

## Araştırma Makalesi

# BANKACILIK SEKTÖRÜNDE SÜREÇ MADENCİLİĞİ UYGULAMALARI VE SÜREÇLERE ETKİLERİNİN MONTE CARLO YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ

Rabia MAMUŞ YEMEN<sup>†</sup>, Oğuz BORAT<sup>††</sup>

<sup>†</sup> İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

<sup>††</sup> İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

[rabiamamus@gmail.com](mailto:rabiamamus@gmail.com), [oguzborat@gmail.com](mailto:oguzborat@gmail.com)



0000-0003-0114-7736, 0000-0002-2242-6024

**Atf/Citation:** MAMUŞ YEMEN, R., BORAT, O., (2024). Bankacılık Sektöründe Süreç Madenciliği Uygulamaları ve Süreçlere Etkilerinin Monte Carlo Yöntemiyle İncelenmesi, Journal of Technology and Applied Sciences 7(2) s.185-201, DOI: 10.56809/icujtas.1506602

## ÖZET

Bu çalışmada süreç madenciliği ile ilgili genel bilgiler verilmiş olup, bankacılık sektöründe faaliyet gösteren bir bankanın nakit çekme süreç verileri kullanılarak süreç madenciliği uygulaması yapılmıştır. Uygulama ile süreçte bulunan dar boğazlar tespit edilmiştir. Bu dar boğazların süreçten kaldırılması ile işlemlerin daha kısa zamanda yapılabileceği beklenmektedir. Bunu kantitatif olarak göstermek için bir bankanın 22 şubesinin bir yıllık ortalama işlem süreleri günlük işlemler, müşteriler, işlem sayıları ve ortalama süreleri modellenmiş ve günlük işlemler Monte Carlo yöntemi ile stokastik olarak simüle edilmiştir. Süreç madenciliğine dayanan dar boğazların kaldırılma etkisi modele uygulanmış ve süreç madenciliği uygulaması ile günlük işlem süresinin azaldığı nicel olarak gösterilmiştir. Sonuç olarak süreç madenciliği yazılımlarının bankacılık sektöründe kullanımı ile süreç geliştirme çalışmalarında iyileştirmeler yapılabilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Süreç Madenciliği, Süreç Geliştirme, Süreç Analizi, Süreç Modelleme, Monte Carlo, Simülasyon

## INVESTIGATION OF PROCESS MINING APPLICATIONS IN THE BANKING SECTOR AND ITS EFFECTS ON THE PROCESSES USING THE MONTE CARLO METHOD

### ABSTRACT

In this study, general information about process mining is given, and a process mining application is made using the cash withdrawal process data of a bank operating in the banking sector. With the application, bottlenecks in the process were identified. It is expected that by removing these bottlenecks from the process, transactions can be completed in a shorter time. To demonstrate this quantitatively, the one-year average transaction times of 22 branches of a bank, daily transactions, customers, number of transactions and average durations were modeled and daily transactions were stochastically simulated with the Monte Carlo method. The effect of removing bottlenecks based on process mining has been applied to the model and it has been shown quantitatively that the daily processing time decreases with the application of process mining. As a result, improvements can be made in process development studies by using process mining software in the banking sector.

**Keywords:** Process Mining, Process Development, Process Analysis, Process Modeling, Monte Carlo, Simulation

Geliş/Received : 28.06.2024  
Gözden Geçirme/Revised : 02.07.2024  
Kabul/Accepted : 16.07.2024

## 1. SÜREÇ MADENCİLİĞİ

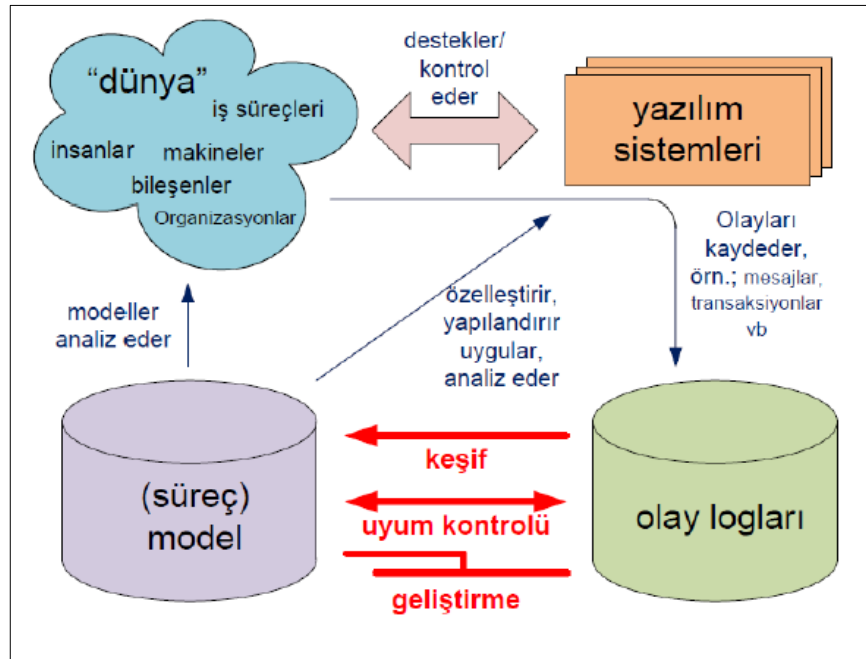
### 1.1 Süreç Madenciliği Yöntemleri ve Teknikleri

Süreç Madenciliği (Process Mining), organizasyonların iş süreçlerini analiz etmek ve anlamak için kullanılan bir veri madenciliği yöntemidir. Bu yöntem, iş süreçlerini daha şeffaf hale getirme, optimize etme ve geliştirme amacı taşır. Süreç madenciliği, organizasyonların iş süreçlerini etkin bir şekilde yönetmelerine ve iş performansını iyileştirmelerine yardımcı olur.

Süreç madenciliğinin temel bileşenleri; veri kaynakları, veri ön işleme, süreç modelleme, süreç analizi, süreç iyileştirmesinden oluşur.

Süreç madenciliği yöntemi aşağıdaki tekniklerden oluşmaktadır:

- İşlem Günlüğü Madenciliği ( Event Log Mining)
- Süreç Modelleme (Process Modeling)
- Süreç Keşfi (Process Discovery)
- Süreç Analizi (Process Analysis)
- Süreç İyileştirmesi (Process Improvement)
- Süreç İzleme (Process Monitoring)
- Süreç Madenciliği ve Veri Madenciliği Entegrasyonu
- Olay Zinciri Madenciliği (Sequence Mining)
- Durum Madenciliği( State Mining)



Şekil 1.1. Süreç Madenciliği Teknikleri (Van der Aalst, 2011).

### 1.2. Süreç Madenciliği Uygulamaları ve Faydaları

Süreç madenciliği, organizasyonların mevcut iş süreçlerini modellemelerine ve görselleştirmelerine yardımcı olur. Organizasyonların iş süreçlerini otomatik olarak keşfetmelerini sağlayarak iş süreçlerinin gerçekten nasıl çalıştığını anlamalarına yardımcı olmaktadır. Süreçlerin gerçek zamanlı olarak izlenmesini sağlamaktadır. Bu sayede olası sorunlar hızlı bir şekilde tespit edilebilmektedir. Çıkan sonuçlar süreç performanslarını

değerlendirmede ve iyileştirme önerileri oluşturmada kullanılabilir. Verimliliği arttırmak için organizasyonlar analiz sonuçları ile karar alabilmektedir. Ayrıca çıkan sonuçlar iş süreçlerindeki hataları tespit etmekte de kullanılabilir.

Bu sayede organizasyonlar verilere dayalı kararlar alabilmektedir. Süreçlerini daha verimli hale getirebilir ve kaynaklarını daha etkili kullanabilmektedir. İş süreçlerinde hız kazanılabilir ve gereksiz iş adımları ortadan kaldırılabilir. Maliyetlerin azalmasına yardımcı olmaktadır. İş süreçlerinin şeffaf bir şekilde görünmesini sağlar. İş süreçlerindeki risklerin tanımlanmalarına ve bu risklerin azaltılmasında kullanılabilir. Tüm bu iyileştirmeler müşteri memnuniyeti artırır ve organizasyonlara rekabet üstünlüğü oluşturur.

### 1.3. Literatür Çalışmaları

Wil van der Aalst (2005), süreç madenciliği alanında önemli bir akademisyen ve araştırmacıdır. Van der Aalst, ProM adlı açık kaynaklı bir süreç madenciliği çerçevesinin geliştirilmesine katkıda bulunmuştur. ProM, farklı türde süreç madenciliği algoritmalarını destekler ve kullanıcıların iş süreçlerini analiz etmelerine yardımcı olur. Süreç madenciliği için çeşitli algoritmalar geliştirmiş ve bu algoritmaları literatüre kazandırmıştır. Bu algoritmalar, iş süreçlerinin modellenmesi, analizi ve iyileştirilmesinde kullanılır.

Süreç madenciliği tekniklerini farklı endüstrilerde ve organizasyonlarda uygulayan birçok projeye liderlik etmiştir. Bu projeler, iş süreçlerinin veri madenciliği teknikleriyle analiz edilmesi ve iyileştirilmesi üzerine odaklanır. Süreç madenciliği alanında yayımlanmış birçok araştırma makalesi bulunmaktadır. Bu makaleler, süreç madenciliği konusundaki en son gelişmeleri ve yöntemleri tartışmaktadır. Yine bu alanda birçok eğitim programı düzenlemiş ve organizasyonlara danışmanlık hizmeti vermiştir. Bu sayede iş süreçlerini daha etkin bir şekilde yönetmelerine yardımcı olmuştur.

Michael Rosemann (2014), iş süreçlerinin teknoloji ile nasıl etkileşimde olduğunu inceleyen çalışmalar yapmıştır. Bu çalışmalar, iş süreçlerinin otomasyonu, dijital dönüşüm ve bilgi sistemleri ile entegrasyon konularını içerir. Süreç madenciliği yöntemlerini iş zekâsı (business intelligence) teknikleri ile birleştirerek organizasyonların iş süreçlerini daha iyi analiz etmelerine ve karar verme süreçlerini desteklemelerine yardımcı olmuştur. Bu çalışmalar, verilerin iş süreçleri ile ilişkilendirilmesi ve süreçlerin performansının ölçülmesi üzerine odaklanır. Süreç madenciliği sonuçlarını kullanarak iş süreçlerini iyileştirmek ve yeniden tasarlamak için pratik yöntemler geliştirmiştir.

İş süreçleri yönetimi, değer zinciri analizi ve süreç madenciliği alanında önemli katkılarda bulunmuş ve bu disiplinlerin gelişmesine önemli ölçüde katkı sağlamıştır. Organizasyonların süreçlerini daha iyi anlamaları ve yönetmeleri için gerekli bilgi ve araçları sunmuştur.

Jan Mendling (2018) , iş süreçleri, süreç modelleme ve süreç analizi konularında önemli çalışmalar yapmıştır. Süreç madenciliği yöntemleri ve araçları üzerine araştırmaları bulunmaktadır.

Süreç madenciliği alt yapısını kullanarak, veri tabanında bulunan faaliyetlerin ve aralarındaki geçişlerin süreç modelini üreten, verilerdeki işlem örneklerini benzer kategorilere ayıran, elde edilen işlem modellerini grafiksel olarak sunan bir ilk örnek geliştirmiştir. (Mannien, 2010)

Kıymetli varlık ve süreç yönetimindeki modellerde belirsizliğin dikkate alınmasına ihtiyaç vardır. Monte Carlo tekniği bir simülasyon modelinin çalıştırılmasında bir olasılık dağılımından rastgele sayılar yardımıyla örnekleme oluşturma tekniğidir. Diğer bir ifadeyle belirsiz bir sonuç hakkında çıkarımlar yapmak amacıyla girdi değişkenlerine rastgele değerler atayarak modelin kantitatif olarak ele alınmasını sağlayan bir tekniktir. Bir simülasyon modeli olmayan Monte Carlo tekniği istatistik bilgilere veya dağılım fonksiyonlarına dayanılarak hazırlanan simülasyon modellerinde kullanılan matematik bir süreçtir, (Kuşakçı ve ark., 2022). Monte Carlo tekniği, opsiyon fiyatlaması, portföy sigortası, portföy risk yönetimi gibi konularda iş ve finans dünyası dışında meteoroloji, astronomi ve fizik gibi alanlarda hazırlanan simülasyon modellerinde de kullanılmaktadır, (Simsek, 2024; Crum&Rayhorn, 2019; Gomé et al., 2022; Xu et al., 2022).

Bu çalışmalar, organizasyonların süreçlerini daha verimli ve etkili bir şekilde yönetmelerine yardımcı olur. İş süreçleri yönetimi ve süreç madenciliği konularında eğitim programları düzenlemiş ve profesyonellerin bu alanlarda bilgi ve becerilerini geliştirmelerine katkıda bulunmuştur. Süreç madenciliği, iş süreçleri yönetimi ve dijital dönüşüm konularında birçok araştırma makalesi ve kitap bölümü yazmıştır. Bu yayınlar, bu alanlarda çalışanlar için önemli bir kaynak oluşturur.

## 2. SÜREÇ MADENCİLİĞİ VERİ KAYNAKLARI VE ARAÇLAR

### 2.1. Veri Toplama Yöntemleri ve Log Verileri

İş süreçleri için veri toplama yöntemleri, iş süreçlerini anlamak, analiz etmek ve iyileştirmek için kullanılan önemli adımlardan biridir. İş süreçleri için veri toplama yöntemlerinden bazıları aşağıdaki gibidir:

- Belge İnceleme
- Gözlem
- Mülakatlar ve Görüşmeler
- Anketler
- Veri Kaynaklarından Veri Çekme
- Zaman Çizelgeleri ve İşlem Günlükleri
- Benchmarking (Karşılaştırmalı Analiz)
- Veri Madenciliği ve Analitik Araçlar
- Simülasyonlar
- İş Süreçleri İzleme Araçları

Süreç madenciliği yazılımları için log verileri hazırlanırken izlenmesi gereken adımlar; veri toplama planı oluşturma, veri kaynağı seçimi ve bağlantıları kurma, veri toplama ve depolama, veri biçimini ve formatını düzeltme, veri temizliği ve filtreleme, veri indeksi ve optimizasyon, gizlilik ve güvenlik ilkelerine uygunluk, veri dokümantasyonu, veri saklama ve arşivleme politikaları, veri doğrulama ve kalite kontrolü, veri içeriğinin anlaşılabilirliği maddelerinden oluşmaktadır.

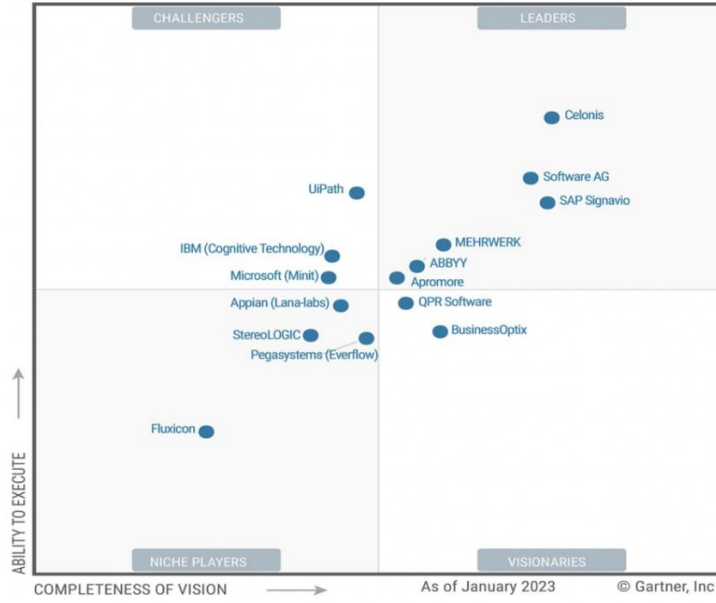
Veri kaynakları örnekleri olarak iş süreçleri yönetim sistemleri, iş süreçleri izleme araçları, iş verileri ve log dosyaları, elektronik sağlık kayıtları, mobil uygulama kayıtları, lojistik ve tedarik zinciri verileri, finansal veriler, sosyal medya verileri, anketler ve müşteri geri bildirimleri gösterilebilir.

### 2.2. Süreç Madenciliğinde Araçlar ve Seçimi

Süreç madenciliği aracı seçimi, organizasyonun ihtiyaçlarına, iş süreçlerinin karmaşıklığına ve analiz gereksinimlerine bağlı olarak dikkatle yapılması gereken bir karardır. İş süreçlerinin karmaşıklığı, veri kaynakları, analiz ihtiyaçları, grafik ve görselleştirme yetenekleri, uyumluluk ve entegrasyon, kullanıcı dostu arayüz, iş birliği yetenekleri, destek ve eğitim imkanları, fiyatlandırma ve lisanslama, referanslar ve incelemeler süreç madenciliği aracı seçiminde etkili olan faktörlerdir.

Günümüzde yaygın olarak Celonis, UiPath, Signavio, QPR ProcessAnalyzer, Disco by Fluxicon, ProM Framework, Pafnow by Process Analytics Factory, ARIS Process Mining by Software AG süreç madenciliği yazılımları kullanılmaktadır. Bu çalışmada Disco by Fluxion tercih edilmiştir.

Gartner şirketi süreç madenciliği araçları konusunda yaptığı bir araştırmayı 2023 yılı karşılaştırma raporu olarak sunmuştur, Şekil 2.2. (Gartner, 2023)



Şekil 2.2. 2023 Gartner® Magic Quadrant™ for Process Mining Tools, (Gartner, 2023).

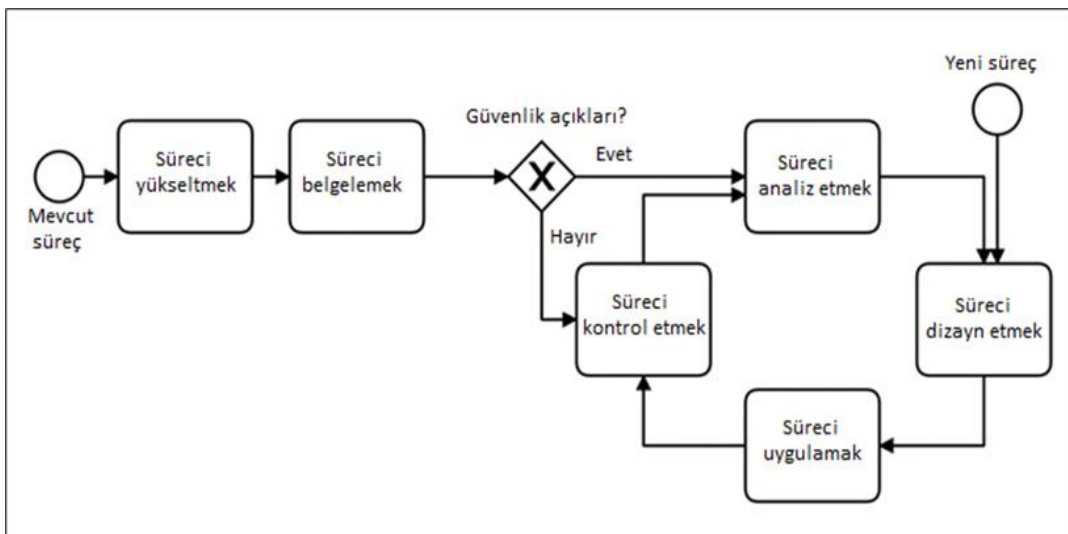
### 3. SÜREÇ MADENCİLİĞİ UYGULAMALARI

#### 3.1. İş Süreçlerini Modelleme ve Analiz

İş süreci modelleme, bir organizasyonun iş süreçlerini, iş akışlarını ve aktivitelerini anlamak, analiz etmek, belgelemek ve iyileştirmek amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Bu süreç, organizasyonun iç işleyişini daha iyi anlamalarına ve iş süreçlerini daha etkili bir şekilde yönetmelerine yardımcı olmaktadır.

İş süreçlerini görselleştirmek için iş akış diyagramları kullanılmaktadır. Bu diyagramlar, süreçteki aktiviteleri, karar noktalarını, süreç akışını ve rolleri gösterir.

İş süreçleri analizi, bir organizasyonun iş süreçlerini detaylı bir şekilde inceleyerek bu süreçlerin nasıl çalıştığını, verimliliğini, etkinliğini ve sorunlarını anlamayı amaçlayan bir süreçtir. İş süreçlerini sürekli olarak iyileştirmek için temel bir adımdır. Bu, organizasyonların daha rekabetçi ve müşteri odaklı hale gelmelerine yardımcı olur.



Şekil 3.1. İş Süreci Diyagramı.

#### 3.2. Üretim ve Hizmet Sektöründe Süreç Madenciliği

Süreç madenciliği, birçok farklı endüstri ve organizasyon için çeşitli uygulama alanlarına sahiptir. Her organizasyonun ihtiyaçları farklı olduğu için süreç madenciliği uygulamaları özelleştirilebilmekte ve özgün gereksinimlere uygun hale getirilebilmektedir.

Üretim süreçlerinde süreç madenciliği üretim süreç izleme ve analizi, kalite kontrol ve hata tespiti, üretim akışı optimizasyonu, ekipman bakımı ve iyileştirme, tedarik zinciri yönetimi, ürün tasarım ve geliştirme, üretim maliyet analizi, enerji kaynak verimliliği çalışmalarında kullanılabilir.

Hizmet sektöründe ise müşteri hizmetleri iyileştirmesi, rezervasyon ve randevu yönetimi, fatura ve ödeme işlemleri, personel yönetimi, misafir ve müşteri deneyimi iyileştirmesi, seyahat ve turizm yönetimi, telekomünikasyon hizmetleri, eğitim ve eğitim yönetimi alanlarında kullanılabilir.

Her iki sektörde de süreç madenciliği müşteri memnuniyetini arttırmak, iş süreçlerini optimize etmek ve maliyetleri azaltmak gibi hedeflere ulaşmak için süreç madenciliği teknikleri kullanılmalıdır.

## **4. SÜREÇ MADENCİLİĞİNDE BÜYÜK VERİ, İŞ ZEKÂSI, GÜVENLİK, GİZLİLİK VE EĞİLİMLER**

### **4.1. Büyük Veri Ortamları ve Veri Analitiği**

Büyük veri, organizasyonların genellikle geleneksel veri tabanlarının işleyemediği büyük ve karmaşık veri kümelerini işlemelerine yardımcı olan bir konsepttir. Süreç madenciliği ve büyük veri, organizasyonların iş süreçlerini daha iyi anlamalarına, yönetmelerine ve iyileştirmelerine yardımcı olur. Bu birleşik yaklaşım, organizasyonların rekabet avantajı elde etmelerini, operasyonel mükemmelliğin ve müşteri memnuniyetinin artırılmasını sağlar.

Veri analitiği ve süreç madenciliği, organizasyonların veri tabanlı iş süreçlerini anlama ve iyileştirme süreçlerini desteklemek için birbirine yakından bağlı iki kavramdır. Veri analitiği, organizasyonların büyük miktarda veriyi toplamasını, analiz etmesini ve yorumlamasını sağlar. Süreç madenciliği, veri analitiği için iş süreçlerini modellemeyi ve anlamayı destekler. Süreç madenciliği sonuçları, iş süreçlerinin görselleştirilmesi ve performansı hakkında bilgi temin eder.

Sonuç olarak, veri analitiği ve süreç madenciliği birbirini tamamlayan yaklaşımlardır. İş süreçlerini daha iyi anlamak, performansı ölçmek, sorunları tanımlamak ve iyileştirmek için bu iki kavramın birleştirilmesi organizasyonların veriye dayalı kararlar almasına ve iş süreçlerini optimize etmelerine yardımcı olur.

### **4.2. İş Zekası, Veri Güvenliği, Etik Sorunlar ve Eğilimler**

İş Zekası uygulamaları, organizasyonların iş süreçlerinin performansını izlemesine ve değerlendirmesine yardımcı olur. Süreç madenciliği, bu performansı daha ayrıntılı bir şekilde analiz eder ve belirli aşamalardaki gecikmeleri veya sorunları tanımlar. İş Zekası, organizasyonların verileri analiz etmelerini sağlar. Süreç madenciliği, bu analizi iş süreçleri üzerinde derinleştirir.

İş Zekası uygulamaları ile süreç madenciliğinin entegre edilmesi, organizasyonların iş süreçlerini daha veriye dayalı bir şekilde yönetmelerine, operasyonel verimliliği artırmalarına ve iş sonuçlarını iyileştirmelerine yardımcı olabilir. Bu entegrasyon, organizasyonların verileri daha etkili bir şekilde kullanmalarına ve rekabet avantajı elde etmelerine yardımcı olur.

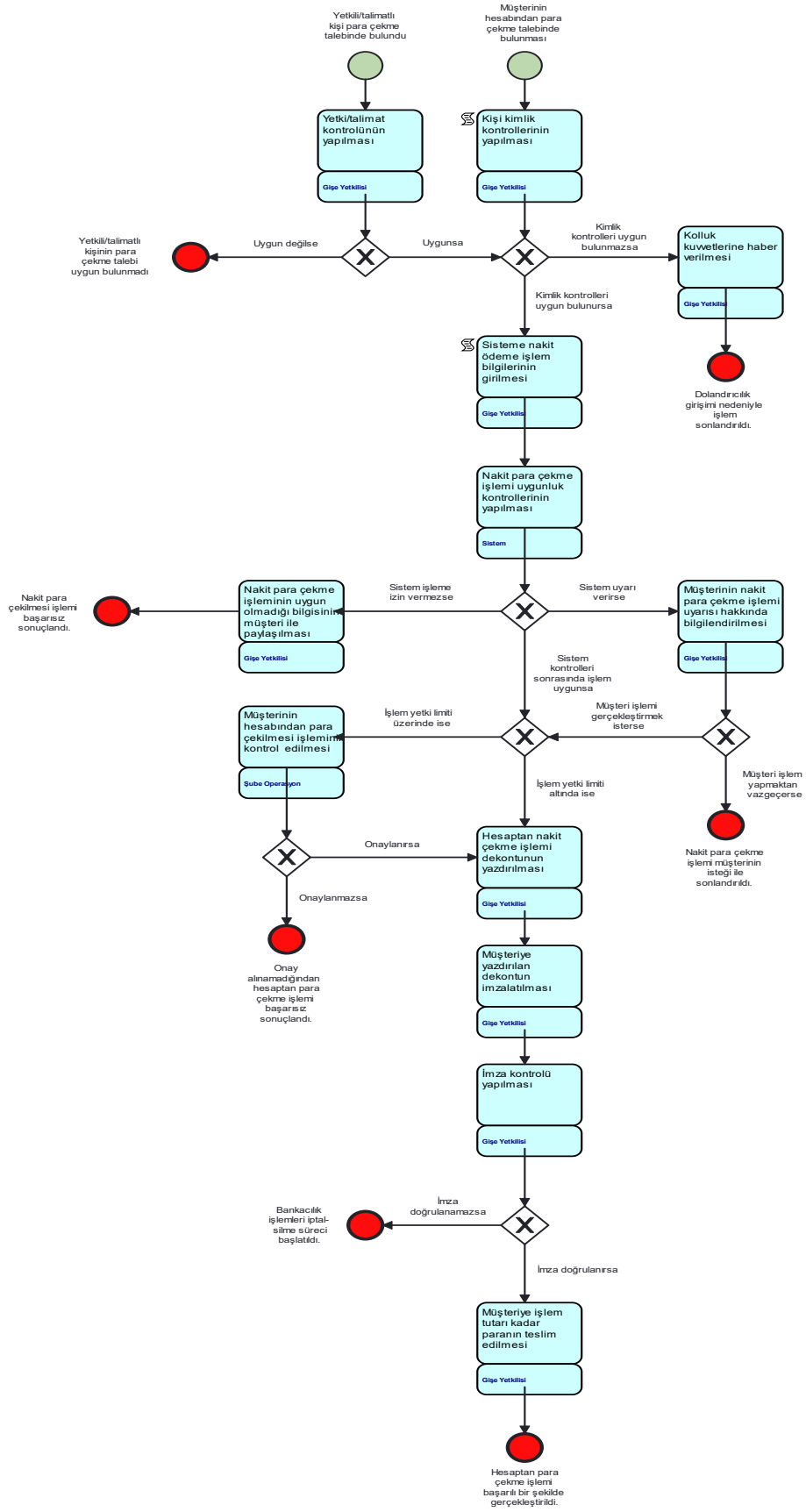
Veri güvenliği, organizasyonların veya bireylerin hassas ve özel verilerini, bilgilerini ve sistemlerini korumak amacıyla uyguladıkları bir dizi politika, işlem ve teknolojiyi içeren bir kavramdır. Veri güvenliğinin temel amacı; gizlilik, bütünlük, erişilebilirlik, kimlik doğrulama ve yetkilendirme, veri yedeklemesi ve kurtarma, izleme ve denetim, eğitim ve farkındalıktan oluşmaktadır.

## 5. BANKACILIK SEKTÖRÜNDE ÖRNEK UYGULAMA

### 5.1. Çalışılan Veri Seti, Kapsamı ve Disco'ya Aktarılması

Çalışmanın uygulama kısmında katılım bankacılığı sektöründe faaliyet gösteren bir katılım bankasının “Nakit Para Çekme Süreci” incelenmiştir ve süreç madenciliği yöntemi kullanılarak bu süreç analiz edilmiştir. Çalışmada da nakit para çekme süreçlerinin bankada kullanılan bankacılık uygulaması üzerinde ilerleyen kısmı incelenmiştir. Nakit para çekme süreci şubeye gelen müşteri talebi ile veya yetkili/talimatlı olarak başlamaktadır. Sürecin akışında kişi kimlik kontrolleri veya yetki/talimat kontrolleri yapılmaktadır. Sisteme nakit ödeme işlem bilgileri girilir. Nakit para çekme işlemine ilişkin sistemsel uygunluk kontrolleri yapılır.

Sistem işleme izin vermez ise müşteriye bilgi verilerek akış sonlanmaktadır. Eğer sistem uyarı verirse verdiği uyarıya ilişkin müşteriye bilgi verilerek devam etmek istemesi halinde işleme devam edilmektedir. Devam etmek istemez ise de akış sonlanmaktadır. Sistem kontrolleri uygun ise hesaptan nakit para çekme işlemi yapılmaktadır ve müşteriye işleme ilişkin dekont verilmektedir. Dekontun müşteri tarafından imzalanmasının ardından süreç başarıyla sonlanmaktadır, Şekil 5.1.1.



Şekil 5.1.1. Nakit Para Çekme Süreç Akışı.

Süreç madenciliği metodu kullanılarak nakit para çekme sürecinin analiz edilmesi amacıyla öncelikle bankanın kullandığı bankacılık uygulamasına ilişkin veriler SQL veri tabanı üzerinden, nakit para çekme süreçlerine ait bir

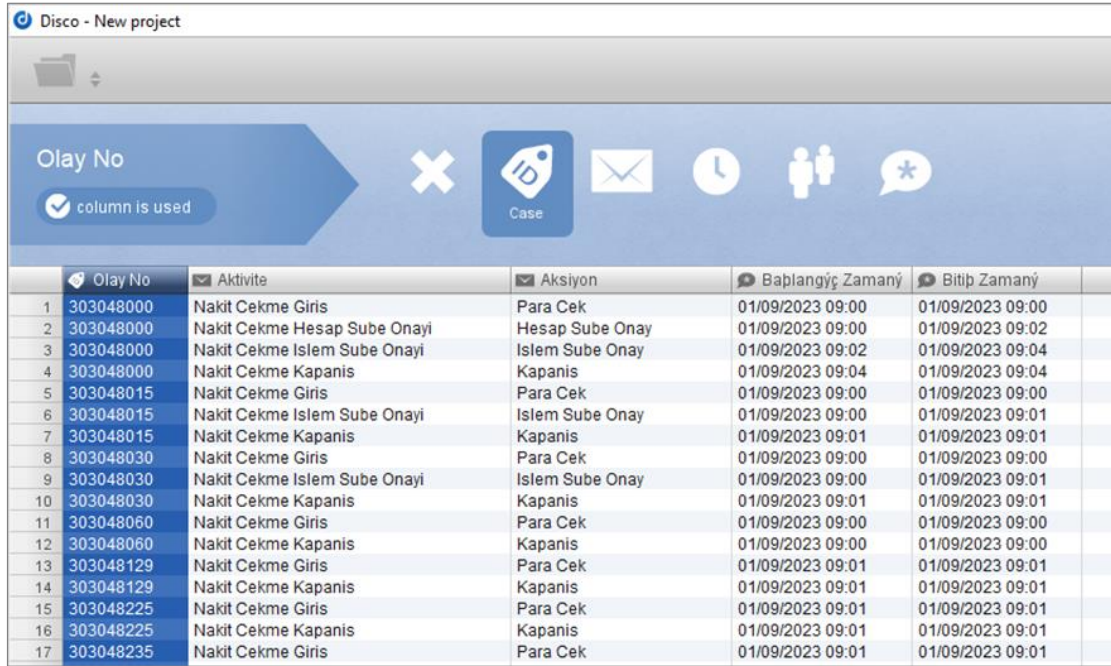


örneklem veri kümesi alınmıştır. Veri kümesinde 100.000 adet nakit para çekme süreç akışı bulunmaktadır. Bu süreç akışlarında da toplamda 251.213 adet aktivite gerçekleşmiştir. Şekil 5.1.2.'de görüldüğü üzere olay numarası, aktivite, aksiyon, başlangıç zamanı ve bitiş zamanı olmak üzere toplam 5 sütun bulunmaktadır.

	A	B	C	D	E
1	Olay No	Aktivite	Aksiyon	Başlangıç Zamanı	Bitiş Zamanı
2	303048000	Nakit Çekme Giriş	Para Çek	01/09/2023 09:00	01/09/2023 09:00
3	303048000	Nakit Çekme Hesap Sube Onayı	Hesap Sube Onay	01/09/2023 09:00	01/09/2023 09:02
4	303048000	Nakit Çekme İşlem Sube Onayı	İşlem Sube Onay	01/09/2023 09:02	01/09/2023 09:04
5	303048000	Nakit Çekme Kapanış	Kapanış	01/09/2023 09:04	01/09/2023 09:04
6	303048015	Nakit Çekme Giriş	Para Çek	01/09/2023 09:00	01/09/2023 09:00
7	303048015	Nakit Çekme İşlem Sube Onayı	İşlem Sube Onay	01/09/2023 09:00	01/09/2023 09:01
8	303048015	Nakit Çekme Kapanış	Kapanış	01/09/2023 09:01	01/09/2023 09:01
9	303048030	Nakit Çekme Giriş	Para Çek	01/09/2023 09:00	01/09/2023 09:00
10	303048030	Nakit Çekme İşlem Sube Onayı	İşlem Sube Onay	01/09/2023 09:00	01/09/2023 09:01
11	303048030	Nakit Çekme Kapanış	Kapanış	01/09/2023 09:01	01/09/2023 09:01
12	303048060	Nakit Çekme Giriş	Para Çek	01/09/2023 09:00	01/09/2023 09:00
13	303048060	Nakit Çekme Kapanış	Kapanış	01/09/2023 09:00	01/09/2023 09:00
14	303048129	Nakit Çekme Giriş	Para Çek	01/09/2023 09:01	01/09/2023 09:01
15	303048129	Nakit Çekme Kapanış	Kapanış	01/09/2023 09:01	01/09/2023 09:01
16	303048225	Nakit Çekme Giriş	Para Çek	01/09/2023 09:01	01/09/2023 09:01
17	303048225	Nakit Çekme Kapanış	Kapanış	01/09/2023 09:01	01/09/2023 09:01

Şekil 5.1.2. Nakit Para Çekme Süreç Akışı.

Veriler süreç madenciliği metodolojisine uygun hale getirilip o şekilde sisteme aktarılmalıdır. Süreç madenciliği veri kümesinde Disco yazılımının veri şartlarını sağlamak için verilerin uygun formata getirilmesi ve ardından içe aktarılması gerekmektedir. Veri kümesinde olay kimliği, aktivite bilgisi ve zaman damgası mutlaka bulunmalıdır. Şekil 5.1.3.'te görüldüğü gibi veriler Disco yazılımına aktarılmıştır. Aktarıldıktan sonra sütunlar olay kimliği, aktivite bilgisi ve zaman damgası olarak yazılıma tanımlanmıştır.



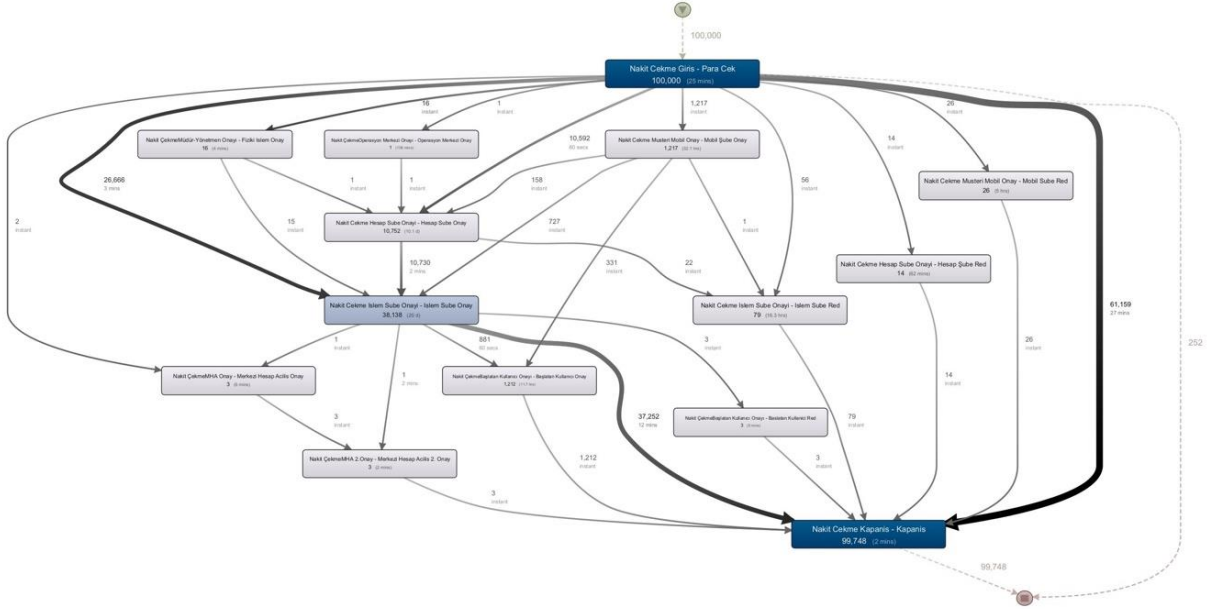
	Olay No	Aktivite	Aksiyon	Başlangıç Zamanı	Bitiş Zamanı
1	303048000	Nakit Çekme Giriş	Para Çek	01/09/2023 09:00	01/09/2023 09:00
2	303048000	Nakit Çekme Hesap Sube Onayı	Hesap Sube Onay	01/09/2023 09:00	01/09/2023 09:02
3	303048000	Nakit Çekme İşlem Sube Onayı	İşlem Sube Onay	01/09/2023 09:02	01/09/2023 09:04
4	303048000	Nakit Çekme Kapanış	Kapanış	01/09/2023 09:04	01/09/2023 09:04
5	303048015	Nakit Çekme Giriş	Para Çek	01/09/2023 09:00	01/09/2023 09:00
6	303048015	Nakit Çekme İşlem Sube Onayı	İşlem Sube Onay	01/09/2023 09:00	01/09/2023 09:01
7	303048015	Nakit Çekme Kapanış	Kapanış	01/09/2023 09:01	01/09/2023 09:01
8	303048030	Nakit Çekme Giriş	Para Çek	01/09/2023 09:00	01/09/2023 09:00
9	303048030	Nakit Çekme İşlem Sube Onayı	İşlem Sube Onay	01/09/2023 09:00	01/09/2023 09:01
10	303048030	Nakit Çekme Kapanış	Kapanış	01/09/2023 09:01	01/09/2023 09:01
11	303048060	Nakit Çekme Giriş	Para Çek	01/09/2023 09:00	01/09/2023 09:00
12	303048060	Nakit Çekme Kapanış	Kapanış	01/09/2023 09:00	01/09/2023 09:00
13	303048129	Nakit Çekme Giriş	Para Çek	01/09/2023 09:01	01/09/2023 09:01
14	303048129	Nakit Çekme Kapanış	Kapanış	01/09/2023 09:01	01/09/2023 09:01
15	303048225	Nakit Çekme Giriş	Para Çek	01/09/2023 09:01	01/09/2023 09:01
16	303048225	Nakit Çekme Kapanış	Kapanış	01/09/2023 09:01	01/09/2023 09:01
17	303048235	Nakit Çekme Giriş	Para Çek	01/09/2023 09:01	01/09/2023 09:01

Şekil 5.1.3. Çalışmada Kullanılan Veri Setinin Disco'ya Aktarılması.

## 5.2. Süreç Analizi

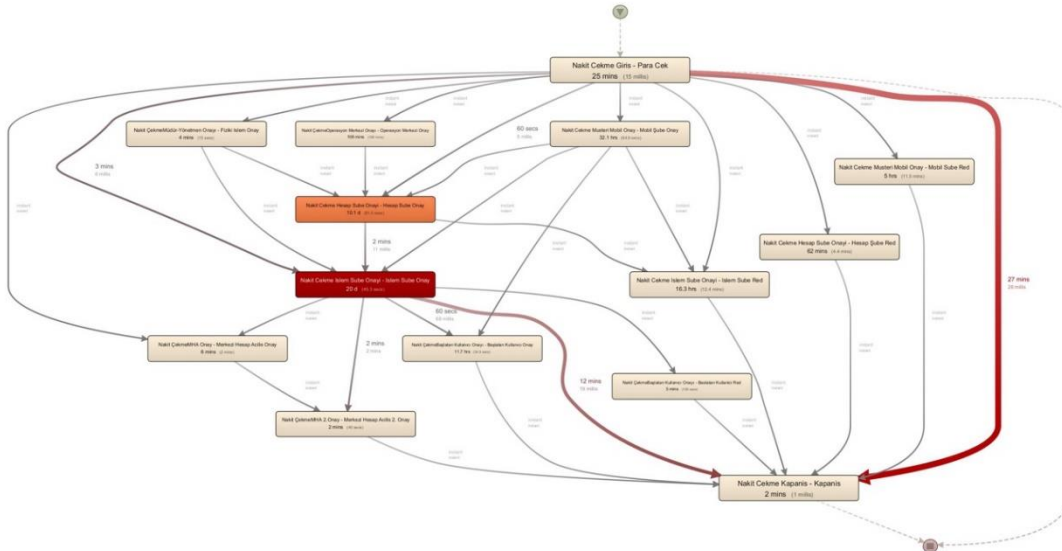
### 5.2.1. Süreç Haritasının Analiz Edilmesi

Veri seti içe aktarıldığında Disco'dan ilk olarak frekans haritası temin edilmiştir. Şekil 5.2.1.1.'de görüldüğü üzere, elde edilen bu harita en genel haliyle sürece ilişkin aktiviteleri, aktivite adetlerini ve aktiviteler arasındaki yolları göstermektedir.



Şekil 5.2.1.1. Çalışmada Kullanılan Veri Setine Göre Sürecin Genel Frekans Haritası.

Disco yazılımı frekans yazılımının yanı sıra performans haritası çıktısı da vermektedir. İçe aktarılan verilerden elde edilen performans haritası Şekil 5.2.1.2.'deki gibi elde edilmiştir.



Şekil 5.2.1.2. Çalışmada Kullanılan Veri Setine Göre Sürecin Genel Performans Haritası.

Şekil 5.2.1.2'te görüldüğü üzere bu çalışmada kullanılan Nakit Para Çekme Süreci veri setinde performans ölçütü olarak toplam süre metriği seçilmiştir. Haritadaki renklendirmelere bakılırsa, toplam süreye bağlı olarak en çok süre "Hesap Şube Onay" ve "İşlem Şube Onay" aktivitelerinde harcanmıştır.

Toplam süre olarak oluşturulan bu yeni haritaya bakıldığında işlem süresi 20 gün olan İşlem Şube Onay aktivitesinin Nakit Çekme Süreci için birinci darboğaz aktivite olduğu görülmüştür. 10.1 gün işlem süresine sahip Hesap Şube Onay aktivitesi de bu süreç için ikinci darboğaz oluşturan aktivitedir. Bu işlemlere ilişkin toplam işlem sürelerinin diğer aktivitelere göre daha uzun olmasının nedeni en sık görülen süreç akışının bu kontrol noktalarından geçen akış olmasıdır. Bu da toplam süreyi uzatmaktadır.

Süreç haritasında ikincil performans metriği ortalama süre olarak seçilmiş olup yazılım aktivite kutularında ikincil metriği parantez içinde göstermektedir. Ortalama süreler bakıldığında “Hesap Şube Onay” aktivitesi ortalama 81.5 sn, “İşlem Şube Onay” aktivitesinin ise ortalama 45.3 sn sürdüğü görülmüştür.

### 5.2.2. Vakaların Analiz Edilmesi

Disco yazılımı süreç analizi yaparken vakaların da ayrıca daha detaylı incelenebilmesi için her bir vaka özelinde aktivite sayısı, başlangıç tarihi, tamamlanma süresi ve aktif zaman bilgilerini sunmaktadır. Ayrıca her nakit para çekme işlemi için yürütülen aktivitelerin varyant bilgisini de göstermektedir. Varyantlar ilgili sürecin kaç farklı şekilde aktivite sıralaması ile gerçekleştiğini göstermektedir.

Varyantların incelenmesi süreç analizi için önemlidir. Nadir gerçekleşen varyantlar incelenmeli ve bu nadir gerçekleşen varyantların hangi nedenle gerçekleştiği bilinmelidir. Nakit para çekme süreci varyantları incelenmiş ve Şekil 5.2.3.1.’de işaret edildiği gibi bu süreçte 100.000 vaka için 20 farklı varyant ile sürecin tamamlandığı tespit edilmiştir. En sık gerçekleşen 1. varyant, vakaların %61,16’sını kapsamaktadır. Bu demek oluyor ki nakit para çekme süreci %61,16 oranda aynı aktivite sıralaması ile tamamlanmıştır.



Şekil 5.2.2.1. Vakalara İlişkin Bilgilerin Akış Görüntüsü

Vakalar üzerinde çalışırken analiz edilmek istenen vakalara ilişkin filtreleme işlemleri de yapılabilmektedir. Filtreleme işleminin ardından ilgili vakalara ilişkin süreç haritası gösterimi de elde edilmiştir. Bu şekilde ilgili vakalara odaklanılıp harita üzerinde yorum yaparak öngörü elde edilmiştir. Şekil 5.2.2.1.’te görüldüğü üzere nakit para çekme süreci veri kümesinin %80’ini oluşturan varyantlar filtrelenmiş ve en sık gerçekleşen 2 varyanta ilişkin süreç haritası elde edilmiştir. Haritayı incelendiğinde “İşlem Şube Onay” aktivitesinin toplamda 13,8 gün sürdüğü görülmektedir. Aynı zamanda kırmızı renk ile vurgulanması da bu aktivitenin darboğaz oluşturduğunu göstermektedir.

### 5.3. Banka Şubesi İş Modelinin Kurulması ve Monte Carlo Yöntemiyle Simülasyon

Süreç geliştirme çalışmaları yapılmadan gerçekleşen şube günlük işlemleri ile süreç madenciliği çalışması ile yapılan süreç geliştirme çalışmasında tespit edilen darboğazların kaldırılması sonrası gerçekleşen günlük işlem sürelerinin farkını göstermek amacıyla örnek alınan bankanın 22 şubesinin bir yıl boyunca yapılan günlük işlemleri önce sınıflandırılmış ve sonra 10 işlem grubu oluşturulmuştur.

Şubelerdeki 5 personelin iki tanesi pazarlama alanında, üç tanesi de gişe alanındaki işlemlerle uğraşmaktadır. Günlük işlemlerin bir yıl boyunca olan ortalama değerleri ve çalışan personelin ilgi alanları Tablo 5.3.1 ve Tablo 5.3.2 de verilmiştir. Banka şubesinin günlük çalışma saatleri 9:00 – 12:30 ve 13:30 – 18:00 dir, diğer bir ifadeyle müşterilerin şubeye girme süresi: 8 [h] = 480 [min] dir.

**Tablo 5.3.1.** Örnek bankanın 22 şubesine ait bir yıllık günlük işlemlerden oluşturulan işlem grupları, işlem sayıları ve ortalama süreleri

İşlem Grubu	Personel No.	Alan	Ortalama İşlem [Adet /gün]	Ortalama Süre [min/gün]	Toplam Süre [min/gün]	Toplam Süre [h/gün]
Kredi İşlemleri	1,2,3	Pazarlama	7	45,57	318,98	5,32
Kart İşlemleri	1,2,3	Pazarlama	12	9,21	110,57	1,84
Hesap İşlemleri	1,2,3	Pazarlama	26	7,84	203,97	3,40
Hazine İşleri	4,5	Gişe	7	0,67	4,71	0,08
Nakit İşleri	4,5	Gişe	25	6,11	152,63	2,54
Müşteri Hizmetleri	4,5	Gişe	9	4,57	41,14	0,69
Operasyon	4,5	Gişe	14	49,71	696,00	11,60
Havale/Transfer	4,5	Gişe	13	5,43	70,54	1,18
Çek/Senet İşlemleri	1,2,3	Pazarlama	8	1,25	9,97	0,17
Diğer	1,2,3	Pazarlama	12	53,03	636,30	10,61
		Toplam	133	183,39	2244,80	37,41

**Tablo 5.3.2.** Örnek bankanın 22 şubesinde ait günlük işlemlerde personelin ortalama mesaisi ve yük dağılımı

İşlem Alanları	Personel Sayısı	Toplam Mesai [h/gün]	Günlük Mesai [h/kişi]
Gişe (Hazine İşlemleri, Nakit İşlemleri, Müşteri Hizmetleri, Operasyon, Havale/Transfer)	2	965,02	482,51
Pazarlama (Kredi İşlemleri, Kart İşlemleri, Hesap İşlemleri, Çek/Senet İşlemleri, Diğer)	3	1279,79	426,60

Banka şubesindeki işlemlerin modellenmesinde süreçlerin stokastik yapısı dikkate alınmış ve Monte Carlo yöntemi uygulanmıştır. İşlemlere ait ortalama dağılımların gerçekte bir maksimum ve minimum arasında olduğu, bu aralıktaki değerler  $r_1$  rastgele sayısı ile belirlendiği kabul edilmektedir, Tablo 5.3.2.

İşlemlerin ve banka şubesine gelen müşterilerin rastgele gelişlerini ifade için kullanılan Gelişler Arası Süre (GAS) için düzgün dağılım fonksiyonu kullanılmıştır. Ayrıca her bir işlemde zaman zaman işlemin uzamasına yol açan rastgele bazı ek işler çıktığı (arızı süre uzamaları olduğu) kabul edilmiştir. İşlem esnasında bir  $r_3$  rastgele sayısının aldığı değer sürece ait sınır  $r_{sınır}$  değeri aşınca o işlemde arızı süre uzamasının olduğu modellenmiştir.  $r_1$  ve  $r_2 = 0$  ila 1 arasındaki rastgele sayılar olmak üzere

$$GAS = r_1 (b - a) + a + c$$

Burada  $c$  değeri aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

$$r < r_{sınır} \text{ için } c = 0$$

$$r > r_{sınır} \text{ için } c = \Delta t$$

Günlük ortalama iş süresi 480 [min] olacak şekilde düzgün dağılım fonksiyonundaki  $a$  ve  $b$  katsayıları deneme yanılma yöntemi ile tayin edilmiş ve sonuç olarak  $a=2$  [min] ve  $b=5$  [min] olarak bulunmuştur. İşlemler için kullanılan iş süreleri, normal iş akışını engelleyen işlem süresini uzatan ve beklenmeyen bir gelişme arızı süre olarak ayrıca tanımlanmıştır.

Ele alınan işlemler, bunların olasılık yoğunluk fonksiyonu, birikimli dağılım fonksiyonu, arızı süre uzamasının sınır olasılık değeri ve uzama süreleri Tablo 5.3.3. ve Tablo 5.3.4.'te verilmiştir.

**Tablo 5.3.3.** İş süreçlerinin işlem başına ortalama, maksimum-minimum ve arızı süre uzama sınır değerleri.

İşlem No. (*)	Alan	Adet	Personel No.	Ort.Süre [min]	İş Süresi [min]		Arızı Süre Uzaması	
					Max	Min	$r_{sınır}$	[min]
1	Pazarlama	7	1	45,57	48,57	42,57	0,8	3
2	Pazarlama	12	1	9,21	10,21	8,21	0,8	3
3	Pazarlama	26	1	7,84	8,84	6,84	0,85	5
4	Gişe	7	3	0,67	0,97	0,37	0,8	3
5	Gişe	25	3	6,11	7,11	5,11	0,9	2
6	Gişe	9	3	4,57	5,57	3,57	0,8	3
7	Gişe	14	4 ve 5	49,71	52,71	46,71	0,85	2
8	Gişe	13	3	5,43	6,43	4,43	0,8	2
9	Pazarlama	8	1	1,25	1,65	0,85	0,9	2
10	Pazarlama	12	2	53,03	56,03	50,03	0,8	2
	Toplam	133	(5 kişi)					

(\*) İşlem no.: 1) Kredi İşlemleri, 2) Kart İşlemleri, 3) Hesap İşlemleri, 4) Hazine İşlemleri, 5) Nakit İşlemleri, 6) Müşteri Hizmetleri, 7) Operasyon, 8) Havale/ Transfer, 9) Çek/Senet İşlemleri, 10) Diğer

**Tablo 5.3.4.** İncelenen 22 banka şubesinin 1 yıllık işlemlerinin günlük ortalama işlem sayıları, olasılık yoğunluk fonksiyonu (oyf) ve bütünleşik dağılım fonksiyonu (BDF) değerleri.

İşlem Grubu	İşlem No.	İşlem Sayısı	oyf	BDF
Kredi İşlemleri	1	7,0	0,0526	0,0526
Kart İşlemleri	2	12,0	0,0902	0,1429
Hesap İşlemleri	3	26,0	0,1955	0,3383
Hazine İşleri	4	7,0	0,0526	0,3910
Nakit İşleri	5	25,0	0,1880	0,5789
Müşteri Hizmetleri	6	9,0	0,0677	0,6466
Operasyon	7	14,0	0,1053	0,7519
Havale/Transfer	8	13,0	0,0977	0,8496
Çek/Senet İşlemleri	9	8,0	0,0602	0,9098
Diğer	10	12,0	0,0902	1,0000
	Toplam	133,0	1,0000	

Bankanın 22 şubesine bir yılda gün başına ortalama 133 müşteri gelmektedir. Herbir müşteri için  $r_1$ ,  $r_2$  ve  $r_3$  şeklinde üç ayrı rastgele sayı kullanılmıştır:  $r_1$  ile şubelere gelen işlemlerin gruplandırılması ile bulunan iş dağılım fonksiyonuna göre işlem türü,  $r_2$  ile düzgün dağılım fonksiyonuna göre işlemin gelişler arası süresi (GAS) ve  $r_3$  ile varsa arızı işlem süresi stokastik olarak belirlenmiştir.

Üçüncü rastgele  $r_3$  sayısı arızı sınır değerden büyükse ( $r_3 > r_{sınır}$ ) o işleme arızı uzama süresi eklenmiştir. Müşteriler için hazırlanan bu model 40 defa çalıştırılmış ve günlük ortalama, maksimum ve minimum işlem süreleri bulunmuştur, Tablo 5.3.5.

**Tablo 5.3.5.** Süreç madenciliği ile süreç geliştirme çalışması yapılmayan bir banka şubesinin rastgele değerlere 40 defa çalıştırılan modelin günlük süreç ortalamaları, süreler [min] birimlidir.

İşlem No.*	Ortalama	Max	Min	Ssapma
1	330	588	140	117
2	121	248	58	41
3	232	468	142	84
4	10	39	2	11
<b>5</b>	<b>155</b>	<b>234</b>	<b>76</b>	<b>38</b>
6	44	119	17	20
7	680	1131	393	149
8	84	160	43	28
9	11	43	3	7
10	672	1008	259	197
Toplam	2340	4038	1133	692

(\*) İşlem no.: 1) Kredi İşlemleri, 2) Kart İşlemleri, 3) Hesap İşlemleri, 4) Hazine İşlemleri, 5) Nakit İşlemleri, 6) Müşteri Hizmetleri, 7) Operasyon, 8) Havale/ Transfer, 9) Çek/Senet İşlemleri, 10) Diğer

Süreç madenciliği yazılımı kullanılarak yapılan süreç geliştirme çalışmasında Nakit Çekme Süreci incelenmiştir. İncelenen bu süreçte İşlem Şube Onay ve Hesap Şube Onay olmak üzere iki aktivitenin darboğaz oluşturduğu tespit edilmiştir. Hesap Şube Onay aktivitesinin gerçekleşen ortalama tamamlanma süresi 81,4 [s] olarak tespit edilmiştir.

İşlem Şube Onay aktivitesinin ortalama tamamlanma süresi 45,2 [s] olarak tespit edilmiştir. Tespit edilen bu darboğaz aktivitelerinin süreç akışından kaldırılması durumunda süreç akışından toplamda 2,11 [min] süre kazanımı oluşmaktadır. Bu aktiviteler bankanın Nakit Yatırma Süreçleri içinde de var olduğundan süre kazanımı Nakit İşlemleri kategorisindeki tüm süreçler için geçerli olmaktadır.

Banka yönetiminin süreç madenciliği çalışması çıktıları ile şube süreçlerini geliştirmesi halinde, işlemlerin iş sürelerinin sadece 5 no.lu Nakit işlemlerde ortalama 2,11 [min] azalmaktadır. Bu durumda Tablo 5.3'de verilen normal 22 şubenin günlük nakit işlemlerinin 6,11 [min] ortalama değeri 4,00 [min] değerine düşmektedir. 22 şubenin bilgilendirilmesi halinde günlük nakit işlemlerinin 4,00 [min] ] ortalama değeri kullanılarak model tekrar 40 defa çalıştırılmış ve Tablo 5.3.6'da verilen değerler bulunmuştur.

**Tablo 5.3.6.** Süreç madenciliği ile süreç geliştirme çalışması yapılmayan bir banka şubesinin rastgele değerlere 40 defa çalıştırılan modelin günlük süreç ortalamaları, süreler [min] birimlidir.

İşlem No.*	Ortalama	Max	Min	Ssapma
1	301	612	94	128
2	127	249	66	37
3	226	508	126	84
4	10	46	1	11
<b>5</b>	<b>109</b>	<b>220</b>	<b>56</b>	<b>30</b>
6	45	85	10	19
7	729	1022	433	156
8	79	193	46	28
9	12	40	4	8
10	616	909	274	159
Toplam	2252	3885	1109	662

Bu durumda nakit işlemlerinde günde  $155-109=46$  [min] bir düşme sağlanmaktadır.

## 6. SONUÇLAR

Bu çalışmada süreç geliştirme metodolojisi olarak süreç madenciliği kullanılarak bankacılık sektöründe gerçekleşen nakit çekme süreci analiz edilmiştir. Süreç madenciliği metodolojisini kullanarak analiz edilen Nakit Çekme sürecinde İşlem Şube Onay ve Hesap Şube Onay aktiviteleri olmak üzere iki önemli darboğaz olduğu tespit edilmiştir. Süreçlerdeki dar boğazlar sayısal olarak tespit edilmiş ve odaklanması gereken aktiviteler istatistik analizle bankaya görünür hale getirilmiştir.

Tespit edilen bu darboğazların kaldırılması durumunda ortalama olarak işlemleri tanımlanan bir şubenin toplam günlük işlem süresinin etkileneceği Monte Carlo yöntemiyle gösterilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla bir bankanın rastgele seçilen 22 şubesinin bir yıl boyunca olan işlemleri önce sınıflandırılmış sonra 10 işlem grubuna ayrılmıştır.

Hazırlanan günlük işlem modeli önce normal şube sistemine, daha sonra da süreç madenciliği ile desteklenen şube sistemine uygulanmıştır. Bu karşılaştırmada sadece nakit para işlemlerindeki destekleme incelenmiştir. Süreç madenciliği ile süreç geliştirme çalışması yapılan bir banka şubesinin rastgele değerlerle 40 defa çalıştırılan simüle edilmiştir. Simülasyon ortalamaları karşılaştırıldığında kaldırılan darboğaz aktivitelerin toplam nakit para işlem süresini 46 dakika düşürdüğü görülmüştür.

Bu çalışma ile veri madenciliğine dayanan yazılımların bankacılık sektöründe kullanılması ile özellikle çok büyük veri yığına sahip banka üst yönetiminin sistemi daha iyi analiz edebileceği, süreçleri değişik açılardan izleyebileceği, gerekli değişiklikleri hızlı bir şekilde yapabileceği ve kontrol edebileceği, yönetme ve karar verme işlerinde daha analitik değerlere dayanabileceği görülmüştür. Özellikle süreçlerdeki eğilimlerin, değişimlerin ve beklenmeyen kontrol dışı gelişmelerin kolayca görülmesi ve gerekli önlemlerin alınması gibi önemli avantajlar da sağlanacaktır.

## KAYNAKLAR

Burattin, A. (2015). Process Mining Techniques in Business Environments, Springer.

Crum, M., Rayhorn, C. (2019). Using Monte Carlo Simulation for Pro Forma Financial Statements .Journal of Accounting and Finance Vol. 19(5) pp.29-40. 2019.

Erdoğan, T. (2018). Sağlık Süreçlerini İyileştirmede Süreç Madenciliği Tekniğini Kullanan Bir Performans Analiz Metodu. [Yüksek Lisans Tezi]. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Gartner. (2023) Analyst Report: 2023 Gartner® Magic Quadrant™ for Process Mining Tools. [https://www.softwareag.com/en\\_corporate/platform/aris/process-mining-tools-gartner-report.html?utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=swag\\_brand\\_umbrella&utm\\_region=hq&utm\\_subcampaign=stg-1&utm\\_content=stg-1\\_webpage\\_simplify\\_the\\_conn\\_world\\_gartner\\_lp\\_abm](https://www.softwareag.com/en_corporate/platform/aris/process-mining-tools-gartner-report.html?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=swag_brand_umbrella&utm_region=hq&utm_subcampaign=stg-1&utm_content=stg-1_webpage_simplify_the_conn_world_gartner_lp_abm) en son erişim tarihi 06 Nisan 2024

Gomé, S., Tuckerman, L., Barkley, D. (2022). Extreme events in transitional turbulence. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 2022, 380 (2226), pp.20210036. ff10.1098/rsta.2021.0036ff. fahal-03796501f

Günther, C. W. (2009). Process Mining in Flexible Environments Ph.D. Thesis, Technische Universiteit Eindhoven.

Helm, E., & Paster, F. (2015). First Steps Towards Process Mining in Distributed Health Information Systems. International Journal of Electronics and Telecommunications. <https://doi.org/10.1515/eletel-2015-0017> Kebede, M. (2015). Comparative Evaluation of Process Mining Tools. University of Tartu.

Kang, C. J., Y. S. Kang, Y. S. Lee, S. Noh, H. C. Kim, W. C. Lim, J. Kim and R. Hong (2013). Process Mining-based Understanding and Analysis of Volvo IT's Incident and Problem Management Processes. BPIC@ BPM.

Kumaraguru, P. V. (2013). Machine learning approach for model discovery and process enhancement using process mining techniques Ph.D. Thesis, Dr. M.G.R. Educational and Research Institute. M. Bozkaya, J. Gabriels, and J. M. van der Werf, "Process Diagnostics: A Method Based on Process Mining" 2009 International Conference on Information, Process and Knowledge Management, Cancun Şub. 2009, pp 22-2. Doi:10.1109/Eknow.2009.29.



Kuşakçı, A.O., Ayvaz, B., Borat, O. (2022). Mühendisler İçin Sistem Benzetimi. Genişletilmiş 2. Basım, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara. ISBN: 978-625-417-172-7.

Sevim Ş. (2021). Süreç Madenciliği Yönetimi ile Satın Alma Sürecinin Analiz Edilmesi. [Yüksek Lisans Tezi]. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

Simsek, K.D. (2024). Monte Carlo Simulation in Financial Modeling. *The Journal of Portfolio Management Quantitative Tools* 2023, 49 ( 9) 178 – 188. DOI: 10.3905/jpm.2023.1.521

Ufuk Çelik , Eyüp Akçetin , (2018), *AJIT-e: Academic Journal of Information Technology*, Cilt 9, Sayı 34, 2018, 97

Van der Aalst, W., A. Adriansyah, A. K. A. de Medeiros, F. Arcieri, T. Baier, T. Blickle, J. C. Bose, P. vanden Brand, R. Brandtjen, J. Buijs, A. Burattin, J. Carmona, M. Castellanos, J. Claes, J. Cook, N. Costantini, F. Curbera, E. Damiani, M. de Leoni, P. Delias, B. F. van Dongen, M. Dumas, S. Dustdar, D. Fahland, D. R. Ferreira, W. Gaaloul, F. van Geffen, S. Goel, C. Günther, A. Guzzo, P. Harmon, A. ter Hofstede, J. Hoogland, J. E. Ingvaldsen, K. Kato, R. Kuhn, A. Kumar, M. La Rosa, F. Maggi, D. Malerba, R. S. Mans, A. Manuel, M. McCreech, P. Mello, J. Mendling, M. Montali, H. R. Motahari-Nezhad, M. zur Muehlen, J. Munoz-Gama, L. Pontieri, J. Ribeiro, A. Rozinat, H. Seguel Pérez, R. Seguel Pérez, M. Sepúlveda, J. Sinur, P. Soffer, M. Song, A. Sperduti, G. Stilo, C. Stoel, K. Swenson, M. Talamo, W. Tan, C. Turner, J. Vanthienen, G. Varvaressos, E. Verbeek, M. Verdonk, R. Vigo, J. Wang, B. Weber, M. Weidlich, T. Weijters, L. Wen, M. Westergaard and M. Wynn (2012). *Process Mining Manifesto. Business Process Management Workshops: BPM 2011 International Workshops, Clermont-Ferrand, France, August 29, 2011, Revised Selected Papers, Part I.* F. Daniel, K. Barkaoui and S. Dustdar: 169-194. Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg. Van der Aalst, W., A. Adriansyah and B. van Dongen (2012). *Replaying history on process models for conformance checking and performance analysis. Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery* 2(2): 182-192.

Van der Aalst, W. (2004). *Process Mining: A Research Agenda. Computers in Industry*, 53: 231-244.

Van der Aalst, W. (2012a). *Process Mining: overview and Opportunities. Transactions on Management Information Systems*, 3(2): 99-114.

Van der Aalst, W. (2012b). *What Makes a Good Process Model? Software & System Modelling*, 11(4): 557-569.

Van der Aalst, W. M. P. (2014). *Process Mining in the Large: A Tutorial. Business Intelligence: Third European Summer School, eBISS 2013, Dagstuhl Castle, Germany, July 7-12, 2013, Tutorial Lectures.* E. Zimányi: 33-76. Cham, Springer International Publishing.

Van der Aalst, W. M. P., A. K. A. de Medeiros and A. J. M. M. Weijters (2005). *Genetic Process Mining. Applications and Theory of Petri Nets 2005: 26th International Conference, ICATPN 2005, Miami, USA, June 20-25, 2005. Proceedings.* G. Ciardo and P. Darondeau: 48-69. Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg.

Van der Aalst, W. M. P., H. A. Reijers, A. J. M. M. Weijters, B. F. van Dongen, A. K. Alves de Medeiros, M. Song and H. M. W. Verbeek (2007). *Business process mining: An industrial application. Information Systems* 32(5): 713-732.

Van der Aalst, W. M. P., H. T. de Beer and B. F. van Dongen (2005). *Process Mining and Verification of Properties: An Approach Based on Temporal Logic. On the Move to Meaningful Internet Systems 2005: CoopIS, DOA, and ODBASE: OTM Confederated International Conferences, CoopIS, DOA, and ODBASE 2005, Agia Napa, Cyprus, October 31 - November 4, 2005, Proceedings, Part I.* R. Meersman and Z. Tari: 130-147. Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg.

Van der Aalst, W., Reijers, H., Weijters, A., Dongen, B., Medeiros, A., Song, M., Verbeek, H. (2006). *Business Process Mining: An Industrial Application. Information Systems*, 32(5): 713-732.

Van der Aalst, W., T. Weijters and L. Maruster (2004). *Workflow mining: Discovering process models from event logs. Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on* 16(9): 1128-1142. Van der Aalst, W. M., B. F. Van Dongen, J. Herbst, L. Maruster, G. Schimm and A. J. Weijters (2003). *Workflow mining: a survey of issues and approaches. Data & knowledge engineering* 47(2): 237-267.



Yılmaz, Y. (2019). Business Process Reengineering Using Process Mining. [Yüksek Lisans Tezi]. Boğaziçi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Yousfi, A., Weske, M. (2019). Discovering Commute Patterns via Process Mining, Knowledge & Information System,60(2):691-713.–104.

W. M. P. van der Aalst, B. F. van Dongen, J. Herbst, L. Maruster, G. Schimm, and A. J. M. M. Weijters, “Workflow mining: A survey of issues and approaches,” Data & Knowledge Engineering, vol. 47, no 2, pp. 237-267, Kas. 2003,doi:10.1016/S0169-023X(03)00066-1

Xu,D.L., Yue, P., Yi, X., and Liu,J.Y. (2022). Improvement of a Monte-Carlo-simulation-based turbulence-induced attenuation model for an underwater wireless optical communications channel. Journal of the Optical Society of America A Vol. 39, Issue 8, pp. 1330-1342 (2022) <https://doi.org/10.1364/JOSAA.459753>

**Not:** Bu makale, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı 'nda, Prof. Dr. Oğuz Borat danışmanlığında, Rabia Mamuş Yemen tarafından yürütülecek olan, “Süreç Madenciliği Yaklaşımı Kullanılarak Süreç Geliştirme Metodolojisi ve Bankacılık Sektöründe Bir Örnek Uygulama” başlıklı yüksek lisans tezinin ön çalışmalarından yararlanılarak hazırlanmıştır.