için, eldeki hasta bilgileri biopsi sonucu kanser olma ve olmama durumuna göre eşit dağılıma sahip olacak şekilde rasgele 4 gruba ayrılarak çapraz geçerlilik yöntemiyle test edilmiştir. Çapraz geçerlilik için veriler 4 gruba ayrılmış ve ilk aşamada birinci grup test, diğer gruplar öğrenim için kullanılmıştır. Bu süreç her defasında bir grubun test, diğer grupların öğrenim amaçlı kullanılması ile sürdürülmüştür. Sonuçta elde edilen 4 hata oranının ortalaması, kurulan modelin tahmini hata oranı olarak tespit edilmiştir. Tüm hasta veritabanı düşünüldüğünde her bir sette %25 test kümesi ve %75 eğitim kümesi oluşturulmuştur. Böyle bir işlemin yapılmasındaki amaç her bilginin farklı gruplarda eğitim ve test kümesi içinde yer almasını sağlayarak yapılan test işleminin doğruluğunu artırmaktır.

Teşhis programında ileri beslemeli geri yayılım ağı kullanılmış ve program Visual Basic 6.0'da hazırlanmıştır. Yapay sinir ağı eğitim verilerini öğrenirken belirli parametrelerden etkilenmektedir. Bu parametreler ara katmandaki nöron sayısı, öğrenme katsayısı ve momentum değeri aşamalı olarak değiştirilerek en uygun değerlere ulaşılmıştır. En uygun parametreler elde edildikten sonra program aynı hasta veri tabanından rastgele ve homojen olarak seçilen farklı dört grup test verileri için çalıştırılmış ortalama test başarısının %73.0 olduğu görülmüştür.

## **1.1 Çalışmanın Amacı ve Önemi**

Birey, varoluşunun başladığı ana rahminden itibaren çeşitli hastalıkların tehlikesinde kalmaktadır. Hemen hemen birçok hastalığın erken teşhisi ile tedavi oranı yükselmektedir. Bu hastalıkların en tehlikelisi kanserdir. Kanser bulaştığı organı zamanla işlevsiz hale getirmekte sonrasında tüm vücuda yayılım gösterebilmekte ve bireyin ölümüyle sonuçlanmaktadır. Kanser teşhis edilebilmesi için bireyin değişik şikâyetlerle doktora başvurması ve çeşitli tetkiklerin yapılması gerekmektedir. Kimi kanser türlerinde bu tetkikler sonrası kanserin teşhisi kolay iken kimi kanser türlerinde ise hem hastanın durumu fark etmesi hemde yapılan tetkikler

sonucu kanser tespiti kolay olmamaktadır. Bu kanser türlerinden biride prostat kanseridir.

Prostat organı sadece erkeklerde bulunan erkeklerin üreme sistemini ve yeri bakımındanda üriner sistemi etkileyen bir organdır. Bu organın iyi huylu ve kötü huylu büyümesi (kanser) durumunun bireyde benzer şikâyetler ve bulgular oluşturması tespitini zorlaştırmaktadır. Bireyin prostat dokusuna birkaç kere biyopsi yapılması sonucunda ancak kesin teşhisin konulabildiği bir kanser türünü oluşturmaktadır.

Prostat kanserinin çeşitli tanı ve teşhis yöntemleri bulunmakla birlikte bu yöntemlerin başarısı kabul edilebilir nitelikte olmaması ve elde olan verilerin yorumlanmasında belirli bir formülün bulunmaması kanser hastalığının tespitinde hasta bilgilerinden yola çıkarak bilgisayarın karar verebileceği bir sistemin başarısının daha yüksek olabileceği düşünülmüştür. Bu sistemde program parametreler arası ilişkiyi öğrenecek ve prostat kanserinin teşhisini yapabilecektir. Araştırmanın başarıya ulaşması ile bireye gereksiz biyopsi yapılmasının önüne geçilebilecektir.

Araştırmamızda kullanacağımız hasta verilerinin Türkiye'deki hastanelerden alınması prostat kanseri gibi ırk, beslenme alışkanlıkları ve çevresel faktörlerden etkilenen kanser türleri için yerel çalışmaların yapılmasının önemini artırarak gerekli kılmıştır.

Bu çalışmanın temel amacı, prostat kanseri şüphesi olan hastaların laboratuvar sonuçlarını giriş olarak alan ve çıkış bilgisi olarakda kanser teşhis bilgisini veren bir yapay sinir ağı uygulaması geliştirmektir. Ayrıca YSA teknolojisiyle geliştirilecek programın, bu alanda YSA teknolojisinin başarılı olduğunun gösterilmesi ve hem doktorlar hemde hastalar tarafından kullanılabilir nitelikte program üretilmesi hedeflenmiştir.

Bu tez çalışmasında temel olarak aşağıdaki aşamalar amaçlanmıştır:

- Hasta laboratuvar sonuçlarının elde edilmesi,
- Yapay sinir ağı algoritmasını kullanan bilgisayar programının geliştirilmesi,
- Geliştirilen uygulamanın teşhis başarısının ölçülmesi.

Sonuç olarak yapılan çalışmada görülmüştür ki prostat kanserini teşhis etmede gerçekleştirilen sistemin teşhis başarısı, duyarlılık ve özgünlük değerleri dikkate alındığında diğer teşhis yöntemlerine nazaran sistemin daha güvenilir ve daha düşük hata oranına sahip olduğu görülmüştür. YSA uygulamasının 259 hasta bilgisinden daha büyük hasta bilgilerini içeren veritabanları ile daha yüksek teşhis başarıları elde edilebileceği düşünülmektedir.

## **1.2 Tezin Organizasyonu**

Bu tez çalışması toplam yedi bölüm ve ek kısımdan oluşmaktadır:

Birinci bölüm giriş bölümü olup konunun genel tanımı yapılmış, çalışmanın amacı ve önemi üzerinde durulmuştur. Konu ile ilgili önceden yapılmış olan benzer çalışmalar hakkında araştırmalar yapılmış, bilgiler verilmiş ve kısa bir analiz yapılmıştır.

İkinci bölümde, prostat ve prostat hastalıkları ve prostatın iyi huylu büyümesiyle kötü huylu değişimi olan kanser belirtileri ve tanı yöntemi incelenmiştir.

Üçüncü bölümde, prostat kanseri teşhisi için hazırlanacak programın temel yapısı olan yapay sinir ağları incelenmiştir. Yapay sinir ağı hücre modeli, genel yapısı, üstünlük ve sınırlılıkları, eğitimi ve algoritmaları incelenmiştir.

Dördüncü bölümde, teşhis programının geliştirilmesi süreci anlatılmıştır. Giriş ve çıkış değerlerinin neler olduğu, programın nasıl kullanılabildiği,



parametrelerin belirlenme süreci incelenmiş ve program bu bölümde iki kez çalıştırılmış ve eğitim ve test başarıları incelenmiştir.

Beşinci bölümde, geliştirilen uygulama başarısı ile diğer yöntemlerin başarıları, duyarlılık ve özgüllük durumları toplu halde verilmiş ve çalışmanın başarı durumu değerlendirilmiştir ve bu konu üzerinde çalışma yapmak isteyen araştırmacılara öneriler verilmiştir.

Altıncı bölümde, elde edilen sonuçlarla alanda yapılmış çalışmalar karşılaştırılmıştır.

Yedinci bölüm ise bu tez çalışmasında yararlanılan kaynaklar ve referanslardan oluşmaktadır.

Ekler kısmında, prostat kanseri teşhisi için geliştirilen programın kaynak kodları verilmiştir.

### **1.3 Kaynak Araştırması**

Çınar ve ark. (2007) “Prostat Kanseri Riskinin Değerlendirilmesi” konulu araştırmalarında Prostat kanser riskini YSA yöntemleriyle tespit etmeye çalışmışlardır. Geliştirilen YSA uyarlamasına giriş parametreleri olarak PSA (Prostat Specific Antijen), serbest PSA (fPSA), prostat hacmi ve yoğunluğu, kilo, boy, BKİ (Beden Kütle İndeksi), sigara, tansiyon ve nabız gibi risk faktörleri girilmiştir. YSA uygulamasına bilgi girilmeden veriler istatistiksel olarak incelendiğinde sigaranın prostat kanserini tetikleyen bir parametre olduğu kanaati çıkarılmıştır. Ayrıca beden kütle endeksi arttıkça prostat kanseri daha hızlı yayılım göstermekte olduğu bulunmuştur. Araştırma sonucunda YSA yöntemlerinden en başarılı sonucu LM (Levenberg-Marquardt) algoritmasında elde edilmiş ve bu başarıda %79,3 olarak tespit edilmiştir. Araştırmamızda prostat kanserini etkileyen ikinci derecede etkileyecek sigara gibi risk faktörlerinin dikkate alınmamasının uygulamamızın başarısını fazla etkilemeyeceği varsayılmıştır.

Keleş ve ark. (2007) “Prostat Kanseri Sınıflandırması İçin Yapay Zeka Tekniğinin Kullanılması” konulu araştırmalarında aynı belirtilere sahip olan prostat kanseri ve iyi huylu prostat büyümesi (BPH) hastalıkları üzerinde yapay zeka modellerini kullanarak ayırt etmek amaçlanmıştır. Çalışmada 90 hasta bilgisi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda Neuro-Fuzzy sınıflama modelinin esnek kullanımı yapısıyla tıbbi teşhislerin değerlendirilmesi için iyi bir model olduğu gözlenmiştir. Araştırmamızda 259 hasta bilgisinin kullanılması ile daha doğru ve kararlı bir sonuca ulaşabileceğimiz düşünülmektedir. Ayrıca araştırma kapsamında geliştirilecek programın her bilgisayarda kullanılabilir olması hedeflendiğinden uygulamaya dönük bir çalışma olacaktır.

Stephan ve ark. (2007a) “Prostat Kanserinin erken tanısını geliştirmek için çok değişkenli modeller içerisindeki biyomarkerler ve PSA” konulu araştırmalarında gereksiz prostat biyopsilerini azaltmak için PSA ve %fPSA-bazlı yapay sinir ağları (YSA) ve de lojistik regresyon (LR) modelleri ile ilgili gerçekleştirdikleri araştırmalarında Yaş, dijital rektal muayene ve de YSA’lar ile LR modellerindeki %fPSA ve tPSA’ya ek faktörler olarak PSA yoğunluğu ve prostat volümü ve Transrektal ultrasonografi (TRUS) değişkenleri gibi klinik verilerin dahil edilmesinde açık bir fayda tespit etmişlerdir. Ayrıca tPSA ve %fPSA’nın yapay sinir ağlarının (YSA) sonucu üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu ve başarımın artırılması için yeni giriş değerlerinin bulunması gerektiğini ancak bunların klinik faydalarını kanıtlamak için, daha fazla deney gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Stephan ve ark. (2007b) yaptıkları bir diğer araştırmada “İki Farklı Hasta Nüfusunda Prostat Biyopsisi Endikasyonu açısından iki farklı Yapay Sinir Ağının Karşılaştırılması” konusunu araştırmışlardır. PSA (4-10 ng/ml arasında), %fPSA, prostat volümü, dijital rektal muayene ve yaş kullanılarak YSA ve LR modelleri ile test edilmiştir. 656 hasta bilgisi kullanılmıştır. %90 ve %95 duyarlılıkta YSA ve LR modellerinin özgüllükleri %fPSA’nın özgüllüklerine nazaran anlamlı derecede daha fazla tespit edilmiştir. YSA uygulamasının farklı nüfuslara uygulanmasının mümkün olduğunu fakat sınırlamalara sahip olduğu belirtilmiştir. Bu durum yabancı literatürde yapılan çalışmaların Türkiye’de yaşayan hastalar için sınırlı teşhis kapasitesine sahip olacağını fakat araştırmamızda kullanacağımız verilerin Türkiye’deki hastanelerden

alınmış olması, gerçekleştirilecek programın Türkiye’deki hastalar için daha anlamlı sonuç üreteceğini düşündürmesi yönüyle de yapılması gerekli ve önemli görülmüştür.

Rodrigues ve ark. (2006) “Transrektal Biyopsi Üzerinde Prostat Kanserinin Teşhisinde Yapay Sinirsel Ağların Kullanılması” konulu araştırmalarında klinik değişkenlerden oluşan yapay sinirsel ağı eğiterek, prostat biyopsisi (PB) sonucunu tahmin etmeyi amaçlamışlardır. Ocak 2000- Haziran 2005 tarihleri arasında kliniğe başvuran 953 hasta bilgisi alınmıştır. Yapay sinirsel ağa yaş, PSA, dijital rektal muayene (DRE) ve prostat hacmi değerleri giriş olarak verilmiştir. Mantıksal regresyon analizi ve ileri beslemeli (feed-forward) sinirsel ağ geliştirilmiştir. Tahmin edici kapasite ROC eğrileri ve eğri altında kalan alan (AUC) aracılığıyla belirlenmiştir. 500 vakada (%59) prostat kanseri belirlenmiştir. Her iki model de rasgele seçilmiş n=643 hasta (sapma seti) ve tahmin edici kapasite olarak geri kalan 200 hasta kullanılmıştır. ROC eğrileri ve eğri altında kalan alan (AUC) aracılığıyla belirlenmiştir. AUC, PSA için 0,693, prostat hacmi için 0,707, mantıksal regresyon için 0,815 ve YSA için 0,819’dur. YSA’nın tahmin edici kapasitesi PSA’nın ve prostat hacminin ( $p < 0,01$ ) kapasitesinden anlamlı derecede daha yüksek ve mantıksal regresyonunkine benzer bulunmuştur ( $p=0,760$ ). YSA, Prostat kanserini tahmin etme kapasitesinin unimodal (tek düğümlü) teşhis modelinden daha yüksek olduğunu ve mantıksal regresyonunkine benzer olduğu bulmuştur. Araştırmamızda daha yüksek tahmin başarısına sahip bir YSA uygulaması geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Benecchi (2006) prostat kanseri teşhisi için Nöro-fuzzy sistemi geliştirmeye yönelik yaptığı araştırmasında, yapay sinir ağı ve bulanık mantığın gücünden faydalanmıştır. Nöro-fuzzy sisteminin tahmin edici doğruluğunu tPSA ve fPSA yüzdesiyle elde edilen sonuçla karşılaştırmıştır. Çalışmada 1030 erkekte alınan veriler kullanılmıştır. Tüm erkeklerin tPSA miktarı 20 ng/ml’den daha azdır ve 1030 erkeğin 195’inde (%18,9) prostat kanseridir. Araştırmada Koaktif fuzzy sonuç çıkarma sistem modeli kullanılarak, bir nöro-fuzzy sistemi geliştirilmiştir. Yüzde 95 duyarlılıktaki karşılaştırma, nöro-fuzzy sistemin en iyi spesifiklikte olduğunu göstermiştir. Yapılan araştırma ile prostat kanserini ayırt etmede tPSA’nın

performansını artırmak için hem serum değerlerine (tPSA, fPSA) hemde klinik verilere (yaş) dayanan bir nöro-fuzzy sistem geliştirilmiştir. Nöro fuzzy sisteminin kestirimci doğruluğu tPSA ve %fPSA'nınkine oranla daha üstün olduğu görülmüştür.

Stephan ve ark. (2005) "Prostat Kanseri Teşhisi İçin Sinirsel Ağ İçinde İnsan Salgı Bezi İle İlgili (Glandular) Kallikrein'inin Klinik Faydası" konulu araştırmalarında prostat kanseri ile iyi huylu prostat hiperplazia (BPH) arasında ayırım yapmak amacıyla yapay sinir ağlarından faydalanmışlardır. Yapay sinir ağının girişleri olarak PSA, f/tPSA ve insan salgı bezine özgü kallikrein2 (hK2) kullanılmıştır. Araştırmada 1-20 ng/ml aralığında PSA'ya sahip 347 kanser hastası bilgisi ve BPH'lı 128 hasta bilgisi dahil edilmiştir. Veriler 1-2, 2-4, 4-20 ve 2-20 ng/ml tPSA aralıklarında analiz edilmiştir. PSA, f/tPSA'lı geri yayılım YSA modelleri ve hK2/fPSA ve hK2/(f/tPSA) girişlerinden oluşturulmuştur. Teşhis geçerliliği ve alıcı çalışma karakteristikleri eğrisi (ROC) analizi ile değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda hK2 bazlı YSA, f/tPSA'nın sonucunu iyileştirmekle birlikte, analiz edilen hemen hemen tüm alt gruplarla hK2/(f/tPSA)'da böyle bir şey söz konusu olmaz. Bulgular, % 90 ve 95 duyarlık düzeyinde karşılaştırıldığı zaman, hK2 bazlı YSA, sadece en düşük tPSA aralığında f/tPSA'dan anlamlı derecede daha iyi performans göstermiştir. Sadece daha düşük tPSA aralıklarında, hK2 bazlı YSA'lar, prostat kanseri teşhisini daha fazla geliştirmek için bir avantaj gösterdiği bulunmuştur.

Bayram (2005) "Prostat Biyopsi İndikasyonunda Serbest Prostat Spesifik Antijen Yüzdesinin Özgüllük ve Duyarlılık Araştırılması" konulu tezinde 2000–2005 tarihleri arasındaki 93 prostat iğne biyopsisi yapılan hasta bilgisini incelenmiştir. Çalışmada PSA 4 ile 10 ng/ml arasındaki grupta F/T PSA'nın duyarlılığı %13, özgüllüğü %43'tür ve istatistiksel yönden de PSA, FPSA oranı açısından istatistiksel bir fark bulunamaması, PSA'nın duyarlılığını artırmak için PSA'nın yanında başka parametrelere ihtiyaç olduğunu göstermiştir. PSA>10 ng/ml olan grupta ise duyarlılık %30 ve özgüllük ise %20 olarak bulunmuştur. Aynı zamanda da PSA>10 ng/ml olan grupta PSA ve FPSA oranı açısından hastalarla sağlıklılar arasında istatistiksel yönden anlamlı bir fark olması, araştırmada yüksek PSA seviyesi olan

(PSA>10 ng/ml) her hastadan biyopsi olmasının gerekli olduğu yönünde yorumlanmıştır. Çalışma sonucunda PSA<10 ng/ml olanlarda PSA, fPSA ve fPSA/PSA düzeyleri açısından istatistiksel yönden anlamlı bir fark bulunamamıştır. PSA>10 ng/ml olanlarda PSA ve fPSA/PSA düzeyi bakımından hastalarla sağlıklılar arasında istatistiksel yönden anlamlı bir fark vardır. fPSA açısından istatistiksel yönden anlamlı bir fark bulunamamıştır. Araştırmamız ve beraberinde yapılan program ile özgüllük ve duyarlılık bakımından tıp literatüründeki istatistik değerlendirmelerden daha başarılı sonuçlar üretilmesi hedeflenmiştir.

Kurtuluş ve ark. (2004) “Prostat Kanseri Tanısında Parmakla Rektal İnceleme (PRİ), Prostat Spesifik Antijen (PSA), Transrektal Ultrasonografi (TRUS), PSA Dansitesi (PSAD), Yaşa Göre PSA, Free/Total PSA (f/t PSA) oranının Doğruluğu” konulu araştırmalarında 1998-2002 tarihleri arasında kliniğe başvuran, şüpheli rektal inceleme ve/veya PSA>4 ng/ml bulguları bulunan, yaşları 42 ila 80 arasında değişen (ortalama 68) 233 hasta bilgisi kullanmışlardır. Bu hastalardan 56 hastanın kanser olduğu saptanmıştır. Araştırmada TRUS’ta anormal bulgu, PSAD> 0.15ng/ml/cc, yaşa-göre PSA aralığı, f/tPSA oranı < 0.20 alınarak kanser doğruluk değerleri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda kanser belirleme oranları sırasıyla yalnızca PRİ:%0, yalnızca PSA: %7.89, PRİ ve PSA: %52, PRİ-PSA 10 ve üstü: %72, PSA ve TRUS: %62.5, PRİ, PSA ve TRUS: %76, PRİ normal-PSA 4-10, PSAD; 0.15 ise oran %14. Yaşa göre PSA’da 70-79 yaş grubu göz önüne alındığında 81 hastada 11 biyopsiden kaçınılırken 2 hastada kanser atlanmıştır. f/t PSA< 0.20 alındığında sensitivite (duyarlılık) %33 spesifite (özgüllük) %31 olduğu bulunmuştur. Araştırmamızda yaş, PSA, FPSA, PV (Prostat Volume) değerleri kullanılarak geliştirilecek olan YSA uygulamasıyla belirli bir aralık belirlemeden parametrelerin aralarındaki ilişkiyi bilgisayarın öğrenmesi sağlanarak teşhis başarısı, duyarlılık ve özgüllük olarak daha başarılı sonuçlar elde edilmesi planlanmaktadır.

Zlotta ve ark. (2003) “10 NG/ML veya daha aza kadar Serum Prostat Özgü Spesifik Antijen Söz Konusu Olduğu Zaman, Prostat Kanseri Kademeli Kademeli İçin Yapay Sinirsel Ağ” konulu araştırmalarında biyopsi ve klinik parametrelerdeki değişkenleri esas alan radikal prostatektomiden önce patolojik aşamanın tahminini

ilerletmek/iyileştirmek için bir yapay sinirsel ağ geliştirmişlerdir. 10 ng/ml ve daha az PSA ve radikal prostatektomiye maruz bırakılan 200 erkekte patolojik aşamayı tahmin edecek bir yapay sinir ağı geliştirilmiştir. Ağa yaş, serum PSA'sı, f/tPSA oranı, PSA hızı, transrektal ultrasonla hesaplanmış toplam ve geçiş bölgesi hacimleri (geçiş bölgesi PSA yoğunluğu ve PSA yoğunluğu), dijital rektal muayene ve biyopsi üzerinde Gleakson skoru (toplam puanı) girişmiştir. İki katmanlı perceptron sinirsel ağları eğitilmiştir. Araştırma sonucunda Yapay sinirsel ağ mantıksal regresyon analizini daha iyi yapmış ve klinik, biyokimyasal ve biyopsi verilerine dayanan 10ng/ml veya daha az serum PSA'sı olan doğrulama hastalarının %90'ından daha fazlasında patolojik aşamayı doğru bir şekilde tahmin etmiştir.

Sarıtaş ve ark. (2003) "Prostat Kanseri Riskinin Belirlenmesi İçin Bir Bulanık Yaklaşım" konulu araştırmalarında; prostat kanseri riskini rakamsal olarak hesaplayabilmek için bir bulanık uzman sistem tasarlamak, tıp alanında uygulamak ve tanıtmayı amaçlamışlardır. Bu amaç için giriş parametreleri olarak, prostat spesifik antijeni (PSA), yaş ve prostat hacmi (PV) kullanılmıştır. Çıkış parametresi olarak ise prostat kanser riski ele alınmıştır. Araştırma kapsamında geliştirilen sistem kanseri direk teşhis etmemekte fakat uzman doktora kanser risk oranını rakamsal olarak vermektedir. Tasarlanan sistem klinik ve literatürden alınan veriler ile test edilmiştir. Her bir hastalık durumuna karşılık gelen uzmanların teşhisleri ile literatür verileri karşılaştırılmış ve sistemin her bir durum için kullanılabilir olduğu görülmüştür. Ayrıca tasarlanan sistemin hastanelerde kullanılarak test edildiği ve farklı analiz ve çalışmalarda kullanıldığı belirtilmektedir. Araştırmamızda yaş, PSA ve prostat hacmine ek olarak FPSA değerinde kullanılacak olması ve kanseri etkileyen değerler arası ilişkinin yapay sinir ağlarıyla daha başarılı tespit edileceği varsayıldığından daha başarılı sonuçlar elde edileceği düşünülmektedir.

Mergen, O. (2003) "Prostat Kanseri Tanısında ROC Analizi" konulu araştırmalarında toplam 64 kişi verisi üzerinde çalışılmıştır. PSA, Kolesterol ve Triglicerit değişkenleri için yapılan incelemede, PSA ile Kolesterol ve Triglicerit çiftinde anlamlı sonuçlar bulunmuş ( $p<0.01$ ), Kolesterol ve Triglicerit çiftinde

anlamli sonuçlar bulunamamıştır (p<0.05). Sonuç olarak prostat kanseri tanısında kritik değer olarak PSA>3,70 ng/ml olarak araştırmada belirtilmiştir.

Stephan ve ark. (2002) “Yapay Sinir Ağı, Prostat Kanseri Teşhisinde Serbest Prostata Özgü Antijen Yüzdesinin Teşhis Gücünü Önemli Oranda Artırma: Beş Yıllık İncelemenin Sonuçları” konulu araştırmalarında, prostat kanserinin risk değerlemesini geliştirmek için, %fPSA’nın tanısal kullanışlılığını, tek başına ve 2 -4 ng/ml’lik düşük bir aralığın da dahil olduğu farklı PSA konsantrasyon aralıklarında YSA ile bağlantılı şekilde değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Prostat kanserli ve BPH’lı toplam 928 erkek, 2–20 ng/ml PSA aralığında, prostatla ilgili hiçbir ön işlem (tedavi) olmaksızın, 1996 ve 2001 yılları arasında çalışmaya kaydedilmiştir. 2–4, 4, 1–10, 10, 1–20 ng/mL’lik farklı PSA aralıklarında, prostat biyopsisi yapmadan önce bireysel riski hesaplamak amacıyla, PSA, %fPSA, hastanın yaşı, prostat hacmi ve DRE durumuyla ilgili giriş verilerinin olduğu bir YSA geliştirilmiştir. PSA ile karşılaştırmalı olarak, %fPSA’nın ve YSA’nın tanısal ilerlemesini belirlemek amacıyla, ROC analizi ve kesit hesaplamaları kullanılmıştır. %90 duyarlık düzeyinde, %fPSA ve YSA, spesifikliği sırasıyla %15–28 ve % 32–44 artırmak suretiyle, tüm aralıklarda PSA’dan daha iyi performans göstermiştir. 2-4 ng/ml’lik düşük PSA aralığı için, %90’lık YSA spesifikliği düzeyinde ilk kez biyopsi tavsiye edilmiştir. 4–10 ng/ml PSA için %90 duyarlık düzeyinde, YSA’ya dayanarak ilk kez biyopsi tavsiye edilmektedir. YSA’nın kullanımı, 2-10 ng/ml PSA aralığında gereksiz biyopsi sayılarını daha fazla düşürerek %fPSA performansını artırmıştır.

Yılmaz (2002) “Prostat Kanseri Erken Tanısında Serum Prostat Spesifik Antijen, Parmakla Rektal İnceleme ve Transrektal Ultrasonografi Etkinliği” konulu uzmanlık tezinde 116 hasta bilgisiyle çalışmıştır. alışmasında prostat kanserinin kandaki PSA değerinin yüksekliğinin, TRUS ve parmakla rektal inceleme bulguları ile desteklenirse çok daha yüksek oranda kanseri yakalama şahsının olacağını ayrıca bu bulguların prostat volümü küçük olan hastalarda prostat kanserine yakalanma oranının yüksek olduğunu belirtmektedir. Araştırmasında en etkin parametrenin f/tPSA ile PSA dansitesi kombinasyonu olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca araştırmacı PSA 4 ng/ml’nin üzerindeki her hastaya biyopsi yapmanın en güvenli yöntem

olduğunu belirtmektedir. Araştırmamızda 4 ng/ml üzerinde PSA değerine sahip olan hastalar içinde biyopsi yapılmadan tehlike durumunun değerlendirilebileceği, prostat kanserini etkileyen değerler arası ilişkilerin istatistik yönteminden daha kompleks olarak değerlendirebilen yapay sinir ağlarıyla tespit edileceği düşünüldüğünden uygulamanın geliştirilmesinin gerekli olduğu düşünülmüştür

Djavan ve ark. (2002) “Prostat Kanserinin Erken Teşhisi İçin Yapay Sinirsel Ağ” konulu araştırmalarında toplam prostata özgü antijen düzeyleri 2,5’tan 4 ng/ml’ye ve 4’den 10 ng/ml’ye kadar olan erkeklerde prostat kanserinin erken teşhisi için, yapay sinirsel ağ tahmin için geliştirmişlerdir. Analizler prostat kanserinin varlığını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada Alıcı operatör karakteristik (ROC) AUC (Eğri altında kalan alan), 2,5–4 ng/ml ve 4–10 ng/ml için sırasıyla, %87,6 ve %91,3 değerleri elde edilmiştir. YSA’nın tahmin edici doğruluğu geleneksel PSA parametrelerinin doruluğundan daha üstün olarak bulunmuştur.

Finne ve ark. (2000) Yapay sinir ağının MLP ve LR modelleriyle prostat kanseri taramasındaki serbest PSA (fPSA) oranından daha fazla ayırt edici olup olamayacağını test etmeye çalışmışlardır. Çalışmada Finlandiya’da rastgele seçilmiş topluluk bazlı prostat kanseri tarama çalışmasında PSA seviyesi 4-20 ng/ml toplam serum konsantrasyonuna sahip 55-67 yaş arası 656 erkek verisi kullanılmıştır. %23’ünün kanser %77’sinde ise bir prostatik histoloji ya da iyi huylu bir hastalık bulunduğu görülmüştür. Çalışmada tPSA, fPSA, Dijital Rektal İnceleme (DRE) ve prostat büyüklüğü (Prostat Volume) değerleriyle yapay sinir ağının MLP ve LR modelleri kullanılarak çalışma yapılmıştır. % 80’den % 99’a kadar ki duyarlık düzeylerinde, MLP ve LR modellerinin doğruluğu, fPSA’nın oranının doğruluğundan anlamlı düzeyde daha yüksek bulunmuştur. % 89’dan 99’a kadar duyarlılıkta, MLP’nin doğruluğu LR’ninkinden daha yüksek bulunmuştur (P £ 0,001). Araştırma sonucunda Klinik olarak ilgili duyarlık düzeylerinde, tPSA’ya, fPSA’nın oranına, DRİ’ye ve prostat hacmine dayanan MLP ve LR modelleri, sadece 4 –10 ng/mL aralığında tPSA’ya sahip olan erkeklerde, gereksiz biyopsilerin sayısını, serbest PSA’nın oranından anlamlı derecede daha iyi düşürebildiği görülmüştür. Çalışmamızda Fine ve ark. (2000) çalışmasında YSA

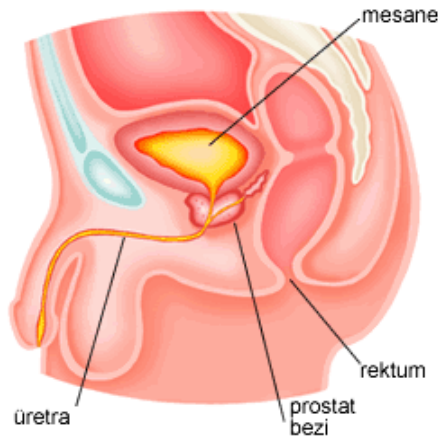


uygulamasına giriş olarak verilmeyen yaş unsurunu dikkate almamızın teşhis başarımıza olumlu etki edeceğini düşünmekteyiz. Yapay sinir ağı yapısı olarak bizde MLP ağ yapısını kullanacağız. Yapacağımız çalışma etnik kökenden, çevresel faktörlerden etkilendiği bilinen bir kanser türü olduğundan hazırlanan programın Türkiye'deki hastanelerden alınan hasta bilgileriyle Türkiye'de yaşayan prostat kanseri şüphesi olan hastalar için daha anlamlı olacağını düşünmekteyiz.

Araştırmamızda literatürde yapılan çalışmalardan farklı olarak hazırlanan uygulamanın sadece istatistikî verilerinin çıkarılması ve prostat kanserini etkileyen değişkenlerin tespit edilmesi değil, prostat kanseri olduğu şüphesi olan hasta için doktorun veya hastanın kullanabileceği Microsoft Windows gibi birçok makinede yüklü olan işletim sisteminde çalışacak bir uygulama geliştirmek hedeflenmiştir. Ayrıca Türkiye'de yapılan araştırmalarda kullanılan hasta verisi sayısı çalışmamızda kullanılan verilerden daha az olduğu görülmüştür. Çalışmamızda kullanılan yapay sinir ağı yönteminin eldeki hasta verilerinin miktarıyla orantılı olarak daha başarılı sonuçlar üretebileceği düşünülmüştür.

## 2. PROSTAT VE HASTALIKLARI

Prostat sadece erkeklerde bulunan birçok salgı bezinden oluşmuş bir organdır (Barrett 2003). Fiziksel olarak mandalina meyvesi gibi dışında bir kabuk ve içinde dilimler halinde bez hücreleri bulunmaktadır. Birey 25 yaşına geldiğinde prostat organının büyüklüğü yaklaşık kestane büyüklüğüne ulaşmaktadır (Cüreklibatır 2005). Meni içerisinde yer alan, sperm hücrelerinin taşınmasında görevli sıvıların %15–20'sini üreten bu organ üretra kanalının başlangıç kısmında yer almakta ve içerisinden idrar yolu geçmektedir (Cüreklibatır 2005). Şekil 2.1'de prostat organının vücuttaki yeri gösterilmektedir. Diğer organlarımız gibi prostatın da bireyin rahatsızlığına sebep olan hastalıkları mevcuttur.



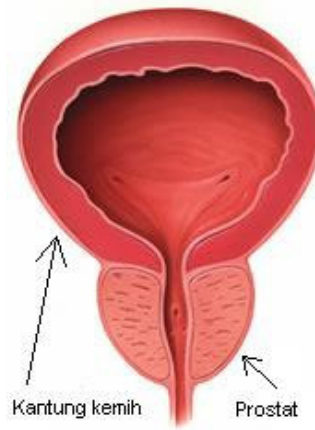
Şekil 2.1. Prostat organının vücuttaki yeri  
(Canlılar Bilimi, 2008)

Prostat hastalıkları 3 ana başlık altında toplanmaktadır:

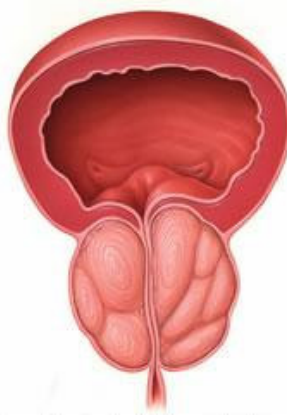
- Prostatın ani veya kronik iltihaplanması (Prostatitler);
- Prostatın iyi huylu büyümesi (BPH- Benign Prostat Hipertrofisi);
- Prostat kanseri.

Prostat hastalıklarında genellikle prostat büyümektedir. Kanser vakalarında prostatın kabuğu büyürken, iyi huylu büyüme olarak adlandırılan Benign Prostatik Hiperplazi (BPH) vakalarında ise prostatın içindeki bezler büyümektedir

(Cüreklibatır 2005). Şekil 2.2’de prostatın normal ve hasta hali görülmektedir. Hasta halinde prostat şişerek idrar çıkışını güçleştirmekte kimi zaman ise damlamayla çıkışa ancak izin vermektedir. Bu durum üriner sistem rahatsızlıklarını hatta böbrekte taş oluşumuna varan rahatsızlıklara sebep olabilmektedir. Prostat organının şişmesine sebep olan hastalıklar prostat iltihabı (prostatit), prostatın iyi huylu büyümesi ve prostat kanseri olabilmektedir.



a) Sağlıklı Bir Prostat Görünümü  
(Ailemax, 2008)



b) Hastalıklı Bir Prostat Görünümü

Şekil 2.2. Sağlıklı ve Hastalıklı prostat organının görünümü  
(Ailemax, 2008)

## 2.1 Prostat İltihabı (Prostatit)

Tıp dilinde prostatit olarak bilinen prostat iltihabı, ağırlıklı olarak 20–45 yaş grubu erkeklerde görülmektedir (Cüreklibatır 2005). Prostat iltihabında prostat şişerek büyümektedir. Prostat iltihapları 3 ayrı klinik tabloyu barındırır.

- Akut Bakteriyel Prostatit;
- Kronik Bakteriyel Prostatit;
- Kronik Abakteriyel Prostatit;

## 2.2 Prostatın İyi Huylu Büyümesi

Prostatın iyi huylu büyümesi, prostatı oluşturan bezlerin kontrollü olarak çoğalması ile oluşur. Yaklaşık 45 yaş civarında gerçekleşen bu duruma Benign Prostatik Hiperplazi (BPH) denir (Barrett 2003). Kimi zaman 40 yaşından sonra (Cüreklibatır 2005) da görülebilen bu durumun nedenleri; DHT (Di Hidro Testosteron) isimli hormon, büyüme faktörleri ve yaşlanma olduğu söylenebilir.

Prostatın iyi huylu büyüdüğü hastalarda; büyüyen prostat idrar yoluna baskı yapmakta böylece çeşitli şikâyetler oluşturmaktadır. Bu şikâyetler; idrara başlama güçlüğü, idrarı tam boşaltamama, ıkınarak idrar yapma, acil idrar yapma isteği, gecede 2 ya da daha fazla idrara çıkma şeklinde görülür (Cüreklibatır 2005). Bu şikâyetler genellikle idrar yapmayı engellemekle birlikte, mesanede kalan ve atılamayan idrar üst üriner sistem ve böbreklere baskı yapmakta böylelikle böbrek yetmezliği, idrar yolları iltihapları ve mesane taşlarının oluşumuna da sebep olabilmektedir.

BPH teşhisinde, ilgili belirtiler ve şikâyetler ile doktora başvuran hastanın yaşı eğer 50 ve üzeri ise hastanın prostat kanseri olma riski de bulunduğu ve ortak şikâyetler barındırdığından kanserle ilgili tetkiklerde yapılır.

### **2.3 Prostat Kanseri**

Kanser normalden daha hızlı büyüyen ve ölmeyi reddeden anormal hücrelerdir ve bu hücreler büyümeye devam ederek sert bir nodül oluşturur (Barrett 2003). Kanser hücreleri oluştukları organdan başka yere giderek çoğalmaya da devam edebilirler bu duruma da metastaz (yayılma) ismi verilir. Prostat organında gelişen kanser vakaları ağırlıklı olarak 50 yaş üstü erkeklerde görülmektedir. Erkeklerin kanser kaynaklı ölümlerinde ikinci sırayı alan prostat kanseri, oldukça yavaş seyretmekte, belirtileri hastayı hemen doktora yöneltmemekte bu da ancak hastalığın daha ileri boyutlara ulaştığında anlaşılmasına sebep olmaktadır (Cüreklibatır 2005).

Prostat kanseri, prostatın iyi huylu büyümesi (BPH) ile hemen hemen aynı belirtileri göstermektedir. Bu belirtiler; karnın alt bölümünde künt vasıflı bir ağrı, acil idrara çıkma ihtiyacı, idrara başlamada güçlük, idrar yapma sırasında ağrı, zayıf idrar akımı, damlama, kesik kesik idrar yapma, gece 2 veya daha fazla kez idrara çıkma, mesaneyi tam olarak boşaltamama, idrar yoluyla kanama, meni ile birlikte kanama, bel ve kalça bölgesinde ağrı, iştah kaybı ve beraberinde kilo kaybı olarak görülmektedir (Cüreklibatır 2005).

### **2.4 Prostat Kanserine Neden Olan Temel Etkenler**

Prostat kanserine neden olan etkenler kontrol edilebilir ve edilemez olmak üzere ikiye ayrılır. Kontrol edilemeyen etkenler; yaş, etnik köken ve kalıtım iken, kontrol edilebilir risk faktörleri ise çalışma ortamı, diyet ve hormon etkileri sayılabilir (Barrett 2003). Bu faktörlerin etkisi incelenecek olursa;

Yaş faktörü; prostat yaş ilerledikçe büyümektedir. Prostatın büyümesiyle birlikte kanser riski artmaktadır. 50 yaş altında %20–25 oranında olan prostat büyümesi, 50 yaş üstünde %50, 70 yaş üzerinde %80'e varan oranlarda görülür (Cüreklibatır 2005).

Kalıtım faktörü, ailesinde prostat kanseri görülenlerde, hastalığın çıkma olasılığı 2 kat artmaktadır (Barrett 2003). Ayrıca bireyin dâhil olduğu ırk'ın da etkin bir rol oynadığı söylenebilir. Beyaz ırkta ve amerikan zencilerinde sık görülen kanser, sarı ırkta daha az görülmektedir (Cüreklibatır 2005). Bu nedenle hastalığın en yaygın şekilde görüldüğü ülkeler İsveç ve ABD iken Asya ülkeleri en az rastlandığı ülkeler arasındadır (Baggish 1999). ABD'de yaşayan Asyalılar arasında prostat karsinomunda Asya'da yaşayan Asyalılardan çok daha fazla rastlanmaktadır (Baggish 1999). Bu durum prostat kanserinde kalıtım kadar çevresel faktörlerinde etkili olduğunu göstermektedir.

Beslenme faktörü, hayvansal yağ ve kırmızı etten zengin beslenme alışkanlığı, testosteron hormonunun artmasına etki ederek prostat kanseri riskini artırmakta iken tahıl ağırlıklı, soya ürünlerinin bol tüketiminin ise koruyucu etkisi bulunmaktadır (Cüreklibatır 2005).

Çevre faktörü, incelendiğinde mavi yakalılar olarak bilinen, mekanikerler, işçiler, çiftçiler, kaynakçılar ve endüstriyel alanda çalışanlarda diğer alanlara göre daha yüksek oranda prostat kanseri vakasına rastlanılmıştır (Barrett 2003).

## **2.5 Prostat Kanseri Tanısı**

Prostat kanserinin spesifik olmayan birçok belirtisi olmasına rağmen, çoğu kez hiçbir belirti vermemektedir (Cureklibatır 2005). Amerikan Kanser Derneği (ACS) ve Amerikan Üroloji Derneği (AUA) elli yaş ve üzerindeki zenciler ve kayda değer aile öyküsü bulunanlarda kırk yaş üstü her erkeğin yılda bir kez PSA testi yaptırmasını önermektedir (Baggish 1999).

Prostat kanserinin teşhisinde kullanılan en önemli kan belirteci bir protein olan PSA (Prostat Spesifik Antijen) maddesidir. İlk kez meni örneklerinde bulunmuş olan bu madde 1979 yılında laboratuarda izole edilmiş ve sadece prostat organı tarafından üretilen bir madde olduğu belirlenmiştir (Baggish 1999). Vücutta normalde sadece prostat bezi ve meni sıvısı içinde PSA sıvısından çok fazla

bulunması beklenir; prostat bezindeki bir hastalıkta ya da hasar durumunda ise PSA kana karışır. Kandaki PSA miktarını artıracak bu durum kötü bir gelişmenin habercisidir. Çünkü Prostat kanserinde, kanser prostatın içindeki bezlerin çevresindeki bariyerlere saldırır ve zarar verir böylece PSA özgürce kan damarlarına sızar (Scardino 2005). Bu yüzden prostat hastalıklarının muayenesinde kandaki PSA miktarı önemli bir rol oynamaktadır. Yalnız dikkat edilmesi gereken nokta PSA değerinin kanda ki her yüksek olan durumun bireyin kanser olduğu anlamına gelmediğidir. Prostat ile ilgili birçok hastalık PSA değerini kanda yükseltecektir (Cüreklibatır 2005). PSA'nın yükselmesine yol açan ve kanserle ilgisi olmayan nedenler arasında prostat hastalıklarından başka prostat idrar retansiyonu, sonda takılması veya doktorunuzun yaptığı sistoskopi, transrektal ultrason (TRUS), prostat biyopsisi, transüretral rezeksiyon (TRUP) ve belli bir dereceye kadar da parmakla rektal muayene (PRM) gibi işlemler de sayılabilir (Baggish 1999).

PSA, kanser olasılığını düşündürecek fakat her zaman kanserle artmayan ve kan testi ile ölçülen bir maddedir. PSA'nın normal değerleri yaşla birlikte değişkenlik göstermektedir. Bu değerlerin yaşa göre değişimi aşağıda gösterilmektedir.

- 40–49 yaş arası 0–2,5 ng/ml
- 50–59 yaş arası 0–3,5 ng/ml
- 60–69 yaş arası 0–4,5 ng/ml
- 70–79 yaş arası 0–6,5 ng/ml

Kandaki PSA değerleri normal aralıkların dışına çıktığında kanserden şüphelenilmesine rağmen kanser vakaları incelendiğinde “normal” aralıklardaki PSA konsantrasyonlarında da kanserin ortaya çıktığı görülmüştür (Baggish 1999). Ayrıca, prostat organındaki iyi huylu büyüme olan BPH'da PSA düzeyini yükseltir ve bu duruma kanserden çok daha rastlanmaktadır (Baggish 1999). Prostat kanseri vakalarında kanser eğer küçükse kandaki PSA düzeyini yükseltmeyecektir. Bununla birlikte kimi kanser vakalarında kanser dokusu o kadar anormalleşmiştir ki bu

hücreler az miktarda PSA üretirler bu da kandaki PSA miktarını artırmayacaktır (Scardino 2005).

Hastanın, PSA düzeyi yaşına göre normal aralıkların dışında ise prostat kanseri taramasında ikinci aşama olan prostatın rektal yoldan parmak ile muayenesine geçilir. Bu muayene basit ve kısa süreli olmasına rağmen prostat kanseri tanısındaki önemi büyüktür (Cüreklibatır 2005). Muayene sırasında doktor prostat dokusunda sertleşme olup olmadığına bakar, sertleşme genellikle kanser şüphesiyle yorumlanmasına rağmen bu sertleşmenin kanser dışında birçok sebebi de olabilmektedir. Bu sebepler, prostatik kalküler (taşlar), benign prostat hiperplazisi (BPH), ölü prostat dokusu, prostat infeksiyonu ve nedbe dokusu da olabilmektedir (Baggish 1999).

Parmakla muayene sonucunda kanser riski görülen hastalara özel aletler yardımıyla makattan yapılan ve Transrektal Ultrason (TRUS) adı verilen, prostat ultrasonu yapılır (Cüreklibatır 2005). TRUS günümüzde en çok, biyopsi için şüpheli bölgelerin yerinin tam olarak saptanmasında kullanılmaktadır (Baggish 1999). Ayrıca prostat bezinin büyüklüğünün ölçülmesinde ve kanserin yayılıp yayılmadığını anlamak amacıyla kapsülün muayenesinde de çok yararlıdır (Baggish 1999).

Prostat ultrasonunda görüntü kanser riski taşıyorsa, biyopsi ile örnek parça alınıp patoloji uzmanı tarafından değerlendirilmelidir. Patoloji uzmanı alınan örneğin kanser olup olmadığını ve ne kadar saldırgan olduğu hakkında bilgi verecektir. Fakat biyopsi prostat dokusunun minik bir kesiti olduğu için birinci biyopsi kanserin varlığını %75, ikinci biyopsi işlemi kanserin varlığını % 91, üçüncü biyopsi uygulaması % 97'ye, dördüncü biyopsi uygulamasında % 99'a çıkan oranlarda tespit etme durumu vardır (Scardino 2005). Prostat kanserinin erken teşhisi ile hastaların büyük çoğunluğu ameliyat, besin alınması ya da radyasyon uygulaması sonucunda iyileşebilmektedirler (Scardino 2005).

Biyopsi sonucu olarak, prostat kanseri tanısı konulduktan sonra, kanserin yayılma derecesi ve yapılacak müdahaleye karar vermek için kanserin evrelendirilmesi gerekmektedir. Evrelemek amacıyla bir takım tetkikler yapılır.



Evreleme işlemindeki amaç kanserin ilerleme durumunu tespit etmektir. Prostat kanserinin en sık uzak yayılım gösterdiği yer olan kemik dokusu için kemik sintigrafisi ya da diğer adıyla kemik taraması yapılır (Baggish 1999). Kemik taramasından sonra, akciğer grafisi ile kanserin akciğere yayılma durumu kontrol edilir, hastanın karın bölgesinin bilgisayarlı tomografisi ile prostatın lenf bezlerine yayılma durumu tespit edilmeye çalışılır eğer lenf bezlerine yayılan kanser hücreleri büyük değilse bunu tespit için Manyetik Rezonans tercih edilir (Cüreklibatır 2005). Bu tetkiklerden sonra kanser evrelendirilir.

Evre 1: Çok erken evrede olan bu kanser hissedilemeyecek kadar küçüktür ve mikroskopik yapıdadır.

Evre 2: Kanser prostat bezi ile sınırlıdır fakat hissedilir etkileri vardır.

Evre 3: Kanser prostat bezinin dışına, seminal veziküler ve yakındaki mesane dokusuna yayılmıştır.

Evre 4: Lenf bezlerine, kemiklere, akciğerlere ve diğer organlara yayılmış olan ilerlemiş kanseri ifade etmektedir (Cüreklibatır 2005).

Prostatta lokalize olmuş karsinom (Evre 1 ya da 2), cerrahi bir müdahale, ya da radyasyon terapisi ile tedavi edilebilir. Ancak aynı şey kanserin bezin dışına çıktığı ve diğer bölgeler yayıldığı (Evre 3 ya da 4) durumlarında olanaksızdır (Baggish 1999).

Doktorların, prostat kanseri tanısında biopsiden önce baktıkları değerler; kandaki PSA oranları, prostat hacmi ve kanserin görülme sıklığında önemli yeri olduğu düşünülen yaş unsurudur. Bu parametrelerin hangi ilişki ile kanseri teşhis edebileceği kesin olarak belirlenmemiştir. Araştırmamızda yapay sinir ağları kullanılarak bu parametrelerin giriş olarak kabul edildiği böylece bireyin hastalığının kanser olup olmadığının belirlendiği bir yapay sinir ağı uygulaması geliştirilmiştir. Bu yüzden yapay sinir ağlarının temel alındığı biyolojik sinir yapısı ve yapay sinir ağlarının yapısı hakkında gerekli bilgiler derlenmiştir.

### 3. SİNİR AĞLARI

Sinir ağları, birbirleriyle bağlantılı sinir hücrelerinden oluşmuş komplike sistemlerdir. En büyük ve güçlü sinir ağı olan insan beyni çalışma mantığı, öğrenmesi, hatırlaması ve değişikliğe uyum gücü ile birçok problemi çözebilme gücüne sahiptir. Bu yapının gücüne sahip olan insanlık, var olduğu günden beri karşılaştığı problemlerin üstesinden gelmiş, yaşam kalitesini artırmış ve değişik teknolojiler üretmiştir. İlkel zamanlarda av silahları ve tuzaklar günümüzde ise bilgisayar teknolojileri insanoğlunun bu gücünü etkin olarak kullandığı ve geliştirdiğinin de bir göstergesidir.

Çağlar boyu değişik teknolojiler geliştiren insanoğlu, teknolojilere kendi beyin gücünü yansıtmıştır. Bu yansımaların ileri bir boyutu olan zeki, insan gibi düşünebilen ve öğrenebilen makineler üretme isteği yapay sinir ağı teknolojisini doğurmuştur.

Yapay sinir ağları, ilhamını biyolojik sinir ağından almaktadır. Yapay sinir ağlarının anlaşılması için önce örneklediği biyolojik sinir ağının yapısının ve çalışma mantığının incelenmesi gerekmektedir.

#### 3.1 Biyolojik Sinir Ağları

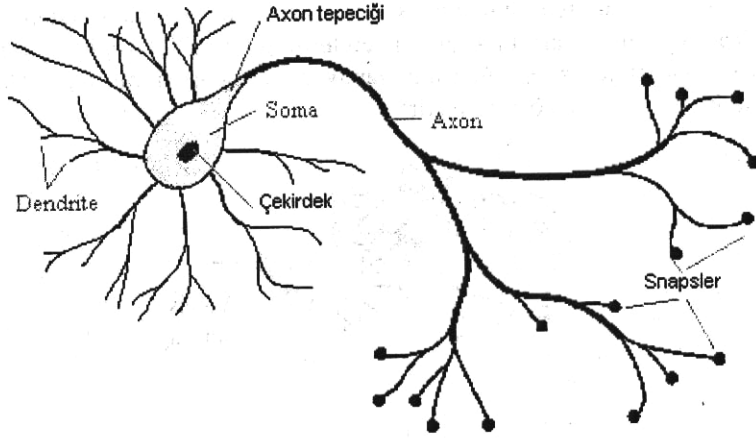
Biyolojik sinir ağı milyarlarca sinir (nöron) hücresinin bağlanmasıyla oluşmuş komplike bir yapıdır. Bu yapının en gelişmiş haline insan sahiptir. İnsan sinir sisteminin merkezi beyindir ve beyinde yaklaşık  $10^{11}$  sinir hücresi vardır. Beş duyu organından gelen bilgiler sinir sistemi sayesinde beyne taşınır. Gelen bilgiler beyin algılama, anlama, olaylar arası ilişki kurma mekanizmaları sayesinde, işlenir, önceki sonuçlar hatırlanır, yeni sonuçlar üretilir ve yine sinirler yardımıyla üretilen sonuçlar diğer birimlere iletilir. Biyolojik sinir sistemi, bilgiyi alan, yorumlayan ve uygun bir karar üreten merkez ve bu merkezin kontrolünde olan alıcı ve tepki sinirlerden meydana gelmiştir (Sağiroğlu ve ark. 2003). Alıcı sinirler (reseptör), iç veya dış

ortamdan aldıkları uyarıları beyne iletirler, tepki sinirleri beynin ürettiği elektriksel sinyalleri çıktı olarak uygun tepkilere dönüştürürler. Tüm sistemin anlaşılmasında sistemi oluşturan ve sistemin temeli olan nöronların incelenmesi gerekmektedir.

Biyolojik sinir sisteminin temelini nöronlar oluşturur. Her bir nöron, dentrit, soma akson ve sinaps olmak üzere 4 kısımdan oluşur.

- Dentrit, içyapısı sinir gövdesi ile aynı olan ve bir nöronda birden fazla bulunabilen kısa uzantılardır. Dentritler yardımıyla çevre hücrelerden gelen sinyaller (pulse) alınır ve gövdeye ulaştırılmaktadır (Sağiroğlu ve ark. 2003). Dentritlerden gelen sinyaller nöronda birleştirilir.
- Soma, dentritlerin diğer hücrelerden aldıkları bilgilerin işleme tutulduğu yerdir. Böylece giriş bilgileri kullanılarak ağın çıkış bilgisi somada oluşturulur.
- Akson; çıkış yolu olarakda nitelendirilir. Her nöronda bir tanedir (Sarioğlu ve ark. 2003). Akson sapslar vasıtasıyla diğer nöronların dentritlerine bağlanmıştır. Akson aracılığıyla üretilen bilgiler sapslar vasıtasıyla diğer hücrelerin dentritlerine gönderilir.
- Sinaps, sinir hücreleri arasında iletişimin gerçekleştiği, yapısal ve fonksiyonel olarak özelleşmiş bölgelerdir. İki hücrenin bilgi alışverişi snaptik bağlantılar yoluyla sağlanır (Öztemel 2003). Şekil 3.1'de biyolojik sinir hücresi görülmektedir.

Çok sayıda sinir hücresinin birleşiminden oluşan beyin, beş duyu organından gelen bilgiler ışığında; öğrenebilir, farklı durumlara uyum sağlayıp, sonuçlar çıkartabilir, genelleme yapabilir, soyut ve somut kavramları açıklayabilir, bilgi depolayabilir, ilişkilendirebilir, mevcut bilgilerden yeni sonuçlar çıkarabilir, problem çözebilir ve farklı çözüm önerileri getirebilir.



Şekil 3.1. Biyolojik Sinir Yapısı  
(Öztemel 2003)

## 3.2 Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir hücrelerinden oluşmuş ağlardır. Yapay sinir ağları insan beyninin en temel özelliği olan öğrenme fonksiyonuna sahip olmayı hedefleyen sistemlerdir (Öztemel 2003).

### 3.2.1 Yapay sinir hücresi modeli

Biyolojik sinir ağları biyolojik sinirlerden oluşmuştur. Yapay sinir ağları proses olarak bilinen yapay sinir hücrelerinden oluşmuştur (Öztemel 2003). Her proses elemanın beş temel unsuru vardır.

1- Girdiler: Yapay sinir hücresine dış dünyadan gelen bilgilerdir. Bu girdiler dış dünyadan olduğu gibi başka hücrelerden veya kendisinden de olabilir (Öztemel 2003).

2- Ağırlıklar: Ağırlıklar yapay sinir hücresine gelen bilgilerin önemini ve hücre üzerindeki etkisini gösterir (Öztemel 2003). Ağırlıklar değişken veya sabit olabilir. Ağırlıkların sayısal değeri önemini belirtmez, ağırlıkların önemini ağın

yapısı belirler. Kimi durumlarda negatif ağırlıklar pozitif ağırlıklardan daha etkili olabilirler.

3- Toplama Fonksiyonu: Bir sinir ağında yer alan her sinir hücresinde farklı olabilen toplama fonksiyonu, ağ girişleri ile ağırlıkların çarpımını kullanarak ağın net girdisini bulmayı hedefleyen fonksiyondur. Değişik toplama fonksiyonları vardır. Bu fonksiyonların bazısı giriş ve ağırlık çarpım gruplarını toplarken, kimi toplama fonksiyonları çarpar kimi fonksiyonlarda minimum ya da maksimum veya işaretlerine bakabilir. Kimi sinir ağı modelleri nöronlarda kullanılacak toplama fonksiyonunu belirlemektedir (Öztemel 2003). En çok kullanılan toplam fonksiyonu ağırlıklı toplamdır. Bu fonksiyonda her gelen girdi değeri kendi ağırlığı ile çarpılarak toplanır. Tablo 3.1’de yapay sinir ağlarında kullanılan çeşitli toplama fonksiyonları verilmiştir (Öztemel 2003).

Tablo 3.1. Toplama Fonksiyonları

NET GİRİŞ	AÇIKLAMA
Çarpım Net Girdi = $\prod_i G_i A_i$	Girdiler ile ağırlık değerleri çarpılır ve daha sonra bulunan değerler birbirleri ile çarpılarak net girdi hesaplanır.
Maksimum Net Girdi = $Max(G_i A_i), i=1...N$	$N$ adet girdi içinden ağırlıklar ile çarpıldıktan sonra en büyüğü yapay sinir hücresinin net girdisi olarak kabul edilir.
Minimum Net Girdi = $Min(G_i A_i), i=1...N$	$N$ adet girdi ağırlıklar ile çarpıldıktan sonra en küçüğü yapay sinir hücresinin net girdisi olarak kabul edilir.
Çoğunluk Net Girdi = $\sum_i sgn(G_i A_i)$	$N$ adet girdi ağırlıklar ile çarpıldıktan sonra pozitif ve negatif olanların sayısı bulunur. Büyük olan sayı hücrenin net girdisi olarak kabul edilir.
Kümülatif Toplam Net Girdi = $Net (eski) + \sum_i (G_i A_i)$	Hücreye gelen bilgiler ağırlıklı olarak toplanır ve daha önce gelen bilgilere eklenerek hücrenin net girdisi bulunur.

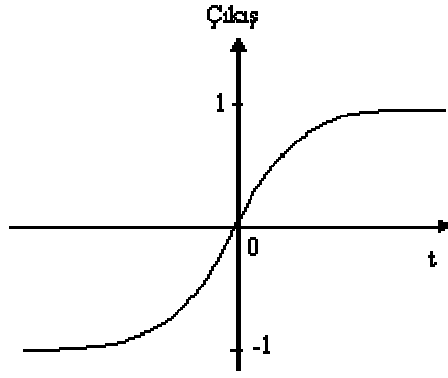
Görüldüğü gibi, bazı durumlarda gelen girdilerin değeri önemli olurken bazı durumlarda ise gelen girdilerin sayısı önemlidir (Öztemel 2003).

4- Aktivasyon Fonksiyonu: Yapay sinir hücresine gelen net girdiyi işleyerek hücrenin bu girdiye karşılık üreteceği çıktıyı belirleyen fonksiyondur (Öztemel 2003). Ağın çıktısını hesaplamak için değişik aktivasyon fonksiyonları bulunmaktadır. Tablo 3.2’de yapay sinir ağlarında kullanılan değişik aktivasyon fonksiyonları verilmiştir.

Tablo 3.2. Aktivasyon Fonksiyonları

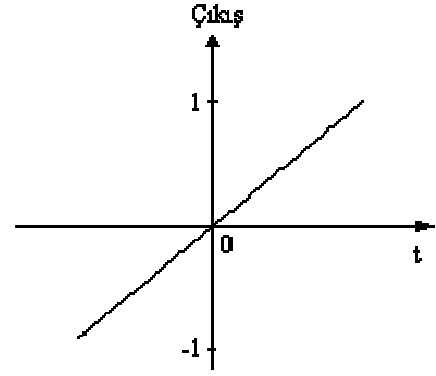
<b>AKTİVASYON FONKSİYONU</b>	<b>AÇIKLAMA</b>
Sigmoid Fonksiyon $F(Net) = 1/(1 + e^{-NET})$	0-1 arası değer üretir. Çok katmanlı algılayıcılarda sıklıkla kullanılan bir fonksiyondur.
Lineer Fonksiyon $F(Net) = Net$	Bu fonksiyonda gelen girdiler olduğu gibi hücrenin çıktısı olarak kabul edilir.
Step fonksiyonu $F(Net) = \begin{cases} 1 & \text{if } Net > eşik\_değer \\ 0 & \text{if } Net \leq eşik\_değer \end{cases}$	Gelen Net girdi değerinin belirlenen bir eşik değerinin altında veya üstünde olmasına göre hücrenin çıktısı 1 veya 0 değerini alır.
Sinüs Fonksiyonu $F(Net) = Sin(Net)$	Öğrenilmesi düşünülen olayların sinüs fonksiyonuna uygun dağılım gösterdiği durumlarda kullanılır.
Eşik değer fonksiyonu $F(Net) = \begin{cases} 0 & \text{if } Net \leq 0 \\ Net & \text{if } 0 < Net < 1 \\ 1 & \text{if } Net \geq 1 \end{cases}$	Gelen bilgileri 0 veya 1 den büyük veya küçük olmasına göre bir değer alır. 0 ve 1 arasında değerler alabilir. Bunların dışında değer alamaz.
Hiperbolik tanjant fonksiyonu $F(Net) = (e^{Net} + e^{-Net}) / (e^{Net} - e^{-Net})$	Gelen Net girdi değerinin tanjant fonksiyonundan geçirilmesi ile hesaplanır.

Çok katlı algılayıcı modelinde en yaygın kullanılan aktivasyon fonksiyonu sigmoid aktivasyon fonksiyonudur. Şekil 3.2'de Aktivasyon fonksiyonlarının sayı doğrusu üzerindeki şekilleri gösterilmektedir.



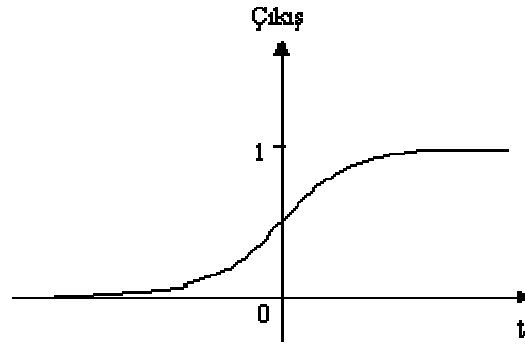
(c)

Hiperbolik Tanjant



(b)

Doğrusal Fonksiyon



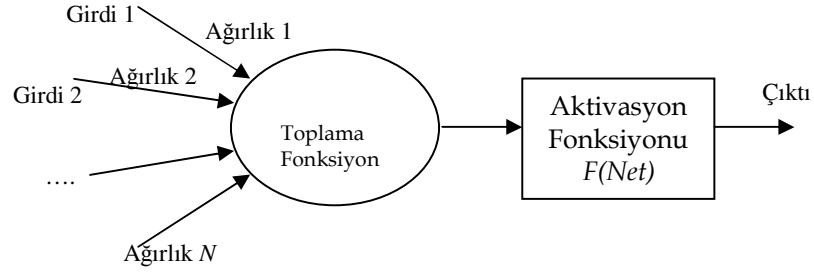
(a)

Sigmoid Fonksiyon

Şekil 3.2. YSA'larda en çok tercih edilen aktivasyon fonksiyonları

Aktivasyon fonksiyonu ve toplama fonksiyonu bir yapay sinir ağındaki her proses elemanında aynı olmak zorunda değildir. Her hücrede farklı seçilebilir.

5- Hücrenin çıktısı: Aktivasyon fonksiyonu tarafından belirlenen çıktı değeridir. Birden fazla girdisi olabilen sinir hücrenin bir tane çıkış değeri vardır (Öztemel, 2003). Şekil 3.3'de basit bir yapay sinir ağı şekli görülmektedir.



Şekil 3.3. Basit bir yapay ağı.

Yapay sinir ağları örneklediği biyolojik sinir ağının sahip olduğu özellikleri sebebiyle diğer bilgisayar programlarından farklıdır bu farklar yapay sinir ağı uygulamalarına üstünlük kazandırmakla birlikte bazı dezavantajlarda oluşturmaktadır.

### 3.2.2 Yapay sinir ağlarının üstünlükleri

Bilgisayar programları ilişkileri belli bağıntıların işlenmesinde kullanılırlar. Bu yüzden farklı durumlarda karar verilmesi beklendiğinde verim alınamamaktadır. Yapay sinir ağlarının en önemli üstünlüğü öğrenebilme yetenekleridir (Sağiroğlu 2003). Bu özellikleri sayesinde yapay sinir ağları öğrenir ve farklı durumlara cevap verebilirler. Geleneksel bilgisayar programlarında olmayan bu özellik geleneksel programların çözüm getiremediği kuralları belli olmayan aralarındaki ilişkilerin formüle edilemediği sorunların çözümünde kullanılabilmesini sağlamaktadır. Bilgisayar programlarının zorlandığı sınıflandırma, örüntü tanıma, sinyal filtreleme, veri sıkıştırma ve optimizasyon çalışmaları gibi alanlarda en güçlü teknikler arasında Yapay sinir ağları sayılabilirler (Öztemel 2003).



Bilgisayar programları eksik bilgi ile çalışamaz iken yapay sinir ağı eksik bilgi ile bile doğru sonuçlar üretebilirler (Öztemel 2003, Sağıroğlu ve ark. 2003).

Yapay sinir ağı öğrendikten sonra ki çalışmalarında sonuç üretmek için bir veritabanı ya da bilgi kümesine ihtiyaç duymaz, eğitim sırasındaki öğrenmelerini üzerindeki ağırlıklarda taşır (Öztemel 2003).

### **3.2.3 Yapay sinir ağlarının dezavantajı**

Yapay sinir ağları öğrenebilme gibi büyük bir yeteneğe sahip olmalarına karşın her problemin çözümünde kullanılması doğru değildir. Çözölmek istenen problem için yeterli etkinlik ve verimlilikte çözüm yöntemi söz konusu olduğunda veya problem hakkında elde yeterli örneklem bulunmadığında tercih edilmemesi daha doğru olacaktır (Öztemel 2003).

Yapay sinir ağında yer alan öğrenme katsayısı, momentum katsayısı, nöron sayısı ve bağ yapısının nasıl belirleneceğine dair kuralların olmaması genellikle deneme yanılma yolunun kullanılmak zorunda kalınması yapay sinir ağıyla problem çözümünü zorlaştırmaktadır.

Ağ parametreleri ve yapısı doğru bir şekilde seçilse dahi, ağın öğrenmesi için ağa sunulacak örneklerin genellikle günlük hayatta kullandığımız türden analog bilgilerdir. Bu bilgiler ağa sunulabilecek numerik bilgilere dönüştürülmesini gerektirir. Bu dönüştürme işlemine uygun dönüştürme işlemi yapılmadı ise ağın doğru bir şekilde öğrenmesi engellenmiş olacaktır. Bu dönüştürme işinde belli bir standart olmaması işi zorlaştırmaktadır.

Ağın ne kadar süre eğitileceğinin belirli bir kuralı yoktur. Genel kural ağın hatasının belirli bir değerin altına çekilmesidir. Fakat bu en iyi öğrenmenin gerçekleştiğinin bir göstergesi olduğunu göstermemektedir.

Ağın öğrendikten sonra nasıl kurallar sistemi geliştirdiği bilgisine ulaşamaması ağın güvenilirliğini düşürmektedir.

Yapay sinir ağı teknolojisindeki bu dezavantajlar elde edilen çözümün en iyi çözüm olduğunu idda edilmesini önlemektedir (Öztemel 2003).

### **3.2.4 Yapay sinir ağı eğitimi**

Yapay sinir ağlarına çeşitli öğrenme algoritmaları ile karar verebilme yeteneği kazandırılır.

#### **3.2.4.1 Öğrenme algoritmaları**

Yapay sinir ağlarında birçok öğrenme algoritması kullanılmaktadır. Bunlar; geri yayılım, esnek yayılım, delta bar delta, geliştirilmiş delta bar delta, hızlı yayılım, genetik, yönlendirilmiş rastgele arama, levenberg marquardt metodu, kua-si Newton öğrenme vb algoritmalarıdır (Sağiroğlu ve ark. 2003).

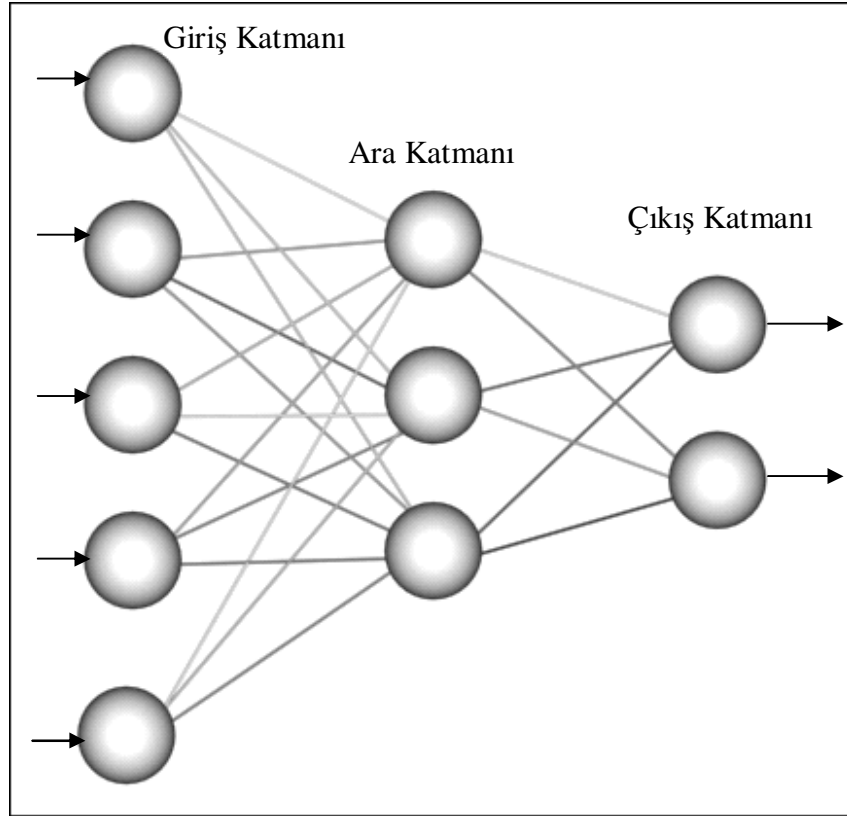
### **3.2.5 Yapay sinir ağı modelleri**

Yapay sinir ağları tek katmanlı ve çok katmanlı algılayıcılar olarak iki ayrı grupta ele alınabilir. Tek katmanlı algılayıcılar ile doğrusal problemler rahatlıkla çözülebilir iken, doğrusal olmayan problemler çok katmanlı algılayıcı modeli ile çözülmektedir. Araştırmamızda prostat kanserinin teşhisi problemi ele alınmıştır ve bu işlem doğrusal olmayan bir bağıntı içerdiğinden çok katmanlı algılayıcı kullanılmış ve bu yapı incelenmiştir.

#### **3.2.5.1 Çok katmanlı algılayıcı (MLP: MultiLayer perceptron)**

Çok Katmanlı Algılayıcılar (ÇKA) doğrusal olmayan olayları öğrenebilme yeteneklerine sahip olan ağlardır (Elmas 2003). Bu ağ modeli özellikle mühendislik

problemlerinin çözümlerinde ve uygulamalarında sıklıkla kullanılan ağ modeli olmuştur (Sağiroğlu ve ark. 2003). Ağın yapısı giriş, bir veya daha fazla ara katman ve bir çıkış katmanından oluşmaktadır (Öztemel 2003). Bu ağ yapısı Şekil 3.4'de görölmektedir.



Şekil 3.4. ÇKA Ağı gösterimi

Nöronların birbiriyle bağlanmasında, bir önceki katmanda bulunan bütün nöronlar kendinden sonra gelen katmandaki bütün nöronlara bağlı olduğu görölmektedir.

**Girdi katmanı:** Ağın dış dünyadan alacağı bilgilerin ağa sunulduğu nöronlardır. Bu katmandaki her nöron kendinden bir sonraki katmandaki bütün nöronlara bağlıdır (Öztemel 2003). Bu nöronlarda bilgiler işleme konulmadan ara katmana gönderilir. Girdi katmanında ağın dış dünyadan alıp işleyeceği bilgi kadar nöron kullanılır. Dış dünyadan alınacak bilgiler yapay sinir ağının nümerik işlem

yapabilmesi sebebiyle sayısal olarak ifade edilmelidir. Dış dünyadan alınan bilgiler genellikle 0–1 arası bir değere çeşitli yöntemler kullanılarak çevirilir.

**Ara katmanlar:** Girdi katmanından gelen ara katmandaki her bir nöron, kendisine bağlı nöronlardan gelen bilgilerin ağırlıkları ile çarpımı sonuçlarını alıp, toplama fonksiyonu ile net bilgiye dönüştürür. Oluşan net bilgiyi de transfer fonksiyonu ile çıkış bilgisine dönüştürür ve bağlı olduğu ileri nöronlara gönderir. Çok katmanlı ağ yapısında birden fazla ara katman olabilir. Her ara katmanda kaç tane nöron olması gerektiği konusunda belirli bir kural yoktur. Tasarımcı deneme yanılma yoluyla uygun sayıyı bulmalıdır. Ağ yapısında kullanılacak nöron sayısını artırmak ağın ezberlemesine sebep olurken, az nöron da öğrenememesine sebep olabilmektedir. Ara katmandaki bütün nöronlar kendilerinden bir sonra gelen katmandaki nöronların hepsi ile bağlıdır (Öztemel 2003).

**Çıktı katmanı:** Çıktı katmanında olan her bir nöron, en son ara katmandan gelen bilgilerin ağırlıkları ile çarpımı sonuçlarını, toplama fonksiyonu ile net bilgiye dönüştürür. Net bilgiyi de aktivasyon fonksiyonundan geçirerek ağın çıkış bilgisi veya bilgilerini oluşturur. Çok katmanlı algılayıcıda bir tane çıktı katmanı vardır. Fakat bu katmanda bir den fazla nöron olabilir. Ağın çıktı sayısı kadar katmanda nöron olur. Çıktı katmanı kendisinden önceki ara katmandaki tüm nöronlar ile bağlantılıdır (Öztemel 2003).

Giriş çıkış seti ağa sunulur, bilgi nöronlarda işlenerek ileri doğru ilerler ve bu yüzden ileri beslemeli ağ modeli olarak adlandırılır (Sağiroğlu 2003). Ağın çalışması kısaca ifade edilecek olursa; her nöron kendisine gelen bilgiler ve o bilgilerin nörona etkisini belirleyen ağırlıkların çarpımı sonucu oluşan bilgisiyi toplama fonksiyonu ile oluşturur, oluşan bu bilgi aktivasyon fonksiyonu vasıtasıyla ilgili nöronun çıkışını oluşturur. Bu şekilde ağın çıkışına kadar hesaplamalar yapılır ve ağın çıkışı oluşur.

### 3.2.5.2 Geri yayılım algoritması ile öğrenme

ÇKA ağları öğretmenli öğrenme stratejisine göre çalışırlar (Öztemel, 2003). Ağın eğitimi sırasında hem girdiler, hem de çıktılar ağa sunulur. Elde edilen sonuç ile olması beklenen sonuç arası fark hatayı oluşturur. Hata, geriye doğru kendisini oluşturan ağırlıklara yansıtılır. Bu işlem belirli bir durdurma kriterine kadar devam eder. Kimi zaman tüm giriş değerleri için elde edilen hata değeri kabul edilebilir hata değerinden düşük bir hata değerine ulaşına kadar veya toplam hata değerlerinin ortalamasının belli bir değerin altına düşmesine kadar devam edilir.

ÇKA ağları giriş, arakatman veya arakatmanlar ve çıkış katmanından oluşur. Her katmandaki düğüm sayısını belirlerken; Ağa sunulacak ya da girilecek bilgi sayısı kadar giriş katmanı nöronu, girilen bilgilere göre ağdan alınması istenen bilgi sayısı kadar da çıkış katmanı nöronundan oluşur. Gizli katmandaki işleme elemanlarının sayısı belirlenmesinde ise kesin bir kural olmamakla birlikte girdi ve çıktı çiftlerinin sayısı giriş ve çıkış düğümlerinin sayısına bölünür çıkan sonuç, beş ile on arasında bir dereceleme faktörüne bölünmesi sonucu çıkan değer kullanılabilir (Elmas 2003). Ağın istendiği gibi öğrenmemesi durumunda yapılacak işlemlerden biride ara katman nöronlarının sayısını artırmaktır. Ara katman nöron sayısı ve katman sayısı belirlenirken, çözülmesi istenen problemdeki parametreler arası ilişkinin karmaşıklığı arttıkça gizli katmandaki işleme elemanlarının sayısı artırılmalı, çözüm süreci birçok aşamalara ayrılıyorsa da, gizli katman sayısı artırılmalıdır (Elmas 2003). Nöron sayısının artması ezberlemeye, azalması öğrenmemeye sebep olduğundan bir yapay sinir ağının az sayıda işleme elemanına sahip olması önemli bir faktördür.

Giriş, çıkış ve ara katman nöron sayıları belirlendikten sonra, prosesler arası ağırlıklar rasgele belirlenir. Bu belirleme işleminde ağırlık değerlerinin -1, 1 arası değerler seçilir. Bu ağırlıklar ağın eğitimi sırasında her hatalı sonuç elde edilmesinin ardından değiştirilecektir.

Giriş nöronları eğitim setindeki ilk satır değerlerini alır. Giriş nöronları bağlı oldukları ara katmanlar arası ağırlıklarla çarpılır. Her ara katman kendisine ulaşan bu değerleri toplama fonksiyonu kullanarak değerlendirir böylece Net girdisi elde edilmiş olur. Net girdisine aktivasyon fonksiyonu uygulanarak ilgili nöronun çıkış bilgisi elde edilir. Bu aşamadan sonra ara katman çıkışları ağırlıklar çarpılarak işlem çıkış katmanına kadar devam edilir (Allahverdi 2006).

Çıkış katmanı aktivasyon fonksiyonu çıkışı ile elde edilen sonuç değeri, eğitim setindeki ilgili sıranın olması beklenen çıkış değeri ile karşılaştırılır. Beklenen çıkış değerinden farklı bir çıkış elde edilirse bu fark hatadır. Ağın öğrenmesinde bu hatanın ağı ağırlıklarına dağıtılarak ağın öğrenmesi sağlanır.

Giriş Nöronları dış dünyadan aldıkları bilgileri olduğu gibi bağlı oldukları ara katman nöronlarına gönderirler. Genellikle dış dünya bilgileri analog bilgi olduğundan bu bilgilerin, sayısal hale dönüştürülmesi ve bu sayısal bilginin 0–1 arası scalaya indirgenmesi gerekmektedir.

$$F_k = G_k$$

$F_k$ : Giriş katmanındaki  $k$ . Nöronun çıkışını ifade eder.

$G_k$  : Giriş katmanına dış dünyadan gelen bilgiyi ifade eder.

Ara katmanda ve çıkış katmanındaki nöronların çıkışının hesaplanabilmesi için ilgili nörona gelen net girdinin hesaplanması gerekir. Bunun için gelen bilgi ve ağırlık çarpımı kullanılır.

$$Net_j = \sum_{i=1}^n W_{ij} F_i$$

$Net_j$  :  $j$ . Prosesin net girdisini ifade eder.

$F_i$  :  $j$ . Nörona bilgi gönderen nöronların çıkış bilgisidir.

$W_{ij}$  :  $j$ . nörona bilgi gönderen  $i$ . nöron  $j$ . nöron arası ağırlığı ifade eder.

Böylece çıkışı hesaplanmak istenen nörona gelen bilgiler ve bu bilgilerin ağırlıkları sayesinde net girdi hesaplanmış olur. Net girdi transfer fonksiyonundan

geçirilerek ilgili nöronun çıkış bilgisine ulaşılmış olacaktır. Ara katman ve çıkış katmanı nöronları için net bilginin sigmoid fonksiyonu kullanılarak nöron çıkışına dönüştürülmesi işlemi yapılır.

$$F_j = \frac{1}{1 + e^{-(Net_j + \beta)}}$$

$F_j$  :  $j$ . Prosesin çıkış bilgisini ifade eder.

$Net_j$  :  $j$ . Prosesin net girdisi.

$\beta$  : eşik değer elemanı ağırlığını ifade eder. Eşik değer elemanı her nörona bağlı ve bilgisi 1 olan bir nörondur.

Giriş nöronları dışında her bir nöronun çıkışı ve net giriş bilgisi hesaplanır ve ağı çıkışı oluşana kadar bu işleme devam edilir. Çıkış katmanında elde edilen çıkış bilgisi ile olması gereken çıkış bilgisi arası fark hatayı oluşturur.

$$E_m = B_m - C_m$$

$m$ :  $m$ . Çıkış nodesini ifade eder.

$E_m$ : Ağın elde edilen çıktısının hatasını

$B_m$ : Beklenen ağ çıktısı;

$C_m$ : Ağın elde edilen çıkışını sembolize etmektedir.

Çıktı katmanı için oluşan toplam hata ise;

$$TH = \frac{1}{2} \sum_m E_m^2$$

$m$ :  $m$ . çıkış nodesini ifade eder.

$TH$ : Toplam hatayı ifade eder.

Ağa sunulan eğitim seti için ortalama hata kareler toplamını bulmak gerekir böylece eğitime devam edilip edilmeyeceğinin kararı verilebilir. Bu değer kabul edilebilir hata değerinden daha küçük bir değere ulaştığında ağın eğitimi durdurulur.

$$E_{tot} = \frac{E^1 + E^2 + \dots + E^p}{p} = \frac{\sum_{p=1}^p E^p}{p}$$

$p$ : Eğitim setindeki kayıt sayısı.

$E^p$ :  $p$ . Kayıttaki ağın hatası.

Eğitim setinde ki her bir giriş bilgisi ağı sunulduktan sonra çıkış katmanında elde edilen çıkış bilgisi ile olması gereken çıkış bilgisi arası fark hatayı oluşturur. Bu hatanın giderilmesi için hatanın geriye yayılması gerekir. Hatanın geriye yayılmasında önce geriye yayılması gereken çıkış katmanı nöron hatasını bulmak gerekecektir.

### **Çıkış katmanı nöronlarının hatasının hesaplanması**

$$\text{Çıkış katman hatası : } \delta_c = F(1-F)(Y-F)$$

$\delta_c$ : Çıkış katmanı hatasını sembolize eder.

$F$ : Giriş değerlerinin uygulanması sonucu elde edilen çıkış değeridir.

$Y$ : Ağın vermesi istenen çıkış değeridir.

Çıkış katmanındaki hata değerini azaltacak şekilde hata değeri geriye yayılarak ağırlıklar değiştirilir. Bu işlem için sırasıyla;

- Ara katman nöronunun hatasının hesaplanması
- Ara katmandaki hatanın değişiminin hesaplanması
- Ağırlıktaki değişim değerinin ağırlığa yansıtılması

İşlemlerinin yapılması gerekir böylece oluşan hata değeri azaltılmış olacaktır.

### **Ara katman hatasının hesaplanması**

Hata ileriki bir nöronda olmuş, sebebi ise aradaki bilgiye etki eden ağırlık değeridir. Ara katman nöronlarının hatası için;



$$\delta_j = F_j(1 - F_j) \sum_m \delta_m W_{jm}$$

$\delta_j$ :  $j$ . prosesin hatasını sembolize eder.

$F_j$ :  $j$ . prosesin çıkışıdır.

$\delta_m$ :  $j$ . prosesin bağlı olduğu ileri yönlü bağlı olduğu  $m$ . nöronun hatası.

$W_{jm}$ :  $j$ . proses ile ileri yönlü bağlı olduğu  $m$ . nöron arasındaki ağırlık değeridir.

#### Ara katmanda ağırlığın değişimini:

$$\Delta W_{mj} = \alpha \delta_m F_j + \gamma \Delta W_{mj(t-1)}$$

$j$ . proses ile  $m$ . Proses birbirine bağlı ve  $j$ . Prosesin çıkışı  $m$ . Proses gitmektedir.

$\Delta W_{mj}$ :  $m$  ile  $j$  prosesleri arası ağırlık değişim miktarı.

$\alpha$  : Eğitim hızı.

$\gamma$  : Momentum değeri

$\delta_m$  :  $m$ . Proses hatası.

$F_j$  :  $j$ . Prosesin çıktısı.

$\Delta W_{mj(t-1)}$  : Ağırlık değişiminin bir önceki giriş değerlerinde ki değeri

#### Değişimin ağırlığa yansıtılması: $W_{mj} = \Delta W_{mj} + W_{mj(t-1)}$

$j$ . proses ile  $m$ . Proses birbirine bağlı ve  $j$ . Prosesin çıkışı  $m$ . Proses gitmektedir.

$W_{mj}$ :  $m$  ile  $j$  prosesleri arası yeni ağırlık değeri.

$\Delta W_{mj}$ :  $m$  ile  $j$  prosesleri arası ağırlık değişim miktarı.

$W_{mj(t-1)}$ : Bir önceki giriş değerleri için  $m$  ile  $j$  prosesleri arası ağırlık değişimi değeri.

Ağırlıklar değiştikten sonra eğitim setindeki bir sonraki giriş değerleri için ağ çalıştırılır. Elde edilen çıkış değeri ile beklenen değer karşılaştırılarak bu işlemler tekrar edilir. Ağın eğitimi belirlenen durdurma kriteri sağlanana kadar işleme devam edilir.

Ağın eğitimi sürecinde eldeki tüm giriş çıkış bilgileri içinden bir bölümü eğitim verisi kalan kısım da test verisi olarak ayrılır. Ağın eğitim amacıyla çalıştırılması tamamlandıktan sonra test verileri üzerindeki başarısının ölçülmesi gerekir. Test verileri üzerindeki başarısı ağın gerçek başarısıdır. Eğitim verilerinin tamamına yakını öğrenen ağın test verisi üzerinde başarısız olması ağın kullanılamaz olduğunun bir göstergesidir. Ağın test başarısı aşağıdaki formülle hesaplanır (Öztemel 2003).

$$P = \frac{D}{T} \times 100$$

*P*: Performans oranı.

*D*: Ağın test verisinde doğru bildiği kayıt sayısı.

*T*: Toplam test verisi sayısı.

Ağın test başarısı kabul edilebilir bir aralıkta değilse bu olumsuz durumun oluşmasına sebep olan faktörlerin gözden geçirilmesi gerekir. Bu faktörleri özetle, ağa sunulan örneklerin seçilmesi, girdilerin ve çıktılarının nümerik değerlere dönüştürülmesi, ağırlıkların başlangıç değerlerinin seçimi, öğrenme ve momentum katsayılarının seçimi, ağırlıkların değiştirilme zamanları, eğitimin bitirilme kriteri, ağdaki nöron sayıları ve katmanların seçimi, toplama ve aktivasyon fonksiyonlarının seçimi olarak belirtilebilir (Öztemel 2003, Elmas 2003). Bu faktörlerde değişikliğe gidilerek ağın başarısının artırılması çalışması yapılmalıdır.

#### 4. EĞİTİM VE TEST KÜMELERİNİN OLUŞTURULMASI

Programda eğitim ve test amacıyla kullanılan hasta verileri Ankara Üniversitesi Hastanesi, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi ve Ankara Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanelerinden temin edilmiştir. Elde edilen veriler Tablo 4.1’de sunulmuştur.

Tablo 4.1. Hasta bilgilerinin hastanelere göre dağılımı

	<b>KANSER (Adet)</b>	<b>KANSER HASTA (Adet)</b>	<b>TOPLAM (Adet)</b>
Ankara Üniv. Hastanesi	61	58	119
Trakya Hastanesi	30	63	93
Atatürk Hastanesi	4	43	47
<b>TOPLAM</b>	<b>95</b>	<b>164</b>	<b>259</b>

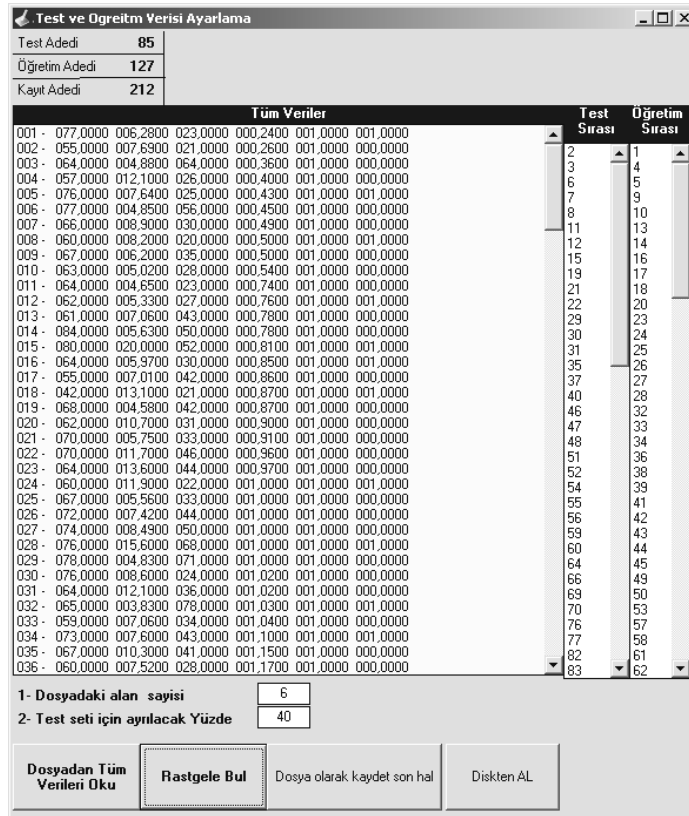
Tüm hasta bilgileri incelenmiş ve en yüksek, en düşük ve standart sapma değerleri Tablo 4.2’de sunulmuştur.

Tablo 4.2. Hastane verilerinin en yüksek, en düşük ve standart sapma değerleri

	<b>EN DÜŞÜK</b>	<b>EN YÜKSEK</b>	<b>STANDART SAPMA</b>
YAŞ	42	88	7,60
PSA (ng/ml)	0,28	150	13,74
FPSA (ng/ml)	0,04	50	1,90
PV	15	235	21,85

Geliştirilen programın eğitilmesi ve test edilmesi için çapraz geçerlilik yöntemi kullanılmıştır. Çapraz geçerlilik, bir kaç bin veya daha az satırdan meydana gelen küçük veri tabanlarında, verilerin n gruba ayrıldığı n katlı çapraz geçerlilik (*N-Fold Cross Validation*) testi tercih edilebilir. Verilerin örneğin 10 gruba ayrıldığı bu yöntemde, ilk aşamada birinci grup test, diğer gruplar öğrenim için kullanılır. Bu süreç her defasında bir grubun test, diğer grupların öğrenim amaçlı kullanılması ile sürdürülür. Sonuçta elde edilen on hata oranının ortalaması, kurulan modelin tahmini hata oranı olacaktır.

Çapraz geçerlilik için eldeki hasta bilgileri biopsi sonucu kanser olma ve olmama durumuna göre eşit dağılıma sahip olacak şekilde rasgele 4 gruba ayrılmıştır. Rastgele seçim için araştırmacı tarafından geliştirilen program kullanılmıştır. Bu ayırım için kullanılan programın ekran görüntüsü Şekil 4.1’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Verileri rastgele ayırmak amacıyla geliştirilen programı

Hasta bilgileri veritabanından rasgele seçilerek 4'e bölünmüş ve böylece Grup1, Grup2, Grup3 ve Grup4 grupları oluşturulmuştur. Gruplardaki hasta adetlerinin dağılımı Tablo 4.3'de sunulmuştur.

Tablo 4.3. Gruplardaki hasta adetlerinin dağılımı

<b>GRUPLAR</b>	<b>KANSER (Adet)</b>	<b>KANSER OLMAYAN (Adet)</b>	<b>TOPLAM (Adet)</b>
Grup1	23	41	64
Grup2	24	41	65
Grup3	24	41	65
Grup4	24	41	65
<b>TOPLAM</b>	<b>95</b>	<b>164</b>	<b>259</b>

Çapraz geçerlilik ile her bir grubun test edilebilmesi için aşağıdaki setler oluşturulmuştur.

- Set 1: Test Kümesi: Grup1 , Eğitim Kümesi: Grup2,Grup3,Grup4
- Set 2: Test Kümesi: Grup2 , Eğitim Kümesi: Grup1,Grup3,Grup4
- Set 3: Test Kümesi: Grup3 , Eğitim Kümesi: Grup1,Grup2,Grup4
- Set 4: Test Kümesi: Grup4 , Eğitim Kümesi: Grup1,Grup2,Grup3

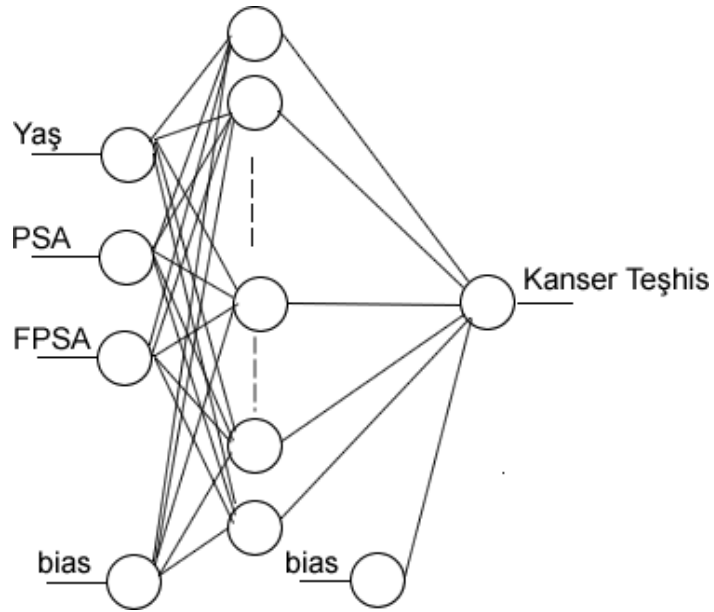
Setlerdeki dağılım düşünüldüğünde yüzde olarak, %25 test kümesi ve %75 eğitim kümesi oluşturulmuş olmaktadır. Setlerin oluşturulmasındaki amaç her bir grubun test edilmesini sağlayarak yapılan analizlerin doğruluğunu artırmaktır.

Veriler eğitim ve test olarak ayrıldıktan sonra YSA uygulamasına yüklenmiştir. Hazırlanan program verileri 0,001–0,999 arasına normalizasyon işlemini de yapmaktadır.

## 5. PROSTAT KANSERİ HASTALIĞI İÇİN YSA İLE TASARLANAN PROGRAM

Bu çalışmada, Microsoft Visual Basic 6.0 programlama dili kullanılarak yapay sinir ağı gerçekleştirilmiştir. YSA 3 girişli, 1 çıkışlı olarak tasarlanmıştır. Yapı olarak ileri beslemeli geri yayımlı ağ kullanılmıştır.

Prostat kanseri teşhisi için gerçekleştirilen ağın yapısı Şekil 4.1'de gösterildiği gibidir. Yapay sinir ağına Yaş, PSA ve FPSA değerleri giriş olarak sunulmuştur. Ara katmandaki ve çıkış katmanındaki her bir nörona bias (1 değeri) uygulanmıştır. Ağdan çıkış bilgisi olarak prostat kanser teşhisi bilgisi alınmıştır.



Şekil 5.1. Prostat kanserinin teşhisinde kullanılan yapay sinir ağı modeli.

Hazırlanan program, ağın eğitimi aşamasında eğitim başarısını etkileyen ara katmandaki nöron sayısı, öğrenme hızı, momentum ve kabul edilebilir hata değerleri programda değiştirilebilir olarak tasarlanmıştır.

Ayrıca programda eğitim verileri ile ağın eğitilmesi, test verileri ile ağın başarısının test edilmesi ve istendiğinde tek hasta bilgisinin girilerek hastanın prostat kanseri olup olmadığının belirlenmesi amacıyla farklı bölümler barındıracak şekilde tasarlanmıştır. Geliştirilen programın arayüzü Şekil 5.2’de görülmektedir. Programın kaynak kodları EK’te sunulmuştur. Geliştirilen programda oluşturulan setler kullanılmıştır.

Giriş Parametreleri	Çıkış c1	Sonuç AC1
1- 0.39152   0.09772   0.02058   1.00000	1	1.00000000000000=Onay
2- 0.41322   0.06972   0.03616   1.00000	1	0.92549036910502=Onay
3- 0.43491   0.05773   0.01938   1.00000	1	0.00002641167565=Hata
4- 0.43491   0.13245   0.02098   1.00000	1	1.00000000000000=Onay
5- 0.43491   0.34402   0.07052   1.00000	1	0.93090485728694=Onay
6- 0.52170   0.04393   0.01878   1.00000	1	0.34210531042659=Hata
7- 0.54339   0.05379   0.03356   1.00000	1	0.00045700615563=Hata
8- 0.54339   0.06368   0.01458   1.00000	1	0.9999706637612=Onay
9- 0.58678   0.05779   0.01598   1.00000	1	0.7943658795965=Hata
10- 0.58678   0.10119   0.09369   1.00000	1	0.99950449553604=Onay
11- 0.58678   0.46947   0.08510   1.00000	1	0.99999999996972=Onay
12- 0.65187   0.30576   0.09848   1.00000	1	1.00000000000000=Onay
13- 0.73865   0.13911   0.02297   1.00000	1	0.99995348192862=Onay
14- 0.82543   0.46247   0.39972   1.00000	1	1.00000000000000=Onay
15- 0.99900   0.06846   0.01578   1.00000	1	0.99999998551076=Onay
16- 0.36983   0.05193   0.03995   1.00000	1	0.99952987188722=Onay
17- 0.67357   0.04979   0.02217   1.00000	1	0.9390958510511=Onay
18- 0.43491   0.03466   0.01538   1.00000	1	0.93316750779701=Onay
19- 0.78204   0.40575   0.11406   1.00000	1	1.00000000000000=Onay
20- 0.67357   0.22110   0.03955   1.00000	1	0.00000010861087=Hata
21- 0.56509   0.09845   0.03416   1.00000	1	0.99804273096234=Onay
22- 0.56509   0.28909   0.09629   1.00000	1	1.00000000000000=Onay
23- 0.65187   0.02593   0.01438   1.00000	1	0.94863730996160=Onay
24- 0.71696   0.11578   0.05613   1.00000	1	0.9999984489138=Onay
25- 0.23965   0.02913   0.01718   1.00000	0	0.00000000000000=Onay
26- 0.26135   0.11445   0.09509   1.00000	0	0.00000000000000=Onay
27- 0.34813   0.02393   0.01039   1.00000	0	0.00000115760260=Onay
28- 0.34813   0.10839   0.30164   1.00000	0	0.00000000000000=Onay
29- 0.52170   0.06486   0.04714   1.00000	0	0.00000000000000=Onay
30- 0.52170   0.06486   0.04714   1.00000	0	0.00000000000000=Onay

Şekil 5.2. Prostat kanseri teşhis programı arayüzü

## 5.1 Programın Kullanımı

Şekil 5.3. YSA ile teşhis programının ayar bölümü

- Program çalıştırıldıktan sonra, ara katmandaki nöron sayısı, öğrenme katsayısı, momentum ve kabul edilebilir hata değeri kullanıcı tarafından girilir.
- Ağı oluşturan nöronlar arası bağın kurulması için “kur ve ileri bağla” butonuna basılır. Böylece nöronlar birbirlerine bağlanmış ve ağırlık olarak rasgele -1 - +1 arası değerler nöronlar arası bağlara atanmış olur.
- Eğer daha önce ağ eğitildi ve eğitime devam edilecek ya da en son eğitim ağırlıkları yüklenecek ise “ağırlıkları yüküle” düğmesine basılır.
- Program varsayılan olarak 0,01 kabul edilebilir hata değeri, 0,7 öğrenme katsayısı ve 0,7 momentum değeri için çalışır. Bu değerler kullanıcı istediğinde değiştirilebilir.
- Ağın eğitilmesi için, yapılması istenen epok sayısı girilir. Daha sonra “epok yap” düğmesine tıklanır. Böylece ağ eğitimine başlanmış olur. Ağ her 500 epokta elde ettiği başarıyı, ağırlık değerlerini ve ağın o anki hatasını kayıt.text dosyasına kayıt etmektedir. İstenen epok sayısı bittikten sonra eğitim sonucunda ki ağın başarısı öğrenme başarısı ve test başarısı liste kutusuna program tarafından yazılır. Ağın başarısı yeterli gelmedi ise “Belirlenen sayıda epok çalıştır” butonu tekrar kullanılabilir.



### **Yapay Sinir Ağı Eğitilmiş ve Test edilecek ise;**

- Program çalıştırıldıktan sonra “Kur ve ileri bağla” düğmesine basılır. Böylece ağ ayarlamaları yapılmış ve nöronlar arası bağlar kurulmuş olur. Bir önceki eğitimde oluşan ağırlıklar yüklenip devam edilmek istendiğinden “Ağırlıkları yükle” düğmesine basılır. Bu işlemler bittikten sonra “Test verisi için çalıştır” butonuna basılır böylece ağa yüklü olan ağırlık değerleri için test verisi çalıştırılır. Sonuç başarı durumu liste kutusuna program tarafından yazılır.

### **Yapay Sinir Ağı Teşhis için kullanılacak ise;**

- Program çalıştırıldıktan sonra “Kur ve ileri bağla” düğmesine basılır. Böylece ağ ayarlamaları yapılmış ve nöronlar arası bağlar kurulmuş olur. “Ağırlıkları yükle” düğmesine basılır böylece ağ öğrendiği ağırlık değerlerini yüklemiş olur. Durumu merak edilen hastanın Yaş, PSA, ve FPSA değerleri girilir. Teşhis Et butonuna basılır. Böylece ağın verdiği çıktı değeri ve sonucu yazılır.

Geliştirilen uygulamanın başka YSA uygulamalarında kullanılabilir olabileceği düşünülmektedir. Ağ parametrelerinin dışarıdan giriliyor olması ve giriş değerlerini normalize etmek için gerekli olan girişlerin max ve minimum değerlerini text dosyasından okunuyor olması başka uygulamalar için de kolaylıklar sağlayabilecektir.

Programın en etkili tahmin yapabilmesi için yapay sinir ağının öğrenmesini etkileyen parametrelerin doğru belirlenmesi gerekmektedir. Bu parametreler ara katmandaki nöron sayısı, öğrenme katsayısı ve momentum katsayısı değerleridir. Bu parametrelerin tespiti için program farklı parametrelerle denenerek en iyi değerler bulunmaya çalışılmıştır.

## 5.2 Programın Birinci Deneysel Sonuçları

### 5.2.1 Programın Parametrelerinin Elde Edilmesi

Geliştirilen programda ağıın öğrenmesini etkileyen parametreler öğrenme katsayısı, momentum değeri ve ağıdaki ara katman nöron sayısıdır. Ağıın en verimli teşhisi hangi parametrelerde sağladığını bulmak için sistematik olarak ağı değişik parametrelerle çalıştırılmıştır. En uygun değerleri bulmak için önce ara katman nöron sayısı 20, 25, ... , 60, 65 değerleriyle çalıştırılmış ve Tablo 5.1'deki başarı durumları elde edilmiştir.

Tablo 5.1 Farklı nöron sayılarında çalıştırılan ağıın test ve öğretim başarıları

ÖĞRETİM BASARI	TEST BASARI	HATA	NÖRON SAYISI
165	47	7,19E-02	20
164	47	7,27E-02	20
<b>166</b>	<b>47</b>	<b>7,38E-02</b>	<b>25</b>
<b>166</b>	<b>47</b>	<b>7,39E-02</b>	<b>25</b>
161	45	8,14E-02	30
158	45	0,092875	30
162	43	8,40E-02	35
166	42	6,94E-02	35
157	46	8,45E-02	40
160	44	7,44E-02	40
164	43	7,97E-02	45
164	43	7,97E-02	45
161	44	8,74E-02	50
161	44	8,74E-02	50
168	46	6,93E-02	55
168	46	6,94E-02	55
162	43	7,13E-02	60
161	45	8,73E-02	65
161	45	8,73E-02	65

En başarılı sonucu ara katmandaki nöron sayısının 25 olduğu bulunduktan sonra ara katman nöron sayısı (25) ve momentum değeri (0,7) olarak sabit tutulmuş ve öğrenme katsayısı 0.2, 0.3, ... 0.8 olarak denenmiş ve Tablo 5.2'deki değerler elde edilmiştir.

Tablo 5.2. En başarılı nöron sayısı için farklı öğrenme katsayılarındaki test ve öğretim başarıları

ÖĞRETİM BASARI	TEST BASARI	HATA	E
165	48	6,63E-02	0,2
159	47	6,82E-02	0,2
159	36	7,78E-02	0,3
161	36	7,47E-02	0,3
157	47	0,065157	0,4
157	47	8,30E-02	0,4
<b>164</b>	<b>50</b>	<b>5,32E-02</b>	<b>0,5</b>
<b>170</b>	<b>50</b>	<b>4,36E-02</b>	<b>0,5</b>
157	49	7,44E-02	0,6
159	49	7,19E-02	0,6
166	47	7,38E-02	0,7
166	47	7,39E-02	0,7
157	46	9,76E-02	0,8
157	46	9,76E-02	0,8

Tablo 5.2'e göre en başarılı öğrenme katsayısı değerinin 0,5 olduğu bulunmuştur. Bu aşamadan sonra ara katman nöron sayısı olarak 25 ve öğrenme katsayısı değeri olarak da 0,5 alınmış ve momentum değeri olarak 0,2, ... 0,8 değerleri ile ağ çalıştırılmış ve Tablo 5.3'deki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 5.3 incelendiğinde en başarılı momentum değerinin 0,7 olduğu görülmektedir. Ağın en uygun parametrelerini bulmak için yapılan bu işlemde tek ara katmanda 25 nöron, öğrenme katsayısı 0,5 ve momentum değeri olarak da 0,7 değerlerine ulaşılmıştır. Ağın rastgele seçilmiş hasta verilerinden tesadüfî olarak bu başarıyı gösterip göstermediğinin sınanması için diğer çapraz geçerlilik yöntemi için oluşturulmuş setlerle program denenmiştir.

Tablo 5.3. En başarılı nöron sayısı ve öğrenme katsayısı için farklı momentum değerlerindeki test ve öğretim başarıları

ÖĞRETİM BASARI	TEST BASARI	HATA	M
162	45	2,71E-02	0,2
158	45	5,04E-02	0,2
157	40	3,85E-02	0,3
161	48	0,030772	0,4
159	48	3,11E-02	0,4
153	38	5,52E-02	0,5
153	38	5,55E-02	0,5
158	49	7,72E-02	0,6
158	48	7,80E-02	0,6
<b>174</b>	<b>50</b>	<b>3,89E-02</b>	<b>0,7</b>
<b>173</b>	<b>50</b>	<b>3,92E-02</b>	<b>0,7</b>
161	49	8,52E-02	0,8
157	49	9,12E-02	0,8
142	50	0,12578	0,9
142	48	0,124384	0,9

Uygulama programına oluşturulan setler yüklenmiş, ara katmandaki nöron sayısı 25, öğrenme katsayısı 0.5, momentum katsayısı 0.7 ve kabul edilebilir hata değeri 0,01 olarak belirlenmiş ve çalıştırılmıştır. Ağın başarı durumu ve bu başarı durumunun elde edilmesini sağlayan ağırlıklar her 500 epokta kaydedilmiş ve sonuçlar incelenmiştir.

En yüksek test tahmin başarısına, eğitim kümesi için de en düşük hata değerine ve en yüksek eğitim başarısına sahip olan ağırlık değerlerinin 259 hasta verisinden hastaların rasgele ve homojen seçimiyle 4 grup oluşturulmuştur. Bu gruplardan çaprazlama yoluyla oluşturulan setlerin başarı durumları Tablo 5.4'de sunulmuştur.

Tablo 5.4. YSA uygulamasının setlerdeki teşhis başarıları

a) YSA uygulamasının eğitilmesi sonucu sonuca başarı durumu

<b>Setlerdeki eğitim kümeleri için;</b>	<b>SET 1 (Adet)</b>	<b>SET 2 (Adet)</b>	<b>SET 3 (Adet)</b>	<b>SET 4 (Adet)</b>
Eğitimde kullanılan hasta verisi sayısı	195	194	194	194
Doğru tahmin edilen hasta verisi sayısı	174	168	166	166
Yüzde	89,2%	86,6%	85,6%	85,6%

b) YSA uygulamasına test kümesi uyguladığında ki başarı durumu

<b>Setlerdeki test kümeleri için</b>	<b>SET 1 (Adet)</b>	<b>SET 2 (Adet)</b>	<b>SET 3 (Adet)</b>	<b>SET 4 (Adet)</b>
Testde kullanılan hasta verisi sayısı	64	65	65	65
Doğru tahmin edilen hasta verisi sayısı	50	46	49	44
Yüzde	78,1%	70,8%	75,4%	67,7%

Tablo 5.4’de görüldüğü gibi YSA uygulaması, öğrenmesi gereken 194,25 hasta bilgisinden 168,5’ünü öğrenerek %86,7’lük bir başarı göstermiştir. Uygulamaya test verisi yüklendiğinde ise 64,75 hasta bilgisinden 47,25 tanesini doğru teşhis ederek %73,0’lık bir başarı göstermiştir.

Uygulamanın başarısını karşılaştırmak için farklı teşhis yöntemlerinden FPSA/PSA ve Online Calculator incelenmiştir. Tıp alanında prostat kanseri şüphesinin oluşmasında etkin bir role sahip olan bir yöntemde FPSA/PSA değerinin 0,15 değerinden küçük olması durumudur. 0,15 değerinden küçük olan hasta verileri FPSA/PSA yöntemine göre kanser olarak nitelendirilmiştir. Ayrıca eldeki veriler internet üzerinden teşhis hizmeti veren ve 5519 erkek üzerinde yapılan çalışma sonucu üretilmiş kanser hesaplama programında denenmiştir. Bu yöntemin ekran görünümü Şekil 5.4’te sunulmuştur.

## Cancer Risk Calculator - Forecasting the Risk of Disease

Cancer Type: Prostate Cancer

The fields with \* sign are required.

Race: *	Others
Age: *	
PSA Level: *	ng/ml
Family History of Prostate Cancer: *	No
Digital Rectal Examination Result: *	Normal
Prior Negative Prostate Biopsy: *	No
<input type="button" value="Submit"/>	

Şekil 5.4. Online Calculator programının ekran görünümü

Eldeki verilerin <http://www.compass.fhcrc.org/edrnnci/bin/calculator/main.asp?t=prostate&sub=disclaimer&v=prostate&m=&x=Prostate%20> internet adresine teker teker yüklenmesiyle hasta verileri yorumlanmıştır.

Bir teşhis yönteminin ne oranda başarılı olduğunu değerlendirmek için teşhis başarısının diğer test yöntemlerine göre kıyaslamasıyla birlikte, teşhis yönteminin, hastalar içinden hastaları ve hasta olmayan kişiler içeresinden de hasta olmayan kişileri ne kadar iyi ayırt edilebildiğine bakılması gerekmektedir. Bunun için test yönteminin duyarlılık ve özgüllük değerlerinin yorumlanması gerekmektedir.

Duyarlılık (Sensitivite) bir testin gerçek hastalar içinden hastaları bulma yeteneğidir. Duyarlılık değeri teşhis yönteminin test verisi içinden tespit edebildiği kanserli hasta adedini, kanserli hasta sayısına bölünmesiyle elde edilen değer yüzdesinin alınması yoluyla bulunmuştur.

Özgüllük (Spesifite, Seçicilik) ise bir testin gerçek sağlamlar içinden sağlamları ayırma yeteneğidir. Özgüllük değerini test verileri içinden teşhis yönteminin tespit edebildiği kanser olmayan hasta adedinin, kanser olmayan hasta sayısına bölünmesi sonucu elde edilen değer yüzdesinin alınması yoluyla bulunmuştur.

FPSA/PSA, Online Calc. Yöntemleri ve uygulamamızın 259 hasta bilgisinden rasgele seçilmiş 4 deneme seti kümeleri üzerindeki başarı durumunun incelenmesi sonucu Tablo 5.5. oluşturulmuştur.

Tablo 5.5 Teşhis yöntemlerinin setler üzerindeki başarı durumları

a) Teşhis yöntemlerinin setlerdeki test kümeleri üzerindeki başarı durumları ,

YÖNTEM	SET NO	EĞİTİM VERİSİ SAYISI (Adet)	DOĞRU TAHMİN (Adet)	YÜZDE
FPSA/PSA	Set 1	195	116	59,49 %
	Set 2	194	106	54,64 %
	Set 3	194	110	56,70 %
	Set 4	194	109	56,19 %
FPSA/PSA Ortalama		194,25	110,25	56,76%
Online Calculator	Set 1	195	96	49,23 %
	Set 2	194	92	47,42 %
	Set 3	194	90	46,39 %
	Set 4	194	91	46,91 %
Online Calc. Ortalama		194,25	92,25	47,49%
YSA	Set 1	195	174	89,23 %
	Set 2	194	168	86,60 %
	Set 3	194	166	85,57 %
	Set 4	194	157	80,93 %
YSA Uyg. Ortalama		194,25	166,25	85,58%

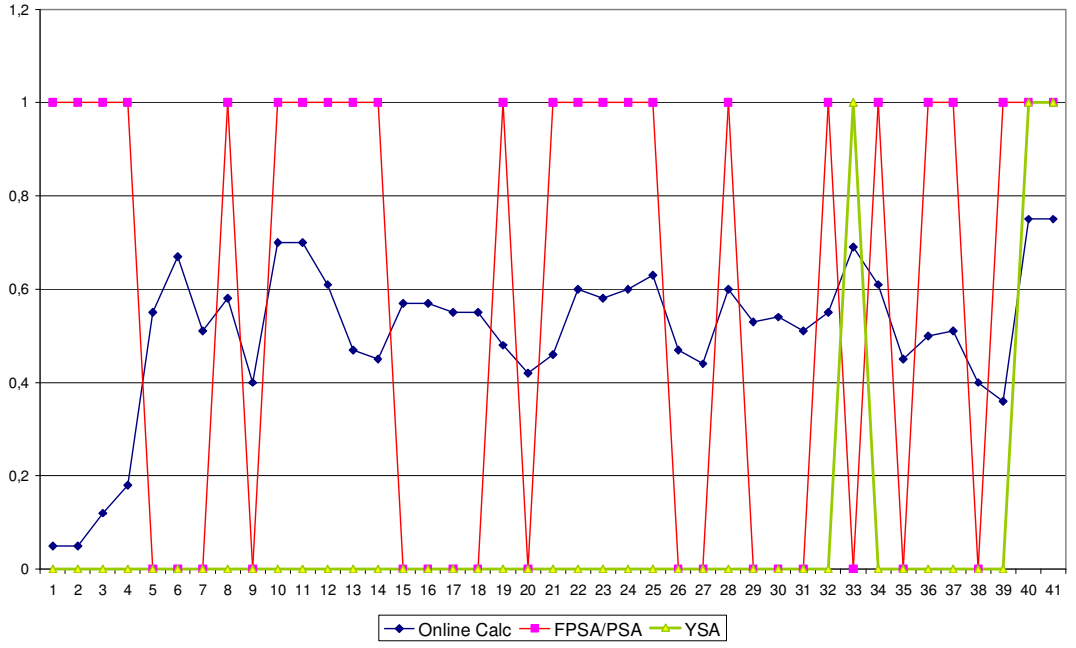
b) Teşhis yöntemlerinin setlerdeki test kümeleri üzerindeki başarı durumları

YÖNTEM	SET NO	TEST VERİSİ SAYISI (Adet)	DOĞRU TAHMİN (Adet)	YÜZDE
FPSA/PSA	Grup 1	64	31	48,4%
	Grup 2	65	41	63,1%
	Grup 3	65	37	56,9%
	Grup 4	65	38	48,4%
FPSA/PSA Ortalama		64,75	36,75	54,2%
Online Calculator	Grup 1	64	27	42,2%
	Grup 2	65	31	47,7%
	Grup 3	65	33	50,8%
	Grup 4	65	32	49,2%
Online Calc.		64,75	30,75	47,5%
YSA	Grup 1	64	50	78,1%
	Grup 2	65	46	70,8%
	Grup 3	65	49	75,4%
	Grup 4	65	44	68,8%
YSA Uyg. Ortalama		64,75	47,25	73,0%

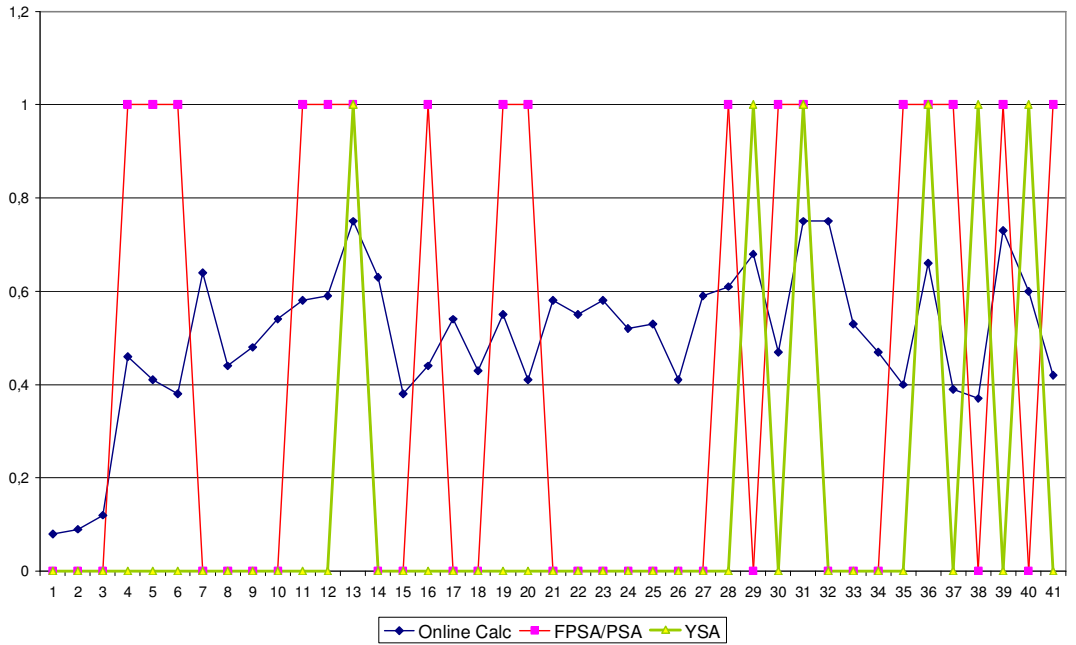
Tablo 5.5 incelendiğinde setlerdeki ortalama 64,75 test verisi için FPSA/PSA teşhis yönteminin ortalama 36,75 tanesini doğru teşhis ederek %54,2 başarıya, Online Calculator yönteminin ortalama 30,75 tanesini doğru teşhis ederek %47,5 teşhis başarısına, YSA uygulamasının ortalama 47,25 adedini doğru teşhis ederek %73,0'lık bir başarıya ulaştığı görülmektedir.

Biopsi sonucu negatif olan test verileri için çizilmiş Şekil 4.6'daki grafikte diğer test yöntemleriyle birlikte YSA uygulamasının başarı durumu sunulmuştur. Grafik incelendiğinde YSA başarısı diğer yöntemlere göre daha iyi olduğu görülmektedir. Online Calculator yönteminin risk oranında 0,2 değerinden büyük değerler için biopsiyi önerdiği düşünüldüğünde biopsi sonucu negatif olan hastalar için başarısının oldukça düşük olduğu grafikte de görülmektedir.

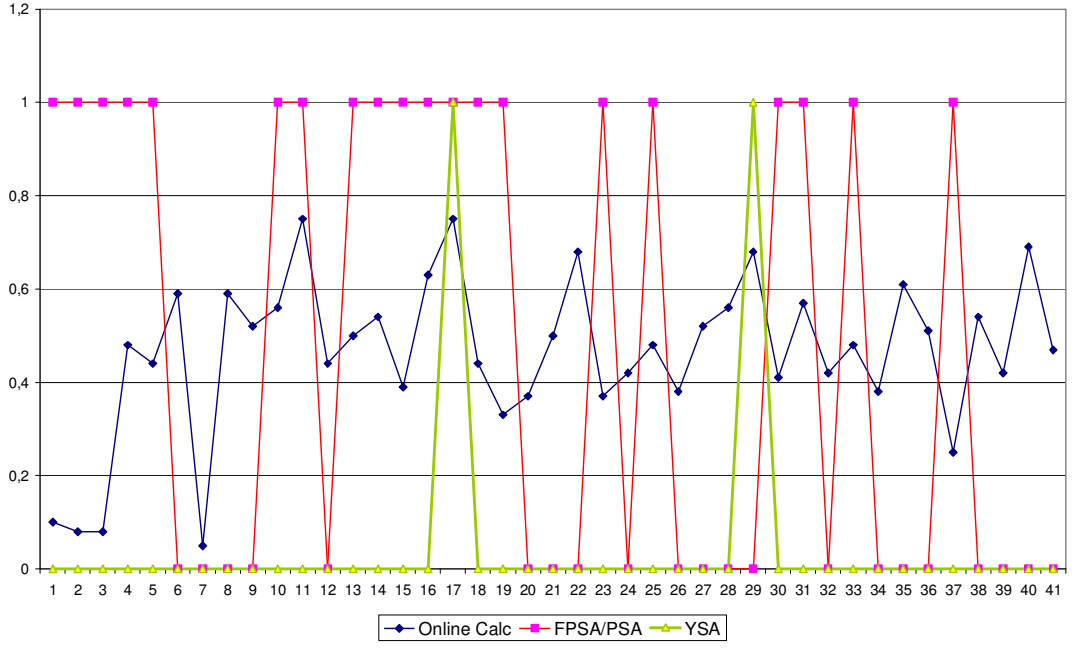




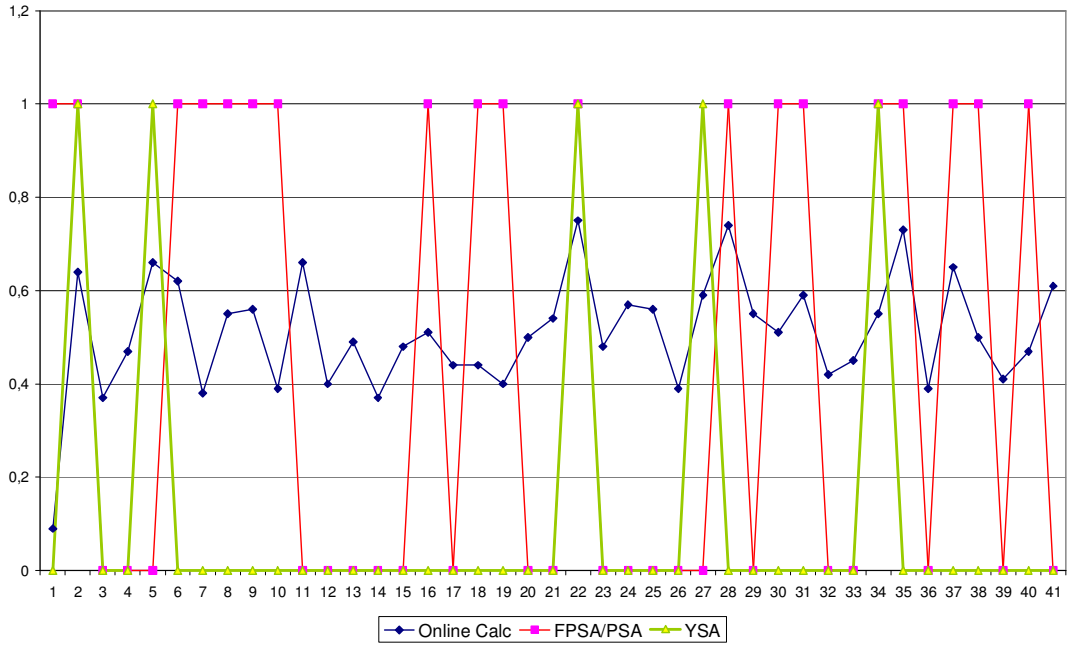
a) Set1 seti test verileri biopsi negatif hastalar için teşhis yöntemleri



b) Set2 seti test verileri biopsi negatif hastalar için teşhis yöntemleri



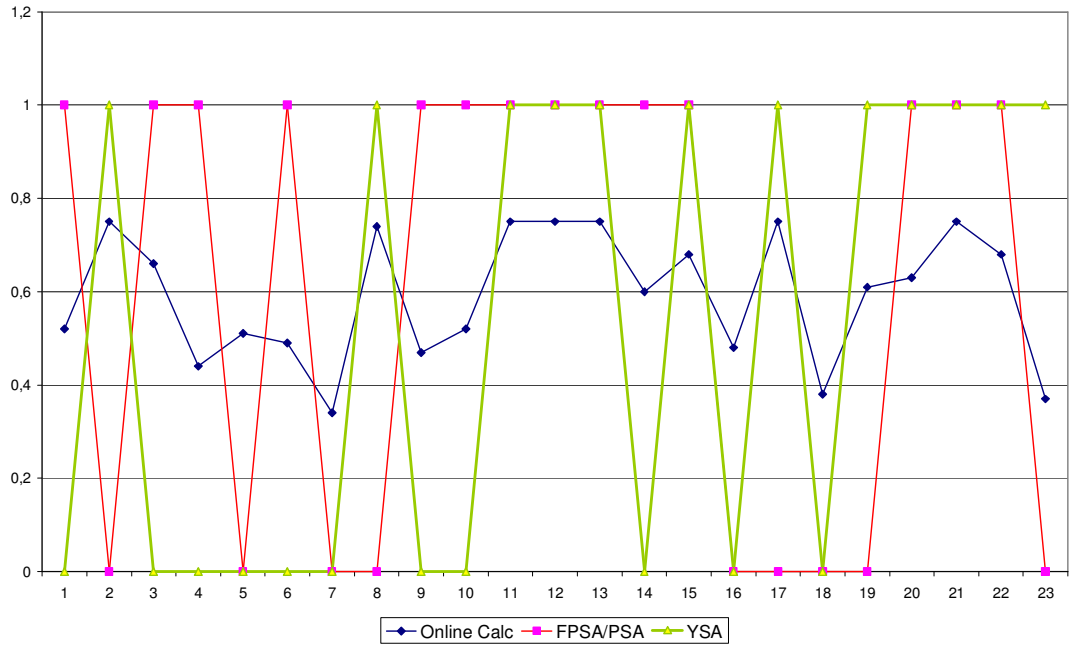
c) Set3 seti test verileri biopsi negatif hastalar için teşhis yöntemleri



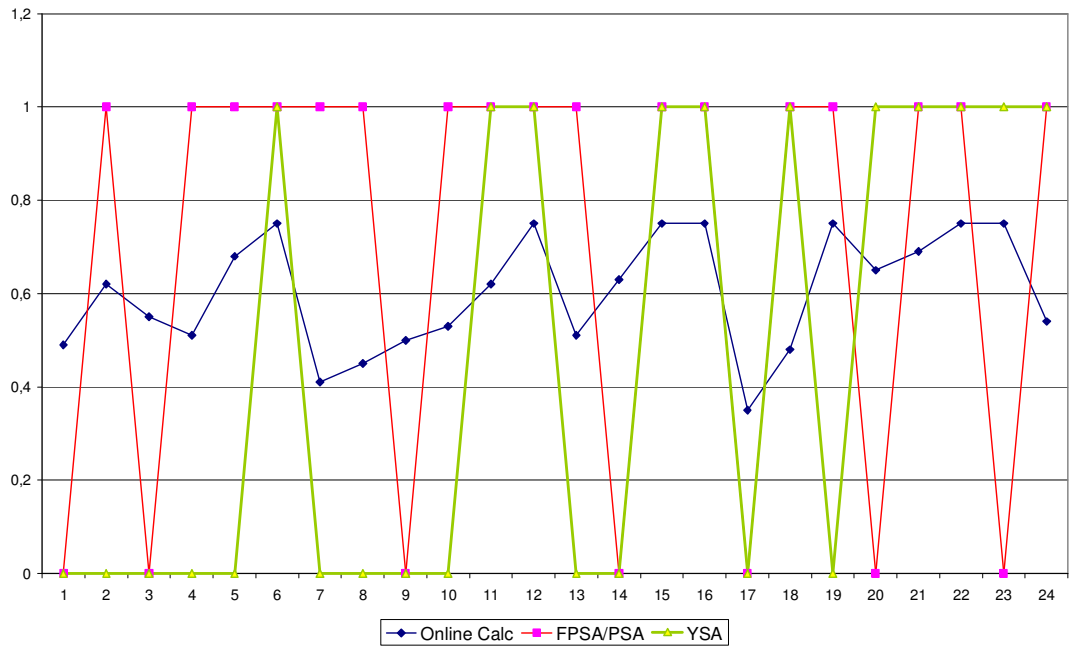
d) Set4 seti test verileri biopsi negatif hastalar için teşhis yöntemleri

Şekil 5.5. Teşhis yöntemlerinin setlerdeki test kümelerinde biopsi sonucu negatif hastalar için teşhis grafiği

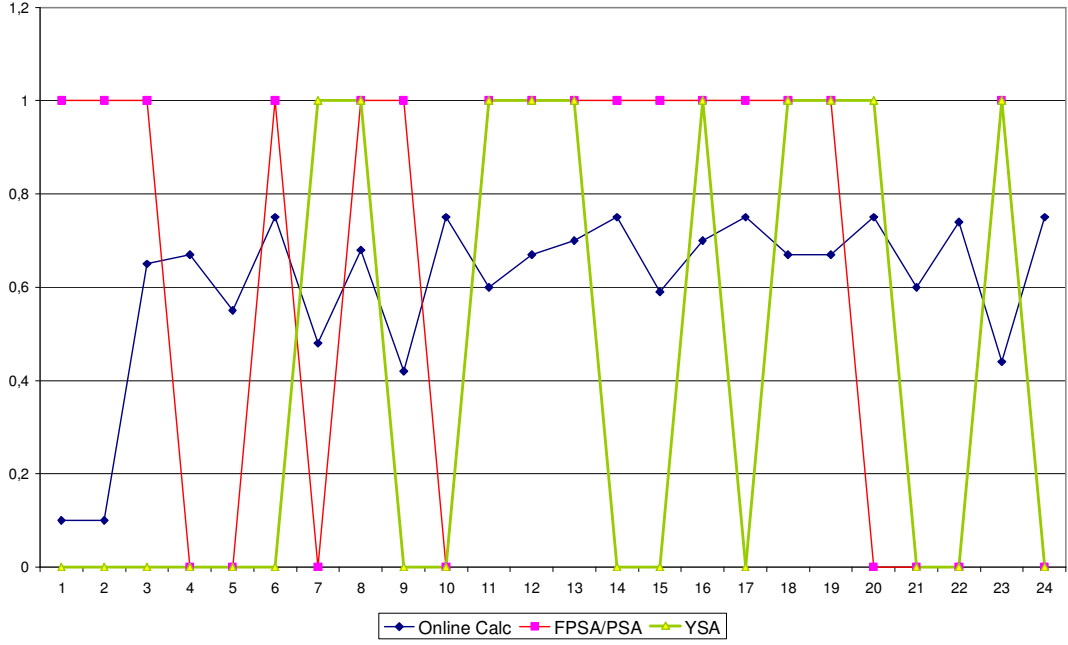
Biopsi sonucu pozitif olan test verileri için çizilmiş Şekil 5.6'daki grafik incelendiğinde Online Calculator yönteminin diğer teşhis yöntemlerine göre başarılı olduğu görülmektedir. Bu durumun sebebi eldeki verilerin kanser şüphesi olan kişilerin bilgilerinin olması ve kanser şüphesi olan hastalara Online Calculator uygulamasının ağırlıklı olarak kanser teşhisi koymasından kaynaklanmaktadır. Fakat biopsi sonucu negatif ve pozitif hasta grupları birlikte yorumlandığında Online Calculator yönteminin başarısı düşüktür.



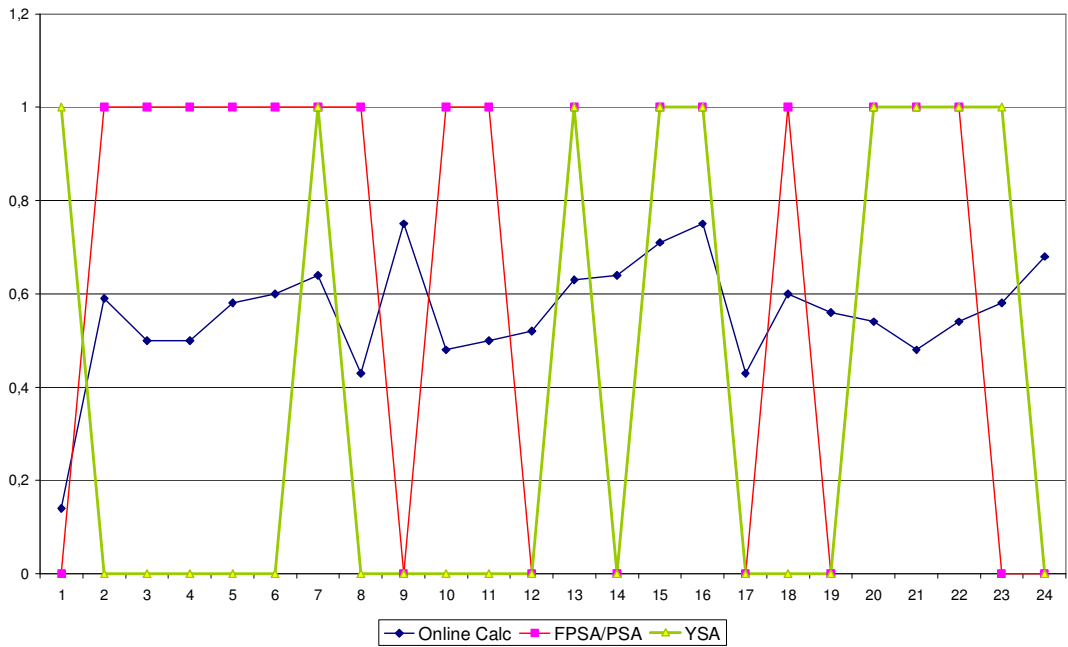
a) Set1 seti test verileri biopsi pozitif hastalar için teşhis yöntemleri



b) Set2 seti test verileri biopsi pozitif hastalar için teşhis yöntemleri



c) Set3 seti test verileri biopsi pozitif hastalar için teşhis yöntemleri



d) Set4 seti test verileri biopsi pozitif hastalar için teşhis yöntemleri

Şekil 5.6. Teşhis yöntemlerinin setlerdeki test kümelerinde biopsi sonucu pozitif hastalar için teşhis grafiği

### 5.3 Programın İkinci Deneysel Sonuçları

Prostat ile ilgili birçok hastalıkta genellikle prostat organı büyümektedir. Geliştirilen YSA programına teşhis başarısını artabileceği düşünülerek hasta veritabanımızda bulunan prostat büyüklüğü değeri de dahil edilerek YSA uygulaması çalıştırılmıştır. YSA uygulamasının tahmin başarısını artırmak için ara katman nöron sayısı, öğrenme katsayısı ve momentum katsayısı değerleri sistematik olarak değiştirilerek en uygun parametrelere ulaşılmıştır. Ara katman nöron sayısı 10, 15, ..., 60, 65 olarak denenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 5.6' da sunulmuştur.

Tablo 5.6. Farklı nöron sayılarında çalıştırılan ağı test ve öğretim başarıları

ÖĞRETİM BASARI	TEST BASARI	HATA	NÖRON SAYISI
151	38	8,19E+12	10
159	39	6,90E+12	15
159	39	8,11E+12	20
163	32	6,08E+12	25
161	29	6,10E+12	25
160	38	8,99E+12	30
159	38	9,25E+12	30
<b>169</b>	<b>43</b>	<b>0,067181</b>	<b>40</b>
<b>169</b>	<b>43</b>	<b>6,72E+12</b>	<b>40</b>
174	41	4,53E+12	45
173	41	4,52E+12	45
158	42	0,095015	50
158	42	0,095028	50
158	40	5,19E+12	55
157	40	4,90E+12	55
171	38	0,061741	60
171	38	6,17E+12	60
164	29	4,74E+12	65
161	29	5,07E+12	65

Tablo 5.6' da en başarılı ara katman nöron sayısının 40 olduğu bulunmuştur.

Ara katman sayısı 40, momentum katsayısı 0,7 olarak sabit tutularak, öğrenme katsayısı değeri 0.2, 0.3, ..., 0.8, 0.9 değerleri verilerek YSA uygulaması değiştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 5.7’de sunulmuştur.

Tablo 5.7. En başarılı nöron sayısı için farklı öğrenme katsayılarındaki test ve öğretim başarıları

ÖĞRETİM BASARI	TEST BASARI	HATA	E
162	40	2,09E+12	0,1
160	40	2,08E+12	0,1
157	23	0,032954	0,2
157	23	0,033307	0,2
172	41	4,35E+12	0,3
172	40	4,13E+12	0,3
184	36	0,028707	0,4
184	36	2,87E+12	0,4
165	37	3,64E+12	0,5
159	37	3,22E+12	0,5
171	36	2,88E+12	0,5
<b>169</b>	<b>43</b>	<b>0,067181</b>	<b>0,7</b>
<b>169</b>	<b>43</b>	<b>6,72E+12</b>	<b>0,7</b>
163	32	8,22E+12	0,8
158	31	7,06E+12	0,8
171	31	6,17E+12	0,9
171	31	6,17E+12	0,9
171	31	6,17E+12	0,9

Tablo 5.7’de en başarılı öğrenme katsayısı değerinin 0,7 olduğu bulunmuştur. Ara katman sayısı 40, öğrenme katsayısı değeri 0,7 olarak sabit tutularak, momentum katsayısı değeri 0.2, 0.3, ... , 0.8, 0.9 değerleri verilerek YSA uygulaması çalıştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 5.8’de sunulmuştur.

Tablo 5.8’de görüldüğü gibi en başarılı momentum katsayısı değeri 0,7 olarak bulunmuştur. Böylece YSA uygulamasının en başarılı sonucu ara katmanda 40 nöron olduğunda ve öğrenme katsayısı ve momentum katsayısı değerlerinin de 0,7 olduğunda verdiği bulunmuştur.

Tablo 5.8. En başarılı nöron sayısı ve öğrenme katsayısı için farklı momentum değerlerindeki test ve öğretim başarıları

<b>ÖĞRETİM BASARI</b>	<b>TEST BASARI</b>	<b>HATA</b>	<b>M</b>
180	37	2,39E-02	0,1
187	36	2,10E-02	0,1
188	29	9,47E-03	0,2
187	29	9,68E-03	0,2
164	38	4,02E-02	0,3
174	33	3,27E-02	0,3
182	34	2,58E-02	0,4
180	34	2,58E-02	0,4
187	29	1,38E-02	0,5
186	29	1,41E-02	0,5
<b>169</b>	<b>43</b>	<b>0,067181</b>	<b>0,7</b>
<b>169</b>	<b>43</b>	<b>6,72E+12</b>	<b>0,7</b>
159	43	7,62E-02	0,8
123	41	0,184615	0,9
123	41	0,184615	0,9

Hasta veritabanında bulunan 259 hasta bilgisinin kanser olan ve olmayan hastaları eşit sayıda içerecek şekilde rasgele seçim ile 4 gruba ayrılmıştır. Her grubun test edilebilmesi için, grup 1 test olarak seçildi ise diğer gruplar birleştirilerek eğitim kümesini oluşturmuştur. Bu şekilde devam edilerek 4 eğitim – test seti oluşturulmuştur. Tablo 5.9’da YSA uygulamasının setlerdeki başarıları sunulmuştur.

Tablo 5.9. YSA uygulamasının setlerdeki teşhis başarıları

a) YSA uygulamasının eğitilmesi sonucu sonucu başarı durumu

<b>Setlerdeki eğitim kümeleri için;</b>	<b>SET 1 (Adet)</b>	<b>SET 2 (Adet)</b>	<b>SET 3 (Adet)</b>	<b>SET 4 (Adet)</b>
Eğitimde kullanılan hasta verisi sayısı	195	194	194	194
Doğru tahmin edilen hasta verisi sayısı	169	181	153	176
Yüzde	86,7%	93,3%	78,9%	90,7%

b) YSA uygulamasına test kümesi uyguladığında ki başarı durumu

<b>Setlerdeki test kümeleri için</b>	<b>SET 1 (Adet)</b>	<b>SET 2 (Adet)</b>	<b>SET 3 (Adet)</b>	<b>SET 4 (Adet)</b>
Testde kullanılan hasta verisi sayısı	64	65	65	65
Doğru tahmin edilen hasta verisi sayısı	43	43	49	34
Yüzde	67,2%	66,2%	75,4%	52,3%

Tablo 5.9’da görüldüğü gibi YSA uygulaması, ortalama öğrenmesi gereken 194,25 hasta bilgisinden 169,75’ini öğrenerek %87,4’lük bir başarı göstermiştir. Uygulamaya test verisi yüklendiğinde ise 64,75 hasta bilgisinden 42,3 tanesini doğru teşhis ederek %65,3’lük bir başarı göstermiştir.



## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, prostat kanser riski hesaplamalarında yapay sinir ağı kullanımı gösterilmiştir. Kullanılan veriler geliştirilen rasgele seçim uygulaması ile 259 hasta bilgisinden kanser olma ve olmama durumuna göre eşit hasta içerecek şekilde 4'e bölünmüştür. Böylece 4 tane küme oluşturulmuştur. YSA uygulamasının başarısının denenebilmesi için eğitim ve test kümelerinin oluşturulması ise çaprazlama yoluyla bir grup test kümesi olarak seçildi ise kalan gruplar birleştirilerek eğitim kümesi oluşturulmuştur. Böylece programı 4 kez farklı verilerle test edilmesi sağlanmıştır. Prostat kanseri riskini hesaplamak için halen kullanılan yöntemler bulunmaktadır. Bu çalışmada FPSA/PSA, Online Calculator yöntemleri ile kıyaslanan YSA uygulamamız belirgin bir şekilde başarı elde etmiştir. Yöntemlerin başarı durumu, duyarlılık ve özgüllük yüzdeleri Tablo 6.1'de sunulmuştur.

Tablo 6.1 incelendiğinde teşhis başarısı ve özgüllük başarısı yönüyle YSA uygulamasının bariz üstünlük gösterdiği, duyarlılık başarısı yönüyle diğer yöntemlerin başarısının gerisinde kaldığı görülmektedir. Bu durum hasta bilgilerinin %36,7'sinin kanser, %63,3'ünün kanser olmayan hastalardan oluşmuş olmasından YSA uygulamasının kanser olmayanların bilgilerini kanser olanlara göre daha iyi öğrenerek daha başarılı ayırttebildiği düşünülebilir.

Tablo 6.1. Teşhis yöntemlerinin setlerin test kümeleri için teşhis, duyarlılık ve özgüllük durumları

TEŞHİS YÖNTEMİ	GRUP	BAŞARI (Yüzde)	ÖZGÜLLÜK (Yüzde)	DUYARLILIK (Yüzde)
FPSA/PSA	Grup 1	48,4%	41,5 %	60,9 %
	Grup 2	63,1%	58,5 %	70,8 %
	Grup 3	56,9%	51,2 %	66,7 %
	Grup 4	48,4%	53,7 %	66,7 %
FPSA/PSA Ortalama		54,2%	51,2%	66,3%
Online Calc.	Grup 1	42,2 %	17,1 %	87,0 %
	Grup 2	47,7 %	19,5 %	95,8 %
	Grup 3	50,8 %	26,8 %	91,7 %
	Grup 4	49,2 %	22,0 %	95,8 %
Online Calc. Ortalama		47,5%	21,4%	92,6%
YSA Uyg.	Grup 1	78,1 %	92,7 %	52,2 %
	Grup 2	70,8 %	87,8 %	41,7 %
	Grup 3	75,4 %	90,2 %	50,0 %
	Grup 4	67,7 %	85,4 %	37,5 %
YSA Uyg. Ortalama		73,0%	89,0%	45,4 %

YSA uygulaması FPSA/PSA ve Online Calculator yöntemleriyle karşılaştırılmıştır. FPSA/PSA oranı bir kan belirteci olan PSA değerinden başka bir unsura bakmamaktadır. Prostatla birebir ilişkili olan PSA maddesi prostat kanserini teşhis etmede yüksek oranda başarılı olmadığı Yılmaz (2002) ve Bayram (2005) araştırmalarında ve yaptığımız araştırmada da görülmüştür. Online Calculator teşhis programı ise kanser şüphesi olan hemen hemen birçok hastaya kanser teşhisi koyarak doktoru biyopsiye yönlendirmektedir.

Araştırma kapsamında hasta veritabanında bulunan Prostat Volume (PV) değeri de yapay sinir ağına giriş olarak sunulmuş ve yapay sinir ağı uygulaması ile başarı durumu test edilmiştir. Elde edilen başarı durumu PV değeri dâhil edildiğinde ve dâhil edilmediğindeki fark aşağıdaki Tablo 6.2’de sunulmuştur.

Tablo 6.2. Farklı giriş değerleri için YSA uygulamasının setlerdeki ortalama teşhis başarıları

a) YSA uygulamasının eğitilmesi sonucu sonuca başarı durumu

<b>Giriş Parametreleri</b>	<b>EĞİTİM VERİSİ SAYISI</b>	<b>EĞİTİM BAŞARISI</b>	<b>YÜZDE</b>
Yaş, PSA, fPSA	194,3	166,3	85,6
Yaş, PSA, fPSA, PV	194,3	169,8	87,4%

b) YSA uygulamasının test edilmesi sonucu sonuca başarı durumu

<b>Giriş Parametreleri</b>	<b>TEST VERİSİ SAYISI</b>	<b>TEST BAŞARISI</b>	<b>YÜZDE</b>
Yaş, PSA, fPSA	64,8	47,3	73,0%
Yaş, PSA, fPSA, PV	64,8	42,3	65,3%

Prostat kanseri teşhisi için geliştirilen programa PV değerinin giriş olarak katılması programın teşhis başarısını artırmamıştır. Bu durum prostat büyüklüğünün genetik olarak bireylerde farklı büyüklükte olmasından veya prostatın kanser dışında birçok rahatsızlığında da büyüyor olmasından veya genetik olarak insanlarda farklı büyüklükte gelişmesinden kaynaklandığı düşünülebilir.

YSA uygulamasının teşhis ve özgüllük başarısı yüksek olmasına rağmen tespit edemediği hastalarında olduğu görülmektedir. Bu olumsuzluktan bireyin zarar görmemesi kanser teşhisi konmayan hastalar için TRUS ve PRI uygulamaları sonucuna göre doktorun biyopsiye karar vermesi gerekecektir. TRUS ve PRI sonuçlarını YSA sistemine alan uygulamalar ile de etkin teşhisler geliştirilebilir.

Toplamda 259 hasta verisi kullanılarak yapılan bu çalışmamızın başarısının daha büyük hasta bilgisi veritabanları ile ve prostat kanserini etkileyecek daha fazla parametrelere ile çalışılmasıyla daha da yükselebileceği düşünülmektedir. Türkiye'deki hastaların bilgilerinin incelenmesiyle Türkiyedeki popülasyon için anlamlı sonuçlar

üretilebilecektir. Ayrıca Mergen (2003) kolesterol ve trigleserit değerlerinde kanseri teşhis etmede anlamlı olduğunu. Çınar ve ark. (2007)'de sigara alışkanlığının prostat kanserini etkilediğini bulmuşlardır. Stephan ve ark. (2007a) araştırmalarında yeni klinik verilerin ve kan belirteçlerinin bulunması gerektiğini bunun elde edilen laboratuvar sonuçlarıyla mümkün olabileceğini vurgulamışlardır. İleriye dönük olarak tıbbi etkisi kanıtlanacak yeni teşhis parametrelerinin YSA uygulamasına giriş değeri olarak verilmesi başarıyı artıracak ve sistemi daha güvenilir yapabilecektir. Zlotta ve ark. (2003) yaptıkları araştırma gibi kanseri teşhisinde sonraki aşamaları yönlendirebilecek, kanser yayılma derecesini yorumlayan uygulamaların da geliştirilmesi ve Türkiye hastalarına özgü çalışmaların yapılması gerekmektedir.

## 6. TARTIŞMA

Çınar ve ark. (2007) “Prostat Kanseri Riskinin Değerlendirilmesi” konulu araştırmalarında sigara alışkanlığının da prostat kanserini etkileyen bir parametre olduğunu bulmuşlardır. Yapılan çalışmanın başarısı %79,3 tür. Yapay sinir ağına giriş parametresi olarak aldıkları değerler çalışmamızdaki değerlere ek olarak prostat yoğunluğu, boy, kilo, BKİ (Beden Kütle İndeksi), sigara alışkanlığı, tansiyon ve nabız değerleridir. Ayrıca çalışmamızdan 41 hasta bilgisi fazla ile 300 hasta bilgisiyle çalışılmıştır. Yapay sinir ağı uygulamaları hastalıkla ilişkisi olduğu düşünülen ne kadar risk ya da tehdit faktörü varsa giriş olarak alınması yapay sinir ağının başarısını artırıcı etkiye sahip olacaktır. Ayrıca hasta bilgisinin fazla olması da yapay sinir ağının öğrenme ve test başarısını artırıcı etkiye sahip olacağı muhtemeldir. Bu yönlerden bakıldığında YSA uygulamasının başarısının %73,0 olması oldukça kabul edilebilir bir sonuçtur.

Keleş ve ark. (2007) “Prostat Kanseri Sınıflandırması İçin Yapay Zeka Tekniğinin Kullanılması” konulu araştırmalarında NEFCLASS Sezgisel yaklaşımıyla %91,11 doğruluk ve 8,89 hata değerine ulaşmışlardır. Çalışmada 90 hasta verisinden faydalanılmıştır. Her hastanın 20 tıbbi bilgisi giriş olarak kullanılmıştır. Yapay sinir ağlarında sonucu etkileme olasılığı ne kadar çok parametre giriş olarak alınırsa o kadar başarıyı artıracaktır. Ayrıca kullanılan NEFCLASS yönteminde başarının artmasına neden olması muhtemeldir.

Rodrigues ve ark. (2006) 953 hasta bilgisiyle çalışarak, AUC değeri olarak YSA için 0,819 değerini bulmuşlardır. Değerin yüksek çıkmasındaki etkenin hasta bilgisindeki yükseklikten olduğu düşünülmektedir. Ayrıca eldeki hasta bilgilerinin özellikleri de bu duruma sebep olmuş olması muhtemeldir.

Stephan ve ark. (2007b), Stephan ve ark. (2002) ve Djavan ve ark. (2002) araştırmalarında olduğu gibi bizim araştırmamızda da PSA ve fPSA kan belirteçlerinden daha duyarlı ve başarılı bir şekilde prostat kanseri teşhisi edilebilmiştir.

Benecchi (2006) Prostat kanseri teşhisi için Nöro-fuzzy sistemi geliştirmeye yönelik yaptığı araştırmasında, Nöro-fuzzy sistemin kestirimci doğruluğu tPSA ve %fPSA'nınkine oranla daha üstün olduğunu bulmuştur. Bu bulgu araştırmamızın bulguları ile de örtüşmektedir.

Stephan ve ark. (2005) "Prostat Kanseri Teşhisi İçin Sinirsel Ağ İçinde İnsan Salgı Bezi İle İlgili (Glandular) Kallikrein'inin Klinik Faydası" konulu araştırmalarında sadece düşük aralık olarak kabul ettikleri 1-2 ng/ml aralığında kallikrein2 salgı bezi maddesinin kanseri teşhiste etkili olduğunu bulmuşlardır. Hasta veritabanlarının geniş ve çok yönlü tutulmasıyla bu tür maddelerinde etkisinden faydalanılabilecektir.

Bayram, M. (2005) "Prostat Biyopsi İndikasyonunda Serbest Prostat Spesifik antijen Yüzdesinin Özgüllük ve Duyarlılık Araştırması" konulu araştırmasında PSA'nın teşhis için başarı durumunu incelemiştir. Araştırmamızda yaptığımız denemelerde herhangi bir PSA aralığı almadan özgüllük ve duyarlılık değerlerimiz 4 deneme ortalaması düşünüldüğünde teşhis başarısı (%73,2), özgüllük (%87,3) ve duyarlılık başarısı (%45,35) yönüyle daha başarılı olduğu görülmüştür.

Kurtuluş ve ark. (2004) araştırmalarında 1998-2002 tarihleri arasında kliniğe başvuran, şüpheli rektal inceleme ve/veya PSA>4 ng/ml bulguları bulunan, yaşları 42 ila 80 arasında değişen (ortalama 68) 233 hasta bilgisi kullanmışlardır. Bu hastalardan 56 hastanın kanser olduğu saptanmıştır. Araştırmada en yüksek başarıyı PRI, PSA ve TRUS'un anormal olduğu durumlarda kanser saptama oranı % 76 olarak tespit etmişlerdir. Bizim araştırmamızda ise sadece PSA anormal olduğu durumlar incelendiğinden başarının %73,0 olması oldukça kabul edilebilirdir. Geliştirilecek YSA uygulamalarına giriş değeri olarak PRI ve TRUS bilgilerinin de eklenmesi ile daha başarılı sonuçlar elde edilebileceği düşünülmektedir.

Sarıtaş ark. (2003) "Prostat kanser riskinin belirlenmesi için bir bulanık yaklaşım" konulu araştırmalarında teşhis için bulanık mantık yönteminden faydalanılmış ve % 64,71 başarı oranı elde edilmiştir. YSA uygulamamızda elde ettiğimiz başarı %73,0 olması yönüyle oldukça başarılıdır. Hem bulanık mantık,

hemde YSA mantığının bir arada kullanılacağı uygulamaların başarısının yüksek olabileceği düşünülebilir.

Mergen (2003) “Prostat Kanseri Tanısında ROC Analizi” konulu araştırmalarında toplam 64 kişi üzerinde çalışılmıştır. PSA, Kolesterol ve Trigliserit değişkenleri için yapılan incelemede, PSA ile Kolesterol ve Trigliserit çiftinde anlamlı sonuçlar bulunmuş ( $p<0.01$ ), Kolesterol ve Trigliserit çiftinde anlamlı sonuçlar bulunamamıştır ( $p<0.05$ ). Araştırmacı prostat kanseri tanısında kritik değer olarak  $PSA>3,70$  ng/ml olarak belirtmiştir. Araştırmamız PSA değeri 3,70 den büyük olması halinde de doktora biyopsi kararında yardımcı olabilecek özellikler taşımaktadır.

Yılmaz (2002) “Prostat Kanseri Erken Tanısında Serum Prostat Spesifik Antijen, Parmakla Rektal İnceleme ve Transrektal Ultrasonografi Etkinliği” konulu uzmanlık tezinde TRUS ve PRI yöntemleri PSA kadar etkin bulunmamış ve en etkin parametrenin f/tPSA ile PSA dansitesi kombinasyonu olduğunu tespit edilmiştir. Farklı PSA aralıkları için PSA'nın teşhis oranları %40'ın üzerine çıkamamıştır. Araştırmamızda FPSA/PSA yönteminden daha başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Farklı test verileriyle 4 kez denenmiş YSA uygulamasında %73,0 teşhis başarısı ile PSA, f/tPSA, TRUS ve PRI başarılarının üstüne çıkabilmiştir.

Araştırmamızda farklı olarak LM algoritması ile Matlab 7.0 programı kullanılarak denenmiştir. Elde edilen sonuçlar Back Propagation - Geri Yayılım algoritması kadar başarı göstermediğinden hazırlanan programda kullanılmamıştır.

## 7. KAYNAKLAR

- Ailemax (2008)** Ailemax, <http://www.ailemax.com/icerikler/1612.aspx>, Son Erişim Tarihi: 1 Temmuz 2008.
- Allahverdi (2007)** Allahverdi N., YSA Ders Notları, <http://farabi.selcuk.edu.tr/egitim/ysa/index.html>, Son Erişim Tarihi: Ekim 2007.
- Baggish (1999)** Baggish, J., Prostat Tedavisinde Doğru Kararı Verebilmek, Hyb Yayıncılık, 1999.
- Barrett (2003)** Barrett, M. D., Mayo Clinic Prostat Sağlığı, Çeviri Editörü: Önder Yaman, Güneş Kitabevi, Ankara, 2003.
- Bayram (2005)** Bayram M., Prostat Biyopsi İndikasyonunda Serbest Prostat Spesifik Antijen Yüzdesinin Özgüllük ve Duyarlılık Araştırılması, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Üroloji Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, 2005.
- Benecci (2006)** Benecci L., Neuro-Fuzzy System For Prostate Cancer Diagnosis Adult Urology Elsevier, 2006.
- Canlılar Bilimi (2008)** Canlılar Bilimi, [http://biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/k/Pros/thumbnails/prostat3\\_jpg.jpg](http://biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/k/Pros/thumbnails/prostat3_jpg.jpg) Son Erişim: 1 Temmuz 2008.
- Cüreklibatır (2005)** Cüreklibatır, İ., Prostat ve Prostat Hastalıkları, Vatan Kitap, İstanbul, 2005.
- Çınar ve ark. (2007)** Çınar, M., Engin, E., Ateşçi, Y. Z., Prostat Kanseri Riskinin Değerlendirilmesi, Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği 12. Ulusal Kongresi ve Fuarı, 2007.
- Doğan (2003)** Doğan M., Yapay Sinir Ağları Temelli Tıbbi Teşhis Sistemi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Anadolu Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Ağustos, 2003.



- Djavan ve ark. (2002)** Djavan, B., Remzi, M., , Zlotta A. Seitz, C., Snow P. and Marberger, M., Novel, Artificial Neural Network for Early Detection of Prostate Cancer. Journal of Clinical Oncology. 20(4):921-929, February 15, 2002.
- Elmas (2003)** Elmas, Ç., Yapay Sinir Ağları (Kuram, Mimari, Eğitim, Uygulama), Seçkin Yayınevi, Ankara, 2003.
- Finne ve ark. (2000)** Finne, P., Finne R, Auvinen A., Juusela H., Aro J., Maattanen L., Hakama M., Rannikko S., Teuvo L., Tammela J., And Stenman U-H. Predicting The Outcome Of Prostate Biopsy In Screen-Positive Men By A Multilayer Perceptron Network. s. 418-422, Adult Urology, Elsevier Science Inc. , 2000.
- Karagülle ve Pala (1999)** Karagülle İ., ve Pala Z., Visual Basic 6.0 Pro. Türkmen Kitabevi, 1999.
- Keleş ve ark. (2007)** Keleş, A. ve Haşiloğlu A.S., Aksoy Y., Neuro-Fuzzy Classification of Prostate Cancer Using NEFCLASS-J. Computers in Biology and Medicine 37, s.1617 – 1628, 2007.
- Kurtuluş ve ark. (2004)** Kurtuluş F., Fazlıoğlu A., Evirgen M., Ceylan O., Sakallı E. ve Çek M., Prostat Kanseri Tanısında Parmakla Rektal İnceleme, Prostat Spesifik Antijen (PSA), Transrektal Ultrasonografi, PSA Dansitesi, Yaşa Göre Psa, Serbest/Total Psa Oranının Doğruluğu, Türk Üroloji Dergisi: S.40-44, 2004.
- National Cancer Institute (2008)** National Cancer Institute, <http://www.compass.fhrc.org/edrnci/bin/calculator/main.asp?t=prostate&sub=disclaimer&v=prostate&m=&x=Prostate%20>, Son Erişim: 14 Nisan 2008.
- Mergen (2003)** Mergen, O.İ., Prostat Kanseri Tanısında ROC Analizi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2003.
- Djavan (2002)** Djavan B., Remzi M., Zlotta A., Seitz C., Snow P. ve Marberger M. Novel, Artificial Neural Network For Early Detection Of Prostate Cancer, Journal of Clinical Oncology. 20(4):921-9, Feb, 2002.

- Öztemel (2003)** Öztemel, E., Yapay Sinir Ağları, Papatya Yayıncılık, İstanbul, 2003.
- Rodriguez ve ark. (2006)** Rodriguez A. Diaz A.P., Blanco S.G., Fernandez P., Pascual S., Perez C., The Utility Of Artificial Neural Networks İn The Prediction Of Prostate Cancer On Transrectal Biopsy, Actas Urologicas Espanolas, 30(1):18-24, Jan. 2006.
- Scardino ve Judith (2005)** Scardino, P. T. ve Kelman J., Prostat Kitabı, Vatan Kitap, 2005.
- Sağiroğlu ve ark. (2003)** Sağiroğlu, Ş., Beşdok E. ve Erler M, Mühendislikte Yapay Zekâ Uygulamaları I, Ufuk Yayıncılık, 2003.
- Sarıtaş ve ark. (2003)** Sarıtaş İ., Allahverdi N. ve Sert İ., A Fuzzy Expert System Design For Diagnosis Of Prostate Cancer, International Conference On Computer Systems And Technologies - CompSysTech'2003, s. 19–20 June, Sofia, Bulgaria, 2003.
- Stephan ve ark (2002)** Stephan C., Jung K., Cammann H., Vogel B., Brux B., Kristiansen G., Rudolph B., Hauptmann S., Lein M., Schnorr D., Sinha P. and Stefan A. L., An Artificial Neural Network Considerably Improves The Diagnostic Power Of Percent Free Prostate-Specific Antigen İn Prostate Cancer Diagnosis: Results Of A 5-Year Investigation, Int. J. Cancer: 99, s.466–473, 2002.
- Stephan ve ark (2005)** Stephan C., Jung K., Soosaipillai A., George M. Y, Cammann H., Meyer H., Xu C., And E. P. Diamandıs. Clinical Utility Of Human Glandular Kallikrein 2 Within a Neural Network For Prostate Cancer Detection, BJU International, s.521-527, 2005.
- Stephan ve ark (2007a)** Stephan C., Cammann H., Meyer H., Lein M., Jung K., PSA And New Biomarkers Within Multivariate Models To Improve Early Detection Of Prostate Cancer, Cancer Letter, s.18-29, 2007a.
- Stephan ve ark. (2007b)** Stephan C., Xu C., Finne P., Cammann H., Meyer H.-A., Lein M., Jung K., and Stenman U.-H. Comparison of Two Different Artificial Neural Networks for Prostate Biopsy Indication in Two Different Patient Populations, Basic Science, Elsevier Inc, 2007b.

**Yılmaz (2002)** Yılmaz S., Prostat Kanseri Erken Tanısında Serum Prostat Spesifik Antijen, Parmakla Rektal İnceleme ve Transrektal Ultrasonografi Etkinliği Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Üroloji Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi Ankara 2002.

**Zlotta ve ark. (2003)** Zlotta, A. Mesut R., Snow P. Schulman C., Marberger and M. Djavan, B., An Artificial Neural Network for Prostate Cancer Staging when Serum Prostate Specific Antigen is 10 NG./ML. Or Less. Journal of Urology. 169(5): Sayfa: 1724-1728, May 2003.

## EK: Programın Kaynak Kodları

```
Option Explicit
'Ağın kaç giriş kaç çıkıştan oluştuğu ve (dosyadan okunan bilgiler)
'kur proceduresinde ayarlanıyor. İleri Geri Bağlar Yardımıyla.
'-----
'Sinir hücresi tipi
Private Type Hucre
    F As Double          'hucrenin çıkışı
    Net As Double        'gelen bilgilerin toplamı
    G_Bag(80) As Byte     'geriye doğru bağlı nodeler
    I_Bag(80) As Byte     'ileriye doğru bağlı nodeler
    Ozellik As String     'cikis nodu olduğunu belirtir node
    Hata As Double        'cikisin hatasının tutulduğu node
    Adim As Long
End Type
'-----
Dim Adim As Long

Dim G(9) As Double       'giris bilgileri
Dim B_Cikis(80) As Double 'beklenen cikis bilgisi

Dim Node(80) As Hucre    'sinir ağındaki hücreler
Dim a(500, 500) As Double 'sinir ağındaki ağırlıklar
Dim Delta_A(500, 500) As Double 'sinir ağındaki ağırlıkların
değişimi.
Dim Delta_A_eski(500, 500) As Double 'sinir ağındaki önceki değişim
miktarı.

Dim E(80) As Double
Dim Grs(80, 500) As Double 'eğitim setinde 1. girisin 10.sırası gibi
60 tane giriş 500 tane kayıt
Dim Cks(80, 500) As Double
Dim Hes_Cks(80, 500) As Double 'hesaplanan cikis
Dim Sira_basari_durum(500) As String

Dim Ogretim_Grs(80, 500) As Double
Dim Ogretim_Cks(80, 500) As Double
Dim Test_Grs(80, 500) As Double
Dim Test_Cks(80, 500) As Double
Dim rastgele_sira(500) As Double
Dim cikis_nodeleri(80) As Byte 'çıkış nodesi 10 tane olabilir diye
on yazıldı. prog.
Dim giris_nodeleri(80) As Byte 'giris nodesi 10 tane olabilir diye
on yazıldı. prog.
Dim giris_sayisi As Byte 'bu sayıyı bilgisayar buluyor kur'a göre
Dim cikis_sayisi As Byte ' busayıyı bilgisayar buluyor kur'a göre
Dim max_bag_sayisi As Byte 'her bir nodenin max yapabileceği bağ
sayisi. 'kurda atanıyor.
Dim node_sayisi As Byte 'kurda atanıyor. kullanılan node sayisi.
Dim set_kayit_sayisi As Integer
Dim ogretim_set_kayit_sayisi As Integer
Dim tst_set_kayit_sayisi As Integer

Dim GMax(80) As Double
Dim GMin(80) As Double
Dim CMin(80) As Double
```

```

Dim CMax(80) As Double
Dim iterasyon_sure As Integer
Dim basari_drm(80) As Integer
Dim test_basari_drm(80) As Integer
Dim ogretim_basari_drm(80) As Integer

Dim tst_basari_drm(80) As Integer
Dim hata_kareler_toplami As Double
Dim hata_kareler_top_ort As Double
Dim tst_hata_kareler_toplami_ort As Double
Dim ogretim_hata_kareler_top_ort As Double
Dim ogr_kts As Double
Dim momentum As Double
Dim kbl_hata_deg As Double

Private Sub kur()
max_bag_sayisi = 80 ' her bir nodenin max bag sayisi
'Nodelerin bağlanması.....
'Giriş Nodeleri
Node(1).G_Bag(1) = 0 'YAS 'giriş nodesi geriye bağlı değildir.
Node(2).G_Bag(1) = 0 'PSA
Node(3).G_Bag(1) = 0 'FPSA
Node(4).G_Bag(1) = 0 'BIAS

'Ara nodeler
'ara node blok 1
Dim i As Byte
Dim j As Byte

For i = 5 To 4 + txt_nsayisi.Text
For j = 1 To 3
Node(i).G_Bag(j) = j
Next j
Node(i).G_Bag(j) = 4
Next i

'ara_blok1
'çıkış nodeleri
For i = 4 + txt_nsayisi + 1 To 4 + txt_nsayisi + 1
For j = 1 To txt_nsayisi
Node(i).G_Bag(j) = j + 4
Next j
Node(i).G_Bag(j) = 4
Node(i).Ozellik = "Cikis"
Next i
'-----
node_sayisi = txt_nsayisi + 4 + 1
'Ağırlıkların belirlenmesi.
Randomize
For i = 1 To 80
For j = 1 To 80
a(i, j) = Rnd * 2 - 1
Next j
Next i
End Sub

Private Sub Yeni_F()
'çıkış nodesinin çıkisini hesaplamak amacıyla kullanılır.

```

```

Dim Net As Double
Dim bag As Byte
Dim i As Byte
Dim ara_deger As Double
Dim j As Byte

' giris nodelerinin F si ataniyor.
For i = 1 To giris_sayisi
    Node(i).F = G(i)
Next i

For i = giris_sayisi + 1 To node_sayisi
    ara_deger = 0
    j = 0
    Do
        j = j + 1
        bag = Node(i).G_Bag(j)
        ara_deger = Node(bag).F * a(bag, i) + ara_deger

    Loop Until bag = 0

    Node(i).Net = ara_deger

    If Node(i).Net < -809 Then
        Node(i).Net = -809
    End If

        Node(i).F = 1 / (1 + Exp(-Node(i).Net)) 'sigmoid
fonksiyon
Next i
End Sub

Private Sub cmd_adim1_Click()

kur 'nodeler geri bağ yöntemiyle bağlanıyor.
    'ağırlıklar veriliyor.

'ileri bağlar ekleniyor.
Dim b As Byte
For b = 1 To node_sayisi
    If Node(b).Ozellik = "Cikis" Then 'çıkış nodelerinden başlayarak
        ileri bağlar oluşturuluyor.
            kim_bagli (b)
        End If
    Next b

giris_cikis_node_say    'kaç tane giris kac tane cikis nodesi var
buluyor.

Dosyadan_veri_oku
ag_bil_giris_cikis
ogretim_verilerini_testet
genel_raporu_listboxda_yaz
liste_basliklarini_yaz

End Sub

Private Sub cmd_adim2_Click()
Dim baslangic_saat As String

```

```

Dim agirlik_dosya_ismi As String
Dim k, kk As Long
Dim i As Byte
Dim bin As Long
Dim c As Byte
Dim kayit_adim As Long

baslangic_saat = Now
kayit_adim = txt_itr_agr_kyt
For k = 0 To CLng(txt_iterasyon_sayisi) Step kayit_adim
    For kk = 0 To kayit_adim

'hata_kareler_toplami = 0
    For Adim = 1 To set_kayit_sayisi
        'set giriş ve çıkış olması gereken değerlere yükleniyor.
        For i = 1 To giris_sayisi
            G(i) = Grs(i, Adim) 'rastgele_sira(Adim)
        Next i

        For i = 1 To cikis_sayisi
            B_Cikis(cikis_nodeleri(i)) = Cks(i, Adim)
'rastgele_sira(Adim)
        Next i
        '-----yükleme bitti-----
        'nodelerin çıkisi hesaplanıyor.....

        For i = 1 To cikis_sayisi
            Yeni_F
            Hata_bul_yeni

            E(cikis_nodeleri(i)) = 1 / 2 *
(Node(cikis_nodeleri(i)).F - B_Cikis(cikis_nodeleri(i))) ^ 2

            'çıkis hatasi beklenen gibi degilse degismelidir.

            If E(cikis_nodeleri(i)) > kbl_hata_deg Then
                yeni_deltalar (cikis_nodeleri(i))
            End If
        Next i
    Next Adim
    'formda belirtilen sayıda döndükten sonra test ve öğretim
    başarılarının kaydedilmesi işlemine geçiliyor.

Next kk
    ogretim_verilerini_testet ' öğretim başarısını kontrol et.
    test_verilerini_testet 'test başarısını kontrol et.
    ogretim_verilerini_testet ' öğretim başarısını kontrol et.

    For c = 1 To cikis_sayisi
        agirlik_dosya_ismi = "_C" & c & "__B" &
ogretim_basari_drm(cikis_nodeleri(c)) & "_T" &
tst_basari_drm(cikis_nodeleri(c)) & agirlik_dosya_ismi
    Next c

    agirlik_dosya_ismi = Round(ogretim_hata_kareler_top_ort, 7) &
agirlik_dosya_ismi
    agirliklari_dosyaya_yaz (agirlik_dosya_ismi)
    basariyi_gecmise_yaz

```

```

    agirlik_dosya_ismi = ""
    If hata_kareler_toplami < kbl_hata_deg Then
        agirliklari_dosyaya_yaz ("en_guzel")
        MsgBox "İşlem Tamam - Öğrenme Bitti"
    Exit Sub
End If
Next k

genel_raporu_listboxda_yaz
ag_bil_giris_cikis_listeye_yaz
Lst_giris.AddItem "İterasyon tamamlandı" & Now

ag_bil_giris_cikis
Lst_cks_basari.AddItem "baslangic saati" & baslangic_saat & "
iterasyon bitim saati :" & Now
End Sub

Private Sub kim_bagli(N As Byte)
'çıkış node yazılır.
'Nodelerin ileri bağı ==> geri bag kullanılarak atanıyor.
Dim i As Byte
Dim b As Byte

    For i = 1 To max_bag_sayisi      'bir node en fazla 10 bağ
oluşturabilir düşüncesinden kaynaklı.
        If Node(N).G_Bag(i) <> 0 Then
            For b = 1 To max_bag_sayisi
                If Node(Node(N).G_Bag(i)).I_Bag(b) = N Then
                    Exit For
                End If

                If Node(Node(N).G_Bag(i)).I_Bag(b) = 0 Then
                    Node(Node(N).G_Bag(i)).I_Bag(b) = N
                    Exit For
                End If
            Next b
            If Node(Node(N).G_Bag(i)).G_Bag(1) <> 0 Then
                kim_bagli (Node(N).G_Bag(i))
            End If
        End If
    Next i
End Sub

Private Sub giris_cikis_node_say()
'giris nodelerini bul
Dim i As Byte
Dim sayac As Byte 'basit sayac

sayac = 0
For i = 1 To node_sayisi
    If Node(i).G_Bag(1) = 0 Then
        sayac = sayac + 1
        giris_nodeleri(sayac) = i 'kacıncı node girisse yazıldı.
    End If
Next i
giris_sayisi = sayac 'kac giris nodesi varsa atanıyor

sayac = 0
For i = 1 To node_sayisi

```



```

        If Node(i).I_Bag(1) = 0 Then
            sayac = sayac + 1
            cikis_nodeleri(sayac) = i 'kacinci node çıkışsa yazıldı.
        End If
    Next i
    cikis_sayisi = sayac 'kac cikis nodesi varsa atanıyor

End Sub

Private Function Hata_bul_yeni()
'yaşılması gerekenler
    '1- çıkış nodelerinin hatalarını bul. aktif giriş, çıkış ve
    beklenen çıkış için
    '2 _ büyükten küçüğe kadar tüm nodeleri tara ve
    bulabildiğinin hatasını bul.
    '3- bitir.
    'bu altyordamın çalışabilmesi için
    'nodeler küçük nodeler giriş büyük nodeler çıkış olmalı.
    'çünkü hata bulunmaya sondan başlanıyor,

    Dim bag As Byte
    Dim i As Byte
    Dim j As Byte
    Dim i_hata_top As Double
    Dim Hata As Double
    Dim nod As Byte

    '1- çıkış nodelerinin hatası bulunuyor.
    For i = 1 To cikis_sayisi
        nod = cikis_nodeleri(i)
        Hata = Node(nod).F * (1 - Node(nod).F) * (B_Cikis(nod) -
        Node(nod).F)
        Node(nod).Hata = Hata
    Next i

    i = node_sayisi - cikis_sayisi + 1 ' çıkışlar nodunun bulunduğuna
    göre geri kalanların hataları bulunabilir.

    Do
        i = i - 1
        j = 0
        i_hata_top = 0
        Do
            j = j + 1 'ileri bağ için
            bag = Node(i).I_Bag(j)
            If bag <> 0 Then
                i_hata_top = i_hata_top + Node(bag).Hata * a(i, bag)
            End If
        Loop Until bag = 0

        Node(i).Hata = Node(i).F * (1 - Node(i).F) * i_hata_top
    Loop Until i = 1

End Function

Private Sub cmd_ag_bilgileri_Click()
    ogretim_verilerini_testet
    'genel_raporu_listboxda_yaz
    ag_bil_giris_cikis_listeye_yaz

```

```

genel_raporu_listboxda_yaz
End Sub

Private Sub cmd_ag_cikis_hatalari_Click()
List4.Clear
Dim i As Byte

For i = 1 To cikis_sayisi
    List4.AddItem "E" & cikis_nodeleri(i) & " " &
E(cikis_nodeleri(i))
Next i
End Sub

Private Sub agirliklari_dosyadan_yukle()
    Dim dosya_adi As String
    Dim kayıt As Variant
    Dim i As Byte
    Dim b As Byte
    Dim sa As Byte

    dosya_adi = App.Path & "\agirliklar.txt"
    Open dosya_adi For Input As #1

For i = 1 To node_sayisi
    b = 1
    Do Until Node(i).I_Bag(b) = 0
        Input #1, sa, Node(i).I_Bag(b), a(i,
Node(i).I_Bag(b))
        List4.AddItem "[" & sa & "-" & Node(i).I_Bag(b) & "]"
->" & a(i, Node(i).I_Bag(b))
        b = b + 1
    Loop

    Next i
Close (1)
End Sub

Private Sub Command1_Click()
'lst_sonuç listesini dosyaya yaz.
Dim dsy_adi As String
Dim dsy_adi2 As String

Dim kayıt As Variant
Dim i As Byte
Dim b As Byte
Dim snc As String

dsy_adi = App.Path & "\sonuclar.txt"
snc = Me.Lst_cks.List(12)
MsgBox snc
Open dsy_adi For Output As #1

For i = 0 To Me.Lst_snc.ListCount - 1
    Write #1, i, " ", Lst_snc.List(i)
Next i
Close (1)
End Sub

Private Sub Command6_Click()
'liste kutusu boyutlandırma

```

```

List4.Width = List4.Width + 100
End Sub

Private Sub Command7_Click()
List4.Width = List4.Width - 100
End Sub

Private Sub Form_Load()
ogr_kts = CDb1(Txt_ogr_katsayisi.Text)
momentum = CDb1(Txt_momentum.Text)
kbl_hata_deg = Form1.txt_Ekabul.Text
End Sub

Private Sub Lst_cks_Click()
    Lst_giris.Selected(Lst_cks.ListIndex) = True
    Lst_snc.Selected(Lst_cks.ListIndex) = True
End Sub

Private Sub Lst_giris_Click()
    Lst_cks.Selected(Lst_giris.ListIndex) = True
    Lst_snc.Selected(Lst_giris.ListIndex) = True
End Sub

Private Sub Lst_snc_Click()
    Lst_cks.Selected(Lst_snc.ListIndex) = True
    Lst_giris.Selected(Lst_snc.ListIndex) = True
End Sub

Private Sub txt_Ekabul_LostFocus()
    kbl_hata_deg = Form1.txt_Ekabul.Text
End Sub

Private Sub Txt_momentum_LostFocus()
    momentum = CDb1(Txt_momentum.Text)
End Sub

Private Sub Txt_ogr_katsayisi_LostFocus()
    ogr_kts = CDb1(Txt_ogr_katsayisi.Text)
End Sub

Private Sub liste_basliklarini_yaz()
Dim i As Integer
Dim lst_yazi As String
'-----LISTE KUTULARININ BASLIK KISMI YAPILACAK.
    lst_yazi = "S "
    For i = 1 To giris_sayisi
        lst_yazi = lst_yazi & "----G" & i & "----|"
    Next i
    Me.Lbl_giris.Caption = lst_yazi

    lst_yazi = ""
    For i = 1 To cikis_sayisi
        lst_yazi = lst_yazi & " c" & i
    Next i
    Me.Lbl_cikis.Caption = lst_yazi

    lst_yazi = ""
    For i = 1 To cikis_sayisi
        lst_yazi = lst_yazi & " ACI" & i & "      -"
    Next i

```

```

        Next i

        Me.Lbl_snc.Caption = lst_yazi
        lst_yazi = ""
'BASLIK KISMI BITTI.-----
End Sub
Private Sub test_setini_diziye_at()
Dim i As Integer
Dim j As Integer

For i = 1 To tst_set_kayit_sayisi
    For j = 1 To giris_sayisi
        Grs(j, i) = Test_Grs(j, i)
    Next j

    For j = 1 To cikis_sayisi
        Cks(j, i) = Test_Cks(j, i)
    Next j
Next i
set_kayit_sayisi = tst_set_kayit_sayisi
End Sub
Private Sub ag_giris_cikis_bilgileri_listboxa_yaz()
Dim i As Integer
Dim lst_yazi As String

Lst_giris.Clear
Lst_cks_basari.Clear

Dim liste_yazisi As String
Dim j As Integer
Dim cikis_liste_yazisi As String

For i = 1 To set_kayit_sayisi
    liste_yazisi = ""

    liste_yazisi = ""
    liste_yazisi = i & "- "
    For j = 1 To giris_sayisi

        liste_yazisi = liste_yazisi & Format(Grs(j, i), "#0.00000") & " | "

    Next j
    Lst_giris.AddItem liste_yazisi 'tüm girisler listeye yazılıyor.
Next i
End Sub
Private Sub ogretim_setini_diziye_at()
Dim i As Integer
Dim j As Integer

For i = 1 To ogretim_set_kayit_sayisi
    For j = 1 To giris_sayisi
        Grs(j, i) = Ogretim_Grs(j, i)
    Next j

    For j = 1 To cikis_sayisi
        Cks(j, i) = Ogretim_Cks(j, i)
    Next j
Next i
set_kayit_sayisi = ogretim_set_kayit_sayisi

```

```

End Sub
Public Sub genel_raporu_listboxda_yaz()
Dim i As Integer

For i = 1 To cikis_sayisi
    Lst_cks_basari.AddItem "Eğitim " & i & ". ıkışta ğrenilen
kayıt sayısı : " & " " & ogretim_basari_drm(cikis_nodeleri(i)) & "
Basari Yüzdesi: % " & Format(ogretim_basari_drm(cikis_nodeleri(i))
/ ogretim_set_kayit_sayisi * 100, "#00.0")
If tst_set_kayit_sayisi > 0 Then
    Lst_cks_basari.AddItem "Test " & i & ". Çıkışın doğru bilme
sayısı :" & tst_basari_drm(cikis_nodeleri(i)) & " Test Başarı
Yüzdesi : % " & Format(tst_basari_drm(cikis_nodeleri(i)) /
tst_set_kayit_sayisi * 100, "#00.0")
    End If
Next i

Lst_cks_basari.AddItem "Ağ hata kareler toplamı ortalaması : " &
hata_kareler_top_ort

If hata_kareler_top_ort > kbl_hata_deg Then
    Lst_cks_basari.AddItem "Ağ eğitimine devam hata büyük"
Else
    Lst_cks_basari.AddItem "Ağ eğitimi yeterli ağ hatası küçük"
    agirliklari_dosyaya_yaz ("en_iyi_agirlik")
    MsgBox "eğitim bitti"
    Exit Sub

    End If
Lst_cks_basari.AddItem "Eğitim setindeki kayıt Sayısı : " &
ogretim_set_kayit_sayisi & " Test setindeki kayıt sayısı: " &
tst_set_kayit_sayisi
End Sub
Public Sub test_verilerini_testet()
Dim i As Integer

test_setini_diziye_at
ag_bil_giris_cikis

    For i = 1 To cikis_sayisi
        tst_basari_drm(cikis_nodeleri(i)) =
basari_drm(cikis_nodeleri(i))
    Next i
tst_hata_kareler_toplami_ort = hata_kareler_toplami / cikis_sayisi /
tst_set_kayit_sayisi
End Sub

Public Sub ogretim_verilerini_testet()
Dim i As Integer

ogretim_setini_diziye_at
ag_bil_giris_cikis

    For i = 1 To cikis_sayisi
        ogretim_basari_drm(cikis_nodeleri(i)) =
basari_drm(cikis_nodeleri(i))
    Next i

```

```

        ogretim_hata_kareler_top_ort = hata_kareler_toplami /
cikis_sayisi / ogretim_set_kayit_sayisi
End Sub
Private Sub yeni_deltalar(cikis As Byte)
Dim bag As Byte
Dim i As Byte
i = 0
Do
i = i + 1
bag = Node(cikis).G_Bag(i)

If bag <> 0 Then

        Delta_A(bag, cikis) = ogr_kts * Node(cikis).Hata *
Node(bag).F + momentum * Delta_A_eski(bag, cikis)
        Delta_A_eski(bag, cikis) = Delta_A(bag, cikis)
        a(bag, cikis) = a(bag, cikis) + Delta_A(bag, cikis)
        yeni_deltalar (bag)
End If
Loop Until bag = 0
End Sub

Private Sub ag_bil_giris_cikis()
'bu procedurenin görevi
'tüm setdeki (eğitim/test) kayıtları sıra ile vermektir.
'çıkışları hesaplamaktır.
'elde edilen çıkışlarla beklenen çıkışlar arası hatayı bulmaktır.
'olumlu çıkışlar sayısını bulmaktır.

Dim i As Integer
Dim Ag_snc_drm(80) As String
Dim liste_yazisi As String
Dim lst_yazi As String
Dim j As Byte
Dim cikis_liste_yazisi As String

hata_kareler_toplami = 0

For i = 1 To cikis_sayisi
        basari_drm(cikis_nodeleri(i)) = 0
Next i

For i = 1 To set_kayit_sayisi 'eğitim yada test setinin toplam
değeri bu değer dosya okunurken dolduruluyor.

        'GIRIS VE CIKIS BILGILERI DOLDURULUYOR.
        'giriş bilgileri yükleniyor
        For j = 1 To giris_sayisi
                G(j) = Grs(j, i)
        Next j
        'cikis bilgileri yükleniyor.
        For j = 1 To cikis_sayisi
                B_Cikis(cikis_nodeleri(j)) = Cks(j, i)
                Yeni_F
        Next j

        For j = 1 To cikis_sayisi
                E(cikis_nodeleri(j)) = 1 / 2 * (Node(cikis_nodeleri(j)).F -
B_Cikis(cikis_nodeleri(j))) ^ 2

```

```

        hata_kareler_toplami = E(cikis_nodeleri(j)) +
hata_kareler_toplami
        Hes_Cks(cikis_nodeleri(j), i) = Node(cikis_nodeleri(j)).F
    Next j

    cikis_liste_yazisi = ""

For j = 1 To cikis_sayisi
    If E(cikis_nodeleri(j)) > kbl_hata_deg Then
        Sira_basari_durum(i) = " Hata"
    Else

        Sira_basari_durum(i) = " Onay"
        basari_drm(cikis_nodeleri(j)) =
basari_drm(cikis_nodeleri(j)) + 1 'kaç tane doğru bilindi.
    End If

    '*-*-*
    cikis_liste_yazisi = cikis_liste_yazisi &
Format(Hes_Cks(cikis_nodeleri(j), i), "#0.00000000000000") &
Sira_basari_durum(i)
Next j
    cikis_liste_yazisi = ""
    '*-*-*
Next i
hata_kareler_top_ort = hata_kareler_toplami / cikis_sayisi /
ogretim_set_kayit_sayisi
End Sub

```

```

Private Sub ag_bil_giris_cikis_listeye_yaz()
Lst_cks.Clear
Lst_snc.Clear

```

```

'bu procedurenin görevi
' tüm setdeki (eğitim/test) kayıtları sıra ile vermektir.
'çıkışları hesaplamaktır.
'elde edilen çıkışlarla beklenen çıkışlar arası hatayı bulmaktır.
'olumlu çıkışlar sayısını bulmaktır.

```

```

Dim i As Integer
Dim Ag_snc_drm(80) As String
Dim liste_yazisi As String
Dim lst_yazi As String
Dim j As Byte
Dim cikis_liste_yazisi As String

```

```

hata_kareler_toplami = 0

```

```

For i = 1 To cikis_sayisi
    basari_drm(cikis_nodeleri(i)) = 0
Next i

```

```

For i = 1 To set_kayit_sayisi 'eğitim yada test setinin toplam
değeri bu değer dosya okunurken dolduruluyor.

```

```

'GIRIS VE CIKIS BILGILERI DOLDURULUYOR.
'giriş bilgileri yükleniyor
For j = 1 To giris_sayisi
    G(j) = Grs(j, i)

```

```

Next j
'cikis bilgileri yükleniyor.
For j = 1 To cikis_sayisi
    B_Cikis(cikis_nodeleri(j)) = Cks(j, i)
    Yeni_F
Next j

For j = 1 To cikis_sayisi
    E(cikis_nodeleri(j)) = 1 / 2 * (Node(cikis_nodeleri(j)).F -
B_Cikis(cikis_nodeleri(j))) ^ 2
    hata_kareler_toplami = E(cikis_nodeleri(j)) +
hata_kareler_toplami
    Hes_Cks(cikis_nodeleri(j), i) = Node(cikis_nodeleri(j)).F
Next j

cikis_liste_yazisi = ""

For j = 1 To cikis_sayisi
    If E(cikis_nodeleri(j)) > kbl_hata_deg Then
        Sira_basari_durum(i) = "Hata"
    Else
        Sira_basari_durum(i) = "Onay"
        basari_drm(cikis_nodeleri(j)) =
basari_drm(cikis_nodeleri(j)) + 1 'kaç tane doğru bilindi.
    End If

    '*_*_*_*
    cikis_liste_yazisi = cikis_liste_yazisi &
Format(Hes_Cks(cikis_nodeleri(j), i), "#0.0000000000000000") & "=" &
Sira_basari_durum(i)
    Me.Lst_cks.AddItem Cks(j, i)
Next j
    Lst_snc.AddItem cikis_liste_yazisi
    cikis_liste_yazisi = ""
    '*_*_*_*
Next i
hata_kareler_top_ort = hata_kareler_toplami / cikis_sayisi /
ogretim_set_kayit_sayisi
ag_giris_cikis_bilgileri_listboxa_yaz
End Sub

Private Sub agirliklari_dosyaya_yaz(dosya_adi As String)
Dim dsy_adi As String
Dim dsy_adi2 As String
Dim kayit As Variant
Dim i As Byte
Dim b As Byte

dsy_adi = App.Path & "\agirliklar.txt"
dsy_adi2 = App.Path & "\" & dosya_adi & ".txt"
Open dsy_adi2 For Output As #2
Open dsy_adi For Output As #1

For i = 1 To node_sayisi
    For b = 1 To max_bag_sayisi
        If Node(i).I_Bag(b) <> 0 Then
            Write #1, i, Node(i).I_Bag(b), a(i, Node(i).I_Bag(b))
            Write #2, i, Node(i).I_Bag(b), a(i, Node(i).I_Bag(b))
        Else

```



```

                Exit For
            End If
        Next b
    Next i
    Close (1)
    Close (2)
End Sub

Private Sub Dosyadan_veri_oku()
MsgBox giris_sayisi
Dim dosya_adi As String
Dim dosya_adi_max_min As String
Dim dosya_adi_cmax_min As String
Dim kayit As Variant
Dim i As Integer
Dim mmmm As Double

'ÇIKIŞIN MAX MIN DEĞERİ DOSYADAN OKUNUYOR.
dosya_adi_cmax_min = App.Path & "\cmax_min.txt"
Open dosya_adi_cmax_min For Input As #3
kayit = 0
Do Until EOF(3)
    kayit = kayit + 1
    Input #3, CMin(kayit)
    Input #3, CMax(kayit)
Loop
Close (3)

' PARAMETRELERİN MAX VE MIN DEĞERLERİ DOSYADAN OKUNUYOR
dosya_adi_max_min = App.Path & "\max_min.txt"
Open dosya_adi_max_min For Input As #2
kayit = 0
Do Until EOF(2)
    kayit = kayit + 1
    Input #2, GMin(kayit)
    Input #2, GMax(kayit)
    List4.AddItem kayit & ". alan Maks: " & GMin(kayit) & "   Min: "
    & GMax(kayit)
Loop
List4.AddItem "veriler normalize edilmiştir."
Close (2)

'KAYIT DOSYASI DOSYADAN OKUNUYOR.
dosya_adi = App.Path & "\kayit.txt"
Open dosya_adi For Input As #1
kayit = 0
Do Until EOF(1)
kayit = kayit + 1
    For i = 1 To giris_sayisi
        Input #1, Ogretim_Grs(i, kayit)
        If GMin(i) <> GMax(i) Then
            Ogretim_Grs(i, kayit) = (Ogretim_Grs(i, kayit) - GMin(i)) /
(GMax(i) - GMin(i)) * (0.999 - 0.001) + 0.001
        End If
    Next i

    For i = 1 To cikis_sayisi
        Input #1, Ogretim_Cks(i, kayit)
    Next i

```

```

        Cks(i, kayıt) = (Ogretim_Cks(i, kayıt) - CMin(i)) / (CMax(i)
- CMin(i))
    Next i
    Loop
    ogretim_set_kayit_sayisi = kayıt
Close (1)

'test dosyasından veri okunuyor.
dosya_adi = App.Path & "\test.txt"
Open dosya_adi For Input As #1
kayıt = 0
Do Until EOF(1)
kayıt = kayıt + 1
    For i = 1 To giris_sayisi
        Input #1, Test_Grs(i, kayıt)
        If GMin(i) <> GMax(i) Then
            Test_Grs(i, kayıt) = (Test_Grs(i, kayıt) - GMin(i)) /
(GMax(i) - GMin(i)) * (0.999 - 0.001) + 0.001
        End If
    Next i

    For i = 1 To cikis_sayisi
        Input #1, Test_Cks(i, kayıt)
        Test_Cks(i, kayıt) = (Test_Cks(i, kayıt) - CMin(i) /
(CMax(i) - CMin(i))) * (0.999 - 0.001) + 0.001
    Next i
    Loop
    tst_set_kayit_sayisi = kayıt
Close (1)
End Sub

Sub basariyi_gecmise_yaz()
Dim dsy_adi As String
Dim basari_bilgisi_ As String
Dim kayıt As Variant
Dim c As Byte
Dim b As Byte

dsy_adi = App.Path & "\gecmis.txt"
basari_bilgisi_ = ""

Open dsy_adi For Append As #1
    For c = 1 To cikis_sayisi
        basari_bilgisi_ = "Cikis: " & c & " Öğretim Basari:
" & ogretim_basari_drm(cikis_nodeleri(c)) & " Test Basari: " &
tst_basari_drm(cikis_nodeleri(c)) & basari_bilgisi_
    Next c
        basari_bilgisi_ = basari_bilgisi_ & " Hata: " &
ogretim_hata_kareler_top_ort
        Write #1, basari_bilgisi_
Close (1)
End Sub

Private Sub Cmd_tum_ag_bilgileri_Click() 'nodeler değerleriyle
yazılıyor.
Dim baglar_metni As String

List4.Clear
List4.AddItem "Giris Node Sayisi " & giris_sayisi

```

```

List4.AddItem "Cikis Node Sayisi " & cikis_sayisi

Dim i As Byte
Dim b As Byte

For i = 1 To node_sayisi
    List4.AddItem "Node=" & i
    List4.AddItem "F= " & Node(i).F
    List4.AddItem "Net= " & Node(i).Net
    List4.AddItem "Hata= " & Node(i).Hata

    For b = 1 To max_bag_sayisi
        If Node(i).I_Bag(b) <> 0 Then
            baglar_metni = baglar_metni & Node(i).I_Bag(b) & ", "
        Else
            Exit For
        End If
    Next b
    List4.AddItem "i_bag= " & baglar_metni
    baglar_metni = ""

    For b = 1 To max_bag_sayisi
        If Node(i).G_Bag(b) <> 0 Then
            baglar_metni = baglar_metni & Node(i).G_Bag(b) & ", "
        Else
            Exit For
        End If
    Next b
    List4.AddItem "g_bag" & baglar_metni
    baglar_metni = ""
    List4.AddItem "-----"
Next i
End Sub

Private Sub cmd_tstag_bilgileri_Click()
test_verilerini_testet
ag_bil_giris_cikis_listeye_yaz
genel_raporu_listboxda_yaz
End Sub

Private Sub Cmd_hesapla_Click()
List1.Clear
'-----
G(1) = (Form1.Txt_yas.Text - GMin(1))/(GMax(1) - GMin(1)) * (0.999 -
0.001) + 0.001
G(2) = (Form1.Txt_PSA.Text - GMin(2))/(GMax(2) - GMin(2)) * (0.999 -
0.001) + 0.001
G(3) = (Form1.Txt_FPSPA.Text - GMin(4))/(GMax(4) - GMin(4)) * (0.999
- 0.001) + 0.001
G(4) = 1
Dim i As Byte

For i = 1 To 4
    List1.AddItem G(i)
Next i
'-----
    Yeni_F
'-----
'formda girile blgilr normlize edliyor.

```

```

'-----
Lbl_sonuc.Caption = (Format(Node(node_sayisi).F,
"#0.0000000000000000"))

If Node(node_sayisi).F > 0.75 Then
    Form1.Lbl_durum.Caption = "Kanser ihtimali yüksek"
ElseIf Node(node_sayisi).F < 0.25 Then
    Form1.Lbl_durum.Caption = "Kanser ihtimali düşük"
Else
    Form1.Lbl_durum.Caption = "Durum tespit edilememiştir. "
End If
End Sub

Private Sub Cmd_agirliklari_yukle_Click()
Lst_cks_basari.Clear
List4.Clear
List4.AddItem "N->N    A Ğ I R L I K L A R "
    agirliklari_dosyadan_yukle
    ogretim_verilerini_testet
    genel_raporu_listboxda_yaz
End Sub

Private Sub Cmd_ag_dosyaya_yaz_Click()
    agirliklari_dosyaya_yaz ("temp")
End Sub

Private Sub Cmd_agirlik_bil_list_yaz_Click()
List4.Clear
Dim i As Byte           'ağırlıklar yazılıyor.
Dim b As Byte

For i = 1 To node_sayisi
    For b = 1 To max_bag_sayisi
        If Node(i).I_Bag(b) <> 0 Then
            List4.AddItem i & " - " & Node(i).I_Bag(b) & " => " &
a(i, Node(i).I_Bag(b))
        Else
            Exit For
        End If
    Next b
Next i
End Sub

```