

Ülkelerin Yolsuzluk Algısını Şekillendiren Faktörler: Dünya Mutluluk Endeksi ve Enflasyon Göstergelerinin Rolünün Açıklanabilir Yapay Zeka Yöntemleri ile İncelenmesi

Ensar Yılmaz¹, Burak Aktürk² ve Tolga Büyüktanır^{3*}

¹Agra Research Lab, Agra Fintech Yazılım Çözümleri A.Ş., İstanbul, Türkiye (ensar.yilmaz@agrafintech.com)

²Agra Research Lab, Agra Fintech Yazılım Çözümleri A.Ş., İstanbul, Türkiye (burak.akturk@agrafintech.com)

³Agra Research Lab, Agra Fintech Yazılım Çözümleri A.Ş., İstanbul, Türkiye (tolga.buyuktanir@agrafintech.com)
*sorumlu yazar

Özet – Dünya Mutluluk Endeksi, ülkelerdeki bireylerin algılarını sunan ve ülkelerin kıyas edilmesine katkı sağlayan bir endekstir. Bu çalışmada, Dünya Mutluluk Endeksi verileri ile enflasyon göstergeleri birleştirilerek oluşturulan bir veri kümesi üzerinde analizler gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada, öznitelikler arasındaki ilişkileri incelemek amacıyla bir ilişki matrisi oluşturulmuştur. Korelasyon analizi sonucunda, öznitelikler arasında anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir. Nihai olarak, Yolsuzluk Algısı regresyon modelleri kullanılarak tahmin edilmeye çalışılmıştır. Veri kümesinde yer alan öznitelikler ile en anlamlı sonuçlar XGBoost algoritması kullanıldığında elde edilmiştir. Eğitilen model, açıklanabilir yapay zeka yöntemleri kullanılarak anlamlandırılmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, Doğumda Sağlıklı Yaşam Beklentisi, Sosyal Destek ve Kişi Başına Düşen Gayri Safi Yurtiçi Hasıla gibi özniteliklerin, hedef değişken olan Yolsuzluk Algısı ile güçlü bir ilişki içinde olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler – enflasyon, yolsuzluk, regresyon, açıklanabilir yapay zeka, korelasyon analizi, shap

Factors Shaping Countries' Corruption Perception: Examining the Role of World Happiness Index and Inflation Indicators with Explainable Artificial Intelligence Methods

Abstract – The World Happiness Index presents individuals' perceptions within countries and contributes to the comparison of nations. This study created a dataset by combining World Happiness Index data with inflation indicators, and analyses were conducted on this dataset. Initially, a correlation matrix was constructed to examine the relationships among the features. As a result of the correlation analysis, significant relationships between the features were identified. Subsequently, Perception of corruption was modeled using regression techniques. The most meaningful results were obtained using the XGBoost model. The trained model was interpreted using explainable artificial intelligence methods. According to the findings, features such as Healthy Life Expectancy at Birth, Social Support, and GDP per Capita demonstrated a strong relationship with the target variable, Perception of Corruption.

Keywords – inflation, corruption, regression, explainable ai, correlation analysis, shap.

I. GİRİŞ

Dünya Mutluluk Endeksi [1], bireylerin yaşam memnuniyetini dünya genelindeki farklı bölgelerde değerlendirmek ve ülkelerin genel refah düzeylerini ölçmek amacıyla tasarlanmış bir göstergedir. Bu endeks; kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH), sosyal destek, doğumda beklenen sağlıklı yaşam süresi, bireylerin hayat seçimlerinde özgürlüğü, cömertlik düzeyi ve yolsuzluk algısı gibi faktörler temel alınarak oluşturulmaktadır. Endekse ilişkin veriler, ülkelerin ekonomik performanslarını ve sosyal ile bireysel refah düzeylerini ölçmek amacıyla Gallup World Poll anket soruları aracılığıyla elde edilmektedir.

Dünya Mutluluk Endeksi'nin temel amacı, mutluluğu etkileyen faktörleri göz önünde bulundurarak politika yapımcılar

ve toplumlar için bir rehber oluşturmak ve sürdürülebilir refah politikalarının geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır.

Veri kümesinde yer alan öznitelikler, fiyat değişimlerinin tüketiciler ve üreticiler üzerindeki etkilerini ölçmeyi amaçlayan çeşitli enflasyon göstergelerini içermektedir. Bu göstergeler arasında; enerji tüketici fiyat enflasyonu (energy consumer price inflation), gıda tüketici fiyat enflasyonu (food consumer price inflation), genel tüketici fiyat enflasyonu (headline consumer price inflation), resmi çekirdek tüketici fiyat enflasyonu (official core consumer price inflation) ve üretici fiyat enflasyonu (producer price inflation) yer almaktadır. Buna ek olarak, GSYH deflatör endeksi büyüme oranı (GDP deflator index growth rate), genel fiyat düzeylerindeki değişimleri daha geniş bir makroekonomik perspektiften değerlendirmektedir. Bu kapsamlı göstergeler,

ekonomik istikrar ve yaşam maliyetindeki değişimlerin bireylerin refah algısı üzerindeki etkilerini analiz etmek açısından önemli bir veri kaynağı sağlamaktadır.

Dünya Mutluluk Endeksi ve ülkelere ait enflasyon verileri birçok akademik çalışmaya konu olmuştur. Ülkelerin gelir eşitsizlikleri [2], gelirlerin mutluluk ve demokrasi kavramlarıyla olan ilişkisi [3], ülkelerin makroekonomik verileri ve mutluluk düzeyleri arasındaki ilişki [4], sağlık ve mutluluk endeksi ilişkisi [5], [6] literatürde çalışılan konular arasında yer almaktadır. Yine benzer şekilde işsizlik ve enflasyon verileri ile sağlık ilişkisi de ele alınan konular arasındadır [7]. Dünya Mutluluk Endeksi verilerini referans alarak yolsuzluk algısı üzerine de yapılmış çalışmalar bulunmaktadır [8]–[10].

Bu çalışmada, Dünya Mutluluk Endeksi verileri ile enflasyon verileri yıllara göre birleştirilerek kapsamlı bir veri kümesi oluşturulmuştur. Elde edilen veri kümesinin değişkenleri arasındaki ilişkileri incelemek amacıyla bir ilişki matrisi oluşturulmuştur. Ardından, Yolsuzluk Algısı hedef değişken olarak kabul edilerek, enflasyon göstergeleri ve Dünya Mutluluk Endeksi öznitelikleri kullanılarak regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Kullanılan hedef değişken, doğrudan bir yolsuzluk seviyesini değil, bireylerin bu konudaki algısını yansıtmaktadır. Son olarak, geliştirilen model, açıklanabilir yapay zeka aracı olan SHAP ile analiz edilerek elde edilen bulgular detaylı şekilde sunulmuştur.

Çalışmada açıklanabilir yapay zeka kullanılarak özniteliklerin hedef etikete olan etkisi incelenmiş ve literatürde bulunan diğer analiz çalışmalarına farklı bir bakış açısı getirilmiştir.

II. YÖNTEM

Bu çalışmada Dünya Mutluluk Endeksi verileri ile çeşitli enflasyon göstergelerinin birleştirilmesiyle oluşturulan bir veri kümesi üzerinde analizler gerçekleştirilmiştir. Veri, ön işleme adımlarından geçirilmiş, ardından regresyon modelleri ile analiz edilerek açıklanabilir yapay zeka yöntemleriyle yorumlanmıştır.

Veri kümesi, ülkelerin ekonomik ve sosyal göstergelerini içeren Dünya Mutluluk Endeksi verileriyle, makroekonomik koşulları yansıtan enflasyon göstergelerinin entegrasyonu yoluyla oluşturulmuştur. Bu yapı, ülkelerin ekonomik durumları ile bireylerin refah algısı arasındaki ilişkileri daha kapsamlı bir şekilde incelemeye olanak tanımaktadır. Çalışmada kullanılan öznitelikler, bireylerin yaşam kalitesini etkileyen ekonomik ve sosyal faktörlerle birlikte enflasyon göstergelerini kapsamaktadır. Oluşturulan veri kümesi kamuya açık bir şekilde paylaşılmıştır [11]. Kullanılan öznitelikler aşağıda belirtilmiştir:

• Ekonomik ve Sosyal Göstergeler:

1. Kişi başına düşen gayri safi milli hasıla (GDP per capita)
2. Sosyal destek (Social support)
3. Doğumda sağlıklı yaşam beklentisi (Healthy life expectancy at birth)
4. Hayat seçimlerini yapma özgürlüğü (Freedom to make life choices)
5. Cömertlik (Generosity)

• Enflasyon Göstergeleri:

1. Enerji tüketici fiyat enflasyonu (Energy consumer price inflation)

2. Gıda tüketici fiyat enflasyonu (Food consumer price inflation)
3. GSYH deflator endeksi büyüme oranı (GDP deflator growth rate)
4. Manşet tüketici fiyat enflasyonu (Headline consumer price inflation)
5. Resmi çekirdek tüketici fiyat enflasyonu (Official core consumer price inflation)
6. Üretici fiyat enflasyonu (Producer price inflation)

Bu çalışmada, hedef değişken olarak Yolsuzluk Algısı (Perception of Corruption) belirlenmiştir. Yolsuzluk algısı, bireylerin bir ülkedeki etik dışı uygulamalar konusundaki görüşlerini yansıtan bir ölçüttür ve doğrudan gözlemlenebilir bir gerçekliği değil, bireylerin algılarını temsil etmektedir. Bu nedenle, modellemede elde edilen sonuçlar yalnızca algıları yansıttığından dikkatli bir şekilde yorumlanmalıdır.

Veri kümeleri, Gallup World Poll ve Dünya Bankası kaynaklarından temin edilmiştir. Gallup World Poll, telefon erişiminin yüksek olduğu ülkelerde random-digit-dialing (RDD) yöntemiyle veya ulusal telefon listeleri üzerinden anketler gerçekleştirilmektedir. Gelişmekte olan bölgelerde ise yüz yüze anketler yapılmaktadır. Örneklem seçiminde olasılığa dayalı yöntemler kullanılarak hem kentsel hem de kırsal bölgeleri kapsayan temsili veri sağlanmıştır.

Öte yandan, Dünya Bankası'nın Prospects Group birimi tarafından sağlanan küresel enflasyon veritabanı, 1970–2023 yılları arasında 209 ülkeyi kapsamaktadır ve yıllık, üç aylık ve aylık frekansta altı farklı enflasyon göstergesini içermektedir.

Veri ön işleme aşamasında, eksik verilerin doldurulması ve verilerin tutarlı hale getirilmesi için çalışmalar yürütülmüştür. Enflasyon verilerindeki eksik değerler, en yakın komşu yöntemiyle doldurulurken, mutluluk endeksi verisindeki eksik değerler için medyan doldurma yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca, korelasyon açısından anlamlı olmayan öznitelikler veri setinden çıkarılmıştır. Verilerin ölçeklenmesi için lineer normalizasyon ve standartlaştırma yöntemleri uygulanmış; kategorik değişkenler, eğer kullanılan algoritma gerektiyorsa sayısal formata çevrilmiştir. Bu dönüşüm sürecinde, olası yanlışlıklar veya karmaşıklık artışı göz önünde bulundurulmuştur.

Elde edilen nihai veri kümesi kullanılarak çeşitli regresyon modelleri eğitilmiştir. Bu modeller arasında Doğrusal Regresyon, Karar Ağacı (Decision Tree), Rastsal Orman (Random Forest) ve XGBoost regresyonu yer almaktadır. Modellerin performansını değerlendirmek için Ortalama Kare Hatası (Mean Squared Error – MSE) ve R Kare (R^2) metrikleri kullanılmıştır. Daha düşük MSE değerleri, modelin hedef değişkeni daha doğru tahmin ettiğini; daha yüksek R^2 değerleri ise modelin veri kümesini ne kadar iyi temsil ettiğini göstermektedir.

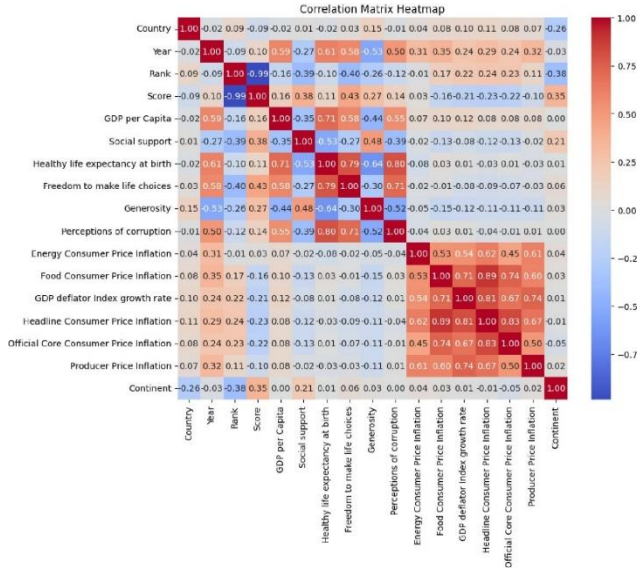
Son olarak, modellerin yorumlanabilirliğini artırmak ve özniteliklerin hedef değişken üzerindeki etkilerini daha ayrıntılı analiz edebilmek için Açıklanabilir Yapay Zeka (Explainable AI – XAI) yöntemleri kullanılmıştır. Bu sayede, model tahminlerinin ardındaki mantık açıklanabilir hale getirilmiş ve elde edilen sonuçların yorumlanabilirliği artırılmıştır.

III. BULGULAR

Bu bölümde, veri analizi ve modelleme sürecinden elde edilen bulgular sunulmaktadır. Analizler kapsamında

korelasyon matrisi, regresyon modellerinin performans değerlendirmesi ve açıklanabilir yapay zeka (XAI) yöntemleriyle elde edilen sonuçlar detaylandırılmıştır.

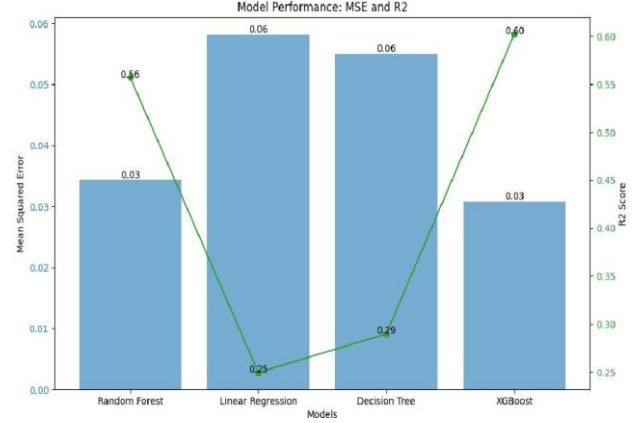
Veri kümesindeki öznitelikler arasındaki ilişkileri incelemek amacıyla bir korelasyon matrisi oluşturulmuştur. Şekil 1'te görülen ısı haritası, değişkenler arasındaki korelasyonları görsel olarak sunmaktadır. Yüksek pozitif korelasyonlar kırmızı tonlarıyla, negatif korelasyonlar ise mavi tonlarıyla gösterilmiştir. Özellikle, bağımsız değişkenler olan Doğumda sağlıklı yaşam beklentisi, Kişi başına düşen GSYH ve Hayat Seçimlerini Yapma Özgürlüğü ile bağımlı değişken Yolsuzluk Algısı arasında güçlü pozitif ve negatif yönlü korelasyonların bulunduğu görülmektedir. Eğitilen regresyon modellerinin performanslarını değerlendirmek amacıyla Ortalama Kare Hatası (Mean Squared Error - MSE) ve R-kare (R^2) skorları kullanılmıştır. Şekil 2 modellerin performans karşılaştırması göstermektedir. XGBoost ve Rastsal Orman modelleri en düşük MSE değerlerini (0.03) elde ederek hedef değişkeni tahmin etmede en başarılı modeller olmuştur. Aynı zamanda bu modellerin R^2 skorları sırasıyla 0.60 ve 0.56 olarak gözlemlenmiştir. R^2 değerleri Gupta ve ark. [12] tarafından yapılan çalışmaya göre de değerlendirilmiş ve finans sektörü için anlamlı sonuçlar olduğu kanaatine varılmıştır. Dolayısıyla çalışma kapsamında en iyi regresyon yöntemi XGBoost Regresyon olmuştur.



Şekil 1. İlgileşim Isı Haritası

Model sonuçlarının yorumlanabilirliğini artırmak amacıyla SHAP (SHapley Additive exPlanations) değerleri kullanılmıştır. SHAP analizi, her bir özniteliğin hedef değişken üzerindeki etkisini görselleştirmeye olanak tanımaktadır. Şekil 3'te SHAP değerlerinin dağılımını gösteren Arı Kovanı grafiği sunulmuştur. Bu grafik, her bir özniteliğin tahmin üzerindeki etkisini ve yönünü göstermektedir. Grafikte öne çıkan öznitelere arasında Doğumda sağlıklı yaşam beklentisi ve Sosyal destek yer almaktadır. Özellikle yüksek Doğumda sağlıklı yaşam beklentisi değerleri, hedef değişken olan Yolsuzluk Algısı üzerinde pozitif bir etkiye sahipken, düşük değerler negatif bir etki göstermektedir. Özelliklerin model tahmini üzerindeki ortalama etkilerini göstermek amacıyla SHAP özet grafiği oluşturulmuş ve Şekil 4'te sunulmuştur. Bu grafik, her bir özniteliğin ortalama SHAP

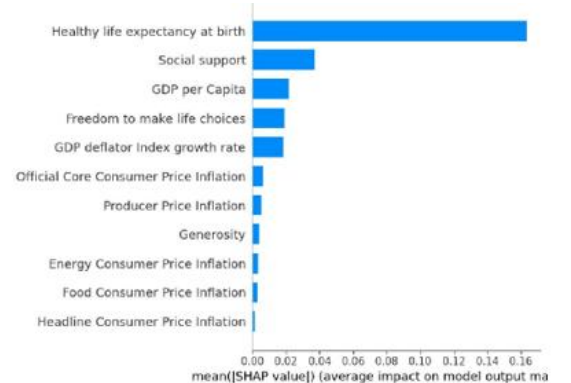
değerini temel olarak özniteliklerin önem sırasını göstermektedir. Doğumda sağlıklı yaşam beklentisi, en yüksek ortalama SHAP değerine sahip öznitelik olarak öne çıkmıştır. Bunu Sosyal destek, Kişi başına düşen GSYH ve Hayat seçimlerini yapma özgürlüğü takip etmektedir. İlginç bir şekilde enflasyon göstergeleri genel olarak daha düşük SHAP değerlerine sahip olup, hedef değişken üzerinde daha sınırlı bir etkiye sahiptir.



Şekil 2. Model performanslarının MSE ve R2 ile değerlendirilmesi



Şekil 3. Arı Kovanı Grafiği



Şekil 4. Özet Grafik

Analizler sonucunda, bireylerin yaşam kalitesini yansıtan özniteliklerin (Doğumda sağlıklı yaşam beklentisi, Sosyal destek, vb.) yolsuzluk algısı üzerinde en belirgin etkilere sahip olduğu gözlemlenmiştir. Ekonomik göstergeler ve enflasyon verileri ise daha sınırlı bir etki göstermiştir. Modeller arasında en iyi performansı gösteren XGBoost ve Random Forest

modelleri, daha düşük hata oranları ve yüksek R² skorları ile öne çıkmıştır.

IV. SONUÇ VE GELECEK ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada, Dünya Mutluluk Endeksi verileri ile çeşitli enflasyon göstergelerinin birleştirilmesiyle oluşturulan veri kümesi kullanılarak, ekonomik ve sosyal göstergelerin Yolsuzluk algısı üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Gerçekleştirilen korelasyon analizi ve regresyon modelleri sonucunda, bireylerin yaşam kalitesini temsil eden Doğumda sağlıklı yaşam beklentisi, Sosyal destek ve Kişi başına düşen GSYH gibi özniteliklerin Yolsuzluk algısı üzerinde güçlü etkileri olduğu tespit edilmiştir. Enflasyon göstergeleri ise görece daha düşük etkiye sahip olmuştur. Gelecek çalışmalarda, bireysel algı verileri ile makroekonomik göstergelerin entegrasyonuna daha fazla odaklanması planlanmaktadır. Özellikle, makroekonomik değişimlerin bireylerin algıları üzerindeki etkisini anlamak için zaman serisi analizleri yapılabilir ve farklı kültürel bağlamlar incelenerek bölgesel farklılıklar değerlendirilebilir. Ayrıca, kurumsal göstergeler (örneğin, siyasi istikrar, yargı bağımsızlığı) gibi yeni özniteliklerin dahil edilmesiyle modellerin açıklayıcılığı artırılabilir. Farklı modelleme yaklaşımlarının kullanılması ve açıklanabilir yapay zeka yöntemlerinin çeşitlendirilmesi, bireylerin algıları ile makroekonomik veriler arasındaki karmaşık ilişkileri daha iyi anlamaya katkı sağlayacaktır.

REFERENCES

- [1] R. Veenhoven, "World database of happiness," in Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research. Springer, 2024, pp. 7861–7865.
- [2] S. Güzel, "Gelir eşitsizliği, refah ve mutluluk," Anemon MuşAlparslan üniversitesi sosyal bilimler dergisi, vol. 6, no. 3, pp. 389–394, 2018.
- [3] N. Menteş, "Mutluluk, gelir ve demokrasi: dünya ülkeleri için yapısal eşitlik modeli önerisi," İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, vol. 9, no. 3, pp. 2138–2153, 2020.
- [4] A. Aksoy and S. Taşkaya, "Ülkelerin makroekonomik göstergeleri ile mutluluk düzeyleri arasındaki ilişki," Third Sector Social Economic Review, vol. 55, no. 2, pp. 1188–1201, 2020.
- [5] S. Özbek, O. Başol, and E. C. Yalçın, "Yaşam kalitesi indeksi ile mutlu gezegen indeksi arasındaki ilişkinin incelenmesi," Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, vol. 15, no. 2, pp. 293–325, 2024.
- [6] A. Movsisyan, F. Wendel, A. Bethel, M. Coenen, J. Krajewska, H. Littlecott, H. Stöckl, S. Voss, T. Wollmershäuser, and E. Rehfuess, "Inflation and health: a global scoping review," The Lancet Global Health, vol. 12, no. 6, pp. e1038–e1048, 2024.
- [7] E. Abounoori and J. Eskandari, "Comparison of the effects of unemployment and inflation on happiness," Asian Journal of Research in Business Economics and Management, vol. 4, no. 2, pp. 348–359, 2014.
- [8] Q. Li and L. An, "Corruption takes away happiness: Evidence from a cross-national study," Journal of Happiness Studies, vol. 21, pp. 485–504, 2020.
- [9] B. Akkaya, "The mediator role of economic freedom in the effect of corruption perception on national happiness: A case of world countries," İzmir İktisat Dergisi, vol. 37, no. 3, pp. 760–777, 2022.
- [10] T. Anderson, "A global examination of the relationship between corruption and well-being and happiness," Journal of Politics and Democratization, vol. 1, no. 1, 2016.
- [11] E. Yılmaz, B. Aktürk, D. Civelek, and T. Buyuktanir, "World happiness index and inflation dataset," 2025. [Online]. Available: <https://www.kaggle.com/dsv/11003323>
- [12] A. Gupta, T. S. Stead, and L. Ganti, "Determining a Meaningful R-squared Value in Clinical Medicine," Academic Medicine Surgery, oct 27 2024.