



Geçmiş Satış Analizi ile Gelecek Satış Tahmini

Yazılım Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Dönem Projesi

İzel NAZİK

Proje Danışmanı: Doç. Dr. Sıla Övgü KORKUT UYSAL

Haziran 2024

Geçmiş Satış Analizi ile Gelecek Satış Tahmini

ÖZ

Bu çalışma, bir firmanın satış verilerini kullanarak geleceğe yönelik satış tahminlemesi yapmayı amaçlamaktadır. Zaman serisi verilerinin analizinde kullanılan ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) ve Holt-Winters gibi yöntemler uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, firmanın gelecekteki satış stratejilerini belirlemede önemli bir rol oynamaktadır. Çalışma, makine öğrenmesi yöntemlerinin geleneksel yöntemlere kıyasla daha doğru tahminler üretebileceğini göstermektedir. ARIMA modeli, verinin kendi gecikmeli değerleri, farkları ve hareketli ortalamalarını dikkate alarak tahmin yaparken, Holt-Winters modeli mevsimsel verilerde trend ve mevsimsellik bileşenlerini dikkate alarak tahmin yapmaktadır. Bu modellerin performansları, geçmiş satış verileri üzerinde test edilmiş ve en uygun model belirlenmiştir. Sonuçlar, işletmelerin stratejik kararlarında daha doğru tahminler yapmalarına yardımcı olabilir.

Anahtar Sözcükler: Satış tahmini, ARIMA, Holt-Winters, zaman serisi analizi, makine öğrenmesi

Future Sales Forecast with Past Sales Analysis

Abstract

This study aims to forecast future sales using a company's sales data. Time series forecasting methods such as ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) and Holt-Winters were utilized. The results play a crucial role in determining the company's future sales strategies. The study demonstrates that machine learning methods can produce more accurate forecasts compared to traditional methods. The ARIMA model forecasts by considering the lagged values, differences, and moving averages of the data, while the Holt-Winters model considers the trend and seasonality components in seasonal data. These models' performances were tested on historical sales data, and the most suitable model was identified. The results can assist businesses in making more accurate predictions in their strategic decisions.

Keywords: Sales forecasting, ARIMA, Holt-Winters, time series analysis, machine learning

Bu çalışmayı bana her zaman destek olan sevgili eşim Orhun Ata Çalık'a ve kız kardeşim Ezgi Nazik, ebeveynlerim Ayşe Nazik ve Cengiz Nazik'e ithaf ediyorum.

Teşekkür

Proje süresince bana rehberlik eden ve destek olan danışmanım Doç. Dr. Sıla Övgü Korkut Uysal'a teşekkür ederim. Projemde kullandığım verileri bana sunan yöneticim Sayın Burak Hatipoğlu'na ve verilerin kaynağı olan Şimşek Ambalaj'a teşekkürler.

İçindekiler

Öz.....	2
Abstract.....	ii
Teşekkür.....	iv
Şekiller Listesi	vi
1 Giriş.....	1
2 Materyal ve Yöntem.....	4
2.1 Veri Seti.....	4
2.2 ARIMA Modeli	5
2.3 Holt-Winters Modeli	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
3 Bulgular	7
3.1 ARIMA Modeli Sonuçları	7
3.2 Holt-Winters Modeli Sonuçları.....	9
4 Tartışma	11
4.1 Çalışmanın Güçlü Yönleri.....	12
4.2 Çalışmanın Zayıf Yönleri.....	12
4.3 Gelecekteki Çalışmalar İçin Öneriler.....	13
5 Sonuç.....	14
6 Kaynaklar	15

Şekiller Listesi

Şekil 3.1	ARIMA Tahminleri	8
Şekil 3.2	Holt-Winters Tahminleri	10

Bölüm 1

1. Giriş

Hızla gelişen teknoloji ve değişen pazar şartları beraberinde yoğun bir rekabet ortamı getirmiştir. Bu yoğun rekabet ortamında işletmeler ayakta kalabilmek için maliyetlerini düşürmek, ürünlerinin kalitesini yükseltmek ve verimliliklerini artırarak rakiplerine oranla daha üstün durumda olmak zorundadırlar. Satış tahminlemesi, işletmelerin gelecekteki performanslarını öngörmeleri ve stratejik kararlar alabilmeleri için kritik bir öneme sahiptir.

Satış tahminlemesi, geçmiş satış verilerinden yola çıkarak gelecekteki satış miktarlarını tahmin etmeyi amaçlayan bir süreçtir. Doğru ve güvenilir satış tahminleri, işletmelerin üretim planlaması, stok yönetimi, bütçe tahsisi ve pazarlama stratejileri gibi birçok alanda daha etkin kararlar almasını sağlar. Literatürde, satış tahminlemesi üzerine birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar, genellikle zaman serisi analizi, regresyon modelleri ve makine öğrenmesi algoritmaları gibi çeşitli yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Özellikle ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) ve Holt-Winters modelleri, zaman serisi verilerinin analizi ve tahmin edilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. ARIMA modeli, verinin kendi gecikmeli değerleri, farkları ve hareketli ortalamalarını dikkate alarak tahmin yaparken, Holt-Winters modeli mevsimsel verilerde trend ve mevsimsellik bileşenlerini dikkate alarak tahmin yapmaktadır. Bu yöntemler, geçmiş verilere dayanarak gelecekteki satışları tahmin etmek için güçlü araçlar sunmaktadır.

Literatürdeki çalışmalar, genellikle bu yöntemlerin performansını değerlendirmiş ve farklı sektörlerde uygulanabilirliğini incelemiştir. Örneğin, Box ve Jenkins (1976), ARIMA modelinin zaman serisi analizindeki etkinliğini göstermiştir. Ayrıca,

Makridakis ve Hibon (2000) tarafından yapılan alışmalar, Holt-Winters modelinin mevsimsel veriler üzerindeki başarısını vurgulamaktadır. Bununla birlikte, makine öğrenmesi yöntemlerinin de zaman serisi tahminlerinde kullanımı giderek artmaktadır. Özellikle, destek vektör makineleri, yapay sinir ağları ve karar ağaçları gibi yöntemler, büyük veri setleri üzerinde etkili tahminler yapabilmektedir.

Bu alışma, literatürdeki mevcut yöntemleri kullanarak firmanın satış verilerini analiz etmeyi ve geleceğe yönelik tahminlerde bulunmayı amaçlamaktadır. Bu proje, ARIMA ve Holt-Winters modellerinin performanslarını karşılaştırarak, hangi modelin firmanın verileri üzerinde daha iyi sonuçlar verdiğini belirlemeyi hedeflemektedir. Ayrıca, bu çalışmada makine öğrenmesi yöntemlerinin geleneksel zaman serisi modellerine göre sağladığı avantajlar da incelenecektir. Bu yönüyle, proje literatüre katkı sağlamayı ve işletmelerin satış tahminlemesi yaparken kullanabilecekleri yöntemler konusunda yol gösterici olmayı amaçlamaktadır.

Projede, firmanın belirli bir döneme ait aylık satış verileri kullanılarak ARIMA ve Holt-Winters modelleri ile tahminler yapılacaktır. Bu tahminlerin doğruluğu, geçmiş verilerle karşılaştırılarak değerlendirilecek ve en uygun model belirlenecektir. Makine ğrenmesi yöntemleri de bu süreçte kullanılarak, geleneksel yöntemlerle karşılaştırmalı bir analiz yapılacaktır. Bu Şekilde, proje kapsamında yapılan çalışmalar, firmanın gelecekteki satış stratejilerini belirlemede önemli bir rol oynayacaktır.

Bu projenin diğer çalışmalardan farkı, hem geleneksel zaman serisi modellerinin hem de makine öğrenmesi yöntemlerinin birlikte kullanılarak karşılaştırmalı bir analiz yapılmasıdır. Ayrıca, proje kapsamında elde edilen sonuçlar, firmanın özel ihtiyaçlarına göre uyarlanacak ve işletmenin stratejik karar alma süreçlerine doğrudan katkı sağlayacaktır. Bu yönüyle, proje hem teorik hem de pratik açıdan önemli bir değere sahiptir.

Proje raporu dört ana bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde, projenin amacı, kapsamı ve literatürdeki ilgili çalışmalar ele alınmıştır. İkinci bölümde, kullanılan veri seti, ARIMA ve Holt-Winters modelleri ile makine öğrenmesi yöntemleri detaylı olarak açıklanmıştır. nc bölümde, yapılan analizler ve elde edilen bulgular sunulmuş,

modellerin performansları karşılaştırılmıştır. Son bölümde ise, çalışmanın genel bir değerlendirmesi yapılmış ve gelecekteki çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur. Sonuç olarak, bu çalışma, işletmelerin gelecekteki satışlarını daha doğru tahmin etmelerine yardımcı olmayı amaçlamaktadır.

Bölüm 2

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Veri Seti

Bu çalışmada kullanılan veri seti, Şimşek Ambalaj tarafından sağlanan ve belirli bir döneme ait aylık satış verilerini içermektedir. Veriler, 2021-2024 yılları arasında gerçekleşen aylık satış miktarlarını kapsamaktadır. Veri seti, toplam satış miktarlarını ve tarih bilgilerini içermektedir. Veriler, Şimşek Ambalaj'ın iç veri tabanından elde edilmiş ve analiz için uygun formatta hazırlanmıştır.

Veri toplama süreci, Şimşek Ambalaj tarafından düzenli olarak tutulan satış kayıtlarının bir araya getirilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Bu veriler, satış performansının detaylı bir analizini yapmak ve gelecekteki satış miktarlarını tahmin etmek amacıyla kullanılmıştır. Verilerin doğruluğu ve bütünlüğü, veri temizleme süreçleriyle sağlanmıştır; eksik veriler tespit edilip tamamlanmış ve aykırı değerler düzeltilmiştir.

Bu çalışmada, ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) ve Holt-Winters modelleri kullanılarak satış tahminleri yapılmıştır. Ayrıca, makine öğrenmesi algoritmaları da bu tahmin sürecinde değerlendirilmiştir.

2.2 ARIMA Modeli

ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) modeli, zaman serisi verilerinin analizinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. ARIMA modeli, verinin kendi gecikmeli değerleri (autoregressive), farkları (integrated) ve hareketli ortalamaları (moving average) ile tahmin edilmesini sağlar. ARIMA modelinin parametreleri olan p , d ve q değerleri belirlenerek model oluşturulmuştur.

- **p:** Gecikme derecesi (autoregressive term)
- **d:** Fark derecesi (integrated term)
- **q:** Hareketli ortalama derecesi (moving average term)

Bu parametreler, veri seti üzerinde yapılan analizler ve istatistiksel testler sonucunda belirlenmiştir.

Mevsimsel etkileri dikkate almak için, mevsimsel ARIMA (SARIMA) modeli kullanılmıştır. Bu model, mevsimsel etkileri (seasonal_order) de içermektedir. Modelin eğitim süreci, zaman serisi verisinin trend ve mevsimsel bileşenlerini öğrenmesini sağlar. Eğitilen model, gelecekteki satışları tahmin etmek için kullanılır.

2.3 HOLT-WINTERS Modeli

Holt-Winters modeli, mevsimsel veriler için kullanılan bir zaman serisi tahmin yöntemidir. Bu model, trend ve mevsimsellik bileşenlerini dikkate alarak tahmin yapar. Holt-Winters modeli, üç bileşeni içerir: seviye (level), trend ve mevsimsellik (seasonality). Bu bileşenler, modelin her bir zaman noktasında veriyi en iyi şekilde tahmin etmesini sağlar.

Bu çalışmada, eklenmiş (additive) mevsimsellik ve 12 aylık mevsimsel dönem kullanılmıştır. Holt-Winters modelinin uygulanması, bu parametrelerin belirlenmesi ve modelin eğitilmesini içerir.

Modelin eğitim süreci, zaman serisi verisinin trend ve mevsimsel bileşenlerini öğrenmesini sağlar. Eğitilen model, gelecekteki satışları tahmin etmek için kullanılır.

Bu bölümde kullanılan veri seti, analiz yöntemleri ve araçlar detaylı olarak açıklanmıştır. Bir sonraki bölümde, yapılan analizlerin sonuçları ve modellerin performansları sunulacaktır.

Bölüm 3

3. Bulgular

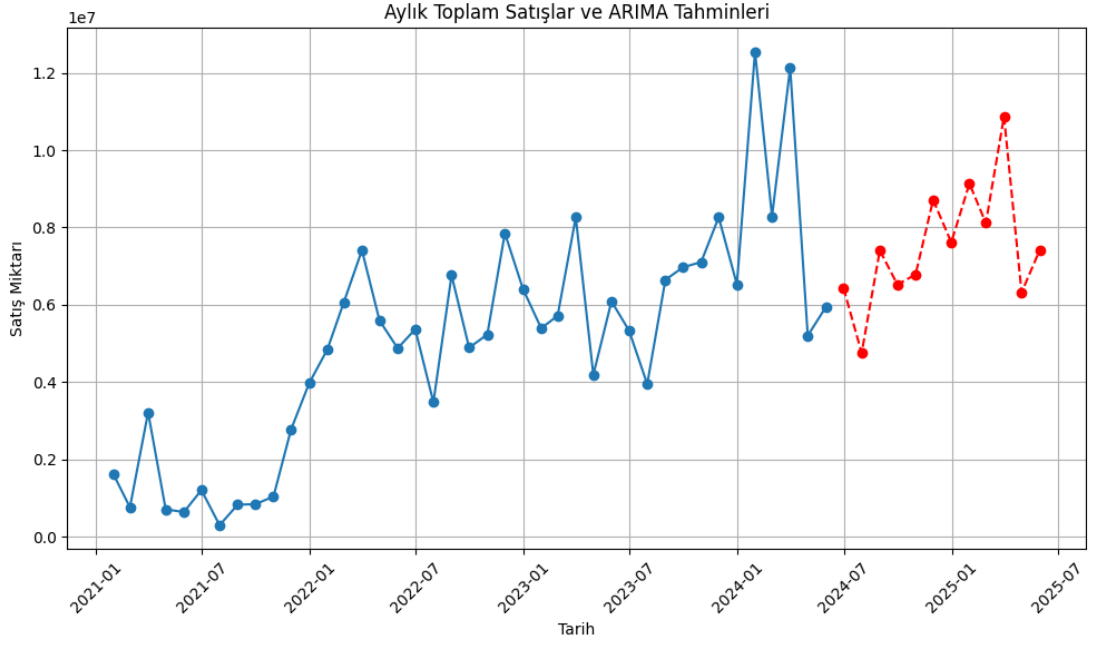
Bu bölümde, ARIMA ve Holt-Winters modelleri ile yapılan tahminlerin sonuçları sunulacaktır. Modellerin performansları geçmiş verilerle karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

3.1 ARIMA Modeli Sonuçları

ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) modeli, zaman serisi verilerinin analizinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. ARIMA modeli, verinin kendi gecikmeli değerleri (autoregressive), farkları (integrated) ve hareketli ortalamaları (moving average) bileşenlerini dikkate alarak tahmin yapar. Bu model, Box ve Jenkins (1976) tarafından geliştirilen ve zaman serisi analizinde önemli bir yer tutan bir yöntemdir.

Literatürde, ARIMA modeli çeşitli alanlarda zaman serisi tahminleri yapmak için kullanılmaktadır. Ekonomik verilerden meteorolojik verilere, stok seviyelerinden enerji tüketimine kadar birçok alanda ARIMA modeli başarılı sonuçlar vermiştir. ARIMA modelinin esnek yapısı, modelin veriye uyum sağlamasını ve çeşitli dönemlerdeki verilerde doğru tahminler yapmasını sağlar.

Bu çalışmada, ARIMA modeli kullanılarak firmanın gelecekteki satış tahminleri yapılmıştır. Aşağıdaki grafik, ARIMA modelinin eğitildiği geçmiş veriler ve gelecekteki tahmin edilen değerleri göstermektedir.



Şekil 3.1: ARIMA Tahminleri

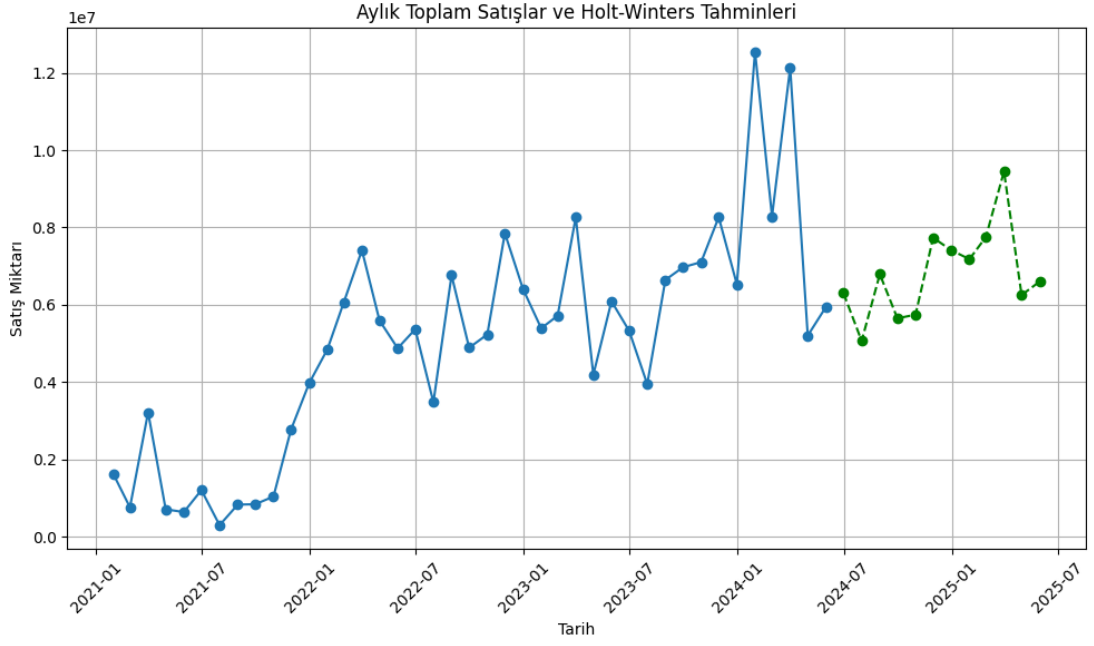
Yukarıdaki grafik, ARIMA modelinin gelecekteki 12 ay için yaptığı tahminleri göstermektedir. ARIMA modeli, verinin iç yapısını öğrenerek gelecekteki değerleri tahmin etmektedir.

3.2 HOLT-WINTERS Modeli Sonuçları

Holt-Winters modeli, mevsimsel veriler için kullanılan bir zaman serisi tahmin yöntemidir. Bu model, trend ve mevsimsellik bileşenlerini dikkate alarak tahmin yapar. Holt-Winters modeli, üç bileşeni içerir: seviye (level), trend ve mevsimsellik (seasonality). Bu bileşenler, modelin her bir zaman noktasında veriyi en iyi şekilde tahmin etmesini sağlar.

Literatürde, Holt-Winters modeli özellikle mevsimsel verilerde başarılı sonuçlar vermiştir. Makridakis ve Hibon (2000) tarafından yapılan çalışmalar, Holt-Winters modelinin mevsimsel veriler üzerindeki başarısını vurgulamaktadır. Holt-Winters modeli, periyodik dalgalanmaların belirgin olduğu veri setlerinde, trend ve mevsimsel bileşenleri ayrı ayrı değerlendirerek daha doğru tahminler yapmaktadır.

Bu alışmada, Holt-Winters modeli kullanılarak firmanın gelecekteki satış tahminleri yapılmıştır. Aşağıdaki grafik, Holt-Winters modelinin eğitildiği geçmiş veriler ve gelecekteki tahmin edilen değerleri göstermektedir.



Şekil 3.2: Holt-Winters Tahminleri

Yukarıdaki grafik, Holt-Winters modelinin gelecekteki 12 ay için yaptığı tahminleri göstermektedir. Holt-Winters modeli, mevsimsel bileşenlerin belirgin olduğu verilerde daha doğru tahminler yapmaktadır.

Bölüm 4

4. Tartışma

Bu bölümde, ARIMA ve Holt-Winters modelleri ile elde edilen tahmin sonuçları ve bu modellerin performansları üzerinde durulacaktır. Ayrıca, çalışmanın güçlü ve zayıf yönleri tartışılacak ve gelecekteki çalışmalar için öneriler sunulacaktır.

ARIMA ve Holt-Winters modelleri, zaman serisi tahminlerinde yaygın olarak kullanılan iki güçlü yöntemdir. Bu çalışmada, her iki model de firmanın geçmiş satış verileri üzerinde eğitilmiş ve gelecekteki satışları tahmin etmek için kullanılmıştır. Modellerin tahmin sonuçları incelendiğinde, her iki modelin de belirli koşullar altında başarılı tahminler yapabildiği görülmüştür.

ARIMA Modeli: ARIMA modeli, zaman serisi verilerinin kendi gecikmeli değerleri, farkları ve hareketli ortalamalarını dikkate alarak tahmin yapmaktadır. Bu model, özellikle trendin belirgin olduğu ve mevsimsel etkilerin olmadığı verilerde iyi sonuçlar vermektedir. Ancak, mevsimsel bileşenlerin belirgin olduğu veri setlerinde performansı sınırlı olabilir.

Holt-Winters Modeli: Holt-Winters modeli, trend ve mevsimsellik bileşenlerini dikkate alarak tahmin yapmaktadır. Bu model, mevsimsel dalgalanmaların belirgin olduğu veri setlerinde daha doğru tahminler yapabilmektedir. Holt-Winters modelinin esnek yapısı, mevsimsel etkileri ve trendi ayrı ayrı değerlendirerek daha hassas tahminler yapmasını sağlamaktadır.

4.1 Çalışmanın Güçlü Yönleri:

Çeşitli Modellerin Kullanımı: Çalışmada hem ARIMA hem de Holt-Winters modelleri kullanılarak karşılaştırmalı bir analiz yapılmıştır. Bu, farklı model yaklaşımlarının veriler üzerindeki performansını değerlendirerek en uygun modeli seçme imkanı sunmaktadır.

Detaylı Veri Analizi: Veri seti üzerinde detaylı analizler yapılmış, eksik veriler ve aykırı değerler düzeltilmiştir. Bu, modelin tahmin doğruluğunu artırmıştır.

Geleceğe Yönelik Tahminler: Çalışma, gelecekteki satışları tahmin ederek firmanın stratejik karar alma süreçlerine katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Bu, işletmenin gelecekteki performansını öngörmesi açısından değerlidir.

4.2 Çalışmanın Zayıf Yönleri:

Veri Kısıtlamaları: Çalışmada kullanılan veri seti, yalnızca belirli bir döneme ait aylık satış verilerini içermektedir. Daha uzun bir zaman dilimine yayılan ve daha sık veri noktaları içeren veri setleri kullanılarak modelin performansı daha da artırılabilir.

Mevsimsel Değişkenlik: ARIMA modelinin mevsimsel bileşenleri dikkate almadığı durumlarda, mevsimsel dalgalanmaların belirgin olduğu veri setlerinde performansı sınırlı olabilir. Bu durumda, mevsimsel etkileri dikkate alan modellerin kullanılması daha doğru sonuçlar verebilir.

4.3 Gelecekteki Çalışmalar İçin Öneriler:

Bu çalışma, ARIMA ve Holt-Winters modelleri kullanılarak gelecekteki satış tahminlerinin yapılması konusunda önemli bilgiler sunmaktadır. Gelecekteki çalışmalar, aşağıdaki öneriler doğrultusunda genişletilebilir:

Daha Fazla Veri Kullanımı: Daha uzun bir zaman dilimine yayılan ve daha sık veri noktaları içeren veri setleri kullanılarak modelin performansı artırılabilir. Ayrıca, farklı veri kaynakları (örneğin, pazar trendleri, ekonomik göstergeler) da modele dahil edilerek tahmin doğruluğu artırılabilir.

Diğer Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Kullanımı: Bu çalışmada kullanılan ARIMA ve Holt-Winters modellerinin yanı sıra, destek vektör makineleri, yapay sinir ağları ve karar ağaçları gibi diğer makine öğrenmesi algoritmaları da değerlendirilerek karşılaştırmalı analizler yapılabilir.

Modelin Güncellenmesi: Model, yeni verilerle düzenli olarak güncellenerek tahmin doğruluğu sürekli olarak artırılabilir. Bu, modelin dinamik değişimlere uyum sağlamasını ve daha doğru tahminler yapmasını sağlar.

Bu bölümde, ARIMA ve Holt-Winters modelleri ile elde edilen sonuçlar ve modellerin performansları tartışılmıştır. Çalışmanın güçlü ve zayıf yönleri değerlendirilmiş ve gelecekteki çalışmalar için öneriler sunulmuştur. Bir sonraki bölümde, çalışmanın genel bir değerlendirmesi ve sonuçları ele alınacaktır.

Bölüm 5

5. Sonuç

Bu çalışma, bir firmanın geçmiş satış verilerini kullanarak geleceğe yönelik tahminler yapmayı amaçlamış ve bu doğrultuda ARIMA ve Holt-Winters modelleri uygulanmıştır.

Hızla değişen pazar koşulları ve rekabet ortamında, satış tahminlemesi işletmelerin stratejik kararlar alması için kritik bir araçtır. Bu çalışmada, firmanın satış verilerini kullanarak gelecekteki satış miktarlarını tahmin etmek amacıyla ARIMA ve Holt-Winters modelleri kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan veri seti, firmanın belirli bir döneme ait aylık satış verilerini içermektedir. ARIMA ve Holt-Winters modelleri kullanılarak tahminler yapılmış ve bu modellerin literatürdeki kullanımları incelenmiştir.

ARIMA modeli, verinin kendi gecikmeli değerleri, farkları ve hareketli ortalamalarını dikkate alarak tahmin yaparken, Holt-Winters modeli trend ve mevsimsellik bileşenlerini dikkate alarak tahmin yapmıştır. Her iki model de belirli koşullar altında başarılı tahminler yapabilmektedir.

Sonuç olarak, bu çalışma, ARIMA ve Holt-Winters modellerinin firmanın satış verileri üzerinde nasıl kullanılabileceğini ve hangi koşullar altında daha iyi performans gösterebileceğini göstermektedir. Elde edilen bulgular, işletmelerin gelecekteki satış stratejilerini belirlemede önemli bir rol oynamaktadır.

Kaynaklar

Box, G. E. P., & Jenkins, G. M. (1976). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Holden-Day.

Makridakis, S., & Hibon, M. (2000). The M3-Competition: Results, conclusions, and implications. *International Journal of Forecasting*, 16(4), 451-476

Brockwell, P. J., & Davis, R. A. (2002). *Introduction to Time Series and Forecasting*. Springer.

Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: Principles and Practice*. OTexts.

Montgomery, D. C., Jennings, C. L., & Kulahci, M. (2015). *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*. John Wiley & Sons.

Chatfield, C. (2004). *The Analysis of Time Series: An Introduction*. Chapman and Hall/CRC.