

## Derin Öğrenme Yöntemleriyle Türkçe Metinlerde Duygu Analizi Yaklaşımı

Yazar Adı Soyadı | ORCID: Serkan Can EYVAZ

Üniversite Adı | ROR ID: İnönü Üniversitesi

Fakülte Adı, Anabilim Dalı Adı :Yazılım Mühendisliği

Şehir | Ülke: Elazığ Türkiye

### Öz

Dijital platformlarda kullanıcıların restoran hizmetleri hakkında bıraktığı metin tabanlı yorumlar, müşteri memnuniyetinin ölçülmesi ve hizmet kalitesinin iyileştirilmesi açısından önemli bilgi kaynağıdır. Bu çalışma, Türkçe doğal dil işleme (NLP) alanında makine öğrenmesi ve derin öğrenme temelli yaklaşımlar kullanarak restoran yorumları üzerinde duygu analizi gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır. Yorumlar; olumlu, olumsuz ve nötr olmak üzere üç temel duygu kategorisine ayrılarak sınıflandırılmıştır. Bu amaç doğrultusunda BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers), LSTM (Long Short-Term Memory), LMS (Least Mean Squares) ve Naive Bayes gibi yöntemler üzerinde deneyler yürütülmüş; modellerin sınıflandırma başarımları doğruluk (accuracy), F1 skoru ve karışıklık matrisi gibi çeşitli istatistiksel metrikler kullanılarak karşılaştırılmıştır ve bu istatistikler her yöntem için raporlanmıştır. Çalışmada kullanılan veri kümesi, kullanıcılar tarafından çevrimiçi ortamlarda paylaşılan Türkçe restoran yorumlarından özgün veri seti oluşturulmuştur. Modelleme süreci öncesinde metinler üzerinde detaylı bir ön işleme aşaması uygulanmış; durak kelimeler temizlenmiş, imla normalizasyonu yapılmış ve tokenize edilmiştir. Deneysel sonuçlara göre, bağlamsal bilgi öğrenme kapasitesi yüksek olan BERT modeli %83 doğruluk oranıyla en iyi performansı sergilemiş; ardından sırasıyla LSTM (%80) ve Naive Bayes (%72) modelleri gelmiştir. Ayrıca, model çıktılarının kullanıcı etkileşimini destekleyecek şekilde sunulması amacıyla modern bir web arayüzü tasarlanmış ve kullanıcıların analiz sonuçları hakkında geribildirimde bulunabileceği etkileşimli bir sistem geliştirilmiştir. Elde edilen bulgular, Türkçe gibi morfolojik olarak zengin dillerde bağlam temelli derin öğrenme modellerinin duygu analizi görevlerinde önemli bir başarı sağladığını ortaya koymaktadır. Bu çalışma, Türkçe metinler üzerinde gerçekleştirilen duygu analizi çalışmalarına katkı sağlamayı ve ileri düzey NLP uygulamaları için bir temel oluşturmayı hedeflemektedir.

## Anahtar Kelimeler

Türkçe doğal dil işleme, duygu analizi, makine öğrenmesi, derin öğrenme, yorum analizi

## Atıf Bilgisi

Serkan Can EYVAZ , “Derin Öğrenme Yöntemleriyle Türkçe Metinlerde Duygu Analizi Yaklaşımı”. Doğal Dil İşleme ve Uygulamaları (Mayıs 2025).

Hazırlanış Tarihi: 03.05.2025

## Etik Beyan

Bu çalışma, 2025 yılı Bahar döneminde İnönü Üniversitesi Yazılım Mühendisliği Bölümünde tamamlanan “Derin Öğrenme Yöntemleriyle Türkçe Metinlerde Duygu Analizi Yaklaşımı” başlıklı dönem projesi esas alınarak hazırlanmıştır.

Çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulmuş; kullanılan tüm kaynaklar açıkça belirtilmiştir.

## Giriş

Doğal dil işleme (NLP), bilgisayarların insan dilini anlamlandırmasına ve bu dil üzerinden analiz gerçekleştirmesine olanak sağlayan, yapay zekâ ve dilbilim kesişiminde yer alan önemli bir araştırma alanıdır. Özellikle sosyal medya, çevrim içi inceleme platformları ve kullanıcı geri bildirim sistemleri gibi metin tabanlı içeriklerin hızla arttığı dijital çağda, duygu analizi (sentiment analysis) uygulamaları büyük bir ilgi görmekte ve gelişen dünya popülerliğinde sıklıkla uygulamalara entegre edilmektedir. Duygu analizi, kullanıcıların metinlerinde ifade ettikleri duygusal durumu (örneğin olumlu, olumsuz veya nötr) belirlemeye yönelik bir sınıflandırma problemidir ve pek çok sektörde karar destek sistemlerinin temel bileşeni hâline gelmiştir.

Türkçe gibi eklemeli morfolojiye sahip ve sözdizimsel esnekliği yüksek bir dilde duygu analizi gerçekleştirmek, İngilizce gibi analitik dillere kıyasla daha fazla zorluk içermektedir. Bu nedenle, Türkçe metinler üzerinde çalışan duygu analiz sistemlerinin, dilin yapısal özelliklerini dikkate alan özel modellere ihtiyaç duyduğu açıktır. Bu çalışma, Türkçe metinler üzerinde duygu sınıflandırması gerçekleştirmeye yönelik kapsamlı bir yaklaşım sunmakta ve özellikle yemek incelemeleri gibi kullanıcıya ait serbest metinlerden elde edilen veriler üzerinde yoğunlaşır.

Çalışma kapsamında, farklı sınıflandırma yaklaşımları kıyaslanmış olarak ele alınmıştır. İlk olarak, metin madenciliğinde uzun süredir kullanılan **Naive Bayes** yöntemiyle temel bir referans modeli oluşturulmuştur. Ardından, sıralı verilerle etkili biçimde çalışabilen **LSTM (Long Short-Term Memory)** tabanlı bir model tasarlanarak bağlamsal bağımlılıkların analizine odaklanılmıştır. Son olarak, son yıllarda doğal dil işleme alanında çığır açan **BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers)** mimarisi kullanılarak, Türkçeye özel önceden eğitilmiş dil modelleriyle bağlam duyarlılığı yüksek sınıflandırmalar gerçekleştirilmiştir. Bu sayede, hem geleneksel hem de derin öğrenme tabanlı yöntemlerin Türkçe duygu analizi üzerindeki performansları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Ayrıca, geliştirilen modellerin çıktılarının kullanıcı dostu bir biçimde görselleştirilmesi ve yorumlanabilmesi amacıyla etkileşimli bir arayüz tasarlanmıştır. Kullanıcılar bu sistem aracılığıyla metin girişleri yaparak anlık duygu analiz sonuçlarını görebilmekte, yaptığı analizlerin duygu haritasını inceleyebilmekle birlikte anlık olarak diğer kullanıcıların yaptığı yorumların duygu analiz sonucuna erişebilir ve tahmin doğruluğunu oynayabilmektedir. Bu bütüncül yaklaşım, hem akademik literatüre katkı sağlamayı hem de pratik bir uygulama sunmayı amaçlamaktadır.

## 2. Literatür Araştırması

Yazılım ve servis sektöründe tüketici deneyimlerini iyileştirmek amacıyla restoranlara ilişkin çevrimiçi yorumların duygu analizi büyük önem taşır.

Türkçe restoran yorumları genellikle özgün ifade ve hedef odaklı duygu (aspect-based sentiment analysis) içerdiğinden, güncel çalışmalarda sadece genel duygu sınıflandırmasının ötesine geçilerek lezzet, hizmet, ambiyans, fiyat gibi hedef temelli duygu analizine yönelim görülmektedir. Literatürde Türkçe yorum analizinde genelde makine öğrenmesi ve derin öğrenme yöntemleri kullanılmış; ancak morfolojik açıdan zengin Türkçe için son yıllarda BERT ve benzeri dönüştürücü (transformer) modeller de uygulanmaya başlanmıştır. Özellikle proje içinde kendine özgün StopWord listesi eklenmiş olup model eğitiminde eksik kalan öngürülemeyen adımlar titizlikle işlenmiştir. Aşağıda önce kullanılan veri setleri ve ön işleme, ardından LSTM/RNN/LMS ve BERT temelli modellerin teknik özellikleri ve başarıları özetlenmiştir.

## 2.2 Veri Setleri ve Ön İşleme

Türkçe restoran yorumları için başta SemEval ABSA yarışmalarında sunulan veri kümeleri (2015-2016 Turkish Restaurant Reviews) ile Kaggle’da paylaşılan “Yorumsepeti” verisi gibi kaynaklar kullanılmaktadır. Örneğin, Yorumsepeti veri seti Yemeksepeti.com’daki Türkçe restoran yorumlarını içerir ve genellikle metin ile puan (1-5) etiketlerini barındırır. Veri setleri, Google Play, Google Maps ya da TripAdvisor gibi platformlardan elde edilebildiği gibi akademik amaçlı derlenmiş derlemeler de mevcuttur. Ayrıca, bu çalışmada analiz edilecek verilerin daha özgün ve güncel olması adına, ilgili platformlardan Türkçe restoran yorumlarını otomatik olarak toplayan özel bir crawling script geliştirilmiştir. Bu script ile, kullanıcı yorumları ve puanları belirli filtreleme kuralları ile çekilerek ham veri kümesi oluşturulmuştur.

Metin ön işleme aşamasında genellikle şu adımlar uygulanır: Tokenizasyon (kelime veya alt-kelime birimlerine ayırma), küçültme, durma sözcüklerin çıkarılması, noktalama ve bağlantıların temizlenmesi. Gerekli durumlarda duygu simgeleri (emojiler) metinsel karşılıklarına dönüştürülür ve yazım birleştirme/kısaltma gibi normalizasyonlar yapılır Türkçe’ye özgü olarak kök bulma (ör. Hünkar Beğendi) veya gövdeleme yöntemleri denenmekle birlikte, son çalışmalar bu tekniklerin her zaman performans artışı sağlamadığını göstererek bu adımı atlamışlardır. Ön işleme tamamlandıktan sonra her yorum embedding (gömülü gösterim) elde etmek üzere sayısal vektörlere dönüştürülür. Literatürde Word2Vec, GloVe, FastText gibi önceden eğitilmiş kelime vektörleri sıkça kullanılmış; ayrıca doğrudan BERT bazlı vektörlemelerden de yararlanılmıştır.) Word2Vec, GloVe, FastText hem de BERT temelli temsil yöntemlerini karşılaştırmıştır. Bu gömülü temsiller, sinir ağları (LSTM, CNN, transformer vb.) tarafından duygu sınıflandırması için girdi olarak kullanılır.

## 2.3 Derin Öğrenme Tabanlı Modeller ve Stratejileri

Çalışmalarda uygulanan modeller genel olarak iki ana kategoriye ayrılabilir: RNN/LSTM tabanlı modeller ile Dönüştürücü (Transformer) temelli modeller. Her iki yaklaşım da Türkçe'deki uzun bağımlılıkları ve bağlamı yakalama amacıyla tercih edilmektedir. RNN ve LSTM Modelleri: Tek yönlü veya çift yönlü LSTM (Long Short-Term Memory) ağları, zaman eksenli veri akışlarını işler. Öncelikli olarak Word2Vec gibi kelime vektörleri ile eğitilir ve ardından bir sınıflayıcı katmana bağlanır. Bu yaklaşım Türkçe duygu analizinde etkili bulunmuştur. Örneğin Ciftci ve Apaydın (2018) Türkçe duygu sınıflandırması için bir LSTM ağı kullanmış, 83,3% doğrulukla Lojistik Regresyon ve Naive Bayes gibi klasik yöntemleri geride bırakmıştır.[1]

Ayrıca Karakuş vd. tarafından yapılan bir çalışmada, 44 bin yorumdan oluşan büyük bir veri setinde CNN+BiLSTM hibrit modeli önceden eğitilmiş kelime vektörleriyle birlikte denenmiş ve en iyi performans sağlanmıştır. Yine 2019'da Akın & Yıldız, Türkçe Wikipedia üzerinde eğitilmiş Word2Vec vektörleri ile dropout destekli LSTM kullanarak restoran yorumlarında %90,1 başarı elde etmiştir. Bu sonuçlar, LSTM tabanlı dizilim modellerinin Türkçe'de duygu bağlamını yakalamada ve genel duygu sınıflandırmada yüksek başarı verdiğini göstermektedir. Bu mimarilerde genelde embedding katmanı, bir veya birden fazla (bi)LSTM katmanı ve son sınıflandırma katmanı (softmax) kullanılır. Hiperparametre olarak hücre sayısı, katman derinliği, dropout oranı gibi değerler ayarlanır; çok sınıflı duygu etiketlemede sıkça F1 skoru veya doğruluk değerlendirilir.[2]

Dönüştürücü (Transformer) Modelleri: Son yıllarda BERT gibi transformer tabanlı önceden eğitilmiş büyük dil modelleri Türkçe duygu analizinde öne çıkmıştır. BERTurk (Türkçe BERT) veya multilingual BERT/XLM-RoBERTa gibi modeller, yorum metni üzerinden doğrudan fine-tuning ile sınıflayıcı hale getirilebilir. Örneğin Tuna vd. (2023) çalışmasında SemEval-2015 Türkçe restoran yorum veri setine BERT temelli model uygulanmış, diğer yöntemlerle kıyaslandığında duygu sınıflandırmasında en iyi sonuç BERT ile elde edilmiştir.[3]

Aynı çalışmada FastText embedding kullanan model hedef kelime ve kategori tespitinde öne çıkarken, BERT en yüksek duygu tahmini doğruluğunu vermiştir. Bu tür çalışmalar, BERT'in bağlamsal kodlamalarının Türkçe'de duygu analizinde etkin olduğunu doğrulamıştır. Dönüştürücüler ayrıca etiketli veri yetersizliğinde sıfır-atış öğrenme için de uygundur. Masarifoğlu vd. (2021) bankacılık alanında Türkçe yorumlar üzerinde XLM-RoBERTa (XNLI) modeliyle sıfır-atış duygu sınıflandırması yapmış ve etiketli eğitim olmadan %83 ağırlıklı F1 skoru elde etmiştir. Bu, büyük önceden eğitilmiş çok dilli modellerin Türkçe yorumlarda genelleştirilebilir duygu çıkarımı için kullanılabileceğini göstermektedir. Ayrıca bazı çalışmalarda ileti zinciri (transfer learning) uygulamaları görülmüştür. Örneğin Akın & Yıldız (2019) modeli doğrudan hedef görev yerine, önce geniş bir Türkçe metin koleksiyonunda (Vikipedi) ön eğitimle beslemiş ve bu modeli restoran yorumlarına uygulamıştır.[4]

Bu yaklaşım, etiketsiz büyük kaynak verisinden öğrenilen temsillerin hedef alan duygu analizi başarısını artırdığını göstermiştir. Özetle, araştırmalarda kullanılan modeller şu şekilde gruplanabilir:

Embedding Temsilleri: Word2Vec, GloVe, FastText gibi sabit vektörler ya da BERT temelli bağlamsal vektörler.

Ağ Mimarileri: Tek yönlü LSTM, çift yönlü LSTM (BiLSTM), CNN+LSTM hibritleri.

Transformer Modeller: BERTurk, mBERT, XLM-RoBERTa vb. (genellikle fine-tuning ile).

Eğitim Stratejileri: Transfer learning (kaynak dil veya genel görevden ince ayar) ve sıfır-atış (etiketsiz) yöntemler.

### 2.3 Başarı Oranları ve Karşılaştırma

Türkçe restoran yorumları üzerinde yapılan deneylerde derin öğrenme modelleri genellikle yüksek başarılar göstermiştir. LSTM temelli bir modelin elde ettiği %83,3 doğruluk değeri ve transfer öğrenme ile %90'ın üzeri doğruluklar klasik yöntemlere kıyasla önemli kazanımlar olduğunu ortaya koymuştur. CNN+BiLSTM modelinin büyük bir veri setinde en iyi performansa erişmesi de derin ağların ölçeklendiğinde güçlü olduğunu gösterir. BERT tabanlı modellerde ise genellikle duygu sınıflandırma F1 skorları %0,70-0,80 aralığında rapor edilmiştir. Örneğin Tuna vd. (2023) hedef tabanlı duygu analizi kapsamında duygu sınıfı tespitinde BERT ile %0,76 F1 skoru elde etmiştir. Aynı çalışmada FastText ise hedef kelime ve kategori belirlemede %0,78 F1 gibi yüksek değerler vermiştir. Bu sonuçlar, FastText gibi alt kelime hassasiyeti yüksek gömülülerin Türkçe'nin eklemeli yapısını yakalamada işe yaradığını, BERT'in ise daha derin bağlam analizi sunduğunu işaret etmektedir. Sıfır-atış senaryolarda XLM-R ile %83 F1 (etiketsiz) alınması da, modellerin güçlü genelleme yeteneklerine işaret eder

Literatürde rapor edilen doğruluk ve F1 oranları genellikle %80'in üzerindedir, ancak kullanılan veri setine, sınıf dengesine ve ön işleme adımlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. [5]

### 2.4 Tartışma ve Gelecek Yönelimler

Genel olarak, derin öğrenme tabanlı modeller Türkçe restoran yorumlarında duygu sınıflandırmasında üstün başarı sağlamış, geleneksel yöntemlerin ötesine geçmiştir. Ancak Türkçe'nin zengin morfolojisi nedeni ile kelime kökleri yerine alt-kelime seviyesinde kodlamalar (FastText, BERT sub-word tokenization) tercih edilmiştir. Çalışmalar **veri seti azlığı** sorununu vurgulamış; bu nedenle transfer öğrenme ve sıfır-atış yöntemlerine yönelik ilgi artmıştır. Transfer öğrenme yaklaşımı yüksek başarı sağlarken rnn ve ekibi sıfır-atış XLM-R ile rekabetçi sonuçlar elde etmiştir.

Modelleme stratejilerinin karşılaştırılmasında, BERT'in daha fazla hesaplama kaynağı gerektirmesine rağmen etiket üretimi gerektirmeden güçlü sonuçlar verebilmesi avantaj sağlarken, LSTM temelli modeller daha düşük veri setiyle hızlı sonuç alınmasına imkan tanıyabilir.

Gelecekte, daha büyük ve çeşitli Türkçe restoran yorum veri kümelerinin oluşturulması, çok dilli/sıfır-atış yaklaşımların derinlemesine incelenmesi ve bileşen düzeyinde analiz yapılması önemli olacaktır. Ayrıca kullanıcı yorumlarındaki tarafsız dil (ironi, alay) ve kod karışımlarının işlenmesi gibi karmaşık durumlar için özel çözümler geliştirilmesi gerekmektedir. Şimdilik elde edilen çalışmalarda **FastText ve BERT temelli yöntemlerin** Türkçe restoran yorumlarında duygu analizi için en başarılı temsil yöntemleri olduğu vurgulanmıştır.

### 3. Yöntemsel Yaklaşım

Bu çalışmada, Türkçe restoran yorumları üzerinde duygu analizi gerçekleştirmek amacıyla çeşitli derin öğrenme ve klasik makine öğrenmesi tabanlı modeller değerlendirilmiştir. Yöntemsel süreç üç ana aşamada ele alınmıştır: veri kümesinin hazırlanması ve ön işlenmesi, modellerin eğitimi ve değerlendirilmesi.

#### 3.1 Veri Kümesi

Çalışmada kullanılan veri kümesi, çevrim içi restoran değerlendirme platformlarından elde edilen, kullanıcılar tarafından yazılmış Türkçe yorumlardan oluşmaktadır. Yorumlar olumlu, olumsuz ve nötr olarak etiketlenmiştir. Toplamda yaklaşık 17.996 adet yorum içeren bu veri kümesi, sınıflar arasında dengeli olacak şekilde düzenlenmiştir. Veri kümesi hem içerik bakımından hem de dil yapısı itibarıyla doğal ve gerçek kullanıcı ifadelerini barındırmaktadır.

#### 3.2 Ön İşleme Adımları

Ham metin verisi üzerinde çeşitli doğal dil işleme (NLP) teknikleri uygulanarak model eğitime uygun hâle getirilmiştir. Bu adımlar şunlardır:

Türkçe karakter düzeltmeleri ve normalizasyon işlemleri,

Noktalama işaretlerinin temizlenmesi,

Küçük harfe dönüştürme,

Durdurma kelimelerinin (stop words) kaldırılması,

Gerektiğinde kök ya da gövdeye indirgeme (lemmatizasyon veya stemming).

BERT tabanlı modeller için özel ön işleme gerek kalmaksızın, modelin tokenizer bileşeni kullanılarak metinler vektörleştirilmiştir.

### 3.2 Kullanılan Modeller

Çalışma kapsamında duygu sınıflandırma problemini çözmek için hem geleneksel hem de derin öğrenme tabanlı çeşitli modeller değerlendirilmiştir:

Naive Bayes (Multinomial): Basit ve etkili bir olasılık modeli olarak kullanılmıştır. TF-IDF vektörleştirme ile birlikte uygulanmıştır.

LSTM (Long Short-Term Memory): Zaman bağımlılıklarını modelleme yeteneğiyle bilinen bu RNN tabanlı model, Türkçe metinlerdeki bağlam ilişkilerini öğrenmekte kullanılmıştır.

BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers): Türkçe için özel olarak eğitilmiş BERT modelleri (ör. BERTurk) kullanılmıştır. Modelin önceden eğitilmiş sürümü, duygu sınıflandırması görevine ince ayar (fine-tuning) yapılarak adapte edilmiştir.

Tüm modeller aynı eğitim/test bölünmesi ile değerlendirilmiş; model hiperparametreleri, eğitim süresince çapraz doğrulama ile optimize edilmiştir. Özellikle BERT modelinde, maksimum sekans uzunluğu, öğrenme oranı ve epoch sayısı gibi parametreler titizlikle ayarlanmıştır.

## 4. Bulgular ve Tartışma | Deneysel Sonuçlar

Bu bölümde, uygulanan modellerin Türkçe restoran yorumları üzerindeki duygu analizi görevindeki başarımı sunulmakta ve karşılaştırmalı olarak tartışılmaktadır. Deneysel analizler, her bir modelin sınıflandırma performansını farklı metrikler üzerinden değerlendirmeye odaklanmıştır. Model Performansları

### 4.1. Bulgular ve Tartışma

Modeller, eğitim-veri kümesinin %70'i ile eğitilmiş, %30'si ile test edilmiştir. Aşağıda her model için elde edilen ortalama sonuçlar özetlenmiştir:

Model	Doğruluk (%)	Kesinlik	Duyarlılık	F1-Skoru
Naive Bayes	78.5	0.79	0.77	0.78
LSTM	80.0	0.81	0.79	0.80
BERT (BERTurk-base)	83.0	0.84	0.83	0.83



Tabloda da görüldüğü üzere, klasik makine öğrenmesi yöntemi olan Naive Bayes temel düzeyde kabul edilebilir sonuçlar vermekle birlikte, bağlamsal ilişkileri dikkate alamadığı için performans açısından geride kalmaktadır. LSTM modeli, sıralı verideki bağlamı daha iyi yakalayarak anlamlı bir gelişme göstermiştir. Ancak en yüksek başarı, çift yönlü bağlamsal temsil öğrenme kapasitesine sahip olan BERT tabanlı model ile elde edilmiştir.

#### 4.2. Tartışma

Elde edilen bulgular, derin öğrenme temelli yaklaşımların, özellikle de Transformer mimarilerine dayalı modellerin Türkçe gibi morfolojik olarak zengin dillerde anlamlı avantajlar sağladığını ortaya koymaktadır. BERT modeli, önceden büyük Türkçe metin koleksiyonları üzerinde eğitilmiş olmasının da katkısıyla, duygu sınıflandırmasında bağlamı etkin biçimde yakalayabilmiştir.

LSTM modeli, sıralı bilgiyi koruma kapasitesine rağmen, uzun cümlelerde performans düşüklüğü göstermiştir. Naive Bayes ise, kelimeler arası ilişkiyi modelleyemediğinden özellikle nötr ifadelerin yanlış sınıflandırılmasına yol açmıştır.

Ayrıca modellerin eğitim süreleri ve hesaplama gereksinimleri de karşılaştırılmış; BERT modelinin açık ara daha yüksek doğruluk sağlamasına karşın, eğitimi için daha fazla donanım ve süre gerektirdiği gözlemlenmiştir.

## Kaynakça | References

(Kılıç, A. (2022). Türkçe metinlerde derin öğrenme ile duygu sınıflandırması. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı.)

[1] (Mikolov, T., Sutskever, I., Chen, K., Corrado, G. S., & Dean, J. (2013). Distributed representations of words and phrases and their compositionality. Advances in Neural Information Processing Systems, 26.)

[2] (Güngör, T., & Tantuğ, A. C. (2018). Doğal dil işleme ve Türkçe üzerine derin öğrenme yaklaşımları. Journal of Computer and Education Research, 6(11), 1-24.)

[3] (Pontiki et al., 2015)

[4] (*Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi » Makale » DOĞAL DİL İŞLEMEDE DERİN ÖĞRENME UYGULAMALARI ÜZERİNE BİR LİTERATÜR ÇALIŞMASI*, n.d.)

(Chiu & Nichols, 2016)

(Mikolov et al., 2013),

(Devlin et al., 2018)

(Javadpour et al., 2020)

[5] (Tuna vd. 2023)