ANOMALİ TESPİTİ VE SUİSTİMAL ÖNLEME: TELEKOMÜNİKASYON SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

[1]Utku KOC , [2]Özge ÖZALANYALI, [3]Özgür BULUT
[1] MEF Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, utku.koc@mef.edu.tr
ORCID No : https://orcid.org/0000-0001-6699-6195
[2, 3] Turkcell Teknoloji A.Ş., Information&Communication Technologies, Risk Man.&Digital Sales Solutions, İstanbul
[2] ozge.ozalanyali@turkcell.com.tr, ORCID No : https://orcid.org/0009-0009-8774-2739
[3] ozgur.bulut@turkcell.com.tr, ORCID No : https://orcid.org/0009-0002-4651-6232

Anahtar Kelimeler
Anomali Tespiti
Suistimal Önleme
Büyük Veri Analizi
Güvenlik Yönetimi
Risk Yönetimi

Öz

Bu çalışmada, telekom sektöründeki satış kanallarında ortaya çıkan anomalilerin tespitine ve suistimal olabilecek durumların engellenmesine yönelik istatistiksel bir yöntem geliştirilmiştir. Yöntemin geliştirilmesi ve test edilmesi sürecinde 371 farklı satış kanalına ait 9 aylık tüm satış bilgileriyle 340 binden fazla gerçek veri noktası kullanılmıştır. Anomali tespitinde en çok karşılaşılan engellerden biri yöntemin anomali olarak işaretlediği noktaların gerçekten anomali olup olmadığının teyit edilmesindeki zorluktur. Her bir kanalın kendi kontrol grubunu oluşturduğu bu çalışmada ise yöntemin anomali olarak işaretlediği noktaların gerçekten bir anomali olup olmadığı ilgili iş birimi tarafından değerlendirilmiş ve teyit edilmiştir. Her bir satış kanalı için günlük güven aralıkları ayrı ayrı hesaplanmış ve bu aralığın dışına çıkan durumlara hızlı tepki veren bir yöntem kullanılarak olası suistimallerin önüne geçilmiştir. Elde edilen bulgular, önerilen yöntemin anomali tespitinde başarılı olduğunu ve satış süreçlerindeki potansiyel suistimallerin önüne geçtiğini ve dolayısıyla müşteri memnuniyetini artırdığını göstermektedir. Geliştirilen yöntem yüksek performans ve ölçeklenebilirliği sağlamak için çoklu mimari yapısında uygulamaya alınmıştır. Geliştirilen yöntem ve uygulama, güvenlik ve veri bütünlüğü konularında da önemli avantajlar sunmaktadır. İlgili iş birimlerinin hızlı ve etkili kararlar alabilmesi, organizasyonun genel risk yönetimi stratejisine büyük katkı sağlamaktadır. Bu sayede, potansiyel tehditler zamanında tespit edilerek işletmenin güvenlik standartları korunmakta ve sürdürülebilir bir operasyonel çevre yaratılmaktadır. Ayrıca, projenin teknik yapısı anomali tespit sisteminin sürekli iyileştirilmesi hem yazılımın performansını artıracak hem de daha ileri düzeyde veri analizi imkanı sunacaktır. Sonuçlar, telekom şirketlerinin stratejik karar alma süreçlerine önemli katkılarda bulunarak rekabet avantajı sağlamalarına yardımcı olmaktadır.

ANOMALY DETECTION AND FRAUD PREVENTION: AN APPLICATION IN TELECOMMUNICATIONS

Keywords
Anomaly Detection
Fraud Prevention
Big Data Analytics
Security Management
Risk Management

Abstract

This study develops statistical methods to detect anomalies in telecom sales channels to prevent potential misuse. Over 340,000 data points spanning 9 months from 371 different sales channels were utilized during the development and testing of the proposed method. One of the major challenges in anomaly detection is confirming whether the flagged points are indeed anomalies. In this study, each sales channel served as its control group, and the points marked as anomalies by the method are evaluated and validated by the relevant business unit. For each sales channel, daily confidence intervals are calculated separately, and a method providing rapid response is used to prevent potential misuse for cases falling outside these intervals. Findings demonstrate that the proposed method successfully identifies anomalies and prevents potential misuse in sales processes, thus enhancing customer satisfaction. The method is implemented within a multi-architecture structure to ensure high performance and scalability. Additionally, the method and its application offer significant advantages in security and data integrity, enabling quick and effective decision-making by relevant business units, contributing substantially to the organization's overall risk management strategy. This proactive approach safeguards security standards and creates a sustainable operational environment by timely detecting potential threats. Furthermore, the technical structure of the project supports continuous improvement of the anomaly detection system, enhancing software performance and enabling more advanced data analysis. These results provide valuable insights into strategic decision-making for telecom companies, supporting a competitive advantage.

Uygulama ve Araştırma Makalesi — Application and Research Article
Başvuru Tarihi : 19.11.2024 — Submission Date : 19.11.2024
Kabul Tarihi : 17.11.2025 — Accepted Date : 17.11.2025

* Sorumlu yazar: utku.koc@mef.edu.tr, https://doi.org/10.31796/ogummf.1587899

1. Giriş

Bu çalışmada Türkiye'nin lider telekomünikasyon şirketinin 9 aylık 344.232 satış verisi kullanılarak market satış kanallarında oluşan anomalileri tespit etmek ve olası suistimalleri engellemek üzere bir yöntem önerilmiştir. Önerilen yöntemin tespit ettiği anomaliler iş birimi tarafından teyit edilmesi ile alanyazında bir fark katmaktadır. Ayrıca her bir satış kanalının ayrı ayrı değerlendirildiği, kendi kontrol grubunu oluşturduğu yöntem canlı olarak uygulanmasıyla da bir fark oluşturmaktadır. Şirketin farklı satış kanalları bulunmakla birlikte, bu çalışmada özellikle market satış kanalları üzerine odaklanılmıştır. Market kanalı, her bir market zincirinin ayrı bir kanal, her bir satış noktasının ise alt kanal olarak değerlendirildiği bir yapıya sahiptir. Her bir alt kanal, fiziksel bir POS cihazında gerçekleştirilen işlemleri ifade etmektedir. Bu işlemler, TL yükleme veya paket satışı olarak iki ana gruba ayrılmaktadır.

Çalışma temel olarak anomalilerin tespiti olsa da tespit edilen anomalinin bir suistimal olup olmadığı iş birimi tarafından değerlendirilmektedir. Bununla birlikte yöntemin canlı uygulaması anomali düzeyine göre satış kanalını (suistimal değerlendirmesi tamamlanana kadar) geçici olarak kapatmaya olanak sağlamaktadır. Bu sayede önerilen yöntem anomali tespitinin ötesinde suistimal engelleme yöntemi olarak da değerlendirilebilir. Dolayısıyla çalışmamız hem anomali tespiti hem de suistimal tespiti ve engellenmesi alanyazınına katkı sağlamaktadır.

Market kanallarında yapılan satışlarda kullanılan POS cihazları farklı zamanlarda, farklı üreticiler tarafından farklı teknoloji seviyelerinde üretilmişlerdir. Bu sebeple cihazlarda (alt kanallarda) olan satış seçenekleri farklılık gösterebilmektedir. Güncel olmayan bir satış seçeneği bazı alt kanallarda -aktif seçenekler arasında görünmemesine rağmen, kullanılmaya devam edebilmektedir. Böyle bir yanlışlığın sürekli olarak kullanılması suistimal olarak değerlendirilmektedir. Özellikle paket içeriklerinin ve fiyatlarının sıklıkla güncellendiği yüksek enflasyon dönemlerinde bu farklılıklar firmayı zarara uğratmaktadır. Firma, belli coğrafi bölgelere özgü süreli kampanyalar da önermektedir. Bu seçeneklerin sıklıkla başka coğrafi bölgelerde ve süresi dışında kullanımı da suistimal olarak değerlendirilmektedir.

Suistimal ya da anomali olarak değerlendirilebilecek durumlar, gerçekleştirilen işlem sayısı veya işlemin toplam bedeli üzerinden hesaplanmaktadır. Satış adedinde olağandışı yüksek değerler aktif olmayan bir seçeneğin kullanılmasını işaret edebilir. Bunun yanı sıra, bazı alt kanalların satış adedi veya miktarındaki aşırı dalgalanmalar dikkat çekmiştir. Aşırı dalgalanma olan alt kanallar için düşük değerler satış kaybı, yüksek değerler ise suistimal ihtimali olarak değerlendirilebilir. Bu gibi kanalların çok yüksek ya da düşük satış performansları detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Dolandırıcılık veya susitimal tespiti, alanyazında sıklıkla incelenen ve gelişmiş yöntemlerin uygulandığı bir araştırma alanıdır. Özellikle bankacılık ve e-ticaret gibi sektörlerde yapılan çalışmalar, genellikle bireylerin finansal davranışlarının analizi üzerine odaklanmaktadır. Örneğin, kredi kartı dolandırıcılığı tespiti bu alanda en sık karşılaşılan konulardan biridir. Bu çalışmalarda, bir kredi kartı sahibinin veya bireyin alışveriş alışkanlıkları incelenir ve bu kişinin farklı kanallardan yaptığı alışverişlerin anormal olup olmadığı tespit edilmeye çalışılır. Alışveriş yapan kişinin, kredi kartını farklı coğrafi bölgelerde, kısa süre içinde birden fazla kez kullanması veya alışveriş miktarlarında ani bir artış gibi durumlar, potansiyel bir dolandırıcılık vakası olarak değerlendirilir. Dolayısıyla bu tarz çalışmalarda odak noktası, kişinin finansal davranışları ve bu davranışların normal kalıpların dışına çıkıp çıkmadığıdır.

Bizim çalışmamız ise alanyazında sıkça karşılaşılan birey odaklı dolandırıcılık tespiti yaklaşımlarından ayrılmaktadır. Bu çalışmada, odak noktamız alışveriş yapan kişiler değil, bireylere satış yapan kanalların davranışlarıdır. Yani, kredi kartı veya birey üzerinden bir anomali tahmini yapmak yerine, satış yapan market kanallarının satış davranışlarının normal dışı bir durum gösterip göstermediğini analiz ediyoruz. Özellikle telekomünikasyon sektörüne özgü bu çalışmada, şirketin market kanalları üzerinden yapılan TL yükleme ve paket satışlarına odaklanılmaktadır. Burada her bir market kanalı, çeşitli alt kanallar altında organize edilmiş olup, bu alt kanallar fiziksel POS cihazları üzerinden işlem yapmaktadır. Çalışmanın amacı, belirli bir alt kanalın satış davranışında normal dışı, yani anormal bir durum olup olmadığını tespit etmektir.

Dolayısıyla, alanyazındaki dolandırıcılık tespiti çalışmalarından farklı olarak, biz bireysel müşteri hareketlerinden ziyade, satışların gerçekleştirildiği market zincirlerinin ve bu zincirlere bağlı alt kanalların davranış kalıplarını analiz ediyoruz. Kanalların satış adetleri, işlem zamanları, kampanya kullanım şekilleri ve coğrafi dağılımları incelenerek, suistimal veya anomali teşkil edebilecek durumlar tespit edilmeye çalışılmaktadır. Ayrıca, bazı alt kanalların satış rakamlarında gözlemlenen aşırı dalgalanmalar da incelenmiş olup, bu tür davranışların normalden sapmalarının nedenleri araştırılmıştır.

Özetle problem tanımımız her bir satış kanalının günlük satış performansını kendi geçmiş performansı ile karşılaştırarak olağan dışı düşük veya yüksek değerleri tespit etmek üzerine kurgulanmıştır. Olağandışı düşük değerler potansiyel satış kaybı olarak değerlendirilmekte ve ilgili birime yönlendirilmektedir. Olağandışı yüksek satışlar ise anomali olarak

değerlendirilmektedir. Her bir alt kanal için anomali olarak değerlendirilebilecek limitler belirlenmekte ve bu limitler dışındaki satışlara müsade edilmemekte veya bu satış trendleri ilgili birimlerce detaylı incelenmektedir. Telekomünikasyon sektöründe karşılaşılan suistimal risklerini daha geniş bir bağlamda ele alarak, satış kanallarındaki anomalilerin erken tespiti için bir yöntem önerilmektedir.

Makale, bilimsel yazın taramasının ikinci bölümde verilmesi ile devam etmektedir. Üçüncü bölümde veriler hakkında detaylar paylaşılmıştır. Dördüncü bölümde kullanılan yöntemler verilmektedir. Çalışma sonunda önerilen yöntemlerin uygulama detayları beşinci bölümde paylaşılmıştır. Son olarak makale tartışma ve sonuç bölümleri ile tamamlanmıştır.

2. Bilimsel Yazın Taraması

Makalenin bu kısmında alanyazındaki ilgili çalışmalar paylaşılmıştır. Çalışmanın konusu alanyazında iki temel alana dayanmaktadır. Bunlar dolandırıcılık tespiti ve önlenmesi ve anomali tespiti olarak ifade edilebilir. Dolandırıcılık tespiti ve önlenmesi alanları özellikle e-ticaret'in gelişmesi ile oldukça ilgi gören bir alan olmuştur.

Rodrigues, Policarpo, Silveira, Righi, Costa, Barbosa, Antunes, Scorsatto ve Arcot (2022), e-ticarette dolandırıcılık tespiti ve önlenmesi üzerine yazılmış 64 makaleyi inceleyen bir yazın taraması gerçekleştirmişlerdir. Dolandırıcılığın özellikle kredi kartı kullanımı ve çevrimiçi ödemeler bağlamında daha belirgin hale geldiği vurgulanmaktadır. Ancak, e-ticaret için dolandırıcılığı önleme stratejilerine dair literatürde önemli bir eksiklik bulunduğuna da dikkat çekmektedir. Bu alanda Çok Katmanlı Algılayıcı (Multi-Layer Perceptron) ve En Yakın Komşu (K-Nearest Neighbors) gibi algoritmalar öne çıkarken, e-ticaret sistemlerinde otomatik bot tespiti stratejilerinin yeterince ele alınmadığı da belirtilmektedir.

Öte yandan anomali tespiti konusunda da uzun yıllara yayılan bir alanyazın bulunmaktadır. Bu konudaki çalışmaların alt kolu olarak zaman serileri üzerinde anomali tespiti konusunda Blázquez-García, Conde, Mori ve Lozano (2021) bir özet ve tarama çalışması yayımlamışlardır. Yaptığımız çalışma Blázquez-García ve diğ.'nin (2021) çalışması aykırı değer tespit tekniğini karakterize eden temel unsurlara dayalı bir sınıflandırma sunmaktadır. Biz de çalışmamızın detaylarını bu sınıflandırmayı da kullanarak paylaşacağız.

Aykırı değer "diğer gözlemlerden olan farkının yüksekliği başka bir mekanizma tarafından üretildiği şüphesini uyandıran değer" olarak tanımlanabilir (Hawkins, 1980). Aykırı değerler beklenen davranışı izlemeyen gözlemler olarak düşünülebilir. Bu tanımla aslında iki tür aykırı değer ön plana çıkmaktadır. İstenmeyen (hatalı) veri ve ilgilenilen (anomali oluşturan) veri. İstenmeyen veri, veri kümesinin kirliliğine bağlı aykırı değerlerdir. Sensörlerden gelmesi gereken ancak hatalı gelen veriler, bir satış verisindeki negatif değerler hatalı verilere örnek gösterilebilir. Bu grupta tespit edilen aykırı değerler genellikle temizlenir ve kullanılmaz. Öte yandan bu çalışmayı ilgilendiren asıl konusunu oluşturan aykırı değerler ikinci gruptadır. İkinci gruptaki aykırı değerlerin tespiti ve incelenmesi anomali tespiti olarak ifade edilebilir. Dolandırıcılık tespiti buna bir örnektir, çünkü ana amaç aykırı değerin kendisini tespit etmek ve analiz etmektir.

Xu, Liu ve Yao (2019) yayımladıkları tarama çalışmasında anomali tespiti konusundaki zorluklara dikkat çekmişlerdir. Yüksek boyutlu ve karma veri türlerinde geleneksel mesafe ölçütlerinin yetersiz kaldığını, komşu temelli yöntemler için ise doğru komşu sayısının belirlemenin kritik olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca, nadir görülen anomaliler için doğru tespit performansını değerlendirmek de büyük bir zorluktur. Bunun en temel sebebi yöntem tarafından anomali olarak ifade edilen verinin gerçekten (başka bir mekanizma tarafından üretilen) anomali olup olmadığının tespitinin zorluğudur.

Anomaliler genellikle nadir olduğundan ve gerçek verilerde doğrulama verisi çoğu zaman bulunmadığından, tespit performansını etkili ve kapsamlı bir şekilde değerlendirmek de önemli bir zorluktur. Bizim çalışmamızda ise alanyazından farklı olarak yöntemler tarafından anomali-aykırı değer olarak önerilen verinin gerçekten bir anomali oluşturup oluşturmadığı iş birimi tarafından denetlenmiş ve teyit edilmiştir.

Çalışmamızda verileri bir zaman serisine çevirerek analiz ettik. Zaman serilerinde aykırı değer tespiti verinin seri şeklinde ifade edilmesinden ötürü genel yöntemlere göre farklılık göstermektedir. Blázquez-García ve diğ. (2021) tarafından ifade edilen taksonomiye göre aykırı değer tespiti girdi verisine göre tek değişkenli ya da çok değişkenli olabilir. Bizim çalışmamız çok değişkenli zaman serisi kullanmaktadır. Çok değişkenli zaman serilerinde anomali tespit yöntemlerinden birisi zaman serilerini ayırıp tek değişkenli olarak değerlendirmek ve her birinde bir anomali tespit etmektir. Yine aynı taksonomide aykırı değeri noktasal (tek bir değer) veya alt-seri olarak tespit eden yöntemler olarak ayırabiliriz. Bizim çalışmamızda önerdiğimiz yöntem noktasal aykırı değer tespit etmek üzere kurgulanmış olsa da, seri halinde oluşan aykırı değerleri de kısmen tespit edilebilmektedir.

Aykırı değeri beklenenden anlamlı derecede farklı bir değer olarak tanımladığımızda zaman serisilerindeki analiz aslında bir beklenen değer aralığı hesaplamaya ve bir sonraki değerin bu aralıkta olup olmadığının

veya beklenen değere uzaklığının tespiti olarak özetlenebilir. Beklenen değere olan uzaklık düşünüldüğünde anomali tespiti bir tahminleme problemine dönüşmektedir.

Çok değişkenli zaman serilerinde anomali tespiti konusunda Zhou, Qin, Xu, Sadiq, ve Yu (2018) deniz tabanı gözlem verilerini incelemişlerdir. ARIMA modeli geliştirilerek kayar pencere kullanımıyla veri kalitesi(anomali) kontrolü yapılmıştır. Ayrıca, veri kalitesi sonuçlarını ve işleme sürecini tanımlamak için bir kalite kontrol sistemi önerilmiştir. Yine bu çalışmada standart kalite kontrol yöntemleri ile beklenen değerden 2 veya 3 standart sapma uzaklıkta olan değerler anomali olarak ifade edilmiştir.

Bizim çalışmamızda Zhou ve diğ. (2018) çalışmasına benzer şekilde çok değişkenli veri seti oluşturulmuş, tek değişkenli seriler ayrı ayrı incelenmiş, beklenenden sapma miktarı yüksek olan değerler uzman görüşü ile değerlendirilmiştir.

Munir, Siddiqui, Dengel, ve Ahmed (2019) önerdikleri DeepAnT yaklaşımında da benzer bir yaklaşım uygulamaktadır. Bir zaman serisi tahmin modülü, belirlenen ufuktaki bir sonraki zaman damgasını tahmin etmek için yapay öğrenme yöntemlerini kullanır. Zaman serisinden bir pencereyi girdi olarak alan bu modül, bir sonraki zamandaki beklenen değeri tahmin etmeye çalışır. Tahmin edilen değer, normal veya anormal olarak işaretlenmek üzere anomali tespit modülüne iletilir. Bizim çalışmamızda da buna benzer bir tahmin / işaret yöntemi kullanılmakla birlikte, tahmin ve işaretleme yöntemlerinin istatistik temelli oluşu ve anomali olarak işaretlenen noktaları uzman görüşü ile teyit edilmesi yönünden farklılık göstermektedir.

3. Veri ve Yöntem

Bu çalışmada gerçek bir telekomünikasyon firmasının, 01.11.2021 ile 31.07.2022 tarihleri arasındaki 273 iş gününe ait veriler kullanılmıştır. Veriler sadece market kanalı ile yapılan satışları içermektedir. Toplam 6 market grubu bulunmaktadır. Her bir market grubu bir satış ana kanal olarak adlandırılmaktadır. Bazı market gruplarına ait her bir fiziksel market veya büyük marketler için her bir fiziksel POS cihazının verileri ayrı ayrı işlenmektedir. Bu tip durumlar ile 6 ana satış kanalına bağlı 371 adet alt kanal için veriler bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında her bir en detaylı POS cihazı bir kanal olarak ifade edilmektedir. Tüm kanallarda toplam 344.232 adet işlem bulunmaktadır. Ancak, bazı ana kanallar için alt kanal bilgisi mevcut değildir. Bunun nedeni, satış işlemlerinin gerçekleştirildiği POS cihazlarının firmaya değil, satış kanalına ait olmasıdır. Dolayısıyla, her kanal için coğrafi detaylara ulaşmak mümkün olmamıştır. Eldeki veride her bir işlem için ayrı bir satır bulunmaktadır. Her bir satırda işlem yapılan telefon numarası, ana kanal / alt kanal bilgileri/ satın alınan paket kodları ve ödenen bedelleri, işlemin yapıldığı tarih ve saniye bazında zamanı, ödeme aracı (nakit / kredi kartı) ve işlemin gerçekleşme durumu bulunmaktadır. Çalışmada telefon numarası bilgileri maskelenmiş olduğundan hiç bir kişisel veri kullanılmamıştır. Bu çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Yöntem kısmı verilerin temizleme ve düzenlemesi ile başlamış ve yapılan ön analizlerle verinin haftalık, aylık, günlük (saatlere bağlı) bir trend veya sezonsallık gösterip göstermediği incelenmiştir. Sonrasında klasik zaman serisi analizi için iki performans metriği tanımlanmıştır. Bu metrikler için güven aralığı hesaplanmış ve klasik bir yaklaşım ile güven aralığının dışındaki noktalar anomali olarak işaretlenlenmiştir. Bunlara ek olarak satış verisinin dinamik ve volatil yapısına uygun iki ek performans metriği tanımlanmıştır. Bu performans metriklerinin şüpheli derecede yüksek seyrettiği durumlar da anomali olarak işaretlenmiştir. Özetle yöntemimiz klasik zaman serisi tahmin ve güven aralığına ek olarak volatilite üzerine istatistiksel yöntemler kullanan hibrit bir yöntemdir. Çalışmanın bu bölümünde veri ve yöntemin detayları verilmiştir.

3.1 Veri Temizleme ve Düzenleme

Çalışmamızda her alt kanalın satışları, birbirinden bağımsız coğrafi bölgelerde gerçekleşen işlemler olarak ele alınmıştır. Bu sayede, coğrafi faktörlerin ve bölgesel pazar farklılıklarının satış verilerine olan etkilerini daha iyi izleyebilmek mümkün hale gelmiştir. Alt kanalların coğrafi olarak ayrılması, analiz sürecinde her bir kanalın kendine özgü pazar dinamiklerini anlamaya yönelik daha spesifik bulgular ortaya koymamıza olanak tanımıştır. Böylece, bölgesel pazarlar arasındaki farkları göz önünde bulundurarak anomalilerin daha tutarlı bir şekilde tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın sınırları dahilinde, aynı coğrafi bölgede veya birbirine fiziksel olarak yakın konumlanan marketlerin satış ilişkileri göz ardı edilmiştir. Bu varsayım, marketlerin satışlarının birbirinden bağımsız olarak değerlendirileceği bir analiz yöntemi benimsenmesine dayanmaktadır. Marketlerin fiziksel yakınlığı dolayısıyla oluşabilecek ortak müşteri kitlesi veya pazar dinamikleri göz önüne alınmamış, bu marketler bağımsız birimler olarak ele alınmıştır. Bu tercih, analiz sürecinde her bir alt kanalın bireysel performansını ve potansiyel anomali göstergelerini izlemeye yönelik bir yaklaşım benimsenmesini sağlamıştır.

Yapılan çalışmanın temel amaçlarından birisi tespit edilen anomalinin bir suistimale işaret edip etmediğidir. Dolayısıyla suistimale işaret etmesi mümkün olmayan anomaliler kısmen daha önemsiz olarak değerlendirilebilir. Çalışma kapsamındaki 273 iş gününün en fazla 30 işgününde aktif olarak veri olan

kanallar düşük hacimli olarak değerlendirilmiştir. Düşük işlem hacmine sahip alt kanalların, anlamlı bir analiz yapılabilmesi için gerekli yeterli veri sağlamadığından belirli bir işlem eşiğinin altında kalan alt kanallar, suistimal potansiyeli bakımından değerlendirilmemiş ve analizden çıkarılmıştır. Söz konusu kanallarda yeterli satış yoğunluğu olmadığı için, bu alanlarda gerçekleşebilecek anormal satış faaliyetlerini belirlemek ve izlemek mümkün olmayacaktır. Bu adım, analiz sonucunun daha güvenilir ve sağlıklı bir veri tabanına dayanmasını sağlayarak, dikkatlerin sadece anlamlı veri setlerine odaklanmasını mümkün kılmaktadır.

Satış işlemleri sırasında bireysel veya sistemsel nedenlerle işlem red veya iptal edilebilmektedir. Böyle durumlarda aynı işlem tekrar edilebilmektedir. Çalışmamızda toplam işlem adedi ve bedeli hesaplanırken red veya iptal işlemleri analiz dışı bırakılmıştır. Bunun nedeni, gerçekleşmeyen işlemlerin anomalileri veya suistimal faaliyetlerini belirlemede yanıltıcı olabileceği düşüncesidir. Gerçekleşen işlemler, analiz sürecinde anlamlı sonuçlar elde edilmesini sağlar çünkü her bir işlem doğrudan sonuca ulaşmış ve kanalın işlem hacmine katkıda bulunmuştur. Bu veri seti üzerinden yapılan değerlendirme, gerçek satış aktivitelerinin izlenmesini kolaylaştırarak anomalileri daha güvenilir bir şekilde belirlemeye olanak tanır.

Çalışmada, her alt kanalın günlük bazda gerçekleştirdiği satış adedi ve bu satışların toplam bedeli analiz edilmiştir. Bu özet veriler, her alt kanalın günlük performansını izlemek ve olası anomali durumlarını tespit etmek açısından temel oluşturmuştur. Satış adedi ve bedel verileri, kanalların hem hacim hem de finansal anlamda ne düzeyde bir işlem yoğunluğuna sahip olduğunu gözlemlemek için kullanılmıştır. Ayrıca, satışların zaman içerisindeki dağılımının izlenmesi, dönemsel veya ani değişimlerin tespitine olanak sağlayarak olası suistimalleri daha belirgin hale getirmektedir.

Analizde kullanılan veriler, bir zaman serisi yaklaşımı ile değerlendirilmiştir. Zaman serisi analizi, satışlardaki dönemsel trendlerin, anomalilerin ve sapmaların izlenmesini sağlar. Zaman içerisindeki satış hacmindeki olağan dışı değişiklikler, özellikle belirli dönemlerde meydana gelen ani yükselişler veya düşüşler, dolandırıcılık potansiyelini ortaya çıkarabilir. Bu tür zaman serisi analizleri, her bir alt kanalın uzun vadeli performansını değerlendirerek, kanallara özgü olağan dışı davranışları ortaya çıkarmak açısından önemlidir.

Anomali tespit sürecinde sadece temel satış verilerini kullanmak yeterli olmadığından, ek özellikler üreterek verinin daha derinlemesine analiz edilmesi hedeflenmiştir. Bu bağlamda hem temel özellikler hem de üretilmiş özellikler kullanılarak daha kapsamlı bir analiz yapılmıştır.

Anomalinin ne olduğu konusu, mevcut alanyazında belirsizliğini koruyan bir konudur. Anomali tanımlamaları, sektör ve bağlama göre değişiklik gösterebilmekte, bu da tespit sürecinde birtakım zorluklara yol açmaktadır. Bir satış kanalında anomalinin ne zaman meydana geldiğini belirlemek zor olabilir, çünkü anormallikler her zaman açıkça görülmeyebilir ve çeşitli faktörlerden etkilenebilir. Yanlış bir tespit, firmanın yanlış kararlar almasına ve dolayısıyla mali kayıplara neden olabilir. Bu tür hatalar, operasyonel süreçlerin verimsizliği ile sonuçlanabileceği gibi, firmaya müşteri memnuniyeti ve itibar kaybı da yaşatabilir.

Finansal verilerdeki düşük sinyal-gürültü oranı, anomalileri tespit etme sürecini daha da zorlaştırmaktadır. Veriler çoğunlukla büyük bir gürültü içerir ve normal işlemlerle anomaliler arasındaki fark oldukça belirsiz olabilir. Sinyal-gürültü oranının düşük olduğu durumlarda, normal işlemlerden sapmaları ayırt etmek için kullanılan yöntemlerin yüksek doğrulukta olması gerekmektedir. Bu nedenle, sadece anomalilerin tanımlanması değil, bu anomalilerin doğru bir şekilde tespit edilmesi ve doğru sınıflandırılması da büyük önem taşımaktadır.

Anomalilerin tespiti kadar, bir suistimal vakası olduğunda bu durumu önlemek de büyük önem taşır. Sadece geçmiş verilere bakarak bir suistimalin tespiti, sürecin tamamlanmış kısmını temsil eder; ancak suistimalin önlenmesi, firmanın gelecekte karşılaşabileceği kayıpları minimize etmek için kritik bir adımdır. Bu nedenle, potansiyel suistimal durumlarının hızlı bir şekilde fark edilmesi ve gerekli önlemlerin alınması için dinamik ve adaptif bir yaklaşım benimsenmelidir.

Anomali tanımı, sektörlerdeki veri çeşitliliği ve dinamik yapılar nedeniyle her zaman açık ve net bir biçimde yapılamamaktadır. Anomali ile normal durumlar arasındaki sınırlar bulanık olabilir ve literatürdeki bu muğlaklık nedeniyle denetimli (supervised) öğrenme yöntemleri yerine denetimsiz (unsupervised) öğrenme yöntemlerinin kullanılması tercih edilmiştir. Denetimsiz öğrenme yöntemleri, bir etiketleme ihtiyacı olmadan anormal örüntüleri tespit edebilmek için kullanılabilir. Bu yöntemler, verinin yapısal özelliklerini inceleyerek normal davranışların dışına çıkan durumları yakalayabilmek açısından etkili olmuştur. Özellikle bilinmeyen veya öngörülemeyen suistimal vakalarını tanımlamak için denetimsiz algoritmaların kullanılması, firmanın dinamik yapısına uyum sağlamakta ve sistemdeki anomalik davranışları daha doğru bir şekilde tespit etmektedir.

Biz de bu çalışmamızda her bir kanalı kendi kontrol grubunu oluşturacak şekilde günlük satış adedinin veya toplam bedelin beklenenden anlamlı derecede sapması veya takip eden günler içinde satışların volatilitesinin yüksek olması olarak ifade ettik. Bu anlamda

kullandığımız tanım ve metrikler şunlardır. Anomali tespiti için ilk olarak kullanılan temel özellikler, her bir kanalın günlük satış performansını ölçmek için kullanılmıştır:

Günlük Satış Adedi: Her gün yapılan toplam gerçekleşmiş satış adedidir. Bu veri, işlem hacminin önemli bir göstergesidir.

Günlük Satış Bedeli: Günlük gerçekleştirilen satışların toplam parasal değerini ifade eder. Kanalın finansal performansını değerlendirmede kullanılır. Günlük satış adedi ve günlük satış bedelinin ayrı ayrı ele alınmasının sebebi ise aynı kanalda sürekli olarak yüksek bedelli paketlerin satılmasının da bir anomali olarak ifade edilmesidir.

Xu, Liu ve Yao (2019) tarama çalışmasında da belirtildiği gibi klasik metrikler anomali tespitinde yetersiz kalabilmektedir. Daha derin bir analiz yapabilmek amacıyla yukarıdaki temel verilere ek olarak çeşitli üretilmiş özellikler de hesaplanmıştır. Bu şekilde alanyazından farklı bir yaklaşım sergilenmiştir.

- Aktif Gün Oranı: Bir kanalın aktif olduğu günlerin (pozitif satış yaptığı günler) toplam iş gününe oranıdır. Bu metrik, kanalın düzenli olarak çalışıp çalışmadığını gösterir. Bu oran düşük olduğunda, kanalın operasyonel performansında bir aksaklık olabileceğine işaret eder.
- Günlük Ortalama Satış (Sadece Aktif Günler İçin): Bir kanalın sadece aktif olduğu günlerde ortalama ne kadar satış yaptığını gösterir. Yeni başlayan kanallar için bu ortalama hesaplaması, başlangıçtaki düşük hacimli satışlardan kaynaklanan sapmalardan etkilenmemesi için tasarlanmıştır. Bu şekilde, daha adil ve doğru bir değerlendirme sağlanır.
- Hareketli Ortalama ve Standart Sapma (7 Günlük ve 30 Günlük): Her bir gün için son 7 günün ve son 30 günün satış verileri kullanılarak hareketli ortalama ve standart sapmalar hesaplanmıştır. Bu sayede, kanalın kısa vadeli ve uzun vadeli performans trendleri gözlemlenebilir. Bu hesaplamaların sonucunda, ilgili gün için değişim katsayısı (CV) da belirlenmiştir. CV, kanalların satış hacimlerindeki dalgalanmaların ölçülmesi açısından önemli bir göstergedir.

3.2. Ön Analiz

Çalışmanın bu kısmında yapılan ön analizler ve bunların sonuçları paylaşılmıştır. Ön analizlerin amacı, veriyi zaman serisine çevirmeden önce, günlük veya saatlik bir trendin olup olmadığını tespit etmektir. Bu aşamada verinin her bir alt kanalın satış verileri, haftanın günlerine, ayın günlerine ve günün saatlerine göre detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Amacımız, satış trendlerinde herhangi bir sezonsallık ya da belirgin bir model olup olmadığını tespit etmek ve bu verilere dayalı olarak olası anomalileri belirleyebilmek olmuştur.

Her bir alt kanal için haftanın günlerine göre satışlar incelenmiş ve satış faaliyetlerinde haftalık bazda belirgin bir sezonsallık ya da model tespit edilmemiştir. Bu durum, haftanın herhangi bir günü ile satış hacmi arasında anlamlı bir fark bulunmadığını göstermektedir. Genelde pazartesi, hafta ortası veya hafta sonları gibi belirli günlerde yoğunlaşan satış trendleri gözlemlenmemiştir. Satışlar haftanın günlerine dengeli bir şekilde dağılmaktadır, bu da kanal bazında sabit bir pazar aktivitesi olduğunu işaret etmektedir. Hafta sonu / hafta içi değişkenliğinin çok sınırlı olduğu, analiz açısından önemli bir katkı sağlamayacağı iş birimi tarafından da teyit edildiğinden haftanın günü bilgisine yer verilmesine gerek görülmemiştir.

Faturaların ayın belirli günlerde olduğu birçok sektörden biri de telekomünikasyon sektörüdür. Fatura kesim günlerinin ayın belirli günlerine toplanmış olması durumunda fatura günlerinin yakınında bazı aktivite artışları gözlenebilmektedir. Ancak market kanallarından yapılan satışlar faturasız hatlara özgü olduğundan ayın günlerine bağlı bir analiz gerekmeyebilir. Yine de ayın günlerine göre bir değişkenlik olup olmadığının tespiti için satışlar ayın günlerine göre de analiz edilmiştir. Belirgin bir sezonsallık ya da trend tespit edilememiştir. Ayın başı, ortası veya sonu gibi belirli günlerde satışların artışı ya da düşüşü gibi sistematik bir davranış gözlenmemiştir. Bu da kanalların satış performanslarının ay içinde stabil olduğunu ve ayın herhangi bir gününde anormal bir yoğunluk olmadığını ortaya koymaktadır. Olası suistimal vakaları açısından da bu stabilite önemli bir bulgu olarak değerlendirilmektedir, çünkü anormal bir odaklanma veya satış artışı söz konusu değildir.

Satış saatlerindeki yoğunluk değişiminin doğrudan kanalın kendi iç özelliği olan mağaza açılış kapanış saatleriyle ilgisi vardır. Kanalın bulunduğu coğrafi bölgeye olan bağlılığı genel trendlerin önüne geçebilmektedir. Örneğin yazlık bölgelerdeki zincir marketlerin çalışma saatleri ile merkezi bölgelerdekilerinki yıl içinde farklılık gösterebilmektedir. Satışlar günün farklı saat dilimlerine (sabah, öğlen, akşam, gece) göre ayrıntılı olarak incelenmiş ve alt kanallar arasında bu saat dilimleri arasında belirgin bir farklılık gözlemlenmemiştir. Sabah, öğlen, akşam veya gece yapılan satışların oranları incelendiğinde, bu oranların yıl içinde farklı aylarda ya da haftanın günlerinde önemli bir değişkenlik göstermediği belirlenmiştir. Yani, günün farklı saatlerinde yapılan satışlar yıl genelinde tutarlı bir dağılım göstermiştir. Ayrıca hafta içi ve hafta sonu arasında da satışların gerçekleşme saatleri açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Her iki dönem için de satış saatleri benzer bir dağılım

göstermektedir. Bu sebepler üzerine satış saati üzerine detaylı bir analiz yapılmaması kararlaştırılmıştır.

Bu bulgular, alt kanalların satış faaliyetlerinin zaman içerisinde oldukça sabit kaldığını, önemli bir sezonsallık veya dalgalanma olmadığını ortaya koymaktadır. Bu durum, anomalilerin tespiti için sabit bir temel oluşturmakta ve herhangi bir ani değişiklik veya olağan dışı satış davranışı olup olmadığını belirlememize olanak tanımaktadır. Analiz sürecinde karşılaşılan bu tutarlılık, daha sonraki aşamalarda potansiyel suistimal vakalarını daha net bir şekilde tespit edebilmemizi sağlayacaktır.

Performans Metrikleri

Anomali tespiti sürecinde, satış verilerinin dinamik yapısını daha iyi kavrayabilmek ve olağan dışı davranışları belirleyebilmek amacıyla üç temel performans metriği tanımlanmıştır. Bu metrikler, her bir alt kanalın günlük ve haftalık satış performansını ölçmekte ve anormal durumların daha net bir şekilde belirlenmesine olanak tanımaktadır.

Günlük Satış Adedi ve Bedeli: Anomali tespitinde ilk kullandığımız ilk metrik, her bir alt kanalın günlük gerçekleştirdiği satış adedi ve bu satışların toplam bedelidir. Satış adedi, bir alt kanalın işlem hacmini gösterirken, toplam satış bedeli, yapılan işlemlerin parasal karşılığını ifade eder. Günlük bazda bu iki veri, normal satış hacmi ile sapmaların karşılaştırılmasında kritik bir rol oynamaktadır. Normalde, kanal için günler ve haftalar içinde düzenli ilerleyen satış adedi ve bedelinin, ani ve beklenmedik artış veya düşüş göstermesi, olası bir anomalinin habercisi olabilir. Bu nedenle, bu iki gösterge analiz sürecinde temel taşlardan biri olarak kullanılmıştır. Satış adedi veya günlük toplam bedelin ani bir şekilde yükselmesi veya düşmesi, potansiyel suistimal vakalarını belirlemede önemli ipuçları sağlamaktadır.

Satış Adedi ve Bedeli İçin Haftalık Volatilite (Değişkenlik): Her bir alt kanalın satış performansı diğerlerinden farklılık gösterir. Dolayısıyla kanallar hep bir arada değil ayrı ayrı değerlendirilmelidir. Ancak her bir kanal için de özellikle birbirini takip eden günlerde çok değişken bir satış beklenmez. Bunu kontrol etmek için ayrı bir volatilite metriği kullandık. Bu volatilite metriği ile alanyazındaki klasik zaman serisi tahmin ve güven aralığı yaklaşımına ek bir katkı sağlamış oluyoruz.

Volatiliteyi ölçmek için kullandığımız metrik, satış adedi ve satış bedelinin haftalık bazda değişim katsayısı (Coefficient of Variation, CV) ile hesaplanmasıdır. CV, bir veri setinin ortalamasına göre standart sapmasının oranını verir ve verinin ortalamasına kıyasla ne kadar değişkenlik gösterdiğini ifade eder. Bu yöntem, satış performansındaki dalgalanmaları daha net bir şekilde ölçmeyi sağlar. Satış adedi ve bedelinde ortalamanın üzerinde bir dalgalanma, o kanalda olağandışı bir durumun habercisi olabilir.

CV'nin yüksek olduğu durumlar, günlük satış adedi ve bedelinde beklenenden fazla değişkenlik olduğunu gösterir ve bu, olası bir suistimal ya da anormal faaliyet ihtimalini işaret eder. Özellikle CV'nin farklı dönemlerde önemli ölçüde artış göstermesi, kanalın düzenli satış döngüsünden saptığını ve analiz edilmesi gereken bir durum olduğunu ortaya koyar. Bu nedenle, haftalık satış adedi ve bedeli için hesaplanan CV, kanalların satış performansındaki kısa vadeli sapmaları belirlemek ve riskleri değerlendirmek için kritik bir metrik olarak kullanılmıştır.

Değişim katsayısı, ortalamaya göre standardize edilmiş bir ölçü olduğu için kanallar arası karşılaştırma yaparken de oldukça kullanışlıdır. Her kanal için hesaplanan CV, kanalın satışlarının kendi geçmiş verisine göre normal mi yoksa anomalik mi olduğunu daha objektif bir şekilde değerlendirmeyi mümkün kılmaktadır.

Üst Üste Sıfır Gün Sayısı: Son performans metriği ise, her bir alt kanal için üst üste sıfır satış günü sayısıdır. Bir alt kanalın uzun bir süre boyunca satış yapmaması, özellikle ticari olarak aktif olduğu bilinen bir kanal için anormal bir durum olarak değerlendirilmektedir. Üst üste belirli bir sayıda sıfır satış günü, kanalın faaliyetlerinde bir duraksama ya da aksama olduğunu gösterebilir. Bu durum, bir teknik arıza veya operasyonel problem ile ilişkilendirilebilir. Öte yandan, sıfır satış günü sayısının yüksek olması, kanalın normal işleyişine ilişkin beklentilerden sapma olduğunu gösteren önemli bir metrik olarak ele alınmaktadır. Bu metrik, sadece suistimal değil, aynı zamanda fırsat kaybı (opportunity lost) açısından da kritik öneme sahiptir. Uzun süre boyunca satış yapmayan kanallar, operasyonel veya stratejik problemlerle karşı karşıya olabilir ve bu fırsat kaybı durumunun tespit edilmesi gereklidir.

Bu üç metrik, birlikte değerlendirildiğinde, her bir alt kanalın satış davranışlarını detaylı bir şekilde analiz etme ve olağan dışı durumları belirleme imkanı sunmaktadır. Satış adedi ve bedelindeki günlük değişiklikler, haftalık volatilite ve sıfır gün sayısı, anomalilerin belirlenmesinde güçlü göstergeler olarak kullanılmıştır. Bu göstergeler, kanalların operasyonel faaliyetlerinde tutarlılık sağlarken, anormal durumları etkin bir şekilde izleyip, suistimal vakalarının önüne geçme noktasında önemli katkılar sağlamaktadır.

Güven Aralığı ve Değişim Katsayısı (Coefficient of Variation-CV):

Bu çalışmada kullanılan yöntem, her bir gün için son 7 günün ortalamasını ve son 30 günün standart sapmasını kullanarak güven aralığı (confidence interval) ve CV hesaplamalarına dayanmaktadır. Bu

yöntem, her gün için aşağıdaki adımlarla uygulanmıştır:

- Güven Aralığı (Confidence Interval): Her gün için son 7 günün ortalamasıyla ve son 30 günün verileri kullanılarak standart sapma hesaplanmış, birlikte bir güven aralığı oluşturulmuştur. Bu güven aralığı, %98 güven seviyesinde şu formülle hesaplanmıştır:
- Güven aralığı = Ortalama ± t_α * Standart Sapma: Güven aralığının üst veya alt limitlerinin dışına çıkan satış değerleri, olası bir anomalinin işareti olarak değerlendirilmiştir. Böylece, geçmiş verilerin normal dağılımı çerçevesinde kanalların normal performans aralığı belirlenmiş ve bu aralıktan sapmalar dikkatle izlenmiştir.
- Değişim Katsayısı (CV - Coefficient of Variation): Değişim katsayısı, ortalamaya göre standart sapmanın oranını gösterir ve her gün için hesaplanan güven aralıklarının yanı sıra kullanılmıştır. CV, satış verilerindeki dalgalanmaların ne kadar değişken olduğunu ve ortalamadan ne kadar saptığını ölçer. Özellikle, son 7 günün ortalaması ve son 30 gün boyunca hesaplanan standart sapma baz alınarak günlük CV hesaplanmıştır. CV'nin yüksek olduğu durumlar, satış performansında önemli dalgalanmalar olduğunu işaret eder ve bu durumlar olası bir anomali olarak değerlendirilmiştir.

Bu iki yöntem birlikte kullanılarak, her bir kanalın satış davranışları hem kısa hem de uzun vadeli perspektiften izlenmiştir. Güven aralığı ve CV yöntemleri anlık değişikliklerin daha hassas bir şekilde izlenmesini sağlamıştır. Böylece, satış verilerinde ani ve anormal değişikliklerin tespiti daha etkin bir şekilde yapılmıştır.

4. Bulgular

Yapılan çalışma ve analizler sonucunda sonucunda, beklenen değer aralığının tespitinde %98 güven değerini kullandık. Her bir alt kanal için güven aralığını farklı üç yöntem ile hesapladık. İlk yöntemde hem beklenen değer hem de standart sapma bilgilerini son 30 günün verilerini kullanarak hesapladık. Gün içinde (önceki 30 günün verileri kullanılarak hesaplanan) bu aralığın dışında bir satış adedi veya satış bedeli olduğunda bunu anomali olarak ifade ettik. Bu yöntem aslından 30 günlük hareketli ortalama ve etrafındaki bir güven aralığı olarak ifade edilebilir. Hareketli ortalama, verideki trendi takip ettiğinden haftalık değişimlere çok fazla duyarlı olmaktadır. Bu duyarlılık sebebiyle haftalık artış trendleri sürekli olarak anomali olarak değerlendirilmektedir.

İkinci yöntemde ise sadece son 7 günün verilerini kullandık. Bir başka deyişle 7 günlük hareketli ortalama etrafında 7 günlük standart sapma bilgileri ile bir güven aralığı oluşturduk. Bu aralığın dışında olan bir satış adedi veya toplam bedeli bir anomali olarak değerlendirdik. Bu yöntemde ise standart sapmanın (özellikle önceki yönteme göre) yüksek olması sebebiyle anomali olan noktalar tespit edilememiştir.

Son olarak satış noktası bazında trendlerdeki değişimi yakalaması açısından son 7 günün ortalamasını ve satış noktasının kendi varyansın daha iyi ifade eden 30 günlük standart sapmayı kullandığımız üçüncü bir yöntem geliştirdik. Bu yöntem hem haftalık trend değişimlerini göz önüne almakta hem de varyansın daha sağlıklı bir biçimde modele dahil edilmesini sağlamaktadır.

Yöntem bölümünde ifade edildiği üzere Değişim Katsayısı (CV - Coefficient of Variation) değeri tüm satış kanalları için ve tüm günler için hesaplanmıştır. Bu konuda Tran ve Tran (2016) CUSUM tablolarında değişim katsayısının etkinliği üzerinde çalışma yapmışlardır. Değişim katsayısının anomali tespitinde kullanımı konusunda Tran Heuchenne ve Thomassey (2020) çok değişkenli zaman serilerinde değişim katsayısının anomali tespitinde kullanımı adına bir çerçeve önermiştir. Tekstil endüstrisinde yapılan bir vaka çalışmasından bu yöntemi bir kontrol grafiği ile nasıl kullanılabileceğine dair bir örnek paylaşmışlardır (Tran ve diğ., 2022). Biz bu çalışmada detaylı bir CUSUM tablosu kullanmasak da Değişim Katsayının sürekli olarak yüksek seyrettiği durumları bir anomali tespit mekanizması olarak kullandık.

Dokuz aylık verileri kullanarak yaptığımız çalışmada tespit edilen anomali listesinde 24 adet kanal tespit edilmiştir. Bu kanallara ait özetleyici istatistik bilgiler Tablo 1'de paylaşılmıştır. Tabloda ilk sütun kanal adını, ikinci sütün ise analiz edilen toplam 273 iş gününün ne kadarında aktif bir satış olduğunu ifade etmektedir. Üçüncü sütun aktif olan günlerdeki ortalama satış adedini, son olarak dördüncü sütun ise aktif olan günlerdeki ortalama satış bedelini vermektedir.

Anomali tespit edilen kanallara ait anomali özeti ise Tablo 2'de okuyucu ile paylaşılmıştır. Tabloda satırlar kanalları, sütunlar ise anomali kararına sebep olan istatistikleri ifade etmektedir. İkinci sütundaki değerler, satış adedine göre hareketli ortalamanın etrafındaki güven aralığının kaç defa (toplam kaç gün için) ihlal edildiğini göstermektedir. göre alt veya üst sınırın dışında olan günlerin sayısını ifade etmektedir. Üçüncü sütun ise günlük toplam satış bedeline göre ihlal gerçekleşen gün sayısını ifade etmektedir. Yöntem bölümünde ifade edildiği üzere bir kanalda özellikle üst üste hiç satış yapılmayan gün sayısı ise dördüncü sütunda ifade edilmiştir. Son olarak bu kanallara ait oluşan en yüksek değişkenlik katsayısı ise beşinci sütunda paylaşılmıştır.

Tablo 1. Anomali Tespit Edilen Kanallara Ait Özetleyici İstatistikler

Kanal	Aktif gün yüzdesi	Ortalama satış adedi	Ortalama satış bedeli
kanal1	%75,82	74,16	2003,19
kanal2	%16,48	65,09	1193,25
kanal3	%74,73	134,62	3391,52
kanal4	%64,10	179,91	4303,52
kanal5	%56,78	109,09	2874,84
kanal6	%98,90	117,80	2627,86
kanal7	%99,27	21,64	521,27
kanal8	%99,27	6,70	157,53
kanal9	%99,63	105,78	2390,11
kanal10	%91,21	30,37	718,59
kanal11	%97,07	5,07	137,58
kanal12	%99,63	344,08	7813,55
kanal13	%98,53	6,88	179,93
kanal14	%96,34	5,54	157,83
kanal15	%96,34	35,47	889,14
kanal16	%99,27	6,74	177,83
kanal17	%98,90	5,76	156,70
kanal18	%98,17	5,72	156,03
kanal19	%99,63	7,32	205,08
kanal20	%94,51	5,41	153,72
kanal21	%99,63	8,08	212,26
kanal22	%98,90	5,99	164,35
kanal23	%96,70	5,57	156,76
kanal24	%99,63	7,08	199,49

Bulgularımızı paylaşırken öncelikle Tablo 1 ve 2'deki bilgiler üzerinden bir özet, sonrasında ise bazı kanallar için detaylı bir paylaşım yapılmıştır.

Önerilen anomali tespit yöntemine göre tespit edilen 24 kanalı dört grupta inceleyebiliriz. İlk olarak, tablolardaki ilk beş kanalın hem toplam satış adedi ve bedelinin yüksek olduğu hem de en yüksek değişkenlik katsayısının beşin üzerinde olduğu görülebilir. Bu kanallarda hem adet hem de bedel olarak ihlal sayısının yüksekliği, bununla birlikte üst üste sıfır satış yapılan günlerin yüksekliği dikkat çekmektedir. Özetle ilk beş kanal için tüm metrikler uyarı verilmesini gerekli kılmıştır.

Öte yandan ikinci gruptaki örneklerde (kanal6, kanal9 ve kanal12) ortalama satış adedi ve bedelinin yüksek olduğu ve hiç üst üste sıfır satış olmadığı ve değişim katsayısının da çok düşük seyrettiği görülmektedir. Bu kanallar için sadece günlük limitlerin dışına çıkılması bir anomali olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 2. Anomali Tespit Edilen Kanalların İstatistikleri

Kanal	Limit İhlal Sayısı (adet)	Limit İhlal Sayısı (bedel)	Üst üste sıfır olan gün sayısı	En yüksek değişkenlik katsayısı
kanal1	20	22	25	5,48
kanal2	10	14	37	5,48
kanal3	6	5	18	2,46
kanal4	8	9	50	5,48
kanal5	15	16	32	5,48
kanal6	6	7	0	0,77
kanal7	12	14	0	2,95
kanal8	3	10	0	0,60
kanal9	5	5	0	0,72
kanal10	16	13	2	2,89
kanal11	5	10	2	0,72
kanal12	12	14	0	0,74
kanal13	6	8	0	0,66
kanal14	5	7	2	1,17
kanal15	16	17	2	3,20
kanal16	5	9	0	0,67
kanal17	1	7	0	0,64
kanal18	3	11	0	0,71
kanal19	4	8	0	0,58
kanal20	8	14	2	1,05
kanal21	6	14	0	0,83
kanal22	1	6	0	0,64
kanal23	4	7	0	1,38
kanal24	5	11	0	0,62

Önceki iki paragrafta ifade edilen kanalların ortak özelliği günlük ortalama satış adetlerinin en az 35 olmasıdır. buna benzer olarak günlük ortalama satış adedi iki basamaklı olan kanal7 ve kanal10 için de ihlal sayılarının da en yüksek değişkenlik katsayısının yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu iki kanal üçüncü grubu ifade etmektedir.

Son olarak yukarıdakiler dışında önerilen anomali tespit yönteminin radarına giren diğer 14 örneğin en büyük ortak özelliği ortalama satış adedinin 10'dan düşük olmasıdır.

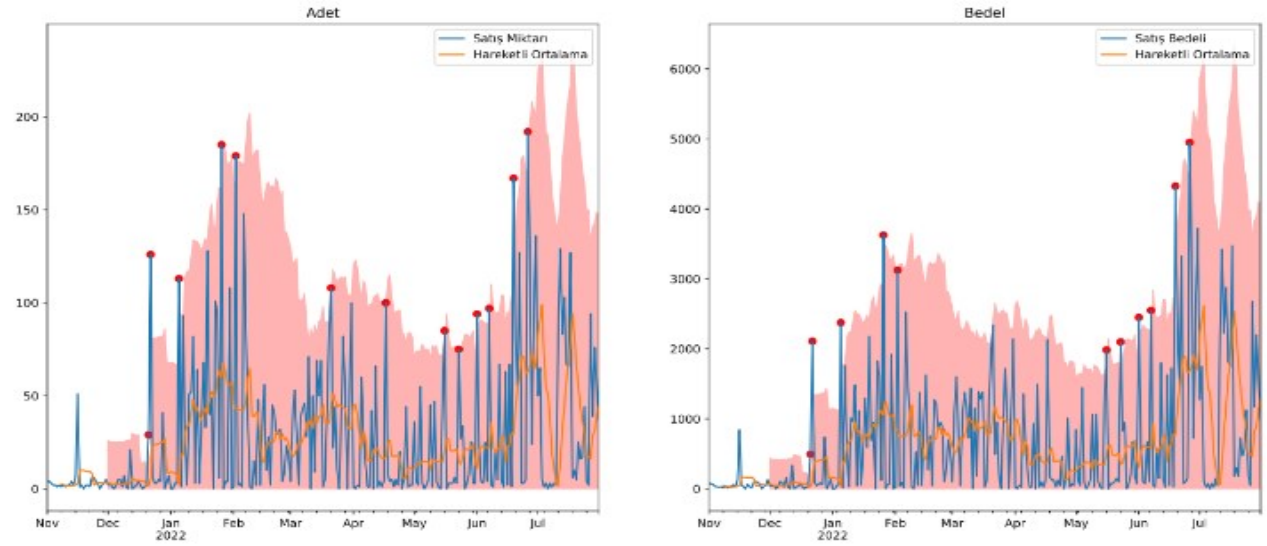
Önerilen anomali tespit yöntemine göre her bir gruptan birer örnek detaylı olarak incelenmiştir. Aşağıda Şekil 1'de kanal1'e ait günlük satış adetleri sol tarafta, toplam bedel ise sağ tarafta ifade edilmiştir. Grafiklerde mavi çizgi günlük adet ve bedelleri, turuncu çizgi hareketli ortalamayı ifade etmektedir. Grafiklerdeki pembe aralık hareketli ortalamanın etrafındaki güven aralığıdır. Grafiklerdeki kırmızı noktalar güven aralığının üst limitini aşan günleri ifade etmektedir. Grafikler incelendiğinde bazı günlerde hem adet hem de bedel için anomali tespit edildiği bazı günler için ise sadece bedel veya adet için anomali uyarısı verildiği gözlenebilir. Şekil 1 için özellikle dikkat çekilmesi gereken bir nokta ise Ocak ve Mayıs aylarında üst üste

sıfır satışların olduğu iki segmenting bulunmasıdır. Bu durum adet ve bedel açısından günlük bir anomali oluşturmasa da satış düşüklüğünün sebebinin araştırılması için gerekli bir metrik olduğunu ifade eder.

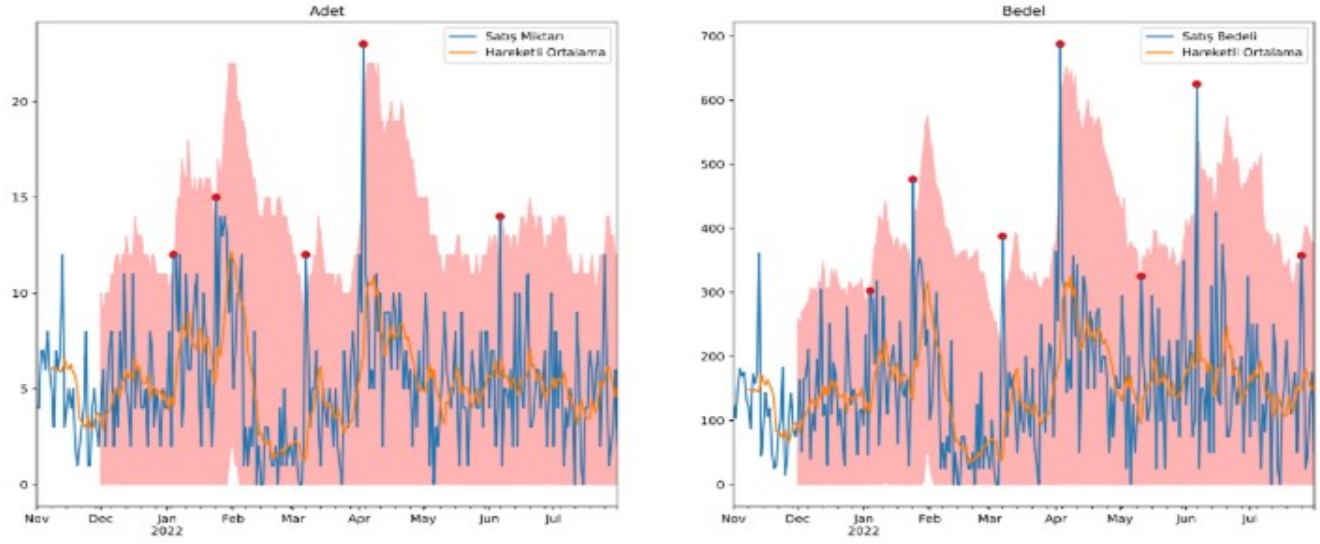
Şekil 2'de ikinci gruba ait bir örnek olarak kanal9'un günlük satış adedi ve bedeline ait satış veri, hareketli ortalama ve güven aralığı ile anomali olan günlerin işaretlendiği grafik bulunmaktadır. Bu örnekte dikkat çeken nokta satış adet ve bedelinin ara ara çok düşük seviyelere indiği hatta sıklıkla sıfır satış olan tek günlerin olduğudur. Grup 3 için kanal10 örneği Şekil 3'te paylaşılmıştır. Bu örnekte bir önceki gruba göre tam zıt bir durum söz konusudur. ikinci grupta sıklıkla düşük hata sıfır satış gözlenirken grup 3 için sıklıkla tek yüksek satışlar görülmektedir. Ortalamadan sıklıkla sapan bu durumun tespit edilmiş olması bir başarı olarak ifade edilebilir. Son olarak dördüncü gruba bir örnek vermek amacıyla kanal14 verisinin özeti Şekil 4'te paylaşılmıştır. Bu grupta dikkat çeken nokta ortalamaların düşük seyretmesi sebebiyle ani yükselişlerin sıklıkla gerçekleşmesidir. Ortalamanın düşük seyretmesinin diğer bir etkisi de değişim katsayısının da yüksek olmasıdır. Bu iki etkinin bir araya gelmesiyle anomali oluşturan durumların doğru tespit edilebilmesi sağlanmıştır.

Şekil 1. Kanal1 (Grup 1) Satış Adedi ve Bedeli İçin Güven Aralığı ve Anomali Grafiği

Şekil 2. Kanal9 (Grup 2) Satış Adedi ve Bedeli İçin Güven Aralığı ve Anomali Grafiği



Şekil 3. Kanal10 (Grup 3) Satış Adedi Ve Bedeli İçin Güven Aralığı ve Anomali Grafiği



Şekil 4. Kanal14 (Grup 4) Satış Adedi Ve Bedeli İçin Güven Aralığı ve Anomali Grafiği

5. Tartışma ve Uygulama Detayları

Bu çalışmada telekom sektöründeki lider telekomünikasyon firmasının market kanalından gerçekleştirilen satışlarına ait gerçek veriler kullanılarak oluşturulan zaman serileri üzerinde anomali tespiti yapan bir yöntem önerilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda günlük satış adedi ve günlük satış bedeli için son yedi günlük hareketli ortalama etrafında son 30 günlük standart sapma verisi kullanılarak oluşturulan bir güven aralığı hesaplanmıştır. Her gün ve her bir alt kanal için yapılan bu güven aralığının dışına çıkılması bir anomali olarak tanımlanmıştır. Bununla birlikte her bir kanal ve her bir gün için değişim katsayısı hesaplanmış ve bu katsayının yüksek olduğu günler ve kanallar için uyarı mekanizması oluşturulmuştur. Günlük güven aralıkları aslında bir sonraki gün için bir uyarı sisteminin temelini oluşturmaktadır ve bir önleyici metrik olarak tanımlanabilir. Gün içinde güven aralığının dışına çıkılması durumunda uyarı mekanizması çalışabilir ve hatta anomalinin boyutunun çok büyük olması durumunda ilgili kanalın satışları geçici bir süre askıya alınabilir. Tespit edilen anomalinin bir suistimale işaret edip etmediği ilgili iş birimi tarafından incelendikten sonra kanalının satışlara devam etmesi sağlanabilir. Bu da çalışmamızın sadece anomali tespiti değil aynı zamanda suistimal önleme yöntemi olarak da

kullanılabileceğinin bir göstergesidir. Öte yandan hesaplanan değişim katsayısının yüksek olması sadece gün sonunda anlam ifade eden bir yöntemdir. Benzer şekilde üst üste sıfır satışların olması da ancak gün sonunda tespit edilebilecek bir durumdur. Bu iki yöntem de sadece gün sonunda bir anomali tespiti için kullanılabilir.

Alanyazında anomali tespitinde karşılaşılan en genel sorunlardan biri anomali uyarısı verilen noktanın gerçekten anomali oluşturup oluşturmadığının tespitinin zor olmasıdır (Blázquez-García ve diğ. ,2021). Çalışmamızı alanyazından ayıran en büyük farklardan biri önerilen yöntemin anomali olarak tespit ettiği veri noktalarının iş birimi tarafından incelenip anomali olup olmadığının tespit edilebilmesidir. Çalışmamızı alanyazından ayıran diğer bir özellik ise analizin ve yöntemin gerçek bir şirketin gerçek verileri üzerine yapılması ve sonucun uygulanmış olmasıdır. Bu noktada yapılan uygulamanın teknik detayları verilmiştir.

Uygulama Detayları: Çalışma uygulamaya alınırken Java 8 ve Spring Boot kullanılarak geliştirilmiş, PL/SQL tabanlı bir veritabanı ile desteklenen modern bir web uygulaması olarak kullanıma alınmıştır.

Uygulama, yüksek performans ve ölçeklenebilirlik gereksinimlerini karşılamak amacıyla, Linux işletim sistemi üzerinde faaliyet gösteren on farklı sunucuda paralel olarak dağıtılmıştır. Java 8 ve Spring Boot tercih edilmesinin nedeni, sistemin mikro servis mimarisi altında modüler ve kolay ölçeklenebilir şekilde geliştirilebilmesine olanak sağlamasıdır. Java 8, özellikle lambda ifadeleri ve akış API'si gibi yeni özellikleri sayesinde daha temiz ve okunabilir kod yazımına olanak tanırken, Spring Boot framework'ü, otomatik yapılandırma ve mikro hizmet mimarileri için sunduğu esneklik ile hızlı geliştirme süreçlerine katkıda bulunmaktadır.

Veritabanı işlemleri için PL/SQL tercih edilmiştir; bu tercih, veri bütünlüğünün korunması ve karmaşık sorguların etkin biçimde yönetilmesi amacıyla yapılmıştır. PL/SQL'in güçlü hata yönetim yetenekleri ve yerleşik prosedürel mantık desteği, veri işlemlerinin güvenilirliğini artırmaktadır. Uygulama, çoklu sunucu mimarisi sayesinde, kullanıcı taleplerini hızlı bir şekilde karşılamakta ve yük dengelemesi ile yüksek trafik altında dahi performans kaybı yaşamadan çalışabilmektedir. Sunucu yapılandırmalarında kullanılan Nginx (yük dengeleme aracı), gelen istekleri en uygun sunucuya yönlendirerek sistemin kararlılığını sağlamaktadır.

Uygulamanın kritik bir bileşeni, her akşam belirli saatlerde anomali tespiti için gerçekleştirilen otomatik e-posta bildirimleridir. Bu bildirimler, her bir satış kanalına ait günlük sapmaları, güven aralığı ihlallerini ve yüksek değişim katsayısı (CV) değerlerini özetlemektedir. Anomali tespit süreci, istatistiksel yöntemler kullanarak otomatik kontrol gerçekleştirmekte ve sonuçları ilgili iş birimlerine raporlamaktadır. Örneğin, zaman serisi analizi ile veriler arasındaki olağan dışı sapmalar tespit edilirken, denetleyici sistemler ile anomali tespiti için belirlenen eşik değerleri kullanılmıştır. Raporlar, tespit edilen anormalliklerin ayrıntılı açıklamalarını içermekte ve iş birimlerinin güncel durum hakkında hızlıca bilgi sahibi olmasını sağlamaktadır.

İş birimleri, gelen anomali raporlarını titizlikle incelemekte ve potansiyel suistimal durumlarını değerlendirmektedir. Bu değerlendirme sonucunda, gerektiğinde anomaliye sebep olan işlemler üzerinde engelleme veya müdahale gerçekleştirilmektedir. Anomali tespiti süreçleri, alert sistemleri ile entegre edilerek anlık uyarılar sağlamakta ve kritik durumların hızlı bir şekilde ele alınmasını mümkün kılmaktadır.

Bu süreç, yalnızca şirketin güvenlik standartlarını korumakla kalmayıp, aynı zamanda operasyonel riskleri en aza indirmekte ve suistimallerin önüne geçmek açısından da kritik bir rol oynamaktadır. Ek olarak, düzenli yapılan sistem güncellemeleri ve güvenlik denetimleri, yazılımın en son güvenlik açıklarına karşı korunmasını sağlamaktadır.

Sonuç olarak, geliştirilen sistem yüksek performans ve güvenilirlik sağlamanın yanı sıra, işletmenin genel risk yönetimi stratejisine doğrudan katkı sunmaktadır. Yöntemin canlı veriyle çalışabilmesi, suistimal risklerinin erken tespiti açısından sürdürülebilir bir çözüm sağlamaktadır. Bu yapı, benzer şekilde gerçek zamanlı analiz modülleriyle desteklenerek daha ileri düzeyde bir erken uyarı sistemine dönüştürülebilir.

6. Sonuçlar

Çalışmanın sonucunda Türkiye'nin lider telekomünikasyon şirketinin gerçek verileri ile 7 günlük hareketli ortalama etrafında 30 günlük standart sapma bilgisiyle bir güven aralığı kullanarak market kanallarından yapılan satışlar için bir anomali tespit ve suistimal önleme sistemi önerilmiştir. Bu sistemle her bir market kanalı için günlük güven aralıkları hesaplanmış, bu aralığın dışına çıkan durumlara hızlı tepki veren bir yöntem kullanılarak olası suistimallerin önüne geçilmiştir. Bu anlamda çalışmamız sadece anomali tespiti değil aynı zamanda suistimal önleme alanyazınına da katkı sağlamaktadır.

Alanyazında anomali tespiti ve suistimal önlenmesi konusundaki en büyük engel anomali olarak işaretlenen noktaların gerçekten anomali olup olmadığının tespitindeki zorluktur. Çalışmamızda önerilen yöntemin tutarlılığı, anomali tespitinde ve suistimal önlemedeki başarısı iş birimleri tarafından denetlenmiş ve teyit edilmiştir. Önerilen yöntem şirket tarafından kullanılmak üzere canlıya alınmış ve aktif

olarak kullanılmaktadır. Yöntemin uygulanıyor olması da çalışmanın farklılıklarındandır.

Bu çalışmayı sınırlandıran en büyük unsur eldeki verinin satış kanallarının arasındaki ilişkilerin incelemeye müsait olmamasıdır. Gerçekte bir coğrafi bölgedeki (örneğin mahalle) satışlar bir mağazadan diğerine kayabilir. Bu durumda bir mağaza kanalındaki artış ile diğer mağaza kanalındaki azalış bir arada daha anlamlı şekilde analiz edilebilir. Aynı coğrafi bölgedeki farklı kanalların satışlarının bir arada değerlendirilmesi olası bir araştırma konusu olarak önerilebilir.

Çalışmanın asıl unsurunu oluşturan yapı, market kanallarında yapılan telekomünikasyon satışlarıdır. Telekomünikasyon satışları marketlerin temel faaliyet alanı değildir. Bu sebeple klasik zaman serisi analizinin ötesinde volatilite üzerinde da bir kontrol mekanizması önerilmiştir. Önerilen yöntemin kapsamı, sadece telekomünikasyon sektörüyle sınırlı değildir. Yöntem özellikle düşük sinyal-gürültü oranına sahip finans, perakende, enerji ve sigorta sektörlerinde de kullanılabilir. Bu tür sektörlerde yöntemin uygulanması için aşağıdaki adımlar izlenmelidir:

1. Günlük veya saatlik işlem verilerinin toplanması,
2. İlgili performans metriklerinin (işlem adedi, işlem tutarı, aktif gün oranı vb.) tanımlanması,
3.7 günlük hareketli ortalama ve 30 günlük standart sapma hesaplamalarının yapılması,
4.Güven aralıkları ve CV değerlerinin otomatik olarak izlenmesi ve
5.Eşik değerlerin aşıldığı durumlarda sistemin uyarı üretmesi ve ilgili birimlerin değerlendirme sürecinin başlatılması.

Bu adımlar takip edilerek, önerilen yaklaşımın farklı sektörlerde de erken uyarı temelli risk yönetimi sistemlerine dönüştürülmesi mümkün olacaktır.

Araştırmacıların Katkısı

Bu araştırmada; Utku KOÇ, bilimsel yayın araştırması, makalenin yazılması, yöntemin geliştirilmesi ve test edilmesi, istatistiksel analizler, Özge ÖZALANYALI, makalenin yazılması, yöntemin geçerlik ve güvenirliğinin iş birimleri ile teyit edilmesi, Özgür BULUT, makalenin oluşturulması, yöntemin uygulamaya alınması konularında katkı sunmuşlardır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Teşekkür

Değerli görüşleri ve yapıcı yönlendirmeleri için anonim hakemlere teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Blázquez-García, A., Conde, A., Mori, U., & Lozano, J. A. (2021). A review on outlier/anomaly detection in time series data. *ACM computing surveys* (CSUR), 54(3), 1-33. https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3444690

Hawkins, D. M. (1980). A single outlier in normal samples. *Identification of Outliers*, 27-41. https://doi.org/10.1007/978-94-015-3994-4_3

Munir, M., Siddiqui, S. A., Dengel, A., & Ahmed, S. (2018). DeepAnT: A deep learning approach for unsupervised anomaly detection in time series. *Ieee Access*, 7, 1991-2005. https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8581424

Rodrigues, V. F., Policarpo, L. M., da Silveira, D. E., da Rosa Righi, R., da Costa, C. A., Barbosa, J. L. V., ... & Arcot, T. (2022). Fraud detection and prevention in e-commerce: A systematic literature review. *Electronic Commerce Research and Applications*, 56, 101207. https://doi.org/10.1016/j.elerap.2022.101207

Tran, P. H., & Tran, K. P. (2016). The efficiency of CUSUM schemes for monitoring the coefficient of variation. *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, 32(6), 870-881. https://doi.org/10.1002/asmb.2213

Tran, P. H., Heuchenne, C., & Thomassey, S. (2022). Enhanced CUSUM control charts for monitoring Coefficient of Variation: A case study in Textile industry. *IFAC-PapersOnLine*, 55(10), 1195-1200. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.552

Xu, X., Liu, H., & Yao, M. (2019). Recent progress of anomaly detection. *Complexity*, 2019(1), 2686378. https://doi.org/10.1155/2019/2686378

Zhou, Y., Qin, R., Xu, H., Sadiq, S., & Yu, Y. (2018). A data quality control method for seafloor observatories: The application of observed time series data in the East China Sea. *Sensors*, 18(8), 2628. https://doi.org/10.3390/s18082628Babalık, F. (2016).