

# PARMAKİZİ RESİMLERİNİN YAPAY SİNİR AĞLARI İLE TEMİZLENMESİ VE İYİLEŞTİRİLMESİ

Necla ÖZKAYA<sup>1</sup> Şeref SAĞIROĞLU<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi,  
Erciyes Üniversitesi, 38039, Talas, Kayseri

<sup>2</sup>Gazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü 06570 Maltepe, Ankara

<sup>1</sup>e-posta: [neclaozkaya@erciyes.edu.tr](mailto:neclaozkaya@erciyes.edu.tr), <sup>2</sup>e-posta: [ss@gazi.edu.tr](mailto:ss@gazi.edu.tr)

Anahtar Sözcükler: Parmakizi Resmi Temizleme, Yapay Sinir Ağları.

## Özet

Otomatik parmakizi tanıma sistemleri kimliklendirme yaparken parmakizi resminde bulunan hat çizgilerini ve bu hat çizgilerinin birbirleriyle olan ilişkilerini kullanırlar. Kimliklendirmede en önemli işlem, parmakizi resmindeki özellik noktalarının güvenilir, hızlı ve otomatik olarak elde edilebilmesidir. Özellik noktası bulmaya yönelik algoritmaların başarısı ise büyük ölçüde giriş parmakizi resminin kalitesine bağlıdır. Bu çalışmada, yapay sinir ağlarının (YSA) üstün özellikleri kullanılarak griseviye parmakizi resmini temizleyip iyileştirmeye yönelik hızlı bir yaklaşım geliştirilmiştir. YSA'nın eğitimi için momentumlu geriyayılım algoritması kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar parmakizi temizleme ve iyileştirme işleminde YSA'ların başarılı olduğunu göstermiştir. Sunulan yaklaşımın, klasik yöntemlerle kıyaslandığında hesaplama zamanı ve hesaplama karmaşıklığı açısından üstün olduğu tespit edilmiştir. Çünkü klasik yöntemlerdeki parmakizi resmini temizleme ve iyileştirmeye yönelik ard arda gerçekleştirilen bir dizi işlem, YSA temelli sistemde tek bir adımdan ibarettir. Sunulan sistemin üstünlükleri parmakizi resimlerini basit işlemlerle, hızlı, kolay ve yüksek performansla temizlemesi ve iyileştirmesi olarak sayılabilir. Sonuç olarak, YSA ile düşük kaliteli parmakizi resimlerinin temizlenip iyileştirilmesi sayesinde otomatik parmakizi tanıma sisteminin hızı, performansı ve güvenilirliği artırılmıştır.

## 1. Giriş

Parmakizi tanıma, retina ve iris tanıma, el geometrisi tanıma, ses tanıma, yüz tanıma, DNA tanıma, imza tanıma gibi tekniklerin tamamını kapsayan biyometri, yüksek seviyede güvenlik gerektiren alanlarda, giriş-çıkışlarda kimlik kontrolünün gerektiği otomatik personel devam kontrol sistemleri gibi sistemlerde başarı ile kullanılan ve sosyal hayattaki uygulamalarda oldukça sık karşılaşılan çok hızlı gelişen ve benimsenen güvenilir bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır [1,2]. Güvenilirliği, sistem performansı, düşük maliyeti ve kullanım kolaylığıyla dikkat çeken otomatik parmakizi tanıma sistemleri (OPTS), biyometri teknikleri arasında en yaygın kullanılan teknoloji olarak dikkat çekmektedir [2,3]. Bir OPTS'nin başarısı büyük ölçüde giriş resminin kalitesine bağlıdır. Bu yüzden resim temizleme ve iyileştirme OPTS'lerde en önemli aşamalardan biridir [4-6]. Resmin bilgi taşımayan gereksiz kısımlarından ve gürültüden arındırılması, OPTS için işlem hızının artması, işlem zamanının kısılması, özellik noktalarının bulunmasında sistem performansının ve güvenilirliğinin

artması gibi bir takım üstünlükler sağlar [6,7]. Bu çalışmada, YSA'ların üstün özellikleri kullanılarak, parmakizi resimlerinin temizlenmesi ve iyileştirilmesi için yeni bir yaklaşım sunulmuş ve bu yaklaşımın başarılı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

## 2. Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları, öğrenme yeteneği, kolayca farklı problemlere uyarlanabilirliği, genelleme yapabilmesi, uygulamada daha az bilgi gerektirmesi, paralel yapılarından dolayı hızlı çalışabilme yeteneği ve kullanıcının giriş ile çıkış arasındaki ilişkiyi tarif etme mecburiyetinin olmayışı gibi pek çok avantajından dolayı, otomatik parmakizi tanıma sistemlerinde kullanılmaktadır [8-12]. Literatürde MLP, LVQ, ART ve SOM gibi birçok YSA yapısı mevcuttur [13]. Sunulan çalışmada, bir çok alana uygulanmış olan çok katlı perseptron (MLP) YSA modeli kullanılmıştır [14]. Birçok öğrenme algoritmasının bu ağı eğitmede kullanılabilir olması, bu modelin yaygın kullanılmasının sebebi olarak açıklanabilir. Bir MLP modeli, bir giriş, bir veya daha fazla arakatman ve bir de çıkış katmanından oluşur. Bir katmandaki bütün işlem elemanları bir üst katmandaki bütün işlem elemanlarına bağlıdır. Giriş katmanındaki nöronlar tampon gibi davranırlar ve  $x_i$  giriş sinyalini arakatmandaki nöronlara dağıtırlar. Arakatmandaki her bir nöronun çıkışı, kendine gelen tüm giriş sinyalleri ( $x_i$ ) ile bunları takip eden bağlantı ağırlıklarının ( $w_{ji}$ ) çarpımlarının toplanması ile elde edilir. Bu toplam,  $y_i$ 'nin bir fonksiyonu olarak hesaplanabilir ve Eşitlik 1'de verildiği gibi ifade edilebilir

$$y_i = f \sum w_{ji} x_i \quad (1)$$

Burada  $f$  basit bir eşik fonksiyonu, bir sigmoid veya hiperbolik tanjant fonksiyonu olabilir. Diğer katmanlardaki nöronların çıkışları da aynı şekilde hesaplanır. Kullanılan eğitim algoritmasına göre, ağırlık çıkışı ile arzu edilen çıkış arasındaki hata tekrar geriye doğru yayılarak hata minimuma düşüncüye kadar ağırlıklar değiştirilir.

YSA'nın eğitimi için momentumlu ve öğrenme oranı adaptif geribeslemeli bir eğitim algoritması olan momentumlu geriyayılım (MGY) öğrenme algoritması kullanılmıştır.

MGY, ağırlıkları ve giriş değerleri mevcut ve türevi alınabilir transfer fonksiyonuna sahip olan tüm YSA'ların eğitiminde kullanılabilen bir öğrenme algoritmasıdır [15].

MGY öğrenme algoritması ile sistem eğitilirken gözönünde bulundurulmuş parametreler, maksimum epok sayısı, arzu edilen performans, öğrenme oranı ( $\alpha$ ), öğrenme hızının artma oranı ( $\alpha_i$ ), öğrenme hızının azalma oranı ( $\alpha_d$ ), öğrenmedeki maksimum başarısızlık, maksimum performans artışı, momentum sabiti ( $\beta$ ), minimum hata değişimi ve grafiksel gösterimde kullanılacak olan epoklar arası mesafe şeklinde sıralanabilir.

MGY algoritması, YSA ağırlıklarının ve bias değerlerinin, adaptif öğrenme oranı ve momentum gözönünde bulundurularak değiştirilmesi esasına dayanır. Bu ise Eşitlik 2a ve 2b'de gösterildiği gibi ifade edilebilir [15].

$$w(t+1) = w(t) + \Delta w(t+1) \quad (2a)$$

$$\Delta w(t+1) = \alpha\beta\delta + \beta\Delta w(t) \quad (2b)$$

Verilen Eşitliklerde  $w(t+1)$ , ağırlık ve bias değerlerini;  $w(t)$ , ağırlık ve bias'ın bir önceki adımdaki değerlerini;  $\Delta w(t+1)$ , ağırlık değişimini; çıkış ve arakatmanlarda farklı şekilde hesaplanan  $\delta$  ise sistemin çıkış ve arakatmana göre ağırlık değişimini temsil etmektedir.

Öğrenme sırasında her bir epok için değerlendirme yapılırken performans arzu edilen yönde uygun şekilde artarsa, öğrenme oranı,  $\alpha_i$  faktörü gözönünde bulundurularak arttırılır. Performans, maksimum performans artış değerinden daha fazla artarsa, öğrenme oranı,  $\alpha_d$  faktörü gözönünde bulundurularak ayarlanır ve performanstaki bu istenmeyen ani değişim YSA'yı etkilemez. Eğitim işlemi tamamlandığında sistem, çıkış değerlerini, eğitimle ilgili parametreleri ve son epokta elde edilen hata değerlerini verir. Eğitimle ilgili parametreler, sistemin eğitimi için kullanılan epok sayısı, eğitim performansı, geçerlilik performansı, test performansı ve adaptif öğrenme oranı olarak sıralanabilir [15].

Maksimum epok sayısının tamamlanması, eğitim için belirlenen sürenin sonuna gelmesi, sistem performansının istenilen seviyeye gelmesi, eğitim sırasında minimum hata değişim oranının altına düşülmesi veya geçerlilik faktörü kullanılıyorsa bu değerlerin öğrenmedeki maksimum başarısızlık sayısını aşması durumlarından biri gerçekleştiğinde eğitim işlemi sona erer [13,15].

### 3. Parmakizi Temizlemeye Yönelik Teknikler

Bir OPTS'de, parmakizi resminin temizlenmesi ve iyileştirilmesi çok önemlidir. Resim ne kadar yüksek kalitede iyileştirilirse OPTS'nin performansı da o kadar artar [4-6]. Parmakizi resminin temizlenip iyileştirilmesiyle ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde piksel işleme, görüntünün dönüşümlerini hesaplama veya görüntüye maske uygulama tekniklerine dayalı bir

çok klasik yaklaşımın kullanıldığı görülmüştür [4-7,16]. Ayrıca kullanılan yöntemler arasında çeşitli filtreler, yapay sinir ağlarına dayalı teknikler ve bulanık mantık uygulamaları da bulunmaktadır. Kullanılan filtreler, kontrast genişletme, ortalama değer, resim ortalama, Median filtre, Laplacian filtre, en yakın min-maks operatörü şeklinde sıralanabilir. Parmakizi temizleme ve iyileştirme için resme ait yön bilgilerinden de faydalanılmaktadır [5,7,16].

Parmakizi resmini temizleme ve iyileştirmeye yönelik bir algoritma Gorman ve Nickerson tarafından tanıtılmıştır [4]. Bu çalışmada işlemler, adaptif orta-band geçiren filtreleme, yerel normalizasyonun hesaplanması ve maskenin uygulanması şeklinde gerçekleştirilmektedir.

Parmakizi resminin iyileştirilmesiyle ilgili diğer bir çalışma Hong ve ark. tarafından sunulmuştur [5]. Çalışmada gerçekleştirilen işlem adımları, normalizasyon, yerel yön haritasının çıkarılması, yerel frekans değerlerinin hesaplanması, bölgesel uygulanacak olan maskenin hesaplanması ve filtreleme şeklinde sıralanabilir.

Klasik yöntemlerle gerçekleştirilen bir başka çalışma ise Özkaya [16] tarafından tanıtılmıştır. Maske kullanılarak parmakizi resminin temizlenip iyileştirilmesine yönelik olan yöntemde, resim iyileştirme ve temizleme, resim üzerinde çeşitli etkileri olan farklı maskelerin konvolüsyonundan oluşan bir maske kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu maske, resim üzerinde yüksek frekanslı bileşenlerin sönmülmesi etkisi gösteren Ortalama değer maskesi ile kenar bileşenlerin keskinleştirilmesi ve iyileştirilmesine yönelik işlem yapan, Laplacian filtrenin konvolüsyonundan oluşmaktadır. Uzaysal formda gerçekleştirilen iki boyutlu konvolüsyon işlemi, a ve b konvolüsyon işlemi yapılacak filtreleri temsil etmek üzere Eşitlik 3'te verilen formül ile tanımlanabilir [17].

$$c(n_1, n_2) = \sum_{k_1=-\infty}^{\infty} \sum_{k_2=-\infty}^{\infty} a(k_1, k_2) b(n_1 + k_1, n_2 + k_2) \quad (3)$$

Konvolüsyon sonucunda Ortalama değer maskesinin sönmülme etkisi ile Laplacian filtrenin kenar bilgilerini vurgulama etkisi birleştirilmiş ve amaca uygun olarak kullanılmıştır. Merkez piksel değerinin komşu piksellerin gri seviye ortalaması ile yer değiştirilmesiyle gerçekleştirilen Ortalama değer Eşitlik 4'te; resmin tüm noktalarındaki Laplacian değerinin karesinin toplanması ile ölçülen, hesaplama yükü ve zamanı açısından iyi performans sergileyen ve literatürde çok kullanılan Laplacian filtre ise Eşitlik 5'te verilen formüller ile tanımlanabilir [17].

$$\hat{f}(x, y) = \frac{1}{N^2} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) \quad (4)$$

$$\Delta^2 f(x, y) = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \quad (5)$$

Parmakizi resminin temizlenmesi ve iyileştirilmesi için oluşturulan maske Şekil 1'de verilmektedir. Resim üzerine maske uygulandıktan sonra elde edilen resme bölgesel ikili

dönüşüm uygulanmıştır. Bölgesel ikili dönüşüm algoritması Eşitlik 6'da verilmektedir.

$$\begin{bmatrix} -1 & -4 & -10 & -16 & -19 & -16 & -10 & -4 & -1 \\ -4 & -7 & -13 & -10 & -13 & -10 & -13 & -7 & -4 \\ -10 & -13 & -19 & 2 & -1 & 2 & -19 & -13 & -10 \\ -16 & -10 & 2 & 68 & 74 & 68 & 2 & -10 & -16 \\ -19 & -13 & -1 & 74 & 80 & 74 & -1 & -13 & -19 \\ -16 & -10 & 2 & 68 & 74 & 68 & 2 & -10 & -16 \\ -10 & -13 & -19 & 2 & -1 & 2 & -19 & -13 & -10 \\ -4 & -7 & -13 & -10 & -13 & -10 & -13 & -7 & -4 \\ -1 & -4 & -10 & -16 & -19 & -16 & -10 & -4 & -1 \end{bmatrix}$$

Şekil 1. Parmakizi Temizlemede Kullanılan Maske

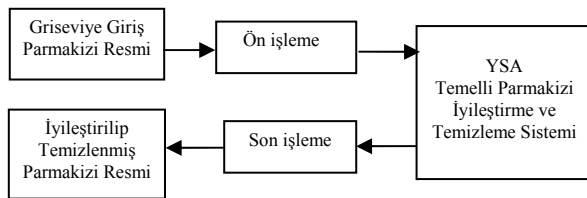
$$I_{yeni}(n_1, n_2) = \begin{cases} 1 & I_{eski}(n_1, n_2) \geq \text{Ortalama} \\ 0 & \text{Farklı durumlar} \end{cases} \quad (6)$$

Verilen Eşitlikte  $n_1$  ve  $n_2$  ilgili pikselin satır ve sütun numarasını;  $I(n_1, n_2)$ ,  $n_1$  ve  $n_2$  koordinat değerlerine sahip pikselin renk değerini, *Ortalama* ise aynı pikselin içinde bulunduğu bölgedeki elemanların ortalamasını temsil etmektedir.

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, parmakizi temizleme ve iyileştirme işlemlerinin uzun süre alması, gerçek-zamanlı uygulamalara aktarılamaması, tasarımın gerçekleştirilmesinde yüksekçe bir zamana gerek duyulması ve performans düşüklüğü gibi sebeplerden dolayı yüksek performanslı, tasarımı ve uygulaması basit, hızlı işlem yapabilecek yeni metotlara her zaman ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, buna yönelik olarak YSA tabanlı yeni ve hızlı bir parmakizi resmi temizleme ve iyileştirme tekniği sunulmuştur.

#### 4. Önerilen Yöntem

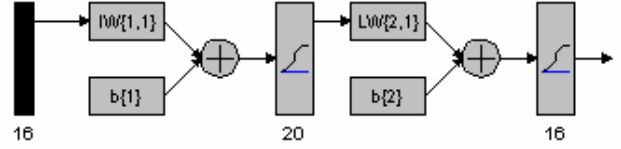
Gerçekleştirilen sistemin çalışma prensibi Şekil 2'de verilmektedir. Sisteme giriş olarak hat çizgisi yapısı düzgün olmayan düşük kaliteli griseviye parmakizi resmi uygulanmakta ve çıkışta iyileştirilip temizlenmiş iyi kalitede parmakizi resmi elde edilmektedir.



Şekil 2. YSA Temelli Sistemin Çalışma Prensibi

Sistem tasarlanırken YSA yapısı olarak, daha önce de belirtildiği gibi MLP modeli tercih edilmiştir. Bu yapı Şekil 3'te verilmektedir. Sistem bir giriş katmanı, bir arakatman ve bir de çıkış katmanı olmak üzere 3 katmandan oluşmaktadır. Şekilde verilen  $IW\{\}$ ,  $LW\{\}$  ve  $b\{\}$  YSA ağının ağırlıklarını, + işareti içeren şekiller toplama fonksiyonlarını, dikey dikdörtgenler ise transfer

fonsiyonlarını ifade etmektedir. Giriş ve çıkış katmanı nöron sayıları 16, arakatmandaki nöron sayısı ise 20'dir. MLP modelinin bir çok öğrenme algoritması ile eğitilebilmesi bu çalışmada bu modelin tercih edilmesinin bir sebebi olarak açıklanabilir.



Şekil 3. Kullanılan YSA Yapısı

Griseviye parmakizi resimleri giriş, ilgili resimlerin temizlenmiş halleri ise çıkış olarak kullanılan sistemde giriş ve çıkış parmakizi resimleri 4x4 boyutunda parçalara ayrılmaktadır. Resmin renk değerlerinden oluşan matris, 0 ile 1 arasında ölçeklenmekte ve daha sonra vektörel forma çevrilmektedir. Giriş-çıkış veri setlerinin tanımlanıp YSA'ya uygulanabilecek formata getirilmesiyle tasarımı tamamlanan sistem eğitime hazır hale gelmektedir. Sistemin eğitiminde kullanılan parametreler Tablo 1'de; giriş veri setlerinden bir örnek ve bu girişe uygun çıkış seti Tablo 2'de verilmektedir.

Parametre	Değer
Epok sayısı	2000
Hedef hata	0
$\alpha$	0,01
$\alpha_i$	1,05
$\alpha_d$	0,7
Maksimum başarısızlık	5
$\beta$	0,9
Minimum hata değişimi	1e-10

Tablo 1. YSA Eğitim Parametreleri

0.69683	0.53394	0.35294	0.34842	1	1	0	0
0.69683	0.53394	0.35294	0.42081	1	1	0	0
0.71493	0.61991	0.38462	0.52036	1	1	1	0
0.69231	0.67421	0.48416	0.50226	1	1	1	0

(a) Giriş seti

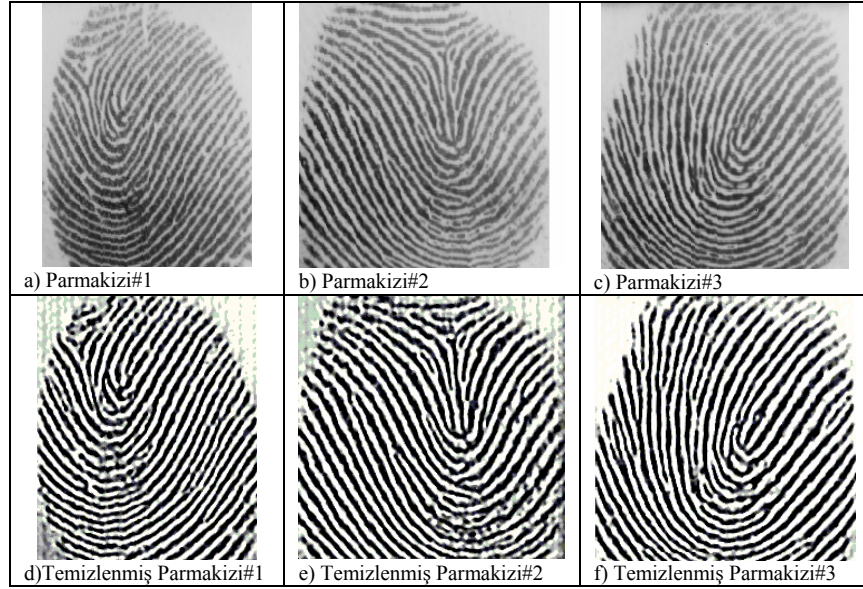
(b) Çıkış seti

Tablo 2. YSA Eğitim Setleri

Eğitim sırasında minimum hata değişim oranının altına düşülmesi neticesinde 2000 epokta eğitim tamamlanmıştır. Eğitim işleminden sonra sistemin testi yapılmakta ve testte başarılı sonuçlar üreten sistem, kullanıma hazır hale gelmektedir. YSA test giriş verisinden seçilen rasgele bir örnek, olması gereken çıkış değerleri ve YSA test çıkışı Tablo 3'te; sistemin değişik parmakizi resimleri için ürettiği sonuçlar ise Şekil 4'te verilmektedir.

0.27083	0.3	0.6125	0.68333	0	0	1	1	0.01406	0.31855	0.57584	0.97078
0.26667	0.2375	0.4125	0.55	0	0	0	1	0.00518	0.19484	0.08105	0.55801
0.25	0.22917	0.27917	0.35	0	0	0	0	0.00463	0.00992	0.00125	0.01625
0.2625	0.23333	0.24167	0.25417	0	0	0	0	0.01560	0.00339	0.00068	0.00095
(a) Giriş Verileri				(b) Arzu Edilen Çıktılar				(c) YSA Çıkış Verileri			

Tablo 3. YSA Test Setleri



Şekil 4. Değişik Parmakizi Resimleri İçin Sistemin Ürettiği Sonuçlar

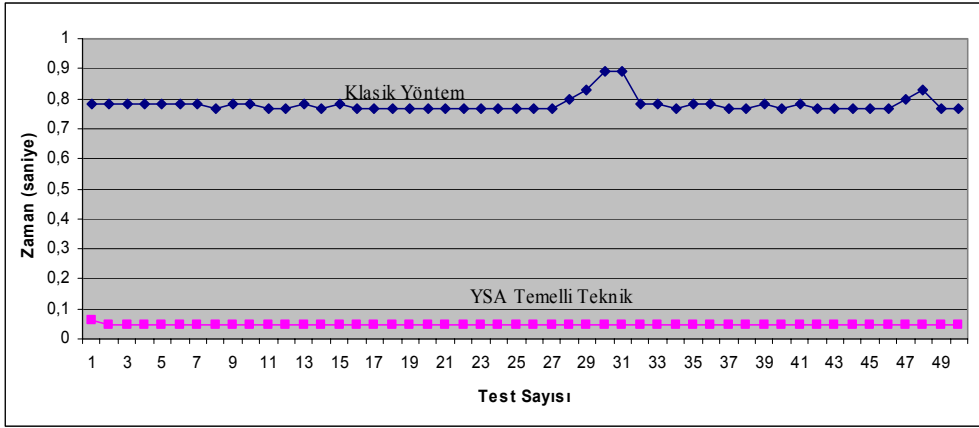
YSA ile gerçekleştirilen sistem incelendiğinde iş yükünün klasik yöntemlerde olduğu gibi programcı üzerinde değil YSA temelli sistem üzerinde olduğu görülmektedir. Yani sunulan sistemde, klasik yöntemlerdeki programcının konuyla ilgili tüm detayları en ince ayrıntısına kadar düşünüp bunu programında tanımlamak zorunluluğu ortadan kalkmış, işlem girişle çıkış arasındaki ilişkinin tespit edilmesine ve öğrenilmesine indirgenmiş ve bu işi de YSA üstlenmiştir. Toplam 16 adet giriş ve 16 adet çıkış veri seti arasındaki ilişkinin öğrenilmesi YSA'nın cazip özellikleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Sistemin eğitilmesinde 256x256 piksel boyutunda sadece iki adet parmakizi resmi yeterli olmuştur. Bu durum sistemin klasik yaklaşımlarla kıyaslandığında hesaplama karmaşıklığı açısından üstünlüğünü göstermektedir.

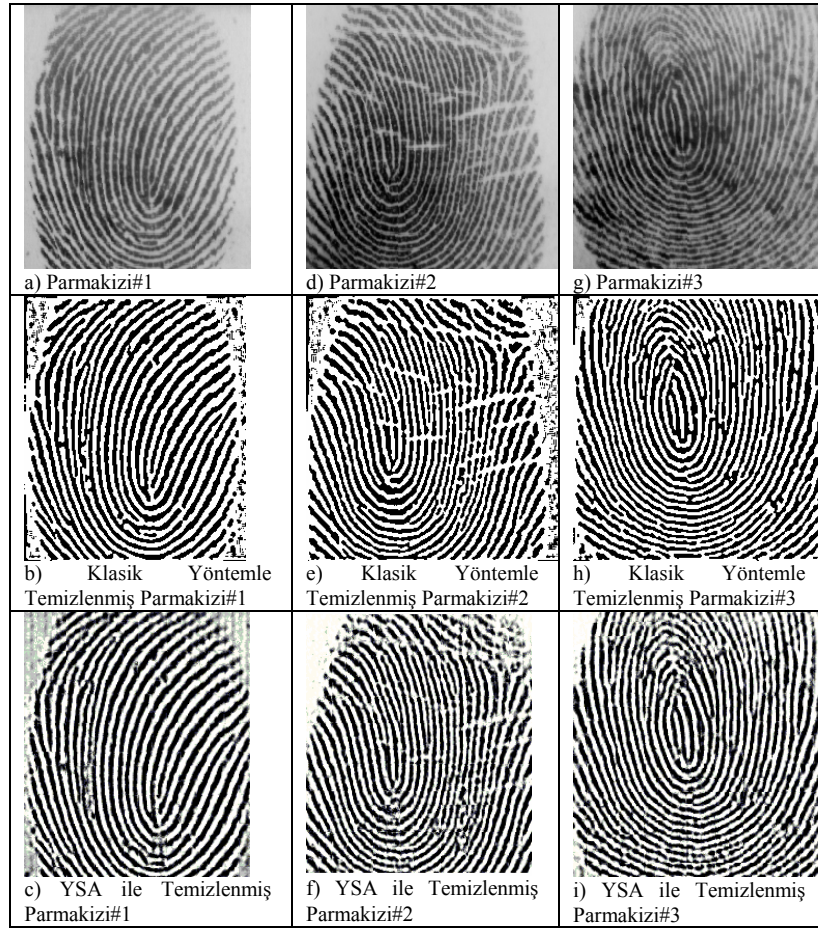
Konuyla ilgili klasik yöntemlerde griseviye parmakizi resminin temizlenmesi ve iyileştirilmesi işleminin griseviye giriş resminin ard arda bir dizi işlemle gerçekleştirilerek veya çeşitli filtrelerin kullanıldığı teknikler sayesinde gerçekleştirildiği daha önce belirtilmişti. Gerek

filtrelerin kullanılması gerekse resmin ard arda bir çok işlemle geçirilmesi zaman alıcı işlemlerdir, dolayısıyla bu teknikleri kullanan sistemlerin hesaplama hızı yavaşlamaktadır. YSA temelli bu sistemde ise tüm işlemler aynı anda ve tek adımda gerçekleştirilmektedir.

Sunulan yaklaşım, filtreleme temelli çalışan sistemin hızını arttırmak ve işlem zamanını kısaltmak için filtrelerin konvolüsyonları alınarak uygulanan metotla [16] performans ve zaman açısından kıyaslanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Her iki yöntem de Matlab 701 ortamında kodlanıp, aynı sistem konfigürasyonunda 50'şer defa çalıştırılmış ve zaman açısından sonuçları Şekil 5'te verilmiştir. Konvolüsyon ile hızlandırılmış filtreleme metodunun 50 test ortalamasından elde edilen sonuç verme süresi 0,7797 saniye iken, YSA temelli sistemin ortalama 47 milisaniyede sonuç verdiği görülmüştür. Bu sonuç, sunulan yöntemin zaman açısından klasik yöntemden çok üstün olduğunu göstermektedir. Her iki algoritmanın değişik parmakizi resimleri için ürettiği sonuçlar ise Şekil 6'da verilmektedir.



Şekil 5. YSA Temelli Sistem ile Klasik Bir Yöntemin [16] Zaman Açısından Karşılaştırılması



Şekil 6. YSA Temelli Sistemin Klasik Yöntemle [16] Performans Açısından Karşılaştırılması

## 5. Sonuçlar

Bir biyometrik sistem için en önemli iki parametre performans ve zamandır. Gerçekleştirilen sistemden beklenen daima doğru sistem cevabını olabilecek en kısa sürede üretmesidir. Otomatik parmakizi tanıma sistemlerinde de bu iki parametre optimize edilmeye çalışılmakta ve sosyal hayatta doğru cevabı en kısa sürede üreten sistemler tercih edilmektedir. Bir OPTS'nin önışlemler olarak bilinen parmakizi temizleme ve iyileştirme işlemleri sistem performansı ve hızı konusunda birinci dereceden etkilidir. Bu açıdan en kısa sürede en iyi temizleme ve iyileştirme adımını gerçekleştirecek olan algoritmanın seçimi sistemin hızı ve performansı üzerinde etkili olacaktır.

Sunulan çalışmada, parmakizi temizleme ve iyileştirmeye yönelik YSA temelli bir sistem gerçekleştirilmiş ve sunulmuştur. YSA temelli sistemin klasik yaklaşımlardan önemli farkları; işlemlerin basitleştirilmiş, hesaplama zamanının 47ms'ye düşürülmüş, ve işlem zamanının azaltılmış olmasıdır. YSA kullanılarak yapılan çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar parmakizi resimlerinin temizlenip iyileştirilmesi için sunulan yeni yaklaşımın başarılı olduğunu göstermiştir. Otomatik parmakizi tanıma sistemleri, giriş çıkış kontrolünün gerektiği her alanda, laboratuvarlar, bina ve şirket giriş çıkışları, güvenlik gerektiren kontrol noktaları, üniversite bünyesinde kampüslerde, fakülte, hastane, yemekhane, kütüphane gibi mekanların giriş-çıkış kapılarında kimlik tesbiti ve benzer güvenlik fonksiyonlarında, bilgisayar ve çok kullanıcı bilgisayar ağına sahip ve sistemin ortaklaşa kullanıldığı tüm mekanlarda erişim düzeninin sağlanmasında ve kaynakların paylaşımında, ağ güvenliğinin sağlanmasında, fiziksel giriş çıkış kontrol noktalarında, personel devam kontrol sistemlerinde, ticari işlemler ve benzer bir çok alanda, banka güvenliğinde, elektronik fon transferi veya ATM güvenliği gibi işlemlerde, çek ve kredi kartı işlemlerinde, ulusal kimliklendirme sistemlerinde daha güvenilir ve düzenli kimliklendirme için uygulanabilecek geniş yelpazede çözümler sunan bir teknolojidir. Sunulan çalışma böyle bir teknolojinin önışlemlerini oluşturması bakımından önemlidir.

## 6. Kaynaklar

- [1] Maltoni, D.; Maio, D.; Jain A. K.; Prabhakar S.; Handbook of Fingerprint Recognition, ISBN:0-387-95431-7, Springer, U.S.A. 2003
- [2] Jain A.K.; Prabhakar S.; Hong L.; Pankanti, S., FingerCode: A Filterbank For Fingerprint Representation and Matching IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2,193-199, 1999.
- [3] Jain, A.K.; Hong L.; Pankanti, S.; Bolle, R., An Identity Authentication System Using Fingerprints, Proceedings of the IEEE, 85, No. 9, 1365-1388, 1997.
- [4] Gorman, O. L.; Nickerson, J.V. Matched filter design for fingerprint image enhancement, International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, 1988. ICASSP-88, 2,916 -919 1988.

- [5] Hong, L.; Wan Y.; Jain, A.K., Fingerprint Image Enhancement: Algorithms and Performance Evaluation, IEEE Transactions on PAMI, 20, No. 8, 777-789, 1998.
- [6] Saatci, E.; Tavsanoğlu, V., Fingerprint Image Enhancement Using CNN Gabor-type filters, 7th IEEE International Workshop on Cellular Neural Networks and Their Applications, CNNA-2002, 377-382, 2002.
- [7] Rusyn, B.; Prudyus, I.; Ostap, V. Fingerprint Image Enhancement Algorithm, Proceedings of the 6th International Conference The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics, CADSM-2001,193-194, 2001.
- [8] Jin A.L.H.; Chekima A.; Dargham J.A.; Liao C. F. Fingerprint Identification and Recognition Using Backpropagation Neural Network SCORED. Student Conference on Research and Development, 98-01, 2002.
- [9] Sagar, V.K.; Alex, Beng, K.J., Hybrid Fuzzy Logic and Neural Network Model for Fingerprint Minutiae Extraction, International Joint Conference on Neural Networks, IJCNN '99. 5, 3255 -3259, 1999.
- [10] Sagar, V.K.; Beng, K. J., A. Fingerprint Feature Extraction by Fuzzy Logic and Neural Networks, ICONIP'99, 6th International Conference on Neural Information Processing, 1999. Proceedings. 3, 1138 -1142 1999.
- [11] Erol A.; Halici U., The Effect of Orientation Map Accuracy on Fingerprint Classification using PCA-MSOM, Proceedings of 4th International Conference on Knowledge Based Intelligent Engineering Systems and Allied Technologies, KES'2000, IEEE - IEE, Brighton, UK, 527-530, 2000.
- [12] Maio, D.; Maltoni, D., Neural Network Based Minutiae Filtering in Fingerprints Fourteenth International Conference on Pattern Recognition, Proceedings, Vol.2, 1654-658, 1998.
- [13] Sağıroğlu, Ş., Beşdok, E., ve Erler, M., Mühendislikte Yapay Zeka Uygulamaları I: Yapay Sinir Ağları, Ufuk Kitabevi, Ağustos 2003.
- [14] Haykin, S., Neural Networks: A Comprehensive Foundation. ISBN 0-02-352761-7, Macmillan College Publishing Company, New York, USA, 1994.
- [15] Matlab 701 Neural Network Toolbox User's Guide. [www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/nnet/nnet Ug.html](http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/nnet/nnet Ug.html)
- [16] Özkaya, N., Otomatik Parmakizi Tanıma Sistemi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 2003.
- [17] Gonzalez, R.C.; Woods, R.E. "Digital Image Processing", Second Edition, Prentice Hall, ISBN:0-201-18075-8, USA, 2002.