

YAPAY SİNİR AĞLARI İLE KONUŞMACI KİMLİĞİNİ TANIMA UYGULAMASI

Murat CANER*, Seydi Vakkas ÜSTÜN**

*Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektrik Eğitimi Bölümü, 03200/Afyonkarahisar

**Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Manisa

Geliş Tarihi : 23.06.2005

ÖZET

Bu çalışmada konuşma işaretinin incelenmesi ve son günlerde en popüler tanıma yöntemi olan Yapay Sinir Ağlarını (YSA) kullanarak Türkçe sesli harflerden kimlik tanıma uygulaması yapılmıştır. Tanıma işlemi genellikle, işaretin işlenmesi, belirgin özelliklerinin çıkarılması ve bunların karşılaştırılması safhalarından oluşmaktadır. Alınan ses örnekleri ses kartının özelliğine göre örnekleme yapılarak sayısal veri şekline dönüştürülmüştür. Ses analizi aşamasında, tüm ses verilerindeki tekrar eden periyotlar ve gürültüler hamming pencereleme metodu kullanılarak kırılmış ve sesin özneliğini temsil eden kısmı elde edilmiştir. Analiz edilen ses verilerinin özneliğinin bulunması için LPC (doğrusal öngörü analizi) ve DFT (ayrık fourier dönüşümü) metodları kullanılmıştır. Kimlik tanıma işlemi için kullanılan 28 parametrenin 12 si LPC, 16 sı da DFT metodu ile elde edilmiştir. Yapay Sinir Ağlarında eğitime ve test için konuşmacının sesini temsil eden bu 28 parametre kullanılmaktadır. YSA yapısı için çok katmanlı algılayıcı modeli, eğitim için de geliştirilmiş delta kurallı hatanın geriye yayılması algoritması kullanılmıştır. 7 farklı kişiden alınan 'a' sesli harfinin öznelikleri bulunmuş ve bunlar sesli harfin alındığı kişiyi bulacak şekilde oluşturulan YSA mimarisi eğitilmiştir. Daha sonra eğitim setinde olmayan verilerle YSA'nın başarısı test edilmiş, kabul edilebilir bir hata ile iyi sonuçlar elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Konuşmacı tanıma, Yapay sinir ağları, Doğrusal öngörü analizi, Ayrık fourier analizi

AN APPLICATION OF SPEAKER RECOGNITION USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

ABSTRACT

In this study an artificial neural network (ANN) is implemented, which has been used frequently as an implementation model in recent years, to recognize speaker identification. Generally, recognition is consist of three stages that, processing of signal, obtaining attributes and comparing them. Speech samples are transformed into digital data according to voice card of PC. In the analysis of voice stage, recurrent periods and white noise of voice data are trimmed by hamming window method and voice attribute part of the digital data is obtained. For obtaining attribute of voice data LPC (linear predictive coding) and DFT (discrete fourier transform) methods are used. Of those 28 coefficients, that is used for speaker recognition, 16 were obtained by the analysis of DFT and 12 were obtained by the analysis of LPC. The parameters that represent speaker voice, is used for training and test of ANN. Multilayer perceptron model is used as an architecture of ANN and backpropagation algorithm is used for training method. Voices of "a" is taken from 7 different person and their attributes are found. ANN is trained with these features to find the speaker who is the owner of the sample voice. And then using the test data that is not used for training part, recognition achievement of ANN is tested. As a result, good results were obtained with low failure rate.

Key Words : Speaker recognition, Artificial neural networks, Linear predictive coding, Discrete fourier transform

1. GİRİŞ

Son yıllarda gelişen bilgisayar teknolojisiyle beraber bilgisayarlar günlük hayatımıza girmiş ve birçok kolaylıklar getirmiştir. Yazım işlemlerinden güvenlik sistemine kadar birçok sahada insan yaşamına kolaylık getiren bilgisayar programları her geçen gün daha da yeni sürümleri ile kalite ve mükemmelliklerini arttırmaktadırlar.

Literatürdeki sesle ilgili tanıma çalışmaları ses tanıma ve konuşmacı tanıma olarak sınıflandırılabilir. Ülkemizde sesli ve sessiz harf tanıma, hece tanıma, gürültülü ortamda veya konuşmacıdan bağımsız ses tanıma üzerine pek çok çalışma yapılmıştır (Üstün, 1997; İkizler, 2002). Bunlardan güvenlikle ilgili olan ses tanıma çalışmaları konuşmacı tanıma olarak isimlendirilmektedir (Altınçay, 2000; Akgül, 2001). YSA yönteminin ses ve şekil tanıma gibi çok miktarda hesaplama ihtiyacı duyulan alanda çok geniş bir potansiyele sahip olduğu söylenebilir. Bu konuda yapılan çalışmalarda YSA yöntemi kullanılmasıyla daha iyi sonuçlar elde edilmeye başlanmıştır (Farrell and etc., 1994; Seven, 1997; Cansız, 1997).

Bu çalışmada üç aşamalı uygulama yapılmıştır. İlk olarak, kimlik tanımada kullanılacak seslerin deneklerden alınarak özneliklerinin çıkarılması. Daha sonra bu ses verilerinden bir kısmının YSA'nın test aşamasında kullanılmak üzere ayrılması ve diğerlerinin YSA'nın eğitilmesinde kullanılması. Üçüncü olarak da eğitime setinde kullanılmamış ses örnekleri kullanılarak eğitilmiş YSA yapısı ile bu ses örneklerinin kime ait olduğunun bulunması yani test işlemidir.

2. YAPAY SİNİR AĞLARI

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. Aslında mühendislik uygulamalarında YSA'nın geniş çaplı kullanımının en önemli nedeni, klasik tekniklerle çözümü zor problemler için etkin bir alternatif oluşturmasıdır. Çünkü bilgisayarlar insanın beyninsel 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.

Çok katmanlı perceptron giriş ve çıkış katmanları arasında birden fazla katmanın kullanıldığı YSA sistemleridir. Gizli katman (hidden layer) olarak isimlendirilen bu katmanlarda, düğümleri aracısız giriş olmayan ve aracısız çıkış veremeyen üniteler vardır.

Düğümler arasındaki bağlantı ve eşik değeri, aşağıdaki denklemde verilen genelleştirilmiş delta kurallı hatanın geriye yayılması algoritması ile ayarlanmaktadır.

$$\begin{aligned}\Delta_p w_{ji}(t+1) &= \varepsilon \delta_{pj} o_{pi} + \alpha \Delta_p w_{ji}(t) \\ \Delta_p \theta_j(t+1) &= \varepsilon \delta_{pj} + \alpha \Delta_p \theta_j(t)\end{aligned}\quad (1)$$

Burada w_{ji} j düğümü ile i düğümü arasındaki ağırlık değeri, ε öğrenme katsayısı, δ_{pj} p örüntü setinin j düğümündeki yerel gradyan, o_{pi} YSA'nın ürettiği çıkış değeri, α momentum oranı, t öğrenme iterasyon sayısı, θ_j , j düğümünün eşik değeri olmaktadır (Pandya ve Macy, 1995).

3. DOĞRUSAL ÖNGÖRÜ ANALİZİ

Doğrusal öngörü yönteminde ses işaretleri içindeki kısa süreli spektral özellikler yaklaşıklık yapılarak tüm kutup süzgeçler ile modellenir. Genel anlamda doğrusal öngörü, bir sistemin çıkış işaretinin doğrusal bir fonksiyonla hesaplanmasıdır. Bu fonksiyondaki parametreler, sistemin, geçmiş çıkışları, geçmiş ve şimdiki giriş değerleridir. (Yıldırım, 1995).

Bu çalışmada, LPC katsayılarının bulunmasında Levinson-Durbin algoritması kullanılmıştır. Bu algoritma aşağıdaki bağıntılarla tanımlanmıştır. (Rabiner, 1993).

1) Özilişki katsayılarının hesaplanması.

$$R(i) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N S_n \cdot S_{n+i} \quad i = 0, 1, \dots, p \quad (2)$$

Burada; $R(i)$ öz ilişki fonksiyonu. S_n sistemin çıkış işareti, N pencere boyutu, p filtrenin derecesini göstermektedir.

2) Başlangıç değerleri belirlenmesi.

$$a_{00} = 1 \quad E_0 = R(0) \quad (3)$$

3) Bu verilerle, aşağıdaki algoritma kullanılarak, a_{mk} değerleri bulunur. Bunlar m adımında bulunan filtrenin a_k değerleridir.

3. 1. Algoritma

$$E_0 = R(0)$$

$$k_i = \left[R(i) - \sum_{j=1}^{i-1} a_{j,i-1} \cdot R(i-j) \right] / E_{i-1}$$

$$a_{ii} = k_i \quad (4)$$

$$a_{ji} = a_{j,i-1} + k_i \cdot a_{i-j,i-1}$$

$$1 \leq j \leq i-1$$

$$E_i = (1 - k_i^2) \cdot E_{i-1}$$

(4) denklemleri yinelemeli olarak çözüldükten sonra, son çözüm

$$a_j = a_{jp} \quad 1 \leq j \leq p \quad (5)$$

(5) bağıntısı ile elde edilecektir.

Yukarıda eşitlikleri verilen (3, 4, 5) denklemlerinde;

k_i	:	Yansıma katsayıları
a_j	:	LPC filtresi için bir sonraki giriş işaretine ilişkin filtre katsayıları.
$R(i)$:	Giriş işaretinin özilişki fonksiyonu.
E_i	:	Gerçek giriş örneği ile elde edilen yaklaşık örnek arasındaki farkların karelerinin ortalamasıdır. Filtrenin kararlı olması için, $ k_i < 1$ şartının sağlanması gerekir. Bu durumda a_j değerleri doğrusal öngörü süzgecinin katsayıları olacaktır.

4. UYGULAMA

Bu bölümde verilerin hazırlanması, eğitimin yapılması, test aşamasının gerçekleştirilmesi ve bu işlemleri yapan programla ilgili açıklamalar verilmiştir. Kelime tanımda en iyi tanınabilen sesli harflerden olan 'a' sesi kullanılarak kişilerin kimliklerinin tanınmasına çalışılmıştır. Kelime tanınmanın yapıtaşı olan sesli harflerden olan 'a'

sesinin kullanılması uygulamanın daha pratik ve kolay olması içindir. Yazılımlar için Borland C++ 3.0v programı kullanılmıştır.

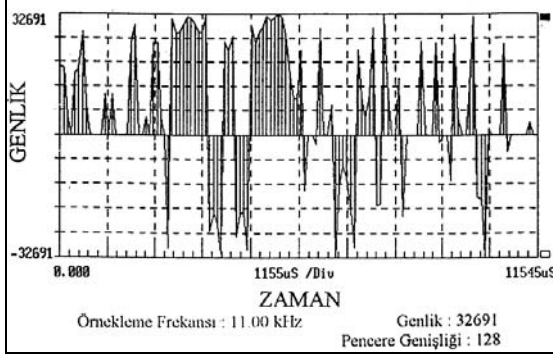
4. 1. Birinci Adım: Sesin Dosyaya Kaydedilerek Sesin Karakteristik Değerlerinin Bulunması

Bilgisayar ve sound blaster pro 16 bit stereo ses kartı yardımıyla 'a' sesi örnekleri ekleri 11 Khz ile örneklenip dosyalanmıştır. Ses dosyalarının aynı frekansta örneklenmesi gerekmektedir. Bunun için Windows altında çalışan Soundrecorder programından yararlanılmıştır. Kaydetme frekansı 11kHz 8 bit ve tekli yani mono olarak ayarlandıktan sonra bu program yardımıyla kişilerden 'a' sesi örnekleri alınmıştır. Daha sonra bu programda ses örneklerindeki sessizlik bölümleri silinerek 25-40 milisaniye uzunluğunda olan 'a' sesi örnekleri farklı isimlerde kaydedilmiştir. İsimler verilirken ilk üç harf kişinin isminin ilk üç harfi sonra soyadının ilk harfi, a harfi ve alınan örnek numarası olarak verilmiştir (abdaa_1, abdaa_2, abdaa_3,ercoa_1,...). Bu işlem için kullanılan mikrofon orta kaliteli bir dinamik mikrofondur. Kullanılan mikrofon ortam gürültüsü işlem performansı ve sonuç başarısı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

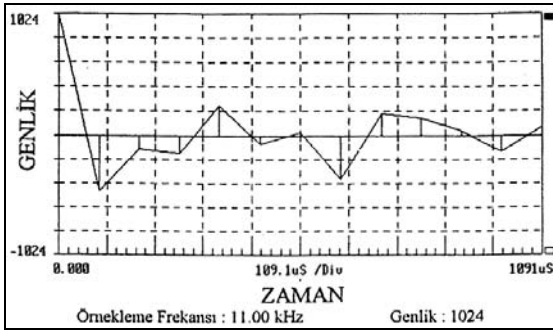
Örneklenerek dosyalanmış ses bilgisinin YSA ile tanıma işlemine geçilebilmesi için özniteliklerinin çıkartılması gerekmektedir. Windows altında kaydedilen 'a' sesi örnekleri 2500-5000 baytlık "wav" uzantılı dosyalar haline getirilmiştir. Daha sonra bu dosyalar C programlama dilinde yazılmış program yardımıyla her satırında 28'er katsayı bulunan 36 ile 86 arasında değişen satırlardan meydana gelen 9000-21000 bayt uzunluklarındaki "lft" uzantılı veri dosyaları haline dönüştürülmüştür. YSA'nın eğitime ve test aşamalarında bu verilerin orta satırlarındaki 30 satırlık kısımları rastgele seçilerek kullanılmıştır. Orta kısmının seçilme nedeni ilk ve son kısımlarında gürültü olma ihtimalidir.

Bu programda oluşturulan veri dosyalarının her satırındaki 28 katsayıdan 12'si LPC ve 16'sı ise DFT katsayısından oluşmaktadır. Bu 28 katsayıdan oluşan öznitelik vektörünün boyutu, fazla hesaplamadan kaçınmak mümkün olduğunca küçük olacak şekilde belirlenmiştir. Ancak vektör boyutunun, kişi tanımda ayırt edici ayrıntıların kaybolmadığı kanaatini vermesi gerekmektedir. Bu katsayıların hesaplanmasından önce dosyalanmış ses verileri 128'erli çerçeveler halinde filtrelenmiş ve Hamming penceresinden geçirilerek ilgili pencerenin LPC katsayıları bulunmuştur. Bu alınan pencerelerden ardı ardına gelen pencereler arasında % 23'lük bir örtüşme sağlanmıştır. LPC

katsayılarının bulunmasında Levinson Durbin Algoritması kullanılmıştır. Şekil 1’de murca_1 ismiyle kaydedilen ‘a’ sesinin 128’lik Hamming penceresi görülmektedir. Şekil 2’de ise bu pencereden elde edilen 12 adet lpc katsayısı gösterilmiştir.

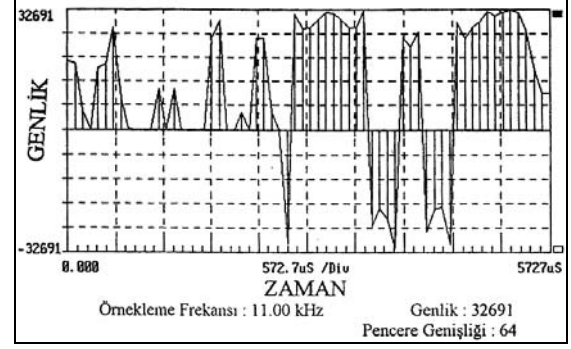


Şekil 1. ‘a’ sesinin zaman domeninde 128’lik Hamming penceresi

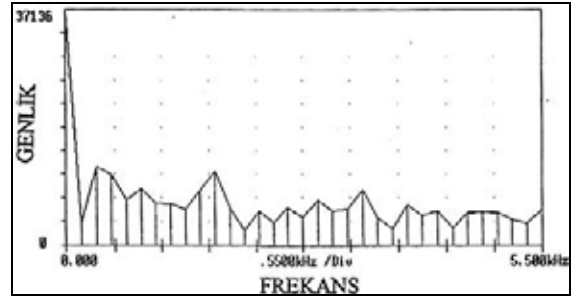


Şekil 2. ‘a’ sesine ait 12 adet LPC katsayıları

LPC katsayılarının hesaplandığı her çerçeve grubu için de ayrıca DFT katsayıları hesaplanmıştır. 128 veriden oluşan her çerçeve için DFT ile oluşturulan spektral kanallar 16 bileşene göre gruplanmış ve her grubun ortalaması alınmıştır. Böylelikle LPC katsayılarına ilave olarak DFT ile hesaplanan 16 adet katsayı da ses tanıma işlemine katılmıştır. Şekil 3’de ‘a’ sesi örneği ve Şekil 4’te ise bu ‘a’ sesine ait DFT katsayıları gösterilmiştir.



Şekil 3. 64’lük pencere ile ‘a’ sesi örneği



Şekil 4. ‘a’ sesine ait DFT katsayıları

Uygulamada her kişiden en az 3 adet ‘a’ sesi alınmış ve bu ‘a’ seslerinden 30’ar adet 28’erli veri grubu alınmıştır. Böylece aynı kişiye ait farklı ses örnekleri a_1, a_2, a_3,... olarak isimlendirilmiştir. Tablo 1’de yedi kişi ile yapılan uygulamada kullanılan sesler çizelge olarak gösterilmiştir.

Yedi kişi ile yapılan uygulamada her kişiye 1 den 7’ye kadar sıra numarası verilmiş ve bu sıra numarasına göre önce 1 numaralı kişinin 1. sesinin (begha_1) 30 adet verisi olmak üzere diğer kişilerin de birinci seslerinin 30’ar adet verileri ayrı bir dosyada birleştirilmiştir. Daha sonra aynı sıra ile kişilerin ikinci ses örnekleri de her birinden 30’ar adet veri alınarak önceki dosyanın devamına eklenmiştir. Böylece yedi kişiye ait ikişer ses örneğinden toplam 420 adet veri grubumuzun bulunduğu veri dosyamız elde edilmiştir.

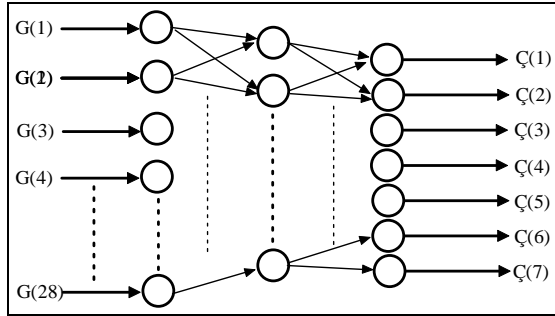
Tablo 1. 7 Kişilik Uygulamada Kullanılan Sesler

Ses No	1. Kişi	2. Kişi	3. Kişi	4. Kişi	5. Kişi	6. Kişi	7. Kişi
1	Begha_1	Burca_1	Ercoa_1	İbrsa_1	Murca_1	Sebua_1	Seyva_1
2	Begha_2	Burca_2	Ercoa_2	İbrsa_2	Murca_2	Sebua_2	Seyva_2
3	Begha_3	Burca_3	Ercoa_3	İbrsa_3	Murca_3	Sebua_3	Seyva_3
4	Begha_4	Burca_4	Ercoa_4	İbrsa_4	Murca_4	Sebua_4	Seyva_4
5	Begha_5	Burca_5	Ercoa_5	İbrsa_5	Murca_5	Sebua_5	Seyva_5
6	Begha_6	Burca_6	Ercoa_6	İbrsa_6	Murca_6	Sebua_6	Seyva_6
7	Begha_7	Burca_7	Ercoa_7	İbrsa_7	Murca_7	Sebua_7	Seyva_7
8	Begha_8	Burca_8	Ercoa_8	İbrsa_8	Murca_8	Sebua_8	Seyva_8
9	Begha_9	Burca_9	Ercoa_9	İbrsa_9	Murca_9	Sebua_9	Seyva_9
10	Begha_10	Burca_10	Ercoa_10	İbrsa_10	Murca_10	Sebua_10	Seyva_10
11	Begha_11	Burca_11	Ercoa_11	İbrsa_11	Murca_11	Sebua_11	Seyva_11
12	Begha_12	Burca_12	Ercoa_12	İbrsa_12	Murca_12	Sebua_12	Seyva_12

3. 2. İkinci Adım : Verilerin YSA ya Uygulanması ve Eğitilmesi

YSA eğitme programı olarak C programlama dilinde yazılmış bir program kullanılmıştır. YSA programının eğitilmesi için veriler ve bu verilere karşılık hesaplanmış çıktılar gerekmektedir. Daha önce 7 kişinin birinci ve ikinci ses örneklerinden alınan 420 adet 28'erli veri grubuna karşılık her veri için bir adet 1 ve altı adet 0 dan oluşan 7 adet 0 ve 1 çıkışlarının bulunduğu çıkış dosyası oluşturulmuştur. Yani bütün 28 'erli veri grupları için 7 adet çıkış bilgisi yazılmıştır. Veri grubu kime ait ise onun sıra numarası olan çıkış '1' ile diğer çıkışlarda '0' olacak şekilde yedişerli çıkış bilgileri de arka arkaya verilere karşılık gelecek şekilde yazılarak bir dosyada birleştirilmiştir. Böylece 420 giriş bilgisine (input pattern) karşılık 2940 adet çıkış bilgisi oluşturulmuştur.

Giriş, gizli katman ve çıkış katmanından oluşan 3 katmanlı bir YSA yapısı kullanılmıştır. Bu YSA'nın mimarisi Şekil 5'te gösterilmiştir. Kullanılan YSA yapı ve özelliği Tablo 2'de gösterilmiştir.



Şekil 5. Tanıma işleminde kullanılan YSA mimarisi

Tablo 2. Kullanılan YSA mimarisi

Katman Sayısı	: 3		
Katmandaki Hücre Sayısı	: 28	: 11	: 7
Tasvir Fonksiyonu	: Linear	: Sigmoid	: Sigmoid
Başlangıç Ağırlıkları	: -1 ile 1 arasında		
Öğrenme Kuralı	: Genelleştirilmiş Delta Kuralı		
Öğrenme Oranı	: 0.3000000		
Momentum Faktörü	: 0.5000000		
Maks. İterasyon Sayısı	: 1000		
Min. Eğitime Hatası	: 0.0020000		

Bu yapıda her katmandaki hücre sayısı Şekil 5'te görüldüğü gibi sırasıyla 28-11-7 'dir. Gizli katman sayısı ve bu katmandaki nöron sayısı değişik sınamalarla hatanın istenen değere düşmesini sağlayacak şekilde seçilmiştir. Giriş katmanı lineer gizli ve çıkış katmanları ise sigmoid fonksiyonundan geçirilmiştir. Başlangıç ağırlıkları -1 ile 1 arasında rasgele seçilmiştir. Genelleştirilmiş delta kuralı kullanılmıştır. Daha önceki uygulamalar çalışmaları edinilen tecrübe ile öğrenme oranı

0.3 momentum faktörü de 0.5 olarak alınmıştır. Maksimum iterasyon sayısı 10000 olarak alınmıştır. Minimum öğrenme hatası ise 0.002 olarak seçilmiştir.

Genelleştirilmiş delta kuralında bağlantı ağırlıklarının yenilenmesi sırasında bir önceki iterasyondaki ağırlık katsayısı artışı genelde 0 ile 1 arasında değişen bir katsayı (momentum faktörü) ile çarpılarak o andaki bağlantı ağırlığı artışına (delta ağırlığı) eklenir. Momentumun ilave edilmesi, öğrenme oranının küçük olduğu ve eğitmenin yavaş olduğu durumlarda eğitmenin hızlandırılması içindir.

Bu şekilde eğitme programı çalıştırılarak program giriş bilgilerine karşılık çıkış bilgilerini elde edebilecek şekilde optimum bağlantı ağırlıkları ve eşik katsayıları hesaplanmıştır. Program eğitme esnasında yapılan her iterasyonda oluşan hatayı göstermektedir. Yedi kişinin kimliklerinin tanınması uygulamasında 20 dakikalık eğitme süresinin sonunda yapılan 855 iterasyon sonucunda hata 0.002 düzeyine inmiştir. Ulaşılan bu hata düzeyinde eğitme durdurulmuştur.

4. 3. Üçüncü Adım : Test İşlemi

Test işlemi için ayrılmış ses verileri C programlama dilinde yazılmış olan test programı kullanılarak eğitilmiş YSA ile işlenmiştir. Bu programda bir kişinin sesindeki 30 adet 28'erli veri YSA programına verilmektedir. Eğitilmiş ağırlık katsayıları ile bu veriye karşılık çıkışlar bulunmaktadır. Program her 28'erli veriye karşılık 7'şerli çıkışları kendi sıra numaralarında toplamakta ve 30 veri sonunda toplam değeri en fazla olan kişinin sıra numarasını vermektedir. Test edilen ses örneğinin sahibi olan kişinin sıra numarasındaki çıkış 1 veya 1'e yakın diğer çıkışlar ise '0' veya '0' a yakın olacağından program büyük bir olasılıkla bu sesin kime ait olduğunu bulabilmektedir. Bu şekilde yapılan çalışmanın sonucunda test için ayrılan kişi seslerini tanıma işleminin neticesi bir sonraki bölümde anlatılmıştır.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada LPC ve DFT analizi metodu ve YSA sınıflayıcısı ile kişilerin ses örneklerinden kimliklerinin tanınmasına çalışılmıştır. Konuşmacının kimliğinin tanınması amacıyla Borland C++ 3.0v ile yazılan üç adet yazılım kullanılmıştır. Bu yazılımlar veri elde etme, YSA'nın eğitilmesi ve eğitilen YSA yapısının test edilmesi için kullanılmıştır.

YSA ile kişilerin ses örnekleri eğitildikten sonra bu kişilerden eğitilmemiş başka ses örnekleri alınıp test programında test edilerek, bu seslerin kaçınıcı sıradaki kişiye ait olduğu yani kimin sesi olduğu bulunmaya çalışılmıştır.

Yapılan çalışmanın doğruluk oranı Tablo 3'de gösterilmiştir. Test aşamasında her kişiden eğitim için alınan birinci ve ikinci ses örnekleri dışında

10'ar "a" sesi örneği daha alınmıştır. Yapılan birçok deneme sonucu kimlik tanıma başarısının oldukça yüksek olduğu görülmüştür.

Bu gibi yöntemlerin geliştirilmesiyle video kameralardan alınan görüntü ile, parmak iziyle, doğal konuşma ile, göz bebeğinin yapısıyla bile kimlik tanıyabilen güvenlik sistemleri geliştirilebilecektir.

Tablo 3. Uygulama Başarı Çizelgesi

	3. Örnek	4. Örnek	5. Örnek	6. Örnek	7. Örnek	8. Örnek	9. Örnek	10. Örnek	11. Örnek	12. Örnek	% Başarı
1. Kişi(Begha)	1. Sıra	5. Sıra	5. Sıra	1. Sıra	1. Sıra	1. Sıra	1. Sıra	5. Sıra	1. Sıra	1. Sıra	70
2. Kişi(Burca)	2. Sıra	2. Sıra	2. Sıra	2. Sıra	2. Sıra	2. Sıra	2. Sıra	2. Sıra	2. Sıra	2. Sıra	100
3. Kişi(Ercoa)	3. Sıra	3. Sıra	7. Sıra	7. Sıra	3. Sıra	3. Sıra	3. Sıra	7. Sıra	3. Sıra	3. Sıra	70
4. Kişi(lbrsa)	4. Sıra	4. Sıra	4. Sıra	4. Sıra	4. Sıra	4. Sıra	4. Sıra	4. Sıra	4. Sıra	4. Sıra	100
5. Kişi(Murca)	5. Sıra	5. Sıra	5. Sıra	5. Sıra	5. Sıra	5. Sıra	5. Sıra	5. Sıra	5. Sıra	5. Sıra	100
6. Kişi(Sebua)	6. Sıra	6. Sıra	6. Sıra	6. Sıra	6. Sıra	6. Sıra	6. Sıra	6. Sıra	6. Sıra	6. Sıra	100
7. Kişi(Seyva)	7. Sıra	7. Sıra	7. Sıra	7. Sıra	7. Sıra	7. Sıra	7. Sıra	2. Sıra	7. Sıra	7. Sıra	90
% Başarı	100	86	71	86	100	100	83	57	100	100	-

6. KAYNAKLAR

Akgül, M. 2001. Adli Uygulamalarda Konuşmacı Tanıma, Y.Lisans Tezi, Ankara Üniv., F.B.E.

Altınçay, H. 2000. Konuşmacı Tanıma Sistemlerinin Başarımının Sınıflandırıcı Birleştirme Yöntemleri ile İyileştirilmesi, Doktora Tezi, ODTÜ, F.B.E.

Cansız, M. 1997. Yapay Sinir Ağları ile Kişilerin Ses Örneklerinden Kimliklerinin Tanınması, Y.Lisans Tezi, AKÜ, F.B.E.

Farrell, K. R. and etc. 1994. Speaker Recognition Using Neural Networks and Conventional Classifiers, Speech and Audio Processing, IEEE Transactions on, Jan 1994, Volume: 2, Issue : 1, pp.194-205.

İkizler, N. 2002. Türkçe'de Konuşmacıdan

Bağımsız Hece Tanıma Sistemi, KTÜ, F. B. E., Doktora Tezi.

Pandya, A. S. and Macy, R. B. 1995. Pattern Recognition with Neural Networks in C++, IEEE Pres.

Rabiner, L. and Juang, B. H. 1993. Fundamentals of Speech Recognition. Prentice-Hall.

Seven, A. 1997. Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Sözcük ve Konuşmacı Tanıma, Boğaziçi Üniv., F. B. E., Y.Lisans Tezi.

Üstün, S. V. 1997. Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Türkçe'deki Sesli Harflerin Tanınması, YTÜ, F. B. E., Y. Lisans Tezi.

Yıldırım, S. 1995. Ses Analizi ve Ses sıkıştırma ve Kodlama Algoritmaları, İ.T.Ü., F. B. E., Y. Lisans Tezi.