

2D:4D Sayısal Parmak Oranına Göre Bireylerin Kişilik Durumlarının Sınıflandırılması

Bihter DAŞ¹, Asaf VAROL²

¹Fırat University, Elazığ/Turkey, bihterdas@gmail.com

²Fırat University, Elazığ/Turkey, varol.asaf@gmail.com

Özet— İnsanoğlunun yaratılışındaki her uzvunun boyutu, biçimi ve yapısı gibi kişiye özgü özellikleri, o kişiye ilişkin birçok önemli bilgilerin varlığını ihtiva etmektedir. Son yıllarda insana özgü özelliklerin çıkarılması üzerine çok önemli araştırmalar yapılmaktadır. Bu bağlamda, sol elin işaret parmağının yüzük parmağına oranı (2D:4D) ile ilgili çok sayıda akademik çalışmalar yapılmış ve bilimsel makale olarak yayınlanmıştır.

Bu makale çalışmasında, 108 kişiden alınan sol el parmak görüntülerinden kişilerin 2D:4D parmak oran bilgileri çıkarılmıştır. Elde edilen bu veriler, bir veri madenciliği aracı olan WEKA yazılım ortamında işlenmiştir. Kişilerin demografik bilgileri ve parmak oranları dikkate alınarak, karar ağaçlarının J48, NBTree, LADTree sınıflandırma algoritmaları ile bireylerin kişilik durumlarına göre sınıflandırılma yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler—Veri madenciliği, sınıflandırma algoritmaları, parmak oranları, weka yazılımı

Abstract— Individual properties as size, shape and structure of each attribute in the creation of human beings contains a lot of important knowledge related to that person. In recent years, there are very important studies related to extracting characteristics of human. Therefore, a lot of academic studies about the ratio of length of the second digit/index finger to length of the fourth digit/ring finger (2D:4D) are made.

In this article, 2D:4D ratios extracted from 108 images of one's left hand fingers. Obtained these data were processed in WEKA software which is data mining tool. It made a classification according to their individual personality with J48, NBTree and LADTree algorithms of decision trees taking into account demographic information and finger ratio of person.

Keywords—Data mining, classification algorithms, finger ratio, weka software.

I. GİRİŞ

İNSANOĞLUNUN yaratılışında her uzvunun oranı, biçimi gibi kişiye özgü özellikleri aslında o kişiye ilişkin birçok önemli bilgilerin varoluşunu ihtiva etmektedir. Son yıllarda insana özgü özelliklerin çıkarılması üzerine, önemli ve çok ciddi araştırmalar yapılmaktadır. Bu bağlamda, sol elin yüzük parmağının işaret parmağına oranı (2D:4D oranı), üzerinde çok sayıda akademik çalışmalar yapılmıştır. Uluslar arası veri tabanlarında kayıtlı olan önemli güncel çalışmalar detaylıca

incelenerek, literatür taraması bölümünde bu makalelere ilişkin yapılan çalışmalar anlatılmıştır.

Yapılan kapsamlı literatür çalışmaları sonucunda, bir kişiden alınan parmak oranı bilgisi ile o kişinin yaşamı, sağlığı, kişisel tercihleri ve ilgileri gibi birçok önemli bilgiler çıkarılabilmektedir. Bu kapsamda kişinin psikolojik durumunun belirlenmesi, spora yatkınlıkları, kanser veya kalp krizi geçirme riskinin ortaya çıkarılması gibi önemli bilgiler elde edilebilmektedir. Çoğunlukla bu çalışmalarda, özellikle veri madenciliği yöntemlerinin ve araçlarının kullanılarak, anlamlı bilgilerin çıkarıldığı görülmektedir.

Bu makale çalışmasında, bir veri madenciliği aracı olan WEKA yazılımı kullanılarak, parmak oranına göre kişilerin bazı hastalıklara olan yatkınlığına ilişkin bilgiler çıkarılmıştır.

II. VERİ MADENCİLİĞİ

Veri madenciliği, metin veya veri tabanlarında bulunan büyük miktarlardaki verilerin analiz edilerek, bilgiye dönüştürülmesini sağlayan sürecin adıdır. Bilgisayar, veriler arasındaki ilişkiyi, kuralları ve özellikleri belirleyerek, daha önceden fark edilmemiş veri desenlerini tespit edebilmektedir. Veri madenciliğini istatistiksel yöntemler serisi olarak görmek mümkün olabilir. Ancak veri madenciliği, geleneksel istatistikten birkaç yönde farklılık göstermektedir. Veri madenciliğinde amaç, modellerin mantıksal kurallara ya da görsel sunumlara çevrilmesidir. Bu bağlamda, veri madenciliği insan merkezlidir ve bazen insan – bilgisayar ara yüzü birleştirilir [1-2].

Son yıllarda veri madenciliği yöntemleri ile veri ambarlarından gizli bilgilerin çıkarılması konusunda birçok önemli çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalarda bilimsel ve mühendislik verileri, sağlık, bankacılık ve finans, eğitim, internet ve doküman verileri gibi birçok veriler kullanılarak veri madenciliği yöntemleri ile analiz edilmektedir [1,3-4] Bu analiz işlemlerinde istatistik, matematik ve modelleme teknikleri, veri tabanı teknolojisi ve çeşitli bilgisayar programları kullanılmaktadır. Verilerin nitelikli bir şekilde analiz edilmesi ve içerisinde gizlediği bilgilerin ortaya

çıkarılması doğru bilgi yönetimi ve veri madenciliği ile mümkün olabilir [1]. Çünkü veriler, bilgiye dönüştürüldüğü sürece önemli bir anlam kazanmış olur.

III. LİTERATÜR TARAMASI

Son yıllarda literatürde yer alan birçok sayısal parmak oranı (2D:4D) ile ilgili çalışmaların yapıldığı görülmüştür. Yapılan bu çalışmalardan özellikle insan hayatı için önemli bulguların ortaya çıkarıldığı görülmektedir. Bu çalışmalar detaylıca irdelenerek, ortaya konulan önemli bulgular ve sonuçlar incelenmiştir.

Hönekopp ve diğ. yaptıkları çalışmada [5] meta analizi kullanarak 116 örneğin 2D:4D parmak oranları ölçülmüştür. Bu ölçümler ile cinsiyet farklılığı büyük ölçüde tespit edilmiş ve sağ elindeki 2D:4D oranı ile doğum öncesi androgenisationun iyi bir göstergesi olabileceği gösterilmiştir.

Manning ve diğ. yaptıkları çalışmada [6] 72 kişi (62 erkek – 10 bayan) 2- 14 yaş aralığı otizmlı çocuk, 23 kişi (20 erkek – 3 bayan) asperger sendromlu çocuk, 34 kardeş, 88 anne ve 88 babanın parmak oranları alınmış ve analizi yapılmıştır. Analiz sonucuna göre down sendromlu çocuklarda 2. parmak/4. parmak oranının daha düşük olduğu bulunmuş ve bu oranın down sendromu için bir belirteç olabileceğini bildirilmiştir. Manning ve diğ. yaptıkları diğer bir çalışmada [7] 30 yaş üstü; 225 İngiliz (98 erkek – 127 kadın), 85 İspanyol (40 erkek – 45 bayan), 146 Jamaikalı (54 erkek – 92 bayan) kişilerin sağ ve sol ellerindeki 2. parmak/4. parmak oranları ölçülmüştür. Çalışmada işaret parmağı uzunluğu ile östrojen hormonu yüksekliği arasında ve yüzük parmağı uzunluğu ile testesteron hormonunun yüksekliği arasında doğru orantı tespit edilmiştir.

Schwerdtfeger ve diğ. yaptıkları çalışmada [8] 77 erkek araç sürücüsünün 2D/4D oranı ile trafik ihlalleri arasında ilişkilendirme yapılmıştır. Sayısal oran elin tarama çıktısı ile değerlendirilmiştir. Almanya’ da trafik suç davranışı, Trafik suçlular merkez kaydı tarafından ceza puanı ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar ceza puanı girişleri arasında bir oran olduğunu göstermiştir. Doğum öncesi yüksek testesterona maruz kalan kişilerin daha fazla trafik ihlali yaptığı sonucu düşündürmektedir.

Park ve diğ. yaptıkları çalışmada [9] 2D/4D sayısal oranı ve karşı cinsle karşı romantik kıskançlık arasında bir ilişki olduğu çıkarılmıştır. Çalışmada 71 kız 52 erkek lisansüstü öğrencileri arasında parmak oranı ile rakip özellikleri kıskanma boyutu arasındaki ilişki değerlendirilmiştir.

Aksu ve diğ. yaptıkları çalışmada [10] 35 yaş ve üstü 122 atletin (90 erkek – 32 kadın) her iki el için 2D:4D oranları, boy, kilo bilgileri alınarak beden kitle indeksi hesaplanmıştır. Çalışmanın sonucunda kadın ve erkek tüm atletlerde her iki parmak oranlarında testosteron oranının fazla olduğu tespit edilmiştir.

Aksu ve diğ. yaptıkları diğer bir çalışmada [11] 48 kadın ve 15 erkek üniversite öğrencisinin her iki el için 2D:4D oranları ölçülmüştür. İşaret parmağı uzun olanları östrojen hormonu baskın grup, yüzük parmağı uzun olanları da testosteron hormonu baskın grup kabul edilerek çeşitli analizler yapılmıştır. Yapılan testlerine göre sol el için testosteron hormonu baskın çıkan grupta dikkatli karar verme, yenilikçi puanları yüksek çıkmıştır. Sağ el için testosteron hormonu baskın grup östrojeni baskın gruba göre duyguları değerlendirme, sorumluluk, kararlılık puanları yüksek bulunmuştur.

Malas ve diğ. yaptıkları çalışmada [12] gebeliğin 9. ve 40. hafta arasındaki sürecin dışında 161 insan fetüsü üzerinde bir araştırma yapmışlardır. Parametrelerin standart sapmaları ve ortalamaları, gebeliğin haftalarına ve aylarına göre hesaplanmıştır. Gebelik yaşı ve parametreler arasında önemli bir ilişki saptanmıştır.

Tester ve diğ. tarafından yapılan çalışmada [13] en az haftada bir kere spor yapan ya da üniversite spor takımlarında faaliyet gösteren üniversite öğrencilerinin 2. parmak/4. parmak oranları ölçülmüştür. Çalışmada 20 – 38 yaş aralığında ragbi oynayan 52 kişi (27 erkek – 25 bayan), futbol oynayan 54 kişi (23 erkek – 31 bayan), basketbol oynayan 49 kişi (23 erkek – 26 bayan) araştırılmıştır. Araştırma sonucunda her iki el için 2D:4D parmak oranının spor yeteneği ve başarı düzeyi ile ters orantılı olduğunu bulmuşlardır.

Paul ve diğ. tarafından yapılan çalışmada [14] 25 yaş üstü 607 kadın atletin 2D:4D parmak oranı ölçülmüştür. Düşük parmak oranının koşu performansını arttırdığı tespit edilmiştir. Buna göre araştırmacılar, düşük parmak oranı göz önünde bulundurularak potansiyel yetenekli koşu sporcusu keşfedileceğini belirtmişlerdir.

McIntyre ve diğ. yaptıkları çalışmada [15] 2D/4D oranının doğum öncesi cinsiyet farklılaşmasının bir işaretçisi olduğunu öne sürmüşlerdir. İçerisinde bebek, çocuk ve yetişkin dahil olmak üzere her iki cinsiyette mevcut olan 79 şempanze ve 39 bonobodan alınan sonuçlar rapor edilmiştir. Bonobolarda insan gibi şempanzelerden daha büyük ölçüde cinsiyet farkı gözlemlenmiştir.

İşman ve diğ. tarafından yapılan çalışmada [16] 111 kadının ve 72 erkeğin 2D:4D parmak oranları ölçülmüş ve bu kişilerin uyku düzeni dağılımları araştırılmıştır.

Fink ve diğ. tarafından yapılan çalışmada [17] 127 erkek ve 117 kadından 2D:4D parmak oranı, vücut kitle indeksi ve bel – kalça oranı ve boyun çevresi gibi veriler alınmıştır. Araştırmanın sonucuna göre daha önce savunulan boyun çevresi ve kroner kalp krizi arasındaki ilişkiden yola çıkarak, parmak uzunluğunun da kalp krizi için belirleyici bir unsur olabileceğine dikkat çekilmiştir. Fink ve diğ. tarafından yapılan diğer bir çalışmada [18] 50 erkek – 56 kadın Avusturalyalının yüz şekillerindeki 64 nirengi nokta

tanımlanmıştır. Kişilerin 2D:4D parmak oranları da ölçülmüştür. Çalışmanın sonucuna göre yüz şekillerinin testosteron ve östrojen tarafından etkilenerek oluştuğu, erkeklerde bu etkilenmenin kadınlara oranla 3 kat daha fazla olduğu sonucu çıkarılmıştır.

Luxen ve diğ. tarafından yapılan çalışmada [19] 44 erkek ve 37 kadının 2D:4D parmak oranı ölçülerek sağ el parmak oranı ile sayısal zekâları arasındaki ilişki anlamlı bulunmuştur.

Cebe yaptığı tez çalışmasında [20] 70 kadın - 54 erkek toplam 124 deneğin sol ve sağ el resimleri çekerek, sağ el ile sayısal ve eşit ağırlık parametreleri arasında anlamlı bir ilişki kurmuştur. Tez çalışması sonucunda, elde edilen verilerle kişilerin sayısal, sözel ve eşit ağırlık alanlarına yakınlıkları hakkında bilgi veren bir uzman sistem geliştirilmiştir.

IV. UYGULAMA

Sınıflandırma veri madenciliğinde sıkça kullanılan, veri tabanındaki verileri inceleyip oluşturulan kurallar çerçevesinde önceden tanımlanmış sınıflara atayan bir yöntemdir [4]. Bu kurallar yardımıyla yeni bir durum ortaya çıktığında nasıl karar verileceği belirlenir. Veri madenciliğinin sınıflandırma grubu içerisinde en sık kullandığı tekniklerden biri karar ağaçlarıdır. Bu makale çalışmasında, bir veri madenciliği aracı olan WEKA yazılımı [21] kullanılmış, verilerin sınıflandırılmasında ise J48, NBtree, LADTREE sınıflandırma algoritmaları kullanılmıştır.

A. WEKA Yazılımı

WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis), Yeni Zelanda, Waikato Üniversitesi'nde geliştirilen bir veri madenciliği yazılımıdır. WEKA yazılımı nesneye yönelik programlama dillerinden olan Java ile geliştirilmiştir. WEKA'nın en güçlü özelliği birçok sınıflandırma tekniğini içermesidir. Diğer bir özelliği de uygulamaların komut girilerek gerçekleştirilmesine imkân tanınmasıdır. WEKA'da; ön işleme (preprocess), sınıflandırma (classify), kümeleme (cluster), birliktelik kuralları (associate rules), nitelik seçme (select attribute) ve görselleştirme (visualize) panelleri bulunmaktadır [21]. Bu makale çalışmasında ise WEKA yazılımının sınıflandırma paneli kullanılmıştır.

B. Karar Ağaçları ile Sınıflandırma

Veri Madenciliği ile sınıflandırmada birçok yöntem vardır. Bunlardan en çok kullanılanlardan birisi de karar ağaçlarıdır. Karar ağaçlarının en büyük yararı veriden öğrenilen kuralın, anlaşılır bir şekilde yazılabilesidir. Karar ağacının yapısında her bir düğüm bir niteliği temsil eder. Dallar ve yapraklar ağaç yapısının elemanlarıdır. En üstteki eleman kök, en alttaki eleman yaprak ve bunların arasında kalan elemanlar ise dal olarak isimlendirilir [22].

J48 Algoritması; Enformasyon Kazancı Teorisine (Information Gain Theory) dayanarak, verilerden ilgili özellikleri seçmek için otomatik işlem yeteneğine sahiptir. Enformasyon kazancının en iyi olduğu noktadan örnekleri bölen yinelemeli algoritmadır. IF-THEN kurallarına dayalı bir karar ağacı ve "üyelik fonksiyon kümeleri –membership functionsets" çıktısı verir. Ağaç yapısı, denekleri bölme ve ağacın en iyi kök değişkeninin seçilmesi süreci ile başlayıp yukarıdan aşağıya doğru inşası gerçekleştirilmektedir. J48, anlamlı olmayan diğer bir deyişle zayıf dalları kesmek için etkin bir budama işlemi yapabilmektedir. Bunun nedenlerinden biri, karar ağaçlarının amacının veri keşfetmek değil, veriler üzerinde basit bir sınıflandırma modeli oluşturmak olmasındandır [23].

NBTree Algoritması; (Naive-Bayes karar ağacı hibrid) algoritması hesaplama süresini azaltan etkili bir sınıflandırma algoritmasıdır. Karar vermek için en özel alt uzay sınıflandırıcıyı kullanır. Naive-Bayes sınıflandırıcı ve DT sınıflandırıcı bir melez oluşturur. Algoritma düğümleri düzenli DT olduğu gibi tek değişkenli testler, ihtiva eden bir ağaç kurar. Ancak, ağaç yaprakları ise Naive-Bayes sınıflandırıcı içerir [24].

LADTree Algoritması; karar ağacı için çoklu sınıf üretir. Yani ikiden fazla sınıf girişi yeteneğine sahiptir. Logitoot Stratejisini kullanarak lojistik regresyonu gerçekleştirir [25].

C. Verilerin Toplanması ve Analiz Süreci

Parmak oranlarının toplanması sürecinde farklı yaş grupları ve farklı eğitim düzeylerine sahip bir popülasyon seçilmiştir. Kişilerin el fotoğrafları 5 megapiksel iSight kamera ile çekilmiştir. Şekil 1'de resimleri çekilen el fotoğraflarından bir kesit gösterilmiştir. Çekim esnasında fotoğraf makinesinin kişilerin ellerine olan uzaklığı sabit tutulmuş, 18 yaşından büyük kişilerin sol ve sağ avuç içlerinin fotoğrafı çekilmiştir. Edinilen el fotoğrafları "Adobe Photoshop" programında tek tek açılarak, her bir el görüntüsü için parmağın Metacarpofalangeal eklem ortası ile parmağın distal ucu arasındaki mesafe göz önünde bulundurularak hesaplanmıştır. Ayrıca bu uygulamada kişilerin yaş, boy, kilo gibi bilgileri sorulmuş ve hesaplanan parmak oranı bilgiyle beraber veri tabanına kaydedilmiştir.



Şekil-1: Uygulamada kullanılan bazı el fotoğrafları

Geniş bir literatür taraması yapıp literatürdeki bu akademik kaynaklardan yararlanılarak 2D:4D parmak oranları ile bazı kişilik durumları arasında bir ilişki çıkarılmıştır. Hesaplamalar sonucunda parmak oranlarına göre kişilerin toplumsallık, düzenlilik, sorumluluk, agresiflik gibi parametre bilgileri

yaklaşık olarak belirlenmiştir [20-26]. Tüm bu veriler tek bir tabloda toplanarak, bilgi sütunları halinde gösterilmiştir. Verilerin toplanması ve ön işlem aşamalarından geçirilmesi sonucunda, elde edilen düzenli veriler Tablo 1'de görüldüğü gibi veri tabanına aktarılmıştır.

Tablo 1: Uygulamada Kullanılan Veri Kümesinden bir Kesit

| Cinsiyet | Yas | Boy | Kilo | 2D:4D | Toplumsallık | Düzenlilik | Sorumluluk | Agresiflik |
|----------|-----|-----|------|-------|--------------|------------|------------|------------|
| Erkek | 43 | 172 | 77 | 1.031 | Dısdonuk | Daginik | Az | Fazla |
| Erkek | 58 | 167 | 61 | 1.042 | Dısdonuk | Daginik | Az | Fazla |
| Erkek | 48 | 150 | 90 | 0.987 | İcedonuk | Duzenli | Fazla | Orta |
| Erkek | 54 | 154 | 87 | 1.017 | Dısdonuk | Daginik | Az | Fazla |
| Erkek | 36 | 168 | 98 | 0.948 | Dısdonuk | Duzenli | Fazla | Az |
| Kadin | 55 | 123 | 55 | 1.004 | Dısdonuk | Daginik | Az | Fazla |
| Kadin | 35 | 182 | 102 | 0.985 | İcedonuk | Duzenli | Fazla | Orta |
| Erkek | 45 | 178 | 67 | 0.974 | İcedonuk | Duzenli | Fazla | Az |
| Kadin | 38 | 163 | 69 | 1.039 | Dısdonuk | Daginik | Az | Fazla |

D. Sınıflandırma Sonuçları

Kişilerden alınan parmak görüntü verilerin toplanması ve işlenmesi için gerekli ön işlem aşamaları yapıldıktan sonra, düzenli veriler haline getirilmiştir. Düzenli girdi verileri belirlendikten sonra, WEKA yazılım aracı veri formatına

dönüştürülmüştür. Daha sonra bu veriler WEKA yazılım aracı kullanılarak, karar ağaçları sınıflandırma yöntemi ile sınıflandırılmıştır. Sınıflandırmada, karar ağaçları yönteminin J48, LADTree ve NBTree algoritması kullanılmıştır [23-25]. Gerçekleştirilen sınıflandırma sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: Karar Ağaçları Sınıflandırma Sonuçları

| Sınıflandırma Durumları | J48 Algoritması | | LADTree | | NBTree | |
|-------------------------|-----------------|----------|---------|----------|--------|----------|
| | Kişi | Oran (%) | Kişi | Oran (%) | Kişi | Oran (%) |
| Doğru Sınıflandırma | 102 | 94.444 | 108 | 100 | 105 | 97.222 |
| Yanlış Sınıflandırma | 6 | 5.5556 | 0 | 0 | 3 | 2.7778 |
| Kappa İstatistiği | - | 0.899 | 1 | - | - | 0.9503 |
| Mutlak Ortalama Hata | - | 0.037 | - | 0.0001 | - | 0.0828 |
| Kök Karesel Hata | - | 0.192 | - | 0.0001 | - | 0.1215 |
| Bağıl Mutlak Hata | - | 9.674 | - | 0.021 | - | 21.6328 |
| Kök Bağıl Karesel Hata | - | 44.169 | - | 0.0268 | - | 27.8862 |
| Toplam Örnek Sayısı | 108 | - | 108 | - | 108 | - |

Sınıflandırma sonuçları tablosunda görüldüğü üzere, sayısal değerlerle başarılı bir sınıflandırma yapılmıştır. Uygulama sonucunda en başarılı sınıflandırma % 100 oranla LADTree algoritması ile gerçekleştirilmiştir. % 97.222 oranla NBTree ve % 94.444 oranla J48 algoritması başarılı bir sınıflandırma gerçekleştirmiştir.

V. SONUÇ

Bu çalışmada, 66 erkek ve 42 kadının sağ ve sol el görüntüleri çekilerek 2D:4D parmak oranları hesaplanmıştır. Kişilere ait bu parmak oranları ile birlikte literatür çalışmalarından faydalanılarak elde edilen parmak oranlarına

göre yaklaşık kişilik durumları çıkarılmıştır. Geniş bir literatür taraması sonucunda parmak oranı ile 4 kişilik alanı arasında anlamlı bir ilişki saptanmıştır. Kişilerin dışadönük/içedönük, dağınık/düzenli, sorumluluk ve agresiflik durumları ile parmak oranı arasındaki ilişkiler tek bir tabloda açılarak veri tabanına kaydedilmiş ve WEKA yazılım aracı veri formatına dönüştürülmüştür. Daha sonra bu veriler WEKA yazılımında karar ağacı yönteminin J48, NBTree, LADTree algoritmaları kullanılarak sınıflandırılmıştır. Sınıflandırmada %94 ile %100 arasında bir başarı elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Akgöbek, Ö., Çakır, F., "Veri Madenciliğinde Bir Uzman Sistem Tasarımı", Akademik Bilişim'09 - XI. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, 11-13 Şubat 2009
- [2] Internet: Vikipedi Özgür Ansiklopedi, Erişim tarihi: Nisan 2013. http://tr.wikipedia.org/wiki/Veri_madencili%C4%9Fi
- [3] Daş, R., Türkoğlu, İ., "Creating meaningful data from web logs for improving the impressiveness of a website by using path analysis method", Expert Systems with Applications, 36(3), 6635-6644, 2009.
- [4] Daş, R., "A comparison of multiple classification methods for diagnosis of Parkinson disease", Expert Systems with Applications, 37(2), 1568-1572, 2010.
- [5] Hönekopp, J., Watson, S., "Meta-analysis of digit ratio 2D:4D shows greater sex difference in the right hand", American Journal of Human Biology, 22(5), 2010.
- [6] Manning, J. T., Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Sanders, G., "The 2nd to 4th Digit Ratio and Autism", Developmental Medicine and Child Neurology, 43: 160-164, 2011.
- [7] Manning, J. T., Martin, S., Trivers, R. L., Soler, M., "2nd to 4th Digit Ratio and Offspring Sex Ratio", Journal of Theoretical Biology, 217(1): 93-95, 2002.
- [8] Schwerdtfeger, A. Heims, R., Heer, J., "Digit ratio (2D:4D) is associated with traffic violations for male frequent car drivers", Accident Analysis and Prevention, 42, 269-274, 2010.
- [9] Park, H.J., Wieling, B.M., Buunk, P.A., Massar, K., "Sex-specific relationship between digit ratio (2D:4D) and romantic jealousy" Personality and Individual Differences 44, 1039-1045, 2008.
- [10] Aksu, F. Çelik, A. Master Atletlerde El Parmak Oranlarının Sportif Başarı Düzeyine Etkisi, DEÜ Tıp Fakültesi Dergisi, 24(3), 89-93, 2010.
- [11] Aksu, F. Tatar, A. Türkmen, S. Çelikli, S. Çelik, A., Tetik, S., Paramediklerde Psikolojik Değerlendirme ve Eldeki Parmak Oranlarının Kişilik Yapısı ile İlişkisi, DEÜ Tıp Fakültesi Dergisi, 24(1):11-18, 2010.
- [12] Malas, M.A., Doğan, S., Evcil, E.H., Desticioğlu, K., "Fetal development of the hand, digits and digit ratio (2D:4D)", Early Human Development, 82, 469-475, 2006.
- [13] Tester, N., Campbell, A., "Sporting Achievement: What Is the Contribution of Digit Ratio?" Journal of Personality, 663-677, 2007.
- [14] Paul, S. N., Kato, B. S., Hunkin, J. L., Vivekanandan, S., Spector, T. D., "The Big Finger: The Second to Fourth Digit Ratio is a Predictor of Sporting Ability in Women", Published Online First, 40:981-983, 2006.
- [15] McIntyre, M.H., Herrmann, E., Wobber, V., Halbmax, M., Mohamba, C., Sousa, N., Atencia, R., Cox, Hare, B., "Bonobos have a more human-like second-to-fourth finger length ratio (2D:4D) than chimpanzees: a hypothesized indication of lower prenatal androgens", Journal of Human Evolution 56, 361-365, 2009.
- [16] İşman, Ç. Gülen, Ş., Gündoğan, N., "The Relationship Between Digit Ratio and Circadian Typology Among Medical Students", Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 27(1): 68-73, 2010.
- [17] Fink, B., Manning, J. T., Neave, N., "The 2nd-4th Digit Ratio (2D:4D) and Neck Circumference: Implications for Risk Factors in Coronary Heart Disease", International Journal of Obesity, 30: 711-714, 2006.
- [18] Fink, B., Grammer, K., Mitteroecker, P., Gunz, P., Schaefer, K., Bookstein, F. L., Manning, J. T., "Second to Fourth Digit Ratio and Face Shape", The Royal Society, 272, 1995-2001, 2005.
- [19] Luxen, M.vF., Buunk, B. P., "Second-to-fourth Digit Ratio Related to Verbal and Numerical Intelligence and The Big Five, Personality and Individual Differences, 39(5): 959-966, 2005.
- [20] Cebe, B., "2D:4D Parmak Uzunlukları Oranı İle Kişilerin Sayısal-Sözel Dallara Yatkinlikleri Arasındaki İlişkinin Uzman Sistem İle Tespiti", Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2012.
- [21] Mark Hall, Eibe Frank, Geoffrey Holmes, Bernhard Pfahringer, Peter Reutemann, Ian H. Witten; The WEKA Data Mining Software: An Update; SIGKDD Explorations, 11(1), 2009.
- [22] Alpaydın, E., "Zeki Veri Madenciliği: Ham Veriden Altın Bilgiye Ulaşma Yöntemleri", Bilişim 2000 Veri Madenciliği Eğitim Semineri Notları, 2000.
- [23] Altıkardeş, Z. A. Erdal, H., Baba, F., Fak, A.S., "ABPM Ölçümü Olmaksızın Karar Ağaçları Algoritması ile Non-Dipper / Dipper Öngörüsü", IX. Ulusal Tıp Bilişimi Kongresi. Antalya, Türkiye, 2012.
- [24] Balamurugan, A., Rajaram, R., S. Pramala, S. Rajalakshmi, C. Jeyendran, J. Dinesh Surya Prakash, NB: An improved Naive Bayesian algorithm, Knowledge-Based Systems, 24(5),563-569, July 2011.
- [25] Blagojevic, R., Plimmer, B., Grundy, J., Wang, Y., "Using data mining for digital ink recognition: Dividing text and shapes in sketched diagrams", Computers & Graphics, 35(5), Pages 976-991, 2011.
- [26] Manning J.T., "The Finger Book", published by Faber and Faber limited, 0-192p, 2008.