

Genel Amaçlı Araştırma Simülatorü: Donanım ve Yazılım Altyapısının Tasarlanması ve Geliştirilmesi

Aslı Yılmaz¹ Deniz Yılmaz² Abdullah Murat Şenyiğit³
Bilge Kaan Görür⁴ Veysi İşler⁵

Öz

Eğitim simülatorleri, eğitimlerin amaçlandığı araçların yüksek seviyelerde gerçekçi benzetim modellerinin ulusal ve uluslararası sertifika protokollerine uygun şekilde benzetim uygulanmasını öngörmektedir. Araştırma simülatorleri ise bilimsel çalışmaların ilgili disiplinlerde istenilen araştırmanın verimli bir şekilde yapılabilmesini sağlamaya yönelik olarak geliştirilmektedir. Yüksek maliyetleri olan eğitim ve araştırma simülatorleri, genellikle belirli bir tip araca veya araç sınıfına yönelik olarak tasarlanıp üretilmektedir. Özellikle araştırma simülatorleri düşünüldüğünde, farklı disiplinlerden araştırmacıların ortak bir simülator üzerinde çalışma yapmasını sağlayacak ve istenilen araç konfigürasyonuna hızlı bir şekilde dönüştürülebilecek genel amaçlı bir simülatorün tasarımı ve geliştirilmesi Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Türk Silahlı Kuvvetleri Modelleme ve Simülasyon Araştırma ve Uygulama Merkezi (ODTÜ-TSK MODSİMMER) bünyesinde projelendirilmiştir. Bu simülator, farklı dinamiklere sahip kara, deniz ve hava araçlarının hareketli bir platform üzerinde, görsel ortam içerisinde benzetiminin yapılmasını sağlayacaktır. Modüler ve dinamik donanım ve yazılım altyapısı sayesinde farklı araştırma ve eğitim alanlarında ihtiyaç duyulan benzetim modelleri, aynı simülator kabini içerisinde kolay ve etkin bir şekilde kullanılabilir. Sistemin donanım altyapısında, kullanıcı odaklı bir tasarım süreci oluşturulmuş, bu bağlamda farklı araçların kullanıcı senaryoları belirlenerek fiziksel ergonomi bilgileri entegre edilmiştir. Sistemin donanım ve yazılım altyapısının önemli bir bileşeni olan hareketli platform sistemi, tasarlanan genel bir yazılım mimarisi ile kullanıcının sağladığı yazılımlarla haberleşerek kontrol edilmektedir. Böylece farklı simülasyonların yazılım entegrasyonu kolaylıkla gerçekleştirilebilir. Bu çalışmada, sistemin tasarım ve geliştirme sürecinde, şu ana kadar atılan önemli adımlar ve bundan sonra sürdürülecek aşamalara değinilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Araştırma Simülatorü, Ergonomi, Simülator Donanım, Entegrasyon, Simülator Yazılım

¹ Yazışma adresi: Endüstri Ürünleri Tasarımcısı, ODTÜ-TSK MODSİMMER, Ankara, aslimail2me@gmail.com

² Havacılık ve Uzay Yüksek Mühendisi, Control ve Simulation Division Delft University of Technology, Kluyverweg, Netherlands.

³ Bilgisayar Yüksek Mühendisi, ODTÜ-TSK MODSİMMER, Ankara.

⁴ Araştırma Görevlisi, ODTÜ-TSK MODSİMMER, Ankara.

⁵ Doç.Dr., ODTÜ-TSK MODSİMMER, Ankara.

General Purpose Research Simulator: Hardware and Software System Design and Development

Abstract

Training simulators are generally designed specifically for the proposed vehicle modeling under the regulations and corresponding certification of national and international authorities, whereas research simulators widely aim to provide the base platform for scientific research interests of various disciplines. Regarding the cost of high technological components and whole system built-up perspective of simulators, most of the existing simulators are products of one type or class of vehicle oriented design and development process. Therefore, especially for the research simulator area of interest, METU-TAF MODSIMMER has initiated a project to develop "General Purpose Research Simulator" for air, ground and sea vehicles with different dynamics which will be enhanced by mathematical model support, motion based platform, ergonomic user environment and visual simulation. Modular and dynamical hardware and software system of the simulator will provide its application in different educational and research fields through its design as a unique cabin where the simulations could be easily and effectively performed. During hardware design, user-oriented analysis was performed and scenarios of different users, physical ergonomics issues are integrated. As being an important component of the whole software and hardware system, the motion platform is controlled through developed generic software architecture. As a result, the integration of different simulations will be performed with a general method. In this study, the critical processes of the system design up to moment will be examined and further processes will be mentioned.

Keywords: Research Simulator, Ergonomics, Simulator Hardware, Integration, Simulator Software

Giriş

Aktif kullanıcı tarafından kumanda edilen araç simülator sistemlerini eğitim ve araştırma simülatorleri olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür (Koonce ve Bramble, 1998; Daniel, Garland, Wise ve David, 1998). Eğitim simülatorleri, ulusal ve uluslararası sertifikalandırma kurum ve kuruluşlarının ilgili araç için kullanım ve benzetim olanaklarının değerlendirilmesi sonucu sınıflandırma ve sertifikasyon aşamalarından geçerek kullanıcılara ilgili protokollere göre eğitim alma hizmetleri vermektedir (Rolfe ve Staples, 1998). Araştırma simülatorleri ise insan-makine etkileşimi, elektronik konfigürasyon, hareketli platformlarda insan algısı, görsel ve işitsel geri beslemelerin kullanıcı üzerindeki benzetim etkisi, olası eğitim simülatorü uygulamalarının ön araştırması ve güncellenmesi vb. birçok araştırma konusunun uygulandığı temel simülatorlerdir. Örnek araştırma uygulamalarına değiştirilebilir simülator uçuş kontrol sistemleri araştırmaları (Steinberg, 2005), uçuş simülatorleri için modüler yazılımlar (Ippolit ve Pritchett, 2000), değiştirilebilir tank simülatorü altyapısı (Lawless ve LaVine, 1992), konvoy taktik genel amaç araç (O'Bea, Crabtree ve Bell, 2006), yüksek performans araba (Thanagasundram, 2008), zırhlı araç (Walker ve Dron, 2010), acil durum

araç sevkiyat, taktik eğitim (Carleaton University, 2011), deniz araçları (Liu, Xie, Jin ve Yin, 2006), denizaltı (Lin, Feng ve Ying, 1998), uzay mekiği yazılım geliştirme hareketli simülatörleri (Ferguson ve Thompson, 2006), insan-makine araştırmaları için geliştirilen modüler simülatörler (Deverex ve Wilkinson, 1998), sabit tabanlı-değiştirilebilir mimariye sahip uçuş simülatörleri (RealSims Capabilities Brochure, 2003), NASA uzay ve uçuş modüler araştırma simülatörleri (National Aeronautics and Space Administration, 2008), tek kişilik hareketli platform araştırmaları (Salcudean, Drexel, Ben-Dov, Taylor ve Lawrence, 1994) gibi çalışmalar gösterilebilir.

Uygulama ve geliştirme kapsamında düşünüldüğünde araştırma simülatörleri, eğitim simülatörlerinin başlangıç ve geliştirme platformlarıdır. Ancak bu durum ticari pazarda, özellikle sivil taşımacılıktaki hava platformu payının artmış olması ve gelişen teknolojiyle askerî uygulamaların artan performans ve verim beklentileri, eğitim ve araştırma simülatörlerinin belirli yönlerde odaklanmasına neden olmuştur. Bunun sonucunda da gerek araştırma, gerekse eğitim simülatörü çalışmaları belirli tek tip araçlar üzerine yoğunlaşmıştır (Allerton, 2009). Ancak simülatör sistemlerinin bileşenleri, entegrasyonu ve işletim ve bakım maliyetleri göz önüne alındığında, özellikle araştırma simülatörlerinde farklı konfigürasyondaki araçların bir arada modellenmesine olanak sağlayan simülatör altyapılarına olan ihtiyaç giderek artmaktadır (Page, 2000). Bu kapsamda, ODTÜ-TSK MODSİMMER bünyesinde genel amaçlı bir simülatör uygulaması projelendirilmiştir.

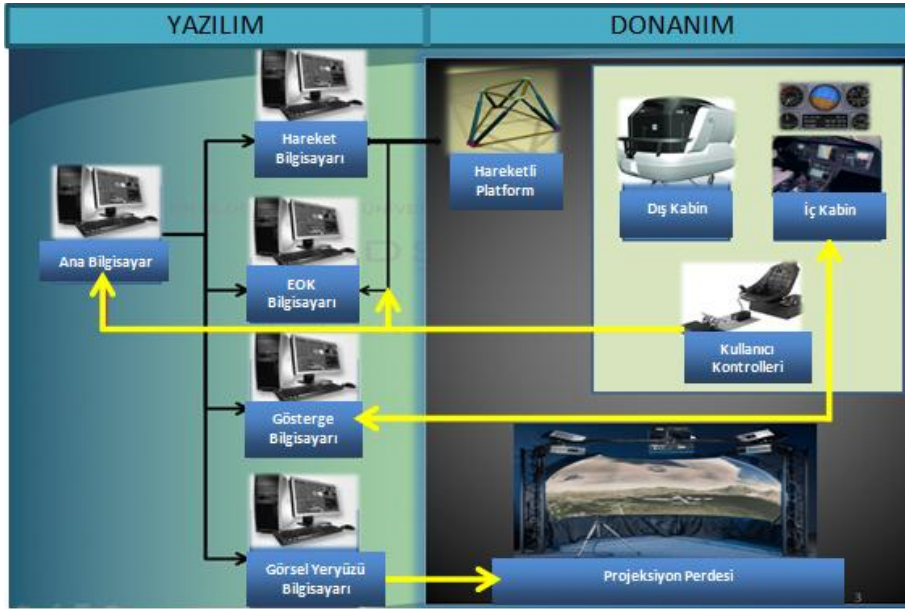
Literatüre bakıldığında genel amaçlı simülatörler, patentli bazı uygulamalar (Pollak, 2000; McGraw, 2007) ve daha çok hava, kara ve deniz alanlarının bir bölümündeki araçlara yoğunlaşmıştır. Patentli çalışmalara bakıldığında, insan faktörleri ve ergonominin bu uygulamalarda pek uygulanmadığı görülmüştür. Yapılan çalışmaların çoğunda, kabin iç mekânında yapılacak değişimden çok farklı kabinlerin tek bir hareketli platforma yerleştirilmesi sonucu farklı araçlar oluşturulması hedeflenmiştir. Genel amaçlı simülatörler kapsamında şu ana kadar yapılan önemli çalışmalardan bir tanesi Coiro, Marco ve Nicolosi'nin gerçekleştirdiği çalışmadır (Coiro, Marco ve Nicolosi, 2007). 6 serbestlik dereceli bir hareketli platformun kullanıldığı çalışma araba ve hava araçlarının benzetimi için kullanılan çok amaçlı bir simülatör çalışmasıdır. Gerektiğinde hareketli platform üzerindeki uçak kabini çıkarılıp yerine araç kabini monte edilmektedir. Ayrıca NLR (Hollanda Ulusal Havacılık ve Uzay Laboratuvarı) tarafından geliştirilen modüler uçuş simülatör sistemi de

tek kokpit içerisinde birçok farklı hava aracının benzetimini yapabilen bir yazılım ve donanım mimarisine sahiptir (Heesbeen, Ruigrok ve Hoekstra, 2006).

Ancak bu simülator yaklaşımlarından farklı olarak, bu çalışmada bahsedilen proje kapsamında hareketli platformun kullanacağı tek bir kabin olup hava, deniz ve kara araçlarının benzetimi için kullanılacak modüler bir yapıda olacaktır. Farklı kullanıcı ve araçlara hitap edecek bu simülatorde insan faktörleri ve ergonomi koşulları sağlanacaktır. Bu sayede kara, hava ve/veya deniz araçlarına yönelik bir araştırma yapılmasına olanak sağlayan, istenilen araçların konfigürasyonuna dönüştürülebilen genel amaçlı bir simülator ile farklı disiplinlerden araştırmacıların ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik ortak bir simülator platformu sağlanmış olacaktır.

Sistem Mimarisi

Simülator sistemi birbiri ile entegre çalışan iki ana bölümden oluşmaktadır: yazılım ve donanım (Şekil 1). Sistemin donanım ve yazılım altyapısının önemli bir bileşeni olan hareketli platform sistemi, tasarlanan genel bir yazılım mimarisi ile kullanıcının sağladığı yazılımlarla haberleşerek kontrol edilmektedir.



Şekil 1. Sistem Mimarisi

Ana bilgisayar, hareket bilgisayarı, eğitmen operatör konsol (EOK) bilgisayarı, gösterge bilgisayarı ve görsel yeryüzü bilgisayarı yazılımları oluşturan ana bileşenlerdir. Ana bilgisayar, sistemin beyni gibi çalışmaktadır, veri paketleri oluşturur ve bunları ilgili bilgisayarlara gönderir. Hareket bilgisayarı, hareketli platformun hareketlerini yazılım aracılığı ile düzenler. EOK bilgisayarı, simülatörün operatör ve eğitmenleri için ana bilgisayardan veri paketlerinin gelmesini ve hareketli platformdan gelecek bilgileri kontrol eder. Gösterge bilgisayarı, dijital arayüz bileşenlerinin iç kabindeki ekranlarda görünmesini sağlar. Görsel yeryüzü bilgisayarı ise projeksiyon perdesine yansıtacak olan görüntünün işleyişini düzenler.

Donanım tarafında bulunan bileşenlerden projeksiyon perdesi kabinin ön tarafına entegre olmuş ve silindirik yapıdadır. Projektör sistemi içinde 3 adet projektör bulunmaktadır. Kullanıcı kontrolleri bileşeni ise kullanıcının ana bilgisayara hareket sinyalleri göndermesini sağlar. Kabin hareketli platformun üzerine monte edilecektir.

Donanım Tasarımı

Sistemin temel kısımlarından biri olan donanımın oluşturulmasındaki aşamalara bakacak olursak; kabin tasarımına zemin hazırlayan yapısal ve işlevsel tasarım, hareketli platformun üzerine yerleşecek kabin tasarımı ve kabin dışında kontrol odasına yerleştirilecek olan eğitmen ve operatör konsol (EOK) sistemleri şeklinde belirlenmiştir. Donanım tasarımında temel amaç sistemin hareketli oluşu esas alınarak farklı araçların simülasyonuna izin verecek genel amaçlı ve modüler tasarıma izin veren bir entegrasyonun oluşmasıdır. Şu an geline aşama, ince üretim detayına sahip olmayan fakat bileşenlerin tasarımının ve yerleşiminin gerçekleştirildiği kabin ve konsol sistemlerinin kavramsal tasarımıdır.

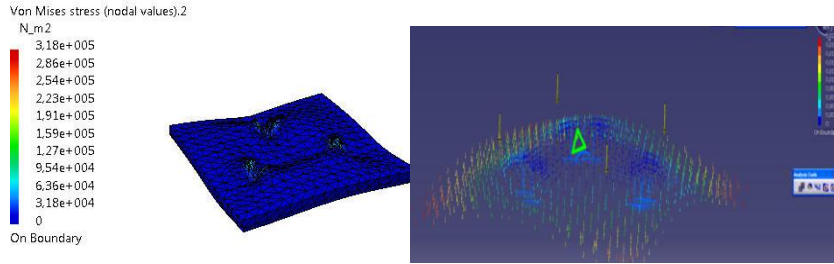
Yapısal ve işlevsel tasarım

Hareketli platform özellikleri

Simülatör kabininin üzerine yerleşeceği hareketli platform Bosch Rexroth B.V. Motion System markalı olup, 6 serbestlik derecesine sahiptir. Tahrik kolu genliği 800mm, sabit durumda yüksekliği 1392 ± 5 mm ve taşıma yükü 1500 kg'dır (Rexroth Bosch Group, 2008).

Kabin zemin yapısal analizi

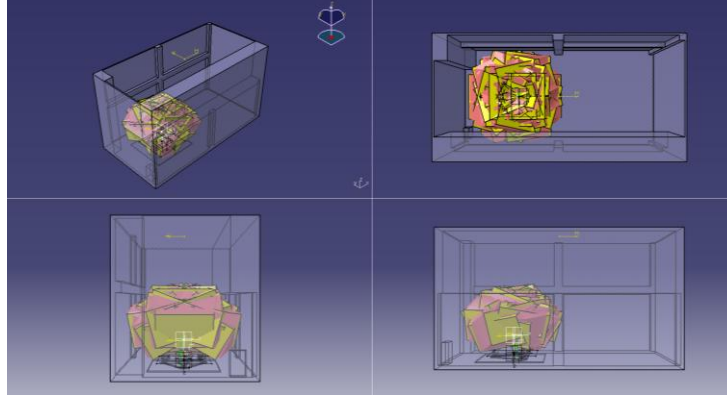
Simülâtör kabının içindeki bileşenlerin entegre edileceği, hareketli platformla birebir etkileşim halinde olan simülâtör kabin zemininin mukavemet ve stres özelliklerinin güvenlik ve sağlamlık bakımından özellikle dikkatle tasarlanması gerekmektedir. Bu kapsamda bir ön çalışma yapılarak çeşitli üretim malzemelerine ait farklı konfigürasyonlardaki zemin örnekleri Catia yazılımında çizilerek statik ve dinamik muhtemel hareket ve yük dağılımı durumlarına göre analiz edilmiştir. Örnek bir analiz çalışması Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Örnek Zemin Yapısal Analizleri

Kabin hareket uzayı analizi

Simülâtör kabının yerleştirileceği simülâtör odası, ölçüleri bakımından tüm hareket uzayı içerisinde limitleri aşmayacak şekilde tasarlanmalıdır. Bunun için hem simülâtör odasının hem de muhtemel simülâtör kabin tasarımının teknik çizimlerle modellenmesi ve hareketli platformun tüm hareket uzayı içerisindeki kapladığı alanın simülâtör odasının yüzeyleriyle temas etmediğinin teyit edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle öncelikle hareketli platformun 3 boyutlu, dinamik bir Catia modeli ve simülâtör odasının ölçekli üç boyutlu modeli çizilmiştir.

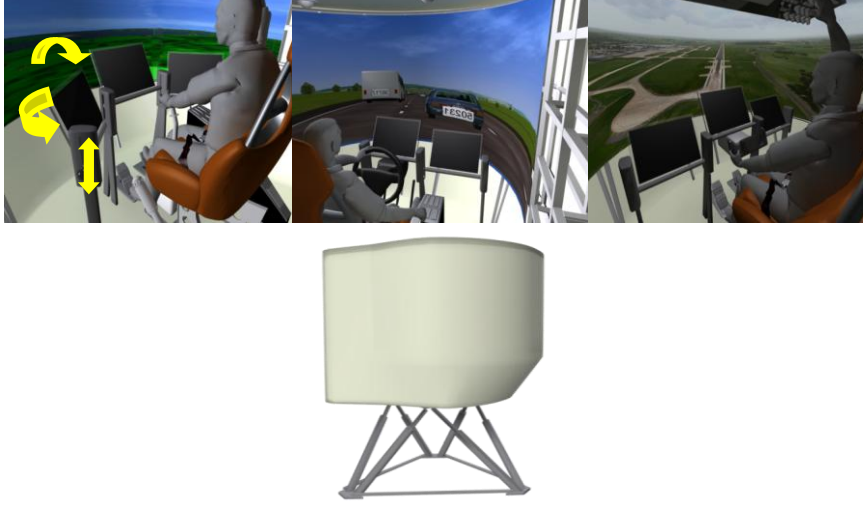


Şekil 3. Hareket Uzak Analizi ve Mekan Limitleri

Daha sonra tasarlanan kabin çizimleri bu model içerisindeki hareketli platformun üzerine yerleştirilerek dinamik modelleme ile kapladığı alan ve temas edebileceği noktalar geliştirilen yazılımlarla tespit edilmiştir. Böylece tasarım aşamasındaki bir kabinin yerleştiği takdirde 6 aktüatör kolunun her türlü açılım ve sönüm konumlarına göre simülatör odasında nasıl bir alanı tarayacağı önceden öngörülebilmektedir. Buna ait bir örnek çizim Şekil 3’te gösterilmiştir.

Ergonomik iç kabin tasarımı

Sistemin tasarım aşamasına geçilmeden araştırma ve beyin fırtınası süreci gerçekleştirilmiştir. Mekânın kısıtları göz önüne alınarak oluşturulabilecek kara, deniz ve hava araçlarının iç mekanları incelenmiştir. Bunların dışında, ülkemizdeki kara, deniz ve hava araçlarının var olan eğitim simülatörlerinin birçoğu ziyaret edilmiştir. Kabinin iç mekânında olabilecek tüm bileşenler ortaya dökülmüştür. Kabin tasarımı oluşturulurken, parçadan bütüne giden bir yaklaşım izlenmiştir. Öncelikle, farklı araçlara uyarlanabilecek bileşenler tasarlanmış ve modellenmiştir. Daha sonra, bu bileşenlerin fiziksel ergonomi koşullarını sağlayacak şekilde tasarımı ve yerleşimi gerektiğinde sökülebilecek bir modülerlik içinde düşünülmüştür.



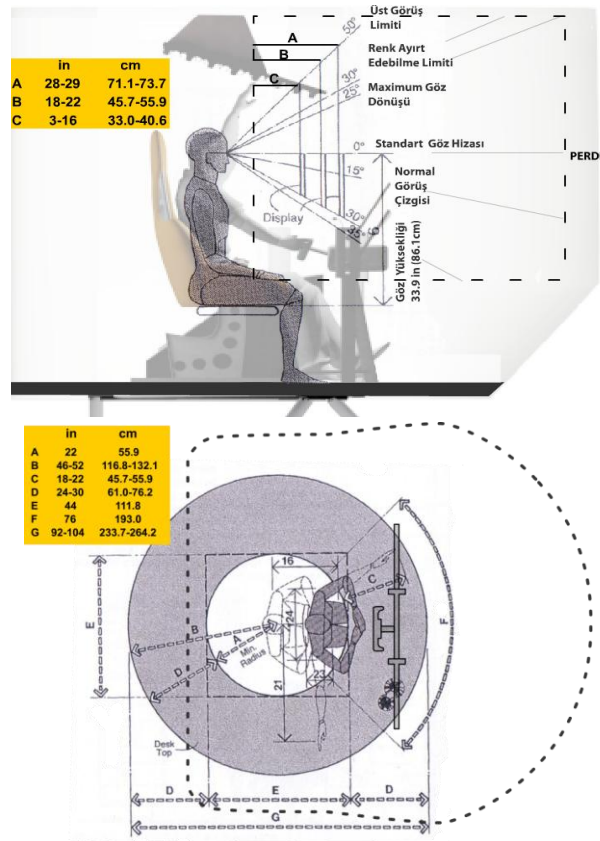
Şekil 4. Kabin İçi Konfigürasyonlar

Farklı araçlara dönüşebilecek bir altyapı için yapılan bir sonraki aşama kullanım senaryolarının oluşumudur. Birebir gözlemler ve beyin fırtınaları sonucu oluşturulan kullanım senaryoları sırasında olası kullanıcı tipleri ve hareketleri açığa çıkarılmıştır. Tek bir kabin içinde, farklı kullanıcılara yönelik farklı konfigürasyonlarının oluşturulması hedeflenmiştir (Şekil 4).

Bu hareketlerin belirlenmesi ergonomik bir iç mekân altyapısının oluşması için önemli bir ilk adım olmuştur. Ergonomik bilginin tasarımın erken aşamasında dâhil edilmesi beklenir. Amerika’ da insan faktörleri, Avrupa’da ise daha çok ergonomi diye tabir edilen disiplinler arası bilim, insan biyolojisi, anatomisi, psikolojisi ve fizyolojisine dayanan iş tasarımı teknolojisi olarak tanımlanmıştır (Singleton, 1972). Bir başka tanıma göre ergonomi basit olarak insan ve çevre iletişimini inceleyen bir bilimdir (Grandjean, 1973). Özellikle karmaşık insan makina etkileşimlerinin olduğu mekanlarda ve durumlarda örneğin, araç konsol ve kokpit tasarımlarında askeri kara, deniz ve hava araçlarında, problemlerin oluşmaması için ergonomi koşullarının sağlanması gereklidir (Panero ve Zelnik, 1979). Simülatörler bu araçların benzetimleri olduğu için bu grup mekânların içine girmektedirler. Bu karmaşık arayüzlerin olduğu mekânlarda bulunan kullanıcılar ortamda kendilerini güvende, rahat ve memnun hissetmelidirler.

Tasarımın fiziksel ergonomi koşullarını gerçekleştirmek için NASA’nın belirlemiş olduğu yüzde 95’lik erkek popülasyonunun bilgileri temel alınmıştır (National Aeronautics and Space Administration, 1978). Bu

bilgiler ışığında 3 boyutlu sanal ortamda birebir bir insan modeli oluşturulmuştur. İstenen hareketleri gerçekleştirilmesi için de modelin içine entegre olmuş 27 eklem noktasına sahip bir iskelet sistemi giydirilmiştir. Bu aşama için, Autodesk 3d Max 2010, 3 boyutlu modelleme programı kullanılmıştır. Bu model üzerinde, kullanıcının sabit ve hareket halinde olduğu durumlarda, en küçük ve en büyük erişim noktaları, uzaklıklar ve limitler ayarlanabilmektedir. Sistemin bileşenlerinde olması gereken olası 3 boyutlu ölçüler ortaya çıkarılmış ve sanal ortamda modelle beraber kullanıcı senaryoları her bir araç için tek tek gerçekleştirilmiştir.

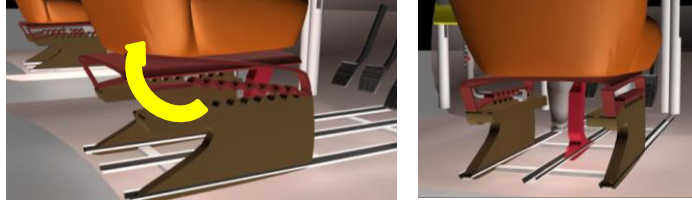


Şekil 5. Görüş Alanları ve Limitleri (Panero ve Zelnik, 1979)

Bileşenleri tasarlariken ve yerleştirirken en önemli kısım, görsel sistemin görünebilirliği olduğu tespit edildi. Sistemde, senaryoya göre sanal görsel mekân perde üzerine projektör vasıtası ile yansıtılacaktır. Bunun dışında, ön konsol tasarımındaki ekranlar da dokunmatik konsol sistemleri

olarak çalışacaklardır. Araçlar değiştikçe, farklı elektronik arayüzler, ekranlara yüklenecektir. Perde ve ön konsol sistemindeki ekranlar bu limitler dikkate alınarak Şekil 5’teki gibi kabin içine yerleştirilmiştir.

Diğer önemli kısım ise üst, ön ve yan konsol sistemlere rahat erişimin sağlanması idi. Bunun sağlanması için de dairesel sistemlerde erişebilirlik dikkate alınmıştır (Şekil 5). Ön konsol ekranları dikeyde ve yatayda yükselip alçalabilmekte, ileri ve geri dönüş yapabilmekte iken kenardaki ekranlar kullanıcının oturma merkezine doğru çeyrek dönüş yapabilmektedir (Şekil 4).

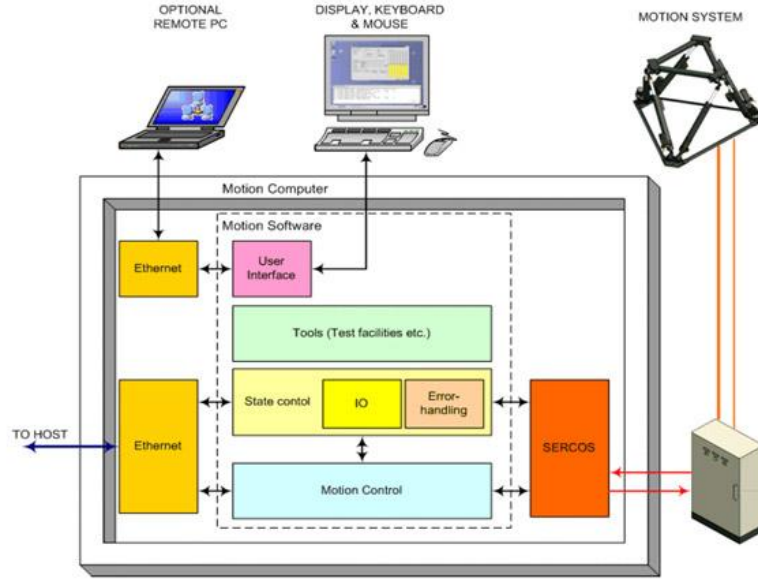


Şekil 6. Koltuk Sistemi

Bu esneklik sayesinde hem farklı araç konfigürasyonlarına yönelik modülerlik sağlanmış hem de kullanıcının erişebilirliği artmıştır. Bunların yanı sıra, koltuk sistemi de genel amaçlı koltuk sistemlerinin limitleri baz alınarak tasarlanmıştır. Koltuk sistemi bir ray sisteminin üzerinde ileri ve geri gidebilmektedir ve kullanıcıya göre boy ayarı yapılabilmektedir. Ayrıca, koltuğun sırt yastığı ileri ve geri hareket yapabilmektedir (Şekil 6).

Yazılım Tasarımı

Bu proje kapsamında geliştirilmekte olan yazılımlar sayesinde, sistemin her altyapıya destek sağlayabilecek nitelikte olması hedeflenmektedir. Böylece sistem için gerekli simülasyon haberleşme alt yapısı kurulmuş olacaktır. Bir simülasyon için belirlenen bileşenler Şekil 7’de yer almaktadır. Simülasyon üzerinde oluşturulacak farklı ortamlar için gerekli bileşenler geliştirilmiş; kullanıcı veya geliştirici için örnek yazılımlar ve kütüphaneler ortaya konmuştur.



Şekil 7. Hareket Bilgisayarı ve Yazılımı (Rexroth Bosch Group, 2008)

Bu kapsamda, bir aracın matematiksel modeli hazırlanarak dışarıdan bir kontrol cihazı veya yazılımın kendi içerisinde verilen hareket değerleri ile matematiksel modelin anlık verilerle çalışmasının sağlanması için LinMod, matematiksel modeli oluşturulan bir sistemin hareketli platformla haberleşebilmesi veya dışarıdan kumanda kolları aracılığıyla gelecek değişik eksenlerde hareketin sağlanabilmesi için Jint, simülasyon sistemi ve hareketli platformun durum bilgilerinin takibi, herhangi bir arıza veya uyarı durumunun görülebilmesi için SimMon ve simülasyondan gelecek veriler doğrultusunda kullanıcı arayüzünde gösterilecek çok maksatlı gösterge arayüz programı ve farklı gösterge arayüzlerinin görüntülenebilmesi için gösterge arayüzünün değiştirilebildiği DisSim yazılımları geliştirilmiştir.

Örnek Uygulama

Bu proje kapsamında yazılım tasarımında da bahsedildiği üzere bazı uygulamalar geliştirilmiş bazıları da geliştirilmeye devam etmektedir. Hareket bilgisayarı ve yazılımı hareketli platformu yönetmekte ve bu bilgileri ana bilgisayar yazılımı Jint aracılığı ile almaktadır. Hareket bilgisayarı, aynı zamanda hareketli sistemin sağlık durumunu ve o anki bilgilerini ana bilgisayara aktarmaktadır. Kumanda kolu desteği ile hareketli platform bilgisayarı hareket komutları gönderen bu uygulamanın amacı; platformun kullanıcı tarafından doğrudan komutlarla yönlendirilmesi ve farklı senaryolarla anlık kontrolünün sağlanmasıdır. Kullanıcı klavye

üzerinden hareketli platforma istediği veriyi gönderip hareketi gözlemleyebileceği gibi 5 kumanda koluna kadar olan desteği sayesinde istediği hareket eksenlerini kumanda kollarının istediği eksenlerine bağlayarak platforma veri gönderebilmektedir. Bu sayede gerçek zamanlı olarak kumanda kolları üzerinden yaptığı bir değişikliği hareketli platformda karşılık gelen yer değiştirme olarak gözlemleyebilmektedir.

Gösterge bilgisayar yazılımı Dissim, örnek bir gösterge yazılım arayüzü sunmaktadır. Analog ve dijital göstergelerin benzetimlerinin yapılabilirdiği bu arayüz ile ana bilgisayar üzerinden beslenen veriler gösterilmektedir. Yazılımın amacı ana bilgisayardan gelen model bilgilerini kullanıcı ekranında bulunan göstergelere aktarmaktır. Böylece kullanıcı, simülator bilgilerini kabin içerisinde bulunan değiştirilebilir ve ayarlanabilir gösterge ekranından takip edebilmektedir. Matematiksel modelin üreteceği değerlerin kolay bir şekilde farklı gösterge elemanlarına aktarımı için de xml tabanlı bir konfigürasyonun kullanılması hedeflenmiştir.

Eğitmen operatör konsol (EOK) yazılımı Simmon, gerek ana bilgisayardan gerekse hareketli platformdan gelen bilgilerin toplandığı bir temel EOK görevi yapmaktadır. Bir durum değerlendirme yazılımı olan Simmon'un amacı; hareketli platformun çıktılarını ve durum bilgilerini, ana bilgisayar tarafından gönderilen verilerle toplamak, sistemdeki hata ve uyarıları göstermektir. Böylece kullanıcı hem platformun anlık durumunu hem de ana bilgisayar tarafından üretilen komut ve verileri görebilecektir. Literatürde eğitmen operatör konsolu olarak geçen bu yaklaşım sayesinde kullanıcı anlık olarak kendi matematiksel modelleri ve entegre edilmiş hareketli platformla ilgili güncel bilgileri takip edebilmekte ve gerekli kontrolleri yapabilmektedir.

Görsel yeryüzü bilgisayarı ana bilgisayardan gelecek model bilgileri ile oluşacak hareketleri alarak ilerlemektedir. Bu çalışma kapsamında yapılan örnek lineer bir Cesna 182 uçak matematiksel modelinin entegrasyonu başarıyla gerçekleştirilip tüm sistemlerin çalışma performansları gözlemlenmiştir (Roskam, 2003).

Sonuç

Bu projede, hareketli bir platform kullanılarak gerçekleştirilmesi muhtemel farklı bilimsel disiplinlere ait araştırmalara olanak sağlaması amacıyla modüler bir yapıda kullanım kolaylığı ve verimliliği sağlamak amacıyla bir simülator tasarlanmıştır. Bu tasarımda farklı araçlara ait kullanıcı ergonomik özellikleri göz önüne alınarak modüler bir kabin iç

tasarım yöntemi geliştirilmiştir. Tasarım aşamasında kullanıcı duruş ve hareket limitleri düşünülerek muhtemel kullanım senaryolarına uygunlukları göz önünde bulundurulmuştur. Yazılım mimarisi olabildiğince genel bir altyapı seviyesinde tasarlanarak herhangi bir araştırmacının ihtiyacı gereği mevcut sisteminin entegrasyonunda kolaylık sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. Buna ek olarak hareketli platform durum bilgileri ve kontrol ve test yazılımları geliştirilerek, sistem operasyonel hale getirilmiştir. Ayrıca, tasarlanan kabin üretim öncesinde Autodesk 3D Max yazılımı kullanılarak 3 boyutlu olarak benzetimi yapılmıştır. Hareketli platformun dinamik modeli de dahil olmak üzere, bütün sistem Catia ile çizilerek benzetim sisteminin katı modelleri geliştirilmiştir.

Sistemin, kurulması planlanan hangarın boyutları nedeniyle bir hareket uzayı analizi yapılması gerekmiştir. Bu nedenle simülasyon için fiziksel hacim ve yapısal kısıtlamalar bulunmaktadır. Bunun için de belirli bir iyileştirmeye gidilmiştir. Üretim aşamasında olan kokpit içerisindeki bileşenlerin modüler olması aynı zamanda mukavemet açısından daha riskli olmalarını beraberinde getirmiştir. Bu nedenle, üretim teknikleri ve yapısal güçlendirme konularındaki çalışmalar devam etmektedir.

Mevcut durumu üretim aşamasında olan bu araştırma simülasyonu, hareketli platform üzerinde yapılması düşünülen birçok araca ait bilimsel araştırma için umut vaat eden, ilk uygulamalarından başarılı sonuçlar veren ve üniversitelerdeki araştırmacılar ve ilgili ticari girişimciler için önemli bir veri kaynağı olan, kendi sınıfındaki birçok simülasyondan “modüler ve çok amaçlı” olması özelliğiyle farklı kılınmış bir projedir. Üretim sonrası uygulamaları ile bu simülasyonun daha da şekillenmesi ve sistematik yapısının uygulamalara yönelik gelişmesi beklenmektedir.

Kaynakça

- Allerton D. (2009). *Principles of Flight Simulation*, New York: John Wiley and Sons Press.
- Carleton University. (2011). Simulators. 22 Şubat 2011’de <http://www2.carleton.ca/ace/simulators> adresinden alınmıştır.
- Coiro D.P., Marco A.D. ve Nicolosi F. (2007). *A 6DOF Flight Simulation Environment for General Aviation Aircraft with Control Loading Reproduction*, AIAA Modeling and Simulation Technologies Conference and Exhibit, South Carolina.
- Daniel, J., Garland, J.A., Wise, V. ve David H. (1998). *Handbook of aviation human factors*. Newyork: Lisanne Bainbridge Press.

- Deverex, R.W. ve Wilkinson, J. (1998). *Reconfigurable field research vehicle for human factors experiments*, *Digital Avionics Systems Conference, 1998 Proceedings*, Belleview.
- Ferguson, R.C. ve Thompson, H.C. (2006). Case Study of The Space Shuttle Cockpit Avionics Upgrade Software, *Aerospace and Electronic Systems Magazine*, 21 (8), 3-8.
- Grandjean, E. (1973). *Ergonomics of the Home*. New York: Halsted Press Division.
- Heesbeen, B.W.W.M., Ruigrok, R.C.J. ve Hoekstra J. M.(2006). *GRACE – A Versatile Simulator Architecture Making Simulation of Multiple Complex Aircraft Simple*, AIAA Modeling and Simulation Technologies Conference and Exhibit, Colorado.
- Ippolito, C.A. ve Pritchett, A.R. (2000). *Software Architecture For A Reconfigurable Flight Simulator*, AIAA Modeling and Simulation Technologies Conference, Denver, CO.
- Koonce, J. M. ve Bramble, Jr. W. J. (1998). Personal Computer-Based Flight Training Devices, *International Journal of Aviation Psychology (Int. J. Aviat. Psychol.)*, 8 (3), 277-292.
- Lawless, M. T. ve LaVine, N. D. (1992). Reconfigurable Simulator Specifications for Future Main Battle Tanks within the Close Combat Test Bed. 22 Şubat 2011'de <http://www.worldcat.org/title/reconfigurable-simulator-specifications-for-future-main-battle-tanks-within-the-close-combat-test-bed/oclc/227796503> adresinden alınmıştır.
- Lin, Z., Feng S. ve Ying L. (1998). *The Design of a Submarine Voyage Training Simulator*, *International IEEE Conference on Systems, Man, and Cybernetics*, San Diego, 3720-3724.
- Liu, X., Xie C., Jin Y. ve Yin Y. (2006). *Construct Low-Cost Multi-Projector Tiled Display System for Marine Simulator*, *Proceedings of the 16th International Conference on Artificial Reality and Telexistence Workshops*, Hangzhou, 688-693.
- McGraw, R. (2007). Reconfigurable Simulator Structure, US Patent 7,195,486.
- National Aeronautics and Space Administration. (1978). *Anthropometric for Designers, I, Anthropometric Source Book*, NASA Reference Pub. 1024. Scientific and Technical Information Office, IX-14.
- National Aeronautics and Space Administration. (2008). Nasa Langley Research Center: The Flight Simulation Facilities. 1 Şubat 2011'de http://scap.hq.nasa.gov/docs/SCAP_FLIGHTSIM_112508_508.pdf adresinden alınmıştır.

- O'Bea, M., Crabtree, J. ve Bell, C. (2006). *Spiral Development of Virtual Solutions for Convoy Defense Training, The Interservice/Industry Training, Simulation & Education Conference (IITSEC)*, Orlando.
- Page, R.L. (2000). *Brief History of Flight Simulation, Asia-Pacific Simulation and Training Conference and Exhibition, SimTecT 2000 Proceedings*, Sydney.
- Panero, J. ve Zelnik M. (1979). *Human Dimension and Interior Space*. London: The Architectural Press Ltd.
- Pollak, E. (2000). Reconfigurable Easily Deployable Simulator, US Patent 6,106,298.
- RealSims Capabilities Brochure. (2003). The Next Generation, Modular Field Deployable Simulators & Training Devices. 12 Şubat 2011'de <http://www.floridaexportdirectory.com/Uploads/ProductSpecSheet/176e1d06-1d03-4665-a811-28a5149d05a1.pdf> adresinden alınmıştır.
- Rexroth Bosch Group. (2008). Bosch Rexroth B.V. Systems & Engineering EMotion -1500-6DOF-800-MK2 Manual, The Netherlands.
- Rolfe, J.M. ve Staples, K.J. (1998). *Flight Simulation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Roskam, J. (2003). *Airplane Design Parts I Through VIII*, 2nd edition, Lawrence: Darcorporation.
- Salcudean, S.E., Drexel, P.A., Ben-Dov, D., Taylor, A.J. ve Lawrence, P.D. (1994). A six degree-of-freedom, hydraulic, one person motion simulator, Proc. Int. Conf. Robotics and Automation, San Diego.
- Singleton, W.T. (1972). *Introduction to Ergonomics*, World Health Organization, Geneva.
- Steinberg, M. (2005). A Historical Overview of Research in Reconfigurable Flight Control, *Journal of Aerospace Engineering*, 219 (4), 263-275.
- Thanagasundram, S. (2008). A Flexible and Reconfigurable Hardware in the loop Simulator for a Vehicle Programme at Jaguar & Landrover. 22 Şubat 2011'de <http://www.actc-control.com/events/meetings/Thanagasundram.pdf> adresinden alınmıştır.
- Walker, K. ve Dron, A. (2010). Driving Simulators Motion Systems Add New Realism to Training, *Defense News*. 22 Şubat 2011'de <http://www.defensenews.com/story.php?i=4731228> adresinden alınmıştır.