


DUYGU ANALİZİ TABANLI YENİ BİR HİBRİT TAVSİYECİ SİSTEM SENTIMENT ANALYSIS BASED A NOVEL HYBRID RECOMMENDATION SYSTEM

Murat AYDOĞAN* 

Dr. Öğr. Üyesi , Bingöl Üniversitesi, Genç Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, Bingöl / TÜRKİYE

Abdullah ŞENER 

Öğr. Gör., Bingöl Üniversitesi, Genç Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü,
Bingöl / TÜRKİYE

*Corresponding author: maydogan@bingol.edu.tr

Geliş Tarihi / Received: 28.11.2020
Kabul Tarihi / Accepted: 13.12.2020

Araştırma Makalesi/Research Article
DOI: 10.38065/euroasiaorg.383

ÖZET

Günümüzde yaşanan teknolojik ilerlemeler ve dünya çapında etkili olan Covid-19 pandemisi, e-ticaret sitelerinin önemini arttırmış ve mağazalar ürünlerini e-ticaret siteleri aracılığıyla kullanıcıların satışına sunmuştur. Özellikle ülkemizde pandeminin etkili olmaya başladığı mart, nisan ve mayıs aylarında Ticaret Bakanlığı verilerine göre e-ticaret siteleri geçen yıla oranla %19'luk bir büyüme gerçekleştirmiş, aldıkları sipariş sayısı da pandemi döneminde 292 milyon adet artmıştır. Ancak e-ticaret sitelerinin popülerleşmesi ve yaygınlaşmasıyla birlikte kullanıcıların büyük miktarda ürünler içerisinde kendisi için en uygun seçenekleri bulması daha da zorlaşmıştır. Bu nedenle kişiler için özelleşmiş bilgilerden ürünlerin elde edilmesini sağlayan sistemler önem kazanmıştır. Bu sayede kullanıcı hem daha az veri ile uğraşmakta hem de aradığı ürüne daha kısa bir sürede ulaşmasına olanak sağlanmaktadır. Bu durum tavsiyeci sistemlerin önemini arttırmış ve günümüzde popüler konulardan birisi olmasını sağlamıştır. Tavsiyeci sistemler kullanıcıların daha önce etkileşime geçtiği ya da kendilerine benzeyen diğer kullanıcıların etkileşime geçtiği ürünleri referans alarak önceden etkileşime geçmediği yeni ürünlerin önerilmesini hedefleyen sistemlerdir. E-ticaret sitelerinde, diğer kullanıcıların ürünlere yaptığı yorumlar ise kullanıcıların ürün tercihi yaparken başvurduğu en önemli etkenlerden biridir. Bu çalışmada, ürünlere yapılan yorumları duygu analizi yöntemleri ile olumlu, olumsuz yada nötr şeklinde sınıflandırıp analiz eden ve buna göre diğer kullanıcılara tavsiye eden yeni bir hibrit tavsiyeci sistem geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tavsiyeci sistemler, İş birliğine dayalı filtreleme sistemleri, İçeriğe dayalı filtreleme sistemleri, Hibrit tavsiyeci sistemler, Duygu analizi

ABSTRACT

Today's technological advances and the globally effective Covid-19 pandemic have increased the importance of e-commerce sites and stores have offered their products to users through e-commerce sites. Especially in march, april and may, when the pandemic started to be effective in our country, according to the Ministry of Commerce data, e-commerce sites grew by 19% compared to the previous year, and the number of orders they received increased by 292 million during the pandemic period. However, with the popularization and widespread use of e-commerce sites, it has become more difficult for users to make the most appropriate choice among a large amount of products. For this reason, systems that enable people to obtain products from specialized information have gained importance. In this way, it allows the user to both deal with less data and reach the product they are looking for in a shorter time. This situation has increased the importance of recommendation systems and made them one of the popular topics today. Recommendation systems can be defined as systems that aim to recommend new products that users have previously interacted with other users similar to them have interacted with as reference. In e-commerce sites, the comments made by other users on the products are one of the most important factors that users

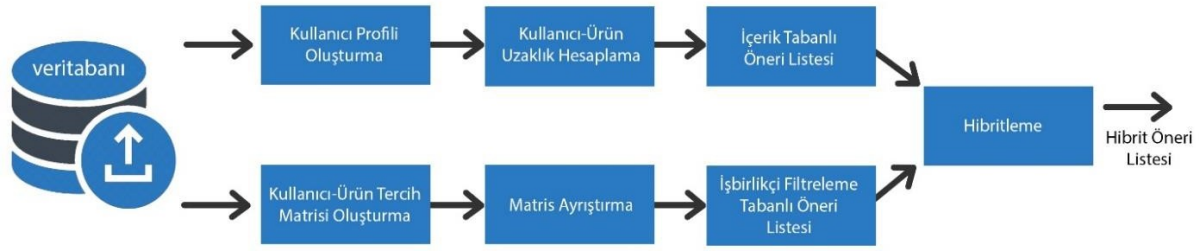
refer to when choosing products. In this study, a new hybrid recommendation system has been developed that classifies and analyzes the comments made on products as positive, negative or neutral with sentiment analysis methods and recommends them to other users accordingly.

Keywords: Recommendation systems, Collaborative filtering systems, Content based filtering systems, Hybrid recommendation systems, Sentiment analysis

1. GİRİŞ

Günümüzde teknolojik ilerlemeler sayesinde istenilen bir zamanda yine dünyanın istenilen bir yerindeki birçok kişiye veya ürüne internet ortamı üzerinden erişim sağlanabilmektedir. Kişilere veya ürünlere erişimin kolaylaşması ile birlikte, ilgi çekici en iyi ürüne veya iletişime geçilebilecek en uygun kişileri tavsiye edebilen sistemlere ihtiyaç da artmıştır. Tavsiye sistemleri, kullanıcının etkileşime geçtikleri kişiler veya ürünlere göre yine kullanıcının ilgisini çekebilecek kişi veya ürünleri kullanıcılara önerebilen sistemler olarak tanımlanabilir (Lu ve ark, 2015). Tavsiye sistemlerindeki amaç, kullanıcı deneyimlerini ve tecrübelerini öğrenip, büyük miktardaki veriler içerisinden kullanıcının ihtiyaçlarını karşılayacak önerilerde bulunmak ve gereğinden fazla bilginin incelenmesi sorununu çözmektir (Türker ve ark, 2019). Bir kullanıcı için öneri oluşturulurken aynı zamanda diğer kullanıcıların hareketlerini inceleyerek bu öneriye katkıda bulunabilecek tahminlerin yapılabilmesi, tavsiyeci sistemlerin en önemli özelliğidir (Park ve ark, 2012). Kullanıcının internet ortamında önceden yapmış olduğu seçimlere göre tavsiyeci sistemler öneriler sunmaktadır. Kullanıcının önceden yapmış olduğu seçimlere göre kullanıcı profilleri oluşturulup öneri işlemi gerçekleştirilmektedir (Utku ve Akcayol, 2017). Günümüzde tavsiye sistemlerinin kullanımı e-ticaret sitelerinde daha popüler bir hal almış durumdadır (Bobadilla ve ark, 2013).

Tavsiyeci sistemler; işbirlikçi filtrelemeye dayalı sistemler, içerik tabanlı sistemler ve hibrit yöntemler kullanılarak oluşturulan sistemler olmak üzere üç kategoriye ayrılmaktadır. İşbirlikçi filtrelemeye dayalı sistemler; kullanıcı seçimleri arasındaki ortak özelliklerini referans alan ve bu yapıya göre öneri sunan sistemlerdir. Birbirine yakın seçimlerde bulunabilen kullanıcıların belirlenmesi ve bu kullanıcıların seçtikleri öğeler için yaptıkları değerlendirmeleri referans olarak bir diğer kullanıcılara henüz seçimde bulunmadığı ve deneyimlemediği öğeleri tavsiye olarak sunması işbirlikçi filtreleme sürecini belirler. Kullanıcıların ilgisini çekebilecek öğeleri bulmak için öğe içeriklerini kullanan sistemler içerik tabanlı filtreleme sistemini oluşturur (Wu ve ark, 2014). İşbirlikçi tabanlı filtreleme ve içerik tabanlı filtreleme yöntemlerinin birleştirilmesiyle oluşturulmuş sistemler ise hibrit sistemler olarak adlandırılmaktadır. İşbirlikçi filtrelemeye dayalı sistemler ile içerik tabanlı sistemler karşılaştırıldığında, işbirlikçi filtrelemeye dayalı sistemler daha başarılı sonuçlar vermektedir, bu durum yeterli sayıda ürün değerlendirme sayısı ile sağlanabilmektedir (Chen ve ark, 2017). Bu sistemlerde sıklıkla karşılaşılan problemlerden birisi; sisteme gelen yeni ürün hakkında hiçbir değerlendirme olmadığı için bu gibi ürünlerin önerisinin yapılmaması problemi (Sharma ve ark, 2017). Bu gibi problemlerde içeriğe dayalı yaklaşımın kullanılması daha etkili sonuçlar vermektedir (Pazzani ve Billsus, 2007). İçeriğe dayalı sistemlerin dezavantajı sistem içerisinde sınırlamaların olmasıdır. Bu sınırlamalara örnek verecek olursak, ürünleri nitelendiren özellikleri belirtmek için kullanılan özniteliklerin bu ürünü ifade etmesinde yetersiz kalabilmesidir.



Şekil 1: Genel Sistem Mimarisi

İçerik tabanlı filtreleme sistemi ve işbirlikçi tabanlı filtreleme sistemlerinin dezavantajlarını gidermek için bu iki sistemin birleştirilmesiyle oluşturulan hibrit sistem yukarıda bahsedilen benzer problemlere çözüm olmaktadır (Burke, 2002). Hibrit sistemlerin nasıl oluşturulacağını geliştirici kendisi belirler. Bu sistemlerin oluşturulması sırasında kriterlerin belirlenmesi hibrit sistemlerin çözülmesi gereken problemlerin başında gelmektedir.

Tavsiyeci sistemler üzerinde literatürde oldukça fazla çalışma yer almaktadır. Tavsiyeci sistemler üzerine yapılan son çalışmalara bakıldığında, işbirlikçi filtreleme ve içerik tabanlı filtreleme tekniklerini veri madenciliği, büyük veri, makine öğrenmesi ve duygu analizi vb. yöntemlerle birlikte kullanılarak kullanıcı hareketlerini inceleyip kişiye özel kullanıcı profillerini oluşturan çalışmalar yer almaktadır. Tavsiyeci sistem çalışmalarında kullanılan veri madenciliği tekniklerinden olan kümeleme algoritmaları popüler bir şekilde kullanılmaktadır. Tanımlanan değişkenlere göre aynı kriterlere sahip nesnelerin bir arada tutulup kümelenmesi ve farklı kriterlere sahip ürünlerin ise oluşturulan kümelere maksimum uzaklıkta tutulmasını kümeleme algoritmaları aracılığı ile gerçekleştirilmektedir.

2014 yılında Choi ve Kim tarafından yapılan çalışmada, sürekli tekrar eden satın alınma profiline uygun ürünleri tavsiye eden bir sistem gerçekleştirilmiştir (Choi ve Kim, 2014). 2016 yılında yapılan çalışmada, sosyal ağ tabanlı bir modelleme yöntemiyle iletişim ağındaki belirli bireylerin toplam faydası gözetilerek her bir GSM kullanıcılarına en uygun tarifeyi öneren bir sistem geliştirilmiştir (Şener ve Kaya, 2016). 2014 yılında yapılan bir diğer çalışmada, ürünlerin tavsiye edilirken kalitelerinin göz önünde bulundurulmaması problemini çözmek için kalite tabanlı yeni bir tavsiye sistemi gerçekleştirmiştir (Tejeda-Lorente ve ark, 2014). Bu alanda yapılan bir başka çalışmada, içerik tabanlı filtreleme ve işbirlikçi tabanlı filtreleme tekniklerinin dezavantajlarını ortadan kaldırmaya yönelik hibrit bir yöntem ile film tavsiye sistemi önerilmiştir (Amini ve ark, 2014). 2013 yılında Christidis ve Mentzas çalışmalarında, elektronik ürün satışı gerçekleştiren bir mağaza için tavsiye sistemi geliştirilmiştir (Christidis ve Mentzas, 2013). Zhang ve ekibi tarafından yapılan çalışmada, kullanıcı ve ürün tabanlı filtreleme tekniklerini bulanık kümeleme teknikleri ile birleştirerek hibrit bir tavsiyeci sistem geliştirilmiştir (Zhang ve ark, 2013). Bir diğer çalışmada, kullanıcı aktivitelerini konum tabanlı olarak değerlendiren LARS sistemi geliştirilmiştir (Levandoski ve ark, 2012). Bstandjiev tarafından yapılan çalışmada, Sosyal ağ kaynakları kullanılarak elde edilen bilgiler ile işbirlikçi filtreleme yöntemleri birlikte kullanılmasıyla hibrit bir tavsiye sistemi geliştirilmiştir (Bstandjiev ve ark, 2012). 2011 yılında Desrosiers ve ekibi tarafından geliştirilen çalışmada, tavsiyeci sistemlerde işbirlikçi filtreleme yaklaşımında ürün tavsiyesinde komşuluklara dayalı sistemlerde karşılaşılan problemlere çözüm bulmak için kapsamlı bir araştırma sunulmuştur (Desrosiers ve ark, 2011). 2011 yılında yapılan çalışmada, kullanıcı tercihlerini daha etkili bir şekilde tahmin edebilmek için etiket ve zaman bilgilerine önem veren bir tavsiyeci sistem geliştirmişlerdir (Zheng ve Li, 2011).

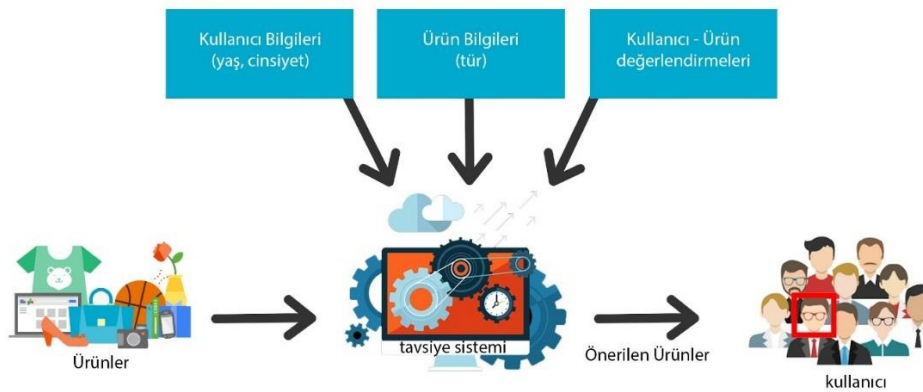
Geçmişte yapılan çalışmalara bakıldığında popüler olarak işbirlikçi filtreleme teknikleri, içerik tabanlı filtreleme teknikleri ve bu iki yöntemin dezavantajını gidermek ve bu sistemlerde

karşılaşılan problemi çözmek için bu iki sistemin ve diğer farklı yöntemlerin birleşimi olan hibrit sistemler kullanılmıştır. Bu makalede geliştirilen çalışmada, Türkiye de elektronik ortamda popüler bir şekilde ürün satışı gerçekleştiren şirketlerin web sayfasından (E-ticaret sitelerinden) elde edilen ürün yorumlarından bir veri seti oluşturulmuş olup, bu veri setine üzerinde duygu analizi teknikleri kullanarak çıkarılan öz nitelik verilerine geleneksel işbirlikçi ve içerik tabanlı filtreleme tekniklerini de dâhil ederek ürün tavsiyesi gerçekleştiren hibrit bir sistem oluşturulmuştur.

2. TAVSİYECİ SİSTEMLER

Sosyal ağlar, elektronik ticaret ve benzeri web teknolojisinin gelişmesi ile birlikte artan bilgi miktarı karşısında kullanıcıların doğru tercihlere ulaşması günümüzde önemli bir konu haline getirmiştir. Web ortamında ürünler hakkında aynı düşünceye sahip diğer kullanıcıların değerlendirmelerini de göz önünde bulundurarak tavsiyede bulunan sistemlerin gelişmesi son derece önemlidir. Tavsiyeci sistemler artan bilgi yoğunluğu arasında kullanıcılara en faydalı olabilecek bilgileri ulaştırmaya yarayan sistemlerdir (Shuib ve ark, 2015).

Tavsiyeci sistemlerde hedef daha önceden sunulacak tavsiyeler veya öneriler hakkında tecrübesi olmayan kullanıcılara yönelik olmaktadır. Netflix, Amazon, Spotify vb. çevrimiçi uygulama ve mağazalar müşterilerine kişileştirilmiş tavsiyelerde bulunmaktadır. Bu gibi sistemlerde tavsiyeler kişilere özgü olduğu için tavsiye edilen ürünler kişiden kişiye farklılık gösterebilmektedir. Eski geleneksel yöntemler olan gazete ve dergilerde tavsiye edilen öneriler ise basit bir şekilde popülerlik durumuna göre yapılmaktaydı. Bu gibi çalışmalar bazı durumlarda etkili olmalarına rağmen, kişileştirilmiş tavsiyeci sistemlerine ele alınmamaktadırlar. Tavsiyeci sistemler kullanıcılarına önerilerini, sıralanmış listeler şeklinde sunmaktadır. Bu listeler oluşturulurken, en uygun ürünleri kullanıcıların değerlendirmelerine dayalı tahmin etmeye çalışır (Utku ve Akcayol, 2017). Tavsiyeci sistemlerin kullanıcı değerlendirmeleri ve davranışlarının yorumlanması ile bu tahminler elde edilmektedir.



Şekil 2: Tavsiye sunma süreci

Tavsiyeci sistemleri sürecini genel olarak ifade etmek gerekirse, Şekil 2 de gösterildiği gibi üç olası kaynak dâhil edilerek sınıflandırma işlemi gerçekleştirilebilmektedir. Bunlar kullanıcı bilgileri (demografik özellikler), ürün bilgileri (anahtar kelimeler, ürün kategorileri) ve kullanıcı – ürün değerlendirmeleri olmaktadır (Prasad ve Kumari, 2012).

Tavsiyeci Sistemlerin Kullanım Alanları

Tavsiyeci sistemler genel olarak e-ticaret, e-iş, e-öğrenme, e-kaynaklar ve sosyal ağlar gibi birçok alanda kullanabilmektedir.

A) E-Ticaret Sistemleri

E-ticaret sistemleri kullanıcılarından aldıkları ürün puanlarını yardımıyla diğer kullanıcılarına geri bildirim sağlamaktadır. Bu duruma örnek verilecek olursa, iTunes kullanıcılarından satın aldıkları müzik veya albümler için 1 ile 5 arasında bir değerlendirme puanı vermelerini istiyor ve bu puanlar arka planda değerlendirilerek daha sonraki kullanıcılara tutarlı ürün tavsiyeleri oluşturulmak için kullanılmaktadır (Lu ve ark, 2015).

E-ticaret sitemlerinin bazılarında kullanılan bir diğer yöntem, kullanıcının daha tutarlı tavsiye sonuçları alması için demografik özelliklerinden yararlanmaktadır. Amazon, eBay, Netflix vb. gibi çevrimiçi uygulama ve mağazalar kullanıcının geçmişteki satın alma veya davranışlarından yararlanmaktadır (Beel ve ark, 2015).

B) E-İş Sistemleri

E-iş sistemleri, B2C (Business to Consumer) müşteri odaklı ve B2B (Business to Business) iş kullanıcıları odaklı ürünleri veya hizmetleri tavsiye etmeyi amaçlayan sistemler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. E-iş sistemlerinde tavsiyeci sistemler daha tutarlı ve daha hızlı sonuçları almak için kullanılmaktadır. E-iş Sistemlerinde tavsiyeci sistemlerin kullanılmasıyla, iş ortaklarına veya kullanıcılara ürün hakkında açıklayıcı bilgiler sunmak, ürünler arasında kıyaslama yaparak daha iyi ürünleri önermeyi hedeflemektedir (Panniello, 2014).

C) E-Öğrenme Sistemleri

E-öğrenme tavsiye sistemleri 2000'li yılların başında başlamakla birlikte popülerliği giderek arttırmıştır. Öğrencilerin ilgisini çekebilecek konu ve öğrenme materyallerini seçmek, öğrenciler için çevrimiçin bir şekilde ders çalışma ve tartışma ortamlarını oluşturmayı sağlamak E-öğrenme tavsiye sistemlerinin hedeflerindedir (Lu ve ark, 2015).

D) Turizm Sistemleri

E-turizm tavsiye sistemleri, kullanıcılara en uygun tatil ve turizm seçeneklerini önermeyi amaçlamaktadır. Kullanıcıların geçmiş zamanlardaki tercihleri ve zamansal değişimleri de göz önüne alarak ulaşım, konaklama, restoran ve gezilecek yerler parametreleri ile tavsiyelerde bulunan sistemlerdir (Yang ve Hwang, 2013).

E) Kaynak Sistemleri

E-kaynak tavsiye sistemleri, kullanıcı tarafında web sayfalarına yüklenen video, film, müzik vb. gibi içeriklerin kullanıcılara tavsiye eden sistemlerdir. Tavsiye edilen içerikler kullanıcının daha önceden etkileşime geçtikleri içeriklerle ilişki durumuna göre yapılmaktadır (Lu ve ark, 2015).

F) Sosyal Ağ Sistemleri

Sosyal ağlar, kullanıcıların birbirleriyle bilgi alış verişinde bulunduğu ve iletişime geçtiği popüler uygulamalardır. Bu uygulamaların hızla artan kullanıcı sayıları ve bu artışa bağlı olarak üretilen içeriklerin yönetilmesi büyük bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Sosyal ağlarda kullanılan tavsiyeci sistemler, kullanıcıların etkileşime geçebileceği kişi veya ilgisini çekebilecek içerikleri tavsiye etmeyi hedeflemektedir.

Tavsiyeci Sistemlerde Kullanılan Yöntemler

Kullanıcıların karşısına çıkan seçeneklere verebilecekleri davranışları tahmin etmeyi amaçlayan web uygulama sınıflarına tavsiyeci sistemler olarak adlandırılmaktadır. Tavsiyeci sistemler günümüzde popülerliği yüksek olan uygulamalardandır. E-ticaret sitelerinde bulunan ürünlerden, müziğe kadar birçok alanda kullanılmaya başlanmış ve hali hazırda kullanılmaya devam etmektedir. Netflix, Spotify, eBay, Amazon v.b. gibi çevrimiçi uygulama ve elektronik ticaret sistemleri kullanıcılarına sevdikleri ya da sevebilecekleri ürünleri kişileştirilmiş bir şekilde sunmak için tavsiyeci sistemleri kullanmaktadır. Tavsiyeci sistemlerde kullanılan yöntemlere bakıldığında bunlar;

- İşbirliğine Dayalı Filtreleme Sistemleri (Collaborative Filtering Systems)
- İçeriğe Dayalı Filtreleme Sistemleri (Content-Based Filtering Systems)
- Hibrit Öneri Sistemleri (Hybrid Recommendation Systems)' dir.

A) İşbirliğine Dayalı Filtreleme Sistemleri

İşbirliğine dayalı filtreleme sistemleri tavsiyeci sistemlerde en yaygın ve en popüler kullanılan tekniklerindedir. İşbirliğine dayalı filtreleme sistemi, geçmişte benzer seçimlerde bulunmuş kişilerin ilerleyen zamanlarda da benzer seçimler yapabilecekleri varsayımına göre çalışmaktadır. Benzer özelliklere sahip kullanıcıların geçmişte yapmış oldukları değerlendirmeler aracılığı ile beğeni benzerlik değerleri hesaplanır. Şekil 3'te verilen örnekte, geçmişte benzer tercihlerde bulunan A ve B kullanıcıları referans alınarak A kullanıcısının beğenileri arasında yer alan film B kullanıcılarına tavsiye edilmiştir.



Şekil 3. İşbirliğine Dayalı Filtreleme Sistemleri

Kullanıcı tabanlı işbirliğine dayalı filtreleme sistemleri, benzerlik oranı yüksek olan kullanıcıların aynı tercihler için yapılmış benzer değerlendirmeleri kullanarak oluşturduğu kullanıcı profillerine göre tavsiyeler sunmaktadır (Burke, 2010).

B) İçeriğe Dayalı Filtreleme Sistemleri

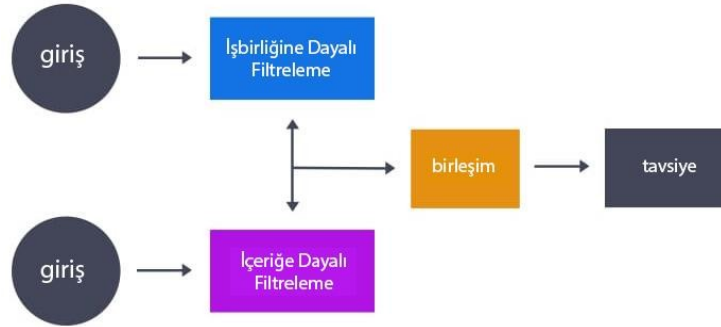
İçeriğe dayalı filtreleme sistemleri, bir ürünün açıklamasına ve kullanıcının tercih ettiği seçeneklerin içeriğine dayanmaktadır. İçeriğe dayalı filtreleme tabanlı bir öneri sisteminde, öznitelik kelimeleri ürünü tanımlamak için kullanılmaktadır. İçeriğe dayalı filtreleme sistemleri, bir kullanıcının geçmişte yapmış olduğu beğenilere benzer ürünleri önermeye çalışır. Bu sistem, bir ürünü beğendiyseniz bu ürüne benzer başka bir ürünü de beğenebilirsiniz fikrine dayanmaktadır (Bobadilla ve ark, 2013). Şekil 4 'te verilen örnekte, kullanıcının geçmişte yapmış olduğu ayakkabı tercihi referans olarak yine kullanıcıya benzer bir başka ayakkabı tavsiye edilmiştir.



Şekil 4: İçeriğe Dayalı Filtreleme Sistemleri

C) Hibrit Öneri Sistemleri

Hibrit öneri sistemleri, işbirliğine ve içeriğe dayalı filtreleme sistemlerinin birleştirilmesi veya ayrı ayrı gerçekleştirilip birleştirilmesiyle uygulanan sistemlerdir. İşbirlikçi ve içeriğe dayalı filtreleme sistemlerinin birleştirilmesinin daha etkili olduğu son yapılan araştırmalarda göstermektedir. Hibrit öneri sistemlerinin oluşturulmasının amacı, içeriğe dayalı ve işbirliğine dayalı filtreleme sistemlerinin dezavantajlarını gidererek daha etkili tavsiyeler oluşturmaktır.



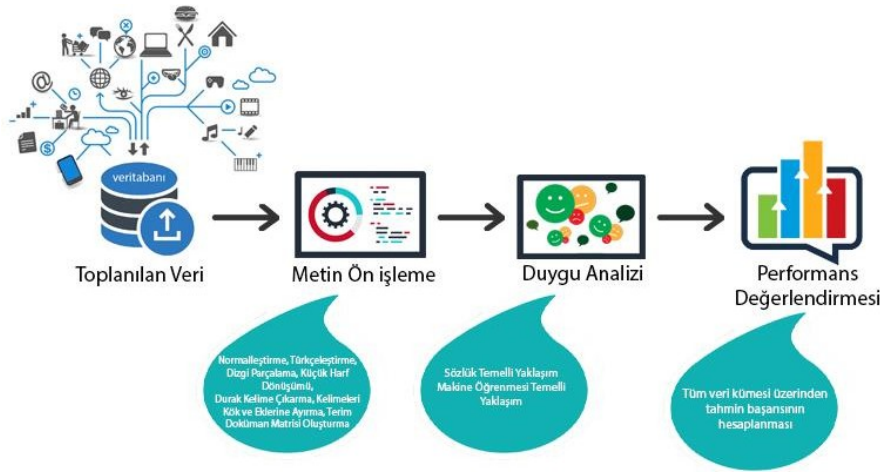
Şekil 5: Hibrit Öneri Sistemleri

3. DUYGU ANALİZİ

Duygu Analizi; metinden duygu, tutum ve düşüncenin tespit edilmesini ve çıkarılmasını içerir. Duygu analizi, ticari ürünler, hizmetler, politika, borsa tahmini ve müşteri ilişkileri yönetimi dâhil olmak üzere birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır (Liu, 2017). Duygu analizi genellikle metinsel incelemenin yapısını analiz ederek daha sonra bu analize göre olumlu veya olumsuz duygu şeklinde yorumlanmasıdır. Duygu analizinde belirli ifadeleri olumlu veya olumsuz olarak sınıflandırmak yeterli değildir, bu tür ifadeleri sayısal derecelendirme şeklinde ilişkilendirilmeleri gerekir. Duygu analizindeki en önemli görevlerden biri, hangi kelimelerin bir duyguyu ifade ettiğini belirlemektir (Jebaseeli ve Kirubakaran, 2012). SentiWordNet sözlüğü, "insanların tercihlerini ifade etmek için nasıl ve hangikelimeleri kullandıklarına" yanıt veren, duygu analizinde popüler bir dil kaynağıdır (Stabb ve ark, 2002). Benzer duygu sözlükleri de diğer diller için otomatik olarak oluşturulmuştur (Darwich ve ark, 2016; Darwich ve ark, 2017).

Duygu analizi ayrıca etki alanları arası sorunu çözmek için de kullanılmaktadır. Bununla birlikte

gelecekte yeni ve daha doğru teknikler geliştirmelerine yardımcı olmak için kullanılan teknikler, yöntemler ve yaklaşımlara genel bir bakış şeklinde bir kaynak oluşturarak alanlar arası duygusallık sınıflandırmasını iyileştirmek üzerinde çalışmalar yapılmıştır (Al-Moslmi ve ark, 2017). E- ticaret siteleri ve sosyal medya sitelerinin popülerleşmesi aynı oranda bu platformlarda metinlerin sayısını da arttırmıştır. Miktarı artan metinlerin analiz edilip incelenip sınıflandırılması duygu analizi çalışmaları olarak karşımıza çıkmaktadır (Xia ve ark, 2011). Duygu analizi hakkındaki çalışmalarda genellikle; duygu sınıflandırma, duygu durum analizi, görüş madenciliği gibi konular yer almaktadır (Karaöz ve Gürsoy, 2018).



Şekil 6: Duygu analiz modelinin genel yapısı

Duygu analizi yöntemleriyle mühendislik ve sosyal bilimler olmak üzere birçok alanda farklı çalışmalar bulunmaktadır. Doğal dil işleme ve daha iyi tahmin modellerinin oluşturulması mühendislik alanındaki çalışmalara girerken, duygu analizi sonrası çıkarılan verilerin toplum, işletmeler ve ekonomik olarak anlamlı metinlere dönüştürülmesi işlemleri sosyal bilimler alanına girmektedir. E-ticaret sitelerinde ürüne yapılan yorumlar, sosyal medya platformundaki içerikler ve bu içeriklere yapılan yorumlar duygu analizi çalışmalarında ihtiyaç duyulan verilere olanak sağlamaktadır (Karaöz ve Gürsoy, 2018). Platformlardan elde edilen yüksek miktardaki veriler duygu analizi yöntemleri aracılığıyla çeşitli alanlardaki çalışmalarda bireylerin mutluluk seviyeleri, müşterilerin ürünler hakkında yaptıkları yorumları ve görüşleri kullanılan önemli değişkenlere dönüştürülmektedir (Zhang ve ark, 2011; Bollen ve ark, 2011; Rahman ve ark, 2016)

Duygu analizi çalışmalarında metinden duygu analizi yapılırken kullanılan teknikler; sözcük temelli ve makine öğrenmesi temelli olmak üzere iki gruba ayrılmıştır (Medhat ve ark, 2014). Yüksek performanslı makine öğrenmesi analiz teknikleri oluşturmak için denetimli öğrenme modelleri kurulmaktadır. Bu durumlarda modeli kurma ve etiketleme işlemlerinde zorluk yaşanmaktadır. Sözcük temelli modelleme yöntemlerine baktığımızda kullanılmasının kolay olmasına rağmen uzun ön hazırlıklara ve düşük performansa sahip olması bu yöntemin dezavantajlarından (Darwich ve ark, 2016). Duygu analizi yapmak için seçim yapılan teknik hangisi olursa olsun Şekil 6 'da görüldüğü gibi ilk olarak verilerin işlenmesine uygun hale getirilmesi için ön işleme aşamasının gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu aşamalarda anlamsız kelimelerin temizlenmesi, metinlerin Türkçeleştirilmesi gibi işlemler uygulanarak analiz için veriler uygun hale getirilmektedir (Karaöz ve Gürsoy, 2018).

a. Metin Ön İşleme Süreci

Metinler üzerinde daha tutarlı ve doğru bir şekilde metin işleme ile duygu analizi çalışmalarının yapılabilmesi, metinlerin işlenebilir hale gelmesi için metin ön işleme işlemlerinin

gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu işlemleri şöyle sıralanabilir;

- Veri setindeki metinler nokta işareti referans alınarak cümlelere dönüştürülmüştür.
- Cümleler, metin içerisinde farklılıkların oluşmaması için tüm harflerin küçük harflere dönüştürülmüştür.
- Tamamı küçük harflere dönüştürülmüş cümleler içerisinden sayılar, semboller ve noktalama işaretleri temizlenmiştir.
- Küçük harflere dönüştürülmüş ve temizlenmiş cümleler boşluklar referans alınarak kelimelere ayrıştırılmıştır.
- Kelimeler terim doküman matrisi oluşturularak metinler sayısal formlara dönüştürülmüştür. Metin içerisindeki kelimelerin kullanılma sıklığına göre oluşturulan bu matris ile metin içerisinde duyguya etki eden kelimelerin önem dereceleri belirlenmiştir.

Terim doküman matrisi oluşturmak için çeşitli teknikler kullanılmaktadır (Thelwall ve ark, 2010; Çalış ve ark, 2013)

○ Log frekansı: metin içerisindeki kelimenin geçme sıklığının log fonksiyonu ile normalleştirilmesidir (1). (ks terim\kelime sıklığını ifade etmektedir)

$$f(ks) = 1 + \log(ks) \quad \forall ks > 0 \quad (1)$$

○ İkili frekans: metin içerisinde kelime kullanılıyorsa 1 kullanılmıyorsa 0 değerini alması ile yapılan normalleştirilmedir (2)

$$f(ks) = 1 \quad \forall ks > 0 \quad (2)$$

○ Ters doküman frekansı (IDF): metin içerisinde kelimenin duygu analizi için etkinliğinin tespit edilmesi için metin içerisindeki tüm kelimelerin sayısının, seçilen kelimenin geçme sıklığına bölünmesiyle elde edilmesidir (3).

$$IDF = \log \frac{\text{veri setindeki tüm metin sayısı}}{\text{kelimenin metinde geçme sayısı}} \quad (3)$$

○ Terim frekansı- ters doküman matrisi (TF-IDF): Ters terim frekansı ve log frekansı birleştirilmesiyle elde edilen bir normalleştirme tekniğidir. (4)

$$TD - IDF = \begin{cases} 0 & \text{if } ks = 0 \\ 1 + \log(ks) * IDF & \text{if } ks \geq 1 \end{cases} \quad (4)$$

b. Duygu Analizi Teknikleri

Sözlük Temelli Yaklaşımlar

Sözcük temelli yaklaşım tekniği, metin içerisinde kelimelerin içerdikleri duyguya göre (olumlu/olumsuz) şeklinde sınıflandırılmasıdır. Belirlenen kelimeler cümlenin genel olarak duygu profilini temsil etmektedir. Cümle içerisinde olumlu kelimelerin çokluğu cümleyi olumlu yaparken, olumsuz kelimelerin çokluğu da aynı şekilde cümleyi olumsuz yapmaktadır (Karaöz ve Gürsoy, 2018).

c. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Günümüzde tavsiyeci sistem oluşturmak için birden fazla yöntem vardır. Farklı yöntemlerle oluşturulan tavsiyeci sistemlerin ortak özellikleri kullanıcıların ürün kümesindeki elemanlara karşılık gelen değerlendirme derecelerini oluşturmaktır. Oluşturulan bu değerler kullanıcıların geçmişte ürünler hakkındaki değerlendirmelerinden elde edilmektedir. Kullanıcıya tavsiye edilecek ürün grubu hazırlanırken kullanıcının daha önce etkileşime geçtiği ürünler bu gruptan çıkarılır. Bu işlemin yapılmasının amacı, kullanıcının daha önce etkileşime girmediği ürünleri tavsiye olarak almasıdır. Bu çalışmada geliştirilen uygulamanın amacı, içeriğe dayalı ve işbirliğine dayalı filtreleme tekniği ile belirlenmiş ürünlere ilave olarak diğer kullanıcıların bu ürün hakkında yaptıkları yorumlara duygu analizi yöntemleri uygulandıktan sonra ortaya çıkan olumlu/olumsuz sonuçlara göre filtreleme işlemi gerçekleştirip daha iyi sonuçlar üreten bir hibrit tavsiyeci sistem geliştirmektir.

d. Materyal

Bu çalışmada kullanılmak üzere çeşitli e-ticaret sitelerinden yaklaşık 100 bin adet Türkçe yorum toplanmış ve yeni bir Türkçe veri seti üretilmiştir. E- ticaret sitelerinde, ürünleri 1 puan olarak değerlendiren kullanıcıların ürünleri beğenmediği ve olumsuz yorumlarını paylaştıklarını, ürünü 5 puan olarak değerlendiren kullanıcıların ise memnun kaldıkları ve olumlu düşüncelerini yazdıkları düşünülerek kullanıcıların 1 ve 5 puan verdikleri ürünlere yaptıkları yorumlar toplanmıştır. Daha sonra bu veriler olumlu ve olumsuz şeklinde etiketlenmiştir. Veri setinin yarısı yani 50 bin adet yorum ürünler hakkında yapılan olumlu yorumları içerirken, 50 bin adet yorum ise olumsuz yorumlardan oluşmaktadır. Veri setinin yapısı Tablo 1’ de görülmektedir.

Tablo 1: Veri setinin yapısı

Yorum_id	Yorum	Sınıf
1	bayıldım bu ürüne boyutu küçük ve çok kullanışlı şahane temizliyor yüzü kesinlikle alınası bir ürün tekrar tekrar alabilirim	olumlu
2	hiç beğenmedim çok kötüydü iade ettim	olumsuz

Çalışmanın bir başka katkısının da üretilen bu Türkçe veri seti ile bu alanda yapılan Türkçe çalışmalara fayda sağlamasıdır. E-ticaret sitelerinde ki veriler toplandıktan sonra yorumlar üzerinde gerekli ön işleme adımları uygulanarak veriler işlenebilir hale dönüştürülmüştür.

e. Metot

Geliştirilen uygulamada ilk olarak kullanıcının geçmişte etkileşime geçtiği ürünler göz önünde bulundurularak bir veritabanı (etkileşim-vt) oluşturulmuştur. Sonraki adımda bu veritabanı (etkileşim- vt) aracılığı ile içeriğe dayalı filtreleme yaklaşımı ile kullanıcının ileride etkileşime geçebileceği ürünler listesini tutan ayrı bir veritabanı (icerikT-vt) oluşturulmuştur. Önerilen tavsiye ürünlerinin daha etkili olabilmesi için içeriğe dayalı filtreleme yaklaşımının yanında işbirliğine dayalı filtreleme yöntemini de kullanarak aktif kullanıcıya benzer profile sahip diğer kullanıcıların etkileşime geçtiği ürünlerin listesini tutan bir veritabanı (isbirlik-vt) daha üretilmiştir. Sonraki adımda oluşturulan icerikT-vt ile isbirlik-vt veritabanları birleştirilerek ilk ürün öneri veritabanı

(ilkTavsiye-vt) elde edilmiştir. Sonraki adımda, duygu analizi tekniklerinin uygulanabilmesi için önceden e-ticaret sitelerinde ürünlere yapılan yorumlarla elde edilmiş veri seti üzerinde yarı denetimli sözlük temelli duygu analiz algoritması ile yorumların duygusu belirlenmeye çalışılmıştır. Veri seti üzerinde duygu analizi işlemi tamamlandıktan sonra, ilkTavsiye-vt içerisinde yer alan ürünlerin diğer kullanıcılar tarafından yapılan yorumların duygu analizine geçilmiştir.

i. Adım

Sözcük oluşturma aşaması, sözcük temelli duygu analizi algoritmalarının en önemli konularından biridir. Ürün yorumlarının duygu analizinin yapılabilmesi için, veri setinde yer alan yorumların yarısı olumlu olarak diğer yarısı da olumsuz olarak etiketlenmiştir.

ii. Adım

Sonraki aşamada, veri seti üzerinde metin ön işleme çalışmaları yapılmıştır. Ardından metinler sayısallaştırılarak işlenebilir hale getirilmiştir.

iii. Adım

Veri setinde ön işlemde geçmiş kelimelerin frekansları belirlenmiştir;

1. Olumlu etiketli yorumlarda en sık geçen 1000 kelime

2. Olumsuz etiketli yorumlarda en sık geçen 1000 kelime özelliklere sahip kelime setleri oluşturulmuştur.

iv. Adım

Oluşturulan veri setlerinden “olumlu duygu kelimesi” ve “olumsuz duygu kelimesi” oluşturulmuştur.

v. Adım

Son adımda ise kullanıcıların ürün hakkında yaptıkları yorumlar analiz edilerek olumlu duygu kelimesi ve olumsuz duygu kelimesinin cümle içinde kullanılma durumuna bağlı olarak skora işleme yapılmıştır.

Tablo 2. Örnek Duygu Sözcükleri

Olumlu Duygu Sözcükleri	hoş, güzel, muhteşem, mükemmel, iyi, hızlı....
Olumsuz Duygu Sözcükleri	berbat, kötü, yavaş, çirkin, verimsiz

Tablo 3. Olumlu duygu kelime kontrolü ve skor belirleme

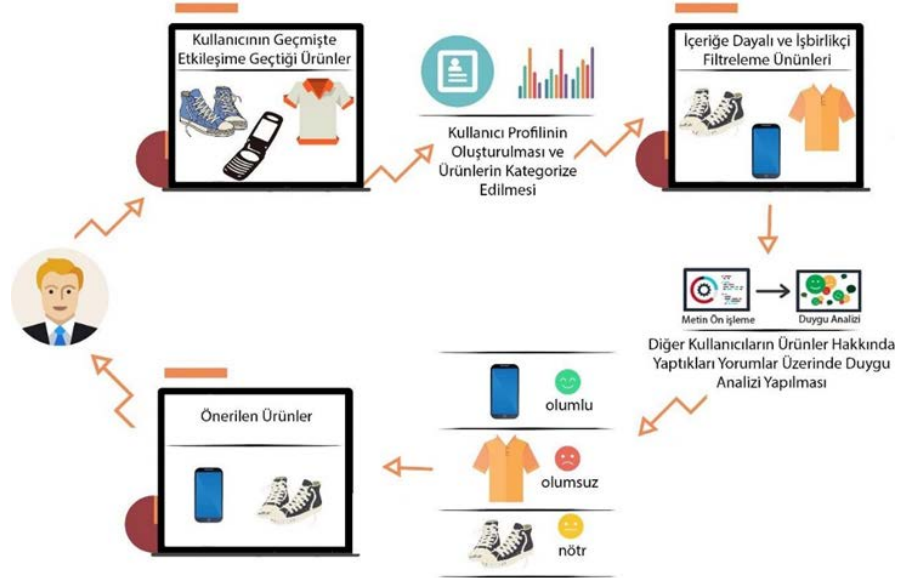
	hoş	iyi	mükemmel	Skor
bu ürün çok hoş, ayrıca fiyatıda iyi	1	1		0	2
çok kötü bir ürün	0	0		0	0
ürünü sitede bulabildim	0	0		0	0

Tablo 4. Olumsuz duygu kelime kontrolü ve skor belirleme

	berbat	kötü	çirkin	Skor
bu ürün çok hoş, ayrıca fiyatıda iyi	0	0		0	0
çok kötü bir ürün	0	1		0	1
ürünü sitede bulabildim	0	0		0	0

Tablo 5. Duygu durumu belirleme için skor karşılaştırma

Yorum	Olumlu	Olumsuz	Sınıf
bu ürün çok hoş, ayrıca fiyatıda iyi	2	0	Olumlu
çok kötü bir ürün	0	1	Olumsuz
ürünü sitede bulabildim	0	0	Nötr



Şekil 7: Geliştirilen tavsiyeci sisteme genel bakış

Ürün yorumlarına yapılan duygu analizi işlemlerinden sonra, olumlu ve nötr duygu değerlerine sahip ilkTavsiye-vt veritabanındaki ürünler Şekil 7’de gösterildiği gibi en son olarak kullanıcının önerisine sunulmaktadır.

SONUÇ

Günümüzde bilişim alanında yaşanan teknolojik gelişmelerle birlikte kullanıcıların internet ortamı üzerinden alışveriş yapmaları oldukça kolay hale gelmiştir. İnternet kullanıcıları e-ticaret siteleri aracılığıyla gerek bilgisayarlar gerekse mobil cihazlar üzerinden rahatça istedikleri ürünlere ulaşabilmekte, bu ürünler hakkında diğer kullanıcıların deneyimlerinden fikir edinerek istedikleri ürünleri satın alabilmektedir. Özellikle pandemi sürecinde internet üzerinden alışveriş imkânı sunan e-ticaret sitelerinin önemi fazlasıyla anlaşılmalı, bu alanın bir alternatiften ziyade gereklilik olduğu ortaya çıkmıştır. Pandemi döneminde oldukça popüler olan ve erişim rekorları kıran e-ticaret sitelerinin satış miktarları da oldukça büyük boyutlara ulaşmıştır. Ancak artan ürün ve buna bağlı olarak kullanıcı trafiğinde kullanıcıların binlerce ürün içerisinden ihtiyaçları olan ürünlere ulaşması da zorlaşmıştır.

Kullanıcılara, ihtiyaçları olabileceği düşünülen ürünleri öneren tavsiyeci sistemler olarak adlandırılan öneri motorları ise milyonlarca kullanıcıya sahip uluslararası platformlar tarafından kullanılan sistemlerdir. Özellikle son yıllarda bu sistemler için oldukça büyük bütçeli yatırımlar yapan şirketler kullanıcı sayılarını dolayısıyla gelirlerini önemli oranda artırmayı başarmışlardır.

Bu çalışma kapsamında, e-ticaret sitesi kullanıcılarının ürünlere ile alakalı yaptıkları yorumların metin işleme teknikleri ile analiz edildiği ve buradan elde edilen skorlara göre diğer kullanıcılara daha önce görmedikleri ürünleri tavsiye eden yeni bir hibrit öneri sistemi geliştirilmiştir. Böylece geleneksel yöntemler ile geliştirilen öneri sistemlerinin aksine kullanıcıların yaptıkları yorumları analiz ederek anlamlandıran ve derecelendiren daha modern yaklaşımlar ile kullanıcıların tam

olarak ihtiyacı olan ürünlere ulaşması hedeflenmiştir.

KAYNAKÇA

- A. N. Jebaseeli and E. Kirubakaran, “A survey on sentiment analysis of (product) reviews,” *International Journal of Computer Applications*, vol. 47, no. 11, 2012.
- A. Şener, B.Kaya "A Social Network Based Optimal Tariff Recommender for a Group of GSM Users " 3rd International Conference on Computer and Information Sciences (ICCOINS 2016)
- Amini, M., Nasiri, M., and Afzali, M. 2014. Proposing a New Hybrid Approach in Movie Recommender System. *International Journal of Computer Science and Information Security*, 12(8), 4-45.
- Anıl, U., & Akcayol, M. A. (2017). Öğrenen ve Adaptif Tavsiye Sistemleri İçin Karşılaştırmalı ve Kapsamlı Bir İnceleme. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 33(3), 13- 34.
- B. Liu, “Many facets of sentiment analysis,” *A Practical Guide to Sentiment Analysis*, Springer, Cham, pp. 11-39, 2017.
- Beel, J., Gipp, B., Langer, S., and Breiting, C. 2015. Research-paper recommender systems: a literature survey. *International Journal on Digital Libraries*, pp. 1-34.
- Bobadilla, J., Ortega, F., Hernando, A. and Gutiérrez, A. 2013. Recommender systems survey. *Knowledgebased systems*, 46, pp. 109–132.
- Bostandjiev, S., O'Donovan, J., and Höllerer, T. 2012. TasteWeights: a visual interactive hybrid recommender system. In *Proceedings of the sixth ACM conference on Recommender systems*. pp. 35- 42.
- Burke, R. 2010. Evaluating the dynamic properties of recommendation algorithms. In *Proceedings of the fourth ACM conference on Recommender systems*. pp. 225-228.
- Choi, Y. K. and Kim, S. K. 2014. An auxiliary recommendation system for repetitively purchasing items in ecommerce. *Big data and smart computing (BIGCOMP)*, 39(11), pp. 10059–10072.
- Christidis, K., and Mentzas, G. 2013. A topic-based recommender system for electronic Marketplace platforms. *Expert Systems with Applications*, 40(11), pp. 4370-4379.
- Desrosiers, C. and Karypis, G. 2011. A Comprehensive Survey of Neighborhood-based Recommendation Methods. *Recommender systems handbook*. İngiltere Springer. 107-144.
- J. Bollen, H. Mao, X. Zeng, “Twitter mood predicts the stock market”, *Journal of Computational Science*, 2(1), 1-8, 2011.
- K. Çalış, O. Gazdağı, O. Yıldız, “Reklam İçerikli Epostaların Metin Madenciliği Yöntemleri ile Otomatik Tespiti”, *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 6(1), 1-7, 2013.
- Karaöz, B., & Gürsoy, U. T. (2018). Adaptif Öğrenme Sözlüğü Temelli Duygu Analiz Algoritması Önerisi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 11(3), 245-253.
- Levandovski, J. J., Sarwat, M., Eldawy, A., and Mokbel, M. F. 2012. Lars: A location-aware recommender system. In *Data Engineering (ICDE), 2012 IEEE 28th International Conference on*. pp. 450-461.
- Lu, J., Wu, D., Mao, M., Wang, W., and Zhang, G. 2015. Recommender system application developments: a survey. *Decision Support Systems*, 74, pp. 12-32.
- M. Darwich, S. A. M. Noah ,and N. Omar, “Automatically generating a sentiment lexicon for the Malay language,” *Asia-Pacific Journal of Information Technology and Multimedia*, vol. 5, no. 1, pp. 49-59, 2016.



- M. Darwich, S. A. M. Noah, and N. Omar, “Minimally-supervised sentiment lexicon induction model: A case study of Malay sentiment analysis,” in Proc. 11th International Workshop on Multi-disciplinary Trends in Artificial Intelligence, 2017, vol. 10607, pp. 225-237.
- M. J. Pazzani and D. Billsus, “The adaptive web,” P. Brusilovsky, A. Kobsa, and W. Nejdl, Eds. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2007, ch. Content-based Recommendation Systems, pp. 325–341.
- M. N. Rahman, A. Esmailpour, J. Zhao, “Machine Learning with Big Data An Efficient Electricity Generation Forecasting System”, Big Data Research, 5, 9-15, 2016.
- M. Thelwall, K. Buckley, G. Paltoglou, D. Cai, A. Kappas, “Sentiment strength detection in short informal text”, Journal of the American Society for Information Science and Technology, 61(12), 2544- 2558, 2010.
- Panniello, U. 2014. How to use recommender systems in e-business domains. Webology, 11(2), pp 1- 23.
- Park, D. H., Kim, H. K., Choi, Y. and Kim, J. K. 2012. A literature review and classification of recommender systems research. Expert systems with applications, 39(11), 10059–10072.
- Prasad, V., and Kumari, V. V. 2012. A categorical review of recommender systems. International Journal of Distributed and Parallel Systems, 3(5), 73.
- R. Burke, “Hybrid recommender systems: Survey and experiments,” User Modeling and User-Adapted Interaction, vol. 12, no. 4, pp. 331– 370, Nov 2002,
- R. Sharma, D. Gopalani, and Y. Meena, “Collaborative filtering based recommender system: Approaches and research challenges,” in 2017 3rd International Conference on Computational Intelligence Communication Technology (CICT), Feb 2017, pp. 1–6.
- R. Xia, C. Zong, S. Li, “Ensemble of feature sets and classification algorithms for sentiment classification”, Information Sciences, 181(6), 1138-1152, 2011.
- S. Stabb, H. Werther, F. Ricci et al., “Intelligent systems for tourism,” IEEE Intelligent Systems, vol. 17, no. 6, pp. 53-66, 2002
- Shuib, N. L. M., Baiti, N., Normadhi, A. B., Alias, L. F. H. B. M., and Binti, N. S. 2015. Collaborative Recommender System: A Review. In International Conference On Advances In Computing, Electronics, And Electrical Technology. Pp.126-130.
- T. Al-Moslmi, N. Omar, S. Abdullah, and M. Albared, “Approaches to cross-domain sentiment analysis: A systematic literature review,” IEEE Access, vol. 5, pp. 16173-16192, 2017.
- Tejeda-Lorente, A., Porcel, C., Peis, E., Sanz, R., and Herrera-Viedma, E. 2014. A quality based recommender system to disseminate information in a university digital library. Information Sciences, 261, 52-69.
- Türker, B. B., Tugay, R., Kızıllı, İ., & Öğüdücü, Ş. (2019, September). Hotel Recommendation System Based on User Profiles and Collaborative Filtering. In 2019 4th International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK) (pp. 601-606). IEEE.
- W. Medhat, A. Hassan, H. Korashy, “Sentiment analysis algorithms and applications: A survey”, Ain Shams Engineering Journal, 5(4), 1093-1113, 2014
- Wu, M. L., Chang, C. H., and Liu, R. Z. 2014. Integrating content-based filtering with collaborative filtering using co-clustering with augmented matrices. Expert Systems with Applications, 41(6), pp. 2754-2761.
- X. Chen, Y. Zhang, Q. Ai, H. Xu, J. Yan, and Z. Qin, “Personalized key frame recommendation,” in Proceedings of the 40th International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval, ser. SIGIR '17. New York, NY, USA: ACM, 2017, pp. 315–324.



- X. Zhang, H. Fuehres, P. A. Gloor, “Predicting stock market indicators through twitter - I hope it is not as bad as I fear-” *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 26, 55-62, 2011.
- Yang, W. S., & Hwang, S. Y. 2013. iTravel: A recommender system in mobile peer-to-peer environment. *Journal of Systems and Software*, 86(1), pp. 12-20.
- Zhang, Z., Lin, H., Liu, K., Wu, D., Zhang, G. and Lu, J. (2013) A hybrid fuzzy-based personalized recommender system for telecom products/services, *Information Sciences*. 235, 117–129.
- Zheng, N., and Li, Q. 2011. A recommender system based on tag and time information for social tagging systems. *Expert Systems with Applications*,38(4), pp. 4575-4587.