Erasmus+ KA220-VET

Cooperation partnerships in vocational education and training

Development of VR/AR Assisted Digital Training Materials for Hybrid and Electric Vehicles (DTM4HEVs)

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

HEVs Eğitim Programı ve İçerikler

Editörler:

Prof.Dr. Ridvan Arslan

Prof.Dr. Abdil Kuş

2024 Bursa, Türkiye

Funding diclaimer: 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.

Eğitim Programı ve İçerik Geliştirme Grubu

- Prof. Dr. Rıdvan Arslan, BUU VSTS, Dept. of. Automotive Technology
- Prof. Dr. Abdil Kuş, BUU Engineering Faculty, Dept. of. Automotive Engineering
- Lecturer Cafer Kaplan, BUU VSTS, Dept. of. Hybrid and Electric Vehicles
- Dr. Barış Erkuş, BUU Engineering Faculty, Dept. of. Automotive Engineering
- Fatih Köz, OIB Vocational High School
- Burak UN, OIB Vocational High School
- Assist. Prof. Dr. Vladislav Ivanov, Technical University of Sofia,
- Assist. Prof. Dr. Angel BACHVAROV, Technical University of Sofia,
- Assist. Prof. Dr. Angel BACHVAROV, Technical University of Sofia,
- Dr. Georgi Mladenov, Technical University of Sofia,
- Prof.Dr.Dorian Gorgan, Technical University of Cluj
- Assoc. Prof. Victor BACU, Technical University of Cluj

Modül Kodu: HEVS1
Modül Adı: Hibrid ve Elektrikli Taşıtlara Giriş

Eğitim İçeriği	**1. Elektrikli ve Hibrid Taşıt Teknolojisi** 1.1. Elektro-Mobilite Kavramları 1.2. Hibrid Elektrikli (HEV) araçlar 1.3. Elektrikli (EV) 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 (EV 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. HEV ve EV 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	**Bu eğitimin sonunda öğrenciler:** • Hibrid araçların çeşitlerini, sistemlerini ve bu sistemlerin çalışmasını bilir,
	1.3	**Bu eğitimin sonunda öğrenciler:** • Elektrikli araçların sistemlerini ve bu sistemlerin çalışmasını bilir, • Yüksek gerilim güvenlik sistemlerinin çeşitlerini bilir, • Yüksek gerilim güvenlik sistemlerinin yapısını ve çalışmasını bilir,
	1.4	**Bu eğitimin sonunda öğrenciler:** • Elektrik makinalarının çeşitlerini, yapısını ve çalışmalarını bilir, • Elektrik makinasının çalışmasını açıklar
	1.5	**Bu eğitimin sonunda öğrenciler:** • Motor kontrol sistemlerini bilir, • İnvertörlerin çeşitlerini ve çalışmasını bilir, • Konventörlerin çeşitlerini ve çalışmasını bilir,
	1.6	**Bu eğitimin sonunda öğrenciler:** • HEV ve EV taşıtlarda kullanılan Yüksek Voltajlı Bataryalar • Hibrid ve elektrikli araçlardaki yüksek voltaj bataryalarını bilir
	1.7	**Bu eğitimin sonunda öğrenciler**: • Hibrid ve elektrikli araçlardaki diğer sistemleri sıralayabilir, • İklimlendirme, Fren, Direksiyon ve Termal yönetim sistemlerini açıklayabilir, • Isı pompalarını ve sıvı soğutma sistemlerinin çalışmasını bilir, • Hibrid ve elektrikli araçlardaki ısıtma / soğutma sistemlerin çalınmasını bilir.
Eğitim saati	40 saat	

Modül Kodu: HEVS2
Modül Adı: Batarya ve Enerji Depolama Sistemleri

Eğitim İçeriği	**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 Çıktıları	2.1	**Bu eğitimin sonunda öğrenciler:** • Enerji depolama sistemlerini ve çeşitlerini bilir. • Kimyasal bataryalar, süperkapasitörler, volanlar ve hidrolik sistemleri bilir
	2.2	**Bu eğitimin sonunda öğrenciler:** • 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.
	2.3	**Bu eğitimin sonunda öğrenciler:** • Yüksek voltaj batarya teknolojisinin gelişimini ve batarya çeşitlerini bilir, • Kurşun-asit, nikel bazlı, lityum bazlı ve sodyum bazlı yüksek voltaj bataryalarını bilir.
	2.4	**Bu eğitimin sonunda öğrenciler:** • 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.
	2.5	**Bu eğitimin sonunda öğrenciler:** • 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.
	2.6	**Bu eğitimin sonunda öğrenciler:** • 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.
	2.7	**Bu eğitimin sonunda öğrenciler:** • Batarya ve sistemlerinin arızalarını ve hata kodlarını bilir, • Batarya ve sistemlerinin arıza tespit cihazı ile hata kodlarını tespit eder, bakım ve kontrol işlemlerini yapar.
	2.8	**Bu eğitimin sonunda öğrenciler:** • Yakıt hücreli elektrikli araç(FCEV) teknolojisini bilir, • Hidrojenin özelliklerini, elde edilmesini ve depolanmasını bilir, • Yakıt hücrelerinin kimyasal reaksiyonlarını, çalışmasını ve çeşitlerini bilir.
	2.9	**Bu eğitimin sonunda öğrenciler:** • Şarj modlarını ve metotlarını bilir, • Şarj konektörlerini bilir, • Kablosuz şarj yöntemini bilir, • Elektrikli araç şarj işlemini yapar.
Eğitim saati	40 saat	

Modül Kodu: HEVS3
Modül Adı: EV/HEV Elektrik ve Elektroniği

Eğitim İçeriği	**1. Elektrik ve Elektroniğin 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. Güc 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	3.1	**Bu eğitimin sonunda öğrenciler:** • Elektrik ve elektroniğin temel kavramlarını bilir. • Ölçü aletlerini tanır ve kullanır. • Elektronmayetik girişim ve yayılım mekanizmalarını bilir
	3.2	**Bu eğitimin sonunda öğrenciler:** • Hibrid ve Elektrikli Taşıtlarda (H/E) kullanılan farklı ölçüm yeteneklerine sahip sensörlerin çalışma prensiplerini bilir
	3.3	**Bu eğitimin sonunda öğrenciler:** • Açık ve kapalı döngü elektronik kontrol sistemlerini bilir • Mikrodenetleyicileri ve çalışma prensiplerini bilir.
	3.4	**Bu eğitimin sonunda öğrenciler:** • DC elektrik motorları ve çalışma prensiplerini bilir. • AC elektrik motorları ve çalışma prensiplerini bilir.
	3.5	**Bu eğitimin sonunda öğrenciler:** • AC/DC Rectifier, Boost DC/DC Converter, Buck DC/DC Converter ve DC/AC Inverteri ve çalışma prensiplerini bilir.
	3.6	**Bu eğitimin sonunda öğrenciler:** • CAN, LIN, FLEXRAY ve MOST veri yollarını bilir. • OBD-II protocol ve servisleri bilir. • UDS protocol ve servisleri bilir
	3.7	**Bu eğitimin sonunda öğrenciler:** • İleri sürüş destek sistemleri ve çalışma prensiplerini bilir. • Otonom sürüş sistemleri ve çalışma prensiplerini bilir.
	3.8	**Bu eğitimin sonunda öğrenciler:** • Güvenli çalışma ile ilgili ekipmanlar ve tehlike yönetimini bilir
Eğitim Saati	40 saat	

Modül Kodu: HEVS4
Modül Adı: EV/HEV Diagnostiği

Eğitim İçeriği	**1. EV/HEV 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. EV/HEV özel atölye ekipmanları 1.7. EV/HEV hata kodları (DTC) 1.8. Normal bakım onarım 1.9. Hasarlı araç işlemleri **2. EV/HEV araçlarda elektriksizleştirme İşlemleri** 2.1. Elektriği kesme servis soketinin çıkarma 2.2. Tekrar kapanmaya karşı kilitleme 2.3. Voltaj ölçümü **3. EV/HEV 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. EV/HEV 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. EV/HEV 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. EV/HEV araç şarj sistemi (O.B.C) 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. EV/HEV Y.G. kablo arıza kodları ve testleri** 7.1. Süreklilik kontrolü 7.2. İzolasyon kontrolleri **8. Y.G. 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**

<table>
<tr><td></td><td colspan="2">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</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Öğrenme Çıktıları</td><td>4.1</td><td>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</td></tr>
<tr><td>4.2</td><td>Bu eğitimin sonunda öğrenciler:
• 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</td></tr>
<tr><td>4.3</td><td>Bu eğitimin sonunda öğrenciler:
• Elektrik motoru arıza kodları okur
• Yüksek voltaj ölçümünü yapar
• İzolasyon testlerini yapar
• Eş potansiyel eşitleme-Topraklama testini yapar
• Direnç ölçümü yapar</td></tr>
<tr><td>4.4</td><td>Bu eğitimin sonunda öğrenciler:
• Diagnostik cihazlar ile İnvertör-Konvertör arıza kodları
• İnvertör-Konvertör testlerini yapar.</td></tr>
<tr><td>4.5</td><td>Bu eğitimin sonunda öğrenciler:
• Elektrikli araç klima sistemi elemanları bilir
• Diagnostik cihazlar ile klima kompresörü arıza kodlarını okur.
• Klima kompresörü arıza testlerini yapar.</td></tr>
<tr><td>4.6</td><td>Bu eğitimin sonunda öğrenciler:
• Diagnostik cihazlar ile araç şarj sistemi (O.B.C) arıza kodlarını okur
• Araç şarj sistemi (O.B.C) testlerini yapar.</td></tr>
<tr><td>4.7</td><td>Bu eğitimin sonunda öğrenciler:
• Diagnostik cihazlar ile Y.G. Kablo arıza teşhisini yapar
• Y.G. kablolarında Süreklilik kontrolünü yapar.
• Y.G. kablolarında izolasyon kontrolleri yapar</td></tr>
<tr><td>4.8</td><td>Bu eğitimin sonunda öğrenciler:
• 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</td></tr>
</table>

		• Onarım sonrası batarya sızdırmazlık testlerini bilir
	4.9	**Bu eğitimin sonunda öğrenciler:** • Onarım sonrası yüksek gerilimin sistemini aktive eder.
	4.10	**Bu eğitimin sonunda öğrenciler:** • Elektrikli aracın çekici ile taşınması bilir. • Yolda kalan araca müdahale edilmesini bilir. • Batarya yangınlarına nasıl müdahale edilebileceğini bilir
	4.11	**Bu eğitimin sonunda öğrenciler:** • Diagnostik cihazlar ile Otonom araç arıza kodlarının okur • ADAS kalibrasyon cihazını kullanır • ADAS kalibrasyonunu yapar
Eğitim Saati	40 saat	