

PAPBİL PROGRAMININ EN ÇOK MERAK EDİLENLERİ: ALGORİTMA TEMELLERİ PARMAK İZİ İNCELEME TEKNİKLERİ VE KVKK UYUMU

Lütfi EMRE¹
Enes Kaan LEVENTOĞLU²
Musa KÜRTÜL³

GİRİŞ

Teknoloji, insan hayatını kolaylaştıran bir argüman olarak oldukça fazla mesafe kat etmiştir. Teknoloji önceleri bir tercih meselesi iken günümüzde birçok sektörde zorunluluk haline gelmiştir. Bu açıdan insan hayatını kolaylaştırmanın yanında, insan hayatını şekillendiren ve düzenleyen bir faktör haline gelmiştir. Bir takım teknolojik buluşlar, mevcut teknolojileri temelden etkileyerek insan hayatını belli oranda değişime uğramasına zemin oluşturmuştur. Önce elektriğin daha sonra ampulün icadı aydınlatmanın büsbütün yön değiştirmesine sebep olmuştur. Ampulün icadından önce her evin ihtiyacı olarak görülen mum, artık günümüzde çoğu evde bulunmamaktadır. Teknoloji insan ihtiyaçlarını da yeniden dizayn etmektedir. Teknolojik gelişmeler her açıdan bir diğer teknolojiyi doğrudan ya da dolaylı olarak etkilemektedir. Bu etkinin son halkası ise insan hayatındaki değişimler ve gelişmelerdir. Örneğin, internet teknolojisi 21. yüzyılın başında yaygın olmadığı için çok az kullanıcısı bulunmaktayken çeyrek asır sonra artık birçok sektörde mecburiyet haline dönüşmüştür. Teknoloji gelişirken etki alanını da büyütmektedir. 20. ve 21. yüzyıldaki teknolojik gelişmelerden biyometrik veri inceleme yöntemleri de olumlu yönde etkilenmiştir. Parmak izi, insanın en önemli biyometrik verilerinden biridir. Biyometri inceleme yöntem ve teknikleri 20. yüzyıldan itibaren bilgisayar teknolojisiyle birlikte ciddi anlamda ilerleme kat etmiştir. 19. yüzyılın ikinci yarısı ile 20. yüzyılın başlarında biyometrik veri inceleme alanında bir takım keşifler yapılmıştır. Bu keşiflerden biri de parmak izinin bireye özgü olduğu ve bireyin kimliğini tespit etmek amacıyla kullanılabilmesi gerçeğinin uluslararası alanda kabul görmesidir (Çingı, 2022). Bu keşifler uluslararası parmak izi tasnif sistemlerinin oluşmasına zemin hazırlamıştır. Bunun yanında olay yerinden tespit edilen bir parmak izinden yola çıkarak faili belirsiz bir cinayet olayının aydınlatılması insanların dikkatlerini bu alana yöneltmiştir. Arjantin'de Aires bölgesinin taşra kısmında 1891 yılında iki çocuğun öldürüldüğü bir cinayet olayının, olay yerinden tespit edilen parmak izlerinden yola çıkarak aydınlatılması, parmak izinin kıymetini artırmıştır. Bu olayla birlikte parmak izinin kriminal inceleme alanında fazla yer etmesine imkan tanımıştır. Bu gelişime kimlik tespiti amacıyla kullanılan Bertillon Sistemi yerine parmak izinin kullanılabilmesini ortaya çıkarmıştır (Swanson, vd. 2000; Aktaran: JGK, 2009: 15). Bu gelişmeler üzerine yapılan çalışmalar sonucunda dünyadaki tüm insanların parmak izlerinin farklı olduğu; bununla beraber parmak izlerinin formülasyon sistemlerine göre arşivlenerek depolanabileceğini ortaya çıkarmıştır (Çingı, 2022). Milyonlarca insanın parmak izleri yıllarca mürekkeple kağıda alınmış ve korunaklı odalarda dolaplarda ve dosyalarda arşivlenmiştir. Bu arşivleme işleminde tüm parmak izleri bir formülasyon göre dizilmiştir. Bu sistemi dünyanın birçok ülkesi ile birlikte Türkiye'de 2000'li yılların başına kadar kullanmıştır (Emniyet Genel Müdürlüğü Kriminal Daire Başkanlığı Yayınları [EGM], 2005: vii, ix).

1 Kriminolog, Parmak İzi İnc. Sis. Uzm., Sivas Emniyet Müd.-0009-0003-2271-2455- lutfiemre38@hotmail.com

2 Avukat, PAPBİL Yazılım Teknolojileri-0009-0000-3766-065X- av.musakurtul@outlook.com

3 Gömülü Sistem Mühendisi, PAPBİL Yazılım Teknolojileri -0000-0002-5517-9322- kagan.leventoglu@papbil.com

Parmak izi inceleme sistemine yapılan teknolojik dokunuşlar kriminal inceleme tekniklerine ve adli bilimler alanına ivme katmıştır. 21. Yüzyılda nihayet biyometrik veri olan parmak izi inceleme teknikleri de teknolojiyle buluşmuştur. Bilgisayar teknolojisi parmak izinin arşivlenmesine olanak sağlamış ve daha önceleri kağıda alınan ve formülленerek arşivlenen parmak izi formları artık bilgisayar tabanlı sistemlere entegre edilmiştir. Bilgisayar teknolojisinin yapay zeka ile tanışması biyometri veri sistemlerinde bir çığır açmıştır. Parmak izinin incelenmesinde ülke çapında milyonlarca iz arasından araştırma yapılması, teknolojik yöntemlerle ışıklandırılarak geliştirilmesi, parmak izinin mikroskobik inceleme yöntemlerle analiz edilmesi, algoritmik inceleme ve tespit sistemlerinin geliştirilmesi gibi olanaklar bilgisayar teknolojisinin sağladığı olanaklardandır.

Günümüzde insanlar, parmak izlerini kullanarak kapıları ve teknolojik cihazların kilitlerini açmaktadır. Bu bağlamda parmak izi anahtar ve giriş kartlarının yerini almaya başlamıştır. Bu gelişmeler biyometrik veri olan parmak izinin kullanım alanını genişletmiştir. Parmak izinin kriminal dışında başka sektörlerde de kullanılması yeni algoritmalar ve çok yönlü bilgisayar tabanlı inceleme tekniklerinin oluşturulmasına imkan tanımıştır. İnsanların parmak izleriyle kolayca birçok teknolojik cihazı çalıştırması, teknolojide kişisel verilerin işlenmesi ve korunması ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Bu ihtiyaç doğrultusunda, birçok ülkede kişisel verilerin korunması kapsamında, kanunlar çıkarılmış, yönetmelikler yayımlanmıştır. Ülkemiz bu gelişmeleri yakından takip ederek bireylerin kişisel verilerinin nasıl korunacağı, bu verileri nasıl işleneceği, hangi yöntemlerle analiz edileceği ve silineceğini belirlemiştir. Bu kapsamda “6698 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu” ile güvence altına almıştır.

Günümüzde biyometrik veri işleyen analiz eden bilgisayar tabanlı algoritmik sistemlerin sayısı oldukça fazladır. Bireylerin parmak izini, vücut yapısını, yüz ve el yapısını, yürüyüş şeklini, sesini analiz edip bu verileri işleyerek kullanıcıya bilgi sunan sistemler bulunmaktadır. Bu sistemlere her geçen gün bir yenisi daha eklenmektedir. Bu sistemlerden birisi de PABİL’ in geliştirdiği parmak izini analiz eden, işleyen, silen ve bireye rapor sunan PABİL Yetenek Analizi’ dir. PABİL geliştirdiği teknolojiyle bireylerin biyometrik verisini analiz ederek onların hayatını kolaylaştıracak gelişim tavsiyeleri ve eğitimleri sunmaktadır.

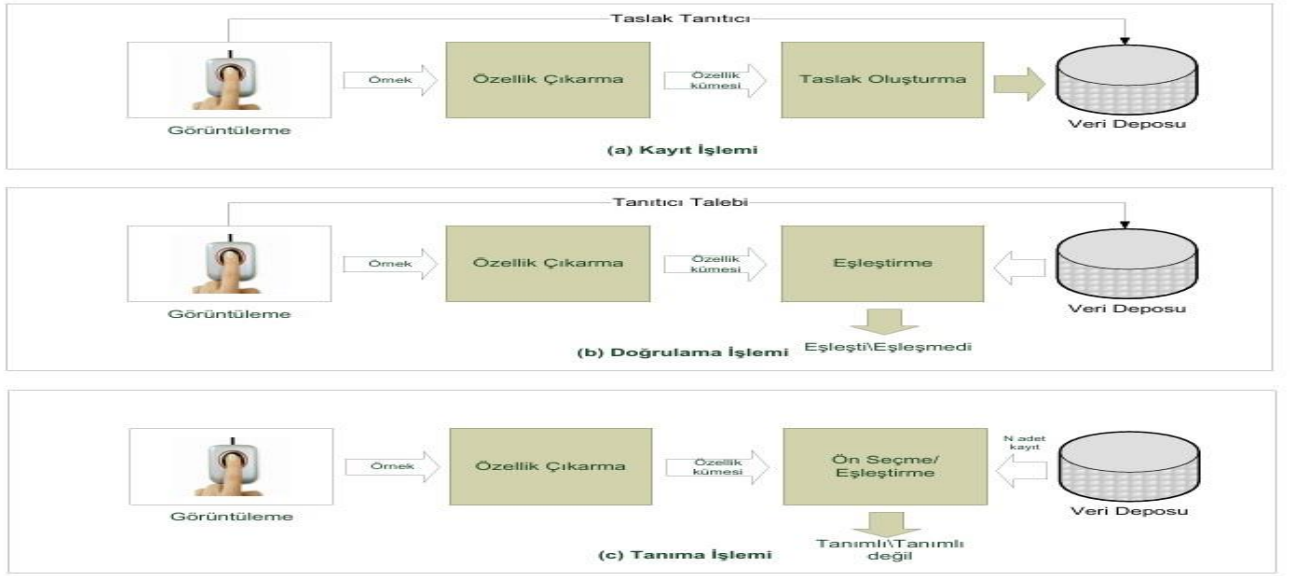
Biyometri Bilimi ve Biyometrik Sistem Analizinin Kullanım Alanları

Biyometri bilimi günümüzün vazgeçilmez teknolojisi olarak hayatımıza girmiştir. Bilgisayarları, telefonları, tabletleri parmak izimizi okutarak hızlıca açabilmenin altında biyometri bilimi ve biyometrik veri analizinin algoritmik sistemleri bulunmaktadır.

Biyometri, insanları birbirinden ayırt edebilecek fiziksel ve davranışsal özellikleri inceleyen bilim dalıdır (Dede ve Sazlı, 2010). Biyometri kişiye özel verilerin analiz edildiği derinlemesine bir yöntemdir aslında. İris, yüz, parmak izi, retina, el tanıma, ses vb. gibi bireylerde bulunan ve diğer bireylerden ayrılmasını sağlayan sabit fiziksel özellikleri fiziksel biyometri olarak değerlendirirken, el yazısı, ıslak imza, konuşma esnasındaki dudak hareketleri, yürüyüş şekli vb. davranış özellikleri de davranışsal biyometri olarak değerlendiririz.

Biyometrik özellikler kişiden kişiye aktarılamayan kişiye özgü davranışların ve fiziksel özelliklerin tümünü ifade etmektedir. Kopyalanması ve taklit edilmesi zor olan biyometrik özellikler, insan hayatının çoğunda değişmez ve kalıcı özellikler taşımaktadır. İnsanın sahip olduğu biyometrik özelliklerden bazıları kısmen değişse de bütünü değişmez. Örneğin insanın yüz yapısı yaşlanmaya bağlı şekli değişikliğe uğrar. Bununla beraber bir takım biyometrik veriler ise asla değişmez. Örneğin parmak ve avuç izi doğum öncesi oluşur ve öldükten sonra bile değişmez (Çingir, 2022).

Biyometrik sistem “Bireylerin biyometrik özelliklerini ele alıp kişilerin kimliklendirilmesinde temel nitelik özelliklerini çıkarıp bu özelliklerin bireyi temsil edip anlamlı bir veri oluşturarak daha önceki kaydedilmiş verilerle karşılaştırma yapıp tanıma, onaylama ve sınıflandırma bölümlerinin yer aldığı sistemler olarak” tanımlanmaktadır (Maltoni vd. 2003; Aktaran: Derya, 2011) (Görsel 1).



Görsel 1: Kayıt İşlemi, Doğrulama İşlemi ve Tanımlama İşlemi (Derya, 2011: 11).

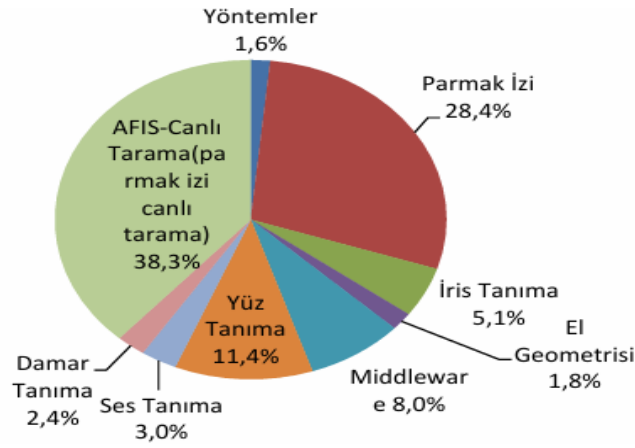
Biyometrik sistemlerin kullanımının kolay olması, maliyetinin düşük olması, güvenilir olması bu sistemlerin yaygınlaşmasında çok büyük önem arz etmektedir.

Biyometrik sistemlerin kullanılma alanlarını;

- Bireylerin yetenek ve kişilik analizlerinde,
- Kriminal incelemelerde,
- Nüfus müdürlüklerinde, ehliyet ve pasaport işlemleri sırasında kimlik tespiti işlemlerinde,
- İnternet bankacılığı işlemlerinde,
- Çağrı merkezlerinde,
- Sigorta şirketlerinde,
- Sınır kapılarında kimlik tespitinde,
- İşyerlerinde personellerin mesai takvimini takip etmede,
- Havaalanlarında pasaport işlemleri esnasında giriş-çıkış işlemlerinde,
- Hastanelerde hasta takibi ve kimlik tespiti işlemlerinde,
- Kiralık kasa işlemlerinde,
- Askeri alanlarda,
- Emniyet müdürlüğü alanlarında,
- E-ticaret işlemlerinde,
- Uzaktan yapılan sınav ve uygulamalarında,
- Akıllı sistemlerde,
- Cep telefonları, bilgisayar gibi elektronik güvenlik kilidi olarak kullanılmaktadır (Yalçın ve Gürbüz, 2015).

Uluslararası Biyometrik Sistem Analiz Teknikleri

Biyometrik sistemler ile ilgili International Biometric Group (Uluslararası Biyometrik Grubu) 2009-2014 yılları arasında yapmış oldukları biyometri pazar ve sanayi raporunda da belirtildiği üzere hangi tekniklerin ne kadar bir dilime sahip olduğu gösterilmektedir (Akçay ve Çetinkaya, 2011) (Görsel 2).



Görsel 2: Uluslararası Biyometrik Grubun 2009-2014 Biyometri Pazar ve Sanayi Raporu (Kaynak: Akçay ve Çetinkaya, 2011).

Görsel 2’ de görüldüğü üzere, Uluslararası Biyometrik Grubunun raporunda biyometrik tekniklerin en büyük pasta dilimine %38,3 ile parmak izi canlı tarama yönteminin, ikinci en büyük dilimin ise parmak izi tanımanın aldığı görülmüştür. Bu çalışmadan da biyometrik sistemlerde en güçlü verilerin parmak izi tanıma sistemleri olduğunun bir ispatıdır. Çünkü kişilerin tanımlanmasında biyometrik verilerde öncelikle başvurulan parmak izi olduğu için kimliklendirme çalışmalarında önemli boyutlarda yer almıştır.

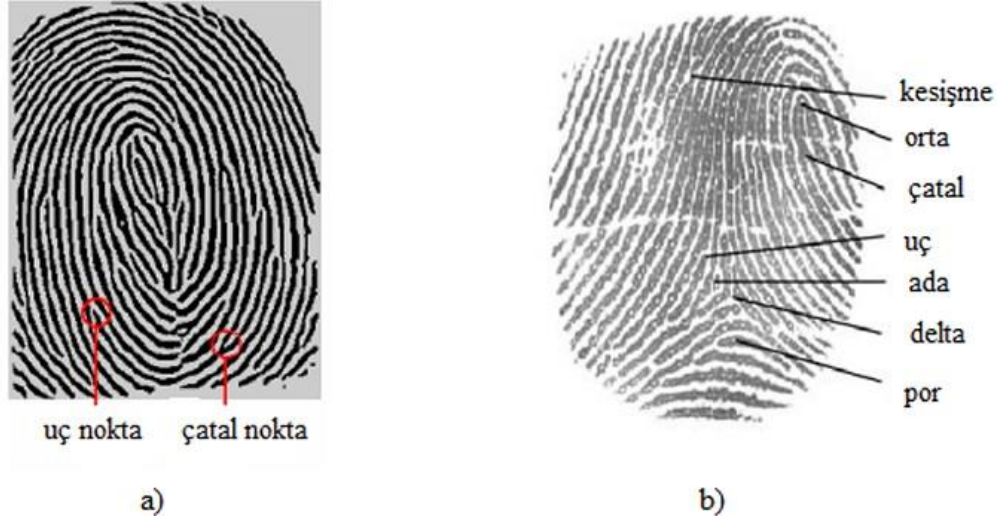
Parmak izi inceleme Teknikleri ve Kullanım Alanları

Kişilerin tanımlanmasında öncelikle başvurulan veri, parmak izi biyometrisidir. Bu açıdan parmak izi kimliklendirme çalışmalarında öncelikli olarak kullanılmaktadır. Parmak izinin öncelikli olarak kullanımının altında, hızlı analiz, maliyetin azlığı ve tutarlılığın yüksek olması gösterilebilir.

Daha önceki yıllarda parmak izi inceleme tekniklerinin imza olarak da kullanımı hakkında bir takım çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalarda parmak izinin sayısal ifadelerle dönüştürülerek imza yerine kullanılması üzerine alternatif teknikler araştırılmıştır (Derya, 2011).

Parmak izi incelemesinde önce manuel olarak kimlik belirleme sistemleri kullanılmıştır. Kimlik belirleme işlemlerinde artan iş yükü ve insan gücü teknolojinin de gelişmesiyle otomatik sistemlere geçişi hızlandırmıştır. Bilgisayar teknolojisi öncesi bir asırdan fazla süredir toplanan parmak izi verileri manuel tasnif sisteminin kullanılmasından kaynaklı bu alanda yürütülen parmak izi inceleme çalışmaları günlerce sürmüştür (Komarinski, 2005). Teknolojinin gelişmesi ve bilgisayarın icadıyla birlikte kimlik belirleme modeli de tamamen değişmiştir. Bu teknolojik gelişme AFIS sisteminin doğmasına sebep olmuştur. Bu sistem, milyonlarca parmak izi kaydını saniyeler içinde arama, sorgulama ve analize tabi tutmaktadır. AFIS, parmak izleri ve avuç izlerindeki karakteristik özelliklerin kodlanıp kaydedilmesi, arşivlenmesi ve sorgulanması amacıyla tasarlanan otomatik bir bilgisayar merkezli sistemdir. AFIS’ te başlangıçta parmak izi tasnif ve sınıflandırma işlemlerinden yola çıkarak, parmak izi sorgulama işlemlerinin elektronik ortamda yapılması amacıyla algoritmalar oluşturulmuştur (Moses, 2014). Parmak izindeki iki önemli özellik noktaları olan uç nokta (hat bitimi) ve çatal noktalar kullanılarak tanıma ve karşılaştırmada başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Görsel 3). Teknolojik gelişmeler ve parmak izi inceleme tekniklerindeki yapılan çalışmalardan elde edilen deneyimin artması bir takım yeniliklere kapı aralamıştır.

Parmak izinin incelenmesi ve analiz edilmesi sürecinde, parmak izinin yönü, açısı, papil akışları, parmak izlerinin temel karakteristik özellikleri ve yerleşim kombinasyonları kullanılmaya başlanmıştır (Hu ve ark., 2010). Bu gelişmeler parmak izinden kimlik tespiti yapılmasına, parmak izi arşiv sorgu işlemlerinin çok kısa bir süre düşmesine olanak sağlamıştır (Lerner ve Lerner, 2006).



Görsel 3: a) Uç nokta ve çatal nokta b) Temel karakteristik özellikler (Derya, 2011: 13).

Parmak izi inceleme sürecinde parmak izlerinde üç detay özelliklere bakılmaktadır:

- Temel Seviye (Seviye 1): Bu seviyede, parmak izi dokusu ve desen yapısı gibi genel özellikleri incelenmektedir.
- Orta Seviye (Seviye 2): Bu seviyede, kullanıcının temel olarak belirlediği desenlerden daha ayrıntılı olarak analiz edilmektedir. Parmak izi karakteristikleri gibi spesifik özellikleri de bu analize tabi tutulmaktadır.
- Yüksek Seviye (Seviye 3): Bu seviyede yapılan incelemeler oldukça detaylıdır. Parmak izi desenlerini oluşturan papil hatları ve por deliklerinin birbirleriyle olan uzaklığı-yakınlığı, yapısı gibi detaylara yönelik analizi yapılır (Maltoni ve ark., 2009; Ashbaugh, 1999 ve Feng ve Jain, 2011).

Parmak izlerinden kimlik tespiti yaparken genelde ikinci seviye detay prensibi kullanılmaktadır. (Jiang ve Yau, 2000; Cappelli ve ark., 2010; Deng ve Huo, 2005 ve Chen ve ark., 2006). Bunun sebebi ise birinci seviyedeki detaydaki parmak izlerinin yetersiz kalması ve üçüncü seviye detaydaki izlere ait özelliklerin olmamasıdır (Peralta ve ark., 2014). Parmak izi tespit yöntemlerinde başarı oranlarını arttırmak için ikinci seviye detayların yanında üçüncü seviyedeki detaylar üzerine de çalışmalar yapılmaktadır (Vatsa ve ark., 2009).

AFIS sisteminde parmak izi görüntülerini otomatik olarak işlemek için son çeyrek asırda çok sayıda bilgisayar algoritması geliştirilmiştir. Bu alanda geliştirilen algoritmalar, belirli bir probleme çözüm üretecek şekilde tasarlanmakta ve genellikle bir başlangıç durumundan belirli bir sona ulaşmayı amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda problemlerin çözümü için bilgisayarda çalıştırılmak üzere programlama dilleri kodlanarak kullanılmaktadır. Uygulamaya bağlı olarak, bu algoritmalar parmak izi uzmanlarına yardımcı olabildiği gibi, çevrim dışı kendiliğinden çalışabilecek şekilde de kullanılabilir. Geliştirilen bu algoritmalar parmak izinden kimlik tespiti yapılma oranlarında önemli derecede artmasını sağlamıştır. Bilgisayarlı bu sistemler, inceleme yapan uzmanlara olan ihtiyacın azalmasına da katkı sağlamıştır. Böylece az sayıdaki parmak izi uzmanı yüzbinlerce parmak izini inceleme olanağına sahip olmuştur. Otomatik parmak izi tanıma sistemlerinde özellikle temel olarak beş temel prensip üzerine algoritmalar geliştirilmiştir. Bunlar; dijital parmak izi alma (Görüntü elde etme), görüntü geliştirme, özellik çıkarma, eşleştirme ve indeksleme/alma olarak sıralanmaktadır.

Dijital Parmak İzi Alma (Görüntü Elde Etme) Algoritması: Canlı tarama cihazlarında (Live Scan) parmağın tarayıcıdaki hareketleri sırasındaki birçok görüntü birleştirilerek daha geniş bir yelpazede görüntü haline dönüştürülmesi işlemi bu algoritma sayesinde yapılmaktadır.

Görüntü İyileştirme Algoritması: Farklı kaynaklardan gelen parmak izi görüntüleri, düşük kalitede özelliklerine sahip olabilir ve bu nedenle iyileştirme algoritmaları ve filtreleme sistemi

kullanılarak spesifik özelliklerin geliştirilmesi sağlanır. Parmak izi görüntüsüne herhangi bir dış bilgi eklenmez. Geliştirme algoritmaları, yalnızca parmak izinde mevcut olan görüntü bilgilerini kullanır. İyileştirme algoritmaları, parmak izi görüntüsündeki çeşitli parazit türlerini (örneğin, başka bir gizli baskı, arka plan rengi) bastırabilir ve mevcut faydalı özellikleri öne çıkarır.

Özellik Çıkarma Algoritması: Parmak izi uzmanı manuel olarak iz incelerken öncelikle izin konumu, üzerinde bulundurduğu papillerin yönünü ve ayrıntılarını tespit eder. Özellik çıkarma algoritmaları parmak izi uzmanları tarafından ayrıntıların konumunu taklit etmek için otomatik parmak izi özelliği çıkarma algoritmaları geliştirilmektedir. Bu algoritma çeşidi kullanılırken sadece papil hatlarının sonlarını ve çatallanmaları dikkate alınarak çalışmalar yapılır. Özellik çıkarma algoritmalarının izlediği yaygın bir yaklaşım, önce gri ölçekli gelişmiş parmak izi görüntüsünü, tüm siyah piksellerin papil hatlarına ve tüm beyaz piksellerin papil arasındaki boşluklara karşılık gelen ikili (siyah ve beyaz) forma dönüştürmek için bir ikilileştirme algoritması kullanmaktır. İkili ayırma algoritması basitten geliştirilmiş görüntünün eşiklenmesinden papil konumlandırma algoritmalarına kadar uzanır.

Eşleştirme Algoritması: Verilen herhangi iki parmak izi görüntüsündeki benzerliği veya benzemezliği bulmak için kullanılan algoritmalarlardır. Otomatik parmak izi eşleştirme algoritmaları parmak izi özellik çıkarma algoritmalarının sonucuna binaen verilen herhangi iki kümedeki benzerlik veya farklılığı bulur. Parmak izi eşleştirme algoritması, çeşitli sınıflardaki tüm bu sınıf içi varyasyonlarla hizalama algoritması kullanarak başa çıkar. Hizalama algoritması, özellik çıkarma algoritmasının kusurlu olduğu ve yanlış ayrıntılara neden olabileceği ve aynı zamanda bazı gerçek ayrıntıların tespitini kaçırmış olduğu yerlerde devreye girerek sorunu doğru bir şekilde tekrardan hizalar.

İndeksleme ve Alma Algoritması: İki parmak izi üzerinde eşleşme yapılırken veri tabanında bulunan çok sayıda parmak iziyle eşleştirilmesi gerekir. Parmak izi görüntülerinden çıkarılan birçok parmak izi görüntüsüne bağlı olarak parmak izi görüntülerini tipik olarak beş sınıfa ayırır (örneğin, sola döngü, sağa döngü, wirbel, ark ve tak). Birçok algoritma sadece dört sınıfa ayırmıştır. Bu sınıflamada genellikle ark ve tak izleri ayırt etmek zordur. Otomatik parmak izi sınıflandırma algoritmaları, veri tabanındaki tüm parmak izlerini farklı kutulara indekslemek için kullanılabilir (çoğu uygulama örtüşen veya model referansını içerir) ve gönderilen örnekler daha sonra yalnızca aynı veri tabanındaki sınıflandırmaya sahip (yani, aynı bölmedeki) kayıtlarla karşılaştırılır. Parmak izi şekli bilgisinin kullanılması, karşılaştırma bölümüne gönderilen verilerin sayısını azaltmak için etkili bir yöntem olup bu da sistemin yanıt süresini kısaltarak avantaj sağlar (Moses, 2014).

Parmak izi tanıma teknikleri, Avrupa ülkelerinde üniversite kampüslerinde yemekhanelerde, yurt, kampüs giriş-çıkışlarındaki işlemlerde, sınav yapılacak salonlarda giriş ve personelin mesai takibini yapma amaçlı işlemlerde, fakültelerde öğrencilerin bilgisayarlarında, araştırma cihazlarını gözlemlemek ve kontrol etme amaçlı birçok alanda kullanılmaktadır (Akçay ve Çetinkaya, 2011).

Galton Sistemi ve Kullanım Amaçları

Parmak izine bağlı olarak ilk çalışma yapan kişilerdendir. Özellikle parmak izi özelliklerinde kement, ark ve helezonu temel olarak parmak izlerini üç ana grupta sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırmada parmak izlerini yay, döngü ve sarmal yapı olmak üzere üç gruba ayırıştırarak sınıflandırmıştır. Ayrıca bu çalışmaların üzerine parmak izlerinde küçük ayrıntılar (minutiae) olan hat bitimi, kısa hat, çatal gibi özellikleri literatüre kattığı için 'Galton Detayları' olarak söz edilir ve bu özelliklere göre parmak izlerinde çalışmalar yaparak sınıflandırmıştır. Bu çalışmalarla Galton' un amacı bu küçük ayrıntılardan kimliklendirme çalışmaları yapmak içindir. Galton yapmış olduğu çalışmalara ek olarak iki parmak izinin aynı olamayacağını ve aynı olma ihtimalinin 64 milyonda bir olarak hesaplayarak adını parmak izi konusunda ölümsüzleştirmiştir (Galton, 1892). Ayrıca Galton' un parmak izlerini gruplara ayırması ile tasnif ve arşivleme sisteminde büyük bir kolaylık sağlamıştır.

Vucetich Sistemi ve Kullanım Amaçları

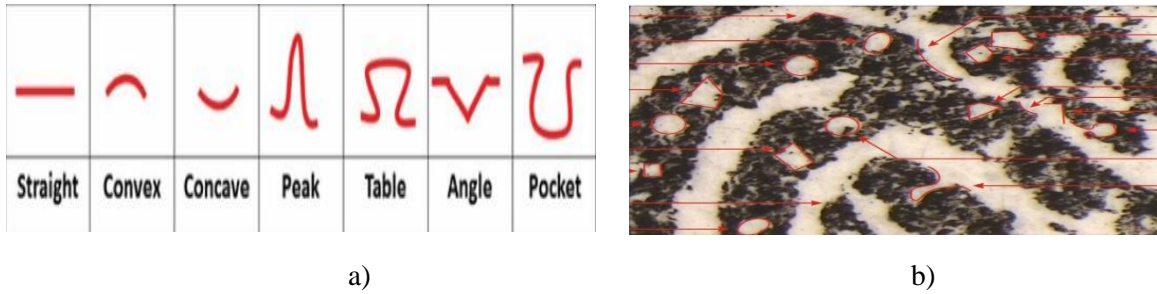
Galton' un parmak izleri üzerinde inceleme tekniğine benzer şekilde parmak izlerindeki detaylara ek olarak yay, fitilli yay, sola yatık kıvrım, sağa yatık kıvrım ve demet özelliklerini de kullanarak parmak izlerini

sınıflandırarak kayıt altına almıştır. Vucetich' in parmak izi sınıflandırma sistemi temel alınarak ilk olarak Emniyette kriminal incelemelerde kullanılıp geliştirilen pratik sistemdir. Bununla birlikte ilk parmak izi inceleme ofisini kuran kişi Vucetich'dir (Akpolat, 2014).

Teknolojik Gelişmelerin Parmak İzi Çalışmalarına Etkisi

Parmak izi çalışmalarında Sankaran (2017) tarafından yapılan Relief tabanlı en uygun özellik seçim algoritması kullanıldığında parmak izi sınıflandırması yapılırken parmak izi eşleştirmelerinde artış olduğu gözlemlenmiştir. Sankaran (2017)' in kullanmış olduğu bu algoritmada; Belirginlik, görüntü, gradyan, sırt ve kalite tabanlı özellikleri temel olarak kullanmıştır (Sankaran vd., 2017).

Özellikle izler üzerinde karakteristik özelliklerin az sayıda olmasından dolayı doğrulama oranlarında düşüklük görülüyor. Ancak bu tür izlerle ilgili çalışmalar yapılırken iz üzerindeki küçük noktaların dahi sonucu önemli derecede etkilediği bilinmektedir. İnceleme işlemlerinde iz üzerinde karakteristik özelliklerin yeterli sayıda olmaması durumunda Poroskopi ve Edgeoskopi yöntemlerini birlikte kullanarak daha kesin sonuca varıp doğrulama oranında artış sağlanmaktadır (Khan, 2012) (Görsel 4). Poroskopi ve Edgeoskopi yöntemlerinde parmak izlerinin analiz sürecinde karşılaştırma yapılırken özellikle üçüncü seviye özellikler kullanılmaktadır. Papil hatlarının çizgisinde meydana gelen sapmalar, kesikler, papil hatları arasındaki kopuklar, porlar, porların şekilleri, papil etrafındaki oluşan şekiller bu kapsamda detaylı inceleme imkanı sunmaktadır. Bu yöntemle parmak izi üzerinde hem açı değerlerine bağlı olarak hem de ICP (İteratif En Yakın Nokta) algoritmaları kullanarak çalışmalar yapıldığında mukayese için belirlenen on iki adet karakteristik özelliğin altındaki izler için de inceleme imkanı bulunmaktadır. Bu sayede kriminalistik açıdan az sayıda özellik barındıran izlere de kimlik tespiti işlemleri yapılmaktadır (Malik ve ark., 2020; Jain ve ark., 2006; Ashbaugh, 1999 ; Gupta ve diğerleri 2008; Ashbaugh ve Houck 2005).



Görsel 4: a) Por Kenar Şekilleri Sınıflandırılması b) Por Kenar Şekilleri (Khan, 2012:3).

Çıngı Açısal Ölçüm Tekniği ve Kullanım Amaçları

Çıngı Açısal Ölçüm Tekniği, parmak izlerinin algoritmasının oluşturulmasında yeni bir ölçüm tekniği olarak kullanılmaktadır. Bu teknik, parmak izlerinin tasnif ve mukayese işlemlerinin yürütülmesi aşamasında uzmana öngörü ve hız kazandıran bir tekniktir. Çıngı Açısı Tekniği parmak izi mukayeselerinde parmak izi uzmanına hem derinlemesine hem de bütüncül bir bakış kazandırmayı amaçlamaktadır. Bu teknik, parmak izlerindeki karakteristik özelliklerden yola çıkarak, delta ile izin merkezinin deltaya karşı konumunu ve eğimini belirtilen noktalar arasında açısal ölçüm yaparak daha isabetli daha doğru verilerin ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Parmak izinin deltaya olan uzaklığı Galton Hattı ile belirlenir. Bu hat 1900 yılında Galton' un yayımlamış olduğu kitapta tasnif sistemi için kullanılan uluslararası bir tekniktir. Parmak izinin taban hattında paralel olarak çekilen bir düzlem ile Galton hattı arasında bir açısal ölçüm yapılmaktadır. Bu ölçüm değeri "Çıngı Açısal Ölçüm Değeri" Olarak adlandırılmaktadır. Bireyin kendi el parmak izlerinde aynı sınıfa ait parmak izlerinde; kan bağı bulunan aile fertlerinin aynı parmaklarında yapılan araştırmada bu değer birbirine yakın olarak tespit edilmiştir (Çıngı, 2022).

Bu teknik hem parmak izi incelemede zamandan tasarruf sağlamış hem de Dünya Kriminal literatüre bir Türk isminin ölçüm tekniği adıyla girmesini sağlamıştır. Ayrıca bu teknik ile bireylerin kendi parmak izleri

ve aile üyeleri arasındaki diğer bireylerin parmak izleri arasındaki benzerlik oranları ortaya çıkarılmıştır (Çıngı, 2022; Aktaran; Gögen. vd., 2023).

PAPBİL Yönteminin Uluslararası Biyometri Analiz Tekniklerine Uygunluğu

PAPBİL Programının analiz ettiği veri parmak izidir. Parmak izinin analiz edilmesindeki sebeplerden biri de uluslararası biyometri yöntemlerinde en sık kullanılan, güvenilirliği ve geçerliliği en yüksek olan veri olmasıdır. PAPBİL, parmak izlerini analiz eden, analiz sonrasında bireye rapor sunan bir program olarak karşımıza çıkmaktadır. PAPBİL' in amacı, bireylerin doğuştan genetik olarak var olan güçlü potansiyellerini ortaya çıkarmaktır. Böylelikle PAPBİL mevcut literatüre ek olarak biyometrik verilerde en çok tercih edilen parmak izine farklı bir bakış açısı kazandırmıştır. PAPBİL, parmak izinin sadece kimliklendirmede kullanılmayacağını, bireyin potansiyel yeteneklerini, zeka ve kişilik özelliklerini, genetik yatkınlığını, spor becerisini, kariyer planlamasını, insan kaynaklarında verimliliğini analiz edebileceğini de ortaya koymuştur.

PAPBİL Yazılım Programı

PAPBİL Programı, parmak izi verilerini kullanarak bireylerin zeka ve yetenek türlerini belirleyen bir sistemdir. Bu sistemin her adımını detaylandırarak, sistemin nasıl çalıştığını ve hangi teknolojilerin kullanıldığı hakkında detaylı bilgiler bu bölümde yer almaktadır:

- Sistemin birinci adımında, kullanıcıların parmak izi verileri, UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), SPI (Serial Peripheral Interface) haberleşme protokolüne sahip parmak izi kiti aracılığıyla toplanmaktadır. Bu kit, parmak izini dijital olarak tarayarak veriyi yüksek hassasiyetle son çıktı oluşturulana dek işlemeye devam etmektedir. Parmak izi verisi, ham bir biyometrik veri olarak PAPBİL sistemine aktarılmaktadır.
- Bu veriyi anlamlandırmak bir sonraki aşama olan back-end yazılım adımlarını kapsamaktadır. Alınan parmak izi verisi, daha önce oluşturulmuş ve eğitilmiş parmak izi veri setleriyle karşılaştırılarak sınıflandırılmaktadır. Bu aşamada, makine öğrenimi modelleri ve parmak izi analiz algoritmaları devreye girmektedir. Parmak izi verisinin özellikleri çıkarıldıktan sonra, bu özellikler mevcut modellerle karşılaştırılarak, kişinin zeka ve yetenek türlerine yönelik belirli modellerle eşleşmesi sağlanmaktadır.
- Bu aşamada, back-end yazılım tarafından Node.js alt yapısına sahip framework olan Electron.js kullanarak sunucuya istek göndermektedir. Sunucu, eşleşen modellerin karşılığı olan zeka ve yetenek türlerine ilişkin bilgileri MySQL veri tabanından almaktadır. Bu bilgiler, kişinin potansiyel yetenek alanları, zeka türleri ve bu alanlardaki olası gelişim yollarını içermektedir. Elde edilen veriler, Tailwind CSS kullanarak front-end tarafında kullanıcıya rapor olarak sunulmaktadır. Bu rapor, kullanıcıya, danışmana, ebeveyn odaklı ve estetik bir ara yüzle, kişinin parmak izi analizine dayalı zeka ve yetenek türlerini detaylandırmaktadır. Raporda, kişiye özgü yetenek analizi ve önerilen çalışma ortamlarına da yer verilmektedir.
- Rapor çıktısının dijital ortamda sunulabilmesi için nodemailer kütüphanesi yardımı ile son kullanıcı, ebeveyn raporu ve danışman raporu kullanıcı ile paylaşıldıktan sonra, gizliliği korumak ve veri güvenliğini sağlamak amacıyla sistemden rapor çıktısı oluşmasıyla birlikte parmak izi verisi anında silinmektedir. Bu silme işlemi, veri tabanından ve geçici depolama alanlarından parmak izi verisinin tamamen kaldırılmasını sağlamaktadır. PAPBİL oluşturduğu bu yöntemle, kullanıcıların parmak izi verilerinin depolanmasının, kötüye kullanılmasının, tekrar tekrar analiz edilmesinin önüne geçmektedir.

PAPBİL yazılımda kullanılan teknolojiler, hem kullanıcı deneyimini en üst seviyeye çıkarmak hem de sistemin güvenilirliğini ve performansını maksimize etmek için seçilmiştir. Tailwind CSS, kullanıcı ara yüzü tasarımında hızlı ve esnek çözümler sunan modern bir CSS frameworküdür. Kullanıcıların sezgisel ve estetik açıdan tatmin edici ara yüzlere hızlıca erişmesini sağlarken, özelleştirilebilir yapısıyla geliştiricilere büyük esneklik tanınmaktadır. Back-end tarafında kullanılan Electron.js, masaüstü uygulamalarının web teknolojileri kullanılarak geliştirilmesini mümkün kılmaktadır. Bu teknoloji, verinin güvenli bir şekilde işlenmesi ve sunucu ile güvenilir bir iletişim sağlanması konusunda büyük avantajlar

sunmaktadır. Veri tabanı yönetimi için MySQL kullanılması, büyük miktarda verinin etkin bir şekilde saklanmasını ve hızlı sorgulama yetenekleriyle veri erişiminin optimize edilmesini sağlamaktadır. MySQL'in güçlü veri bütünlüğü ve güvenliği, sistemin sağlam ve güvenilir bir temel üzerine inşa edilmesine olanak tanımaktadır. Makine öğrenimi ve modelleme alanında, parmak izi verilerinin analiz edilmesi ve sınıflandırılması için gelişmiş makine öğrenimi algoritmaları kullanılmaktadır. Bu algoritmalar, yüksek doğruluk oranlarına ulaşarak biyometrik verilerin hassas ve güvenilir bir şekilde işlenmesini sağlamaktadır. Tüm bu teknolojiler bir araya gelerek, kullanıcı dostu ve güvenli bir sistem olan; hızlı veri işleme, güvenilir veri saklama ve etkili analiz yetenekleri ile gelişmiş bir kullanıcı deneyimi sunan PABİL Programını oluşturmaktadır.

Bu sistemin genel amacı, biyometrik verileri kullanarak bireylerin kişisel yetenek ve zeka profillerini belirlemek ve bu verileri kullanıcıya değer katacak şekilde sunmaktır. Parmak izi verilerinin güvenli bir şekilde işlenmesi ve silinmesi, sistemin güvenilirliğini artırarak kullanıcıların kişisel verilerinin korunmasını sağlamaktadır.

PABİL Programının Farklı Koşullarda Çalışabilmesi (Çevrimiçi & Çevrimdışı Mod)

PABİL sistemi veri güvenliğini sağlayacak şekilde inşa edilmiştir. PABİL Programı ilk versiyonundan bu güne birçok değişim ve gelişim evrelerinden geçmiştir. PABİL' in son versiyonuna, veri güvenliğini ve sürekliliğini sağlamak amacıyla RabbitMQ kuyruk yapısı entegre edilmiştir. RabbitMQ, veri iletiminde oluşabilecek kesintilere karşı verilerin güvenli bir şekilde saklanmasını ve ağ bağlantısı geri geldiğinde bu verilerin işlenmesini sağlamaktadır. Online modda veriler anında işlenirken, offline modda toplanan veriler RabbitMQ kuyruğuna alınarak bağlantı yeniden kurulduğunda bu veriler kaybolmaksızın işlenmektedir. Bu sayede, sistem kesintilere karşı dayanıklı hale gelmektedir. Alınan bu tedbir sayesinde veri kaybı yaşanmadan kullanıcı deneyimi sorunsuz ve güvenilir bir şekilde devam ettirilmektedir. Ayrıca, kurulmuş olunan parmak izi verisi analizi sistemi, modüler yapısı ve standart teknolojilerin (Electron.js, Tailwind CSS, MySQL) kullanımı sayesinde, mevcut büyük sistemlere entegrasyonu oldukça kolaylaştırmaktadır. Sistem API tabanlı iletişim yapısıyla, diğer yazılımlarla veri alışverişi yapabilmektedir. Bu sayede büyük çaplı projelerde sorunsuz bir entegrasyon sağlamaktadır. Veri güvenliği ve gizliliğine verilen önem doğrultusunda, verilerin güvenli bir şekilde yönetilmesi ve silinmesi, entegrasyon sürecinde herhangi bir uyumluluk sorunu yaşanmamasını temin etmektedir. Bu özellikler, sistemin esnekliğini ve kullanılabilirliğini artırarak, genişletilebilir ve ölçeklenebilir bir çözüm sunmaktadır.

Parmak İzi Verilerinin Güvenliği

PABİL Programı, ilk baştan son düzenlemelere kadar olan tüm süreçte KVKK' ya tam uyumlu şekilde inşa edilmiştir. PABİL Programından parmak izi analiz raporu çıktısı alındıktan sonra, PABİL Sistemi, olay tetikleyici mekanizma aracılığıyla parmak izi verileri veri tabanından kalıcı olarak silmektedir. Bu işlem, Node.js kullanılarak geliştirilmiş özel bir olay dinleyici tarafından gerçekleştirilmektedir. Node.js, olay tabanlı bir yapıya sahip olduğu için, rapor oluşturma işlemi tamamlandıktan sonra tetiklenen bir olayla veri tabanından verilerin silinmesini sağlamaktadır. Bu mekanizma, sistemin güvenliğini ve veri yönetimini sağlamak için özel olarak tasarlanmıştır. Bu amaçla oluşturulan algoritmik düzen hem veri gizliliği sağlamakta hem de gereksiz veri birikiminin önüne geçmektedir.

PABİL Programı ve Yapay Zeka

PABİL Programı karma bir yazılımla inşa edilmiştir. Birden fazla yazılım dili ve çokça yöntem kullanılması, PABİL' in farklı teknolojilere uyumunu kolaylaştırmaktadır. PABİL Programında komut kontrollü yapay zeka sisteminde ve rapor çıktısı üretimi için geliştirilen sistem, yapay zeka (AI) teknolojilerinden faydalanılarak üretilmiştir. Bu sistem, Python yazılım diliyle geliştirilmiş olup, görüntü işleme alanında öncü olan OpenCV kütüphanesi ile entegre bir şekilde çalışmaktadır. Yapay zeka algoritmaları, kullanıcıdan alınan parmak izi verilerini analiz etmek ve özelliklerini çıkarmak için kullanılmaktadır. Özellik çıkarımı işlemi, parmak izi verilerini sayısal olarak temsil eden vektörlerin oluşturulmasıyla gerçekleştirilmektedir. Bu vektörler, veri setlerinde bulunan diğer parmak izleriyle karşılaştırılarak eşleşen modellerin belirlenmesini sağlamaktadır. AI, bu eşleşmeleri yaparken parmak

izlerindeki Çıngı Açısı, aralarındaki mesafelerin hesabıyla ve öğrenme yetenekleriyle ön plana çıkmaktadır. Python ve OpenCV' nin sağladığı esneklik ve AI' nin sağladığı analiz yetenekleri, sistemin etkin ve güvenilir bir şekilde çalışmasını sağlamaktadır. Sonuç olarak, sistemin AI bileşeni, parmak izi verilerinden çıkarılan özellikler üzerinde derinlemesine analizler yaparak kullanıcının zeka, yetenek ve kişilik profiline ilişkin kapsamlı bir rapor üretmektedir. Bu rapor, kullanıcıya kişisel gelişim ve kariyer planlaması konusunda, eğitim ortamlarının düzenlenmesi ve akademik gelişim hakkında değerli bilgiler sunacak şekilde tasarlanmıştır.

KVKK Uyumlu İnovatif Bir Çözüm: PABİL Programı

Kişisel veri, kimliği belirli ya da belirlenebilir gerçek kişiye ilişkin her türlü bilgidir. Türk Dil Kurumu TDK, (2024) Kişisel kelimesini “Kişi ile ilgili, kişiye ilişkin, kişinin kendi malı olan; şahsi, zatî.” şeklinde tanımlamaktadır. TDK, (2024) Veri kelimesini ise “Gözlem ve deneye dayalı araştırmanın sonuçları” olarak tanımladığı görülmektedir. Kişisel veri, bireyin kendi bedeni, özgür iradesi, fiziki ve ruhsal durumu ile ilgili birçok bilginin ortak adıdır. Ülkemizde kişisel verilerin kanun güvencesinde koruma altına alınması, 24 Mart 2016 yılı çıkan 6698 sayılı kanunla sağlanmıştır (Mevzuat, KVKK 2016). “Kişisel Verilerin Korunması Kanunu” çerçeve bir kanun olup birçok detaydan mahrumdur. Kanununun ülkemizde yeni olması bazı maddelerinin uygulama esaslarının net olarak belirlenememesine yol açmıştır. Çözüm olarak seminerler ve eğitimlerle halk bilinçlendirme yoluna gidilmektedir. Veri işleyicisi firmaların kanunlara sınıksız uyumunu sağlamak amacıyla bir takım yasal zorunluluklar getirilmesi de bir diğer tedbirdir. Bu kanunda esas olan bireyin kendi kişisel verisinin alınması, işlenmesi ve depolanması hususunda öncelikle bireyin kendisinin bilgisi izni olması, hak ve sorumluluklarının farkında olması istenilmektedir. Bu bağlamda birey bir firma ya da kurumla iş ya da ticaret ilişkisine girdiğinde haklarını iyi bilmeli ve verdiği kişisel bilgilerin ne amaçla nerede kullanılacağını sorgulamalıdır. PABİL Programı son kullanıcının bu hassasiyetine ve Kişisel Verilerin Korunması Kanununun yükümlülüklerine uygun şekilde tasarlanmıştır.

Kişisel veriler hem Anayasal hem de 6698 sayılı kanunla koruma altına alınmıştır. Bu verilerin toplanıp kullanılması bazı hallerde izne tabidir. Kişisel verilerin işlenmesi hususu Kişisel Verilerin İşlenmesi Kanununun 5. maddesinde sayılan hallerden en az birinin bulunması durumunda mümkündür. Buna göre;

- “İlgili kişinin açık rızasının varlığı,
- Kanunlarda açıkça öngörülmesi,
- Fiili imkansızlık nedeniyle rızasını açıklayamayacak durumda bulunan veya rızasına hukuki geçerlilik tanınmayan kişinin kendisinin ya da bir başkasının hayatı veya beden bütünlüğünün korunması için zorunlu olması,
- Bir sözleşmenin kurulması veya ifasıyla doğrudan doğruya ilgili olması kaydıyla sözleşmenin taraflarına ait kişisel verilerin işlenmesinin gerekli olması,
- Veri sorumlusunun hukuki yükümlülüğünü yerine getirebilmesi için zorunlu olması,
- İlgili kişinin kendisi tarafından alenileştirilmiş olması,
- Bir hakkın tesisi, kullanılması veya korunması için veri işlenmesinin zorunlu olması,
- İlgili kişinin temel hak ve özgürlüklerine zarar vermemek kaydıyla, veri sorumlusunun meşru menfaatleri için veri işlenmesinin zorunlu olması” hallerinden birinin varlığı durumunda ilgili kişinin kişisel verilerinin işlenmesi mümkün bulunmaktadır (Mevzuat, KVKK 2016, 5. Madde).

PABİL Programı Kişisel Verilerin Korunması Kanununda belirtildiği ve yukarıda sayılan maddelerde yer alan “kişinin açık rızası” kapsamında yazılı izniyle uygulanmaktadır. Bir çocuğa analiz yapılmadan önce PABİL Ekibi, aile ile odak görüşme yaparak süreci ve hukuki dayanağı aktarmaktadır. Daha sonra aileden yazılı izinler alınarak PABİL Yetenek Analizi uygulanmaktadır. “Kanun kapsamında, veri sorumlusu tarafından kişisel veri işleme faaliyetinin amacının öncelikli olarak açık rıza dışındaki işleme şartlarından birine dayanıp dayanmadığı değerlendirilmeli, eğer bu amaç Kanunda belirtilen açık rıza dışındaki şartlardan en az birini karşılamıyorsa, bu durumda veri işleme faaliyetinin devamı için kişinin açık rızasının alınması yoluna gidilmelidir” şartı PABİL Programında harfiyen yerine getirilmektedir.

Açık rıza formu ve aydınlatma metnini doldurmayan bireylere PAPBİL Yetenek Analizi uygulanmamaktadır.

Kişisel Verilerin Korunması Kanunu açık, anlaşılır ve net ifadelerle bireyin haklarını, veri işleyen firmaların da sorumluluklarını tek tek belirlemiştir. Bu kapsamda, parmak izini özel nitelikli kişisel veri olarak tanımlamış ve parmak izinin işlenme şartını 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu'nun 6. Maddesinde düzenlenmiştir (Mevzuat, KVKK 2016, 6 Madde).

Tüm bu anlatılanlar ışığında PAPBİL Programı bireyin kişisel verilerine saygılı ve KVKK ile son derece uyumlu bir çalışma sistemine sahiptir. Programın asıl amacı, insanların parmak izi desenlerini analiz ederek onlara yetenek, zeka, kişilik özelliği, iletişim şekli, motivasyon türü, öğrenme stili, eğitim ortamlarının planlanması, gelişim tavsiyeleri, kariyer planlaması hakkında bilimsel bir rapor sunmaktadır.

Bu amaçlarla PAPBİL Programı tarafından analiz edilen ilgili verilerinin kim tarafından, hangi amaçlarla ve hukuki sebeplerle işlenebileceği, kimlere hangi amaçlarla aktarılabileceği konularında PAPBİL Programının aydınlatma yükümlülüğüne ve KVKK uyumluluğuna haiz şekilde nasıl dizayn edildiği yukarıda detaylıca anlatılmıştır. Bu yükümlülük kapsamında analiz edilen parmak izi verileriniz PAPBİL Programı tarafından rapor hazırlanmadan hemen önce tamamen silinmektedir. Silme işlemi hangi teknolojinin kullanıldığı PAPBİL Yazılım Programı başlığı altında anlatılmıştır. Silme işlemleri KVKK 5. Maddenin anonim hale dönüştürülmesi kapsamında uygulanan standart bir prosedürdür (Mevzuat, KVKK 2016). Birey tekrar analiz yaptırmak isterse bu işlem en başından itibaren yeniden tekrarlanmaktadır. Analiz bittiğinde bireyin parmak izleri PAPBİL Programının herhangi bir kısmında kalmamaktadır.

Kişisel Veri olan parmak izinin ve diğer kişisel verilerinizin projemizde kullanılması Uluslararası koruma altındadır. Türkiye Cumhuriyeti'nin taraf olduğu BM İnsan Hakları Evrensel Bildirgesi, Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi, Birleşmiş Milletler Belgeleri, Uluslararası Bildirgeler alınan parmak izi ve diğer kişisel verilerinizin uluslararası düzeyde de korunmasını sağlamaktadır. Ayrıca PAPBİL tarafından alınan kişisel veriler kesinlikle yurtdışına veya uluslararası mecraya aktarılmamaktadır.

SONUÇ

Uluslararası araştırmalara göre insana ait en sık kullanılan biyometrik verinin parmak izi olduğu bilinmektedir. Parmak izinin hızlı analiz imkanı tanınması ve uygun maliyetle birlikte güvenli bir biyometrik veri olması onun tercih edilme olanağını da artırmaktadır (Akçay ve Çetinkaya, 2011). Parmak izinin kullanım alanları oldukça geniştir. Parmak izinin kullanım alanlarına bir yenisini de "PAPBİL Teknolojisi" kazandırmıştır. PAPBİL, bireylerin parmak izini analiz ederek, bireylerdeki yetenek, kişilik ve zeka özelliklerini ortaya koyan minimum %80; maksimum %94,6 aralığında tutarlı bir rapor sunmaktadır. PAPBİL, bu aşamaların tamamında bilimsel bir yolla ilerlemektedir (Gögen vd. 2023). PAPBİL geliştirdiği bu inovatif teknolojinin temelinde, parmak izi inceleme teknikleri ve PAPBİL ekibinin deneyimleri bulunmaktadır. 2016 yılından bu güne süre gelen ARGE çalışmaları PAPBİL Ekibini birçok açıdan deneyim sahibi yapmıştır. Deneyimli ve uzman ekip yüzbinlerce parmak izini incelemiş, algoritma oluşturmuş, bilgisayar tabanlı yazılım programları hazırlamıştır. Bu kapsamda geliştirilen PAPBİL programı, binlerce kullanıcıya ulaşmış ve memnuniyetle karşılanmıştır. Bu kapsamda sürekli ARGE üretirken bilim ve bilimsel değer üreterek literatüre ve ülkemizin eğitim sistemine olumlu katkı sunmak amaçlanmıştır. Bu sayede yapılan araştırmaların bilimsel temelleri kullanıcıyla paylaşılmıştır. Ayrıca bu çalışmalar parmak izi incelemeleri ve eğitim teknolojileri gibi farklı alanlarda da alana katkı sunmuş ve inovasyon fikrini tetiklemiştir. Geline nokta, bireyi tanımak adına geliştirilen bir takım test ve ölçüklerin çok eski olduğu, çoğunun bilgisayar teknolojisi öncesinde geliştirildiği bilinmektedir. Bu testlerin hata paylarının azaltılması ve geçerlilik güvenilirlik ve tutarlılık oranlarının artırılması kapsamında inovatif bir çözüm olarak PAPBİL geliştirilmiştir. PAPBİL, ülkemizin yerli ve milli imkanları ile PAPBİL Ekibinin alın teri ve gayreti ile yukarıda belirtilen yazılım teknolojileri ile geliştirilmiştir. PAPBİL Programının kullanıcıya ulaşmasından bu güne alınan dönütler ve yapılan bilimsel çalışmalar programın amaç ve hedeflerine uygun, hızlı ve daha ekonomik olduğunu göstermiştir.

KAYNAKÇA

- Akçay, M., & Çetinkaya, H. H. (2011). *Kampüslerde Uygulanan Yeni Biyometrik Sistemler*. Akademik Bilişim, 11.
- Akpolat, F. (2014). Parmak İzinin Fraktal Teorisi. Yüksek Lisans Tezi. Bilecik: Şeyh Edebali Üniversitesi.
- Ashbaugh, DA. (1999). Quantitative–Qualitative Friction Ridge Analysis: An Introduction To Basic And Advanced Ridgeology, *CRC Press*, s.: 87–163.
- Ashbaugh, D. R., & Houck, M. M. (2005). Fingerprints And Admissibility: Friction Ridges And Science. *Canadian Journal of Police and Security Services*, 3(2), 69-69.
- Cappelli, R., Ferrara, M., Maltoni, D. (2010). Minutia Cylinder-Code: A New Representation And Matching Technique For Fingerprint Recognition. *IEEE Transactions On Pattern Analysis And Machine Intelligence*, 32(12): 2128
- Chen, X., Tian, J. ve Yang, X. (2006). Normalleştirilmiş Bulanık Benzerlik Ölçüsüne Dayalı, Bozuk Parmak İzi Eşleştirme İçin Yeni Bir Algoritma. *Görüntü İşleme üzerine IEEE İşlemleri*, 15 (3), 767-776.
- Çıngı, H. İ. (2022). Kan Bağı Bulunan Aile Bireyleri Arasında Parmak İzi Benzerliğinin Araştırılması. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (40), 470-502.
- Dede, G., Sazlı, M. H. (2010) Biyometrik Sistemlerin Örüntü Tanıma Perspektifinden İncelenmesi ve Ses Tanıma Modülü Similasyonu, EEBM Ulusal Kongresi.
- Deng, H., & Huo, Q. (2005). Minutiae Matching Based Fingerprint Verification Using Delaunay Triangulation And Aligned-Edge-Guided Triangle Matching. In *Audio-And Video-Based Biometric Person Authentication: 5th International Conference, AVBPA 2005, Hilton Rye Town, NY, USA, July 20-22, 2005. Proceedings 5* (pp. 270-278). Springer Berlin Heidelberg.
- Derya, E. (2011). Parmak İle Yüz Arasındaki İlişki Analizi. Doktora Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi.
- Emniyet Genel Müdürlüğü Yayınları (EGM). (2005). *On Parmak İzi Tasnif Sistemi Kitabı*. (Y.N.: 4. S: 80) Ankara: Kriminal Daire Başkanlığı Yayınları.
- Feng, J., & Jain, A. K. (2011). Fingerprint Reconstruction: From Minutiae To Phase. *IEEE Transactions On Pattern Analysis And Machine Intelligence*, 33(2), 209-223.
- Galton, F. (1892). *Parmak izleri* (No. 57490-57492). Cosimo Klasikleri.
- Gupta, A., Buckley, K., & Sutton, R. (2008). Latent Fingerprint Pore Area Reproducibility. *Forensic Science International*, 179(2-3), 172-175.
- Gögen, R., Çıngı, H., İ., Yılmaz, M., (2023). Bireyi Tanıma Tekniğinde Yenilikçi Bir Yaklaşım: PAPBİL Programı. 16. Uluslararası Eğitim Araştırmaları Kongresi'nde Sunulan Bildiri. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Eğitimin Felsefi Sosyal ve Tarihi Temelleri Bölümü, Ekim.
- Hu, C., Yin, J., Zhu, E., Chen, H., & Li, Y. (2010). Log-Gabor Filtresine Ve Yönlendirme Güvenilirliğine Dayalı Bir Bileşik Parmak İzi Segmentasyonu. 2010 Yılında IEEE Uluslararası Görüntü İşleme Konferansı (s. 3097-3100). IEEE.

- Jain, A. K., Chen, Y., & Demirkus, M. (2006). Pores And Ridges: High-Resolution Fingerprint Matching Using Level 3 Features. *IEEE Transactions On Pattern Analysis And Machine Intelligence*, 29(1), 15-27.
- Jiang, X., & Yau, WY (2000). Yerel Ve Küresel Yapılara Göre Parmak İzi Ayrıntıları Eşleştirme. Proceedings 15. Uluslararası Örüntü Tanıma Konferansında. ICPR-2000 (Cilt 2, s. 1038-1041). IEEE.
- Jandarma Kriminal Daire Başkanlığı, (JKDB). (2009). *Adli Bilimler 1 Kitabı, Parmak İzinin Tarihçesi*, Ankara: Kriminal Daire Başkanlığı Yayınları.
- Khan, H. N. (2012). Identification From Edgeoscopy And Poroscopy İn The Examination Of Partial.Fingerprints And Their Significance İn Crime İnvestigation. October. <http://hdl.handle.net/10603/4284>.
- Komarinski, P. (2005). Automated Fingerprint Identification Systems (AFIS), Elsevier Academic Press, California, USA, s.: 3-4.
- KVKK Mevzuat (2016). 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu. <https://www.mevzuat.gov.tr/>.
- Lerner, KL., Lerner, BW. (2006). Automated Fingerprint Identification System (AFIS). *World of Forensic Science*, Vol.1: 5-53.
- Malik, A. H., Zehra, N., Ahmad, M., Parui, R., & Iyer, P. K. (2020). Advances In Conjugated Polymers For Visualization Of Latent Fingerprints: A Critical Perspective. *New Journal of Chemistry*, 44(45), 19423-19439.
- Maltoni, D., Maio, D., Anil, K. Jain, Prabhakar, S., (2003). "Handbook of Fingerprint Recognition", Spinger *Science+Business Media*, New York, 10-123.
- Moses, K.R. (2014). *Automated Fingerprint İdentification System (AFIS)*. The Fingerprint Sourcebook.
- Peralta D, Galar M, Triguero I, Hurtado OM, Benitez JM, Herrera F. (2014). Minutiae Filtering To İmprove Both Efficacy And Efficiency Of Fingerprint Matching Algorithms. *Engineering Applications Of Artificial Intelligence*, 32: 37–53.
- Sankaran, A., Jain, A., Vashisth, T., Vatsa, M., & Singh, R. (2017). Adaptive Latent Fingerprint Segmentation Using Feature Selection And Random Decision Forest Classification. *Information Fusion*, 34, 1-15.
- Vatsa, M., Singh, R., Noore, A., & Houck, M. M. (2009). Quality-Augmented Fusion Of Level-2 And Level-3 Fingerprint İnformation Using Dsm Theory. *International Journal of Approximate Reasoning*, 50(1), 51-61.
- Yalçın, N., & Gürbüz, F. (2015). Biyometrik Güvenlik Sistemlerinin İncelenmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(2), 398-413.