



T. C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**RÖNTGEN GÖRÜNTÜLEME CİHAZLARI İÇİN 3B. DİJİTAL
ORTAM MODELLEMESİ VE EĞİTİM UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kazim ŞİMŞEK

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Cengiz GÜNGÖR

TOKAT - 2025

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Dr. Öğr. Üyesi Cengiz GÜNGÖR danışmanlığında hazırlamış olduğum “Röntgen Görüntüleme Cihazları İçin 3B. Dijital Ortam Modellemesi ve Eğitim Uygulaması” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

28/02/2025

Kazim ŞİMŞEK

JÜRİ KABUL VE ONAY

Kazim ŞİMŞEK tarafından hazırlanan “Röntgen Görüntüleme Cihazları İçin 3B. Dijital Ortam Modellemesi ve Eğitim Uygulaması” adlı tez çalışmasının savunma sınavı (28/02/2025) tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı Soyadı)	İmzası
Üye (Başkan) : Dr. Öğr. Üyesi Cengiz GÜNGÖR	
Üye : Doç. Dr. Bülent TURAN	
Üye : Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Fatih KARACA	
Üye :	
Üye :	

ONAY

...../...../.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ÖNSÖZ

Tez konusunun belirlenmesinden çalışmanın tamamlanmasına kadar yürütülen bütün süreçte bana yol gösteren ve hiçbir yardımı esirgemeyen tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Cengiz GÜNGÖR hocama;

Tüm yüksek lisans eğitimim boyunca maddi manevi desteğini her zaman yanımda hissettiğim sevgili eşim Dilek'e, motivasyon kaynağım olan çocuklarım Zehra ve Zeynep'e;

Teşekkürlerimi sunarım.

Kazim ŞİMEK
TOKAT 2025

ÖZET

RÖNTGEN GÖRÜNTÜLEME CİHAZLARI İÇİN 3B. DİJİTAL ORTAM MODELLEMESİ VE EĞİTİM UYGULAMASI

Şimşek, Kazım

Yüksek Lisans Tezi, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Cengiz GÜNGÖR

28.02.2025, XV + 88 Sayfa

Sağlık, kişilerin sosyal, fiziksel ve zihinsel açıdan tam olarak bir iyilik halinde olmalarını ifade eder. Günümüzde sağlık eğitimi, bireylerin bu bütünsel sağlık anlayışına ulaşmaları ve sağlık profesyonellerinin nitelikli bir şekilde yetiştirilmesi için kritik bir rol oynamaktadır. Geleneksel eğitim yöntemlerinin yanı sıra, dijital eğitim ve simülasyon teknolojileri sağlık eğitiminde giderek daha fazla kullanılmaktadır. Dijital eğitim, zaman ve mekân kısıtlamalarını ortadan kaldırır. Öğrencilere daha erişilebilir bir öğrenme ortamı sunar. Aynı zamanda, pratik bir öğrenme imkânı sağlar. Sağlıkta dijital eğitim, öğrencilere teori ile pratiği bir arada deneyimleyebilme fırsatı sunar. Bu sayede, sağlık hizmetlerinin kalitesi artar.

Bu çalışmada, röntgen görüntüleme cihazları için geliştirilen üç boyutlu (3B) dijital eğitim ortamının modellemesi ve röntgen çekim pozisyonları ele alınmıştır. Blender yazılımı kullanılarak 3B modeller oluşturulmuştur. Bu modeller, Unity oyun motoru ile animasyonlu hale getirilmiştir. Geliştirilen eğitim uygulaması, radyoloji eğitimi alan öğrenciler ve röntgen teknisyenleri için tasarlanmıştır. Uygulama, kullanıcıların röntgen çekim pozisyonlarını öğrenmelerini ve uygulamalı eğitim yapmalarını sağlamayı amaçlamaktadır. Bu uygulama, 9 ana kategori ve 95 farklı röntgen çekim pozisyonunu simüle edebilecek bir yapıya sahiptir. Uygulama hem masaüstü uygulaması olarak hem de mobil cihazlarla uyumlu olarak tasarlanmıştır.

Uygulamanın temel amacı, radyoloji öğrencilerinin teorik olarak öğrendikleri bilgileri uygulamalı olarak pekiştirmelerine yardımcı olmak ve röntgen teknisyenlerinin unuttukları ya da eksik bildikleri çekim pozisyonlarını öğrenmelerini kolaylaştırmaktır. Her bir röntgen çekim pozisyonu, animasyonlarla desteklenmiş ve kullanıcıların gerçeğe yakın bir deneyim

yaşaması sağlanmıştır. Hasta karakteri pozisyon alırken, röntgen cihazı da doğru açı ve pozisyonlara otomatik olarak yerleşmektedir. Böylece hasta karakterin istenilen röntgen çekim pozisyonuna uygun şekilde vaziyet alması sağlanmaktadır. Pozisyon, farklı mesafelerden ve açılardan detaylı olarak incelenmektedir. Oluşan röntgen filmi görüntüsü de ayrıntılı bir şekilde analiz edilebilmektedir.

Bu çalışma kapsamında geliştirilen uygulamanın etkililiğini değerlendirmek amacıyla bir anket düzenlenmiş ve 47 katılımcıdan 30 soruluk Likert ölçeği ile geri bildirim toplanmıştır. Anket sonuçlarına göre: Katılımcıların %86,24'ü uygulamanın gerçeğe uygunluğunu ve kullanım kolaylığını olumlu değerlendirmiştir. %11,28'lik bir kesim kararsız kalmış, bu da uygulamanın bazı alanlarda geliştirilme potansiyeline işaret etmektedir. %2,48 oranında katılımcı ise olumsuz geri bildirimde bulunmuştur, bu oran oldukça düşüktür. Anket sonuçları, uygulamanın grafik kalitesi, kullanıcı dostu arayüzü ve eğitim amaçlı etkinliği açısından başarılı olduğu büyük beğeni topladığını ortaya koymaktadır. Katılımcılar, uygulamanın 3B modelleme ile gerçek dünya ortamlarını başarıyla simüle ettiğini ve bu sayede eğitim süreçlerine entegre edilmesinin faydalı olacağını belirtmişlerdir. Dijital eğitim araçlarının sağlık eğitimine entegre edilmesi, öğrencilerin ve teknisyenlerin pratik becerilerini geliştirerek sağlık hizmetlerinin kalitesini artırmaktadır.

Sonuç olarak, geliştirilen bu dijital röntgen eğitim uygulaması, radyoloji öğrencileri ve röntgen teknisyenleri için etkili bir pratik eğitim aracı olarak öne çıkmaktadır. Bu uygulama, eğitim süreçlerinde teorik bilginin pratik deneyimlerle pekiştirilmesini sağlayarak, kullanıcıların öğrenme süreçlerine aktif bir şekilde katılmalarını ve röntgen çekim pozisyonları konusunda becerilerini geliştirmelerini sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Röntgen Cihazı, 3B Modelleme, Dijital Eğitim, Mobil Uygulama

ABSTRACT

3D DIGITAL ENVIRONMENT MODELING AND EDUCATION APPLICATION FOR X-RAY IMAGING DEVICES

Şimşek, Kazim

Master's Thesis, Department of Computer Engineering

Advisor: Dr. Öğr. Üyesi Cengiz GÜNGÖR

28.02.2025, XV + 88 Pages

Health refers to people being in a state of complete social, physical and mental well-being. Today, health education plays a critical role in helping individuals reach this holistic understanding of health and in educating health professionals in a qualified manner. In addition to traditional education methods, digital education and simulation technologies are increasingly used in health education. Digital education eliminates time and space constraints. It offers students a more accessible learning environment. At the same time, it provides a practical learning opportunity. Digital education in health offers students the opportunity to experience theory and practice together. In this way, the quality of health services increases.

In this study, modeling of the three-dimensional (3D) digital education environment developed for x-ray imaging devices and x-ray shooting positions are discussed. 3D models were created using Blender software. These models were animated with the Unity game engine. The developed educational application is designed for radiology students and x-ray technicians. The application aims to enable users to learn x-ray positions and provide practical training. This application has a structure that can simulate 9 main categories and 95 different x-ray positions. The application is designed to be compatible with both desktop applications and mobile devices.

The main purpose of the application is to help radiology students practically reinforce the theoretical knowledge they have learned and to make it easier for x-ray technicians to learn the shooting positions they have forgotten or know incompletely. Each x-ray position is supported by animations, ensuring users have a lifelike experience. While the patient character is positioned, the x-ray machine automatically positions itself

at the correct angles and positions. The position is examined in detail from different distances and angles. The resulting X-ray image can also be analyzed in detail.

In order to evaluate the effectiveness of the application developed within the scope of this study, a survey was organized and feedback was collected from 47 participants with a Likert scale of 30 questions. According to the survey results:

86.24% of the participants evaluated the application's fidelity and ease of use positively. 11.28% were undecided, which indicates the potential for the application to be developed in some areas. 2.48% of the participants gave negative feedback, which is quite low. The survey results reveal that the application was highly appreciated in terms of its graphic quality, user-friendly interface and educational effectiveness. Participants stated that the application successfully simulates real-world environments with 3D modeling and that it will be useful to integrate it into educational processes. Integrating digital educational tools into health education improves the quality of health care by improving the practical skills of students and technicians.

As a result, this developed digital x-ray training application stands out as an effective practical training tool for radiology students and x-ray technicians. This application ensures that theoretical knowledge is reinforced with practical experiences during training processes, enabling users to actively participate in the learning processes and improve their skills in x-ray positions.

Keywords: X-Ray Device, 3D Modeling, Digital Education, Mobile Application

İÇİNDEKİLER

ETİK SÖZLEŞME	ii
JÜRİ KABUL VE ONAY	iii
ÖNSÖZ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
ŞEKİL LİSTESİ	13
TABLO LİSTESİ.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Sağlık Eğitiminde Simülasyon Kullanımı.....	1
1.2. Radyoloji Eğitiminde Dijital Dönüşüm.....	1
1.3. Tezin Amacı ve Kapsamı	2
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ	3
3. GENEL BİLGİLER	8
3.1. Eğitim.....	8
3.1.1. Uygulamalı Eğitim	8
3.1.2. Dijital Eğitim	9
3.1.3. Dijital Eğitim Araçları.....	9
3.1.4. Dijital Eğitim Platformlarının Sağladığı Avantajlar.....	10
3.1.5. Blender Programı.....	11
3.1.6. Blender ile 3D Modelleme	12

3.1.7. Unity Programı	15
3.2. Sağlık.....	16
3.2.1. Tıbbi Görüntüleme Yöntemleri	17
3.2.2. Röntgen.....	18
3.2.3. Röntgen teknisyeni	19
3.3. Sağlıkta Dijital Eğitim.....	19
4. MATERYAL VE YÖNTEM	20
4.1. Materyal	20
4.1.1. Donanım	20
4.1.2. Yazılım	21
4.2. Yöntem.....	23
4.3. Uygulamanın Blender Programı ile 3B Modellenmesi	23
4.4. Uygulamanın Akış Diyagramı	29
4.5. Uygulamanın Unity ile Kodlanması ve Animasyonlar	31
4.5.1. Uygulamanın Unity ile kodlanması	31
4.5.2. Uygulamada kullanılan animasyonlar	33
4.6. Unity3D ile Uygulamanın Windows Ortamında Geliştirilmesi	36
4.6.1. Uygulamanın Windows ana ekranı.....	38
4.6.2. Uygulamanın Android ana ekranı.....	40
4.6.3. Uygulamanın Windows kullanım kılavuzu	41
4.6.4. Uygulamanın Android kullanım kılavuzu	42
4.7. Röntgen Çekim Pozisyonları.....	44
4.7.1. Karanium (kafa) çekim pozisyonları	45
4.7.2. Fasial (yüz) çekim pozisyonları.....	47

4.7.3. Vertebralar (omurlar) çekim pozisyonları	49
4.7.4. Toraks (göğüs) çekim pozisyonları	51
4.7.5. Omuz çekim pozisyonları	54
4.7.6. Üst ekstremiteler çekim pozisyonları	56
4.7.7. Batın (abdominal) çekim pozisyonları.....	58
4.7.8. Pelvik çekim pozisyonları	60
4.7.9. Alt ekstremiteler çekim pozisyonları.....	62
5. BULGULAR VE TARTIŞMA	65
5.1. Kullanılan Ölçme Yöntemi	65
5.2. Katılımcıların Sosyodemografik Bilgilerine İlişkin Bulgular	66
5.3. Uygulama Değerlendirme Sonuçlarına İlişkin Bulgular	69
5.4. Elde Edilen Bulguların Yorumlanması	72
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	74
6.1. Sonuçlar.....	74
6.2. Uygulamanın Sağlayacağı Faydalar	74
6.3. Öneriler	77
7. KAYNAKLAR.....	79
EKLER	83
Ek 1. Kitap Kullanım İzni	83
Ek 2. Uygulama Değerlendirme Formu	84
Ek 3. Etik Kurul Onayı.....	87
ÖZGEÇMİŞ	88

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar	Açıklama
2B	: İki Boyutlu
3B/3D	: Üç Boyutlu
AP	: Anterior (Ön taraf) Pasterior (Arka taraf)
APK	: Android Package Kit
AR	: Artırılmış Gerçeklik
BT	: Bilişim Teknolojileri
CPU	: Merkezi İşlem Birimi
CT	: Bilgisayarlı Tomografi
DICOM	: Tıpta Sayısal Görüntüleme ve İletişim
FBX	: FilmBox (Dosya kayıt formatı)
LMS	: Öğrenme Yönetim Sistemleri
MB	: Mega Bayt
MR	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
PA	: Pasterior (Arka taraf) Anterior (Ön taraf)
RAM	: Rastgele Erişimli Bellek
RGB	: Red (kırmızı), Green (yeşil) ve Blue (mavi)
SG	: Sanal Gerçeklik
UI	: Kullanıcı Arayüzü
UV	: Ultraviyole
VR	: Sanal Gerçeklik
VRM	: ViewRanger Map (Dosya kayıt formatı)
X-Ray	: Röntgen

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No	Sayfa
Şekil 3. 1. Blender programı arayüz görüntüsü.	13
Şekil 3. 2. Unity oyun motoru programı ana ekranı.	16
Şekil 3. 3. Tıbbi görüntüleme yöntemlerinin sınıflandırılması.....	17
Şekil 4. 1. Uygulamanın 3B wireframe modda görünümü.	24
Şekil 4. 2. Uygulamanın 3B solid modda görünümü.....	25
Şekil 4. 3. Uygulamanın 3B material preview modda görünümü.	26
Şekil 4. 4. Uygulamada kullanılan karakterlerin 3B wireframe görünümü.....	27
Şekil 4. 5. Röntgen cihazının 3B wireframe görünümü.	28
Şekil 4. 6. Röntgen cihazının 3B solid görünümü.	28
Şekil 4. 7. Röntgen cihazının 3B material preview görünümü ve bileşenleri.	29
Şekil 4. 8. Uygulamanın akış şeması.	30
Şekil 4. 9. Uygulamada kullanılan animasyonların animatör panelinde görünümü.	34
Şekil 4. 10. Uygulamada bulunan animation bölümünden bir görünüm.	35
Şekil 4. 11. Uygulamanın hierarchy, project, assets ve inspector panellerinin görünümü... ..	36
Şekil 4. 12. Uygulamada kullanılan Canvas bileşenleri.	37
Şekil 4. 13. Uygulamanın menü ve panel bölümünün C# kodları.	38
Şekil 4. 14. Uygulamanın Windows ana ekranı.....	39
Şekil 4. 15. Uygulamanın röntgen odası teknisyen bölümünün görünümü.....	40
Şekil 4. 16. Uygulamanın Android ana ekranı.....	41
Şekil 4. 17. Uygulamanın Windows kullanım kılavuzu.	42
Şekil 4. 18. Uygulamanın Windows kullanım kılavuzu.	43
Şekil 4. 19. PA (Posterior-Anterior) Kranium çekim pozisyonu.....	46
Şekil 4. 20. PA (Poster-Anterior) grafisi.	46
Şekil 4. 21. Sinüsler-Water's grafisi çekim pozisyonu.....	48
Şekil 4. 22. Sinüsler-Water's grafisi.	49
Şekil 4. 23. Lombo-sakrol Fonksiyonel Grafler çekim pozisyonu.....	50
Şekil 4. 24. Lombo-sakrol Fonksiyonel Grafler çekim pozisyonu.	51
Şekil 4. 25. Sterno Klavikuler Eklem Anterior Oblik Grafi çekim pozisyonu.	53
Şekil 4. 26. Sterno Klavikuler Eklem Anterior Oblik Grafi.	53

Şekil 4. 27. Omuz Lateral Grafi çekim pozisyonu.	55
Şekil 4. 28. Omuz Lateral Grafisi.	55
Şekil 4. 29. El Bileği Navikuler (Skafoïd) çekim pozisyonu.....	57
Şekil 4. 30. El Bileği Navikuler (Skafoïd) grafisi.....	57
Şekil 4. 31. Ayakta Direkt Batın Grafisi PA çekim pozisyonu.	59
Şekil 4. 32. Ayakta Direkt Batın Grafisi PA.....	59
Şekil 4. 33. Pelvis (Kalça) Kurbağa Pozisyonu çekim görüntüsü.	61
Şekil 4. 34. Pelvis (Kalça) Kurbağa Pozisyonu grafisi.	61
Şekil 4. 35. Ayak Baş Parmağı Lateral çekim pozisyonu.....	63
Şekil 4. 36. Ayak Baş Parmağı Lateral grafisi.....	64
Şekil 5. 1. Katılımcıların yaş durumlarına göre dağılımı.	67
Şekil 5. 2. Katılımcıların cinsiyete göre dağılımları.	68
Şekil 5. 3. Eğitim durumuna göre katılımcı oranları.	68
Şekil 5. 4. Katılımcıların mesleklere göre dağılımları.....	69
Şekil 5. 5. Katılımcıların çalıştığı sektöre göre dağılımları.....	69
Şekil 5. 6. Cevapların sayıları ve yüzde oranları.	72

TABLO LİSTESİ

Tablo No	Sayfa
Tablo 4. 1. Windows için donanım gereksinimleri.	20
Tablo 4. 2. Android için donanım gereksinimleri.	21
Tablo 4. 3. Vücut röntgen çekim bölümleri (Özdemir, 2015).....	44
Tablo 4. 4. Karanium (kafa) çekim pozisyonları.	45
Tablo 4. 5. Fasial (yüz) çekim pozisyonları.	47
Tablo 4. 6. Vertebralar (omurlar) çekim pozisyonları.	49
Tablo 4. 7. (Devam) Vertebralar (omurlar) çekim pozisyonları.	50
Tablo 4. 8. Toraks (göğüs) çekim pozisyonları.....	52
Tablo 4. 9. Omuz çekim pozisyonları.	54
Tablo 4. 10. Üst ekstremiteler çekim pozisyonları.....	56
Tablo 4. 11. Batın (abdominal) çekim pozisyonları.....	58
Tablo 4. 12. Pelvik çekim pozisyonları.....	60
Tablo 4. 13. Alt ekstremiteler çekim pozisyonları.	62
Tablo 5. 1. Likert ölçeği değerleri (Bayat, 2014).....	65
Tablo 5. 2. Değerlendirme yapan katılımcıların demografik yapıları.	66
Tablo 5. 3. (Devam) Değerlendirme yapan katılımcıların demografik yapıları.....	67
Tablo 5. 4. Uygulama değerlendirme formuna verilen yanıtlar (1-15. sorular).....	70
Tablo 5. 5. Uygulama değerlendirme sorularına verilen yanıtlar (16-30. sorular).....	71
Tablo 5. 6. Anket sonuçlarından elde edilen değerler.	71

1. GİRİŞ

Sağlık eğitimi, bireylerin fiziksel sağlığını koruyan bilgi ve becerilerin kazanılmasını sağlar. Aynı zamanda, zihinsel sağlığı iyileştiren beceriler kazandırır. Dijitalleşmenin sağlık eğitimine entegrasyonu, öğrencilerin hem teorik hem de pratik bilgilerini daha erişilebilir, esnek ve interaktif ortamlarda öğrenmelerine imkân tanımaktadır. Dijital eğitim yöntemleri, sağlık profesyonellerinin eğitimini destekleyerek daha etkin bir öğrenme ortamı sunmaktadır. Özellikle son yıllarda oldukça gelişen simülasyon teknolojileri, karmaşık klinik senaryoları gerçeğe yakın bir ortamda sunarak öğrencilerin becerilerini geliştirmektedir (Akalın ve Veranyurt, 2020). Dijital eğitim, sağlık eğitimi süreçlerinde giderek daha önemli bir rol oynamaktadır. Çünkü dijital eğitim, zaman ve mekândan bağımsız öğrenme imkânı sunar ve öğrencilerin uygulamalı bilgi edinmelerine yardımcı olur (Mohamed El-Kishawi ve ark., 2024). Dijital sağlık eğitimleri, özellikle radyoloji gibi doğru tekniklerin kritik olduğu ve hastaların yoğun radyasyona maruz kaldığı alanlarda büyük fırsatlar yaratmaktadır (Interactive Teaching Environment, 2024).

1.1. Sağlık Eğitiminde Simülasyon Kullanımı

Eğitimde simülasyon kullanımı tüm sağlık alanlarında yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu teknoloji öğrencilerin teorik olarak öğrendikleri klinik becerilerini daha güvenli bir ortamda geliştirmelerini sağlar. Simülasyonlu eğitimde öğrencilerin hata yapma oranını azaltılarak daha güvenli ve etkili bir eğitim ortamı sağlar. Simülasyonla eğitim sayesinde öğrenciler gerçeğe yakın bir ortamda pratik beceriler kazanarak etkili bir öğrenme deneyimi yaşamaktadır (Yıldırım ve ark., 2019). Röntgen Cihazı Kullanım Eğitimi uygulamasının doğru pozisyon ve etkili animasyonlarıyla sağlık profesyonellerine ve radyoloji öğrencilerine pratik yapma imkânı sağlamaktadır.

1.2. Radyoloji Eğitiminde Dijital Dönüşüm

Radyoloji eğitimi, X ışınlarının keşfiyle birlikte tıbbi görüntüleme alanında önemli bir yere sahiptir. Radyografi eğitiminde, hastanın doğru bir şekilde pozisyonlaması ve X-ray cihazlarının etkili kullanımı temel becerilerdendir. Ancak geleneksel yöntemler, uygulama fırsatlarının sınırlı olması nedeniyle yetersiz kalabilmektedir. Dijital simülasyon araçları,

temel röntgen becerilerinin geliştirilmesine katkıda bulunarak, radyoloji öğrencilerine ve röntgen teknisyenlerine daha fazla pratik yapma olanağı sunmaktadır (Mohamed El-Kishawi ve ark., 2024). Radyoloji eğitimi, röntgen pozisyonlarının doğru bir şekilde konumlandırılmasını ve güvenli bir çalışma ortamı oluşturmanın temelini oluşturur. Dijital tabanlı simülasyonlar, radyoloji alanında eğitim gören öğrencilerin pratik deneyim kazanmasını sağlar ve bu da onların kendi alanlarında mesleki becerilerini artırır (Sezer ve Orgun, 2017).

1.3. Tezin Amacı ve Kapsamı

Röntgen Görüntüleme Cihazları İçin 3 Boyutlu (3B) Dijital Ortam Modellemesi ve Eğitim Uygulaması röntgen görüntüleme cihazları için 3 boyutlu dijital bir eğitim ortamı geliştirmeyi ve bu ortamın radyoloji öğrencilerinin ve röntgen teknisyenlerinin sağlık eğitimine katkılarını incelemeyi amaçlamaktadır. Blender yazılımı ile 3 boyutlu modelleme, Unity oyun motoru ile animasyon ve etkileşimli simülasyonlar oluşturulmuştur. Radyoloji öğrencileri ve röntgen teknisyenleri için insan vücudunun 9 ana kategoride bulunan 95 farklı röntgen çekim pozisyonu simüle edilmiş olup, kullanıcıların gerçeğe yakın bir eğitim deneyimi yaşaması sağlanmıştır. Bu dijital eğitim aracı, öğrenme süreçlerinde teorik bilgilerin pratik becerilerle bütünleşmesini kolaylaştırarak, özellikle röntgen çekim pozisyonlarını doğru bir şekilde öğretmek öğrencilerin uygulama becerilerini ve mesleki yeterliliklerini artırır. Aynı zamanda röntgen teknisyenlerinin çeşitli sebeplerle unutmuş oldukları veya hatırlayamadıkları röntgen çekim pozisyonlarını yeniden hatırlamalarını sağlar. Radyoloji bölümünde okuyan üniversite öğrencilerinin teorik olarak öğrenmiş oldukları bilgileri, zamandan ve mekândan bağımsız olarak güvenli bir şekilde pratik yapma imkânı sağlamaktadır. Röntgen Cihazı Kullanım Eğitimi uygulaması sağlık eğitiminde dijitalleşmenin sunduğu avantajları ortaya koymaktadır.

Bu çalışmadan Tokat Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırmalar Dergisinde (GBAD) 2025 yılı içerisinde yayınlanmak üzere bir dergi yayınıımız kabul edilmiştir (Doğanay ve ark., 2025).

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Bu bölümde, röntgen görüntüleme cihazları ve bu cihazlar için geliştirilen dijital ortam modelleme ve eğitim uygulamaları ile ilgili yapılmış önceki çalışmalar incelenmiştir. Literatür taraması, X-ray teknolojisi ve radyoloji eğitime yönelik dijital simülasyonlar, 3D modelleme teknikleri ve eğitimde sanal gerçeklik uygulamalarına odaklanmaktadır. Ayrıca, bu teknolojilerin sağlık sektöründe kullanımı, kullanıcı deneyimi ve eğitim verimliliği açısından sağladığı katkılar gözden geçirilmiştir. Mevcut çalışmaların incelenmesi, bu çalışmanın hangi boşlukları doldurabileceği ve literatüre nasıl katkıda bulunacağı hakkında fikir vermektedir.

Makara (1996), yapmış olduğu simülasyon programında 3D modeller ile bilgisayar ekranında kullanıcılara 3D ortamda bulunma hissi vermeyi amaçlamıştır. Noktalardan doğrular, doğrulardan yüzeyler ve bunların hepsi ile 3D nesneleri oluşturmuştur. İki boyutlu bilgisayar ekranında tek noktalı perspektif projeksiyon yöntemi kullanarak 3D nesnelerin izdüşümünü almıştır. Nesnelere olan bakış açısı ve uzaklık mouse ile değiştirilerek hareket işlemi sağlanmıştır (Makara, 1996).

Akın (2022), yapmış olduğu 3B dijital uygulamada sanal gerçeklik teknolojisinden faydalanmıştır. Kullanıcıların bulundukları ortamdan sanal gerçeklik ekipmanları ile bir otomobil mağazasını gezebilecek, etkileşimlerde bulunabileceklerdir. Çalışma için gerekli 3D modelleri Blender programında, yazılımı ise Unity 3D oyun motoru ile yaparak uygulamayı geliştirmiştir. Yapılan uygulamayı 26 kişinin katılımı ile test etmiştir. Katılımcılar geliştirilen uygulamayı faydalı, yenilikçi ve eğlenceli bulmuşlardır. (Akın, 2022).

Komşul (2012), yüksek lisans tezinde Virtual Haptic Device isimli bir dijital uygulama geliştirmiştir. Bu uygulama zihinsel engelli bireylerin eğitimi ile ilgili bir çalışmadır. Bilgilerin görsel olarak alınması daha uzun sürede hafıza da tutulmasını sağlamaktadır. Oyun formatında yapılmış olan bu çalışma, bireylere daha verimli öğrenme fırsatı sağlamaktadır. Bu uygulama ile öğretmenlerin zihinsel engelli bireylere, web tabanlı SG teknolojisi ile öğretme süreçlerinin daha kalıcı ve kolay olabileceğini göstermektedir.

Böylelikle bireylerin mesleki ya da sosyal hayatta önlerine çıkabilecek problemleri çözmeleri için gerekli kavramları SG ile öğretilmesi hedeflenmiştir (Komşul, 2012).

Güleç (2018), Yapmış olduğu doktora tezinde, kişilere gereksinim analizinden yazılım testine kadar devam eden süreçte yazılım geliştirme görevlerine dayanan bir interaktif sanal gerçeklik tecrübesi deneyimleyebilecekleri bir ortam sunmaktadır. Burada yazılım geliştiricileri, 5 karakterle birlikte işe yeni alınmış bir kişi rolündedir. Uygulama, kullanılan 5 karakter yapay zekâ tarafından kontrol edilmektedir. Böylelikle kişiler, yazılım geliştirmede gerçek dünyadaki projelerinde yaşanabilecek sorunları simülasyonda görebilmektedirler. Tasarlanan bu sanal ortam ile yazılım dünyasına eğitim platformu yapmak amaçlanmıştır. Yapılan testler ile eğitim platformunun, yazılım geliştiricilerinin öğrenimi için verimli olduğu sonucuna varılmıştır (Güleç, 2018).

Güneş (2020), doktora tezinde el yapımı patlayıcı maddelerin tespiti ile ilgili bir sanal gerçeklik uygulaması yapmıştır. Unity3D platformunda geliştirilen uygulamada gerekli 3D nesneler bulunmaktadır. Oluşturulan senaryolar ile kullanıcıların patlayıcı maddeleri aktif etmeden tespit etmeleri istenmiştir. Çalışmanın patlayıcı maddelerin tespitinde görevli kişilerin eğitiminde kullanılması amaçlanmıştır (Güneş, 2020).

Yerden (2020), doktora tezinde Mekatronik eğitimi için Zenginleştirilmiş Sanal Gerçeklik Destekli Uzaktan Eğitim Laboratuvarı isimli bir uygulama geliştirmiştir. Mühendislik ve ön lisans öğrencilerine eğitim verilmesi amaçlanmıştır. Bu uygulama ile, katılımcıların mobil cihazlar ile internet tabanlı uzaktan erişimli laboratuvara ulaşmalarını sağlayarak, ders uygulamalarını gerçekleştirmeleri sağlanmıştır. Bu anlamda zenginleştirilmiş sanal gerçeklik destekli internet tabanlı uzaktan erişim teknolojisinin mobil sistemler üzerinden gerçekleştirilerek kullanıcıların erişimine olanak sağlaması planlanmıştır. Yapılan uygulamanın anket sonuçlarına göre öğrencilerin %45 oranında daha başarılı oldukları görülmüştür. Sanal laboratuvar ile derslerin öğrencilerin daha çok dikkatini çektiği ve dersin güvenilirlik oranının arttığı anlaşılmıştır (Yerden, 2020).

Tai ve ark. (2022), eğitim amaçlı bir sanal gerçeklik uygulaması geliştirmişlerdir. Teknik eğitim öğrencileri için yapılan bu çalışmada araba detaylandırılması eğitimi

yapılmaktadır. Geliştirilen uygulama 143 öğrencinin katılımıyla test edilmiştir. Çalışmalar sonucunda VR’da tasarlanan eğitimin öğrencilerin ilgisini çektiği ve öğrenmeye olumlu katkılarının olduğu gözlemlenmiştir (Tai ve ark., 2022).

Sezer (2009), tez çalışmasında rehabilitasyon bölümündeki doktor ve hastalar için sanal gerçeklik teknolojisini kullanarak fizik tedaviye destek olmak amacıyla bir oyun sistemi geliştirmiştir. Bu uygulamada puan ve zaman bilgisi bulunmaktadır. Bu bilgiler doktorlara gönderilerek hastaların kontrolü yapılabilmektedir. Bu geliştirilen uygulamanın en önemli özelliği hastaların tedavi sürecinde motivasyonlarının bozulmamasıdır. Böylelikle hastalar gerekli kaslarını daha iyi çalıştırmış ve tedavilerinin daha kısa sürede sonuç vermesi sağlanmıştır (Sezer, 2009).

Saposnik ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada 18 ile 85 yaş arasındaki felçli hastaların tedavisinde kullanılmak üzere Evrest isimli bir sanal gerçeklik uygulaması geliştirmiştir. Uygulama ile 22 hasta 6 ay boyunca çalışmalara tabi tutulmuştur. Yapılan çalışma sonucunda VR teknolojisi ile tedavinin hastalar üzerinde olumlu etkilerinin olduğu görülmüştür (Saposnik ve ark, 2010).

Erdem (2012), Mobical Health on Mobile isimli dijital bir sağlık uygulaması geliştirmiştir. Uygulama mobil cihazlar için geliştirilmiştir. Uygulama ile hastaların online muayene randevusu almaları amaçlanmıştır. Hastalar uygulama sayesinde uygulama listesinde bulunan hastane ve doktorları görebilmektedir. İlgili hastane, poliklinik ve doktor seçildikten sonra tarih ve saat seçilerek randevu oluşturulmaktadır. Kullanıcılar aldıkları randevularına ne kadar süre kaldığını yine uygulamadan takip edebilmektedirler (Erdem, 2012).

Erturan (2013), Mobile Healthcare App isimli mobil sağlık uygulaması geliştirmiştir. BT çalışanları dijital sağlık uygulamaları geliştirmek için sağlık uzmanlarından destek almakta fakat bu süreçte çoğu zaman BT ve sağlık uzmanları arasında iletişim problemi ortaya çıkmaktadır. Bu uygulama ile alan uzmanlık bilgisine sahip sağlık çalışanları ile BT uzmanlarını aynı platformda bir araya getirmiştir. Yaptığı uygulama için 105 katılımcı ile çalışma yapılmış ve sonuçlar önerilen yöntemin hem BT hem de sağlık alanları için alternatif bir yöntem olduğunu göstermiştir (Erturan, 2013).

Gençtürk (2015), sağlık alanında yapmış olduğu dijital uygulama ile hastaların kendi sağlıklarının yönetimine dahil olması fikrindeki kavramların tamamına değinen bir kişisel sağlık sistemi sunmuştur. PHS4AS isimli bu sistemin amacı bu fikri gerçekleştiren bir uygulama yapmıştır. PHS4AS, romatizmal bir kronik hastalık olan ve Türkiye’de görülme oranı yüksek olan ankilozan spondilit hastalığını taşıyan hastalar için geliştirilmiştir. Geliştirilen sistem, 131 hasta ve 3 sağlık uzmanı tarafından kullanılmış ve değerlendirilmiştir (Gençtürk, 2015).

Öztürk (2015), hasta ve sağlık görevlisi etkileşimi özelliği bulunan mobil bir reçete hatırlatma ve planlama uygulaması tasarlanmış ve geliştirilmiştir. Project Medicine adlı dijital sağlık mobil uygulaması ile sağlık görevlileri hastaların tedavi süreçlerini uzaktan ve sürekli takip etme imkânı bulmaktadırlar. Kullanıcılar bu uygulamayı kullanarak reçete düzenleyebilir, reçetenin içeriğine göre tedavi zamanları hakkında uyarıda bulunabilirler. Uygulamada ilaçların prospektüs bilgileri de bulunmaktadır. Tüm bu bilgilere mobil telefon ile kolayca erişilebilmektedir (Öztürk, 2015).

Bozkurt (2021), yapmış olduğu çalışmada COVID-19 hastalığının yayılımını engellemek ve hızlı teşhis koymak için derin öğrenme teknikleri kullanarak bir çalışma gerçekleştirmiştir. COVID-19 ve zatürre hastalıkları radyolojik X-Ray görüntülerinde oldukça benzerlik göstermektedir. X-Ray tomografik görüntüleme COVID-19 teşhisinde kolay erişilebilir bir araç olarak kullanılmaktadır. Uygulanan yöntemler ile akciğer X-Ray görüntülerini COVID-19, normal ve zatürre hastaları olarak 3 sınıfta incelemişlerdir. 11 farklı yöntem ile gerçekleştirdiği çalışmada en yüksek başarı oranını %97,17 ile DenseNet121 metodunu kullanarak elde etmiştir (Bozkurt, 2021).

Ceylan ve İnik (2022), COVID-19 tespiti yapmayı amaçlayan özgün bir derin öğrenme modeli geliştirmişlerdir. Çalışmada kullandıkları veri setini kaggle açık erişimli platformdan sağlamışlardır. Bu veri setinde toplam 6000 adet görüntü bulunmaktadır. Veri setindeki 3600 görsel eğitim için kullanılmıştır. 1800 görsel test için ve 600 görsel ise doğrulama için kullanılmıştır. Yapılan deneysel sonucunda %99,7 başarı oranına ulaşmışlardır. Çalışma yapılan görsellerin netliği, boyutu, çalışmada kullanılan parametreler gibi etmenlerin başarı yüzdesini etkilediği sonucuna varmışlardır (Ceylan ve İnik, 2022).

Boza (2024), Dialysis Tracking App isimli dijital mobil sağlık uygulaması geliştirmiştir. Geliştirilen web ve mobil uygulama, hastaların günlük rutinlerini, randevularını ve sağlık durumlarını etkin bir şekilde takip etmelerini sağlamaktadır. Uygulama, hastaların tedavi takvimi, sıvı, kilo, ateş, ilaç, açı ve tahlil yönetimi, dokümantasyon arşiv yönetimi gibi konularda kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca, bu uygulama ile hastaların yetkilendirdikleri diyaliz merkezleri ile bu bilgileri paylaşarak, hizmet alımını kolaylaştırmakta ve tedavi süreçlerinin daha verimli yönetilmesine olanak tanımaktadır (Boza, 2024).

Nagendran ve ark. (2013), cerrahi  ğrencilerinin eğitimi amacıyla sanal gerçeklik uygulaması üzerine çalışmıştır. Sanal gerçeklik eğitimi ile öğrencilerin ameliyat performanslarının arttığı görülmüştür (Nagendran ve ark, 2013).

Kıssaboylu (2017), tez çalışmasında sanal gerçeklik ortamında ameliyat simülasyonu tasarlamıştır. Çalışma sırasında VR gözlüğün yanında el hareketlerinin algılanabilmesi için haptik robotik cihaz kullanılmıştır. Uygulamanın kodları Visual Studio ortamında C# kodlarıyla yapılmış, sanal olarak ameliyathane ve 3D ayak modellenmiştir. Geliştirilen uygulama rastgele seçilmiş 35  ğrenci üzerinde denenmiştir. Öğrencilere yapılan anket ile ameliyat öncesinde ve ameliyat sırasında uygulamanın öğrenmeyi artıracadıı sonucuna varılmıştır (Kıssaboylu, 2017).

Yapılan literatür araştırması sonucunda, dijital sağlık eğitim uygulamalarının sağlık eğitimine önemli katkılar sağladığı görülmüştür. Çeşitli teknolojik araçların kullanımı, sağlık çalışanlarının ve  ğrencilerinin eğitim sürecini daha etkili, erişilebilir ve dinamik hale getirmektedir. Özellikle sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve simülasyon tabanlı eğitim araçları, karmaşık tıbbi bilgilerin daha anlaşılır ve pratik bir şekilde aktarılmasına olanak tanımaktadır. Bununla birlikte, bu uygulamaların sürdürülebilir ve geniş çapta uygulanabilir olması için teknik ve pedagojik gelişimlerin devam etmesi önemlidir.

3. GENEL BİLGİLER

3.1. Eğitim

Eğitim, bireylerin bilgi, beceri ve değer kazanmasını amaçlayan düzenli bir süreçtir. Bu süreç, bireylerin kişisel gelişimlerini desteklemenin yanı sıra, toplumsal yapı içerisinde aktif ve etkili bir şekilde yer almalarını da hedefler. Eğitim yalnızca akademik bilginin edinilmesi ile sınırlı kalmaz; aynı zamanda sosyal ve kültürel değerlerin aktarımını da içerir. Bu bağlamda eğitim, bireylerin toplumsal normlara uygun davranışlar geliştirmelerini ve toplumun gereksinimlerine cevap verebilmelerini sağlamak için hayati bir rol oynar (Ünlü, 2019).

Ayrıca eğitim, bireylerin düşünsel ve duygusal yönlerini de geliştirerek, onların daha bilinçli ve sorumluluk sahibi bireyler olmalarına katkıda bulunur. Bu süreç, bireylerin eleştirel düşünme yeteneklerini geliştirmelerine, problem çözme becerilerini artırmalarına ve sosyal etkileşimlerini güçlendirmelerine olanak tanır. Dolayısıyla eğitim, sadece birey için değil, tüm toplum için sürdürülebilir bir gelişim ve ilerleme sağlama aracı olarak görülmektedir.

3.1.1. Uygulamalı Eğitim

Uygulamalı eğitim, öğrencilerin öğrenim gördükleri alanlarda pratik deneyim kazanmalarını sağlayan bir eğitim modelidir. Teorik bilgilerin somut deneyimlerle pekiştirildiği, öğrenenin aktif katılımını gerektiren bir öğretim yöntemidir. Bu tür eğitimde, öğrenciler derslerde edindikleri teorik bilgileri, laboratuvar, atölye, klinik veya saha çalışmaları gibi gerçek yaşam senaryolarında uygularlar. Bu model, öğrencilerin teorik bilgilerini gerçek iş ortamında uygulamalarına olanak tanır. Uygulamalı eğitimin amacı, öğrencilerin teorik bilgiye sahip olmalarının yanında bu bilgileri pratikte nasıl kullanacaklarını öğrenmelerini sağlamaktır. Yapılan araştırmalara göre, özellikle mesleki ve teknik alanlarda uygulamalı eğitim gören öğrenciler, mesleki becerilerini artırır ve problem çözme yeteneklerini geliştirir (Kolb, 1984).

Uygulamalı eğitim çoğunlukla "staj" olarak algılsa da, içeriği ve uygulama süresi bakımından stajdan daha kapsamlıdır. Öğrenciler öğrenim gördükleri sırada kamu sektörü, özel sektör ve diğer kuruluşlarda belirli bir süre tam zamanlı olarak hem çalışır hem de eğitim alırlar. Bu sırada iş tecrübesi kazanır ve iş dünyasına adaptasyon sağlarlar.

3.1.2. Dijital Eğitim

Dijital ifadesi genellikle elektronik araçları veya süreçleri ifade etmek için kullanılan bir kelimedir. Aslında dijital, elektronik cihazlar değil, verilerin elektronik ortamda tutulması ve işlenmesidir. Bu kapsamda baktığımızda dijital kavramı 1 ve 0'ların bir araya gelerek sonsuz bir döngü içerisinde iki bileşenli verilerin oluşturulmasıdır (Bozkurt ve ark., 2021).

Başka bir ifadeyle dijital eğitim, eğitim sistemine teknolojinin entegre edilmesiyle meydana gelen yeni bir öğrenme sürecidir. Dijital eğitim, eğitim yazılımları, tabletler, akıllı telefonlar, bilgisayarlar ve internet gibi dijital araçları kullanarak verilir. Bu eğitim hem yüz yüze hem de uzaktan yapılan bir uygulamadır. Bu nedenle daha esnek ve öğrenci odaklı bir öğrenme deneyimi sunar (Parlak, 2017).

Dijital platformlar, öğrencilere bilgi, yetkinlik, tutum ve davranışları geliştirmek veya mevcut olanları güçlendirmek için sıkça başvurulanan araçlardır. Ayrıca, sağlık alanında risk unsurlarını en aza indirme amacıyla hastaların sağlığını olumsuz etkileyebilecek uygulamalardan kaçınılmak ve meydana gelebilecek risk faktörlerini ortadan kaldırmak için dijital platformlar sıklıkla kullanılmaktadır (Kulakaç ve Çilingir, 2023)

3.1.3. Dijital Eğitim Araçları

Dijital eğitim araçları, eğitimi daha etkileşimli ve verimli hale getirmek, daha erişilebilir olmasını sağlamak için kullanılan araçlardır. Dijital eğitim araçları hem öğrencilerin hem de öğretmenlerin öğrenme süreçlerini daha verimli hale getirmeye olanak sağlar. Sık olarak kullanılan başlıca eğitim araçları ve platformları şunlardır.

- **Sanal ve Artırılmış Gerçeklik (VR/AR):** Bu eğitim formatı özellikle mühendislik, mimarlık, tıp ve bilim gibi alanlarda sanal ortamlarda gerçek dünya olaylarını

deneyimlemeyi sağlar. AR ve VR içeriği ile sınıf ortamında veya uzaktan derslerin etkili bir şekilde hazırlanmasına ve sunulmasına olanak sağlar.

- **Uzaktan Eğitim:** Bu formatta birbirinden uzak konumlarda bulunan öğrencilerin çevrimiçi olarak uzaktan derslere katılarak eğitim görmelerine olanak sağlar.
- **Eğitim Uygulamaları:** Genellikle mobil cihazlarda kullanılan uygulamalar hem yerel hem de çevrimiçi olarak kişilerin eğitim almalarını sağlar. Özellikle çocuklar için eğlenceli ve eğitici uygulamalar bulunmaktadır.
- **E-kitaplar ve Dijital Ders Materyalleri:** Bu eğitim yönteminde yazılı kitapların ve diğer materyallerin dijital ortamlara aktararak her ortamda eğitim alınmasını sağlar. Ülkemizde Millî Eğitim Bakanlığı tarafında sağlanan ders kitapları bu formata en iyi örnektir.
- **Çevrimiçi Eğitim Platformları:** Herkesin katılabileceği kursları oluşturur. Bu tür kursları üniversiteler ve diğer eğitim kurumları verebilir.
- **Karma Eğitim (Blended Learning):** Bu eğitim modelinde yüz yüze eğitim verilen ortamlarda eğitimin dijital içeriklerle ve yöntemlerle desteklenmesi sağlanır.
- **LMS (Learning Management Systems) - Öğrenme Yönetim Sistemleri:** Öğretmenlerin ders içeriklerini hazırlamasına, paylaşmasına ve ödevleri yönetmesine imkân sağlayan bir platform çeşididir. Öğrenciler online ve offline olarak içeriklere erişebilirler (Karaçalia ve ark., 2023).

3.1.4. Dijital Eğitim Platformlarının Sağladığı Avantajlar

Öğrenciyi merkeze alan öğrenme yönteminde, öğrencinin ilgi, ihtiyaç ve yeteneklerine göre öğrenme süreçleri belirlenir. Bu yaklaşımda öğrencilerin öğrenme süreçlerini kendi hızlarına göre yönlendirmelerine imkân sağlamaktadır. Öğrencilerin aktif olarak katılımlarını sağlar. Öğrencilerin ilgi alanlarını dikkate alarak aktif öğrenmeyi teşvik eder. Dijital eğitim platformları öğrenci merkezli yaklaşımı desteklemektedir (Özaydın ve Kumral, 2021).

Dijital eğitim platformları, özelleştirilmiş öğrenme deneyimleri sunarak öğrencilerin öğrenme ihtiyaçlarına uygun bir ortam oluşturmaktadır. Bu platformlar her öğrencinin öğrenme seviyesine uygun zorlukta içerikler sunarak öğrenciye uygun bir yol izlemesini

sağlamaktadır. Öğrenciler ilgi duydukları alanlara daha derinlemesine araştırma yapmaktadır. Zorlandıkları alanlarda daha fazla çalışabilmektedir.

Dijital eğitim platformları, öğrencilerin kendi öğrenme hızlarında öğrenme imkânı sağlamaktadır. Bu platformlar geleneksel sınıflara göre daha fazla esnek bir yaklaşım sunmaktadır. Öğrenciler istedikleri konuları istedikleri zaman ve mekânda inceleme imkanı bulmaktadır. Bu durum hızlı öğrenen öğrenciler için sıkıcı bir olmaktan kurtardığı gibi, yavaş öğrenen öğrenciler içinde daha uzun zaman harcayarak öğrenmelerine olanak tanımaktadır. Böylece her öğrenci kendi öğrenme hızında konuları öğrenmektedir (Yıldız ve Özarslan, 2022).

Dijital öğrenme platformları, öğrenciler arasındaki etkileşimi ve iş birliğini teşvik etmek amacıyla çeşitli araçlar sunar. Bu araçlardan bazıları sanal sınıflar, tartışma panoları, grup çalışmaları ve çevrimiçi diyaloglardır. Bu araçlar öğrencilerin birbirleriyle iletişim kurmalarını ve farklı bakış açılarından bilgi edinmelerini sağlar. Bu durum, öğrencilerin daha geniş bir perspektif kazanmalarına ve iş birliği yetkinliklerini geliştirmelerine katkıda bulunur.

Dijital eğitim platformları, öğrencilerin ilerleme durumlarını takip etmelerine olarak sağlayarak anlık geri bildirim alma imkânı sunmaktadır. Öğrenciler ödev puanları, performans analizleri, sınav sonuçları gibi verileri çevrimiçi olarak görebilmektedir. Bu durum öğrencilerin zayıf yönlerini geliştirme ve güçlü yönlerini belirleme imkânı sağlamaktadır. Bu platformlar aracılığıyla öğretmenler de öğrencilerin durumlarını anlık takip ederek onlara bireyselleştirilmiş rehberlik sağlayabilmektedir (Özaydın ve Kumral, 2021).

3.1.5. Blender Programı

3B tasarım yapmak için kullanıcıların hangi programı kullanacaklarına çalışmanın ihtiyaçları ve modellemeyi yapan kişilerin tercihlerine göre karar verirler. Günümüzde Blender, ZBrush, Cinema4D, FreeCAD, Fusion 360, Maya gibi birçok 3 boyutlu modelleme programı kullanılmaktadır.

Blender programı, ücretsiz ve açık kaynak olması nedeniyle en çok kullanılan 3 boyutlu modelleme programıdır. Blender programı ile 2B ve 3B modelleme, doku oluşturma, animasyon yapma gibi birçok özellik sunmaktadır. Program ilk olarak 1993 yılında geliştirilmeye başlanmış ve 1994 yılında ilk kararlı sürümü yayınlanmıştır. Blender Vakfı tarafından 2002 yılından itibaren geliştirilmeye devam etmektedir. Halen üst düzey kullanıcılar tarafından geliştirilen program ilgili olan herkes tarafından amatör ve profesyonel düzeyde kullanılmaktadır (Akın, 2022).

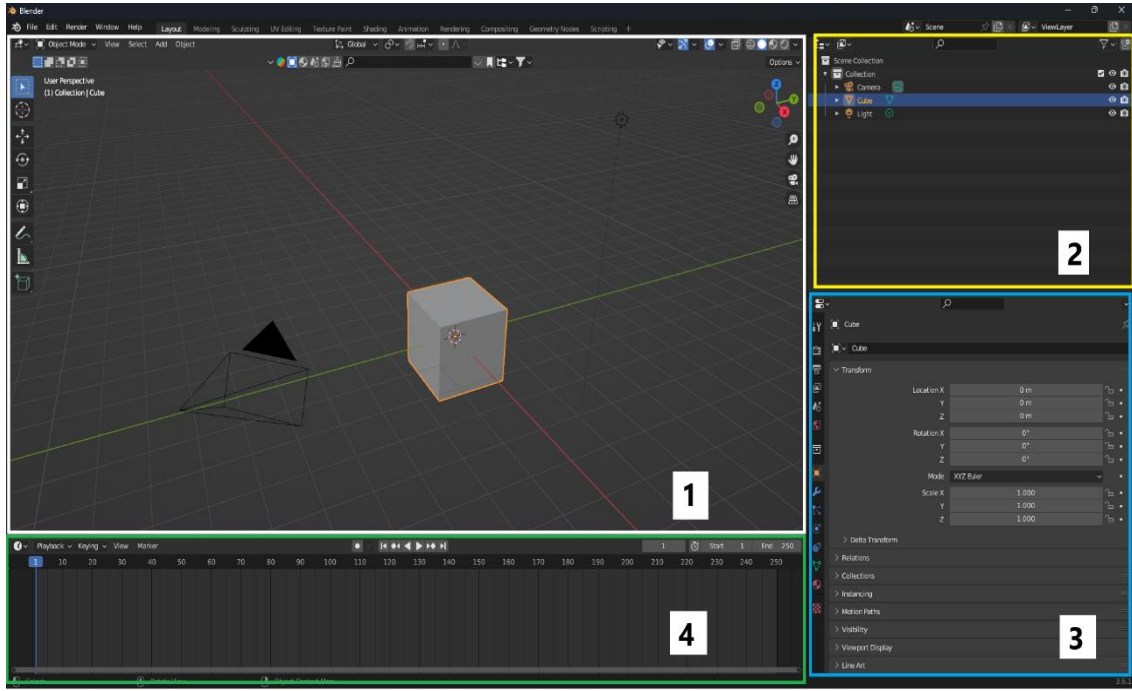
Blender'in saydığımız işlevleri yanında geniş bir eklenti yelpazesi olduğundan birçok işlem gerçekleştirilebilir. Blender programı 32 ve 64 bit sistemlerde çalışabilmektedir. Blender programı aşağıdaki belirtilen avantajlarından dolayı oldukça tercih edilmektedir (Hess, 2007).

- Programın boyutunun küçük olması (yaklaşık 328 MB.)
- Yazılımı açık kaynak kodlu olması
- Uygulamanın platformdan bağımsız olarak çalışması
- Kullanıcı kitlesinin geniş olması
- Genişletilebilir olması
- Birçok eklentiye sahip olması
- Diğer uygulama ve kütüphaneler ile bütünleştirilebilir olması
- Yüksek kaliteli 3B grafikleri desteklemesi
- Geliştirilme desteğinin devam etmesi
- Gelişmiş animasyon oluşturma yeteneği

3.1.6. Blender ile 3D Modelleme

Blender, kullanıcıların ve tasarımcıların yaratıcı konseptlerini hayata geçirmelerine olanak tanıyan son derece esnek ve açık kaynaklı bir 3B modelleme yazılımıdır. Şekil 3.1'de Blender programının açılış ekranı görülmektedir. Blender programının genel hatları ile aşağıdaki maddeler halinde inceleyebiliriz (Hosen ve ark., 2019).

Blender programı ilk açıldığında varsayılan olarak Şekil 3.1’de görülen 4 panel üzerinden uygulamalar geliştirilmektedir. Bu panellerden 1 numaralı panel modellemenin yapıldığı 3B objelerin bulunduğu Tasarım paneli, 2 numaralı panel tasarım ekranındaki objelerin isimlerinin bulunduğu Görünüm paneli, 3 numaralı panel tasarım ekranındaki seçili objeye ait özelliklerin bulunduğu Properties paneli ve 4 numaralı panel Blender programında yapılan animasyonların gösterildiği Animatör panelidir.



Şekil 3. 1. Blender programı arayüz görüntüsü.

Blender programında yapılan bazı işlemler şunlardır:

Blender'ı Başlatma: Kurulum tamamlandıktan sonra Blender uygulamasını başlatın. Unity ile son derece profesyonel Blender'ın çeşitli kullanıcı arayüzlerini içeren kullanıcı arayüzü karşımıza gelecektir. Ana ekranda çeşitli bölümlerden oluşan pencereler bulunmaktadır.

Arayüzde Gezinme: Bu bölüm kullanıcının çalışma alanıdır. 3B görünüm alanında nasıl hareket edileceği çok önemlidir çünkü burası modelimiz üzerinde çalışacağımız yerdir. Fare veya klavye kısayollarını kullanarak yörüngeye oturabilir, kaydırabilir ve

yakınlaştıracaktır.

Temel Nesne Ekleme: Blender programında işleyebileceğimiz temel bir nesneyi ekrana ekleme işlemidir. 3B görünümün sol üst kısmında görünen menüden "Ekle"yi seçerek "Mesh" ve "Cube" gibi temel şekilleri ekrana ekleyebiliriz.

Nesneyi Dönüştürme: Ekrana eklediğimiz 3B nesnesi hareket ettirme ve döndürme işlemlerini yapabiliriz. Bir küp nesnesi seçildiğinde dönüşümdeki araçları kullanabiliriz. Nesnenin konumunu, dönüşünü ve ölçeğini ayarlamak için bu bölüm kullanılır. Ekranın sol tarafındaki ilgili düğmeleri kullanabiliriz veya kısayolları kullanabiliriz (Taşıma için G, döndürme için R ve ölçekleme için S).

Düzenleme Modu: Bu modda ekranda seçili olan 3B nesneyi düzenleme işlemi yapılır. Ekrandaki nesnenin seçili olan köşe, kenar veya noktalarında tutularak şekil değiştirilebilir veya yeniden düzenlenebilir.

Exturud İşlemi: Exturud işleminde ekrandaki 3B nesnenin edit moddayken herhangi bir yüzey, kenar veya noktası seçilerek o bölümün genişletilmesi veya daraltılması işlemi yapılır. Klavyeden "E" tuşuna basılarak fare yardımıyla istenen işlem yapılır.

Loop Cut: Modelimize daha fazla ayrıntı vermek için seçili olan yüzeylere kesme atarak daha fazla ayrıntı elde ederiz. "Ctrl" ve "R" tuşlarını basılı tutarken imlec bir kenarın üzerine getirilir ve ardından fare sol tuşuna tıklanarak işlem yapılır. Böylece modelimiz ilmekli kesimler kullanılarak geliştirilebilir ve daha pürüzsüz yüzeyler verilebilir.

Materials and Textures: Oluşturulan nesnelere materyal ve doku uygulayarak modelimize daha gerçekçi bir görünüm kazandırılır. Yeni bir materyal oluşturmak için özellikler paneli açılır ve "Materyal Özellikleri" sekmesine gidilir. Daha sonra "Yeni" butonuna tıklanır. Materyalin renk, doku ve metalik özelliklerini değiştirebiliriz.

Işıklandırma ve Render Alma: Modeli vurgulamak için uygun aydınlatma işlemleri yapılır. Blender programında, kullanıcılara nokta, spot ve alan dahil olmak üzere çeşitli aydınlatma seçenekleri bulunur.

Kamera Yerleşimi: Yüksek kaliteli bir görüntü elde etmek için bir kameraya ihtiyaç duyulur. "Shift+A" tuşlarına basılıp ardından "Kamera"yı seçerek sahneye bir kamera eklenir. Doğru kompozisyon için modelin karşısına geçilerek kamera uygun açı ve pozisyonda ayarlanır.

Render Alma: Modelleme işlemi tamamlandığında “Render” alma işlemi yapılır. Render Özellikleri sayfasında çözünürlük, format gibi ayarlar yapılır. Gerekli ayarlamalar yapıldıktan sonra yüksek kaliteli bir görüntü oluşturulur.

Çalışmayı Kaydetme: Çıkış yapmadan önce çalışmalar kaydedilir. Projeye ait dosyayı kaydetmek için "Dosya" menüsünden "Kaydet" veya "Farklı Kaydet" seçeneklerinden biri seçilir. Çeşitli formatlarda çalışma kaydedilebilir.

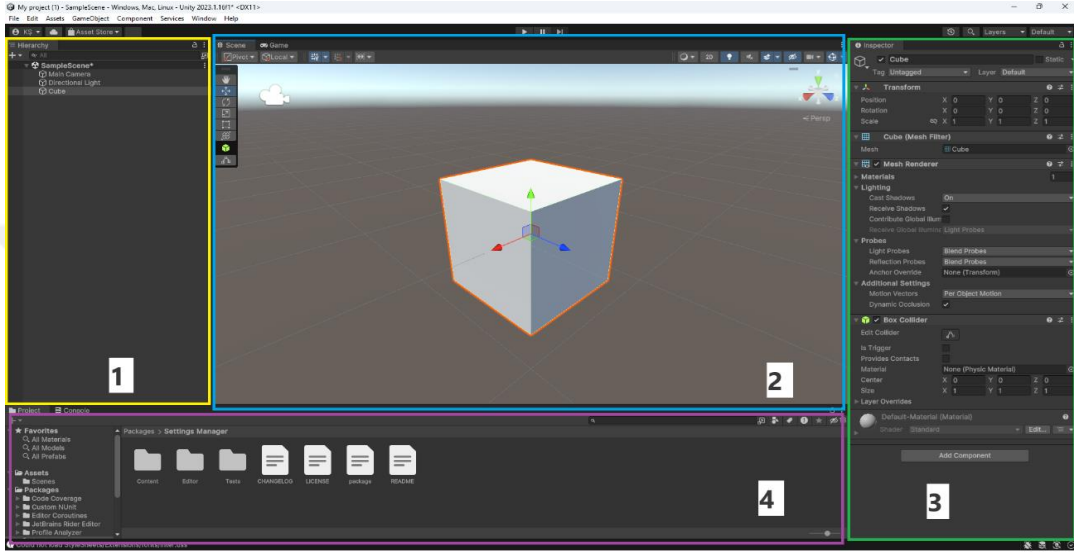
3.1.7. Unity Programı

Unity, Unity Technologies tarafından geliştirilen, Haziran 2005 tarihinde ilk sürümü yayınlanmış çapraz platform bir oyun motorudur. Unity, bir oyunu sıfırdan yapabilmek için gerekli olan tüm bileşenleri içeren en popüler oyun motorlarından biridir. Unity, Windows, Mac, Linux ve mobil işletim sistemleri gibi birçok platformla uyumlu çalışan bir oyun yapma programıdır. Unity oyun motoru, platformlar arası oyun tasarlama ve geliştirme imkanı sunan bir programdır. Unity programı ücretsiz ve oldukça esnekler. Unity ile son derece profesyonel oyunlar ve uygulamalar geliştirilebilir. Unity, kodlama dili olarak C# kullanmaktadır. C# programlama dili kullanılarak komut dosyaları düzenlenebilir. Unity'de çok fazla kodla uğraşmaya gerek kalmadan oyun geliştirmek mümkündür (Biurrun Quel ve ark., 2017).

C# programlama dilini destekleyerek bu alanda uygulama geliştiricilerin programlama işlemlerini kolaylaştırır. Unity, farklı platformlarda oyun yayınlama özelliği sayesinde oyunların daha geniş bir kitleye erişmesine olanak tanır (Özer, O., ve Özdemir, D. 2023).

Unity programı ilk açıldığında varsayılan olarak Şekil 3.2’de görülen 4 panel üzerinden uygulamalar geliştirilmektedir. Bu panellerden 1 numaralı panel simülasyon içindeki

objelerin listelendiği Hierarchy paneli, 2 numaralı panel 3B nesnelerin bulunduğu ve geliştirme ortamının görüntülendiği Scene paneli ve yapılan uygulamanın çalışma ön izlemesinin görüntülendiği Game paneli, 3 numaralı panel Hierarchy panelinde seçilmiş olan objenin bileşenlerinin yönetildiği ve özelliklerinin listelendiği Inspector paneli ve 4 numaralı panelde proje dosyalarının yönetildiği Project panelidir.



Şekil 3. 2. Unity oyun motoru programı ana ekranı.

3.2. Sağlık

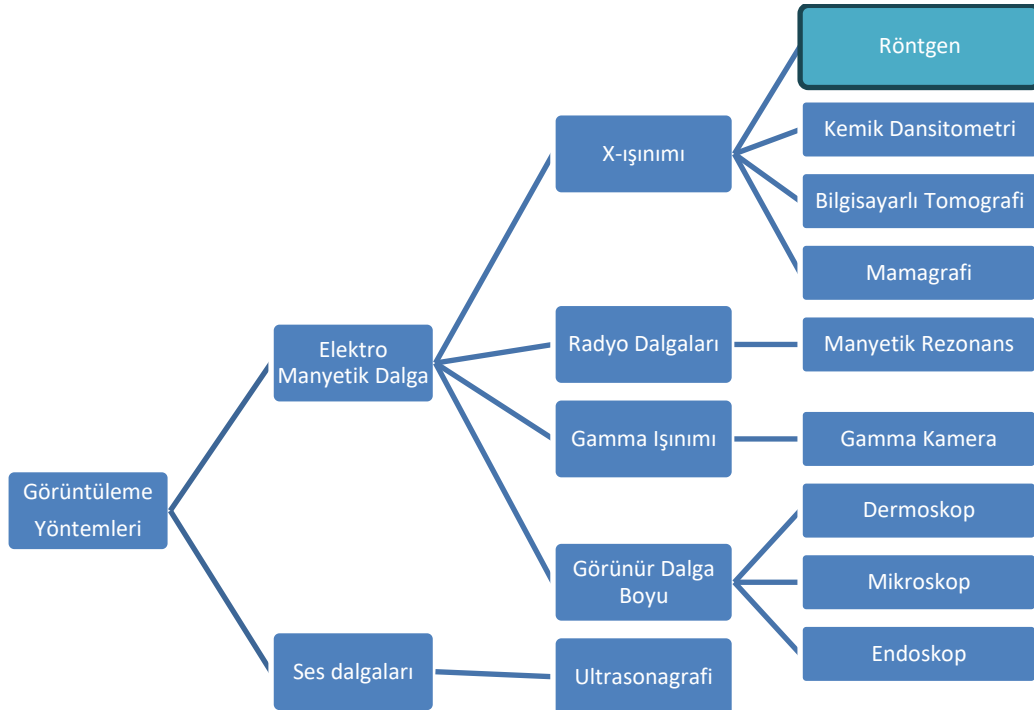
Sağlık, bireylerin fiziksel, sosyal ve zihinsel yönden tam bir iyilik hali içinde bulunması durumu olarak tanımlanır. Bu tanım, yalnızca hastalık veya sakatlık olmamasını değil, bireyin bedensel işlevlerinin normal çalışması, duygusal ve zihinsel dengesinin yerinde olması, aynı zamanda toplum içindeki ilişkilerinin ve sosyal bağlarının sağlıklı olmasını kapsayan bir iyilik halini ifade eder. (Belek, 1992).

Bu bütünsel sağlık anlayışı, bireylerin sadece bedensel değil, aynı zamanda duygusal ve sosyal gereksinimlerinin de karşılanmasının önemini vurgular. Fiziksel sağlık, düzenli egzersiz ve dengeli beslenme ile korunurken, zihinsel sağlık stres yönetimi, kendini gerçekleştirme ve duygusal denge ile sağlanır. Sosyal sağlık ise bireyin toplumsal ilişkilerde aktif olması, destekleyici sosyal çevrelerle etkileşim içinde bulunmasıyla güçlenir. Sağlığın tüm bu boyutları birbiriyle bağlantılıdır ve birinin bozulması diğerlerini de olumsuz etkileyebilir.

3.2.1. Tıbbi Görüntüleme Yöntemleri

Sağlık hizmetlerinin yürütülmesinde tanı koymak ve tedavi planlamak ilk yapılması gereken işlemdir. Tanı koymak ve tedavi yapabilmek için sağlık birimlerinde birçok teknoloji kullanılmaktadır. Bunun için görüntüleme işlemi önemli bir faktördür. Görüntüleme teknolojileri hastanın anatomik veya yapısal durumu hakkında bilgi edinebilmek için kullanılmaktadır. Tıbbi görüntüleme elde etme yöntemlerinde kullanılan enerji türleri (x-ışınları, gamma ışınları, görünür dalga boyu) ve ses dalgalarıdır (Gezer, 2021).

Görüntüler elde edildikten sonra depolama cihazlarına medikal görüntü ve iletim formatı olan DICOM (digital imaging and communications in medicine - tıpta sayısal görüntüleme ve iletişim) formatında kaydedilir. DICOM standardı tıbbi cihazlar ve sistemlerin birbirleriyle bağlanabilmesini kolaylaştırmak için tıbbi görüntüler ve görüntüyle ilgili bilgilerin formatlanmasının ve değiştirilmesinin yollarını tanımlar (Sağlık Bakanlığı, 2014). Şekil 3.3'te Tıbbi görüntüleme yöntemlerinin sınıflandırılması şeması görülmektedir. Bu şemaya göre x-ışınlarıyla görüntüleme yöntemlerinden biri de röntgendir.



Şekil 3. 3. Tıbbi görüntüleme yöntemlerinin sınıflandırılması.

3.2.2. Röntgen

1895'te X ışınlarının keşfi, radyoloji disiplininin ortaya çıkmasına yol açmış ve tıp alanında çığır açan bir gelişme olmuştur. Radyasyonun tanısal ve tedavi edici potansiyeli ilk olarak 1896'da kullanılmıştır. Bu bulgu, hastalıkların teşhis ve tedavisinde temel bir unsura dönüşmüştür. X ışınlarının keşfinden bu yana, tıp uygulamalarında kilit bir rol oynamıştır (Akyurt, 2017).

Tanısal radyolojide, en eski ve en yaygın olarak tercih edilen görüntüleme yöntemi, X-ışını projeksiyonudur. Bu prosedür, ağrısız bir süreçtir. Vücuttan geçen X-ışınları, bir projektör kullanılarak röntgen filmine yansıtılarak vücudun iç yapısının detaylı bir görüntüsünü sağlar (Bulut, 2023).

Bu metot, kemik ve dokuların geniş miktarlarda görüntülenmesi için etkin bir görüntüleme prosedürüdür. Ayrıca, X-ışınları, hastalıkların izlenmesine ve teşhisine katkı sağlar. Röntgen çekimleri, hastane radyoloji biriminde çalışan radyoloji teknisyenleri tarafından gerçekleştirilir. Ancak, diş hekimleri gibi farklı sağlık alanlarında da röntgen kullanılmaktadır. Sağlık çalışanları, X-ışınları sırasında radyasyona maruz kalır; ancak, bu maruziyet seviyelerinin düşük olduğu bilinir. Bu nedenle, bu yöntemlerin kullanımı, hastalara sağladığı faydaların risklerinden daha ağır bastığı için yaygındır.

Röntgen cihazları, genel olarak radyografi ve radyoskopi cihazları olmak üzere iki gruba ayrılır. Günümüzde bunlar da kendi aralarında konvansiyonel ve dijital olmak üzere ayrıca ikiye ayrılmaktadır. Radyografi ve fluoroskopi cihazları, gelişmiş bilgisayar teknolojilerinin entegrasyonu ile dijital hale getirilmiştir (dijital röntgen). Bunun için hastayı geçen x-ışınları, röntgen filmi veya fluoroskopi ekranına değil, ışınların miktarının ölçülebildiği bir düzenek üzerine düşürülür. Görüntüler, bilgisayar aracılığı ile bu ölçümlerin değerlendirilmesi sonucu ortaya çıkar (Kepler ve Ark., 2008).

3.2.3. Röntgen teknisyeni

Teknikerler, sağlık meslek ve teknik ortaöğretim programlarında radyoloji alanında eğitim almış ve radyoterapi planlama lisansına sahip, çeşitli radyolojik tetkikleri gerçekleştiren sağlık personelidir. Bu profesyoneller, iyonlaştırıcı ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyon kaynaklarını kullanarak hastalıkların tanı ve tedavisinde bilgi ve becerilere sahiptirler. Radyoloji teknologları ise, ön lisans düzeyindeki sağlık programlarında eğitim almış, radyoterapi yetkisine sahip ve radyoterapi programlarını uygulama yetkisine sahip sağlık personelini ifade etmektedir (Bulut, 2023).

3.3. Sağlıkta Dijital Eğitim

Dünyada tüm sektörlerle birlikte sağlık sektöründe de hızlı bir dijitalleşme meydana gelmektedir. Sağlık alanında dijitalleşme ile birlikte dijital eğitimde de hızlı gelişmeler olmaktadır. Dijital eğitim uygulamaları sağlık profesyonellerinin bilgi ve becerilerinin geliştirilmesinde önemli bir role sahiptir. Özellikle COVID-19 pandemisi sonrası dijital sağlık eğitimleri hızlı bir ivme kazanmıştır. Mobil uygulamalar, sanal gerçeklik, E-öğrenme yazılımları ve simülasyonlar gibi dijital yöntemler geleneksel eğitim yöntemlerine göre öğrencilere ve sağlık çalışanlarına daha esnek ve erişilebilir bir eğitim ortamı sağlamaktadır. Bu sayede sağlık öğrencileri teorik olarak öğrendikleri bilgileri pratik yapma imkânı bularak geliştirme fırsatı bulmakta aynı zamanda dijital simülasyonlar sayesinde karmaşık ve sağlık açısından riskli senaryoları deneyimlemektedirler (Kuh ve Erdem, 2021).

Dijital sağlık eğitimi, müfredatların güncellenmesi ve dijital araçlarla entegre edilmesi açısından da önem taşır. Dijital teknolojiler, öğrencilerin sadece teorik bilgileri değil, aynı zamanda dijital sağlık okuryazarlığı, yapay zekâ destekli tanı sistemleri ve elektronik sağlık kayıtları gibi dijital becerileri edinmelerine olanak sağlar. Dijital sağlık eğitimine yönelik bu geçiş, sağlık çalışanlarının çağın gerekliliklerine uygun olarak donanımlı hale gelmesine katkıda bulunmakta ve sağlık sistemlerinin daha etkin ve sürdürülebilir bir yapıya kavuşmasını sağlamaktadır. Bu durum, hem öğrenci deneyimini iyileştirmekte hem de sağlık sektöründeki dijital dönüşüm süreçlerine uyum sağlamaya yardımcı olmaktadır (Akalın ve Veranyurt, 2020).

4. MATERYAL VE YÖNTEM

Röntgen Görüntüleme Cihazları İçin 3B Dijital Ortam Modellemesi ve Eğitim Uygulamasının tasarımı ve geliştirilmesi sürecinde kullanılan materyaller ve yöntemler detaylı olarak açıklanmaktadır. Uygulama hem Windows masaüstü ortamda hem de Android mobil cihazlarda çalışmak üzere iki farklı versiyon olarak geliştirilmiştir. Uygulamanın birden çok ortamda çalışacak şekilde geliştirilmesinde hem kullanıcı dostu olması hem de daha fazla kullanıcıya hitap etmesi amaçlanmıştır.

4.1. Materyal

Bu çalışmada geliştirilen Röntgen Cihazı Kullanım Eğitimi Uygulaması için yazılım ve donanım olmak üzere çeşitli materyaller kullanılmıştır. Uygulama hem Windows hem de Android işletim sisteminde çalışmak üzere iki farklı versiyon olarak geliştirilmiştir. Bu nedenle hem Windows hem de Android için farklı donanım ve yazılım sistemlerine gereksinim duymaktadır.

4.1.1. Donanım

Röntgen Cihazı Kullanım Eğitimi uygulaması Windows işletim sisteminde düzgün bir şekilde çalışması için en az Tablo 4.1'deki donanım özelliklerine sahip olması gerekmektedir.

Tablo 4. 1. Windows için donanım gereksinimleri.

Eğitimde Kullanılacak Donanım	Özellikleri
İşletim Sistemi	Windows 10
İşlemci (CPU)	İntel i3 ve üzeri
Bellek (RAM)	4 GB ve üzeri
Depolama (Harddisk)	1 GB ve üzeri
Ekran Çözünürlüğü (piksel)	1920 X 1080

Röntgen Cihazı Kullanım Eğitimi Uygulamasının Android işletim sisteminde düzgün bir şekilde çalışması için en az Tablo 4.2'deki donanım özelliklerine sahip olması gerekmektedir.

Tablo 4. 2. Android için donanım gereksinimleri.

Eğitimde Kullanılacak Donanım	Özellikleri
İşletim Sistemi	Android 6.0 (Marshmallow)
İşlemci (CPU)	Qualcomm Snapdragon 720G veya daha üstü
Bellek (RAM)	4 GB ve üzeri
Depolama (Harddisk)	1 GB ve üzeri
Ekran Çözünürlüğü (piksel)	1920 X 1080

Röntgen Görüntüleme Cihazları İçin 3B Dijital Ortam Modellemesi ve Eğitim Uygulamasında yüksek çözünürlüklü grafikler ve animasyonlar kullanıldığı için en az 4 GB ve üzeri RAM'e sahip cihazlar önerilmektedir. Uygulamanın akıcı çalışması için özellikle animasyonlu sahnelerde donma veya takılmaların meydana gelmemesi için hem Windows hem de Android cihazlar için yüksek özellikli işlemciler tercih edilmelidir. Bu gereksinimler, uygulamanın hem performansını artıracak hem de kullanıcılar için daha iyi bir deneyim sağlayacaktır.

4.1.2. Yazılım

Röntgen Görüntüleme Cihazları İçin 3B Dijital Ortam Modellemesi ve Eğitim Uygulaması geliştirilirken birden fazla yazılım kullanılmıştır. Bu yazılımlar aşağıda açıklanmıştır.

Blender 3B modelleme programı

Blender programı 3B modelleme geliştirme ve animasyon oluşturma yazılımı olarak kullanıldı. Blender, açık kaynaklı bir modelleme programıdır. Güçlü araçlarıyla 3B modelleme, UV haritalama, doku ekleme, birçok hazır simülasyon barındırma,

animasyon yapma render alma gibi birçok işleve sahip kapsamlı bir programdır. Uygulamanın 3B modellemesinin yapılması ve texture işlemleri için Blender 3.6.0 versiyonu kullanılmıştır. Blender programında yapılan 3B modeller Unity programında kullanılmak üzere FBX formatında kaydedilmiştir.

Unity oyun motoru programı

Unity programı uygulama yazılımı olarak kullanılan oyun motoru programıdır. Unity programı, 3B grafikler, animasyon araçları, fizik motoru ve geniş kütüphane desteği sunan interaktif ve kullanıcı dostu Windows ve mobil uygulamalar geliştirmek için kullanılan ideal bir programdır. Röntgen Görüntüleme Cihazları İçin 3B Dijital Ortam Modellemesi ve Eğitim Uygulamasının animasyon, kodlama işlemleri ve kullanıcı arayüzü (UI) tasarımı için Canvas bileşeni Unity programı 2023.1.16f1 LTS versiyonu ile geliştirilmiştir.

C# programlama dili

C#, Unity oyun motoru programında temel betik dil olarak kullanılmaktadır. Kullanıcı etkileşimi ve animasyon kontrolü gibi fonksiyonların programlanmasında C# etkin rol oynamaktadır. C#, esnek ve nesne yönelimli yapıya sahip, orta seviyeli programlama dilidir. .NET Framework üzerinde çalışmak üzere özel olarak tasarlanmış olan C#, Unity platformun en kritik bileşenlerinden biridir. Röntgen Görüntüleme Cihazları İçin 3B Dijital Ortam Modellemesi ve Eğitim Uygulamasının geliştirilmesinde kodlama dili olarak C# kullanılmıştır.

Character Creator programı

Character Creator programı 3B insan karakteri modellemede kullanılan programlardan biridir. Bu uygulama, tasarımcıların iClone, Maya, Blender, Unreal Engine, Unity veya diğer 3B araçlarla kullanım için stilize edilmiş veya gerçekçi karakter varlıklarını kolayca oluşturması, içe aktarması ve özelleştirmesi için kullanılan bir karakter oluşturma uygulamasıdır. Röntgen Görüntüleme Cihazları İçin 3B Dijital Ortam Modellemesi ve

Eğitim Uygulamasında kullanılan teknisyen ve hasta modelleri bu uygulamada tasarlanmıştır.

Adobe Photoshop programı

Adobe Photoshop programında uygulamada kullanılan grafikler tasarlanmıştır. Röntgen Cihazı Kullanım Eğitimi uygulamasında kullanılan yardım butonu, çıkış butonu, menü elemanları ve uygulamanın açılış ekranında bulunan grafikler Adobe Photoshop programında tasarlanmıştır. Ayrıca teknisyen monitöründe bulunan Radyoloji resmi de bu programda tasarlanmıştır. Çekim odasının zemininde bulunan karo desenli zemin texture yine bu programda tasarlanmıştır.

4.2. Yöntem

Röntgen Görüntüleme Cihazları İçin 3B Dijital Ortam Modellemesi uygulaması için öncelikle gerekli 3B modeller olan iki bölmeli röntgen çekim odası tasarımı, odada bulunan eşyalar, teknisyen masası ve bilgisayar, soyunma kabini ve röntgen çekim cihazı Blender programında yapılmıştır. Yapılan modellerin “fbx” çıktıları Unity platformuna aktarılmıştır. Uygulamada kullanılan röntgen teknisyeni karakteri ve röntgeni çekilecek hasta karakteri Character Creator programında tasarlanarak modeller “vrm” formatında kaydedilmiş ve Blender programına aktarılmıştır. Blender programında “vrm” uzantılı karakter modelleri düzenlenerek “fbx” formatına dönüştürülmüş ve Unity programına aktarılmıştır. Unity programında daha önceden yapılmış olan “fbx” uzantılı dosyalar içe aktarılmıştır. Canvas ile kullanıcı arayüzü (UI) oluşturularak uygulamada kullanılan menü ve butonlar tasarlanmıştır. Gerekli kodlama ve animasyonlar Unity programında yapılarak uygulamanın geliştirilmesi tamamlanmıştır.

4.3. Uygulamanın Blender Programı ile 3B Modellenmesi

Röntgen Görüntüleme Cihazları İçin 3B Dijital Ortam Modellemesi uygulaması için gerekli olan ortam modellemesi bir röntgen teknisyeni tarafından uygun görüşü alınarak Blender programında modellenmiştir. Röntgen çekim odası iki bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölüm röntgen teknisyenin bulunduğu ve radyasyondan izole edilmiş teknisyen bölümü, ikinci bölüm ise röntgeni çekilecek hastanın ve röntgen çekim cihazının bulunduğu bölümdür. Şekil 4.1’de röntgen çekim odasının Blender programında çizilen ve üstten görülen Wireframe modu görülmektedir.



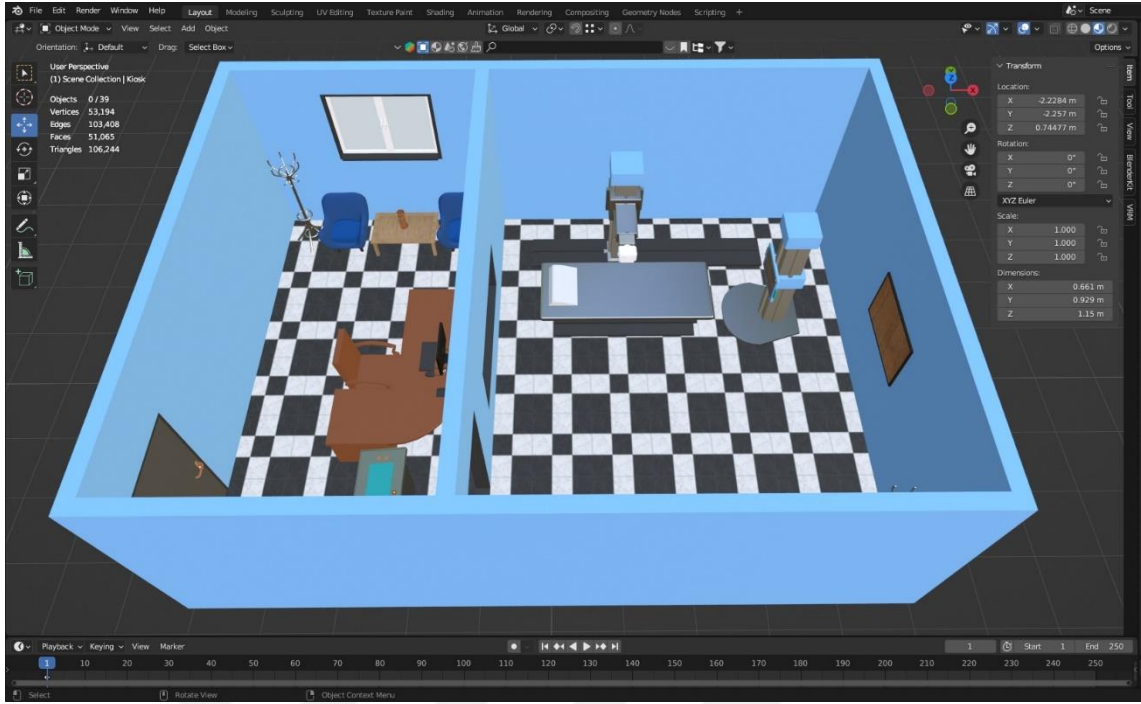
Şekil 4. 1. Uygulamanın 3B wireframe modda görünümü.

Şekil 4.2’de röntgen çekim odasının solid hali görülmektedir. Eğitim amacıyla işlevsel ve kullanışlı bir tasarıma yapıldı. Teknisyen odasında masa, sandalye, askılık ve oturma alanı gibi temel eşyaların düzenli yerleşimi, teknisyenin hasta ile temasa geçmeden güvenli bir şekilde çalışmasını sağlıyor. Hasta odasında, röntgen cihazı, çekim masası ve ayakta çekim bölümü gibi bileşenler uygun bir düzende konumlandırılarak hareket serbestliği sağlandı. Duvara monte monitör gibi ek detaylar, eğitim sırasında kullanıcıların farklı açılardan gözlem yapmalarına olanak tanıyor.



Şekil 4. 2. Uygulamanın 3B solid modda görünümü.

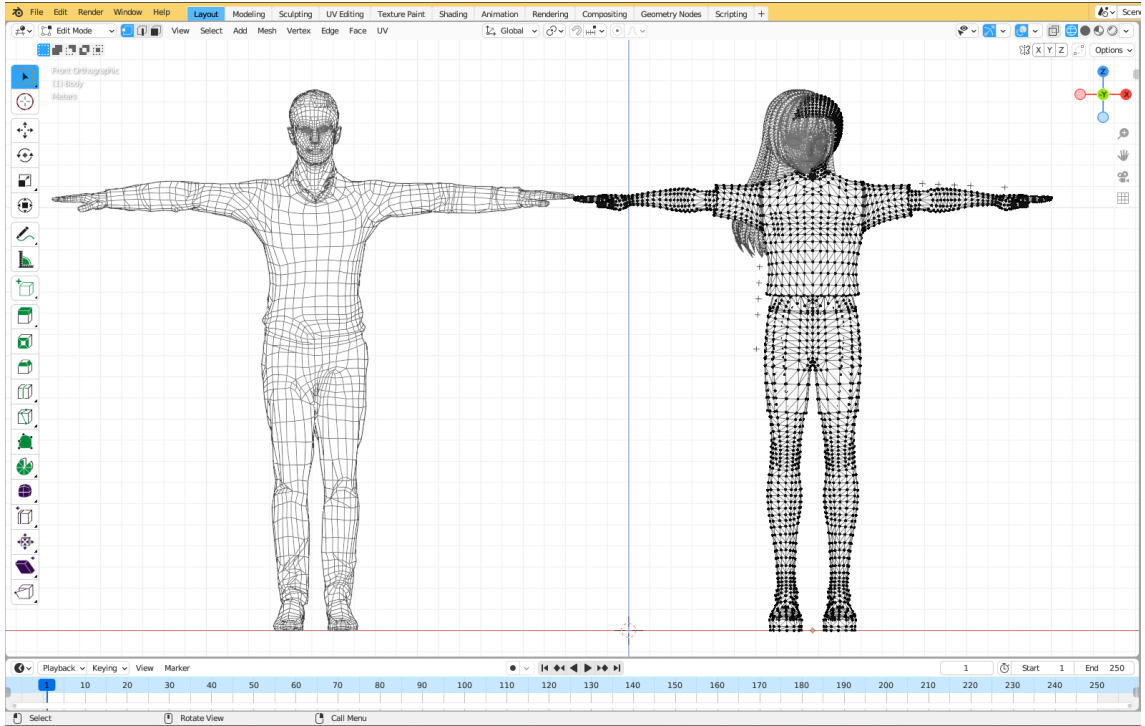
Şekil 4.3'te röntgen çekim odasının material preview hali görülmektedir. Bu modda güncellenmiş röntgen odası tasarımı yapılarak, renklendirme ve doku eklemeleri ile daha canlı ve gerçekçi bir görünüm kazandırıldı. Teknisyen odasında ahşap masa, mavi koltuklar ve siyah-beyaz karo zemin gibi ayrıntılar, profesyonel bir ortam sunarken görsel çeşitlilik sağlandı. Hasta odasında, karo zemin ve açık mavi duvarlar ile temiz ve düzenli bir atmosfer oluşturuldu. Röntgen cihazının konumlandırılması ve duvardaki monitör ile pratik kullanım ve gözlem açısından işlevsel bir düzen sağlandı. Bu düzenlemeler, kullanıcıların eğitim sırasında daha etkili bir öğrenme deneyimi yaşamalarını destekleyebilir.



Şekil 4. 3. Uygulamanın 3B material preview modda görünümü.

Şekil 4.4'te Blender programında oluşturulmuş iki adet 3D karakter modelinin telli (wireframe) görünümü görülmektedir. Soldaki model röntgeni çekilecek hasta karakterini, sağdaki model ise röntgen teknisyeni karakterini temsil ediyor. Her iki karakter de "T-pozisyonunda", yani kolları iki yana açılmış şekilde duruyor. Bu pozisyon, 3B modellemede animasyon ve rigging işlemleri için yaygın olarak kullanılır.

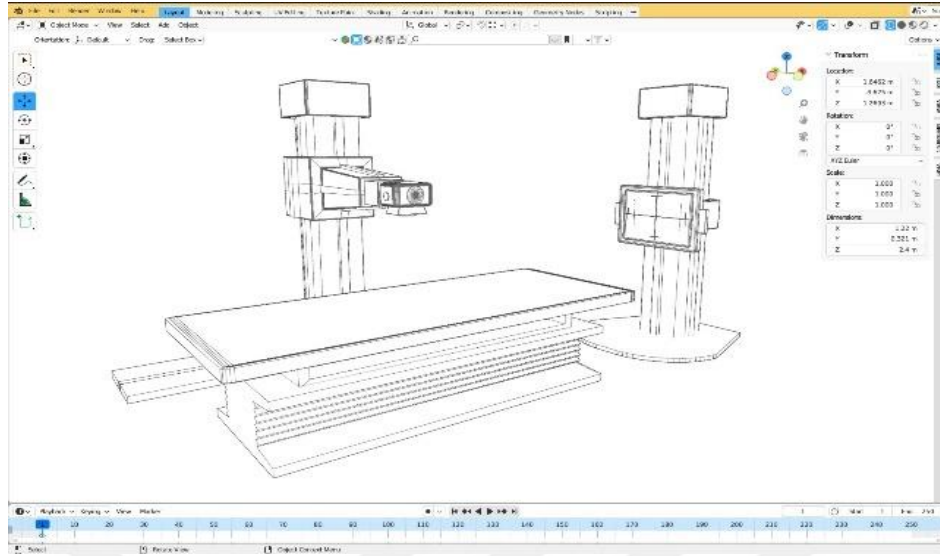
Her iki modelde de yüzeylerin oluşturulması için çokgen (mesh) yapı kullanıldı ve karakterlerin detayları telli yapı üzerinden gösterildi. Modeller tasarlanırken kullanılan poligon sayısı düşük tutulmaya çalışıldı. Düşük poligonlu modellerin uygulamanın çalışması sırasında performansı önemli derecede artırdığı bilinmektedir.



Şekil 4. 4. Uygulamada kullanılan karakterlerin 3B tel kafes (wire-fire) görünümü.

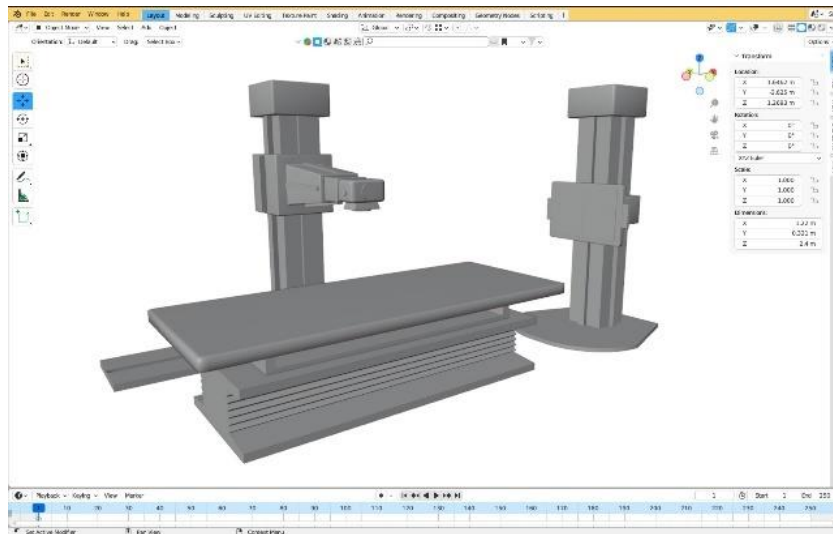
Bu uygulamada kullanılan röntgen çekim cihazı Blender programında 3 boyutlu olarak tasarlanmıştır. Cihaz modellenmeden önce röntgen çekim cihazları incelenmiştir. Farklı görünüm ve özelliklerde birçok röntgen çekim cihazı bulunmaktadır. Bu uygulamada kullanılan model sade ve ana kısımların 3 boyutlu olarak modellenmesinden oluşmaktadır.

Şekil 4.5'te röntgen cihazı ve hasta masası gibi 3B çizim taslağı görülmektedir. Çizim, bir X-ray çekim odasında kullanılan ana ekipmanların yapısal detaylarını göstermekte ve teknik bir bakış açısıyla hazırlanmıştır. Röntgen cihazının 3B wireframe (tel çizimi) görülmektedir. Bu çizimde röntgen cihazının 3B modelleme aşamasının temel yapısı oluşturarak ayrıntılı tasarım çalışmalarının gösterilmesi hedeflenmiştir.



Şekil 4. 5. Röntgen cihazının 3B tel kafes (wire-fire) görünümü.

Şekil 4.6’da tel kafes (wire-frame) modelden farklı olarak, röntgen cihazı ve hasta masası daha dolgun, gölgesiz ve temel yüzey kaplamaları ile solid gösterilmiştir. Modelin düz ve sade yapısı, henüz detaylı dokular veya malzeme özellikleri eklenmeden önceki bir aşamada olduğunu göstermektedir. Ekipmanın genel şekli ve boyutları belirlenmiş, böylece cihazın fiziksel alan içinde nasıl duracağı ve nasıl bir yerleşim oluşturacağı hedeflenmiştir. Solid modeller, sonraki aşamalarda detaylandırma ve renklendirme yapılmadan önce temel yapının kontrol edilmesi için kullanılmaktadır. Şekil 4.6’da röntgen cihazının katı (solid) modeli görülmektedir.

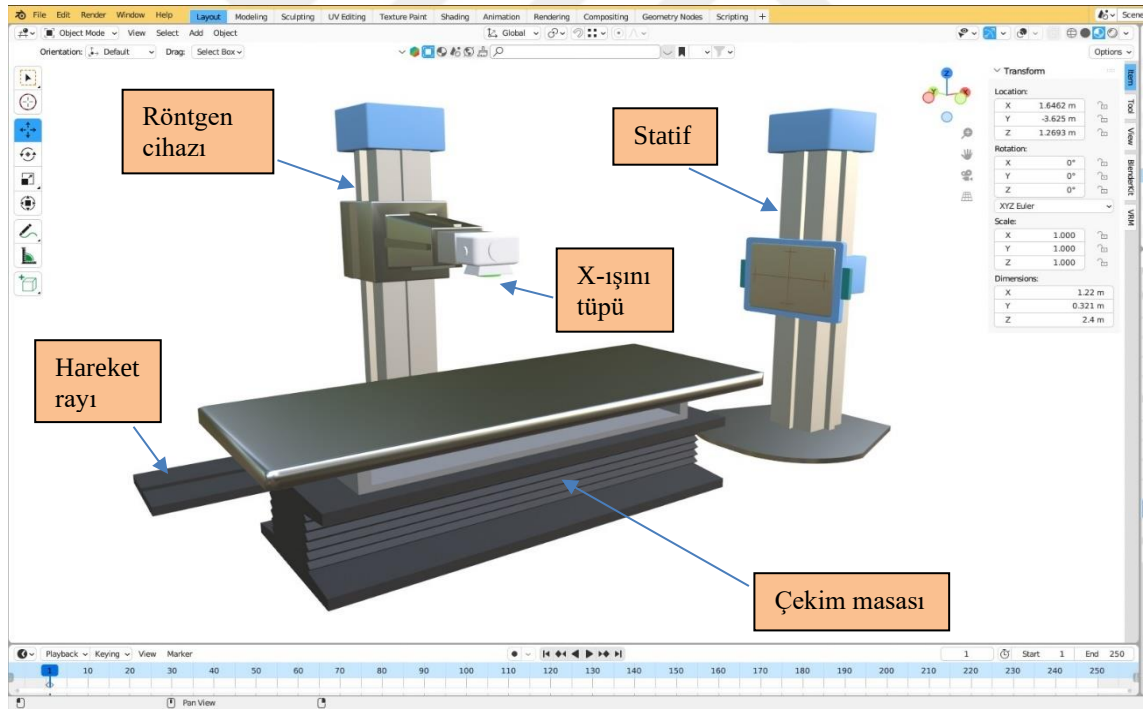


Şekil 4. 6. Röntgen cihazının 3B solid görünümü.

Temel olarak bir röntgen çekim cihazı aşağıdaki bölümlerden oluşmaktadır.

- **Röntgen cihazı:** X-ışını tüpünü sabitleyen ve istenen pozisyona doğru hareket ettirilmesini sağlayan röntgen cihazı ana parçasıdır.
- **Statif:** Röntgen cihazının tüm bileşenlerini üzerinde taşıyan ve destekleyen ana gövde yapısıdır.
- **X-İşını Tüpü:** Yüksek enerjili X-ışınları üreterek görüntüleme işlemini gerçekleştiren ana bileşendir.
- **Hareket Rayı:** Cihazın çeşitli pozisyonlara kaydırılmasını sağlayan, tüp tutucunun hareket edebileceği yatay veya dikey ray sistemidir.
- **Çekim Masası:** Hastanın uzandığı veya pozisyon aldığı, çekim sırasında stabil bir yüzey sağlayan platformdur.

Şekil 4.7’de bir röntgen cihazının temel bölümlerinin 3B modelleri gösterilmektedir.

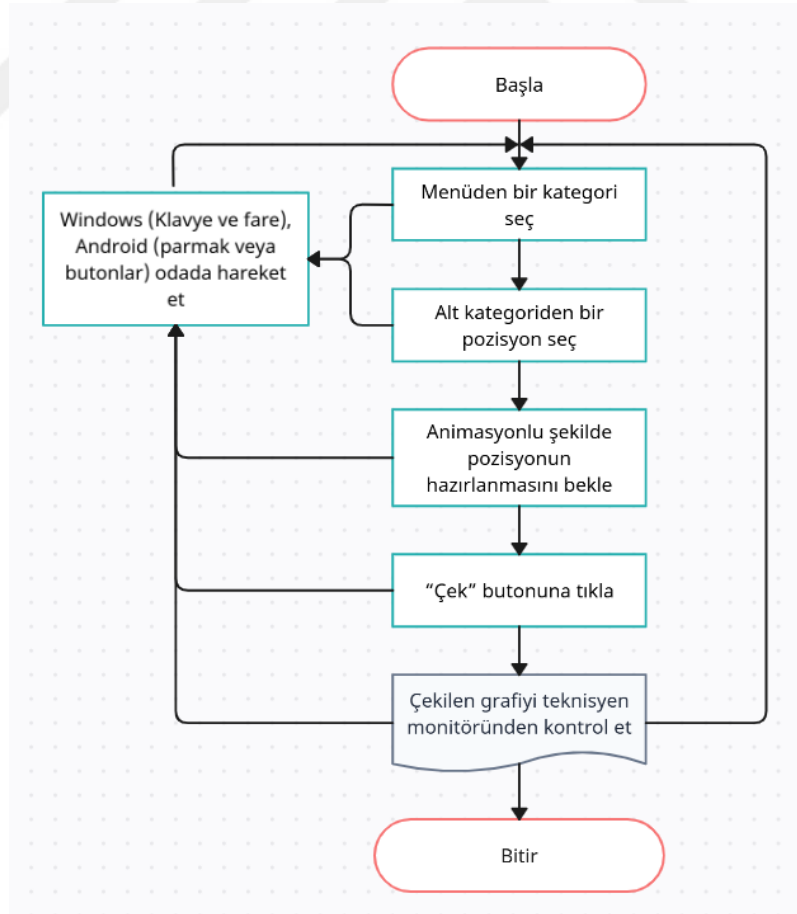


Şekil 4. 7. Röntgen cihazının 3B material preview görünümü ve bileşenleri.

4.4. Uygulamanın Akış Diyagramı

Röntgen Cihazı Kullanım Eğitimi uygulamasının adım adım işleyişinin akış şeması şu şekilde çalışmaktadır. Kullanıcı, uygulamaya giriş yaptıktan sonra, ilk olarak menüden

bir röntgen kategorisi seçmektedir. Bu kategorilerden birini seçtikten sonra, alt kategorilerden bir röntgen çekim pozisyonu seçiyor. Ardından, hasta modelinin animasyonla seçilen pozisyona hazırlanması bekleniyor. Pozisyon ayarlandıktan sonra, kullanıcı "Çek" butonuna tıklayarak röntgen çekim işlemini gerçekleştiriyor. Çekilen grafiyi, teknisyen monitöründen kontrol ederek işlemi gözden geçirebiliyor. Windows ortamında klavye ve fareyle veya Android cihazda parmak hareketleriyle ve ekranın altında bulunan butonlara tıklayarak odada dolaşmak mümkün, bu da kullanıcıya esnek bir kullanım sağlamaktadır. Tüm bu adımlar tamamlandıktan sonra, işlem sona eriyor. Kullanıcı isterse aynı adımları tekrarlayarak başka pozisyonları görüntüleyebiliyor. İşlemlerin her aşamasında odada dolaşarak çeşitli açı ve mesafeden pozisyonları incelemek mümkündür. Bu akış, kullanıcıya kolay ve anlaşılır bir eğitim süreci sunarak röntgen cihazı kullanımını öğretmeyi hedeflemektedir. Şekil 4.8’de Röntgen Cihazı Kullanım Eğitimi uygulamasının akış şeması görülmektedir.



Şekil 4. 8. Uygulamanın akış şeması.

4.5. Uygulamanın Unity ile Kodlanması ve Animasyonlar

Röntgen Cihazı Kullanım Eğitimi Uygulaması, Unity ile geliştirilmiş bir eğitim platformudur. Bu uygulama, kullanıcıların röntgen çekim pozisyonlarını ve cihazın işleyişini etkileşimli bir ortamda öğrenmelerini sağlamak amacıyla kodlanmıştır. Unity'nin animasyon ve fizik motorları kullanılarak, hasta ve röntgen cihazı modellerinin doğru pozisyonlara hareket etmesi, cihazın bileşenlerinin ileri-geri veya yukarı-aşağı gibi yönlerde animasyonlu bir şekilde konumlanması sağlanmıştır. Bu animasyonlar, kullanıcıların röntgen çekim sürecini daha iyi kavrayabilmesi, röntgen pozisyonlarını doğru bir şekilde anlayabilmeleri ve gerçek bir röntgen odasında gerçekleştirecekleri işlemleri güvenle öğrenmeleri için tasarlanmıştır. Şekil 4.1'de uygulamada kullanılan röntgen odasında bulunan nesneler ve uygulama karakterlerinin ayarlarının yapıldığı proje panelleri görülmektedir.

4.5.1. Uygulamanın Unity ile kodlaması

Uygulamada C# kodlama kullanılmıştır. Unity içerisinde canvas bileşenlerinin (dropdownmenu, button vb.) kodlamasında C# fonksiyonlarından faydalanılmıştır. Uygulamanın Unity ile kodlanması sürecinde, kullanıcı etkileşimini ve animasyonların akıcılığını sağlamak için çeşitli scriptler yazıldı. Uygulamanın menü kodları Dropdown_Menu.cs, kamera kontrol işlemleri için klavye ve fare kısayollarını yönetme kodları KameraFareTakip.cs, hastanın röntgen çekim için alması gereken pozisyon kodları PozisyonScript.cs ve sahneler arasında geçiş yapma kodları ise SahneGecis.cs dosyasında tutulmaktadır. Uygulamanın Windows ve mobil versiyonları arasındaki uyumluluğu korumak amacıyla kontroller optimize edildi. Böylece kullanıcılar her iki platformda da sorunsuz olarak uygulamayı kullanabilmektedir. Aşağıda uygulamanın kullanımını sağlayan, kamera hareketlerini yöneten klavye kısayollarını ve fare işlevlerini düzenleyen KameraFareTakip.cs dosyasının kodları görülmektedir.

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
public class KameraFareTakip : MonoBehaviour
{
    public float minX = 955.53f;
```

```

public float maxX = 964.47f;
public float minY = 540.33f;
public float maxY = 543.36f;
public float minZ = -3.13f;
public float maxZ = 3.5f;
public float sensitivity = 5.0f; // Fare hassasiyeti
public float rotationSpeed = 1.0f; // Kamera dönüş hızı
public float moveSpeed = 1.0f; // Kamera hareket hızı
public float verticalMovementSpeed = 1.5f; // Dikey hareket hızı
public float scrollSpeed = 10f; // Kamera kaydırma hızı
bool isCameraRotating = true; // Kamera dönme durumu

void LateUpdate()
{
    // Kameranın konumunu sınırla
    Vector3 clampedPosition = transform.position;
    clampedPosition.x = Mathf.Clamp(clampedPosition.x, minX, maxX);
    clampedPosition.y = Mathf.Clamp(clampedPosition.y, minY, maxY);
    clampedPosition.z = Mathf.Clamp(clampedPosition.z, minZ, maxZ);
    transform.position = clampedPosition;
}
// Update is called once per frame
void Update()
{
    // Fare pozisyonunu al
    float mouseX = Input.GetAxis("Mouse X");

    // Kamerayı fare pozisyonuna göre döndür
    if (!isCameraRotating)
    {
        transform.Rotate(Vector3.up * mouseX * sensitivity * rotationSpeed, Space.World);
    }

    // K tuşuna basıldığında kamera dönme durumunu değiştir
    if (Input.GetKeyDown(KeyCode.K) || Input.GetKeyDown(KeyCode.K))
    {
        isCameraRotating = !isCameraRotating;
    }

    // Klavyeden yön tuşlarını al
    float horizontalInput = Input.GetAxis("Horizontal");
    float verticalInput = Input.GetAxis("Vertical");

    // Yeni pozisyonu hesapla
    Vector3 movement = new Vector3(horizontalInput, 0f, verticalInput) * moveSpeed * Time.deltaTime;

    // Kamerayı hareket ettir
    transform.Translate(movement, Space.Self);

    // A tuşuna basıldığında kamerayı yukarı hareket ettir
    if (Input.GetKey(KeyCode.Y) || Input.GetKey(KeyCode.Y))
    {
        transform.Translate(Vector3.up * verticalMovementSpeed * Time.deltaTime, Space.Self);
    }

    // D tuşuna basıldığında kamerayı aşağı indir
    if (Input.GetKey(KeyCode.A) || Input.GetKey(KeyCode.A))
    {
        transform.Translate(Vector3.down * verticalMovementSpeed * Time.deltaTime, Space.Self);
    }

    // Eğer "R" tuşuna basıldıysa
    if (Input.GetKeyDown(KeyCode.R))

```



```

{
    // Kamerayı istenilen konuma ve rotasyona gönder
    MoveCamera(new Vector3(959.25f, 541.9f, 3.1f), new Vector3(3.589f, 183.01f, 1.878f));
}
// Eğer "T" tuşuna basıldıysa
if (Input.GetKeyDown(KeyCode.T))
{
    // Kamerayı istenilen konuma ve rotasyona gönder
    MoveCamera(new Vector3(964.15f, 541.85f, 2.776f), new Vector3(3.589f, 207.45f, 1.878f));
}

// Eğer "F" tuşuna basıldıysa
if (Input.GetKeyDown(KeyCode.F))
{
    // Kamerayı istenilen konuma ve rotasyona gönder
    MoveCamera(new Vector3(962.32f, 541.19f, 0.391f), new Vector3(-0.134f, 270.24f, 0.357f));
}

float scrollWheelInput = Input.GetAxis("Mouse ScrollWheel"); // Fare tekerleği girişi alınır

// Eğer fare tekerleği yukarı kaydırılıyorsa kamerayı ileri doğru hareket ettir
if (scrollWheelInput > 0)
{
    transform.Translate(Vector3.forward * scrollSpeed * Time.deltaTime);
}
// Eğer fare tekerleği aşağı kaydırılıyorsa kamerayı geri doğru hareket ettir
else if (scrollWheelInput < 0)
{
    transform.Translate(Vector3.back * scrollSpeed * Time.deltaTime);
}
}
void MoveCamera(Vector3 position, Vector3 rotation)
{
    // Kameranın konumunu ve rotasyonunu güncelle
    transform.position = position;
    transform.eulerAngles = rotation;
}
}

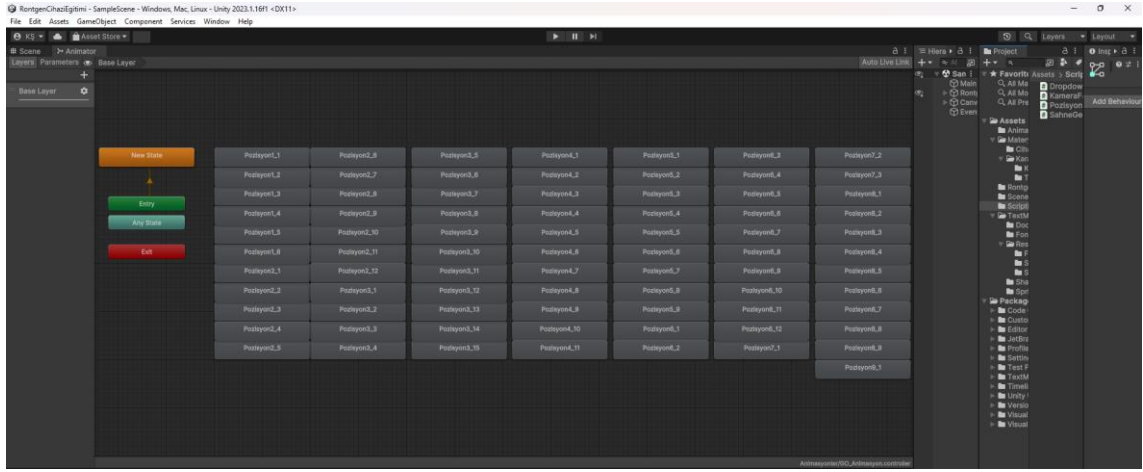
```

4.5.2. Uygulamada kullanılan animasyonlar

Uygulamada 9 ana kategoride toplam 95 adet röntgen çekim pozisyonu bulunmaktadır. Her çekim pozisyonu için ayrı bir animasyon geliştirilmiştir. Menüden tıklanan çekim pozisyonu ile ilgili animasyon çağrılarak hasta modeli animasyonlu bir şekilde seçilen çekim pozisyonunu alarak çekim için hazır şekilde beklemektedir. Şekil 4.9'da uygulamada kullanılan animasyonların Unity'de Animatör panelindeki dizilişi gösterilmektedir.

Unity'nin Animator panelinde görülen bu düzen, uygulamada kullanılan çeşitli pozisyon animasyonlarının yapılandırıldığı bölümü göstermektedir. Her bir "Pose" adı verilen kutucuk, belirli bir röntgen çekim pozisyonuna uygun animasyonları temsil eder ve

kullanıcı seçimine göre hasta modelinin bu pozisyonlara geçiş yapmasını sağlar. Uygulamada 95 farklı röntgen pozisyonu için ayrı animasyonlar oluşturulmuş ve hepsi Animator aracılığıyla kolayca erişilebilir bir şekilde düzenlenmiştir. Bu yapı sayesinde, kullanıcı bir röntgen pozisyonu seçtiğinde, hasta karakter modeli sorunsuz bir şekilde doğru pozisyona geçmekte ve animasyon süreci akıcı bir şekilde işlemektedir. Animator panelindeki giriş ve çıkış noktaları ise animasyonun başlama ve sonlanma noktalarını yönetmek için kullanılmıştır. Bu yapı her pozisyon için doğru hareketlerin gerçekleştirilmesini sağlar.



Şekil 4. 9. Uygulamada kullanılan animasyonların animatör panelinde görünümü.

Unity'nin Animation panelinde röntgen eğitim uygulamasındaki bir animasyon sekansını detaylı şekilde göstermektedir. Şekil 4.10'da hastanın bir çekim pozisyonu ile ilgili bir animasyon süreci görülmektedir. Grafik panelinde bulunan zaman çizelgesi üzerindeki anahtar kareler (keyframes), karakterin ve röntgen cihazının pozisyon ve dönüş açılarının belirli anlarda nasıl değiştiğini göstermektedir. Her anahtar kare, animasyonun belirli bir anında karakterin veya cihazın konumunu temsil etmektedir. Örneğin, hasta modelinin yatar pozisyona geçişi, hareket ve rotasyon verileriyle kontrol edilerek, belirli bir röntgen çekim pozisyonuna uygun hale getirilmektedir. Ayrıca, röntgen cihazı modelinin konumu ve açısı, çekim işlemi için hastanın doğru pozisyonunda olduğundan emin olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu tür ayrıntılı animasyon kontrolü eğitimin gerçekçiliğini artırmakta ve kullanıcıların röntgen çekim pozisyonlarını doğru bir şekilde öğrenmelerini sağlamaktadır.



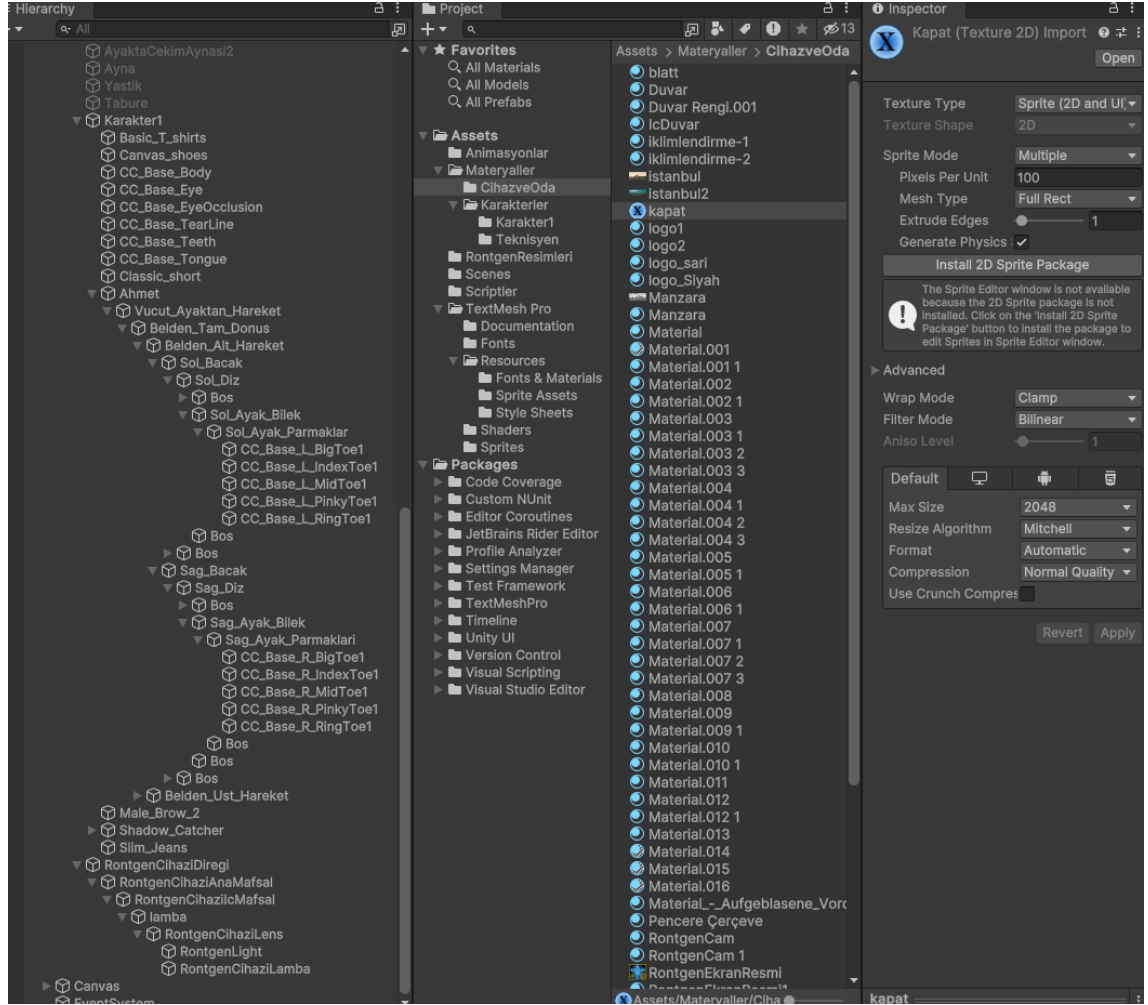
Şekil 4. 10. Uygulamada bulunan animation bölümünden bir görünüm.

Unity’de bir röntgen cihazı eğitim uygulaması geliştirilirken kullanılan "Hierarchy," "Project," ve "Inspector" panellerini göstermektedir.

- **Hierarchy Paneli (Sol Panel):** Bu panelde uygulamada yer alan sahnede kullanılan nesneler hiyerarşik olarak sıralanmış durumda. Örneğin, “Karakter1” başlığı altında karakterin vücut bölümleri ve hareket bileşenleri organize edilmiştir. “RöntgenCihazıDiregi” ve “RöntgenCihazıLens” gibi nesneler, röntgen cihazının bileşenleri olarak eklenmiş ve detaylandırılmıştır. Bu yapı, nesneler arası ilişkiyi ve sahnedeki yerleşimi yönetmek için oldukça önemlidir.
- **Project Paneli (Orta Panel):** Project panelinde ise uygulamanın tüm dosyaları ve materyal kaynakları listelenmiştir. “CihazveOda” klasörü altında karakter modelleri, texture’ler ve diğer kaynak dosyaları bulunur. Bu klasör yapısı, projedeki dosyaların düzenli bir şekilde organize edilmesini ve gerekli varlıklara hızlı erişimi sağlar.
- **Inspector Paneli (Sağ Panel):** Inspector paneli, seçilen varlığın özelliklerini gösterir. Örneğin, burada “Kapat” adlı bir materyal dosyasının ayarları görüntülenmektedir. Bu ayarlar sayesinde, doku kalitesi, boyut ve sıkıştırma ayarları gibi parametreler kontrol edilmektedir. Bu panel, nesnelerin ve varlıkların

özelliklerinin detaylıca ayarlanmasını sağlar.

Şekil 4.11’de gösterilen bu panel grubu, projeyi organize etme, dosyalara ve nesnelere hızlı erişim sağlama ve varlıkların özelliklerini düzenleme açısından temel işlevler sunar ve geliştirme sürecinde kullanıcıya büyük kolaylık sağlar.

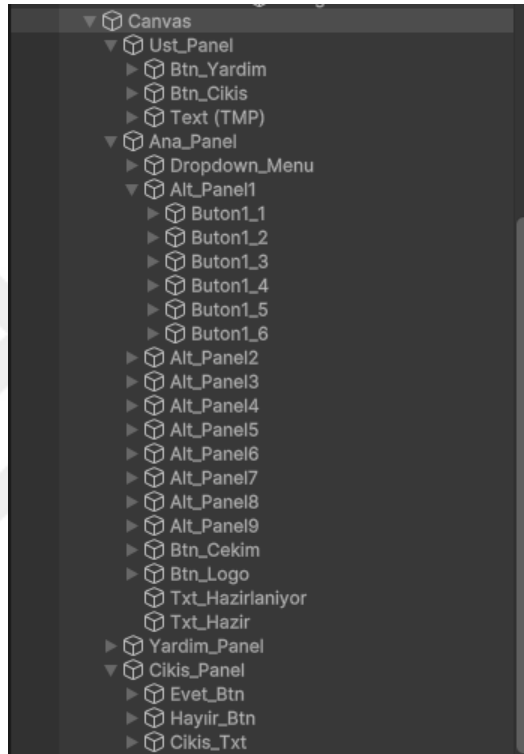


Şekil 4. 11. Uygulamanın hierarchy, project, assets ve inspector panellerinin görünümü.

4.6. Unity3D ile Uygulamanın Windows Ortamında Geliştirilmesi

Uygulamada kullanılan Canvas ile Kullanıcı Arayüzü (UI) oluşturulmuştur. Canvas ile ekranda üst panel, ana panel, alt panel, yardım paneli ve çıkış paneli olmak üzere 5 panel tasarlanmıştır. Şekil 4.11’de uygulamada kullanılan UI gösterilmiştir. Üst panelde bulunan “Yardım” ve “Çıkış” butonları ile uygulama hakkında bilgi alma ve çıkış işlemleri yapılmaktadır. “Ana panel ’de” röntgen çekim pozisyonlarının olduğu menü

bulunmaktadır. Alt panellerde menünün alt çekim pozisyonlarının ismi bulunmaktadır. Şekil 4.12’de Uygulamada kullanılan Canvas bileşenleri görülmektedir. Canvas üzerinde 10 adet panel kullanılmıştır. Her ana kategori için ve yardım ve çıkış butonlarının olduğu ayrı ayrı paneller üzerinde UI nesneleri yerleştirilmiştir. Kategori panellerinin üzerinde çekim pozisyonlarını tetikleyen animasyonları başlatan butonlar bulunmaktadır. Her buton ayrı bir çekim pozisyonuna aittir.



Şekil 4. 12. Uygulamada kullanılan Canvas bileşenleri.

Uygulamada ana pozisyon ve alt çekim pozisyonları açılır menü olarak gösterilmektedir. Ana kategoriler ve alt kategoriler ayrı ayrı paneller üzerinde bulunmaktadır. Kullanıcıların yaptığı işlemler fonksiyon olarak tanımlanmıştır. Seçilen kategori elemanlarının bulunduğu panel görüntülenirken diğer paneller gizli hale getirilmektedir. Şekil 4.13’te ana menü ve diğer menülerin çalışmasını sağlayan C# kodları gösterilmiştir. Paneller GameObject nesnesi olarak, butonlar Button nesnesi olarak tanımlanmıştır. Açılır menünün OnDropdownValueChanged fonksiyonu ile index numarasına göre seçilen alt kategori paneli çağrılarak ilgili çekim pozisyonlarının isimleri ekrana getirilmektedir.

```

1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using TMPro;
4 using UnityEngine;
5 using UnityEngine.UI;
6
7 public class Dropdown_Menu : MonoBehaviour
8 {
9     public GameObject panel1;
10    public GameObject panel2;
11    public GameObject panel3;
12    public GameObject panel4;
13    public GameObject panel5;
14    public GameObject panel6;
15    public GameObject panel7;
16    public GameObject panel8;
17    public GameObject panel9;
18
19    public GameObject panel10;
20    public GameObject Ana_Panel;
21    public GameObject Cikis_Panel;
22
23    public Button Btn_Yardim;
24    public Button Btn_Cikis;
25    public Button Btn_Yardim_Kapat;
26
27    0 basvuru
28    public void Yardim_Kapat()
29    {
30        panel10.SetActive(false);
31        Ana_Panel.SetActive(true);
32        //Cikis_Panel.SetActive(true);
33        Btn_Cikis.interactable = true;
34        Cikis_Panel.SetActive(false);
35        Btn_Yardim.interactable = true;
36    }
37
38    0 basvuru
39    public void Yardim_Ac()
40    {
41        panel10.SetActive(true);
42        Ana_Panel.SetActive(false);
43        Cikis_Panel.SetActive(false);
44        Btn_Cikis.interactable = false;
45    }
46
47    0 basvuru
48    public void OnDropdownValueChanged(int index)
49    {
50        if (index == 0)
51        {
52            panel1.SetActive(false);
53            panel2.SetActive(false);
54            panel3.SetActive(false);
55            panel4.SetActive(false);
56            panel5.SetActive(false);
57            panel6.SetActive(false);
58            panel7.SetActive(false);
59            panel8.SetActive(false);
60            panel9.SetActive(false);
61        }
62
63        if (index == 1)
64        {
65            panel1.SetActive(true);
66            panel2.SetActive(false);
67            panel3.SetActive(false);
68            panel4.SetActive(false);
69            panel5.SetActive(false);
70            panel6.SetActive(false);
71            panel7.SetActive(false);
72            panel8.SetActive(false);
73            panel9.SetActive(false);
74            //Txt_Baslik.text = "1-KARANIUM (KAFA)";
75        }
76
77        if (index == 2)
78        {
79            panel1.SetActive(false);
80            panel2.SetActive(true);
81            panel3.SetActive(false);
82            panel4.SetActive(false);
83        }
84    }
85

```

Şekil 4. 13. Uygulamanın menü ve panel bölümünün C# kodları.

4.6.1. Uygulamanın Windows ana ekranı

“Röntgen Cihazı Kullanım Eğitimi” Windows uygulamasının ana ekranı Şekil 4.14’te gösterilmiştir. Bu ana ekran, uygulamanın kullanıcı arayüzünü ve işlevsel yapısını göstermektedir. Sol tarafta, kullanıcıya farklı röntgen kategorilerini seçme imkânı tanıyan bir menü bulunuyor. Bu menüde bir açılır menü içerisinde ana kategoriler ve alt röntgen çekim pozisyonları bulunmaktadır. Ana seçeneklerin alt kategorileri de belirli bir pozisyonun animasyonlu bir şekilde gösterilmesine olanak tanımaktadır.

Ekranın ortasında, hasta modeli röntgen çekim pozisyonunu almaya hazır bir şekilde beklemektedir. Sağdaki röntgen cihazı ve monitörler, gerçek bir röntgen odasında kullanılan ekipmanları temsil etmektedir. Odanın genel renk uyumu ve yerleşimi, kullanıcının odaklanmasını kolaylaştırırken eğitim ortamına uygun bir atmosfer sağlıyor. "Çek" butonu, seçilen röntgen çekim pozisyon için röntgen çekim işlemini başlatacak

butondur. Ekranın sağ üst köşesinde “Yardım” ve “Çıkış” butonları bulunmaktadır. Uygulama ekranı kullanılan ekran çözünürlüğüne göre otomatik olarak ayarlanmaktadır.



Şekil 4. 14. Uygulamanın Windows ana ekranı.

“Röntgen Cihazı Kullanım Eğitimi” uygulamasının röntgen çekim odası röntgen teknisyeni bölümü Şekil 4.15’te gösterilmiştir. Röntgen çekim odasının teknisyen bölümü radyasyondan izole edilmiş durumdadır. Bunun için duvarlar, içeri geçiş kapısı ve cam bölme kurşun kaplamalı olarak yapılmaktadır. Sol üstte bulunan röntgen kategorilerini seçme menüsü teknisyenin hangi vücut bölümüne odaklanacağını belirlemesini sağlamaktadır. Sol alt köşede yer alan "Çek" butonu, teknisyenin röntgen çekim işlemini başlatmayı sağlamaktadır.

Teknisyen, seçilen bir röntgen çekim pozisyonunu çek butonuna basıldığında kendi bilgisayar ekranında görmektedir. Odanın genel dekorasyonu teknisyenin rahat çalışması için tasarlanmış bir ortam oluşturmaktadır. Odanın bu bölümü, kullanıcıya gerçekçi bir röntgen odası deneyimi sağlarken, işlemlerin kontrollü ve güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesini amaçlamaktadır.



Şekil 4. 15. Uygulamanın röntgen odası teknisyen bölümünün görünümü.

4.6.2. Uygulamanın Android ana ekranı

“Röntgen Cihazı Kullanım Eğitimi” Windows uygulamasının ana ekranı Şekil 4.16’da gösterilmiştir. Bu Android uyumlu ana ekran, röntgen cihazı eğitim uygulamasının mobil kullanıcılar için optimize edilmiş bir versiyonunu sunmaktadır. Sol üst köşede röntgen çekim bölümlerini içeren bir menü bulunmaktadır, bu da kullanıcıların ilgili ana kategoriden röntgen çekim pozisyonlarını kolayca seçmesini sağlıyor.

Ekranın merkezinde hasta modeli röntgen çekim pozisyonu almak için hazır şekilde beklemektedir. Ekranın arka planında röntgen cihazı ile duvarda bulunan monitör profesyonel bir eğitim ortamı oluşturmaktadır. Ekranın alt kısmında ise yönlendirme ve hareket kontrol butonları bulunmaktadır. Bu butonlar, mobil cihazlar için dokunmatik kontrollere uyumlu bir kullanıcı ortamı sağlıyor. Kullanıcı, bu butonlar aracılığıyla cihazı veya hastayı farklı pozisyonlara kolayca yönlendirebilmekte oda içerisinde hareket edebilmektedir. Sağ alt tarafta yer alan "Çek" butonu, menüden seçilmiş olan röntgen pozisyonunu çekme işlemini başlatmaktadır. Uygulamanın bu versiyonu mobil kullanıcıların eğitim sürecini hızlı ve etkili bir şekilde yönetmelerine olanak sağlamaktadır.



Şekil 4. 16. Uygulamanın Android ana ekranı.

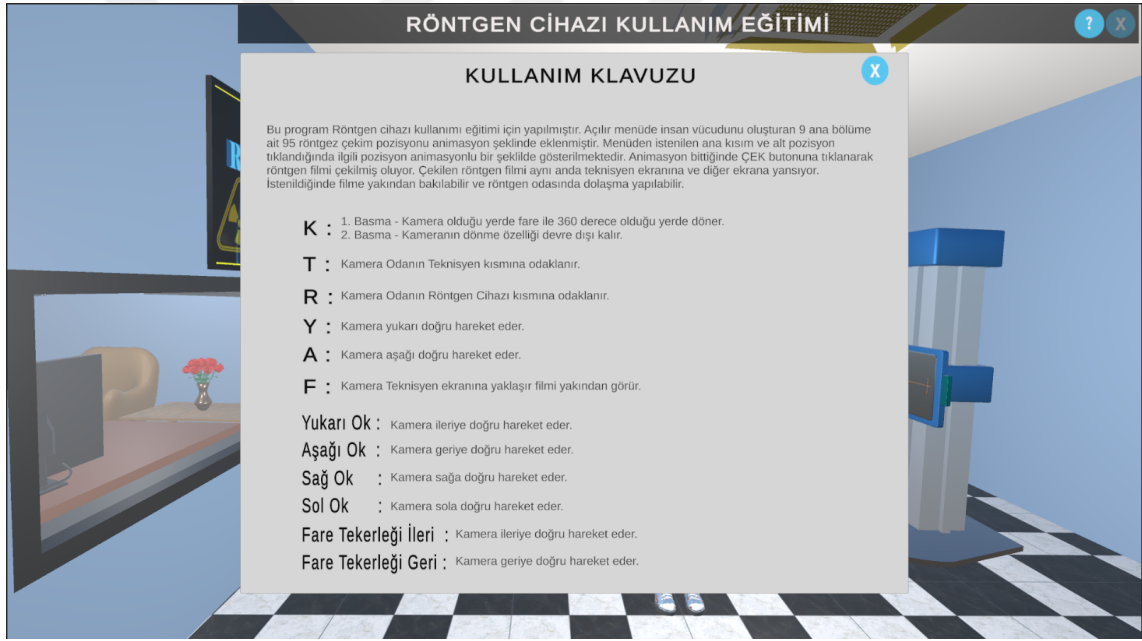
4.6.3. Uygulamanın Windows kullanım kılavuzu

Uygulamanın Windows sürümü için “Kullanım Kılavuzu” uygulamanın sağ üst köşesinde bulunan “?” resimli butona tıklandığında ekrana gelmektedir. Kullanım kılavuzu açıkken başka herhangi bir işlem yapılamamakta ve bu pencere kapatıldığında uygulamanın diğer bölümleri aktif hale gelmektedir. Ekranın sol alt kısmında bulunan “ÇEK” butonuna tıklandığında menüden seçilen röntgen pozisyonunu grafisi çekilmekte ve görüntü teknisyenin bilgisayarına aktarılmaktadır. Kullanım kılavuzu uygulama hakkında genel bilgiler verirken, uygulamanın kullanımında klavye ve fare tuşları ve kısayolları hakkında bilgi verilmektedir. Şekil 4.17’de uygulamanın Windows kullanım kılavuzunun ekran görüntüsü görülmektedir.

Uygulama kısayol ve fare tuşlarının görevleri:

- **K tuşu:** 1. Basma ile kamera olduğu yerde fare ile 360 derece olduğu yerde döner.
2. Basma ile kameranın dönme özelliği devre dışı kalır.
- **T tuşu:** Kamera odanın teknisyen kısmına odaklanır.
- **R tuşu:** Kamera odanın röntgen cihazı kısmına odaklanır.
- **A tuşu:** Kamera dikeyde aşağıya doğru hareket eder.

- **Y tuşu:** Kamera dikeyde yukarıya doğru hareket eder.
- **F tuşu:** Kamera teknisyen bilgisayarının ekranına yaklaşır ve grafi yakından görülür.
- **Yukarı ok:** Kamera ileriye doğru hareket eder.
- **Aşağı ok:** Kamera geriye doğru hareket eder.
- **Sağ ok:** Kamera sağa doğru hareket eder.
- **Sol ok:** Kamera sola doğru hareket eder.
- **Fare tekerleği ileri döndürme:** Kamera ileriye doğru hareket eder.
- **Fare tekerleği geri döndürme:** Kamera geriye doğru hareket eder.



Şekil 4. 17. Uygulamanın Windows kullanım kılavuzu.

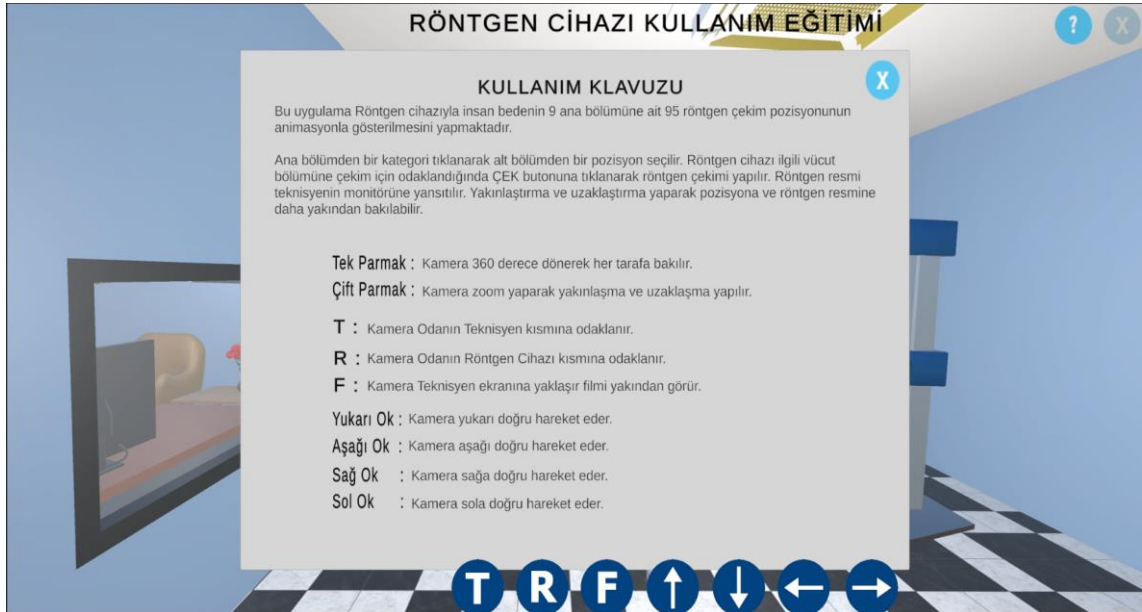
4.6.4. Uygulamanın Android kullanım kılavuzu

Uygulamanın Windows sürümü için “Kullanım Kılavuzu” uygulamanın sağ üst köşesinde bulunan “?” resimli butona tıklandığında ekrana gelmektedir. Windows kullanma kılavuzundan farklı olarak klavye tuşları ekranın altında buton şeklinde bulunmaktadır. Menüden istenilen çekim pozisyonu seçildikten sonra ekranda bulunan “ÇEK” butonuna tıklanarak seçilmiş olan pozisyonun grafisi oluşturulur ve görüntü

teknisyenin bilgisayarına görülür. Şekil 4.18’de uygulamanın Android kullanım kılavuzunun ekran görüntüsü görülmektedir.

Uygulama kısayol ve fare tuşlarının görevleri:

- **Tek parmak:** Kamera 360 derece döndürülerek her tarafa bakılır.
- **Çift parmak:** Kamera zoom yaparak yaklaşma ve uzaklaşma yapılır.
- **T tuşu:** Kamera odanın teknisyen kısmına odaklanır.
- **R tuşu:** Kamera odanın röntgen cihazı kısmına odaklanır.
- **F tuşu:** Kamera teknisyen bilgisayarının ekranına yaklaşır ve grafi yakından görülür.
- **Yukarı ok:** Kamera yukarı (dikey) doğru hareket eder.
- **Aşağı ok:** Kamera aşağı (dikey) doğru hareket eder.
- **Sağ yön ok:** Kamera sağa (yatay) doğru hareket eder.
- **Sol yön ok:** Kamera sola (yatay) doğru hareket eder.



Şekil 4. 18. Uygulamanın Windows kullanım kılavuzu.

4.7. Röntgen Çekim Pozisyonları

Röntgen çekim pozisyonları, “Temel Tıbbi (Radyolojik) Görüntüleme Tekniği” isimli kitaptan, yayınevinden gerekli yazılı izin alınarak modellenmiştir. Ayrıca uygulamada kullanılan çekim pozisyonlarının grafiği (dijital görüntü) aynı kitaptan olduğu gibi alınarak kullanılmıştır. İnsan vücudundaki röntgen çekim pozisyonları 9 ana bölümden ve 95 çekim pozisyonundan oluşmaktadır. Ana bölümler Tablo 4.3’te gösterilmiştir (Özdemir, 2015). Her çekim pozisyonu ayrı bir animasyon ile gösterilmiştir. Hasta modeline her çekimle ilgili duruş pozisyonu aldırılmıştır. Hasta modeli çekim için hazır olma pozisyonunu aldıktan sonra, röntgen çekim cihazı ilgili çekime animasyonlu bir şekilde, uygun pozisyonda konumlanarak çekime hazır hale gelmektedir. Kullanıcı “Çek” butonuna tıklayarak röntgen cihazından çıkan x-ray ışınları hastanın çekim yapılacak bölümüne yansımakta ve oluşturulan grafiği aynı anda hem duvarda bulunan monitöre hem de teknisyenin bilgisayar ekranına ilgili bölüme gönderilmek üzere yansıtılmaktadır.

Tablo 4. 3. Vücut röntgen çekim bölümleri (Özdemir, 2015).

Vücut röntgen çekim bölümleri	Pozisyon Sayısı
1. Karanium (kafa)	6
2. Fasial (yüz)	12
3. Vertebralar (omurlar)	15
4. Toraks (göğüs)	11
5. Omuz	9
6. Üst ekstremiteler	12
7. Batın (abdominal)	3
8. Pelvik	9
9. Alt ekstremiteler	18
Toplam	95

4.7.1. Karanium (kafa) çekim pozisyonları

Kranium (kafa) çekim pozisyonları, insan kafasının farklı açılardan X-ışını görüntülerini almak için belirlenmiş çeşitli pozisyonları içerir. Bu pozisyonlar, kafa kemiklerinin yapısını, sinüs boşluklarını, çene kemiklerini ve kafa içindeki olası anormallikleri görüntülemek amacıyla kullanılır. Bu pozisyonlar sayesinde kafa yapısının üç boyutlu olarak detaylı görüntüleri alınarak teşhis ve tedavi süreçlerinde hekim tarafından kullanılır. Doğru pozisyonu seçerek hastanın başını uygun açıyla hizalayarak en doğru grafi elde etmek çok önemlidir. İnsan kafasında temel olarak 6 farklı çekim bölümü ve 95 röntgen çekim pozisyonu bulunmaktadır (Özdemir, 2015). Röntgen Cihazı Kullanım Eğitimi uygulamasında 95 çekim pozisyonunun tamamı için modelleme yapılmıştır. Bu çalışmada her ana bölümden yalnızca bir çekim pozisyonu modellemesi açıklanacaktır. Tablo 4.4'te Karanium (kafa) çekim pozisyonlarını listelenmiştir.

Tablo 4. 4. Karanium (kafa) çekim pozisyonları.

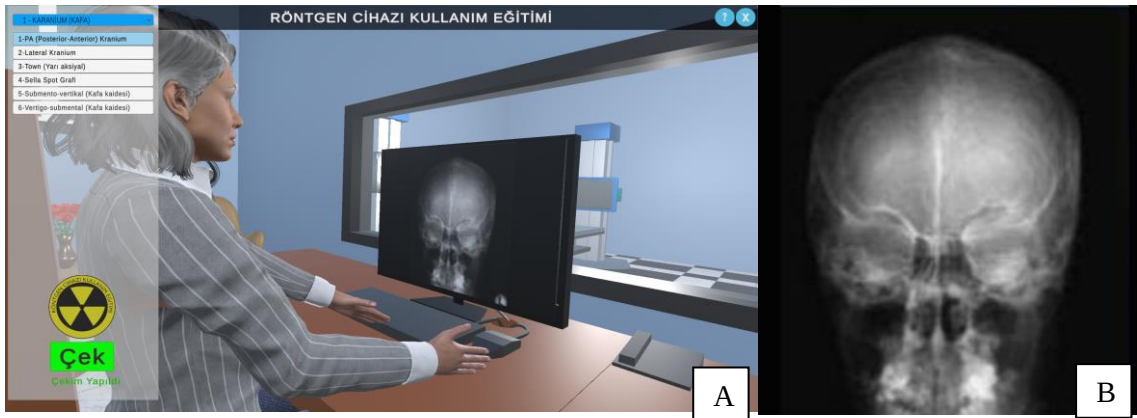
Karanium (kafa) çekim pozisyonları
1. PA (Posterior-Anterior) Kranium
2. Lateral Kranium
3. Town (Yarı aksiyal)
4. Sella Spot Grafi
5. Submento-Vertikal (Kafa kaidesi)
6. Vertigo-Submental (Kafa kaidesi)

PA (Posterior-Anterior) Kranium pozisyonunda “Hasta pron pozisyonundadır. Alın ve burun masaya temas eder, eller başın iki yanında ve pozisyona destek verir. Bu pozisyonda kafanın medial-sagital planı masaya diktir. Grafi ayakta, aynı pozisyonda vertikal buki standında da alınabilir” (Özdemir, 2015, s. 77). Şekil 4.19’da hastanın PA (Posterior-Anterior) Kranium grafisi çekimi için hastanın pozisyonu ve röntgen cihazının hastaya göre hazır haldeki konumunu göstermektedir. Görüntü aynı şekilde uygulamanın Android versiyonunda da bulunmaktadır.



Şekil 4. 19. PA (Posterior-Anterior) Kranium çekim pozisyonu.

PA (Posterior-Anterior) Kranium pozisyonu Şekil 4.19’da gösterilmektedir. Hasta modeli uygun çekim pozisyonunu aldıktan sonra, röntgen çekim cihazı animasyonlu şekilde ileri-geri, aşağı-yukarı hareketlerle hastanın çekim yapılacak bölgesine konumlandırılır. Daha sonra varsa ışın tüpüne de gerekli açılarda döndürme işlemi yapılır. Cihaz hazır hale geldiğinde “Çek” butonu aktif hale gelir. Kullanıcı butona tıkladığında Şekil 4.20. a) da görüldüğü gibi pozisyon grafisi teknisyenin bilgisayarına yansıtılır. PA (Poster-Anterior grafisinin gerçek görüntüsü ise Şekil 4.20. b) de görülmektedir. Görüntü aynı şekilde uygulamanın Android versiyonunda da bulunmaktadır.



Şekil 4. 20. PA (Poster-Anterior) grafisi.
a) Uygulamada görünen grafi. b) Gerçek grafi (Özdemir, 2015, s. 77).

4.7.2. Fasial (yüz) çekim pozisyonları

Fasial (yüz) çekim pozisyonları, yüz bölgesindeki kemik yapılarının detaylı bir şekilde görüntülenmesini sağlamak amacıyla uygulanmaktadır. Bu çekimlerde, başın konumu ve açısı, istenilen anatomik yapıların net bir şekilde görünmesi için hassas bir şekilde ayarlanır. Doğru çekim pozisyonu kemiklerin üzerindeki yapısal detayların üst üste binmeden net olarak görünmesini sağlar. Fasial çekimlerde genellikle orbita, zigomatik kemikler, maksilla ve mandibula gibi yüz kemiklerinin incelenmesi amaçlanmaktadır (MEB, 2011). Bu uygulamada öğrencilerin ve teknisyenlerin yüz bölgesi için gerekli olan pozisyonları sanal bir hasta üzerinde gözlemleyerek gerçek röntgen çekimlerine hazırlanmaları hedeflenmektedir. Tablo 4.5'te Fasial (yüz) çekim pozisyonları listelenmiştir.

Tablo 4. 5. Fasial (yüz) çekim pozisyonları.

Fasial (yüz) çekim pozisyonları
1. Sinüsler-Water's grafisi
2. Sinüsler-Lateral yüz grafisi
3. Sinüsler-Caldwel grafi
4. Orbita grafi
5. Lateral Orbita grafi
6. Orbita Optik Foramen
7. Temporal Kemik Schüller
8. Temporal Kemik Stenvers
9. Temporal Kemik Temporo-mandibular Eklem
10. Mandibula PA (Posterior-Anterior)
11. Mandibula Anterior Oblik
12. Lateral Nazal kemik grafisi

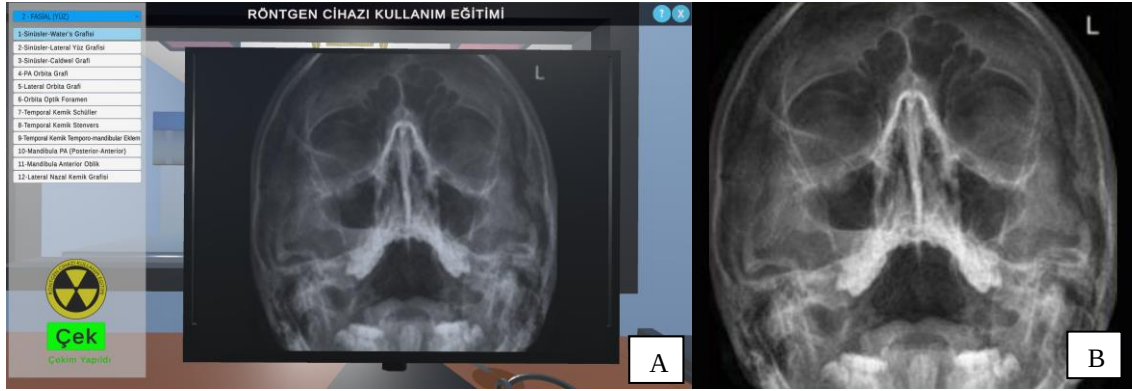
Sinüsler-Water's grafisi çekilirken, "Hasta pron pozisyonunda, kafa semi ekstansiyonda ve çene satatif ile temas halindedir. Ağız mümkün olduğunca açtırılmalıdır. Median sagital plan masaya dik olmalıdır. Dış kulak yolu ile ağız içinden geçen düzlem OM

hattına 45° olmalıdır. Kafaya sfenoid sinüsler ağız içine düşürülecek şekilde pozisyon verilmelidir. Sinüsler içerisindeki hava-sıvı seviyesini göstermesi açısından ayakta çekilmesi önerilir” (Özdemir, 2015, s. 83). Şekil 4.21’de Sinüsler-Water’s grafisi çekim pozisyonu görülmektedir. Görüntü aynı şekilde uygulamanın Android versiyonunda da bulunmaktadır.



Şekil 4. 21. Sinüsler-Water’s grafisi çekim pozisyonu.

Fasial (yüz) çekim pozisyonlarından Sinüsler-Water’s grafisi pozisyonu Şekil 4.21’de gösterilmektedir. Hasta modeli ayakta statifin önünde elleri arkada olacak şekilde uygun çekim pozisyonunu aldıktan sonra, röntgen çekim cihazı animasyonlu şekilde hasta modeline yaklaşıp, hastanın çekim yapılacak bölgesine konumlandırılmıştır. Daha sonra ışın tüpüne de gerekli açılarda döndürme işlemi yapılmıştır. Cihaz hazır hale geldiğinde “Çek” butonu aktif hale gelmektedir. Kullanıcı butona tıkladığında Şekil 4.22. a) da görüldüğü gibi pozisyon grafisi teknisyenin bilgisayarına yansıtılır. Sinüsler-Water’s grafisinin gerçek görüntüsü ise Şekil 4.22. b) de görülmektedir. Görüntü aynı şekilde uygulamanın Android versiyonunda da bulunmaktadır.



Şekil 4. 22. Sinüsler-Water's grafisi.

a) Uygulamada görünen grafi. b) Gerçek grafi (Özdemir, 2015, s. 83).

4.7.3. Vertebralar (omurlar) çekim pozisyonları

Vertebralar (Omurlar) Çekim Pozisyonları, vertebraların röntgen çekimlerinde, omurganın farklı bölgelerini net bir şekilde görüntülemek için çeşitli pozisyonlar kullanılmaktadır. Bu çekimler servikal, torakal, lomber ve sakral bölgeleri kapsamaktadır. Her bölge için özel olarak belirlenmiş açı ve pozisyonlar, omurların yapısal bütünlüğünü ve aralarındaki disk mesafelerini değerlendirmeyi sağlamaktadır. Örneğin, servikal vertebra çekimlerinde hastanın boynunun belirli bir açıda tutulması, torakal ve lomber bölgelerde ise hastanın sırt üstü veya yan pozisyonlara yerleştirilmesi gibi uygulamalar yaygındır. Ayrıca, omurganın doğal eğriliklerini daha iyi görebilmek için bazı çekimlerde özel açılar ve destekler kullanılmaktadır (Erkal ve Kılıç, 2019). Tablo 4.6'da Vertebralar (Omurlar) Çekim Pozisyonları gösterilmektedir.

Tablo 4. 6. Vertebralar (omurlar) çekim pozisyonları.

Vebralar (omurlar) çekim pozisyonları
1. Servikal AP (Anterior-Posterior)
2. Servikal Lateral Grafi
3. Servikal Posterior Oblik Grafi
4. Servikal Fonksiyonel Grafi
5. Servikal Atlanto-Aksiyal Grafisi
6. Torakal AP Grafi

Tablo 4. 7. (Devam) Vertebralar (omurlar) çekim pozisyonları.

7. Torakal Lateral Grafi
8. Torako-lomber Skalyoz AP Grafisi
9. Lomber AP Grafisi
10. Lomber Lateral Grafi
11. Lomber Posterior Oblik Grafiler
12. Lomber L5/S1 Grafi
13. Lombo-sakrol Fonksiyonel Grafiler
14. Sakrum AP Grafisi
15. Sakrum Lateral Grafi

Vertebralar (omurlar) çekim pozisyonları toplam 15 röntgen çekim pozisyonundan meydana gelmektedir. Bu pozisyonlardan Lombo-sakrol Fonksiyonel Grafiler pozisyonunda hasta ayakta çekim yapılmaktadır. Hasta Satatifin önünde bir tabure üzerinde oturarak kolları havada olacak şekilde statife doğru yan bir duruş pozisyonunda oturur. Röntgen cihazı gerekli mesafe ve açılar ayarlandıktan sonra çekim işlemi gerçekleştirilir. Şekil 4.23'te Lombo-sakrol Fonksiyonel Grafilerin çekim pozisyonu görülmektedir. Görüntü aynı şekilde uygulamanın Android versiyonunda da bulunmaktadır.



Şekil 4. 23. Lombo-sakrol Fonksiyonel Grafiler çekim pozisyonu.

Vertebralar (omurlar) çekim pozisyonlarından Lambo-sakrol fonksiyonel grafisi için gerekli cihaz ayarlamaları yapıldıktan sonra kullanıcı “Çek” butonuna tıklar. Röntgen cihazının X-ışın tüpünden çıkan ışınlar çekim yapılacak bölge üzerine yansıtılarak bölgenin grafisi çekilir. Çekilen grafi teknisyenin bilgisayar ekranına yansıtılır. Şekil 4.24’te (a) uygulamada çekilen ve grafinin teknisyenin ekranına yansımış hali görülmekte, (b) Lambo-sakrol fonksiyonel grafisinin gerçek grafi görüntüsü yer almaktadır. Görüntü aynı şekilde uygulamanın Android versiyonunda da bulunmaktadır.



Şekil 4. 24. Lombo-sakrol Fonksiyonel Grafiler çekim pozisyonu.
a) Uygulamada görünen grafi. b) Gerçek grafi (Özdemir, 2015, s. 107).

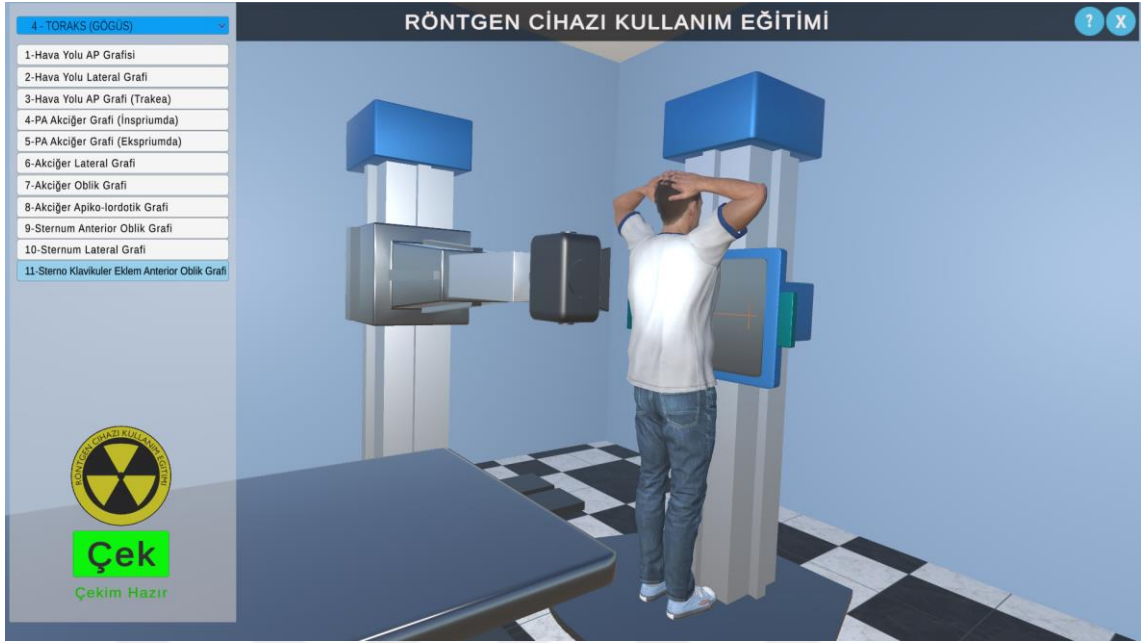
4.7.4. Toraks (göğüs) çekim pozisyonları

Toraks (göğüs) çekim pozisyonları toplam 11 çekim pozisyonunu içermektedir. Toraks, yani göğüs bölgesi çekimleri, özellikle akciğerler, kalp ve çevresindeki yapılar için detaylı bir görüntü elde etmek amacıyla gerçekleştirilmektedir. Göğüs röntgenlerinde en yaygın kullanılan pozisyonlar, ön-arka (PA) ve yan (lateral) pozisyonlardır. PA çekiminde hasta, röntgen cihazına yüzü dönük olarak ayakta dururken, lateral çekimde hasta omzunu cihaza dayar. Bu pozisyonlar, akciğerlerin tamamının ve kalbin en doğru şekilde görüntülenmesini sağlar. Çekim sırasında hastanın omuzları hafifçe öne doğru çekilerek kürek kemiklerinin akciğer alanını kapatması engellenir. Uygulamada, seçilen toraks çekim pozisyonuna göre animasyonlu olarak hasta modeli uygun pozisyona getirilir ve X-ray cihazı ayarlanır (Özyiğit, 2014). Tablo 4.8’de Toraks (göğüs) çekim pozisyonları listelenmiştir.

Tablo 4. 8. Toraks (göğüs) çekim pozisyonları.

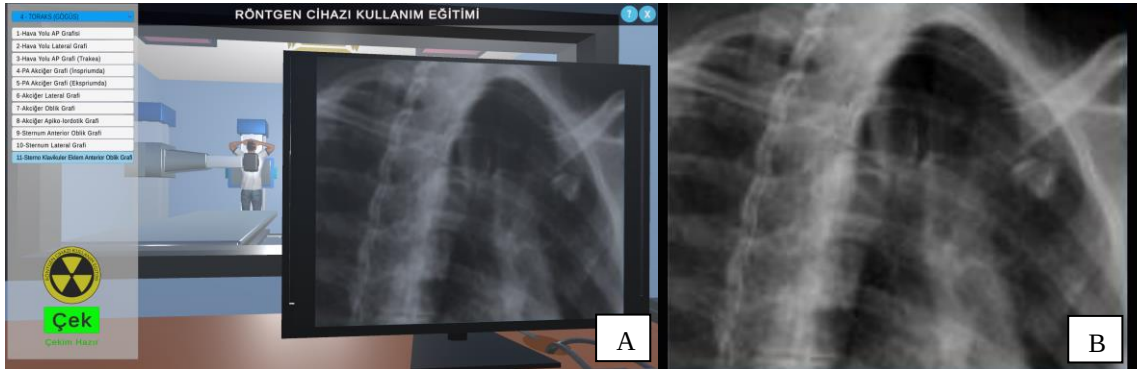
Toraks (göğüs) çekim pozisyonları
1. Hava Yolu AP Grafisi
2. Hava Yolu Lateral Grafi
3. Hava Yolu AP Grafi (Trakea)
4. PA Akciğer Grafi (İnsprumda)
5. PA Akciğer Grafi (Eksprumda)
6. Akciğer Lateral Grafi
7. Akciğer Oblik Grafi
8. Akciğer Apiko-lordotik Grafi
9. Sternum Anterior Oblik Grafi
10. Sternum Lateral Grafi
11. Sterno Klavikuler Eklem Anterior Oblik Grafi

Toraks (göğüs) çekim pozisyonlarından Sterno Klavikuler Eklem Anterior Oblik Grafi, sternoklaviküler eklem (göğüs kemiği ile köprücük kemiği arasındaki eklem) daha net ve ayrıntılı bir şekilde görüntülenmesi için yapılan bir çekimdir. Bu pozisyonunda hasta Statif önünde ayakta duruş pozisyonu alır. Hastanın sırtı X-ray cihazına dönük pozisyon alır. Hasta incelenecek eklem tarafı X-ray cihazına daha yakın olacak şekilde hafif bir açıda durur. Hastanın elleri havada başının üzerinde birleştirilerek pozisyon alır. Şekil 4. 26'da uygulamada bulunan Sterno Klavikuler Eklem Anterior Oblik Grafi çekim pozisyonu gösterilmiştir. Görüntü aynı şekilde uygulamanın Android versiyonunda da bulunmaktadır.



Şekil 4. 25. Sterno Klavikuler Eklem Anterior Oblik Grafi çekim pozisyonu.

Toraks (göğüs) çekim pozisyonlarından Sterno Klavikuler Eklem Anterior Oblik Grafisi için gerekli cihaz ayarlamaları yapıldıktan sonra kullanıcı “Çek” butonuna tıklar. Röntgen cihazının X-ışın tüpünden çıkan ışınlar çekim yapılacak bölge üzerine yansıtılarak bölgenin grafisi çekilir. Çekilen grafi teknisyenin bilgisayar ekranına yansıtılır. Şekil 4.27’de Sterno Klavikuler Eklem Anterior Oblik Grafisinin (a) uygulamada çekilen ve grafinin teknisyenin ekranına yansımış hali, (b) Sterno Klavikuler Eklem Anterior Oblik Grafisinin gerçek görüntüsü yer almaktadır. Görüntü aynı şekilde uygulamanın Android versiyonunda da bulunmaktadır.



Şekil 4. 26. Sterno Klavikuler Eklem Anterior Oblik Grafi.
a) Uygulamada görünen grafi. b) Gerçek grafi (Özdemir, 2015, s. 120).

4.7.5. Omuz çekim pozisyonları

Omuz çekim pozisyonları 9 çekim pozisyonundan oluşmaktadır. Omuz çekim pozisyonları, omuz eklem yapısının detaylı olarak görüntülenmesi amacıyla yapılan pozisyonlamalardır. Bu çekimler, omuz çıkıkları, kırıklar, artrit veya diğer patolojik durumların tanısında önemli rol oynar. Genellikle AP (anteroposterior), Y-görünüm (scapular Y) ve aksiyel pozisyonlar kullanılır. AP çekimde hasta, omzunu X-ray cihazına doğru döndürerek dik bir pozisyonda durur; bu pozisyon omuz eklemi ön den görüntüler. Y-görünüm, kürek kemiğini omuz eklemi ile aynı hizaya getirerek olası çıkıkların tespitine yardımcı olur. Aksiyel çekimde ise omuz eklemi alttan görüntülenerek kemik yapılar arasındaki ilişkiler daha ayrıntılı şekilde incelenir. (Babacan ve ark., 2005). Tablo 4.9’da Omuz çekim pozisyonları listelenmiştir.

Tablo 4. 9. Omuz çekim pozisyonları.

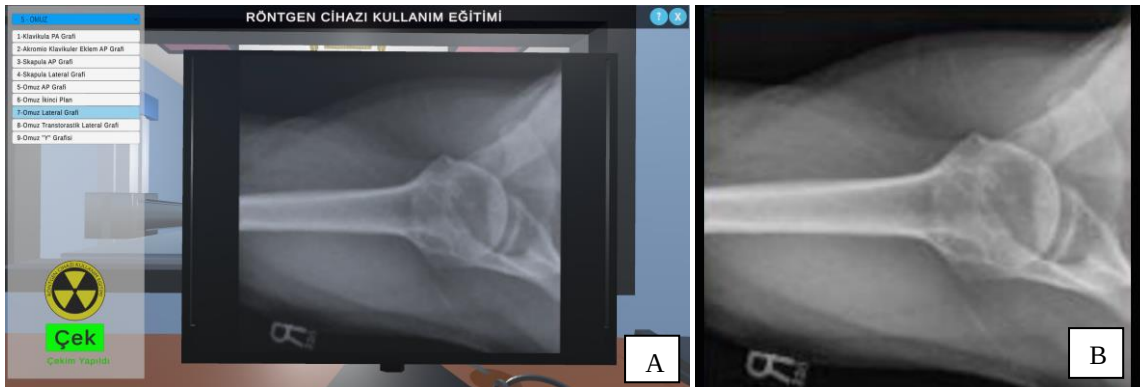
Omuz çekim pozisyonları
1. Klavikula PA Grafi
2. Akromio Klavikuler Eklem AP Grafi
3. Skapula AP Grafi
4. Skapula Lateral Grafi
5. Omuz AP Grafi
6. Omuz İkinci Plan
7. Omuz Lateral Grafi
8. Omuz Transtorastik Lateral Grafi
9. Omuz "Y" Grafisi

Omuz çekim pozisyonlarından, Omuz Lateral Grafisi omuz ekleminin yandan görüntülenmesini sağlayan bir pozisyonudur. Bu çekim, omuz çıkıkları, kırıklar veya eklem ile ilgili diğer patolojilerin değerlendirilmesinde kullanılır. Bu pozisyon ayakta çekebileceği gibi çekim masası üzerinde yatay konumda da çekilebilir. Hasta sırtüstü yatarak omuzu çekilecek kol vücuda 90 derece olacak şekilde ayarlanır ve kol havaya doğru kaldırılarak çekim yapılır. Şekil 4.29’da Omuz Lateral Grafi çekim pozisyonu hastanın yatarak çekilmesi görülmektedir. Görüntü aynı şekilde uygulamanın Android versiyonunda da bulunmaktadır.



Şekil 4. 27. Omuz Lateral Grafi çekim pozisyonu.

Omuz çekim pozisyonlarından, Omuz Lateral Grafisi için gerekli cihaz ayarlamaları yapıldıktan sonra kullanıcı “Çek” butonuna tıklar. Röntgen cihazının X-ışın tüpünden çıkan ışınlar çekim yapılacak bölge üzerine yansıtılarak bölgenin grafisi çekilir. Çekilen grafi teknisyenin bilgisayar ekranına yansıtılır. Şekil 4.30’da (a) uygulamada çekilen ve grafinin teknisyenin ekranına yansımış hali görülmekte, (b) Omuz Lateral grafisinin gerçek görüntüsü yer almaktadır. Görüntü aynı şekilde uygulamanın Android versiyonunda da bulunmaktadır.



Şekil 4. 28. Omuz Lateral Grafisi.

- Uygulamadaki görünen grafi.
- Gerçek grafi (Özdemir, 2015, s. 127).

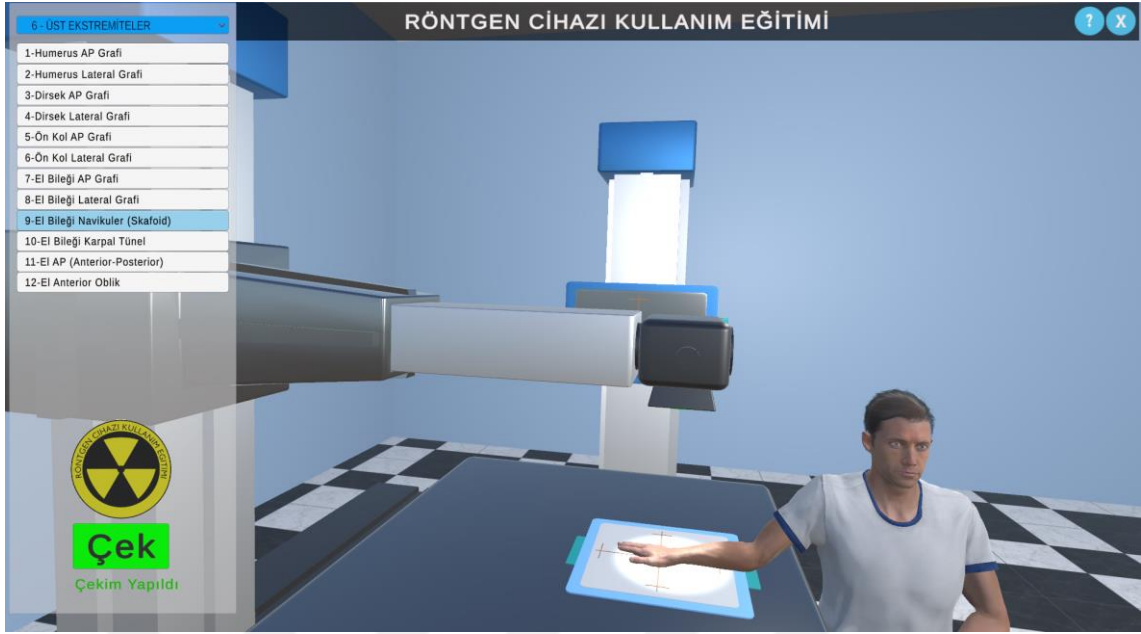
4.7.6. Üst ekstremiteler çekim pozisyonları

Üst ekstremiteler çekim pozisyonları 12 alt çekim pozisyonundan oluşmaktadır. Bu pozisyonlar el, bilek, ön kol, dirsek ve üst kol gibi üst vücut bölgelerinin röntgen ile detaylı incelenmesini sağlar. Bu çekim pozisyonları, kırık, çıkık, kireçlenme, yumuşak doku yaralanmaları gibi durumların tanısında önemlidir. Her bölge için belirli açılarda ve pozisyonlarda çekim yapılarak kemik ve eklem yapıları ayrıntılı olarak görüntülenir (Türerer, 2019). Tablo 4.10'da Üst ekstremiteler çekim pozisyonları listelenmiştir.

Tablo 4. 10. Üst ekstremiteler çekim pozisyonları.

Üst ekstremiteler çekim pozisyonları
1. Humerus AP Grafi
2. Humerus Lateral Grafi
3. Dirsek AP Grafi
4. Dirsek Lateral Grafi
5. Ön Kol AP Grafi
6. Ön Kol Lateral Grafi
7. El Bileği AP Grafi
8. El Bileği Lateral Grafi
9. El Bileği Navikuler (Skafoid)
10. El Bileği Karpal Tünel
11. El AP (Anterior-Posterior)
12. El Anterior Oblik

Üst ekstremiteler çekim pozisyonlarından El bileği navikuler (skafoid) pozisyonu, el bileği kemiklerinden navikuler kemiğin detaylı bir şekilde görüntülenmesi için kullanılır. Skafoid kırıkları, özellikle el bileğinde sıkça görülen yaralanmalardandır ve genellikle zor tespit edilir. Bu pozisyonla, skafoid kemiğin farklı açılardan net bir şekilde görüntülenmesi sağlanarak kırık, çıkık veya diğer yapısal bozuklukların tanısı kolaylaştırılır. Şekil 4.31'de El Bileği Navikuler (Skafoid) çekim pozisyonu hastanın oturarak çekilmesi görülmektedir. Görüntü aynı şekilde uygulamanın Android versiyonunda da bulunmaktadır.



Şekil 4. 29. El Bileği Navikuler (Skafoïd) çekim pozisyonu.

Üst ekstremiteler çekim pozisyonlarından El bileği navikuler (skafoïd) grafisi için hasta çekim masasının önünde tabure üzerine oturduktan sonra gerekli X-ray ayarları yapılır. Kullanıcı “Çek” butonuna tıklar. Röntgen cihazının X-ışın tüpünden çıkan ışınlar çekim yapılacak bölge üzerine yansıtılarak bölgenin grafisi çekilir. Çekilen grafi teknisyenin bilgisayar ekranına yansıtılır. Şekil 4.32’de (a) uygulamada çekilen ve grafinin teknisyenin ekranına yansımış hali görülmekte, (b) El Bileği Navikuler (Skafoïd) grafisinin gerçek grafi görüntüsü yer almaktadır. Görüntü aynı şekilde uygulamanın Android versiyonunda da bulunmaktadır.



Şekil 4. 30. El Bileği Navikuler (Skafoïd) grafisi.

a) Uygulamada görünen grafi. b) Gerçek grafi (Özdemir, 2015, s. 138).

4.7.7. Batın (abdominal) çekim pozisyonları

Batın (abdominal) çekim pozisyonları 3 alt çekim pozisyonundan oluşmaktadır. Bu pozisyonlar karın bölgesindeki organların görüntülenmesini sağlar ve genellikle bağırsak tıkanıklığı, böbrek taşları, serbest hava veya sıvı birikimi gibi durumların değerlendirilmesinde kullanılır. Bu pozisyonlarda hasta genellikle ayakta veya yan yatar şekilde konumlandırılır (Akyurt ve Yıldırım, 2023). Tablo 4.11’de Batın (abdominal) çekim pozisyonları listelenmiştir.

Tablo 4. 11. Batın (abdominal) çekim pozisyonları.

Batın (abdominal) çekim pozisyonları
1. DÜS-AP (Direkt Üriner Sistem)
2. Ayakta Direkt Batın Grafisi PA
3. Lateral Dekübitus AP

Ayakta direkt batın grafisi PA çekim pozisyonu, hastanın ayakta durarak gövdesinin arka yüzünün X-ray cihazına paralel şekilde yerleştirildiği bir görüntüleme tekniğidir. Bu pozisyonda, hastanın omuzları düz bir hat oluşturacak şekilde ayakta durması sağlanır. X-ray ışınları, hasta üzerinden arka yüzeyden (posterior) ön yüzeye (anterior) doğru geçerek görüntü oluşturur. Şekil 4.33’te Ayakta Direkt Batın Grafisi PA çekim pozisyonu hastanın ayakta Statif önünde durarak çekilmesi görülmektedir. Görüntü aynı şekilde uygulamanın Android versiyonunda da bulunmaktadır.



Şekil 4. 31. Ayakta Direkt Batın Grafisi PA çekim pozisyonu.

Batın (abdominal) çekim pozisyonlarından Ayakta direkt batın grafisi PA çekim grafisi için gerekli cihaz ayarlamaları yapıldıktan sonra kullanıcı “Çek” butonuna tıklar. Röntgen cihazının X-ışın tüpünden çıkan ışınlar çekim yapılacak bölge üzerine yansıtılarak bölgenin grafisi çekilir. Çekilen grafi teknisyenin bilgisayar ekranına yansıtılır. Şekil 4.34’te (a) uygulamada çekilen ve grafinin teknisyenin ekranına yansımış hali görülmekte, (b) Ayakta direkt batın grafisi PA grafisinin gerçek grafi görüntüsü yer almaktadır. Görüntü aynı şekilde uygulamanın Android versiyonunda da bulunmaktadır.



Şekil 4. 32. Ayakta Direkt Batın Grafisi PA.
a) Uygulamada görünen grafi. b) Gerçek grafi (Özdemir, 2015, s. 143).

4.7.8. Pelvik çekim pozisyonları

Pelvik çekim pozisyonları 9 röntgen temel olarak çekim pozisyonundan meydana gelmektedir. Leğen kemiği, kalça eklemleri ve çevresindeki yapıları incelemek için kullanılan röntgen pozisyonlarıdır. Bu çekimler genellikle kalça kırıkları, çıkıklar, artrit veya diğer pelvik bölge hastalıklarını değerlendirmek amacıyla yapılır. Hasta genellikle sırtüstü yatar pozisyona alınır ve bacaklar belirli bir açıyla yerleştirilir. Pelvik röntgenler, özellikle travma vakalarında ve ortopedik değerlendirmelerde hızlı tanı koymak amacıyla çekilir (KTÜ, 2021). Tablo 4.12’de Pelvik çekim pozisyonları listelenmiştir.

Tablo 4. 12. Pelvik çekim pozisyonları.

Pelvik çekim pozisyonları
1. Pelvis AP (Anterior-Posterior)
2. Pelvis Lateral Grafi
3. Pelvis (Kalça) Kurbağa Pozisyonu
4. Pelvis (Kalça) Andren-Von Rosen
5. Sakro-İliak Eklem AP Grafi
6. Sakro-İliak Eklem Posterior Oblik
7. Sakro-İliak Eklem-PA Özel Pozisyonda SİE Grafi
8. Koks-femoral Eklem (Kalça)
9. Koks-femoral Eklem (Kalça) Lateral

Pelvis (Kalça) Kurbağa Pozisyonu, kalça eklemlerinin detaylı olarak incelenmesi gereken durumlarda kullanılan özel bir röntgen pozisyonudur. Bu pozisyonda hasta sırtüstü yatar, dizleri bükülür ve ayak tabanları birbirine yaklaştırılarak kalça dışarı doğru döndürülür. Kurbağa pozisyonu, özellikle çocuklarda gelişimsel kalça displazisi gibi durumları değerlendirmek veya kalça eklemindeki hareket açıklığını görmek için tercih edilir. Şekil 4.35’te Pelvis (Kalça) Kurbağa Pozisyonu çekimi röntgen masası üzerinde sırtüstü yatar şekilde durarak çekilmesi görülmektedir. Görüntü aynı şekilde uygulamanın Android versiyonunda da bulunmaktadır.



Şekil 4. 33. Pelvis (Kalça) Kurbağa Pozisyonu çekim görüntüsü.

Pelvik çekim pozisyonlarından Pelvis (Kalça) Kurbağa Pozisyonu grafisi için gerekli cihaz ayarlamaları yapıldıktan sonra kullanıcı “Çek” butonuna tıklar. Röntgen cihazının X-ışın tüpünden çıkan ışınlar çekim yapılacak bölge üzerine yansıtılarak bölgenin grafisi çekilir. Çekilen grafi teknisyenin bilgisayar ekranına yansıtılır. Şekil 4.36’da (a) uygulamada çekilen ve grafinin teknisyenin ekranına yansımış hali görülmekte, (b) Pelvis (Kalça) Kurbağa Pozisyonunun gerçek grafi görüntüsü yer almaktadır. Görüntü aynı şekilde uygulamanın Android versiyonunda da bulunmaktadır.



Şekil 4. 34. Pelvis (Kalça) Kurbağa Pozisyonu grafisi.
a) Uygulamada görünen grafi. b) Gerçek grafi (Özdemir, 2015, s. 147).

4.7.9. Alt ekstremiteler çekim pozisyonları

Alt ekstremiteler çekim pozisyonları 18 temel çekim pozisyonundan oluşmaktadır. Bu çekimler bacak, diz, ayak bileği ve ayak gibi vücudun alt bölümlerini detaylı incelemek amacıyla çeşitli açılardan yapılan röntgen çekimlerini kapsamaktadır. Bu pozisyonlar, kemiklerin hizalanmasını, eklem aralıklarını ve kırık veya çıkık gibi yaralanmaları değerlendirmek için kullanılmaktadır. Her bir çekim pozisyonu, ilgili bölgedeki anatomik yapıları en iyi şekilde görüntülemek için özel olarak ayarlanır (Özdemir, 2015). Tablo 4.13'te Alt ekstremiteler çekim pozisyonları listelenmiştir.

Tablo 4. 13. Alt ekstremiteler çekim pozisyonları.

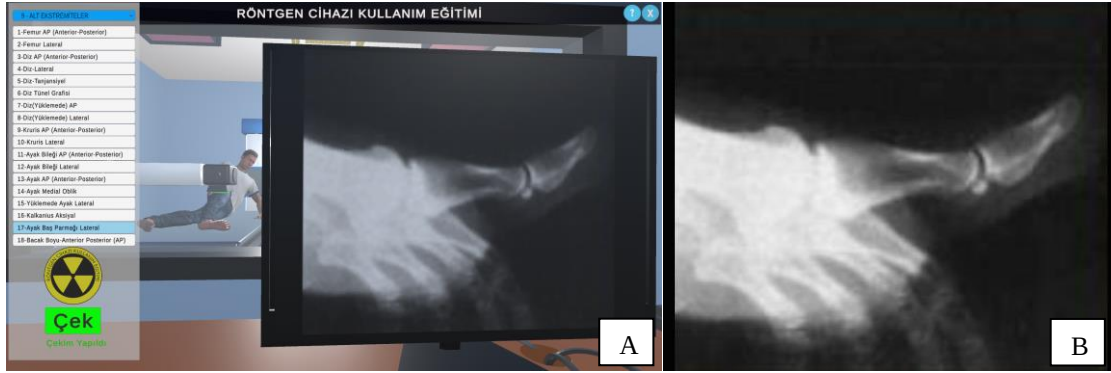
Alt ekstremiteler çekim pozisyonları
1. Femur AP (Anterior-Posterior)
2. Femur Lateral
3. Diz AP (Anterior-Posterior)
4. Diz-Lateral
5. Diz-Tanjansiyel
6. Diz Tünel Grafisi
7. Diz(Yüklemede)
8. Diz(Yüklemede) Lateral
9. Kruris AP (Anterior-Posterior)
10. Kruris Lateral
11. Ayak Bileği AP (Anterior-Posterior)
12. Ayak Bileği Lateral
13. Ayak AP (Anterior-Posterior)
14. Ayak Medial Oblik
15. Yüklemde Ayak Lateral
16. Kalkanius Aksiyal
17. Ayak Baş Parmağı Lateral
18. Bacak Boyu-Anterior Posterior (AP)

Alt ekstremiteler çekim pozisyonlarından olan Ayak Baş Parmağı Lateral pozisyonu, ayak baş parmağının yandan detaylı görüntüsünü elde etmek için kullanılan bir röntgen pozisyonudur. Bu çekim, özellikle parmak kemiğindeki kırıklar, çıkıklar veya deformasyonların değerlendirilmesi amacıyla yapılmaktadır. Hastanın ayağı, baş parmağın yandan net görüneceği şekilde yerleştirilir ve çekim yapılır. Şekil 4.37’de Ayak Baş Parmağı Lateral pozisyonu çekimi röntgen masası üzerinde yan yarı yatar biçimde ayak baş parmağı net görünecek şekilde durarak çekilmesi görülmektedir. Görüntü aynı şekilde uygulamanın Android versiyonunda da bulunmaktadır.



Şekil 4. 35. Ayak Baş Parmağı Lateral çekim pozisyonu.

Alt ekstremiteler çekim pozisyonlarından Ayak Baş Parmağı Lateral grafisi için gerekli cihaz ayarlamaları yapıldıktan sonra kullanıcı “Çek” butonuna tıklar. Röntgen cihazının X-ışın tüpünden çıkan ışınlar çekim yapılacak bölge üzerine yansıtılarak bölgenin grafisi çekilir. Çekilen grafi teknisyenin bilgisayar ekranına yansıtılır. Şekil 4.38’de (a) uygulamada çekilen ve grafinin teknisyenin ekranına yansımış hali görülmekte, (b) Ayak Baş Parmağı Lateral grafisinin gerçek grafi görüntüsü yer almaktadır. Görüntü aynı şekilde uygulamanın Android versiyonunda da bulunmaktadır.



Şekil 4. 36. Ayak Baş Parmağı Lateral grafisi.

a) Uygulamada görünen grafi. b) Gerçek grafi (Özdemir, 2015, s. 170).

Bu çalışmada kullanılan materyal ve yöntemler, araştırma sorularını en doğru şekilde yanıtlamak ve amaca yönelik güvenilir veriler elde etmek için özenle seçilmiştir. Tanımlanan örneklem, veri toplama araçları ve analiz yöntemleri, çalışmanın geçerliliğini ve güvenilirliğini destekler niteliktedir. Böylece, elde edilen bulguların bilimsel doğruluğunu güvence altına alacak sağlam bir metodolojik yapı oluşturulmuştur. Bu yaklaşımla, çalışmanın amacı doğrultusunda anlamlı sonuçlara ulaşılması hedeflenmiştir.

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, Radyoloji öğrencilerinin teorik olarak öğrendikleri röntgen çekim pozisyonlarının pratik olarak dijital ortamda deneyimlemelerini sağlamak amacıyla ve röntgen teknisyenlerinin az kullanılan veya unutulmuş röntgen çekim pozisyonlarını hatırlamalarını sağlamak amacıyla dijital 3B Röntgen Cihazı Kullanım Eğitimi uygulaması, Windows cihazlar için ve Android cihazlar için iki farklı versiyon olarak geliştirilmiş ve sunulmuştur. Araştırmada elde edilen bulgular detaylı bir şekilde incelenmiş ve ilgili literatür ile karşılaştırılarak tartışılmıştır. Araştırmanın temel amacı olan Röntgen Cihazı Eğitim Uygulamasının değerlendirilmesi doğrultusunda elde edilen bulgular, literatürdeki benzer çalışmalarla karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır. Böylece, çalışmanın özgün katkılarının yanı sıra, mevcut literatürdeki bilgilerle ne ölçüde uyumlu ya da farklı olduğunu anlamak mümkün hale gelmiştir.

5.1. Kullanılan Ölçme Yöntemi

Eğitim araştırmalarında ölçülmeye çalışılan en önemli değişkenlerden biri de tutumdur. Tutum, belirli bir durum, kavram veya nesne karşısında olumlu ya da olumsuz tepkide bulunma eğilimidir. Bireylerin tutum, eğilim ve görüşlerini ölçmek için çeşitli ölçekler kullanılmaktadır. Bu ölçeklerden biri de Likert ölçeğidir. Tablo 5.1’de beş seçenekli Likert ölçeği görülmektedir. Likert ölçeği uygulaması kolay olduğu için eğitim alanında sıklıkla başvurulmuş bir ölçektir (Turan ve Ark., 2015).

Tablo 5. 1. Likert ölçeği değerleri (Bayat, 2014).

Kategori	Puan (Sayısal Değer)
Kesinlikle Katılmıyorum	1
Katılmıyorum	2
Kararsızım	3
Katılıyorum	4
Kesinlikle Katılıyorum	5

Röntgen Cihazı Kullanım Eğitimi Uygulamasının değerlendirilmesi amacıyla 5 seçenekli (Kesinlikle Katılmıyorum, Katılmıyorum, Kararsızım, Katılıyorum, Kesinlikle

Katılıyorum) ve 30 sorudan oluşan Likert Ölçeği kullanılarak Röntgen Cihazı Kullanım Eğitimi Uygulama Değerlendirme Formu hazırlanmıştır. Bu ölçme işleminde eşit aralık kullanılmıştır.

5.2. Katılımcıların Sosyodemografik Bilgilerine İlişkin Bulgular

Röntgen Cihazı Kullanım Eğitimi uygulamasının değerlendirilmesi amacıyla Uygulama Değerlendirme Formu hazırlanmıştır. Formda kullanılan 30 adet değerlendirme sorusu röntgen teknisyeni uzmanların görüşü alınarak hazırlanmış ve Uygulama Değerlendirme açısından uygun olduğu görüşü alınmıştır. Değerlendirme formunu 15 tanesi Radyoloji alanında okuyan üniversite öğrencisi, 32 tanesi röntgen teknisyeni olmak üzere 47 gönüllü katılımcı doldurmuştur. Katılımcıların demografik özellikleri Tablo 5.2’de gösterildiği gibidir.

Tablo 5. 2. Değerlendirme yapan katılımcıların demografik yapıları.

Özellik	Değer	Frekans	Yüzde Oranı
Yaş	19-24	15	31,91
	25-35	4	8,51
	36 ve üzeri	28	59,57
	Toplam	47	100
Cinsiyet	Kadın	29	61,70
	Erkek	18	38,30
	Toplam	47	100
Eğitim Durumu	Ön Lisans	22	46,81
	Lisans	20	42,55
	Yüksek Lisans	5	10,64
	Toplam	47	100
Meslek	Radyoloji Üni­versite Öğrencisi	15	31,91
	Röntgen Teknisyeni	32	68,09
	Toplam	47	100

Tablo 5. 3. (Devam) Değerlendirme yapan katılımcıların demografik yapıları.

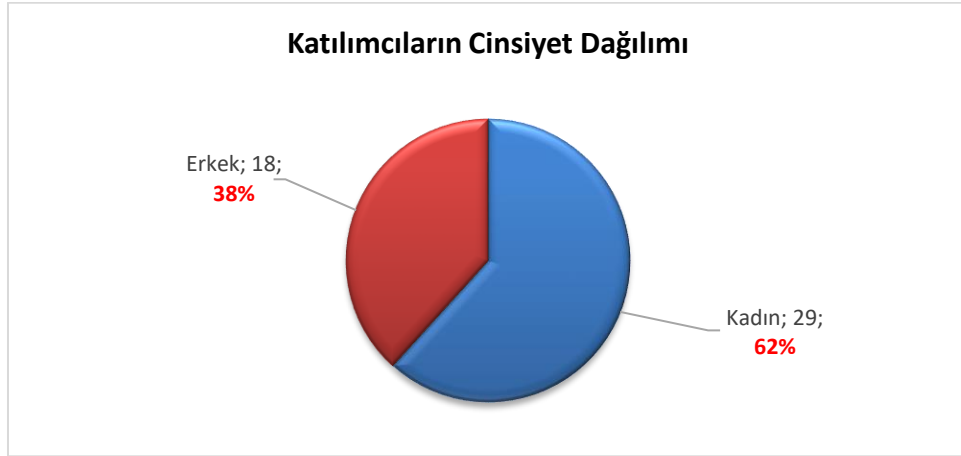
Özellik	Değer	Frekans	Yüzde Oranı
Çalıştığı Sektör	Öğrenci	15	31,91
	Kamu Sektörü	31	65,96
	Özel Sektör	1	2,13
Toplam		47	100

Yaş Dağılımı: Katılımcıların yaş gruplarına göre dağılımına bakarsak çoğunluğu %59,6 (28 kişi) ile 36 yaş ve üzeri grubu oluşturuyor. Bunu %31,9 (15 kişi) oranı ile 19-24 yaş grubu takip ediyor. Son olarak %8,5 (4 kişi) oranı ile 25-35 yaş grubu gelmektedir. Şekil 5.1’de uygulamayı değerlendiren katılımcıların yaş durumuna göre dağılımları görülmektedir.



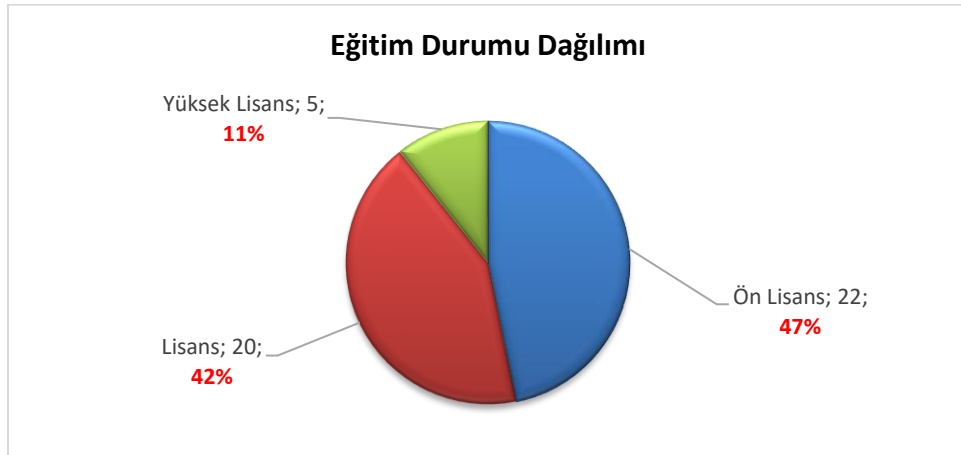
Şekil 5. 1. Katılımcıların yaş durumlarına göre dağılımı.

Cinsiyet Dağılımı: Katılımcıların cinsiyet oranlarına baktığımızda cinsiyeti erkek olanların oranı %38,3 (18 kişi) iken, cinsiyet kadın olanların oranı %61,7 (29 kişi) ile daha yüksektir. Şekil 5.2’de uygulamayı değerlendiren katılımcıların cinsiyetine göre dağılımları görülmektedir.



Şekil 5. 2. Katılımcıların cinsiyete göre dağılımları.

Eğitim Durumu Dağılımı: Katılımcıların eğitim seviyelerine göre dağılımını baktığımızda, katılımcıların %46,8'i (22 kişi) ön lisans mezunları oluşturmaktadır. İkinci sırada %42,6 (20 kişi) oran ile lisans mezunları yer almaktadır. Katılımcıların %10,6'sı (5 kişi) yüksek lisans mezunudur. Katılımcıların eğitim durumları Şekil 5.3'te gösterilmiştir.



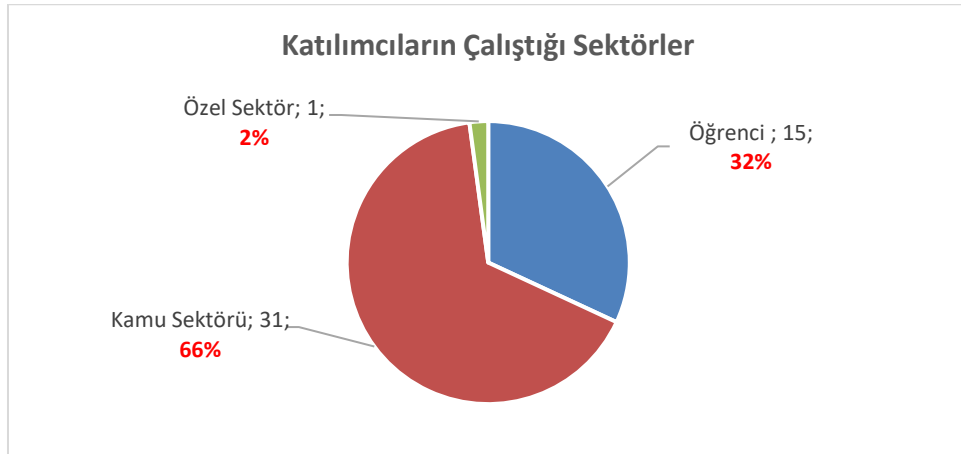
Şekil 5. 3. Eğitim durumuna göre katılımcı oranları.

Meslek Dağılımı: Uygulamayı değerlendiren katılımcıların mesleki durumlarına bakıldığında, katılımcıların %68,1'ini (32 kişi) röntgen teknisyenleri oluştururken, %31,9'unu (15 kişi) radyoloji üniversite öğrencileri oluşturmaktadır. Şekil 5.4'te katılımcıların meslek durumlarına göre dağılımları görülmektedir.



Şekil 5. 4. Katılımcıların mesleklere göre dağılımları.

Çalıştığı Sektör Dağılımı: Uygulamayı değerlendiren katılımcıların çalıştığı sektörleri incelediğimizde, en yüksek oran olan %66 (31 kişi) ile kamu sektörü çalışanları, bunu %31,9 ile (15 kişi) özel sektör çalışanları oluşturmaktadır. %2,1 oranındaki (1 kişi) katılımcı ise öğrencidir. Şekil 5.5'te uygulamayı değerlendirenlerin çalıştığı sektöre göre dağılımları görülmektedir.



Şekil 5. 5. Katılımcıların çalıştığı sektöre göre dağılımları.

5.3. Uygulama Değerlendirme Sonuçlarına İlişkin Bulgular

Uygulama Değerlendirme Formunu dolduran 47 katılımcının 30 tane uygulama değerlendirme sorusuna verdiği yanıtlar Tablo 5.3 ve Tablo 5.4'te görülmektedir. Tablolar incelendiğinde Uygulama Değerlendirme Formunda katılımcılara yöneltilen 30

soru tablolara yerleştirilmiştir. 47 katılımcının her sorunun altında bulunan “Kesinlikle katılmıyorum, Katılmıyorum, Kararsızım, Katılıyorum, Kesinlikle Katılıyorum” cevaplarından kaçar tanesini seçtiği görülmektedir. Ayrıca her soruya verilen cevap şıklarının yüzde oranları tabloda aynı cevabın frekans oranının altında yer almaktadır.

Tablo 5. 4. Uygulama değerlendirme formuna verilen yanıtlar (1-15. sorular).

		Uygulama röntgen çekim pozisyonlarını öğrenmenize veya hatırlamanıza yardımcı oluyor.	Çekim pozisyonlarının görsel sunumu yeterince açık ve anlaşılır.	Eğitim sürecinde bu uygulamanın faydalı olacağını düşünüyorum.	Uygulamanın açılış ekranı kullanıcı dostu.	Röntgen teknisyeni veya radyoloji öğrencisi olarak ihtiyaçlarınızı karşıladığımı düşünüyorum.	Uygulamadaki 3D modeller gerçekçi.	Uygulama içindeki yönlendirmeler ve talimatlar yeterince açık.	Farklı röntgen pozisyonları arasında geçiş yapmak kolay.	Bu uygulamada gösterilen pozisyon sayısı eğitim için yeterli.	Bu uygulamada gösterilen pozisyon sayısı eğitim için yeterli.	Uygulamanın grafik kalitesinin iyi olduğunu düşünüyorum.	Uygulamanın hızı ve performansı tatmin edici.	Röntgen pozisyonlarının detayları yeterince iyi anlatılıyor.	14. Bu uygulamayı her zaman kullanmayı düşünürüm.	Nadir kullanılan çekim pozisyonlarında radyoloji teknisyenine pozisyonu hatırlamada yardımcı olur.
Kesinlikle katılmıyorum	Frekans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0
Katılmıyorum	Frekans	0	0	2	0	2	4	0	1	0	1	0	1	0	1	1
	%	0,0	0,0	4,3	0,0	4,3	8,5	0,0	2,1	0,0	2,1	0,0	2,1	0,0	2,1	2,1
Kararsızım	Frekans	4	2	1	5	4	7	3	5	11	10	7	8	6	10	5
	%	8,5	4,3	2,1	10,6	8,5	14,9	6,4	10,6	23,4	21,3	14,9	17,0	12,8	21,3	10,6
Katılıyorum	Frekans	16	18	12	24	20	15	22	24	19	19	19	19	25	19	23
	%	34,0	38,3	25,5	51,1	42,6	31,9	46,8	51,1	40,4	40,4	40,4	40,4	53,2	40,4	48,9
Kesinlikle katılıyorum	Frekans	27	27	32	18	21	21	22	17	17	17	21	19	16	16	18
	%	57,4	57,4	68,1	38,3	44,7	44,7	46,8	36,2	36,2	36,2	44,7	40,4	34,0	34,0	38,3
Toplamlar	Frekans	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47

Tablo 5. 5. Uygulama değerlendirme sorularına verilen yanıtlar (16-30. sorular).

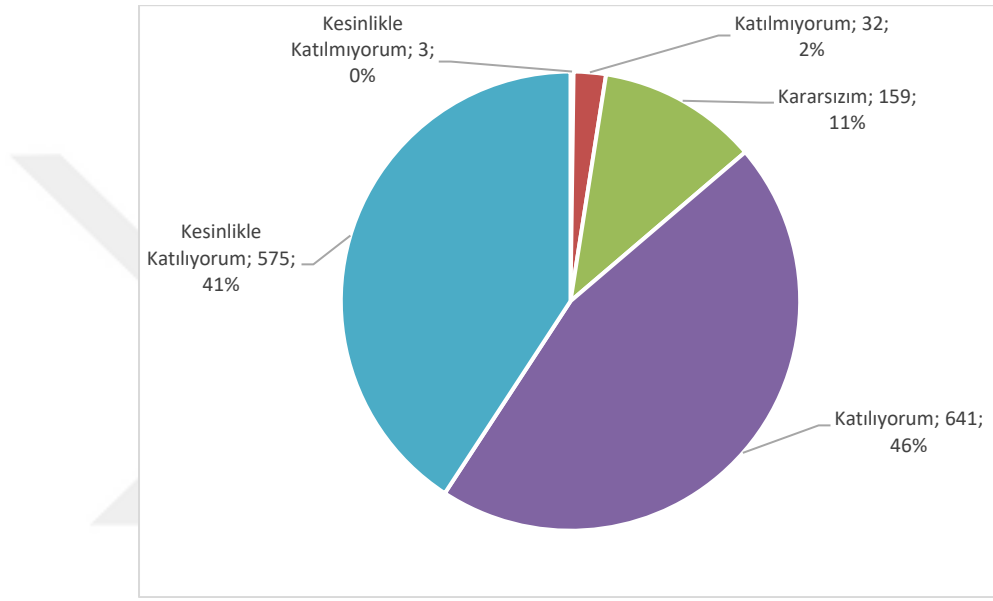
		Uygulama mobil cihazlarda (telefon veya tablet) yeterince iyi çalışıyor.	Uygulama içindeki animasyonlar ve hareketler gerçekçi.	Uygulama, çekim pozisyonlarına ait doğru anatomik noktaları vurguluyor.	Kamera hareketleri ve röntgen odasında dolaşma özelliği kullanımı açısından uygun.	Röntgen çekim pozisyonları sırasında verilen talimatlar doğru ve anlaşılır.	Çeşitli cihazlar ve araçlarla etkileşim (örn. röntgen cihazı, tüp, masa v.s.) yeterince iyi tasarlanmış.	Uygulama, teorik bilgiyi pratiğe aktarmada başarılı.	Röntgen teknisyeninin direk grafi dışındaki radyoloji birimlerinde çalıştığında (MR, BT vs.) unuttuğu çekim	Herhangi bir yazılı veya görsel kaynağa göre bu uygulamaya ulaşmak ve kullanmak daha kolay.	Uygulamadaki açıklamalar ve yazılı içerikler yeterince bilgilendirici.	Uygulama sırasında herhangi bir teknik hata ile karşılaşmadım.	Uygulamanın amacını net bir şekilde anladım.	Radyoloji öğrencilerinin derslerde pozisyon uygulamalarını görenek öğrenmelerini destekler.	Uygulamayı genel olarak başarılı buluyorum.	Bu uygulamayı başka bir kişiye tavsiye ederim.
Kesinlikle katılmıyorum	Frekans	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	%	0,0	2,1	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Katılmıyorum	Frekans	2	2	2	1	0	2	1	2	2	2	3	0	0	0	0
	%	4,3	4,3	4,3	2,1	0,0	4,3	2,1	4,3	4,3	4,3	6,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Kararsızım	Frekans	7	5	5	7	8	4	5	4	5	3	7	3	3	2	3
	%	14,9	10,6	10,6	14,9	17,0	8,5	10,6	8,5	10,6	6,4	14,9	6,4	6,4	4,3	6,4
Katılıyorum	Frekans	24	25	29	22	24	20	27	24	23	26	23	23	17	22	18
	%	51,1	53,2	61,7	46,8	51,1	42,6	57,4	51,1	48,9	55,3	48,9	48,9	36,2	46,8	38,3
Kesinlikle katılıyorum	Frekans	14	14	11	16	15	21	14	17	17	16	14	21	27	23	26
	%	29,8	29,8	23,4	34,0	31,9	44,7	29,8	36,2	36,2	34,0	29,8	44,7	57,4	48,9	55,3
Toplamlar		47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47

Tablo 5.3 ve Tablo 5.4'te bulunan sorulara verilen yanıtların analizi yapıldığında 47 katılımcının 30 soruya verdikleri toplam cevap sayıları bulunmuştur. Toplam 5 cevap şikkından hangisinin kaç defa seçildiği hesaplandığında elde edilen sonuçlar Tablo 5.5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. 6. Anket sonuçlarından elde edilen değerler.

Kategori	Frekans	Yanıtlar (30 yanıt)	Yüzde Oranı
Kesinlikle Katılmıyorum	47	3	0,22
Katılmıyorum	47	32	2,27
Kararsızım	47	159	11,27
Katılıyorum	47	641	45,46
Kesinlikle Katılıyorum	47	575	40,78
Toplamlar	47	1410	100

Tablo 5.5 incelendiğinde 47 katılımcının toplam 30 soruya verdiği yanıtlar analiz edildiğinde “Kesinlikle Katılmıyorum” cevabı 3 kez %0,22 oranında, “Katılmıyorum” cevabı 32 kez %2,27 oranında, “Kararsızım” cevabı 159 kez %11,27 oranında, “Katılıyorum” cevabı 641 kez %45,46 oranında ve “Kesinlikle Katılıyorum” cevabı 575 kez %40,78 oranında seçilmiştir. Sorulara verilen yanıt sayıları ve yüzde oranları Şekil 5.6’da gösterilmiştir.



Şekil 5. 6. Cevapların sayıları ve yüzde oranları.

5.4. Elde Edilen Bulguların Yorumlanması

Röntgen Cihazı Kullanım Eğitimi uygulamasına ait 47 katılımcının uygulama değerlendirme formundan elde edilen veriler analiz edildiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilebilir.

- ✓ **Uygulamanın gerçeğe uygunluğu:** Katılımcıların %88’si uygulamanın gerçeğe uygunluk açısından başarılı olduğunu belirterek “Kesinlikle Katılıyorum” veya “Katılıyorum” seçeneklerini işaretlemiştir. Sadece %4’lük bir kısım uygulamanın bu açıdan yeterli olmadığını belirtmiştir.
- ✓ **Uygulamanın kullanışlılığı:** Uygulamanın kullanışlılığı ile ilgili sorulara verilen cevaplar analiz edildiğinde, gelen geri bildirimlerde %92,43’ü “Kesinlikle

Katılıyorum” veya “Katılıyorum” demiştir. Uygulamanın kullanıcı dostu arayüz ve akıcı kullanım özellikleri öne çıkmıştır.

- ✓ **Uygulamanın görsellik ve grafik kalitesi:** Katılımcıların verdikleri cevaplar incelendiğinde %87,11'i grafik kalitesini, uygulamanın çalışma hızını ve görsel öğelerin gerçekçi olduğunu ifade etmiş, yaklaşık %11 ise “Kararsızım” seçeneğini işaretlemiştir.
- ✓ **Uygulamanın eğitim amacıyla etkinliği:** Uygulamanın eğitim amacıyla etkinliğini ölçmeyi sağlayan sorulara verilen yanıtlara bakıldığında %93,49 oranında katılımcı uygulamanın eğitim amaçlı etkinliğini vurgulamış, bu oran uygulamanın hedef kitlesi tarafından başarılı bir öğrenme aracı olarak algılandığını göstermektedir.

Anket sonuçlarına göre, uygulamanın grafik kalitesi ve gerçeğe uygunluk yönlerinden oldukça yüksek oranda beğenildiği görülmektedir. Katılımcılar, özellikle 3D modelleme ve gerçek dünya ortamlarının başarılı bir şekilde simüle edilmesiyle uygulamayı eğitim süreçlerine entegre etmenin yararlı olacağını belirtmişlerdir. Ancak, “Kararsızım”, “Katılmıyorum” ve “Kesinlikle katılmıyorum” cevabını veren yaklaşık %13'lük kesimin, uygulamanın daha da geliştirilmesi için belirli alanlarda ek iyileştirmelere ihtiyaç olduğunu işaret ettiğini söylemek mümkündür. Özellikle, kullanıcı dostu arayüz ve kullanım kolaylığına yapılan olumlu vurgular, uygulamanın geniş bir kitle tarafından rahatça kullanılabilir olduğunu desteklemektedir. Bununla birlikte, eğitim amacıyla etkinliği yüksek oranda onaylanan uygulamanın, öğrenci ve teknisyenler için önemli bir pratik araç olduğu sonucu çıkarılabilir. Uygulamanın eksik görülen yönleri ise daha detaylı incelemelerle ele alınabilir ve bu sonuçlar, uygulamanın geliştirilmesi için potansiyel iyileştirme fırsatları sunabilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Bu çalışmada, röntgen görüntüleme cihazları için geliştirilmiş 3B dijital ortam modellemesi ve eğitim (Röntgen Cihazı Kullanım Eğitimi) uygulamasının etkinliği kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, uygulamanın hem radyoloji öğrencileri hem de teknisyenler için eğitim süreçlerini desteklemede önemli katkılar sağladığını göstermektedir. Kullanıcı geri bildirimleri ve uygulama değerlendirme formu sonuçları, dijital modellemenin öğrenme sürecini kolaylaştırdığı ve röntgen çekim pozisyonlarının doğru anlaşılmasına yardımcı olduğu yönünde güçlü veriler sunmaktadır. Ayrıca, uygulamanın mobil platformlarla uyumluluğu, esnek ve erişilebilir bir eğitim aracı olarak kullanımını artırmıştır. Bu bölümde, elde edilen sonuçlar detaylandırılacak ve bu bulgular ışığında gelecekteki çalışmalar ve uygulamalar için öneriler sunulacaktır. Araştırmanın bulguları, dijital eğitim araçlarının sağlık sektöründe nasıl daha etkili kullanılabileceğine dair önemli ipuçları sağlamaktadır.

6.2. Uygulamanın Sağlayacağı Faydalar

Röntgen Cihazı Kullanım Eğitimi uygulaması, teorik bilgilerin pratik deneyimlere dönüştürmede dijital eğitimin genel faydalarının yanı sıra, özellikle radyoloji öğrencileri ve röntgen teknisyenleri için büyük avantajlar sağlamaktadır.

1. Uygulamalı Eğitimde Gerçekçi Simülasyon

Gerçek dünya pratiğini dijital ortamda sunma: Röntgen Cihazı Kullanım Eğitimi uygulaması, röntgen cihazlarının hareketleri ve hasta pozisyonlarını birebir taklit ederek, kullanıcılara gerçek bir röntgen odasında çalışma hissi verir. Öğrenciler ve röntgen teknisyenleri, pratik yapma imkânı bulur, böylece teorik bilgilerini pekiştirirler.

Risk faktörü olmadan öğrenme: Gerçek röntgen çekimlerinin radyasyon riski taşıdığı durumlarda, bu simülasyon ile kullanıcılar güvenli bir ortamda pratik yapabilirler. Ayrıca, hastaların zarar görme riskini ortadan kaldırır.

2. Bireysel Öğrenme Hızına Uyum Sağlama

Kendi hızında öğrenme: Her öğrencinin veya teknisyenin öğrenme hızı farklıdır. Röntgen Cihazı Kullanım Eğitimi uygulaması sayesinde, kullanıcılar kendi hızlarında pozisyonları tekrar tekrar inceleyebilir, anlamadıkları noktaları gözden geçirebilirler.

Esnek zaman ve mekân: Röntgen Cihazı Kullanım Eğitimi uygulamasının Mobil versiyonu sayesinde kullanıcılar herhangi bir yerden, istedikleri zaman uygulamayı kullanarak öğrenmeye devam edebilirler.

3. Görsel ve Etkileşimli Öğrenmenin Gücü

Görsel öğrenme desteği: Röntgen pozisyonlarının birebir animasyonlarla gösterilmesi, görsel hafızanın güçlenmesine ve pozisyonların daha kalıcı şekilde öğrenilmesine yardımcı olur. Görsel ve hareketli öğeler, teorik bilgilerin akılda kalıcılığını artırır.

Etkileşimli öğrenme deneyimi: Kullanıcılar sadece izlemekle kalmaz, aynı zamanda röntgen çekim süreçlerine doğrudan dahil olurlar. Pozisyonlar arasında seçim yapmak, cihazları hareket ettirmek ve "çekim" komutunu vermek, öğrenme sürecini daha aktif hale getirir.

4. Yüksek Tekrar İmkânı ve Hata Yaparak Öğrenme

Tekrar edilebilirlik: 95 farklı röntgen pozisyonunun her biri, kullanıcılar tarafından defalarca gözden geçirilebilir ve tekrarlanabilir. Bu, öğrenme sürecini derinleştirir ve kullanıcılara daha iyi öğrenme imkânı sunar.

Hata riskini azaltma: Dijital ortamda yapılan hatalar gerçek hasta veya çekimlerdeki gibi geri dönüşü zor sonuçlara yol açmaz. Bu, kullanıcıların deneme yanılma yoluyla öğrenmesine olanak tanır.

5. Teoriyi Pratiğe Dönüştürme Fırsatı

Teorik bilgilerin uygulamalı hale gelmesi: Öğrenciler, okulda öğrendikleri teorik bilgileri bu uygulama aracılığıyla pratik yapma şansı bulurlar. Sadece kitaplardan öğrenilen bilgileri değil, aynı zamanda pratik pozisyonlama becerilerini de geliştirirler.

Gerçek deneyime yakın eğitim: Simülasyon ortamı sayesinde, öğrenciler ve teknisyenler gerçek bir röntgen cihazını kullanma deneyimini dijital ortamda yaşarlar, bu da onların klinik deneyime hazır hale gelmelerini sağlar.

6. Kolay Erişilebilir Bilgi ve Yönlendirme

Kullanıcı dostu kılavuz ve kısa yollar: Uygulamanın kullanım kılavuzunun olması, öğrenme sürecinde rehberlik sağlar. Özellikle klavye ve fare kısa yollarının bulunması, kullanıcının uygulama içinde rahatça gezinmesine olanak tanır ve kullanım kolaylığı sağlar.

Hızlı bilgiye erişim: Unutulan veya zor hatırlanan röntgen pozisyonları anında uygulama içinde gözden geçirilebilir, böylece teknisyenler için hızlı bilgiye erişim sağlar.

7. Geliştirilmiş Mobil Uygulama Kolaylığı

Mobil öğrenme imkânı: Uygulamanın mobil versiyonu, sadece masaüstü ile sınırlı kalmayan esnek bir öğrenme platformu sunar. Öğrenciler ve teknisyenler, diledikleri zaman telefonlarından bu uygulamayı açıp öğrenimlerine devam edebilirler.

Portatif eğitim çözümü: Röntgen cihazlarıyla dolu bir sınıfa ihtiyaç duyulmadan, her yerde öğrenim imkânı sunması eğitimin taşınabilirliğini artırır.

8. Dijital Eğitimde Gelişmiş Performans İzleme ve Değerlendirme

Öğrenme ilerlemesinin izlenmesi: Dijital platformlar, kullanıcıların hangi pozisyonları ne kadar öğrendiklerini ve tekrar ettiklerini takip etme imkânı sunar. Bu da öğrenme süreçlerinin izlenmesi ve kişiye özel geribildirim verilmesi açısından faydalıdır.

Değerlendirme ve geri bildirim: Kullanıcıların başarılarını ölçmek için uygulama içinde testler, değerlendirme sistemleri veya geribildirim mekanizmaları eklenebilir. Böylece, öğrenme performansı artırılabilir.

6.3. Öneriler

Bu çalışmada geliştirilen Röntgen cihazı kullanım eğitimi uygulamasının radyoloji eğitimi üzerindeki olumlu etkileri göz önüne alındığında, bu tür teknolojilerin eğitim süreçlerine entegrasyonu konusunda birtakım öneriler sunulmaktadır:

- Eğitim İçeriklerinin Çeşitlendirilmesi:** Uygulama, temel röntgen çekim pozisyonlarını kapsamaktadır. Eğitim içeriklerinin kapsamını genişletmek adına, bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) gibi diğer görüntüleme tekniklerine ilişkin pozisyonlama eğitimleri de uygulamaya eklenmelidir. Bu, öğrencilerin ve teknisyenlerin farklı görüntüleme modalitelerinde de deneyim kazanmalarını sağlar.
- Klinik Ortamlarda Kullanımın Teşvik Edilmesi:** Uygulama, radyoloji eğitiminin yanı sıra gerçek klinik ortamlarda da kullanıma uygun hale getirilmelidir. Özellikle stajyer teknisyenler ve yeni mezunların uygulama becerilerini geliştirmeleri için bu tür bir eğitim aracının hastanelerde destekleyici bir materyal olarak kullanılması önerilmektedir.
- Mobil Uyumlu Eğitim Araçlarının Geliştirilmesi:** Çalışmada geliştirilen uygulamanın mobil uyumluluğu, kullanıcıların uygulamayı herhangi bir yerde ve zamanda erişebilmesini sağlamaktadır. Bu doğrultuda, daha fazla eğitim içeriği ve gelişmiş interaktif özellikler içeren mobil uygulamaların geliştirilmesi faydalı olacaktır. Özellikle artırılmış gerçeklik (AR) gibi teknolojilerle entegre edilerek kullanıcı deneyimi zenginleştirilebilir.

4. **Geribildirim Mekanizmasının Güçlendirilmesi:** Uygulamada kullanıcıların performanslarını değerlendirebileceği ve geri bildirim alabileceği bir sistemin eklenmesi yapılabilir. Özellikle öğrenciler için, yaptıkları pozisyonlamalarda hataları belirten ve doğru pozisyonu gösteren bir yapay zeka destekli geribildirim mekanizması eklemek, öğrenme sürecini daha etkili hale getirebilir.
5. **Araştırmanın Farklı Demografik Gruplarda Tekrarlanması:** Çalışmada elde edilen bulgular, sınırlı bir kullanıcı grubuna dayanmaktadır. Eğitim uygulamasının daha geniş kitlelere sunulması ve farklı demografik özelliklere sahip kullanıcı gruplarında (farklı yaş, eğitim seviyesi ve meslek grupları) uygulanması, uygulamanın genel etkisinin daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır.
6. **Uygulamanın Multidisipliner Kullanımı:** Radyoloji dışında diğer sağlık bilimleri alanlarında da benzer dijital eğitim araçlarının kullanımı teşvik edilmelidir. Özellikle cerrahi, fizik tedavi ve diğer görüntüleme teknikleri gibi alanlarda 3D modellemeler, sanal simülasyonlar ve animasyonlu eğitim materyalleri geliştirilerek sağlık eğitimi süreçleri iyileştirilebilir.

Bu öneriler doğrultusunda, dijital eğitim araçlarının yaygınlaştırılması ve eğitim süreçlerine entegre edilmesi, radyoloji eğitiminde kaliteyi artıracak ve sağlık çalışanlarının mesleki gelişimlerini destekleyecektir. Dijitalleşen eğitim süreçleri, sadece teorik bilgiyi değil, uygulamalı becerilerin de etkili bir şekilde öğrenilmesini sağlamak için önemli bir potansiyele sahiptir.

7. KAYNAKLAR

- Akalın, B., ve Veranyurt, Ü. (2020). Sağlıkta Dijitalleşme ve Yapay Zekâ. Süleyman Demirel Üniversitesi. Sağlık Yönetimi Dergisi, 2(2), 128-137.
- Akın, M., 2022, Sanal Gerçeklik ile Otomotiv Sektörü İçin Uygulama Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Akyurt, N., ve Yıldırım, G. 2023. Tıbbi Görüntüleme Yöntemleri. Toraks Akciğer Kalp ve Batın Radyografileri, Editör: Akyurt, N. Akademisyen Yayınevi, s. 213-285.
- Akyurt, N., 2017. Radyoloji Bölümlerinde Fazla Tetkik İsteme ve Tekrar Oranları “Kamu Örneği”. Türkiye Klinikleri J Radiol-Special Topics, 10 (1), 19-24.
- Babacan, M., Kesmezacar, H., Ogut, T., Cansu, E., ve Erginer, R. (2005). Radiologic evaluation of shoulder instability: conventional radiography, computed tomography and magnetic resonance imaging. Acta orthopaedica et traumatologica turcica, 39, 24-33.
- Bayat, B. (2014). Uygulamalı Sosyal Bilim Araştırmalarında Ölçme, Ölçekler ve “Likert” Ölçek Kurma Tekniği. Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 16(3), 1-24.
- Belek İ., Nalçacı E., Onuroğulları H., Ardiç F. (1992), Sınıfsız Toplum Yolunda Türkiye için Sağlık Tezi, Sorun Yayınları, İstanbul.
- Biurrun Quel, C., Serrano Arriezu, L., ve Olaverri Monreal, C. (2017). Microscopic driver-centric simulator: Linking Unity3d and SUMO. In Recent Advances in Information Systems and Technologies: Volume 1 5 (pp. 851-860). Springer International Publishing.
- Boza, N. A., 2024, Sağlık Turizmi Kapsamında Olan Turistlerin Seyahatlerinde Hastalık/Rehabilitasyon Hizmetlerinin Web ve Mobil Uygulamalar ile Takibi: Diyaliz Hasta Takip Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Muğla.
- Bozkurt, A., Hamutoğlu, N. B., Kaban, A. L., Taşçı, G., ve Aykul, M. (2021). Dijital bilgi çağı: Dijital toplum, dijital dönüşüm, dijital eğitim ve dijital yeterlilikler. Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi, 7(2), 35-63.
- Bozkurt, F. (2021). Derin Öğrenme Tekniklerini Kullanarak Akciğer X-Ray Görüntülerinden COVID-19 Tespiti. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi (24), 149-156.
- Bulut, E., 2023. Radyoloji Çalışanlarının Sağlık Okur Yazarlığı Düzeylerinin Belirlenmesi. (Y.Lisans Tezi), İstanbul Okan Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Sağlık Yönetimi Programı.
- Ceylan, T., ve İnik, Ö. (2022). COVID-19 Detection on Radiological Images with Deep Learning. 3rd International Conference on Applied Engineering and Natural Sciences, 1807-1811.
- Doğanay, K., Şimşek, K., ve Güngör, C., (2025). Dijital Sağlık Eğitiminde 3 Boyutlu Yaklaşımlar: Temel Yaşam Desteği ve Röntgen Cihazları Kullanımına Yönelik Uygulamaları. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırmalar Dergisi (GBAD), yayın için kabul edildi.
- Erdem, Ş., 2012, Designing A Mobile Health Application On Doctor-Patient Communication With The Participation Of Actual Users, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- ERKAL, T. Ö. Y., ve KILIÇ, S. (2019). Baş Bölgesi Görüntülü Tanı Yöntemleri. Türkiye Klinikleri Veterinary Sciences-Surgery-Special Topics, 5(2), 6-11.
- Erturan, Y. N., 2013, A Method To Improve The Communication Between Information Technology And Healthcare Professionals During Mobile Healthcare Application Development Process, Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Ankara.
- Gençtürk, M., 2015, Self Management Of Patients With Ankylosing Spondylitis Through A Personal Health System , Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Gezer, M., 2021. Tıpta Görüntü İşleme Yöntemleri. https://www.academia.edu/73708884/Tıpta_Görüntü_İşleme_Yöntemleri; (10.11.2024).
- Güleç, U., 2018, Yazılım Geliştirmenin Uygulama Deneyimi İçin Tasarlanmış Sanal Gerçeklik Tabanlı Eğitim Ortamı, Doktora Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Güneş, M., 2021, El Yapımı Patlayıcılara Müdahalede Sanal Gerçeklik ile Kazaların Önlenmesine Yönelik Bir Uygulama, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Hasan, S. N., 2019, Derin Öğrenme Yöntemleri ile Cilt lezyon Bölütlemesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Hess, R., “The Essential Blender: Guide to 3D Creation with the Open Source Suite Blender”, No Starch Press”, San Francisco,(2007).
- Hosen, M. S., Ahmmed, S., ve Dekkati, S. (2019). Mastering 3D Modeling in Blender: From Novice to Pro. ABC Research Alert, 7(3), 169-180.
- Interactive Teaching Environment for Diagnostic Radiography with Real-time X-ray Simulation and Patient Positioning. (2024). International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery.
- Karaçalia, A., Tepe, A., Almaz, O., ve Tuncer, H. (2023). Dijital Eğitim Platformları Kullanımı ve Gerekliliği. Turan: Stratejik Araştırmalar Merkezi, 15(60), 352-359.
- Kepler K, Servomaa A, Filippova I, Preliminary reference levelsfordiagnosticradiology in stonia.IFMBEproceedings, 13th NordicBaltic Conference on Biomedical Engineering and Medical Physics. Umea, Sweden, 2008.
- Kıssaboylu, H., 2017, Sanal Gerçeklik Ortamlarında 6DOF Kuvvet Geribeslemeli Haptik Cihaz Yardımıyla Tıpta Ameliyat Simülasyonu Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Kırklareli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırklareli.
- Kolb, D. A. (1984). Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development (1st ed., pp. 1-256). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Komşul, M. Z., 2012, Zihinsel Engelli Çocukların Eğitiminde Sanal Gerçeklik Teknolojisinin Kullanılması ve Örnek Bir Uygulama Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- KTÜ, 2021. Röntgen Ünitesi Çekim Protokolleri. https://www.ktu.edu.tr/dosyalar/farabikalite_02b91.pdf; (13.11.2024).
- Kuh, Z., ve Erdem, R. (2021). Dijital Sağlık Uygulamalarının Bilinirliğinin ve Kullanımının Dijital Bölünme Çerçevesinde İncelenmesi. Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi, 24(2), 255-274.

- Kulakaç, N., ve Çilingir, D. (2023). Ciddi Oyun Tabanlı Uygulamaların Hemşirelik Öğrencilerinin Bilgi Düzeyine Etkisi: Sistematik Derleme ve Meta Analiz. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 12(3), 1193-1201.
- Makara, H., 1996, Sanal Gerçeklik Ortamının PC’de Simülasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.
- Millî Eğitim Bakanlığı, 2011. *Radyografi çekim teknikleri* (Modül No: 725TTT063). Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları, 62 s, Ankara.
- Mohamed El-Kishawi, N., Al Rawi, N., Narasimhan, S., Al-Daghestani, H., Madi, M., & Shetty, R. (2024). The scope of virtual reality simulators in radiology education: Systematic literature review. *JMIR Medical Education*.
- Nagendran, M., Gurusamy, K. S., Aggarwal, R., Loizidou, M. and Davidson, B. R., 2013, Virtual reality training for surgical trainees in laparoscopic surgery, *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 8.
- Özaydın, A., ve Kumral, O. (2021). Dijital Yerlilerin Gözünden Dijital Okuryazarlık. *Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi*, 8(2), 362-377
- Özdemir, H.İ., 2015. Temel Tıbbi (Radyolojik) Görüntüleme Tekniği. Hiperlink Eğitim İletişim Yayınları, 217 s, İstanbul.
- Özer, O., ve Özdemir, D. (2023). Okul Öncesi Öğrencilerine Çevre Bilinci Kazandırmaya Yönelik Unity Tabanlı Eğitici Oyun Tasarımı. *Eskişehir Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Bilişim Dergisi*, 4(3), 1-8.
- Öztürk, Ç. E., 2015, Hasta ve Sağlık Görevlisi Etkileşimi Özelliği Bulunan Mobil Reçete Hatırlatma ve Planlama Uygulaması Tasarımı ve Geliştirimi, Yüksek Lisans Tezi, Kadir Has Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Enstitüsü, İstanbul.
- Özyiğit, Ö., 2014, Akciğer kanserli hastalarda toraks perfüzyon bilgisayarlı tomografi görüntüleme, Uzmanlık Tezi, Atatürk Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Erzurum.
- Parlak, B. (2017). Dijital çağda eğitim: Olanaklar ve uygulamalar üzerine bir analiz. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(Kayfor 15 Özel Sayısı), 1741-1759.
- Sağlık Bakanlığı. (2014). DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine - Tıpta Dijital Görüntüleme ve İletişim).
- Sapospnik, G., Teasell, R., Mamdani, M., Hall, J., McIlroy, W., Cheung, D. and Bayley, M., 2010, Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in stroke rehabilitation: a pilot randomized clinical trial and proof of principle, *Stroke*, 41(7), 1477-1484.
- Sezer, H., ve Orgun, F. (2017). Hemşirelik Eğitiminde Simülasyon Kullanımı ve Simülasyon Modeli. *Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 33(2), 140-152.
- Sezer, L., 2009, Sanal Gerçeklik Teknolojisi Kullanılarak Geliştirilen Fiziksel Etkileşimli Oyun Sisteminin Sanal Rehabilitasyon Tedavisi İçin Kullanılması: Bir Durum Çalışması, Yüksek Lisans Tezi, Atılım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tai K., Hong J., Tsai C., Lin C. and Hung Y., 2022, Virtual Reality for Car-Detailing Skill Development: Learning Outcomes of Procedural Accuracy and Performance Quality Predicted by VR Self-Efficacy, VR Using Anxiety, VR Learning Interest and Flow Experience, *Computer and Education*, 182, 104458.
- Turan, İ., Şimşek, Ü., ve Aslan, H. (2015). Eğitim araştırmalarında likert ölçeği ve likert-tipi soruların kullanımı ve analizi. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, (30), 186-203.

- Türerer, E., 2019. Tıbbi Görüntüleme Teknikleri Uygulama Kitabı. Kapadokya Üniversitesi Yayınları, 125 s, Nevşehir.
- Ünlü, M. (2019). Dijital çağda e-öğrenme ortamlarının kalitesini artırmaya yönelik gerçekleştirilen uluslararası çalışmalar. *Ufuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(16), 165-182.
- Yerden, A. U., 2020, Zenginleştirilmiş Sanal Gerçeklik Destekli İnternet Tabanlı Uzaktan Erişimli Laboratuvar Tasarımı ve Uygulaması, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yıldırım, D., Özer, Z., Kocağalar, E., ve Bölüktaş, R. P. (2019). Eğitimde İnovasyon: Sağlık Eğitiminde Simülasyon Kullanımı. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 14(1), 33-41.
- Yıldız, F., ve Özarslan, Z. (2022). Kadınların Deneyimlerinden Dijital Flört Şiddetine Bakmak. *Etkileşim*, 9, 72-101.



EKLER

Ek 1. Kitap Kullanım İzni

Postalarda arayın

3.022 ileti dizisinden 1.

Yüksek Lisans Tez İzni Hakkında

Gelen Kutusu



Kazım ŞİMŞEK

Alici: info

14 Mar 2024 14:06 (1 gün önce)

☆ 😊 ↩ ⋮

Merhaba değerli yetkili,

Kazım ŞİMŞEK ismim. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Alanında Yüksek Lisans öğrencisiyim.

Yüksek Lisans derslerini tamamladım, Tez aşamasına geçtim. Tez konum; "Röntgen Görüntüleme Cihazları İçin 3B Dijital Ortam Modellemesi ve Eğitim Uygulaması". Bu konuyla ilgili bir dijital 3 boyutlu teknisyen eğitim uygulaması geliştirmek istiyorum. Röntgen teknisyenlerinin 3 boyutlu olarak hazırlanacak eğitim uygulamasında eğitilmesi amaçlanmaktadır.

Telif hakları şirketinize ait olan "**Temel Tıbbi (Radyolojik) Görüntüleme Tekniği**" isimli kitabı playstore'dan "[id=JtpgDwAAQBAJ&pg=GBS.PR1&hl=tr](https://play.google.com/store/apps/details?id=JtpgDwAAQBAJ&pg=GBS.PR1&hl=tr)" dijital olarak satın aldım. Kitapta bulunan röntgen çekim resimleri yapacağım dijital uygulamada eğitim materyali olarak oldukça uygun.

Kitapta bulunan Röntgen Çekim Resimlerini kaynak göstererek yapacağım dijital uygulamada ve Tezimde kullanmak için izninizi rica ediyorum. Bu maile cevap yazarak gerekli izni vermiş olursunuz.

Şimdiden teşekkürlerimi sunuyorum.



Hatice Bahtiyar

Alici: ben, info

13:00 (1 saat önce)

☆ 😊 ↩ ⋮

Merhabalar Kazım Bey,

"**Temel Tıbbi (Radyolojik) Görüntüleme Tekniği**" kitabı satın almış olduğunuz kitabı kaynak göstererek kullanmanızda bir sorun olacağını düşünmüyoruz. İyi çalışmalar ve kolaylıklar dileriz.

Kazım ŞİMŞEK, 14 Mar 2024 Per, 14:06 tarihinde şunu yazdı:

...

--

Hatice Bahtiyar
Genel Yayın Yönetmeni
[hiperlink & hiperyayın](#)

Ek 2. Uygulama Değerlendirme Formu

Değerli Katılımcı,

Bu form, “3 Boyutlu Dijital Röntgen Cihazı Kullanımı Eğitimi” uygulamasının Röntgen cihazı kullanımı eğitimindeki etkinliğini ve kullanım deneyimini değerlendirmek amacıyla hazırlanmıştır. Amacımız, uygulamanın kullanıcı deneyimini, eğitime katkısını ve olası geliştirme alanlarını anlamaktır. Formdaki sorulara vereceğiniz yanıtlar, uygulamanın daha verimli hale getirilmesine katkı sağlayacaktır.

Sorulara yanıt verirken deneyimlerinizi ve görüşlerinizi dürüst ve objektif bir şekilde paylaşmanızı rica ederiz. Yanıtlarınız tamamen gizli tutulacak ve yalnızca bu araştırmanın sonuçlarını değerlendirmek için kullanılacaktır.

Katılımınız için teşekkür ederiz!

A. Kişisel Bilgiler

1. Yaşınız

- ☐ 15-18
- ☐ 19-24
- ☐ 25-35
- ☐ 36 ve üzeri

2. Cinsiyetiniz

- ☐ Kadın
- ☐ Erkek

3. Eğitim Durumunuz

- ☐ Lise
- ☐ Ön Lisans
- ☐ Lisans
- ☐ Yüksek Lisans

4. Mesleğiniz

- ☐ Radyoloji alanında Lise Öğrencisi
- ☐ Radyoloji alanında Üniversite Öğrencisi
- ☐ Radyoloji Teknisyeni

5. Çalıştığınız sektör

- ☐ Çalışmıyor
- ☐ Özel Sektör
- ☐ Kamu Sektörü
- ☐ Öğrenci

B. Uygulamanın Röntgen Çekimine Uygunluğunu Değerlendirme

S.N	Soru Metni	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1	Uygulamanın amacını net bir şekilde anladım.	1	2	3	4	5
2	Uygulama röntgen çekim pozisyonlarını öğrenmenize veya hatırlamanıza yardımcı oluyor.	1	2	3	4	5
3	Çekim pozisyonlarının görsel sunumu yeterince açık ve anlaşılır.	1	2	3	4	5
4	Röntgen pozisyonlarının detayları yeterince iyi anlatılıyor.	1	2	3	4	5
5	Nadir kullanılan çekim pozisyonlarında radyoloji teknisyenine pozisyonu hatırlatmada yardımcı olur.	1	2	3	4	5
6	Bu uygulamada gösterilen pozisyon sayısı eğitim için yeterli.	1	2	3	4	5
7	Röntgen teknisyeni veya radyoloji öğrencisi olarak ihtiyaçlarımı karşıladığını düşünüyorum.	1	2	3	4	5
8	Uygulama, çekim pozisyonlarına ait doğru anatomik noktaları vurguluyor.	1	2	3	4	5
9	Röntgen çekim pozisyonları sırasında verilen talimatlar doğru ve anlaşılır.	1	2	3	4	5
10	Röntgen teknisyeninin direk grafi dışındaki radyoloji birimlerinde çalıştığında (MR, BT vs.) unuttuğu çekim graflerini, tekrar kullanması gerektiğinde hatırlatmada yardımcı olur.	1	2	3	4	5
11	Radyoloji öğrencilerinin derslerde pozisyon uygulamalarını görerek öğrenmelerini destekler.	1	2	3	4	5
12	Uygulama, teorik bilgiyi pratiğe aktarmada başarılı.	1	2	3	4	5
13	Herhangi bir yazılı veya görsel kaynağa göre bu uygulamaya ulaşmak ve kullanmak daha kolay.	1	2	3	4	5
14	Uygulama gerçek bir röntgen odasında bulunuyormuş hissi veriyor.	1	2	3	4	5

C. Uygulama Değerlendirme

S.N	Soru Metni	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1	Uygulamanın açılış ekranı kullanıcı dostu.	1	2	3	4	5
2	Uygulamadaki 3D modellemeler gerçekçi.	1	2	3	4	5
3	Uygulama içindeki yönlendirmeler ve talimatlar yeterince açık.	1	2	3	4	5
4	Farklı röntgen pozisyonları arasında geçiş yapmak kolay.	1	2	3	4	5
5	Uygulamanın grafik kalitesinin iyi olduğunu düşünüyorum.	1	2	3	4	5
6	Uygulamanın hızı ve performansı tatmin edici.	1	2	3	4	5
7	Bu uygulamayı her zaman kullanmayı düşünürüm.	1	2	3	4	5
8	Uygulama mobil cihazlarda (telefon veya tablet) yeterince iyi çalışıyor.	1	2	3	4	5
9	Uygulama içindeki animasyonlar ve hareketler gerçekçi.	1	2	3	4	5
10	Kamera hareketleri ve röntgen odasında dolaşma özelliği kullanım açısından uygun.	1	2	3	4	5
11	Çeşitli cihazlar ve araçlarla etkileşim (örn. röntgen cihazı, tüp, masa v.s) yeterince iyi tasarlanmış.	1	2	3	4	5
12	Uygulamadaki açıklamalar ve yazılı içerikler yeterince bilgilendirici.	1	2	3	4	5
13	Uygulama sırasında herhangi bir teknik hata ile karşılaşmadım.	1	2	3	4	5
14	Eğitim sürecinde bu uygulamanın faydalı olacağını düşünüyorum.	1	2	3	4	5
15	Uygulamayı genel olarak başarılı buluyorum.	1	2	3	4	5
16	Bu uygulamayı başka bir kişiye tavsiye ederim.	1	2	3	4	5

Ek 3. Etik Kurul Onayı

T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ARAŞTIRMALARI
ETİK KURULU KARARLARI

KARAR TARİHİ	OTURUM NO	KARAR SAYISI
14.01.2025	01	01-58

Üniversitemiz Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu Başkanı Prof. Dr. Nail YILDIRIM Başkanlığında toplandı.

KARAR 01.40- Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğünün 07.01.2025 tarih ve 518515 sayılı yazısı görüşüldü.

Aşağıda bilgileri yer alan araştırmacıların yapmak istediği uygulamaların ve kullanacağı veri toplama araçlarının etik açıdan uygunluğuna oy birliği ile karar verildi.

ÇALIŞMANIN TÜRÜ	Yüksek Lisans Tezi
BAŞLIK	Röntgen Görüntüleme Cihazları İçin 3B Dijital Ortam Modellemesi ve Eğitim Uygulaması
TEZ YÜRÜTÜCÜSÜ/ YAZARI	Dr. Öğr. Üyesi Cengiz GÜNGÖR Kazım ŞİMŞEK (Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı)
RAPORTÖR GÖRÜŞÜ	OLUMLU

Prof. Dr. Nail YILDIRIM
Etik Kurul Başkanı
(İmza)

Prof. Dr. Mehmet Serkan UMUZDAŞ
Başkan Yardımcısı
(İmza)

Prof. Dr. Emine ÖĞÜK
Üye
(İmza)

Prof. Dr. Mehmet KARGÜN
Üye
(İmza)

Prof. Dr. Muhittin DEMİRAY
Üye
(İmza)

Doç. Dr. Tuğba KILIÇER
Üye
(İmza)

Doç. Dr. Hüseyin Baha ÖZTUNÇ
Üye
(İmza)