

BİLGİSAYAR VE BİLİŞİM BİLİMLERİ MÜHENDİSLİĞİ ALANINDA ULUSLARARASI GÜNCEL YAKLAŞIMLAR



EDİTÖR DOÇ. DR. FUNDA DEMİR

Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • C. Cansın Selin Temana

Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Serüven Yayınevi

Birinci Basım / First Edition • © Temmuz 2026

ISBN • 978-625-8810-91-2

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Serüven Yayınevi'ne aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz. The right to publish this book belongs to Serüven Publishing. Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Serüven Yayınevi / Serüven Publishing

Türkiye Adres / Turkey Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak

Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA

Telefon / Phone: 05437675765

web: www.seruyenyayinevi.com

e-mail: seruyenyayinevi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume

Sertifika / Certificate No: 47083

BİLGİSAYAR VE BİLİşİM BİLİMLERİ MÜHENDİSLİğİ ALANINDA ULUSLARARASI GÜNCEL YAKLAşIMLAR

EDİTÖR **DOÇ. DR. FUNDA DEMİR¹**

¹ Doç. Dr. Funda DEMİR-Sinop Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, SİNOP,
ORCID id: 0000-0001-7707-8496

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ YAŞLI DOSTU MOBİL SAĞLIK
EKOSİSTEMLERİ: İLAÇ UYUMU VE NESİLLER ARASI DİJİTAL
BAKIM YAKLAŞIMI..... 1

Ersin SOLAK

BÖLÜM 2

YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ HEDEF YÖNETİMİ: MOBİL
BİR ÜRETKENLİK ASİSTANININ TASARIMI VE
GERÇEKLEŞTİRİLMESİ 31

Muhammed ÇUBUKÇU

BÖLÜM 3

LLM DESTEKLİ MODERN E-TİCARET SİSTEMLERİNDE
KİŞİSELLEŞTİRİLMİŞ ÜRÜN ÖNERİ MİMARİSİ: MERN STACK
TABANLI BİR SPECIALTY COFFEE PLATFORMU 47

Yasir MUSA

BÖLÜM 4

TÜRK ŞAMANİZMİNİN DİJİTAL OYUNLARDA TEMSİLİ: PIXEL ART
ESTETİĞİ VE MEKANİK TEMELLİ BİR TASARIM YAKLAŞIMI73

Aytekin Emre COŞKUN



YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ
YAŞLI DOSTU MOBİL SAĞLIK
EKOSİSTEMLERİ: İLAÇ UYUMU VE
NESİLLER ARASI DİJİTAL BAKIM
YAKLAŞIMI

Ersin SOLAK¹

Funda DEMİR²

¹ Karabük Üniversitesi Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, KARABÜK,
ORCID id: 0009-0008-7399-521X.

² Doç. Dr., Sinop Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, SİNOP,
ORCID id: 0000-0001-7707-8496

1. GİRİŞ

Dünya genelinde yaşam süresinin uzaması ve yaşlı nüfus oranının artması, kronik hastalıkların yönetimini sağlık sistemleri açısından daha önemli hale getirmiştir. Hipertansiyon, diyabet, kardiyovasküler hastalıklar ve nörolojik rahatsızlıklar gibi uzun süreli takip gerektiren sağlık problemleri, bireylerin günlük yaşam rutinleri üzerinde doğrudan etkili olmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre kronik hastalıkların etkili biçimde yönetilebilmesi için yalnızca klinik tedavi süreçleri değil, bireylerin günlük sağlık takibine aktif katılımı da önem taşımaktadır (World Health Organization [WHO], 2017).

Mobil sağlık teknolojilerindeki gelişmeler, bireylerin sağlık süreçlerini dijital ortamda daha düzenli takip edebilmesine yönelik yeni yaklaşımlar sunmaktadır. Akıllı telefon tabanlı sağlık uygulamaları; ilaç kullanımının izlenmesi, sağlık verilerinin kaydedilmesi, hatırlatma mekanizmalarının oluşturulması ve kullanıcı destekli sağlık takibi gibi alanlarda yaygın biçimde kullanılmaktadır (Lin et al., 2025). Bununla birlikte dijital sağlık uygulamalarının yaygınlaşmasına rağmen, ileri yaş grubundaki bireylerin bu sistemleri kullanım sürecinde çeşitli erişilebilirlik ve kullanıcı deneyimi problemleri yaşayabildiği belirtilmektedir (Kaihlanen et al., 2023).

İleri yaş grubundaki bireylerde görsel algı değişimleri, ince motor becerilerde yavaşlama, karmaşık ekran yapılarına uyum sağlayamama ve yoğun bilgi yükü gibi durumlar dijital sistemlerin kullanımını zorlaştırabilmektedir (Czaja et al., 2019). Benzer şekilde küçük yazı boyutları, karmaşık menü yapıları ve yoğun bildirim ekranları kullanıcı deneyimini olumsuz etkileyebilmektedir (Koh & Jung, 2024). Bu nedenle son yıllarda dijital sağlık uygulamalarında erişilebilir kullanıcı arayüzleri, sade ekran yapıları ve düşük bilişsel yük oluşturan tasarım yaklaşımları daha fazla önem kazanmaktadır.

Kronik hastalık yönetimi yalnızca bireysel bir süreç olarak değerlendirilmemektedir. Özellikle ileri yaş grubundaki bireylerde aile üyeleri ve bakım veren kişilerin sağlık takibine dahil olması tedavi süreçlerinin sürdürülebilirliği açısından önemli görülmektedir (Walji et al., 2025). Bunun yanında ilaç kullanım saatlerinin unutulması, sağlık verilerinin düzensiz takip edilmesi ve manuel veri giriş süreçlerinin kullanıcı üzerinde ek yük oluşturması dijital sağlık uygulamalarında çözülmesi gereken temel problemler arasında yer almaktadır (Vervloet et al., 2012).

Bu çalışma kapsamında geliştirilen KAPSÜL sistemi, ileri yaş grubundaki bireylerin günlük sağlık süreçlerini daha düzenli takip edebilmesini desteklemeye yönelik erişilebilir bir dijital sağlık platformu olarak ele alınmıştır. Sistem içerisinde ilaç tanıma, dijital hatırlatıcılar, sağlık verilerinin görselleştirilmesi ve kontrollü veri paylaşımı gibi bileşenler birlikte değerlendirilmiştir. Bunun yanında kullanıcı deneyimi, erişilebilirlik ve veri mahremiyeti sistem tasarım sürecinin temel bileşenleri arasında ele alınmıştır.

KAPSÜL sistemi geliştirilirken kullanıcıyı teknik detaylarla karşı karşıya bırakan karmaşık yapılar yerine daha sade ve yönlendirici bir kullanım yaklaşımı benimsenmiştir. Bu doğrultuda OCR tabanlı ilaç tanıma desteği ile manuel veri giriş ihtiyacının azaltılması, QR tabanlı eşleşme yapısı ile kontrollü veri paylaşımının sağlanması ve sade bildirim mekanizmaları ile kullanıcı deneyiminin desteklenmesi hedeflenmiştir.

Bu bölümde öncelikle dijital sağlık uygulamaları, erişilebilir kullanıcı arayüzleri ve yaşlı bireylerde mobil sağlık teknolojilerinin kullanımına ilişkin literatür ele alınmıştır. Ardından KAPSÜL sisteminin tasarım yaklaşımı, teknik altyapısı, kullanıcı deneyimi odaklı bileşenleri ve sistem değerlendirme süreçleri ayrıntılı biçimde sunulmuştur.

2. DİJİTAL SAğLIK TEKNOLOJİLERİ VE ERİŞİLEBİLİR KULLANICI YAKLAşIMLARI

2.1. Dijital Sağlık Uygulamaları ve Mobil Sağlık Sistemleri

Dijital teknolojilerde yaşanan gelişmeler sağlık hizmetlerinin sunulma biçimini önemli ölçüde değiştirmiştir. Mobil cihazların yaygınlaşması ve veri işleme teknolojilerindeki ilerlemeler sağlık süreçlerinin dijital ortamda daha düzenli takip edilebilmesine olanak sağlamıştır. Bu süreçte mobil sağlık uygulamaları (mHealth), bireylerin günlük sağlık yönetiminde yaygın kullanılan dijital çözümler arasında yer almaya başlamıştır (Lin et al., 2025).

Mobil sağlık uygulamaları; ilaç kullanımının izlenmesi, sağlık verilerinin kaydedilmesi, kronik hastalık yönetimi ve uzaktan sağlık desteği gibi alanlarda kullanılabilmektedir. Akıllı telefonların günlük yaşamın bir parçası haline gelmesiyle birlikte sağlık takibine yönelik uygulamaların kullanımında belirgin artış yaşandığı görülmektedir (Ghosh et al., 2024). Bu uygulamalar kullanıcıların sağlık süreçlerini yalnızca hastane ortamında değil, günlük yaşam içerisinde de takip edebilmesine katkı sağlamaktadır.

Son yıllarda dijital sağlık uygulamalarının yalnızca veri depolayan sistemler olmaktan çıkarak kullanıcı etkileşimini destekleyen yapılara dönüştüğü görülmektedir. Hatırlatma sistemleri, sağlık verilerinin grafiksel sunumu ve uzaktan takip mekanizmaları bu sistemlerin temel bileşenleri arasında yer almaktadır (Zhang et al., 2022). Bunun yanında elektronik sağlık kayıt sistemleri ile mobil sağlık uygulamaları arasındaki veri entegrasyonu da önem kazanmaktadır (Goh et al., 2025).

Kronik hastalıkların uzun süreli takip gerektirmesi nedeniyle dijital sağlık uygulamaları özellikle ilaç yönetimi ve düzenli sağlık takibi süreçlerinde önemli avantajlar sağlayabilmektedir. Hatırlatma mekanizmalarının ilaç kullanım düzenini desteklediği ve kullanıcıların tedavi süreçlerine daha aktif katılım gösterebilmesine katkı sağladığı belirtilmektedir (Vervloet et al., 2012).

Bununla birlikte mobil sağlık uygulamalarının yaygınlaşması bazı kullanıcı grupları açısından çeşitli kullanım problemlerini de beraberinde getirmektedir. Karmaşık ekran yapıları, yoğun bilgi sunumu ve düşük erişilebilirlik düzeyi ileri yaş grubundaki bireylerde uygulama kullanımını zorlaştırabilmektedir (Kaihlanen et al., 2023). Bu nedenle sağlık bilişimi alanında kullanıcı dostu tasarım yaklaşımları ve sade kullanıcı etkileşimleri daha fazla önem kazanmaktadır.

Literatürde kullanıcı deneyimi odaklı dijital sağlık sistemlerinin uzun dönemli kullanım açısından daha sürdürülebilir olduğu belirtilmektedir. Büyük dokunma alanları, okunabilir yazı boyutları ve sade menü yapıları ileri yaş grubundaki bireylerin dijital sistemleri daha rahat kullanabilmesine katkı sağlayabilmektedir (Czaja et al., 2019).

Mobil sağlık sistemlerinde veri güvenliği ve kullanıcı mahremiyeti de temel konular arasında yer almaktadır. Sağlık verilerinin hassas bilgi niteliği taşınması nedeniyle kullanıcı kontrolü ve veri paylaşım süreçleri sağlık bilişimi çalışmalarında önem verilen alanlar arasında bulunmaktadır (Fernández-Alemán et al., 2013).

Bu çalışma kapsamında geliştirilen KAPSÜL sistemi, erişilebilir kullanıcı deneyimini temel alan bir mobil sağlık platformu olarak ele alınmıştır. Sistem içerisinde ilaç takibi, dijital hatırlatıcılar, sağlık verilerinin görselleştirilmesi, OCR tabanlı veri giriş desteği ve kontrollü veri paylaşım yapıları birlikte değerlendirilmiştir. Böylece ileri yaş grubundaki bireylerin günlük sağlık süreçlerini daha düzenli ve anlaşılır biçimde takip edebilmesi hedeflenmiştir.

2.2. Kronik Hastalıklarda İlaç Uyumu Problemi

Kronik hastalıkların yönetiminde tedavi başarısını etkileyen temel unsurlardan biri ilaç kullanım planına düzenli şekilde uyum sağlanmasıdır. Literatürde “medication adherence” olarak tanımlanan ilaç uyumu; bireyin ilaçlarını doğru dozda, önerilen zamanda ve düzenli biçimde kullanmasını ifade etmektedir. Ancak uzun süreli tedavi gerektiren kronik hastalıklarda bu düzenin korunması her zaman kolay olmamaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), tedaviye uyumsuzluğu önemli sağlık problemleri arasında değerlendirmektedir (WHO, 2017).

İlaç kullanımındaki düzensizlik yalnızca bireysel sağlık sonuçlarını değil, hastane yatışları ve sağlık maliyetlerini de etkileyebilmektedir. Özellikle hipertansiyon, diyabet ve kardiyovasküler hastalıklar gibi sürekli takip gerektiren rahatsızlıklarda ilaç kullanımının aksaması hastalık kontrolünü doğrudan etkileyebilmektedir.

İleri yaş grubundaki bireylerde ilaç uyumu problemi daha karmaşık hale gelebilmektedir. Birden fazla kronik hastalığın aynı anda görülmesi, gün içerisinde farklı saatlerde çok sayıda ilacın kullanılmasını gerektirebilmektedir.

Unutkanlık ve bilişsel yavaşlama gibi durumlar ilaçların karıştırılması veya dozların atlanması riskini artırabilmektedir.

Mevcut dijital sağlık uygulamalarının önemli bir kısmı manuel veri girişine dayalı şekilde çalışmaktadır. Kullanıcılardan ilaç adı, doz bilgisi ve kullanım saatlerini sisteme girmeleri beklenmektedir. Ancak küçük ekranlar, karmaşık ilaç isimleri ve çok aşamalı veri giriş süreçleri yaşlı kullanıcılar açısından kullanım zorluğu oluşturabilmektedir (Kırca et al., 2021).

Son yıllarda ilaç uyumunu desteklemek amacıyla geliştirilen dijital sağlık çözümlerinde farklı teknolojik yaklaşımlar kullanılmaya başlanmıştır. Mobil bildirim sistemleri, akıllı hatırlatıcı uygulamalar ve uzaktan takip sistemleri bu çözümler arasında yer almaktadır. Yapılan çalışmalar, düzenli dijital bildirimlerin ilaç kullanım alışkanlıklarını destekleyebildiğini göstermektedir (Ghosh et al., 2024).

Bununla birlikte yalnızca alarm temelli sistemlerin her kullanıcı grubu için yeterli olmadığı belirtilmektedir. Sürekli uyarı veren agresif bildirim yapılarının bazı yaşlı bireylerde teknoloji kullanımına karşı olumsuz tutum oluşturabildiği ifade edilmektedir. Bu nedenle kullanıcıyı baskı altına almayan daha sade ve yönlendirici yaklaşımlar öne çıkmaktadır (Koh & Jung, 2024).

İlaç uyumu problemi yalnızca bireysel unutkanlıkla açıklanabilecek bir durum değildir. Aile üyelerinin sağlık süreçlerine dahil olması tedavi sürekliliğini destekleyen önemli unsurlardan biri olarak değerlendirilmektedir (Jin & Qu, 2025). Bu nedenle aile destekli dijital sağlık platformlarının önemi giderek artmaktadır.

Yeni nesil mobil sağlık sistemlerinde veri doğruluğunu artırmaya yönelik teknolojiler de kullanılmaktadır. Özellikle OCR tabanlı ilaç tanıma sistemleri sayesinde manuel veri girişine olan bağımlılığın azaltılması hedeflenmektedir. Böylece ilaç bilgilerinin daha düşük hata riskiyle sisteme aktarılması mümkün hale gelmektedir.

Kronik hastalıkların uzun süreli yapısı dikkate alındığında, ilaç uyumu probleminin yalnızca teknik bir takip meselesi olmadığı görülmektedir. Kullanıcı deneyimi, erişilebilirlik, aile desteği ve dijital sağlık okuryazarlığı gibi unsurların birlikte değerlendirilmesi sürdürülebilir dijital sağlık sistemleri açısından önem taşımaktadır.

2.3. Yaşlı Dostu UX/UI ve Erişilebilirlik Yaklaşımları

Mobil sağlık teknolojilerinin yaygınlaşması sağlık hizmetlerine erişimi kolaylaştırmış olsa da, birçok mobil sağlık uygulaması teknoloji kullanımına daha yatkın kullanıcılar dikkate alınarak geliştirilmektedir. Bu durum yaşlı bireylerin dijital sağlık sistemlerinden yeterince yararlanamamasına neden olabilmektedir (Kırca et al., 2021).

Yaşlı bireylerin mobil sağlık uygulamalarını kullanırken küçük dokunma alanları, karmaşık menü yapıları ve yoğun bilgi içeren ekranlarla karşılaştığı belirtilmektedir. Sun ve arkadaşları (2026), standart dijital arayüzlerin çoğu zaman yaşlı kullanıcıların ihtiyaçlarını yeterince dikkate almadığını ifade etmektedir.

Yaşlanma süreciyle birlikte ortaya çıkan görsel, bilişsel ve motor beceri temelli değişimler erişilebilirlik konusunu daha önemli hale getirmektedir. Görme kayıpları ve ince motor becerilerdeki zayıflamalar standart mobil arayüzlerin kullanımını zorlaştırabilmektedir (Koh & Jung, 2024).

Bu nedenle yaşlı bireylere yönelik geliştirilen dijital sağlık uygulamalarında kullanıcı deneyimi yalnızca estetik tasarım yaklaşımı olarak değerlendirilmemektedir. Büyük dokunma alanları, okunabilir yazı boyutları ve sade menü yapıları yaşlı kullanıcıların uygulama kullanımını kolaylaştırmaktadır (Kırca et al., 2021; Koh & Jung, 2024).

Son yıllarda kullanıcı müdahalesini azaltan ve daha sezgisel etkileşim sağlayan sistem tasarımlarına yönelim artmıştır. Sesli komut sistemleri ve hands-free etkileşim mekanizmaları bu yaklaşımlar arasında öne çıkmaktadır. Özellikle ince motor becerilerinde zayıflama bulunan bireylerde sesli komut destekli sistemlerin kullanım kolaylığı sağladığı belirtilmektedir.

Yaşlı kullanıcılar açısından dikkat çeken bir diğer konu dijital sağlık uygulamalarının psikolojik etkileridir. Sürekli alarm veren agresif bildirim yapılarının bazı kullanıcı gruplarında stres oluşturabildiği ifade edilmektedir. Bu nedenle kullanıcıyı baskı altına almayan daha sade bildirim yaklaşımları önem kazanmaktadır.

Erişilebilirlik yalnızca teknik tasarım meselesi olarak değerlendirilmemektedir. Aile üyeleriyle entegre çalışan dijital sağlık platformlarının yaşlı bireylerin teknoloji kullanımına yönelik çekincelerini azalttığı belirtilmektedir (Jin & Qu, 2025).

Bu çalışmada geliştirilen KAPSÜL sistemi oluşturulurken yaşlı kullanıcıların fizyolojik ve bilişsel ihtiyaçları temel tasarım kriterlerinden biri olarak değerlendirilmiştir. Sistem içerisinde sade ekran yapıları, büyük dokunma alanları, sesli komut destekli erişilebilirlik araçları ve kullanıcı üzerinde baskı oluşturmayan hatırlatıcı mekanizmaları birlikte kullanılmıştır.

Sağlık bilişimi alanında yapılan çalışmalar, erişilebilirlik odaklı dijital sağlık sistemlerinin kullanıcı memnuniyeti ve uzun dönemli kullanım açısından önemli olduğunu göstermektedir. Bu nedenle yaşlı dostu UX/UI yaklaşımlarının gelecekte geliştirilecek mobil sağlık sistemlerinde temel tasarım bileşenlerinden biri haline geleceği düşünülmektedir.

2.4. Nesiller Arası Dijital Bakım Modelleri ve Aile Destekli Sağlık Yönetimi

Kronik hastalıkların yönetimi çoğu zaman yalnızca bireyin kendi sağlık süreciyle sınırlı kalmamaktadır. İleri yaş grubundaki bireylerde ilaç kullanımı, sağlık ölçümleri ve bakım süreçleri büyük ölçüde aile desteğiyle yürütölmektedir. Bu nedenle kronik hastalık yönetimi yalnızca hasta merkezli değil, aynı zamanda aile destekli bir bakım süreci olarak değerlendirilmektedir (Jin & Qu, 2025).

İleri yaş grubundaki bireylerde kronik hastalıkların uzun süreli takip gerektirmesi bakım süreçlerini daha karmaşık hale getirebilmektedir. İlaç saatlerinin takip edilmesi, sağlık ölçümlerinin düzenli kontrol edilmesi ve doktor randevularının organize edilmesi çoğu zaman aile desteği gerektirmektedir.

Günümüzde birçok yetişkin birey hem çocuklarının hem de yaşlı ebeveynlerinin bakım süreçlerini aynı anda yönetmek zorunda kalmaktadır. Bu nedenle aile üyelerinin yaşlı bireylerin sağlık durumunu uzaktan takip edebilmesine yönelik dijital sistemlere olan ilgi artmaktadır.

Bakım süreçlerinde karşılaşılan zorluklar yalnızca fiziksel süreçlerle sınırlı değildir. İlaç saatlerinin unutulması, sağlık bilgilerinin düzensiz paylaşılması ve acil durumların geç fark edilmesi bakım koordinasyonunu zorlaştırabilmektedir. Bu nedenle aile bireyleri arasında güvenli veri paylaşımını destekleyen dijital sağlık sistemleri daha fazla önem kazanmaktadır.

Son yıllarda geliştirilen mobil sağlık uygulamalarında aile destekli sağlık yönetimi yaklaşımının daha fazla yer aldığı görölmektedir. Uzaktan takip sistemleri sayesinde aile üyeleri yaşlı bireylerin sağlık süreçlerini aynı ortamda bulunmadan izleyebilmektedir. Sağlık ölçümlerinin paylaşılması ve ilaç kullanım durumlarının görüntölenebilmesi bakım süreçlerinin daha düzenli yürütölmesine katkı sağlamaktadır.

Bununla birlikte sağlık verilerinin paylaşımı veri güvenliği ve mahremiyet açısından dikkatli şekilde ele alınmalıdır. Sağlık verileri hassas bilgiler içerdiei için kullanıcı onayı, erişim sınırları ve veri paylaşım yetkileri dijital sağlık sistemlerinde önemli tasarım unsurları arasında yer almaktadır (Kulular, 2025; Özdemir et al., 2022).

Bu nedenle kontrollü veri paylaşımını destekleyen farklı yöntemler kullanılmaktadır. QR tabanlı eşleşme sistemleri ve kullanıcı onayına dayalı erişim yapıları bu çözümler arasında yer almaktadır. Aile üyelerinin yalnızca izin verilen verilere erişebilmesi kullanıcı mahremiyetinin korunması açısından önemli görölmektedir.

Literatürde aile desteğinin yaşlı bireylerin dijital sağlık uygulamalarını benimseme sürecini olumlu etkilediei belirtilmektedir (Jin & Qu, 2025). Uy-

gulama kullanımında karşılaşılan teknik problemlerde aile üyelerinin destek sağlayabilmesi sistemlerin uzun süreli kullanımını kolaylaştırabilmektedir.

Bu çalışmada geliştirilen KAPSÜL sistemi oluşturulurken aile destekli dijital bakım yaklaşımı temel bileşenlerden biri olarak ele alınmıştır. Sistem içerisinde aile üyelerinin kontrollü veri erişimi sağlayabilmesi, ilaç süreçlerini takip edebilmesi ve gerekli durumlarda sağlık verilerine uzaktan erişebilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca QR tabanlı güvenli eşleşme yapısı ile kullanıcı mahremiyetinin korunmasına yönelik bir yaklaşım benimsenmiştir.

Sağlık bilişimi alanında yapılan çalışmalar, aile destekli dijital bakım modellerinin kronik hastalık yönetiminde giderek daha fazla önem kazandığını göstermektedir. Yaşlanan nüfus yapısı dikkate alındığında, aile üyelerini de sürece dahil eden dijital sağlık sistemlerinin gelecekte daha yaygın hale geleceği düşünülmektedir.

3. KAPSÜL DİJİTAL SAĞLIK EKOSİSTEMİ VE SİSTEM MİMARİSİ

3.1. Sistem Tasarım Yaklaşımı

Kronik hastalık yönetiminde kullanılan mobil sağlık uygulamalarının önemli bir bölümü belirli işlevlere odaklanan parçalı sistemler şeklinde geliştirilmektedir. Bazı uygulamalar yalnızca ilaç hatırlatma işlevi sunarken, bazıları sağlık verilerinin kaydedilmesine veya uzaktan hasta takibine odaklanmaktadır. Ancak kronik hastalık yönetimi; ilaç takibi, veri paylaşımı, erişilebilirlik ve aile desteği gibi birbiriyle ilişkili süreçleri aynı anda içermektedir. Bu nedenle birbirinden bağımsız çalışan dijital sağlık çözümleri ileri yaş grubundaki bireylerde sürdürülebilir kullanım açısından yeterli olmayabilmektedir.

Literatürde mobil sağlık uygulamalarının kullanımını zorlaştıran temel problemler arasında karmaşık kullanıcı arayüzleri, manuel veri girişine dayalı yapı ve erişilebilirlik eksiklikleri gösterilmektedir (Lin et al., 2025; Koh & Jung, 2024). Uzun ilaç isimlerinin manuel olarak sisteme girilmesi, küçük ekranlar üzerinde işlem yapılması veya çok katmanlı menüler arasında gezinilmesi yaşlı kullanıcılar açısından kullanım zorluğu oluşturabilmektedir. Bunun yanında sağlık süreçlerinin yalnızca birey merkezli ele alınması, aile üyelerinin bakım süreçlerine kontrollü biçimde dahil olmasını da sınırlandırabilmektedir.

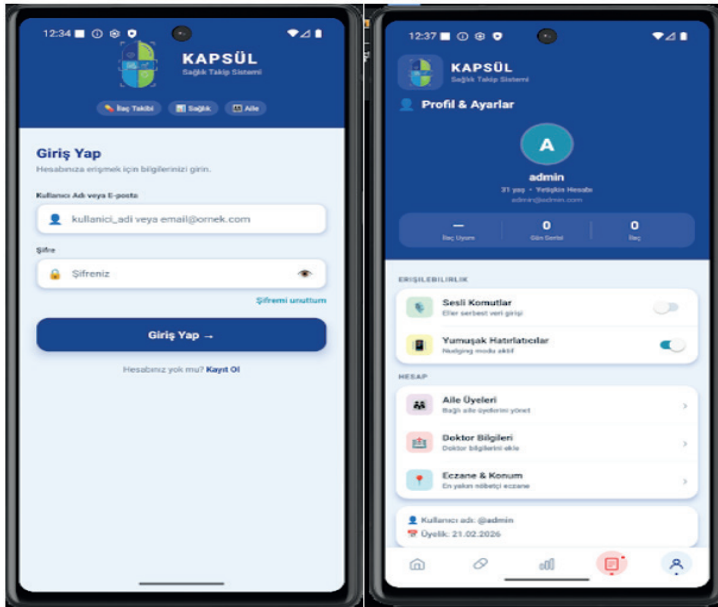
Kronik hastalık yönetiminde dikkat çeken bir diğer problem sağlık verilerinin farklı platformlarda parçalı biçimde tutulmasıdır. Günlük sağlık ölçümleri, ilaç bilgileri ve doktor takip süreçleri çoğu zaman birbirinden bağımsız sistemlerde yer almaktadır. Bu durum hem kullanıcı deneyimini olumsuz etkilemekte hem de sağlık süreçlerinin bütüncül biçimde yönetilmesini zorlaştırmaktadır (Goh et al., 2025).

Bu çalışmada geliştirilen KAPSÜL sistemi, kronik hastalık yönetiminde karşılaşılan bu problemlere bütüncül bir yaklaşım sunmak amacıyla tasar-

lanmıştır. Sistem geliştirilirken yalnızca teknik altyapıya değil; kullanıcı deneyimi, erişilebilirlik, aile destekli bakım yönetimi ve veri güvenliği gibi konulara da odaklanılmıştır. Böylece sağlık verilerinin yalnızca saklandığı bir mobil uygulama yerine, günlük sağlık süreçlerini daha sürdürülebilir biçimde destekleyen bütünleşik bir dijital sağlık ekosistemi oluşturulması hedeflenmiştir.

KAPSÜL sisteminin tasarımında üç temel problem alanı ön planda tutulmuştur. Bunlardan ilki erişilebilirlik problemleridir. Görsel ve bilişsel yükü azaltan sade ekran yapıları, büyük dokunma alanları ve sesli komut destekli etkileşim mekanizmaları bu nedenle sistemin temel bileşenleri arasında değerlendirilmiştir. İkinci problem alanı manuel veri girişinden kaynaklanan kullanım zorluklarıdır. Bu doğrultuda görüntü işleme ve OCR tabanlı çözümlerle daha hızlı veri aktarımı hedeflenmiştir. Üçüncü problem alanı ise aile destekli sağlık yönetimidir. Sistem içerisinde aile üyelerinin kontrollü veri erişimi sağlayabilmesi ve bakım süreçlerine uzaktan katılabilmesi amaçlanmıştır.

şekil 1’de KAPSÜL sisteminin kullanıcı etkileşimi ve erişilebilirlik odaklı arayüz yapısı gösterilmektedir. Giriş ekranında sade navigasyon yapısı ve düşük bilişsel yük oluşturan minimal tasarım yaklaşımı tercih edilmiştir. Profil ve ayarlar panelinde ise yaşlı bireylerin uygulamayı daha rahat kullanabilmesi amacıyla geliştirilen “Sesli Komutlar” ve “Yumuşak Hatırlatıcılar” gibi erişilebilirlik modülleri yer almaktadır. Büyük dokunma alanları ve yüksek kontrastlı tasarım yaklaşımı sayesinde kullanıcı etkileşiminin kolaylaştırılması hedeflenmiştir.



şekil 1. KAPSÜL mobil sağlık ekosisteminin kullanıcı etkileşimi ve erişilebilirlik temelli arayüz mimarisi

Sistemin arayüz tasarımı oluşturulurken ileri yaş grubundaki bireylerde görülen görsel kayıplar, bilişsel yavaşlama ve ince motor beceri problemleri dikkate alınmıştır. Karmaşık ekran yapılarından kaçınılması ve kullanıcıyı sürekli işlem yapmaya zorlamayan sade etkileşim yaklaşımı uygulamanın uzun dönemli kullanımını desteklemek amacıyla tercih edilmiştir.

Bunun yanında sistem mimarisinde aile destekli sağlık yönetimi yaklaşımı da temel bileşenlerden biri olarak ele alınmıştır. Kullanıcıların sağlık süreçlerini yalnızca bireysel olarak değil, gerekli durumlarda aile üyeleriyle koordineli biçimde yönetebilmesi hedeflenmiştir. Böylece bakım süreçlerinin daha sürdürülebilir hale getirilmesi amaçlanmıştır.

Sağlık bilişimi alanında yapılan çalışmalar, erişilebilirlik odaklı ve aile destekli dijital sağlık sistemlerinin kronik hastalık yönetiminde giderek daha fazla önem kazandığını göstermektedir (Jin & Qu, 2025; Lin et al., 2025). Bu doğrultuda geliştirilen KAPSÜL sistemi, kullanıcı deneyimi, veri yönetimi ve bakım koordinasyonunu aynı yapı altında birleştiren bütünlük bir dijital sağlık yaklaşımı olarak değerlendirilmiştir.

3.2. Yapay Zekâ Destekli İlaç Tanıma ve Otomatik Veri Girişi Modülü

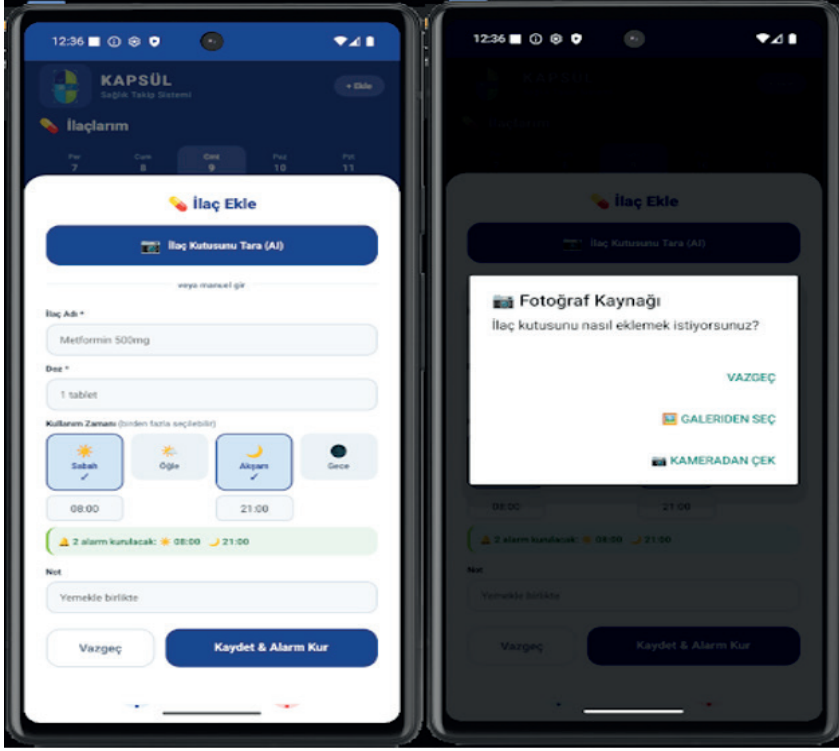
Kronik hastalık yönetiminde dijital sağlık uygulamalarının karşılaştığı temel problemlerden biri kullanıcıların sağlık verilerini sisteme manuel olarak girmek zorunda kalmasıdır. İlaç adı, doz bilgisi ve kullanım saatleri gibi verilerin mobil cihazlar üzerinden tek tek girilmesi ileri yaş grubundaki bireyler açısından kullanım zorluğu oluşturabilmektedir. Küçük ekranlar ve ince motor becerilerde görülen zayıflamalar bu süreci daha yorucu hale getirebilmektedir (Kırca et al., 2021). Bunun yanında manuel veri girişine dayalı sistemlerde yazım hataları veya eksik bilgi girişleri daha sık görülebilmektedir.

Kronik hastalıklarda çoklu ilaç kullanımının yaygın olması bu problemi daha belirgin hale getirmektedir. Gün içerisinde farklı saatlerde kullanılan ilaçların sisteme düzenli biçimde kaydedilmesi kullanıcı açısından zaman alıcı bir süreç dönüşebilmektedir. Bu nedenle kullanıcı müdahalesini azaltan veri giriş sistemlerine yönelik çalışmalar artış göstermiştir.

Yapay zekâ destekli görüntü işleme ve optik karakter tanıma (OCR) teknolojileri bu alanda öne çıkan çözümler arasında yer almaktadır. OCR sistemleri sayesinde ilaç kutuları veya reçeteler üzerindeki metinler dijital olarak algılanabilmekte ve sistem içerisine otomatik biçimde aktarılabilmektedir. Literatürde OCR tabanlı sağlık sistemlerinin veri giriş süresini azalttığı ve kullanıcı kaynaklı hata oranlarını düşürdüğü belirtilmektedir (Patel et al., 2024; Lin et al., 2025).

KAPSÜL sistemi geliştirilirken manuel veri girişinden kaynaklanan kullanım problemlerinin azaltılması hedeflenmiştir. Bu doğrultuda sistem içerisine görüntü işleme ve OCR tabanlı yapay zekâ destekli ilaç tanıma modülü entegre

edilmiştir. Kullanıcının uzun ilaç isimlerini manuel olarak sisteme yazması yerine, ilaç kutusunun kamera aracılığıyla taratılması amaçlanmıştır.



Şekil 2. OCR tabanlı yapay zekâ destekli ilaç tanıma ve otomatik veri giriş süreci

Şekil 2’de OCR tabanlı ilaç tanıma sürecinin genel iş akışı gösterilmektedir. Süreç, ilaç kutusunun mobil cihaz kamerası ile görüntülenmesiyle başlamaktadır. İlk aşamada görüntü sisteme alınmakta ve okunabilirliği artırmak amacıyla kontrast iyileştirme ve metin belirginleştirme gibi ön işleme adımlarından geçirilmektedir. Ardından OCR algoritması ilaç kutusu üzerindeki metinleri ayrıştırarak dijital veri formatına dönüştürmektedir. Elde edilen bilgiler ilaç veri tabanı ile karşılaştırılmakta ve kullanıcı onayından sonra sisteme kaydedilmektedir.

Bu yapı yalnızca teknik bir görüntü işleme yaklaşımıyla sınırlı değildir. Sistem tasarlanırken kullanıcı deneyimi de dikkate alınmıştır. Kamera destekli veri girişi sayesinde kullanıcıların uzun ve karmaşık ilaç bilgilerini manuel olarak yazma ihtiyacının azaltılması hedeflenmiştir. Bu yaklaşım aynı zamanda yazım hatalarının azaltılmasına da katkı sağlamaktadır.

OCR tabanlı sistemlerin sağlık alanında kullanımına ilişkin çalışmalar, otomatik veri giriş mekanizmalarının kullanıcı bağlılığını artırdığını göster-

mektedir (Patel et al., 2024). Özellikle işlem adımlarının azaltılması ileri yaş grubundaki kullanıcılar açısından önemli görülmektedir.

KAPSÜL sistemi içerisinde geliştirilen ilaç tanıma modülü yalnızca veri aktarımı yapan teknik bir yapı olarak değerlendirilmemiştir. OCR sistemi tarafından algılanan ilaç bilgileri kullanıcı onayına sunulmakta, böylece yanlış eşleşmelerin önüne geçilmesi amaçlanmaktadır. Bu yaklaşım sağlık verilerinin güvenilirliği açısından ek bir kontrol mekanizması oluşturmaktadır.

Bunun yanında sistem mimarisinde kullanıcı mahremiyeti ve veri güvenliği de dikkate alınmıştır. Kamera aracılığıyla elde edilen sağlık verilerinin yalnızca gerekli işlem süreçlerinde kullanılması ve kullanıcı onayı olmadan paylaşılmaması temel tasarım ilkeleri arasında yer almaktadır (Özdemir et al., 2022).

Sağlık bilişimi alanında yapılan çalışmalar, yapay zekâ destekli veri giriş sistemlerinin mobil sağlık uygulamalarında giderek daha fazla önem kazandığını göstermektedir. Kullanıcı müdahalesini azaltan ve erişilebilirliği artıran bu tür çözümlerin gelecekte dijital sağlık sistemlerinin temel bileşenlerinden biri haline geleceği düşünülmektedir.

3.3. Güvenli Nesiller Arası Veri Paylaşımı ve QR Tabanlı Eşleşme Modülü

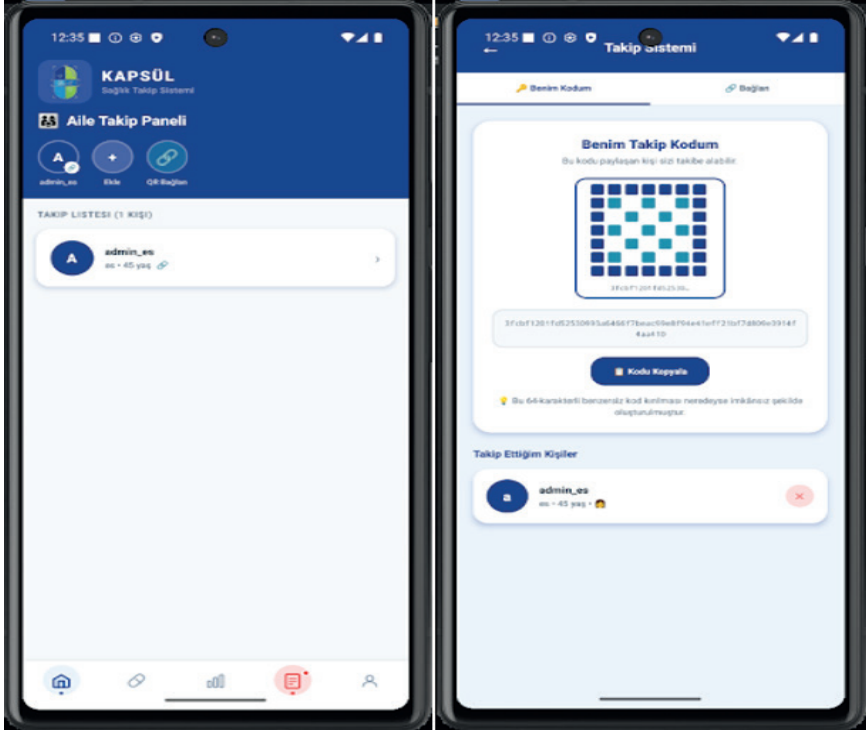
Kronik hastalık yönetiminde aile desteği önemli bir rol oynamaktadır. İleri yaş grubundaki bireylerde ilaç takibi, sağlık ölçümlerinin değerlendirilmesi ve günlük bakım süreçleri çoğu zaman aile üyelerinin desteğiyle yürütülmektedir. Bu durum aile üyelerinin sağlık süreçlerine kontrollü biçimde dahil olabileceği dijital yapılara olan ihtiyacı artırmaktadır. Sağlık verileri hassas bilgiler içerdiği için veri güvenliği ve kullanıcı mahremiyeti dijital sağlık sistemlerinde kritik öneme sahiptir (Özdemir et al., 2022).

Son yıllarda geliştirilen mobil sağlık sistemlerinde aile merkezli dijital yapılar daha görünür hale gelmiştir. Günlük ilaç kullanım durumlarının ve sağlık ölçümlerinin aile üleriyle paylaşılabilmesi bakım koordinasyonu açısından önemli avantajlar sağlayabilmektedir (Jin & Qu, 2025).

Bununla birlikte sağlık verilerinin paylaşılması veri güvenliği açısından dikkatli şekilde ele alınması gereken bir süreçtir. Yetkisiz erişim veya kullanıcı onayı dışında gerçekleştirilen veri paylaşımı dijital sağlık sistemlerine duyulan güveni olumsuz etkileyebilmektedir. Bu nedenle kontrollü veri paylaşımı ve kullanıcı onayına dayalı güvenlik mekanizmaları ön plana çıkmaktadır (Fernández-Alemán et al., 2013).

KAPSÜL sistemi geliştirilirken kullanıcı kontrolünü merkeze alan bir veri paylaşım modeli benimsenmiştir. Bu doğrultuda sistem içerisine QR tabanlı güvenli eşleşme modülü entegre edilmiştir.

Şekil 3'te QR tabanlı güvenli eşleşme ve veri paylaşım süreci gösterilmektedir. Süreç, ana kullanıcının sistem tarafından oluşturulan QR kodunu bakım veren kişiyle paylaşmasıyla başlamaktadır. Bakım veren kullanıcı bu kodu kendi cihazı üzerinden tarattığında iki kullanıcı hesabı arasında kontrollü bir bağlantı oluşturulmaktadır. Böylece sağlık verileri yalnızca kullanıcının izin verdiği kişilerle paylaşılabilir.



Şekil 3. QR tabanlı güvenli eşleşme ve aile destekli veri paylaşım mimarisi

Sistem tasarlanırken veri güvenliği ve kullanıcı mahremiyeti temel önceliklerden biri olarak değerlendirilmiştir. Sağlık verilerinin yalnızca izin verilen kullanıcılar tarafından görüntülenebilmesi ve veri paylaşım sürecinin kullanıcı kontrolünde ilerlemesi hedeflenmiştir.

Sistem mimarisinde benzersiz ve yüksek karmaşıklığa sahip güvenlik kodları kullanılmaktadır. Ayrıca veri paylaşım sürecinin doğrudan kullanıcı onayıyla gerçekleşmesi dijital sağlık sistemlerinde önemli bir güven unsuru olarak değerlendirilmektedir. Literatürde kullanıcı kontrolüne dayalı veri paylaşım modellerinin dijital sağlık uygulamalarına duyulan güveni artırdığı belirtilmektedir (Kruse et al., 2017).

QR tabanlı eşleşme yaklaşımının tercih edilmesinin bir diğer nedeni kullanım kolaylığıdır. Uzun bağlantı kodlarının manuel olarak girilmesi yerine

hızlı eşleşme süreci kullanıcı müdahalesini azaltmakta ve bağlantı işlemini daha erişilebilir hale getirmektedir.

KAPSÜL sistemi içerisinde geliştirilen veri paylaşım yapısı yalnızca teknik güvenlik yaklaşımıyla sınırlı tutulmamıştır. Sistem aynı zamanda bakım süreçlerinin daha sürdürülebilir biçimde yürütülmesini destekleyen bir koordinasyon mekanizması olarak tasarlanmıştır. Aile üyelerinin ilaç kullanım süreçlerini takip edebilmesi ve gerekli durumlarda sağlık verilerine uzaktan erişebilmesi bakım süreçlerinin daha düzenli yürütülmesine katkı sağlamaktadır.

Sağlık bilişimi alanında yapılan çalışmalar, aile destekli dijital sağlık sistemlerinin kronik hastalık yönetiminde giderek daha fazla önem kazandığını göstermektedir. Özellikle uzun süreli bakım gerektiren durumlarda güvenli veri paylaşımı sağlayan sistemlere olan ihtiyacın arttığı görülmektedir.

3.4. Yaşlı Dostu Arayüz Tasarımı ve Erişilebilirlik Özellikleri

Mobil sağlık uygulamalarının yaygınlaşması sağlık hizmetlerine erişim açısından önemli avantajlar sağlamış olsa da, birçok dijital sağlık sistemi ileri yaş grubundaki bireylerin kullanım alışkanlıkları dikkate alınmadan geliştirilmektedir. Küçük dokunma alanları, yoğun bilgi içeren ekranlar ve karmaşık navigasyon yapıları yaşlı kullanıcıların uygulama kullanımını zorlaştırabilmektedir (Kırca et al., 2021).

Literatürde yaşlı dostu kullanıcı deneyimi yaklaşımına yönelik çalışmaların arttığı görülmektedir. Büyük dokunma alanları, yüksek kontrastlı ekran tasarımları ve sade navigasyon yapılarının ileri yaş grubundaki bireyler açısından kullanım kolaylığı sağladığı belirtilmektedir (Koh & Jung, 2024). Düzenli kullanım gerektiren kronik hastalık uygulamalarında kullanıcı deneyiminin sistemin sürdürülebilirliği üzerinde doğrudan etkili olduğu vurgulanmaktadır.

KAPSÜL sistemi geliştirilirken erişilebilirlik yaklaşımı yalnızca görsel tasarım tercihi olarak değerlendirilmemiştir. Sistem tasarımında yaşlı bireylerin günlük kullanım alışkanlıkları ve fizyolojik sınırlılıkları dikkate alınmıştır. Arayüz tasarımında sade ekran yapıları, okunabilirlik ve düşük bilişsel yük ön planda tutulmuştur.

Şekil 4'te KAPSÜL sistemi içerisinde geliştirilen ilaç takip paneli gösterilmektedir. Panel yapısında ilaçlar günün saat aralıklarına göre kategorize edilmiştir. Böylece kullanıcıların karmaşık liste yapıları arasında gezinmeden ilgili ilaç bilgilerine daha hızlı erişebilmesi amaçlanmıştır. Alarm ve kum saati gibi görsel geri bildirim öğeleri ile ilaç kullanım süreçlerinin daha anlaşılır hale getirilmesi hedeflenmiştir.

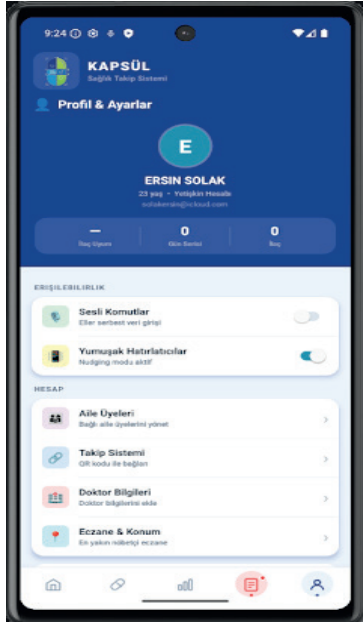


Şekil 4. Yaşlı kullanıcılar için zaman tabanlı kategorize edilmiş ilaç takip paneli ve görsel geri bildirim yapısı

Şekilde görülen arayüz yapısı oluşturulurken bilişsel yükün azaltılması hedeflenmiştir. Literatürde karmaşık ekran yapılarının yaşlı bireylerde dikkat dağınıklığına neden olabildiği belirtilmektedir (Czaja et al., 2019). Bu nedenle KAPSÜL sistemi içerisinde sade navigasyon yapıları ve kullanıcıyı yönlendiren görsel hiyerarşiler tercih edilmiştir.

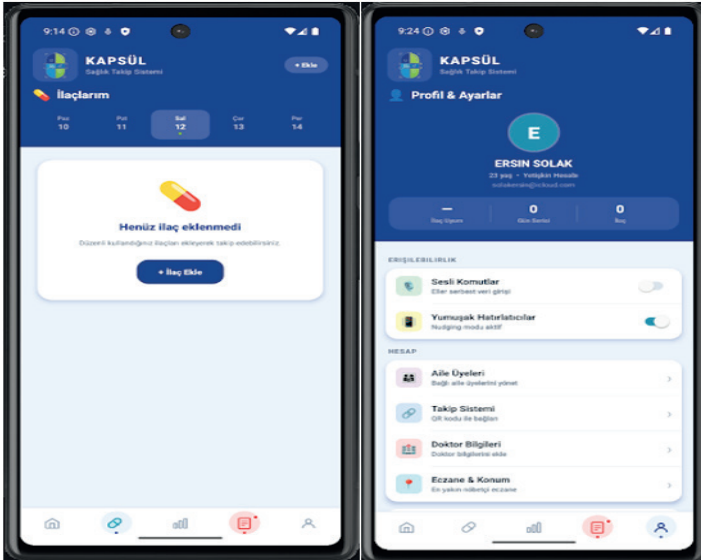
Sistem içerisinde erişilebilirliği destekleyen bir diğer bileşen sesli komut ve yumuşak hatırlatıcı modüldür. Şekil 5'te uygulama içerisinde geliştirilen erişilebilirlik araçları gösterilmektedir. Bu modülde kullanıcıların sesli komutlar aracılığıyla uygulama içerisinde işlem gerçekleştirebilmesi ve bildirim sistemlerini kişiselleştirebilmesi amaçlanmıştır.

Sesli komut destekli sistemlerin ince motor becerilerde zayıflama yaşayan bireylerde kullanım kolaylığı sağladığı belirtilmektedir (Koh & Jung, 2024). Bunun yanında sürekli alarm veren agresif bildirim sistemlerinin bazı kullanıcı gruplarında stres oluşturabildiği ifade edilmektedir. Bu nedenle KAPSÜL sistemi içerisinde kullanıcıyı baskı altına almayan daha sade bildirim yapıları tercih edilmiştir.



Şekil 5. Sesli komut destekli erişilebilirlik araçları ve yumuşak hatırlatıcı modülü

Şekil 6'da kullanıcıların uygulama içerisinde veri bulunmadığında karşılaştığı yönlendirici boş durum ekranı ve erişilebilirlik paneli gösterilmektedir. Bu yapı sayesinde kullanıcıların uygulama içerisinde nasıl ilerlemesi gerektiği daha anlaşılır hale getirilmektedir.



Şekil 6. Yönlendirici boş durum tasarımı ve kişiselleştirilebilir erişilebilirlik paneli

Boş durum ekranları kullanıcı yönlendirmesi açısından önemli tasarım bileşenlerinden biridir. Açık ve yönlendirici ekran yapılarının kullanıcı adaptasyonunu kolaylaştırdığı belirtilmektedir (Norman, 2013). Bu nedenle KAPSÜL sistemi içerisinde kullanıcıyı belirsizlik içerisinde bırakmayan yönlendirici arayüz yaklaşımı benimsenmiştir.

KAPSÜL sisteminin arayüz tasarımı erişilebilirlik yalnızca teknik bir kullanılabilirlik problemi olarak ele alınmamıştır. Sistem geliştirilirken kullanıcıların uygulamayı uzun süreli biçimde kullanabilmesi ve sağlık süreçlerini daha kolay takip edebilmesi hedeflenmiştir. Bu doğrultuda sade tasarım dili, yüksek okunabilirlik ve kullanıcı kontrolünü destekleyen etkileşim yapıları birlikte değerlendirilmiştir.

Sağlık bilişimi alanında yapılan çalışmalar, yaşlı dostu kullanıcı deneyimi yaklaşımlarının dijital sağlık uygulamalarının sürdürülebilir kullanımında önemli rol oynadığını göstermektedir (Czaja et al., 2019; Koh & Jung, 2024).

4. KAPSÜL SİSTEMİNİN TEKNİK ALTYAPISI VE UYGULAMA SÜRECİ

4.1. Yazılım Mimarisi ve Teknolojik Altyapı

KAPSÜL sistemi geliştirilirken yalnızca kullanıcı deneyimi değil, sistemin sürdürülebilirliği, farklı cihazlarda kararlı çalışabilmesi ve uzun dönemli kullanımda yönetilebilir olması da dikkate alınmıştır. Bu nedenle yazılım altyapısı oluşturulurken modüler yapı, çapraz platform desteği ve erişilebilir kullanıcı etkileşimi temel tasarım kriterleri arasında değerlendirilmiştir. İleri yaş grubundaki bireylerin farklı mobil cihazlar kullanabilmesi nedeniyle sistemin farklı ekran boyutlarında ve işletim sistemlerinde tutarlı biçimde çalışabilmesi hedeflenmiştir.

Mobil uygulama geliştirme sürecinde kullanıcı arayüzü ve istemci tarafı işlemleri için Flutter tabanlı yapı tercih edilmiştir. Flutter'ın tek kod tabanı üzerinden farklı mobil platformlarda çalışabilmesi geliştirme sürecinin daha sürdürülebilir ilerlemesine katkı sağlamıştır. Bunun yanında özelleştirilebilir bileşen yapısı ve akıcı kullanıcı arayüzleri oluşturabilmesi erişilebilirlik odaklı ekranların geliştirilmesini kolaylaştırmıştır. Literatürde çapraz platform geliştirme yaklaşımlarının bakım maliyetlerini azalttığı ve uygulama güncelleme süreçlerini daha yönetilebilir hale getirdiği belirtilmektedir (Biørn-Hansen et al., 2021).

Sistem geliştirme sürecinde kullanıcı yönetimi, ilaç takibi, bildirim yapıları ve OCR tabanlı veri giriş modülleri birbirinden bağımsız alt bileşenler halinde yapılandırılmıştır. Böylece sistem içerisinde gerçekleştirilecek güncellemelerin uygulamanın tamamını etkilemeden sürdürülebilmesi amaçlanmıştır. Modüler yapı sayesinde yeni özelliklerin sisteme daha kontrollü biçimde entegre edilebilmesi hedeflenmiştir.

Kullanıcı verileri uygulama içerisinde düzenli veri yönetimi yaklaşımıyla saklanacak şekilde yapılandırılmıştır. Böylece sağlık verilerinin daha kontrollü biçimde yönetilmesi ve sistem içerisindeki veri akışının sürdürülebilir biçimde organize edilmesi amaçlanmıştır.

Şekil 7’de KAPSÜL sistemi içerisinde geliştirilen kullanıcı yönetimi ve aile takip yapısı gösterilmektedir. Sistem içerisinde bakım veren kullanıcıların bağlantılı bireyleri takip edebilmesi, sağlık süreçlerini görüntüleyebilmesi ve gerekli durumlarda verilere kontrollü biçimde erişebilmesi amaçlanmıştır. Kullanıcı yönetim yapısında erişim adımlarının sade ve anlaşılır tutulmasına dikkat edilmiştir. Şekil 7’de görülen yapı tasarlanırken kullanıcı tarafındaki işlem adımlarının mümkün olduğunca sade tutulmasına dikkat edilmiştir. Karmaşık işlem süreçlerinden kaçınılmış, yönlendirmeli ekran yapıları ve erişilebilir kullanıcı etkileşimleri tercih edilmiştir. Bunun yanında bakım veren kullanıcıların bağlı bireylere ait sağlık süreçlerini düzenli biçimde takip edebilmesi hedeflenmiştir.

Sistem içerisinde veri giriş süreçlerini azaltmak amacıyla OCR tabanlı ilaç tanıma modülü de uygulama mimarisine entegre edilmiştir. Kullanıcı tarafından kamera aracılığıyla alınan ilaç görüntüsü ön işleme aşamasından geçirilmekte, ardından OCR algoritması ile metin ayrıştırma işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu aşamada kontrast iyileştirme ve metin belirginleştirme işlemleri uygulanarak görüntü netliğinin artırılması hedeflenmiştir. Elde edilen bilgiler ilaç veri yapısıyla eşleştirilmekte ve kullanıcı onayına sunulmaktadır. Böylece manuel veri girişinin azaltılması ve kullanıcı kaynaklı yazım hatalarının en aza indirilmesi amaçlanmıştır.



Şekil 7. KAPSÜL dijital sağlık sistemine ait kullanıcı yönetimi ve aile takip mimarisi

Bildirim ve hatırlatma mekanizması da sistemin temel bileşenlerinden biri olarak değerlendirilmiştir. Kronik hastalık yönetiminde ilaç kullanım saatlerinin düzenli biçimde takip edilmesi gerektiği için uygulama içerisinde zaman tabanlı bildirim sistemi kullanılmıştır. Ancak kullanıcıyı sürekli uyarı altında bırakan yoğun bildirim yapılarından kaçınılmış, daha sade ve destekleyici hatırlatma mekanizmaları tercih edilmiştir. Bu yaklaşımın ileri yaşı grubundaki kullanıcıların uygulamayı daha rahat kullanabilmesi açısından önemli olduğu düşünülmektedir (Koh & Jung, 2024).

Sistem altyapısında veri güvenliği de temel tasarım kriterlerinden biri olarak ele alınmıştır. Kullanıcı verilerinin yalnızca gerekli işlem süreçlerinde kullanılması ve kullanıcı onayı olmadan üçüncü kişilerle paylaşılması hedeflenmiştir. Sağlık verilerinin hassas yapısı nedeniyle kullanıcı kontrolü ve erişim yönetimi uygulama mimarisinde önemli bir yer tutmaktadır (Fernández-Alemán et al., 2013).

KAPSÜL sistemi geliştirilirken teknik altyapının yalnızca işlevsel olması değil, uzun süreli kullanım açısından sürdürülebilir ve erişilebilir olması da dikkate alınmıştır. Bu nedenle sistem mimarisi oluşturulurken kullanıcı deneyimi, veri güvenliği ve bakım süreçlerinin koordinasyonu birlikte değeri-

dirilmiştir. Böylece yalnızca teknik işlevler sunan bir mobil uygulama değil, günlük sağlık süreçlerini destekleyen bütünleşik bir dijital sağlık yapısı oluşturulması hedeflenmiştir.

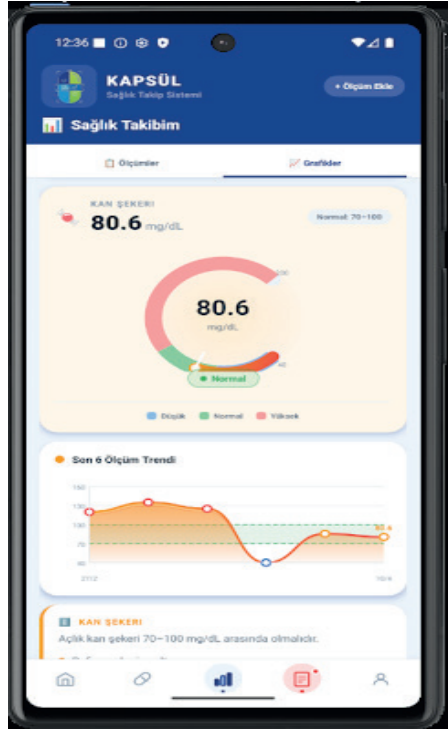
4.2. Sağlık Verilerinin Görselleştirilmesi ve Trend Analizi Arayüzü

Kronik hastalık yönetiminde sağlık verilerinin düzenli biçimde takip edilmesi kadar, bu verilerin kullanıcı tarafından anlaşılabilir şekilde sunulması da önem taşımaktadır. Günlük ilaç kullanımı, tansiyon ölçümleri ve nabız değerleri zaman içerisinde büyük miktarda veri oluşturmaktadır. Ancak bu verilerin yalnızca sayısal değerler halinde gösterilmesi, ileri yaş grubundaki bireyler açısından takip sürecini zorlaştırabilmektedir. Bu nedenle dijital sağlık sistemlerinde kullanıcıların sağlık durumlarını daha kolay yorumlayabilmesini destekleyen veri görselleştirme yaklaşımları giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Zhang et al., 2022).

Literatürde sağlık verilerinin sade grafikler, renk tabanlı göstergeler ve zaman odaklı eğilim analizleri ile sunulmasının kullanıcı deneyimini olumlu yönde etkilediği belirtilmektedir. Yoğun bilgi içeren ekran yapılarının bilişsel yükü artırabildiği, buna karşılık sadeleştirilmiş görsel arayüzlerin kullanıcıların sağlık verilerini daha kolay değerlendirebilmesine katkı sağladığı ifade edilmektedir (Czaja et al., 2019).

KAPSÜL sistemi geliştirilirken kullanıcıların sağlık verilerini yalnızca kaydedebilmesi değil, aynı zamanda bu verileri zaman içerisindeki değişimleriyle birlikte takip edebilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda sistem içerisinde sağlık ölçümlerinin grafiksel olarak görüntülenebildiği bir trend analizi arayüzü geliştirilmiştir. Arayüz tasarımında okunabilirlik, sade ekran organizasyonu ve düşük bilişsel yük ön planda tutulmuştur.

Şekil 8’de KAPSÜL sistemi içerisinde geliştirilen sağlık trend analizi ve veri görselleştirme arayüzü gösterilmektedir. Arayüz içerisinde kullanıcıya ait sağlık ölçümleri grafiksel olarak sunulmakta ve zaman içerisindeki değişimler görsel biçimde takip edilebilmektedir. Kullanıcı ekranlarında sade grafik yapıları tercih edilmiş, veri yoğunluğunu artıracak karmaşık gösterimlerden kaçınılmıştır. Ayrıca dikkat gerektiren durumların daha kolay fark edilebilmesi amacıyla sade renk tabanlı geri bildirim yapıları kullanılmıştır.



Şekil 8. KAPSÜL sistemi içerisinde geliştirilen sağlık trend analizi ve veri görselleştirme arayüzü

Şekilde görülen yapı tasarlanırken özellikle sağlık verilerinin kullanıcı açısından anlaşılır biçimde sunulmasına dikkat edilmiştir. İleri yaş grubundaki bireylerde karmaşık grafik yapılarının veri yorumlama sürecini zorlaştırabildiği bilinmektedir (Czaja et al., 2019). Bu nedenle grafik tasarımında okunabilirlik ve görsel sadelik temel öncelikler arasında değerlendirilmiştir. Gereksiz teknik detaylardan kaçınılmış ve kullanıcıyı yönlendiren sade veri sunumları tercih edilmiştir.

Sistem içerisinde kullanılan renk tabanlı geri bildirim yaklaşımı da kullanıcı deneyimini destekleyen bileşenlerden biri olarak ele alınmıştır. Belirli sağlık göstergelerinde normal aralıkların dışına çıkan durumların kullanıcı tarafından daha kolay fark edilebilmesi amaçlanmıştır. Bununla birlikte kullanıcıyı gereksiz biçimde endişelendirebilecek agresif uyarı tasarımlarından kaçınılmıştır. Daha dengeli ve yönlendirici bir görsel yaklaşım benimsenmiştir.

Trend analizi yaklaşımı sayesinde kullanıcıların yalnızca anlık sağlık değerlerini değil, zaman içerisindeki değişimleri de takip edebilmesi hedeflenmiştir. Bu yaklaşım kullanıcıların günlük sağlık rutinlerini daha düzenli değerlendirebilmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca bakım veren aile üyelerinin de sağlık süreçlerini daha anlaşılır biçimde takip edebilmesi amaçlanmıştır.

Sağlık bilişimi alanında yapılan çalışmalar, veri görselleştirme yaklaşımlarının kullanıcı bağlılığı ve sağlık farkındalığı üzerinde olumlu etkiler oluşturabileceğini göstermektedir (Zhang et al., 2022). Özellikle sadeleştirilmiş grafik yapıları ve erişilebilir kullanıcı arayüzlerinin kronik hastalık yönetiminde dijital sağlık uygulamalarının sürdürülebilir kullanımını desteklediği belirtilmektedir.

KAPSÜL sistemi içerisinde geliştirilen trend analizi arayüzü yalnızca teknik veri gösterimi amacıyla tasarlanmamıştır. Sistem geliştirilirken kullanıcıların sağlık verilerini daha rahat değerlendirebilmesi, sağlık süreçlerini daha düzenli takip edebilmesi ve dijital sağlık uygulamalarını günlük yaşamın bir parçası haline getirebilmesi hedeflenmiştir. Bu nedenle veri görselleştirme yaklaşımları yalnızca görsel tasarım tercihi olarak değil, kullanıcı farkındalığını destekleyen işlevsel bileşenler olarak değerlendirilmektedir.

4.3. Bildirim ve Hatırlatma Mekanizması

Kronik hastalık yönetiminde ilaç kullanımının düzenli biçimde sürdürülebilmesi tedavi süreçleri açısından önemli bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir. Özellikle ileri yaş grubundaki bireylerde birden fazla ilacın farklı saat aralıklarında kullanılması, ilaç takip sürecini zorlaştırabilmektedir. Bunun yanında günlük yaşam rutinleri içerisinde ilaç saatlerinin unutulması veya bildirimlerin gözden kaçırılması tedavi sürekliliğini olumsuz etkileyebilmektedir. Bu nedenle dijital sağlık uygulamalarında kullanılan bildirim ve hatırlatma mekanizmaları kullanıcı deneyimi açısından önemli bileşenlerden biri haline gelmiştir (Vervloet et al., 2012).

Literatürde ilaç hatırlatma sistemlerinin kullanıcı bağlılığı ve tedavi uyumu üzerinde olumlu etkiler oluşturabileceği belirtilmektedir. Ancak yoğun ve sürekli tekrar eden bildirim yapılarının zaman içerisinde kullanıcı yorgunluğuna neden olabildiği belirtilmektedir. Özellikle agresif alarm sistemlerinin bazı kullanıcı gruplarında uygulamanın tamamen devre dışı bırakılmasına kadar uzanan olumsuz deneyimler oluşturabildiği bildirilmektedir (Kaihlansen et al., 2023). Bu nedenle son yıllarda dijital sağlık uygulamalarında kullanıcıyı baskı altında hissettirmeyen daha dengeli bildirim yaklaşımlarına yönelim artmıştır.

KAPSÜL sistemi geliştirilirken bildirim mekanizması yalnızca ilaç saatlerini hatırlatan teknik bir yapı olarak değerlendirilmemiştir. Sistem tasarımında kullanıcıların günlük sağlık rutinlerini daha düzenli sürdürebilmesine yardımcı olacak sade ve destekleyici bir yaklaşım benimsenmiştir. Bu doğrultuda kullanıcıyı sürekli uyarı altında bırakan yoğun alarm yapılarından kaçınılmış, daha dengeli hatırlatma mekanizmaları tercih edilmiştir.

Bildirim yapısı oluşturulurken özellikle ileri yaş grubundaki bireylerin teknoloji kullanım alışkanlıkları dikkate alınmıştır. Karmaşık uyarı ekranları,

yoğun sesli bildirimler veya sürekli tekrar eden alarm sistemlerinin kullanıcı deneyimini olumsuz etkileyebileceği değerlendirilmiştir. Bu nedenle sistem içerisinde daha sade bildirim ekranları ve yönlendirici kullanıcı geri bildirimleri tercih edilmiştir.

Bildirim yapısı kullanıcı tarafından belirlenen ilaç saatlerine göre çalışacak biçimde düzenlenmiştir. Kullanıcı tarafından tanımlanan ilaç saatleri doğrultusunda sistem belirli zaman aralıklarında hatırlatma bildirimleri oluşturmaktadır. Bunun yanında kullanıcıların ilaç kullanım durumlarını işaretleyebilmesi ve günlük takip süreçlerini daha düzenli sürdürebilmesi amaçlanmıştır.

Sistem tasarımı yumuşak hatırlatıcı (soft nudging) yaklaşımı da kullanıcı deneyimini destekleyen bileşenlerden biri olarak değerlendirilmiştir. Kullanıcıyı sürekli alarm altında tutan agresif bildirim sistemleri yerine, daha sade ve yönlendirici hatırlatma yapıları tercih edilmiştir. Böylece kullanıcıların uygulamayı günlük yaşamın doğal bir parçası olarak kullanabilmesi hedeflenmiştir.

Bildirim mekanizması oluşturulurken erişilebilirlik yaklaşımı da dikkate alınmıştır. Özellikle ileri yaş grubundaki bireylerde görsel algı farklılıkları ve ince motor becerilerde görülen yavaşlamalar nedeniyle sade bildirim tasarımları tercih edilmiştir. Bildirim ekranlarında okunabilir yazı boyutları, anlaşılır yönlendirmeler ve düşük bilişsel yük oluşturan etkileşim yapıları kullanılmaya çalışılmıştır.

Bunun yanında sistem içerisinde kullanıcıların bildirim tercihlerini belirleyebilmesine olanak sağlayan esnek yapı da korunmuştur. Kullanıcıların bildirim sıklığını ve hatırlatma biçimlerini kendi kullanım alışkanlıklarına göre düzenleyebilmesi amaçlanmıştır. Bu yaklaşımın uzun süreli kullanım açısından kullanıcı sürekliliğini desteklediği değerlendirilmektedir.

Sağlık bilişimi alanında yapılan çalışmalar, kullanıcı dostu bildirim mekanizmalarının dijital sağlık uygulamalarının sürdürülebilir kullanımı üzerinde önemli etkiler oluşturduğunu göstermektedir. Özellikle kronik hastalık yönetiminde kullanıcıyı yönlendiren ancak baskı oluşturmeyen bildirim sistemlerinin tedavi uyumunu olumlu yönde etkileyebildiği belirtilmektedir (Vervloet et al., 2012; Kaihlanen et al., 2023).

KAPSÜL sistemi içerisinde geliştirilen bildirim ve hatırlatma yapısı yalnızca teknik bir uyarı sistemi olarak tasarlanmamıştır. Sistem geliştirilirken kullanıcıların sağlık rutinlerini daha düzenli sürdürebilmesi, uygulamayı günlük yaşam içerisinde daha rahat kullanabilmesi ve teknoloji kullanımına yönelik olumsuz deneyimlerin azaltılması hedeflenmiştir. Bu nedenle bildirim mekanizması oluşturulurken erişilebilirlik, kullanıcı deneyimi ve sürdürülebilir kullanım yaklaşımı birlikte değerlendirilmiştir.

4.4. Veri Güvenliği ve Kullanıcı Mahremiyeti

Dijital sağlık uygulamalarında kullanıcı verilerinin korunması, sistem güvenilirliği açısından temel gerekliliklerden biri olarak değerlendirilmektedir. Özellikle sağlık verileri kişisel ve hassas bilgi niteliği taşıdığı için, kullanıcı mahremiyetinin korunması dijital sağlık sistemlerinin en önemli bileşenleri arasında yer almaktadır. Son yıllarda mobil sağlık uygulamalarının yaygınlaşmasıyla birlikte veri güvenliği, yetkisiz erişim ve kullanıcı onayı gibi konular sağlık bilişimi alanında daha fazla önem kazanmıştır (Fernández-Alemán et al., 2013).

Literatürde sağlık verilerinin güvenli biçimde yönetilememesinin kullanıcı güvenliğini olumsuz etkileyebileceği ve dijital sağlık uygulamalarının kullanım sürekliliğini azaltabileceği belirtilmektedir. Özellikle kullanıcıların kişisel sağlık bilgilerinin kimlerle paylaşıldığını kontrol edebilmesi, dijital sağlık sistemlerine duyulan güven açısından önemli görülmektedir (Kruse et al., 2017). Bu nedenle modern sağlık bilişimi uygulamalarında kullanıcı kontrolü ve veri paylaşım süreçlerinin yönetimi temel tasarım kriterleri arasında değerlendirilmektedir.

KAPSÜL sistemi geliştirilirken veri güvenliği yalnızca teknik bir altyapı problemi olarak ele alınmamıştır. Sistem tasarımında kullanıcıların sağlık verileri üzerindeki kontrolünü koruyabilmesi ve veri paylaşım süreçlerini yönetebilmesi hedeflenmiştir. Bu doğrultuda kullanıcı verilerinin yalnızca gerekli işlem süreçlerinde kullanılmasına ve kullanıcı onayı olmadan üçüncü kişilerle paylaşılmasına dikkat edilmiştir.

Sistem içerisinde bakım veren aile üyeleri ile gerçekleştirilen veri paylaşım süreçleri kontrollü erişim yaklaşımına göre düzenlenmiştir. Kullanıcıların sağlık verilerine erişim sağlayabilecek kişileri belirleyebilmesi ve gerekli durumlarda erişim izinlerini güncelleyebilmesi amaçlanmıştır. Böylece sağlık verilerinin kullanıcı kontrolü dışında paylaşılmasının önüne geçilmesi hedeflenmiştir.

KAPSÜL sistemi içerisinde kullanılan QR tabanlı eşleşme yapısı da veri güvenliği yaklaşımını destekleyen bileşenlerden biri olarak değerlendirilmiştir. Kullanıcılar arasında doğrudan veri paylaşımı yerine kontrollü eşleşme süreçleri tercih edilmiştir. Bu yaklaşım sayesinde bakım veren kullanıcıların ilgili verilere yalnızca kullanıcı onayı doğrultusunda erişebilmesi amaçlanmıştır.

Veri güvenliği yaklaşımı oluşturulurken yalnızca teknik koruma yöntemleri değil, kullanıcı deneyimi de dikkate alınmıştır. Karmaşık güvenlik süreçlerinin özellikle ileri yaş grubundaki bireylerde uygulama kullanımını zorlaştırabileceği değerlendirilmiştir. Bu nedenle güvenlik mekanizmalarının mümkün olduğunca sade ve anlaşılır biçimde kullanıcıya sunulmasına dikkat edilmiştir.

Sağlık bilişimi alanında yapılan çalışmalar, kullanıcı mahremiyetini destekleyen sistemlerin dijital sağlık uygulamalarına yönelik kullanıcı güvenliğini artırabildiğini göstermektedir (Kruse et al., 2017). Özellikle kullanıcı onayı temelli veri paylaşım yaklaşımlarının sağlık verilerinin yönetiminde daha sürdürülebilir çözümler sunduğu belirtilmektedir.

Türkiye’de yürürlükte bulunan Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (KVKK) kapsamında sağlık verileri özel nitelikli kişisel veri olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle dijital sağlık uygulamalarında kullanıcı verilerinin işlenmesi ve paylaşılması süreçlerinde kullanıcı mahremiyetinin korunması önemli bir gereklilik haline gelmiştir. KAPSÜL sistemi geliştirilirken kullanıcı kontrolü ve veri paylaşım süreçlerinin bu yaklaşım doğrultusunda yapılandırılmasına dikkat edilmiştir.

KAPSÜL sistemi içerisinde veri güvenliği yaklaşımı yalnızca teknik korruma amacıyla tasarlanmamıştır. Sistem geliştirilirken kullanıcıların dijital sağlık uygulamalarını daha güvenli biçimde kullanabilmesi, sağlık verileri üzerindeki kontrolünü sürdürbilmesi ve teknoloji kullanımına yönelik güven duygusunun desteklenmesi hedeflenmiştir. Bu nedenle veri güvenliği ve kullanıcı mahremiyeti yaklaşımı sistem tasarım sürecinin temel bileşenlerinden biri olarak değerlendirilmiştir.

5. SİSTEM DEğERLENDİRMEİ VE KULLANICI DENEYİMİ BULGULARI

KAPSÜL sistemi geliştirilirken yalnızca teknik işlevlerin oluşturulması değil, sistemin günlük kullanım koşullarında sürdürülebilir biçimde çalışabilmesi de dikkate alınmıştır. Bu nedenle uygulama geliştirme süreci boyunca kullanıcı etkileşimleri, erişilebilirlik yaklaşımı ve temel sistem işlevleri birlikte değerlendirilmiştir. İleri yaş grubundaki bireylerin dijital sağlık uygulamalarını kullanım biçimleri göz önünde bulundurularak sade ve yönlendirici bir kullanıcı deneyimi oluşturulması hedeflenmiştir.

Sistem değerlendirme sürecinde OCR tabanlı ilaç tanıma modülü, QR tabanlı kullanıcı eşleşme yapısı, bildirim mekanizması ve sağlık verisi görselleştirme ekranları kullanım süreci açısından incelenmiştir. Yapılan gözlemlerde uygulama içerisindeki temel modüllerin birbiriyle uyumlu biçimde çalıştığı görülmüştür. OCR tabanlı veri giriş yaklaşımının manuel veri giriş ihtiyacını azaltarak kullanıcı etkileşimini kolaylaştırdığı değerlendirilmiştir.

OCR modülünün performansının görüntü kalitesine bağlı olarak değişebildiği gözlemlenmiştir. Düşük ışık koşulları, bulanık görüntüler veya okunabilirliği düşük ilaç kutuları metin ayrıştırma sürecini etkileyebilmektedir. Buna rağmen ön işleme aşamasında kullanılan kontrast iyileştirme ve metin belirginleştirme işlemlerinin OCR performansını desteklediği görülmüştür.

Kullanıcı onayı mekanizmasının sistem içerisine dahil edilmesi sayesinde olası veri giriş hatalarının azaltılması amaçlanmıştır.

QR tabanlı kullanıcı eşleşme yapısının bakım veren bireylerle veri paylaşım süreçlerini daha kontrollü hale getirdiği değerlendirilmiştir. Kullanıcıların sağlık verilerine erişebilecek kişileri belirleyebilmesi ve erişim süreçlerini yönetebilmesi kullanıcı kontrolünü destekleyen önemli bileşenlerden biri olarak görülmüştür. Veri paylaşım süreçlerinin doğrudan kullanıcı onayına bağlı olması da kullanıcı mahremiyeti açısından önemli bir yaklaşım olarak değerlendirilmiştir.

Bildirim ve hatırlatma mekanizması kullanıcı deneyimi açısından değerlendirildiğinde, sade bildirim yapılarının uygulama kullanımını desteklediği gözlemlenmiştir. Yoğun alarm sistemlerinden kaçınılmasının kullanıcı deneyimi açısından daha dengeli bir yapı oluşturduğu düşünülmektedir. Bu nedenle sistem içerisinde daha sade ve yönlendirici bildirim yapıları tercih edilmiştir.

Sağlık verilerinin görselleştirilmesine yönelik geliştirilen trend analizi ekranlarının kullanıcıların sağlık süreçlerini daha anlaşılır biçimde takip edebilmesini desteklediği değerlendirilmiştir. Grafiksel veri sunumlarının düzenli takip gerektiren sağlık göstergelerinde kullanıcı farkındalığını artırabildiği gözlemlenmiştir. Bunun yanında sade grafik yapılarının bilişsel yükü azaltarak kullanıcı deneyimine olumlu katkı sağladığı düşünülmektedir.

KAPSÜL sistemi geliştirilirken erişilebilirlik yaklaşımı temel tasarım kriterlerinden biri olarak ele alınmıştır. Büyük dokunma alanları, sade ekran yapıları, okunabilir yazı boyutları ve yönlendirici kullanıcı geri bildirimleri kullanıcı deneyimini destekleyen temel bileşenler arasında değerlendirilmiştir. Literatürde erişilebilir kullanıcı arayüzlerinin dijital sağlık uygulamalarının sürdürülebilir kullanımı üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu belirtilmektedir (Czaja et al., 2019).

Bununla birlikte sistemin bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. OCR modülünün performansı görüntü kalitesine bağlı olarak değişebilmektedir. Ayrıca sistemin uzun dönemli kullanım süreçlerine yönelik kapsamlı kullanıcı testleri henüz gerçekleştirilmemiştir. Bunun yanında uygulamanın klinik karar destek sistemi olarak değil, kullanıcı destekli dijital sağlık takip uygulaması olarak değerlendirilmesi gerekmektedir.

KAPSÜL sistemi mevcut haliyle değerlendirildiğinde; erişilebilirlik odaklı kullanıcı deneyimi yaklaşımı, kontrollü veri paylaşım yapısı ve sade sağlık takibi özellikleriyle günlük sağlık süreçlerini desteklemeye yönelik bütünlüklü bir dijital sağlık sistemi sunmaktadır. Geliştirilen yaklaşımın, ileri yaş grubundaki bireylerin dijital sağlık uygulamalarını daha anlaşılır ve yönetilebilir biçimde kullanabilmesine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

6. SONUÇ VE GELECEK ÇALIşMALAR

Bu çalışmada ileri yaş grubundaki bireylerin günlük sağlık süreçlerini daha düzenli takip edebilmesini desteklemeye yönelik KAPSÜL adlı dijital sağlık sistemi ele alınmıştır. Çalışma kapsamında erişilebilir kullanıcı arayüzü, OCR tabanlı ilaç tanıma yaklaşımı, kontrollü veri paylaşım yapısı, sağlık verilerinin görselleştirilmesi ve kullanıcı odaklı bildirim mekanizmaları birlikte değerlendirilmiştir. Sistem geliştirilirken yalnızca teknik işlevlerin oluşturulması değil, aynı zamanda kullanıcı deneyimi, erişilebilirlik ve veri mahremiyeti gibi unsurların da dikkate alınması hedeflenmiştir.

Literatürde dijital sağlık uygulamalarının özellikle kronik hastalık yönetiminde önemli avantajlar sağlayabildiği belirtilmektedir. Bununla birlikte ileri yaş grubundaki bireylerin dijital sistemleri kullanım sürecinde çeşitli erişilebilirlik problemleri yaşayabildiği ifade edilmektedir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen yaklaşımda sade ekran yapıları, yönlendirici kullanıcı etkileşimleri ve düşük bilişsel yük oluşturan arayüzler ön planda tutulmuştur. Böylece kullanıcıların sağlık süreçlerini daha anlaşılır biçimde takip edebilmesi amaçlanmıştır.

KAPSÜL sistemi içerisinde geliştirilen OCR tabanlı veri giriş yaklaşımı ile manuel veri giriş ihtiyacının azaltılması hedeflenmiştir. Bunun yanında QR tabanlı kontrollü eşleşme yapısı sayesinde kullanıcıların sağlık verileri üzerindeki kontrolünü sürdürebilmesi amaçlanmıştır. Bildirim ve hatırlatma mekanizması oluşturulurken kullanıcıyı sürekli uyarı altında bırakan yoğun alarm yapıları yerine daha sade ve destekleyici bir yaklaşım benimsenmiştir.

Çalışma kapsamında geliştirilen sağlık verisi görselleştirme yaklaşımı sayesinde kullanıcıların yalnızca anlık sağlık değerlerini değil, zaman içerisindeki değişimleri de daha kolay takip edebilmesi hedeflenmiştir. Özellikle sade grafik yapıları ve okunabilir veri sunumlarının ileri yaş grubundaki bireylerde kullanıcı deneyimini destekleyebileceği değerlendirilmiştir.

Bununla birlikte sistemin bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. OCR modülünün performansı görüntü kalitesi ve çevresel koşullara bağlı olarak değişebilmektedir. Düşük ışık koşulları veya okunabilirliği düşük ilaç kutuları metin ayrıştırma sürecini etkileyebilmektedir. Sistem geliştirme sürecinde arayüz kullanılabilirliği ve işlevsel akış geliştirici gözlemleri doğrultusunda değerlendirilmiştir. Ancak sistemin uzun dönemli kullanım süreçlerine yönelik kapsamlı kullanıcı testleri henüz gerçekleştirilmemiştir. Bunun yanında uygulamanın klinik karar destek sistemi olarak değil, kullanıcı destekli dijital sağlık takip uygulaması olarak değerlendirilmesi gerekmektedir.

Gelecek çalışmalarda sistemin farklı yaş grupları ve kronik hastalık profilleri üzerinde değerlendirilmesi planlanmaktadır. Bunun yanında giyilebilir sağlık teknolojileri ile entegrasyon, doktor destekli veri paylaşım süreçleri ve

daha gelişmiş kişiselleştirilmiş bildirim yapılarının sisteme dahil edilmesi değerlendirilebilir. Ayrıca uzun dönemli kullanıcı deneyimi çalışmalarının gerçekleştirilmesi, sistemin günlük yaşam içerisindeki kullanım etkilerinin daha ayrıntılı biçimde incelenmesine katkı sağlayabilir.

Sonuç olarak KAPSÜL sistemi; erişilebilirlik odaklı kullanıcı deneyimi yaklaşımı, sade sağlık takibi yapısı ve kontrollü veri paylaşım modeli ile ileri yaş grubundaki bireylerin dijital sağlık uygulamalarını daha anlaşılır ve yönetilebilir biçimde kullanabilmesine yönelik bütünsel bir yaklaşım sunmaktadır. Bu yönüyle çalışma, erişilebilirlik odaklı kullanıcı deneyimini aile destekli dijital sağlık yönetimi yaklaşımıyla birleştiren bütünsel bir mobil sağlık modeli ortaya koymaktadır. Çalışmanın, yaşlı dostu dijital sağlık sistemlerinin geliştirilmesine yönelik gelecekte yapılacak araştırmalara katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Biørn-Hansen, A., Grønli, T. M., Ghinea, G., & Alouneh, S. (2021). An empirical study of cross-platform mobile development frameworks. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2021, 8899066. <https://doi.org/10.1155/2021/8899066>
- Cecconi, C., Adams, R., Cardone, A., Declaye, J., Silva, M., Vanlerberghe, T., Guldemond, N., Devisch, I., & van Vugt, J. (2025). Generational differences in healthcare: The role of technology in the path forward. *Frontiers in Public Health*, 13, 1546317. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1546317>
- Czaja, S. J., Boot, W. R., Charness, N., & Rogers, W. A. (2019). *Designing for older adults: Principles and creative human factors approaches* (3rd ed.). CRC Press.
- Fernández-Alemán, J. L., Señor, I. C., Lozoya, P. Á. O., & Toval, A. (2013). Security and privacy in electronic health records: A systematic literature review. *Journal of Biomedical Informatics*, 46(3), 541–562. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2012.12.003>
- Ghosh, P., Proffitt, R., Bosworth, K. T., Koopman, R. J., Flowers, L., Wilson, G., Tosh, A. K., & Braddock, A. S. (2024). mHealth app features that facilitate adolescent use for lifestyle management, and are endorsed by caregivers and health care providers. *mHealth*, 10, 21. <https://doi.org/10.21037/mhealth-23-31>
- Goh, K. H., Yeow, A. Y. K., Wang, L., Poh, H., Ng, H. J. H., Tan, G., Wee, S. K., Lim, E. L., & D'Souza, J. L. A. (2025). The benefits of integrating electronic medical record systems between primary and specialist care institutions: Mixed methods cohort study. *Journal of Medical Internet Research*, 27, e49363. <https://doi.org/10.2196/49363>
- Jin, H., & Qu, Y. (2025). Association between intergenerational support, technology perception and trust, and intention to seek medical care on the internet among Chinese older adults: Cross-sectional questionnaire study. *Journal of Medical Internet Research*, 27, e65065. <https://doi.org/10.2196/65065>
- Kaihlanen, A. M., Virtanen, L., Buchert, U., Safarov, N., Laukka, E., & Hörhammer, I. (2023). Towards digital health equity—A qualitative study of the challenges experienced by vulnerable groups in using digital health services in the COVID-19 era. *BMC Health Services Research*, 23(1), 188. <https://doi.org/10.1186/s12913-023-09163-4>
- Kırca, K., Kutlutürkan, S., & Sözeri Öztürk, E. (2021). Yaşlı yetişkinlerde mobil uygulamaların kullanımındaki engeller ve çözüm önerileri. *Yaşlı Sorunları Araştırma Dergisi*, 14(1), 40–44.
- Koh, E., & Jung, H. (2024). User experience design and improvement strategies for chronic disease management digital healthcare applications for older adults. *The Journal of Transdisciplinary Studies*, 8(3), 349–368. <https://doi.org/10.22685/JTS.2024.8.3.349>
- Kruse, C. S., Smith, B., Vanderlinden, H., & Nealand, A. (2017). Security techniques for the electronic health records. *Journal of Medical Systems*, 41(8), 127. <https://doi.org/10.1007/s10916-017-0778-4>

- Kulular, M. A. (2025). Sağlık hizmetlerinin uzaktan sunumu kapsamında online platformların hukuken değerlendirilmesi. *Hacettepe Hukuk Fakültesi Dergisi*, 15(2), 129–168.
- Lin, J., Bates, S. M., Allen, L. N., Wright, M., Mao, L., & Kidd, M. (2025). Integrating mobile health app data into electronic medical or health record systems and its impact on health care delivery and patient health outcomes: Scoping review. *JMIR mHealth and uHealth*, 13, e66650. <https://doi.org/10.2196/66650>
- Norman, D. (2013). *The design of everyday things* (Revised and expanded ed.). Basic Books.
- Özdemir, M., Yılmaz, M., & Kaya, H. (2022). Kişisel sağlık verilerinin 6698 sayılı kanun çerçevesinde korunması. *19 Mayıs Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(1), 85–96.
- Patel, R., Sharma, N., & Gupta, A. (2024). Optical character recognition based intelligent prescription and medication management systems in digital healthcare environments. *Healthcare Analytics*, 6, 100312. <https://doi.org/10.1016/j.health.2024.100312>
- Sun, J., Liu, Y., Zhang, C., Xing, Y., Zhou, W., & Luan, W. (2026). Experiences of ageism in mHealth app usage among older adults: Interview study among older adults based on extended unified theory of acceptance and use of technology and risks of ageism models. *JMIR Aging*, 9, e79457. <https://doi.org/10.2196/79457>
- Vervloet, M., Linn, A. J., van Weert, J. C. M., de Bakker, D. H., Bouvy, M. L., & van Dijk, L. (2012). The effectiveness of interventions using electronic reminders to improve adherence to chronic medication: A systematic review of the literature. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 19(5), 696–704. <https://doi.org/10.1136/amiajnl-2011-000748>
- Walji, S., Makuwaza, T., Bearss, E., Kukan, S., et al. (2025). Family physicians' experiences with an electronic medical record-integrated family history collection strategy: A qualitative study. *BJGP Open*. <https://doi.org/10.3399/BJGPO.2025.XXXX>
- Williams, K., Kogan, J. N., & Markwardt, S. (2026). Integrated care for chronic conditions: A randomized care management trial. *The American Journal of Managed Care*, 32(4).
- World Health Organization. (2017). *Integrated care for older people: Guidelines on community-level interventions to manage declines in intrinsic capacity*. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241550109>
- Zhang, Y., Sun, Y., Liu, H., & Wang, J. (2022). Visualization approaches in mobile health applications for chronic disease management: A systematic review. *International Journal of Medical Informatics*, 164, 104808. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2022.104808>



YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ
HEDEF YÖNETİMİ:
MOBİL BİR ÜRETKENLİK
ASİSTANININ TASARIMI VE
GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Muhammed ÇUBUKÇU¹
Funda DEMİR²

1 Karabük Üniversitesi Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, KARABÜK,
ORCID id: 0009-0007-2803-3700.

2 Doç. Dr., Sinop Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, SİNOP,
ORCID id: 0000-0001-7707-8496

1. GİRİŞ

Günümüz dijital çağında bireyler; yoğun bilgi akışı, sürekli bildirimler ve çoklu görev gereksinimleri nedeniyle dikkatlerini yönetmekte giderek daha fazla zorlanmaktadır. Özellikle akademik ve profesyonel ortamlarda sıkça yaşanan görev bölünmeleri (task-switching), bireylerin odaklanma sürelerini azaltmakta ve verimliliklerini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durumun, iş performansı ve zihinsel stres düzeyi üzerinde doğrudan etkili olduğu literatürde vurgulanmaktadır (Mark ve ark., 2008).

Bireysel üretkenlik süreçlerinde karşılaşılan önemli sorunlardan biri, soyut hedeflerin somut ve uygulanabilir adımlara dönüştürülememesidir. “Yeni bir beceri öğrenmek” veya “verimliliği artırmak” gibi genel hedefler, yeterince yapılandırılmadığında bireylerde erteleme davranışına yol açabilmektedir. Locke ve Latham (2002) tarafından geliştirilen hedef belirleme yaklaşımı, etkili sonuçlar elde edebilmek için hedeflerin açık, ölçülebilir ve planlanabilir olması gerektiğini ortaya koymaktadır. Ancak günümüzde kullanılan birçok görev yönetimi uygulaması, bu süreci kullanıcıya bırakan pasif yapılar olarak tasarlanmıştır.

Teknolojik gelişmeler, özellikle akıllı sistemlerin yaygınlaşmasıyla birlikte, bireylerin üretkenlik süreçlerini destekleyen yeni yaklaşımların ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu sistemler, kullanıcıların ifade ettiği hedefleri analiz ederek daha düzenli ve uygulanabilir planlara dönüştürebilme potansiyeline sahiptir. Bu sayede kullanıcıların karar verme sürecindeki yük azaltılmakta ve hedeflere yönelik ilerleme daha sistematik hale getirilmektedir.

Bununla birlikte, yalnızca planlama yapmak üretkenliği artırmak için yeterli değildir. Kullanıcının motivasyonunu sürdürebilmesi için zaman yönetimi ve etkileşim unsurlarının da sisteme dahil edilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda Pomodoro Tekniği, odaklanmayı artıran ve çalışma sürecini daha yönetilebilir hale getiren etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca oyunlaştırma yaklaşımı, kullanıcı etkileşimini artırarak sistem kullanımının sürekliliğini desteklemektedir (Deterding ve ark., 2011).

Bu çalışmada, bireylerin hedeflerini daha etkili yönetebilmeleri amacıyla geliştirilen *Focus Forge* adlı mobil üretkenlik sistemi ele alınmaktadır. Önerilen sistem, kullanıcıların belirlediği hedefleri analiz ederek bunları uygulanabilir görevlere dönüştürmekte; aynı zamanda zaman yönetimi ve motivasyon unsurlarını bir araya getirerek bütüncül bir çözüm sunmaktadır.

Bu bölümün temel amacı, geliştirilen sistemin ortaya çıkış motivasyonunu açıklamak ve bireysel üretkenlik alanında pratik bir çözüm yaklaşımı sunmaktır.

2. KURAMSAL ARKA PLAN

Bireysel üretkenlik, zaman yönetimi ve hedef planlama alanlarında geliştirilen yaklaşımlar, son yıllarda dijital teknolojilerin etkisiyle önemli bir dönüşüm geçirmiştir. Bu dönüşümde hem davranışsal modeller hem de teknolojik çözümler birlikte ele alınmaktadır. Bu bölümde, çalışmanın temelini oluşturan üç ana yaklaşım özetlenmektedir: hedef yönetimi, odaklanma teknikleri ve dijital destek sistemleri.

2.1 Hedef Yönetimi ve Planlama Yaklaşımları

Etkili hedef yönetimi, bireysel performansın artırılmasında temel unsurlardan biridir.

Locke ve Latham (2002) tarafından geliştirilen hedef belirleme yaklaşımına göre, açık ve ölçülebilir hedefler bireylerin motivasyonunu artırmakta ve başarı olasılığını yükseltmektedir. Bu kapsamda geliştirilen SMART (Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound) kriterleri, hedeflerin daha sistematik ve uygulanabilir hale getirilmesini sağlamaktadır.

Ancak uygulamada bireyler, çoğu zaman bu kriterlere uygun hedefler oluşturmakta zorlanmaktadır. Özellikle büyük ve belirsiz hedefler, planlama sürecinde karmaşıklık yaratmakta ve karar verme sürecini zorlaştırmaktadır. Bu durum, literatürde “karar yorgunluğu” ve “erteleme davranışı” ile ilişkilendirilmektedir (Macan, 1994). Bu nedenle, hedeflerin küçük ve yönetilebilir parçalara ayrılması, üretkenlik sistemlerinin temel gereksinimlerinden biri olarak kabul edilmektedir.

2.2 Odaklanma ve Zaman Yönetimi Teknikleri

Bireysel üretkenliği etkileyen önemli faktörlerden biri de odaklanma süresidir. Günümüzde sürekli bölünen dikkat yapısı, bireylerin derin odaklanma (deep work) durumuna geçmesini zorlaştırmaktadır. Bu problemi çözmek amacıyla geliştirilen yöntemlerden biri Pomodoro Tekniğidir. Bu teknik, çalışma sürecini belirli zaman aralıklarına bölerek (genellikle 25 dakika çalışma ve 5 dakika mola) bilişsel yükü azaltmayı hedefler.

Araştırmalar, düzenli aralıklarla verilen molaların zihinsel yorgunluğu azalttığını ve dikkat süresini artırdığını göstermektedir (Mark ve ark., 2008). Bu tür zaman yönetimi teknikleri, özellikle dijital ortamlarda çalışan bireyler için daha sürdürülebilir bir çalışma düzeni oluşturulmasına katkı sağlamaktadır.

2.3 Dijital Destek Sistemleri ve Yeni Yaklaşımlar

Geleneksel görev yönetim uygulamaları, genellikle kullanıcıdan doğrudan veri girişi bekleyen ve bu verileri listeleyen sistemlerdir. Bu tür uygulamalar, planlama sürecinde aktif bir yönlendirme sunmadıkları için kullanıcıların uzun vadede sistemi terk etmesine neden olabilmektedir.

Son yıllarda geliştirilen yeni nesil dijital sistemler ise kullanıcı girdilerini analiz ederek daha yapılandırılmış çıktılar üretmeye odaklanmaktadır. Bu sistemler, kullanıcıların ifade ettiği hedefleri daha somut ve uygulanabilir adımlara dönüştürerek planlama sürecini kolaylaştırmaktadır. Bu yaklaşım, bireyin bilişsel yükünü azaltmakta ve karar verme sürecini daha verimli hale getirmektedir.

Bununla birlikte, yalnızca planlama yeterli değildir. Kullanıcının sistemi düzenli olarak kullanabilmesi için motivasyon unsurlarının da desteklenmesi gerekmektedir. Bu noktada oyunlaştırma yaklaşımı, kullanıcı etkileşimini artıran önemli bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Oyunlaştırma, puanlama, seviye atlama ve ödüllendirme gibi unsurlar aracılığıyla kullanıcıların sisteme olan bağlılığını artırmaktadır (Deterding ve ark., 2011).

Bu çalışmada ele alınan yaklaşım, hedef planlama, odaklanma teknikleri ve dijital destek sistemlerini bir araya getirerek bütüncül bir üretkenlik çözümü sunmayı amaçlamaktadır.

Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde, üretkenlik uygulamalarının büyük bir kısmının kullanıcıdan aktif veri girişi bekleyen sistemler olduğu görülmektedir. Geleneksel görev yönetim araçları, planlama sürecinde kullanıcıya rehberlik sunmamakta; daha çok veri depolama işlevi görmektedir. Son yıllarda geliştirilen yapay zekâ destekli sistemler ise metin üretimi ve içerik düzenleme konularında gelişim göstermiş olsa da, kullanıcı hedeflerini analiz ederek yapılandırılmış yol haritaları oluşturma konusunda sınırlı kalmaktadır. Bu çalışma, söz konusu boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır.

3. SİSTEM TASARIMI

Focus Forge sistemi, bireylerin hedeflerini daha etkin bir şekilde planlayabilmelerini sağlamak amacıyla kullanıcı odaklı ve sürdürülebilir bir yazılım mimarisi üzerine inşa edilmiştir. Sistem tasarımında temel amaç; kullanıcıdan alınan hedef bilgisini anlamlandırarak bu hedefi uygulanabilir görev adımlarına dönüştüren bir yapı kurmak ve bu süreci kullanıcı açısından yönetilebilir hale getirmektir.

Bu doğrultuda sistem; mobil istemci katmanı, veri yönetimi altyapısı ve hedef analiz sürecinden oluşan bütünlüklü bir yapı olarak tasarlanmıştır. Kullanıcı etkileşimi mobil uygulama üzerinden sağlanırken, veri saklama ve yönetimi sunucu tarafında gerçekleştirilmekte, hedeflerin işlenmesi ve planlanması ise ayrı bir analiz süreci ile yürütülmektedir.

3.1 Genel Mimari Yapı

Sistem mimarisi, yazılım geliştirme süreçlerinde yaygın olarak kullanılan katmanlı yapı yaklaşımına dayanmaktadır. Bu yaklaşım, sistem bileşenlerinin sorumluluklarını ayrıştırarak hem geliştirme sürecini kolaylaştırmakta hem de sistemin bakımını daha yönetilebilir hale getirmektedir (Martin, 2017).

Focus Forge uygulaması üç temel katmandan oluşmaktadır:

• **Sunum Katmanı (Presentation Layer):**

Kullanıcı arayüzünün yer aldığı bu katman, kullanıcıdan alınan girdilerin işlenerek sistemin diğer katmanlarına aktarılmasını sağlar. Kullanıcı ile sistem arasındaki tüm etkileşimler bu katmanda gerçekleşmektedir.

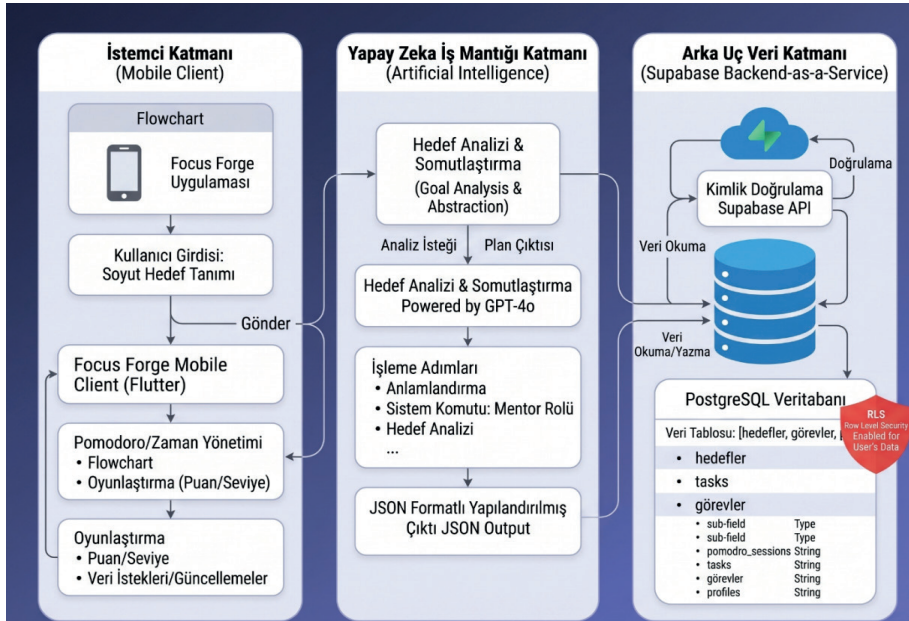
• **İş Mantığı Katmanı (Domain Layer):**

Sistemin temel iş kurallarını içeren katmandır. Kullanıcı hedeflerinin analiz edilmesi, görevlerin oluşturulması ve planlama süreçleri bu katmanda yürütülmektedir.

• **Veri Katmanı (Data Layer):**

Veritabanı işlemleri ve dış servislerle iletişim bu katman üzerinden sağlanır. Kullanıcı verilerinin saklanması, güncellenmesi ve güvenli erişimi bu katmanın sorumluluğundadır.

Bu katmanlı yapı sayesinde sistem bileşenleri arasında gevşek bağıllık sağlanmış, böylece sistemin farklı parçalarının bağımsız olarak geliştirilebilmesi mümkün hale gelmiştir (Martin, 2017; Radwan, 2023). Sistemin genel mimarisi ve bileşenler arası veri akışı Şekil 1’de gösterilmektedir.



Şekil 1. Focus Forge sistem mimarisi ve veri akışı diyagramı

3.2 Veri Akışı ve Sistem İşleyişi

Sistemin çalışma süreci, kullanıcının bir hedef tanımlaması ile başlamaktadır. Kullanıcı tarafından girilen hedef ifadesi, sistem tarafından analiz edilerek daha küçük ve uygulanabilir görev adımlarına dönüştürülmektedir.

Bu süreçte izlenen temel adımlar şu şekildedir:

1. Kullanıcı, uygulama üzerinden bir hedef tanımlar.
2. Girilen hedef, sistemin analiz bileşenine iletilir.
3. Hedef, daha küçük görev adımlarına ayrılarak yapılandırılmış bir plan oluşturulur.
4. Oluşturulan görevler veri katmanını aracılığıyla saklanır.
5. Kullanıcı arayüzünde görevler görüntülenir ve ilerleme süreci takip edilir.

Bu yapı, kullanıcı ile sistem arasında sürekli bir etkileşim döngüsü oluşturarak planlama sürecini dinamik hale getirmektedir. Etkileşimli sistemlerin kullanıcı davranışlarını yönlendirme ve bağlılığı artırma potansiyeli literatürde vurgulanmaktadır (O’Kane ve ark., 2015).

3.3 Veri Yönetimi ve Güvenlik

Sistem tasarımında veri güvenliği önemli bir unsur olarak ele alınmıştır. Kullanıcı verilerinin korunması amacıyla erişim kontrol mekanizmaları uygulanmış ve her kullanıcının yalnızca kendi verilerine erişebilmesi sağlanmıştır. Bu yaklaşım, veri gizliliğini korumak ve kullanıcı güvenliğini artırmak açısından kritik bir rol oynamaktadır (Garcia-Lopez ve ark., 2016).

Veri yönetimi sürecinde ilişkisel veritabanı yapıları tercih edilmiştir. Bu sayede veri bütünlüğü sağlanmış ve sistem performansı artırılmıştır (Codd, 1970). Özellikle görevlerin hiyerarşik olarak saklanabilmesi için esnek veri yapıları kullanılmıştır. Veritabanı yapısına ait örnek tablo görünümü Şekil 2’de sunulmuştur.

id	goal_id	user_id	title	description
05ab61c8-89c5-46d8-85a2-24dc090a9994	20599a43-2f69-42ec-9b27-833f0...	2a210f3c-1a45-406f-a395-d32cd4...	Metotlar ve Fonksiyonlar	Farklı türde metotlar olu...
06ababf4-b130-4d9a-9e07-fb2b96a2d4d6	79f2b04c-2909-4f24-8f63-18caba...	2a210f3c-1a45-406f-a395-d32cd4...	Provider kütüphanesini kur ve kullan	EMPTY
09fbcc84-eabc-448f-bae9-a564c5a384f8	4c8c0a15-e402-4763-ada0-87685...	2a210f3c-1a45-406f-a395-d32cd4...	Flutter ile Veri İletişimi	Veri iletişimi için gerekl...
0a1ta456-8254-4f10-af56-8417798077	20599a43-2f69-42ec-9b27-833f0...	2a210f3c-1a45-406f-a395-d32cd4...	OOP kavramlarını öğren (class, object, inheritance)	EMPTY
0a69663e-4929-4076-b0f2-fb33f22a3a62	335e0819-4247-49db-a1e8-0ea21...	2a210f3c-1a45-406f-a395-d32cd4...	Neşane Yönelimli Programlamaya Giriş	Neşane yönelimli program...
0c848dd3-6408-40ed-99c0-132d4994d5	4c8c0a15-e402-4763-ada0-87685...	2a210f3c-1a45-406f-a395-d32cd4...	Küçük bir Dart uygulaması yaz	EMPTY
0ca34755-1d1b-4caa-af7c-3f9d795d331c	335e0819-4247-49db-a1e8-0ea21...	2a210f3c-1a45-406f-a395-d32cd4...	JDK Kurulumu Gözetle	EMPTY
0cc9f21d-9959-4c10-ad1a-30b73c03ac21	335e0819-4247-49db-a1e8-0ea21...	2a210f3c-1a45-406f-a395-d32cd4...	Kodlama ve Test Etme	EMPTY
0d582aee-5d08-47a8-b454-6a45ca23207	4c8c0a15-e402-4763-ada0-87685...	2a210f3c-1a45-406f-a395-d32cd4...	Widget nedir? Genel bakış	EMPTY
11548ad6-8834-465e-8baa-dcc0f7f6656a	4c8c0a15-e402-4763-ada0-87685...	2a210f3c-1a45-406f-a395-d32cd4...	Basit bir uygulama geliştirme	EMPTY
12ca3319-146e-460b-a58f-f042abab775a	4c8c0a15-e402-4763-ada0-87685...	2a210f3c-1a45-406f-a395-d32cd4...	Ayarız tasarımı yap	EMPTY
13cd39be-c699-4680-b67d-760a2ef8b1b7	79f2b04c-2909-4f24-8f63-18caba...	2a210f3c-1a45-406f-a395-d32cd4...	Tema ve stil ayarlarını ıccle	EMPTY
1403d4cc-133b-4a52-b69c-0f7409d0ea31	335e0819-4247-49db-a1e8-0ea21...	2a210f3c-1a45-406f-a395-d32cd4...	Java Temellerini Öğren	Java dilinin temel kavran...
1425444d-a761-4e90-8871-3938f9ea0e93	335e0819-4247-49db-a1e8-0ea21...	2a210f3c-1a45-406f-a395-d32cd4...	Collections Kütüphanesinde Arama	EMPTY
14e027f1-b661-4bf9-acc4-44127f0b2d3b	4c8c0a15-e402-4763-ada0-87685...	2a210f3c-1a45-406f-a395-d32cd4...	Dart Temel Bilgilerini Öğren	Dart dilinin temellerini anlı...

şekil 2. Veritabanı tablo yapısı ve görev verisi örneği**3.4 Hedef Analizi ve Planlama Yaklaşımı**

Sistemin temel işlevlerinden biri, kullanıcı tarafından girilen hedeflerin daha anlaşılır ve uygulanabilir hale getirilmesidir. Bu kapsamda kullanıcıdan alınan metinsel ifadeler analiz edilerek belirli bir planlama sürecinden geçirilmektedir.

Bu süreçte amaç, kullanıcı hedefini doğrudan uygulanabilir görev adımlarına dönüştürmektir. Oluşturulan planlar genellikle aşağıdaki özellikleri taşımaktadır:

- Görevlerin küçük ve yönetilebilir parçalara ayrılması
- Görevlerin belirli bir sıra içerisinde sunulması
- Kullanıcının ilerleyişini takip edebilecek şekilde yapılandırılması

Bu yaklaşım, hedef belirleme literatüründe vurgulanan “somutlaştırma” ilkesine dayanmaktadır (Locke & Latham, 2002). Hedeflerin bu şekilde yapılandırılması, kullanıcıların karar verme sürecini kolaylaştırmakta ve sürecin daha sürdürülebilir hale gelmesine katkı sağlamaktadır.

3.5 Sistem Tasarımının Değerlendirilmesi

Önerilen sistem tasarımı, kullanıcı deneyimi ile teknik sürdürülebilirliği bir araya getiren bütüncül bir yapı sunmaktadır. Katmanlı mimari yaklaşımı sayesinde sistemin geliştirilebilirliği artırılmış, veri yönetimi ve güvenlik mekanizmaları ile sistemin güvenilirliği sağlanmıştır.

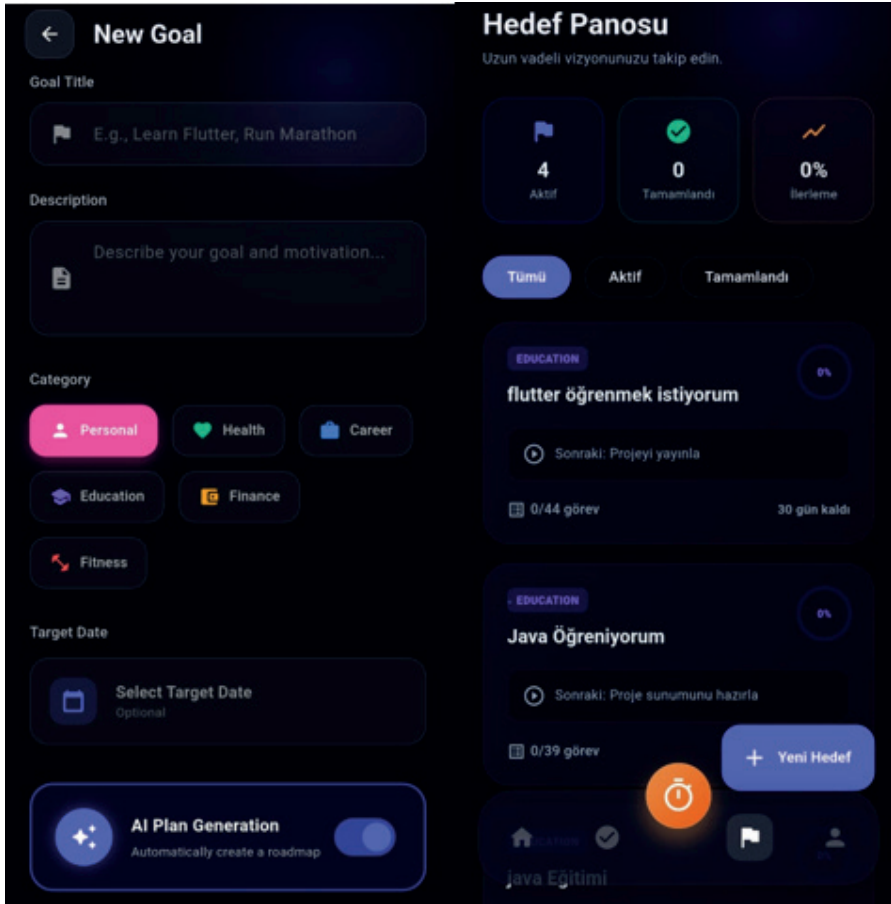
Ayrıca hedeflerin yapılandırılması ve görev planına dönüştürülmesi süreci, kullanıcıların üretkenlik süreçlerini daha sistematik bir şekilde yönetmelerine olanak tanımaktadır. Bu yönüyle sistem, yalnızca bir görev yönetim aracı değil, aynı zamanda kullanıcıya rehberlik eden bir destek sistemi olarak değerlendirilebilir.

4. UYGULAMA VE GERÇEKLEME

Bu bölümde, Focus Forge sisteminin geliştirme süreci, kullanılan teknolojiler ve uygulamanın temel bileşenleri ele alınmaktadır. Sistem, kullanıcı dostu bir arayüz ile güçlü bir teknik altyapıyı bir araya getirerek hedef planlama sürecini daha erişilebilir ve yönetilebilir hale getirmeyi amaçlamaktadır.

4.1 Mobil Uygulama Geliştirme Süreci

Uygulama, çok platformlu mobil geliştirme yaklaşımı benimsenerek geliştirilmiştir. Bu kapsamda Flutter framework’ü tercih edilmiştir. Flutter, tek bir kod tabanı ile farklı mobil platformlarda çalışabilen uygulamalar geliştirmeye olanak sağlaması ve yüksek performanslı kullanıcı arayüzü sunması nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır (Biørn-Hansen ve ark., 2019).



Şekil 3. Focus Forge ana ekranı ve hedef giriş arayüzü

Kullanıcı arayüzü tasarımında sadelik ve kullanılabilirlik ön planda tutulmuştur. Arayüzde koyu tema tercih edilerek uzun süreli kullanımda göz yorgunluğunun azaltılması hedeflenmiştir. Ayrıca kullanıcı etkileşimlerini güçlendirmek amacıyla dokunsal geri bildirimler (haptic feedback) kullanılmıştır.

Uygulamanın ana ekranı, kullanıcıların hedeflerini görüntüleyebileceği ve yeni hedefler tanımlayabileceği şekilde tasarlanmıştır. Bu arayüz yapısı Şekil 3’de gösterilmektedir.

4.2 Arka Uç Altyapısı ve Veri Yönetimi

Uygulamanın arka uç altyapısı, sunucusuz (serverless) mimari yaklaşımı temel alınarak geliştirilmiştir. Bu kapsamda Supabase platformu kullanılmıştır. Supabase, PostgreSQL tabanlı veri yönetimi sağlayarak veri bütünlüğünü koruyan ve yüksek performans sunan bir altyapı sunmaktadır (Myat & Wai,

2020).

Kullanıcı kimlik doğrulama işlemleri e-posta ve şifre tabanlı olarak gerçekleştirilmekte, veri erişim güvenliği ise kullanıcı bazlı yetkilendirme mekanizmaları ile sağlanmaktadır. Bu yapı sayesinde her kullanıcının yalnızca kendi verilerine erişebilmesi garanti altına alınmıştır.

Veritabanında görevler, hiyerarşik bir yapı ile saklanmakta ve alt görevlerin esnek şekilde oluşturulmasına imkân tanınmaktadır. Bu yaklaşım, karmaşık hedeflerin daha küçük ve yönetilebilir parçalara ayrılmasını kolaylaştırmaktadır.

4.3 Hedef Analizi ve Plan Oluşturma Süreci

Sistemin temel işlevlerinden biri, kullanıcı tarafından girilen hedeflerin analiz edilerek görev planına dönüştürülmesidir. Kullanıcı tarafından girilen hedef ifadesi, sistem tarafından işlenerek uygulanabilir adımlara ayrılmaktadır.

Bu süreçte metinsel girdilerin anlamlandırılması ve yapılandırılmış çıktılar üretilmesi yaklaşımı benimsenmiştir. Doğal dil işleme temelli bu yöntem, kullanıcı girdilerinin bağlamsal olarak değerlendirilmesine ve anlamlı görev planlarının oluşturulmasına olanak sağlamaktadır (Hassan, 2022).



Şekil 4. *Sistem tarafından oluşturulan örnek görev planı*

Oluşturulan planlar genellikle şu özellikleri taşımaktadır:

- Belirli bir sıraya göre düzenlenmiş görev listesi
- Yönetilebilir büyüklükte alt görevler
- Kullanıcı ilerlemesini takip edebilecek yapı

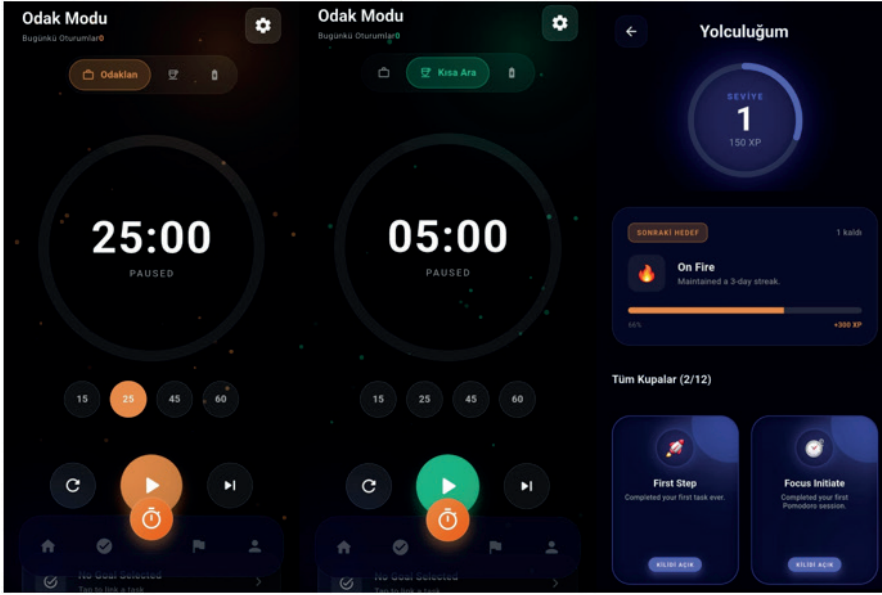
Bu yaklaşım sayesinde kullanıcıların hedeflerini daha sistematik bir şekilde yönetmeleri mümkün hale gelmektedir. Oluşturulan örnek bir hedef planı Şekil 4’de gösterilmektedir.

4.4 Odaklanma ve Etkileşim Modülleri

Uygulamada kullanıcıların odaklanma süresini artırmak amacıyla Pomodoro tekniği entegre edilmiştir. Bu modül, çalışma süresini belirli zaman aralıklarına bölerek kullanıcıların dikkatlerini daha uzun süre sürdürebilmelerine katkı sağlamaktadır.

Bununla birlikte kullanıcı motivasyonunu artırmak amacıyla oyunlaştırma bileşenleri sisteme dahil edilmiştir. Kullanıcıların görevleri tamamladıkça puan kazanması ve ilerleme seviyelerinin artması, sistem kullanımını teşvik eden önemli unsurlar arasında yer almaktadır. Oyunlaştırma yaklaşımlarının kullanıcı bağlılığını artırdığı literatürde geniş şekilde ele alınmaktadır (Deterding ve ark., 2011).

Pomodoro zamanlayıcısı ve oyunlaştırma bileşenlerinin yer aldığı arayüz Şekil 5’de sunulmuştur.



Şekil 5. Pomodoro zamanlayıcısı ve oyunlaştırma arayüzü

4.5 Performans ve Kullanım Değerlendirmesi

Geliştirilen sistemin performansı, uygulama akıcılığı, işlem süreleri ve veri erişim hızları üzerinden değerlendirilmiştir. Yapılan gözlemler doğrultusunda, kullanıcı tarafından girilen hedeflerin kısa süre içerisinde işlenerek görev planına dönüştürülebildiği görülmüştür.

Hedef analiz sürecinin ortalama birkaç saniye içerisinde tamamlandığı, veritabanı işlemlerinin ise milisaniye seviyesinde gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Bu değerler, mobil uygulamalarda kullanılan modern yazılım altyapılarının performans aralıkları ile uyumludur (Myers ve ark., 2011).

Ayrıca kullanıcı arayüzünün akıcı çalışması ve görevlerin görsel olarak sunulması, kullanıcı deneyimini olumlu yönde etkilemiştir. Kullanıcıların ilerlemelerini takip edebilmesi ve görevleri düzenli olarak tamamlayabilmesi, sistemin pratik kullanım açısından etkili olduğunu göstermektedir.

5. KULLANIM SENARYOSU VE DEğERLENDİRME

Bu bölümde, Focus Forge sisteminin pratik kullanımını ortaya koymak amacıyla örnek bir senaryo sunulmakta ve sistemin kullanıcı açısından sağladığı katkılar değerlendirilmektedir.

5.1 Örnek Kullanım Senaryosu

Sistemin çalışma prensibini somutlaştırmak amacıyla örnek bir kullanım senaryosu ele alınmıştır. Bu senaryoda kullanıcı, uygulamaya aşağıdaki hedefi tanımlamaktadır:

“Yazılım geliştirme öğrenmek istiyorum.”

Bu ifade, başlangıçta kapsamı geniş ve belirsiz bir hedefi temsil etmektedir. Sistem, bu girdiyi analiz ederek hedefi daha küçük ve uygulanabilir adımlara dönüştürmektedir. Oluşturulan görev planı aşağıdaki gibi yapılandırılmıştır:

- Programlama temellerini öğrenme
- Seçilen bir programlama dilinde başlangıç seviyesinde eğitim alma
- Küçük ölçekli uygulamalar geliştirme
- Versiyon kontrol sistemlerini öğrenme
- Orta düzey projeler geliştirme

Bu planın sistem tarafından oluşturulmuş örnek görünümü Şekil 4’de sunulmuştur.

Bu yapı sayesinde kullanıcı, başlangıçta soyut olan hedefini daha somut ve yönetilebilir bir plan çerçevesinde takip edebilmektedir. Hedeflerin bu şekilde alt bileşenlere ayrılması, literatürde önerilen yapılandırılmış hedef yaklaşımı ile uyumludur (Locke & Latham, 2002).

5.2 Sistem Çıktılarının Değerlendirilmesi

Oluşturulan görev planı incelendiğinde, hedefin belirli bir mantıksal sıra içerisinde yapılandırıldığı görülmektedir. Görevlerin küçük parçalara ayrılması, kullanıcıların süreci daha kolay yönetmesine katkı sağlamaktadır.

Bu tür yapılandırılmış planlama yaklaşımlarının, bireylerin karar verme sürecini kolaylaştırdığı ve bilişsel yükü azalttığı literatürde belirtilmektedir (Sweller, 1988). Ayrıca görevlerin sıralı şekilde sunulması, kullanıcıların ilerlemeyi daha net takip edebilmesine olanak tanımaktadır.

Bununla birlikte, oluşturulan planların doğruluğu ve uygunluğu, kullanıcının başlangıçta verdiği bilginin kapsamına bağlıdır. Bu nedenle sistemin sunduğu planların gerektiğinde kullanıcı tarafından düzenlenebilir olması önemlidir.

5.3 Kullanıcı Deneyimi Üzerine Gözlemler

Sistemin kullanımına ilişkin yapılan gözlemler, kullanıcıların hedef belirleme sürecinde daha az zorlandığını ve sürece daha hızlı adapte olabildiğini göstermektedir. Özellikle hazır görev planlarının sunulması, kullanıcıların başlangıç aşamasındaki kararsızlıklarını azaltmaktadır.

Bu durum, dijital destek sistemlerinin kullanıcı davranışlarını yönlendirme ve karar verme sürecini kolaylaştırma etkisi ile uyumludur (O’Kane ve ark., 2015).

Bununla birlikte Pomodoro zamanlayıcısı ve oyunlaştırma bileşenleri,

kullanıcıların uygulamayı daha düzenli kullanmasına katkı sağlamaktadır. Bu bileşenlerin yer aldığı arayüz örneği Şekil 5’de gösterilmektedir. Oyunlaştırma yaklaşımlarının kullanıcı bağlılığını artırdığı çeşitli çalışmalarda ortaya konmuştur (Deterding ve ark., 2011).

5.4 Genel Değerlendirme

Sunulan kullanım senaryosu, sistemin soyut hedefleri somut görev adımlarına dönüştürme konusunda işlevsel bir yaklaşım sunduğunu göstermektedir. Kullanıcıya doğrudan uygulanabilir bir plan sunulması, sistemin pratik değerini artırmaktadır.

Ancak sistemin etkinliği, kullanıcı girdisinin doğruluğu ve kapsamı ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle sistem, kullanıcıya rehberlik eden bir araç olarak değerlendirilmelidir; nihai planlama sürecinde kullanıcı kontrolü önemi korumaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde Focus Forge, hedef yönetimi sürecini kolaylaştıran, kullanıcıya yapılandırılmış bir yaklaşım sunan ve üretkenlik süreçlerini destekleyen bir uygulama olarak öne çıkmaktadır.

6. SONUÇ

Bu çalışmada, bireylerin hedeflerini daha etkin bir şekilde planlayabilmelerini desteklemek amacıyla geliştirilen Focus Forge adlı mobil üretkenlik sistemi ele alınmıştır. Çalışma kapsamında, kullanıcıların soyut hedeflerini daha somut ve uygulanabilir görev adımlarına dönüştürebilen bir sistem tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir.

Geliştirilen sistem, kullanıcıdan alınan metinsel hedef ifadelerini analiz ederek yapılandırılmış görev planları oluşturmakta ve bu planları kullanıcıya anlaşılır bir biçimde sunmaktadır. Bunun yanı sıra Pomodoro tekniği ve oyunlaştırma bileşenlerinin sisteme entegre edilmesi, kullanıcıların odaklanma süreçlerini desteklemekte ve uygulamanın düzenli kullanımını teşvik etmektedir.

Sistem tasarımı açısından değerlendirildiğinde, katmanlı mimari yaklaşımı sayesinde sürdürülebilir ve geliştirilebilir bir yapı elde edilmiştir. Kullanılan mobil geliştirme ve veri yönetimi teknolojileri, sistemin performanslı ve güvenli bir şekilde çalışmasına olanak sağlamıştır. Ayrıca kullanıcı arayüzünün sade ve anlaşılır olması, uygulamanın erişilebilirliğini artıran önemli bir unsur olarak öne çıkmaktadır.

Sunulan kullanım senaryosu, sistemin soyut hedefleri yapılandırılmış planlara dönüştürme konusunda işlevsel bir yaklaşım sunduğunu göstermektedir. Bu durum, özellikle hedef belirleme sürecinde zorlanan kullanıcılar için pratik bir destek sağlamaktadır. Bununla birlikte, sistemin etkinliği kullanıcı

tarafından sağlanan girdilerin doğruluğu ve kapsamı ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle sistem, kullanıcıyı yönlendiren bir araç olarak değerlendirilmelidir ve nihai karar sürecinde kullanıcı kontrolü önemini korumaktadır.

Gelecekte yapılabilecek çalışmalar kapsamında, sistemin kullanıcı davranışlarına göre daha fazla uyarlanabilir hale getirilmesi, kişiselleştirme düzeyinin artırılması ve farklı kullanıcı grupları üzerinde değerlendirilmesi önerilmektedir. Ayrıca daha geniş kapsamlı kullanıcı testleri ile sistemin etkinliğinin nicel olarak analiz edilmesi, çalışmanın bilimsel katkısını güçlendirecektir.

Sonuç olarak Focus Forge, bireysel üretkenlik süreçlerini destekleyen, hedef planlamayı kolaylaştıran ve kullanıcıya yapılandırılmış bir yaklaşım sunan bir sistem olarak değerlendirilebilir. Bu yönüyle çalışma, hem yazılım geliştirme pratiği hem de kullanıcı odaklı sistem tasarımı açısından uygulanabilir bir örnek sunmaktadır. Bu yönüyle önerilen sistem, geleneksel görev yönetim uygulamalarından farklı olarak kullanıcıya yalnızca görev listesi sunan bir araç değil, aynı zamanda hedeflerini yapılandırmasına yardımcı olan bütüncül bir destek mekanizması olarak değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR

- Biørn-Hansen, A., Grønli, T. M., Ghinea, G., & Alouneh, S. (2021). An empirical study of cross-platform mobile development frameworks. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2021, 8899066. doi:10.1155/2021/8899066
- Czaja, S. J., Boot, W. R., Charness, N., & Rogers, W. A. (2019). *Designing for older adults* (3rd ed.). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Fernández-Alemán, J. L., Señor, I. C., Lozoya, P. Á. O., & Toval, A. (2013). Security and privacy in electronic health records: A systematic literature review. *Journal of Biomedical Informatics*, 46(3), 541–562. doi:10.1016/j.jbi.2012.12.003
- Ghosh, P., Proffitt, R., Bosworth, K. T., et al. (2024). mHealth app features for lifestyle management. *mHealth*, 10, 21. doi:10.21037/mhealth-23-31
- Goh, K. H., Yeow, A. Y. K., Wang, L., et al. (2025). Integration of electronic medical record systems: Mixed methods study. *Journal of Medical Internet Research*, 27, e49363. doi:10.2196/49363
- Jin, H., & Qu, Y. (2025). Intergenerational support and internet-based healthcare use among older adults. *Journal of Medical Internet Research*, 27, e65065. doi:10.2196/65065
- Kaihlanen, A. M., Virtanen, L., Buchert, U., et al. (2023). Challenges experienced by vulnerable groups in digital health services. *BMC Health Services Research*, 23(1), 188. doi:10.1186/s12913-023-09163-4
- Kırca, K., Kutlutürkan, S., & Sözeri Öztürk, E. (2021). Yaşlı yetişkinlerde mobil uygulama kullanımındaki engeller. *Yaşlı Sorunları Araştırma Dergisi*, 14(1), 40–44.
- Koh, E., & Jung, H. (2024). UX design strategies for digital healthcare applications for older adults. *The Journal of Transdisciplinary Studies*, 8(3), 349–368. doi:10.22685/JTS.2024.8.3.349
- Kruse, C. S., Smith, B., Vanderlinden, H., & Nealand, A. (2017). Security techniques for electronic health records. *Journal of Medical Systems*, 41(8), 127. doi:10.1007/s10916-017-0778-4
- Kulular, M. A. (2025). Sağlık hizmetlerinin uzaktan sunumunun hukuki değerlendirilmesi. *Hacettepe Hukuk Fakültesi Dergisi*, 15(2), 129–168.
- Lin, J., Bates, S. M., Allen, L. N., et al. (2025). Integration of mobile health app data into electronic health records. *JMIR mHealth and uHealth*, 13, e66650. doi:10.2196/66650
- Norman, D. (2013). *The design of everyday things* (Revised ed.). New York, NY: Basic Books.
- Özdemir, M., Yılmaz, M., & Kaya, H. (2022). Kişisel sağlık verilerinin korunması. *19 Mayıs Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(1), 85–96.

- Patel, R., Sharma, N., & Gupta, A. (2024). OCR-based intelligent prescription and medication management systems. *Healthcare Analytics*, 6, 100312. doi:10.1016/j.health.2024.100312
- Sun, J., Liu, Y., Zhang, C., et al. (2026). Ageism experiences in mHealth app usage among older adults. *JMIR Aging*, 9, e79457. doi:10.2196/79457
- Vervloet, M., Linn, A. J., van Weert, J. C. M., et al. (2012). Electronic reminders and chronic medication adherence: A systematic review. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 19(5), 696–704. doi:10.1136/amiajnl-2011-000748
- World Health Organization. (2017). *Integrated care for older people*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- Zhang, Y., Sun, Y., Liu, H., & Wang, J. (2022). Visualization approaches in mobile health applications for chronic disease management. *International Journal of Medical Informatics*, 164, 104808. doi:10.1016/j.ijmedinf.2022.104808



LLM DESTEKLİ MODERN E-TİCARET SİSTEMLERİNDE KİŞİSELLEŞTİRİLMİŞ ÜRÜN ÖNERİ MİMARİSİ: MERN STACK TABANLI BİR SPECIALTY COFFEE PLATFORMU

Yasir MUSA¹

Funda DEMİR²

¹ Karabük Üniversitesi Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, KARABUK,
ORCID id: 0009-0008-2304-6542.

² Doç. Dr., Sinop Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, SİNOP,
ORCID id: 0000-0001-7707-8496

1. GİRİŞ

Dijital teknolojilerin gelişmesiyle birlikte elektronik ticaret platformları yalnızca ürün satışının gerçekleştirildiği sistemler olmaktan çıkmış, kullanıcı davranışlarını analiz eden ve kişiselleştirilmiş deneyimler sunan veri odaklı yapılara dönüşmüştür. Özellikle çevrim içi alışveriş platformlarında ürün çeşitliliğinin artması, kullanıcıların karar verme süreçlerini zorlaştırmakta ve geleneksel ürün listeleme yaklaşımlarının yetersiz kalmasına neden olmaktadır. Bu durum, öneri sistemlerini modern e-ticaret uygulamalarının temel bileşenlerinden biri hâline getirmiştir. Öneri sistemleri, kullanıcı tercihlerini analiz ederek uygun ürünleri ön plana çıkarmayı amaçlamakta ve kullanıcı deneyimini iyileştirmenin yanı sıra platform etkileşimini ve satış performansını artırmaktadır (Adomavicius & Tuzhilin, 2005; Ricci, Rokach, & Shapira, 2022).

Geleneksel öneri sistemleri çoğunlukla içerik tabanlı filtreleme, iş birlikçi filtreleme veya kullanıcı geçmişine dayalı davranış analizleri üzerine kurulmaktadır. Ancak bu yöntemler, özellikle deneyim ve kişisel yorum gerektiren ürün kategorilerinde her zaman yeterli sonuç verememektedir. Kahve, parfüm, gastronomi veya kişisel bakım ürünleri gibi alanlarda kullanıcı tercihleri yalnızca teknik filtrelerle açıklanabilecek kadar basit değildir. Kullanıcıların “hafif içimli”, “meyvemsi”, “dengeli”, “sert olmayan” veya “yoğun aromalı” gibi doğal dil tabanlı ifadeleri çoğu zaman klasik filtreleme mekanizmaları tarafından doğrudan yorumlanamamaktadır. Bu durum, kullanıcı ile sistem arasında daha doğal ve etkileşimli iletişim kurabilen yeni nesil öneri yaklaşımlarına olan ihtiyacı artırmıştır.

Son yıllarda büyük dil modellerinin (Large Language Models — LLM) gelişmesiyle birlikte konuşma tabanlı öneri sistemleri önemli ölçüde yaygınlaşmıştır. LLM tabanlı sistemler, kullanıcıların doğal dilde ifade ettiği tercihleri yorumlayabilmekte, bağlamsal çıkarımlar yapabilmekte ve daha kişiselleştirilmiş öneriler sunabilmektedir (Lin, Xu, & Zhang, 2024; Xu, Xiao, & Chen, 2024). Özellikle konuşma tabanlı öneri sistemleri (Conversational Recommender Systems), kullanıcı ile sistem arasında çok adımlı bir etkileşim kurarak öneri sürecini daha esnek ve kullanıcı odaklı hâle getirmektedir (Jannach, Manzoor, Cai, & Chen, 2021). Bu yaklaşım sayesinde kullanıcıların teknik filtreleri manuel olarak kullanmasına gerek kalmadan, doğal diyalog akışı içerisinde uygun ürünlere ulaşabilmesi mümkün olmaktadır.

Bununla birlikte, LLM destekli öneri sistemlerinin modern web uygulamalarına entegre edilmesi yalnızca yapay zekâ modelinin sisteme eklenmesiyle sınırlı değildir. Güvenli kimlik doğrulama mekanizmaları, ölçeklenebilir API mimarileri, istemci-sunucu iletişimi, ödeme altyapıları, hata yönetimi, oturum kontrolü ve performans optimizasyonu gibi yazılım mühendisliği bileşenleri de sistem başarısı açısından kritik öneme sahiptir. Özellikle kulla-

nıcı verilerinin işlendiği e-ticaret uygulamalarında güvenlik ve sürdürülebilir sistem mimarisi önemli bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır (Murgia, Delgado, & Giacomini, 2024). Bu nedenle günümüzde yapay zekâ destekli servislerin modern tam yığın (full-stack) web mimarileri ile bütünleşik biçimde tasarlanması gerekmektedir.

Modern web uygulamalarında yaygın olarak kullanılan MERN (MongoDB, Express.js, React.js, Node.js) mimarisi; istemci tarafı etkileşimleri, REST tabanlı servis yapıları ve ölçeklenebilir veri yönetimi açısından geliştiricilere esnek bir yapı sunmaktadır (Subramanian, 2019). Özellikle React tabanlı tek sayfa uygulamaları (Single Page Applications — SPA), kullanıcı deneyimini iyileştirirken Node.js ve Express tabanlı servis yapıları istemci ve sunucu arasındaki veri iletişimini daha yönetilebilir hâle getirmektedir. MongoDB gibi doküman tabanlı veri tabanları ise hızlı prototipleme süreçlerinde ve dinamik veri yapılarında önemli avantajlar sağlamaktadır.

Bu bölüm kapsamında, MERN mimarisi kullanılarak geliştirilen ve büyük dil modeli destekli kişiselleştirilmiş öneri sistemi içeren bir specialty coffee e-ticaret platformu ele alınmaktadır. Geliştirilen sistemde kullanıcı tercihleri konuşma tabanlı etkileşimler aracılığıyla analiz edilmekte, kullanıcı profiline uygun ürün önerileri oluşturulmakta ve tüm süreç modern web teknolojileri ile bütünleşik biçimde yönetilmektedir. Çalışmada yalnızca kullanıcı odaklı bir öneri mekanizması geliştirilmemiş; aynı zamanda kimlik doğrulama, ödeme entegrasyonu, API güvenliği, hata yönetimi, sistem performansı ve yönetim paneli gibi gerçek dünya yazılım geliştirme süreçlerinde karşılaşılan mühendislik problemleri de ele alınmıştır.

Bu doğrultuda çalışmanın temel amacı, büyük dil modeli destekli öneri sistemlerinin modern e-ticaret mimarilerine entegrasyonunu yazılım mühendisliği perspektifinden incelemek ve geliştirilen platform üzerinden uygulamalı bir örnek sunmaktır. Ayrıca çalışma kapsamında konuşma tabanlı öneri sistemlerinin kullanıcı deneyimine etkileri, sistem mimarisi üzerindeki yansımaları ve modern web uygulamaları içerisindeki kullanım potansiyeli değerlendirilmiştir.

2. YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ ÖNERİ SİSTEMLERİ VE MODERN WEB MİMARİLERİ

Elektronik ticaret platformlarında kullanıcı deneyimini iyileştirmeye yönelik çalışmaların önemli bir kısmı öneri sistemleri üzerine yoğunlaşmaktadır. Özellikle kullanıcıların artan ürün çeşitliliği içerisinde ihtiyaçlarına uygun ürünleri hızlı biçimde bulabilmesi, modern e-ticaret sistemlerinin temel problemlerinden biri hâline gelmiştir. Bu nedenle öneri sistemleri yalnızca kullanıcı memnuniyetini artıran yardımcı bileşenler değil, aynı zamanda platform etkileşimini ve satış performansını doğrudan etkileyen stratejik teknolojiler olarak değerlendirilmektedir (Ricci, Rokach, & Shapira, 2022).

Öneri sistemleri genel olarak içerik tabanlı filtreleme, iş birlikçi filtreleme ve hibrit yöntemler olmak üzere üç temel yaklaşım etrafında şekillenmektedir. İçerik tabanlı sistemler ürün özellikleri üzerinden benzerlik analizi gerçekleştirirken, iş birlikçi filtreleme yöntemleri kullanıcı davranışları ve geçmiş etkileşimler üzerinden öneriler üretmektedir (Adomavicius & Tuzhilin, 2005). Ancak geleneksel öneri sistemleri çoğu zaman kullanıcı niyetini doğrudan anlayamamakta ve özellikle doğal dil tabanlı tercihlerin yoğun olduğu alanlarda sınırlı kalmaktadır. Kullanıcının “yumuşak içimli”, “meyvemsi aromalı” veya “düşük asiditeli” gibi öznel ifadeleri klasik filtreleme sistemleri açısından yorumlanması zor parametreler oluşturmaktadır.

Bu sınırlılıklar, konuşma tabanlı öneri sistemlerine yönelik akademik ve endüstriyel ilgiyi artırmıştır. Konuşma tabanlı öneri sistemleri, kullanıcı ile sistem arasında çok adımlı bir etkileşim oluşturarak kullanıcı tercihlerini daha ayrıntılı biçimde analiz etmeyi amaçlamaktadır. Bu yaklaşım sayesinde öneri süreci yalnızca filtreleme işlemi olmaktan çıkmakta, kullanıcı ile sistem arasında dinamik bir iletişim sürecine dönüşmektedir (Jannach, Manzoor, Cai, & Chen, 2021). Özellikle kullanıcıların teknik filtreleme seçeneklerine hâkim olmadığı durumlarda konuşma tabanlı sistemlerin daha doğal ve erişilebilir bir kullanıcı deneyimi sunduğu görülmektedir.

Büyük dil modellerinin (LLM) gelişmesiyle birlikte konuşma tabanlı öneri sistemleri yeni bir boyut kazanmıştır. GPT tabanlı modeller, doğal dil işleme yetenekleri sayesinde kullanıcı girdilerini bağlamsal olarak yorumlayabilmekte ve daha kişiselleştirilmiş öneriler oluşturabilmektedir. LLM tabanlı öneri sistemleri yalnızca kullanıcı sorgularını anlamakla kalmamakta, aynı zamanda açıklayıcı ve kullanıcı dostu öneri çıktıları da üretebilmektedir (Lin, Xu, & Zhang, 2024). Bu durum özellikle kullanıcı deneyimi açısından önemli avantajlar sağlamaktadır. Kullanıcıların neden belirli bir ürünün önerildiğini anlayabilmesi, öneri sistemlerine duyulan güveni artıran önemli faktörlerden biri olarak değerlendirilmektedir.

Son yıllarda gerçekleştirilen çalışmalar, büyük dil modellerinin e-ticaret öneri sistemlerinde kullanımının giderek yaygınlaştığını göstermektedir. Xu, Xiao ve Chen (2024), LLM destekli öneri sistemlerinin kullanıcı tercihlerini daha esnek biçimde yorumlayabildiğini ve geleneksel filtreleme yöntemlerine kıyasla daha kişiselleştirilmiş sonuçlar üretebildiğini belirtmiştir. Benzer şekilde Lin ve arkadaşları (2024), büyük dil modellerinin öneri sistemlerinde kullanımına yönelik mevcut yaklaşımları incelemiş ve özellikle doğal dil tabanlı kullanıcı etkileşimlerinin modern öneri sistemlerinde önemli bir dönüşüm oluşturduğunu ifade etmiştir.

Bununla birlikte, büyük dil modellerinin doğrudan üretim ortamlarına entegre edilmesi bazı teknik ve operasyonel problemleri de beraberinde getirmektedir. Özellikle gecikme süreleri (latency), maliyet, tutarsız çıktı üretimi ve ya-

pılandırılmış veri üretimindeki kararsızlıklar uygulama geliştirme süreçlerinde dikkatle ele alınması gereken konular arasında yer almaktadır. Bu nedenle modern sistemlerde LLM servisleri genellikle belirli kontrol katmanları, doğrulama mekanizmaları ve yapılandırılmış çıktı formatları ile birlikte kullanılmaktadır. Prompt engineering yaklaşımı da bu noktada önem kazanmaktadır. Uygun istem (prompt) tasarımı sayesinde model çıktılarının daha tutarlı ve makine tarafından işlenebilir biçimde üretilmesi mümkün olmaktadır (White et al., 2023).

Yapay zekâ destekli öneri sistemlerinin başarılı biçimde çalışabilmesi yalnızca model performansına değil, aynı zamanda sistem mimarisinin sürdürülebilirliğine de bağlıdır. Özellikle modern web uygulamalarında istemci tarafı etkileşimleri, API iletişimi, veri tabanı yönetimi ve güvenlik süreçlerinin bir bütün olarak ele alınması gerekmektedir. Bu nedenle tam yığın (full-stack) mimariler modern e-ticaret uygulamalarında yaygın biçimde tercih edilmektedir.

MERN (MongoDB, Express.js, React.js, Node.js) mimarisi, JavaScript tabanlı tam yığın uygulama geliştirme süreçlerinde yaygın kullanılan yapıardan biridir. React tabanlı istemci uygulamaları kullanıcı arayüzü geliştirme süreçlerini kolaylaştırırken, Node.js ve Express tabanlı servis yapıları REST mimarisi üzerinden istemci-sunucu iletişimini yönetmektedir. MongoDB ise esnek doküman tabanlı veri yapısı sayesinde dinamik veri modellerinin hızlı biçimde geliştirilmesine olanak sağlamaktadır (Subramanian, 2019). Özellikle hızlı prototipleme gerektiren modern web projelerinde MERN mimarisinin geliştirme sürecini önemli ölçüde hızlandırdığı görülmektedir.

Modern e-ticaret uygulamalarında güvenlik de sistem tasarımının temel bileşenlerinden biri hâline gelmiştir. Kullanıcı kimlik doğrulama süreçleri, JWT tabanlı oturum yönetimi, API güvenliği, veri doğrulama mekanizmaları ve yetkilendirme süreçleri özellikle kullanıcı verilerinin işlendiği platformlarda kritik öneme sahiptir. OWASP standartları doğrultusunda geliştirilen güvenlik yaklaşımları, modern web uygulamalarında yaygın biçimde kullanılmaktadır (Murgia, Delgado, & Giacomini, 2024). Özellikle yapay zekâ destekli sistemlerde dış servis entegrasyonlarının artması, güvenlik katmanlarının daha dikkatli tasarlanmasını gerekli hâle getirmektedir.

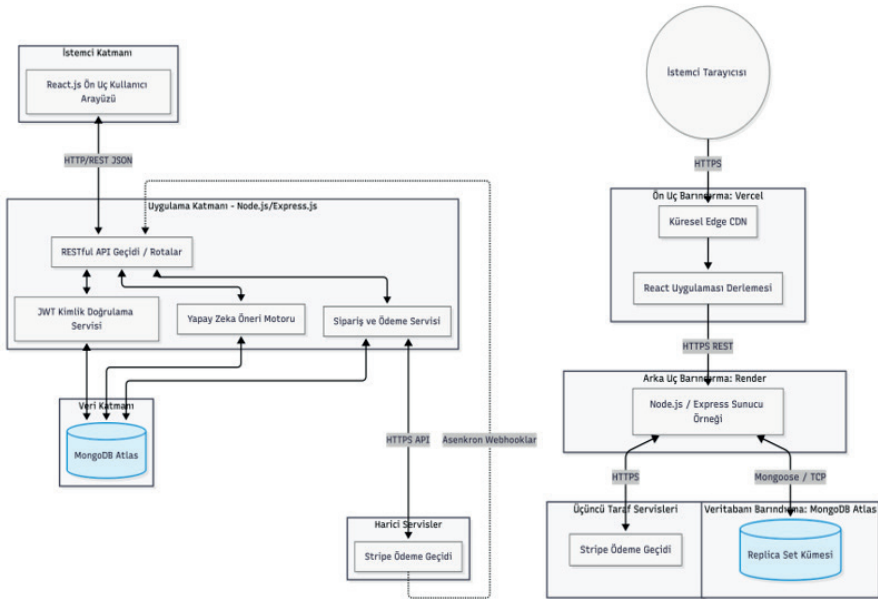
Bu çalışma kapsamında geliştirilen platformda, konuşma tabanlı öneri sistemi yaklaşımı modern MERN mimarisi ile bütünleşik biçimde ele alınmıştır. Sistemde kullanıcı tercihleri doğal dil tabanlı etkileşimler aracılığıyla toplanmakta, büyük dil modeli destekli öneri mekanizması ile analiz edilmekte ve kullanıcı profiline uygun ürün önerileri sunulmaktadır. Aynı zamanda ödeme sistemleri, kimlik doğrulama mekanizmaları, yönetim paneli ve veri yönetimi süreçleri tek bir bütünleşik mimari altında gerçekleştirilmiştir. Bu yönüyle çalışma, yalnızca öneri algoritmalarına odaklanan bir yaklaşım yerine, yapay zekâ destekli modern e-ticaret sistemlerinin uçtan uca yazılım mimarisi perspektifinden değerlendirilmesini amaçlamaktadır.

3. SİSTEM MİMARİSİ VE KULLANILAN TEKNOLOJİLER

Modern e-ticaret uygulamalarında kullanıcı deneyimi, sistem performansı, güvenlik ve sürdürülebilirlik gibi gereksinimlerin aynı anda karşılanabilmesi için katmanlı ve modüler yazılım mimarileri yaygın olarak tercih edilmektedir. Özellikle yapay zekâ destekli servislerin uygulama içerisine entegre edilmesi, istemci tarafı işlemleri ile sunucu tarafı iş mantığının birbirinden ayrılmasını daha önemli hâle getirmiştir. Bu nedenle çalışma kapsamında geliştirilen platformda istemci katmanı, servis katmanı, veri yönetim katmanı ve dış servis entegrasyonlarından oluşan çok katmanlı bir mimari yaklaşımı benimsenmiştir.

Geliştirilen sistem MERN (MongoDB, Express.js, React.js, Node.js) mimarisi temel alınarak tasarlanmıştır. MERN mimarisi; istemci tarafında React tabanlı kullanıcı arayüzü geliştirme süreçlerini desteklerken, Node.js ve Express.js tabanlı servis katmanı üzerinden REST mimarisi ile veri iletişimini sağlamaktadır. MongoDB ise esnek doküman tabanlı veri yapısı sayesinde dinamik veri modellerinin yönetilebilmesine olanak tanımaktadır (Subramanian, 2019). Bu yapı, hem kullanıcı etkileşimlerinin yönetilmesini hem de yapay zekâ destekli öneri süreçlerinin sistem içerisine bütünleşik biçimde dahil edilmesini kolaylaştırmaktadır.

Şekil 1’de platformun genel sistem mimarisi gösterilmektedir.



Şekil 1. LLM destekli e-ticaret platformunun genel sistem mimarisi

Şekil 1’de görüldüğü üzere sistem; React tabanlı istemci uygulaması, Node.js/Express.js servis katmanı, MongoDB Atlas veri tabanı altyapısı, yapay zekâ destekli öneri servisi ve Stripe ödeme entegrasyonundan oluşmaktadır. Kullanıcı etkileşimleri istemci katmanı üzerinden yönetilmektedir. Sunucu tarafında çalışan REST servisleri ise kullanıcı doğrulama, ürün yönetimi, sipariş süreçleri, ödeme işlemleri ve öneri mekanizmasına ait iş mantığını yönetmektedir. Ayrıca mimari yapı içerisinde JWT tabanlı kimlik doğrulama mekanizması ve webhook tabanlı dış servis iletişim süreçleri de yer almaktadır.

3.1. İstemci Katmanı (Client Tier)

İstemci tarafı uygulaması React tabanlı tek sayfa uygulaması (Single Page Application — SPA) mimarisi kullanılarak geliştirilmiştir. Tek sayfa uygulama yaklaşımı sayesinde kullanıcılar sayfa geçişleri sırasında yeniden yükleme beklemeden sistem ile etkileşim kurabilmektedir. React Router yapısı kullanılarak ürün listeleme, ürün detay sayfası, alışveriş sepeti, ödeme ekranı, kullanıcı hesabı ve yönetim paneli gibi modüller birbirinden ayrılmıştır.

Kullanıcı arayüzü geliştirme sürecinde bileşen tabanlı yapı tercih edilmiştir. Butonlar, ürün kartları, modal pencereler ve form bileşenleri yeniden kullanılabilir şekilde tasarlanmıştır. Bu yaklaşım hem kod tekrarını azaltmakta hem de kullanıcı arayüzünün bakımını kolaylaştırmaktadır. Kullanıcı oturumu, alışveriş sepeti ve tema bilgisi gibi global durumların yönetiminde React Context yapısından yararlanılmıştır.

Arayüz geliştirme sürecinde Tailwind CSS tercih edilmiştir. Tailwind yaklaşımı sayesinde stil yönetimi bileşen yapısı ile birlikte ele alınmış ve özellikle mobil uyumlu kullanıcı arayüzlerinin geliştirilmesi daha yönetilebilir hâle getirilmiştir.

3.2. Servis Katmanı (API Tier)

Sunucu tarafı servisleri Node.js ve Express.js kullanılarak geliştirilmiştir. Express tabanlı REST servis mimarisi istemci ile sunucu arasındaki veri iletişimini yönetmektedir. Sistem içerisinde kullanıcı işlemleri, ürün yönetimi, sipariş süreçleri, ödeme işlemleri ve yapay zekâ destekli öneri sistemi ayrı servis yapıları altında ele alınmıştır.

Servis katmanında modüler yapı benimsenmiştir. Route, controller ve service katmanlarının birbirinden ayrılması sayesinde HTTP istek yönetimi ile iş mantığı birbirinden bağımsız şekilde organize edilmiştir. Bu yapı sistemin bakımını kolaylaştırırken yeni servislerin sisteme eklenmesini de daha yönetilebilir hâle getirmektedir.

API güvenliği kapsamında JWT (JSON Web Token) tabanlı kimlik doğrulama mekanizması kullanılmıştır. Kullanıcı giriş işlemleri sonrasında eri-

şim belirteçleri (access token) ve yenileme belirteçleri (refresh token) oluşturulmaktadır. Yetkilendirme süreçlerinde rol tabanlı erişim kontrolü uygulanmış ve yönetici işlemleri ek güvenlik katmanları ile korunmuştur.

Bunun yanı sıra sistemde veri doğrulama işlemleri Joi kütüphanesi ile gerçekleştirilmiştir. Kullanıcıdan gelen veri girişleri doğrulanarak hatalı veya zararlı veri girişlerinin sistem içerisine ulaşması engellenmiştir. HTTP güvenlik başlıklarının yönetiminde Helmet yapısı kullanılmış, brute-force saldırılarına karşı ise rate limiting mekanizmalarından yararlanılmıştır (Murgia, Delgado, & Giacomini, 2024).

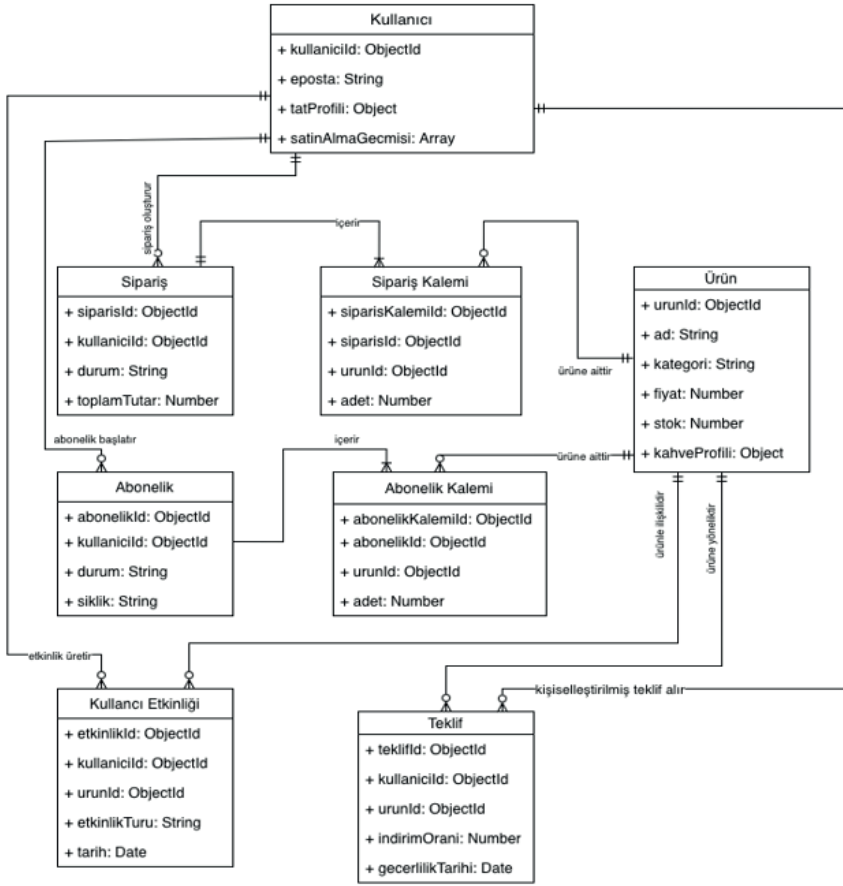
3.3. Veri Yönetim Katmanı (Data Tier)

Sistem veri yönetim süreçlerinde MongoDB Atlas altyapısını kullanmaktadır. MongoDB'nin doküman tabanlı veri yapısı sayesinde kullanıcılar, ürünler, siparişler, abonelik işlemleri ve kullanıcı etkileşimleri esnek veri modelleri ile yönetilebilmiştir. Özellikle dinamik ürün özelliklerinin ve kullanıcı tercih bilgilerinin sistem içerisinde değişken yapıda tutulabilmesi açısından doküman tabanlı veri modeli önemli avantaj sağlamıştır.

Veri modelleme süreçlerinde Mongoose yapısı tercih edilmiştir. Bu yapı sayesinde veri şemaları tanımlanmış, veri doğrulama mekanizmaları güçlendirilmiş ve veri yönetim süreçleri daha kontrollü hâle getirilmiştir. Ayrıca koleksiyonlar arasındaki ilişkiler belirli referans alanları üzerinden organize edilerek sistem içerisindeki veri bütünlüğünün korunması hedeflenmiştir.

Sistem içerisinde kullanıcı yönetimi, ürün işlemleri, sipariş süreçleri, abonelik yapıları ve kullanıcı etkileşim kayıtları birbirinden ayrılmış koleksiyon yapıları altında ele alınmıştır. Kullanıcı tercihleri ve ürün özellikleri arasındaki ilişki özellikle öneri sistemi süreçlerinde aktif olarak kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra sipariş kayıtları, ödeme durumları ve kullanıcı etkinlikleri gibi veriler de sistem davranışının izlenebilmesi açısından önemli rol oynamaktadır.

Sistem içerisinde kullanılan temel veri modeli ve koleksiyon ilişkileri Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Sistem içerisinde kullanılan temel veri modeli ve koleksiyon ilişkileri

Şekil 2’de görüldüğü üzere sistem merkezinde kullanıcı (USER) ve ürün (PRODUCT) koleksiyonları yer almaktadır. Kullanıcı koleksiyonu içerisinde kullanıcı kimliği, oturum bilgileri, tat profili (taste profile), satın alma geçmişi ve kullanıcı etkinlik kayıtları gibi alanlar bulunmaktadır. Ürün koleksiyonunda ise ürün adı, kategori bilgisi, fiyat, stok durumu, kahve özellikleri ve öneri sistemi süreçlerinde kullanılan çeşitli ürün parametreleri tutulmaktadır.

Sipariş yönetim süreçleri ORDER ve ORDER_ITEM koleksiyonları üzerinden gerçekleştirilmektedir. Bu yapı sayesinde sipariş bilgileri ile sipariş içerisindeki ürün detayları birbirinden ayrılmış ve veri yönetim süreci daha esnek hâle getirilmiştir. Benzer şekilde abonelik işlemleri SUBSCRIPTION ve SUBSCRIPTION_ITEM koleksiyonları aracılığıyla yönetilmektedir.

Sistem içerisinde ayrıca kullanıcı etkinliklerini izlemek amacıyla USER_ACTIVITY koleksiyonu kullanılmıştır. Bu yapı sayesinde kullanıcı arama

geçmiş, ürün etkileşimleri ve değerlendirme kayıtları saklanabilmektedir. Kullanıcı davranışlarına ait bu veriler öneri sistemi süreçlerinde bağlamsal bilgi oluşturulmasına katkı sağlamaktadır.

Kampanya ve kişiselleştirilmiş teklif süreçleri ise OFFER koleksiyonu üzerinden yönetilmektedir. Kullanıcı tercihleri ile ilişkili kampanya bilgilerinin ayrı yapı altında tutulması, sistemin daha modüler biçimde geliştirilmesine olanak sağlamıştır.

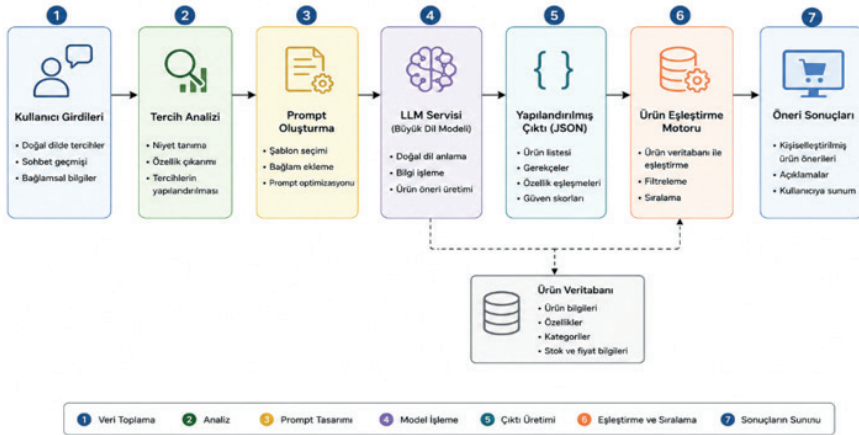
Performans açısından sistemde belirli alanlarda indeksleme işlemleri uygulanmıştır. Özellikle kullanıcı e-posta alanlarında benzersiz indeksler oluşturulmuş, ürün arama işlemlerinde metin tabanlı arama indeksleri kullanılmış ve sipariş sorgularında birleşik indeks yapıları tercih edilmiştir. Bu yaklaşım yoğun veri erişim süreçlerinde sorgu performansının daha kararlı hâle gelmesine katkı sağlamıştır.

MongoDB Atlas altyapısının tercih edilmesi aynı zamanda ölçeklenebilirlik ve yedekleme süreçleri açısından da avantaj sağlamıştır. Replica set yapısı sayesinde veri sürekliliği desteklenmiş ve bulut tabanlı veri yönetim süreçleri daha sürdürülebilir hâle getirilmiştir.

3.4. Yapay Zekâ Destekli Öneri Servisi

Platformun temel bileşenlerinden biri büyük dil modeli destekli öneri servisidir. Bu yapı kullanıcı tercihlerini doğal dil tabanlı etkileşimler aracılığıyla analiz ederek kişiselleştirilmiş ürün önerileri oluşturmaktadır.

Öneri sistemi iki temel aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada kullanıcı tercihleri istemci tarafında yapılandırılmış veri formatına dönüştürülmektedir. İkinci aşamada ise bu veriler büyük dil modeli servisine iletilmekte ve kullanıcı profiline uygun öneriler oluşturulmaktadır.



Şekil 3. LLM destekli kişiselleştirilmiş ürün öneri süreci

Sistem içerisinde doğrudan serbest biçimli model çıktıları kullanılmamıştır. Bunun yerine yapılandırılmış istem (prompt) tasarımları tercih edilmiş ve model çıktılarının JSON formatında üretilmesi sağlanmıştır. Bu yaklaşım öneri sonuçlarının sistem tarafından daha güvenilir biçimde işlenebilmesine olanak tanımaktadır. Prompt engineering yaklaşımı sayesinde model çıktılarındaki tutarsızlıkların azaltılması hedeflenmiştir (White et al., 2023). Öneri sistemine ait genel çalışma yapısı Şekil 3’de gösterilmektedir.

Bu yapı sayesinde kullanıcılar klasik filtreleme sistemleri yerine doğal diyalog akışı üzerinden ürün önerilerine ulaşabilmektedir.

3.5. Ödeme ve Dış Servis Entegrasyonları

Sistem içerisinde ödeme işlemleri Stripe altyapısı üzerinden gerçekleştirilmiştir. Stripe Payment Intent yapısı kullanılarak güvenli ödeme süreçleri oluşturulmuş ve ödeme doğrulama işlemleri webhook mekanizmaları ile desteklenmiştir.

Webhook tabanlı yapı sayesinde sipariş oluşturma işlemleri istemci tarafına bağımlı olmadan sunucu tarafında doğrulanabilmektedir. Bu yaklaşım, istemci bağlantısının kesildiği durumlarda veri kaybı oluşmasını engellemekte ve sistem güvenilirliğini artırmaktadır.

Bunun yanı sıra yapay zekâ servisleri de bağımsız entegrasyon katmanı üzerinden yönetilmiştir. Böylece kullanılan model sağlayıcısının değiştirilmesi durumunda sistemin geri kalan bileşenlerinde önemli değişiklik yapılmasına ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu yaklaşım sürdürülebilir ve genişletilebilir sistem tasarımı açısından önemli avantaj sağlamaktadır.

4. LLM DESTEKLİ ÖNERİ SİSTEMİ TASARIMI

Modern e-ticaret platformlarında kullanıcı davranışlarının doğru yorumlanabilmesi, kişiselleştirilmiş öneri süreçlerinin temel bileşenlerinden biri hâline gelmiştir. Geleneksel filtreleme mekanizmaları çoğu zaman kullanıcı tercihlerini önceden tanımlanmış kategoriler üzerinden değerlendirmekte ve kullanıcı niyetini doğrudan yorumlayamamaktadır. Özellikle kahve gibi deneyim odaklı ürün gruplarında kullanıcı tercihleri yalnızca teknik filtrelerle açıklanabilecek kadar basit değildir. Kullanıcıların aroma, yoğunluk, asidite veya içim profili gibi özellikleri doğal dil üzerinden ifade etmesi, öneri sistemlerinin daha esnek yapılarla tasarlanmasını gerekli hâle getirmektedir.

Bu çalışma kapsamında geliştirilen öneri sistemi, kullanıcı tercihlerini doğal dil tabanlı etkileşimler aracılığıyla analiz eden ve büyük dil modeli destekli öneri üretim süreci kullanan bir yapı üzerine kurulmuştur. Sistem içerisinde kullanıcı girdileri belirli kontrol mekanizmaları ile yapılandırılmış veri formatına dönüştürülmekte, ardından öneri süreci büyük dil modeli servisleri ile desteklenmektedir. Böylece yalnızca anahtar kelime tabanlı filtrele-

me yerine bağlamsal kullanıcı tercihlerini dikkate alan daha esnek bir öneri yaklaşımı oluşturulmuştur.

4.1. Kullanıcı Tercihlerinin Toplanması

Öneri sisteminin ilk aşamasını kullanıcı tercih bilgilerinin elde edilmesi oluşturmaktadır. Kullanıcılar sistem ile doğal dil tabanlı etkileşim kurarak kahve tercihlerini ifade edebilmektedir. Bu süreçte kullanıcıların kahve yoğunluğu, aroma profili, asidite düzeyi, demleme yöntemi veya tüketim alışkanlıklarına ilişkin ifadeleri sistem tarafından analiz edilmektedir.

Klasik filtreleme sistemlerinde kullanıcı tercihleri genellikle sabit seçenekler üzerinden alınmaktadır. Ancak bu yaklaşım kullanıcıların kişisel yorumlarını ve bağlamsal tercihlerini yeterince yansıtamamaktadır. Konuşma tabanlı öneri sistemleri ise kullanıcı ile sistem arasında daha doğal bir etkileşim oluşturarak tercih bilgisinin daha ayrıntılı biçimde elde edilmesine olanak sağlamaktadır (Jannach, Manzoor, Cai, & Chen, 2021).

Bu çalışma kapsamında kullanıcı tercihleri yalnızca serbest metin biçiminde değerlendirilmemiş, aynı zamanda yapılandırılmış veri alanları ile birlikte ele alınmıştır. Kullanıcı girdileri istemci tarafında belirli kategorilere ayrılmış ve öneri sisteminin işleyebileceği veri yapısına dönüştürülmüştür. Böylece doğal dil tabanlı kullanıcı yorumları ile sistem içerisindeki ürün özellikleri arasında daha kontrollü bir ilişki kurulması amaçlanmıştır.

Kullanıcı tercih sürecine ait genel yapı Şekil 3’de gösterilmektedir. Sistem içerisinde kullanıcı girdileri öncelikle tercih analizi katmanında işlenmekte, ardından öneri sürecinde kullanılacak istem (prompt) yapıları oluşturulmaktadır.

4.2. Prompt Oluşturma Süreci

Büyük dil modeli tabanlı sistemlerde istem tasarımı (prompt engineering), model çıktılarının tutarlılığı açısından önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle öneri sistemleri gibi kullanıcıya doğrudan çıktı üreten yapılarda model yanıtlarının belirli kurallar çerçevesinde oluşturulması gerekmektedir. Bu nedenle çalışma kapsamında serbest biçimli model çıktıları yerine yapılandırılmış istem yaklaşımı benimsenmiştir.

Sistem içerisinde kullanıcı tercihleri analiz edildikten sonra öneri sürecine uygun istem yapıları oluşturulmaktadır. Bu istemler oluşturulurken kullanıcı tercihleri, ürün özellikleri ve bağlamsal bilgiler birlikte değerlendirilmektedir. Böylece modelin yalnızca genel öneriler üretmesi yerine kullanıcı profilini dikkate alan daha kontrollü çıktılar oluşturması hedeflenmiştir.

Prompt oluşturma sürecinde sistem tarafından aşağıdaki bilgiler değerlendirilmektedir:

- Kullanıcının aroma tercihleri

- Kahve yoğunluğu ve içim profili
- Asidite beklentisi
- Demleme yöntemi
- Önceki kullanıcı etkileşimleri
- Ürün kategorileri ve ürün özellikleri

Bu bilgiler doğrultusunda oluşturulan istem yapıları büyük dil modeli servisine gönderilmektedir. Sistem içerisinde istemlerin mümkün olduğunca açık ve yapılandırılmış biçimde hazırlanmasına dikkat edilmiştir. White ve arkadaşları (2023), yapılandırılmış istem yaklaşımlarının model çıktılarında ki tutarsızlıkların azaltılmasına katkı sağladığını belirtmektedir.

Bu çalışma kapsamında model çıktılarının doğrudan metin olarak kullanılmasından kaçınılmıştır. Bunun yerine öneri sonuçlarının JSON tabanlı yapılandırılmış veri formatında üretilmesi tercih edilmiştir. Böylece model çıktılarının sistem tarafından daha güvenilir biçimde işlenebilmesi sağlanmıştır. Yapılandırılmış çıktı yaklaşımı aynı zamanda ürün eşleştirme ve sıralama süreçlerinin daha kontrollü biçimde gerçekleştirilmesine katkı sağlamaktadır.

LLM destekli öneri sürecinin genel iş akışı Şekil 3’de sunulmuştur. Süreç içerisinde kullanıcı girdileri analiz edilmekte, istem oluşturma katmanı üzerinden büyük dil modeli servisine iletilmekte ve yapılandırılmış çıktı üretimi sonrasında ürün eşleştirme işlemleri gerçekleştirilmektedir.

5. UYGULAMA GELİŞTİRME SÜRECİ VE KARŞILAŞILAN MÜHENDİSLİK PROBLEMLERİ

Modern tam yığın (full-stack) web uygulamalarında yapay zekâ destekli servislerin kullanılması yalnızca öneri algoritmalarının geliştirilmesi ile sınırlı değildir. Özellikle gerçek zamanlı kullanıcı etkileşimleri, dış servis entegrasyonları, ödeme süreçleri, oturum yönetimi ve istemci-sunucu iletişimi gibi bileşenler sistemin genel kararlılığı açısından önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle uygulama geliştirme sürecinde yalnızca işlevsel özelliklere değil, aynı zamanda sürdürülebilir sistem davranışına ve kullanıcı deneyimine de odaklanılmıştır.

Geliştirme süreci boyunca özellikle asenkron servis yönetimi, webhook tabanlı ödeme süreçleri, istemci tarafı durum yönetimi ve büyük dil modeli çıktılarının kontrolü gibi alanlarda çeşitli mühendislik problemleri ile karşılaşmıştır. Bu bölümde sistem geliştirme sürecinde karşılaşılan temel teknik problemler ve uygulanan çözüm yaklaşımları ele alınmaktadır.

5.1. Asenkron Servis Yönetimi ve Gecikme Problemleri

Büyük dil modeli tabanlı servislerin modern web uygulamalarına entegrasyonu sırasında karşılaşılan temel problemlerden biri gecikme süreleridir

(latency). Özellikle dış servis tabanlı yapay zekâ servislerinde model yanıt süresi; istem yoğunluğu, ağ iletişimi ve servis yükü gibi faktörlerden etkilenmektedir (Lin, Xu, & Zhang, 2024). Bu durum kullanıcı deneyimi açısından tutarsız yanıt sürelerine neden olabilmektedir.

Geliştirme sürecinin ilk aşamalarında öneri sistemi istekleri senkron yapı ile yönetilmiş, ancak model yanıt sürelerinin bazı durumlarda kullanıcı arayüzü üzerinde bekleme hissi oluşturduğu gözlemlenmiştir. Özellikle istemci tarafında aynı anda gerçekleştirilen veri çekme işlemleri ile öneri servis çağrılarının çakışması durumunda kullanıcı arayüzünde gecikmeler oluşmuştur.

Bu problemi azaltmak amacıyla öneri sistemi çağrılarını asenkron servis yapısı üzerinden yeniden düzenlenmiştir. İstemci tarafında yükleme durumları (loading states) ayrı bileşenler ile yönetilmiş, kritik olmayan veri istekleri arka planda çalıştırılmış ve öneri sonuçlarının kullanıcı arayüzüne aşamalı biçimde aktarılması sağlanmıştır. Böylece kullanıcıların sistem yanıtını beklediği süre boyunca arayüzün tamamen kilitlenmesi engellenmiştir.

Ayrıca öneri sistemi çıktılarının önbelleklenmesi (caching) için belirli kullanıcı tercih senaryolarında geçici veri saklama yaklaşımı uygulanmıştır. Özellikle benzer kullanıcı sorgularında aynı istem yapılarının tekrar oluşturulmasının önüne geçilerek dış servis çağrılarının azaltılması hedeflenmiştir. Bu yaklaşım hem sistem yükünü azaltmış hem de ortalama yanıt sürelerinin daha kararlı hâle gelmesine katkı sağlamıştır.

Asenkron servis yönetimi süreçlerinde hata yakalama mekanizmaları da önemli bir gereksinim olarak ortaya çıkmıştır. Ağ kesintileri veya dış servis hataları nedeniyle oluşabilecek başarısız isteklerde kullanıcı deneyiminin olumsuz etkilenmemesi amacıyla istemci tarafında hata yönetim katmanları oluşturulmuştur. Böylece servis yanıtı alınamayan durumlarda kullanıcıya bilgilendirici geri bildirimler sunulmuş ve sistem akışının tamamen kesilmesi engellenmiştir.

5.2. Webhook Tabanlı Ödeme Süreçleri

E-ticaret sistemlerinde ödeme süreçlerinin güvenilir biçimde yönetilmesi sistem bütünlüğü açısından kritik öneme sahiptir. Özellikle istemci tarafına bağımlı ödeme doğrulama süreçleri; bağlantı kopmaları, sayfa yenilemeleri veya istemci tarafı manipülasyonlar nedeniyle veri tutarsızlıklarına yol açabilmektedir. Bu nedenle çalışma kapsamında ödeme işlemlerinde webhook tabanlı doğrulama yaklaşımı tercih edilmiştir.

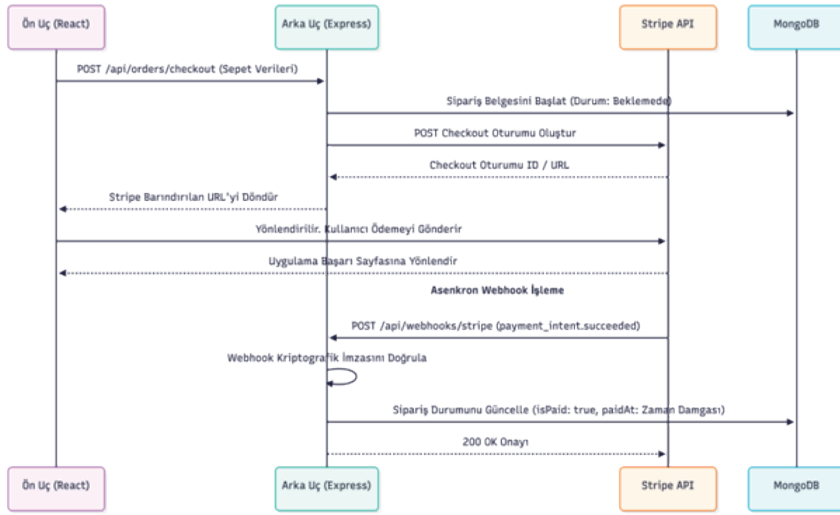
Sistem içerisinde Stripe Payment Intent altyapısı kullanılmış ve ödeme doğrulama süreçleri sunucu tarafında çalışan webhook servisleri aracılığıyla yönetilmiştir. Böylece ödeme işlemleri yalnızca istemci tarafındaki kullanıcı geri bildirimlerine bağlı kalmadan doğrulanabilmektedir. Stripe tarafından

gönderilen ödeme olayları sunucu tarafında yeniden kontrol edilerek sipariş kayıtlarının güvenilir biçimde güncellenmesi sağlanmıştır.

Stripe webhook tabanlı ödeme doğrulama ve sipariş güncelleme süreci Şekil 4'te gösterilmektedir.

Şekil 4'te görüldüğü üzere ödeme süreci istemci tarafında React tabanlı kullanıcı arayüzü üzerinden başlatılmaktadır. Kullanıcının alışveriş sepetini onaylamasının ardından istemci uygulaması, Express tabanlı servis katmanına ödeme isteği göndermektedir. Bu aşamada sunucu tarafında öncelikle “pending” durumunda sipariş kaydı oluşturulmakta ve ödeme işlemi başlatılmadan önce sipariş verileri veri tabanı üzerinde saklanmaktadır.

Daha sonra sunucu tarafı Stripe API üzerinden ödeme oturumu (checkout session) oluşturmaktadır. Stripe tarafından üretilen ödeme bağlantısı istemci tarafına geri gönderilmekte ve kullanıcı güvenli Stripe ödeme sayfasına yönlendirilmektedir. Böylece kart işlemleri doğrudan Stripe altyapısı üzerinden gerçekleştirildiği için hassas ödeme bilgilerinin uygulama sunucusunda tutulmasına ihtiyaç duyulmamaktadır.



Şekil 4. Stripe webhook tabanlı ödeme doğrulama ve sipariş güncelleme süreci

Ödeme işleminin tamamlanmasının ardından Stripe sistemi sunucu tarafındaki webhook uç noktasına asenkron doğrulama isteği göndermektedir. Bu süreçte ödeme olayına ait kriptografik imza doğrulanmakta ve isteğin gerçekten Stripe servisinden gelip gelmediği kontrol edilmektedir. Doğrulama işlemi başarılı olduğunda sipariş kaydı veri tabanı üzerinde güncellenmekte, ödeme durumu “isPaid” alanı üzerinden işaretlenmekte ve ödeme zaman bilgisi sisteme kaydedilmektedir.

Webhook tabanlı yapı sayesinde ödeme doğrulama süreçleri istemci bağlantısından bağımsız biçimde sürdürülebilmektedir. Kullanıcının ödeme sırasında tarayıcıyı kapatması veya bağlantının kesilmesi durumunda dahi webhook doğrulama süreci sunucu tarafında devam edebilmekte ve sipariş bütünlüğü korunabilmektedir. Bu yaklaşım özellikle veri tutarlılığı açısından önemli avantaj sağlamaktadır.

Geliştirme sürecinde karşılaşılan önemli problemlerden biri tekrar eden webhook olayları olmuştur. Stripe altyapısı bazı durumlarda aynı ödeme olayını birden fazla kez iletebilmektedir. Bu durum aynı siparişin tekrar güncellenmesine neden olabilecek bir risk oluşturmaktadır. Benzer problemler dağıtık servis mimarilerinde yaygın olarak gözlemlenmektedir (Richardson, 2018).

Bu problemi azaltmak amacıyla webhook olay kimlikleri veri tabanı üzerinde kontrol edilmiş ve daha önce işlenmiş olayların yeniden işlenmesi engellenmiştir. Ayrıca ödeme doğrulama işlemleri sırasında ek kontrol mekanizmaları uygulanarak sipariş kayıtlarının tutarlı biçimde güncellenmesi sağlanmıştır.

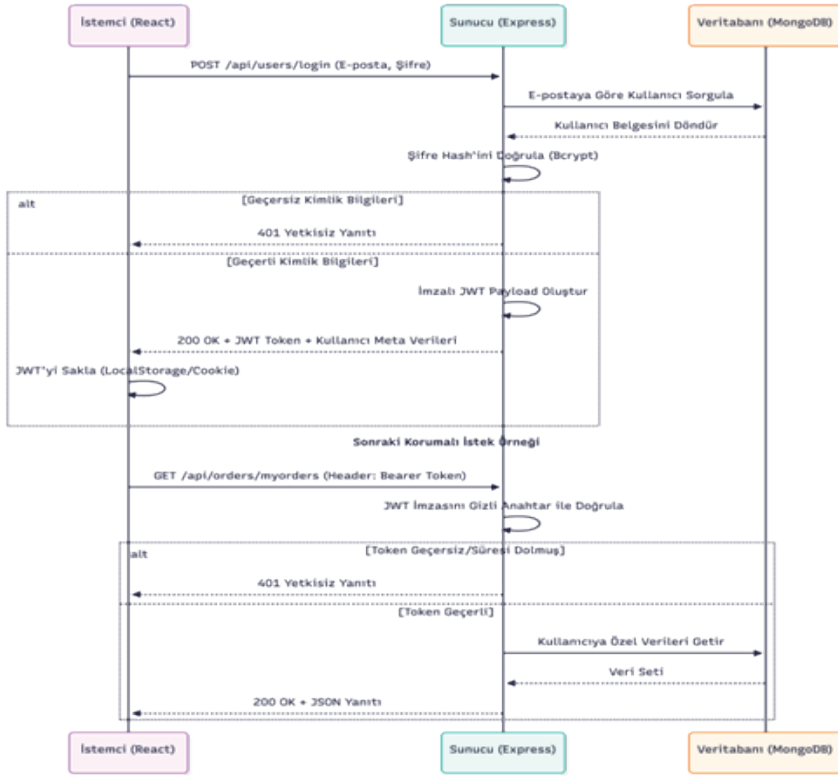
Ödeme süreçlerinde güvenlik amacıyla istemci tarafında hassas kart verileri tutulmamış, ödeme işlemleri tamamen Stripe altyapısı üzerinden gerçekleştirilmiştir. Böylece PCI DSS uyumluluğuna daha uygun bir ödeme yaklaşımı benimsenmiştir (Stripe, 2024).

5.3. Kullanıcı Oturumu ve Kimlik Doğrulama Süreci

Modern web uygulamalarında kullanıcı oturumlarının güvenli biçimde yönetilmesi sistem bütünlüğü açısından kritik öneme sahiptir. Özellikle kullanıcı hesabı, sipariş geçmişi ve ödeme süreçleri gibi kişisel verilerin işlendiği e-ticaret platformlarında kimlik doğrulama mekanizmalarının güvenilir biçimde tasarlanması gerekmektedir. Bu nedenle çalışma kapsamında kullanıcı oturum yönetimi süreçlerinde JWT (JSON Web Token) tabanlı kimlik doğrulama yaklaşımı tercih edilmiştir.

Sistem içerisinde kullanıcı giriş işlemleri sonrasında erişim belirteçleri (access token) ve yenileme belirteçleri (refresh token) oluşturulmaktadır. Access token yapısı kısa süreli oturum doğrulama işlemlerinde kullanılırken, refresh token yapısı kullanıcı oturumunun yeniden oluşturulabilmesini sağlamaktadır. Böylece kullanıcıların sık sık yeniden giriş yapma gereksinimi azaltılmış ve kullanıcı deneyiminin daha sürdürülebilir hâle getirilmesi hedeflenmiştir.

JWT tabanlı kullanıcı kimlik doğrulama ve yetkilendirme süreci Şekil 5'de gösterilmektedir.



Şekil 5. JWT tabanlı kullanıcı kimlik doğrulama ve yetkilendirme süreci

Şekil 5’de görüldüğü üzere kullanıcı giriş işlemi istemci tarafında React tabanlı kullanıcı arayüzü üzerinden başlatılmaktadır. Kullanıcının e-posta ve parola bilgilerini sisteme göndermesinin ardından Express tabanlı servis katmanı kullanıcı bilgilerini veri tabanı üzerinde sorgulamaktadır. Kullanıcı kaydının doğrulanması sonrasında parola hash değeri bcrypt altyapısı kullanılarak kontrol edilmektedir.

Kimlik doğrulama işleminin başarısız olması durumunda sistem istemci tarafına “401 Unauthorized” yanıtı göndermektedir. Geçerli kullanıcı bilgileri sağlandığında ise sunucu tarafında imzalı JWT erişim belirteci oluşturulmakta ve kullanıcı bilgileri ile birlikte istemci tarafına iletilmektedir. Daha sonra istemci uygulaması bu belirteci local storage veya cookie yapısı üzerinden saklayarak korumalı API isteklerinde kullanmaktadır.

Şekil 5’de ayrıca korumalı servis isteklerine ait doğrulama süreci de gösterilmektedir. Kullanıcı tarafından gerçekleştirilen korumalı API çağrılarında JWT belirteci HTTP başlığı üzerinden sunucu tarafına iletilmektedir. Sunucu tarafı ise gizli anahtar (secret key) kullanarak belirtecin geçerliliğini doğrulamaktadır. Belirtecin geçersiz veya süresi dolmuş olması durumunda

sistem tekrar “401 Unauthorized” yanıtı üretmektedir. Geçerli belirteç kullanıldığında ise kullanıcıya ait veri kayıtları veri tabanı üzerinden alınmakta ve istemci tarafına JSON formatında geri gönderilmektedir.

Kimlik doğrulama süreçlerinde istemci tarafında hassas oturum bilgilerinin doğrudan saklanması kaçınılmıştır. Özellikle refresh token verileri HTTP-only cookie yapısı üzerinden yönetilmiş ve istemci tarafı JavaScript erişimine kapatılmıştır. Bu yaklaşım, XSS (Cross-Site Scripting) tabanlı saldırı risklerinin azaltılmasına katkı sağlamaktadır (OWASP, 2024).

Yetkilendirme süreçlerinde rol tabanlı erişim kontrolü uygulanmıştır. Yönetici işlemleri, ürün yönetimi ve sipariş kontrolü gibi işlemler ek doğrulama katmanları ile korunmuştur. Böylece standart kullanıcı işlemleri ile yönetim süreçleri birbirinden ayrılmıştır.

Geliştirme süreci sırasında özellikle oturum süresi dolan kullanıcıların sistem davranışı önemli bir problem olarak ortaya çıkmıştır. İlk geliştirme aşamalarında access token süresi sona erdiğinde kullanıcıların bazı işlemler sırasında beklenmeyen oturum hataları ile karşılaştığı gözlemlenmiştir. Bu problemi azaltmak amacıyla refresh token mekanizması yeniden düzenlenmiş ve istemci tarafında otomatik token yenileme süreci uygulanmıştır. Böylece oturum sürekliliği daha kararlı hâle getirilmiştir.

Kimlik doğrulama süreçlerinde ayrıca rate limiting, veri doğrulama ve güvenlik başlıkları gibi ek güvenlik mekanizmaları da kullanılmıştır. Özellikle giriş işlemleri sırasında tekrar eden başarısız isteklerin sınırlandırılması brute-force saldırılarının azaltılmasına katkı sağlamıştır.

5.4. Yapay Zekâ Çıktılarının Kontrolü ve Tutarlılık Yönetimi

Büyük dil modeli tabanlı sistemlerde karşılaşılan temel problemlerden biri model çıktılarının her zaman tutarlı ve öngörülebilir olmamasıdır. Özellikle öneri sistemleri gibi kullanıcıya doğrudan çıktı üreten yapılarda serbest biçimli model yanıtları sistem davranışında tutarsızlıklara neden olabilmektedir. Bu nedenle çalışma kapsamında büyük dil modeli çıktılarının kontrolü için yapılandırılmış çıktı yaklaşımı benimsenmiştir.

Sistem içerisinde model çıktılarının doğrudan kullanıcıya aktarılması yerine belirli doğrulama katmanlarından geçirilmesi sağlanmıştır. Model tarafından üretilen öneriler öncelikle JSON tabanlı veri yapısına dönüştürülmekte, ardından ürün veri tabanı ile eşleştirme işlemleri gerçekleştirilmektedir. Böylece sistem içerisinde veri formatı açısından daha kontrollü bir yapı elde edilmiştir.

Geliştirme sürecinde karşılaşılan önemli problemlerden biri model çıktılarında zaman zaman eksik veya beklenmeyen veri alanlarının oluşması olmuştur. Özellikle serbest metin tabanlı yanıtlar bazı durumlarda ürün

eşleştirme süreçlerini zorlaştırmıştır. Bu problemi azaltmak amacıyla istem yapıları daha yapılandırılmış biçimde yeniden düzenlenmiş ve model çıktılarında belirli veri alanlarının zorunlu tutulduğu kontrol mekanizmaları uygulanmıştır.

Prompt tasarım süreçlerinde kullanıcı tercihleri ile ürün özelliklerinin birlikte değerlendirilmesine dikkat edilmiştir. Özellikle kullanıcı tercihlerini açıklayan bağlamsal ifadelerin istem yapısı içerisinde açık biçimde tanımlanması model çıktılarının daha tutarlı hâle gelmesine katkı sağlamıştır. White ve arkadaşları (2023), yapılandırılmış istem yaklaşımlarının model çıktılarındaki tutarlılığı artırabileceğini belirtmektedir.

Sistem içerisinde yalnızca model çıktısına dayalı öneri yaklaşımı kullanılmamıştır. Model tarafından oluşturulan öneriler ayrıca veri tabanı üzerindeki ürün özellikleri ile yeniden doğrulanmıştır. Böylece veri tabanında bulunmayan ürünlerin önerilmesi veya kullanıcı tercihleri ile uyumsuz sonuçların oluşturulması engellenmeye çalışılmıştır.

Bunun yanı sıra öneri sistemi süreçlerinde hata tolerans mekanizmaları da uygulanmıştır. Model servisinin yanıt veremediği veya geçersiz çıktı oluşturduğu durumlarda sistem alternatif öneri akışına yönlendirilmiştir. Böylece dış servis kaynaklı problemlerin kullanıcı deneyimi üzerindeki etkisinin azaltılması hedeflenmiştir.

6. TESTLER VE SİSTEM DEĞERLENDİRMESİ

Geliştirilen modern web uygulamalarında yalnızca sistem mimarisinin oluşturulması yeterli değildir. Kullanıcı etkileşimlerinin, ödeme süreçlerinin, öneri mekanizmalarının ve güvenlik bileşenlerinin birlikte kararlı biçimde çalışabilmesi için sistemin farklı açılardan değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle çalışma kapsamında geliştirilen platform üzerinde fonksiyonel testler, kullanıcı akış testleri, ödeme doğrulama süreçleri ve yapay zekâ destekli öneri mekanizmasına yönelik çeşitli değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir.

Sistem değerlendirme sürecinde özellikle kullanıcı oturumu yönetimi, ürün öneri akışı, ödeme süreçleri ve veri bütünlüğü ön plana alınmıştır. Bunun yanı sıra istemci-sunucu iletişimi sırasında oluşabilecek hata senaryoları da göz önünde bulundurularak sistem davranışı gözlemlenmiştir.

6.1. Fonksiyonel Test Süreçleri

Fonksiyonel testler kapsamında sistemin temel bileşenlerinin beklenen davranışı gerçekleştirip gerçekleştirmediği değerlendirilmiştir. Test sürecinde kullanıcı kayıt işlemleri, kullanıcı girişi, ürün listeleme, öneri sistemi akışı, alışveriş sepeti işlemleri, ödeme süreçleri ve yönetim paneli işlevleri ayrı ayrı incelenmiştir.

Kullanıcı giriş süreçlerinde JWT tabanlı kimlik doğrulama mekanizmasının doğru çalıştığı gözlemlenmiştir. Başarılı giriş işlemleri sonrasında erişim belirteçleri oluşturulmuş ve kullanıcı oturumunun istemci tarafında sürdürülebilir biçimde yönetilebildiği görülmüştür. Yetkisiz erişim denemelerinde ise korumalı API uç noktalarının erişimi engellediği doğrulanmıştır.

Ürün yönetim süreçlerinde kullanıcıların ürün listeleme, ürün detay görüntüleme ve alışveriş sepeti işlemlerini beklenen şekilde gerçekleştirebildiği gözlemlenmiştir. Yönetici paneli tarafında ise ürün ekleme, güncelleme ve stok yönetimi işlemleri test edilmiştir. Özellikle veri güncellemelerinin MongoDB veri tabanı üzerinde eş zamanlı biçimde işlenebildiği görülmüştür.

Öneri sistemi süreçlerinde kullanıcı tercihlerinin doğal dil tabanlı girişler üzerinden analiz edildiği ve sistemin kullanıcı profiline uygun ürün önerileri oluşturabildiği gözlemlenmiştir. Bazı durumlarda öneri sonuçlarında bağlamsal farklılıklar oluşabilmesine rağmen yapılandırılmış çıktı yaklaşımı sayesinde öneri akışının genel olarak kararlı biçimde sürdürülebildiği görülmüştür.

Ödeme süreçlerinde Stripe tabanlı ödeme akışı test edilmiştir. Ödeme işlemleri sonrasında webhook servisleri üzerinden sipariş durumlarının veri tabanı üzerinde doğru biçimde güncellendiği doğrulanmıştır. Ayrıca istemci bağlantısının kesildiği senaryolarda dahi ödeme doğrulama süreçlerinin sunucu tarafında sürdürülebilmesi sistem kararlılığı açısından önemli bir avantaj sağlamıştır. Gerçekleştirilen temel fonksiyonel test senaryoları Çizelge 1’de özetlenmiştir.

Çizelge 1. Temel fonksiyonel test senaryoları

Test Senaryosu	Beklenen Sonuç	Gözlemlenen Sonuç
Kullanıcı kayıt işlemi	Yeni kullanıcı hesabı oluşturulması	Başarılı
Kullanıcı girişi	JWT erişim belirteci oluşturulması	Başarılı
Ürün listeleme	Ürünlerin veri tabanından çekilmesi	Başarılı
Yapay zekâ öneri sistemi	Kullanıcı tercihine uygun öneri oluşturulması	Başarılı
Alışveriş sepeti işlemleri	Ürün ekleme ve güncelleme işlemleri	Başarılı
Stripe ödeme süreci	Ödeme doğrulama ve sipariş oluşturma	Başarılı
Webhook doğrulama	Sipariş durumunun güncellenmesi	Başarılı
Yönetici paneli işlemleri	Ürün yönetimi ve stok güncelleme	Başarılı

Fonksiyonel test sürecinde ayrıca hata tolerans mekanizmaları da değerlendirilmiştir. Geçersiz API istekleri, eksik veri girişleri ve başarısız ödeme senaryoları sırasında sistemin kontrollü hata mesajları üretebildiği gözlemlenmiştir. Bu yaklaşım kullanıcı deneyiminin tamamen kesintiye uğramasını engellemiş ve sistem davranışının daha öngörülebilir hâle gelmesine katkı sağlamıştır.

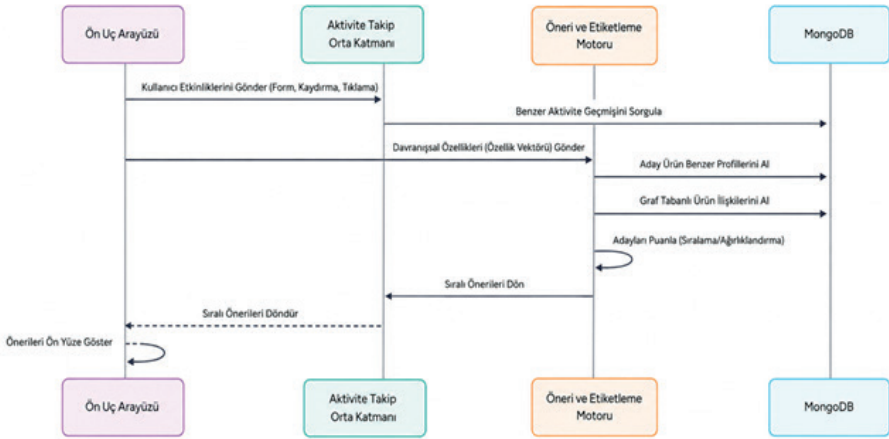
Test süreçleri boyunca özellikle istemci tarafı kullanıcı deneyimi ile sunucu tarafı veri bütünlüğü arasındaki uyum korunmaya çalışılmıştır. Asenkron servis yapısı sayesinde kullanıcı arayüzünde oluşabilecek bekleme problemleri azaltılmış ve kritik işlemlerin arka planda sürdürülebilmesi sağlanmıştır. Bu durum özellikle öneri sistemi ve ödeme süreçlerinde daha kararlı kullanıcı etkileşimi oluşturulmasına katkı sağlamıştır.

6.2. Yapay Zekâ Destekli Öneri Sürecinin Değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında geliştirilen öneri sistemi, kullanıcı tercihlerini doğal dil tabanlı girdiler üzerinden analiz ederek kişiselleştirilmiş ürün önerileri üretmek amacıyla tasarlanmıştır. Bu nedenle değerlendirme sürecinde yalnızca sistemin teknik olarak çalışması değil, aynı zamanda öneri sonuçlarının kullanıcı tercihleri ile genel uyumu da dikkate alınmıştır.

Öneri sistemi testleri sırasında farklı kullanıcı profilleri oluşturulmuş ve çeşitli kahve tercih senaryoları değerlendirilmiştir. Kullanıcıların yoğun aroma tercihleri, düşük asidite beklentileri, yumuşak içim talepleri ve demleme yöntemi tercihleri sisteme doğal dil girdileri olarak iletilmiştir. Sistem tarafından oluşturulan öneri sonuçlarının büyük ölçüde kullanıcı tercihleri ile uyumlu olduğu gözlemlenmiştir.

Yapay zekâ destekli öneri motorunun kullanıcı etkileşim süreci Şekil 6'da gösterilmektedir.



Şekil 6. Yapay zekâ destekli öneri motorunun kullanıcı etkileşim süreci

Şekil 6'da görüldüğü üzere kullanıcı etkileşimleri istemci tarafındaki kullanıcı arayüzü üzerinden toplanmaktadır. Kullanıcının ürün görüntüleme, quiz sonuçları, satın alma geçmişi ve arama davranışları gibi etkileşim verileri "Activity Tracker" katmanı üzerinden işlenmektedir. Bu süreçte kullanıcı davranışlarına ait kayıtlar MongoDB veri tabanında saklanmakta ve öneri sistemi için bağlamsal veri oluşturulmaktadır.

Öneri isteği oluşturulduğunda yapay zekâ motoru kullanıcıya ait tat profili ve geçmiş etkileşim kayıtlarını değerlendirmektedir. Daha sonra veri tabanı üzerinde tutulan ürün özellikleri ile kullanıcı tercihleri arasında benzerlik hesaplamaları gerçekleştirilmektedir. Sistem içerisinde özellikle içerik tabanlı filtreleme (content-based filtering) ve kosinüs benzerliği (cosine similarity) yaklaşımlarından yararlanılmıştır. Böylece kullanıcı tercihleri ile ürün özellikleri arasındaki ilişkilerin daha kontrollü biçimde analiz edilmesi amaçlanmıştır.

Benzerlik hesaplama süreci sonrasında kullanıcıya uygun ürünler sıralanmakta ve kişiselleştirilmiş öneri listesi istemci tarafına geri gönderilmektedir. Ardından sistem kullanıcı arayüzü üzerinde “Recommended for You” yapısı aracılığıyla dinamik öneri akışını kullanıcıya sunmaktadır.

Değerlendirme sürecinde yapılandırılmış istem (structured prompt) yaklaşımının öneri sonuçlarının daha kararlı hâle gelmesine katkı sağladığı görülmüştür. İlk geliştirme aşamalarında serbest biçimli istem yapılarının bazı durumlarda tutarsız veya bağlam dışı öneriler oluşturabildiği gözlemlenmiştir. Daha sonra istem yapılarının kullanıcı tercih alanlarına göre yeniden düzenlenmesi ile model çıktılarının daha kontrollü hâle geldiği görülmüştür.

Sistem içerisinde model çıktıları doğrudan kullanıcıya sunulmamıştır. Bunun yerine öneri sonuçları öncelikle JSON tabanlı veri yapısına dönüştürülmüş, ardından veri tabanı üzerindeki ürün bilgileri ile eşleştirme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu yaklaşım sayesinde veri tabanında bulunmayan ürünlerin önerilmesi veya eksik veri alanlarının kullanıcı arayüzüne yansımaları büyük ölçüde engellenmiştir.

Değerlendirme sürecinde model çıktılarının her zaman tamamen tutarlı olmadığı da gözlemlenmiştir. Özellikle benzer kullanıcı girdilerinde öneri sıralamalarının zaman zaman değişebildiği görülmüştür. Bunun temel nedeni büyük dil modellerinin olasılıksal çıktı üretim yapısına sahip olmasıdır. Ancak yapılandırılmış çıktı yaklaşımı ve veri tabanı doğrulama mekanizmaları sayesinde bu değişkenliğin sistem davranışı üzerindeki etkisi azaltılmıştır.

Bazı durumlarda kullanıcı tercihlerini açıklayan ifadelerin çok genel veya belirsiz olması öneri sürecini zorlaştırmıştır. Özellikle kısa kullanıcı girdilerinde bağlamsal bilgi eksikliği nedeniyle daha genel öneriler oluşturulabildiği gözlemlenmiştir. Bu nedenle sistem içerisinde kullanıcı tercihlerini daha ayrıntılı biçimde toplamak amacıyla ek yönlendirme mesajları ve yardımcı açıklamalar kullanılmıştır. Gerçekleştirilen örnek değerlendirme senaryoları Çizelge 2’de özetlenmiştir.

Çizelge 2. *Yapay zekâ destekli öneri sistemi örnek değerlendirme senaryoları*

Kullanıcı Tercihi	Sistem Tarafından Oluşturulan Öneri Profili	Gözlem
Yumuşak içimli ve düşük asiditeli kahve tercihi	Dengeli gövdeli ve düşük asidite profiline sahip ürünler	Genel olarak uyumlu
Yoğun aroma ve sert içim tercihi	Yüksek gövdeli ve yoğun aroma profiline sahip ürünler	Başarılı
Meyvemsi tat profili beklentisi	Afrika çekirdeği ağırlıklı öneriler	Genel olarak uyumlu
Belirsiz kullanıcı girdisi	Genel ürün kategorileri üzerinden öneri	Kısmen sınırlı
Tekrarlanan benzer kullanıcı girdileri	Benzer ürün profilleri	Kararlı sonuçlar

Öneri sistemi süreçlerinde ayrıca hata tolerans mekanizmaları da değerlendirilmiştir. Yapay zekâ servisinin gecikmeli yanıt verdiği veya geçersiz çıktı oluşturduğu durumlarda sistem alternatif öneri akışına yönlendirilmiştir. Böylece kullanıcı deneyiminin tamamen kesintiye uğraması engellenmiştir.

Değerlendirme süreci boyunca öneri sisteminin özellikle kullanıcı deneyimi açısından daha doğal etkileşim oluşturduğu gözlemlenmiştir. Kullanıcıların klasik filtreleme sistemleri yerine doğal dil tabanlı etkileşimler üzerinden ürün tercihlerini ifade edebilmesi öneri sürecini daha erişilebilir hâle getirmiştir. Bununla birlikte büyük dil modeli tabanlı sistemlerin bağlamsal değişkenlik ve çıktı tutarlılığı açısından hâlen belirli sınırlılıklar taşıdığı da göz önünde bulundurulmalıdır.

6.3. Sistem Performansı ve Kullanıcı Deneyimi

Modern web uygulamalarında kullanıcı deneyimi yalnızca görsel tasarım ile sınırlı değildir. Sistem yanıt süreleri, arayüz akıcılığı, veri yükleme davranışı ve istemci–sunucu etkileşiminin kararlı biçimde sürdürülebilmesi kullanıcı deneyimi açısından önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle çalışma kapsamında geliştirilen platformda hem performans hem de kullanıcı etkileşim süreçleri birlikte değerlendirilmiştir.

İstemci tarafında React tabanlı tek sayfa uygulama (SPA) mimarisi tercih edilmiştir. Bu yaklaşım sayesinde kullanıcıların sayfa geçişleri sırasında tam sayfa yeniden yükleme işlemleri ile karşılaşması engellenmiş ve daha akıcı bir kullanıcı deneyimi oluşturulmuştur. Özellikle ürün listeleme, öneri akışı ve alışveriş sepeti işlemlerinde bileşen tabanlı yapı kullanılması arayüz güncellemelerinin daha kontrollü biçimde yönetilmesine katkı sağlamıştır.

Performans değerlendirmeleri sırasında özellikle yapay zekâ destekli öneri süreçlerinin kullanıcı deneyimi üzerindeki etkisi gözlemlenmiştir. İlk geliştirme aşamalarında öneri servislerinin yanıt sürelerinin bazı durumlarda kullanıcı arayüzünde bekleme hissi oluşturduğu görülmüştür. Bu problemi azaltmak amacıyla istemci tarafında yükleme göstergeleri (loading states),

asenkron veri yönetimi ve önbellekleme (caching) yaklaşımları kullanılmıştır. Böylece kullanıcı arayüzünün tamamen kilitlenmesi engellenmiş ve sistem etkileşimleri daha akıcı hâle getirilmiştir.

Mobil uyumluluk süreçlerinde Tailwind CSS altyapısından yararlanılmıştır. Farklı ekran boyutlarında gerçekleştirilen testlerde kullanıcı arayüzü bileşenlerinin büyük ölçüde tutarlı biçimde görüntülenebildiği gözlemlenmiştir. Özellikle ürün kartları, ödeme ekranları ve kullanıcı hesap sayfalarının mobil cihazlarda daha erişilebilir hâle getirilmesine dikkat edilmiştir.

Kullanıcı deneyimi açısından değerlendirilen bir diğer önemli süreç ödeme işlemleri olmuştur. Stripe tabanlı yönlendirme yapısı sayesinde kullanıcıların güvenli ödeme ekranına kontrollü biçimde aktarılabilirdiği görülmüştür. Webhook tabanlı doğrulama mekanizması sayesinde ödeme işlemleri sırasında oluşabilecek bağlantı problemlerinin sistem bütünlüğü üzerindeki etkisi azaltılmıştır.

Sistem performansı değerlendirmeleri sırasında bazı sınırlılıklar da gözlemlenmiştir. Özellikle büyük dil modeli tabanlı öneri süreçlerinde dış servis gecikmeleri tamamen ortadan kaldırılamamıştır. Bunun yanı sıra gerçek kullanıcı yoğunluğu altında geniş ölçekli performans testleri gerçekleştirilmemiştir. Buna rağmen geliştirilen mimari yapının modüler servis yaklaşımı sayesinde daha büyük ölçekli sistemlere uyarlanabilecek esnekliğe sahip olduğu değerlendirilmektedir.

7. SONUÇ VE GELECEK ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada büyük dil modeli destekli öneri mekanizmalarını modern e-ticaret sistemleri ile bütünleştiren çok katmanlı bir web uygulaması geliştirilmiştir. Sistem mimarisi istemci katmanı, servis katmanı, veri yönetim altyapısı ve dış servis entegrasyonlarından oluşacak şekilde tasarlanmıştır. Geliştirme sürecinde MERN mimarisi temel alınmış; React, Node.js, Express.js ve MongoDB Atlas teknolojileri birlikte kullanılmıştır. Bunun yanı sıra ödeme işlemleri Stripe altyapısı üzerinden gerçekleştirilmiş, kullanıcı oturum yönetiminde ise JWT tabanlı kimlik doğrulama yaklaşımı tercih edilmiştir.

Çalışma kapsamında geliştirilen öneri sistemi kullanıcı tercihlerini doğal dil tabanlı girdiler üzerinden değerlendirmektedir. Yapılandırılmış istem (structured prompt) yaklaşımı sayesinde model çıktılarının daha kontrollü biçimde yönetilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca öneri sonuçlarının doğrudan kullanıcıya sunulması yerine veri tabanı doğrulama süreçlerinden geçirilmesi sistem davranışının daha kararlı hâle gelmesine katkı sağlamıştır. Böylece kullanıcı tercihleri ile ürün özellikleri arasında daha esnek ve bağlamsal bir ilişki kurulabilmiştir.

Sistem geliştirme sürecinde özellikle asenkron servis yönetimi, webhook tabanlı ödeme doğrulama süreçleri ve kullanıcı oturum yönetimi gibi alan-

larda çeşitli mühendislik problemleri ile karşılaşılmıştır. Bu problemlerin çözümünde modüler servis yapıları, hata yönetim mekanizmaları ve sunucu taraflı doğrulama süreçlerinden yararlanılmıştır. Özellikle webhook tabanlı ödeme doğrulama yaklaşımı sayesinde istemci bağlantısının kesildiği durumlarda dahi sipariş bütünlüğünün korunabildiği gözlemlenmiştir.

Gerçekleştirilen fonksiyonel testler sonucunda kullanıcı girişi, ürün yönetimi, öneri sistemi akışı ve ödeme süreçlerinin genel olarak beklenen şekilde çalıştığı görölmüştür. Yapay zekâ destekli öneri sisteminin kullanıcı tercihlerine büyük ölçüde uyumlu sonuçlar oluşturabildiği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte büyük dil modeli tabanlı sistemlerin olasılıksal çıktı üretim yapısı nedeniyle öneri sonuçlarında zaman zaman bağlamsal değişkenlikler oluşabildiği de değerlendirilmiştir.

Çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Sistem değerlendirmeleri daha çok kontrollü test senaryoları üzerinden gerçekleştirilmiş olup geniş ölçekli gerçek kullanıcı verileri ile uzun süreli performans analizleri yapılmamıştır. Ayrıca büyük dil modeli servislerinin dış servis altyapısına bağlı olması nedeniyle yanıt süreleri tamamen kararlı hâle getirilememiştir. Kullanıcı girdilerinin kısa veya belirsiz olduğu durumlarda öneri sonuçlarının daha genel yapıda oluşabildiği gözlemlenmiştir.

Gelecek çalışmalarda kullanıcı davranış analizlerinin daha ayrıntılı biçimde değerlendirilmesi, hibrit öneri sistemlerinin kullanılması ve kullanıcı etkileşim verileri üzerinden kişiselleştirme süreçlerinin geliştirilmesi planlanmaktadır. Bunun yanı sıra ince ayar (fine-tuning) süreçlerinden geçirilmiş alan odaklı büyük dil modellerinin kullanılması ile öneri sonuçlarının daha tutarlı hâle getirilebileceği değerlendirilmektedir. Ayrıca gerçek kullanıcı yoğunluğu altında gerçekleştirilecek performans ve ölçeklenebilirlik testleri sistem davranışının daha ayrıntılı biçimde analiz edilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Adomavicius, G., & Tuzhilin, A. (2005). Toward the next generation of recommender systems: A survey of the state-of-the-art and possible extensions. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 17(6), 734–749. <https://doi.org/10.1109/TKDE.2005.99>
- Jannach, D., Manzoor, A., Cai, W., & Chen, L. (2021). A survey on conversational recommender systems. *ACM Computing Surveys*, 54(5), 1–36. <https://doi.org/10.1145/3453154>
- Lin, J., Xu, H., & Zhang, Y. (2024). *Large language models for recommendation: Progresses and future directions*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2401.13546>
- Murgia, Y., Delgado, J., & Giacomini, M. (2024). Developing an open-source, user-friendly, OWASP-compliant architecture for healthcare web application testing. *Studies in Health Technology and Informatics*. <https://doi.org/10.3233/SHTI240628>
- OWASP. (2024). *OWASP Top 10: The ten most critical web application security risks*. Retrieved from <https://owasp.org/www-project-top-ten/>
- Ricci, F., Rokach, L., & Shapira, B. (2022). *Recommender systems: Techniques, applications, and challenges*. Springer.
- Richardson, C. (2018). *Microservices patterns: With examples in Java*. Manning Publications.
- Stripe. (2024). *Stripe webhook documentation*. Retrieved from <https://stripe.com/docs/webhooks>
- Subramanian, V. (2019). *Pro MERN stack*. Apress. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2653-7>
- White, J., Hays, S., Fu, Q., Spencer-Smith, J., & Schmidt, D. C. (2023). *A prompt pattern catalog to enhance prompt engineering with ChatGPT*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.11382>
- Xu, W., Xiao, J., & Chen, J. (2024). Leveraging large language models to enhance personalized recommendations in e-commerce. In *2024 International Conference on Electrical, Communication and Computer Engineering (ICECCE)* (pp. 1–6). <https://doi.org/10.1109/ICECCE63537.2024.10823618>



TÜRK ŞAMANİZMİNİN DİJİTAL OYUNLARDA TEMSİLİ: PİXEL ART ESTETİĞİ VE MEKANİK TEMELLİ BİR TASARIM YAKLAŞIMI

Aytekın Emre COŞKUN¹

Funda DEMİR²

¹ Karabük Üniversitesi Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fakültesi, KARABUK,
ORCID id: 0009-0004-4154-5098.

² Doç. Dr., Sinop Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, SİNOP,
ORCID id: 0000-0001-7707-8496

1. GİRİŞ

Dijital oyunlar son yıllarda yalnızca eğlence amacıyla tüketilen ürünler olmaktan çıkmış, kültürel anlatıların aktarılabilirdiği etkileşimli medya ortamlarına dönüşmüştür. Oyun çalışmaları alanındaki araştırmalar, dijital oyunların kültürel kimliklerin yeniden üretilmesi ve aktarılmasında önemli bir rol üstlendiğini göstermektedir (Gee, 2006; Murray, 2017). Sinema ve edebiyat gibi geleneksel anlatı biçimlerinden farklı olarak oyunlar, kullanıcıya yalnızca bir hikâyeyi izleme değil, aynı zamanda o hikâyenin içinde yer alma imkânı sunmaktadır. Bu özellik, mitolojik anlatıların dijital oyun ortamında daha deneyimsel bir yapıya dönüşmesini sağlamaktadır.

Günümüzde oyun endüstrisinde mitolojik temalar oldukça yaygın kullanılmaktadır. Özellikle Yunan, İskandinav ve Japon mitolojileri; aksiyon-macera ve rol yapma türündeki yapımlarda sıkça tercih edilmektedir. Bu oyunlarda mitoloji çoğu zaman yalnızca görsel bir tema olarak değil, oynanış yapısını ve atmosferi belirleyen temel unsurlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Jenkins, 2004). Buna karşın Türk mitolojisi ve Orta Asya Türk şamanizmi, sahip olduğu anlatısal ve kozmolojik zenginliğe rağmen dijital oyun alanında sınırlı bir görünürlüğe sahiptir.

Türk mitolojisinin oyunlarda daha az temsil edilmesinin önemli nedenlerinden biri, tarihsel süreç içerisinde ortak ve yerleşik bir görsel temsil geleneği oluşturamamış olmasıdır. Bölükbaşı'na (2022) göre Türk mitolojisi, Yunan veya İskandinav mitolojilerinde olduğu gibi standartlaşmış ve yaygın biçimde yeniden üretilmiş bir ikonografik yapıya sahip değildir. Bu nedenle Türk mitolojisini konu alan görsel üretimlerde sanatçılar çoğu zaman parçalı tarihsel kaynaklar üzerinden yorumlayıcı bir yaklaşım geliştirmek zorunda kalmaktadır. Aynı problem dijital oyun geliştirme süreçlerinde de hissedilmektedir.

Türk şamanizmi; doğa, ruh, ölüm ve yeniden doğuş kavramları etrafında şekillenen çok katmanlı bir kozmoloji anlayışına sahiptir. Şaman (Kam), insan ile doğa arasındaki dengeyi sağlayan ve farklı varlık katmanları arasında geçiş yapabilen bir aracı figür olarak kabul edilmektedir (Ögel, 2014; Çoruhlu, 2019). Özellikle Erlik Han etrafında şekillenen yeraltı dünyası anlatıları; ruhsal yolculuk, dönüşüm ve yeniden doğuş gibi temalar bakımından dijital oyun anlatılarıyla güçlü bir ilişki kurabilecek potansiyel taşımaktadır.

Son yıllarda yerel kültürleri ve mitolojik sistemleri merkeze alan bağımsız oyunların sayısında dikkat çekici bir artış yaşanmaktadır. *Hades*, *Blasphemous* ve *The Witcher* gibi yapımlar; yerel mitolojik veya folklorik unsurların modern oyun tasarımıyla birleştirilebildiğini göstermektedir. Bu tür örnekler, kültürel mirasın dijital oyunlar aracılığıyla yeniden yorumlanabileceğini ve daha geniş kitlelere ulaşabileceğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışma kapsamında Türk şamanizmi ve Orta Asya Türk mitolojisinden esinlenen özgün bir 2D aksiyon-macera oyunu prototipi geliştirilmiştir. Çalışmanın temel amacı, Türk mitolojisini yalnızca görsel bir tema olarak kullanmak değil; mitolojik unsurları oyun mekanikleri, çevresel hikâye anlatımı, karakter animasyonları ve görsel atmosfer ile birlikte ele alan bütünleşik bir tasarım yaklaşımı oluşturmaktır. Oyunun anlatı yapısı, Türk şamanizminde önemli bir yere sahip olan ölüm ve yeniden doğuş döngüsü üzerine kurulmuştur.

Proje Unity oyun motoru ve Aseprite yazılımı kullanılarak geliştirilmiş, oyunda yer alan tüm görsel içerikler pixel art estetiğiyle özgün biçimde üretilmiştir. Pixel art bugün yalnızca nostaljik bir tercih olarak görülmemektedir. Özellikle bağımsız oyun geliştirme alanında, sınırlı teknik kaynaklarla güçlü atmosfer oluşturabilen bir görsel yaklaşım hâline gelmiştir (Aleksić & Simeunović, 2024; Zufri, Hilman, & Frans, 2022). Bu çalışmada da pixel art estetiği, şamanik Orta Asya ikonografisinin stilize ve yorumlayıcı biçimde yeniden üretilebilmesi açısından işlevsel bir araç olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmanın öne çıkan yönlerinden biri, Türk şamanizmini yalnızca anlatı düzeyinde değil; oyun mekanikleri ve görsel tasarım kararları içerisinde de değerlendirmeye çalışmasıdır. Bu yönüyle çalışma, Türk mitolojisinin dijital oyunlar aracılığıyla yeniden görünür hâle getirilebilmesine yönelik deneysel bir tasarım yaklaşımı sunmaktadır.

Bölümün devamında öncelikle Türk mitolojisi, dijital oyunlar ve pixel art estetiği üzerine ilgili çalışmalar ele alınmaktadır. Ardından oyunun görsel üretim süreci, teknik geliştirme yaklaşımı ve prototip bulguları değerlendirilmektedir.

2. TÜRK MİTOLOJİSİ, DİJİTAL OYUNLAR VE PİXEL ART YAKLAŞIMI

2.1. Türk Mitolojisi ve şamanik Kozmoloji

Türk mitolojisi üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde alanın uzun yıllardır araştırılmasına rağmen hâlâ parçalı bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. Özellikle Bahaeddin Ögel, Abdülkadir İnan ve Yaşar Çoruhlu'nun çalışmaları, Türk mitolojisinin temel kavramlarını ve kozmolojik yapısını anlamlandırmada başlıca kaynaklar arasında yer almaktadır (Ögel, 2014; Çoruhlu, 2019). Türk mitolojisinde evren genel olarak gök, yeryüzü ve yeraltı olmak üzere çok katmanlı bir yapı üzerinden açıklanmaktadır. Bu yapı içerisinde Kam (şaman), farklı varlık katmanları arasında geçiş yapabilen ve insan ile doğa arasındaki dengeyi sağlayan aracı figür olarak konumlandırılmaktadır.

Türk şamanizmine ilişkin çalışmaların önemli bir bölümü Sibirya ve Orta Asya sahasında gerçekleştirilen etnografik araştırmalara dayanmaktadır. Özellikle Radloff, Potapov, Anohin ve Uno Harva gibi araştırmacıların

derlemeleri; ritüeller, ruh inancı ve yeraltı dünyası anlatıları açısından önemli veriler sunmaktadır. Bu kaynaklarda ölüm, yeniden doğuş ve ruhsal yolculuk kavramlarının şamanik dünya görüşünün merkezinde yer almaktadır.

Bununla birlikte Türk mitolojisinin modern görsel kültürde yeterince temsil edilmediği dikkat çekmektedir. Bölükbaşı'na (2022) göre Türk mitolojisi, Yunan veya İskandinav mitolojilerinde olduğu gibi tarihsel süreç boyunca standartlaşmış bir ikonografik yapı oluşturamamıştır. Bu nedenle mitolojik figürler ve semboller çoğu zaman farklı yorumlarla yeniden üretilmektedir. Dijital oyun geliştirme süreçlerinde karşılaşılan temel problemlerden biri de budur. Tasarımcılar çoğu zaman parçalı tarihsel kaynakları bir araya getirerek yorumlayıcı bir görsel dil oluşturmak zorunda kalmaktadır.

Bu çalışma kapsamında geliştirilen oyunun kozmolojik altyapısı oluşturulurken Türk şamanizmine ait yeraltı dünyası anlatılarından doğrudan yararlanılmıştır. Özellikle Erlik Han etrafında şekillenen ölüm ve dönüşüm temaları, oyunun temel anlatı yapısının oluşmasında belirleyici olmuştur. Ana karakterin motivasyonu ise doğa ile insan arasındaki bozulan dengeyi yeniden kurma fikri üzerine inşa edilmiştir.

2.2. Dijital Oyunlarda Mitolojik Anlatılar

Mitolojik anlatılar uzun yıllardır dijital oyunlarda kullanılan temel anlatı kaynaklarından biri olmuştur. Özellikle aksiyon-macera ve rol yapma türündeki oyunlarda farklı kültürlerle ait mitolojik sistemlerden yoğun biçimde yararlanılmaktadır. Dijital oyunların etkileşimli yapısı, mitolojik anlatıların yalnızca izlenen hikâyeler olmaktan çıkıp deneyimlenebilen sistemlere dönüşmesini sağlamaktadır.

Jenkins'e (2004) göre oyun mekânları yalnızca oynanış alanı değil, aynı zamanda anlatının çevresel unsurlar aracılığıyla aktarıldığı yapılardır. Bu yaklaşım, çevresel hikâye anlatımı (environmental storytelling) kavramı üzerinden özellikle modern aksiyon-macera oyunlarında yaygın biçimde kullanılmaktadır. Oyuncu, oyun dünyasını keşfederken anlatının bir parçası hâline gelmekte; mekân tasarımı, nesneler ve atmosfer anlatının aktarımında aktif rol üstlenmektedir.

Son yıllarda yerel kültürleri ve folklorik anlatıları merkeze alan bağımsız oyunların sayısında dikkat çekici bir artış yaşanmaktadır. *Hades*, Yunan mitolojisini roguelike oynanış yapısıyla birleştirerek ölüm ve yeniden başlama döngüsünü doğrudan oyun mekânının merkezine yerleştirmektedir. Böylece anlatı yapısı ile oynanış sistemi arasında güçlü bir ilişki kurulmaktadır (Asimos, 2018). *Blasphemous* ise İspanyol Katolik ikonografisini karanlık pixel art estetiğiyle yeniden yorumlayarak çevresel hikâye anlatımını ön plana çıkarmaktadır. Oyunda kullanılan dini semboller, mimari yapı ve görsel atmosfer anlatının önemli taşıyıcıları hâline gelmektedir (Perez-Latorre, 2022).

Benzer şekilde *The Witcher* serisi, Slav folklorunu modern oyun anlatısıyla birleştirerek yerel kültürel unsurların küresel ölçekte görünürlük kazanabileceğini göstermiştir. Özellikle yaratık tasarımları ve yan görev anlatıları, Doğu Avrupa halk anlatılarından yoğun biçimde beslenmektedir (Maj, 2015).

Bu örnekler, dijital oyunların kültürel mirasın yeniden yorumlanması açısından önemli bir üretim alanı hâline geldiğini göstermektedir. Ancak Türk mitolojisini merkeze alan oyun çalışmaları hâlen sınırlıdır. Özellikle Türk şamanizmini oyun mekanikleri, görsel atmosfer ve çevresel hikâye anlatımı düzeyinde bütünleşik biçimde ele alan çalışmalar oldukça azdır. Bu çalışma, söz konusu boşluğa katkı sunmayı amaçlamaktadır.

2.3. Pixel Art Estetiği ve Bağımsız Oyun Geliştirme

Pixel art, başlangıçta teknik donanım sınırlılıklarının sonucu olarak ortaya çıkmış olsa da günümüzde bağımsız oyun geliştirme alanında bilinçli bir estetik tercih hâline gelmiştir. Özellikle küçük ekipler veya tek kişilik geliştiriciler için pixel art; düşük üretim maliyeti, hızlı içerik üretimi ve güçlü atmosfer oluşturma avantajları sunmaktadır.

Aleksic ve Simeunovic'e (2024) göre pixel art, modern dijital oyunlarda yalnızca nostaljik bir yaklaşım değil; aynı zamanda özgün görsel kimlik oluşturabilen çağdaş bir sanat biçimi olarak değerlendirilmektedir. Pixel art'ın içerdiği soyutlama düzeyi, oyuncunun hayal gücünü tamamlayıcı biçimde devreye sokmakta ve özellikle fantastik atmosferlerin oluşturulmasında işlevsel bir yapı sunmaktadır.

Modern bağımsız oyunlarda pixel art estetiğinin farklı tekniklerle birlikte kullanıldığı görülmektedir. *Hyper Light Drifter*, *Katana Zero* ve *Celeste* gibi yapımlar; düşük çözünürlüklü sprite yapısını dinamik ışıklandırma, parçacık efektleri ve sinematik kamera kullanımıyla birleştirerek güçlü atmosferler oluşturabilmektedir. Özellikle *Blasphemous*, kültürel sembollerin stilize biçimde yeniden üretilmesine ilişkin önemli örneklerden biri olarak değerlendirilebilir.

Bu çalışmada pixel art estetiğinin tercih edilmesinin temel nedenlerinden biri, Türk şamanizmine ait görsel kültürün yorumlayıcı biçimde yeniden üretilmesine uygun bir alan sunmasıdır. Fotogerçekçi bir yaklaşım yerine stilize bir görsel dil kullanılması, hem bağımsız geliştirme sürecinin teknik koşullarına uyum sağlamış hem de mitolojik atmosferin daha sembolik biçimde aktarılmasına katkıda bulunmuştur.

3. GÖRSEL ÜRETİM SÜRECİ VE TASARIM YAKLAŞIMI

Bu çalışma kapsamında geliştirilen oyunun görsel tasarım süreci, teknik geliştirme süreciyle paralel biçimde ilerlemiştir. Tasarım yaklaşımının temel amacı, Türk şamanizmi ve Orta Asya mitolojisini doğrudan fotogerçekçi bi-

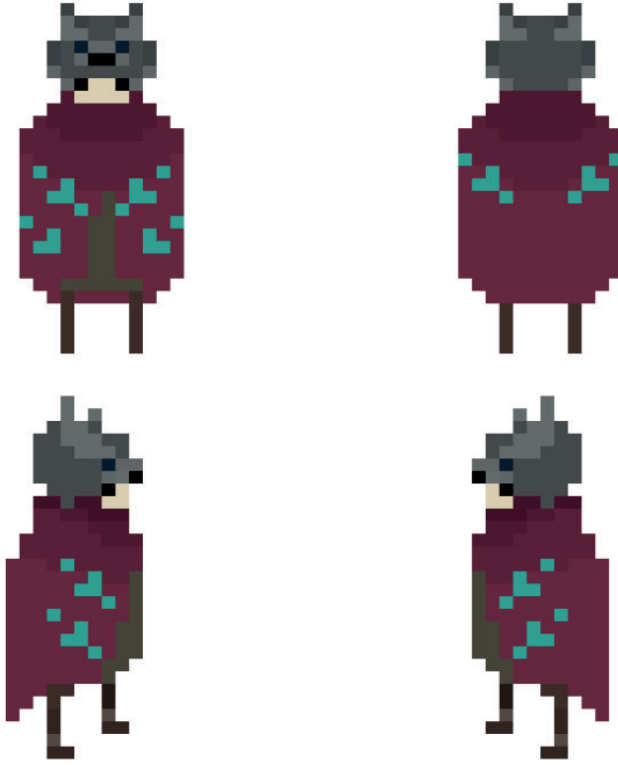
çimde yeniden üretmekten ziyade; bu kültürel yapının atmosferini, sembollerini ve görsel hafızasını stilize bir oyun dili içerisinde yeniden yorumlamaktır. Bu nedenle görsel üretim süreci yalnızca estetik bir tercih değil, aynı zamanda kültürel temsil problemine yönelik bir yorumlama pratiği olarak ele alınmıştır.

Süreç boyunca şaman kıyafetleri, ritüel nesneleri, balbal heykelleri, oba yaşamı ve geleneksel otağ mimarisi gibi unsurlar farklı tarihsel ve etnografik kaynaklar üzerinden incelenmiştir. Bu aşamada Bartu Bölükbaşı'nın *Türk Mitoloji Atlası* çalışması temel başvuru kaynaklarından biri olarak kullanılmıştır (Bölükbaşı, 2022). Elde edilen görsel referanslar PureRef ortamında sınıflandırılmış ve tasarım süreci boyunca aktif biçimde değerlendirilmiştir.

Oyunda kullanılan tüm görsel içerikler özgün olarak üretilmiştir. Karakter sprite'ları, çevresel nesneler, tile set yapıları ve animasyon kareleri Aseprite yazılımı kullanılarak hazırlanmıştır. Görsel üretim süreci, bağımsız oyun geliştirme pratiğinin doğası gereği uzun ve tekrar eden denemeler üzerinden ilerlemiştir.

Pixel art estetiğinin tercih edilmesinin temel nedeni yalnızca teknik sınırlılıklar değildir. Günümüzde pixel art, bağımsız oyun geliştirme alanında güçlü atmosfer oluşturabilen stilize bir anlatım dili olarak değerlendirilmektedir. Özellikle sınırlı ayrıntıyla çalışan yapısı, tarihsel olarak standartlaşmış bir ikonografiye sahip olmayan şamanik görsel kültürün yeniden yorumlanabilmesi açısından işlevsel bir alan sunmaktadır (Aleksić & Simeunović, 2024).

Karakter tasarım süreci, ana karakter olan şaman figürünün temel silüet yapısının oluşturulmasıyla başlamıştır. İlk aşamada idle animasyonu geliştirilmiş; karakterin kostüm yapısı, renk paleti ve genel görünümü bu animasyon üzerinden şekillendirilmiştir. Şekil 1'de şaman karakterine ait idle animasyonundan örnek kareler gösterilmektedir.



Şekil 1. Şaman karakterine ait idle animasyonunun kareleri (Özgün tasarım, 2026)

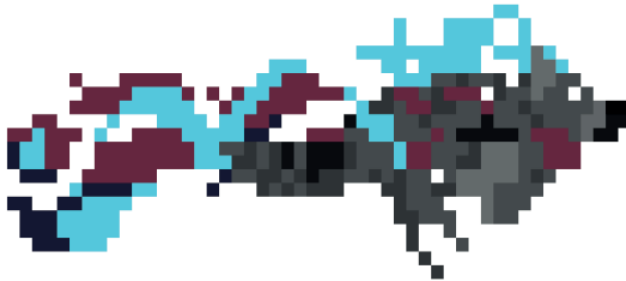
Karakter tasarımında geleneksel şaman kıyafetleri birebir kopyalanmamış; boynuz detayları, kürk kullanımı ve ritüel aksesuarları pixel art estetiğine uygun biçimde sadeleştirilerek yeniden yorumlanmıştır. Böylece tarihsel referanslarla oyun estetiği arasında daha dengeli bir görsel yapı kurulması amaçlanmıştır.

Saldırı animasyonlarının üretiminde karakterin şamanik kimliğiyle uyumlu bir hareket dili oluşturulmasına dikkat edilmiştir. İlk aşamada asa ve uzun sopa kullanan dövüş sanatları incelenmiş, ancak bu hareketlerin daha çok savaşçı arketipine yakın olduğu değerlendirilmiştir. Bunun ardından bazı hareket referansları doğrudan kaydedilerek animasyon üretiminde kullanılmıştır. Şekil 2’de kombo saldırısına ait ilk animasyon kareleri yer almaktadır.



Şekil 2. Şaman karakterine ait kombo saldırısının ilk animasyon kareleri (Özgün tasarım, 2026)

İleri atılma (dash) animasyonunun tasarımında ise Orta Asya Türk kültüründeki börü (kurt) motifinden yararlanılmıştır. Türk kültüründe kurt figürü yalnızca savaşçılığı değil; yol göstericilik ve koruyuculuk gibi anlamları da temsil etmektedir (Ögel, 2014). Dash sırasında kısa süreli bir kurt silüeti kullanılarak karakterin hayvan ruhuyla geçici birleşimi görsel olarak ifade edilmeye çalışılmıştır. Şekil 3'te bu animasyona ait bir kare görülmektedir.



Şekil 3. Şaman karakterine ait ileri atılma animasyonundan bir kare (Özgün tasarım, 2026)

Çevre tasarımı sürecinde Orta Asya kültürel hafızasını çağrıştıran görsel unsurlar ön plana çıkarılmıştır. Balbal heykelleri, otağ yapıları ve çeşitli hayvan figürleri stilize edilerek oyun dünyasına aktarılmıştır. Özellikle balbal tasarımlarında tarihsel biçimlerin doğrudan kopyalanmasından kaçınılmış, pixel art estetiğine uygun daha sade bir görsel yaklaşım tercih edilmiştir. Şekil 4'te oyun içerisinde kullanılan balbal tasarımlarından örnekler yer almaktadır.



Şekil 4. Balbal heykellerinin pixel art estetiğiyle yorumlanmış oyun içi görünümü (Özgün tasarım, 2026)

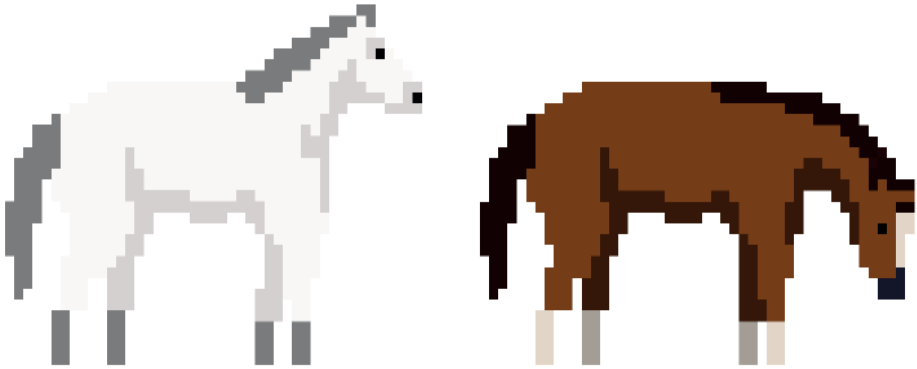
Benzer şekilde geleneksel otağ yapıları da oyun estetiğine uygun biçimde yeniden yorumlanmıştır. Şekil 5'te pixel art yaklaşımıyla oluşturulan otağ tasarımı gösterilmektedir.



Şekil 5. Geleneksel otağ mimarisinin pixel art yorumuyla oluşturulan oyun içi tasarımı (Özgün tasarım, 2026)

Oba ortamının tasarımında mekânın yalnızca bir arka plan değil, yaşayan bir yerleşim alanı gibi hissedilmesi hedeflenmiştir. Bu nedenle sahneye atlar ve farklı hayvan figürleri eklenmiştir. Orta Asya Türk kültüründe hayvancılık ve at yetiştiriciliği gündelik yaşamın temel unsurlarından biri olduğu için bu detaylar çevresel atmosferin önemli parçaları olarak değerlendirilmiştir. Şekil 6'da oyun içerisinde kullanılan hayvan figürlerinden örnekler sunulmaktadır.

Atmosfer tasarımında renk kullanımı da belirleyici unsurlardan biri olmuştur. Oba ortamında daha sıcak ve doğal tonlar tercih edilirken, yeraltı dünyasında koyu ve soğuk renk paletleri kullanılmıştır. Böylece Türk mitolojisindeki kozmolojik katman anlayışının görsel atmosfer üzerinden hissedilmesi amaçlanmıştır. Bu yaklaşım, çevresel hikâye anlatımı kavramıyla da ilişkilendirilebilir. Jenkins'e (2004) göre oyun mekânları yalnızca oynanış alanı değil, aynı zamanda anlatının aktarıldığı çevresel yapılar olarak işlev görmektedir.



Şekil 6. Oyun içerisinde kullanılan hayvan figürlerinden örnekler (Özgün tasarım, 2026)

Sonuç olarak bu çalışmanın görsel üretim süreci, yalnızca teknik bir sanat üretimi olarak değil; Türk şamanizmine ait sembolik dünyanın dijital ortamda yeniden yorumlanması olarak ele alınmıştır. Pixel art estetiği, bu yorumlayıcı yaklaşımın temel araçlarından biri hâline gelmiş; hem bağımsız üretim sürecine uygun bir yapı sunmuş hem de mitolojik atmosferin stilize biçimde aktarılmasına katkı sağlamıştır.

4. TEKNİK GELİŞTİRME SÜRECİ VE PROTOTİP BULGULARI

4.1. Geliştirme Ortamı ve Teknik Altyapı

Oyunun teknik geliştirme sürecinde Unity oyun motoru kullanılmıştır. Unity'nin 2D fizik sistemi, Animator bileşeni ve sahne yönetim altyapısı, prototip geliştirme sürecinde hızlı denemeler yapılabilmesine uygun bir çalışma

ortamı sunmuştur. Oyun mekanikleri C# programlama dili kullanılarak geliştirilmiş; görsel üretim süreçlerinde ise Aseprite ve PureRef yazılımlarından yararlanılmıştır.

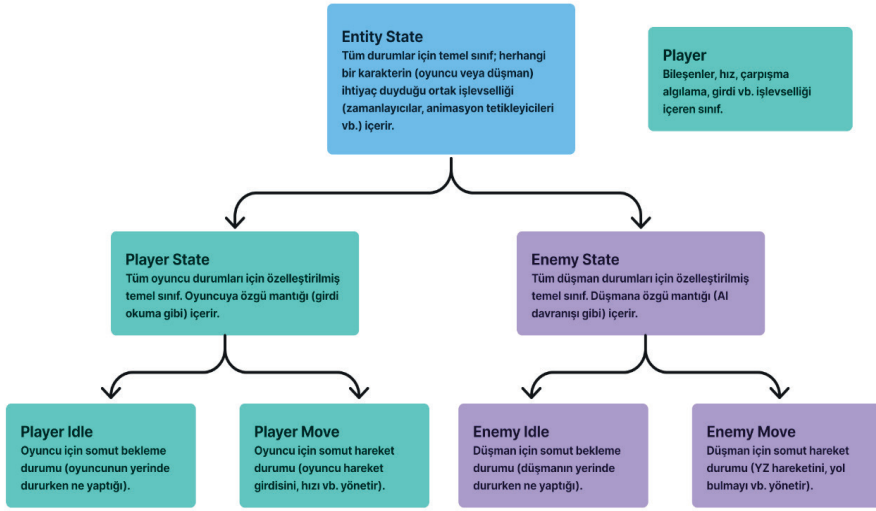
Geliştirme sürecinde mekanik öncelikli (Mechanics-First) bir yaklaşım benimsenmiştir. Bu yaklaşım doğrultusunda görsel üretimden önce hareket, çatışma ve etkileşim sistemlerinin çalışır hâle getirilmesi hedeflenmiştir. Böylece henüz işlevsel olmayan yapılar için gereksiz animasyon ve içerik üretiminin önüne geçilmiş; oynanış hissinin erken aşamada test edilebilmesi sağlanmıştır.

Bu yaklaşım özellikle bağımsız oyun geliştirme süreçlerinde önem taşımaktadır. Tek kişilik veya küçük ekiplerle yürütölen projelerde temel oynanış döngüsünün erken aşamada oluşturulması, ilerleyen süreçte ortaya çıkabilecek tasarım problemlerinin daha kontrollü biçimde yönetilebilmesine katkı sağlamaktadır.

4.2. Entity Tabanlı State Machine Mimarisi

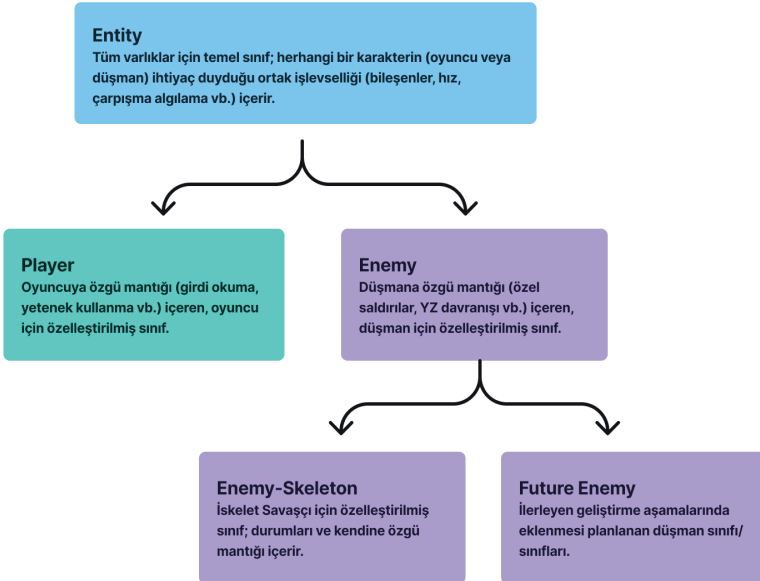
Oyunun teknik omurgasını entity tabanlı bir state machine mimarisi oluşturmaktadır. Bu yapıda oyuncu karakteri ve düşman tipleri ortak bir Entity temel sınıfından türetilmiştir. Her varlık kendi state machine yapısına sahip olup durum geçişleri bu sistem üzerinden yönetilmektedir. Şekil 7’de oyunda kullanılan state yapısının genel hiyerarşisi gösterilmektedir.

Durum mantığı, EntityState adlı soyut temel sınıf üzerine kurulmuştur. Her state için giriş, güncelleme ve çıkış süreçleri ayrı biçimde tanımlanmış; animasyon geçişleri bu yapı üzerinden senkronize edilmiştir. Oyuncu tarafında sistem iki katmanlı biçimde genişletilmiş; PlayerState ve GroundedState sınıfları aracılığıyla ortak davranışların merkezi bir yapıda yönetilmesi sağlanmıştır. Bu yaklaşım, Template Method tasarım örüntüsünün oyun geliştirme bağlamındaki uygulamalarından biri olarak değerlendirilebilir.



Şekil 7. Entity state hiyerarşisi

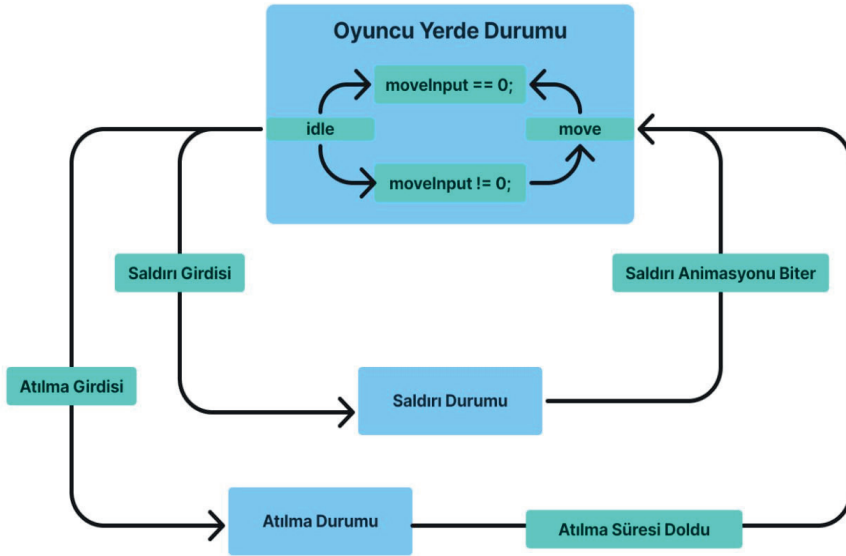
Şekil 8’de oyuncu ve düşman karakterlerinin bağlı olduğu entity sınıf yapısı görülmektedir. Bu yapı sayesinde farklı karakter türleri ortak davranışları paylaşabilmekte, ancak kendi state yapılarını bağımsız biçimde sürdürebilmektedir.



Şekil 8. Entity sınıf hiyerarşisi

Düşman yapay zekâsı tarafında ise EnemyState yapısı oyuncu algılama sistemini tüm state'lere ortak biçimde entegre etmektedir. Böylece yeni bir düşman tipi eklenirken mevcut sistemin doğrudan değiştirilmesine gerek kalmadan yalnızca yeni state'lerin tanımlanması yeterli olmaktadır. Bu yapı, Açık-Kapalı İlkesi'nin (Open-Closed Principle) oyun geliştirme süreçlerindeki kullanımına örnek oluşturmaktadır.

State machine mimarisinin tercih edilmesinin temel nedeni, animasyon geçişleri ile oynanış davranışlarını daha kontrol edilebilir hâle getirmektir. Özellikle aksiyon-macera türündeki oyunlarda hareket, saldırı ve hasar alma davranışlarının belirli durumlar üzerinden yönetilmesi; hem hata ayıklama sürecini kolaylaştırmakta hem de yeni mekaniklerin sisteme daha kontrollü biçimde eklenebilmesine olanak tanımaktadır.



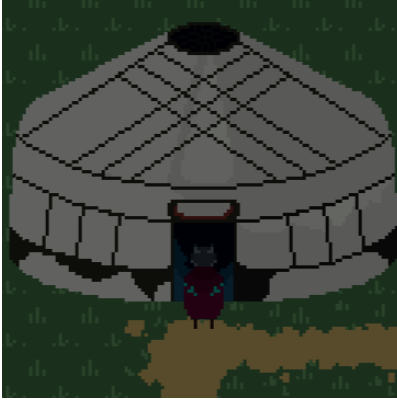
Şekil 9. Oyuncu karakterine ait state machine mimarisi

4.3. Teknik Prototip Bulguları

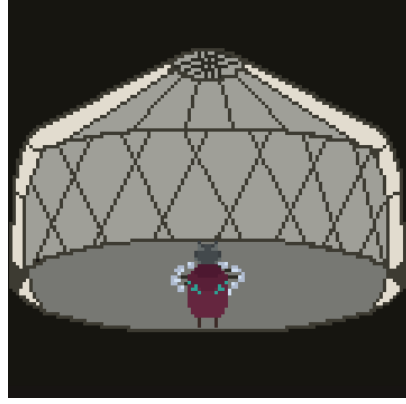
Geliştirilen state machine mimarisinin işlevselliği, iskelet düşman karakteri üzerinden test edilmiştir. Yeraltı dünyası ortamı henüz tamamlanmadığından testler oba sahnesinde gerçekleştirilmiştir. Bu durum, geliştirme sürecinde benimsenen mekanik öncelikli yaklaşımın doğal bir sonucu olarak değerlendirilebilir.

İskelet düşman karakterinin davranış sistemi dört temel state üzerinden çalışmaktadır: idle, move, battle ve attack. Oyuncu algılama menzili dışındayken karakter devriye davranışı sergilemekte; oyuncu menzile girdiğinde

reli ekran kararmasının ardından karakter hedef konuma taşınmaktadır. Sistem aynı zamanda Cinemachine bileşeniyle entegre çalışmakta ve kamera sınırları geçiş yapılan ortama göre otomatik biçimde güncellenmektedir.



a)



b)

Şekil 11. Ortam geçiş sürecine ait ekran görüntüleri: (a) ekran kararma efekti, (b) geçiş sonrasında oyuncu karakterinin iç mekândaki görünümü

Bu geçiş sistemi yalnızca teknik bir taşıma mekanizması olarak değil, oyuncunun mekânsal algısını destekleyen atmosferik bir unsur olarak da değerlendirilmiştir. Ekran kararma efekti, farklı mekânlar arasındaki geçiş hissini güçlendirmekte ve ani sahne değişimlerinin daha yumuşak algılanmasına katkı sağlamaktadır.

Prototip kapsamında ayrıca temel bir diyalog sistemi geliştirilmiş ve sahneye entegre edilmiştir. Sistem mevcut aşamada geçici bir NPC karakteri üzerinden test edilmiştir. Nihai sürümde bu yapının özgün NPC karakterleri ve anlatısal görev yapılarıyla genişletilmesi planlanmaktadır. Şekil 13'te diyalog sistemine ait örnek bir ekran görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 12. Diyalog sistemi ekran görüntüsü

Genel olarak değerlendirildiğinde prototip süreci, oyunun temel oynanış döngüsünün çalışır hâle getirilebildiğini göstermektedir. Hareket sistemi, state machine mimarisi, düşman davranışları, ortam geçiş sistemi ve diyalog yapısı gibi temel mekanikler işlevsel biçimde çalışmaktadır. Bununla birlikte çevresel çeşitlilik, düşman türleri ve anlatısal içeriklerin ilerleyen geliştirme süreçlerinde genişletilmesi hedeflenmektedir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma kapsamında Türk şamanizmi ve Orta Asya Türk mitolojisinden esinlenen 2D bir aksiyon-macera oyunu prototipi geliştirilmiş; kültürel anlatıların dijital oyun ortamında nasıl yeniden yorumlanabileceği incelenmiştir. Çalışma sürecinde yalnızca teknik olarak çalışabilen bir oyun prototipi oluşturulması değil, aynı zamanda Türk mitolojisine ait sembolik yapının oyun mekanikleri, görsel atmosfer ve çevresel anlatı unsurlarıyla birlikte ele alınması amaçlanmıştır.

Çalışmanın ortaya koyduğu en önemli sonuçlardan biri, Türk mitolojisinin dijital oyun tasarımı açısından önemli bir potansiyel taşımasına rağmen bu potansiyelin günümüzde sınırlı ölçüde değerlendirildiğidir. Yunan, İskandinav veya Japon mitolojileri uzun yıllardır sinema, çizgi roman ve dijital oyunlar aracılığıyla yeniden üretilirken; Türk şamanizmi çoğu zaman akademik çalışmalar ve sözlü anlatılar içerisinde varlığını sürdürmüştür. Bu durum, ortak bir görsel temsil dilinin oluşmasını zorlaştırmaktadır. Çalışma

sürecinde karşılaşılan en temel tasarım problemlerinden biri de bu olmuştur. Özellikle karakter tasarımı ve çevre üretimi sırasında parçalı tarihsel kaynakların yorumlayıcı biçimde bir araya getirilmesi gerekmektedir.

Bu noktada pixel art estetiğinin önemli bir avantaj sağladığı görülmüştür. Fotogerçekçi bir yaklaşım yerine stilize bir görsel dilin tercih edilmesi, şamanik ikonografinin daha özgür biçimde yeniden yorumlanabilmesine olanak tanımıştır. Ayrıca pixel art'ın içerdiği soyutlama düzeyi, kültürel sembollerin doğrudan kopyalanması yerine atmosfer üzerinden aktarılmasına katkı sağlamıştır. Özellikle kurt motifinin dash mekaniğiyle ilişkilendirilmesi, balbal heykellerinin çevresel anlatı unsuru olarak kullanılması ve oba atmosferinin renk paletleri aracılığıyla desteklenmesi, kültürel öğelerin yalnızca dekoratif amaçla değil, oynanış deneyiminin parçası olarak değerlendirildiğini göstermektedir.

Teknik geliştirme süreci de çalışmanın önemli bileşenlerinden birini oluşturmuştur. Geliştirilen entity tabanlı state machine mimarisi, oyuncu ve düşman davranışlarının daha modüler biçimde yönetilebilmesini sağlamıştır. Özellikle mekanik öncelikli (Mechanics-First) geliştirme yaklaşımı sayesinde temel oynanış döngüsü erken aşamada test edilebilmiş; hareket, saldırı ve etkileşim sistemleri görsel üretimden bağımsız biçimde değerlendirilebilmiştir. Bu yaklaşım, tek kişilik bağımsız oyun geliştirme süreçlerinde kaynak yönetimi açısından işlevsel bir yöntem olarak değerlendirilebilir.

Çalışmanın bir diğer önemli yönü, kültürel miras ile oyun mekanikleri arasında doğrudan ilişki kurmaya çalışmasıdır. Dijital oyunlarda mitolojik unsurlar çoğu zaman yalnızca görsel tema düzeyinde kullanılmaktadır. Bu çalışmada ise şamanik semboller ve anlatılar, hareket sistemi, çevresel atmosfer ve karakter davranışlarıyla birlikte düşünülmeye çalışılmıştır. Böylece kültürel temsilin yalnızca estetik düzeyde kalmaması hedeflenmiştir.

Bununla birlikte çalışma bazı sınırlılıklar da içermektedir. Prototip süreci ağırlıklı olarak temel oynanış mekaniklerinin oluşturulmasına odaklandığından, oyunun anlatısal yapısı ve içerik çeşitliliği henüz sınırlı düzeydedir. Yeraltı dünyası bölgesinin tamamlanmamış olması, düşman çeşitliliğinin düşük kalması ve diyalog sisteminin geçici NPC yapılarıyla test edilmesi bu sınırlılıklar arasında yer almaktadır. Ayrıca kullanıcı testleri ve oyuncu deneyimi analizleri henüz gerçekleştirilmemiştir. Bu nedenle çalışmanın mevcut bulguları daha çok tasarım ve prototip geliştirme süreci üzerinden değerlendirilmektedir.

İlerleyen çalışmalarda oyunun anlatısal yapısının genişletilmesi, farklı şamanik varlıkların ve mitolojik karakterlerin oyuna entegre edilmesi planlanmaktadır. Bunun yanında çevresel çeşitliliğin artırılması, boss savaşlarının geliştirilmesi ve kullanıcı deneyimi testlerinin gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir. Özellikle Türk mitolojisinin farklı anlatı katmanlarının dijital

oyunlar aracılığıyla yeniden yorumlanması, kültürel mirasın yeni medya ortamlarında görünürlük kazanması açısından önemli bir çalışma alanı oluşturmaktadır.

Sonuç olarak bu çalışma, Türk şamanizminin dijital oyun ortamında yeniden temsil edilmesine yönelik deneysel bir tasarım yaklaşımı sunmaktadır. Geliştirilen prototip, kültürel anlatıların yalnızca hikâye düzeyinde değil; görsel tasarım, çevresel atmosfer ve oyun mekanikleri aracılığıyla da aktarılabilceğini göstermektedir. Dijital oyunların kültürel mirasın yeniden yorumlanması açısından giderek daha önemli bir alan hâline geldiği düşünüldüğünde, Türk mitolojisi temelli özgün oyun çalışmalarının artmasının hem akademik hem de yaratıcı üretim açısından değerli katkılar sağlayabileceği değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

- Aleksić, V., & Simeunović, V. (2024). The pixel art as computer graphics artistic expression in digital games. In *Proceedings of the 10th International Scientific Conference Technics, Informatics and Education (TIE 2024)* (pp. 234–238). doi:10.46793/TIE24.234A
- Asimos, V. (2018). Playing the myth: Video games as contemporary mythology. *Implicit Religion*, 21(2), 153–175. doi:10.1558/imre.3946
- Bölükbaşı, B. (2022). *Türk Mitoloji Atlası*. İstanbul: Prestij Yayınları.
- Çoruhlu, Y. (2019). *Türk Mitolojisinin Ana Hatları*. İstanbul: Kabalıcı Yayınevi.
- Eliade, M. (1964). *Shamanism: Archaic techniques of ecstasy*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Garda, M. B., & Grabarczyk, P. (2016). Is every indie game independent? Towards the concept of independent game. *Game Studies*, 16(1). Retrieved from <http://gamestudies.org/1601/articles/gardagrabczyk>
- Gee, J. P. (2006). *What video games have to teach us about learning and literacy* (2nd ed.). New York, NY: Palgrave Macmillan. doi:10.1057/9781403984531
- İnan, A. (1986). *Tarihte ve bugün şamanizm*. Ankara: Türk Tarih Kurumu Yayınları.
- Jenkins, H. (2004). Game design as narrative architecture. In N. Wardrip-Fruin & P. Harrigan (Eds.), *First person: New media as story, performance, and game* (pp. 118–130). Cambridge, MA: MIT Press.
- Maj, K. M. (2015). The Witcher game series as a transmedial world-building project. *Image*, 21(30), 83–95. doi:10.14746/i.2015.21.05
- Murray, J. H. (2017). *Hamlet on the holodeck: The future of narrative in cyberspace* (Updated ed.). Cambridge, MA: MIT Press. doi:10.7551/mitpress/11449.001.0001
- Ögel, B. (2014). *Türk Mitolojisi* (Cilt 1). Ankara: Türk Tarih Kurumu Yayınları.
- Perez-Latorre, O. (2022). Environmental storytelling and religious symbolism in *Blasphemous*. *Game Studies*, 22(2). Retrieved from <https://gamestudies.org/2202/articles/perezlatorre>
- Salen, K., & Zimmerman, E. (2004). *Rules of play: Game design fundamentals*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Schell, J. (2020). *The art of game design: A book of lenses* (3rd ed.). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Totten, C. W. (2014). *An architectural approach to level design*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Zufri, T., Hilman, D., & Frans, O. (2022). Research on the application of pixel art in game character design. *Journal of Games, Game Art, and Gamification*, 7(1), 27–31. doi:10.21512/jggag.v7i1.8396