



Araştırma Makalesi - Research Article

Psikomotor Testlerine Hazırlık için Unity Oyun Motoru ile Yardımcı Sistem Tasarımı

Assistive System Design with Unity Game Engine for Psychomotor Tests Preparation

Elif Kuruçay¹, Burakhan Çubukçu^{2*}, Uğur Yüzgeç³

Geliş / Received: 15/04/2022

Revize / Revised: 01/02/2023

Kabul / Accepted: 30/03/2023

ÖZ

Türk Hava Kuvvetleri'nin pilot kaynağı olan Hava Harp Okulu, pilot adaylarını kapsamlı ve ayrıntılı testlerden geçirmektedir. Ülkemizde Hava Harp Okulu mülakatlarında savaş pilotu adayları için uygulanan testlerden biri psikomotor testidir. Psikomotor testinde pilot adayının el-ayak-göz koordinasyonunu, dikkat ve tepki hızını değerlendirilmekte ve uçuşa temel teşkil eden algılama hızı, durumsal farkındalık, dikkat gibi yetenekleri test edilmektedir. Test sırasında bilgisayar, pedal ve kumanda kolu kullanılır. Bu çalışma kapsamında adayların kendilerini psikomotor testine hazırlayabilmeleri ve psikomotor becerilerini geliştirmeleri için bir donanım ve yazılım sistemi geliştirilmiştir. Unity 3D oyun motoru ile C# programlama dili kullanılarak yazılım kısmı gerçekleştirilen sistemin ana malzemesi ahşap olan, el ve ayak test sürücülerini kontrol eden donanım parçalarının haberleşmesi Arduino ile yapılmıştır. Önerilen psikomotor testi bilgisayar klavyesi, el ve ayak test sürücülerini ile kontrol edilmektedir. Geliştirilen sistem 15 gönüllü üzerinde denenmiştir. Gönüllülerin her deneme sonrasında daha başarılı sonuçlar aldığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler- Psikomotor Testi, Psikomotor Becerileri, Pilot Eğitimi, Arduino, Unity.

ABSTRACT

The Air Force Academy, the pilot source of the Turkish Air Force, implements a comprehensive and detailed selection system. Psychomotor tests are performed for candidates of combat pilot candidates in Air Force Academy interviews in Turkey. In the psychomotor test, the hand-foot-eye coordination, attention, and reaction speed of the pilot candidate are evaluated and their skills such as perception speed, situational awareness and attention, which are the basis for flight, are tested. Computer, pedal, and joystick are used during the test. Within the scope of this study, a hardware and software system were developed so that the candidates could prepare themselves for the psychomotor test and improve their psychomotor skills. The communication of the hardware parts controlling the hand and foot test drivers of the system, the software part of which was realized by using the Unity 3D game engine and C# programming language, was made with Arduino. The proposed psychomotor test is controlled by

¹İletişim: elifkuruçay@hotmail.com (<https://orcid.org/0000-0002-2401-9051>)

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik, Türkiye

^{2*}Sorumlu yazar iletişim: burakhan.cubukcu@bilecik.edu.tr (<https://orcid.org/0000-0003-0480-1254>)

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik, Türkiye

³İletişim: ugur.yuzgec@bilecik.edu.tr (<https://orcid.org/0000-0002-5364-6265>)

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik, Türkiye

computer keyboard, hand, and foot test drivers. The developed system was tested on 15 volunteers. It has been observed that volunteers achieved more successful results in each trial.

Keywords- Psychomotor Test, Psychomotor Skills, Pilot Training, Arduino, Unity.

İ.GİRİŞ

Psikomotor kelime anlamı olarak hareketi ifade etmektedir. Anne karnında başlayan kişinin fiziksel gelişimi dünyaya geldikten sonra da hızlanarak devam eder. Bireyin bazı hareketleri refleks olarak devam ederken, bazı hareketleri ise zaman içerisinde el, ayak ve diğer organların bilinçli kullanımı ile bir psikomotor becerisine dönüşür. Nefes alıp vermek ömür boyu devam eden istem dışı bir refleks hareket iken tek ayak üzerinde sekmek organların bilinçli kullanılması ile yapılan bir eylemdir. Bu davranış psikomotor gelişim içerisinde değerlendirilir. Psikomotor gelişim, ömür boyu devam eden psikomotor becerilerde ortaya çıkan davranışların kontrol altına alındığı bir süreçtir. Bu davranışlar; duyu organları, bellek ve kasların birlikte çalışması ile ortaya çıkmaktadır. Psikomotor yetenekler; denge, dikkat, koordinasyon, kuvvet, tepki hızı ve esneklik olarak sınıflandırılabilir [1,2].

Psikomotor gelişim aynı zamanda uçuş performansı açısından da önemli bir etkidir. Uçuş performansının belirleyicilerine yönelik bazı meta analizler bulunmaktadır. Hunter ve Burke, pilot seçim ölçütlerinin geçerliği ile ilgili yaptığı meta analizde 1940-1990 yılları arasında yapılan 68 çalışmayı incelemiştir. Bu incelemelerde pilot performansı üzerine etkisi bulunan özellikler; sayısal yetenek, uzamsal yetenek, mekaniksel beceri, havacılık bilgisi, genel bilgi, kaba beceri, algı hızı, reaksiyon zamanı, ince beceri, yaş, eğitim ve kişilik olarak sıralanmıştır [2]. Yapılan meta analize ait tüm veriler Tablo 1’de gösterilmiştir. Martinussen’in 1919-1993 yılları arasında Türkiye’nin de içinde bulunduğu çeşitli ülkelerde yapılan 50 çalışmaya dayanarak yaptığı meta analizde ise bilişsel yetenek, zeka, psikomotor/bilgi üretimi, havacılık bilgisi, kişilik, biodata ölçeği, birleşik indeks, akademik performans, eğitim deneyimi pilot başarısındaki geçerli ölçütler olarak belirlenmiştir [3]. Martinussen’in meta analiz çalışmasında pilot performansını öngören değişkenler Tablo 2’de özetlenmektedir.

Tablo 1. Hunter ve Burke (1994)’nin meta analizinde pilot performansını öngören değişkenler

Yordayıcı	Korelasyon (r)	Açıklanan varyans	Çalışma sayısı (Nx)	Örneklem (Ns)
Genel yetenek	0.13	21	14	8071
Sözel yetenek	0.12	6	17	22841
Sayısal yetenek	0.11	28	34	46884
Uzamsal (spatial) yetenek	0.19	14	37	52153
Mekanik yetenek	0.29	8	36	42418
Genel bilgi	0.25	4	13	29951
Havacılık bilgisi	0.22	12	23	25295
Kaba beceri	0.32	13	60	48988
İnce beceri	0.10	45	12	2792
Algı hızı	0.20	19	41	33511
Reaksiyon zamanı	0.28	16	7	10633
Biodata ölçeği	0.27	6	21	27004
Yaş	-0.10	11	9	13810
Eğitim	0.06	12	9	6163
İş Örneği	0.34	37	16	2814
Kişilik	0.10	11	46	22486

Tablo 2. Martinussen (1996)’in meta analizinde pilot performansını öngören değişkenler

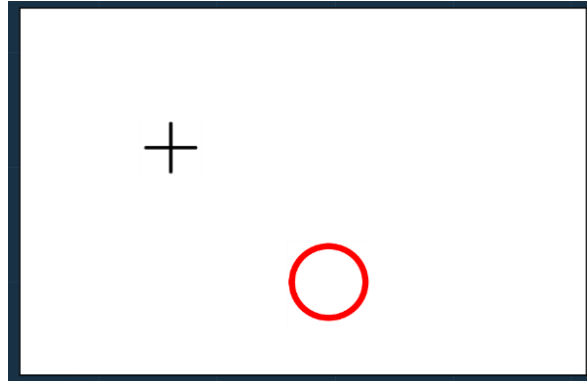
Yordayıcı	Korelasyon (r)	Açıklanan varyans	Çalışma sayısı (Nx)	Örneklem (Ns)
Bilişsel	0.22	0.24	35	17900
Zeka	0.13	0.16	26	15403
Psikomotor/bilgi üretimi	0.20	0.24	29	8522
Havacılık bilgisi	0.22	0.24	16	3736
Kişilik	0.13	0.14	21	6304
Biodata ölçeği	0.21	0.23	13	11347
Birleşik indeks	0.31	0.37	14	5362
Akademik performans	0.15	0.15	9	4267
Eğitim Deneyimi	0.25	0.30	10	5806

1995’de Euro-NATO Aircrew Human Factors Working Group (AHFWG) adı altında havacılık psikologları ve pilotlardan oluşan bir çalışma grubu, uçuş personeli seçim teknik ve yöntemlerini geliştirmek amacıyla toplanmıştır. Savaş pilotları için 12 yetenek ve 8 kişisel özellik belirlenmiştir. Yetenekler; durumsal farkındalık, bellek, akıl yürütme, algı hızı, zaman paylaşımı, seçici algı, tepki oryantasyonu ve uzamsal oryantasyon olarak belirlenmiştir [4]. Hilton ve Dolgin’in (1991) tarama çalışmasında da pilot performansını belirleyen temel öğeler zeka, kişilik ve psikomotor yetenek olarak bulunmuştur [5].

Türkiye’de savaş pilotu seçimleri Türk Hava Kurumu’nun pilot kaynağı olan Hava Harp Okullarında kapsamlı ve detaylı bir mülakat ile gerçekleştirilmektedir. Adaylar üniversite puanlarına göre sıralamaya tutulmakta ve Hava Harp Okulu’na öğrenci adayı olarak çağırılmaktadır. Üniversite sınavı burada bir zeka ölçütü olarak yer almaktadır. Adayın Hava Harp Okuluna öğrenci olabilmesi için üniversite giriş sınavında ilk %1’e girmesi beklenmektedir. Aday, ön sağlık muayenesi, kişilik testi, psikomotor testi, spor testi ve çeşitli görüşmelerden geçmektedir. Adaylara İngiliz Kraliyet Hava Kuvvetleri’nden alınan psikomotor testi uygulanmaktadır. Bu aşamalardan geçen öğrenciler seçme uçuşuna gönderilmektedir. Başarılı olan öğrenciler intibak eğitimini bitirerek Hava Harp Okulu öğrencisi olmaya hak kazanmaktadır [6]. Savaş pilotu olmak isteyen adaylar için Hava Harp Okullarında yapılan psikomotor testi toplam 6 aşamadan oluşmaktadır. Her test amacı bakımından adayın farklı yeteneklerini test etmektedir. Bu testler adayın el, ayak, göz koordinasyonunu, dikkat ve tepki hızını değerlendirmek, uçuşa temel teşkil eden algılama hızı, durumsal farkındalık, seçici dikkat gibi yetenekleri test etmek amacıyla yapılmaktadır [7].

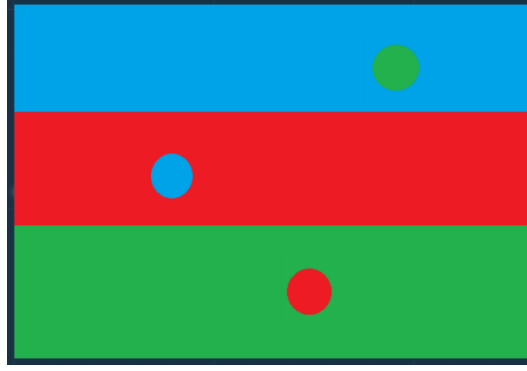
Psikomotor testinde 88 baraj puanının altında kalan adaylar elenmektedir. Belirlenen bu puanının altındaki adaylar sonraki seçim aşamalarına devam edemeyerek giriş sınavından elenmektedirler [7]. Psikomotor testinin itirazı yapılamamakta ve her adayın tek giriş hakkı bulunmaktadır. Test bilgisayar ortamında, testin ihtiyacına göre klavye, fare, pedal ve kumanda kolu gibi bileşenlerden bir ya da birden fazlası kullanılarak yapılmaktadır. Test yapılırken bu bileşenlerden hangisi ya da hangilerinin kullanılacağı adaya bildirilmektedir. Savaş pilotu adayları için Hava Harp Okullarında yapılmakta olan psikomotor testine başlamadan önce adayları bilgilendirmek için bir bilgi metni sunulur. Bu metinde, adayın testi hangi bileşen veya bileşenler kullanarak ve hangi amaçla yapacağı hakkında bilgi verilmektedir. Aday test öncesinde bu bilgilendirme metnini verilen süre içerisinde okur ve daha sonra test başlar.

Şekil 1’de örnek bir psikomotor testi ekranı gösterilmiştir. Bu örnek testin çerçevesi dikdörtgen olup, içindeki iki nesne ekran dışına çıkamayacak şekilde iki boyutlu olarak tasarlanmıştır. Buradaki amaç, ekranda sabit bir hızla fakat rastgele hareket eden artı sembolünü kırmızı çember içerisinde çerçevenin merkezine en yakın mesafede tutabilmektir. Test sırasında sağa ve sola hareket işlemleri pedal ile yapılırken, yukarı aşağı hareketlerde kumanda kolu kullanılmaktadır. Kırmızı çemberi yukarı ilerletebilmek için, kumanda kolunu aşağı, aşağı ilerletebilmek için ise kumanda kolunu yukarı götürmek gerekmektedir.



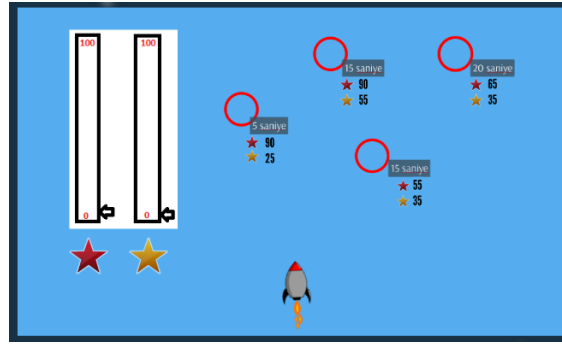
Şekil 1. Psikomotor Testi Örneği 1

Şekil 2’de verilen ikinci psikomotor testi örneğinde ekran üç farklı zemin renginden oluşmaktadır. Üç adet top yukarıdan rastgele bir şekilde serbest olarak düşmektedir. Bu toplar zeminler ile aynı renge sahiptir. Herhangi bir işlem yapılmadığında toplar ekranın altından çıkarak yok olmaktadır. Ayrıca test sırasında mavi zeminli bölgede ekranda belirli aralıklarla anlamsız kelimeler gösterilmektedir. Benzer şekilde yeşil zeminli bölgede ise ekranda sayılar belirli aralıklarda gösterilmektedir. Bu örnek testteki amaç, topların kendi renklerindeki zeminlere geldiğinde fare yardımı ile üzerlerine tıklayarak onları yok etmektir. Bunlardan başka ikinci amaç ise, klavye ile ekrana gelen sayıların toplamı istendiğinde doğru sonucun girilmesi ve anlamsız kelimelerin baş harfinin ekrana geldiğinde kelimenin tamamının girilmesidir.



Şekil 2. Psikomotor Testi Örneği 2

Örnek bir başka psikomotor testi ekranı Şekil 3’de gösterilmektedir. Bu test ekranında iki adet gösterge ve bu göstergeleri temsil eden iki adet simge bulunmaktadır. Ekran üzerinde pozisyonları rastgele belirlenen ve farklı zamanlarda görünen kırmızı çemberler gelmektedir. Her çemberin ekranda görüneceği süre kısıtlı ve rastgele olduğundan, kırmızı çemberlerin altında kaybolacağı süre bir geri adım sayacı ile gösterilmektedir. Her kırmızı çembere ait iki gösterge değeri bulunmaktadır. Bu testteki amaç, çemberlerin süresi bitmeden bu çemberleri kontrol edilen uzay araç ile değerek yok etmektir. Gereken sürede çembere ulaşılamaz ise çember yok olmaktadır ve kullanıcı eksi puan almaktadır. Kullanıcı tarafından test sırasında halkaların süreleri ve değerleri iyi anlaşılmalı ve ona göre bir rota belirlemelidir. Bu önerilen psikomotor testi pedal, kumanda kolu ve fare kullanılarak gerçekleştirilmektedir.



Şekil 3. Psikomotor Testi Örneği 3

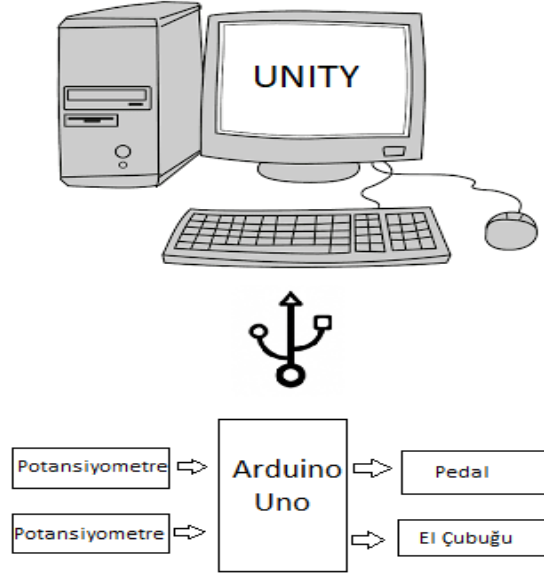
Psikomotor yeteneğin uçuş performansı ile ilişkisi ilk uçuşlardan beri tahmin edilmekteydi. Ancak sadece reaksiyon zamanlarını ölçebilen ilk psikomotor ölçümleri, sınırlı seçim ölçütü olarak kullanılmaktaydı. Mielton (1947) Karmaşık Koordinasyon Testi'nin uçuş okulu geçme-kalma ölçütü ile reaksiyonda belirlenen aralıklar arasında bir ilişkili olduğunu [8], Fleishman (1956) ise iki el koordinasyonu, rota izleme testi, pedal kontrol testi gibi farklı psikomotor ölçümleri ile pilot eğitim başarısının en iyi şekilde öngörüldüğünü belirtmiştir [9]. Psikomotor testlerinin uygulama zorlukları, çeşitli geçerlik problemleri, maliyetleri, ekipmanların kalibrasyonlarındaki problemler bu testlerin yaygın olarak kullanılmasının önündeki önemli engelleri oluşturmuştur [10]. Bu sebeplerden 1950 yıllarında Amerika’da pilotların test edilmesi işlemi rafa kaldırılmıştır. 1970’lerdeki bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler doğrultusunda pilot testleri yeniden gündeme gelmiştir. Bilgisayar destekli testlerin objektiflik, standardizasyon, değerlendirme, ekonomiklik, uygulama kolaylığı gibi avantajları psikomotor testlerin yeniden pilot seçim ölçütlerinden birisi olarak kullanılmasını sağlamıştır. 1981 yılında Amerika’da psikomotor becerilerini ölçen Temel Özellikler Testi (Basic Attributes Test: BAT) geliştirilmiştir [11-18].

Bu çalışma kapsamında ülkemizde uygulanmakta olan psikomotor testi baz alınarak, psikomotor yeteneklerini geliştirmeye yönelik bir test sistemi önerilmiştir. Önerilen sistem, psikomotor testini her alanda yaygınlaştırmak ve önemini arz eden bir farkındalık oluşturmak, aynı zamanda da bu testlerin sadece savaş pilotları için değil test edilme ihtiyacı güdülen, çoğu meslek grupları ve özellikle zihinsel engelli bireyler açısından geliştirilebileceğine dikkat çekmek amacıyla geliştirilmiştir. Tablo 1 ve Tablo 2’de sunulan Hunter ve Burke (1994) ve Martinussen (1996) çalışmalarındaki meta analizlerde yer alan değişkenler olan genel yetenek, sözel yetenek, sayısal yetenek, uzamsal yetenek, mekanik yetenek, genel bilgi, havacılık bilgisi, kaba beceri, ince beceri, algı hızı, reaksiyon zamanı, biodata ölçeği, yaş, eğitim, iş örneği ve kişilik gibi faktörlerin tasarlanan sistemin üretiminde etkili olacağı düşünülmektedir. Bu değişkenlerin etkili olması, psikomotor testlerinin sadece savaş pilotları için değil, çeşitli meslek grupları ve zihinsel engelli bireyler için de geliştirilebileceğini göstermektedir.

Sonraki bölümlerde çalışmada önerilen sistemin yazılım ve donanım detaylarına, adaylar üzerindeki test sonuçlarına, sonuç ve tartışma bölümlerine yer verilmektedir.

II. PSİKOMOTOR TESTLERİNE HAZIRLIK İÇİN YARDIMCI UYGULAMA TASARIMI

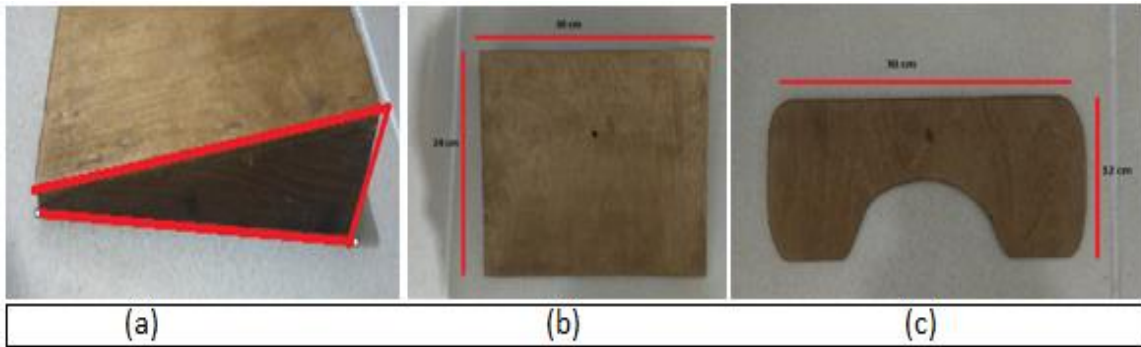
Şekil 4'te bu çalışma kapsamında Unity 3D oyun motoru kullanılarak geliştirilen mikrodeneleyici kontrollü psikomotor testlerine yardımcı sistemin çalışma yapısı verilmiştir. Önerilen sistem içinde donanım olarak Arduino Uno mikrodeneleyici kartı, iki adet potansiyometre ve bunlara monte edilmiş özel tasarım el çubuğu ile pedal kullanılmaktadır. Bu çalışmada önerilen psikomotor testi Unity 3D oyun motorunda C# yazılım dili kullanılarak geliştirilmiştir. Arduino Uno mikrodeneleyicisi ile potansiyometreden alınan veriler, işlenmekte ve bu veriler bilgisayar ortamına aktarılmaktadır. Unity 3D oyun motoru platformunda geliştirilen psikomotor testinin kullanıcı kontrolü, Arduino Uno mikrodeneleyici kartına bağlı olan pedal ve el çubuğu ile sağlanmaktadır. Psikomotor testinin gerçekleştirilmesinde Arduino Uno R3 ve Unity 3D'nin 5.5.1f1 versiyonu kullanılmıştır.



Şekil 4. Psikomotor Testi Yapısı Prensibi

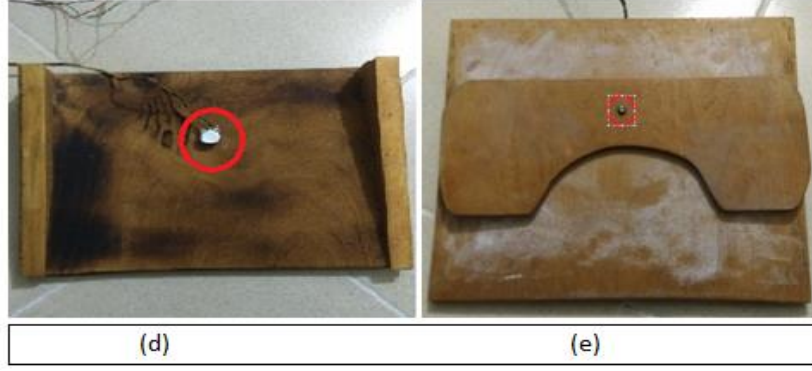
A. Pedal Düzenegi

Psikomotor testinin Unity ara yüzünde adayı temsil eden ve kullanıcı tarafından yönlendirilen bir uzay aracı bulunmaktadır. Araç ileri-geri ve sağ-sol olmak üzere toplam dört harekete sahiptir. Kullanıcı pedali kullanarak aracı sadece sola ve sağa yönlendirebilmektedir. Üretilen pedalin yapım aşamaları Şekil 5'de gösterilmektedir.



Şekil 5. Pedal Yapım Aşamaları

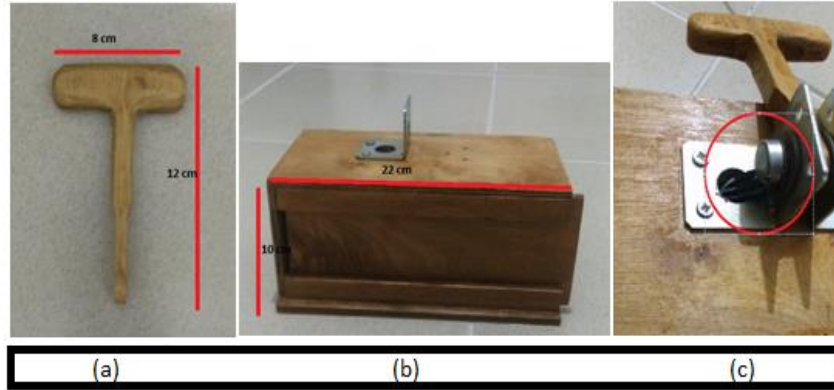
Şekil 6'da özel tasarım pedalin arka ve ön yüzü sırasıyla gösterilmektedir. Kullanıcı ayakları ile pedali sağa ve sola doğru hareket ettirerek Unity üzerinde tanımlanmış olan uzay aracını psikomotor test ekranı üzerinde hareket ettirebilmektedir. Sağa ve sola dönüş hareketleri, Arduino Uno mikrodeneleyici kartı portuna bağlı olan potansiyometreden alınan değerler sayesinde belirlenmektedir. Ölçülen değerler [-100, -1] arasında iken araca sola dönüş, [1, 100] arasında iken araca sağa dönüş komutu verilmektedir.



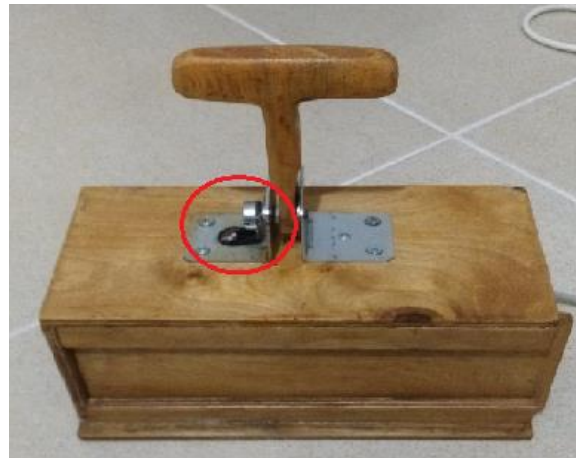
Şekil 6. Psikomotor Testi Pedal

B. El Çubuğu

Psikomotor testi ekranında Unity ara yüzünde kullanıcıyı temsil eden uzay aracı, el çubuğu sayesinde ileri-geri yönlendirilmesi yapılabilmektedir. İleri-geri hareketi gerçekleştirmek için 8 cm x 12 cm ebatlarına sahip tahtadan bir el çubuğu (Şekil 7.a) tasarlanmıştır. Tasarlanan el çubuğunu konumlandırmak, rahat kullanımını sağlamak ve aynı zamanda Arduino Uno mikrodenetleyici kartını muhafaza etmek için 10 cm x 10 cm x 22 cm ölçülerinde bir kutu tasarlanmış olup, el çubuğu bu kutu üzerine potansiyometre ile birlikte monte edilmiştir. El çubuğunun hareketleri sırasında Arduino Uno mikrodenetleyici kartı portuna bağlı olan potansiyometreden alınan değerler sayesinde belirlenmektedir. Okunan değerler [-100, -1] arasında iken araca ileri, [1, 100] arasında iken araca geri komutu verilmektedir. Şekil 7’de yapım aşamaları el çubuğunun yapım aşamaları gösterilmektedir. Şekil 8’de Önerilen psikomotor testlerine yardımcı uygulamaya uygun olarak tasarlanmış el çubuğu Şekil 8’de verilmektedir.

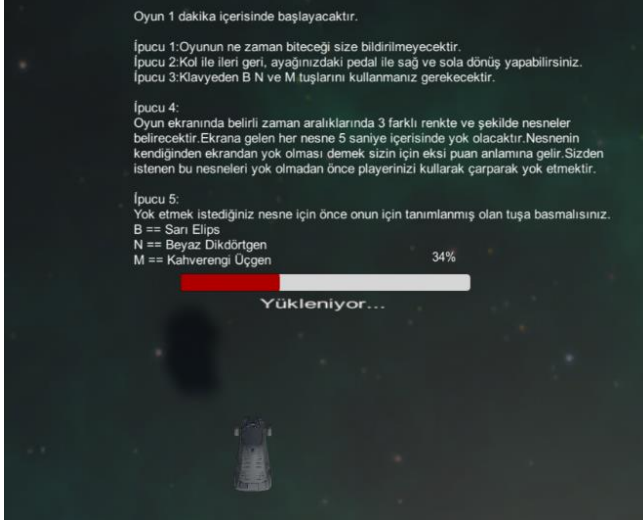


Şekil 7. El Çubuğu Yapım Aşamaları



Şekil 8. Psikomotor Testi El Çubuğu

Bu çalışmada geliştirilen psikomotor testlerine yardımcı uygulama, Şekil 9'da verildiği üzere kullanıcıya gösterilen bir bildirim formu (bilgilendirme) ile başlamaktadır. Bildirimde testin nasıl yapılacağı ve kullanılması gereken bileşen (fare, klavye, el çubuğu, pedal) veya bileşenler ile ilgili bilgiler sunulmaktadır. Bildirim ekranda 60 saniye boyunca görünmektedir. Kullanıcıların psikomotor testi sırasında işlemlerini gerçekleştireceği bir oyuncu aracı (Şekil 10) bulunmaktadır. Bu aracın kontrolü prototip olarak tasarlanan el çubuğu ve pedal ile sağlanmaktadır.



Şekil 9. Psikomotor Testi Bildirim Ekranı

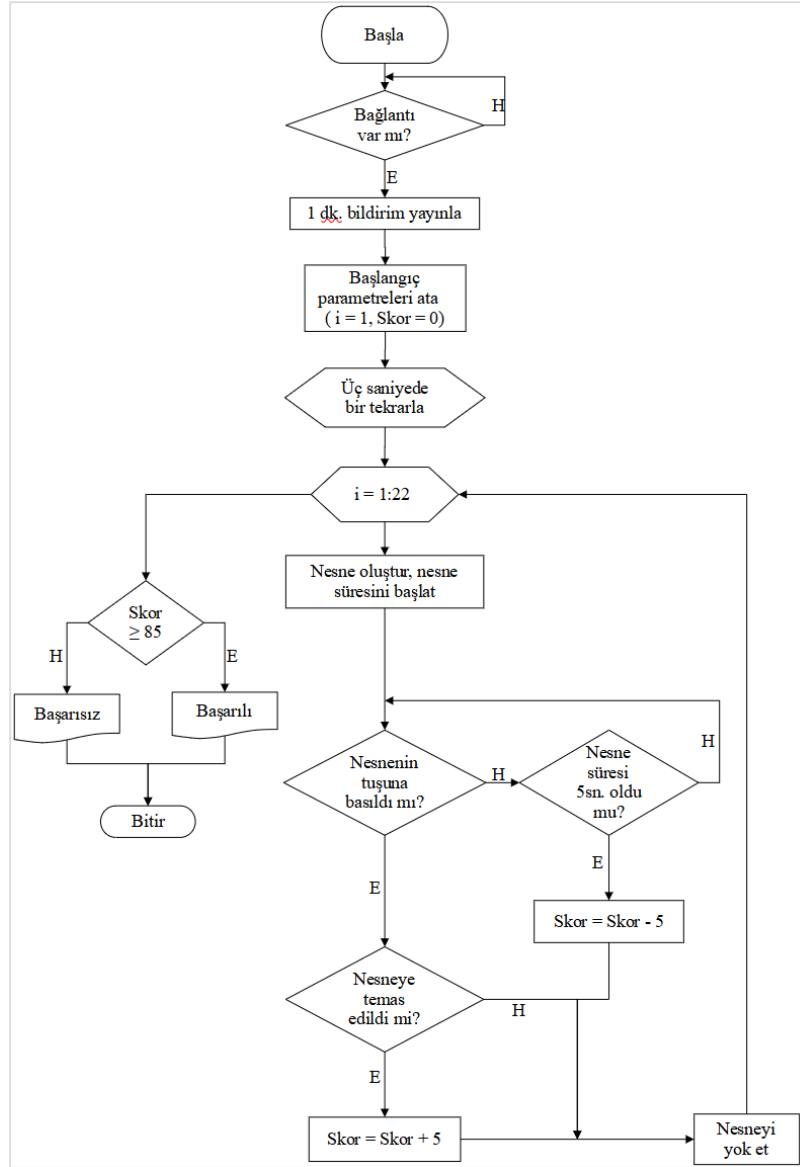


Şekil 10. Psikomotor Testi Oyuncu Aracı

Geliştirilen psikomotor testlerine hazırlık sisteminde üç farklı renkte ve şekilde nesnelere bulunmaktadır. Test sırasında ekranda gösterilen nesnelere 5 saniye içerisinde eğer bir işlem yapılamaz ise kendiliğinden yok olmaktadır. Her bir nesneyi yok edebilmek için bildirim ekranında kullanıcıya bilgisi verilen farklı tuşlar bulunmaktadır. Örneğin sarı elips nesnesini yok edebilmek için atanan tuş 'B' olarak önceden belirlenmiştir. Şekil 11'de önerilen sistemde kullanılan farklı renk ve şekillerdeki nesnelere gösterilmiştir. Şekil 12'de bu çalışmada önerilen sistemin akış diyagramı gösterilmiştir.



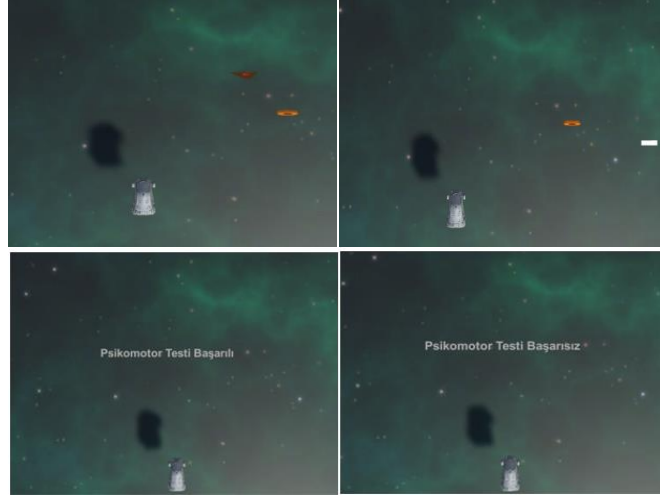
Şekil 11. Uygulamada Kullanılan Nesnelere



Şekil 12. Psikomotor Testlerine Yardımcı Uygulama Akış Diyagramı

Geliştirilen psikomotor testi Arduino Uno mikrodenetleyicisi ile Unity 3D oyun motorunun haberleşmesi ile başlamaktadır. Ardından ilk olarak kullanıcılar için bir dakika boyunca bir bildirim yayınlanır ve test bu süreçte beklemeye alınır. Bildirim ekranı kalktıktan sonra test için değişken atamaları yapılır.

Konumları rastgele olacak şekilde 3 saniyede bir ekrana üç farklı nesneden bir tanesi gelmektedir. Ekran gelen nesnelere kullanılan araç ile bir müdahale yapılmamış ise nesnelere görünür olduktan 5 saniye sonra ekrandan kaybolur. Nesnenin ekrandan kendiliğinden kaybolması aday için -5 puan anlamına gelmektedir. Her nesne türü için önceden tanımlanmış bir tuş bulunmaktadır. Aday ekrana gelen nesnelere, pedal ve el çubuğunu kullanarak yönettiği araç ile çarparak yok etmelidir. Adayın yönettiği araç nesneye çarpmadan önce o nesne için tanımlanmış olan tuşa en az bir kere basılması gerekmektedir. Bu şekilde bir çarpma işlemi yapılırsa nesne ekrandan kaybolur ve adayın skor hanesine 5 puan eklenir, Aksi takdirde nesne belirlenen 5 saniyelik sürenin sonunda kendiliğinden kaybolacaktır. Önerilen sistemin testleri sırasında ekrana 22 adet nesne ekrana getirilmesi ve adayların bu nesnelere 17 ve daha fazlasını çarparak yok ederse psikomotor testinden başarılı olmasının zorluk seviyesi olarak ideal olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 12'deki akış diyagramında gösterildiği gibi 22 nesnenin en az 17'sine kaybolmadan çarpabilen adaylar en az 85 puan olarak testten başarılı sayılmaktadır. Şekil 13'de geliştirilen psikomotor testinden farklı ekran görüntüleri verilmektedir. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi'nde gönüllü öğrenciler üzerinde test edilen psikomotor test sistemine ait görüntüler Şekil 14'de gösterilmektedir.



Şekil 13. Psikomotor Testinden Ekran Görüntüleri



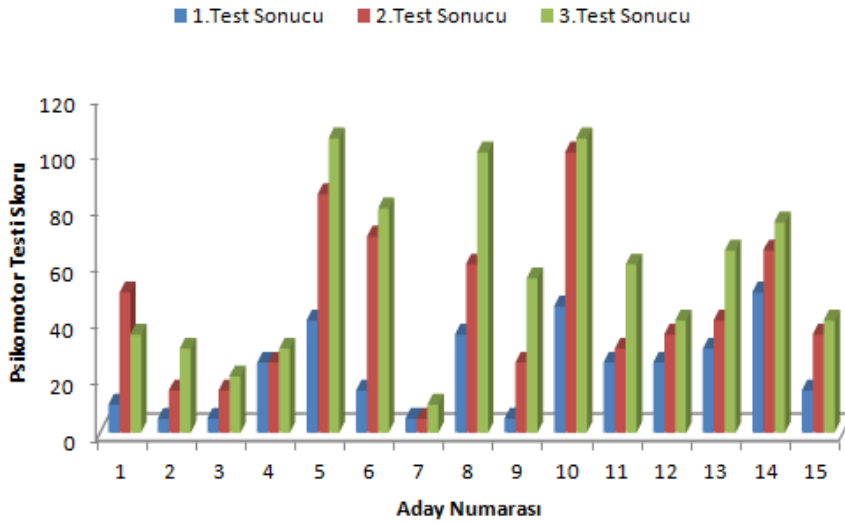
Şekil 14. Psikomotor testinin kullanıcılar üzerinde test edilmesine dair görüntüler

Bu çalışmada önerilen psikomotor testi Bilecik Şeyh Edebalı Üniversitesi öğrencilerinden oluşan 21-25 yaş aralığındaki 15 aday üzerinde üçer kez test edilmiştir. Adaylar 22 yaş ortalamasına sahip olup, 5 kadın, 10 erkekten oluşmaktadır. Test sonuçları Tablo 3'te özetlenmiştir.

Tablo 3. Adaylar Üzerindeki Test Sonuçları

Aday Numarası	Cinsiyet	Yaş	1.Test Sonucu	2.Test Sonucu	3.Test Sonucu	Başarı Durumu
1	Erkek	25	10	50	35	Başarısız
2	Erkek	22	5	15	30	Başarısız
3	Kadın	23	5	15	20	Başarısız
4	Erkek	25	25	25	30	Başarısız
5	Erkek	21	40	85	105	Başarılı
6	Erkek	22	15	70	80	Başarısız
7	Kadın	25	5	5	10	Başarısız
8	Erkek	25	35	60	100	Başarılı
9	Kadın	21	5	25	55	Başarısız
10	Erkek	21	45	100	105	Başarılı
11	Erkek	24	25	30	60	Başarısız
12	Kadın	24	25	35	40	Başarısız
13	Kadın	22	30	40	65	Başarısız
14	Erkek	25	50	65	75	Başarısız
15	Erkek	23	15	35	40	Başarısız

Tablo sonuçlarından da görüleceği gibi, adaylar arasında testi ilk kez denediklerinde başarılı skor elde eden bir aday olmamıştır. İkinci denemeler sonunda başarı oranı %13,33 olarak gerçekleşmiştir. Üçüncü test uygulamasında erkek adayların %30'u başarılı bir sonuç elde etmişken kadınlarda bu oran ikinci denemelerde olduğu gibi %0 olarak, genel başarı ise %20 olarak gerçekleşmiştir. Adaylar testi gerçekleştirirken ilk denemede ne kadar zorlanmış olduklarını belirtse de sonraki denemelerin öncesinde bir pratik yapılmış olması, pedal ve el çubuğunun hassaslığının ayarlanmış olması, aynı zamanda içeriğe daha hakim olmaları sebepleri ile testi daha rahat ve kolay gerçekleştirdiklerini belirtmişlerdir. Örneklem sayısı artırılarak başarı oranlarının daha güvenilir olması öngörülmektedir. Şekil 15'de bu çalışma kapsamında geliştirilen psikomotor testlerine hazırlık sisteminin 15 aday üzerindeki 3 tekrarlı test sonuçları gösterilmiştir.



Şekil 15. Psikomotor testlerine hazırlık sistemi sonuçları

III.SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çalışma sonucunda, Hava Harp Okulu mülakatlarında yapılan psikomotor testlerine hazırlık yapılmasına uygun bir sistem geliştirilmiştir. Bu sistem, kullanıcıların gerçek psikomotor testlerde karşılaştıkları tüm senaryolara yönelik olarak tasarlanmıştır. Bu sayede, kullanıcılar gerçek psikomotor testlerinde karşılaştıkları senaryolara alışmış olacaklardır ve gerçek testteki performanslarını arttırmak için gerekli olan yetenekleri geliştirmiş olacaklardır. Aynı zamanda, sistemdeki senaryoların sürekli değişen yapısı sayesinde, kullanıcıların gerçek testte karşılaşılabilecekleri senaryolara herhangi bir şekilde alışamaması engellenmiş olur. Bu nedenle, gerçek psikomotor testi için ezber yapma riski oldukça düşüktür.

Bu sistem için bir algoritma kurgulanmış olup, testin uygulama aşamasında kullanılan pedal ve el çubuğu özel olarak tasarlanmıştır. Testte baraj skoru olarak 85 puan belirlenmiştir. Aday, test sırasında kendisine gösterilen 22 adet nesneden 17 adet nesneyi istenilen şekilde yok ettiğinde psikomotor testinden başarılı olur. Önerilen sistem adaylar üzerinde test edilmeden önce adaylara psikomotor ve psikomotor testi hakkındaki bilgileri

sorulmuştur. Adayların hiçbirinden bu konu hakkında bilgi sahibiyim şeklinde bir geri dönüş alınmamıştır. Psikomotor gelişim ve psikomotor testinin önemi ne yazık ki bilinmemektedir. Psikomotor testinin bilgisayar mühendisleri tarafından geliştirilmiş olması öngörülürken, bilgisayar mühendisliği öğrencilerinin bu konu hakkında bilgi sahibi olmaması bu testlerin yaygınlaşmamış olduğunun bir göstergesidir. Bu testler her ne kadar savaş pilotlarına yönelik görünse de psikomotor adı altında farklı meslek gruplarına da o mesleğin adaylarına yeteneklerini test etmek amaçlı uygulanmaktadır. Çalışmada önerilen sistem, sistemi kullanan öğrencilerin psikomotor hakkında bilgi sahibi olmaları ve psikomotor becerilerini geliştirebilecekleri uygulamaların varlığı konusunda bilinç düzeylerinin artmasına katkı sağlamıştır. Bunun yanı sıra uygulamayı kullanan öğrencilerin her tekrarda daha başarılı sonuçlar aldığı gözlemlenmiş, dolayısıyla önerilen sistemin kullanıcı becerilerinin gelişmesine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Sistemin becerileri arttırabileceği tahmin edilse de sadece bir oyun senaryosundan oluşması nedeniyle uzun vadeli olarak kullanıcıların sıkılarak ilgisini kaybetme ihtimalleri öngörülmektedir. Bu çalışmanın güçlü yönlerinden biri, pilot adaylarının psikomotor becerilerini geliştirmelerine yardımcı olabilecek bir yardımcı sistem geliştirilmiş olmasıdır. Geliştirilen bu sistem, pilot adaylarının el-ayak-göz koordinasyonunu, dikkat ve tepki hızını daha doğru şekilde değerlendirmesini ve bu becerilerini geliştirmesini sağlamıştır. Zayıf yön olarak, sistemin sadece 15 gönüllü üzerinde denenmiş olması ve geniş bir popülasyon üzerinde test edilmemiş olması düşünülebilir. Sadece bilgisayar klavyesi, el ve ayak test sürücülerini ile kontrol edilmektedir, diğer kontrol araçlarının kullanılması da araştırılması gereken bir konu olabilir.

Gelecek çalışmalarda önerilen sistem başta zihinsel engelli kişilere ya da farklı meslek gruplarına uygun olarak geliştirilebilir. Zihinsel engelli insanların psikomotor becerileri ve psikomotor becerilerin gelişimleri sağlıklı bir kişiye göre daha yavaş olmaktadır. Bu sebepten engelli kişilerin özel eğitim veren kuruluşlarda eğitim görmeleri gerekmektedir. Bu eğitimlerin dışında zihinsel engelli kişilerin evlerinde de kullanabileceği, bilgisayar üzerinden psikomotor becerilerini geliştirebileceği ve bu sürecin gözlemlenebileceği bir eğitim platformu oluşturulabilir. Yapılacak çalışmalarda dikkat edilmesi gereken önemli kriterlerden biri hangi yeteneğin gözlemlenmek istendiğidir. Psikomotor testleri geliştirilebilir, ihtiyaç olan gruplara ve istenilen her alana uygun olarak modellenmesi ve tasarımı yapılarak çoğaltılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Kara, B., & Sucu, N. (2016). Physical Education and Young Children in Terms of Motor Development. *Uluslararası Medeniyet Çalışmaları Dergisi*, 1(1), 80-129.
- [2] Hunter, D. & E. Burke. (1994). Predicting Aircraft Pilot-Training Success: A meta-Analysis of Published Research. *The International Journal of Aviation Psychology*, 4 (4), 297-313.
- [3] Martinussen, M. (1996). Psychological Measures as Predictors of Pilot Performance: A Meta Analysis. *The International Journal of Aviation Psychology*, 6 (1), 1-20.
- [4] Ataman, S. (2000). A Model For Selection Of Pilot Candidate In Army Aviation, Unpublished. Yüksek Lisans, Yeditepe University, Institute of Science and Engineering.
- [5] Hilton, T. F., & Dolgin, D. L. (1991). Pilot Selection in the Military of Free World. In R. Gal & A.D. Mangelsdorff (Eds). *Handbook of Military Psychology*. New York: Wiley, 81-101.
- [6] Bekmezci, I. (1999). Officer and Pilot Selection System in Turkish Air Force. *RTO HFM Workshop on Officer Selection*, Monterey, USA, 9-11.
- [7] *Hava harp okulu psikomotor testi nedir*. <https://polisaskeradaylari.com/hava-harp-okulu-psikomotor-testi-nedir-gecme-onerileri/> (10.05.2021)
- [8] Melton, A. W. (1947). Apparatus tests. Army Air Forces Washington Dc Aviation Psychology Program.
- [9] Fleishman, E. A., & Hempel Jr, W. E. (1956). Factorial analysis of complex psychomotor performance and related skills. *Journal of Applied Psychology*, 40(2), 96.
- [10] Caretta, T.R. (1992). Understanding the Relations Between Selection Factors and Pilot Training Performance: Does the Criterion Make a Difference??. *The International Journal of Aviation Psychology*, 2 (2), 95-105.
- [11] Caretta, T. & Ree., M. J. (1996). Factor Structure of the Air Force Officer Qualifying Test: Analysis and Comparison, *Military Psychology*, 8(1), 29-42.
- [12] Mutha, R.V., Kumar,N. & Pareek,P. (2016). Real Time Standalone Data Acquisition System for Environmental Data. *IEEE 1st International Conference on Power Electronics, Intelligent Control and Energy Systems (ICPEICES)*, 4-6 Haziran, Delhi.
- [13] Şimşek, E. (2010). Pilotların uçuş performansının belirleyicileri olarak zeka, psikomotor yetenek ve kişilik faktörleri arasındaki etkileşim. 3. *Ulusal Havacılık ve Uzay Konferansı*, 16 Eylül, Eskişehir.
- [14] Şimşek, E., Çoklu (2010). Performansa Dayalı Pilot Seçim Ölçütleri. 3. *Ulusal Havacılık ve Uzay Konferansı*, 16 Eylül, Eskişehir.

- [15] Kale, M. , Sümer, N. & Sümer, H. C. (2005). Kara Kuvvetleri Havacılığında Uçuş Eğitim Performansı Belirleyicilerinin Analizi. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 4(1), 85-103.
- [16] Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü. (2014). *Pilot eğitimi almak isteyenler önce testten geçecek*. <https://web.shgm.gov.tr/tr/haberler/2050-pilot-egitimi-almak-isteyenler-once-testten-gececek>, (13.05.2021).
- [17] THK Uçuş Akademisi. *Zorunlu olan psikomotor testleri*. <http://www.tuathk.com/TR%2C462/sht-1t-geregi-alinmasi-zorunlu-olan-psiko-motor-testler-.html>, (15.05.2021).
- [18] BASEOPS. USAF Pilot Training FAQs. <https://www.baseops.net/bat/>, (10.05.2021).