

Doğal Dil İşleme (Natural Language Processing)

Derin öğrenme yolları genel olarak **Yapay Sinir Ağları** üzerinde geliştirilirken; aynı zamanda bu çalışmalar çok sayıda nöron ve katmandan yararlanılmaktadır. Derin öğrenme yöntemlerinin bazılarında öğrenme süresi oldukça uzun olabilmektedir. Öğrenme sürelerini kısaltabilmek içinse **yarı-denetimli** öğrenme metotları önerilmektedir. Aynı zamanda her yaklaşım metodu tüm çalışmalar için optimum sonuç vermeyebilir. Bu yüzden uygun çalışma yöntemi belirlemek geliştirme açısından daha sağlıklı olacaktır.

Doğal dil işleme ve dil modelleme alanında derin öğrenme yöntemleri kullanılmaktadır. Doğal dil işleme; yapay zeka alanında aynı zamanda **metin madenciliği** olarak da bilinmektedir. Doğal dil işleme, doğal dilde oluşturulmuş metinler üzerinde otomatik olarak gerçekleştirilen metin ayrıştırma, metin sınıflandırma, bilgi çıkarımı, duygu analizi, otomatik soru cevaplama gibi birçok önemli konuyu barındırmaktadır.

1. Derin Öğrenme Metotları

- *Derin Sinir Ağları (Deep Neural Network – DNN)*
- *Derin Oto-Kodlayıcılar (Deep Autoencoders)*
- *Derin İnanç Ağları (Deep Belief Networks – DBN)*
- *Derin Boltzmann Makinesi (Deep Boltzmann Machine – DBM)*
- *Yinelenen Sinir Ağları (Recurrent Neural Networks – RNN)*
- *Evrimsel Sinir Ağları (Convolutional Neural Networks – CNN)*

Derin öğrenme metotları çok katmanlı yapılarından dolayı öğrenme süreçleri hesaplama anlamında maliyetlidir. Algoritmaların farklı alanlarda kullanımı, uygulamanın gereksinimleri, yapılan parametre ayarlamaları ve kullanılan veri kümesini boyutuna göre performansları farklılık göstermektedir. Bu yöntemler Tablo 1. de niteliklerine göre karşılaştırılmıştır.

Tablo 1. Tanıtılan Derin Öğrenme Yöntemlerinin Niteliksel Karşılaştırılması

Derin Öğrenme Yöntemi	Özellikleri
Derin Sinir Ağları	Birçok alanda başarıyla uygulanmaktadır. Ancak öğrenme süreci uygulama alanına bağlı olarak oldukça yavaş olabilmektedir.
Derin Oto-kodlayıcılar	Öğrenme için işaretli veri gerektirmeyen denetimsiz bir derin öğrenme yöntemidir.
Derin İnanç Ağları	Denetimli ve denetimsiz şekilde kullanılabilir. Ancak eğitim süreci oldukça yavaş olabilmektedir.
Derin Boltzmann Makinesi	Derin İnanç Ağları'ndan farkı, sadece en üst iki katman dışında tüm katmanlar arasında da yönsüz bağlantıların olmasıdır. Bu nedenle de Derin İnanç Ağları'na göre hesaplama anlamında daha maliyetlidir.
Yinelenen Sinir Ağları	Sıralı desenleri belirlemede başarılıdır. Bu nedenle özellikle Long Short-Term Memory (LSTM) gibi alt türleri doğal dil işleme gibi alanlarda başarılı sonuçlar vermektedir.
Evrişimsel Sinir Ağları	Genellikle bilgisayarlı görü alanında ve görsel veriler üzerinde kullanılmakta ve büyük boyutta işaretli veri gerektirmesine rağmen başarılı sonuçlar vermektedir. Doğal dil işleme alanındaki problemlere de başarıyla uygulanmıştır.

→ **Derin Sinir Ağları:**

Literatürde, sinir ağları konusundaki ilk algoritmalarından biri **perceptron*** algoritmasıdır. Bu ağda, bir girdi katmanı mevcuttur ve direk olarak çıktıya bağlıdır. Bu algoritma ile lineer olarak ayrılabilen desenlerin ayrıştırılması amacıyla sınıflandırıcılar geliştirilebilir. Daha karmaşık problemler için bu algoritmaya birden fazla gizli katman eklenmiş ve delta kuralı adı verilen öğrenme yöntemiyle her katmanın ağırlığı ayarlanabilmektedir.

Bu tipteki sinir ağlarına daha fazla sayıda gizli katman (ikiden fazla) eklenmesiyle doğrusal olmayan karmaşık ilişkilerin de tespit edilebilmesi sağlanmıştır ve elde edilen bu sinir ağlarına derin sinir ağları (DSA) adı verilmiştir. DSA' lar hem (işaretli veriler varsa) denetimli, hem de kümeleme gibi denetimsiz öğrenme problemleri için kullanılabilir. DSA' lar yaygın olarak sınıflandırma ve regresyon amacıyla kullanılmakta ve başarılı sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadırlar. Ancak öğrenme süreçleri oldukça yavaş olabilmektedir.

Açıklamalı [sb1]: Perceptron (Algılayıcı), tek katmanlı bir yapay sinir ağının temel birimidir. Eğitilebilecek tek bir yapay sinir hücresinden oluşmaktadır. Denetimli bir öğrenme algoritmasıdır. Bir **perceptron** giriş değerleri, ağırlıklar ve sapma, ağırlıklı toplam ve aktivasyon işlevi olmak üzere dört bölümden oluşmaktadır.

→ Derin Oto-Kodlayıcılar:

Oto-kodlayıcılar, problem çözümü için gerekli öznitelik kümesinin veriden otomatik olarak çıkarılması amacıyla ortaya atılmış sinir ağlarıdır. Bir oto-kodlayıcı, girdi vektörüne bir sınıf etiketi vermek yerine onu yeniden oluşturmak için öğretilmektedir. Derin öğrenmenin konusu olan derin oto-kodlayıcılar ise, çok boyutlu veriyi temsil etmek için birden fazla oto-kodlayıcının birbiri üstüne kümelenmesiyle oluşan mimarilerdir. Literatürde, derin oto-kodlayıcıların birçok farklı türü önerilmiştir. Derin oto-kodlayıcıların amacı, öznitelik kümesini otomatik çıkarmak veya veri boyutu sayısını azaltmaktır. Bu yöntemde öğrenme için işaretli veri kümesine ihtiyaç yoktur, yani denetimsiz bir öğrenme yöntemidir. Ancak yöntem uygun ağırlıkları bulabilmek için bir ön-öğrenme aşamasına ihtiyaç duymaktadır. Bu ön-öğrenme aşamasında son konfigürasyona uygun yaklaşık ağırlıklar yönteme sağlanmaktadır.

→ Derin İnanç Ağları:

Derin inanç ağları ve bir sonraki bölümde tanıtılacak olan derin Boltzmann makineleri, sınırlandırılmış Boltzmann makinesi adı verilen bir algoritmaya dayanmaktadır. **SBM** algoritması stokastik bir sinir ağı olarak tanımlanmakta ve bu ağlarda Gaussian gibi belirli bir dağılıma sahip stokastik birimler kullanılmaktadır. Öğrenme sürecinde ise Gibbs örneklemesi gibi ağırlıkları adım adım ayarlayan yöntemler kullanılmaktadır. Derin inanç ağları birden fazla SBM' nin bileşkesi olarak algılanabilir. Her bir SBM' nin gizli katmanı, bir sonraki SBM' nin görünür katmanına bağlanmıştır ve en üst seviyede yönsüz bağlantılar vardır. Derin inanç ağları hem denetimli hem de denetimsiz öğrenme amacıyla kullanılabilir. Bu ağı başlatmak için katman-katman bir açgözlü algoritma ile öğrenme gerçekleştirilmektedir.

Açıklamalı [sb2]: Sinirsel Bulanık Mantık, kesin çıktıyı elde etmek için girdi olasılıklarının seviyeleri üzerinde çalışır. Küçük mikro denetleyicilerden büyük, ağa bağlı, iş istasyonu tabanlı denetim sistemlerine kadar çeşitli boyut ve yeteneklere sahip sistemlerde uygulanabilir.

→ Derin Boltzmann Makinesi:

Boltzmann makinelerine dayalı bir diğer derin öğrenme yöntemi de derin Boltzmann makineleridir. Derin inanç ağlarından farkı; derin Boltzmann makinelerinde ağın tüm katmanları arasında yönsüz bağlantıların olmasıdır. Bir diğer fark ise derin Boltzmann makinelerinde zaman karmaşıklığının daha fazla olması bu nedenle de büyük veri kümelerinde öğrenme sürecinin yavaş olmasıdır.

→ Yinelenen Sinir Ağları:

Yinelenen sinir ağları, veri akışlarını (stream of data) analiz edebilen gizli katmanlara sahip sinir ağlarıdır ve çıktının bir önceki hesaplamalara bağlı olduğu problemlerin çözümü için çok uygundur. Yinelenen sinir ağları bu nedenle özellikle doğal dil işlemenin değişik problemlerinin çözümünde oldukça başarılı olmuştur. Yinelenen sinir ağlarında öğrenme sırasında ortaya çıkan bazı problemler nedeniyle, bu ağların uzun kısa-dönem bellek (Long Short- Term Memory - LSTM) gibi farklı sürümleri literatüre girmiştir.

→ Evrişimsel Sinir Ağları:

Evrişimsel sinir ağları, çok boyutlu girdiler için ve özellikle iki boyutlu görsel veriler için önerilmiş bir derin öğrenme yöntemidir. Evrişimsel sinir ağları diğer sinir ağlarına göre daha az sayıda nöron bağlantısına sahiptir ve birçok farklı sürümü literatürde mevcuttur. Bu sinir ağları öğrenme aşamasında oldukça büyük boyutta işaretli veriye ihtiyaç duymaktadır. Bu derin öğrenme yöntemi doğal dil işleme alanındaki çeşitli problemler üzerinde uygulanmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

2.Doğal Dil İşleme Alanındaki Derin Öğrenme Çalışmaları

Derin öğrenmenin bir önceki bölümde anlatılan farklı yöntemlerinden özellikle yinelenen sinir ağları ve evrimsel sinir ağlarının doğal dil işleme problemlerini çözmede de başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür. Örneğin; evrimsel sinir ağlarının doğal dil işlemenin çok farklı problemlerini çözmede kullanılabileceği, çok görevli öğrenme için birleşik bir mimarinin tanıtıldığı bir çalışmada gösterilmiştir. Bahsi geçen bu iki yöntemle birlikte; diğer derin öğrenme yöntemlerinin de doğal dil işlemenin çeşitli problemlerinde kullanılabileceği ve bu yöntemlere dayalı başarılı sistemlerin geliştirilebileceği, literatürdeki farklı çalışmalarda ifade edilmiştir. Bu bölümün aşağıdaki alt bölümlerinde de doğal dil işleme alanındaki örnek problemler ve bu problemler için derin öğrenme yaklaşımlarının tanıtıldığı çalışmalara yer verilmiştir.

Tablo 2. Tanıtılan Doğal Dil İşleme Problemleri ve Kullanılan Derin Öğrenme Yöntemleri

<i>Doğal Dil İşleme Problemi</i>	<i>Kullanılan Derin Öğrenme Yöntemleri</i>
Metin Sınıflandırma	<ul style="list-style-type: none">• Evrimsel Sinir Ağları• Yinelemeli Evrimsel Sinir Ağları• LSTM ve Evrimsel Sinir Ağları
Metin Ayrıştırma	<ul style="list-style-type: none">• Evrimsel Sinir Ağları
Duygu Analizi	<ul style="list-style-type: none">• Derin Oto-Kodlayıcılar• Evrimsel Sinir Ağları
Bilgi Çıkarımı	<ul style="list-style-type: none">• Derin Sinir Ağları
Varlık İsmi Tanıma	<ul style="list-style-type: none">• LSTM ve Evrimsel Sinir Ağları
Zamansal İlişki Çıkarımı	<ul style="list-style-type: none">• Evrimsel Sinir Ağları
Olay Çıkarımı	<ul style="list-style-type: none">• Evrimsel Sinir Ağları
Sözcük Türü Etiketleme	<ul style="list-style-type: none">• Derin Sinir Ağları• LSTM
Metin Sıralama	<ul style="list-style-type: none">• Evrimsel Sinir Ağları
Otomatik Harf Çevirisi	<ul style="list-style-type: none">• Derin İnanc Ağları
Otomatik Soru Cevaplama	<ul style="list-style-type: none">• Evrimsel Sinir Ağları• LSTM

➤ Metin Sınıflandırma:

Doğal dil işlemenin uzun zamandır çalışılan ve önemli uygulama alanları olan konularından bir tanesi metin sınıflandırma. Derin öğrenme yöntemleri, metin sınıflandırma amacıyla da kullanılmaktadır ve bu konuda çeşitli güncel çalışma mevcuttur. Örnek bir çalışmada, değişik veri kümeleri üzerinde cümle sınıflandırma problemi (olumlu/olumsuz müşteri değerlendirmeleri gibi) için basit tek seviyeli bir evrimsel sinir ağı yaklaşımı ile oldukça başarılı sonuçlar alınmıştır. Bir diğer örnek çalışmada, metin sınıflandırma amacıyla bir yinelemeli evrimsel sinir ağı altyapısı önerilmiştir. Önerilen yaklaşımda; bağlamsal bilgi için yinelemeli yapı, metnin temsili içinse evrimsel sinir ağı kullanılmıştır. Yine metin sınıflandırma konusundaki bir başka çalışmada, karakter seviyesinde evrimsel ağlar kullanılmıştır. Çalışmada, karakter seviyesindeki evrimsel sinir ağlarının metin sınıflandırma etkili bir yöntem olduğu ve bu yöntemin benzer problemlerin çözümünde de kullanılabileceği ifade edilmiştir. Başka bir çalışmada ise sıralı kısa metinlerin sınıflandırılması için yinelemeli sinir ağının bir türü olan LSTM ve evrimsel sinir ağı yöntemleri kullanılarak çeşitli veri kümelerinde test edilerek başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

➤ Metin Ayrıştırma:

Otomatik metin ayrıştırma, doğal dil işlemenin çok uzun yıllardır çalışılan ve çözülmesi amacıyla birçok farklı yöntemin literatüre kazandırıldığı bir alanıdır. Metin ayrıştırmada verilen bir metnin gramatik yapısının ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır. Bu konuda gerçekleştirilen bir çalışmada, metin ayrıştırma için evrimsel sinir ağlarına dayalı ve hızlı bir yöntem önerilmiştir. Bu yöntemde evrimsel sinir ağları, grafiklerde yapılandırılmış etiket çıkarımı ile birleştirilmiş ve böylelikle literatürde daha önce mevcut olan grafik dönüştürücü ağ yöntemi kullanılmıştır. Önerilen yöntemin geliştirmeye açık yönleri bulunsa da, metin ayrıştırma için oldukça etkin bir yöntem olduğu ifade edilmiştir.

➤ Duygu Analizi:

Duygu analizi, verilen bir metindeki duygu, fikir ve öznelliğin otomatik olarak belirlenmesi olarak tanımlanmaktadır. Yaygın olarak, duygu analizi çalışmalarında verilen metin kullanılarak bu metnin olumlu, olumsuz veya tarafsız şeklinde sınıflandırılması amaçlanmaktadır. Duygu analizi, doğal dil işlemenin uzun süredir çalışılan ve halen de yaygın olarak çalışılmaya devam edilen güncel araştırma konularından biridir. Bu alandaki güncel çalışmalardan bazılarında da derin öğrenme yöntemleri kullanılmaktadır. Bu konudaki bir çalışmada, duygu analizi yaklaşımlarını alandan bağımsız hale getirebilmek ve böylelikle yeni metin türlerine de adapte edebilmek için oto-kodlayıcı tabanlı bir derin öğrenme yöntemi kullanılmıştır. Kullanılan oto-kodlayıcı yaklaşımıyla denetimsiz şekilde farklı metin türleri için gerekli duygu analizi öznitelikleri otomatik olarak belirlenmektedir ve oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bir diğer ilgili çalışmada yine derin oto-kodlayıcılar yarıdenetimli (semi-supervised) bir yaklaşımla eğitilerek duygu analizinde başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. Bir diğer örnek çalışmada, evrişimsel sinir ağları kullanılarak Twitter üzerinde duygu analizi gerçekleştiren bir yaklaşım anlatılmıştır. Söz konusu çalışmada üç aşamalı ve her aşamada farklı öğrenme yöntemlerinin kullanıldığı bir yaklaşım benimsenmiş, tek seviyeli basit bir evrişimsel sinir ağı kullanılmıştır. Çalışma tweet veri kümeleri üzerinde denenmiş ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. İlgili bir diğer çalışmada, kısa metinlerde (film yorumları ve tweetler) duygu analizi için yine evrişimsel sinir ağı yaklaşımı benimsenmiştir. Bu yaklaşımda iki evrişimsel katman vardır. Bu katmanlarda sözcüklerden karakter seviyesinde ve cümlelerden cümle seviyesindeki öznitelikler çıkarılmaktadır. Çalışmada önerilen yaklaşım film yorumları ve tweetlerden oluşan iki ayrı veri kümesi üzerinde denenmiş ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

➤ Bilgi Çıkarımı:

Bilgi çıkarımı, doğal dil işlemenin önemli araştırma alanlarından bir tanesidir. Bilgi çıkarımı ile doğal dildeki metinlerden; varlıklar, olaylar, tarih ve zaman ifadeleri, kavramlar gibi birçok kayda değer bilgi parçası otomatik şekilde çıkarılmaktadır. Bilgi çıkarımı için derin öğrenme yöntemi kullanılan bir çalışmada, çıkarılan bilginin türünden bağımsız genel bir yaklaşım önerilmiştir. Söz konusu çalışmada, bilgi çıkarımı için derin sinir ağları kullanılmış ve özniteliklerin elle oluşturulması yerine özniteliklerin öğrenilmesi sağlanmaktadır. Çalışma, farklı bilgi çıkarımı veri kümelerinde denenmiş ve başarılı sonuçlar elde etmiştir.

➤ Varlık İsmi Tanıma:

Varlık ismi tanıma, doğal dil işlemenin bilgi çıkarımı alanının bir alt problemidir ve uzun süredir çalışılan bir araştırma konusudur. Varlık ismi tanıma sistemleri, genel olarak, verilen bir metindeki kişi, yer ve kurum gibi varlıkların isimlerini otomatik olarak çıkarıp sınıflandırır. Derin öğrenme yöntemlerinin varlık ismi tanıma da başarılı sonuçlar elde ettiği görülmüştür. Bu konudaki bir çalışmada, varlık ismi tanıma için hibrit ve çift yönlü bir yaklaşım önerilerek hem yinelenen sinir ağlarının bir algoritması olan LSTM, hem de evrimsel sinir ağları kullanılmıştır. Kullanılan bu hibrit derin öğrenme yaklaşımıyla kelime seviyesindeki ve karakter seviyesindeki öznitelikler otomatik olarak belirlenmektedir. Söz konusu yaklaşım, varlık ismi tanıma alanındaki ortak veri kümeleri üzerinde denenmiş ve oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

➤ Zamansal İlişki Çıkarımı:

Zamansal ilişkilerin çıkarımı da bilgi çıkarımı konusunun bir alt konusudur ve dolayısıyla doğal dil işlemenin önemli bir araştırma alanıdır. Zamansal ilişkiler arasında şu ve benzeri ifadeler yer almaktadır: “önce, sonra, hemen önce, hemen sonra, sırasında (esnasında)”. Bu konuyla ilgili yapılmış bir çalışmada, zamansal ilişki ifadelerinin çıkarılarak sınıflandırılması amacıyla evrimsel sinir ağları kullanılmıştır. Çalışmada sözlük seviyesindeki ve cümle seviyesindeki öznitelikler kullanılmıştır. Ancak, çalışmada literatürdeki benzer çalışmalardan daha iyi sonuçlar elde edilememiştir ve çeşitli ön işleme (preprocessing) yöntemleri kullanarak sonuçların iyileştirilebileceği ifade edilmiştir.

➤ Olay Çıkarımı:

Doğal dilde oluşturulmuş metinlerde bahsedilen olayların otomatik çıkarımı da bilgi çıkarımı konusunun bir alt alanıdır ve dolayısıyla doğal dil işlemenin bir problemidir. Bu alanda yapılmış güncel bir çalışmada, otomatik olay çıkarımı için cümle seviyesindeki özniteliklerin çıkarılması için evrimsel sinir ağlarının kullanıldığı bir yaklaşım tanıtılmıştır. Bu çalışmada ayrıca, kullanılan kelime seviyesindeki öznitelikler içinse farklı bir kelime temsili yaklaşımı benimsenmiştir. Olay çıkarımı için derin öğrenme yöntemi kullanan bu çalışmanın olay çıkarımı deneylerinde başarılı sonuçlar verdiği gösterilmiştir.

➤ Sözcük Türü Etiketleme:

Sözcük türü etiketleme, doğal dilde verilen bir metindeki kelimelerin türlerinin sınıflandırılması problemidir. Sözcük türü sınıfları isim, fiil, edat, zamir gibi türlerdir. Sözcük türü etiketleme doğal dil işlemenin çok uzun süredir çalışılan bir konudur ve ayrıca daha kapsamlı problemlerin çözümünde de söz konusu sözcük türleri kullanılabilir. Bu konuda yapılmış bir çalışmada, derin sinir ağları kullanılarak sözcük türü belirleme amacıyla sözcük seviyesinde ve karakter seviyesindeki temsillerin öğrenilmesi sağlanmıştır. Söz konusu sinir ağında, öznitelik çıkarımı için evrimsel bir katman kullanılmaktadır. İngilizce ve Portekizce üzerinde yapılan deneylerde oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Sözcük türü etiketleme konusunda yapılmış dilden bağımsız bir çalışmada ise çift yönlü LSTM ağları kullanılmıştır. 22 farklı dil üzerinde yapılan testler sonucunda söz konusu derin öğrenme metoduyla başarılı sonuçlar elde edildiği gözlenmiştir.

➤ Metin Sıralama:

Metin sıralama, bilgi erişiminin kapsamında bulunan önemli bir araştırma konusudur. Bu sıralama işlemi için de derin öğrenme yöntemini kullanan çalışmalar mevcuttur. Bu yöndeki bir çalışmada, evrimsel derin öğrenme yöntemi kullanılarak kısa metinlerin sıralanması konusu incelenmiştir. Bu sıralama işlemindeki ana konu, metinlerin sıralanması için kullanılacak benzerlik işlevinin öğrenilmesidir. Söz konusu çalışmada kullanılan derin öğrenme yöntemiyle, elle öznitelik çıkarma işlemi veya dış kaynaklar kullanılmasına gerek kalmadığı ifade edilmiştir. Önerilen yaklaşım, kısa metinlerin sıralanması deneylerinde başarılı sonuçlara ulaşmıştır.

➤ Otomatik Harf Çevirisi:

Otomatik çeviri alanında kullanılan otomatik harf çevirisi alanında da derin öğrenme yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir. Otomatik harf çevirisi ile kelimelerin (özel isimler gibi) bir alfabedeki harflerden diğer alfabedeki harflere çevrilmesi sağlanmaktadır. Bu konuda yapılmış bir çalışmada; derin inanç ağları yöntemi, Arapça-İngilizce arası harf çevirisinde kullanılmıştır. Bu konuda; daha önceki çalışmalarda, sonlu-durum makinaları ve ifade tabanlı yöntemler kullanılmıştır. Derin inanç ağları, önceki çalışmalardaki bu yöntemlerden daha başarılı sonuçlar vermese de mevcut diğer yöntemlerle beraber kullanılabileceği ifade edilmiştir.

➤ Otomatik Soru Cevaplama:

Otomatik soru cevaplama sistemleri, doğal dilde ifade edilmiş bir sorunun cevabını doğal dildeki büyük veri kümeleri içerisinde bularak yine doğal dilde otomatik olarak cevaplamayı amaçlayan sistemlerdir. Derin öğrenme yöntemleri soru cevaplama sistemlerinde de kullanılmıştır. Örneğin, Lei Yu(2014) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, soru cevaplama işleminin bir alt işlemi olan cevap cümlesi seçimi için evrimsel sinir ağları kullanılmış ve karşılaştırılan mevcut başarılı sistemlere yakın sonuçlar elde edilmiştir. İlgili bir diğer çalışmada yine soru cevaplama probleminin çözümünde kullanılmak üzere cevap seçimi için çift yönlü LSTM algoritması ile evrimsel sinir ağlarını kullanılmıştır. Önerilen birleşik yöntem, karşılaştırmada kullanılan diğer algoritmalara göre başarılı sonuçlar elde etmiştir.

SONUÇ:

Derin öğrenme, son dönemde oldukça popüler olmuş önemli bir araştırma alanıdır. Sinir ağlarına dayalı olan derin öğrenme konusunda literatürde birçok farklı yöntem önerilmiştir ve bunların bazıları özellikle bazı araştırma alanlarında oldukça başarılı sonuçlar elde edilmesini sağlamıştır. Doğal dil işleme alanı da söz konusu önemli araştırma alanlarından biridir. Bu çalışmamızda, doğal dil işleme için derin öğrenme yöntemleri konusunda yapılmış çalışmaların derlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmamızda ilk olarak, derin öğrenme konusunda temel bilgiler ile literatürde mevcut bulunan altı önemli derin öğrenme yöntemi hakkında detaylı bilgiler ve bunların belli başlı uygulama alanları verilmiştir. Ardından da doğal dil işleme için derin öğrenme yöntemlerini tanıtan çalışmalar hakkında bilgiler sunularak, yöntemlerin başarımları ve yetersiz kaldığı durumlar açıklanmıştır. Söz konusu derin öğrenme çalışmaları, ilgili doğal dil işleme problemlerine göre mümkün olduğunca sınıflandırılmış, ayrı alt başlıklar altında verilmiştir. Çalışmamızın, Türkçe doğal dil işleme alanında derin öğrenme yöntemlerini uygulayacak araştırmacılara Türkçe bir kaynak olarak ışık tutması ve yol gösterici olması beklenmektedir.

