



Kira Sertifikası Fiyat Değerlerinin Makine Öğrenmesi Metodu ile Tahmini

Şule Yüksel YİĞİTER

Dr. Öğr. Üyesi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, syigiter@erzincan.edu.tr

Salim Sercan SARI

Arş. Gör., Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, salim.sari@erzincan.edu.tr

Turgut KARABULUT

Arş. Gör., Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, tkarabulut@erzincan.edu.tr

Eyyup Ensar BAŞAKIN

Arş. Gör., İstanbul Teknik Üniversitesi, ensarbasakin@hotmail.com

Doi: 10.32957/ijisef.412760

Makale Bilgisi:

Geliş: 5 Nisan 2018

Kabul: 12 Kasım 2018

ÖZET

Alternatif bir finansman aracı olarak kabul edilen ve İslami kriterlere uygun bir menkul kıymet olan sukuk, menkul kıymetleştirme alanında gittikçe daha popüler hale gelen bir yatırım aracı olarak dikkat çekmektedir. İslami bankacılık ile uyumlu olan sukuk, hükümetler ve şirketler tarafından ihraç edilen tahvil benzeri araçlardır. Bu çalışma, ülkemizde sukuk ihraç eden Vakıf Portföy şirketi kira sertifikası fiyatları üzerinde yapılmış ve günlük fiyat verileri K-En Yakın Komşuluk (KNN) algoritması kullanılarak modellenmiştir. Oluşturulan modeller yardımıyla gelecekteki kira sertifikası fiyatları tahmin edilmeye çalışılmıştır. Oluşturulan modellerde verilerin 143 adeti eğitim için kullanılmış, 95 adeti ise test için kullanılmıştır. İstatistiksel olarak modellerin başarısı ölçülmüş olup, 1, 3 ve 5 gün ilerisi için yapılan fiyat tahminleri oldukça başarılı sonuçlar vermiştir. Ayrıca çalışma, sukuk alanında makine öğrenmesi metodlarının kullanımını içermesi bakımından öncü olma özelliği taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kira Sertifikası, Sukuk, Makine Öğrenmesi, K-En Yakın Komşuluk.

JEL Classification Code: M41,
G21

Estimation of Lease Certificate Price Evaluation Through Machine Learning Method

Keywords: Lease Certificate, Sukuk, Machine Learning, K-Nearest Neighbor.

JEL Classification Code: M41,
G21

ABSTRACT

Sukuk, considered as an alternative financial model and operating in the Islamic framework, draws attention as an investment instrument becoming popular in the securitization field. Sukuk, which is compatible with Islamic banking, is a bond-like instrument exported by governments and companies. In this study on the lease certificate prices of Vakıf Portföy that exported sukuk in our country, daily price data is modeled by using K-Nearest Neighbor (KNN) algorithm. With the help of the created models, the prices of future lease certificates were tried to be estimated. In the created models, 143 of the data were used for training and 95 were used for the test. The success of the models was measured statistically and the price estimates made for 1, 3 and 5 days were very successful. In addition, the study is a pioneer in the use of machine learning methods in the sukuk area.

Giriş

İslami finansmanın en önemli özelliklerinden biri, varlığa dayalı finansmanın söz konusu olmasıdır. Geleneksel veya kapitalist finansman sistemlerinde, bankalar ve finans kurumları sadece para ve parasal ticari evraklarla ilgilenmektedir. Bunun sonucu olarak da birçok ülkede mal ve stok ticareti yapmak yasaklanmıştır. Öte yandan İslam, bazı özel durumlar haricinde, parayı ticaret konusu olarak görmemektedir. Paranın özünde değeri yoktur ve sadece değişim aracı olarak kullanılmaktadır. Her bir para birimi, aynı değerdeki diğer birimlerle %100 eşittir, dolayısıyla bu birimler arası değişim yoluyla kar elde etmek mümkün değildir. Kendine özgü faydası olan herhangi bir nesne para karşılığında satıldığında veya farklı para birimleriyle değiş tokuş edildiğinde kar elde edilmektedir. Para (aynı para birimi cinsinden) veya parayı temsil eden belgelerle elde edilen kazanç faiz olarak kabul edilmektedir ve bu nedenle yasaklanmıştır. Geleneksel finansın aksine, faizin yasak olduğu İslami finansa, finansal varlıklar gerçek varlıklara ve stoklara dayandırılmaktadır (Uusmani, 2002: 12).

Etik ilkeler çerçevesinde ortaya konan İslami finansal araçlar için bugün yaklaşık 80 ülkede niş bir pazar oluşturulabilmektedir. Söz konusu niş pazarın toplam varlıkları, dünyadaki menkul kıymet piyasalarının sadece küçük bir bölümünden oluşmaktadır. Bu İslami menkul kıymetler dört ana gruba ayrılabilir: hisse senetleri, yatırım fonları, para piyasaları ve sukuk (İslam gereklerine uygun tahviller). Sukuk sertifikaları, borç verenlere sunulan İslami borç menkul kıymetleridir. Sukuk; İslam menkul kıymetleri, katılım borç belgeleri veya katılım borçlanma senetleri olarak da ifade edilmektedir (Safari, Ariff, Mohamad, 2014: 4).

İslamiyet faiz ödemeyi ve faiz almayı yasakladığından sukuk İslami prensiplere uyan faizsiz bono olarak kabul görmektedir. Dini hassasiyeti olan tasarruf sahiplerinin birikimlerinin ekonomiye kazandırılması oldukça önem taşımaktadır. Özellikle bu fonların büyük miktarlara ulaştığı İslam ülkelerinde İslami kriterlere uygun finansal enstrümanlara duyulan ihtiyaç sonucu sukuk ortaya çıkmıştır. Sabit getiri içermesi nedeniyle tahvil ve bonoya benzetilen sukuk gerçekte bir borç enstrümanı değildir ve dayanak varlıktan elde edilen gelirden faydalanmayı ifade etmektedir. Tahvil ve bono risksiz kabul edilirken sukuk yatırımdan kaynaklanan riskleri içermektedir. Ayrıca tahvil ve bonoda anapara ve faiz ödemeleri garanti edilirken sukuk yatırımcısına böyle bir garanti verilmemektedir.

Genel olarak İslami kriterlere uygun tahvil olarak düşünülen sukuk, en basit şekilde bir varlığın mülkiyetini veya kullanım hakkını temsil eden menkul kıymet olarak tanımlanmaktadır. Menkul kıymet olarak sukuk, bir taraftan nakit akışı sağlamakta diğer taraftan sahiplik hakkı vermektedir. Bu özelliği de sukuku tahvil ve bonodan ayırtmaktadır. Kökeni Arapça bir kelime olan sak' tan gelen sukuk Ortaçağda Müslümanlar tarafından ticari faaliyetlerden kaynaklanan mali yükümlülükleri temsil eden belge olarak yaygın biçimde kullanılmıştır. Bununla birlikte, yapısı itibariyle mevcut sukuk, orijinal olarak kullanılan sukuktan farklıdır ve geleneksel menkul kıymetler ile benzerlik göstermektedir. Sukuk ile gerçek varlıkların sahipliği, varlıkların değeriyle orantılı sertifikalar aracılığıyla, yatırımcılar arasında paylaştırılmaktadır (Shariq, Nisar, 2010 <https://ifresource.com/2010/04/27/how-sukuk-works-introduction-structuring-and-application-of-sukuk-bonds/> Erişim Tarihi:24.02.2018).

Sukuk, 1990 yılında Malezya'da, Shell Malaysia firması tarafından, Kuala Lumpur sermaye piyasasında 125 milyon Malezya ringiti tutarında bir borçlanma aracı olarak çıkarıldığında keşfedilmiştir. Bu pazar 2000 yılından bugüne, hem özel sektör firmalarıyla hem de Kuala Lumpur' da ve diğer 11 ülkede sukuk ihraç ederek para toplayan devlet kurumlarıyla büyümüştür. Sukuk piyasası Malezya, Kuveyt, Birleşik Arap Emirlikleri (BAE), Umman, Katar ve Suudi Arabistan' da hızlı bir şekilde büyürken, bu yolla elde edilen fonlarla hem özel sektör hem de kamu projeleri finanse edilmekte ve yatırımcılara yeni kaynaklar sunulmaktadır. Dünya Bankası bu tür borçlanmayı, gelişmekte olan ülkelerdeki altyapı projelerini finanse ederken acilen ihtiyaç duyulan büyük fonlar için onaylamaktadır. Çoğunlukla yerel para birimi cinsinden verilen bu uzun vadeli fonlar öz-tasfiye edici yapısından dolayı, Londra, New York, Tokyo, Sidney ve bazı İsviçre şehirlerindeki tahvil piyasalarında kullanılan kredilerden daha düşük bir maliyete neden olmaktadır (Safari, Ariff, Mohamad, 2014: 9-10).

Ülkemizde ise Sermaye Piyasası Kurulu' nun 1 Nisan 2010' da Kira Sertifikaları ile ilgili ilk tebliğini yayımlamasından sonra Türkiye' deki finansal kuruluşlar tarafından ihraç edilmeye başlanmıştır. İlk sukuk ihracı 2011 yılı sonunda Kuveyt Türk Katılım Bankası tarafından gerçekleştirilmiştir. 2012

yılında ise devletinde bu piyasaya girerek sukuk ihraç etmeye başlamasıyla birlikte diğer finansal kuruluşlar güven hissederek sukuk ihraç etme yoluna gitmiş ve böylece piyasa hareketlenmeye başlamıştır.

1. Literatür

Tariq, Dar, 2007 yılında yaptıkları çalışmalarında gelişmekte olan ekonomilerde sukuk piyasalarının gelişmesi ve büyümesini incelemişlerdir. Geleneksel finansal varlıklara ikame olarak sukuk türleri ve likiditeleri, kredi ve piyasa riski tartışılmıştır. Çalışma, değişken oranlı sukuk ve sabit oranlı sıfır kupon-dönüştürülebilir sukuk arasındaki ilişki üzerine odaklanmıştır. Yapılan analiz ile bu finansal varlıkların riskleri, gelişmekte olan ekonomilerde kaynakların harekete geçirilmesinde ve borç piyasalarının gelişmesindeki rolleri tartışılmıştır. Bulgularda, geleneksel sabit getirili menkul kıymetler ve sukuk sertifikaları arasındaki nispi benzerlik nedeniyle, İslami finansın daha büyük bir yatırımcı havuzuna sahip olduğu ortaya konulmuştur. Yeterli risk yönetimi teknikleri ile bu büyümenin destekleneceği ve daha fazla yatırım imkanına yol açacağı belirtilmiştir. Ayrıca sukuk sertifikalarının, geleneksel yatırımcılar için küresel çeşitlendirme fırsatı vereceği ve atıl olan fonları kazanmak için bir yol olabileceği söylenmiştir. Tüm bunların yanında çalışmada sukukun altında yatan riskler tanımlanmaya çalışılmıştır.

Al-Amine, 2008 yılında yaptığı çalışmasında İslami finansın büyümesi için geniş bir potansiyele sahip sukuk yapılarını incelemiştir. Sukuk piyasasının büyümesine ve gelişmesine rağmen, bu gelişmeyi devam ettirebilmesi için tartışmalı birçok konunun çözümüne ihtiyaç duyulduğundan bahsetmiştir. Bu yüzden finansal uzmanlar ve İslami alimlerin daha fazla etkileşimde bulunması gerektiğini belirtmiştir. Bulgulara göre İslami sermaye piyasasının odak noktası, hem uluslararası finans kuruluşları için kabul edilebilirliği sağlamak hem de İslamiyet'e uyumlu bir sürecin olmasını hedeflemektir. Bu aynı zamanda reel ekonominin büyümesine ve toplumun sosyo-ekonomik gelişimine de yardımcı olacaktır.

Wilson, 2008' deki çalışmasında finansal açıdan farklı sukuk yapılarını analiz etmiştir. Yazar çalışmasında, sukuk türlerinden murabaha (sabit getirili sukuk) ve icara temelli sukuku (değişken getirili sukuk) ele almıştır. Ayrıca muşaraka ortaklık sözleşmelerine dayanan diğer yeni sukuk yapılarını da incelemiştir ve Londra Bankalar Arası Faiz Oranı' na alternatif kriterler kullanılarak sukuk fiyatlandırma konuları araştırılmıştır. Uygulamada finansal transferleri ve sukuk yatırımcılarının haklarını, yükümlülüklerini ve aynı zamanda fonun faydalanıcılarını göstermek için akış diyagramı kullanılmıştır. Getirinin faiz dışı yerine gayri safi yurtiçi hasılaya (GSYİH) dayalı olduğu durumlarda, ülke sukuklarında ödemeler akışının daha istikrarlı olup olmadığını değerlendirmek için geçmiş veriler kullanılmıştır. Sonuç olarak sukukun başarılı olabilmesi için özel amaçlı araçların ön şart olduğu ortaya konulmuştur. GSYİH temelli fiyatlandırma kriterlerinin kullanılması, Suudi Arabistan devlet borçları için daha yüksek ödeme istikrarına yol açmıştır.

Aloui, Hammoudeh ve Hamida, 2015 yılında yaptıkları çalışmada, Körfez İşbirliği Ülkelerindeki İslami Hisse senetleri ile sukuk (İslami tahviller) arasındaki etkileşimi, Henry'nin EGARCH adlı iki değişkenli Markov geçiş rejimini (2009) kullanarak analiz etmiştir. Elde edilen sonuçlar, hem İslami hisse senetlerinin hem de sukuk getirilerinin koşullu ve koşullu varyanslarında iki farklı sistemin varlığını desteklemektedir. Ayrıca, çalışmanın sonuçlarına göre İslami hisse senetleri ve sukuk pazarları arasındaki ilişki yönetime bağlıdır ve İslami piyasanın oynaklığı sukuk piyasalarındaki olaylara asimetric tepki vermektedir. Bu tür bilgiler, İslami düzenleyiciler ve politika yapıcılar için geçerli olan İslami mali sistemin istikrarının veya istikrarsızlığının daha iyi kavranmasına yardımcı olabilmektedir.

Zulhibri, 2015' de yaptığı çalışmada, hem teorik ve hem ampirik olarak üç açıdan (temel teorisi ve doğası, sukuktaki işlevsel konular ve yapılar, sukuk'un ekonomik kalkınmadaki rolü) eleştirel bir inceleme sunmuştur. Sukuk hakkındaki literatürün, sayısal araştırmalardan ziyade nitel bir yapıda olduğunu, konferans ve seminer biçiminde yapılan akademik araştırmalardan oluştuğunu belirtmiştir. Sukuk üzerine yapılan araştırmaların büyük ölçüde artmasına rağmen, İslami finans alanında yapılan diğer araştırmalara kıyasla nispeten daha az sayıda olduğunu ifade etmektedir. Sukuk konusundaki yavaş gelişmenin tarihsel, güvenilir ve tutarlı verilerin eksikliğinden kaynaklandığını iddia etmektedir. Zulhibri, sukukun kabulü, gelişmesi ve sukuk üzerine daha fazla araştırma yapılması için İslami finans uzmanlarına ve yenilikçi sukuk yapılandırma yöntemlerine ihtiyaç duyulduğu sonucuna varmıştır.

İlarslan, 2016 yılındaki çalışmasında BIST' te işlem gören Afyon Çimento hisse senetlerinin 2014 yılı kapanış fiyatlarını kullanarak, hisse senetlerinin bir gün sonraki açılış fiyatlarını tahmin etmeye çalışmıştır. Bu tahmin k- En yakın komşu algoritması kullanılarak yapılmıştır. Çalışma sonucunda yapılan tahmin sonuçlarının ortalama %97 gibi yüksek bir oranda doğru olduğu görülmüştür.

Filiz, Karaboğa, Akoğul, 2017 yılındaki çalışmalarında BIST-50 endeksini etkileyen faktörleri kullanarak bazı makine öğrenmesi yöntemlerini sınıflandırmaya çalışmışlardır. DAX, FTSE, S&P 500, BISTBANK, BISTMALI, BISTSINAI, GOLDINDEX, Euro/Dolar Paritesi, Ham Petrol Fiyatı ve Faiz oranları kullanılarak, k- en yakın komşu algoritması (k-NN), Naive (basit) Bayes sınıflandırıcısı, C4.5 sınıflandırma algoritması ve yapay sinir ağları (YSA) yöntemleri ile sınıflandırılmıştır. Weka 3.8 paket programı kullanılarak yapılan analiz sonucunda C4.5 algoritması en yakın sonucu verirken, diğer yöntemler şu şekilde sıralanmıştır; YSA, Naive Bayes ve k-NN.

Mahomed, Mohamad, Ariff, 2017 yılında yaptıkları çalışmada Suudi Arabistan' da kriz döneminde sukuk ihraçlarının varlığa etkilerini ortaya koymuşlardır. Çalışma ile sukuk ihraçlarının Suudi Arabistan'da istikrarlı bir şekilde arttığı ve 2015 yılında ikinci en büyük ihraççı konumunda olduğunu tespit etmişlerdir. Suudi firmalarının kurumsal sukuk ihracına verdikleri tepki henüz belgelendirilememiştir. Çalışma, özellikle riskten kaçınma oranının yüksek olduğu ve yatırımcıların likidite tercih ettiği kriz dönemini ele almıştır. 2007 ve 2010 yılları arasındaki kriz dönemini belirlemek için BaiPerron (2003) çoklu kesme noktası analizi uygulanmıştır. Analiz için öncelikle borç temelli sukukdan oluşan 18 şirketten 25 etkinlik örneği alınmıştır. Bulgular, kriz döneminde olumsuz bir piyasa reaksiyonunu varsayan teorinin aksine, piyasanın borç temelli sukuk ihracına olumlu ve anlamlı tepki verdiğini göstermiştir.

Smaouia, Nechib, 2017' deki çalışmalarında 1995-2015 dönemini kapsayan tüm sukuk ihraç eden ülkelerden oluşan bir örnek kullanarak sukuk pazarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, finansal piyasa gelişimi, kurumsal kalite ve ekonomik büyümenin klasik belirleyicilerinin çeşitli ölçütleri kontrol edildikten sonra bile, sukuk pazarının ekonomik büyümeye elverişli olduğuna dair güçlü bir kanıt sunulmuştur. Ayrıca elde edilen bulgular, mali kalkınma ve ekonomik büyüme arasında iyi bilinen ilişkiyi destekler niteliktedir. Çalışmada sukuk piyasalarının gelişmesinin, yatırım ve ekonomik büyümeyi teşvik ettiği ve olumsuz etkileri ortadan kaldırarak finansal kaynaştırmaya neden olabileceği sonucuna varılmıştır.

Kartiwi, Gunawan, Arundina, Omar, 2018' de yaptıkları çalışmada, karar ağacı yaklaşımını kullanarak sukuk derecelendirmesini tahmin etmeye yönelik optimum bir model geliştirmişlerdir. Kazanç oranı, Gini endeksi ve bilgi kazanımı gibi farklı özelliklerdeki seçim ölçütleri kullanılarak çeşitli modeller üretmişlerdir. Modellerin etkinliği, 2006 yılından 2015 yılına kadar yurt içi sukuk ihraç verileri seti kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuçta, Gini endeksi kriterli karar ağacı modelinin, karar ağacı algoritması kullanılarak üretilen modelden önemli derecede iyi performans gösterdiği ortaya konulmuştur.

2. Yöntem

Alternatif bir finansman aracı olan sukuk hem nakit akışı sağlaması hem de yatırımcıya mülkiyet hakkı vermesi nedeniyle faiz hassasiyeti olan yatırımcılar arasında giderek daha yaygın hale gelmektedir. Ayrıca faizsiz bono olarak da tanımlanan sukuk ihraçlarının, devlet tarafından yapılması ve desteklenmesi menkul kıymet piyasaları tarafından kabul edilmesini kolaylaştırmaktadır. Bu çalışmada kira sertifikalarının (sukuk) gelecekteki değerlerinin tahmin edilmesi amaçlanmaktadır. Böylelikle literatüre finansal tahmin konusunda katkı sağlanması düşünülmektedir.

Literatürdeki çalışmalar k-en yakın komşuluk algoritması yönteminin seçilen analiz için uygun olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışkan ve Soğukpınar, 2008' de yapmış oldukları çalışmada, veri madenciliği yöntemlerinden olan k-en yakın komşuluk ve k-means yöntemlerini birleştirerek nüfuz tespiti için kümeleme ve sınıflandırmada iyileştirme yapmayı amaçlamışlardır. Uygulamada hızlı sonuçlar veren k-means yöntemi ile ele alınan kümeleri daha küçük alt kümelere ayıran k-en yakın komşuluk yöntemleri birleştirilerek zaman ve bellek ihtiyaçlarını minimum düzeye indirmeyi başarmışlardır.

Küçük, Tepe ve Eminoğlu, 2013 yılında yapmış oldukları çalışmada, 7 ALS hastası ve 10 sağlıklı insandan, elektromiyografi (EMG) ölçüm sistemi ile elde edilmiş verileri sınıflandırmak için k-en yakın komşuluk algoritması ve destek vektör sistemlerini kullanmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda k-en yakın komşuluk algoritması ile k=5 alınarak yapılan sınıflandırmanın %97,97 doğrulukta, destek vektör sistemi ile yapılan sınıflandırma da ise %96.01 doğrulukta sınıflandırma yapıldığı anlaşılmıştır. Sınıflandırma doğruluğu açısından k-en yakın komşuluk algoritmasının destek vektör sistemlerinden daha doğru sınıflandırma yapıldığı sonucuna ulaşmışlardır.

Taşçı ve Onan, 2016' daki çalışmalarında k-en yakın komşuluk algoritmasının komşu sayısı (k), uzaklık ve ağırlık fonksiyonlarına ilişkin parametrelerinin, sınıflandırma performansını ne ölçüde etkilediğini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda k değeri büyüdükçe daha düzgün karar sınırlarının oluşmasına karşın hesaplama yükünün artacağını, k değerinin ise küçüldükçe gürültülü veriye daha hassas olacağını fakat hızlı çalışacağını tespit etmişlerdir.

Tahmin çalışması kapsamında makine öğrenmesi yöntemlerinden olan k-en yakın komşuluk (KNN) algoritmasından yararlanılmıştır. Bu yöntem MS Excel programı kullanılarak 4 adımda şu şekilde gerçekleştirilmektedir:

- 1- En yakın komşu sayısı (k) belirlenir,
- 2- Gözlemler arası uzaklıklar hesaplanır,
- 3- Hesaplanan uzaklıklar arasında en küçük k tanesi seçilir,
- 4- Seçilen k tane en küçük uzaklıkların aritmetik ortalaması alınarak tahmin çalışması tamamlanmış olur (Akküçük, 2011).

Yapılan modelleme çalışmalarında dikkat edilmesi gereken noktalardan biri meydana getirilen modellerde etkili tahminler yapıldığını belirten göstergelerin kullanılmış olmasıdır. Bu çalışmada model etkinliğinin test edilmesinde hata kareleri ortalaması ve verimlilik katsayısı denklemlerinden faydalanılmıştır. Hata kareleri ortalaması ve verimlilik katsayısı aşağıda ayrıntılı şekilde açıklanmıştır.

$$HKO = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n_p} (K_{gi} - K_{ti})^2 \quad \text{Denklem[1]}$$

$$VK = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (K_{ti} - K_{gi})^2}{\sum_{i=1}^n (K_{gi} - \bar{K}_g)^2} \right] \quad \text{Denklem[2]}$$

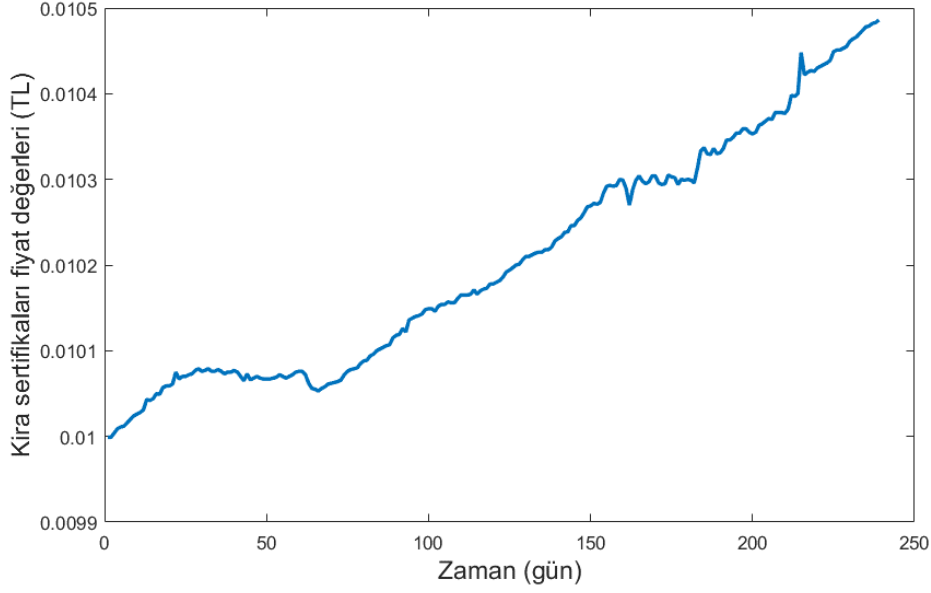
Denklemlerde bulunan K_{gi} = KSF değerlerinin gözlenen değerini, K_{ti} KSF değerlerinin tahmin değerini, n=veri sayısını belirtmektedir. Hata kareleri ortalaması değerinin 0' a yaklaşması modelin hatasının azalmakta olduğunu ifade etmektedir. Verimlilik katsayısı ise $-\infty$ ile 1 arasında bir değerdir. Bu değer 1' e yaklaştıkça modelin geçerliliği artmaktadır. 0.5 den küçük olması zayıf bir tahmin olduğunu, 0.8-1 arasında olması ise etkili tahminlerin meydana geldiğini belirtmektedir.

Çalışmada Türkiye' de sukuk alanında işlem gören şirketlerden biri olan Vakıf Portföy Kira Sertifika fiyat değerleri kullanılmıştır. Takas ve Saklama Bankası A.Ş.' de işletilen piyasalardan olan Türkiye Elektronik Fon Alım Satım Platformu (TEFAS) aracılığıyla ulaşılan ve 24.08.2016-04.08.2017 tarihleri arasında gerçekleşen günlük fiyat değerleri veri olarak alınmıştır.

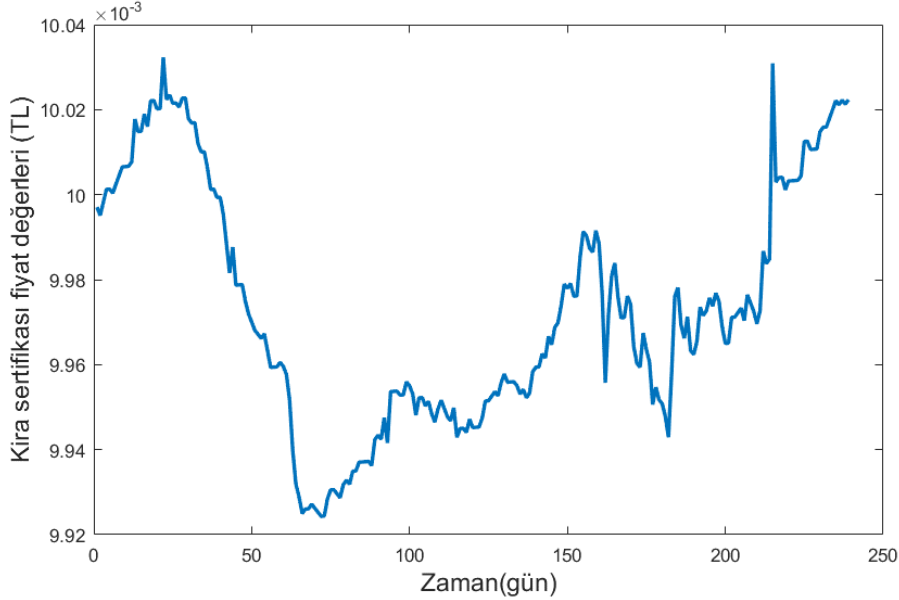
3. Bulgular

Model oluşturulma kapsamında tek değişkene sahip zaman serisi değerleri kullanılmıştır. Algoritmanın başarılı bir şekilde çalışması için zaman serisi değerlerinin (Şekil- 1) sahip olduğu trend giderilmiştir (Şekil- 2). Trendi giderilen değerler üzerinden tahmin modeli oluşturulmuş ve trend değerleri eklenerek gerçek fiyat tahmin değerlerine ulaşılmıştır. Tahmin modeli oluşturulurken zaman serisi değerlerinin ilk yüzde 60' ı (143 adet) ile eğitim, kalan yüzde 40'ı ile (95 adet) model test edilmiştir.

Şekil 1: Kira sertifikaları fiyat değerleri zaman serisi



Şekil 2: Trendi giderilmiş kira sertifikası fiyat değerleri zaman serisi



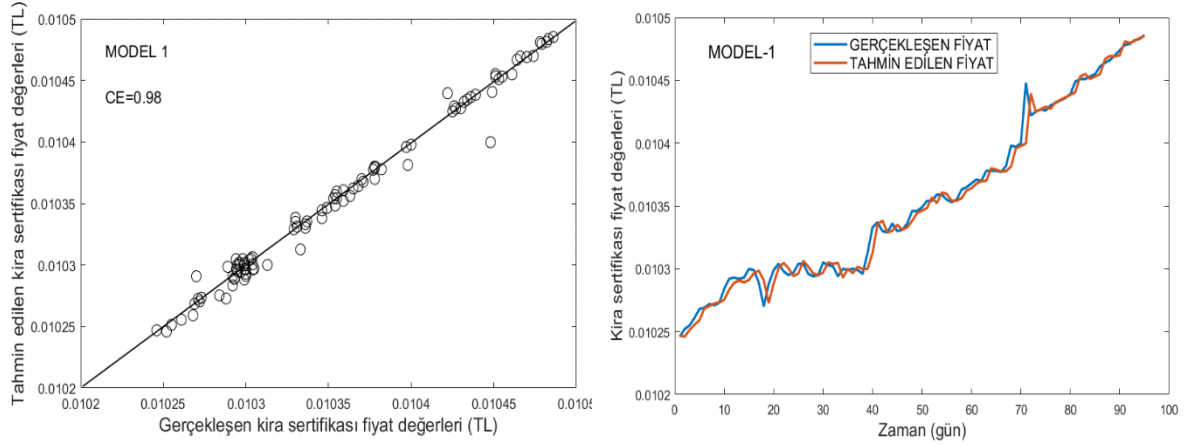
K-en yakın komşuluk algoritması çalışma prensibi gereğince bir komşuluk sayısının belirlenmesi gerekmektedir. Model performansı açısından önemli olan ve komşuluk sayısını ifade eden k değeri, eğitim kısmında en düşük hatayı veren k olarak seçilmiştir. Komşuluk sayısının belirlenmesi deneme yanılma yoluyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında birçok model oluşturulmuştur. Bunlar; 1, 3 ve 5 gün sonra gerçekleşmesi muhtemel fiyat değerlerini gösteren toplamda 3 modelden oluşmaktadır. Tablo- 1 de 3 model için en uygun k değeri, hata kareleri ortalaması ve verimlilik katsayısı değerleri gösterilmektedir.

Tablo 1: Model komşu sayısı ve performansları

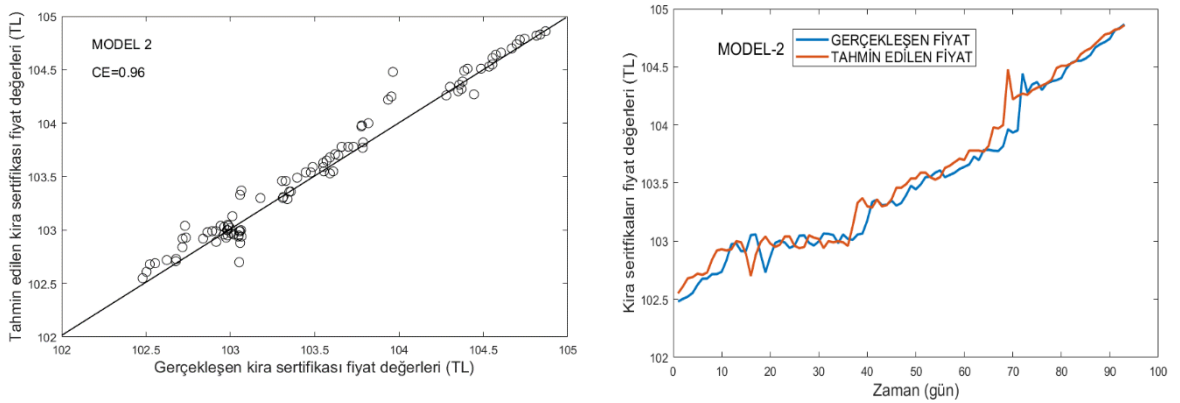
Model	Girdi	Çıktı	Hko	Vk	Komşu Sayısı
Model 1	Fiyat (T-1)	Fiyat(T)	0,0063	0,98	3
Model 2	Fiyat(T-3)	Fiyat(T)	0,0161	0,96	7
Model 3	Fiyat(T-5)	Fiyat(T)	0,0253	0,94	17

Oluşturulan 3 modele ait, tahmin-gerçekleşen saçılım grafikleri de Şekil- 3 de gösterilmiştir. Bu grafikler model tahminleri hakkında bilgi vermektedir. Saçılım grafikleri 45 derecelik bir açı ile çizilen mükemmel model çizgisi olarak adlandırılan çizgi etrafında saçılan tahmin değerlerini göstermektedir. Bu değerler çizgi üzerinde yoğunlaşır ise model iyi bir tahmin üretmektedir denilebilir. Ayrıca Şekil- 3 de modellere ait tahmin ve gerçekleşen fiyat değerlerinin zaman serileri çizilmiştir ne kadar yakın tahmin yapıldığı görsel olarak da belirlenmiştir. Model 1 çok yakın tahminlerde bulunurken ileriye dönük gün sayısı arttıkça Model 2 ve Model 3 tahminleri azda olsa gerçekleşen değerlerden sapmaktadır. Fakat tüm modellerde istatistiksel olarak tatminkâr düzeyde tahminler gerçekleştirilmiştir.

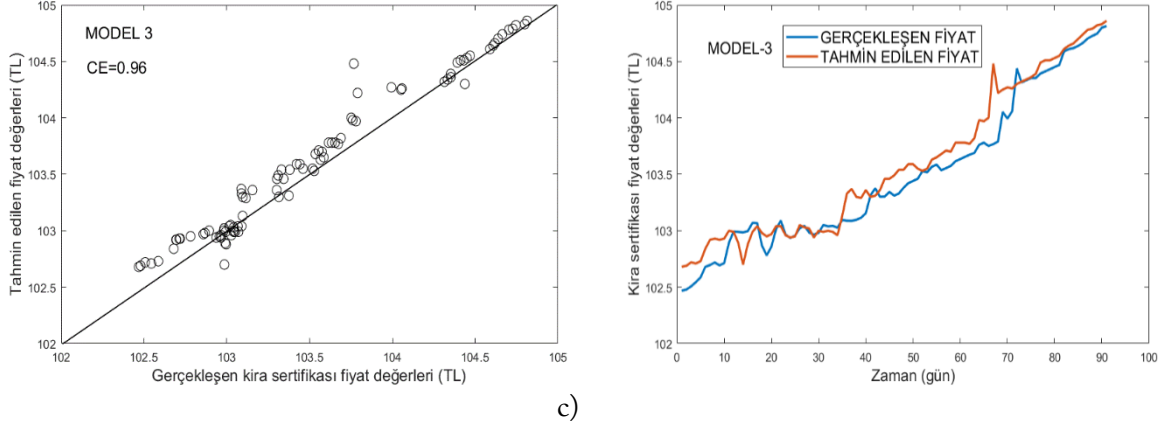
Şekil 3a : Model 1 saçılım ve zaman serisi grafikleri



Şekil 3b : Model 2 saçılım ve zaman serisi grafikleri



Şekil 3c : Model 3 saçılım ve zaman serisi grafikleri



c)

Sonuç

Dünyada ve ülkemizde finansal piyasalarda meydana gelen yeniliklerden en fazla etkilenen sektör bankacılıktır. Bu yeniliklerin başında da faizsiz bankacılığı ilke edinerek yola çıkan katılım bankacılığı gelmektedir. Her geçen gün ilerleyen katılım bankacılığında faizsiz finansal ürün ve hizmetler geliştirilerek sektörde işlem hacminin artırılması amaçlanmaktadır. Bu ürünlerden birisi de faiz hassasiyeti olan yatırımcıların ilgi gösterdiği ve fonlarını değerlendirme amacına hizmet eden sukuktur. Varlık kiralama şirketleri aracılığıyla ihraç edilen güvenli ve riski az olan sukuk, sahiplerine ihraç edilen varlıklardan yararlanma fırsatı ve payları ölçüsünde hak sahibi olma şansı tanıyan bir finansal piyasa aracıdır. Yatırımcıya sağladığı mülkiyet hakkı ve sabit bir getiri garantisi vermemesi nedeniyle tahvilden farklılık gösteren sukuk, kamu ve özel sektör yatırımlarının finansmanında önemli bir menkul kıymet olarak kabul edilmektedir. Sukuk piyasasında işlem yapanların elde edecekleri bu avantajlarla birlikte genel olarak finansal piyasalarının taşıdığı risk ve belirsizliklerden etkilenme ihtimalleri de bulunmaktadır. Sukuk ihraç eden varlıkların fiyat ve getirilerinin öngörülebilirliği işlem yapanlara karı artırmak veya zararı azaltmak gibi avantajlar sunabilmektedir.

Çalışmada Vakıf Portföy Kira Sertifika'larının gerçekleşen fiyatları kullanılarak geleceğe yönelik fiyat tahminleri yapılmaya çalışılmıştır. Analiz için üç model oluşturulmuştur. Gerçekleşen fiyatlar kullanılarak birinci modelde 1 gün sonrasındaki fiyatlar, ikinci modelde 3 gün sonrasındaki fiyatlar, üçüncü modelde ise 5 gün sonraki fiyatlar tahmin edilmiştir. Analiz sonucunda KNN modelleri ile 1, 3 ve 5 gün ilerisi için yapılan tahminlerde başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Modellerin verimlilik katsayıları sırası ile 0.98, 0.96, 0.94 çıkmıştır. Verimlilik katsayısı değerlerine bakılarak modellerin oldukça başarılı tahminler yaptığı görülmektedir. Çizilen saçılım grafikleri ise modellerdeki başarının geometrik anlamı olarak yorumlanabilmektedir. Model çizgisi olarak adlandırılan çizgi üzerinde saçılan tahmin değerleri gerçekleşen değere olan yakınlığı ifade etmektedir.

Çalışma sukuk alanında makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak yapılmıştır ve literatürde ilk olma özelliğine sahiptir. Analiz farklı girdi ve çıktı parametreleri ile yeni modeller oluşturularak geliştirilebilir.

Kaynakça

- Akküçük, U. (2011). Veri Madenciliği: Kümeleme ve Sınıflama Algoritmaları. *İstanbul: Yalın Yayıncılık*.
- Al-Amine, M. A. B. (2008). Sukuk market: Innovations and challenges.
- Aloui, C., Hammoudeh, S., & Hamida, H. B. (2015). Price discovery and regime shift behavior in the relationship between sharia stocks and sukuk: A two-state Markov switching analysis. *Pacific-Basin Finance Journal*, 34, 121-135.
- Çalışkan, S. K., & Soğukpınarı İ. (2008). KxKNN: K-Means ve K En Yakın Komşuluk Yöntemleri ile Ağlarda Nüfuz Tespiti, *EMO Yayınları*, 120-124.
- Filiz, E., Karaboğa, H. A., & Akoğul, S. (2017). BIST-50 Endeksi Değişim Değerlerinin Sınıflandırılmasında Makine Öğrenmesi Yöntemleri ve Yapay Sinir Ağları Kullanımı. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 26(1), 231-241.
- İlarslan, K. (2016). k-En Yakın Komşu (k-NN) Algoritması ile Hisse Senedi Fiyatlarının Tahmin Edilmesi: BİST'den Örnek Bir Uygulama. *Asos journal*, 4(30), 375-392.
- Kartiwi, M., Gunawan, T. S., Arundina, T., & Omar, M. A. (2018). Decision tree optimization for Sukuk rating prediction. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 10(2S), 323-332.
- Küçük, H., Tepe, C., & Eminoğlu, İ. (2013). K-En Yakın Komşuluk Algoritması ve Destek Vektör Makinesi Yöntemleri ile EMG İşaretlerinin Sınıflandırılması. *In Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, 1-4, IEEE.
- Mahomed, Z., Mohamad, S., & Ariff, M. (2018). Announcement Effects of Sukuk in Saudi Arabia: the Impact on the Middle Eastern Islamic Economic System. *PROCEEDING IAIN Batusangkar*, 1(1), 39-60.
- Safari, M., Ariff, M., & Mohamad, S. (2014). *Sukuk securities: New ways of debt contracting*. John Wiley & Sons.
- Smaoui, H., & Nechi, S. (2017). Does sukuk market development spur economic growth?. *Research in International Business and Finance*, 41, 136-147.
- Tariq, A. A., & Dar, H. (2007). Risks of Sukuk structures: Implications for resource mobilization. *Thunderbird International Business Review*, 49(2), 203-223.
- Taşcı, E., & Onan, A. (2016). K-en yakın komşu algoritması parametrelerinin sınıflandırma performansı üzerine etkisinin incelenmesi. *Akademik Bilişim*.
- Uusmani, M. T., & Taqī 'Uṣmānī, M. (2002). *An introduction to Islamic finance* (Vol. 20). Brill.
- Wilson, R. (2008). Innovation in the structuring of Islamic sukuk securities. *Humanomics*, 24(3), 170-181.
- Zulhibri, M. (2015). A synthesis of theoretical and empirical research on sukuk. *Borsa Istanbul Review*, 15(4), 237-248.
- <https://ifresource.com/2010/04/27/how-sukuk-works-introduction-structuring-and-application-of-sukuk-bonds/> (Erişim Tarihi:24.02.2018).
- <http://www.tefas.gov.tr/TarihselVeriler.aspx> (Erişim Tarihi: 25.10.2017).