



modellerinin oluşturduğu topluluklar birden fazla alt modelin güçlü yönlerini (zayıf yönlerini telafi ederek) birleştirerek daha başarılı oldukları görülmektedir. Bu çalışmadan elde edilen bilgi ve tecrübe ile ENUYGUN.COM Ar-Ge Araştırma Merkezi tarafından yürütülmekte olan "Flight Prices Predictor" projesi kapsamında topluluk öğrenme algoritmaları kullanılmış ve uçuş fiyatı tahmininde kullanılabilecek yeni modeller geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Makine Öğrenmesi, Yapay Zekâ, Topluluk Algoritmaları, Uçuş Bileti, Tahmin

1. GİRİŞ

Makine Öğrenmesi, veriden beslenen bir sisteme açık bir şekilde programlanmadan insana benzer bir şekilde otomatik olarak deneyimlerden öğrenme yeteneği kazandıran etkili bir yakay zekâ uygulamasıdır. Pek çok alanda başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Ama özellikle belirsizliğin daha çok olduğu özel alanlardaki sorunların çözümünde tercih edilmektedir. Örneğin benzer belirtileri gösteren ayırt edilmesi güç hastalıkların bir birinden ayrılması, borsada hisse senetlerinin değişken hareketlerinin tahmini, istenmeyen e-postaların filtrelenmesi ve müşteri deneyimlerinden geleceğe dönük seyahat tercihlerinin tahmin edilmesi gibi pek çok konuda uygulanmaktadır. Bu çalışmada, fiyatı belirleyen değişkenler arasındaki ilişkileri mevcut uçuş bilgilerinden öğrenerek bilet fiyatlarını tahmin edilebilen makine öğrenmesi yöntemlerine ve uygulamalarına yer verilmiştir.

Bu alandaki çalışmalar detaylı bir şekilde incelendiğinde uçuş biletlerinin tahmini için genellikle çevrimiçi seyahat acentalarından elde edilen uçuş bilgilerinden farklı özellikler çıkarılarak veri setleri oluşturulduğu görülmektedir. Bu veri setlerinde aktarmalı/aktarmasız, ulusal/uluslararası, tekli ve çoklu rotalar olmak üzere özellikle uçuştan önceki belli bir zaman dilimini kapsayan pek çok uçuş bilgisi yer almaktadır. Araştırmacılar en düşük (minimum) uçuş fiyatını veya belli bir tarihteki bilet fiyatını en iyi şekilde tahmin etmeye odaklanmıştır. Bunu gerçekleştirmek için makine öğrenmesi algoritmalarını tek olarak, birkaç algoritmayı bir arada veya topluluk öğrenmesi algoritmalarını kullanmışlardır.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Bugün pek çok hava yoluna ait uçuşlar seyahat siteleri aracılığı ile çevrimiçi olarak satışa sunulmaktadır. Söz konusu siteler farklı hava yollarına ait uçuş biletlerini en cazip şekilde müşterilerine sunabilmek, daha fazla müşteri çekebilmek ve satışlarını arttırabilmek için çaba sarfetmektedir. Şirketler bunu gerçekleştirmek için Ar-Ge çalışmalarında çağımızın en güçlü teknolojilerinden biri olan Yapay Zekâyâ odaklanmış durumdadır. Bu konuyla ilgili en çarpıcı örnek Hopper adlı şirket üzerinden verilebilir. Cambridge merkezli çevrimiçi seyahat acentası olan Hopper, geliştirdiği mobil YZ uygulaması ile uçuş ve otel fiyatlarını tahmin edebilmekte ve kullanıcılarına en uygun rezervasyon süresi ve alternatif seyahat teklifleri hakkında kişiselleştirilmiş öneriler sunabilmektedir. 2015'te tanıtımını yaptığı YZ destekli mobil uygulama bugüne kadar 600 milyon dolardan fazla değerde uçuş satmış ve günlük yaklaşık 1,5 milyon dolar satış gerçekleştirmeye devam etmektedir. Hopper uygulamada kullandığı tahmin algoritmalarını geliştirmek için 6 yıl ve 10 milyon doların üzerinde para harcayarak yatırım yaptı. Daha sonra 2018 yılında da YZ algoritmalarını oluşturmak ve uluslararası pazarlara daha derinlemesine girebilmek için bir 100 milyon dolarlık bir fon daha topladı¹. Hopper 2019 yılının başlarında ise Avupada 2. Dünyada 9. olan en büyük hava yolu şirketlerinden biri olan Almanya merkezli Lufthansa ile YZ alanında yeni bir yatırım anlaşması yaptı². Bu bilgiler bize bu alandaki YZ uygulamalarının hem Ar-Ge hem de ekonomik anlamdaki değerini bir kez daha göstermektedir.

Bu çalışmada uçuş fiyatı tahmininde kullanılan YZ teknolojilerinden makine öğrenmesi algortimaları araştırılmış ve konuyla ilgili yapılan çalışmalar detaylı bir literatür taramasından geçirilerek elde

¹ <https://digital.hbs.edu/platform-digit/submission/hopper-using-ai-to-plan-your-next-vacation/>

² <https://www.phocuswire.com/Lufthansa-Hopper-investment-research>



ortak olarak kullanılmıştır. Ayrıca kullanılan makine öğrenmesi yöntemleri açısından değerlendirildiğinde topluluk algoritmaları, regresyon ve karar ağacı tabanlı algoritmaların ağırlıklı olarak kullanıldığı dikkati çekmektedir. Oluşturulan modellerin performansları incelendiğinde topluluk algoritmaları ile oluşturulan modellerin daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

4. SONUÇ

Bu çalışma kapsamında, uçuş fiyatı tahmini konusundaki makine öğrenmesi uygulamaları detaylı olarak incelenmiştir. Bu sayede yeni bir tahmin uygulaması geliştirmek için kullanılması gereken veri boyutu nedir, özellikler nasıl seçilmeli, yüksek performans verecek potansiyel makine öğrenmesi algoritmaları nelerdir ve bu algoritmalar nasıl kullanılabilir gibi önemli soruların cevabı bulunmaya çalışılmıştır. Bununla birlikte, bu çalışmadan elde edilen bilgi ve tecrübeler ile ENUYGUN.COM Ar-Ge Merkezi tarafından yürütülmekte olan “Flight Prices Predictor” projesi kapsamında uçuş fiyatlarını başarılı bir şekilde tahmin edebilecek yeni modeller geliştirilebilmiştir.

YZ teknolojilerinin içinde pek çok farklı makine öğrenmesi algoritması yer almaktadır. Daha önce farklı problemlerin çözümünde ayrı ayrı kullanılan makine öğrenmesi algoritmalarını bugün topluluk öğrenme algoritmaları adı altında birden fazlasının bir arada kullanıldığını görmekteyiz.

Nasıl doğadaki çeşitlilik daha büyük ve karmaşık biyolojik sistemlere katkı sağlıyorsa, makine öğrenmesi modellerinin oluşturduğu topluluklar da birden fazla alt modelin güçlü yönlerini (ve zayıf yönlerini telafi ederek) birleştirerek daha güçlü sonuçlar üretir. Sinir ağları ve birçok makine öğrenmesi algoritmasının modellenmesinden önce eksik değerlerin açık bir şekilde ele alınması ve belirli metotlarla manuel olarak işlenmesi gerekmektedir. Ancak gradyan destekli ağaçlar bunları otomatik bir biçimde işler. Farklı yöntemleri birleştirmek (örneğin, puanların ortalamasını alarak veya harmanlayarak), tahimleri iyileştirmeyi mümkün kılar. Daha net ifade etmek gerekirse makine öğrenmesi modellerinin oluşturduğu topluluklar, tek bir hata kaynağının etkisini azaltarak, farklı tahmin edicileri farklı hata modelleriyle birleştirerek bias ve varyans değerlerini azaltır.

KAYNAKLAR

- Burges, C.J.C. (1998). A tutorial on support vector machines for pattern recognition, *Data Mining Knowledge Discovery*, 2(2), 121- 167.
- Chen, Y., Cao, J., Feng, S. & Tan, Y. (2015). An ensemble learning based approach for building airfare forecast service. In: 2015 IEEE International Conference on Big Data (Big Data), Santa Clara, CA, 2015, 964-969.
- Janssen, T. (2014). A linear quantile mixed regression model for prediction of airline ticket prices. Radboud University.
- Lantseva, A., Mukhina, K., Nikishova, A., Ivanov, S., & Knyazkov, K. (2015). Data-driven Modeling of Airlines Pricing. *Procedia Comput. Sci.* 66, 267–276. ISSN 1877-0509.
- Liu, J., Liu, B., Liu, Y., Chen, H., Feng, L., Xiong, H., & Huang, Y. (2017). Personalized Air Travel Prediction. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST)*, 9, 1 - 26.
- Rajankar, S. & Sakharkar, N. (2019). A Survey on Flight Pricing Prediction using Machine Learning, *International Journal Of Engineering Research & Technology (Ijert)* 8(6), 1281-1284.
- Smola, A.J.& Scholkopf, B. (2004). A tutorial on support vector regression. *Stat Comput*; 14(3):199–222. <http://dx.doi.org/10.1023/B:STCO.0000035301.49549.88>.
- Tziridis, K., Kalampokas, T., Papakostas, G.A. & Diamantaras, K.I. (2017). Airfare prices prediction using machine learning techniques, 25th European Signal Processing Conference (EUSIPCO). Kos 2017, 1036–1039.



Vapnik, V.N. (1998). Statistical learning theory. New York: Wiley.

Vu, V.H., Minh, Q.T. & Phung, P.H. (2018). An airfare prediction model for developing markets. In: 2018 International Conference on Information Networking (ICOIN), Chiang Mai, 765–770.