



Offline Fraud Signature and Real Signature Classification Using Deep Convolutional Networks

Tuba Talo and Ahmet Çınar

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

September 22, 2022

DERİN EVRİŞİMSEL AĞLAR KULLANARAK SAHTE İMZA VE GERÇEK İMZA SINIFLANDIRMASI

Tuba Talo*
Fırat Üniversitesi
Elazığ, Turkey
t.talo@firat.edu.tr

Ahmet Çınar
Fırat Üniversitesi
Elazığ, Turkey
acinar@firat.edu.tr

Özet— İmza inceleme, insan hayatındaki hukuki bir nitelik taşıyan önemli bir uzmanlık alanıdır. Adli ve özel belge inceleme laboratuvarlarında gelişmiş mikroskoplar, aydınlatma cihazları ve imza doğrulama yöntemleri kullanılmaktadır. İmza sahteciliği olaylarında son yıllarda ciddi bir artış olmuştur. Projemiz derin evrışimsel sinir ağları kullanarak imzanın sahte veya gerçek olup olmadığı hususunda otomatikleştirmeyi amaçlamaktadır. GPDC veri seti kullanılmıştır. Derin öğrenme CNN yöntemlerinden Resnet, Vgg16, Alexnet, mimarileri kullanılarak doğruluk oranları karşılaştırılmıştır.

Anahtar kelimeler—imza sınıflandırma, derin öğrenme, CNN, Resnet, Vgg16, Alexnet

I. GİRİŞ

El yazısı imzalar bankacılık, hukuk ve finans gibi birçok alanda yüzlerce yıldır kullanılmaktadır. Elde edilebilirliği kolay bir biyometrik olması sebebiyle gündelik hayatta sıklıkla tercih edilmektedir. Hukuki açıdan kişilere maddi manevi birçok sorumluluk yükleyen imzaların bu kadar yaygın kullanılan bir kimlik doğrulama tekniği olması, kötü niyetli kişiler tarafından taklit edilerek sıklıkla suiistimal edilmesine sebep olmaktadır. Bu sebeple imzaların gerçekliğinin veya sahteliğinin tespit edilerek doğrulanabilmesi önemli bir araştırma konusudur. İmzalar yüksek kişisel değişkenliği barındırdıklarından, aynı kişiye ait farklı zamanda atılmış imzalar arasında bile ciddi farklılıklar görülmektedir. Buda imza doğrulamayı günümüzde de çözülmesi zor bir problem yapmaktadır. Bu çalışma kapsamında çevrimdışı el yazısı imza doğrulama alanının önemli problemine çözüm getirilmiştir. Geliştirilen sistemlerin doğrulama başarısının düşük olmasıdır. Çevrimdışı imzalar gerçek hayatta sınırlı miktarda elde edilebildikleri için yapay zekâ yöntemlerinin eğitilmesinde yetersiz kalmaktadırlar. Çevrimdışı imza doğrulama sistemlerinde yaşanan zorluklar, yüksek kişisel değişkenlik, sınırlı sayıda eğitim örneği, öğrenme aşamasında vasıflı sahte imzalara erişilememesi ve sahtekârların orijinal örnekleri daha kolay taklit etmeleri olarak sıralanmaktadır. [9]

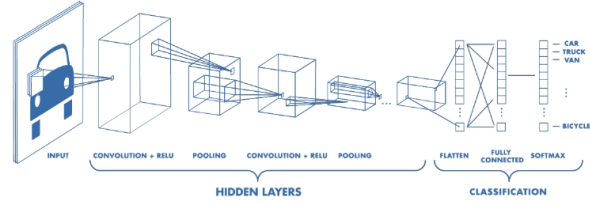
II. METARYAL VE YÖNTEM

A. CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)

Convolutional neural network (CNN), yapay sinir ağlarının özel bir türüdür. CNN'ler özellikle görüntü problemlerinde yaygın kullanılan derin öğrenme mimarisidir. Bir CNN, klasik neural networks yapısına benzer şekilde

neuron'lardan oluşur ve öğrenmek için ağırlıklar ile bias değerine sahiptir. Her neuron girişleri alır, birleştirir ve genellikle non-lineer bir fonksiyon ile çıkış üretir. CNN uygulamaları girişleri görüntü olarak varsayar ve özellikleri mimariye kodlamamızı sağlar. CNN, convolution ve pooling operatörlerini kullanır. Bir CNN üç temel katman türüne sahiptir:

- 1.Convolutional layer
 - 2.Pooling layer
 - 3.Fully-connected layer
- Art arda çok sayıda convolution+pooling yapılabilir. Daha sonra birkaç tane fully connected katmanı bulunur. Çok etiketli sınıflandırma problemlerinde, en sonda softmax katmanı bulunur.[12]



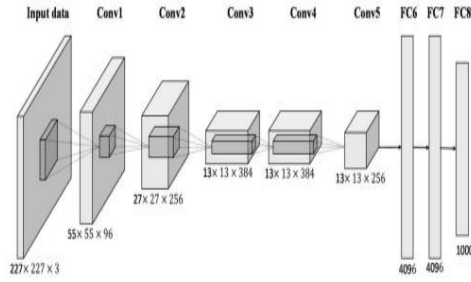
Şekil 1.

Kullanılan imza doğrulama yöntemlerinin Yazara Bağımlı (Writer Dependent - WD) ve Yazardan Bağımsız (Writer Independent - WI) olmak üzere iki farklı şekilde tasarlandığı görülmektedir. Yazara Bağımlı sistemlerde imza doğrulaması gerçekleştirilirken veri tabanından bir kişiye ait imzalar seçilir ve sistem o kişinin imzaları ile çalıştırılır. Böylelikle kişinin attığı ve gerçek olan farklı imzaların öznelikleri ve ortak yanları araştırılarak bir doğruluk tespiti yapılır. Sistem her kişi için sadece o kişinin imzaları ile eğitilir bu nedenle de kişiye ait spesifik özellikler sistem tarafından öğrenilebilmektedir. Yazardan Bağımsız sistemlerde ise veri tabanında bulunan tüm yazarlara ait gerçek imzalar aynı anda kullanılarak doğrulama sistemi çalıştırılmaktadır. Buradaki amaç tüm bireylere ait gerçek imzaların ortak özelliklerinin tespitidir. [9]

Bu çalışmada GPDS adında bir dataset kullanılmıştır.

ALEXNET

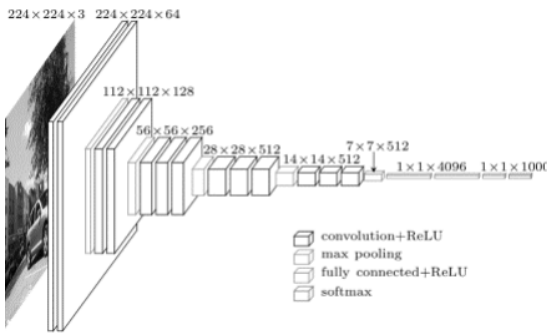
2012 yılında evrışimli sinir ağ modellerini ve derin öğrenmenin tekrar popüler hale gelmesini sağlayan ilk çalışmadır. Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever and Geoffrey Hinton tarafından geliştirilmiştir. Temel olarak LeNet modeline, birbirini takip eden evrışim ve pooling katmanları bulunmasından dolayı, çok benzemektedir. Aktivasyon fonksiyonu olarak ReLU (Rectified Linear Unit), pooling katmanlarında da max-pooling kullanılmaktadır.[13]



Şekil 2.

VGG16

Vgg16 derin öğrenme algoritması Oxford üniversitesi Görsel Geometri Grubu tarafından ILSVRC2014 yarışmasında daha iyi sonuçlar elde etmek için kullanılan 13 konvolüsyon 3 tam bağlı katmanından oluşan bir ağıdır. Maxpool, Fullconnectedlayer, Relulayer, Dropoutlayer ve Softmaxlayer katmanlarıyla birlikte toplamda 41 katman yer almaktadır. Girdi katmanında yer alacak görüntü 224x224x3 boyutundadır. Son katman ise sınıflandırma katmanıdır. [14]



Şekil 3.

RESNET

VggNet, AlexNet gibi geleneksel ardışık ağ mimarisinden farklı bir yapıya sahiptir. Resnet mikro mimari modülü yapısı ile diğer mimarilerden ayrışır. Bazı katmanlar arasındaki değişim gözardı edilerek alt katmana geçiş işlemi yapılması tercih edilebilir [14]

III. LİTERATÜR ÖZETİ

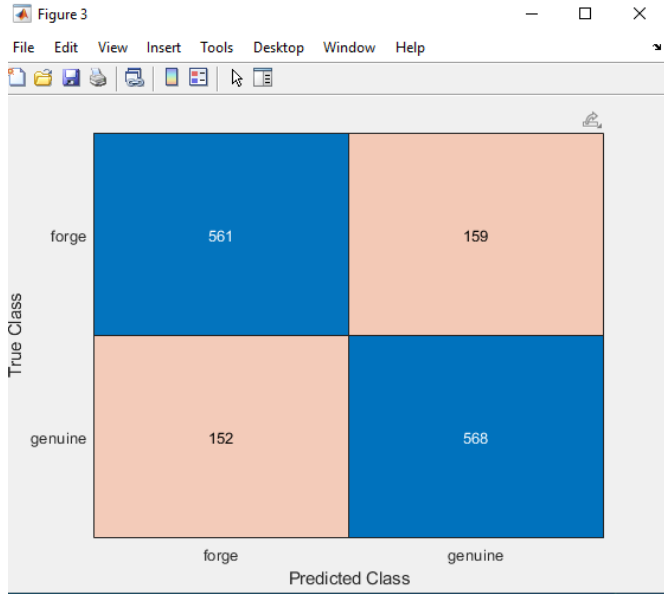
Derin öğrenme yöntemlerinin özellikle de grafik kartı teknolojisindeki gelişmelerden sonra birçok alanda elde ettiği başarılar, imza doğrulama üzerine çalışan araştırmacıların da ilgisini çekmiştir. Araştırmacılar Derin öğrenme yöntemlerini imza doğrulama alanında uygulayarak bu alanda başarıyı artırmayı hedeflemişlerdir. Luiz G. Hafemann ve arkadaşları CNN (Convolutional Neurol Network) kullanarak yazara bağımlı imza kümelerini sınıflandırmak üzere, yazardan bağımsız bir imza öznitelik çıkarım modeli geliştirmişlerdir [1]. Özellikle çevrimdışı imzalarda dinamik özniteliklerin elde edilememesi ve bu nedenle son derece kısıtlı bir öznitelik ile imza karakteristiklerinin çıkarılmasının zor olması, çevrimdışı imza doğrulamanın performansını önemli ölçüde düşürmektedir. Bu nedenle yazarlar çalışmalarında yazardan bağımsız olarak CNN ile otomatik olarak elde edilmiş imza öznitelikleri ile yazara bağımlı bir çevrimdışı imza

doğrulama modeli geliştirilmiştir. Ancak çalışmalarında da belirttikleri gibi, eğitim verisi olarak sadece gerçek imzaları kullanmışlardır. Sadece bazı örneklerde yetenekli sahte imza örneklerini de işleme katmışlardır. Bu nedenle de eğitim verileri oldukça azdır ve öğrenmenin başarısını etkilediğini düşünmekteyiz. Souza ve arkadaşları [2] yazardan bağımsız bir sınıflandırma için destek vektör makinaları (support vector machines-SVM) sistemi önermişlerdir. Önerdikleri sistemde kullanıcı bağımlı olarak öznitelik çıkarımında CNN yöntemini kullanmışlardır. 2019 yılında yayınlanan bir makalede, Sam ve ekibi [3] çevrimiçi imza doğrulama için Google inception CNN modelinin farklı versiyonlarını farklı kullanıcı sayıları ile test ederek performans karşılaştırması yapmışlardır. İmza görüntülerde 22 katmanlı inception V1 modelinin 42 katmanlı inception V3 modelinden daha iyi performansa sahip olduğunu bildirmişlerdir. Zhang ve arkadaşları [4] Deep Convolutional Generative Adversarial Networks (DCGANs) kullanarak çevrimdışı imza doğrulaması gerçekleştirmek üzere çok fazlı denetimsiz bir sınıflandırma yöntemi önermişlerdir. Önerdikleri sistemde yetersiz veri sorununu çözebilmek için sistemi hem kullanıcı bağımsız hem de kullanıcı bağımlı imzalarla eğitmişlerdir. Parcham ve arkadaşları[5] çevrimdışı imza doğrulama modeli için CNN ve kapsül sinir ağlarının bir kombinasyonunu kullanmışlardır. (Cap-sNet) özellik çıkarımı için. CapsNet'i kullanmanın iki nedeni vardır. İlk olarak, katman ve parametre sayısını azaltabilir. İkincisi, bir CapsNetaçıl ve mekansal değişikliklerin ayrıntılarını tespit edebilir. Berkay ve arkadaşları [6] çalışmalarında hem doğrulama hem de özellik çıkarımı için iki kanallı bir evrişimli sinir ağı (CNN) ile kullanıcıdan bağımsız/bağımlı hibrit bir çevrimdışı imza doğrulama tekniği önermişlerdir. Mohapatra ve ekibi [7] , yaptıkları çalışmada önceden işlenmiş gerçek imzalardan ve sahte imzalardan özellikleri öğrenmek için Evrişimli Sinir Ağları (CNN) kullanılmıştır. Kullanılan CNN, Inception V1 mimarisinden (GoogleNet) esinlenmiştir. Mimari, ağır daha derin yerine daha geniş olması için aynı seviyede farklı filtrelerle sahip olma kavramını kullanır. Rabbi ve ekibi [8], evrişimli sinir ağı (CNN) kullanılarak çevrimdışı el yazısı imza doğrulaması ile ilgili çalışma yapmışlardır. CNN modeli ile veri büyütme kullanıp ve ayrıca Multilayer Perceptron (MLP) ve Single Layer Perceptron (SLP) ile karşılaştırmalı bir çalışma yapmışlardır. Muhammed Mutlu ve ekibi [9], çalışmalarında kötü niyetli kişilerin imza sahtekarlığını önlemek için Derin Öğrenme (DL) tabanlı çevrimdışı imza doğrulama yöntemi önermişlerdir. Çalışmada kullanılan DL yöntemi Convolutional Neural Network (CNN)'dir. CNN, Writer Dependent (WD) ve Writer Independent (WI) olmak üzere iki farklı model için ayrı ayrı tasarlanmış ve eğitilmiştir. Alajrami ve ekibi [10] çevrimdışı imza için python kullanarak CNN modeli oluşturup yüksek oranda başarı elde etmişlerdir. Jain ve arkadaşları [11] imza doğrulaması için evrişimli sinir ağı tabanlı dilden bağımsız sığ bir mimari (sCNN(Sığ Evrişimli Sinir Ağı)) önermişlerdir. Önerilen mimari çok basittir ancak doğruluk açısından son derece verimlidir. Sağlanan eğitim verilerinden imza özelliklerini otomatik olarak öğrenmek için özel bir sığ evrişim sinir ağı kullanılmıştır.

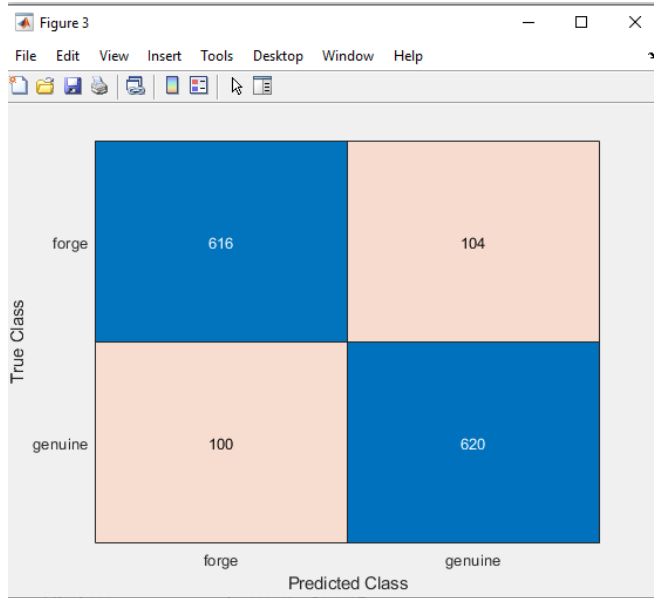
SONUÇLAR

CNN MİMARİLERİ	DOĞRULUK ORANLARI
Alexnet	%85
Resnet	%78
VGG16	%84

A. Resnet Mimarisi Confusion Matrisi



B. Alexnet Mimarisi Confusion Matrisi



C. Vgg16 Mimarisi Confusion Matrisi



V. REFERENCES

- [1] Hafemann, Luiz G, Sabourin, R. and Oliveira, L. S. (2017). Learning features for offline handwritten signature verification using deep convolutional neural networks. *Pattern Recognition*, 70, 163–176.
- [2] Souza, V. L. F., Oliveira, A. L. I. and Sabourin, R. (2018). A writer-independent approach for offline signature verification using deep convolutional neural networks features. In *2018 7th Brazilian Conference on Intelligent Systems (BRACIS)*
- [3] Sam, S. M., Kamardin, K., Sjarif, N. N. A., Mohamed, N. and others. (2019). Offline Signature Verification using Deep Learning Convolutional Neural Network (CNN) Architectures GoogLeNet Inception-v1 and Inception-v3. *Procedia Computer Science*, 161, 475–483.
- [4] Zhang, Z., Liu, X. and Cui, Y. (2016). Multi-phase Offline Signature Verification System Using Deep Convolutional Generative Adversarial Networks. In *2016 9th International Symposium on Computational Intelligence and Design (ISCID)*.
- [5] Parcham, Ebrahim, Mahdi Ilbeygi, and Mohammad Amini. "CBCapsNet: A novel writer-independent offline signature verification model using a CNN-based architecture and capsule neural networks." *Expert Systems with Applications* 185 (2021): 115649.
- [6] Berkay Yilmaz, Mustafa, and Kagan Ozturk. "Hybrid user-independent and user-dependent offline signature verification with a two-channel CNN." *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops*. 2018.
- [7] Mohapatra, Ramesh Kumar, Kumar Shaswat, and Subham Kedia. "Offline handwritten signature verification using CNN inspired by inception V1 architecture." *2019 Fifth International Conference on Image Information Processing (ICIIP)*. IEEE, 2019.
- [8] Rabbi, Md Tariqulhasan Fazle, et al. "Handwritten Signature Verification Using CNN with Data

Augmentation." The Journal of Contents Computing 1.1 (2019): 25-37.

9 [] Yapici, Muhammed Mutlu, Adem Tekerek, and Nurettin Topaloglu. "Convolutional neural network based offline signature verification application." 2018 International Congress on Big Data, Deep Learning and Fighting Cyber Terrorism (IBIGDELFT). IEEE, 2018.

10 [] Alajrami, Eman, et al. "Handwritten signature verification using deep learning." International Journal of Academic Multidisciplinary Research (IJAMR) 3.12 (2020).

11 [] Jain, Anamika, Satish Kumar Singh, and Krishna Pratap Singh. "Handwritten signature verification using shallow convolutional neural network." Multimedia Tools and Applications 79.27 (2020): 19993-20018

12[https://w3.gazi.edu.tr/~akcayol/files/DL_L6_CNNs.pdf

13 [] <https://ayyucekizrak.medium.com>

14 [] <https://frightera.medium.com/alexnet-vggnet-inception-ve-resnet-nedir-bddc7482918b>