



## Evrişimsel Sinir Ağları ile Otomatik Yüz Tanıma Sistemi

### Automatic Face Recognition System with Convolutional Neural Networks

Yeşim Tiraki<sup>1</sup> , Çiğdem Bakır<sup>1\*</sup> , Soydan Serttaş<sup>1</sup> , Hasan Temurtaş<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 43000, Kütahya, TÜRKİYE

**Başvuru/Received:** 07/12/2022

**Kabul / Accepted:** 28/12/2022

**Çevrimiçi Basım / Published Online:** 31/12/2022

**Son Versiyon/Final Version:** 31/12/2022

#### Özet

Kompleks bir yapıya sahip insan yüzünün tanımlanması zor ve karmaşık bir problemdir. Yüz tanımlamasıyla ilgili doğru özelliklerin, doğru bir şekilde nasıl tanımlanması gerektiği bir mühendislik problemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Makine öğrenmesi ve görüntü işleme teknikleri kullanılarak fotoğraflardan yüz tespiti yapılabilmektedir. Yüz tanımda en önemli özellik bir veri tabanının olmasıdır. Veri tabanını kendimiz ürettirdiğimiz gibi hazır tanımlanmış veri tabanları da kullanılabilir ya da örnek fotoğraflar vererek üçüncü bir program ile yapay görüntülerin üretilmesini sağlanabilir. Bu çalışmada OpenCV (Open Source Computer Vision) ile gelen veri tabanlarını kullanılmıştır. OpenCV aynı zamanda görüntüleri yeniden boyutlandırmak ve ondan öznelik vektörleri oluşturmak için de kullanılmıştır. Çalışmada, OpenCV kütüphanesi kullanarak modelin eğitimi için kullanılan Konvolüsyonel Sinir Ağları (CNN) ile otomatik yüz tanıma modeli gerçekleştirildi. Yüzler son derece dinamik olduğundan ve çözülmesi gereken daha fazla sorun ve zorluk içerdiğinden, sağlamlığı ve tanıma doğruluğunu iyileştirmek amacıyla bu tür zorlukları azaltmak için çalışmamızda diğer çalışmalardan farklı bir model sunduk. Çalışmamız 4 adımda gerçekleştirilmektedir. İlk adımda elde ettiğimiz farklı görüntülerden ön işleme adımlarını gerçekleştirerek daha başarılı sonuçlar üretmeyi amaçladık. Daha sonra, önerilen modeli farklı öznelik çıkarma yöntemleriyle de karşılaştırdık. CNN ağı ile eğitim yaparak test verileri için yüz tanıma gerçekleştirdik ve sonuçları karşılaştırmalı olarak sunduk. Çalışmadaki sonuçlar, yöntemimizin çeşitli fotoğraflardaki yüzleri başarıyla tanımladığını göstermektedir.

#### Anakhtar Kelimeler

*“Görüntü İşleme, Python, OpenCV, CNN, Yüz Tanıma”*

#### Abstract

The human face, which has a complex structure, is a difficult and complex problem to define. How to correctly define the correct features related to face identification is an engineering problem. Face detection can be made from photographs using machine learning and image processing methods. The most important feature in face recognition is the presence of a database. We can produce the database ourselves, as well as using predefined databases, or by providing sample photos, artificial images can be produced with a third program. In this study, databases that came with OpenCV (Open Source Computer Vision) were used. OpenCV has also been used to resize images and generate feature vectors from it. While performing the recognition model Convolutional Neural Networks (CNN) is used for training the model in OpenCV platform. Since the faces are highly dynamic and pose more problems and difficulties to solve, we created a method different from other studies to reduce such difficulties so as to improve the robustness and recognition accuracy. Our work is carried out in 4 steps. We aimed to produce more successful results by performing the preprocessing steps from the various images we obtained in the first step. After, we also compared the proposed model with different feature extraction methods. By training with the CNN network, we performed face recognition for the test data and presented the results in a comparative way. The results in the study show that our method successfully identifies faces in various images.

#### Key Words

*“Image Processing, Python, OpenCV, CNN, Face Recognition”*

## 1. Giriş

OpenCV görüntü işleme, bilgisayarla görü, video analizi gibi uygulamalar için kullanılan açık kaynak kodlu bir kütüphanedir. C++, Python, Matlab ve Java arayüzlerine sahip ve ayrıca Windows, Linux, Android tarafından da desteklenmektedir (Erişti, 2010). Bu kütüphane yüzleri algılama, hareketi izleme ve görüntüleri analiz için birçok algoritma içermektedir. Bu algoritmaların çoğu, tıbbi görüntüleme, ürün incelemesi, robotik, yüz ve hareket tanıma gibi bilgisayarla görünün temel alanlarını içerir. OpenCV'nin kullanım alanlarından bazıları şu şekildedir: yüzleri algılama ve tanıma, nesnelere tanıma, videolarda insan eylemlerini sınıflandırma, kamera hareketlerini takip etmedir. OpenCV, hem akademik çalışmalarda hem de ticari alanda kullanılabilir. OpenCV'nin güncel sürümü 4.3 tür (Pişkin, 2016).

Yüz tanıma sistemi üzerine ilk çalışmayı Kanade gerçekleştirmiştir (Kanade, 1973). Çok sayıda araştırmacının incelemeleri doğrultusunda yüzleri tanımak için belirli yüz özelliklerinin kullanıldığını göstermiştir (Goldstein, 1971, Hain, 1985, Rhodes, 1988). Hesaplama verimliliğini arttırabilmek için ayrıca gerçek zamanlı uygulamalar için OpenCV tasarlanmıştır (Bradski, 2008).

Jean ve diğerleri, mevcut yöntemlerin sınırlı yüz bilgisini tam olarak çıkarmasına ve bunlardan yararlanmasına olanak tanıyan kayıp fonksiyonlarında, mimarilerde ve eğitim yöntemlerinde bulunan CNN mimarilerinin maskelenmiş yüz tanıma performanslarını karşılaştıran bir dizi deney tasarlamıştır (Jean vb., 2022). Bu çalışmada ayrıca standart yüz tanıma kıyasla ağ derinliğinin performans üzerindeki etkisinin arttığını gösteren kanıtlar sunulmuştur. Farklı modeller üzerindeki performans etkisi karşılaştırmalı olarak ölçülmüştür. Ancak çalışmada görüntülerin farklı açılardan ele alınmaması gibi bazı eksiklikler bulunmaktadır.

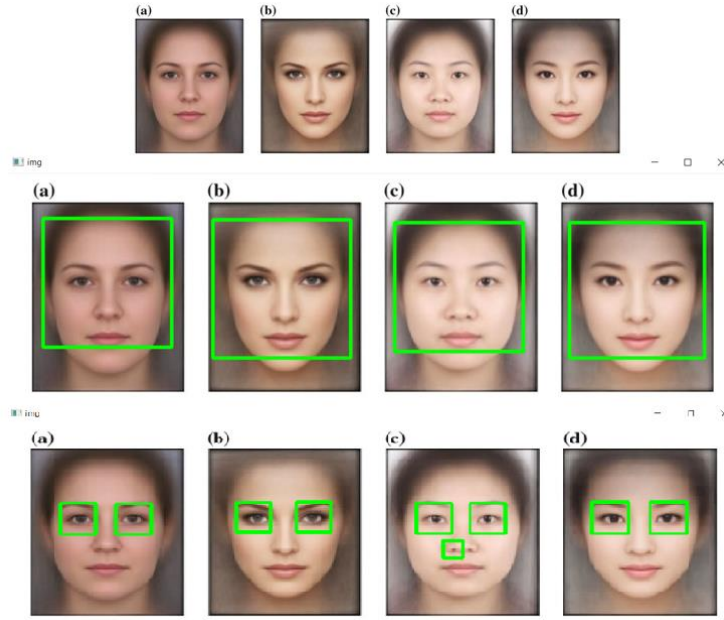
Ali ve diğerleri, HMM'de yüz tanıma için verimli bir dört durum öngörmüştür (Ali, 2022). Bu çalışmada, tanıma doğruluğu ve hesaplama karmaşıklığı hesaplanmıştır. Ayrıca literatür çalışmaları ile karşılaştırılmıştır. Önerilen çalışma, tatmin edici bir tanıma oranı sağlar, ancak hesaplama maliyetini önemli ölçüde azaltır. Ancak, önerilen model düşük yoğunluklu görüntüler için iyi performans göstermez ve önden ve dik yüzlerle sınırlıdır. Araştırma çalışması, yoğunluğa hitap edecek ve değişken yüz görüntüleri oluşturacak şekilde geliştirilmiştir.

Liu ve diğerleri, stil gizli uzayında hedef veri setlerinin dağılımını taklit edebilen kontrol edilebilir bir yüz sentezi modeli (CFSM) önermişlerdir (Liu, 2022). Bu model ile ortogonal tabanlı stil gizli uzayında lineer bir alt uzay da gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bu model, elde edilen görüntülerin FR model eğitimi için daha faydalı hale getirilmesine rehberlik etmiştir. Öğrenilen ortogonal tabanlar ile, hedef veri seti dağılımları karakterize edilir ve yüz veri setleri arasındaki dağılım benzerliğini ölçmek için kullanılır. Jin ve diğerleri, sahte bir RGB-D yüz tanıma çerçevesi gerçekleştirmişlerdir [14]. Model, yüksek kaliteli yüz derinlik haritası oluşturmak için yüz öznitelik bilgisini daha fazla kullanmak amacıyla derinlik sensörlerini değiştirmek için büyük verilerden öğrenerek ilgili RGB görüntüsünden görece derinlik haritasını taklit edebilir. Sözde RGB-D yüz tanıma çerçevesi ile, RGB yüz tanıma performansını artırmak için kullanıma hazır algoritma modelleri uyarlanabilir. Ancak bu çalışmalar, monoküler yüz derinliği tahminini gerçekleştirmek için basit ve etkili modeller ve biyometrik tanıma performansını iyileştirmek için bunları uygulamanın etkili yollarını keşfetmek için devam ettirememiştir.

Bizim çalışma yardımıyla üzerinde sıkça çalışılan ve son yıllarda büyük önem taşıyan yüz tanıma sisteminin, akıllı bir sistem şeklinde uygulanması ile hastane, devlet dairesi gibi kişi tanınmasının önemli olduğu alanlarda hizmet etmesi sağlanabilecektir.

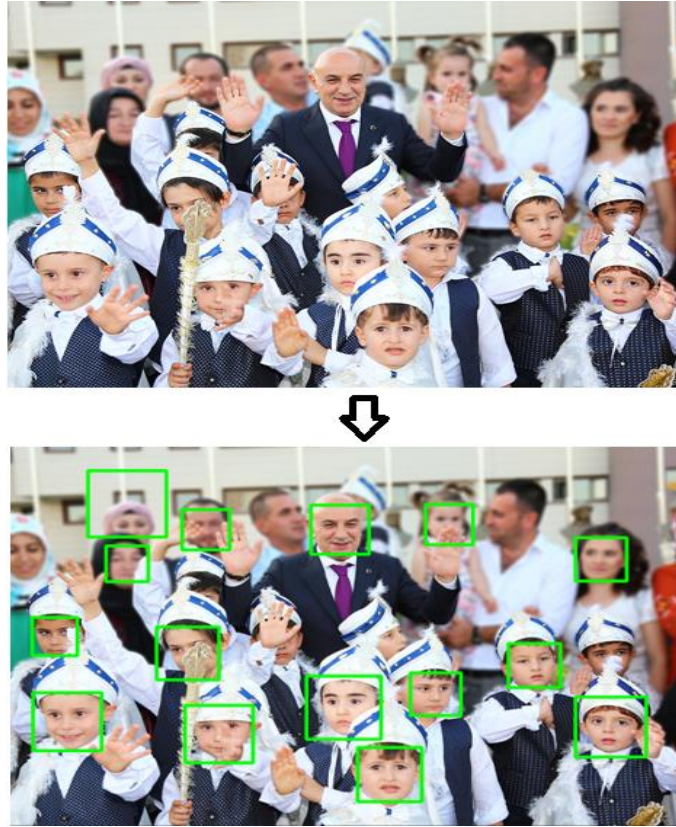
## 2. Önerilen Model

Biz bu çalışmada hazır OpenCV ile üretilmiş veri tabanlarını kullandık. Bunlar cascade yani resimdeki noktaları sayıya çeviren sınıflandırıcıdır. Bu cascade classifier dosyalarını hazır olarak kullandığımız bu verileri üçüncü bir programla veri tabanını nasıl eğittiğimizi göstermekteyiz. Böylelikle github üzerinde OpenCV kütüphanesine ait haarcascades dediğimiz veri tabanları mevcut aslında veri tabanı dediğimiz birer .xml dosyaları yani eğitilmiş dosyalar bunlara değişik yüzler başka şekiller tanımlanmış .xml dosyası oluşturulmuştur. Bu eğitilmiş .xml dosyalarını kullanarak Python üzerinden yüz tanıma işlemi yapılmaktadır. Örneğin haarcascade.eye sadece gözleri tanımakla birlikte haarcascade\_frontalcat\_face .xml ise önden bakan kedi yüzünü tanımaktadır. Aslında içinde matematiksel koordinatlar bulunmakta gözün, ağzın vb. koordinatları gibi uzun bir dosyadan oluşmaktadır. Bu çalışmada şekil 2 de verilen yüz tanıma işlem testi için fotoğraflar verilmiştir.

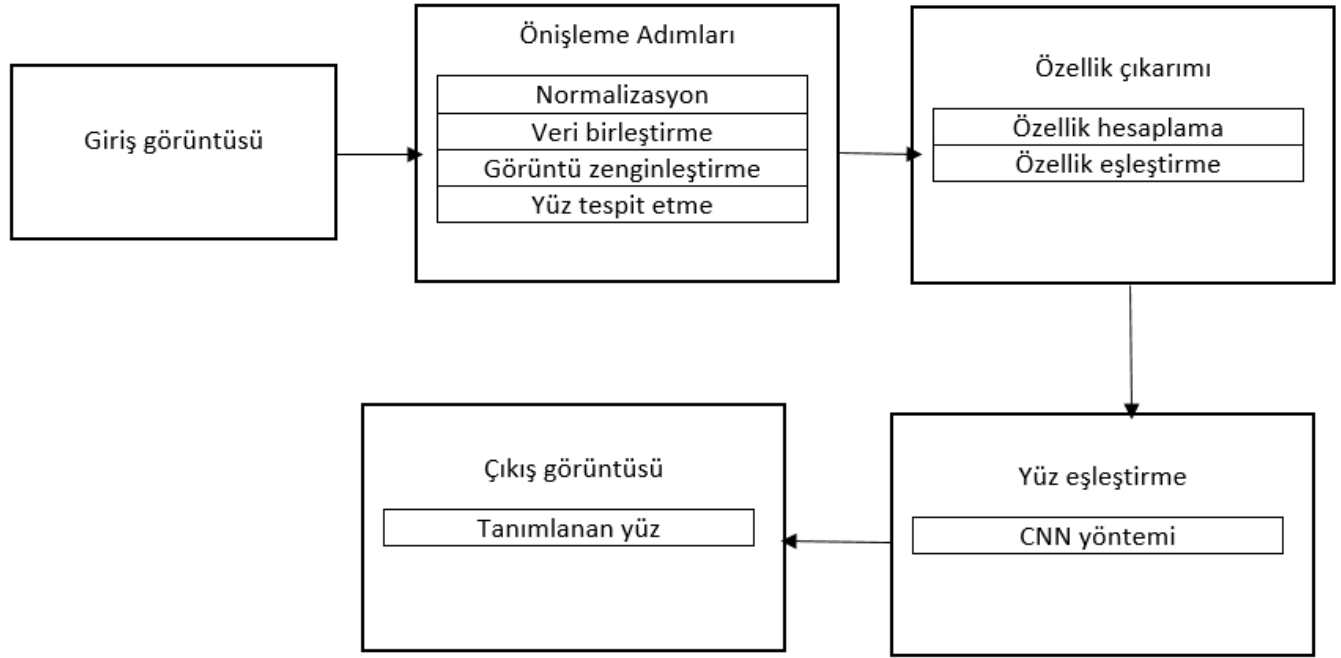


Şekil 1. Yüz Tanıma İşlem Testi

PyCharm Community Edition da yazılan program dosya yolu verilen bir resmin (Şekil 2) OpenCV kütüphanesi ile nasıl açılacağı test edilmiştir. Yüz tanıma uygulamalarında dış etkenlerden poz açısı başarı oranını etkilemektedir (Gross, 2001). Bu nedenle Şekil 3. deki farklı açılardan çekilmiş yüz görüntülerin tanıma başarısı yandan çekilmiş görüntüye göre önden çekilmiş görüntüyü tanıma başarısının arttığını göstermektedir.



Şekil 2. Farklı Açılardan Çekilmiş Yüz Tanıma Testi



Şekil 3. Önerdiğimiz modelin akış şeması

Şekil 1, önerilen yöntemimize genel bir bakış sunmaktadır. Beş adımı vardır. Birincisi, yüz tanıma (FR), ön işleme aşaması için dört alt görevin birleşimidir: yüz normalleştirme, veri büyütme, yüz algılama ve görüntü iyileştirme. Çalışmamız ağırlıklı olarak yüz görüntülerinden özellik çıkarımı ve bunların nasıl sınıflandırılabilirliğine odaklanmaktadır. Ayrıca öznelik çıkarımı için görüntülerde yaygın olarak kullanılan KPCA ve LPCA'yı kullandık. Global PCA (GPCA), sınıflardan bağımsız olarak tüm eğitim veri kümesi için PCA'ya uygulanır. Yerel PCA (LPCA), LDA durumunda her bir sınıf için PCA'ya uygulanır. Bu çalışma, CNN mimarisine dayalı yüz tanıma sisteminin ampirik bir değerlendirmesini sunmuştur. CNN, yerel algı alanlarını, paylaşılan ağırlıkları ve yüz görüntülerinin aşağı örnekleme birleştirerek model yapısını optimize etmek için verilerin yerelliğini ve diğer özellikleri kullanır [9]. Bu yöntem, sapma ve ağırlık değerleri olan gizli nöronlardan oluşur. Her nöron için giriş verilerinin tüm ağırlık değerleri hesaplanır. Her girdi görüntüsü için kullanılan her bir nöronun çıktısı. En yaygın kullanılan derin öğrenme çerçevesidir (Rostamian, 2022).

### 3. Deneysel Çalışma

Çalışmamızda önerdiğimiz modeli KPCA ve GPCA öznelik çıkarma yöntemleri ile yaptık ve sonuçları detaylı olarak karşılaştırdık. KPCA, çekirdek yöntemi kullanılarak geliştirilmiş doğrusal olmayan bir PCA yönteminin kullanımınıdır. KPCA, öncelikle  $x$  orijinal giriş vektörlerini daha büyük boyutlu bir özellik vektörüne eşler ve klasik olarak doğrusal PCA bileşenlerini hesaplar.

PCA, örnek sayısının veri kümesinin boyutundan daha az olduğu ve özdeğer problemini çözdüğü doğrusal olmayan PCA'yı ifade eder (Cao ve diğerleri, 2003). GPCA, genellikle daha büyük ve karmaşık sorunları çözmek ve verileri bölümlenmek için kullanılan alt uzay biriminde kullanılan bir yöntemdir. GPCA, birçok yönden klasik yöntemlerden (örn. Beklenti Maksimizasyonu ve K-Means) daha verimli ve etkili olan veri modelleme ve kümeleme için yeni bir algoritma yelpazesi sunar. Bu nedenlerle çalışmamızda GPCA, KPCA yöntemine göre daha başarılı sonuçlar vermiştir.

Önerilen CNN mimarisinin ilk 1 hata oranı ve ilk 5 hata oranı açısından performansı Tablo 1'de gösterilmiştir. Görüntü boyutunda, öğrenme hızında değişiklikler yaparak uyguladık. CNN, 40 dönem boyunca eğittik. Önerilen CNN'nin performansı ilk 1 ve ilk 5 hataya göre değerlendirilmiştir. İlk 1 hata oranı, en üst sınıfın hedef etiketle aynı olup olmadığını kontrol eder ve ilk 5 hata oranı, hedef etiketin ilk beş tahmininizden biri olup olmadığını kontrol eder.

**Tablo 1.** Farklı CNN tepe hatası için önerdiğimiz modelin doğruluk oranı

Özellik çıkarımı methodları/ Yüz sınıflandırma doğruluğu (%)	CNN (Top 5)	CNN (Top 1)
Kernell PCA (KPCA)	97.38	89.66
Global PCA (GPCA)	99.75	95.04

#### 4. Sonuç ve Tartışma

Günümüzde yüz tanıma sistemleri, önden sabıka görüntüleri ve tutarlı aydınlatma gibi kısıtlı koşullar altında çok iyi çalışıyor. Mevcut tüm yüz tanıma algoritmaları, insanların tanımlayabildiği ve tanımlaması gereken çok çeşitli koşullar altında başarısızlığa uğruyor. Bu çalışmada, yüz tanımadaki bu güçlükleri çözmek için bir model önerdik. Bu model, derin öğrenme yöntemlerinden biri olan CNN ağı ile eğitilmiştir. Önerilen modelin başarısını farklı öznelik çıkarma yöntemleriyle değerlendirdik.

Bu çalışmada açık kaynak kodlu OpenCV kütüphanesinde Python arayüzüne sahip ayrıca Windows destekleyen PyCharm Community Edition da yazılan programda yüz bulma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yüz algılama sisteminde yüz şeklinin değişmesinde yüzü tam olarak algılayamamaktadır. Fakat OpenCV kütüphanesinde alınan classifier klasöründe fazla sayıda farklı yüz resimlerinde performansı artırmıştır. Yaptığımız denemeler ile yüz tanıma sisteminin diğer çalışmalar oranla daha iyi performans sağladığı gözlenmiştir. Oluşturulan yazılım ile şüpheli tespiti gibi yüzde yüzlük tanıma gerektirmeyen alanlarda kullanılmasının daha yararlı olacağı önerilmektedir.

Sonraki çalışmalarımızda farklı derin öğrenme yöntemleri ve farklı öznelik çıkarma yöntemleri kullanarak hibrit modelimizin performans sonuçlarını literatürdeki modeller ile karşılaştıracaktır.

#### Bilgilendirme

Bu çalışma ICSAR 2022 (1st International Conference on Scientific and Academic Research) konferansında sunulmuştur.

#### Kaynaklar

- Ali, D., Touqir, I., Siddiqui, A. M., Malik, J., & Imran, M. (2022). Face Recognition System Based on Four State Hidden Markov Model. *IEEE Access*, 10, 74436-74448.
- Bradski G., Kaehler A. (2008). *Learning OpenCV*, O'Reilly Media Inc., USA.
- Cao, L. J., Chua, K. S., Chong, W. K., Lee, H. P., & Gu, Q. M. (2003). A comparison of PCA, KPCA and ICA for dimensionality reduction in support vector machine. *Neurocomputing*, 55(1-2), 321-336.
- Erişti E. (2010). Görüntü İşlemede Yeni Bir Soluk, *OPENCV, Akademik Bilişim'10 - XII. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri*, 10-12 Şubat, Muğla.
- Goldstein, A. J., Harmon, L. D. ve Lesk, A. B. (1971). Identification of human faces, *Proc. IEEE* 59, 748.-760.
- Gross, R., Shi, J. ve Cohn, J. (2001) *Quo vadis Face Recognition*, Carnegie Melon University, 54.
- Haig, N.K. (1985). How faces differ - a new comparative technique, *Perception* 14, 601-615.
- Jeevan, G., Zacharias, G. C., Nair, M. S., & Rajan, J. (2022). An empirical study of the impact of masks on face recognition. *Pattern Recognition*, 122, 108308.
- Jin, B., Cruz, L., & Gonçalves, N. (2022). Pseudo RGB-D Face Recognition. *IEEE Sensors Journal*.
- Kanade, T. (1973). Picture processing system by computer complex and recognition of human faces. Dept. of Information Science, Kyoto University, Nov.

Liu, F., Kim, M., Jain, A., & Liu, X. (2022). Controllable and guided face synthesis for unconstrained face recognition. In European Conference on Computer Vision (pp. 701-719). Springer, Cham.

Pişkin M. (2016). Opencv ile görüntü işleme”, 2016, <http://mesutpiskin.com/blog/wpcontent/uploads/2016/10/OpenCV-ile-G%C3%B6r%C3%BCnt%C3%BC-%C4%B0%C5%9Flleme.pdf> (15.12.2016).

Rhodes, G. (1988). Looking at faces: First-order and second order features as determinants of facial appearance, *Perception* 17, 43-63.

Rostamian, A., & O’Hara, J. G. (2022). Event prediction within directional change framework using a CNN-LSTM model. *Neural Computing and Applications*, 1-13.