



EL YAZISINDAN KİŞİLİK ANALİZİNDE EL YAZISI TANILAMAYA YÖNELİK BİR KARAR DESTEK MODELİ ÖNERİSİ

Ümit DEMİR^{1,a,*}, Bora UĞURLU^{1,b}

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye

^aumitdemir@comu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4899-4895

^bboraugurlu@comu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6769-9563

ÖZET

El yazısından farklı kişisel bilgilere ulaşma ve bunları farklı amaçlara yönelik kullanma isteği insan yaşamında her zaman ilgi konusu olmuştur. Yazma olgusu aslında beyin tarafından gerçekleştirilen bir fonksiyondur. Yazma işlemi, beyin tarafından gönderilen sinyallerin kâğıt üzerine aktarılmasıdır. El yazısı; parmak izi, kan grubu ve DNA örneği gibi kişisel farklılık gösteren ve kişileri birbirinden ayıran temel özelliklerdendir. Bu nedenle de el yazısı adli bilimler tarafından geçerliliği kabul edilmiş, ayırt edici bir özelliktir. Bilgi teknolojilerindeki ve görüntü işleme gibi yazılım geliştirme platformlarındaki hızlı gelişmeler ile el yazısı analizine yönelik çalışmalara da ivme kazandırmıştır. El yazısı analizinin kullanıldığı çalışmalardan birisi de kişilik (karakter) analizi yani grafolojidir. Bu nedenle el yazısı analizine yönelik çalışmalar son yıllarda uluslararası düzeyde birçok çalışmaya konu olmuşken ülkemizde bu konudaki çalışmaların çok daha sınırlı olduğu görülmüştür. Bu kapsamda gerçekleştirilen bu çalışma ile ulusal ve uluslararası düzeyde kişilik tespitine yönelik el yazı analizine yönelik karar alma çalışmaları derlenerek el yazısı özellik tespitine yönelik bir karar destek modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen karar destek modelinde mevcut alanyazında genelde incelenen yazı eğimi özellik tanımlaması ile sınırlı kalmamıştır. Model kapsamında yazı eğim değeri, satırlar arası boşluk oranı, satır yoğunluğu, kelime eğimi, yazı büyüklüğü gibi birçok özelliğin değerlendirilmesi formüller ile tanımlanarak karar yapıları geliştirilmiştir. Bu çalışma ile, ulusal düzeyde gerçekleştirilecek el yazısı analizine ve buna

***Sorumlu Yazar (Corresponding Author)**

Atrif (Citation): DEMİR, Ü., UĞURLU, B., "EL YAZISINDAN KİŞİLİK ANALİZİNDE EL YAZISI TANILAMAYA YÖNELİK BİR KARAR DESTEK MODELİ ÖNERİSİ", UMÜFED Uluslararası Batı Karadeniz Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 3(2): 47-71, 2021.

Geliş (Received): 18/06/2021

Kabul (Accepted): 01/09/2021

Yayın (Published): 31/12/2021

yönelik yapılacak karar alma sistemlerine yönelik yazılım çalışmalarına farklı bir bakış kazandırması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: El yazı analizi, Görüntü işleme, Karar yapıları, Makine öğrenmesi

ABSTRACT

By using handwriting, the desire to reach personal information other and to use it for different purposes has always been a matter of interest in human life. The phenomenon of writing is actually a function performed by the brain. Handwriting is the transfer of signals sent by the brain onto paper. Handwriting: Fingerprints, blood group, and DNA sample are the basic features that show personal differences and distinguish people from each other. For this reason, Handwriting is a distinctive feature that has been accepted by forensic sciences. The rapid developments in information technologies and software development platforms such as image processing, it has also accelerated the studies on handwriting analysis. One of the studies in which handwriting analysis is used is personality (character) analysis, namely graphology. For this reason, while studies on handwriting analysis have been the subject of many international studies in recent years, it has been seen that studies on this subject are much more limited in our country. With this study carried out in this context, a decision support model for handwriting feature detection was developed by compiling decision-making studies for handwriting analysis at the national and international levels. The developed decision support model is not limited to the text slope feature definition, which is generally examined in the current literature. Within the scope of the model, the evaluation of many features such as word slope value, spacing between lines, line density, spacing between words, the font size was defined with formulas and decision structures were developed. This study is expected to bring a different perspective to software studies for handwriting analysis and decision-making systems to be made at the national level.

Keywords: Handwriting analysis, Image processing, Decision structures, Machine learning

1. GİRİŞ

El yazısı verisinden kişiye ait farklı tanımlayıcı bilgiler elde etme ve bu bilgileri kullanma isteği her zaman insanlara ilgi çekici gelmiştir. El yazısını kullanarak karakter analizinde bulunma alanyazında grafoloji olarak ifade edilmektedir. Grafolojinin geçmişi eski Roma dönemine uzanmaktadır. Tarihçi Suetonius Tranquillus imparatorların farklı el yazısı

stillere sahip olduğunu fark ederek bu analizin ilk geliştiricisi olarak tanımlanır [1]. Tranquillus farklı el yazısı biçimlerinin farklı kişilik özelliklerini yansıttığını ileri sürerek, bu konudaki teorileri ilk dile getirendir. Benzer şekilde 17. yy. yazarları farklı el yazısı yazım biçimleri ile kişiliği ilişkilendirmeye çalışmışlardır [2].

El yazısı gerçekte beynin bir fonksiyonudur. Beyin tarafından gönderilen sinyallerin kâğıt üzerine aktarılmasıdır [3]. El yazısı, kişilerin farklı özelliklerinden ve durumlarından kolayca etkilenebilmektedir. Ayrıca adli tanımlama işlemlerinde önemli bir kişi tanıma aracıdır. Kişilerin el yazı örnekleri sorgulanırken incelenen birçok tanımlama özelliği vardır. Bu tanımlama özelliklerinin bazıları bir bazılarını ise birkaç tanıyı aynı anda yansıtabilmektedir [4]. El yazısı; parmak izi, kan grubu ve DNA örneği gibi kişisel farklılık gösteren ve kişilerin ayırt edici temel özelliklerdendir. Bu nedenle de adli bilimler tarafından geçerliliği kabul edilmiş bir ayırıcı özelliktir [5]. Birincioğlu [6], adli işlemlerde de kişinin el yazısı örneğinin kimlik özelliği taşıdığını, kişisel farklılıklar taşıdıklarını ve bu kapsamda kişisel, ayırt edici bir özellik olarak tanımlanması gerektiğini belirtmektedir. Bu kapsamda el yazısının tanımlanmasında ortaya koyulan özellikler; yazı eğimi, yazı birimleri veya kelimeler arası uzaklık, yazı birimlerinin boyutları, kıvrımları gibi özellikler olduğunu belirtmektedir. Ayrıca Birincioğlu [6] gelişmiş ülkelerde (ABD’de CEDAR ve Almanya’da FISH gibi) veri tabanlarına yazı özelliklerine ait tanımlama bilgilerinin kaydedildiği ancak ülkemizde gelişmiş ülkelere benzer şekilde kayıt sisteminin halihazırda bulunmadığını belirtmektedir. Bu durumdan dolayı ülkemizdeki el yazısı tanımlama yönelik çalışmaların yetersiz olduğunu, raporlamalarda uzman görüşlerinin gerekçelerinin yazılmamasında tartışmalara ve şüphelere neden olabildiğini ayrıca belirtmektedir. Bu ve diğer nedenlerden dolayı el yazısı analizine yönelik çalışmaların önemi ve bunlara duyulan ihtiyaç artmaktadır. Bilgi teknolojilerinde ve görüntü işleme gibi yazılım geliştirme süreçlerindeki gelişmeler ile el yazı analizine yönelik çalışmalara da hız kazandırmıştır. Bu nedenle el yazısı analizi ve buna yönelik karar alma çalışmaları güncelde uluslararası alanda birçok farklı çalışmaya konu olmuşken ülkemizdeki bu alanda yapılan çalışmalar son derece sınırlı olarak görülmüştür.

1.1. Yazılım Geliştirme Süreçlerinde Karar Yapılarının ve Yapay Sinir Ağlarının Kullanımı

İnsanoğlunun yaşamının birçok aşamasında “karar alma” durumunda kalabilmektedir. Alınacak her karar arzu edilen bir sonucun elde edilmesini sağlayabileceği gibi karar vereni

istemediği durumlarla karşılaşmasına yol açabilir. Bu nedenle karar alma sürecinin doğru olarak yapılandırılması ve tanımlanması gerekmektedir [7].

Günümüzde alınan başarılı kararlar incelediğinde bu kararların temelinde bilginin doğru bir biçimde yapılandırıldığı ve amaca yönelik kullanıldığını görmekteyiz. Benzer şekilde işletmelerde karar verici durumunda olan şirket yönetenlerinin de bilginin karar alma süreçlerinde doğru kullanımının şirketlerine veya kurumlarına ne tür faydalar kazandıracağına farkında olduğu görülmektedir. Bu nedenle günümüz yöneticileri karar alma süreçlerini desteklemek amacıyla bilgi teknolojilerine yatırımlar yaparak şirketlerinin veya kurumlarının stratejik hedeflerine ulaşmalarında fayda sağlamaya yönelik çalışmalar ve yatırımlar yapmaktadırlar.

Karar alma sürecinde karşılaşılan en büyük problem toplanan verileri etkili bir şekilde kullanımını sağlayarak anlamlı sonuçlar elde etmektir. Bu aşamada toplanan nitelikli (hatadan arındırılmış) veri miktarı da büyük önem taşımaya başlamıştır. Veri miktarında istenilen bu artış karar vericilerin elde edilen verileri anlamalarını ve yorumlamalarını zorlaştırabilmektedir. Bu problemin çözümünde karar alıcılar, ellerindeki veri setlerinden gerekli olan bilgileri çıkartan ve elde edilen veriler arasındaki gizli desenleri, örüntüleri, bağlantıları ortaya çıkarabilecek sistemlere gereksinim duyabilmektedirler. Bu nedenle günümüzde karar alıcılarının karar alma süreçlerinde onları destekleyecek karar destek sistemlerini kullanımı da oldukça yaygınlaşmıştır. Bu kararların alınmasında ve karar sistemlerinin oluşturulmasında yapay sinir ağ kullanımı birçok fayda sağlayabilmektedir.

Tanım olarak yapay sinir ağları (YSA) gerçek insan beyninin biyolojik sinir yapısını taklit eden sinirsel algılayıcılar kullanılarak daha öncesinde öğrenilmiş ya da gruplandırılmış bilgilerden yararlanarak yeni bilgiler üretebilen ve bu bilgileri kullanarak değişik kararlar alabilen bilgisayar yazılımlarıdır [8]. YSA; girilen veriler içerisindeki örüntünün tanınması veya sınıflandırması, sıra tanıma, veri sıkıştırma, öğrenme süreci boyunca fonksiyon modelleme gibi belirli bir uygulama geliştirme işlemi gerçekleştirilebilmektedir. Sinir ağları, dijital bir model kullanmak yerine veri işleme elemanları arasında ilişkiler kurarak, ilişkiler üzerindeki etki düzeyleri ve etkinleştirme işlevlerini kullanarak istenilen işlemlerin gerçekleştirilmesini sağlayabilmektedir. YSA; uyarlamalı öğrenme, öz-düzenleme, gerçek zamanlı çalışma ve yedekli bilgi kodlama gibi yöntemler ile hata toleransı düşük işlemlerin gerçekleştirilmesinde kolaylıklar sağlayabilmektedirler [9]. Etkin kararların verilmesinde

problem durumu ile ilgili birçok veri setinin alınmasının ve bunların yorumlanmasının büyük bir önemi bulunmaktadır. Bu süreçte de makine öğrenme yapıları kullanılmaktadır.

1.2. Makine Öğrenmesi

Makine öğrenmesi çevresel durum gözlemlerinin ve geçiş tabanlı kuralların eşit düzeyde önem taşıdığı öğrenme süreçlerinin ve öğrenimin gerçekleştirildiği otomasyon sistemleridir. Makine öğrenmesinde sadece örneklerden öğrenme gerçekleştirilmez. Takviye öğrenimi ve öğretmenle öğrenim kapsamında da farklı işlemler bu öğrenme süreçlerinde gerçekleştirilmektedir. Bir öğrenme algoritması veri kaynakları ile onların beraberinde giriş bilgilerinden ve bu bilgilerden elde edilen sonuçlardan oluşmaktadır. Makine öğrenmesi kapsamında, önceki örnekler ve bunların sonuçları incelenir. Sonrasında sistem bu işleri hangi yöntem ile tekrar yapması gerektiğini öğrenir, elde edilen yeni durumlar hakkında genelleme yapmaya başlar [10]. Bu işlemleri gerçekleştirirken makine öğrenmesi sistemleri genellikle tek bir gözlemleyici veri setini kullanmazlar. Eğitim kümesi adı verilen bütün veri seti sistemini kullanırlar. Veri seti içerisinde örnek gözlem kod verileri bulunan ve makineler tarafından okunabilen bazı form verileri bulunmaktadır. Veri tabanında öğrenme bilgisinin keşfi, veri madenciliği ve makine öğrenmesinin bir aşaması olan problemlerin çözümü için gerekli algoritmalarla ilişkilidir [10]. İstatistiksel yöntemler aracılığı ile veya yapay sinir ağları kullanılarak veriden bir fonksiyon elde edilip bu fonksiyonu öğrendikten sonra bu fonksiyon kuralının herkesin anlayabileceği bir kural biçiminde tanımlanması oldukça zordur. Oysaki, karar ağacı oluşturma işlemi gerçekleştirildikten sonra ağacın kökünden yaprağına doğru gidilerek her dal için bir kural tanımlaması yapılarak kural tanımlamaları gerçekleştirilebilir. Bu şekilde gerçekleştirilecek olan kural çıkarma işlemleri, veri madenciliği çalışmalarının sonuçlarının doğrulanmasını da sağlayabilir [11].

Karar ağacına dayalı algoritmalar geliştirilirken genellikle karar ağacını oluşturma ve değerlendirme süreçlerinde veri madenciliği kapsamında arama yapma için entropi ölçüsü kullanılır [12]. Entropisi en düşük olan özellik, en iyi karakteristik özellik olarak kabul edilmektedir. Kabul edilen bu özellik ayrıca karar ağacının kökünü oluşturmaktadır. Örnek verileri bu özelliğe göre küçük alt kümelere bölünerek ağacın her dalı bir sınıf değerine karşılık gelecek şekilde dallandırma işlemi yapılır. Karar ağacı geliştirme süreci, eğitim örneklerinin kullanıcının belirlediği sınıflandırma ölçütünü doğru bir şekilde sınıflandırma sonucu elde edilene kadar sürer [10].

Karar ağacına dayalı algoritmalarda Böl-ve-Fethet yöntemi kullanılarak işlemler yapılarak örnekler alt kümelere bölünür. Böl-ve-Fethet öğrenme yöntemi, bir örnekler kümesini, her bir alt kümede sadece yalnız bir sınıf kalıncaya kadar alt kümelere bölme işlemine devam eder. Doğrudan kural üreten algoritmalar ise kapsama yöntemine göre işlemlerini gerçekleştirirler. Bu yöntem ile verilen örnek kümesinde daha genel kuralların sağlanması amacıyla örnek kümesi sınıf değerlerine göre alt kümelere bölünür. Verilen her bir alt kümede arama yöntemleri kullanılarak yeni kuralın üretimi için işlemler yapılır.

1.3. Görüntü İşleme Teknolojileri

Görüntü işleme, bir veya birden çok görüntü verilerinden bilgisayar yazılımları kullanarak bir veya daha çok ana işlemciyle zaman sıralamasına göre çeşitli tekniklerle görüntülerin analiz edilmesi işlemidir [13]. Görüntü işleme sürecinde, veriler yakalanıp özellik çıkarma işlemleri yapıldıktan sonra, farklı bir aygıtta okunabilir bir biçime dönüştürülerek bir elektronik ortamdan diğer bir elektronik ortama aktarılmasına yönelik çalışmalar ise “sinyal işleme” olarak ifade edilmektedir. Genelde bu iki ifade birbiri ile karıştırılabilmektedir [14]. Görüntüler belli bir hedefe yönelmiş görüntü kaynaklarından alınan ultrason, elektro mikroskop ve bilgisayar içerikli görüntüler içeriklerdir. Görüntü işleme sürecinde görüntüye uygulanan ön hazırlık evresi yardımı ile görüntü üzerindeki gürültüyü (görüntü bulanıklığı, netlik, kötü görüntü) azaltılabilmektedir. Gürültüyü azaltmada görüntü üzerinde düşük, orta ve yüksek seviye içeren işlemler uygulanması gerekir. Düşük seviyedeki işlemler de giriş ve çıkış görüntülerin gerçekliği filtrelenmesi ile sağlanmaktadır. Orta düzey seviyedeki işlemlerde görüntüleri oluşturan nesne tanımlama ve sınıflandırılma (bölme ve tanıma) işlemleri gerçekleştirilmektedir. Yüksek seviye işlemlerde ise görüntülerdeki nesnelerin tanıma süreçlerinde görüntülerin analiz edilmesini kapsamaktadır. Görüntülerin bilgisayar ortamında analiz edilmesi işlemlerinde, görüntülerdeki nesnelerin görüntü içeriği detaylandırılır. Bu detaylandırma aşaması yardımı ile görüntü işleme gerçekleştirilir [15].

1.3.1. El Yazısı Tanıma

El yazısı, insanla bilgisayar arasında iletişimde en genel ve en doğal araçtır. El yazısı tanıma süreci el ile yazılan rakamların harflerin ve sembollerin bilgisayarlar tarafından ayırt edilerek tanınması ve yorumlanması işlemleri kapsamaktadır. Bu işlemler gerçekleştirilirken, insanlar için basit bir işlem olmasına rağmen bilgisayarlarda için eğrilik ve açılı kavramının farklılık göstermesinden anlamlı olarak algılanması ve yorumlanması daha karmaşık bir işlem

gerektirir [13]. El yazısı tanıma sistemlerinde işlemler etkileşimli (çevrimiçi) ve etkileşimsiz (çevrimdışı) olmak üzere iki farklı sistemde gerçekleştirilebilir. Etkileşimli sistemler eş zamanlı olarak el yazısı yazıldığı anda tanıyan ve karar veren sistemlerdir. Bu sistemlerde hata ile karşılaşıldığında anlık olarak düzeltilebilmesi sağlandığından hata oranları çevrimdışı sisteme göre daha düşüktür.

Etkileşimsiz sistemlerde kullanılan işlem basamakları genelde,

- Ön işleme,
- Bölümlenme,
- Öznitelik çıkarma,
- Tanılama
- Son işleme olarak tanımlanmaktadır. Etkileşimsiz yani eş zamanlı olmayan sistemlerde ise daha önceden kâğıt üzerinde oluşturulan yazıların sonradan tanımlaması gerçekleştirilir.

1.3.2. El Yazısı Tanıma Modelleri

El yazısı tanıma bir görüntü işleme modeli olduğu için el yazısı tanıma ve analiz işlemlerinde farklı sistemler tercih edilmektedir. Yapay sinir ağları el yazısı tanıma ve analiz işlemlerinde günümüzde en çok tercih edilen yöntemdir. El yazısı tanıma ve analizine yönelik çalışmalar 2000'li yılın başlarında işlemlerin gerçekleştirilmesi sürecinde donanımsal gelişmelerin yetersiz kalmasından dolayı bir dönem gelişimi yavaşlamıştır. Grafik ekran kartı (GPU) ve diğer donanım birimlerindeki gelişmeler ile tekrardan bu başlıktaki çalışmaların hızı ve gelişimi artmıştır [16]. Önceki geleneksel modelde, elle tasarlanmış bir özellik çıkarıcı ile bilgiler toplanmaktadır. Eğitici sınıflandırıcı olarak çok katmanlı sinir ağı, bir sınıflandırıcı olarak kullanılabilen ve ardından sınıflar olarak elde edilen özellik vektörleri sınıflandırılabilir. Fakat, bu tanımlama sonuçlarını etki eden sorunlara yol açabilmektedir. Konvolüsyonel Sinir Ağları (CNN-Convolution Neural Network) el yazısı tanıma görevinde geleneksel yöntemde ortaya çıkan bu eksikliği ortadan kaldırmaktadır. Konvolüsyonel Sinir Ağları çok katmanlı sinir ağının özel bir biçimi olarak tanımlanabilir. Diğer sinir ağları gibi, Konvolüsyonel Sinir Ağları da geri yayılım algoritmaları kullanılarak geliştirilmiştir. Görme merkezindeki hücreler tüm görseli kapsayacak şekilde alt bölümlere ayrılır. Bu süreçte; basit hücreler, kenar gibi biraz daha önemsiz özelliklere odaklanırken, karmaşık hücreler ise daha geniş alıcı kullanımı ile tüm görsele yoğunlaşmaktadır [16].

Taranarak elde edilen sayısal görüntülerden karakterlerin tanınması problemi görüntü işleme, karakter tanıma ve yapay zekâ alanlarındaki çalışmalara olan ilgiyi arttırmıştır. Şekil tanımadaki klasik yöntemler el yazısındaki karakterlerin algılanmasında aşağıdaki nedenlerden dolayı çok uygun olmayabilir [17].

a) Aynı karakterin yazım biçimi kişiden kişiye ve hatta aynı yazarda bile boyutsal, şekilsel ve biçimsel farklılıklar taşıyabilmektedir.

b) Elde edilen görüntüde de farklı gürültülerden dolayı kayıplar oluşabilmektedir.

c) Karakterlerin görüntülenmesi işleminden önce belirlenmiş katı kuralların oluşturulması mümkün olmayabilir. Bu yüzden bazı kurallar mevcut örnekler incelenerek sezgisel olarak çıkartılabilmesi gerekmektedir.

Alanyazında el yazısı tanıma yöntemleri holistik ve analitik yöntemler olarak ikiye ayrılmaktadır [18]. Holistik yöntemde tanınması istenilen sözcük grubu bir bütün olarak algılanması amaçlanır. Sözcüğün harf gibi parçalara bölünmesine gerek duyulmaz. Analitik yöntemde ise kelime veya kelimeler daha alt karakterlere ayrılarak tanınmaya çalışılmaktadır. Holistik yöntemde sözcüğün bir bütün olarak tanınması için geniş bir sözlük kullanımına gerek duyulurken, analitik yöntemde böyle bir sınırlama bulunmamaktadır.

2. MATERYAL VE METOD

Araştırmada mevcut alanyazın araştırması yapılarak el yazısı analizine yönelik yeni bir model geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Literatür taraması aynı başlık üzerinde daha önceden gerçekleştirilmiş çalışmaların, belirlenen amaç ve ölçütler doğrultusunda incelenmesidir. Sistemik alanyazın incelemelerini içeren araştırmalarda alanyazında bulunan önemli ilişkiler ve uygulamalar ortaya çıkarılarak gelecek çalışmalara ve alandaki uygulamalara yönlendirici olmak amaçlanmaktadır [19]. Bu ulaşılan çalışmalar belirlenen ölçütlere çalışma başlıklarına göre analizi yapılarak yeni geliştirilen modelde kullanılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde mevcut el yazısı analiz çalışmaları incelenerek bu bulgulara dayalı olarak araştırma kapsamında geliştirilen el yazı analiz modeli hakkında bilgiler verilmiştir. Bu kapsamda bu çalışmada el yazısı tanıma örnek uygulamaları öncelikli olarak derlenecektir.

Sonrasında araştırmacılar tarafından el yazısı analizine dayalı stil analizi yapacak (sağa yatık, dikey, sola yatık gibi) yazılıma yönelik karar yapılarının geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

3.1. El Yazısından Kişilik Analiz Modellerinin İncelenmesi

Baggett [20], el yazısının sadece basit bir yazımdan öte bir yapıya sahip olmasından dolayı ‘beyin yazısı’ olarak ifade etmektedir. İnsanlar konuşma sırasında beyin hücrelerinin %15-20 arası aktif duruma geçerken, yazım sırasında bu oran %70-80 oranına çıkmaktadır. Yazma sırasında beyin hem ne yazacağı hem de bunu nasıl yazacağı konusuna odaklanmaktadır [21]. Nöromüsküler hareket eğilimleri, nörobilim alanındaki araştırma bilimcileri tarafından gözlemlenebilir spesifik kişilik özellikleriyle ilişkili olduğundan kategorilere ayrılmıştır. Her kişilik özelliği, bu kişilik özelliğine sahip her kişi için aynı olan benzersiz bir nöromüsküler hareketi üreten nörolojik bir beyin deseniyle temsil edilir. Bu küçük hareketler yazarken bilinçsizce gerçekleşir. Her yazılı hareket veya yazı darbesi belirli bir kişilik özelliğini ortaya koymaktadır. Grafologlar bu vuruşları el yazısında gördükleri gibi analiz ederler ve karşılık gelen kişilik özelliklerini tanımlamaya çalışırlar [22]. Grafologlar şu anda el yazısı yazarının yazarken uyguladığı baskı ağırlığı [23], yazma yönü (aşağı/yukarı/düz) [24] “t” veya “y” harfinin yazılma şekli [25], gibi harflerin veya kelimelerin nasıl yazıldığına veya metnin sayfaya nasıl yerleştirildiğine ilişkin diğer özellikleri çoklu el yazısı ile analiz ederek psikolojik yönlerini değerlendirmede kullanılmaktadırlar. Çünkü, herhangi bir el yazısında daha az göze çarpan ve önemsenen durumda bulunan özel karakteristik özellikler yazının kişiye özel nitelikleri olabilmektedir ([5], [26]). Örneğin kişinin el yazısında “y” harfinin kuyruğunu yuvarlaması veya farklı bir biçimde yapması buna göre örnek gösterilebilir. Bireysel el yazısı karakteristiklerini Çınar [27] ise şu şekilde sıralamıştır:

- a) Çizgi kalitesi,
- b) Sözcük ve harflerin birbiriyle olan mesafeleri,
- c) Harflerin genişlik, boyutsal ilişki özellikleri,
- ç) Kalem kaldırma ve ayrılma biçimleri,
- d) Temas çizgilerinin ve bağlantı noktalarının kullanımı,
- e) Başlangıç ve bitiş çizgilerinin kullanımı,
- f) Alışılmamış harf biçimlemeleri,

- g) Eğim değerleri,
- ğ) Yatay düzleme göre durumu (açısal),
- h) Harflerin yazılışındaki sanatsal hareketler veya süsleme biçimleri (örneğin z harfi),
- ı) Noktalama ve işaretleme kullanım alışkanlıkları ve biçimleridir.

Benzer şekilde Ahmed ve Mathkour [28], graphologlar tarafından kişilik özelliklerini değerlendirmek için kullanılan bazı el yazısı özelliklerinin kullanıldığını belirtmişlerdir. Üç çeşit ölçüm biçimi bulunmaktadır:

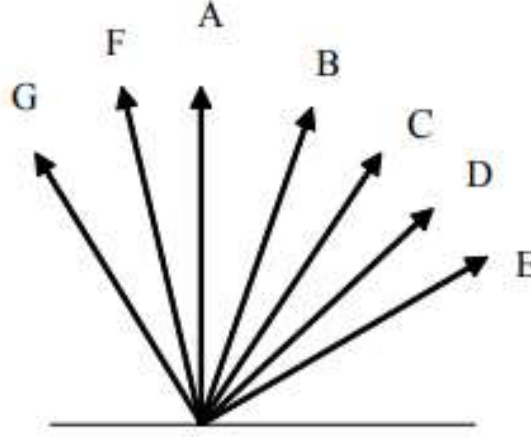
1) Genel Ölçümler: El yazısı hakkında genel bir izlenim veren ölçümlerdir. Grafologlar kişilik özelliklerini vuruş kalitesi ile ilişkilendirirler. Örneğin, üstün el yazısında küçük bir vuruş iyi konsantrasyonun bir ölçüsüdür, daha düşük el yazısında ise düşük veya zayıf konsantrasyonu ifade eder.

2) Temel Ölçümler: El yazısı desenlerinin birincil sınıflandırmasını oluşturan ölçümlerdir. Bu amaçla sekiz temel özellik kullanılır. Bu özellikler; duyguları tanımlayan eğim, yazarın ruh halini gösteren temel yazı yönü, gücü gösteren harf boyutu, modu gösteren süreklilik, doğal dürtü ve serbest seçimi gösteren el yazım formu (şekli), bir sayfadaki satırların düzenlenmesi veya kelimeler örgütlenme ve uyarılana bilirlilik hissini, yoğunluğu, gücü ve doygunluk düzeyini belirten kalem baskısı ve yazarların fiziksel ve zihinsel etkinlik düzey ritmini gösteren yazma hızıdır.

3) Aksesuar Ölçümler: ‘t’ harfinin çubuğunda ‘i’ harfinin noktasında, büyük harflerde, imzalarda, sayılarda, harf başlangıç ve uç yazım vuruşları, süslemeler, harflerdeki alt ve üst uzantılar veya döngüler bu kapsama girmektedir. Örneğin ‘t’ harfi yazanın gücünü ve canlılığını gösteren işaretler taşır. ‘i’ harfi hızı ve hayal gücü, zeka, akıl ve fikir alanını gösteren ikinci en önemli grafik sembolüdür. Ayrıca, büyük harflerin büyüklüğü başkalarını etkilemenin gururunu, kibrini ve arzusunu temsil eder. Başlangıçtaki yazım vuruşları; yazarın bilincini, olgunlaşmamışlığını, gelenekselliğini, kazanma hırsını, bencilliğini, bitiş vuruşları yazarın pratikliğini, isteklerini ve cesaretini göstermektedir.

Champa ve AnandaKumar [27] ile Prasad, Singh ve Sapre [29] grafolojide el yazısından kişilik analizi için 6 farklı parametre kullanılmışlardır. Bunlar; (i) harflerin boyutu, (ii) kalem basıncı, (iii) harf ve kelimelerin eğimi, (iv) taban çizgisi, (v) harfler arası aralık ve (vi) sözcükler arası boşluk el yazarın kişilik analizinin yapılmasında kullanılmaktadır.

El yazısı analizinde kullanılan bir diğer teknik eğim ile ilgilidir. Eğim miktarına göre Roberts [1] tarafından Şekil 1’de yer alan el yazım eğimine göre farklı kişilik tipi gruplandırması (Tablo 1) yapmıştır.



Şekil 1. Şekil eğiminin sınıflandırılması [1]




Tablo 1. El yazı eğiminin anlamsal sınıflandırılması [1]

No	Yazı Eğimi	Kişilik Anlamlandırılması
1	A	Bağımsızlık
2	B-C	Orta Derecede Duygusalılık
3	C-D	Kolay Bir Şekilde Etkilenebilen
4	D-E	Aşırı Tepki Gösteren
5	A-F	Analitik
6	F-G	Çekingen

Sen ve Shah [30], el yazısının satırdaki yönüne göre farklı kişilik tipleri için bilgi verebileceğini belirtmektedir. Buna yönelik bilgiler Tablo 2’de görülmektedir. Ayrıca el yazısının karakter boyutu olarak büyük, küçük normal olması da farklı anlamlar taşıyabilmektedir. El yazısı karakteri büyük olanlar dışa dönük, dikkat çekmeyi seven, açık sözlü kişilik yapısını temsil ederken, normal diyebileceğimiz harf boyut kullanımını ise duruma göre kendi uyarlayabilme, ayarlayabilme kişilik yapısını ifade edebilmektedir. Küçük harf kullanımını ise utangaç, arka planda kalmayı tercih eden, çalışkan ve titiz kişilik yapısını ifade edebilmektedir. Kelimeler arası fazla boşluk kullanımını iyimser, az boşluk kullanımını ise kötümser kişilik yapısını ifade edebilmektedir. Yazı yazdığı sayfada solda boşluk bırakmanın alışkanlıkları bırakmada zorluk şeklindeki, iki yana yaslı bir şekilde el yazımının hareketsiz ve rahat bir şekilde oturamayacak şekildeki kişilik yapısını ifade ederken, sağda boşluk

bırakmanın ise gelecek ile ilgili bilinmezlik korkusu veya üzüntüsüne sahip olmayı ifade ettiğini belirtilmektedir. Yazının eğiklik/yatıklık durumuna göre ise sola yatık yazanların arkaplanda çalışmayı daha fazla tercih ettiklerini, dik yazanların yeni deneyimlere daha açık olduklarını, sağa yatık yazanların ise mantıksal ve pratik kişilik yapılarının olduğu ifade edilmektedir [30].

Tablo 2. El yazısının satır yönüne göre kişilik anlamlandırması

Satır Yönü	Satır Yön Görseli	Anlamı
Aşağı Yönlü		İyimser
Düz		Dengeli
Yukarı Yönlü		Kötümser

Nagar ve diğer. [31] ve Sen ve Shah [30] el yazımının kişilik ile ilgili bazı karakteristiklerini ifade etmişlerdir. Bu özellikler Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. El yazısı özelliğine göre kişilik anlamlandırması ([30],[31])

Metin Özellikleri	Anlamı
Aşağı Yönlü Eğimli	İyimser
Yukarı Yönlü Eğimli	Kötümser
Düz	Dengeli
Geniş Boşluk	Zevk Sahibi, Rahat
Dar Boşluk	Zevksiz
Sağa Yatık	Faydacı (Pragmatik)

Sony ve Sawant [32], el yazım özellikleri olarak eğim, boyut, yazı alt kenar hizalama ve kalem baskısı olarak belirlemiştir. Bu el yazım özelliklerine göre psikolojik kişilik tanımlamaları ise Tablo 4'te görülmektedir.

Tablo 4. El yazı özelliklerine göre kişilik anlamlandırması

Metin Özellikleri	Anlamı
Büyük Harf Kullanımı	Fark edilmeyi ve bir kalabalığın içinde öne çıkmayı seven.
Küçük Harf Kullanımı	Fark edilmeyi, dikkat çekmeyi sevmeyen, mütevazı
Orta Boyut Harf Kullanımı	Uyumlu, gruba uyan, pratik, dengeli

Sağa Yatık	Girişken, duyarlı, başkalarıyla ilgilenen, arkadaş canlısı
Sola Yatık	Farklı, gözlemci, kendine güvenen, müdahaleci olmayan
Dik Yazı	Pratik, bağımsız, kontrollü, kendi kendine yeterli
Hafif Kalem Baskısı	Ciddi bir şekilde etkilenmeden travmatik deneyimlere dayanabilir. Duygusal deneyimler kalıcı bir izlenim bırakmaz.
Sert Kalem Baskısı	Çok derin ve kalıcı duygular yaşayan ve Duygu durumlarını yoğun bir şekilde hisseder.
Yukarı Yönlü Yazı	İyimser, olumlu tutum, hırslı ve umutlu.
Aşağı Yönlü Yazı	Yorgun, bunalmış, kötümser
Düz Yönlü Yazı	Kararlı, yolunda (kendi çizgisinde) devam eden, kendini motive eder, duyguları kontrol eder, güvenilir, istikrarlı
Düzensiz (Yukarı ve Aşağı Yönlü)	Duygusal olarak dalgalı, huzursuz, öngörülemez kesin yönlerden yoksun.
Geniş Boşluklu Kelimeler	Daha fazla alan isteyen, mahremiyete önem veren
Az Boşluklu Kelimeler	Duygu ve zekanın yakın düzeyde olduğu

Kaymaz, Gürsakal ve Eroğlu [33] imza ile kişilik arasındaki ilişkinin belirlenmesine yönelik gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında 39 yöneticiye ait imzaların analiz işlemini Benoit isimli yazılım ile gerçekleştirmişlerdir. İmza ile kişilik arasındaki ilişkinin sorgulandığı çalışmada, imza ile kişilik arasında herhangi ilişki belirlenemediği sonucuna ulaşılmıştır.

Asra ve Shubhangi [34], 200 yetişkinin katılımcı olduğu araştırmada kullandıkları kendilerinin geliştirmiş olduğu SVM sınıflandırması ile oluşturulan el yazısından kişilik analizi yapan yazılım ile katılımcıların kişilik analiz ölçeği sonuçları arasında %95 oranında tutarlılık olduğu sonucunu elde etmişlerdir. Gerçekleştirmiş oldukları analiz yazılımında yazım biçimi kişilik tanısı tablosu Tablo 5'te görülmektedir

Tablo 5. El Yazım Biçimi Kişilik Analizi Eşleştirmesi [34]

Metin Özellikleri	Anlamı
Yazım Biçimi	Kişilik Analizi
Sağa eğimli (Yatık)	Duygusal durumlara yoğun tepkiler göstermeyi ifade eder
Sağa eğimli (Yatık) tamamlanmış kelimeler	Dengeli duygusal durumu ifade eder

Kelimeler arası az boşluk	İşbirliğine yatkınlığı ifade eder.
Kelimeler arası geniş boşluk	Yalnız dinlenmeyi tercihi ifade eder.
Tamamlanmamış kelimeler	İş sonunda enerjisinin bittiğini ifade eder.
Tamamlanmış kelimeler	İşin sonuna kadar enerjisini koruduğunu ifade eder.
Sol tarafında açılan bir yay olan ‘i’ harfi kullanımı	Nevrotik, güvenilirmez kişiliğin bir işaretidir. Sistemden uzak olmayı tercihi ifade eder.

Lokhande ve Gawali [9], 10 katılımcıya ait 60 imzaya yönelik kişilik analizlerini gerçekleştirdikleri çalışmada; kişiliğin belirlenmesine yönelik tahmin için yapay sinir ağı ve yapısal tanımlama algoritmalarını kullanmışlardır. Çalışmalarında hesaplanan doğruluk oranları %92 ve üzeridir. Fallah ve Khotanlou [35], çalışmalarında el yazısı analizi ile bireyin kişiliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Minnesota Çok Yönlü Kişilik Envanteri (MMPI), sistemlerinin eğitim süreçlerinde kullanmışlardır. El yazısı özelliklerinin sınıflandırılmasında bir “Gizli Markov Modeli (HMM)” kullanılmışlardır. Ayrıca el yazısı özelliklerini sınıflandırmasında bir sinir ağı (NN) yaklaşımı da kullanılmışlardır. Katılımcıların el yazısı örnekleri bu sınıflandırıcılar yardımıyla analiz edilerek veri tabanındaki desen örnekleriyle karşılaştırılmıştır. El yazısından elde edilen raporsal çıktılar MMPI ölçeğinde elde edilen çıktılar %70’in üzerinde tutarlı olduğu sonucu elde edilmiştir.

Chernov ve Caspers [36], geliştirmiş oldukları kişilik analizi yazılımı sonuçlarını 16 boyutlu kişilik testi sonuçları ile karşılaştırmalarını yapmışlardır. 58 katılımcı ile gerçekleştirilen çalışmanın sonucunda tanımlanan 16 kişilik boyutunun 14’ünde form kişilik sonucu ile yazılım değerlendirme sonuçlarının tutarlı olduğu sonucunu elde etmişlerdir. Kaymaz, Gürsakal ve Eroğlu [33] gerçekleştirdikleri araştırmalarında yoğun çalışma hayatında sıklıkla imza atan işletme yöneticilerinin imzalarını incelemişlerdir. İmzaların fraktal yani orantılı büyütülmüş ya da küçültülmüş boyut halleri ile kişilik testlerinden elde edilen sonuçlar arasındaki ilişki açıklanmaya çalışılmıştır. Araştırma sonucu imza ile kişilik arasında bir ilişki olmadığı sonucu elde edilmiştir.

Mutalib ve diğer. [37] gerçekleştirdikleri çalışmalarında 20 katılımcının el yazısı yazılımın eğitim, 10 katılımcının el yazısı ise test işlemleri için kullanılmıştır. Geliştirilen bu yazılımda ayrıca özellik çıkarımı için bulanık mantık sisteminden yararlanılmıştır. Bu çalışmalarında kişilerin anlık hislerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında, Mamdani çıkarma yöntemi ile katılımcıların duygu kontrol seviyeleri çok düşükten çok

yükseğe doğru kategorilendirilmiştir. Elde edilen sonuca göre, katılımcıların duygusal kontrol düzeylerinin el yazısı analizi ile yüksek oranda tanımlayabildikleri sonucuna ulaşmışlardır. Gavrilescu ve Vizireanu [38] çevrimdışı el yazısını analiz işlemi ile bireylerin büyük beşli kişilik ölçeğine göre kişilik özelliklerinin tanımlanmasını amaçlayan ve sinir ağlarına dayanan üç katmanlı mimariye sahip bir uygulama geliştirmişlerdir. 128 katılımcının büyük beşli kişilik tipi ölçek sonuçlarını el yazısı özellikleri ile ilişkilendirmişlerdir. Bu araştırmalarının alinyazındaki o zamana kadar ki mevcut ilk veri tabanını uygulaması olduğunu ifade etmişlerdir. Yazılımın eğitimi sürecinde gerçekleştirilen testlerde %84,4 ve test sürecinde ise %80,5 oranında kişilik sonuçlarında doğruluk değeri elde edilmiştir. Eğitim aşamasında önceden tanımlanmış el yazısı metinlerin de daha yüksek yüzdeler oran elde etmişlerdir. Test sürecinde gerçekleştirilen kullanımda, eğitim sürecindeki rastgele veri kümelerinin kullanımından %7 daha yüksek tahmin oranı elde etmişlerdir. “Deneyime Açıklık”, “Dışadönüklük” ve “Nevrotiklik” kişilik boyutlarında en yüksek (%84) ve üzeri tahmin doğrulukları elde etmişlerdir. “Dürüstlük” ve “Uyumluluk” kişilik boyutlarında ise yaklaşık %77 tahmin doğruluğu belirlenmiştir. Sonuç olarak el yazısı analiz yazılımı ile büyük beşli ölçeğin uygulanması ve analiz ile kişiliğin belirlenmesi süreçlerinden çok daha hızlı bir şekilde sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmada kişilik tipleri ile en temel üç el yazım özellikleri Tablo 6’da görülmektedir.

Tablo 6. Beş Faktör Kişilik Ölçeği ile El Yazım Özelliklerinin İlişkilendirilmesi [38]

Metin Özellikleri	Anlamı
Nevrotizm	Temel hat: düz, Kelime Eğimi: Orta Düzey Sağ Eğim, Küçük harf “f” kullanımı: açısız nokta
Tecrübeye Açıklık	Küçük harf “f” kullanımı: dengeli, Bağlantı Vuruşları: Orta Düzey Bağlantı, Kelime Eğimi: Orta Düzeyde Sağa Eğimli
Dışa Dönüklük	Bağlantı Vuruşları: zayıf bağlantı, Temel Hat: Yukarı Eğimli, Kelime Eğimi: Aşırı Sağ Eğimli
Uyumluluk	Bağlantı Vuruşları: kuvvetli bağlantı, Kelime Eğimi: Aşırı Sol Eğimli, Küçük harf “t” kullanımı: çok düşük yükseklik
Dürüstlük	Kelime Eğimi: Aşırı Sol Eğimli, Temel Hat: Aşağı Eğimli, Küçük harf “f” kullanımı: çapraz benzeri

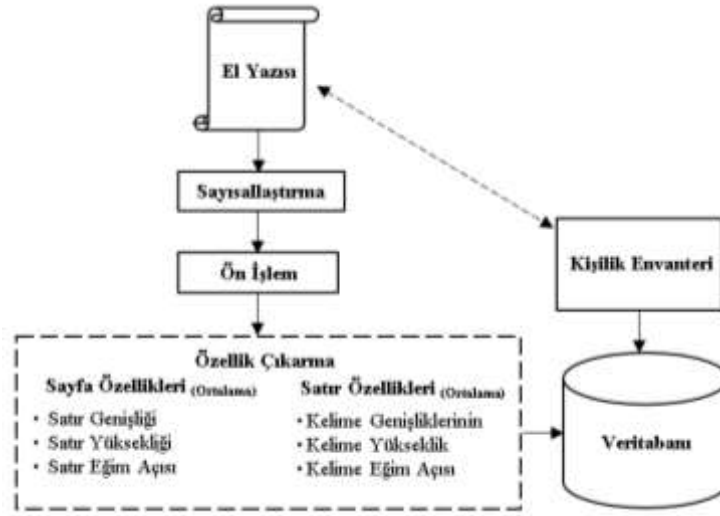
Champa ve AnandaKumar [27], kişilik özelliklerini el yazısından tahmin etme görevi için davranışsal analiz yapan bir araç geliştirmişlerdir. Yaklaşım “t” harfinin alt halkası, “y” harfi için kalem basıncı ve yazının eğimi özelliklerini dikkate almıştır. Kural tabanlı bir sınıflandırıcı yardımıyla el yazısı incelemesi yapılan yazarın kişiliğini Myers-Briggs Tip Göstergesi (MBTI) ölçeği sonuçlarına göre %70'in üzerinde doğrulukla elde edildiği görülmüştür.

Chen ve Lin [39] 'in çalışmalarında, yedi kişilik boyutunun her biri için Destek Vektör Makinesi (SVM), AdaBoost ve k yakın komşuları (k-NN) sınıflandırıcılarının kombinasyonlarını kullandıkları çalışmada %62,5 ile %83,9 arasında değişen doğruluklarla kişilik analizini gerçekleştirmişlerdir. Djamal, Darmawati ve Ramdhan [40] imza özelliği yapay sinir ağlarını kullanan beş, çoklu yapı algoritmalarına sahip dört özellik sınıflandırmada kullanmıştır. El yazısı için ise dört özelliğe (kenar boşlukları, kelimeler ve çizgiler arasındaki boşluk ve bölge kullanım yoğunluğu) dayalı çok yapı bir algoritma kullanmışlardır. Metinler taban çizgisi özelliklerine göre tepe yüksekliği belirlendikten sonra YSA kullanılarak sınıflandırılmıştır. 25 el yazısı örneği eğitim, 75 el yazısı örneği ise test amaçlı kullanılmıştır. Sekiz özellik, %87-100 doğruluk oranı ile çok yapı algoritmaları kullanılarak işlenmiştir. Altı özellik %52-100 doğrulukla sonuçlandırılarak sınıflandırılması sağlanmıştır.

Mevcut alanyazın araştırmaları incelendiği zaman el yazı analizlerinde farklı yazı özelliklerinin kişilik gibi kişisel özelliklerin belirlenmesinde kullanıldığı görülmektedir. Fakat bu çalışmalarda kelimeler arası boşluk oranının geniş ya da dar olduğunun nasıl karar verildiğine dair açık formüllere çok yer verilmemiştir. Bu nedenle bu analiz çalışmaları genelde kapalı sistem olarak ifade edilmektedir. Bir alt başlıkta el yazım analiz modeli karar yapıları formülize edilerek açıklanmaya çalışılmıştır.

3.2. Kişilik Analizine Yönelik El Yazısı Tespiti Karar Destek Modeli Tasarımı

Kişilik analizinde kullanılacak el yazısı tespitine yönelik tasarlanan yazılım 2 temel bölümden oluşmaktadır. Yazılıma yönelik model önerisi Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 2. Kişilik Tespitinde El Yazısı Analizi Yazılım Modeli

El yazısı analizinde 5 temel yazı özelliklerinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Bunlar;

(1) *Yazı eğim değeri*: Yazı eğim değeri satırın ilk ve son kelimesi arasındaki eğim açısına (x koordinatına göre) bakılacaktır. Eğim değeri -1 ile +1 arası değer almaktadır. Eğim açısının sıfır veya sıfıra yakın olması yazının düz olması anlamına gelmektedir. Eğim açısı pozitif yönde arttıkça yukarı yönlü, negatif yönde arttıkça aşağı yönlü eğim açısı artacaktır. Elde edilen eğim açısına göre yazının 7 grupta değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bunlar, düze yakın ve eğim olarak az yukarı, çok yukarı, aşırı yukarı, az aşağı eğimli ve çok aşağı, aşırı aşağı olarak kategorilendirilmiştir. İlgili hesaplama işlemleri (1) ve karar yapısı (2) numaralı formül alanlarında tanımlanmıştır.

$$Eğim = \frac{SonKelime(y) - İlkKelime(y)}{SonKelime(x) - İlkKelime(x)} \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Eğim \leq -0,60 \text{ ise } EğimOran = \text{"Aşağı Aşırı"} \\ Eğim \leq -0,30 \text{ ve } Eğim > -0,60 \text{ ise } EğimOran = \text{"Aşağı Çok"} \\ Eğim \leq -0,05 \text{ ve } Eğim > -0,30, \text{ ise } EğimOran = \text{"Aşağı Az"} \\ Eğim < +0,05 \text{ ve } Eğim > -0,05, \text{ ise } EğimOran = \text{"Düze Yakın"} \\ Eğim < +0,30 \text{ ve } Eğim \geq +0,5 \text{ ise } EğimOran = \text{"Yukarı Az"} \\ Eğim < +0,60 \text{ ve } Eğim \geq +0,30 \text{ ise } EğimOran = \text{"Yukarı Çok"} \\ Eğim \geq +0,60 \text{ ise } EğimOran = \text{"Yukarı Aşırı"} \end{array} \right. \quad (2)$$

(2) *Satırlar arası boşluk oranı*: Satırlar arası boşluk oranı iki satır arasındaki ortalama boşluğun iki satırın ortalama yüksekliğine bölümü ile

hesaplanmaktadır (Formül 3). Satırlar arası ortalama boşluk (S.A.O.B.) Alt satırın ortalama düşey (y) koordinat değerinden üst satırın ortalama düşey (y) koordinat değeri çıkarılarak hesaplanmaktadır (Formül 4). Satırların ortalama yüksekliği (S.O.Y.) ise alt ve üst satırların ortalama yüksekliklerinin ortalama değeri olarak hesaplanmaktadır (Formül 5). Bölme sonucunda elde edilen değer 1'in altında ise satırlar arası boşluk, satırların ortalama yüksekliğinden daha büyüktür. Bu değer 1'den küçük ise satırlar arası boşluk değeri satırların ortalama yüksekliğinden daha küçüktür. Bu nedenle bu oran 0,5 ve altı ise sık satır aralığı, 0,5 ile 1 arasında ise normal satır aralığı, 1 ve üzeri ise geniş satır aralığı olarak karar yapısı belirlenmiştir.

$$\text{SatırBoşlukOran} = \frac{\text{Satırlar Arası Ortalama Boşluk}}{\text{Satırların Ortalama Yüksekliği}} \quad (3)$$

$$S.A.O.B. = \text{Ort}(\text{Satır2Ust.y}) - \text{Ort}(\text{Satır1Alt.y}) \quad (4)$$

$$S.O.Y. = \text{Ort}(\text{Ort}(\text{Satır1.Yukseklık}) + \text{Ort}(\text{Satır2.Yukseklık})) \quad (5)$$

(3) *Satır Yoğunluğu*: Satır yoğunluğu yazarın yazım sürecinde kelimeler arası kullandığı boşluğu ifade eden bir birim olarak uygulamada kullanılmaktadır. Satır yoğunluğu (S.Y.) hesaplanırken satır içerisinde yazımı yapılan kelimelerin uzunluklarının toplamının satırların toplam genişlik değerine bölünerek yazım yoğunluk oranı belirlenecektir. Formül 6'da satır yoğunluğu hesaplaması gösterilmiştir. S satır sayısı, k satırdaki kelimenin konumunu ifade etmek üzere kelimelerin toplam uzunluğu hesaplanmaktadır. Bu toplam değeri s tane satırın toplam uzunluğuna bölünmektedir. Eğer hesaplama sonucunda elde edilen değer 1'e yaklaştıkça kelime sıklığı artar iken 0'a yaklaşırsa boşluk miktarı artmaktadır. 0,5 ise kelime uzunluğu ile kelimeler arası boşluk uzunluğu eşittir. Bu nedenle bu değer 0,5 ve altı ise "geniş boşluklu", 0,5 ile 0,75 arası ise "normal boşluklu", 0,75 ve üzeri ise "az boşluklu" olarak 3'lü karar yapısı tasarımı oluşturulmuştur (Formül 7).

$$S.Y. = \frac{\sum_{s=1}^m \sum_{k=1}^n \text{kelime}[s, k]. \text{uzunluk}}{\sum_{s=1}^m \text{satır}[s]. \text{uzunluk}} \quad (6)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Eğer } S.Y. \geq 0,75 \text{ "Az Boşluklu"} \\ \text{Eğer } 0,75 > S.Y. \geq 0,5 \text{ ise Normal Boşluklu} \\ \text{Eğer } S.Y. < 0,5 \text{ ise "Geniş Boşluklu"} \end{array} \right\} \quad (7)$$

(4) *Kelime eğimi*: Kelimelerin dik yazım durumuna göre (y koordinatına göre) yazımlar, sola yatık, dik ve sağa yatık olarak modelde 3 gruba ayrılmaktadır. Kelimelerin eğim (K.E.) açısı hesaplanırken kelimelerin ilk harflerinin üst (x2, y2) ve alt koordinat değerleri (x1, y1) arasındaki eğim açısı ile son harfinin üst (x4, y4) ve alt (x3, y3) koordinat arasındaki eğim açısının ortalaması hesaplanmaktadır (Formül 8). Eğer üst ve alt konum x koordinat değeri eşite ise kelime dik biçimde yazılmıştır. Eğer eğim açısı 0'dan büyük ise sağa yatık, 0'dan küçük ise dikey yazım olarak karar yapıları tanımlanacaktır.

$$K.E. = \frac{\frac{y2 - y1}{x2 - x1} + \frac{y4 - y3}{x4 - x3}}{2} \quad (8)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Eğer } x2 = x1 \text{ veya } x3 = x4 \text{ ise "Dik Yazım"} \\ \text{Eğer } K.E. > 0 \text{ ise "Sağa Yatık"} \\ \text{Eğer } K.E. < 0 \text{ ise "Sola Yatık"} \end{array} \right\} \quad (9)$$

(5) *Yazı Büyüklüğü*: Satırlarda kullanılan tüm kelimelerin yükseklik/genişlik oran değerlerinin toplam kelime sayısına bölümü ile kelime yazı büyüklüğü (Y.B.) oranı hesaplanacaktır (Formül 10). Bu oran değeri küçüldükçe el yazısı kullanılırken küçük boyutlu harfler kullanıldığı, bu oran büyüdükçe ise büyük boyutlu harfler kullanıldığı anlaşılacaktır. Buna yönelik karar yapıları tasarlanmıştır (Formül 11).

$$Y.B. = \frac{\sum_{s=1}^m \sum_{k=1}^n \frac{\text{kelime}[s,k].uzunluk}{\text{kelime}[s,k].genişlik}}{\sum_{s=1}^m k} \quad (10)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Eğer } Y.B. \leq 0,25 \text{ "Küçük Yazım"} \\ \text{Eğer } 0,5 > Y.B. > 0,25 \text{ ise "Normal Boyut"} \\ \text{Eğer } Y.B. \geq 0,5 \text{ ise "Büyük Boyut"} \end{array} \right\} \quad (11)$$

Bu bölümde el yazısı analizine yönelik olarak karar destek modeli açık bir sistem olarak geliştirilmiştir. Model kapsamında yazı eğim değeri, satırlar arası boşluk oranı, satır yoğunluğu, kelime eğimi, yazı büyüklüğü gibi birçok özelliğin değerlendirilmesi formülize edilerek karar yapıları geliştirilmiştir.

4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Sonuç olarak bu çalışmada el yazısı analizinden kişilik belirlemeye yönelik farklı analiz uygulamaları incelenerek oluşturulan karar destek yapıları ile yeni bir el yazısı analiz modeli geliştirilmiştir. Önerilen modelin diğer el yazısı analiz modellerinden en temel avantajı sadece bir tek yazım özelliği üzerine odaklanmamasıdır. Mevcut alanyazın araştırması incelendiği zaman el yazısı analizinden kişilik belirlemeye yönelik çalışmalarda metin analizinde satır yönü eğimi ([24], [28], [30-32]), yazım boyutunda küçük/büyük harf kullanımı ([27], [29], [30], [32], [38]) kelimelerin dik ya da yatık olma durumu ([1], [27], [29], [32], [34], [38]), t ve y gibi harf yazımları ([25], [27], [34], [38]) sözcükler arası boşluk ([27], [29], [32], [34]) kullanıldığı görülmüştür. Bu çalışmalarda kullanılan kelime algılama özellikleri incelendiği zaman tanılama kurallarının paylaşılmadığı ve kapalı sistem tanılama modelleri olduğu görülmüştür. Ayrıca el yazı analizine yönelik olarak ulusal herhangi bir karar modeline ulaşılamamıştır. Bu el yazı modelinin geliştirilmesinde yurt dışında gerçekleştirilen el yazısı analiz modelleri incelendiğinde çalışmaların genelde kelime ve satır eğimi ile sınırlı olduğu görülmüştür. Ayrıca eğim değerleri sola yatık, dik ve sağa yatık gibi 3'lü kategorinin tercih ettiği görülmüştür ([1], [27], [29], [32], [34], [38]). Sağa veya sola yatıklık oranlarına göre yazı biçimlerinde gruplandırma tercih edilmemiştir. Gerçekleştirilen bu çalışmada yazıyı bir bütün olarak değerlendiren bir model geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda halihazırda geliştirilen el yazı modellerinden farklı olarak satır yoğunluğu, boşluk kullanımı da (satırlar arası, kelimeler arası) bu modelde incelenmiştir. Bu nedenle geliştirilen bu modelin el yazısından kişilik analizine yönelik geliştirilecek yazılımlara yeni bir bakış açısı kazandırması beklenilmektedir. El yazısından kişilik analizine yönelik halihazırda bir yazılımın bulunmadığı düşünüldüğünde geliştirilen bu modelin önemli olduğu düşünülmektedir. El yazı analizine yönelik mevcut çalışmalar incelendiği zaman yazı analizine yönelik karar yapılarına yönelik bilgiler verilmediği bir kapalı sistem olarak tasarlandığı görülmüştür. Bu çalışma ile el yazısına yönelik 5 farklı karar yapısı (yazı eğim değeri, satırlar arası boşluk oranı, satır yoğunluğu, kelime eğimi, yazı büyüklüğü) formülize edilmiştir. Bu nedenle geliştirilen bu modelin hem geliştirilecek yeni el yazısı analiz modellerine hem de bu modeli referans alacak yazılımlara referans olması beklenilmektedir. Çalışma kapsamında el yazısı tespitine yönelik geliştirilen modeli kullanan yazılım henüz geliştirilmemiştir. Mevcut alanyazında ulusal herhangi bir el yazısı tespitine yönelik karar destek modeline ulaşılamamıştır. Uluslararası çalışmaların ise genelde kapalı sistem olarak karar yapılarının paylaşılmadığı görülmektedir.

Bu nedenle araştırmacılar tarafından yazılım modeli ve karar yapıları paylaşılarak ulusal düzeyde sınırlı olan bu çalışma alanına dikkat çekilmesi amaçlanmıştır. Böylece el yazısı analizine yönelik yeni karar alma modellerinin geliştirilmesine hem de bu alanda yazılım çalışmaları yapmak isteyenlere katkı sağlanması amaçlanmıştır. Ayrıca bu alanda çalışma yapacaklara aşağıdaki öneriler getirilmiştir.

- Ayrıca el yazısından kişilik analizine yönelik gerçekleştirilmiş araştırmalar incelendiğinde kişilik analizinde farklı kişilik belirleme ölçeklerinin kullanıldığı görülmektedir. Bu alanda çalışma yapmayı düşünen yazılımcılara Türkçe 'ye uyarlamasının yapılmış olması ve değerlendirmesinin kolay olmasından dolayı büyük beşli kişilik ölçeği önerilmektedir.
- Araştırmada tasarlanan modele dayalı geliştirilecek el yazısı analizi yazılımlarının mümkün olduğunca geniş bir katılımcı (örneklem) gruba ile gerçekleştirilmesi önerilmektedir. Alanyazın incelemelerinde incelenen yazılım testlerinde katılımcı sayısının çoğunlukla 100'ün altında olduğu görülmektedir. Alanyazında ulaşılan 11 araştırmanın sadece ikisinde 100'ün üzerinde ([38]:128 katılımcı, [34]:200 katılımcı) katılımcının bulunduğu belirlenmiştir. Makine öğrenmesine dayalı sistemlerde hata payının düşürülmesinde öğrenme ve test süreçlerinde mümkün olduğunca fazla katılımcının bulunmasının önemli olduğu düşünülmektedir.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine (SHD-2020-3249) tarafından desteklenmiştir. Çalışmaya katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] Roberts, P. (2002). *Love Letters: The Romantic Secrets Hidden in Our Handwriting*. Career Press.
- [2] Uğurlu, B., Kaçan, K., & Türkyılmaz, İ. (2010). *Bilgi Güvenliğinde El Yazısı*. Akademik Bilişim Konferansı, 409-414.
- [3] Ataç, Y., Aydoğdu, E., & Bora, T. (2012). Adli bilimlerde el yazısının kişiye aidiyetinin tespiti. *Turkish Journal of Police Studies/Polis Bilimleri Dergisi*, 14(4), 113-132.

- [4] Birincioğlu, Ö. Kurtaş, N. Turan & H. Teke (2010). El yazısı incelemelerinde fulaf kavramı. *Adli Bilimler Dergisi*, 9(2), 32-37.
- [5] Huber, R. A., & Headrick, A. M. (1999). *Handwriting identification: facts and fundamentals*. CRC press.
- [6] Birincioğlu, İ. (2013). *Sahtecilik*. 3. Tıp Hukuku Günleri, Adli Belge İncelemeleri Paneli, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, İstanbul.
- [7] Aslan, V., & Yılmaz, G. (2010). Karar destek sistemlerinin kullanımı için uygun bir model geliştirilmesi. *Journal of Aeronautics and Space Technologies*, 4(4), 75-82.
- [8] Keskenler, M. F., & Keskenler, E. F. (2017). Geçmişten günümüze yapay sinir ağları ve tarihçesi. *Takvim-i Vekayi*, 5(2), 8-18.
- [9] Lokhande, V. R., & Gawali, B. W. (2017, October). Analysis of signature for the prediction of personality traits. In *2017 1st international conference on intelligent systems and information management (ICISIM)* (pp. 44-49). IEEE.
- [10] Akgöbek, Ö., & Çakır, F. (2009). Veri madenciliğinde bir uzman sistem tasarımı. *Akademik Bilişim*, 9, 801-806.
- [11] Alpaydın, E. (2000). *Zeki veri madenciliği: Ham veriden altın bilgiye ulaşma yöntemleri*. Bilişim 2000 eğitim semineri.
- [12] Yıldız, Ö., Dayanan, T., & Düzdar Argun, İ. (2018). Comparison of accuracy values of biomedical data with different applications decision tree method. In *2018 Electric Electronics, Computer Science, Biomedical Engineerings' Meeting (EBBT)* (pp. 1-4). IEEE.
- [13] Tatlı, M., & Üncü, İ. S. (2014). Mobil cihazlarda görüntü işleme için bir çözüm önerisi. *Akademik Bilişim Konferansı*, 5-7.
- [14] Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2002). *Digital image processing*. Delhi Prentice-Hall of India Pvt. Ltd.
- [15] Jähne, B. (2005). *Digitale Bildverarbeitung*. Springer-Verlag.
- [16] Şeker, A., Diri, B., & Balık, H. H. (2017). Derin öğrenme yöntemleri ve uygulamaları hakkında bir inceleme. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi (GMBD)*, 3(3), 47-64.
- [17] Mutalib, S., Rahman, S. A., Yusoff, M., & Mohamed, A. (2007). *Personality analysis based on letter 't' Using back propagation neural network*. In *Proceedings of the International Conference on Electrical Engineering and Informatics Institut Teknologi Bandung, Indonesia June* (pp. 17-19).

- [18] Arıca, N., & Yarman, F. T. (2000). *El Yazısı Tanıma Problemi için Bütünsel Parametre Kestirimi ve Bölütleme Algoritmaları*. IEEE Sinyal İşleme ve Uygulamaları Kurultayı, Magosa, KKTC.
- [19] Pollock, A., & Berge, E. (2018). How to do a systematic review. *International Journal of Stroke*, 13(2), 138-156.
- [20] Baggett, B. (2004). *Handwriting analysis 101-the basic traits*. New York: Empresse Publishing.
- [21] Mukherjee, S., & De, I. (2016, December). *Feature extraction from handwritten documents for personality analysis*. In 2016 International Conference on Computer, Electrical & Communication Engineering (ICCECE) (pp. 1-8). IEEE.
- [22] Garoot, A. H., Safar, M., & Suen, C. Y. (2017, November). *A Comprehensive Survey on Handwriting and Computerized Graphology*. In 2017 14th IAPR International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR) (Vol. 1, pp. 621-626). IEEE.
- [23] Tang, Y., Wu, X., & Bu, W. (2013, June). *Offline text-independent writer identification using stroke fragment and contour based features*. In 2013 International Conference on Biometrics (ICB) (pp. 1-6). IEEE.
- [24] Naghibolhosseini, M., & Bahrami, F. (2008). *A behavioral model of writing*. In 2008 International Conference on Electrical and Computer Engineering (pp. 970-973). IEEE.
- [25] Champa, H. N., & AnandaKumar, K. R. (2010, August). *Automated human behavior prediction through handwriting analysis*. In 2010 First International Conference on Integrated Intelligent Computing (pp. 160-165). IEEE.
- [26] Morris, R. N. (2020). *Forensic handwriting identification: fundamental concepts and principles*. Academic press.
- [27] Çınar, T. (2005). *El Yazısı ve İmza İncelemeleri*. Aşıcıoğlu F editör. *Adli Belge İncelemesi*. İstanbul: Beta Basım.
- [28] Ahmed, P., & Mathkour, H. (2008). *On the Development of an Automated Graphology System*. In IC-AI (pp. 897-901).
- [29] Prasad, S., Singh, V. K., & Sapre, A. (2010). Handwriting analysis based on segmentation method for prediction of human personality using support vector machine. *International Journal of Computer Applications*, 8(12), 25-29.

- [30] Sen, A., & Shah, H. (2017, March). *Automated handwriting analysis system using principles of graphology and image processing*. In 2017 International Conference on Innovations in Information, Embedded and Communication Systems (ICIIECS) (pp. 1-6). IEEE.
- [31] Nagar, S., Chakraborty, S., Sengupta, A., Maji, J., & Saha, R. (2016, December). *An efficient method for character analysis using space in handwriting image*. In 2016 Sixth International Symposium on Embedded Computing and System Design (ISED) (pp. 210-216). IEEE.
- [32] Sony, D., & Sawant, R. (2019). Identifying Human Behavior Characteristics using Handwriting Analysis. *IRJET*, 6, 4436-4439.
- [33] Kaymaz, K., Gürsakal, N., & Eroğlu, U. (2010). Analyzing The Relationship Between Signature And Personal Traits: A Research On Managers. *Is, Guc: The Journal of Industrial Relations & Human Resources*, 12(3), 29-40.
- [34] Asra, S., & Shubhangi, D. C. (2017). A Simple Systematic Approach to Mood Invariant Handwriting Analysis Using SVM Classifier. *Asian Journal For Convergence In Technology (AJCT)*, 3, 1-4.
- [35] Fallah, B., & Khotanlou, H. (2016, April). Identify human personality parameters based on handwriting using neural network. In 2016 *Artificial Intelligence and Robotics (IRANOPEN)* (pp. 120-126). IEEE.
- [36] Chernov, Y., & Caspers, C. (2020). Formalized Computer-Aided Handwriting Psychology: Validation and Integration into Psychological Assessment. *Behavioral Sciences*, 10(1), 27.
- [37] Mutalib, S., Ramli, R., Rahman, S. A., Yusoff, M., & Mohamed, A. (2008). Towards emotional control recognition through handwriting using fuzzy inference. In 2008 *International Symposium on Information Technology* (Vol. 2, pp. 1-5). IEEE.
- [38] Gavrilescu, M., & Vizireanu, N. (2018). Predicting the Big Five personality traits from handwriting. *EURASIP Journal on Image and Video Processing*, 2018(1), 1-17.
- [39] Chen, Z., & Lin, T. (2017). Automatic personality identification using writing behaviours: an exploratory study. *Behaviour & Information Technology*, 36(8), 839-845.
- [40] Djamal, E. C., Darmawati, R., & Ramdhan, S. N. (2013, November). Application image processing to predict personality based on structure of handwriting and

signature. In 2013 *International Conference on Computer, Control, Informatics and Its Applications (IC3INA)* (pp. 163-168). IEEE.