

OTOKAR OTOMOTİV VE SAVUNMA SANAYİİ A.Ş. SAVUNMA SANAYİİ'NE YÖNELİK ÖLÇÜMBİLİM UYGULAMALARI

Erdal USTA
Mustafa Murat UYSAL*
İzzet ÇOKAL

Otokar Otomotiv ve Savunma Sanayi A.Ş. Atatürk Caddesi No:9 54580, Arifiye/SAKARYA
Tel: 0264.229 22 44
E-Mail* : muysal@otokar.com.tr

ÖZET

Bu makalede Otokar Otomotiv ve Savunma Sanayii A.Ş. tarafından geliştirilen zırhlı askeri araçların fiziksel prototiplerinin tamamlanmasının ardından teknik ve taktik gereksinimlerin Test ve Validasyon Merkezinde ölçümbilim uygulamaları ile doğrulanması anlatılacaktır. Test ve Validasyon Merkezi; Otokar A.Ş. tarafından geliştirilen ticari - askeri araçların ve Türk Milli Ana Muharebe Tankı ALTAY'ın geliştirme testlerinin gerçekleştirilmesi amacıyla kurulmuştur. Test ve Validasyon Merkezi altyapı olarak bünyesinde; Hidrolik Yol Simülatörü (FourPoster), Altı Eksenli Elektromekanik Hareket Simülatörü (Hexapod – Steward Platform), Şasi Dinamometreli Klimatik Oda, EMC (Electromagnetic Compatibility – Elektro-manyetik Uyumluluk) Test Merkezi, Balistik Atış Test Tüneli, Mayın Simülasyonu Düşürme Kulesi, Beton ve Arazi Test Pisti ile Saha Veri Toplama Sistemleri ve Veri Analiz Yazılımları bulundurmaktadır.

Anahtar Kelimeler: FourPoster, Hexapod, Dinamometreli Klimatik Oda, Elektromanyetik Uyumluluk, Balistik Tünel, Mayın Simülasyonu.

ABSTRACT

In this study, the test applications implemented during armoured vehicle developments and the methods with measurement science in Test and Validation Center of Otokar Otomotiv ve Savunma Sanayi A.Ş. are introduced. Test and Validation Center is established to perform the tests of the military and commercial vehicles and Turkish National Main Battle Tank ALTAY designed and developed by Otokar. Test and Validation Center consists of Hydraulic Road Simulator (Four Poster), 6-Degree of Freedom (DOF) Motion Simulator (Hexapod – Steward Platform), Climatic Chamber with Chassis Dynamometer, EMC (Electromagnetic Compatibility) Test Center, Ballistic Firing Test Tunnel, Mine Simulation Drop Tower, Paved and Offroad Test Track, Field Data Acquisition System and Data Analysis Software.

Key Words: FourPoster, Hexapod, Climatic Chamber with Dynamometer, Electromagnetic Compatibility, Ballistic Tunnel, Mine Blast Simulation.

1. GİRİŞ

Test ve Validasyon konusunun, dünya genelinde farklı araç platformları geliştiren firma ve kuruluşlar incelendiğinde, tasarım geliştirme döngüsünde çok önemli bir yere sahip olduğu görülmektedir. Özellikle teknik ve taktik gerksinimlerin karşılanması ve tasarımın kontrol edilerek güçlü ve zayıf yönlerinin ortaya çıkarılması çok önemlidir. Müşteri memnuniyetinin ve firmanın yarattığı marka değerlerinin önemli bir parçasıdır. Özellikle test aşamasında kullanılan teknikler, prototip araçtan seri üretime devreye alım sürecini maliyet ve zaman yönüyle etkilemektedir. Pazarda güçlü ve başarılı ürünler ile rekabet etmek ve pazarın hızlı değişen taleplerine cevap verebilmek için test ve doğrulama sürelerinin azaltılması önemlidir. Bu kapsamda Otokar'da farklı test metodları uygulanmakta ve gerçek hayatı benzeştiren düzenekler kullanarak test ve değerlendirme sürelerinin azaltılması hedeflenmektedir. Gelişmiş modern test altyapıları sayesinde binek araçtan, zırhlı ana muharebe tankına kadar tüm segmentlerde araçları test edebilmektedir. Yaklaşık 50M\$ test altyapısı bulunduran merkezde aynı zamanda yurtiçi ve yurtdışı geliştirme yapan firma ve kuruluşların test taleplerine de cevap verilmektedir.

2. TEST VE VALİDASYON MERKEZİ UYGULAMALARI

2.1. Hidrolik Yol Simülatörü (FourPoster)

Bu tesis; araştırma-geliştirme aşamasındaki ticari ve askeri araçların hızlandırılmış gövde ve süspansiyon dayanım testlerinin, kabin içi konfor çalışmalarının ve titreşim testlerinin gerçekleştirilmesi amacıyla kurulmuştur. Temelde kırılma mekaniği, yorulma, titreşim ve akustik teorileri konularında çalışılmaktadır. Mil-Std-810G/NATO-ECTP gibi referans standartlara uygun profiller test edilebilmektedir. Araçlarla test parkurlarından elde edilen titreşim verileri, sistem üzerinden iterasyon yöntemiyle simüle edilebilmektedir. Sistem; servovalf kontrollü dört adet hidrolik piston, hidrolik kontrol ünitesi ve titreşim sönümleyici sismik beton kütleden oluşmaktadır. Hidrolik pistonların hareketleri kapalı döngü (closed-loop) kontrol metodu ile sağlanmaktadır; sistemin komut girdileri operatör yazılımının bulunduğu PC analog çıkış kartı üzerinden servovalflere gönderilmekte, geri bildirim sinyalleri piston üzerinde bulunan LVDT mesafe sensörleri üzerinden analog giriş kartlarına gelmektedir.

Hidrolik Yol Simülatörü; dört adet servovalf kontrollü hidrolik piston, dört adet hidrolik servis manifoldu, hidrolik yağ ünitesi ve hidrolik yağ soğutma ünitesinden oluşmaktadır. Sistem; gerçek zamanlı (real-time) işletim sistemine sahip bir bilgisayar üzerinden kontrol edilmektedir. Komut sinyalleri; kontrol bilgisayarı çıkış kartları üzerinden servovalflere gönderilmektedir. Geri bildirim sinyalleri ise pistonlar üzerinde bulunan lineer mesafe sensörleri (LVDT) ile kontrol bilgisayarının giriş kartlarına gönderilmekte ve bu şekilde kapalı döngü kontrol sağlanmaktadır.

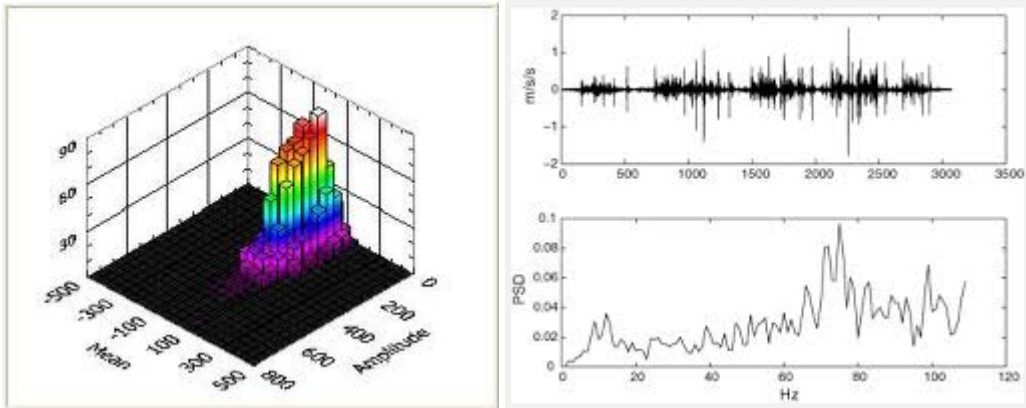
- Sistemin frekans kontrol aralığı 0,6 – 60 Hz arasındadır.
- Piston kapasiteleri 160 kN'dur
- Piston strokları ± 125 mm'dir.



Şekil 1. Hidrolik Yol Simülatörü genel görünümü

Hidrolik Yol Simülatörü üzerinde askeri ve ticari araçların gövde ve süspansiyon dayanım testleri gerçekleştirilmektedir. Dayanım testleri aşağıdaki aşamalardan oluşmaktadır:

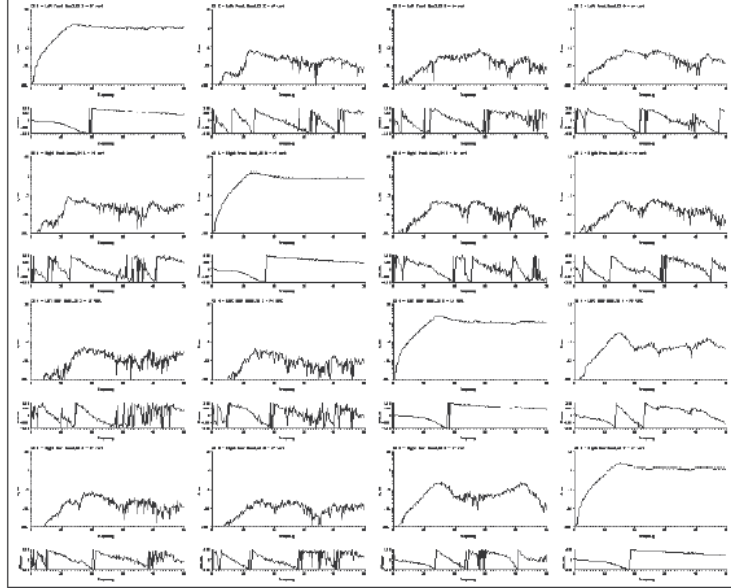
- Aracın müşteri profilini yansıtan bölgelerden yol verisi toplanması (aks ivmesi, aks hareketi (deplasman), gerinim).
- Dayanım testlerini hızlandırmak amacıyla belirlenmiş özel test parkurlarından, bozuk yollardan ve arazi parkurlarından yol verisi toplanması.
- Toplanan verilerin karşılaştırılmalı hasar analizlerinin (Pseudo Damage - Rainflow Counting Method) yapılması, frekans içeriklerinin (Power Spectral Density) incelenmesi. Yapılan analize sonucunda, müşteri profili ile dayanım testi parkurları arasında korelasyon oluşturulması.



Şekil 2. Örnek Rainflow Counting ve PSD Diagramları

- Dayanım testinde kullanacak test döngülerinin belirlenmesi, test uzunluğunun araç yük koşullarına göre dağılımının yapılması.
- Test parkurlarından ve bozuk yollardan toplanan verilerin, özel bir filtreleme yöntemiyle (multiaxial hysteresis filter), hasar seviyesi korunarak kısaltılması.
- Hidrolik simülatör üzerinde araç süspansiyon sisteminin matematiksel modelinin oluşturulması.

Araç süspansiyon modeli oluşturulması: Sistem kontrol yazılımı kullanılarak, farklı frekans ve genlik içeriğine sahip bir komut sinyali (white noise) oluşturulur. Oluşturulan sinyal servovalflere komut olarak gönderilir ve pistonlar hareket ettirilir. Hareket esnasında, aracın aksı üzerinde tekerlek merkezlerine yerleştirilmiş olan ivmeölçerlerden geri bildirim sinyalleri elde edilir. Her bir tekerlek için, komut sinyaline karşılık bir geri bildirim sinyali elde edilir ve frekansa bağlı bir matematiksel model oluşturulur. Oluşturulan bu modele, araç transfer matrisi denir.



Şekil 3. Araç Transfer Matrisi

- İterasyon yöntemiyle; araç transfer matrisi ve dayanım test parkurlarından toplanan veriler kullanılarak, hidrolik simülasyon üzerinde parkur profillerinin oluşturulması.
- Oluşturulan profillerin belirlenen tekrar sayısı kadar sistem üzerinde simüle edilmesi ve aracın gövde – süspansiyon dayanım testinin gerçekleştirilmesi.

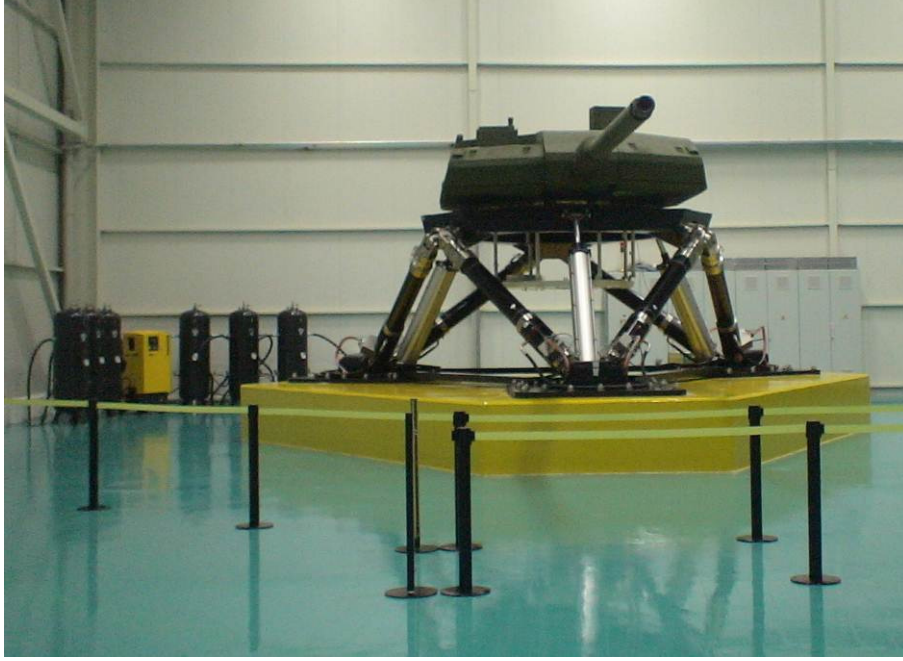
2.2. Altı Eksenli Elektromekanik Hareket Simülasyonu (Hexapod – Steward Platform)

Bu tesis; ALTAY projesi kapsamında alt yüklenici firmalar tarafından geliştirilen atış kontrol sisteminin ve Otokar bünyesinde geliştirilen askeri araç atış kontrol sistemlerinin performanslarının test edilmesi amacıyla kurulmuştur. Farklı stabilizasyon algoritmalarının etkisini ortaya çıkarmak amacıyla testler yapılmaktadır. Platformun ayakları pnömatik destekli elektromekanik pistonlardan oluşmaktadır. Platformun altı eksenli hareket kontrolü kapalı döngü kontrol metoduyla sağlanmaktadır. Geri bildirim sinyalleri piston motorlarına entegre encoder üzerinden ve platform üzerinde bulunan ivmeölçerlerden alınmaktadır.

Simülasyon; altı adet servomotor kontrollü lineer aktivatör, 3 adet statik ağırlık taşıyıcı pnömatik piston ve hava ünitesinden oluşmaktadır. Sistem; gerçek zamanlı (real-time) işletim sistemine sahip bir bilgisayar üzerinden kontrol edilmektedir. Komut sinyalleri; kontrol bilgisayarının çıkış kartları üzerinden servomotor sürücülerine gönderilmektedir. Geri bildirim sinyalleri ise pistonlar üzerinde bulunan kodlayıcı sensörlerden (encoder) kontrol bilgisayarının giriş kartlarına gönderilmekte ve bu şekilde kapalı döngü kontrol sağlanmaktadır.

- Sistemin frekans kontrol aralığı 0,4 – 20 Hz arasındadır.
- Sistemin kapasitesi 25 tondur

- Doğrusal hareket sığası her üç eksen için $\pm 300\text{mm}$, açısal hareket sığası her üç eksen için ± 10 derecedir.



Şekil 4. Altı Eksenli Hareket Simülatörü genel görünümü

Simülatör üzerinde; askeri araç atış kontrol sistemlerinin performans (stabilizasyon) testleri, çeşitli konfor çalışmaları ve atalet ölçümleri gerçekleştirilmektedir. Ayrıca sistem, sürücü eğitim simülatörü olarak da kullanılabilir.

Atış kontrol sistemi performans testleri aşağıdaki aşamalardan oluşmaktadır:

- Askeri aracın özel test parkurundan (stabilizasyon parkuru) geçişi esnasında, silah kulesi dönüş merkezinden 3 eksen doğrusal ivme (ivmeölçer) ve 3 eksen açısal hız (gyroscope) verisi elde edilmesi.
- Sistem üzerinde silah kulesinin matematiksel transfer modelinin oluşturulması.

Silah kulesi matematiksel transfer matrisinin oluşturulması: Sistemin kontrol yazılımı kullanılarak, farklı frekans ve genlik içeriğine sahip altı eksenli bir komut sinyali (white noise) oluşturulur. Oluşturulan sinyal servomotor sürücülerine komut olarak gönderilir ve pistonlar hareket ettirilir. Hareket esnasında, silah kulesinin dönme merkezine yerleştirilmiş olan açısal hız sensörleri (gyroscope) ve ivmeölçer üzerinden altı eksenli geri bildirim sinyalleri elde edilir. Her bir eksen için, komut sinyaline karşılık bir geri bildirim sinyali elde edilir ve frekansa bağlı bir matematiksel model oluşturulur. Oluşturulan bu modele, silah kulesinin transfer matrisi denir.

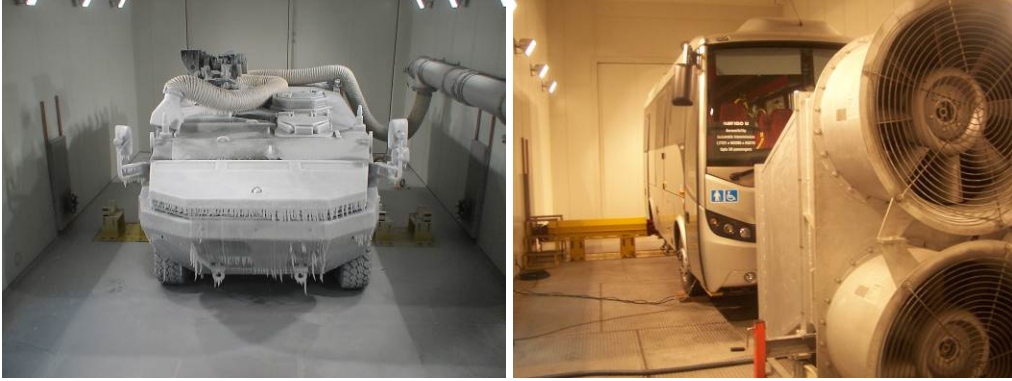
- İterasyon yöntemiyle, parkur verisi ve kule transfer matrisi kullanılarak sistem üzerinde parkur profilinin oluşturulması.
- Oluşturulan parkur profilinin sistem üzerinde simüle edilmesiyle, atış kontrol sisteminin stabilizasyon performansının laboratuvar ortamında test edilmesi.

2.3 Şasi Dinamometreli Klimatik Oda

Bu tesis; Askeri ve ticari araçların yük altındaki soğutma paketi performans testlerinin, atalet simülasyonlu yakıt sarfiyat testlerinin, kabin içi ısıtma (kalorifer) – soğutma (klima) testlerinin, sıcak ve soğuk motor çalıştırma testlerinin ve yürür aksam ömür testlerinin gerçekleştirilmesi amacıyla kurulmuştur. Temelde termodinamik, aerodinamik ve güç aktarma organları konularında çalışılmaktadır. Sistem; “Nem ve Sıcaklık Kontrollü Klimatik Kabin” den ve iki adet “Tork ve Hız kontrollü Aktif Dinamometre” den oluşmaktadır. Mil-Std-810G çevresel testler şartnamesine uygun otomatik çevrimler oluşturulabilmektedir. Sürücü yol yardım sistemi ile önceden tanımlanmış EN/SORT gibi çevrimler gerçek sürüş ortamına uygun olarak benzetilebilmektedir.

Sistem, 600 metreküp hacminde bir klimatik kabin ve iki adet dinamometreden oluşmaktadır.

- Klimatik kabin; elektronik kontrol panosu, klima gazı kompresör ünitesi, klima gazı soğutma ünitesi, taze hava hazırlama ünitesi, egzoz tahliye ünitesi, gaz alarmı ünitesi, nemlendirme ünitesi, evaporatör ünitesi ve rezistanslı ısıtma ünitesinden oluşmaktadır.
- Şasi dinamometresi; iki adet (sağ – sol) aktif kontrollü dinamometre, iki adet dişli kutusu, dişli yağlama ünitesi, yağ soğutma ünitesi ve elektronik kontrol panosundan oluşmaktadır.



Şekil 5. Dinamometreli Klimatik Oda genel görünümü

Klimatik kabin ve dinamometre sistemi, iki ayrı bağımsız sistem olarak çalışmaktadırlar. Her iki sistem de ayrı kontrol bilgisayarı ve ayrı kontrol panosuna sahiptir. Sistemlerin senkronize çalışması için, iki sistem arasında çeşitli haberleşme ve acil durum sinyalleri transfer edilmektedir.

Dinamometreler, klimatik kabinin sağ ve sol dış tarafında bulunan kabinlere konmuştur. Dinamometre çıkış şaftları, üç farklı dişli oranına ve hareketi 90 derece çevirme yapısına sahip dişli kutularına bağlanmıştır. Dişli kutusu çıkış şaftları, kardan şaftlar aracılığıyla tekerleri sökülen test araçlarının çekici aks poyrasına bağlanmaktadır. 4x4, 6x6 ve 8x8 konfigürasyona sahip araçlarda, dinamometreye bağlanan aksın dışında kalan diğer aksların ara şaftları sökülerek tekerlerin dönmesi engellenir. Tank testlerinde dinamometre bağlantısı, palet ve cer dişlisi sökülerek hız azaltan çıkışına takılan özel bir adaptörle yapılır.

Dişli kutusu çıkış şaftları üzerinde birer adet tork ve hız sensörü bulunmaktadır. Kontrol bilgisayarı, bu sensörlerden gelen verileri geri bildirim sinyali olarak kapalı döngü kontrol algoritmasında kullanmaktadır.

Klimatik kabin kontrol ünitesi, operatör bilgisayarından gelen sıcaklık komutuna göre rezistanslı ısıtma ünitesini veya kompresör ve evaporatörden oluşan soğutma ünitesini devreye almaktadır. Yine operatör bilgisayarından gelen komuta göre taze hava hazırlama ünitesini ve nemlendirme ünitesini devreye almaktadır. Kontrol bilgisayarı; operatör bilgisayarından bağımsız olarak sistem üzerinde bulunan sensörlerden gelen verilere göre yağ soğutma ünitesini, egzoz gazı tahliye ünitesini, gaz alarm ünitesini çalıştırmakta ve ayrıca kompresörlerin çalışma sırasını ve kapasitesini belirlemektedir.

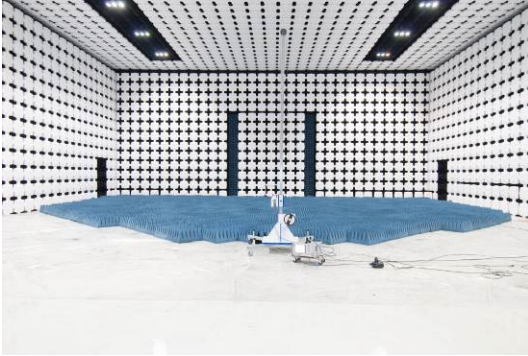
- Dinamometrelerin toplam güç kapasitesi 1100 kW'tır (1500 HP).
- Dinamometrelerin toplam tork kapasitesi 98000 Nm'dir.
- Klimatik Oda sıcaklık aralığı -45°C.....+60 °C'dir.
- Klimatik Oda nem aralığı %5.....%95'dir.

Sistem üzerinde aşağıdaki testler gerçekleştirilmektedir:

- Soğutma paketi geliştirme testleri (maksimum güç ve maksimum tork koşullarında).
- Araç atalet simülasyonu ve yakıt sarfiyatı testleri.
- Araç yürür aksamı ömür testleri.
- Kabin için klima ve kalorifer performans testleri.
- Buz ve buğu çözme testleri.
- Çevresel testler (MIL-STD-810G)
 - o Sıcak çalıştırma testleri
 - o Sıcak depolama testleri
 - o Soğuk çalıştırma testleri
 - o Soğuk depolama testleri
 - o Nem testleri

2.4 EMC (Electromagnetic Compatibility – Elektromanyetik Uyumluluk) Test Merkezi

Otokar EMI/EMC Test Merkezi, 1400 m²'lik kapalı alana kurulmuştur. Bu merkezde askeri araç testleri, sivil araç testleri, elektronik ekipman ve alt sistem testleri yapılabilmektedir. Uygulanan test standartlarından bazıları MIL-STD-461E/F, CISPR12, CISPR25, ISO 11451-2 ve Otomotiv direktifi 2004/104/EC'dir.



Şekil 6. EMC Test Laboratuvarı ve Kontrol Odası genel görünümü

Elektromanyetik Girişim (EMI - Electromagnetic Interference), bir cihazın/sistemin normal fonksiyonlarını devam ettirmesini engelleyen bozucu elektromanyetik etkidir. Sabit radyo ve televizyon vericileri, baz istasyonları, uydu haberleşme vericileri, yüksek gerilim hatları, cep telefonları, araç telsizleri, askeri radar sistemleri, hava olayları, anahtarlamalar, v.b. elektromanyetik girişime sebep olabilecek kaynaklardan bazılarıdır. Elektromanyetik girişim cihaz/sistemlerde performans azalmasına, geçici süreyle fonksiyon bozukluklarına bazen de cihaz/sistemlerde kalıcı fonksiyon kayıplarına neden olabilmektedir.

Elektromanyetik Uyumluluk (EMC - Electromagnetic Compatibility), bir cihazın/sistemin içerisinde bulunduğu elektromanyetik ortamdan etkilenmeden veya o ortamdaki diğer cihazları/sistemleri etkilemeden fonksiyonlarını devam ettirme kabiliyetidir. Bu kapsamda, EMC testleri aşağıdaki şekilde dört bölümde ele alınmaktadır:

- iletim yoluyla yayılım (conducted emissions),
- iletim yoluyla bağışıklık (conducted susceptibility),
- ışımaya yoluyla yayılım (radiated emission)
- ışımaya yoluyla bağışıklık (radiated susceptibility)

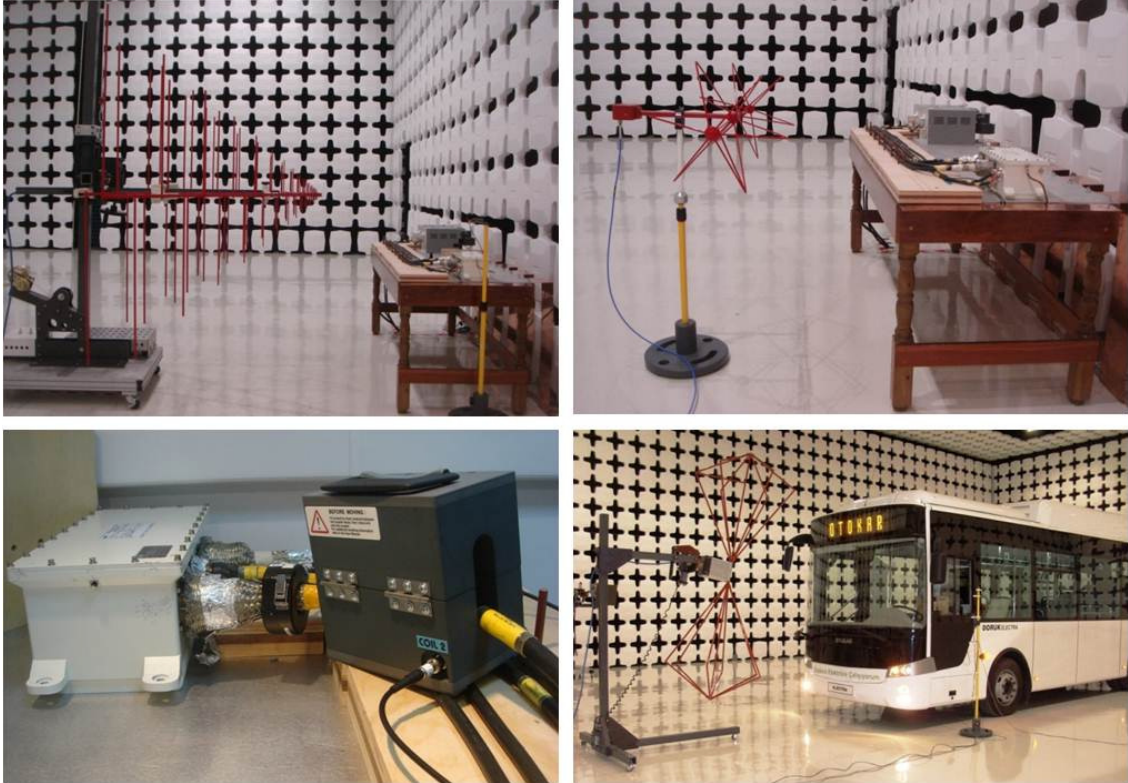
Askeri ve sivil standartlar, testleri etkileyebilecek hiçbir etkinin olmadığı, sadece cihazdan yayılan elektromanyetik sinyallerin alındığı açık saha test koşullarını simüle edebilmek için yansız odaların kullanımı gereksinimini doğurmaktadır. Yansız odalar, dışarıdan gelebilecek etkilere kapalı, metal odalardır. Bu metal odaların iç duvarlarında, test edilen cihazdan yayılan elektromanyetik

sinyallerin geri yansımaları büyük ölçüde engelleyen, düşük frekanslar için ferrit levhalar ve yüksek frekanslar için karbon emdirilmiş soğurucu süngerler kullanılmaktadır.

OTOKAR EMI/EMC Test Merkezi'nde kurulan yansız oda, boyutları itibarıyla Türkiye'nin en büyük, Avrupa'nın ve Ortadoğu'nun ise sayılı büyük test merkezlerinden biridir.

Yansız odaya ilaveten EMC testlerinin yapılabileceği iki ekranlı oda daha kurulmuştur. Ekranlı kontrol odası ve yükseltici odasında iletim yoluyla yayılım ve iletim yoluyla bağımsızlık testleri yapılabilmektedir. İçerisinde test cihazlarının ve kamera kontrollerinin bulunduğu kontrol odası, dış ortamdaki sinyallerden etkilenmemesi için ekranlı olarak tasarlanmıştır. Yükseltici odası ise dış ortama istenmeyen sinyaller vermemesi için yine ekranlı olarak yapılmıştır. Bu sayede yükselticilerin testlere ve insan sağlığına olumsuz etkilerinden korunulmuştur.

Yansız odanın zemin haricindeki tüm iç yüzeyleri elektromanyetik dalga soğurucu ferrit levhalar ve elektromanyetik dalga soğurucu süngerler ile kaplanmıştır. Bu soğurucular yüksek elektrik alan şiddetine karşı dayanıklı ve yüksek sönümlenme kabiliyetine sahiptirler. Yansız oda istenildiğinde taban yüzeyine yerleştirilebilen soğurucular ile tam yansız oda özelliği kazanabilmektedir. Epoksi ile kaplanmış metal düz zemin her türlü ağırlık ve ebatları askeri ve ticari araçları taşıma kapasitesine sahiptir. Metal zeminin altında bulunan kablo yolları, yansız odanın birçok bölgesinde test yapabilmeye olanak sağlamaktadır. Metal zeminde bulunan erişim panelleri ile güç bağlantıları, RF kablo bağlantıları ve fiber-optik kablo bağlantıları kolaylıkla yapılabilmektedir. Tüm odalara sağlanan elektrik beslemeleri RF güç filtrelerinden geçirilmektedir. Böylece kablo yoluyla dışardan içeriye sinyal taşınması engellenmiş ve testler için gürültüden arındırılmış bir ortam oluşturulmaktadır. Ekranlı ve yansız odalarda bulunan havalandırma panelleri, herhangi bir elektromanyetik sinyali geçirmeyecek şekilde özel olarak tasarlanmıştır.



Şekil 7. EMC Test Laboratuvarında komponent ve araç testleri

Tüm odalarda iç ortam sıcaklığını ve nemini sürekli sabit tutabilen iklimlendirme sistemi ve oluşabilecek yangın riskine ve zehirli gaz riskine karşı hava örnekleme ve gaz algılama sistemi mevcuttur. Test edilen cihazda veya araçta oluşabilecek herhangi bir yangın riski, yakıt kaçağı, CO ve CO₂ gibi zehirli gaz kaçaqları insan sağlığı için riskli bir seviyeye gelmeden önce sistem tarafından

tespit edilip, alarm ile kullanıcı uyarılmaktadır. Testler sırasında cihazın durumunu gözleyebilmek için elektromanyetik alanlara karşı dayanıklı, yüksek çözünürlüklü, sabit ve hareketli kamera sistemleri, mikrofon ve hoparlör sistemi mevcuttur. Yansımaz oda içerisinde askeri ve ticari araçların, motor çalışır durumda testlerini gerçekleştirmek üzere taze hava besleme ve egzoz gazı tahliye sistemi bulunmaktadır.

Işıma yoluyla bağıışıklık testlerinde ilgili askeri ve ticari standartlarda tariflenen EMC testlerinin kara, deniz ve hava platformları için geçerli frekans aralığında ve yüksek seviyede elektrik alan şiddeti oluşturulabilmektedir. Yayınım testleri için yüksek frekanslara kadar çok düşük elektrik alan şiddetlerini ölçebilecek hassasiyette ölçüm alıcısı ve antenler mevcuttur. Tüm odalar yukarıda bahsi geçen askeri ve ticari EMC test standartlarında ölçüm yapılmasına imkan verecek şekilde yüksek bir ekranlama etkinliğine sahiptir.

EMI/EMC Test Merkezi'nde bulunan son teknoloji test cihazları istenilen testlere göre modüler bir şekilde entegre edilebilmekte ve bu cihazları kontrol edebilen yazılım sayesinde testler yüksek hızla ve yüksek doğrulukta yapılabilmektedir.

OTOKAR EMI/EMC Test Merkezinin ISO 17025'e uygun bir şekilde akreditasyon sertifikasına sahip olması adına gerekli çalışmaları sürdürülmektedir. EMI/EMC Test Merkezi, Türkiye'de ve dünyada Ar-Ge çalışması yapan ve ilgili standartlara göre EMC testleri yaptırmak isteyen firmaların kullanımına sunulmuştur.

2.5 Balistik Atış Test Tüneli

Bünyesinde yer alan yeraltı ve yerüstü balistik laboratuvarlarında, uluslararası standartlarda tarif edilen tüm tehdit seviyelerine uygun olarak, zırh çözümlerinin, kalınlık, açı, dizilim konfigürasyonlarının ve etkin kompozit malzemelerin, zırh camlarının performansları test edilmektedir. Temel terminal balistiği metodolojileri uygulanmaktadır.

Balistik laboratuvar ortamında Nato AEP-55 ve EN1063 standartlarının tanımladığı farklı tehdit seviyelerinde balistik test faaliyetleri yürütülmektedir. Zırh komponentlerinin kalınlık, açı ve dizilim parametreleri değiştirilerek zırh geliştirme testleri terminal balistiği yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Ayrıca geliştirilen askeri araçların saha testlerinde gerçekleştirdiği atışlar sırasında aracın maruz kaldığı şok etkisi yüksek kapasiteli sensörler hızlı veri toplama sistemleri ve hızlı kameralar aracılığı ile kayıt altına alınmaktadır.

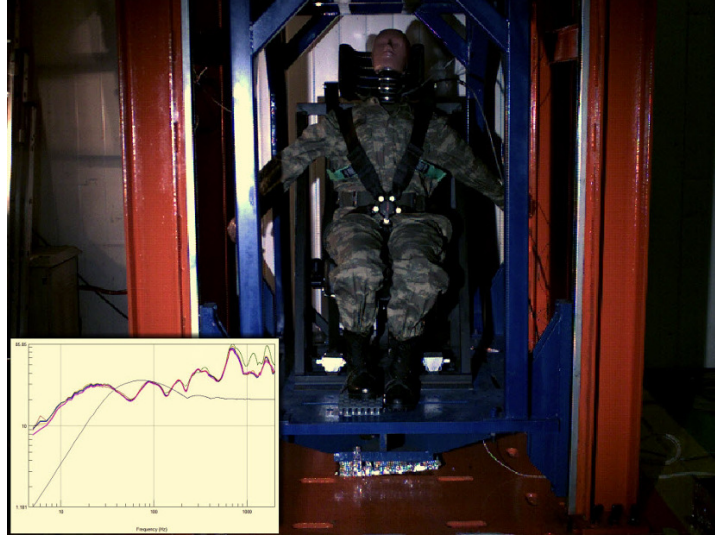


Şekil 8. Balistik Atış Test Tüneli genel görünümü

2.6 Mayın Simülasyonu Düşürme Kulesi

Mayın patlamaları esnasında araç içindeki personelin maruz kaldığı etkinin en aza indirilmesi için enerji sönümleyici koltuk, taban matı ve patlama etkisini asgariye indirecek çeşitli yardımcı platform geliştirme çalışmaları, tekrarlanabilir ve hızlı test süreçleri ile Nato Stanag 4569 AEP 55 ve ITOP 4-2-508 standartlarında tariflenen yaralanma kriterleri doğrultusunda, sürdürülmektedir.

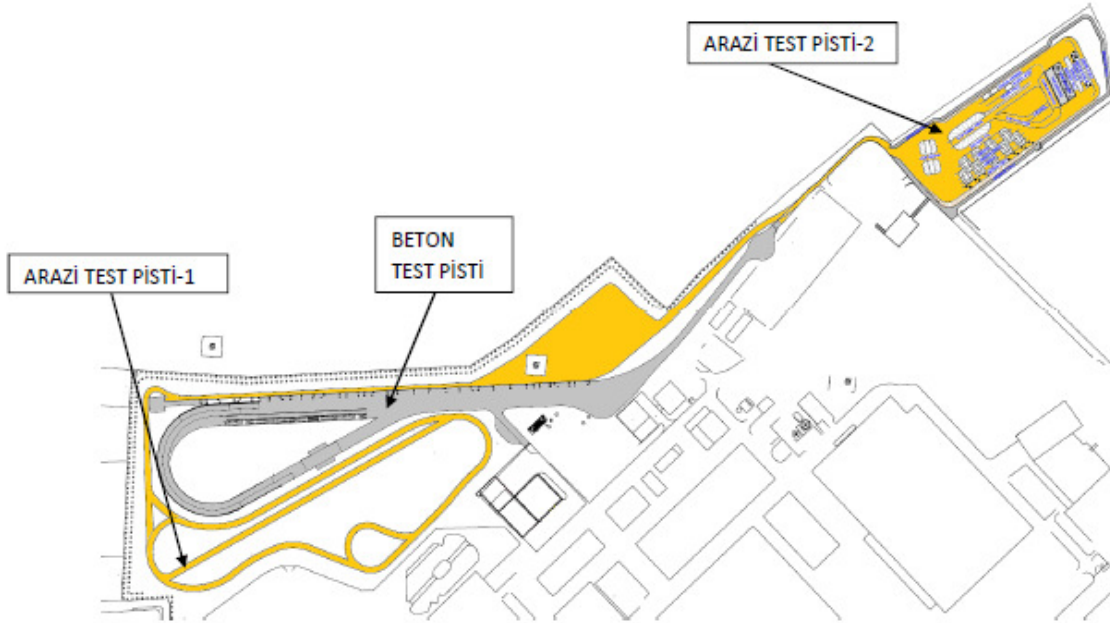
6 metre serbest düşürme yüksekliğine sahip test standında gerçekleştirilen testler farklı karakteristiklere sahip enerji sönümle malzemeleri kullanılarak test numunesi üzerine etkimesi istenen şok değerleri ve şoka maruz kalma süreleri belirlenebilmektedir.



Şekil 9. Mayın Simülasyonu Düşürme Kulesi genel görünümü

2.7 Beton ve arazi Test Pisti

Otokar içerisinde yer alan Test pistleri 3 kısımdan oluşmaktadır. Aşağıda Şekil10'da görüldüğü üzere 2 adet Arazi tipi engebeli pist ve 1 adet düz beton pist mevcuttur.



Şekil 10. Otokar Test Pistleri Genel Görünüm Resmi

Toplam 1 turun uzunluğu 1.5km olan beton pistte 65 km/sa tank azami hızına çıkılabilmektedir. Parabolik beton kısımda %15 ve %30 olmak üzere 2 şeritli, eğim bulunmaktadır. Pist içerisinde fren testi yapılabilmektedir. Ayrıca beton kısımda APG stabilizasyon performansı ölçüm parkuru ve Profil4 olarak adlandırılan süspansiyon test parkuru bulunmaktadır. Bu parkurlara paralel yaklaşık 150mt uzunluğunda arnavut kaldırımı şerit ve dış gürültü tip onay test sahası bulunmaktadır.

2.8 Saha Veri Toplama Sistemleri ve Veri Analiz Yazılımları

Saha Veri Toplama Sistemleri ve Veri Analiz Yazılımları: Veri toplama sistemleri; geliştirme aşamasındaki ticari ve askeri araçların saha performans testlerinin gerçekleştirilmesi esnasında, araç üzerine ve araç alt sistemlerine entegre edilen sensörlerden elde edilen verilerin kayıt altına alınması için kullanılmaktadır. Yapılan testlerin ihtiyacına uygun olarak farklı özelliklere sahip veri toplama sistemleri bulunmaktadır. Mayın ve Balistik testlerinde, çok yüksek örnekleme frekansına sahip veri toplama sistemleri, dummy test mankeni ve hızlı kamera sistemleri kullanılmaktadır. Otomotiv performans testlerinde ise farklı tipte sensörlere uyumlu veri kartlarına sahip cihazlar kullanılmaktadır. Veri analiz yazılımları; testlerde elde edilen verilerin koşullanması, işlenmesi ve sayısal analizlerinin yapılmasında kullanılmaktadır.

Otokar Test ve Validasyon Merkezi saha veri toplama sistemleri altyapısı aşağıdaki gibidir:

- Çok kanallı analog ve dijital giriş kartlarına sahip veri toplama sistemleri
- GPS tabanlı veri toplama sistemleri
- Patlama testleri için, yüksek örnekleme kapasitesine sahip çok kanallı veri toplama sistemi
- Patlama testleri için, yüksek örnekleme kapasitesine sahip mayın test mankeni entegre veri toplama sistemi
- Dört kanallı kamera verisi toplama sistemi
- Hızlı kamera sistemleri

Veri toplama sistemlerinden elde edilen verilerin uygun yöntemlerle analiz edilmesi için çeşitli veri analiz yazılımları kullanılmaktadır. Bu yazılımlar kullanılarak aşağıdaki analizler gerçekleştirilmektedir:

- İstatistiksel analizler (maksimum, minimum, ortalama, RMS, vs...)
- Frekans Analizi (PSD, ASD)
- Karşılaştırmalı Hasar Analizi (Rainflow Counting Method)
- Titreşim analizleri (Waterfall Analysis, Order Analysis)
- Şok analizleri (SRS)
- Konfor Analizleri (Absorbed Power, VDV)

SONUÇ

Otokar'ın özgün tasarladığı ve geliştirdiği askeri ve ticari araçlarında dayanıklılık, performans ve müşteri memnuniyeti hedeflerine ulaşabilmek üzere çok yoğun olarak test faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle bünyesinde kurduğu modern test merkezinde sürekli değişen pazar gereksinimlerini dikkate alarak maliyet etkin, hızlı cevap verecek şekilde testler gerçekleştirilmektedir. Uzman mühendis, teknisyen ve test şöförleri kadrosuyla tasarım faaliyetlerine destekte bulunmaktadır. Test Merkezi altyapıları dikkate alındığında alışlagelmiş ölçümbilim metodlarından farklı olarak gerçek hayat koşullarını benzeştirmekte ve test sürelerini azaltacak çözümler geliştirmektedir.

ÖZGEÇMİŞ

Erdal USTA

1980 Malatya doğumlu olan Erdal Usta, Uludağ Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nden 2003 yılında mezun olup, Boğaziçi Üniversitesi Otomotiv Mühendisliği Bölümünde Yüksek Lisans öğrenimini 2008 yılında tamamlamıştır. İş yaşamına 2005 yılında Otokar'da Test ve Validasyon Mühendisi olarak başlayan Usta, 2007-2009 yılları arasında Simülasyon Testleri Birim Yöneticiliği yapmıştır, 2009 yılından itibaren Test ve Validasyon Müdürü olarak görevini sürdürmektedir.

Mustafa Murat UYSAL

1975 Merzifon doğumlu olan Mustafa Murat Uysal, Hacettepe Üniversitesi Elektrik/Elektronik Mühendisliği Bölümü'nden 1999 yılında mezun olup, ODTÜ Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü Elektromanyetik Bölümünde Yüksek Lisans öğrenimini 2002 yılında tamamlamıştır. İş yaşamına 1999 yılında TAI'de Ar-Ge Mühendisi olarak başlayan Uysal, 2001-2007 yılları arasında Siemens'de Uzman Mühendis, 2007-2008 yıllarında Nokia Siemens Networks'te Radyo Erişimi Uzman Mühendisi olarak görev yapmıştır. Otokar A.Ş.'de 2008 – 2011 yılları arasında Elektrik Elektronik Entegrasyon Birim Yöneticisi olarak çalıştıktan sonra Temmuz 2011'den beri EMI/EMC Birim Yöneticisi olarak çalışmaktadır.

İzzet ÇOKAL

1981 Diyarbakır doğumlu olan İzzet Çokal, Sabancı Üniversitesi Mekatronik Mühendisliği bölümünden 2004 yılında mezun olmuştur. İş yaşamına Temmuz 2005 tarihinde 3T3 Endüstriyel Otomasyon Robot ve Bilgi Teknolojileri A.Ş. firmasında Mekatronik Mühendisi olarak başlamıştır. Temmuz 2006 – Ekim 2007 tarihleri arasında Püschel Otomasyon Sistemleri'nde Proje Mühendisi olarak devam etmiştir. Kasım 2011 tarihinde Otokar Otomotiv ve Savunma Sanayi A.Ş.'de Test ve Validasyon Mühendisi olarak göreve başlamış, Şubat 2012 tarihinden itibaren Simülasyon ve NVH Testleri Birim Yöneticisi olarak görevine devam etmiştir.