

Ontoloji Desteğiyle Tweet Sınıflandırma

Ontology Based Tweet Classification

Nur Betül Yaman¹, Mehmet Emre İyican¹, Banu Diri²

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

¹{14011030,14011007}@std.yildiz.edu.tr

²{banu}@ce.yildiz.edu.tr

Özetçe —Bu çalışma, tweetleri konularına göre sınıflandıran bir sistem geliştirmeyi ve bu sistemin bir mobil uygulama olarak gerçekleştirilmesini amaçlamaktadır. Kullanıcının ana zaman akışındaki tweetler, kullanıcıdan alınan konu başlıklarına göre sınıflandırılmıştır.

Sınıflandırma işlemi konu başlıklarının ontolojileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ontolojiler oluşturulurken, kavramların Vikipedi sayfa açıklamaları ve TDK tanımları kullanılır. Kavramların Vikipedi sayfa açıklamalarında bulunan, başka Vikipedi sayfalarına referans veren bağlantıların, ontolojik bağlantılar olduğu kabul edilir. Vikipedi sayfa açıklamaları ve TDK tanımları kullanılarak, bu bağlantıların bağ kuvveti hesaplanır. Kuvvetli ontolojik bağları olan kavramlardan, konu başlığının ontolojisi oluşturulur. Tweetlerin, ontolojiler ile ilintililikleri ölçülür. Tweetler, ilintili oldukları konu başlıkları altında kullanıcıya sunulurlar.

Çalışmalar sonucunda, önerilen bu algoritmanın, tweetleri en fazla beş sınıf için sınıflandırmaya uygun olduğu görülmüştür. Bunun genel olarak üç sebebi olduğu gözlemlenmiştir. Birincisi, tweetlerin içeriğindeki kelimelerde konuları yeterli sayıda ayırt edici kelime bulunamamaktadır. İkincisi, ontolojilerin oluşturulması için seçilen kaynaklarda, tweetlerde çokça geçen ve günlük hayatta kullanılan kelimeler kullanılmamaktadır. Üçüncü olarak, sınıf sayısının artması, tweetlerin sınıflara girebilmesi için aşmaları gereken puan eşik değerinin düşmesine, bu durum da birbiri ile ilişkisi olmayan tweetlerin sınıflara yerleşmesine sebep olmaktadır.

Anahtar Kelimeler—ontoloji; ontolojik ilişkiler; vikipedi; twitter; sınıflandırma.

Abstract—This study aims to develop a system that classifies tweets by their subject and implement it as a mobile application. Tweets from user's home timeline are classified into topics taken from the user.

Classification is done by using the ontologies of the topics'. Wikipedia pages and TDK definitions of the terms are used while creating the ontologies. Links referencing other Wikipedia pages that found in the terms' Wikipedia page are taken as ontological relations. Strenght of these relations are calculated using the Wikipedia descriptions and TDK definitions. Ontology of the topic is created using terms with strong relations. Tweets' relations with ontologies are calculated. Tweets are placed under the topics they are most related to.

It is seen that the proposed algorithm is only suitable to classify tweets into maximum of five classes as a result of this study. Three reasons could be observed. First, tweets don't contain enough distinctive words for this algorithm to work. Second, sources chosen to create ontologies don't contain words that are frequently used in daily lives and frequently present in tweets. Third, increasing class count decreases the threshold

which tweets' scores has to surpass to be included in a class, therefore causing tweets to be classified into irrelevant classes.

Keywords—ontology; ontological relations; wikipedia; twitter; classification.

I. GİRİŞ

Son yıllarda İnternet erişiminin kolaylaşması, kullanıcı sayısının hızla büyümesine yol açmıştır. Bu durum İnternet üzerindeki içerik miktarının da giderek artmasına sebep olmuştur. İnternetin yaygınlaşmasıyla sosyal medya platformları da hızla popülerlik kazanmıştır. Twitter, her yaştan insanların kullandığı bir sosyal medya platformudur. Ayrıca tanınmış kişilerce ve yetkililerce, yoğunlukla haberleri anlık olarak paylaşmak için kullanılmaktadır.

Aylık 328 milyon aktif kullanıcısı olan bu platformda [1], kullanıcılar tweet adı verilen 140 karakterlik metin gönderileri paylaşmaktadırlar. Gönderilen tweet sayısının günlük 500 milyona ulaşması, istenilen tweetlere hızla ulaşmak için bir sınıflandırma yapmayı ihtiyaç haline getirmiştir.

Dokümanları içeriklerine göre sınıflandırmak için birçok yöntem geliştirilmiştir. Makine öğrenmesi yöntemlerinin implementasyonu uzun sürmekte ve operasyonu maliyetli olmaktadır. Bu sebeplerle küçük çaplı uygulamalarda çoğu zaman tercih edilmemektedir. Diğer yandan, metin içerisinde yalnızca konu başlığını arayan basit sistemler ihtiyaçları kısmen karşılamaktadır.

Ontoloji desteğiyle geliştirilen sınıflandırma yöntemlerinde, kelimelerin anlam bağlarından yararlanılır. Metinler, konu başlıklarıyla anlamca ilişkili kelimeler ile karşılaştırılarak uyum oranlarına göre sınıflandırılır. Bu yöntemler, makine öğrenmesine göre daha pratik iken, kelime kelime dizgi karşılaştırma yöntemlerine göre daha kapsamlı sınıflandırmalar yapar.

Ontoloji çalışmaları, sonradan eklemeli bir dil olan Türkçe için kısıtlı sayıdadır. Ontoloji oluşturmak için kullanılan algoritmalar, çalışmak için büyük hacimde dokümanlara ihtiyaç duymakta ve son kullanıcının ihtiyaçlarına göre çok kapsamlı kalmaktadır.

Giray vd. [5] anlamsal ilintililiğe dayanan, ontoloji tabanlı sistemlerin, cümle benzerliğine dayanarak çalışan sistemlere göre daha başarılı olarak çalıştığını belirtmiştir. Aynı ontolojideki iki kavram arasındaki tüm ontolojik patikaları gezerek, ilintililiği en yüksek olan patikayı seçmiştir. Bu patikalar kullanılarak art arda gelen cümlelerin arasındaki ilintililikleri ve böylece metnin bağdaşıklığı hesaplanmıştır.

Mayda vd. [4] tweetleri, makine öğrenmesiyle analiz ederek kullanıcıların psikolojik durumları hakkında tahminlerde bulunmuştur. Çalışmasında anksiyete ve depresyon hastaları ve sağlıklı bireylerin tweetlerini incelemiş ve %60 başarı elde etmiştir. Ayrıca çalışmasında yazar tespitine de yer vermiştir. Köşe yazarlarının makalelerini sisteme besleyip tweetlerin sahiplerini; tweetleri besleyip makalelerin sahiplerini tespit etmeye çalışmıştır. Kullandığı yöntemlere göre değişen sonuçlar elde etmiştir.

Adalı vd. [2] çalışmasında, ontoloji tabanlı bilgi çıkarımı ve belge yapı analizi tekniklerini birlikte kullanarak Türkçe dokümanların otomatik olarak işlenmesi ve dokümanlardan bilgi çıkarımını bir arada gerçekleştiren bir sistem tasarlamışlardır. Tellioglu vd. [3] ise Vikipedi sayfalarında yer alan bağlantıları kullanarak konuya ait ontolojiler çıkararak doküman sınıflandırma yapmışlardır.

Çalışmamızda ontoloji desteğiyle tweetleri sınıflandırarak, kişilerin, ilgilendikleri konu kapsamındaki tweetlere hızlıca erişmelerini sağlamak hedeflenmektedir. Halihazırda var olan kavramsal bağları kullanarak, basit bir şekilde ontoloji oluşturulacaktır. Oluşturulan ontolojiler, tweetlerin, konu başlıklarıyla olan ilintililiklerini ölçmek için kullanılacak, ölçüm sonuçları kullanılarak tweetler sınıflandırılacaktır.

Çalışmanın ikinci bölümde geliştirilen sistemden, üçüncü bölümde de deneysel sonuçlardan bahsedilmektedir.

II. GELİŞTİRİLEN SİSTEM

Sistem, mobil ortamda çalışacağı göz önünde bulundurularak, Java dilinin güçlü ve zayıf yanları dikkate alınarak geliştirilmiştir.

A. Kullanılan Teknolojiler

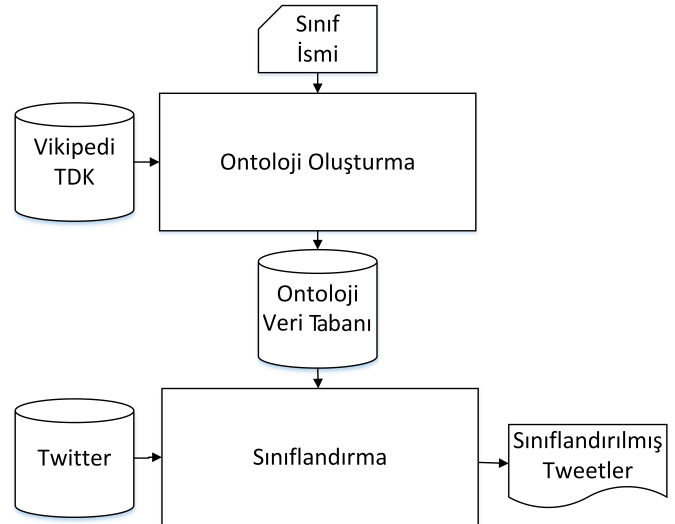
Uygulamanın gerçekleştirileceği mobil ortam olarak Android seçilmiştir. Uygulama, Java diliyle, Android Studio ortamında gerçekleştirilmiştir.

Ontolojileri oluştururken Vikipedi ve TDK Güncel Türkçe Sözlük'ten yararlanılmıştır. Vikipedi'ye erişimler Wikimediya tarafından sağlanan Vikipedi REST API'si aracılığıyla yapılmıştır. Bu kaynaklardan veriler Squareup tarafından geliştirilen Retrofit 2.0 Java kütüphanesiyle toplanmıştır. Twitter'dan tweetler, Fabric.io'nun Android için sağladığı Twitter erişim kütüphanesiyle elde edilmiştir.

Elde edilen veriler düzenli ifadeler (regular expressions) ve Zemberek¹ Türkçe doğal dil işleme kütüphanesi aracılığıyla temizlenmiş ve işlenmeye hazır hale getirilmiştir.

Uygulama Android 6.0.1 ve üzeri versiyonlarda çalışmaktadır.

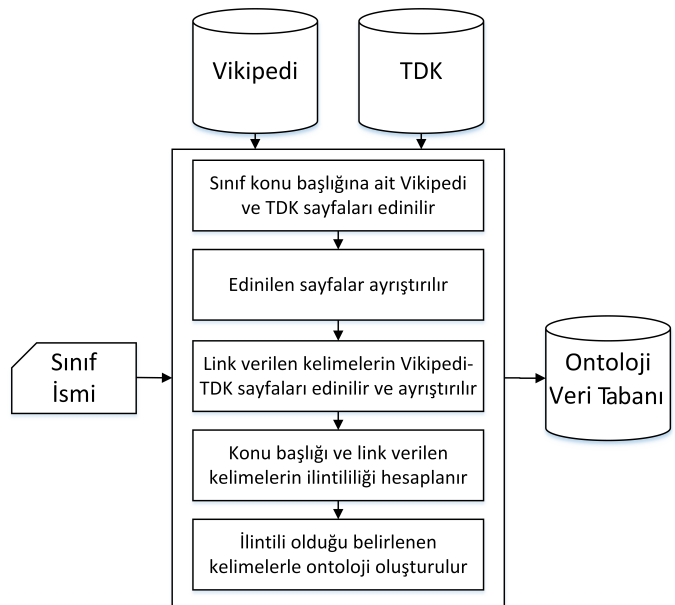
Şekil 1'de sistemin işleyişini gösteren blok diyagramı verilmiştir. Uygulamanın çalışabilmesi için veri tabanında kayıtlı ontolojiler bulunması gerekir. Ontolojiler oluşturulurken, ilk olarak Vikipedi'den ve TDK Güncel Türkçe Sözlük'ten veriler edinilir. Bu veriler işlenerek bir ontoloji oluşturulur ve veri tabanına kaydedilir. Ontolojiler oluşturulurken, Vikipedi sayfasından verilen bağlantıların, konu başlığıyla ontolojik olarak doğrudan bağlantılı olduğu kabul edilmiştir. Kullanıcı,



Şekil 1: Sistemin genel işleyişini gösteren blok diyagramı

tweetleri görüntülemek istediğinde, tweetler Twitter'dan alınır, işlenip sınıflandırılarak kullanıcıya sunulur.

B. Ontoloji Oluşturma



Şekil 2: Ontoloji oluşturma işleminin girdilerini, çıktılarını ve işlem adımlarını gösteren blok diyagramı

Ontoloji oluşturmak için kullanıcıdan oluşturmak istediği sınıfın ismi alınır. Şekil 2'de gösterilen adımların gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Oluşturulan ontolojiler veri tabanına kaydedilir.

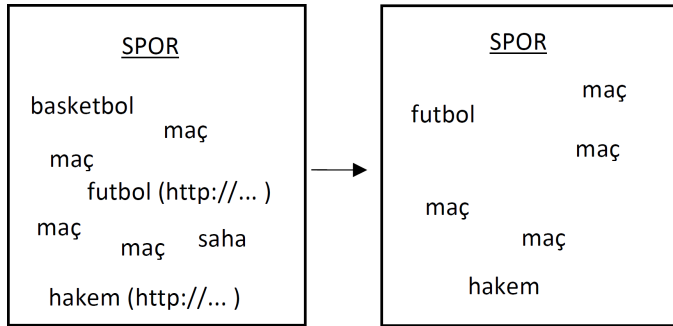
1) *Sınıf konu başlığına ait sayfaların edinilmesi:* Kullanıcıdan alınan kelimenin Vikipedi sayfası edinilir. TDK Güncel Türkçe Sözlük'ten kelime tanımları alınır.

¹<https://github.com/ahmetaa/zemberek>

2) *Edinilen sayfaların ayrıştırılması*: TDK'ye yapılan istek sonucunda bir HTML dokümanı elde edilir. Kelimeye ait tüm tanımlar, bu HTML dokümanından regex kullanılarak ayrıştırılır. Tanım metni içeriğindeki kelimelerin kökleri ayrıştırılır ve isim türünde olan kökler saklanır.

Vikipedi'ye yapılan istek sonucunda JSON formatında bir doküman elde edilir. Dokümanda, kelimenin Vikipedi sayfasından verilen bağlantı kelimeleri ve sayfa metni ayrı veriler olarak bulunmaktadır. Bağlantı verilen kelimeler ayrıştırılarak kökleri bulunur. Sayfa metnindeki kelimeler ayrıştırılarak kökleri bulunur. İsim türünde olan ve birçok kere metinde geçen köklerin tekrar sayıları tutulur. Frekans değeri, frekans değerlerinin ortalamasının üstünde kalan kökler saklanır.

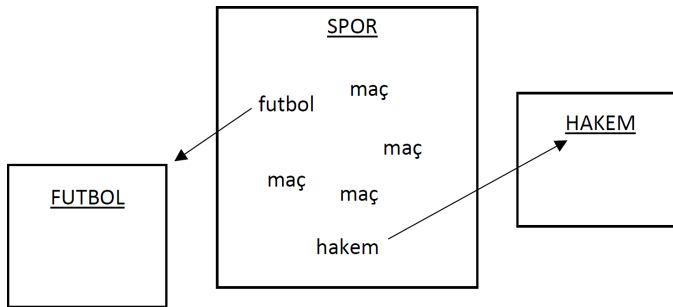
Yapılan işlem şekil 3'te bir örnekle gösterilmiştir.



Şekil 3: Edinilen sayfanın ayrıştırılmasına bir örnek

3) *Bağlantı verilen kelimelerin Vikipedi ve TDK sayfalarının edinilmesi ve ayrıştırılması*: Bağlantıların ayrıştırılmasıyla elde edilen kelimelerin Vikipedi sayfası ve TDK açıklaması elde edilir. Konu başlığından elde edilen sayfalara uygulanan ayıklama işlemleri bu sayfalara da uygulanır.

Yapılan işlem şekil 4'te bir örnekle gösterilmiştir.

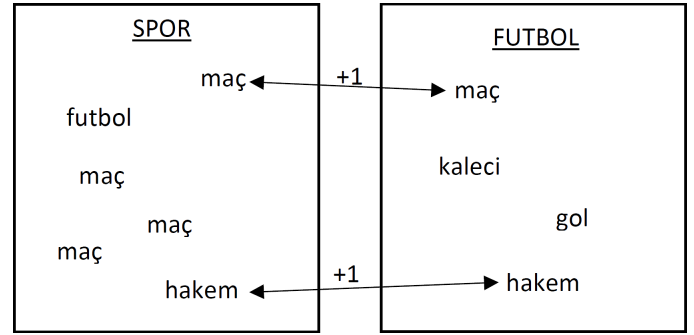


Şekil 4: Bağlantı verilen kelimelerin Vikipedi ve TDK sayfalarının edinilmesi ve ayrıştırılmasına bir örnek

4) *Konu başlığı ve bağlantı verilen kelimelerin ilintiliğinin hesaplanması*: Bağlantıların işlenmesiyle elde edilen kelimeler, konu başlığının işlenmesiyle elde edilen kelimelerle karşılaştırılır. Eşleşme olması durumunda kelimelerin ilintililik puanı bir artırılır.

Yapılan işlem şekil 5'de bir örnekle gösterilmiştir.

5) *İlintili olduğu belirlenen kelimelerle ontoloji oluşturulması*: Bağlantıların puanlarının ortalaması hesaplanır.

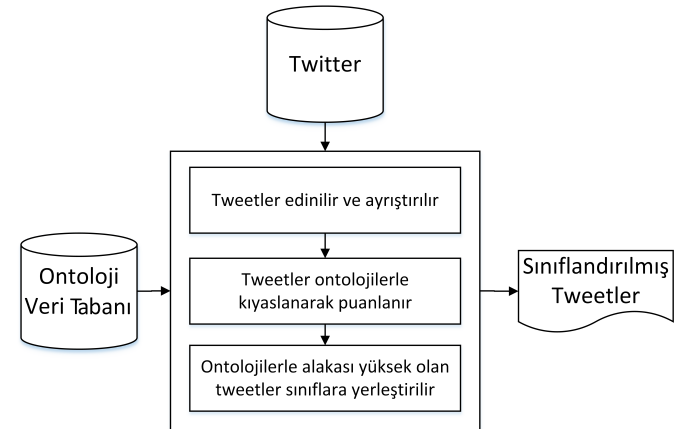


Şekil 5: Konu başlığı ve bağlantı verilen kelimelerin ilintiliğinin hesaplanmasına bir örnek

Ortalamanın altında kalan bağlantılar ontolojiden çıkartılır. Kalan kelimelerin puanları normalizasyona tabi tutulur. Sınıflandırma aşamasında ontolojilerin puan aralığının farklı olması, sınıflandırma işlemini olumsuz etkileyecektir. Bu sebeple normalizasyon yapılması gereklidir. Normalizasyon işlemi, bağlantı puanlarının, tüm eşleşen kelimelerin sayısına bölünmesiyle gerçekleştirilir. Kelimeler ve normalize edilmiş puanları, veri tabanında saklanarak ontoloji oluşturma işlemi tamamlanır.

C. Sınıflandırma

Sınıflandırma işlemi ile tweetler, ilgili oldukları sınıflar altında sergilenenecektir. Bu işlemin gerçekleştirilmesi için veri tabanında kayıtlı ontolojilerin bulunması ve kullanıcının Twitter'a giriş yapmış olması gerekmektedir.



Şekil 6: Sınıflandırma işleminin girdilerini, çıktılarını ve işlem adımlarını gösteren blok diyagramı

Sınıflandırma işlemi şekil 6'da verilen adımlar çerçevesinde gerçekleşir.

1) *Tweetlerin edinilmesi ve ayrıştırılması*: Kullanıcının Twitter ana sayfasındaki tweetler edinilir. Edinilen tweetlerde geçen hashtag, mention, bağlantı ve resim gibi içerikler kaldırılır. Tweette yer alan kelimelerin kökleri bulunur. İsim türünde olan kökler saklanır.

2) *Tweetlerin ontolojilerle kıyaslanarak puanlanması:* Tweetlerdeki kelimeler, oluşturulan ontolojilerin kelimeleriyle karşılaştırılır. Ortak kelime olması durumunda, tweet ilgili sınıfta puan kazanır.

3) *Ontolojilerle alakası yüksek olan tweetlerin sınıflara yerleştirilmesi:* Tweetin sınıflarda kazandığı puanların ortalaması alınır. Bu eşik değerin altında puana sahip olduğu sınıflardan kaldırılır. Tweetler ait oldukları belirlenen sınıflarda sergilenir.

III. DENEYSEL SONUÇLAR

Geliştirilen sistemde yapılan ilk ölçümde elde edilen sonuçların F-ölçümleri Tablo I’de verilmiştir.

Tablo I: Farklı sınıf sayılarıyla yapılan sınıflandırmalar için hesaplanan F-ölçütü sonuçları

Sınıf Sayısı	F-ölçütü Ölçümü	Kesinlik	Duyarlılık
5	39,6	0,36	0,43
10	23,6	0,25	0,21
15	19,5	0,21	0,17

F-ölçümlerindeki tahminler, çalışma sahipleri ve çalışmadan bağımsız kişiler tarafından sezgisel olarak yapılmıştır. Kullanıcı ana sayfasından alınan 200 tweetten, 15 sınıftan birine dahil olmayanlar ele alınmamıştır. Kalan 64 tweet için yapılan sınıflandırma işlemlerinde, sınıf sayısı arttıkça başarımın düştüğü görülmüştür. Tweetlerin beş sınıfa tahmini olarak ve uygulama sonucundaki dağılımları Tablo II’de gösterilmiştir. Bilim, iktisat, müzik, sanat ve tıp sınıflarıyla yapılan sınıflandırma işleminde %40 başarıyla tweetlerin sınıflandırıldığı görülmüştür. Bu sınıflara basın, eğitim, spor, tarih ve siyaset sınıfları eklenerek aynı tweetler tekrar sınıflandırıldığında başarımın %24’e gerilediği görülmüştür. Bilgisayar, edebiyat, haberleşme, insan, yiyecek sınıfları eklenerek, on beş sınıf ile sınıflandırma yapıldığında ise başarımın %20’ye düştüğü görülmüştür.

		UYGULAMA SONUCU					
TAHMIN		Bilim	İktisat	Müzik	Sanat	Tıp	Kategorisiz
	Bilim	1	1	0	0	0	2
	İktisat	1	7	0	1	0	6
	Müzik	0	0	0	0	0	0
	Sanat	0	0	0	2	0	2
	Tıp	3	0	0	0	5	3
	Kategorisiz	9	0	1	1	3	15

Tablo II: Tweetlerin beş sınıfa tahmini olarak ve uygulamanın yaptığı sınıflandırma sonucu dağılımı

Sonraki denemelerde tweetler siyaset, futbol, sanat, tarih, yiyecek olmak üzere 5 sınıfa sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma kullanıcının ana sayfasından alınan tweetlere uygulandığında %14’lük (kesinlik: 0,11; duyarlılık: 0,18) başarım elde edilmiştir. Bu tweetlerin sınıflara dağılımı Tablo III’de görülmektedir.

Seçilen 5 başlıkla ilgili olduğu düşünülen 40’ar tweet sınıflandırıldığında %25’lik (kesinlik: 0,53; duyarlılık: 0,17) bir başarım elde edilmiştir. Bu tweetlerin sınıflara dağılımı Tablo V’te görülmektedir.

		UYGULAMA SONUCU					
TAHMIN		Siyaset	Sanat	Tarih	Futbol	Yiyecek	Diğer
	Siyaset	2	0	1	2	0	21
	Sanat	1	0	1	1	0	13
	Tarih	2	1	0	0	0	17
	Futbol	0	1	0	3	0	12
	Yiyecek	0	0	1	1	2	1
	Diğer	1	2	6	12	2	91

Tablo III: Kullanıcı ana sayfasından alınan 200 tweetin beş sınıfa tahmini olarak ve uygulamanın yaptığı sınıflandırma sonucu dağılımı

		UYGULAMA SONUCU					
TAHMIN		Siyaset	Sanat	Tarih	Futbol	Yiyecek	Diğer
	Siyaset	8	0	8	1	1	24
	Sanat	0	3	5	4	0	28
	Tarih	1	5	5	2	0	27
	Futbol	1	0	1	16	0	22
	Yiyecek	0	0	2	0	9	29
	Diğer	0	0	0	0	0	0

Tablo IV: Sınıflarla alakalı 40’ar tweetin beş sınıfa tahmini olarak ve uygulamanın yaptığı sınıflandırma sonucu dağılımı

Birbirinden konu bakımından daha ayrıık başlıkların seçilmesi durumunu test etmek amacıyla bir deneme daha yürütülmüştür. Bu denemede seçilen başlıklar şunlardır: afet, futbol, yiyecek, bilim, suç. Bu başlıklarla ilgili olduğu düşünülen 40’ar tweet sınıflandırıldığında %70’lik (kesinlik: 0,83; duyarlılık: 0,59) bir başarım elde edilmiştir. Bu tweetlerin sınıflara dağılımı Tablo V’te görülmektedir.

		UYGULAMA SONUCU					
TAHMIN		Bilim	Afet	Suç	Futbol	Yiyecek	Diğer
	Bilim	21	0	0	0	0	19
	Afet	0	28	0	0	0	12
	Suç	0	0	35	0	0	5
	Futbol	0	0	0	25	0	15
	Yiyecek	0	0	0	0	33	7
	Diğer	0	0	0	0	0	0

Tablo V: Birbirinden konuya ayrıık olan sınıflarla alakalı 40’ar tweetin beş sınıfa tahmini olarak ve uygulamanın yaptığı sınıflandırma sonucu dağılımı

Bu 5 başlığa ait olmadığı doğru belirlenen tweetler de doğru bir şekilde sınıflandırılmış olarak kabul edilmiştir.

Önerilen bu sistem için maksimum beş sınıf sayısı ideal bir durumdur. Daha fazla sınıf sayısında başarımın yükselebilemesi için sınıf başlığıyla ilintili kelimelerin bulunmasında kullanılan yöntemlerin iyileştirilmesi gerekmektedir. Başlıkların konuya ayrıık olarak seçilmesi başarımı arttırmaktadır.

IV. SONUÇ

Bu çalışma Vikipedi’de halihazırda bağlantılar biçiminde bulunan ontolojik ilişkilerden yararlanmayı amaçlamaktadır.

Bu ilişkiler kullanılarak ontolojiler oluşturulur. Oluşturulan ontolojiler ile tweetler sınıflandırılır. Ontoloji oluşturmada başarıyı arttırmak için TDK Güncel Sözlük'ten de yararlanılmıştır.

Sınıflandırmalarda veri setine ve sınıf sayısına bağlı olarak %15 ile %70 arasında değişen başarımlar elde edilmiştir. Sınıf sayısının artmasının başarımları düşürdüğü gözlemlenmiştir. Sınıf sayısının artması, tweetlerin ontolojilere girme koşulu olan eşik değerinin düşmesine sebep olur. Bu da tweetlerin yanlış sınıflara girmesine ve sınıflandırma başarımının düşmesine yol açmaktadır.

Tweetlerin 140 karakterle kısıtlı olması uygulanan metodun sınıflandırmadaki başarımlarını sınırlamıştır. Tweetlerdeki ayırt edici kelimelerin sayısının düşük olması bu kısıtlamaya bağlıdır. Bu da sınıflandırmanın başarımlarını düşürmektedir.

Daha fazla parametreleri göz önünde bulunduran sınıflandırma algoritmaları kullanılarak daha başarılı sonuçlar elde edilebilir.

Doğal dil işleme kütüphanesi olarak kullanılan Zemberek'in geliştirilmesi proje başarımlarını arttıracaktır. Kullanıldığı haliyle Zemberek, aynı köklü kelimelerin köklerini doğru olarak bulamadığından, bu iki kelime arasında eşleşme sağlanamamakta, puanlama ve sınıflandırma işlemleri güçleşmektedir. Özel isimleri yok sayması, özel isimlerin ontolojilerde yer almasına engel olmaktadır.

Ontolojilerde bulunan kelimelerin, sınıf ile alakaları yüksek olmasına rağmen tweetlerde bulunmaması, tweetlerin doğru sınıfa yerleştirilememesine sebep olmuştur. Bu durum ontoloji oluşturulması için seçilen kaynakların, günümüzde kullanılan kelimeleri karşılamamasından kaynaklanmaktadır. Ontolojilerin daha güncel, gündelik yaşamdan içeriklere sahip kaynaklardan oluşturulması, başarımları arttıracaktır. Bu kaynaklara; sözlük siteleri, haber siteleri, forumlar örnek olarak verilebilir.

Her yeni sınıf için bağımsız ontolojiler oluşturmak yerine, oluşturulmuş bütün ontolojileri içeren, kümülatif bir ontoloji grafinin tutulması, bir sınıf için mevcut yöntemle bulunamayacak bağlantıların bulunmasını sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- [1] Statista, "Twitter: number of monthly active users 2010-2017", 2017. [Online]. Available: <https://www.statista.com/statistics/282087/number-of-monthly-active-twitter-users/>. [Accessed: 28 -Haziran- 2017]
- [2] Adalı, Ş., Sönmez, A.Ç., "Eylem çıkarımı ve varlık tanıma için ontoloji tabanlı bilgi çıkarımı ve belge yapı analizinin tümleştirilmesi", *İTÜ Dergisi*, cilt 10, sayı 3, 2011.
- [3] Tellioglu, A., Rahmet, F., Diri, B., "Document classification using ontology graph", *Signal Processing and Communication Application Conference-SIU*, 2016
- [4] Mayda, İ., "Kelime Yörüngeleri İle Metin Sınıflandırma", *Yıldız Teknik Üniversitesi*, 2016
- [5] Giray, G., "Ontoloji Tabanlı Bir Anlamsal İntililik Yöntemi Geliştirilmesi Ve Yöntemin Metin Bağdaşıklığının Otomatik Olarak Ölçümünde Kullanılması", *Yıldız Teknik Üniversitesi*, 2011