

**T.C ESKİŞEHİR OSMANGAZİ
ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK
MİMARLIK FAKÜLTESİ**



**BİÇİMSEL DİLLER VE OTOMATA
2024-2025 BAHAR YARIYILI
PROJESİ ARA RAPORU GRUP 8**

PROJE KONUSU: BPMN

HAZIRLAYANLAR

***152120221070 MUHAMMED MEHMET GÖKÇE**

152120221064 EMİRHAN ÜNAL

152120221108 ALİ YILMAZ

152120221056 YUSUF GÖÇ

503020240051 KÖKSAL GÖK

İçindekiler

1. GİRİŞ	3
1.1. BPMN'nin Teknolojideki Yeri.....	3
1.2. Tarihçe	4
1.3. Kullanım Alanları	4
1.4. Çözüme Yönelik Farklı Yaklaşımlar	5
1.5. Bu Modeli Kim, Nasıl Kullanacak ve Hayatına Nasıl Edecek?.....	5
2. PROBLEM ÖZELLİKLERİ VE ÇÖZÜM YAKLAŞIMLARI	6
2.1. Projede Neler Yapılacak?	6
2.2. Biçimsel Diller ve Otomata ile İlişkisi	7
2.3. Kullanılacak Araçlar	7
3. BPMN İLE İŞ SÜREÇLERİ MODELLERİ.....	8
3.1. BPMN ve Modelleme Yöntemleri	8
3.2. Süreçlerin Modellenmesi ve Optimizasyonu	9
3.3. BPMN'nin Oyun Geliştirme Süreçlerinde Uygulaması	9
3.4. Camunda ile Modelleme Süreci	10
3.5. Draw.io ile e-NFA Çizimi	11
3.6. Modelin Doğrulanması (Validation).....	12,13
4. PROJE EKİBİ DEĞERLENDİRMESİ.....	14
4.1. Toplantılar	14
4.2 Görev Dağılımı	15
5. Python Execution: Süreç kodları ve çıktılar.....	16, 17, 18
6. SONUÇ	19
7. Kaynakça	20

1. GİRİŞ

Günümüz oyun endüstrisi, karmaşık ve çok aşamalı geliştirme süreçlerine sahiptir. Bir oyunun fikir aşamasından piyasaya sürülmesine kadar geçen süreçte, ekipler arasında iş birliği, proje yönetimi ve süreç optimizasyonu kritik bir rol oynar. Ancak, birçok oyun stüdyosu iş akışlarını manuel yöntemlerle veya yetersiz sistemlerle yönetmektedir. Bu durum, verimsizlik, hatalar ve süreç takibinde belirsizlik gibi problemlere yol açmaktadır.

Bu çalışmada, oyun geliştirme süreçlerini optimize etmek ve yönetilebilir hale getirmek için BPMN (Business Process Model and Notation) tabanlı bir sistem tasarlanmıştır. BPMN, iş süreçlerini standart bir biçimde modelleyerek anlaşılır ve yürütülebilir hale getiren güçlü bir araçtır. Bu bağlamda, proje kapsamında Camunda Modeler, Draw.io, GitHub ve Trello gibi araçlar kullanılarak oyun geliştirme süreçleri modellenmiş, süreçlerin takibi ve yönetimi kolaylaştırılmıştır.

Ayrıca, biçimsel diller ve otomata teorisi kullanılarak süreçlerin doğrulaması yapılmış, iş akışlarının kesin kurallar çerçevesinde ilerlemesi sağlanmıştır. Bu sayede, süreçlerde meydana gelebilecek hatalar minimize edilmiş ve her aşamanın tutarlı bir şekilde işlemesi güvence altına alınmıştır.

Bu raporda, öncelikle BPMN'nin teknolojideki yeri ve kullanım alanları ele alınacak, ardından oyun geliştirme sürecinde karşılaşılan problemler, çözüm yaklaşımları ve kullanılan yöntemler detaylandırılacaktır. Son olarak, projenin uygulanması sırasında elde edilen sonuçlar ve değerlendirmeler paylaşılmacaktır. [2]

1.1. BPMN'nin Teknolojideki Yeri

BPMN (Business Process Model and Notation), iş süreçlerini görselleştirmek için kullanılan standart bir modelleme dilidir. Teknolojide geniş bir kullanım alanına sahiptir ve süreçlerin daha verimli yönetilmesini sağlar.

1. Yazılım Geliştirme ve Otomasyon

BPMN, yazılım geliştirme süreçlerinde iş akışlarını tanımlamak ve otomasyon araçlarıyla entegre etmek için kullanılır. Bu sayede yazılım sistemleri iş kurallarına uygun olarak çalışır.

2. Kurumsal Süreç Yönetimi (BPM)

Şirketler, BPMN'yi süreçlerini analiz etmek, optimize etmek ve uyumluluk sağlamak için kullanır. ERP ve CRM gibi sistemlerle entegrasyonu, iş süreçlerini daha verimli hale getirir.

3. Dijital Dönüşüm ve Yapay Zeka

BPMN, dijital dönüşüm projelerinde süreçleri modelleyerek AI ve RPA (Robotik Süreç Otomasyonu) gibi teknolojilerle uyumlu hale getirilmesini sağlar.

BPMN, teknoloji dünyasında süreç odaklı düşünmeyi teşvik eden, standartlaşırılmış ve geniş çapta kullanılan bir araçtır. [2]

1.2. Tarihçe

BPMN (Business Process Model and Notation), iş süreçlerini standart bir şekilde modellemek için geliştirilmiş bir notasyon sistemidir.

1. İlk Geliştirme (2000'ler Başlangıcı)

BPMN'nin temelleri, Business Process Management Initiative (BPMI) tarafından atılmıştır. Amaç, iş süreçlerini kolayca anlaşılır bir görselleştirme dili ile ifade etmektir.

2. BPMN 1.0 (2004)

2004 yılında BPMI, BPMN 1.0 sürümünü yayımladı. Bu sürüm, süreç modelleme için standart semboller ve kurallar içeriyordu.

3. OMG'nın Devralması (2005)

2005 yılında Object Management Group (OMG), BPMI ile birleşerek BPMN'nin gelişimini üstlendi. OMG, BPMN'yi iş süreçleri için daha geniş kapsamlı bir standart haline getirdi.

4. BPMN 2.0 (2011)

2011'de yayımlanan BPMN 2.0, süreç modelleme yeteneklerini genişletti ve XML tabanlı değişim formatı eklenerek süreçlerin doğrudan otomasyon araçlarıyla entegre edilmesini sağladı.

5. Günümüz ve Kullanım Alanları

BPMN günümüzde kurumsal süreç yönetimi (BPM), dijital dönüşüm ve robotik süreç otomasyonu (RPA) gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. [5].

1.3. Kullanım Alanları

1. Kurumsal Süreç Yönetimi (BPM)

Şirketler, iş akışlarını analiz etmek, iyileştirmek ve verimliliği artırmak için BPMN kullanır. ERP ve CRM gibi sistemlerle entegre edilerek süreçlerin otomasyonu sağlanır.

2. Yazılım Geliştirme ve BT Yönetimi

Yazılım projelerinde iş süreçleri BPMN ile modellenerek, sistemlerin iş kurallarına uygun şekilde tasarılanması sağlanır. Ayrıca, süreç otomasyon araçlarıyla entegrasyon kolaylaşır.

3. Robotik Süreç Otomasyonu (RPA)

BPMN, RPA sistemlerinde manuel iş süreçlerini analiz etmek ve otomasyona uygun hale getirmek için kullanılır. Bu sayede tekrarlayan görevler yazılım robotlarıyla yürütülebilir. [3].

4. Finans ve Bankacılık

Bankalar ve finans kuruluşları, kredi başvuruları, risk yönetimi ve müşteri hizmetleri gibi süreçleri optimize etmek için BPMN'yi kullanır.

5. Sağlık ve Sigorta

Hastaneler ve sigorta şirketleri, hasta kayıt işlemleri, police yönetimi ve tazminat süreçlerini BPMN ile modelleyerek daha etkili bir yönetim sağlar.

6. Üretim ve Lojistik

Tedarik zinciri yönetimi, sipariş süreçleri ve depo yönetimi gibi alanlarda BPMN kullanılarak iş akışları optimize edilir ve maliyetler düşürülür.

BPMN, süreçleri daha anlaşılır hale getirerek farklı sektörlerde verimliliği artıran önemli bir araçtır.

1.4. Çözüme Yönelik Farklı Yaklaşımlar

BPMN (Business Process Model and Notation), iş süreçlerini modellemek ve optimize etmek için farklı yaklaşımlar sunar. Bu yaklaşımlar, süreçlerin doğasına ve organizasyonel gereksinimlere göre değişebilir.

1. Model Odaklı Yaklaşım

Bu yöntemde, süreçler grafiksel modeller ile detaylı bir şekilde oluşturulur. BPMN'nin sunduğu standart simgeler kullanılarak süreçlerin görselleştirilmesi, analizi ve iyileştirilmesi sağlanır.

2. Kural Tabanlı Yaklaşım

Bazı iş süreçleri, karar ağaçları ve iş kuralları motorları ile modellenebilir. BPMN + DMN (Decision Model and Notation) kombinasyonu, iş kurallarının süreç modelleriyle entegre edilmesini sağlar.

3. Otomasyon ve RPA Destekli Yaklaşım

BPMN süreçleri, Robotik Süreç Otomasyonu (RPA) sistemleri ile entegre edilerek manuel işlemler otomatik hale getirilebilir. Bu, tekrarlayan görevlerin insan müdahalesine gerek kalmadan yürütülmesini sağlar.

4. Veri Odaklı Yaklaşım

BPMN, büyük veri ve analitik sistemlerle entegre edilerek süreçleri optimize edebilir. Gerçek zamanlı veri analizi sayesinde, süreçlerde ölçümleme, tahminleme ve sürekli iyileştirme sağlanır.

5. Çevik ve Esnek Yaklaşım

Bazı organizasyonlar, BPMN süreçlerini çevik metodolojilerle (Agile, Scrum) birleştirerek esnek ve değişime hızlı adapte olabilen iş süreçleri oluşturur.

Her yaklaşım, BPMN'nin esnek yapısı sayesinde organizasyonların farklı ihtiyaçlarına göre uyarlanabilir. [3]

1.5. Bu Modeli Kim, Nasıl Kullanacak ve Hayatına Nasıl Etki Edecek?

Oluşturduğumuz oyun geliştirme süreci modeli, özellikle oyun tasarımcıları, yazılım geliştiriciler ve proje yöneticileri için büyük fayda sağlayacak. Bu model, adım adım bir oyun geliştirme sürecini belirleyerek, sürecin her aşamasını daha organize ve verimli bir şekilde yönetmeyi amaçlar.

Oyun geliştiriciler, bu modeli kullanarak projenin başlangıcından bitişine kadar olan tüm aşamaları planlayabilir, gerekli kaynakları doğru bir şekilde tahsis edebilir ve her bir aşamanın tamamlanmasını takip edebilir. Modeldeki süreçlerin görsel temsilleri, takımların daha net bir şekilde görevleri anlamasına ve birbirleriyle uyumlu bir şekilde çalışmasına yardımcı olur.

Proje yöneticileri, bu model sayesinde oyun geliştirme sürecinin zaman çizelgesini ve görevlerin sırasını netleştirerek, sürecin her aşamasında ne yapılması gerektiğini belirleyebilir. Ayrıca, bu model, projede ortaya çıkabilecek sorunları daha erken aşamalarda tespit etmeye ve çözmeye olanak tanır, böylece zaman ve kaynak israfını önler. [1]

Sonuç olarak, oyun geliştirme süreci modelimiz, ekiplerin işbirliğini güçlendirir, proje yönetimini kolaylaştırır ve oyun geliştirme sürecinde daha sistematik bir yaklaşım benimsemeyi sağlar.

2. PROBLEM ÖZELLİKLERİ VE ÇÖZÜM YAKLAŞIMLARI

Bir oyun geliştirme şirketinin oyun üretim süreçlerini modellemek ve yönetmek için BPMN tabanlı bir yaklaşım ele alınmıştır. Mevcut süreçler, manüel takip edildiği için düzensizlik, süreçlerin şeffaf olmaması ve iş akışında verimsizlik gibi problemlere yol açmaktadır. Bu nedenle, süreçlerin net bir şekilde modellenmesi, yönetilmesi ve optimize edilmesi gerekmektedir.

2.1. Projede Neler Yapılacak?

Bu projede, oyun geliştirme süreçlerini modellemek ve yönetmek için BPMN tabanlı bir sistem oluşturulacaktır. Mevcut sistemde süreçler manüel olarak takip edilmekte ve bu da düzensizlik, belirsizlik ve verimsizlik gibi problemlere yol açmaktadır. BPMN'nin biçimsel yapısını ve otomata teorisinin kesinliğini kullanarak süreçleri daha kontrol edilebilir ve optimize edilebilir hale getirmeyi amaçlıyoruz.

Camunda Modeler ve Draw.io ile süreç modelleri oluşturulacak ve görselleştirilecektir. XML formatındaki kodlar, süreçlerin yürütülebilir hale gelmesi için GitHub üzerinde yönetilecektir. Trello, proje yönetimi ve iş akışlarının düzenlenmesi için kullanılacaktır.

BPMN şemaları, biçimsel dillerin kesin kurallarına dayalı olarak tasarılanacaktır. İş süreçleri workflow netleri ve Petri ağları ile analiz edilerek doğruluk sağlanacaktır. Ayrıca, BPMN modelleri sonlu durum otomatları (FSM) ile ilişkilendirilerek, her aşamada geçerli bir iş akışı oluşturulacaktır.

Bu yaklaşım, oyun geliştirme sürecinin adım adım planlanması ve herhangi bir süreç uyuşmazlığı oluştduğunda geri dönüş mekanizmalarının devreye girmesini sağlayacaktır. Otomata teorisi kullanılarak süreçlerde geçiş kuralları ve kısıtlamalar tanımlanacak, böylece yanlış iş akışları engellenecektir.

Proje kapsamında yapılacaklar:

- Oyun geliştirme sürecinin BPMN kullanılarak modellenmesi.
- Camunda Modeler ile yürütülebilir süreçlerin oluşturulması.
- Draw.io ile süreçlerin görselleştirilmesi.
- GitHub üzerinden süreç modellerinin XML formatında yönetilmesi.
- Trello kullanılarak iş akışı ve görev yönetiminin sağlanması.
- Biçimsel diller ve otomata teorisi ile süreç doğrulamalarının yapılması.

Bu sayede, oyun geliştirme süreçleri daha düzenli, optimize edilmiş ve takip edilebilir hale gelecektir.

2.2. Biçimsel Diller ve Otomata ile İlişkisi

- BPMN (Business Process Model and Notation), iş süreçlerini görsel sembollerle tanımlayan bir modelleme aracıdır. Bu süreç modelleri, yalnızca görsel sunum değil; aynı zamanda biçimsel olarak analiz edilebilir yapılardır. Biçimsel diller ve otomata teorisi, bu süreci daha da anlamlandırmak ve doğrulamak için sağlam bir matematiksel zemin sunar.
- Biçimsel diller, belirli kurallar dizisiyle tanımlanan sembol dizilerini kapsar. BPMN süreçleri de benzer şekilde belirli kurallara göre sıralanmış olay, görev ve geçişlerden oluşur. Bu yönyle her BPMN süreci, altında yatan bir biçimde temsil edebilir. Örneğin, bir sürecin doğru biçimde tamamlanması, belirli sembollerin (yani görevlerin) belirli sırayla ve koşullarla geçilmesiyle mümkündür.
- Bu geçiş yapısı sonlu durum makineleri (Finite State Machines) ile doğrudan ilişkilidir. Özellikle:
- Deterministik Sonlu Otomatlar (DFA): Her durumdan sadece bir geçişin tanımlı olduğu yapılar. BPMN'de de bazı iş akışları belirli koşullar altında sadece tek bir yola devam edebilir.
- Deterministik Olmayan Sonlu Otomatlar (NFA): Bir durumdan birden fazla olasılıklı geçişin mümkün olduğu yapılardır. BPMN'deki gateway yapıları (örneğin Exclusive veya Parallel Gateway) bu durumu simgeler; bir noktada birden fazla yola ayrılabilir ve geçişler koşula bağlı olabilir.
- Her BPMN diyagramı, arka planda bir durum kümesi (states), bir alfabe (olaylar/görevler) ve geçiş fonksiyonları (süreç ilerleyışı) ile tanımlanabilir. Bu bileşenler, biçimsel dillerde kullanılan otomata modelleri ile örtüşmektedir.
- Bu bağ kurulduğunda, süreçlerin doğruluğu, geçerliliği ve optimize edilebilirliği daha güvenilir biçimde analiz edilebilir. Özellikle yazılım mühendisliğinde, iş süreçlerinin otomatlara indirgenerek modellenmesi, kodlama ve test aşamalarında büyük avantaj sağlar. [5].

2.3. Kullanılacak Araçlar

- Camunda: BPMN modellerini oluşturmak ve çalıştmak için kullanılacak. [6]
- Draw.io: Süreçlerin görselleştirilmesi için tercih edilen araç. [7].
- GitHub: XML formatında BPMN kodlarının depolanması ve versiyon kontrolü için kullanılacak. [4].
- Trello: Oyun geliştirme sürecindeki görevlerin takibi, iş akışı yönetimi ve ekip içi koordinasyon için kullanılacak. [8].
- Bu yöntemlerle oyun geliştirme sürecinin daha sistematik, takip edilebilir ve optimize edilebilir bir yapıya kavuşması hedeflenmektedir.

3. BPMN İLE İŞ SÜREÇLERİ MODELLERİ

BPMN (Business Process Model and Notation), karmaşık iş süreçlerinin açık, tutarlı ve görsel olarak anlaşılabilir biçimde modellenmesini sağlayan güçlü bir araçtır. Bu bölümde, BPMN kullanılarak iş süreçlerinin nasıl modelleneceği, farklı modelleme yaklaşımlarının süreç üzerindeki etkileri ve optimizasyon fırsatları ele alınacaktır. Ayrıca, oyun geliştirme gibi yaratıcı ve teknik süreçlerin BPMN ile nasıl sistematik hale getirilebileceği örneklerle incelenecuk, oluşturulan modellerin doğrulanması için kullanılan yöntemlere de değinilecektir. Bu sayede hem akademik hem de uygulamalı perspektiften süreç modellemenin kapsamı ortaya konulacaktır.

3.1. BPMN ve Modelleme Yöntemleri

- BPMN (Business Process Model and Notation), iş süreçlerini görselleştirmek için kullanılan standart bir modelleme dilidir. BPMN, karmaşık iş akışlarını sadeleştirerek anlaşılmasını ve yönetilmesini sağlar. BPMN'nin sunduğu çeşitli semboller ve şemalar, iş süreçlerinin her yönünü ifade edebilir. Bu semboller aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir:
- Başlangıç ve Bitiş Olayları (Start/End Events): Sürecin başlangıcını ve bitişini gösterir. Örneğin, bir "Başlangıç Olayı", bir kullanıcı tarafından başlatılan işlemi, "Bitiş Olayı" ise sürecin sonlanması ifade eder.
- Aktiviteler (Activities): Sürec içinde yapılacak işlemleri temsil eder. Bu, bir görev, işlem veya alt süreç olabilir.
- Karar Noktaları (Gateways): Sürecin dallanmasını veya süreçlerin birleşmesini temsil eder. Örneğin, bir "XOR Gateway", yalnızca bir yolun seçileceği bir durumu ifade eder.
- Bağlantı Nesneleri (Sequence Flow/Message Flow): Sürec adımlarını birbirine bağlar. "Sequence Flow", bir sürecin adımlar arasındaki bağlantıyı, "Message Flow" ise süreçler arasındaki iletişimini gösterir.
- Yüzey Akışları (Pools/Lanes): Süreçlerin farklı taraflar arasında nasıl bölündüğünü gösterir. "Pool" bir organizasyonu, "Lane" ise bir organizasyon içindeki belirli bir rol veya departmanı ifade eder.
- Veri Nesneleri (Data Objects): Sürec sırasında kullanılan veya üretilen verileri temsil eder. [6]

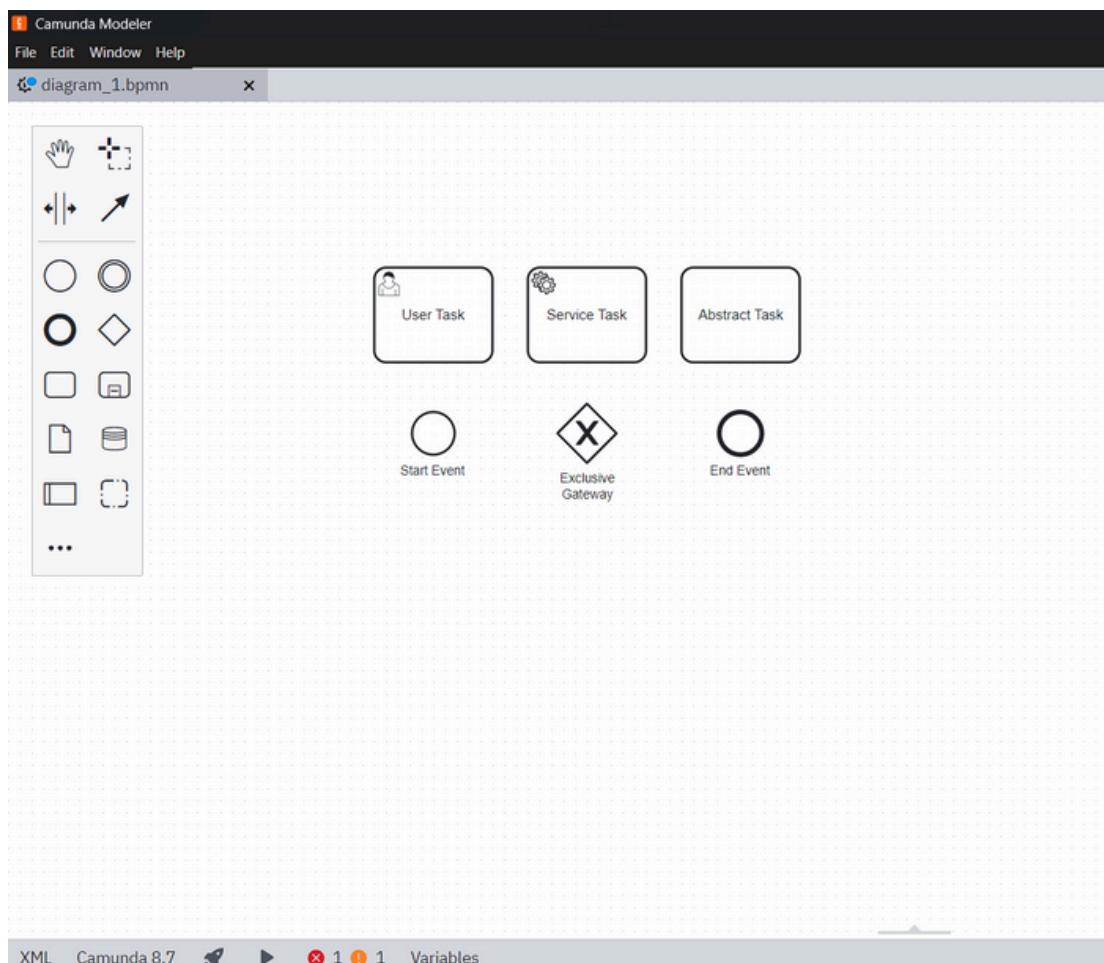
3.2. Süreçlerin Modellenmesi ve Optimizasyonu

- BPMN kullanarak oyun geliştirme sürecini modellemek, süreçleri görsel olarak incelememizi ve herhangi bir darboğaz ya da verimsiz adım olup olmadığını belirlememizi sağlar. Süreç modellemesinde şu adımlar takip edilebilir:
- Süreçlerin Tanımlanması: Oyun geliştirme sürecindeki ana adımlar belirlenir. Örneğin, "Oyun Tasarımı", "Kodlama", "Test", "Dağıtım" gibi temel aşamalar modellenebilir.
- Adımların Detaylandırılması: Her bir ana adımın içindeki alt süreçler detaylandırılır. Örneğin, "Kodlama" aşamasında "Yazılım Geliştirme", "Kod İnceleme" ve "Entegrasyon" gibi alt süreçler olabilir.
- Bağımlılıkların Belirlenmesi: Süreçlerin birbirine olan bağımlılıkları (hangi adım hangi adımı takip eder) net bir şekilde gösterilir. Bu, iş akışlarının doğruluğunu ve sürekliliğini sağlar.
- Kaynakların Yönetimi: Her bir sürecin hangi kaynakları kullanacağı belirlenir. Bu kaynaklar, zaman, insan gücü, yazılım araçları gibi unsurları içerebilir. Kaynakların doğru şekilde yönetilmesi, oyun geliştirme sürecinde verimliliği artırır.
- Verimsizliklerin ve Darboğazların Tespiti: BPMN modellemeleri, süreçteki olası darboğazları ve verimsizlikleri ortaya çıkarabilir. Örneğin, bir süreçte çok uzun süren bir bekleme süresi veya gereksiz bir adım olabilir. Bu tür durumlar analize edilip optimize edilebilir.
- Optimizasyon: Süreçlerdeki verimsizlikler tespit edildikten sonra, bu darboğazlar üzerinde iyileştirmeler yapılır. İş akışları yeniden düzenlenerek sürecin daha hızlı ve verimli bir şekilde işlenmesi sağlanır. [6].

3.3. BPMN'nin Oyun Geliştirme Süreçlerinde Uygulaması

- BPMN, oyun geliştirme sürecini daha iyi anlamamıza ve yönetmemize yardımcı olur. Oyun geliştirme süreci, genellikle tasarım, programlama, test, hata düzeltme, pazarlama ve dağıtım gibi adımlardan oluşur. BPMN ile bu adımlar modellediğinde, her bir aşamanın izlenmesi ve optimize edilmesi daha kolay hale gelir. Bu başlıkta, BPMN'nin oyun geliştirme sürecine nasıl entegre edilebileceğine dair birkaç örnek verilebilir:
- Görev Atama ve Kaynak Yönetimi: BPMN kullanılarak, her bir geliştiriciye veya takım üyesine hangi görevlerin atanacağı açık bir şekilde belirtilir. Bu, görevlerin takibini kolaylaştırır ve kaynakların etkin kullanımını sağlar.
- Zaman Yönetimi: Oyun geliştirme sürecinde zaman yönetimi, önemli bir faktördür. BPMN, her bir görev için tahmini süreler belirlememize ve sürecin zaman çizelgesini oluşturabilmemize yardımcı olur. Oyun geliştirme sürecinin her aşaması bir zaman dilimine yayılabilir.
- Test ve Hata Ayıklama: Oyun geliştirme sürecinin test aşaması, hataların tespit edilmesi ve düzeltilmesi sürecini içerir. BPMN ile, hata raporlama, çözümleme ve test etme adımları modellenebilir ve bu süreçlerin takibi yapılabilir.
- Pazarlama ve Dağıtım: Oyun pazarlama ve dağıtım, genellikle bağımsız bir süreçtir ancak oyun geliştirme sürecinin son aşamasıdır. BPMN ile pazarlama stratejileri, oyun dağıtım ve lansman süreçleri de modellenebilir. [2]

3.4. Camunda ile Modelleme Süreci



Şekil 1. Kullanılan BPMN elemanları

User Task:

İnsan kullanıcısının manuel olarak gerçekleştireceği bir görevdir. Form doldurma, onay verme gibi kullanıcı etkileşimi gerektiren adımlar için.

Service Task:

Otomatik olarak sistem tarafından yapılan bir işlemidir (örneğin bir web servisi çağrı). API çağrıları, veri tabanı işlemi gibi otomatik görevler.

Abstract Task (Normal Task):
Görev türü belirtilmemiş genel bir görevdir. Daha sonra türü belirlenecek veya genel işlem adımları için kullanılır.

Exclusive Gateway:

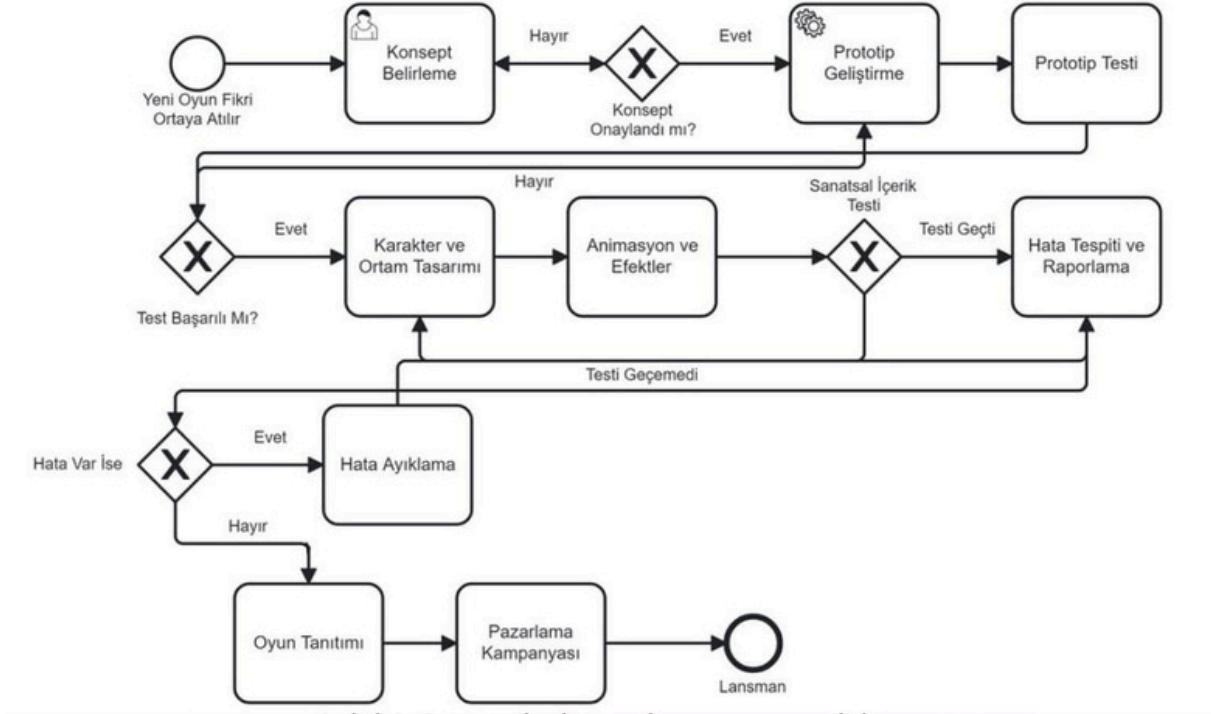
Karar noktasıdır; sadece bir yol seçilir (XOR mantığı). Koşula göre farklı süreç yollarına yönlendirme yapılır.

Start Event:

Sürecin başladığı noktadır.
Süreci tetikleyen olayları (örneğin: zamanlayıcı, kullanıcı eylemi) tanımlar.

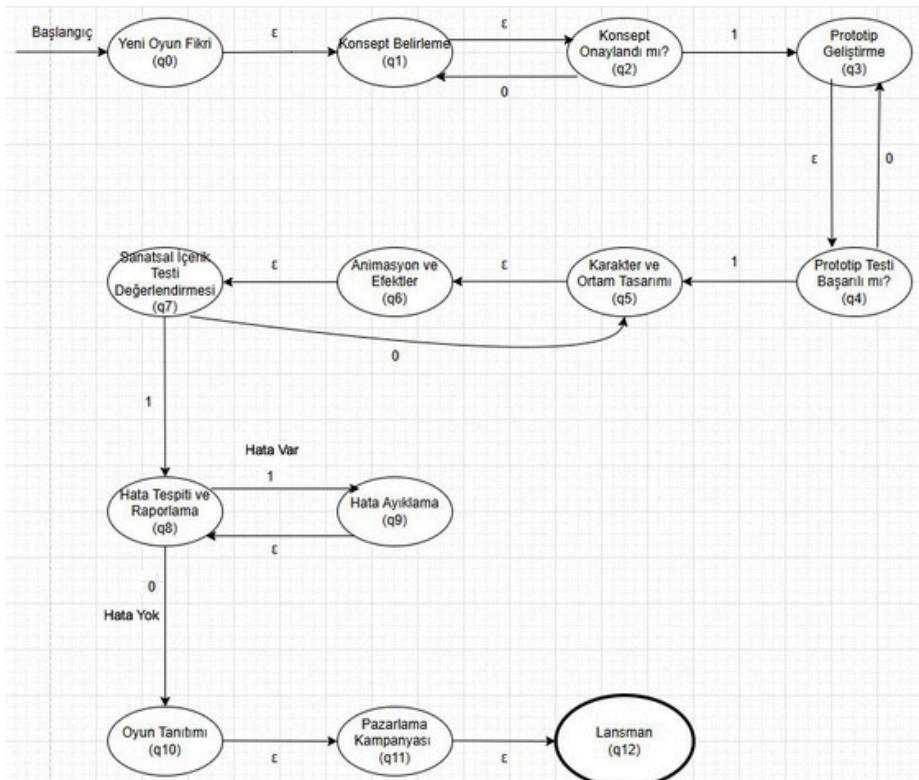
End Event:

Sürecin sona erdiği noktadır. Sürecin tamamlandığını ifade eder.



Şekil 2. Camunda ile yapılan BPMN modeli

3.5. Draw.io ile e-NFA Çizimi



Şekil 3. e-NFA

e-NFA	
Alfabe	
0	Hayır
1	Evet
Durumlar	
q1	Yeni oyun fikri
q2	Konsept belirleme
q3	Prototip geliştirme
q4	Prototip testi
q5	Karakter ve ortam tasarımlı
q6	Animasyon ve efektler
q7	Hata tespiti
q8	Hata ayıklama
q9	Oyun tanıtımı
q10	Pazarlama
Başlangıç durumu	q1
Bitiş durumu	q10
Geçişler	
->(q1,e)	q2
(q2,0)	q2
(q2,1)	q3
(q3,e)	q4
(q4,0)	q3
(q4,1)	q5
(q5,e)	q6
(q6,0)	q5
(q6,1)	q7
(q7,0)	q9
(q7,1)	q8
(q8,e)	q7
(q9,e)	q10
*(q10,e)	q10

Şekil 4. e-NFA tablosu

Bu e-NFA modeli, bir oyun geliştirme sürecinin çeşitli aşamalarını biçimsel olarak temsil etmektedir. Alfabe, iki sembolden oluşur: 0 (Hayır – süreç devam ediyor) ve 1 (Evet – bir sonraki aşamaya geçiliyor). Epsilon (ϵ) geçişleri, bazı adımlar arasında otomatik veya koşulsuz geçişlerin olduğunu gösterir. Durumlar, geçiş kuralları, başlangıç durumu ve bitiş durumu tabloda görüldüğü gibidir.

Bu e-NFA'nın temsil ettiği düzenli ifade (regular expression): $0^*10^*10^*11^*0$

Bu ifade; belirli sayıda deneme (0^*) ve ilerleme (1) adımlarından oluşan bir süreci simgeler. Geliştirme döngüsünde tekrarlar, karar noktaları ve sonunda tamamlanma bulunur.

BPMN XML-DTD File and C++ Execution Code

3.6. Modelin Doğrulanması(Validation)

Oluşturulan oyun geliştirme süreci modeli, doğrulama amacıyla hem yapısal tutarlılık açısından incelenmiş hem de örnek bir senaryo üzerinden test edilmiştir. BPMN diyagramı başlangıç ve bitiş arasında kesintisiz bir akış sunmaktadır; her görev, bir önceki adımla mantıksal olarak bağlantılı olacak şekilde düzenlenmiştir.

Model ayrıca Python diliyle görselleştirilmiş, adımlar arası geçişler akış diyagramı biçiminde test edilmiştir. Süreç içerisinde çıkışmaz durumlara (deadlock) rastlanmamıştır.

Uygulamalı doğrulama sürecinde, model bir oyun geliştirme ekibi tarafından örnek bir senaryoda uygulanmıştır. Senaryoda, Unity kullanılarak izometrik 3D bir oyun prototipi geliştirildi. Modelde tanımlanan “Mekanik Tasarımı” adımında, oyuncu hareket sistemi ve ışık-karanlık etkileşimleri kodlandı. Ardından gelen “Test Et” adımı kapsamında oynamabilir bir demo oluşturularak ekip içi test gerçekleştirildi. “Geri Bildirim Topla” adımında diğer ekip üyelerinin yorumları doğrultusunda iyileştirmeler yapıldı.

Sonuç olarak model, hem teknik açıdan hatasız hem de ekip içi iletişimini ve görev yönetimini kolaylaştırıcı nitelikte bulunmuştur. Kullanıcı tarafından anlaşılır bulunmuş ve tekrar kullanılabilirliği yüksek bir süreç modeli olarak değerlendirilmiştir.

```
Microsoft Visual Studio Debug + ▾

3. Prototip gelistiriliyor...
4. Prototip test ediliyor...
Prototip testinden gecti mi? (1=Evet, 0=Hayir):
Hayir
Test basarisiz. Prototip tekrar gelistirilecek...
3. Prototip gelistiriliyor...
4. Prototip test ediliyor...
Prototip testinden gecti mi? (1=Evet, 0=Hayir):
Evet
5. Karakter ve ortam tasarimi yapiliyor...
6. Animasyon ve efektlere ekleniyor...
Sanatsal i̇̄erik testi basarili mi? (1=Evet, 0=Hayir):
Evet
7. Hatalar tespit ediliyor...
Hata bulundu mu? (1=Evet, 0=Hayir):
Hayir
9. Oyun tanitimini yapiliyor...
10. Pazarlama kampanyasi baslatiliyor...
?? Oyun basariyla piyasaya suruldu!

Son state:100
Test sonucu:
string 100011001 is in the language

10:41 28.04.2025
```

Şekil 5. Başarılı C++ kodu validation çıktısı

```
Evet
3. Prototip gelistiriliyor...
4. Prototip test ediliyor...
Prototip testinden gecti mi? (1=Evet, 0=Hayir):
Hayir
Test basarisiz. Prototip tekrar gelistirilecek...
3. Prototip gelistiriliyor...
4. Prototip test ediliyor...
Prototip testinden gecti mi? (1=Evet, 0=Hayir):
Hayir
Test basarisiz. Prototip tekrar gelistirilecek...
3. Prototip gelistiriliyor...
4. Prototip test ediliyor...
Prototip testinden gecti mi? (1=Evet, 0=Hayir):
Evet
5. Karakter ve ortam tasarimi yapiliyor...
6. Animasyon ve efektlere ekleniyor...
Sanatsal i̇̄erik testi basarili mi? (1=Evet, 0=Hayir):
Hayir

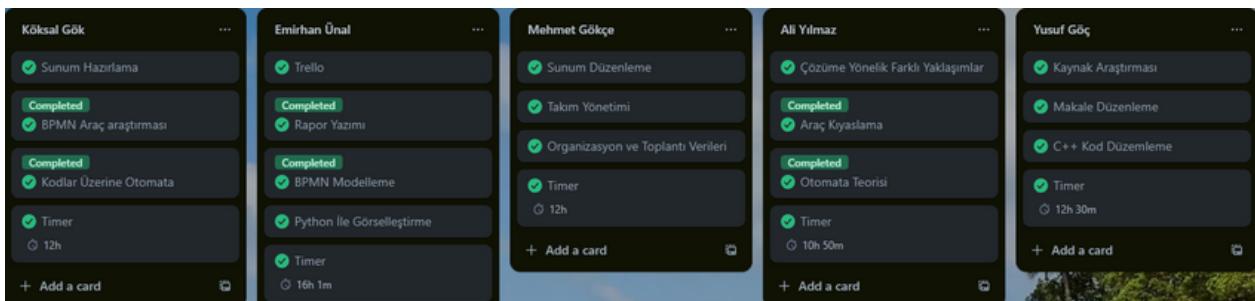
Son state:5
Test sonucu:
string 10010 is not in the language

C:\projects\ajansapp\x64\Debug\quicksort.exe (process 9240) exited with code 0.
To automatically close the console when debugging stops, enable Tools->Options->Debugging->Automatically close the console when debugging stops.

10:41 28.04.2025
```

Şekil 6. Başarısız C++ kodu validation çıktısı

4. PROJE EKİBİ DEĞERLENDİRMESİ



Şekil 7. Trello ekran görüntüsü

4.1. Toplantılar

I. Toplantı Raporu

TARİH: 25.02.2025

SAAT: 20.30 - 21.00

MEKAN: Arabica Cafe

KATILIMCILAR:

- Muhammed Mehmet Gökçe
- Ali Yılmaz
- Emirhan Ünal
- Yusuf Göç
- Köksal Gök

Gündem Maddeleri:

Proje konusunun anlanması ve izlenecek çözüm yollarının planlanması.

Toplantıda Alınan Kararlar:

Proje konusu detaylıca analiz edildi. Herkesin makale araştırılması yapması istendi.

II. Toplantı Raporu

TARİH: 06.03.2025

SAAT: 19.00 - 21.30

MEKAN: Emirhan Ünal'ın Evi

KATILIMCILAR:

- Muhammed Mehmet Gökçe
- Ali Yılmaz
- Emirhan Ünal
- Yusuf Göç
- Köksal Gök

Gündem Maddeleri:

Görev dağılımı ve örnek araştırmalar.

Toplantıda Alınan Kararlar:

Herkese belirli görevler verildi. Sektör araştırması kaynakları hazırlanılacağına karar kılındı.

III. Toplantı Raporu

TARİH: 16.04.2025

SAAT: 16.00 - 21.30

MEKAN: Emirhan Ünal'ın Evi

KATILIMCILAR:

- Muhammed Mehmet Gökçe
- Ali Yılmaz
- Emirhan Ünal
- Yusuf Göç
- Köksal Gök

Gündem Maddeleri:

Frontend aşamaları ve analizi. Görselleştirme için kullanılacaklar. Validation. Rapor üzerindeki hataları düzeneleme.

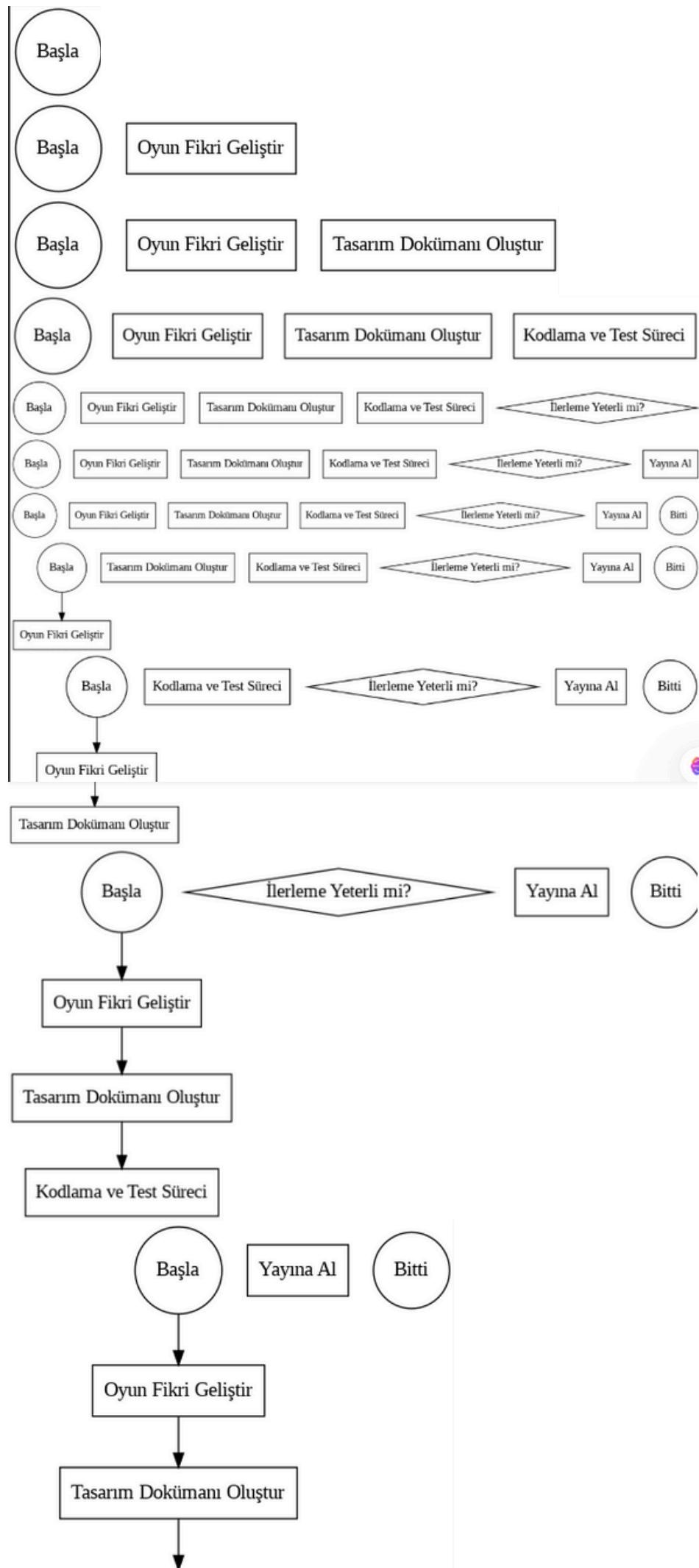
Toplantıda Alınan Kararlar:

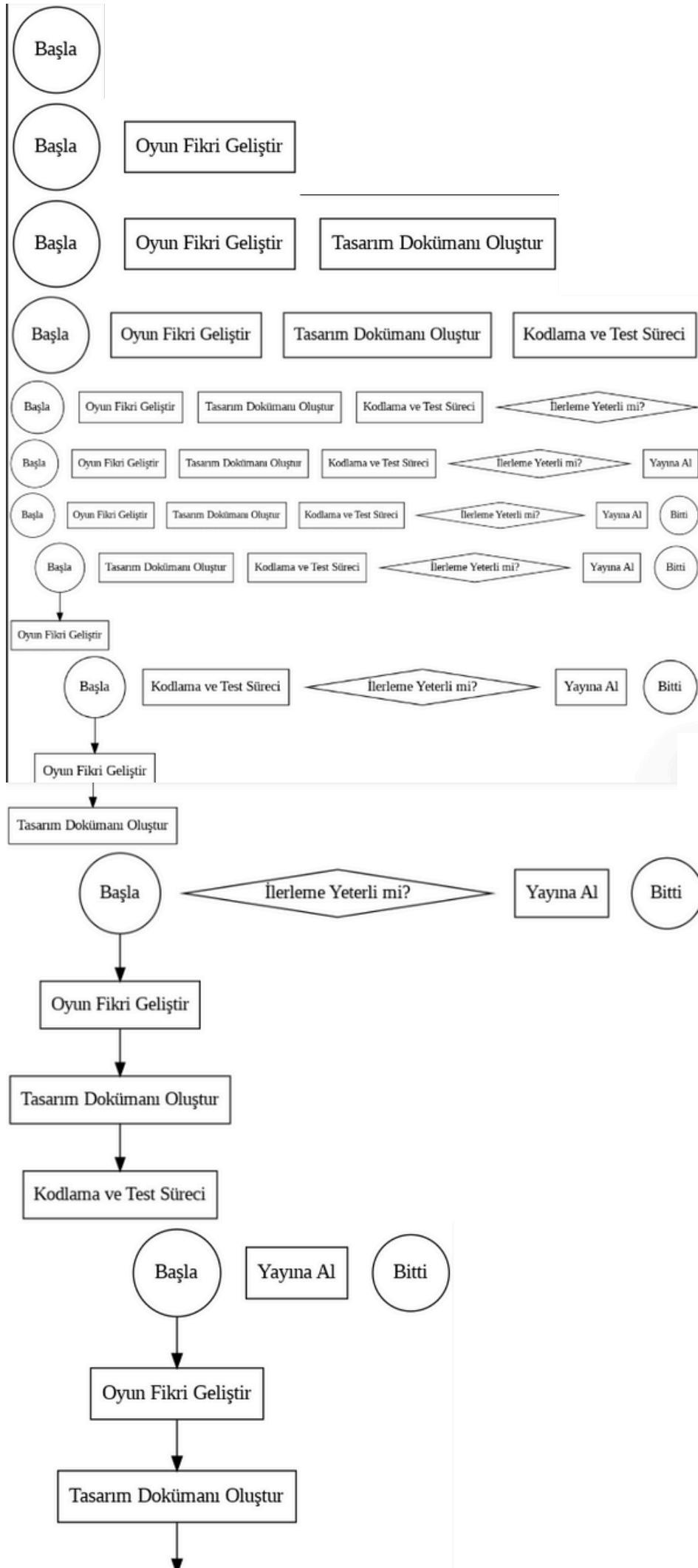
Son düzenlemeler için analiz. Sunum için ortam belirlenmesi ve aşamalar.

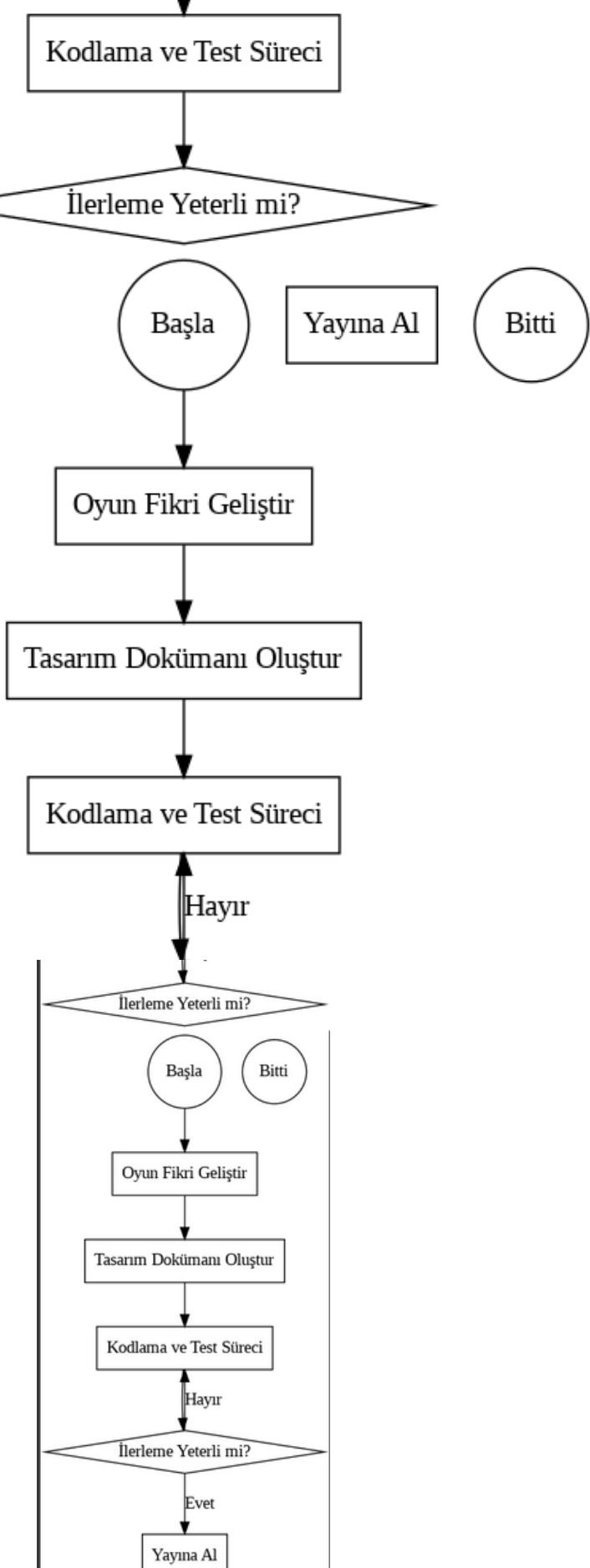
4.2. Görev Dağılımı

Ekip Üye	Çalışma Süresi	Görev
Muhammed Mehmet Gökçe	1.5 Adam - Gün	Rapor Düzenleme, Takım Yönetimi
Ali Yılmaz	1.3 Adam - Gün	Problem Özellikleri, Çözüm Yaklaşımları
Yusuf Göç	1.5 Adam - Gün	Kaynak Araştırması, Makale Düzenleme, C++ Kod
Köksal Gök	1.5 Adam - Gün	BPMN XML Çevirimi, Araç Araştırması, Sunum Hazırlama
Emirhan Ünal	2 Adam - Gün	Rapor yazımı, BPMN Modelleme, Camunda Modeler Kullanımı, Python ile görselleştirme

5. PYTHON EXECUTION: SÜREÇ KODLARI VE ÇIKTILAR







Şekil 8. Python çıktısı

BPMN Sürecini Merdiven Yöntemiyle Aşama Aşama Çizilmesini Sağlayan Python Kodu

6. SONUÇ

Bu projede, bir oyun geliştirme şirketinin oyun üretim süreci detaylı şekilde ele alınarak BPMN (Business Process Model and Notation) kullanılarak modellenmiştir. Süreç modelleme çalışması yalnızca iş akışlarını görselleştirmekle kalmamış, aynı zamanda bu süreçlerin biçimsel yöntemlerle nasıl temsil edilebileceği üzerine de derinlemesine bir inceleme gerçekleştirilmiştir. BPMN modeli üzerinden türetilen e-NFA (epsilon-Nondeterministic Finite Automaton) sayesinde, geliştirilen iş akışı yalnızca görsel değil, aynı zamanda biçimsel olarak da ifade edilebilmiş ve bu modelin otomata teorisi ile nasıl ilişkilendirilebileceği gösterilmiştir.

Camunda Modeler kullanılarak oluşturulan süreç modeli, oyunun fikir aşamasından yayına alınmasına kadar geçen tüm adımları sistematik bir yapı içerisinde ortaya koymuş; bu sayede model, gerçek bir yazılım geliştirme döngüsünü yalnız ve uygulanabilir bir şekilde temsil etmiştir. Süreçteki karar noktaları, görev dağılımları ve paralel ilerleyen işler gibi unsurlar modelde açıkça tanımlanmış; bu tanımlar daha sonra biçimsel dil kurallarıyla eşleştirilerek sistemin doğruluğu ve bütünlüğü test edilmiştir.

Bu çalışmaya, BPMN'nin yalnızca iş süreçlerinin görsel sunumu için değil, aynı zamanda biçimsel analizlere temel teşkil edebilecek kadar güçlü ve yapılandırılmış bir dil olduğu ortaya konmuştur. Biçimsel diller ve otomata kuramı ile kurulan bağlantı, sürecin mantıksal tutarlığını analiz etme imkânı sunarken, bu tür modellemelerin gelecekte süreç otomasyonu, optimizasyonu ve hata analizi gibi alanlarda da kullanılabileceğini göstermiştir.

Sonuç olarak bu proje, hem pratik hem de kuramsal açıdan çok katmanlı bir yaklaşım ortaya koymuş; BPMN ile modelleme sürecini sadece görsel bir araç olmaktan çıkararak, biçimsel yöntemlerle desteklenmiş analizlerin yapılabileceği bir yapı haline getirmiştir. Bu yaklaşımın özellikle yazılım ve oyun geliştirme gibi karmaşık iş akışlarının bulunduğu sektörlerde oldukça işlevsel olduğu değerlendirilmiştir.

7. KAYNAKÇA

- 1- [Processmind-BPMN 2.0 İş Süreçlerini Nasıl Dönüştürür](#)
- 2- [Wikipedia](#)
- 3- [TUBİTAK.yteblog](#)
- 4- [GitHub Repository. \(2025\). BDO BPMN XML Dosyaları.](#)
- 5- [Object Management Group \(OMG\). \(2011\). Business Process Model and Notation \(BPMN\) 2.0 Specification.](#)
- 6- [Camunda Modeler. \(2025\). BPMN ile İş Süreci Modelleme Aracı.](#)
- 7- [Draw.io. \(2025\). Online BPMN ve Diyagram Modelleme Aracı.](#)
- 8- [Trello](#)