



Erasmus+ KA220-VET Cooperation Partnerships in Vocational Education and Training

Hibrid ve Elektrikli Taşıtlara Yönelik Sanal ve Artırılmış Gerçeklik (SG/AG) Destekli Dijital Eğitim Materyali Geliştirilmesi (DTM4HEVs)

[2023-1-TR01-KA220-VET-000152218]

Proje Raporu

Hazırlayanlar:

Prof. Dr. Abdil Kuş, Prof. Dr. Ridvan Arslan

Bursa, 2025



Funding disclaimer: This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

Özet.....	3
Bölüm 1- İhtiyaç Analizi	4
Bölüm 2- Program ve İçerik Geliştirme	11
Bölüm 3- Dijital Materyal Geliştirme	22
Bölüm 4- Ölçme Ve Değerlendirme.....	29
Bölüm 5-Sonuç	36

ÖZET

Bu rapor; Bursa Uludağ Üniversitesi koordinatörlüğünde Bulgaristan'dan Sofya Teknik Üniversitesi, Romanya'dan Cluj-Napoca Teknik Üniversitesi, OIB Mesleki ve Teknik Lisesi ile sektör ortağı SANLAB A.Ş. ile birlikte yürütülen ve AB Erasmus+ Programı Mesleki Eğitim Stratejik Ortaklıklar Projeleri kapsamında desteklenen “Hibrid ve Elektrikli (H/E) Taşıtlara Yönelik Sanal ve Artırılmış Gerçeklik (VR/AR) Destekli Dijital Eğitim Materyali Geliştirilmesi” isimli ve “2023-1-TR01-KA220-VET-000152218” numaralı projenin süreç ve akademik çıktılarını paylaşmak üzere hazırlanmıştır.

H/E Araçlar için Sanal ve Artırılmış Gerçeklik (SG/AG) destekli dijital eğitim materyalleri geliştirilmesi projesinin amacı, H/E Araçların bakım ve servis konularında mesleki eğitim ve öğretim performansını artırmak için çok disiplinli tasarım temelli araştırma metodolojisi kullanarak eğitim içerikleri ve Sanal Gerçeklik destekli dijital eğitim materyalleri (DTM) geliştirmektir. Bu yolla, proje çalışmaları kapsamında, H/E Araçlar eğitimlerinde kullanılan temel ve ileri düzey standartların ve prensiplerin SG/AG ortamına aktarılması hedeflenmiştir. Böylece öğrenciler ve çalışanlar, bu konuları üç boyutlu ortamda daha kolay anlayabilmek için SG/AG uygulamalarından yararlanabileceklerdir.

Projenin somut sonuçları özetle aşağıdadır ve proje hedeflerine nitelik ve nicelik olarak öngörülerin üzerinde bir başarı ile ulaşılmıştır.

İhtiyaç analizi ve içerik geliştirme; Projenin ihtiyaç analizi çalışmasında öncelikle konunun taraflarının belirlemek adına paydaş analizi yapılarak konunun paydaşları belirlenmiştir. Ardından üç ülkedeki paydaşlara ihtiyaç analizi soruları Google anket uygulaması üzerinden sorulmuştur. 440 kişiyle yapılan anket sonuçlarının analizi ile tüm paydaş gurupları ve ülkeler bazında H/E Taşıtların eğitimi alanındaki ihtiyaçlar akademik olarak ortaya konulmuştur. Bu fazda ihtiyaç analizine göre ortaya çıkan ve SG/AG uygulamalarına esas olacak ve akademisyenler tarafından geliştirilen müfredatın akabinde yazılım geliştirme fazına altyapı oluşturacak senaryo geliştirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. İkinci önemli fikri çıktıyı oluşturan “Dijital materyal için içerik ve Öğrenme/Öğretme yöntemi geliştirilmesi” aşamasında modüler yapıli bir program oluşturmıştır.

Dijital eğitim materyali geliştirilmesi; Dijital eğitim materyali süreci belirlenen içeriklere ait dijital uygulamaların, uygulamalarda kullanılacak animasyonların ve kullanıcı kılavuzlarının hazırlanması aşamalarından oluşmaktadır. Uygulamalarda dört ünite başlığında 27 senaryo kullanılmıştır.

Pilot eğitim, performans ölçümü; Uygulamaların akademik ve öğrenme performansına katkısının belirlenmesi yapılan bilimsel analizlerde SG/AG kullanarak yapılan eğitimlerdeki akademik başarı artışı %46,5 seviyelerine ulaşmıştır. Yine, iki öğrenci grubu üzerinde kontrol gruplu deneysel desen yöntemi ile eğitim performans ölçümü yapılmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda; SG/AG kullanılarak yapılan öğretimin öğrencilerin öğrenme performansını %46,5 arttırdığını göstermektedir.

BÖLÜM 1

1. İHTİYAÇ ANALİZİ

Projenin ihtiyaç analizi çalışmasında öncelikle konunun taraflarının belirlemek adına paydaş analizi yapılarak konunun paydaşları belirlenmiştir. Ardından üç ülkedeki paydaşlara ihtiyaç analizi soruları Google anket uygulaması üzerinden sorulmuştur. 440 kişiyle yapılan anket sonuçlarının analizi ile tüm paydaş gurupları ve ülkeler bazında Hibrid ve Elektrikli Taşıtların (H/E) eğitimi alanındaki ihtiyaçlar akademik olarak ortaya konulmuştur. Bu fazda ihtiyaç analizine göre ortaya çıkan ve Sanal ve Artırılmış Gerçeklik (SG/AG) uygulamalarına esas olacak ve akademisyenler tarafından geliştirilen müfredatın akabinde yazılım geliştirme fazına altyapı oluşturacak senaryo geliştirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. İkinci önemli fikri çıktıyı oluşturan “Dijital materyal için içerik ve Öğrenme/Öğretme yöntemi geliştirilmesi” aşamasında modüler yapılı bir program oluşturmuştur.

1.1. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Dünya genelinde Hibrid ve elektrikli araç üretiminin yaygınlaşması ve önemli bir pazar payına ulaşmasıyla birlikte, bu araçların rutin mesleki eğitimlerinin yanı sıra özellikle bakım ve servis faaliyetlerinde tüm ilgili paydaşların eğitim ihtiyaçları hızla artmaktadır. Ancak, hem maliyetler hem de yeni teknolojiler nedeniyle bu artan ihtiyacı karşılayabilecek mesleki eğitim altyapısının yeterli olduğunu söylemek mümkün değildir. Bu durum, söz konusu araçların bakım ve onarım ihtiyacını ciddi ölçüde artırmıştır.

Motorlu araç ve onarım sektöründe çalışan profesyonellerin, bu araçlardaki artışla birlikte gelişen teknolojik yenilikler ve kritik güvenlik önlemleri hakkında güncel bilgiye sahip olmaları gerekmektedir. Elektrikli araçların tasarımı, geleneksel araçlardan oldukça farklıdır ve diğer araçlara göre daha fazla risk içermektedir. Bu riskler, çalışanın bilgi, deneyim ve psikososyal durumu ile bağlantılı olabilir. Çalışan kaynaklı sorunları en aza indirmek için okulların ve işletmelerin bu üç yönlü sorunu ortadan kaldıracak ciddi eğitim programları geliştirmesi gerekmektedir [1].

Fechtner H. ve ark. [2], elektrikli araç eğitiminde yeni yöntemleri inceledikleri çalışmalarında, elektrikli araçların yaygınlaşmasının eğitim sektörü için yeni bir zorluk ve program geliştirme ihtiyacı doğurduğunu vurgulamaktadır. Örneğin, otomobillere yüksek gerilim sistemlerinin uygulanması, çalışan insanlar için yeni bir tehlike potansiyeli oluşturmakta ve yeni, uzmanlaşmış eğitim programlarını gerekli kılmaktadır. Bu ihtiyacı karşılamak üzere, söz konusu çalışmada farklı teknolojiler ve iş güvenliği kavramlarının entegre edildiği modüler yaklaşımla öğrenci merkezli bir model sunulmuştur. Yine Fechtner H. ve ark. [3], teknisyenler ve itfaiyeciler gibi çalışanların elektrikli araçlardaki iş güvenliği riskleri dahil eğitim ihtiyaçlarını araştırmıştır. Bu makalede ayrıca, elektrikli araçlarda çalışma için özel bir eğitim programının geliştirilmesine yönelik bir yaklaşım sunulmuştur. Program, modüler bir yaklaşımla harmanlanmış bir öğrenme konseptiyle öğrenme sürecini geliştirmeye odaklanmaktadır.

Arslan ve ark. [4], Hibrid ve elektrikli araç teknolojileri alanında çalışanların mesleki eğitim ihtiyaçlarını belirlemek amacıyla kapsamlı bir eğitim ihtiyaç analizi gerçekleştirmiş ve bulguları değerlendirmiştir. Çalışmada, Hibrid ve elektrikli araç eğitimi konusundaki algı, bilgi, beceri ve beklentiler başlıkları altında yapılandırılmış 30 soruluk 5’li Likert ölçeği kullanılmıştır. Anketlere 54 sektör temsilcisi, 650 öğrenci ve 652 meslek lisesi öğretmeni/ yöneticisi katılmıştır. İlginçtir ki, ihtiyaç analizi sonuçlarında üç grup da tüm sorularda benzer yanıtlar vermiş, yani aynı ihtiyaçları belirtmiştir. Bu nedenle, bu sonuçlara dayanarak geliştirilecek eğitim programları, üç öncelikli paydaş grubunun Hibrid ve elektrikli araç eğitim ihtiyaçlarını

karşılacaktır. Karahan ve ark. [5] ise Hibrid ve elektrikli araç teknolojileri alanında çalışanların mesleki eğitim ve öğretim ihtiyaçlarını belirlemek amacıyla altyapı ihtiyaç analizlerini yapmış ve eğitim programlarının bu ihtiyaçlar doğrultusunda geliştirilerek mevcut eğitim altyapısının güçlendirilmesini hedeflemiştir.

1.2. PAYDAŞ ANALİZİ METODOLOJİSİ

İçerik geliştirme sürecinde doğru yöntemlerin belirlenebilmesi ve doğru cevaplara ulaşılabilmesi için paydaş analizi yapılmalıdır. Paydaş analizi, proje kapsamında geliştirilecek içerik ve ürünlerin seçiminde beklentilerin doğru belirlenmesi ve planlamanın temel unsurlarından biri olan katılımın sağlanması amacıyla, H/E Eğitimi ile ilişkili tüm tarafların görüşlerini dikkate almak üzere yapılmıştır.

Paydaş analizi sürecinin ilk aşamasında, paydaşların kim olduğunu belirlemek için şu sorulara cevap aranmıştır:

- Sahada H/E araç eğitimi veren ve uygulayanlar kimlerdir?
- Bu eğitim, faaliyet ve hizmetlerin yöneticileri kimlerdir?
- Kurumlar tarafından sunulan H/E araç eğitimlerini kimler almaktadır?
- Kurumların sunduğu eğitim faaliyetleri ve hizmetlerinden etkilenen ve bu faaliyetleri/hizmetleri etkileyenler kimlerdir?

Paydaşların belirlenmesi sürecinde; Ulusal ve uluslararası literatür taraması, Sektör ve sivil toplum kuruluşu (STK) temsilcileriyle yapılan görüşmeler ile Üniversite öğretim üyeleri, öğretmenler ve sektör eğitmenlerinden oluşan program geliştirme komisyonu tarafından yapılan çalışma toplantılarıdır.

Bu çalışmaların sonucunda H/E araç eğitimiyle ilgili ihtiyaç analizi için paydaşlar belirlenmiştir. Önceki çalışmaların sonucu ve paydaşların taslak listesi Tablo 1.1’de verilmiştir. Bu paydaş analiziyle belirlenen gruplar, proje kapsamında geliştirilecek materyallerin sonucunda katılımcıların yeterliliklerindeki gelişmeleri değerlendirmek için iş birliği yapılacak paydaşlardır.

Tablo 1.1. Paydaş Analizi Sonuçları

Paydaşlar	Nasıl	Neden	Öncelik
Öğrenciler	İç Paydaş	Temel yararlanıcı	1
Sektör Çalışanları	İç Paydaş	Yararlanıcı	2
Öğretim Üyeleri	İç Paydaş	Öğretim ve geliştirme	3
Öğretmenler	İç Paydaş	Öğretim	4
Üniversiteler	Dış Paydaş	Öğretim ve geliştirme	5
Meslek Liseleri	Dış Paydaş	Öğretim	6
Sektör Yöneticileri	Dış Paydaş	Stratejik paydaş	7
Kamu Personeli	Dış Paydaş	Temel paydaş	8
STK’lar	Dış Paydaş	Yararlanıcı/Stratejik paydaş	9

1.3. İHTİYAÇ ANALİZİ

İhtiyaç mevcut durum ile olması gereken veya istenilen durum arasındaki farklılıktır. Bir bakıma, "Ne" ile "Ne olmalı?" arasındaki farktır. Eğitim programı ve materyal gelişimi için yapılacak çalışmalara yönelik olarak mevcut durum ile ulaşmak istenilen durum arasındaki farkı ortaya koymak amacıyla izlenecek bir süreçtir. Bu süreçte öncelikle ihtiyaç analizinde kullanılan anket ölçeği geliştirilmiştir. Anketler hazırlanırken seçilen metot ve ölçek ilerleyen

kısımlarda detaylandırılmıştır. Bu anketler aynı zamanda demografik sorularla desteklenmiş ancak kişisel verilerin korunması ve cevaplar verilirken herhangi bir çekincenin oluşmaması adına katılımcı isim ve e-posta adresleri toplanmamıştır..

İhtiyaç Analizinin Ölçeği

İhtiyaç analizinde kullanılan ölçek, beşli Likert tipi 25 sorudan oluşmaktadır. Likert ölçeği kullanılarak çalışmada hem tüm soruların ortalaması üzerinden hemde her bir soru üzerinden değerlendirme yapmak mümkün olabilmektedir [6].

İlk beş soru, katılımcıların H/E konusundaki algılarını, ikinci 15 soru bilgi, beceri ve yetenekleri test etmekte ve son beş soru dijital eğitim teknolojilerine ilişkin beklentileri incelemektedir. Anket, Tablo 2'de verilmiştir. Analizde eğitim seviyesi ile bilgi ve beceri yeterlilikleri arasındaki korelasyonlar, kurumlar veya ülkeler arasındaki farklılıklar vb. dahil olmak üzere farklı değerlendirmeler yapılmasına olanak tanır. Yargılayıcı maddeler içermeyen beşli Likert ölçeği olarak geliştirilen anket formu Google Formlar'a yüklenecek ve tüm paydaşlara iletilecektir. Beş puanlı Likert ölçeği maddeleri '1' (Kesinlikle katılmıyorum) ile '5' (Kesinlikle katılıyorum) arasında değişmektedir.

Tablo 1.2: İhtiyaç Analizi Anket Soruları

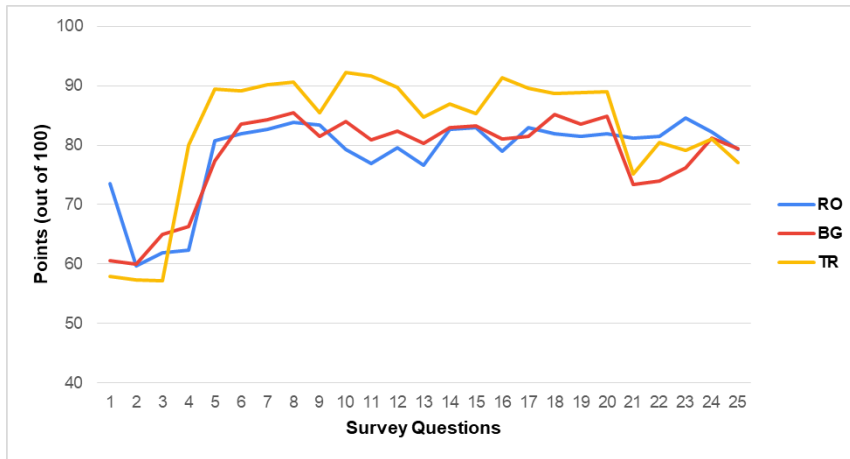
ALGI	
Bir Hibrid ve Elektrikli taşıt sektör paydaşı olarak size göre.....	
1	Halen H/E taşıt sektörü eğitim altyapısı açısından piyasa koşullarına hazırlıklıdır.
2	Halen verilen H/E taşıtlar eğitimleri sektörün beklentilerini karşılamakta yeterlidir.
3	Halen verilen H/E taşıtlar eğitimlerinde yeterli kaynak ve donanım altyapısı kullanılır.
4	H/E taşıtlarda arıza giderme işlemlerini kolaylaştıracak SG/AG uygulamaları çalışanların doğru işlem yapmasını destekler.
5	H/E eğitim içeriklerinde bakım servis iş güvenliğini konu alan bir bölüm yer almalıdır
İÇERİK (BİLGİ-BECERİ-YETENEK)	
H/E Taşıtlar eğitimi için geliştirilecek SG/AG destekli dijital eğitim materyalleri içeriklerinde...	
6	H/E taşıtların tasarım ve yapısal özellikleri yer almalıdır.
7	H/E taşıtların güç aktarma ve hareket kontrol sistemleri konuları yer almalıdır.
8	H/E taşıtlarda kullanılan YG hatları ve çalışma prensipleri konuları yer almalıdır.
9	Elektrikli taşıtlarda hidrojen kullanımı ve depolanması konuları yer almalıdır.
10	H/E taşıtların batarya ve şarj sistemleri konuları yer almalıdır.
11	Bataryaları araçtan sökme, arıza tespiti ve onarımını yapma konuları yer almalıdır.
12	Otomotiv elektronik kontrol sistemlerinin yapısı ve çalışmasına ait konular yer almalıdır.
13	Blok şemaları okuma ve algoritmaları yorumlama konuları yer almalıdır.
14	Motor yönetim, araç haberleşme teknolojileri konuları yer almalıdır.
15	Taşıt konfor ve ileri sürüş destek sistemleri konuları yer almalıdır.
16	H/E taşıtlarda aracın elektriksel açıdan güvenli hale getirme konuları yer almalıdır.
17	H/E taşıtlarda genel bakım ve servis konuları yer almalıdır.
18	Diagnostik cihazlarının tüm fonksiyonları ile kullanabilme konuları yer almalıdır.
19	Diagnostik hata kodları ve bu kodlara göre arıza giderme yöntemleri yer almalıdır.

20	H/E eğitim içeriklerinde bakım servis iş güvenliğini konu alan bir bölüm yer almalıdır.
TEKNOLOJİ / BEKLENTİ	
H/E taşıtlar dijital eğitim aracı olarak	
21	Sanal Gerçeklik uygulamaları daha kullanışlıdır.
22	Artırılmış Gerçeklik uygulamaları daha kullanışlıdır.
23	Video ve animasyon destekli uygulamalar daha kullanışlıdır.
24	Mobil cihaz ve tabletlere uyumlu uygulamalar daha kullanışlıdır.
25	SG/AG destekli QR kodlu e-kitaplar daha kullanışlıdır.

1.4. DEĞERLENDİRME

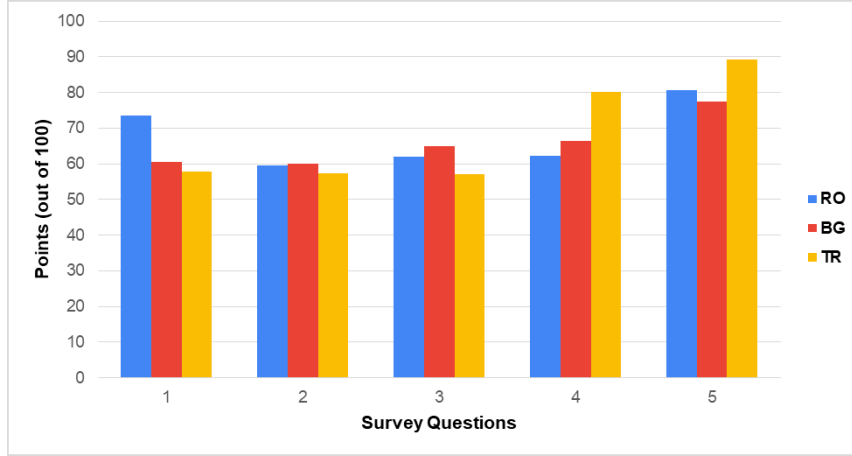
Çalışma kapsamında Hibrit ve Elektrikli Araçlar ile ilgili farklı pozisyonlarda toplam 440 kişiye (Türkiye'den 318, Romanya'dan 53 ve Bulgaristan'dan 69) anket uygulanmıştır. Katılımcıların 389'u erkek, 51'i kadın olup yaş ortalamaları 26'dır. Elde edilen sonuçlar Excel istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir (%95 güven aralığı). Analizde, veriler arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için tek örneklemli "z" testi uygulanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, güvenilirlik değerinin istatistiksel olarak 0,05'ten çok daha düşük bulunmuştur bu durum da verilerin dağılımının anlamlı olduğunu, yani güvenilirlik oranının yüksek olduğunu göstermiştir. Anket verileri, üç farklı faktöre odaklanan soru grupları temelinde analiz edilmiştir.

Şekil 1.1 Türkiye ve diğer katılımcı ülkelerde anketteki her bir maddeye ilişkin ortalama puanları göstermektedir. Görüldüğü gibi, hem her bir madde hem de genel sonuçlar açısından tutarlı ve benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır. Bu da bize, ihtiyaç olarak algılanan konuların Türkiye'ye ek olarak Romanya ve Bulgaristan'da da aynı olduğunu göstermektedir ki bu bilimsel açıdan önemli bir bulgudur.



Şekil 1.1. Türkiye ve diğer katılımcı ülkelerdeki yanıtların karşılaştırılması

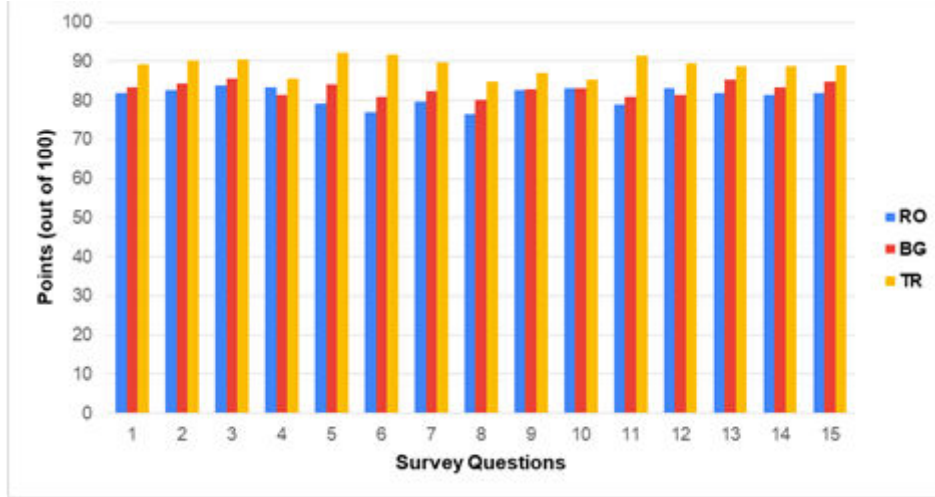
Şekil 1.2'de verilen grafikte, katılımcılara yöneltilen 5 "algı" sorusuna verilen yanıtlar yer almaktadır. Tabloda, en düşük ortalama değer %59 ve %61 ile "H/E Araçlar için şu anda verilen eğitim, sektörün beklentilerini karşılamada yeterlidir" ve "H/E Araçlar için şu anda verilen eğitimde yeterli kaynak ve donanım altyapısı kullanılmaktadır" sorularında olduğu gözlemlenmektedir. Bu konu üzerinde çalışılması gerekmektedir.



Şekil 1.2. “H/E Eğitim algısı” sorularına verilen yanıtlar

Bir diğer önemli konu olan "Hibrit ve Elektrikli Araçlar sektörü, eğitim altyapısı açısından şu anda piyasa koşullarına hazırdır" sorusuna ise %64 oranında yanıt verilmiştir. Burada da %36'lık bir boşluk/ihtiyaç olduğu anlaşılmaktadır.

Sıralamanın sonunda ise, %70-83 oranında "Hibrit ve Elektrikli Araçlardaki arızaları gidermeyi kolaylaştıracak Sanal ve Artırılmış Gerçeklik uygulamaları, çalışanların doğru aksiyon almasını destekler" ve "Hibrit ve Elektrikli Araçlar eğitim içeriklerinde elektrikli araçlarda bakım ve iş güvenliği ile ilgili bir bölüm bulunmalıdır" soruları yanıtlanmıştır. Dolayısıyla, yüksek algının olduğu bu konularda, düşük algı destekli çalışmalarla bu açığın kapatılması mümkün olabilir.



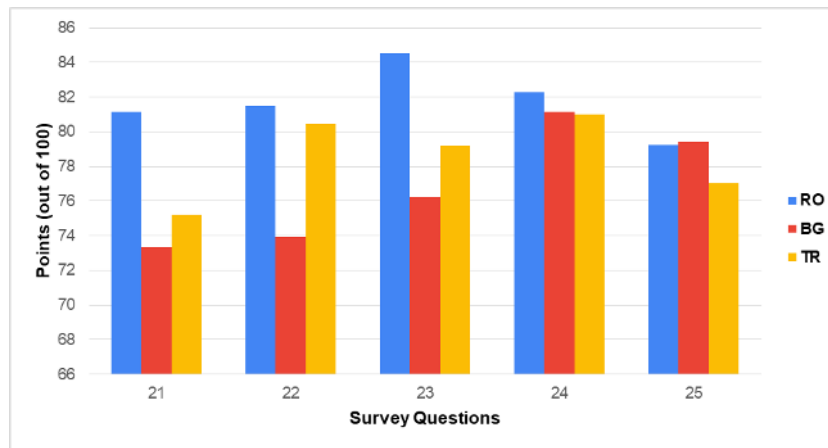
Şekil 1.3. “Bilgi ve Beceri” sorularının yanıtları

Mevcut bilgi ve beceri durumunu belirlemek ve ihtiyacı görmek amacıyla hazırlanan bu soruların değerlendirilmesinde, tek tek analiz etmek yerine Tablo 1.3'te verilen öncelik ve ihtiyaç yüzdelere göre sıralama yapılmış ve içeriğin yazımında önceliklendirme yöntemi bu sonuçlara göre belirlenmiştir. Sonuçların %81 ile % 87 bandında olması bize tüm konu başlıklarında yüksek oranda bir bilgi beceri açığı olduğunu işaret eder ki bu tüm başlıklarda içerik yazımında bu ihtiyaçlara cevap verecek çalışmanın yapılması gereğini ortaya koymaktadır.

Tablo 1.3. “Bilgi ve Beceri” cevaplarının ihtiyaç/öncelik yüzdesine göre sıralanmış hali

Nu.	H/E Taşıtlar eğitimi için geliştirilecek SG/AG destekli dijital eğitim materyalleri içeriklerinde...	%
8.	H/E taşıtlarda kullanılan yüksek gerilim hatları ve çalışma prensipleri konuları yer almalıdır.	87
7.	H/E taşıtların güç aktarma ve hareket kontrol sistemleri konuları yer almalıdır.	86
18.	Diagnostik cihazlarının tüm fonksiyonları ile kullanabilme konuları yer almalıdır.	85
20.	H/E eğitim içeriklerinde bakım servis iş güvenliğini konu alan bir bölüm yer almalıdır.	85
10.	H/E taşıtların batarya ve şarj sistemleri konuları yer almalıdır.	85
6.	H/E taşıtların tasarım ve yapısal özellikleri yer almalıdır.	85
17.	H/E taşıtlarda genel bakım ve servis konuları yer almalıdır.	85
19.	Diagnostik hata kodları ve bu kodlara göre arızayı giderme yöntemleri yer almalıdır.	85
14.	Motor yönetim, araç haberleşme teknolojileri konuları yer almalıdır.	84
12.	Otomotiv elektronik kontrol sistemlerinin yapısı ve çalışmasına ait konular yer almalıdır.	84
15.	Taşıt konfor ve ileri sürüş destek sistemleri konuları yer almalıdır.	84
16.	H/E taşıtlarda aracın elektriksel açıdan güvenli hale getirme konuları yer almalıdır.	84
9.	Elektrikli taşıtlarda hidrojen kullanımı ve depolanması konuları yer almalıdır.	83
11.	Bataryaları araçtan sökme, arıza tespiti ve onarımını yapma konuları yer almalıdır.	83
13.	Blok şemaları okuma ve algoritmaları yorumlama konuları yer almalıdır.	81

Şekil 1.4. “Dijital eğitim teknolojilerine yönelik beklenti” sorularına verilen yanıtları göstermektedir. Burada da üç ülkeden elde edilen yanıtların birbirine yakın olduğu görülmüştür. “Sanal Gerçeklik uygulamaları daha faydalıdır” sorusuna Türkiye ve Bulgaristan oldukça benzer yanıtlar verirken, Romanya’da beklenti oranı biraz daha yüksek çıkmıştır.



Şekil 1.4. "Dijital eğitim teknolojileri beklenti" sorularına verilen yanıtlar

Benzer şekilde, “Artırılmış Gerçeklik uygulamaları daha faydalıdır” sorusunda Romanya ve Türkiye yakın beklenti yanıtları verirken, Bulgaristan biraz daha düşük bir beklenti düzeyi göstermiştir. “Karma Gerçeklik uygulamaları daha faydalıdır” sorusunda ise, bu teknolojiye

yönelik beklentinin ortalama olarak ikinci sırada yer aldığı ve en yüksek oranın Romanya’da olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, bu grup içinde en benzer ve en yüksek beklentiler “Mobil cihazlar ve tabletlerle uyumlu uygulamalar daha faydalıdır” sorusunda elde edilmiştir. “Sanal ve Artırılmış Gerçeklik destekli QR kodlu e-kitaplar daha faydalıdır” sorusuna verilen yanıtlar da benzerlik göstermekte ve dijital eğitim materyallerinin geliştirilmesi açısından bu yönde yüksek bir beklenti olduğunu ortaya koymaktadır.

1.6. SONUÇ

Katılımcı sayısı, katılımcı çeşitliliği ve ülke çeşitliliği açısından değerlendirildiğinde, çok farklı analizlerin yapılabildiği bu çalışma önemli bir veri tabanı oluşturmaktadır. Yukarıda sunulan bulguların dışında da birçok alt analiz gerçekleştirmek mümkün olmuştur. Okullara ve meslek gruplarına göre farklılaşmalar, ülkeler arası karşılaştırmalar ve diğer sonuçlar arşivlenmiş ve projenin içerik ve materyal geliştirme aşamalarında kullanılmak üzere değerlendirilmiştir.

Tüm bu değerlendirme ve yorumlar, algı/bilgi-beceri ve beklenti başlıkları altında yapılandırılan yanıtların genel ortalamalarına dayanarak yapılmıştır. Bu üç grup karşılaştırıldığında, belirgin bir ayrışma ya da kopukluk olmadığı, sonuçların birbiriyle örtüştüğü görülmüştür. Bu durum, yapılan bilimsel çalışmanın doğruluğunu ve geçerliliğini bir kez daha teyit etmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Arslan, R., & Uzaslan, N. T. (2017). *Impact of competency-based and target-oriented training on employee performance: A case study, Industry and Higher Education*, 31 (5), 289-292.
- [2] Fechtner H., Fechtner E., Schmuelling B., Saes K.-H. (2015): *A new challenge for the training sector: Further education for working on electric vehicles*. 2015 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE), Zhuhai, China, 2015, pp. 88-95, doi: 10.1109/TALE.2015.7386022, <https://ieeexplore.ieee.org/document/7386022>
- [3] Fechtner H., Saes K.-H., Fechtner E., Braun T., Schmuelling B. (2016): *Clarification of the Training Requirements for Working on Electric Vehicles*. International Journal of Advanced Corporate Learning(iJAC), eISSN 1867-5565, Vol. 9, no. 1, pp. 35–43, <https://doi.org/10.3991/ijac.v9i1.5635>
- [4] Arslan R, Karahan M., Kuş A., Şen M., Kaplan C. (2023) *Sectoral Needs Analysis to Develop Training Programs for Hybrid and Electric Vehicles*, Recent Journal, Universitatea Transilvania Brasov (24), 84-94
- [5] Karahan M., Arslan R., Kuş A., Şen M., Kaplan C. (2023) *A Study to Determine Infrastructure Needs for Hybrid and Electric Vehicle Training in Vocational Education*, Recent Journal, Universitatea Transilvania Brasov(24) 4-8
- [6] Turan, İ., Şimşek, Ü., & Aslan, H. (2015). *Eğitim araştırmalarında likert ölçeği ve likert-tipi soruların kullanımı ve analizi*. Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, (30), 186-203.

BÖLÜM 2

2. PROGRAM VE İÇERİK GELİŞTİRME

Bir öğretim programı geliştirme çalışması; belirli bir eğitim programını oluşturan felsefeyi, hedefleri, amaçları, öğrenme deneyimlerini, öğretim kaynaklarını ve değerlendirmeleri belirleyen bir süreçtir. Bu projede olduğu gibi özel bir eğitim programı geliştirilmesi, öğretim programı geliştirme sürecinin bir sonu olarak değil, devam eden program geliştirme ve uygulama sürecinin önemli bir adımı olarak görülmelidir [1]. Proje kapsamında, H/E Araçlar eğitiminde kullanılan temel ve ileri düzey standartların ve bilgi-becerilerin (SG/AG) ortamına aktarılması hedeflenmiştir. Böylece öğrenciler ve çalışanlar, bu konuları üç boyutlu bir ortamda daha kolay anlayabileceklerdir.

Dünya genelinde hibrit ve elektrikli araç üretiminin yaygınlaşması ve önemli bir pazar payına ulaşmasıyla birlikte, bu araçların rutin mesleki eğitimine ek olarak bakım ve servis işlemlerinde yer alan tüm paydaşların eğitim ihtiyaçları da hızla artmaktadır. Ancak, bu artan ihtiyacı karşılayacak mesleki eğitim altyapısının maliyet ve teknoloji nedenleriyle yeterli olduğu söylenemez. Bu durum, bu araçların bakım ve onarımına duyulan ihtiyacı daha da artırmıştır. Motorlu araçlar ve onarım sektöründe çalışan profesyonellerin, bu artışlarla birlikte gelişen teknolojiler ve güvenlik önlemleri konusunda güncel kalmaları gerekmektedir. Elektrikli araçların tasarımı geleneksel araçlardan oldukça farklıdır ve daha fazla risk barındırır.

Birçok araştırmacı ve kurum, Hibrid ve Elektrikli araç eğitimlerinde fiziksel atölye/laboratuvar kurulumlarının yüksek maliyetlerine çözüm olarak, daha ekonomik ve erişilebilir bir seçenek olarak Sanal Gerçeklik uygulamaları geliştirmektedir.

Örneğin, Perdikakis A. ve arkadaşları [2], elektrikli araç eğitimi için geliştirdikleri AG uygulamasını ve pilot eğitim sonuçlarını raporlamıştır. Değerlendirme sonuçlarına göre kullanıcılar ve katılımcılar uygulamayı oldukça başarılı bulmuş, ancak geliştirilen senaryoların sistematik bir yöntemle genişletilmesi gerektiği belirtilmiştir. Başka bir çalışmada, Luo H. [3], tamamen elektrikli araçlarda mevcut arıza teşhis sisteminin tüketici ihtiyaçlarını tam olarak karşılamadığını belirtmiş ve bu sorunun çözümü için SG füzyon teknolojisi tabanlı yeni bir teşhis sistemi geliştirilmesini önermiştir. Çalışmada, mevcut motor yönetim sistemleriyle entegre bir SG uygulaması sayesinde arıza teşhisinin nasıl daha kolay hale geleceği tartışılmıştır.

2.1. H/E ARAÇLAR EĞİTİM PROGRAMININ PEDAGOJİSİ

Mesleki eğitim kurumları, soyut ve karmaşık konuların öğretilmesi ve öğrenilmesinde yaşanan zorluklara dikkat çekmektedir. Geleneksel teknik becerilerin ve temel kavramların anlaşılmasındaki düşüş, yükseköğretim kurumları için büyük bir zorluk oluşturmaktadır. Öğretim yöntemleri; klasik ders anlatımı, uygulamalı laboratuvar çalışmaları, proje tabanlı öğrenme veya teknolojik simülasyonları içerebilir, ancak genellikle bu yöntemler birbirinden kopuk şekilde yürütülmektedir. Karmaşık bir sistem içinde gerçekleşen öğretim ve öğrenme sürecine SG/AG destekli uygulamalarının dahil edilmesi kullanıcı beklentilerini tam olarak karşılaması ve sistemin tüm paydaşları tarafından benimsenmesi önemlidir.

Yeni pedagojik yaklaşımlar, sınıf temelli öğrenme anlayışını tersine çevirerek, yeni teknolojiler sayesinde daha geniş topluluklara erişim sağlamıştır. Ancak bazı öğretim elemanlarının SG gibi yeni teknolojiler konusunda deneyimsiz olduğu, laboratuvarların bu tür teknolojilere uygun olmadığı ve mevcut ders materyallerinin bu sistemleri desteklemediği görülmektedir [4].

Son araştırmalar, mühendislik eēitiminde SG kullanımını önermekte ancak uygulama yöntemleri konusunda hl belirsizlikler bulunmaktadır [5]. Bu nedenle, eēitim odaklı yeni SG/AG uygulamalarında insan merkezli bir yaklaşım benimsenmeli; ēretim üyelerinin ihtiyaçları, ērencilerin farklı ērenme stilleri ve eēitim ortamlarının özellikleri dikkate alınmalıdır. Bu teknolojiler ērencilerin motivasyonunu artırmakta, ancak motivasyonun kaynaēını oluşturan unsurların tasarım sürecinde nasıl ele alınması gerektiēi sorusunu gündeme getirmektedir.

Ancak, sadece teknoloji odaklı yaklaşımlar ērencilerin ērenmesini tek başına desteklemeyebilir [6]. Özellikle hibrit ve elektrikli araç eēitimi gibi alanlarda ēretim elemanı ve ērenci arasındaki etkileşim bilgi inşası için gereklidir. Bu nedenle, pedagoji ve teknolojiyi bütünleştiren insan merkezli bir yaklaşım, SG/AG uygulamalarının eēitim ortamlarındaki etkisini artırmak için daha uygundur [7].

2.2. MÜFREDAT/İÇERİK GELİşTİRME METODOLOJİSİ

Müfredat geliştirme ekibi, ařaēıdaki özellikleri göz önünde bulundurarak eēitim içerikleri için gerekli kriterleri belirlemiştir:

- Sektörün temel ihtiyaçlarını karşılayan bir yapı, sürekli gelişime uygunluk ve zamanlama ve eēitim yapısında esneklik ve modüler bir yaklaşım.

Eēitim alacak bireylerin bilgi ve beceri açısından farklı geçmişlere sahip olması, herkese uygun içerik hazırlamayı zorlaştırmaktadır. Ancak, eēitim programının genel felsefesi yetkinliēe dayalı olduēundan, bir kursu tamamlayan bir bireyin o modülde gerekli bilgi ve becerilere hakim olması gerekmektedir. Bu ncelik, kurs ieriēi ve teorik ve pratik eēitim derslerinin detayları planlanırken özellikle dikkate alınmıştır. Bu amaçla, eēitim kursu kısa, yetkinlik temelli, hedef odaklı ve ērenci merkezli olacak şekilde tasarlanmıştır.

Modül geliştirme aşamasında, proje ekibinde yer alan ve yksekēretim kurumları eēitimi alanında uzman akademisyenlerin liderliēinde çok uluslu bir müfredat geliştirme komisyonu kurulmuştur. Tüm ncelikli konuları ele alan program geliştirme ekibi, öncelikle konuları alanlarına ve ihtiyaç analizlerinin sonuçlarına göre sınıflandırmış ve konuların entegrasyon sürecine başlamıştır. Son aşamada ise, benzer derslerin içerikleri veya mesleki eēitim kurumlarındaki eēitim içerikleri dikkate alınarak 4 modülden oluşan modüler yapı ve bunların ders içerikleri oluşturulmuştur. Bu dört modülden oluşan modüller;

1. Hibrit ve Elektrikli Taşıtlar Elektrik ve Elektronikēi
2. Hibrit ve Elektrikli Taşıtlara Giriş
3. Batarya ve Enerji Depolama Sistemleri
4. Hibrit ve Elektrikli Taşıtlara Diagnostiēi

Devam eden kısımda bu modüllere ait içerikler ve ērenme ıktıları verilmektedir.

Modül Kodu: 1

Modül Adı: 1. Hibrid ve Elektrikli Taşıtlar Elektrik ve Elektronik

Eğitim İçeriği	1. Elektrik ve Elektronik'in Temel Kavramları 1.1 Doğru ve Alternatif Akım Kavramları 1.2. Analog ve Dijital Sinyal Kavramları 1.3. İletken, Yalıtkan ve Yarı iletken Kavramları 1.4. Manyetik ve Elektrik alan Kavramları 1.5. Pasif Devre Elemanları 1.6. Ohm Kanunu 1.7. Kirchhoff Akım ve Gerilim Kanunu 1.8. Güç ve Enerji Kavramları 1.9. Seri ve Paralel Elektrik Devreleri 1.10. Yıldız ve Üçgen Bağlantılar 1.11. Ölçü Aletleri 1.12. Aktif Devre Elemanları 1.13. Elektromanyetik Girişim ve Gürültü Kavramları 2. Sensörler 2.2. Açısal Konum ve Devir Sensörleri 2.3. Sıcaklık Sensörleri 2.4. Basınç Sensörleri 2.5. Debi Sensörleri 2.6. İvme Sensörleri 2.7. Lambda Oksijen Sensörleri 2.8. Akım Ölçüm Sensörler 3. Elektronik Kontrol Sistemleri 3.2. Açık Devre Kontrol Sistemleri 3.3. Kapalı Devre Kontrol Sistemleri 3.4. Mikrodenetleyiciler 4. Elektrik Motorları 4.2. DC Motorlar 4.3. AC Motorlar 5. Rectifier (Doğrultucu), Konvertör ve İnvertörler 5.2. AC/DC Rectifierler 5.3. DC/DC Konvertörler 5.4. DC/AC İnvertörler 6. Araç Haberleşme Teknolojileri-Veri Yolları 6.2. Veri yolları 6.3. UDS protocol ve servisleri 6.4. OBD II protocol ve servisleri 7. İleri Sürüş Destek Sistemleri ve Otonom Sürüş 7.2. Yapı ve Donanımları 7.3. Seviyeler 7.4. Sensörler 7.5. Sonar, Radar, Lidar, Görüntü Algılama 7.6. Konumlandırma Sistemleri 7.7. Sürüş Karar Sistemleri 8. Güvenli çalışma, Ekipmanlar ve Tehlike Yönetimi 8.2. Yüksek Gerilim, Tehlikeleri ve Önlemleri 8.3. Yüksek Gerilimin İnsan Sağlığına Etkileri 8.4. Yüksek Gerilim Kablo ve Bileşenleri 8.5. Kişisel koruyucu donanımlar
-----------------------	--

		8.6. Ortam Koruyucu Donanımlar 8.7. Personel Müdahale Sınıflandırması
Öğrenme Çıktıları	1.1	Bu eğitimin sonunda öğrenciler: • Elektrik ve elektronğin temel kavramlarını bilir. • Ölçü aletlerini tanır ve kullanır. • Elektronmayetik girişim ve yayılım mekanizmalarını bilir
	1.2	• Hibrid ve Elektrikli Taşıtlarda (H/E) kullanılan farklı ölçüm yeteneklerine sahip sensörlerin çalışma prensiplerini bilir
	1.3	• Açık ve kapalı döngü elektronik kontrol sistemlerini bilir • Mikrodenetleyicileri ve çalışma prensiplerini bilir.
	1.4	• DC elektrik motorları ve çalışma prensiplerini bilir. • AC elektrik motorları ve çalışma prensiplerini bilir.
	1.5	• AC/DC Rectifier, Boost DC/DC Converter, Buck DC/DC Converter ve DC/AC Inverteri ve çalışma prensiplerini bilir.
	1.6	• CAN, LIN, FLEXRAY ve MOST veri yollarını bilir. • OBD-II protocol ve servisleri bilir. • UDS protocol ve servisleri bilir
	1.7	• İleri sürüş destek sistemleri ve çalışma prensiplerini bilir. • Otonom sürüş sistemleri ve çalışma prensiplerini bilir.
	1.8	• Güvenli çalışma ile ilgili ekipmanlar ve tehlike yönetimini bilir
Eğitim Saati	40 saat	

Modül Kodu: 2

Modül Adı: Hibrid ve Elektrikli Taşıtlara Giriş

Eğitim İçeriği	1. Elektrikli ve Hibrid Taşıt Teknolojisi 1.1. Elektro-Mobilite Kavramları 1.2. Hibrid Elektrikli (H/E) araçlar 1.3. Elektrikli taşıtlar 1.4. İçten yanmalı motorlu taşıtlar ile elektrikli taşıtların karşılaştırılması 2. Hibrid Taşıt Teknolojileri 2.1. Çeşitleri ve yapısal özellikleri 2.2. Çalışma prensipleri 2.3. Hibrid Taşıtların Yüksek Gerilim Komponentleri, 2.4. Hibrid Taşıt Kontrol Sistemleri 2.5. Güç Aktarma Sistemleri 2.6. 48V Hibrid Taşıt Sistemi 3. Elektrikli Taşıt Teknolojileri 3.1. Çeşitleri ve yapısal özellikleri 3.2. Çalışma prensipleri 3.3. Sürüş Sistemleri 3.4. Güç Elektronikleri 3.5. Motorlar 3.6. Bataryalar 3.7. Kendinden Güvenli Araçlar (ECE-R100) 3.7.1. Yüksek Gerilim Güvenlik Sistemleri 3.7.2. Pilot Line-İnterlock
-----------------------	--

	3.7.3.Eş potansiyel Devreleri 3.7.4.İzolasyon Direnci ve İzleme Modülü (IMD) 3.7.5.Çarpışma Sistemi 3.7.6.Servis tapası 4. Elektrik Makineleri 4.1.Tork, Güç Karakteristikleri, Motor Verimleri 4.2.Elektrik makinelerinin çeşitleri ve yapısal özellikleri 4.3.AC Alternatif Akım Motorları 4.4. Elektrikli Araçlarda Kullanılan Çekiş Motorları 4.4.1. Asenkron Motorlar 4.4.2. Senkron Motorlar 4.4.3. DC Doğru Akım Motorları 4.4.4. Relüktans Motorlar 5. Motor Kontrol Sistemleri (Güç Elektroniği) 5.1.Motor Kontrol sistemlerinin yapısal özellikleri ve çalışması 5.2.Güç elektroniği sistemleri 5.2.1.İnvertörler 5.2.2.Boost konvertörler-Buck konvertörler 6. HEV ve EV taşıtlarda kullanılan Yüksek Voltajlı Bataryalar 6.1. Yüksek voltaj bataryaları yapısal özellikleri ve çeşitleri 6.2. H/E araçlar batarya şarj konektör- şarj üniteleri 7. Diğer Sistemler 7.1. Termal Yönetim Sistemleri 7.1.1.Batarya İklimlendirme Sistemi 7.1.2.İnverter- Elektrik Motoru Soğutma Sistemi 7.1.3.Araç İçi iklimlendirme sistemleri 7.2. Direksiyon Sistemleri 7.3. Fren Sistemleri
Öğrenme Çıktıları	1.1 Bu eğitimin sonunda öğrenciler: • Hibrid Elektrikli Araçların yapısı ve çalışmasını bilir, • Elektrikli araç yapılarını ve çeşitlerini bilir, • Bataryalı Elektrikli Araçların yapısı ve çalışmasını bilir, 1.2 • Hibrid araçların çeşitlerini, sistemlerini ve bu sistemlerin çalışmasını bilir, 1.3 • Elektrikli araçların sistemlerini ve bu sistemlerin çalışmasını bilir, • Yüksek gerilim güvenlik sistemlerinin çeşitlerini bilir, • Yüksek gerilim güvenlik sistemlerinin yapısını ve çalışmasını bilir, 1.4 • Elektrik makinalarının çeşitlerini, yapısını ve çalışmalarını bilir, • Elektrik makinasının çalışmasını açıklar 1.5 • Motor kontrol sistemlerini bilir, • İnvertörlerin çeşitlerini ve çalışmasını bilir, • Konvertörlerin çeşitlerini ve çalışmasını bilir, 1.6 • H/E taşıtlarda kullanılan Yüksek Voltajlı Bataryalar • Hibrid ve elektrikli araçlardaki yüksek voltaj bataryalarını bilir 1.7 • Hibrid ve elektrikli araçlardaki diğer sistemleri sıralayabilir, • İklimlendirme, Fren, Direksiyon ve Termal yönetim sistemlerini bilir, • Isı pompalarını ve sıvı soğutma sistemlerinin çalışmasını bilir, • H/E araçlardaki ısıtma / soğutma sistemlerin çalışmasını bilir.
Eğitim saati	40 saat

Modül Kodu: 3

Modül Adı: Batarya ve Enerji Depolama Sistemleri

Eğitim İçeriği	3.1 Enerji Depolama Sistemleri 1.1. Kimyasal bataryalar 1.2. Süper kapasitörler 1.3. Volanlar 1.4. Hidrolik sistemler 2. Batarya Performans Karakteristikleri 2.1. Kapasite 2.2. Özgül Güç 2.3. Özgül Enerji 2.4. Enerji Yoğunluğu 2.5. Şarj Durumu-SoC 2.6. Deşarj Derinliği-DoD 2.7. Sağlık Durumu-SoH 2.8. Çevrim-Döngü 3. Yüksek Voltaj Batarya Teknolojisi 3.1. Bataryaların Gelişimi ve Çeşitleri 3.2. Kurşun-asit bataryalar 3.3. Nikel bazlı bataryalar 3.4. Lityum bazlı bataryalar 3.5. Sodyum bazlı bataryalar 4. Batarya Mimarisi (Tasarımı) 4.1. Hücre çeşitleri 4.2. Paket tasarımı • Modül-paket modeli • Hücre-paket modeli 5. Batarya Yönetim Sistemleri (BMS) 5.1. Yapısı(Master-Slave) Görevleri (Sensörler) 5.2. Röleler/Kontaktörler ve Önşarj Devresi 5.3. Termal sistemleri(Isıtma-Soğutma) 6. Batarya Ömrü 6.1. Batarya Taşıma İşlemleri 6.2. Termal Sürüklenme ve Yangın 6.3. Atık Yönetimi ve Geri Dönüşüm 7. Batarya Arızaları ve Bakım 7.1. Yüksek voltaj batarya arıza kodları 7.2 Mekanik, Termal, Kimyasal bozulma kaynaklı arızalar 8. Yakıt Hücreleri 8.1. FCEV 8.2. Hidrojen Yakıtı 8.3. Çalışması 8.4. Çeşitleri 9. Şarj Yöntemleri ve Sistemleri 9.1. Şarj Metotları (AC, DC, Kablosuz, Batarya Değiştirme) 9.2. Şarj Modları 9.3. Şarj Konektörleri 9.4. Kablosuz Şarj Sistemi
Öğrenme	1.1 Bu eğitimin sonunda öğrenciler: • Enerji depolama sistemlerini ve çeşitlerini bilir.

Çıktıları		Kimyasal bataryalar, süperkapasitörler, volanlar ve hidrolik sistemleri bilir
	1.2	- Bataryalara ait performans karakteristiklerini bilir, - Bataryalara ait kapasite, özgül güç, özgül enerji, enerji yoğunluğu, çevrim-döngü, şarj durumu, deşarj derinliği ve sağlık durumu temel kavramlarını bilir.
	1.3	- Yüksek voltaj batarya teknolojisinin gelişimini ve batarya çeşitlerini bilir, - Kurşun-asit, nikel bazlı, lityum bazlı ve sodyum bazlı yüksek voltaj bataryalarını bilir.
	1.4	- Batarya mimarisini ve tasarımını bilir, - Batarya hücre çeşitlerini bilir. - Batarya paket tasarımı için gerekli hesaplamaları yapar. - Batarya paketinin modül-paket ve hücre-paket tasarımları hakkında bilgi sahibi olur.
	1.5	- Batarya yönetim sistemlerinin yapısını ve görevlerini bilir, - Batarya yönetim sistemleri içinde yer alan elektronik kontrol ünitesi (Master-Slave) tasarım gruplama çeşitlerini bilir. - Batarya yönetim sistemlerinde yer alan röleler/kontaktörler ve ön şarj devresini bilir, - Batarya paketlerinde yer alan termal sistemlerin çalışmasını ve çeşitlerini bilir.
	1.6	- Batarya hayatı boyunca yapılan işlemleri bilir. - Batarya taşıma işlemlerini ve prosedürlerini bilir. - Bataryalarda termal sürüklenme, yangın ve önlemlerini bilir - Bataryaların atık yönetimini ve prosedürlerini bilir. - Bataryaların geri dönüşüm işlemlerini ve prosedürlerini bilir.
	1.7	- Batarya ve sistemlerinin arızalarını ve hata kodlarını bilir, - Batarya ve sistemlerinin arıza tespit cihazı ile hata kodlarını tespit eder, bakım ve kontrol işlemlerini yapar.
	1.8	- Yakıt hücreli elektrikli araç(FCEV) teknolojisini bilir, - Hidrojenin özelliklerini, elde edilmesini ve depolanmasını bilir, - Yakıt hücrelerinin kimyasal reaksiyonlarını, çalışmasını ve çeşitlerini bilir.
	1.9	- Şarj modlarını ve metotlarını bilir, - Şarj konektörlerini bilir, - Kablosuz şarj yöntemini bilir, - Elektrikli araç şarj işlemini yapar.
Eğitim saati	40 saat	

Modül Kodu: 4

Modül Adı: H/E Taşıt Diagnostiği

Eğitim İçeriği	1. H/E Araç Servis İşlemleri 1.1. Araç servise kabul prosedürü 1.2. Arıza teşhis, tespit, raporlama 1.3. OKD- sinyalizasyon,- kilitleme 1.4. Ölçü Aletleri ve Arıza Teşhis Cihazları 1.5. Teknik dokümanlar (Katalog vb.) 1.6. H/E Araç özel atölye ekipmanları 1.7. H/E Araç hata kodları (DTC) 1.8. Normal bakım onarım 1.9. Hasarlı araç işlemleri 2. H/E araçlarda elektriksizleştirme İşlemleri 2.1. Elektriği kesme servis soketinin çıkarma 2.2. Tekrar kapanmaya karşı kilitleme 2.3. Voltaj ölçümü 3. H/E Taşıtların elektrik motoru arıza kodları ve testleri 3.1. Arıza kodlarının belirlenmesi 3.2. Yüksek voltaj testi 3.3. İzolasyon testi 3.4. Eş potansiyel eşitleme-Topraklama testi 3.5. Direnç ölçümü 4. H/E Taşıtlar İnvertör- Konvertör arıza kodları ve testleri 4.1. Arıza kodlarının belirlenmesi 4.2. Yüksek voltaj testi 4.3. İzolasyon testi 4.4. Eş potansiyel eşitleme-Topraklama testi 5. H/E Taşıtlar Klima kompresörü arıza kodları testleri 5.1. Arıza kodlarının belirlenmesi 5.2. Yüksek voltaj testi 5.3. İzolasyon testi 5.4. Eş potansiyel eşitleme-Topraklama testi 6. H/E araç şarj sistemi (OBC) arıza kodları ve testleri 6.1. Arıza kodlarının belirlenmesi 6.2. Yüksek voltaj testi 6.3. İzolasyon testi 6.4. Eş potansiyel eşitleme-Topraklama testi 7. H/E araç YG kablo arıza kodları ve testleri 7.1. Süreklilik kontrolü 7.2. İzolasyon kontrolleri 8. YG Batarya arıza kodları ve testleri 8.1. Batarya arıza kodları ve testleri 8.2. Batarya Termal runaway- Kacak testi 8.3. Modül dengeleme 8.4. SOC, SOH, DoD parametreleri. 9. Onarım Sonrası Yüksek Gerilimin Sistemi Aktive Edilmesi 9.1. Yüksek voltajlı elemanlarının montaj yapılması 9.2. Servis soketi montajı 9.3. Servis bataryasının devreye alınması 10. Yol Yardım Hizmetleri 10.1.Çekici Hizmetleri
-----------------------	--

	10.2.Acil Müdahale 10.3.Araç Yangınları 11. İleri Sürüş Destek Sistemleri ve Otonom Sürüş 11.1.ADAS Sensör Kalibrasyonu 11.2.Bulut Sistemleri ve OTA	
Öğrenme Çıktıları	4.1	Bu eğitimin sonunda öğrenciler: • Elektrikli ve Hibrid aracın servise kabul işlemlerini yapar • Elektrikli ve Hibrid aracı servise alır, sinyalizasyon işlemleri ile KKD, OKD ları uygular, aracı çalışma için güvenli hale getirir • Arıza teşhis cihazını kullanmasını bilir • Yüksek voltajlı sistemleri hata kodlarının teşhis cihazından okur. • Araç teknik dokümanları (katalog) okumasını bilir • Düşük ve yüksek voltaj ölçümünde kullanılan ölçü aletlerini tanır ve kullanılır
	4.2	• H/E taşıtlarda diagnostik ve arıza giderme işlemlerini bilir ve pratikte uygular • EKÜ hafızasındaki arızaları silmeyi ve parçaları EKÜ ye tanıtmayı bilir • Diagnostik cihazlarını ileri fonksiyonları ile tam kapasitede kullanabilir
	4.3	• Elektrik motoru arıza kodları okur • Yüksek voltaj ölçümünü yapar • İzolasyon testlerini yapar • Eş potansiyel eşitleme-Topraklama testini yapar • Direnç ölçümü yapar
	4.4	• Diagnostik cihazlar ile İnvertör-Konvertör arıza kodları • İnvertör-Konvertör testlerini yapar.
	4.5	• Elektrikli araç klima sistemi elemanları bilir • Diagnostik cihazlar ile klima kompresörü arıza kodlarını okur. • Klima kompresörü arıza testlerini yapar.
	4.6	• Diagnostik cihazlar ile araç şarj sistemi (OBC) arıza kodlarını okur • Araç şarj sistemi (OBC) testlerini yapar.
	4.7	• Diagnostik cihazlar ile YG Kablo arıza teşhisini yapar • YG kablolarında Süreklilik kontrolünü yapar. • YG kablolarında izolasyon kontrolleri yapar
	4.8	• Diagnostik cihazları ile batarya arıza kodları okur • SOC, SOH, DoD parametrelerini anlamını bilir • Batarya testlerini yapar. • Batarya Termal kaçakları (runaway) bilir. • Modül değiştirmesini bilir • Modül dengeleme işlemini bilir • Onarım sonrası batarya sızdırmazlık testlerini bilir
	4.9	• Onarım sonrası yüksek gerilimin sistemini aktive eder.
	4.10	• Elektrikli aracın çekici ile taşınması bilir. • Yolda kalan araca müdahale edilmesini bilir. • Batarya yangınlarına nasıl müdahale edilebileceğini bilir
	4.11	• Diagnostik cihazlar ile Otonom araç arıza kodlarının okur • ADAS kalibrasyon cihazını kullanır • ADAS kalibrasyonunu yapar
Eğitim Saati	40 saat	

2.3. ÖĞRENME / ÖĞRETME YÖNTEMLERİ

Pedagojik amaçlı bir SG/AG uygulamasının geliştirilmesinde insan merkezli yaklaşımın temel dayanağı; öğretim yöntemleri, öğrenme stilleri, paydaşlar ve öğretim-öğrenim bağlamı arasındaki doğru dengeyi bulmaktır. Bu denge arayışında, öğretim yöntemleri ve ilgili konular, farklı öğrenme tarzları ve senaryolarla uyumlu olacak şekilde eşleştirilmeli ve böylece daha zengin bir öğrenme deneyimi sunulmalıdır

Proje müfredat ve içerik geliştirme ekibi, geliştirilecek içeriğin pedagojik altyapısını ve yöntemini belirlerken, hangi içeriğin hangi teknolojik altyapı ile sunulacağına ve hangi öğrenme çıktılarının hangi öğretim ve öğrenme yöntemiyle kazandırılacağına karar vermiştir. Konu belirlendikten, ihtiyaçlar değerlendirilip analiz edilip önceliklendirildikten sonra, bir sonraki adım konunun yeniden tanımlanması ve gözden geçirilmesi, ardından hedeflenen sonuçların veya eğitimsel amaçların geliştirilmesi olarak sürdürülmüştür. Müfredat geliştirme sürecindeki bir sonraki zorluk, öğrenenin yaşamında ve nihayetinde toplumun tamamında gerçek bir fark yaratacak içeriği seçmektir. Bu noktada temel sorular şunlardır:

- “Belirlenen hedefe ulaşılabaksa, öğrenenin neyi bilmesi gerekir?”
- “Hangi bilgi, beceri, tutum ve davranışların edinilmesi ve uygulanması gerekir?”

Bu aşamada, içerik ve öğrenme çıktılarıyla paralel olarak pedagojiyi ve öğretim-öğrenme yöntemlerini geliştirmek için Deneysel Tasarım Yöntemi kullanılmıştır[8]. İçerik seçildikten sonra, bir sonraki adım, öğrenenin uygun hedeflenen sonuçlara ulaşmasına yardımcı olacak etkinliklerin tasarlanmasıdır. Proje müfredatı geliştirme ekibine yardımcı olması için Tablo 2.1’de proje modüllerinde uygulanacak öğretim ve öğrenim yöntemi verilmiştir.

Tablo 2.1. Önerilen Öğretim ve Öğrenme Metotları

SG/AG İçeriği	Meta Quest 2 veya 3 ile uyumlu SG uygulamaları QR Kod ya da resim okuyan Mobil AG Uygulaması Web sitesi üzerinde yüklü animasyon videoları
Öğretim Öğrenme Yöntemleri	Eğiticiler için önerilen yöntemler: Aplikasyon ve animasyonlar, ders içeriğini öğretmek için eğiticiler tarafından teorik ders sırasında destekleyici materyal olarak kullanılmalıdır. - Teorik içeriği öğretmek için genel PowerPoint slaytlarını kullanın, - İlgili konu sunumunun görselleştirmek üzere eğitim portalında verilen ilgili e-book, video veya animasyonları gösterin, Veya öğrencilere ayrıntıları göstermek için SG uygulamalarını projeksiyon vasıtasıyla ekrana yada perdeye yansıtarak kullanın, - Öğrenciler, SG gözlüklerini kullanarak bu konuları 3D ortamı olarak oluşturmak üzere ilgili SG uygulamalarını görmek için kendi SG gözlüklerini kullanabilirler - Veya öğretmenler, ilgili konuyu 3B ortamı olarak anlamak için SG uygulamalarını Meta Quest 3 SG sistemi üzerinden öğrencilerle birlikte kullanabilirler. Bireysel kullanıcılar için öğrenme yöntemleri - Öncelikle ilgili video veya animasyonları izleyin ve konuların temelini anlayın. - Bu uygulamaları 3B ortamda canlandırmak için SG uygulamalarınızı kullanın - İlgili SG uygulamalarını görmek için Meta Quest 3 SG gözlükleri ile birlikte kullanın Bu animasyon ve SG/AG uygulamaları http://vrforev.org/ web sitesinde bulunabilir ve ücretsiz indirilebilir.

KAYNAKLAR

- [1] Connecticut Bureau of Curriculum and Instruction (2006): A guide to curriculum development-purposes, practices, procedures, Connecticut State Dept. of Education, Hartford, https://portal.ct.gov/-/media/SDE/Health-Education/curguide_generic.pdf
- [2] Perdikakis, A., Araya, A., & Kiritsis, D. (2015). *Introducing augmented reality in next generation industrial learning tools: a case study on electric and hybrid vehicles*. Procedia engineering, 132, 251-258.
- [3] Luo, H. (2021, February). *Development of Pure Electric Vehicle Fault Diagnosis System Based on Virtual Reality Fusion Technology*. Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1744, No. 2, p. 022037). IOP Publishing.
- [4] Green, M.C.(2004) *Transportation into narrative worlds: The role of prior knowledge and perceived realism*. Discourse processes, 38(2), 2004, 247-266.
https://doi.org/10.1207/s15326950dp3802_5
- [5] Häfner, P., Häfner, V.; Ovtcharova, J (2013) *Teaching methodology for virtual reality practical course in engineering education*. Procedia Computer Science, (25) 251-260.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.031>
- [6] Felder, R.M. and Silverman, L.K., 1988. *Learning and teaching styles in engineering education*. Engineering education, 78(7), pp.674-681.
- [7] Council, D.(2015) *The design process:What is the double diamond?* The Design Council.
<https://www.Designcouncil.org.uk/news-opinion/design-process-what-double-diamond>
- [8] Huerta, O., Kus, A., Unver, E., Arslan, R., Dawood, M., Kofoğlu, M., Ivanov, V. (2019). *A Design-based Approach to Enhancing Technical Drawing Skills in Design and Engineering Education using VR and AR Tools*. In Proceedings of the 14th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications, 3(1): 306-313.

BÖLÜM 3

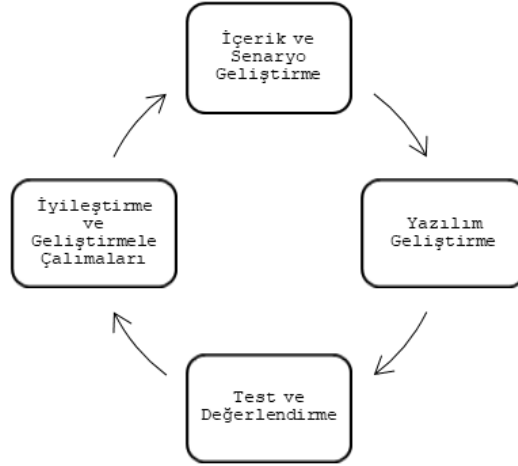
3. DİJİTAL MATERYAL GELİŞTİRME

Müfredat, içerik ve senaryo geliştirme süreci boyunca proje üyeleri, akademisyenler ve paydaş temsilcilerinden oluşan, bilimsel verilerle desteklenen program geliştirme ekibi, ulusal ve uluslararası kriterler dikkate alınarak güncelliğini koruyacak şekilde tasarlanmıştır.

SG/AG teknolojileri, sıfır riskli, düşük maliyetli sanal ortamlarda tehlikeli prosedürleri (ör. akü termal kaçak senaryoları) ve karmaşık montajları (ör. invertörün sökülmesi) simüle ederek dönüştürücü bir çözüm sunar. Araştırmacılar, SG kullanan araştırma stajyerlerinin geleneksel yöntemlere kıyasla %32 daha hızlı hata tespiti ve %40 daha az hata gösterdiklerini belirtmişlerdir [1]. SG genel olarak kullanıcının konumunu ve eylemlerini takip ederek bir veya daha fazla duyu yoluyla kullanıcı geri bildirimini değiştiren veya geliştiren, böylece zihinsel olarak sürükleyici bir deneyim (sanal dünya deneyimi) sağlayan etkileşimli bir bilgisayar simülasyonu teknolojisi olarak tanımlanır [2].

3.1. UYGULAMA GELİŞTİRME

Dijital uygulama geliştirme süreçleri Şekil 3.1’de verilen aşamaları kapsamaktadır. Bu aşamalarda kullanılan materyal ve yöntem başlıkları şunlardır; İçerik ve Senaryo geliştirme, SG/AG uygulamaların geliştirilmesi, Pilot uygulama, ölçme ve değerlendirme ve İyileştirme ve geliştirme çalışmaları.



Şekil 3.1: Uygulama geliştirme süreci

Bu dört aşamanın alt başlıklarında geliştirilecek SG/AG uygulamaları için kaynak taraması, ihtiyaç analizi, eğitim içeriği ve senaryo yazımı ile pilot eğitimler yoluyla ölçme ve değerlendirme aşamaları ilgili akademik çalışmaların ilgi alanını oluşturur iken yazılım geliştirme akademisyenlerin yanı sıra yazılım çalışanlarının desteğini gerektirmektedir.

Bu süreçte geliştirilen programın öğretme ve öğrenme yöntemleri ile pedagojik yaklaşımları belirlenerek her bir modüle ait içerik ve kullanılacak SG/AG teknolojileri ile senaryo geliştirme çalışmaları yürütülmüştür [3]. SG uygulamasında kullanılan atölye ortamı Şekil 3.2 de gösterilmektedir.



Şekil 3.2: SG uygulamasında kullanılan atölye

Proje aşamasının ikinci iş paketinin son ve belki de en önemli aşaması, belirlenen içerikle uyumlu SG/AG uygulamalarının geliştirilmesine altyapı sağlayacak storyboard geliştirilmesidir. Bu aşamada program geliştirme ekibi, her bir öğrenme çıktısını öğretecek senaryolara karar vermek için ilgili paydaşlarla koordineli olarak çalışmıştır. Bu koordinasyon her bir akademik ortağın birer modülü üstlenmesi ve ardından ortaklaşa senaryolara son halinin verilmesi şeklinde olmuştur.

3.2. YAZILIM MİMARİSİ VE GELİŞTİRME ARAÇLARI

Projenin yazılım mimarisi, etkileşimli ve gerçekçi SG/AG eğitim içerikleri oluşturmak için gelişmiş yazılım araçları ve yöntemleri birleştirmektedir. Unity motoru, yüksek performanslı grafik işleme ve fiziksel simülasyon özellikleri sayesinde projenin temel geliştirme platformu olarak kullanılmıştır. Unity içinde entegre edilen XR Interaction Toolkit eklentisi, SG kontrol cihazları aracılığıyla batarya modülleri, elektrik motoru parçaları ve yüksek voltaj kabloları gibi sanal bileşenlerin sezgisel olarak kullanılmasını sağlamaktadır. Sistem, Oculus cihazlarıyla tamamen uyumlu olup, C# dili kullanılarak geliştirilmiştir. Bu sayede etkileşimli arıza tespiti ve bakım senaryoları esnek biçimde uygulanabilmektedir. Ana donanım platformu olarak Meta Quest 3 tercih edilmiştir; bu cihaz gelişmiş görsel netlik, artırılmış işlem gücü ve dahili karma gerçeklik özellikleriyle sürükleyici ve yüksek tepkili bir eğitim deneyimi sunmaktadır.

3D modelleme sürecinde, Blender yazılımı kullanılarak yüksek voltajlı batarya paketleri, stator-rotor düzenekleri ve güç elektroniği modülleri gibi ayrıntılı elektrikli araç bileşenleri tasarlanmıştır. Modeller, SG performansını koruyarak görsel detaylardan ödün vermemek için çokgen sayıları azaltılarak optimize edilmiştir. Oluşturulan nesneler FBX formatında dışa aktarılmış ve Unity motoruyla tam uyumlu hale getirilmiştir.

Yüzey kaplama işlemleri Substance Painter kullanılarak gerçekleştirilmiş, metal, yalıtım veya plastik gibi malzeme türleri için gerçekçi yüzey görünümleri oluşturulmuştur. Photoshop, kullanıcı arayüzü öğeleri, simgeler ve talimat grafiklerinin tasarımında kullanılarak görsel bütünlük ve netlik sağlanmıştır. Teşhis senaryolarının gerçekçiliğini artırmak amacıyla Material Maker ile özel düğüm tabanlı gölgelendiriciler geliştirilmiştir. Bu gölgelendiriciler; yüksek voltaj kablolarındaki elektrik akışının animasyonlu görselleştirilmesi, ısı haritalarıyla sensör verilerinin gösterimi ve fiziksel bileşenlerde aşınma göstergelerinin oluşturulması gibi efektleri içermektedir.

Ayrıca, 3D model optimizasyonu ve otomatik kod üretimi gibi görevlerde yapay zekâ destekli geliştirme araçları da iş akışına entegre edilmiştir. Bu mimari, SG/AG eğitim sisteminin yalnızca H/E Araçların bakımına yönelik fiziksel ve teşhis ortamını simüle etmesini değil, aynı zamanda pedagojik ve teknik olarak güçlü bir öğrenme deneyimi sunmasını da sağlamaktadır.

3.3. SG/AG UYGULAMA ÖRNEĞİ / BATARYA SİSTEM TESTLERİ

Batarya teşhisi, motor bakımı ve kullanıcı etkileşimleri gibi temel öğretim hedefleri belirlenmiş ve ayrıntılı senaryo taslaklarına dönüştürülmüştür. Batarya paketleri, inverterler ve şarj üniteleri gibi araç bileşenlerinin yüksek doğrulukta 3D modelleri oluşturulmuş ve etkileşimli ortamlara entegre edilmiştir. Gerçek dünyadaki arıza koşullarını yansıtmak için fizik tabanlı simülasyonlar eklenmiş, böylece öğrencilerin gerçekçi teşhis süreçlerine katılımı sağlanmıştır. Unity platformu kullanılarak geliştirilen senaryolar, etkileşimli eğitim modüllerine dönüştürülmüştür. Geliştirme süreci boyunca pilot testler ve kullanıcı geri bildirimleri aracılığıyla kullanılabilirlik, eğitimsel etki ve teknik doğruluk sürekli olarak iyileştirilmiştir.

Bu vaka çalışması, hibrit ve elektrikli araçların yüksek voltaj batarya sistemlerindeki yalıtım hatalarını tanımlamak ve çözmek üzere geliştirilen sürükleyici bir sanal gerçeklik simülasyonunu örneklemektedir. Senaryo, şasi-toprak arasında elektriksel yalıtım kaybını gösteren P0AA6 hata koduna odaklanmaktadır. Simülasyon, bu tür arızaların teorik temelini tanıtmakla kalmaz, aynı zamanda katılımcılara güvenli ve kontrol edilebilir bir dijital ortamda gerçekçi teşhis adımlarını uygulama fırsatı sunar.



Şekil 3.3. Batarya hata kodu bulma testleri

Eğitim oturumu, kullanıcının sanal bir servis alanında yalıtım arızası teşhisi görevini almasıyla başlar. Sanal ortam, araç modelleri, teşhis cihazları ve ekipmanlarla donatılmış bir otomotiv servis atölyesini gerçekçi biçimde yansıtmaktadır. Katılımcı, araca girerek direksiyon altındaki kapağı kaldırır, Şekil 3.4 te görüldüğü gibi OBD soketine erişir ve teşhis cihazını bağlar.



Şekil 3.4. OBD soketine cihazın bağlanması

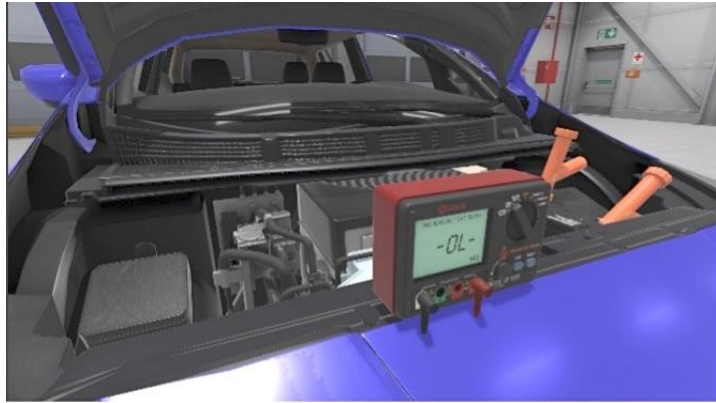
Cihazın aktive edilmesiyle sistem taranır ve P0AA6 hata kodu ekranda görünür. Bu kod, yüksek voltaj devresinde yalıtım direncinin düşmesi anlamına gelir. Simülasyon, bu aşamada kullanıcıya olası nedenleri (nem girişi, kablo yalıtımının bozulması, aşınma vb.) açıklar. Ardından, kullanıcıdan güvenlik prosedürlerini uygulayarak yüksek voltaj sistemini devre dışı bırakması istenir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Elektrik sistemini devre dışı bırakma

Bu işlem, aracın güvenli inceleme ve bakım moduna geçmesini sağlar. Sistem, doğru adımları pekiştirmek için gerçek zamanlı geri bildirim verir; örneğin, kullanıcı voltajı kesme adımını atladığında uyarı mesajı görüntülenir.

Kullanıcı daha sonra sanal araç dolabındaki yalıtım direnci ölçüm cihazını alır ve doğru test noktalarını seçerek ölçümü gerçekleştirir (Şekil 3.6). Eğer ölçülen direnç $500 \text{ M}\Omega$ 'nin altına düşerse, sistem arızayı doğrular. Bu durumda, hatanın kaynağı kompresör motoru olarak belirlenir. Kullanıcı, yeni kompresör birimini sanal olarak monte eder ve süreci tamamlar. Son olarak, teşhis cihazına geri dönülerek hata kodları silinir, sistem yeniden taranır ve araç güvenli bir duruma getirilir.



Şekil 3.6. İzolasyon direnç ölçümü

Bu senaryo, öğrencinin tam bir teşhis döngüsünü — hata tespiti, güvenlik önlemleri, arızalı bileşenin onarımı ve son doğrulama — eksiksiz şekilde uygulamasını sağlar. Her adım sistem tarafından doğrulanır ve gerekli durumlarda ek teorik açıklamalar sunulur. Böylece öğrenenler, hem teorik bilgi hem de pratik beceri kazanır[4].

Bu çalışma, SG/AG tabanlı eğitim modüllerinin özellikle yüksek voltajlı batarya sistemlerinin teşhisinde etkin bir öğrenme yöntemi sunduğunu göstermektedir. Yalıtım arızası senaryosu örneğinde olduğu gibi, öğrenciler tüm arıza tespiti ve onarım sürecini uçtan uca

deneyimleyebilmektedir. SG ortamı, risk içermeyen uygulama olanağı, yüksek katılım düzeyi ve gerçek zamanlı geri bildirimleriyle öğrenme etkinliğini artırmaktadır.

3.4. H/E ARAÇLAR EĞİTİMİ İÇİN AG ETKİLEŞİMLİ KİTAP YAZIMI

Bu proje kapsamında olmayan ancak SG/AG geliştirme hedefinde ihtiyaç hissedileceği öngörülen bir kaynak kitap yazımı benimsenmiştir. Süreç içerisinde bu fikir yazılan kitabın H/E araç teknolojileri alanında kişilerin öğretim ve öğrenme performanslarını geliştirmek amacıyla artırılmış gerçeklik destekli etkileşimli bir kitap olarak geliştirilmesi yönünde evrilmiştir.

Müfredat, içerik ve senaryo geliştirme süreçlerinde proje ekibi ve akademisyenler, bilimsel verilerle desteklenmiş bir yapı oluşturmuştur. Öncelikli konular; elektrik ve elektronik sistemler, hibrit ve elektrikli araçların temel prensipleri, enerji depolama sistemleri ve arıza teşhisidir. Bu modüller, artırılmış gerçeklik destekli bir kitap olan “HEVs Technology: Principles, Electronics, Diagnostics” başlığı altında birleştirilmiştir.

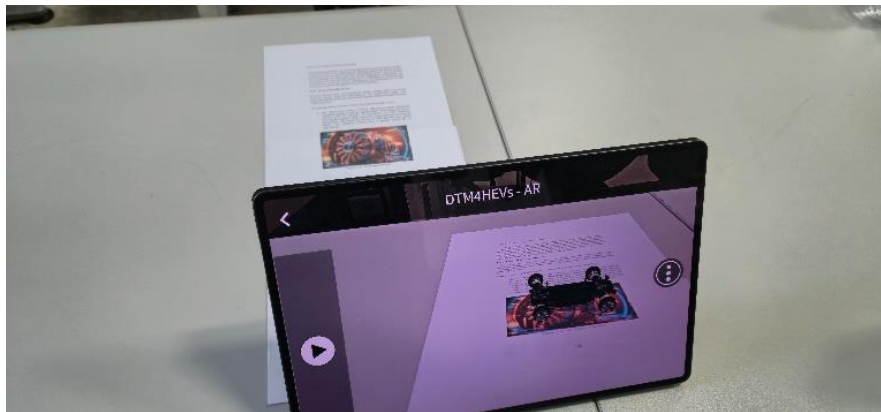
AR uygulaması, pedagojik planlama, teknolojik geliştirme ve görsel hikâye anlatımı aşamalarını içeren tekrarlamalı bir tasarım yaklaşımıyla geliştirilmiştir. Mesleki ve teknik liselerde kullanılmak üzere tasarlanan bu sistem, basılı içerikleri dijital, etkileşimli öğelerle bütünleştiren hibrit bir eğitim aracıdır.

Öğretmen ve öğrencilerle yapılan ortak çalışmalarda, AG’nin özellikle karmaşık sistemlerin anlaşılmasını kolaylaştırdığı ve öğrenme sürecine katılımı artırdığı belirlenmiştir. Bu süreçte hikâye panoları (storyboard) ve beyin fırtınası oturumlarıyla uygulamanın görsel akışı ve etkileşim yapısı oluşturulmuştur.

3.5. TASARIM VE AG UYGULAMASININ KİTABA ENTEGRASYONU

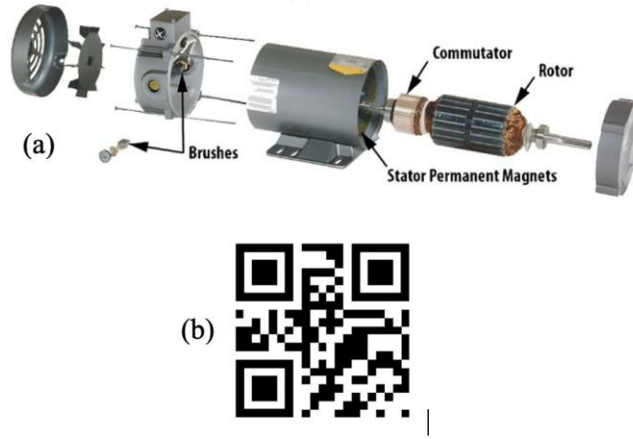
AG uygulamasının geliştirilmesinde Vuforia platformu ve Unity motoru kullanılmıştır. Görsel hedefler (image targets) olarak belirlenen resim veya QR kodlar, 3D modellerin ekrana yansıtılmasını sağlamaktadır. 3D modeller Blender yazılımı ile oluşturulmuş, kaplama ve animasyonları tamamlandıktan sonra Unity ortamına aktarılmıştır.

Uygulama, kullanıcıların sayfa üzerindeki görselleri tarayarak motor parçaları, batarya sistemleri veya eğitim videoları gibi dijital içeriklere erişmesini sağlamaktadır. Bu sayede, basılı kitabın statik içeriği dinamik bir öğrenme deneyimine dönüştürülmüştür.



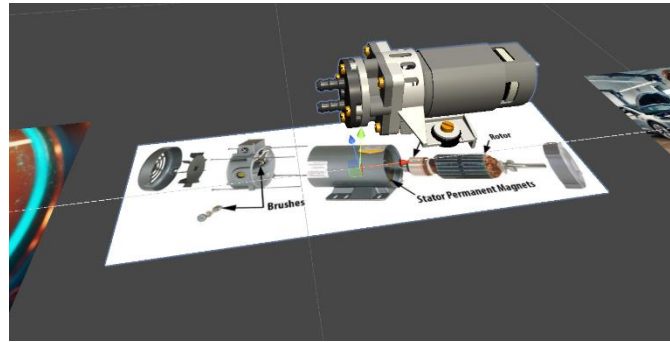
Şekil 3.7. Sayfa üzerindeki görsellerin taranması

ARBook, geleneksel basılı materyali AG özellikleriyle bütünleştirerek sayfaları etkileşimli hale getirmektedir. Öğrenciler, akıllı cihazlarıyla kitabın belirli bölümlerini tarayarak 3D modeller, animasyonlar veya eğitim videolarını görüntüleyebilmektedir. Bu yöntem, öğrenme sürecini hem görsel hem de deneyimsel olarak zenginleştirmektedir.



Şekil 3.8. Kitaptaki görsellerin QR kod ile AG ortamına aktarılması

Unity tabanlı uygulama, Vuforia altyapısı sayesinde görsel hedefleri tanıyarak dijital içerikleri sayfa üzerinde konumlandırmaktadır. Uygulama düşük donanımlı cihazlarda dahi akıcı çalışacak şekilde optimize edilmiştir. Böylece öğrenciler yalnızca bir kitap ve mobil cihazla artırılmış gerçeklik destekli eğitime erişebilmektedir [5].



Şekil 3.9. Kitaptaki görselin AG ortamında canlandırılması

Kitap, hibrit ve elektrikli araçlar konusundaki mesleki eğitimlerde erişilebilir, yenilikçi ve etkileşimli bir öğrenme aracı sunmaktadır. SG/AG tabanlı bu yaklaşım, fiziksel etkileşim, araç kullanımı, hata analizi ve onarım sonrası doğrulama adımlarını güvenli bir ortamda bütünleştirerek öğrencilerin teknik becerilerini geliştirmekte ve özgüvenlerini artırmaktadır. Sonuç olarak, SG/AG teknolojilerinin H/E araçların mesleki eğitimine entegrasyonu; ölçeklenebilir, ekonomik ve pedagojik açıdan güçlü bir çözüm sunmaktadır. Karmaşık teşhis prosedürlerini güvenli biçimde simüle eden bu teknolojiler, fiziksel eğitim altyapısına tamamlayıcı bir araç olarak geleceğin teknik eğitim modellerine yön vermektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Smith, J., Johnson, A., & Lee, B. (2021). "Virtual Reality in Automotive Education: A Meta-analysis". IEEE Transactions on Education, 64(3), 210-225.
- [2] Sherman, William R.; Alan B. Craig. (2018): Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design, Morgan Kaufmann, Cambridge, MA.
- [3] Arslan R., Kuş A., İvanov V, Comes R.,(2025) “Developing Curriculum and Course Content for Hybrid and Electric Vehicle (HEV) Education Using Virtual and Augmented Reality (VR/AR) Technologies” Technical University of Cluj-Napoca, Acta Technica Napocensis, Series: Applied Mathematics, Mechanics, and Engineering, Vol.68, Issue 3, 2025)
- [4] A. Kuş, R. Arslan, D. Gorgan, R. Gorgan, B. Erkuş and V. I. Bacu, "Development of VR/AR Applications for Hybrid and Electric Vehicles Education," 2025 International Conference on Intelligent Computing and Virtual & Augmented Reality Simulations (ICVARS), UK, 2025, pp. 177-181, doi: 10.1109/ICVARS66454.2025.11198614.
- [5] R. Arslan, A. Kuş, R. Comes, D. Gorgan and D. -A. Andreşan, "Development of AR Supported Immersive Book for Hybrid and Electric Vehicles Education," 2025 International Conference on Intelligent Computing and Virtual & Augmented Reality Simulations (ICVARS), UK, 2025, pp. 94-98, doi: 10.1109/ICVARS66454.2025.11198630.

BÖLÜM 4

4. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Mesleki eğitimde akademik başarı veya performans ölçümünde farklı yöntemler uygulanmaktadır. Örneğin; Bursa'da faaliyet gösteren Bosch Dizel Sistemleri fabrikası ile Uludağ üniversitesi Teknik Bilimler MYO arasında sektör ihtiyaçlarına göre geliştirilen grup başı eğitim programının çalışanların yetkinliklerine olan katkısı araştırılmıştır. 325 kişinin katıldığı 240 saatlik bu hedefe yönelik eğitim programının değerlendirilmesinde 360 derece geri besleme yöntemi uygulanmış ve eğitim alan grup başı personelinde almayanlara nazaran %4 lük bir yetkinlik artışı gözlenmiştir [1]. Arslan ve Kuş [2] tarafından gerçekleştirilen benzer bir çalışmada Türkiye'de faaliyet gösteren Bosch Car Service çalışanlarının eğitim ihtiyaçlarının belirlenerek geliştirilen ve Uludağ Üniversitesinde aldıkları modüler sertifika eğitimlerinin performanslarına katkıları akran değerlendirmesi yöntemi ile yapılmıştır. 220 Bosch çalışanı üzerinde yapılan çalışmada modüler sertifika eğitimlerine katılanların diğerlerine nazaran teknik ve davranışsal performanslarında %5.58 artış olduğu tespit edilmiştir. Arslan vd.[3] 2024) MEB bünyesinde çalışan ve BUTGEM de H/E araçlar alanında hizmet-içi eğitimlere katılan meslek lisesi öğretmenlerinin eğitim performansındaki artışı ölçmek için program geliştirme aşamasında yapılan ihtiyaç analizinde kullanılan 30 adet anket sorusu kullanılmıştır. Eğitime katılan ve katılmayanların performansını karşılaştırmak için Excel bağımsız örneklem t-testi kullanılmıştır. Çalışma eğitim almayan 652 kişi ve eğitime katılan 113 kişi ile yapılmıştır. Gruplarının anket sonuçları deney grubu 5 üzerinden 3,48 ve kontrol grubu 2,89 olarak bulunmuştur. Bu durum kontrol grubuna göre deney grubu % 20,41 daha yüksek öğrenme performansını ifade etmektedir.

Farklı öğretim materyal ya da programlarının eğitim ve öğrenme performansına yönelik çalışmalar incelendiğinde genel olarak ön test-son test desenli basit deneysel ya da kontrol gruplu deneysel metotlar yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Örneğin, Akçayır vd.[4] AG uygulamalarının üniversite öğrencilerinin laboratuvar becerileri ve laboratuvarlara yönelik tutumları üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Yarı deneysel ön test/son test kontrol grubu tasarımı kullanılmıştır. Sonuçlar, AG teknolojisinin, üniversite öğrencilerinin laboratuvar becerilerinin gelişimini önemli ölçüde artırdığını ortaya koymuştur.

4.1. PİLOT EĞİTİMLER

Geliştirilen uygulamaların akademik başarıya katkısını ölçmek amacıyla farklı eğitim seviyelerinde ve farklı kurumlarda pilot eğitimler gerçekleştirilmiştir. Eğitimler ve verildiği kurumlar Tablo 4.1 de verilmektedir.

Tablo 4. 1: SG Pilot Eğitimleri ve Verildiği Kurumlar

Kurum	Bölüm / Program	Eğitimin Adı	Katılımcı Sayısı
BUU TBMYO	Otomotiv Teknolojisi	H/E Taşıt Diagnostiği	36
BUU MMF	Otomotiv Mühendisliği	H/E Taşıt Diagnostiği	30
OIB MTAL	Elektrikli Araçlar	Batarya ve Enerji Depolama Sistemleri	30
Sofya Teknik Univ.	Mühendislik Fakültesi	H/E Taşıtlara Giriş	32

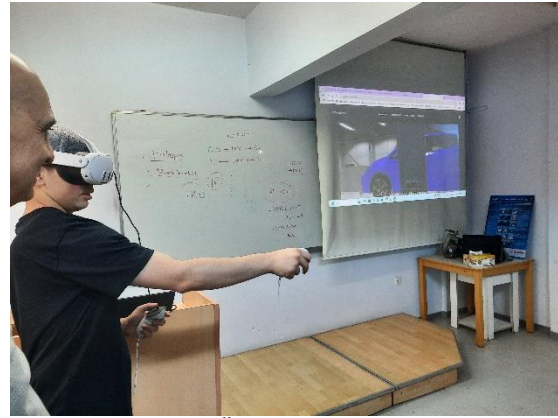
Pilot eğitimlerin üçü ülkemizde ve biri Bulgaristan'da olmak üzere 4 ayrı kurumda ve üç ayrı eğitim başlığında gerçekleştirilmiştir. Eğitimlere toplamda 128 kişi katılmıştır. Her bir modül eğitimi 20 saat sürmüş ve her kurum planlamasını kendi yapmıştır. Eğitimler bazı kurumlarda

haftada 1 gün ve 10 ar saat olarak planlanır iken bazılarında haftada iki gün 5 er saat planlanmıştır. Şekil 3 te de pilot eğitimlerde öğrencilerin SG uygulamasını deneyimlemesi görülmektedir.



Şekil 4.1. OIB MTAL'deki Pilot Eğitimleri

Yine eğitimlerin performans ölçümü için SG/AG uygulamalarının Bursa Uludağ Üniversitesinde verilen H/E taşıtlar diagnostığı eğitiminde kullanılması ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın deney grubunu, Meslek Yüksekokulu Otomotiv programında okuyan 30 öğrenci oluşturmaktadır. Pilot eğitim süresi 20 saat ve 2 gün olarak uygulanmıştır. Şekil 4.2 de öğretim elemanının uygulamayı tanıtımı ve öğrencilerin deneyimlemesi görülmektedir.



Şekil 4.2: Öğretim Elemanının Uygulamayı Tanıtımı ve Öğrencilerin Deneyimi

Bu süreçte, iki boyutlu sunum destekli ve öğretmen merkezli olarak sürdürülen klasik eğitimler yerine pilot eğitimlerde proje kapsamında belirlenen öğrenme ve öğretme metotları kullanılmıştır. Deney grubundaki tüm öğrenciler SG/AG uygulamalarını fiilen kullanmışlardır. Yine kontrol grubu olarak 20 kişiden oluşan ve aynı programda okuyan öğrencilere aynı içerik aynı öğretim elemanı tarafından aynı sürelerde SG/AG materyalleri kullanılmadan verilmiştir.

4.2. SG KULLANIMININ AKADEMİK BAŞARIYA ETKİLERİ

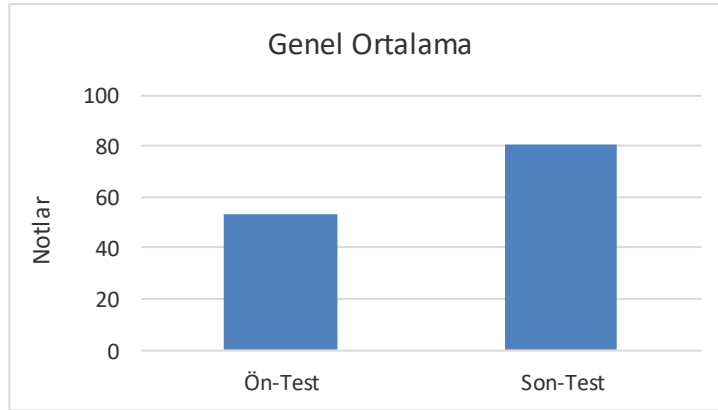
Eğitim akademik başarısının ölçümünde her bir modül için geliştirilen Ön test - Son test yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen veriler anlamlılık açısından istatistiki açıdan analiz edilmiş ve ardından değerlendirilmiştir. Katılımcılarının not dağılımlarının istatistiki olarak karşılaştırmak için Excel bağımsız örneklem t-testi (%95 güven aralığı) kullanılmıştır. Tablo

4.2, t-testinin genel sonuçlarını göstermektedir. Bu sonuçlar, değerlendirmenin diğer ayrıntılarının değerlendirilmesi açısından anlamlı ve önemlidir.

Tablo 4.2. Tüm notlara ait bağımsız t testi sonuçları

	<i>N</i>	<i>Mean $\bar{x}$</i>	<i>Std. Deviation</i>	<i>t</i>	<i>P Sig(2tailed)</i>
Ön-Test	128	53,515	19,02	-19,29	.000
Son-Test	128	80,898	13,78		

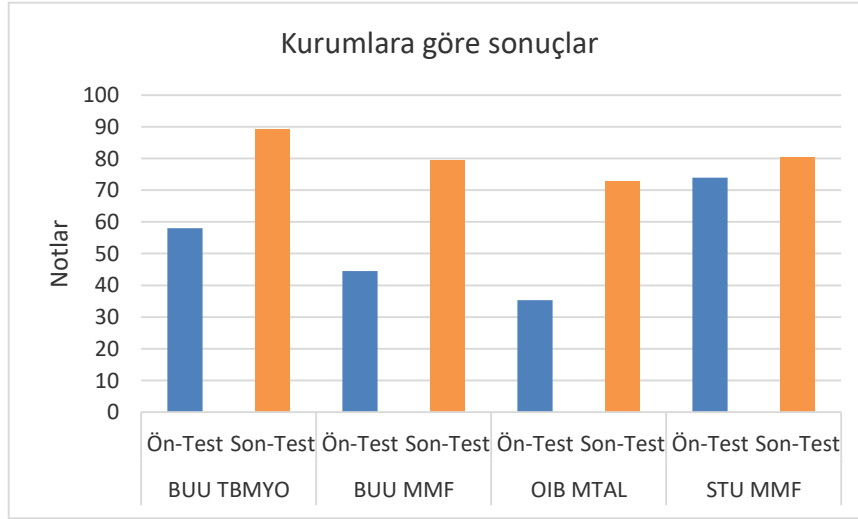
Biri yurt dışından olmak üzere Meslek Lisesi, Meslek Yüksekokulu ile Mühendislik Fakültesi seviyelerinde dört farklı okuldan toplam 128 öğrencinin katıldığı çalışmada eğitimlerin başlangıcında yapılan ön-test ve bitiminde yapılan son test ortalamalarına ait grafik Şekil 3 te verilmektedir. Eğitimlere ait Ön ve Son Test karşılaştırmalarındaki genel ortalamadaki artış yüzdesi %51,16 dır. Bu değer öğrencilerin akademik başarılarındaki önemli bir artışı ifade etmektedir. Bu genel değerlendirmede öğrencilerin başlangıç düzeyleri önemlidir. Tüm kurum ve öğrenciler Otomotiv alanı ile ilgilidir ve belirli bir düzeyde konuyla ilgili mesleki eğitim almışlardır. Eğitime katılan öğrencilerin eğitim başlangıcındaki bilgi ve beceri düzeylerini genel ortalamada %53 seviyelerinde iken bu değer eğitim sonunda % 80 lere çıkmıştır. Bu yükseliş SG/AG uygulamalarının başarıya olan katkısını göstermektedir.



Şekil 4.3: Akademik Performans Ortalama Ölçüm Sonuçları

Kurumlar bazında ölçüm sonuçları Şekil 4.4 te verilmektedir. Burada her bir kurumu seviye ve modül başlığı açısından irdelemek gerekir. Kurum bazında sonuçlar sırasıyla BUU TBMYO daki artış oranı %53,83, BUUMMF deki artış oranı %76,40 ve OIB MTAL deki artış oranı %105,66 olarak bulunmuştur. Burada yine BUUTBMYO Otomotiv Teknolojisi programı öğrencilerinin gerek Otomotiv Elektroniği ve gerekse Hibrid ve Elektrikli taşıtlar derslerini almış olmaları nedeniyle % 58 gibi bir başlangıç seviyesini normal ve beklenen bir durumu ifade eder. Ancak bu mevcut altyapının üzerine SG/AG destekli diagnostik eğitimin sonrasında %53,83 artış önemli bir başarıdır.

BUUMMF de ise durum biraz farklılaşmaktadır, çünkü ön test sonuçları eğitime %44 ler düzeyinde başladığını göstermektedir ki bu öğrenci grubu otomotiv mühendisliği öğrencilerinden oluşmaktadır ve diagnostik konularında otomotiv elektroniği dersi dışında bir altyapıları yoktur. Bununla beraber son test ile kıyaslandığında SG/AG destekli eğitimin %76,40 lık bir artış sağladığı görülmektedir ve bu değerde hayli anlamlıdır.



Şekil 4.4: Kurumlara Göre Akademik Performans Ölçüm Sonuçları

OIB MTAL deki durumda ilginçtir. Şöyleki öğrencilerin ön test ortalamaları %35 ler civarındadır. Bunun nedeni her ne kadar öğrenciler elektrikli araçlar alanında olsa da eğitim aldıkları modülün Batarya ve Enerji Depolama Sistemleri gibi daha spesifik olmasıdır. Diğer yandan çalışmanın en başarılı grubu da bu gruptur çünkü eğitim sonunda son test ortalamaları %72,66 ve artış oranı %105,66 gibi bir orana ulaşmıştır. Buradan kurumda verilen eğitimde SG/AG uygulama desteğinin başarı oranının artmasına önemli bir katkı sağladığı söylenebilir.

Bu detaylı analizdeki belki en ilginç sonuç %8,87 artış ile Sofya Teknik Üniversitesinden gelmiştir. Ancak burada da ön test seviyelerinin % 74 lerde olduğu göz ardı edilmemelidir. Yani bu öğrenciler zaten ilgili eğitimleri almış ve belirli bir altyapıya sahiptirler. Dolayısı ile aynı eğitime SG/AG desteğinin akademik başarılarına katkısı olarak değerlendirilmelidir ki % 74 lerden %80 lere çıkması önemli bir katkıdır[5].

4.3. SG UYGULAMALARININ ÖĞRENME PERFORMANSINA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Eğitim başarısının ve kişilerin yetkinliklerine katkısının yarı deneysel ölçüm yöntemle değerlendirilmesi amacıyla VR/AR uygulamaları kullanan ve kullanmayan öğrenci grupları arasında karşılaştırılmalı yetkinlik analizi yapılmıştır. Bu amaçla öncelikle performans ölçümü için kullanılacak ölçek geliştirilmiş ve sonuçlar istatistik programları ile analiz edilerek değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında geliştirilen içerik ve eğitim modeli ile benzer içerikle verilen klasik eğitimin değerlendirilmesi amacıyla Ön test - Son test kontrol gruplu deneysel desen kullanılmıştır. Bu yöntemde 18 sorudan oluşan ölçeğin 9 sorusu bilgi ve beceri 8 sorusu algı başlığından oluşan 1 (Hiç katılmıyorum) ile 5 (tamamen katılıyorum) arasında değişen 5 li likert tipi ve bir tanesi açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Google anket üzerinden uygulanana ön test eğitimin sonunda son test olarak tekrarlanmıştır. Elde edilen veriler soru bazlı anket değerlendirmesi ve içerik analizine tabi tutularak değerlendirilmiştir.

İstatistik Analiz

Deney ve kontrol grubu katılımcılarının performansını karşılaştırmak için Excel bağımsız örneklem t-testi (%95 güven aralığı) kullanılmıştır. Tablo 5.3, Deney grubu t-testinin genel sonuçlarını Tablo 5.4 Kontrol grubu t-testinin genel sonuçlarını göstermektedir. Bu sonuçlar, değerlendirmenin diğer ayrıntılarının değerlendirilmesi açısından anlamlı ve önemlidir.

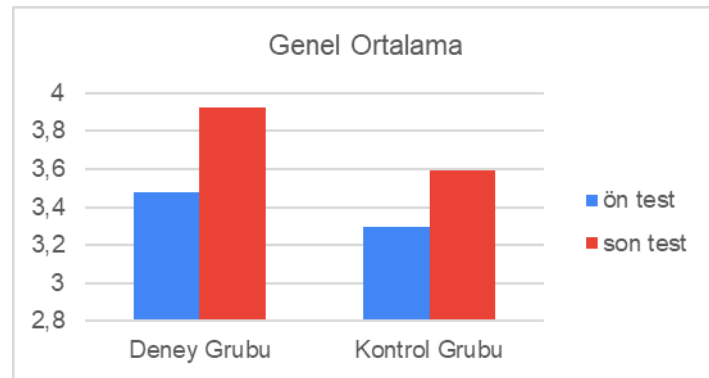
Tablo 4.3. Deney grubuna ait bağımsız t testi sonuçları

	<i>N</i>	<i>Mean $\bar{x}$</i>	<i>Std. Deviation</i>	<i>t</i>	<i>P Sig(2tailed)</i>
Ön-Test	30	3,4746	0,662	-3,575	.000
Son-Test	30	3,9269	0,553		

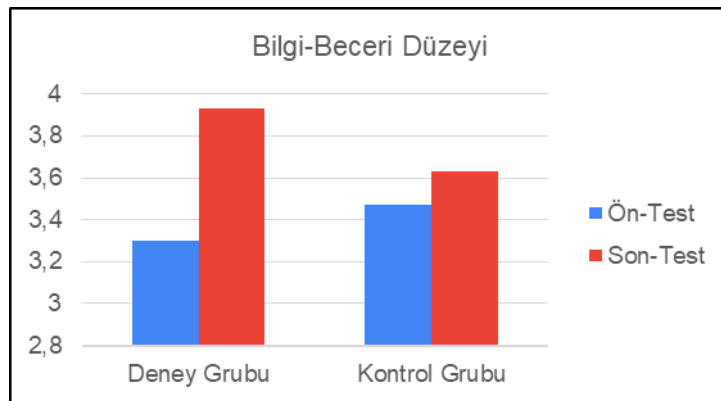
Tablo 4.4. Kontrol grubuna ait bağımsız t testi sonuçları

	<i>N</i>	<i>Mean $\bar{x}$</i>	<i>Std. Deviation</i>	<i>t</i>	<i>P Sig(2tailed)</i>
Ön-Test	20	3,2970	0,590	-1,943	.006
Son-Test	20	3,5941	0,308		

Şekil 4.5 te verildiği gibi, 20 saatlik eğitim sonunda elde edilen sonuçlar, genel ortalamalarda deney grubunda ön test son test arasında %13.01 artış, kontrol grubunda ise %8.88 artışı göstermektedir. Burada SG/AG kullanımında % 4,21 lik bir fark görünse de bunun yüzdesel anlamı %46,5 lik bir artışı ifade eder. Bu değerler SG/AG desteğinin performans katkısı açısından hayli önemlidir.

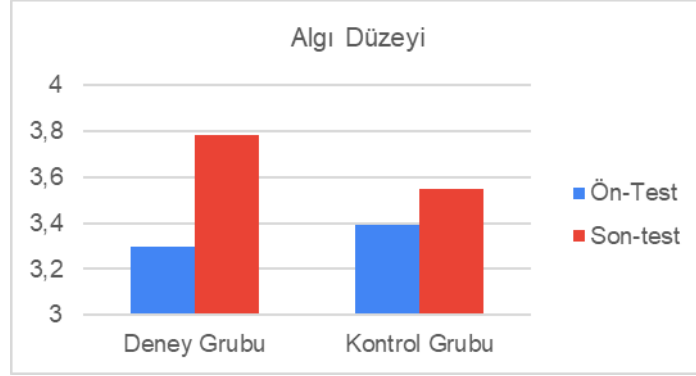


Şekil 4.5: Performans Ölçüm Sonuçları (5 üzerinden)



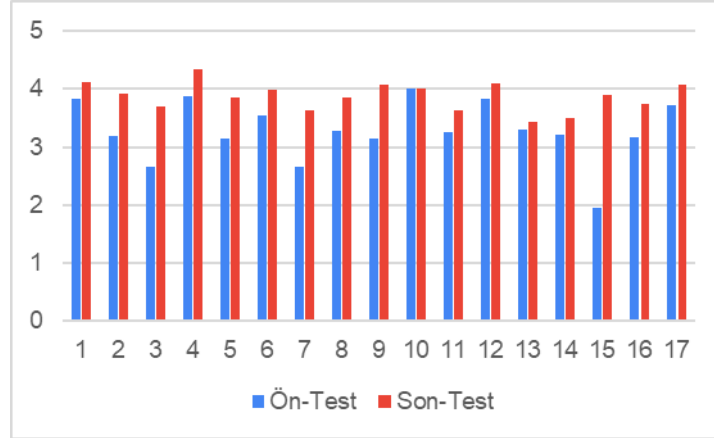
Şekil 4.6: Bilgi-Beceri Düzeyi Sonuçları

Şekil 4.6 ve 4.7 de görüldüğü gibi, deney grubunda kontrol grubuna kıyasla bilgi ve beceri düzeylerinde %14,5, algı düzeylerinde ise %10 artış olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuçlar kontrol grubuna göre deney grubunun daha yüksek öğrenme performansını ifade etmektedir. Bu değer SG/AG kullanımının katılımcıların bilgi, beceri ve algı düzeylerindeki değişim açısından hayli önemlidir.



Şekil 4.7: Algı düzeyi Ölçüm Sonuçları

Özellikle H/E taşıtlar gibi hayli riskli ve yeni nesil teknolojileri içeren alandaki artış uygulamanın başarısı açısından önemli bulunmuştur. Yine özellikle farkındalığın az olduğu konu başlıklarında ve katılımcıların SG/AG uygulamaları hakkındaki algı düzeylerindeki artış dikkat çekicidir.



Şekil 4.8: Deney Grubunun Soru Bazlı Ölçüm Sonuçları

Çalışma verilerinden hareketle sorulan soruların her biri için ayrı ayrı değerlendirme yapıldığında ilginç çıkarımlar yapmak mümkündür. Şekil 4.8 de deney grubunun soru bazlı ölçüm sonuçları verilmektedir. Görüldüğü üzere hem bilgi beceri hem de algı sorularında son testlerde artış bulunmaktadır. Birkaç ilginç sonucu değerlendirmek gerekirse, örneğin 3. Soruda %20 gibi bir artış görülmektedir. Bu soru “H/E taşıtların bakım servisi için gerekli iş güvenliğini kurallarını bilirim” şeklinde sorulmuştur. SG/AG uygulamasının başlangıç aşamasında mutlaka uygulanması gereken iş ve çevre güvenliği konusu ve yapılmadan diğer işlemlere geçilemeyen senaryonun faydası burada açıkça görülmektedir. Yine 7. Soru olan “Bataryaları araçtan sökme, arıza tespiti ve onarımını yapma konularında yeterli bilgi ve beceriye sahibim” başlığındaki artış dikkat çekicidir. Bu değerlendirmelerde sadece 10. soruda değişim olmamıştır. Bu soru “H/E taşıtlarda genel bakım ve servis konularını ancak gerçek ortamlarda uygulama yaparak öğrenebilirim” şeklindedir ve her ne kadar SG/AG ortamını deneyimleseler de öğrencilerin gerçek ortamda uygulama yapma algısı değişmemiştir. Yine 15. Soruda önemli bir fark görülmektedir ki bu soru “Eğitimlerde SG/AG uygulamaları kullanımını daha önce deneyimledim” olarak sorulmuştur, buradan öğrencilerin ağırlıklı olarak SG/AG uygulamasını ilk kez deneyimledikleri anlaşılmaktadır [6].

İçerik Analizi

Açık uçlu değerlendirme yani: “18. Eğitimlerinizde Sanal Gerçeklik araçlarını kullanma deneyiminizi kısaca değerlendiriniz” sorusuna yazılı olarak yapılan değerlendirmelere ait içerik analizi ile SG/AG uygulamasının derslerde kullanılması ile öğrencilerin motivasyonu, öğrencilerin yeteneklerinin gelişimi ve uygulamanın başarısı, uygulama kullanım metot tercihleri, ihtiyaçları hakkında veriler toplanmış ve yorumlanmıştır. Buna göre:

Motivasyon: Öğrenciler %38 oranında deneyimledikleri uygulamanın 3 boyutlu olması nedeniyle odaklanmayı arttırdığı ve anlamayı kolaylaştırarak öğrenme motivasyonunu arttırdığını ifade etmiştir.

Kavrama ve Öğrenme: Öğrenciler %55 oranında kullandıkları uygulamanın kavrama ve öğrenme başarılarının artıracağını düşünmektedir.

İhtiyaç ve beklenti: Öğrenciler %7 oranında uygulamanın geliştirilmesi gerekli yönleri olduğunu ve uygulama ile birlikte atölye desteğine ihtiyaç olduğunu beyan etmişlerdir.

Fayda: Öğrencilerin tamamı geliştirilen uygulamayı başarılı bulmuş ve genel olarak uygulamanın anlama kolaylığı ve öğrenmeyi artırması nedeniyle bireysel kullanımdan ziyade eğitimcilerin derslerine destek amaçlı da kullanılması gerektiğini belirtmiştir.

4.4. SONUÇ

Bu ölçme ve değerlendirme pilot çalışmaları geliştirilmekte olan SG/AG uygulamalarının öğrencilerin akademik ve öğrenme/öğretme performansına etkilerine ait değerlendirmeleri içermektedir. Ölçme çalışmalarında öğrencilerin geliştirilen SG uygulamalarının kullanılmasıyla akademik bilgi ve beceri düzeylerindeki değişimi ölçmek için ön test-son test olarak akademik sınavlar kullanılmıştır. Eğitimlerin meslek lisesi, Meslek Yüksekokulu ve Mühendislik düzeyinde verilmesi uygulamanın akademik başarıya katkısının değerlendirilmesi için önemli bir veridir. Elbette bu okulların ve öğrenci gruplarının konuyla ilgili altyapıları değerlendirme açısından önemlidir. Özellikle altyapı kurma maliyetlerinin yüksek olduğu alanlarda SG/AG uygulamaları mesleki eğitim için önemli bir çözüm olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Arslan, R., Kuş, A., Mumcu, H. ve Uzaslan, T. (2008) A Model of Cooperative Education - “Group Leader Training Program” for Industry Employees, The Turkish Online Journal of Educational Technology, Cilt 7, sayı 4, 29-35.
- [2] Arslan, R., Kuş, A. (2012). A modular approach for training employees in the automotive service sector A case study in Turkey. Industry and Higher Education, 26(5), 403-408.
- [3] Arslan R, Karahan M., Kuş A., (2024) A Case Study of Sectoral Vocational Competence and Training Centre; Evaluation of In-Service Teacher Trainings for Hybrid and Electric Vehicles., RECENT Journal, 73:114-121
- [4] Akçayır, M., Akçayır, G., Pektaş, H. M., & Ocak, M. A. (2016) Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories, Computers in Human Behavior, 57, 334-342.
- [5] Kuş A, Arslan R, Erkuş B, Ivanov V, Köz F., “Mesleki Eğitimde Sanal Gerçeklik (SG) Kullanımının Akademik Başarıya Etkileri: Örnek bir alan Çalışması” 13.Uluslararası Meslek Yüksekokulları Sempozyumu (UMYOS2025), Bursa,2025
- [6] Arslan A, Kuş A, Kaplan C, Gorgan D.,”Hibrid ve Elektrikli Taşıtlar Eğitimlerinde Sanal Gerçeklik (SG) Uygulamalarının Öğrenme Performansına Etkilerinin İncelenmesi” 13.Uluslararası Meslek Yüksekokulları Sempozyumu (UMYOS2025), Bursa,2025

BÖLÜM 6

5. SONUÇ

Günümüzde tüm dünyada ve tüm disiplinlerde öğrenme ve öğretme yöntemleri hızla değişmektedir. Bu değişiklikleri öğrenci ve öğretmenler için önemli fayda sağlamakla birlikte günümüzde anlaşılması zor olan konuları kolaylaştırması açısından farklı araç ve sanal gerçeklik uygulamaları eğitim alanında da hızla yaygınlaşmaya başlanmıştır.

Geliştirilen uygulamanın, üretim ve servis sektörlerinde eksiklik hissedilen H/E araçlar alanındaki bilgi ve becerisinin meslek lisesinden mühendislik fakültesine kadar her seviyede ve bireysel öğrenme ihtiyaçlarını da karşılaması öngörülmektedir. Performans verileri ve kişilerin kavramsal ve bilişsel öğrenme düzeylerine katkı değerlerine ait bulgular geliştirilen uygulamanın öğrenme performansına katma değerinin ciddi oranda olduğu göstermektedir. Çalışmanın sonuçları ve içerik analizi çıktılarında bu tür uygulamalara yönelik ihtiyaç ve beklenti açıkça görülmektedir.

Projede öngörülen tüm iş paketleri ve çıktılar başarılı biçimde tamamlamıştır. Proje kapsamında geliştirilen dijital eğitim materyallerinin yararlanıcılar tarafından ücretsiz olarak indirilebileceği web sitesi <https://www.vrforev.org> sitesinde yayınlanmıştır. Yine, proje süresince geliştirilen materyal ve çok sayıda uluslararası akademik yayın, raporlar, kullanıcı el kitabı, geliştirilen müfredatlar ve rehber kitap yaygınlaştırma faaliyetleri kapsamında web sitesinde yayımlanmıştır.

Bu süreçte tüm ortaklar önemli kazanımlar elde etmiş ve özellikle çıktıların akademik altyapısının hazırlanması ve ürün geliştirme fazlarında çok dinamik bir işbirliği süreci sergilenmiştir. Mesleki eğitim öğretmenlerinin H/E taşıtlar alanındaki güncel konular hakkında bilgi beceri yetkinliklerinin artırılması amacıyla proje kapsamında gerçekleştirilen eğitimlerin ölçme ve değerlendirme sonuçları, eğitimlerin öğretmenlere yüksek oranda katma değer sağladığını göstermektedir.

Proje çıktılarının meslek lisesi birinci sınıfından mühendislik fakültesi son sınıfına kadar her kademedeki H/E Taşıtlar eğitimleri alan öğrencilere iş hayatında ihtiyaç hisseden bireylere fayda sağlaması beklenmektedir. Projenin tüm dünyada kamu ve özel sektörde eğitim ihtiyacı olan bireylere ve özellikle H/E taşıtların bakım servis işlemlerini yürüten kişilerin yetkinliklerinin artırılmasına uzun yıllar hizmet etmesi öngörülmektedir.