ECoDN-HUB EKİPMAN ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK UYGULAMASI GELİŞTİRME RAPORU

Afet Hemşireliğinde Çoklu Öğrenme Araçlarıyla Uygulamaların Geliştirilmesi ve Temel Yetkinliklerin Güçlendirilmesi (ECoDN-HUB)

2024-1-TR01-KA220-HED-000245267

Yükseköğretimde İş Birliği Ortaklıkları (KA220-HED)

"Erasmus+ / Avrupa Dayanışma Programı kapsamında Avrupa Komisyonu tarafından finanse edilmiştir. Bu metnin içeriği yazarın görüşlerini yansıtmaktadır; Avrupa Komisyonu ve Türkiye Ulusal Ajansı bu görüşlerden sorumlu tutulamaz."

İçindekiler

1. Artırılmış Gerçeklik (AR) Uygulamasının Tanımı ve Geliştirilme Amacı
2. Proje Amaçları ve İş Paketleriyle İlişkisi
3. Uygulama Arayüzü ve Erişim Özellikleri
4. Ekipman Tanıma ve QR Kod İşlevleri
5. Öğrenme İçeriği ve Ekipman Kartları
6. Afet Sahneleri ve START Triyaj Etkinlikleri
7. Senaryo Temelli Ekipman Hazırlama Etkinlikleri
8. Yapay Zekâ Modeli, Teknik Doğrulama ve Gizlilik
9. Hemşirelik Eğitiminde Önerilen Kullanım
10. Geliştirme Sürecinin Değerlendirilmesi ve Sonuç
11. Destekleyici Bilgiler ve Erişim Bağlantıları

1. Artırılmış Gerçeklik Uygulamasının Tanımı ve Geliştirilme Amacı

Bu raporun amacı, ECoDN-HUB projesi kapsamında afet hemşireliği eğitimi için geliştirilen Ekipman Artırılmış Gerçeklik (AR) uygulamasının amacını, kapsamını, eğitim içeriğini, teknik özelliklerini ve olası kullanım alanlarını açıklamaktır.

Uygulamanın geliştirilmesi kapsamında, afet hemşireliğinde kullanılan tıbbi ekipmanları tanıtmak, güvenli kullanımlarını desteklemek ve afet ortamlarındaki tehlikelerin belirlenmesine yardımcı olmak amacıyla çok dilli eğitim içerikleri hazırlanmıştır. Yapay zekâ tabanlı bir ekipman tanıma sistemi geliştirilmiş ve artırılmış gerçeklik (AR) ile QR kod teknolojileriyle bütünleştirilmiştir. Ayrıca START triyaj etkinlikleri ve senaryo temelli ekipman hazırlama alıştırmaları uygulamaya eklenmiştir. Bu raporda uygulamanın temel işlevleri, geliştirilen eğitim materyalleri, yapay zekâ modelinin özellikleri ve doğrulama sonuçları, veri güvenliği ve gizlilik önlemleri ile hemşirelik eğitimindeki olası kullanım alanları ayrıntılı biçimde açıklanmaktadır.

ECoDN-HUB Ekipman AR, öğrencilerin sağlık ekipmanlarını tanımasına, kısa kullanım ve güvenlik rehberlerine başvurmasına, tehlikeleri belirlemesine ve simüle edilmiş afet durumlarında karar verme becerilerini uygulamasına yardımcı olmak üzere tasarlanmış, çok dilli ve çevrim dışı kullanılabilen bir eğitim uygulamasıdır. Hesap oluşturma veya oturum açma gerektirmeden Android, iPhone ve web tarayıcısı üzerinden erişilebilir. Uygulamada kamerayla ekipman tanıma, fotoğraftan tanıma, QR kodlu öğrenme kaynakları, hasta odası keşif arayüzü, ekipman ve tehlike kartları, yetişkin START triyaj alıştırmaları ve proje VR senaryolarıyla bağlantılı, süre tutulan “Çantayı hazırla” oyunu bir araya getirilmiştir.

Uygulama, 39 dizinlenmiş öğrenme öğesi (14 hasta odası ekipmanı, 21 afet müdahale çantası ekipmanı ve dört çevresel tehlike), dört arayüz dili, dört afet sahnesi ve sekiz ekipman hazırlama senaryosu içermektedir. Tanıma modeli için 3.338 doğrulama fotoğrafında top-1 doğruluğu %92,6 ve top-3 doğruluğu %98,2 olarak bildirilmiştir. Ham test kayıtları ve eksiksiz bir doğrulama protokolü geliştirme materyalleriyle birlikte sunulmadığından bu oranlar, bağımsız olarak doğrulanmış bulgular değil, geliştirme ekibinin bildirdiği teknik sonuçlar olarak aktarılmaktadır.

Uygulamanın başlıca eğitsel güçlü yönü, tanımadan rehberli kullanıma, tehlike değerlendirmesine, triyaja, ekipman seçimine ve VR uygulamasına uzanan bağlantılı öğrenme sürecidir. Geliştirme belgelerinde tamamlanması gereken temel gereklilik açıkça belirtilmiştir: sınıf içi uygulamadan önce öğretim ve güvenlik içeriklerinin hemşirelik eğitimcileri tarafından incelenmesi.

1.1. Eğitim envanterinin kapsamı

Boyut	Uygulama özellikleri
Eğitim envanteri	39 öğe: 14 hasta odası ekipmanı + 21 afet müdahale çantası ekipmanı + 4 tehlike
Diller	İngilizce, Çekçe, Türkçe ve Romence
Uygulama ortamları	Yetişkin START triyajı içeren 4 afet sahnesi
Senaryo temelli alıştırma	ECoDN-HUB VR etkinlikleriyle uyumlu 8 "Çantayı hazırla" senaryosu
Platformlar	Android, iPhone ve web; ilk web ziyaretinden sonra çevrim dışı kullanım
Gizlilik	Hesap gerekmez; kamera işlemleri cihazda yapılır; görseller saklanmaz veya iletilmez
Model ve sürüm	MobileNetV3-Large; tanıma modeli v1.4.0; Android APK v1.4.2 belirtilmiştir
Eğitimde kullanım durumu	Yalnızca eğitim amaçlıdır; uygulamalı eğitim veya klinik protokollerin yerini tutmaz

2. Proje Amaçları ve İş Paketleriyle İlişkisi

Uygulama, Erasmus+ ECoDN-HUB girişiminin bir parçasıdır ve afet hemşireliği için bir öğrenme aracı olarak konumlandırılmıştır. Tasarımı, birbiriyle ilişkili üç göreve odaklanmaktadır: ekipmanların veya çevresel tehlikelerin tanınması, ekipmanın kullanım amacının ve güvenlik önlemlerinin anlaşılması ve simüle edilmiş koşullarda ekipman seçimi ya da yaralı sınıflandırması yapılması. Geliştirme belgelerinde eğitsel destek ile klinik yetkinlik arasındaki sınır sürekli olarak vurgulanmaktadır.

Uygulama ilk açıldığında yalnızca eğitim amacıyla kullanılacağını belirten bir uyarı gösterilmektedir. Aynı hatırlatma her ekipman kartının sonunda ve "Hakkında" bölümünde de yer almaktadır. Uygulama, uygulamalı eğitimin, kurumun klinik protokollerinin veya üretici talimatlarının yerine geçmemektedir. Bu rapor yaygınlaştırma ve eğitim planlamasını desteklemeyi amaçladığından, uygulamanın benimsenmesi veya sınıfta tanıtılması sırasında bu sınır açıkça vurgulanmalıdır.

ECoDN-HUB projesinin numarası 2024-1-TR01-KA220-HED-000245267'dir. Ekipman AR materyalleri, afet hemşireliğinde dijital öğrenmeyi desteklemek ve projenin VR senaryolarını tamamlamak üzere geliştirilmiştir. Bu belge geliştirme sürecini, uygulama işlevlerini ve

bildirilen teknik doğrulama sonuçlarını ele almaktadır; katılımcıların yer aldığı bir eğitim etkililiği araştırması sunmamaktadır.

3. Uygulama Arayüzü ve Erişim Özellikleri

3.1. Ana ekran ve çok dilli gezinme

İlk kullanım uyarısının ardından uygulama, kayıt gerektirmeden ana ekrana açılır. Sekiz erişim yolu, öğrenenin amacına göre gruplandırılmıştır: tanıma (canlı ekipman tarama, galerideki fotoğraftan tanıma, QR etiket tarama), öğrenme (hasta odasını keşfetme, ekipman kataloğu), uygulama (afet sahneleri, "Çantayı hazırla") ve proje bilgileri (Hakkında).

Alan	Ana ekran seçeneği	Temel öğrenme eylemi
Tanıma	Ekipman tara	Cihaz kamerasıyla ekipmanı tanıma
Tanıma	Fotoğraftan tanı	Seçilen fotoğrafı analiz etme ve ilgili kartı açma
Tanıma	QR etiketi tara	Basılı ECoDN etiketinden ilgili öğeyi açma
Öğrenme	Hasta odasını keşfet	Gerçek hasta odası görselindeki işaretli ekipmanları seçme
Öğrenme	Ekipman kataloğu	Dizinlenmiş kartları görüntüleme ve arama
Uygulama	Afet sahneleri	Tehlikeleri/ekipmanları inceleme ve START triyaj sorularını yanıtlama
Uygulama	Çantayı hazırla	Olgu için gerekli ekipmanları seçme
Proje bilgileri	Hakkında	Finansman, ortaklar, sınırlılıklar ve gizlilik bilgilerini inceleme

EN, CS, TR ve RO dil düğmeleri; menüler, ekipman kartları, afet sahneleri ve çanta hazırlama alıştırması dâhil olmak üzere uygulamanın tüm arayüz dilini değiştirir. Uygulama, seçilen dili hatırlar. İngilizce kaynak metnin çevirilere temel oluşturduğu ve önerilere bilerek ekleme veya çıkarma yapılmadığı belirtilmektedir.

3.2. Platformlar ve çevrim dışı erişim

Geliştirme belgelerinde web erişim adresi olarak https://ecodn-hub-ar.netlify.app verilmiş; uygulamanın Android, iPhone, Windows ve Mac üzerinde kullanılabildiği açıklanmıştır. Web uygulamasının ilk ziyaretten sonra çevrim dışı çalıştığı; cihaz kamerasının ise yalnızca kullanıcı izin verdiğinde etkinleştiği belirtilmektedir. Kullanıcılar uygulamayı cihazlarının ana ekranına ekleyebilir (Android: "Uygulamayı yükle"; iPhone: Safari > Paylaş > "Ana Ekrana Ekle").

Doğrudan yükleme için v1.4.2 etiketli Android APK dosyasından da söz edilmektedir. Proje web sitesi www.ecodn-hub.eu adresindedir.

4. Ekipman Tanıma ve QR Kod İşlevleri

4.1. Canlı kamerayla tanıma

Canlı tarama arayüzü, kullanıcıdan tek bir ekipmanı kare çerçeve içine almasını ister. Yapay zekâ modelinin tanıma güven düzeyi yeterli olduğunda ekipmanın üzerinde bir artırılmış gerçeklik etiketi ve kısa bilgi kartı görünür; "Ayrıntılar" seçeneği ekipmanın tam rehberini açar. "Duraklat" işlevi tanıma sonucunu sabitlerken fener seçeneği loş ortamlarda kullanımı destekler. Yeterli bir sonuç elde edilmeden önce arayüz, kesin olmayan bir tanımlama sunmak yerine öğrenenden ekipmanı çerçevelemesini ister.

4.2. Kayıtlı fotoğraftan tanıma

Öğrenenler telefon galerilerinden bir fotoğraf seçebilir. Uygulama, tanınan ekipmanı belirleyip etiketler ve güven ya da eşleşme düzeyini gösterir. Geliştirme belgelerinde otomatik eksternal defibrilatörün (AED) %99 eşleşmeyle tanınması örnek olarak sunulmaktadır; bu oran tüm ekipmanlar için geçerli bir doğruluk düzeyi değildir. Etiket seçildiğinde ekipman kartı açılır. Önerilen çekim biçimi, tek bir ekipmanın yakın plandan fotoğraflanmasıdır.

4.3. Örnek hasta odası fotoğrafı

Uygulamadaki örnek hasta odası görselinde numaralandırılmış 14 ekipman bulunmaktadır. Görselin altındaki numaralı liste ilgili ekipman kartlarına doğrudan erişim sağlar. Böylece sınıf ortamında fiziksel ekipman bulunmadığında da tanıma ve ekipmanı tanıma etkinlikleri yapılabilir.

4.4. QR etiketleri ve PDF dışa aktarma

Katalogdaki her öğe, adını İngilizce, Çekçe, Türkçe ve Romence içeren bir ECoDN QR etiketiyle eşleştirilmiştir. QR tarama, özellikle birbirine benzeyen nesnelerde doğru karta doğrudan ve belirli bir biçimde erişmenin yolu olarak sunulmaktadır. Kullanıcı, her kart için etiketi yazdırabilir, görüntüsünü e-posta/sohbet yoluyla paylaşabilir veya gerçek boyutunda (62 × 68 mm) PDF etiket olarak dışa aktarabilir. Katalog, 39 etiketin tümünü A4 boyutunda, baskıya hazır tek bir PDF olarak dışa aktarmayı da destekler. Önerilen kullanım, beceri laboratuvarındaki ekipmanların etiketlenerek öğrenenlerin uygulama sırasında doğru içeriğe erişmesidir.

5. Öğrenme İçeriği ve Ekipman Kartları

5.1. Katalog ve etkileşimli hasta odası

Arama yapılabilen katalog üç kategoriden oluşur: hasta odası (14), afet müdahale çantası (21) ve sahne tehlikeleri (4). Öğeler bir fotoğraf ve tek cümlelik açıklama içerir; aramalar seçili dilde yapılır. Ayrı bir hasta odası keşif ekranında turuncu etkileşimli noktalar, gerçek oda fotoğrafındaki ekipmanları gösterir. İşaretleyiciye dokunulduğunda kısa açıklama, "Ayrıntılar" seçildiğinde ise tam kart açılır. Ekipman görselleri, analiz edilen fotoğraflar, çizimler ve QR etiketleri tam ekranda açılıp iki parmakla büyütülebilir; böylece bağlantı ve basılı işaretleme gibi ayrıntılar incelenebilir.

Ekipman kartları standart bir öğretim yapısını izler. Görselle birlikte eser sahibi ve lisans bilgileri yer alır. "Nedir?" alanı en fazla iki cümlelik tanım, "Nasıl kullanılır?" alanı sıralanmış üç ila beş işlem basamağı içerir. "Dikkat" başlığı kırmızı bir kutuda bir ila üç riski vurgular; "Afet durumunda" bölümü ise altyapı, oksijen, personel veya zaman kısıtlı olduğunda gerekli değişiklikleri ya da sınırlılıkları açıklar. "Sık yapılan hatalar" yaygın yanlışlara dikkat çeker. "İlgili ECoDN-HUB senaryosu" ekipmanı uygun VR etkinliğiyle ilişkilendirir; kaynaklar bölümünde metnin gözden geçirilmesinde başvurulan rehberler belirtilir.

5.2. Afete özgü rehberlik ve tehlikeler

"Afet durumunda" bileşeni, ekipman kullanımını yalnızca tüm kaynakların bulunduğu bir klinik ortamda değil, hizmetlerin aksadığı koşullarda da ele alması bakımından ayırt edici bir özelliktir. Geliştirme belgelerindeki örnek, duvar tipi oksijen kaynağı olmadan çalışmayı ve küçük bir oksijen tüpünün 15 L/dk akış hızındaki sınırlı kullanım süresini ele almaktadır. Bu açıklama teknik belgeden alınmış bir örnektir; bağımsız bir klinik öneri olarak sunulmamaktadır. Esas alınması gereken kaynaklar yerel protokoller ve cihaza özgü talimatlardır.

Sahne tehlikesi kartları da benzer bir yapıyla dört riski ele alır: yangın ve duman, sel suyu, çökmüş binalar ve yere düşmüş elektrik hatları. Kameranın bu tehlikeleri tanıyabildiği belirtilmekte; böylece yaralılara yaklaşmadan önce olay yeri güvenliğini değerlendirme ilkesi desteklenmektedir.

5.3. Kaynakların incelenmesi, diller ve görsel lisansları

Geliştirme belgelerine göre öğretim ve güvenlik metinleri; Resuscitation Council UK üzerinden ERC 2025 rehberi, DSÖ, CDC/NIOSH, FDA, NHS, StatPearls/NCBI, MedlinePlus, Kızılhaç ve üretici talimatları gibi güvenilir kaynaklarla karşılaştırılarak kontrol edilmiştir. Güvenlik

açısından kritik öğelerde, kartlarda belirtilen en az iki bağımsız kaynağın ve çoğunlukla üç ila beş kaynağın incelendiği bildirilmektedir. Fotoğrafların serbest lisanslı olduğu (CC0, kamu malı, CC BY veya CC BY-SA; çoğunlukla Wikimedia Commons kaynaklı) ve görsel atıflarının kartlarda verildiği belirtilmiştir. Teknik geliştirme belgelerinde tam bibliyografik kayıtlar bulunmadığından ayrıntılı kaynak kontrolü için kartlardaki tekil atıflar kullanılmalıdır.

6. Afet Sahneleri ve START Triyaj Etkinlikleri

6.1. Sahne türleri ve görsel işaretleyiciler

Simülasyon alıştırmalarından dört senaryo fotoğrafı sunulmaktadır: depremle ilişkili bina çökmesi, otobüs kazası, selde kurtarma ve sahra tedavi alanı. Görsellerdeki kişiler gerçek yaralılar değil, canlandırma yapan katılımcılardır; fotoğrafların kaynak gösterilen serbest lisanslı görseller olduğu bildirilmektedir. Öğrenme arayüzünde turuncu işaretleyiciler tehlikeleri, mavi işaretleyiciler ekipmanları, mor işaretleyiciler ise yaralıları gösterir. Mavi işaretleyiciler ekipman kartlarına bağlanarak sahne incelemesi ile cihaza özgü bilgi arasında geçiş sağlar.

6.2. START triyajı, geri bildirim ve sıfırlama

Triyaj etkinliği, uygulamada kullanılan yetişkin START algoritmasını izler. Simüle edilen her yaralı için kullanıcıya kısa bir açıklama verilir ve dört kategoriden biri seçilir: Acil (Immediate), Geciktirilebilir (Delayed), Hafif (Minor) veya Yaşam beklentisi olmayan/ölü (Expectant/dead). Geri bildirim, sunulan sınıflandırmayı START algoritmasının hangi basamağının belirlediğini açıklar ve yaralı işaretleyicisinin rengini değiştirir. Teknik belgede arayüzün “Doğru” ve “Tam değil” gibi geri bildirim iletileri verdiği örneklendirilmiştir.

Etkinlik sırasında öğrenenin ilerlemesi izlenir. Örnek ilerleme göstergesinde “8 öğeden 4’ü incelendi · 4 triyajdan 1’i doğru” yazmaktadır. Bu sayılar tüm sahnelerde sabit karar sayısını değil, gösterilen ekranın durumunu temsil eder. “Yeniden yanıtla” seçeneği aynı yaralı için ikinci denemeyi sağlarken “Sahneyi sıfırla” önceki yanıtları ve işaretleyicileri kaldırarak başka bir tur veya öğrenen için yeniden başlamayı sağlar.

7. Senaryo Temelli Ekipman Hazırlama Etkinlikleri

Uygulamada “Çantayı hazırla” olarak adlandırılan senaryo temelli ekipman hazırlama etkinliğinde öğrenenlerden her olgu için uygun ekipmanı seçmeleri istenir. Sekiz etkinlik, projenin VR konularıyla bağlantılıdır: kanama, göğüs yaralanması, karın yaralanması, kırık, kardiyopulmoner resüsitasyon (CPR), hava yolu, enfeksiyon kontrolü ve triyaj. Giriş bölümünde

yaralının durumu ve gerekli ekipman sayısı açıklanır; ancak ekipmanların hangileri olduğu belirtilmez.

Görev sırasında kullanıcılar beceri laboratuvarındaki ekipmanları bulup cihaz kamerasına gösterir veya ilgili QR kodları tarar. Zamanlayıcı etkinlik süresini kaydeder ve yanlış seçimleri sayar. Son geri bildirimde tamamlanma süresi, hata sayısı ve doğru seçilen her ekipmanın neden gerekli olduğuna ilişkin açıklama yer alır. Öğrenenler aynı senaryoyu tekrarlayabilir ya da başka bir senaryo seçebilir. Bu biçim, katalogdaki bilgilerin edilgen biçimde okunması yerine aktif ekipman seçimini, anında açıklamayı ve tekrarlı uygulamayı destekler.

8. Yapay Zekâ Modeli, Teknik Doğrulama ve Gizlilik

8.1. Model mimarisi ve bildirilen doğrulama ölçütleri

Uygulamanın, ImageNet üzerinde önceden eğitilmiş ve 39 dizinlenmiş öğe ile "ekipman yok" sınıfını kapsayan 19.449 görüntü üzerinde yeniden eğitilmiş MobileNetV3-Large modelini kullandığı belirtilmektedir (tanıma modeli v1.4.0). Çıkarım işleminin web uygulaması da dâhil olmak üzere LiteRT/TensorFlow Lite ile yerel olarak çalıştığı ifade edilmektedir. Geliştirme belgelerine göre Android, iPhone ve web sürümleri aynı modeli, içerikleri ve tanıma eşiklerini kullanmaktadır.

Bildirilen ölçüt	Değer	Yorum / raporlama uyarısı
Top-1 tanıma doğruluğu	%92,6	3.338 gerçek doğrulama fotoğrafı için bildirilmiştir
Top-3 tanıma doğruluğu	%98,2	Gerçek sınıfın en yüksek üç tahmin arasında yer aldığı bildirilmiştir
Gösterilen sonucun doğruluğu	≥%95	0,65 güven eşiğinde gösterilen sonuçlar için bildirilmiştir
Negatif görüntü testi	0/300	Ekipman içermeyen 300 görüntünün hiçbirinin ekipman olarak sınıflandırılmadığı bildirilmiştir
Eğitim/ince ayar veri kümesi	19.449 görüntü	39 öğe ve "ekipman yok" sınıfı; model v1.4.0
Android dağıtımı	APK v1.4.2	Erişim slaydında belirtilen dağıtım sürümü

Teknik belgelerde, v1.4.0 modelinin renkli nesneler, işaretler, desenler ve triyaj etiketleriyle ilgili önceki karışıklıkları giderdiği belirtilmiştir. Bununla birlikte, "yanlış alarm yok" ifadesi gelecekteki tüm koşullarda sıfır hata kanıtı olarak değil, bildirilen test deneyiminin sonucu olarak

yorumlanmalıdır. Teknik belgelerde güven aralıkları, sınıflara göre karışıklık matrisleri, doğrulama olgularının bileşimi veya bağımsız tekrar sonuçları verilmemiştir. Daha ayrıntılı bir teknik değerlendirme için bu bilgilere gereksinim vardır.

8.2. Gizlilik, cihaz üzerinde işleme ve kullanım sınırlılıkları

Geliştirme belgelerinde, canlı kamera görüntülerinin ve seçilen fotoğrafların uzak bir sunucuya iletilmeden ya da uygulama tarafından saklanmadan kullanıcının cihazında analiz edildiği belirtilmektedir. Kişisel hesap gerekli değildir. Tanıma sonuçları öğrenmeyi destekleyici bilgi olarak kullanılmalı; klinik karar verme amacıyla kesin ekipman tanımlaması olarak değerlendirilmemelidir. Çevrim dışı kullanım iddiası erişim belgelerinde sınırlandırılmıştır: web uygulaması ilk ziyaret sonrasında çevrim dışı kullanılabilir. Kamera kullanımı için cihazdan açık izin alınması gerekir.

9. Hemşirelik Eğitiminde Önerilen Kullanım

Hemşirelik eğitimine olası entegrasyon için beş yapılandırılmış öğretim etkinliği tanımlanmıştır: QR etiketleriyle ekipman tanıma, senaryo temelli ekipman hazırlama, sınıf içinde START triyajı, sık yapılan uygulama hatalarının belirlenmesi ve ilgili VR senaryolarının öncesinde ve sonrasında gerçekleştirilen etkinlikler. Bunlar, bir etkililik araştırmasında gösterilmiş sonuçlar değil, önerilen öğretim kullanımlarıdır.

Etkinlik	Önerilen uygulama	Öğrenme odağı
Ekipman arama	Laboratuvar ekipmanlarına QR etiketleri yerleştirilir; öğrenenler ekipmanı kullanmadan önce tarayıp kullanım basamaklarını okur.	Tanıma; güvenli hazırlık
Senaryo temelli ekipman hazırlama	Ekipler farklı senaryolar için ekipman hazırlar; ardından tamamlanma süresini, hataları ve seçim gerekçelerini karşılaştırır.	Zaman kısıtı altında seçim ve akıl yürütme
Triyaj turu	Afet fotoğrafı yansıtılır; öğrenenler geri bildirimi açmadan önce bir START kategorisi seçer.	Önceliklendirme; belirleyici basamağın tartışılması
Hataları belirleme	Bir öğrenci maket üzerinde beceri gösterir; akranları performansı ilgili sık yapılan hatalar listesiyle karşılaştırır.	Hataları fark etme; akran geri bildirimi
VR öncesi ve sonrası	VR öncesinde ilgili ekipman kartları incelenir; VR senaryosunun ardından çanta hazırlama etkinliği tamamlanır.	Hazırlık, aktarım ve pekiştirme

Uygulanabilir bir eğitim sıralaması şöyle olabilir: ilgili ekipmanların ve güvenlik uyarılarının tanıtılması; bireysel veya grup hâlinde tanıma/QR keşfi yapılması; beceri laboratuvarında ekipmanların kullanılması ve eğitimci rehberliğinde gösterim; bir afet sahnesi veya çanta hazırlama alıştırmasının tamamlanması; ilgili VR senaryosuyla bağlantılı rehberli bir değerlendirmeyle oturumun bitirilmesi. Bu sıralama, belgelerde açıklanan özelliklere dayalı bir uygulama önerisidir; bir müdahalenin etkililiğini gösteren bulgu değildir.

10. Geliştirme Sürecinin Değerlendirilmesi ve Sonuç

10.1. İçeriğin eğitimciler tarafından incelenmesi gerekliliği

Geliştirme belgelerinde, sınıf içi kullanımdan önce öğretim ve güvenlik içeriğinin hemşirelik eğitimcileri tarafından incelenmesi gerektiği belirtilmektedir. İnceleme; ekipman kullanım basamaklarını, triyaj geri bildirimini, güvenlik uyarılarını, çevirileri ve afet koşullarına uyarlamaları kapsamalıdır. Bilgilerin birden fazla kaynakla karşılaştırılması, tek başına belgelenmiş bir uzman değerlendirmesi anlamına gelmez.

10.2. Mevcut kanıtların kapsamı ve sınırlılıkları

Geliştirme ve doğrulama kayıtları, uygulamanın işlevlerini ve ekipman tanımaya ilişkin özet ölçütleri açıklamaktadır. Öğrencilerin bilgi, uygulama becerisi veya kalıcılık düzeylerinde artışa ya da klinik ortama aktarıma ilişkin doğrudan kanıt sunmamaktadır. Sınıflara göre tanıma performansı, testlerin bağımsız tekrarı ve ayrıntılı erişilebilirlik veya kullanılabilirlik değerlendirmesi sunulan materyallerde bulunmamaktadır. Bu nedenle eğitimsel etkililiğe ilişkin bir iddiada bulunulmamaktadır.

10.3. Geliştirme sonrasına yönelik öneriler

- Hemşirelik eğitimcileri ve ilgili klinik uzmanlarla çok disiplinli, belgelenmiş bir içerik değerlendirmesi tamamlanmalı; her kart ve çevrilmiş öğe için inceleme tarihleri ile sürüm numaraları açıkça belirtilmelidir.
- Her ekipman ve tehlike kartının, ilgili rehberlerin sürüm veya tarihleri de dâhil olmak üzere, yeterince ayrıntılı ve erişilebilir kaynaklara bağlantı verdiği doğrulanmalıdır.
- Uygulama, beceri laboratuvarında hemşirelik öğrencileri, eğitimciler ve uygun olduğunda hemşirelerle pilot olarak denenmeli; görev tamamlama, kullanılabilirlik, hatalar, anlama ve algılanan yarar değerlendirilmelidir.
- Her dil sürümünün doğruluğu ve açıklığı yetkin değerlendiricilerle kontrol edilmeli ve QR etiketleri gerçek laboratuvar ekipmanları üzerinde test edilmelidir.

- Modelin sınıflara ve ilgili alt gruplara (aydınlatma, cihaz türü, görüntü kalitesi ve benzer görünümlü ekipmanlar) göre performansı belgelenmeli; hata bildirim ve güncelleme süreci oluşturulmalıdır.
- Eğitimcilere güvenli kullanıma ilişkin rehberlik sağlanmalı; özellikle AR tahminlerinin ve triyaj sorularının protokollerin, gözetimin, uygulamalı yetkinliğin veya cihaz talimatlarının yerini tutamayacağı belirtilmelidir.

10.4. Sonuç

ECoDN-HUB Ekipman AR; ekipman tanıma, kısa kullanım rehberleri, afete özgü güvenlik uyarıları, çevresel tehlikeler, yetişkin START triyajı ve senaryo temelli ekipman seçimini bir araya getirmektedir. Çok dilli arayüz, QR kodla erişim ve cihaz üzerinde görüntü işleme, uygulamanın farklı öğretim ortamlarında kullanılmasına olanak tanımaktadır. Geliştirme süreci için bildirilen tanıma ölçütleri, eğitimsel etkililiği veya klinik karar vermede güvenliği kanıtlamamaktadır.

Resmî öğretim uygulamasından önce atılması gereken ilk adım, öğretim ve güvenlik içeriğinin hemşirelik eğitimcilerince belgelenmiş biçimde incelenmesi ve ardından uygulamanın hedef öğrenme ortamında değerlendirilmesidir.

11. Destekleyici Bilgiler ve Erişim Bağlantıları

Web uygulaması: https://ecodn-hub-ar.netlify.app/

Proje web sitesi: https://www.ecodn-hub.eu/

Android yükleme paketi: APK v1.4.2 (geliştirme belgelerinde belirtilen sürüm).

Tanıma modeli: MobileNetV3-Large, model sürümü v1.4.0.

Kanıta ilişkin not: Doğruluk oranları geliştirme belgelerinde bildirilen değerlerdir; ham test verileri ve bağımsız doğrulama protokolleri sunulmamıştır. Klinik doğruluk ve çeviri kalitesinin değerlendirilmesi için eğitimci incelemesi gereklidir.