

# Yapay Sinir Ağları ile Down Sendromunun Tanınması

Burçin KURT<sup>a</sup>, Vasif V. NABİYEYEV<sup>b</sup>, Kemal TURHAN<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi AD, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon  
<sup>b</sup> Bilgisayar Mühendisliği AD, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon

**Abstract:** Down syndrome is a chromosomal condition characterized by the presence of an extra copy of genetic material on the 21st chromosome and has some physical characteristics, especially a private face view. Therefore, it can be recognized by using these prominent facial features but also is a very challenging problem when the similarity between faces is thought specially baby and slant-eyed faces. In the study, we have tried to recognize down syndrome using artificial neural networks and evaluated statistical analysis of the system.

**Key Words:** Down syndrome recognition, artificial neural networks, classification.

**Özet:** Down sendromu, 21. kromozomdaki genetik materyalin fazladan bir kopyasının varlığı ile karakterize edilen kromozomal bir durumdur ve özel bir yüz görünümü gibi bazı fiziksel karakteristiklere sahiptir. Bu nedenle, yüze ait öne çıkan özellikler kullanılarak down sendromu tanınabilir fakat bu, özellikle bebekler ve çekik gözlü yüzler arasındaki benzerlik düşünüldüğünde oldukça zor bir problemdir. Çalışmada, yapay sinir ağları kullanılarak down sendromu tanınmaya çalışılmıştır ve sistemin istatistiksel analizini değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Down sendromu tanıma, yapay sinir ağları, sınıflama.

## 1. Giriş

Down sendromu, Trizomi 21 ya da Mongolizm; genetik düzensizlik sonucu insanın 21. kromozom çiftinde fazladan bir kromozom bulunması durumu ve bunun sonucu olarak ortaya çıkan tabloya verilen isimdir. Down sendromu vücutta yapısal ve fonksiyonel değişiklikler ile karakterize edilir. Vücuttaki küçük ve büyük farklılıkların kombinasyonu yapısal olarak sergilenir. Down sendromu sık sık zihinsel kavramadaki bozukluklar ve fiziksel gelişimin tipik yüz görünümü gibi farklı olmasıyla ilişkilendirilir[1].

Geniş el, kısa ve tombul parmak ve sıklıkla avuç içlerinden birinde ya da ikisinde "Simian çizgisi" denilen tek bir çizgi vardır. Bu bebekler doğduklarında farklı bir yüz görünümüleri vardır. Başları ufak, artkafa yassı, ense kısa ve geniştir. Burun kökü yassı, kulaklar kafada normalden düşük bir seviyede durur ve gözler birbirinden ayrık ve çekik görünür[1]. Ancak, down sendromunun tipik yüz siması, normal kromozom sayısına sahip olan bazı insanlar da görülebilir. Bu da problemi zorlaştırmaktadır. Hava alanları, avm vb. güvenlik sistemlerinin bulunduğu yerlerde anormal davranışlar görüldüğünde ya da bazı problemleri anlamak için down sendromlu insanların tespiti ile sistem ya da

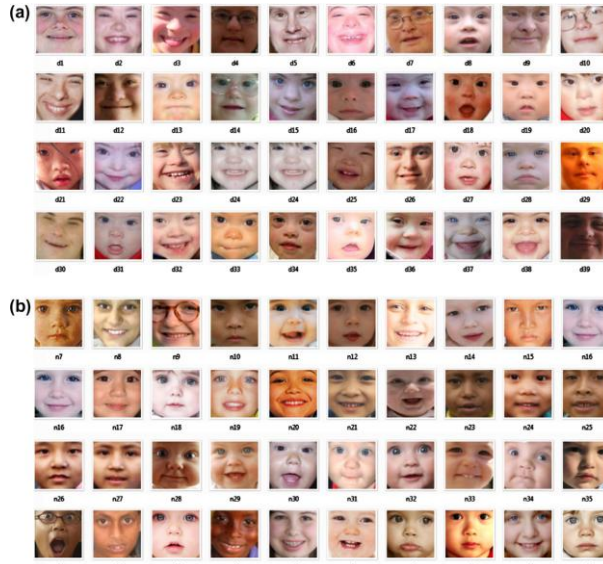
güvenlik uyarılabilir.

Yapılan çalışmada, yüz görüntüleri kullanılarak down sendromu tanınmaya çalışılmıştır. Literatürde bu konuyla ilgili oldukça az sayıda çalışma bulunmaktadır. Hartmut[2] ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, dismorfik yüzlerin bilgisayar destekli tanınmasında özel yüz modeli betimlemek için demet graf-eşleştirme algoritması kullanılmıştır. Landrya[3] ve arkadaşları el radyograflerini kullanarak konjenital anormalliklerin sınıflandırılmasında çalışmışlardır. Burada, el radyograflerinden elde edilen metakarpofalangeal uzunluklar kullanılarak bilgisayar ile konjenital anormallikler sınıflandırılmıştır. Bir diğer çalışmamızda[4] yerel ikili örnekler kullanılarak down sendromu tanısı gerçekleştirilmiştir. Burada; özelliklerin çıkarılmasında yerel ikili örnekler(local binary patterns-LBP), sınıflamada ise öklid ve manhattan uzaklığı yöntemlerinden yararlanılarak başarılı bir sistem geliştirilmiştir.

## 2. Gereç ve Yöntem

### 2.1.Veritabanı

Çalışmada, bir diğer çalışmamızda[4] kullandığımız veritabanına birkaç eklem yaparak elde ettiğimiz 56 down, 59 down olmayan olmak üzere 25x25 boyutlu yüz görüntülerinden oluşan veritabanı kullanılmıştır. Veritabanındaki insanlara ait yaş aralığı 0-50 arasında değişmektedir, bununla birlikte farklı ırklara ait insanlar bulunmaktadır.



Şekil 1-Veritabanındaki (a)Down, (b) down olmayan yüz görüntüleri

Şekil 1’de görüldüğü gibi çalışmada kullanılan veritabanı oldukça farklı görüntüleri içermektedir. Bu da, problemin karmaşıklık ve zorluğunu artırır.

Burada, down sendromunun tespitinde özellik çıkarımı işlemi için 25x25 boyutlu görüntüler gri seviyeye çevrilmiştir ve bu durumda bir görüntüye ait özellik vektörü 625

değer içermektedir. Daha sonra bu 625 özellik, oluşturulan çok katmanlı bir yapay sinir ağına girdi olarak verilmiş ve tanıma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Yapay sinir ağları özellikle doğrusal olmayan problemlerde oldukça etkilidir. Burada, down sendromunun belirgin yüz özellikleri kullanılarak tanınabilmesi incelenmiştir. Yapay sinir ağları özelliklerin betimlenmesi ve sınıflanmasında oldukça başarılı sonuçlar verebilmektedir.

## 2.2.Yapay Sinir Ağları (YSA)

### *YSA'ya Giriş*

Yapay sinir ağları ya da kısaca YSA; insan beyninin çalışma sisteminin yapay olarak benzetimi çabalarının bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. En genel anlamda bir YSA insan beynindeki birçok nöronun (sinir hücresinin), ya da yapay olarak basit işlemcilerin birbirlerine değişik etki seviyeleri ile bağlanması sonucu oluşan karmaşık bir sistem olarak düşünülebilir. Önceleri temel tıp birimlerinde insan beynindeki nöronların matematiksel modelleme çabaları ile başlayan çalışmalar, geçtiğimiz on sene içerisinde, disipline bir şekil almıştır. YSA bugün fizik, matematik, elektrik ve bilgisayar mühendisliği gibi çok farklı bilim dallarında araştırma konusu haline gelmiştir[5].

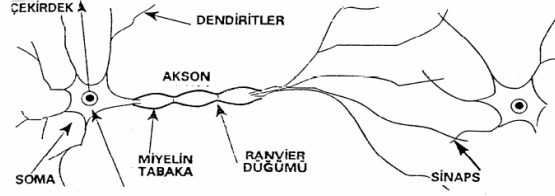
YSA'nın geniş çaplı kullanımının en önemli nedeni, klasik tekniklerle çözümü zor problemler için etkin bir alternatif oluşturmasıdır. Çünkü bilgisayarlar insanın beyinsel yeteneğinin en zayıf olduğu çarpma, bölme gibi matematiksel ve algoritmik hesaplama işlemlerinde hız ve doğruluk açısından yüzlerce kat başarılı olmalarına rağmen insan beyninin öğrenme ve tanıma gibi işlevlerini hala yeteri kadar gerçekleştirememektedir.

Biyolojik sistemlerde öğrenme, nöronlar arasındaki sinaptik (synaptic) bağlantıların ayarlanması ile olur. Yani, insanlar doğumlarından itibaren bir yaşayarak öğrenme süreci içerisine girerler. Bu süreç içinde beyin sürekli bir gelişme göstermektedir. Yaşayıp tecrübe ettikçe sinaptik bağlantılar ayarlanır ve hatta yeni bağlantılar oluşur[6]. Bu sayede öğrenme gerçekleşir. Bu durum YSA için de geçerlidir. Öğrenme, eğitime yoluyla örnekler kullanarak olur; başka bir deyişle, gerçekleştirme girdi/çıktı verilerinin işlenmesiyle, yani eğitime algoritmasının bu verileri kullanarak bağlantı ağırlıklarını (weights of the synapses) bir yakınsama sağlanana kadar, tekrar tekrar ayarlamasıyla olur.

YSA'lar, ağırlıklandırılmış şekilde birbirlerine bağlanmış birçok işlem biriminden (nöronlar) oluşan matematiksel sistemlerdir. Bir işlem birimi, aslında sık sık transfer fonksiyonu olarak anılan bir denklemdir. Bu işlem birimi, diğer nöronlardan sinyalleri alır; bunları birleştirir, dönüştürür ve sayısal bir sonuç ortaya çıkarır. Genelde, işlem birimleri kabaca gerçek nöronlara karşılık gelirler ve bir ağ içinde birbirlerine bağlanırlar; bu yapı da sinir ağlarını oluşturmaktadır[6].

### *YSA'nın Yapısı*

YSA'nın temeli insan beyninin modellenmesine dayandığından, insan beynindeki basit bir nöron yapısı aşağıdaki şekilde görülmektedir[5].

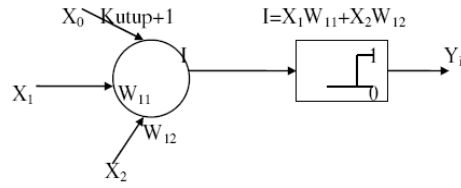


Şekil 2-Basit bir nöron yapısı

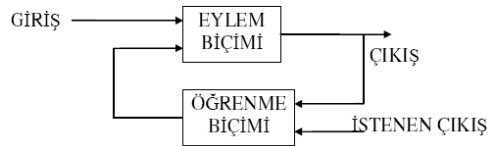
Burada, dendritler hücreye gelen girişleri toplarlar. Dendrit tarafından alınan işaretler hücrede birleştirilerek bir çıkış darbesi üretilip üretilmeyeceğine karar verilir. Eğer bir iş yapılacaktır üretilen çıkış darbesi aksonlar tarafından taşınarak diğer nöronlarla olan bağlantılara veya terminal organlara iletilir. Beyindeki korteksde her nöronun bir karşılığı vardır. Bir nöronun çıkışı ona bağlı olan bütün nöronlara iletilir. Nöronlar arasındaki bağlantılar hücre gövdesinde veya "sinaps" adı verilen dendritlerdeki geçişlerde olur.

Sinir sistemi milyarlarca nöron ile tek bir nöronun çıkan aksonunun 10000 kadar diğer nöronu bağlayan bir ağdır[5]. Sinapslarla düzeltilen işaretleri taşıyan aksonlar ve dendritlerle iç içe geçmiş nöronlar bir sinir ağı oluştururlar.

YSA'nın genel blok şeması Şekil 3'te gösterilmektedir.



(a)



(b)

Şekil 3-(a)Nöron modeli, (b)YSA'nın genel blok şeması

Bütün sinir ağı modellerinde  $x_i$  giriş değerleri  $w_i$  sinir eklemi ağırlıklandırma katsayıları ile çarpılarak toplanır. Toplama birimi biyoloji nöronun gövdesine uygun olup ağırlıklandırılmış girişleri toplar ve **net** denilen çıkışı verir:

$$y = net = \sum_i x_i w_i = X * W \quad (1)$$

Burada X ve W uygun girişlerin ve ağırlıkların vektörel ifadesi olarak kullanılmaktadır. Bu ağırlıklandırılmış girişlerin toplamı sentetik nöronun y çıkış değerini verir[7]. Sinir

ağı çıkışı ikili biçimde ifade edileceği zaman  $y$  değeri belli bir eşik değerinden geçirilerek, eşğin üstünde ise 1, altında ise 0 değeri üretilir.

$$y = \begin{cases} 1, & \sum x_i w_i \geq T \\ 0, & \sum x_i w_i < T \end{cases} \quad (2)$$

Yapay sinir ağına verilen bir örnek, ağın önceki öğretilmiş durumlarından çok farklı olursa, ağırlıklandırma katsayılarını değiştirerek benzerliği artırmak mümkündür. Buradan anlaşıldığı gibi, eşik seviyesi modellerde önemli rol oynamaktadır. Bu sebepten eşik seviyesini ayrı bir nöron modeli parametresi olarak göstermek gerekebilir.

$$y = f(W.X) = f(net) \quad (3)$$

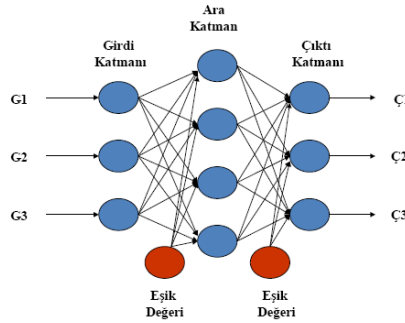
Burada  $f$  şeklinde ifade edilen fonksiyon, genellikle aktivasyon fonksiyonu olarak gösterilmektedir. Bu fonksiyon bölgesi, nöron modelinin bir dizi aktivasyon değeridir. Eşikleme fonksiyonları, doğrusal ve doğrusal olmayan biçimlerde dir. Aktivasyonu ifade eden tipik eşikleme fonksiyonları aşağıda verilmiştir:

- a. Basamak fonksiyonu (step)
- b. Katı sınırlamalı eşiklendirme fonksiyonu (signum)
- c. Sürekli eşikleme fonksiyonu (sigmoid)

Mimarisine göre YSA belirli ve belirsiz olarak iki gruba ayrılır. Ayrıca, sinir ağlarının işaretin akış yönüne bağlı olarak, ileri beslemeli (feedforward) ve geri beslemeli (feedback) türleri de bulunmaktadır. Ara sinirlerden geçerek giriş katından çıkış katına doğru işaretlerin yalnız bir yönde ilerlediği ağı ileri beslemeli ağ, herhangi bir sinirin çıkışından girişine işaretin ulaştığı ağlara geri beslemeli ağ denir.

#### YSA ile Down sendromunun tespiti

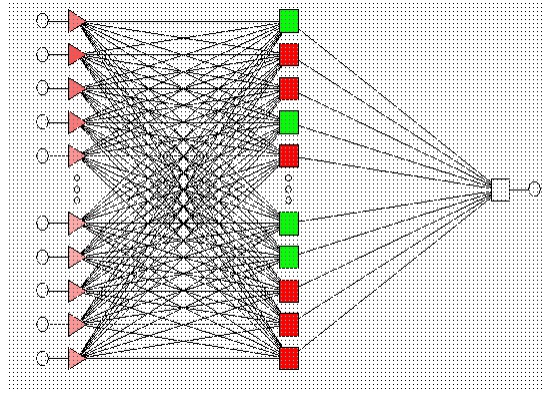
Çalışmada, STATISTICA programının yapay sinir ağları aracı yardımı ile özel bir ağ geliştirilmiştir. Burada, bir ara katmana sahip çok katmanlı yapay sinir ağı yapısı kullanılmıştır.



Şekil 4-Çok katmanlı ağ yapısı

Geliştirilen ağda çok katmanlı ağ yapısı kullanılmıştır. Buna göre; girdi katmanı 625

giriş, ara katman 314 düğüme ve çıktı katmanı bir çıkışa sahiptir. Burada, 625 giriş, kişiye ait yüz görüntüsünün değerlerini; çıkış ise 0->Down olmayan, 1->Down olmak üzere sınıflama sonucunu göstermektedir. Ağ, danışmanlı öğrenme yoluyla eğitilmiştir. Eğitimde, 34 down ve 30 down olmayan toplam 64 örnek kullanılmıştır. Momentum değeri=0,3 olarak alınmıştır.








Şekil 5-Geliştirilen ağı şeması

### 3. Bulgular

34 down ve 30 down olmayan örneklerin eğitimi başarılı bir şekilde gerçekleşmiştir. Daha sonra geliştirilen ağ, 22 down ve 29 down olmayan örnek üzerinde test edilmiştir.

Tablo 1 –Test sonuçlarından birkaçı

Görüntü	Tıbbi Teşhis	Program Sonucu
	Down	Down
	Down değil	Down değil
	Down	Down

	Down değil	Down değil
	Down	Down

Geliştirilen sistem, test edilen 51 örnek üzerinden 14 örnek için yanlış karar vermiştir. Buna göre, sistemin başarı oranı yaklaşık %73'dir.

Yapılan çalışmanın doğruluğunun değerlendirilmesinde ikili sınıflama testi performansı için biyoistatistikte kullanılan duyarlılık ve özgüllük ölçütlerinden yararlanılmıştır. *Duyarlılık*; testin gerçek hastalar içinden hastaları ayırma yeteneği, *özgüllük* ise testin gerçek sağlıklılar içinden sağlıklıları ayırma yeteneğidir ve aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\text{Duyarlılık} = \frac{DP}{DP + YN} \quad , \quad \text{Ozgulluk} = \frac{DN}{DN + YP} \quad (1)$$

*DP: Hasta insanların hasta olarak doğru teşhis edilme oranı*

*DN: Sağlıklı insanların sağlıklı olarak doğru teşhis edilme oranı*

*YP: Sağlıklı insanların hasta olarak yanlış teşhis edilme oranı*

*YN: Hasta insanların sağlıklı olarak yanlış teşhis edilme oranı*

Buna göre, yapılan çalışmanın duyarlılık ve özgüllük değerleri sırasıyla yaklaşık %68 ve %75 iken yerel ikili örnekler kullanarak yaptığımız diğer çalışmamızda[4] elde ettiğimiz değerler %98 ve %90'dır. Bunun sonucunda, YSA ile geliştirilen sistemin başarısının daha düşük olduğu söylenebilir ve bununla birlikte, ileride hibrid bir sistem de geliştirilebilir.

Tanısal bir testin doğruluğunu sınıflamak için kaba bir akademik puanlama sistemi aşağıdaki şekildedir[8]:

.90- 1 = mükemmel (A)

.80 - .90 = iyi (B)

.70 - .80 = orta (C)

.60 - .70 = kötü (D)

.50 - .60 = başarısız (F)

### 3. Tartışma

Tablo 1'deki örnekler bakıldığında down sendromu olan ve olmayan örneklerin oldukça benzer oldukları görülmektedir. Bununla birlikte; gözlük, görüntü kalitesi, kontrast, farklı yüz ifadeleri, farklı yüz yapıları vb. etkenler de problemi oldukça zorlaştırmaktadır.

YSA ile geliştirilen sistem, bir önceki çalışmamızda yerel ikili örnekler ile geliştirilen sistemle karşılaştırıldığında daha zayıftır.

#### 4. Sonuç

Yeni doğan bir bebekte down sendromundan şüphelenmek için pek çok fiziksel özellik vardır. Bu bebeklerin farklı ve tipik bir yüz görünüşleri vardır. Ancak kesin tanı kromozom analizi yapılarak konur.

Biz, burada tipik yüz görünümü özelliklerini kullanarak yapay zeka aracılığı ile down sendromu tanınmasında bilgisayar destekli yardımcı bir sistem geliştirdik. Bu sistem ileride geliştirilerek, kalabalık sosyal ortamlarda havaalanı, avm. gibi kamera yoluyla down sendromlu kişilerin tespitine yardımcı olmak ve bu gibi durumlarda görevlilerin olası duruma karşı uyarımı ile bu tip özel kişilere gerekli yaklaşımın gösterilmesi amaçlanmaktadır. Bununla birlikte, yapılan çalışmadan benzer tıbbi birçok hastalığın tespitine yardımcı olabilecek sistemlerin geliştirilmesinde yararlanılabilir.

Önceki çalışmamızda geliştirilen sistem çok daha başarılı olduğundan, down sendromu problemi için yerel ikili örneklerin, YSA'ya göre çok daha iyi bir betimleyici olduğunu söyleyebiliriz.

Problemin karmaşıklığı ve çevresel faktörlerin getirdiği zorluklara rağmen önerilen veritabanı üzerinde geliştirilen yapay sinir ağı ile orta düzeyde yardımcı bir tanı sistemi gerçekleştirilmiştir. Bu konuda, bilgisayar destekli down sendromunun tanınmasına ilişkin bizim diğer çalışmamız[4] dışında pek çalışma bulunmamaktadır. İleri çalışmalarda, farklı görsel tıbbi problemler için de sistem geliştirilebilir.

#### 5. Teşekkür

Beni ve çalışmalarımı her zaman destekleyen aileme, değerli hocalarıma ve arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

#### 6. Kaynakça

- [1] Down sendromu, Vikipedi, özgür ansiklopedi.  
[http://tr.wikipedia.org/wiki/Down\\_sendromu](http://tr.wikipedia.org/wiki/Down_sendromu) Last accessed: 21th Septeber 2011.
- [2] Hartmut SL, Dagmar W, Rolf PW, Christoph VM, and Bernhard H. Computer- based recognition of dysmorphic faces. *European Journal of Human Genetics* 2003: 11, 555–560.
- [3] Landrya DJ, Raisideb DE, and Vanhouttec JJ. On the classification of congenital abnormalities from hand radiographs. *Pattern Recognition* 1979: 11(4),289–296.
- [4] Kurt B, and Nabiye V. Down syndrome recognition using local binary patterns and statistical evaluation of the system. *Expert Systems with Applications* 2011: 38, 8690–8695
- [5] Yapay sinir ağları. Yıldız Teknik Üniversitesi.  
<http://www.yildiz.edu.tr/~gulez/3k1n.pdf>
- [6] Yapay sinir ağları, Vikipedi, özgür ansiklopedi.  
[http://tr.wikipedia.org/wiki/Yapay\\_sinir\\_ağları](http://tr.wikipedia.org/wiki/Yapay_sinir_ağları) Last accessed: 21th Septeber 2011.
- [7] Vasif V. Nabiye V, Yapay Zeka, Seçkin yayıncılık, Ekim 2003.
- [8] Thomas GT. Interpreting Diagnostic Tests, ROC Curves/The Area Under an ROC Curve. University of Nebraska Medical Center.  
<http://gim.unmc.edu/dxtests/roc3.htm> Last accessed: 21th Septeber 2011.

#### 7. Sorumlu Yazarın Adresi

Burçin KURT,  
[burcinnkurt@gmail.com](mailto:burcinnkurt@gmail.com),

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Temel Tıp Bilimleri, Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi AD,  
TRABZON.