

# Yetenek Ölçümüne Yönelik Elektronik Sınav Sisteminin Geliştirilmesi ve Hava Trafik Kontrolör Seçimine Uygulanması

Abdulkerim Öncü<sup>1</sup>, Ömer Faruk Arar<sup>1</sup>, Samet Akpınar<sup>1</sup>, Özkan Yalçın<sup>1</sup>, Ümit Mert<sup>1</sup>, M.Semih Sadak<sup>1</sup>, Z. Gürol Toker<sup>2</sup>, Suat Yıldırım<sup>2</sup>, ve Uğur Öztürk<sup>3</sup>

<sup>1</sup>TÜBİTAK-BİLGEM-Bilişim Teknolojileri Enstitüsü, Kocaeli, Türkiye  
{kerim.oncu, omer.arar,samet.akpinar, ozkan.yalcin, umit.mert, semih.sadak}@tubitak.gov.tr

<sup>2</sup>DHMI Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye  
{guro1.toker, suat.yildirim}@dhmi.gov.tr

<sup>3</sup>ER-AH Uçuş Okulu, Antalya, Türkiye  
uozturk35@hotmail.com

**Özet.** Hava trafik kontrolörlüğü birçok yeteneklere sahip olunması gereken bir meslektir. Bu nedenle kontrolör adayları belirlenirken yetenek testine tabi tutulmaktadır. Ülkemizde hava trafik kontrolörlerinin seçim, eğitim ve görevlendirilme işlemleri Devlet Hava Meydanları İşletmesi (DHMI) tarafından gerçekleştirilmektedir. Ortak yürütülen projede DHMI ile birlikte hava trafik kontrolörlerini seçmeye yönelik yazılım geliştirilmiştir. Bu yazılımda adayların görsel-işitsel hafıza, kompleks dikkat, muhakeme, üç boyutlu düşünme, psikomotor vb. yetenekleri test edilmiştir. Yazılım web tabanlı olarak Java diliyle yazılmış, her bir yetenek için ayrı appletler hazırlanmıştır. Yazılımın esneklik, güvenlik ve dinamiklik gibi özellikleri bulunmaktadır. Yazılım iki farklı gruba farklı zaman dilimlerinde uygulanmış ve sonuçları analiz edilmiştir. Geliştirilen testlerin güvenilirlik katsayı ortalaması 0.85 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada geliştirilen yazılım ve uygulanan yöntemler tanıtılmıştır.

**Anahtar Kelimeler.** Web teknolojileri, yetenek testi, personel seçimi

## 1 Giriş

Günümüzde birçok meslek; adayların, eğitim altyapısı ve yabancı dil bilgisinin yanı sıra bazı yeteneklere de sahip olmasını gerektirmektedir. Uçakların kalkışından inişine kadar olan tüm işlemlerinde pilotları yönlendirmekle görevli olan hava trafik kontrolörlüğü de bu çeşit mesleklerden biridir [1]. Kontrolörlerin eksik veya yanlış yönlendirmeleri ciddi maliyet kayıplarına, daha önemlisi can kayıplarına neden olabilmektedir. Bu sebeple özel bazı yeteneklere sahip olması gereken hava trafik kontrolörlerinin, etkin ve titiz bir şekilde seçilmesi gerekmektedir.

Yetenek seviyelerinin belirlenmesi için birçok uygulama geliştirilmiştir [2-4]. Bu uygulamalarda kişilerin psikomotor, kritik düşünme, uzaysal algılama gibi özellikleri

test edilmiştir. Hava trafik kontrolörlerinin seçiminde iki sınav sistemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Avrupa’da EUROCONTROL (the European Organization for the Safety of Air Navigation) tarafından geliştirilen FEAST (The First European Air Traffic Controller Selection Test) üye ülkeler tarafından adaylara uygulanmaktadır[5]. Amerika’da ise kontrolör seçimi AT-SAT bataryaları ile gerçekleştirilmektedir [6]. FEAST ve AT-SAT sistemleri; adayların psikomotor, hafıza, muhakeme gibi çeşitli yeteneklerini değerlendiren testler içermektedir. Diğer taraftan yetenek bazlı sınav sistemleri sivil ve askeri pilot alımlarında da kullanılmaktadır. CAPSS (the Canadian Automated Pilot Selection System) bir uçağın kullanımı için gerekli olan yetenekleri ölçer. Ayrıca havacılık ile ilgili yetenekleri ölçmeye yönelik Vienna testleri bulunmaktadır [7,8].

Özellikle havacılık ile ilgili mesleklerde kullanılmak üzere ülkemizde geliştirilen yetenek testleri bulunmamaktadır. Gerek pilot seçiminde gerekse kontrolör seçiminde yurt dışı testler için ciddi ücretler ödenmekte, ayrıca bağımlılık ortaya çıkmaktadır. Bu tür nedenlerden dolayı DHMİ ile birlikte yapılan proje kapsamında ilk ulusal kontrolör seçim sistemi (ATCSES: Air Traffic Controller Selection System) geliştirilmiştir. Bu çalışmada geliştirilen uygulama genel hatları ile tanıtılmıştır.

## 2 ATCSES Yazılımı

ATCSES yazılımında ölçülen başlıca yetenekler şunlardır:

- Zihinde canlandırma (spatial awareness): Verilen bilgilere göre oluşabilecek durumları zihinde 3 boyutlu olarak canlandırabilme yeteneği
- Görsel hafıza (visual memory) : Nesnelere görsel olarak hafızada tutabilme yeteneği
- Muhakeme (reasoning) : Analizler ile doğru çıkarımlar yapabilme yeteneği
- Çapraz Kontrol (multi-task) : Birden fazla durumu takip ederek hedeflenen görevi yapabilme yeteneği
- Kompleks Dikkat (complex attention) : Değişen durumlarda dikkati bölebilmeye ve konsantrasyonu bozmadan durumu takip edebilme yeteneği
- İşitsel Hafıza (auditory memory) : İşitilen sesleri hafızada tutabilme yeteneği
- Psikomotor (psychomotor): Göz-el koordinasyonu ve hızlı tepki verebilme yeteneği

Uygulamada ayrıca 8 kişilik özelliğine ait değerlendirme sonucu üreten kişilik testi de bulunmaktadır.

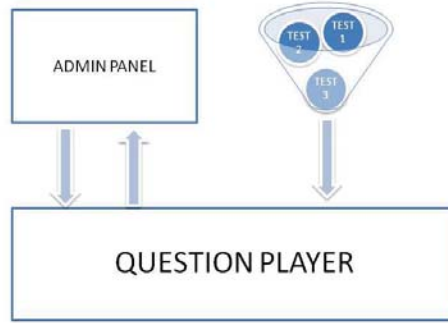
### 2.1 Sistem Mimarisi

Sistem geliştirilirken bilgisayar tabanlı test yaklaşımlarından yararlanılmıştır [9,10]. Uygulamanın geliştirilmesinde Java programlama dili kullanılmıştır. Uygulama web tabanlı bir projedir. Bu kapsamda java seam çatısı, hibernate veritabanı destekleyicisi, MySQL veritabanı kullanılmıştır. Java dilinin seçilme nedeni platform bağımsız olmasıdır. Aynı zamanda yetenek ölçmek için tasarlanan her bir test bağımsız birer java

applet olarak geliştirilmiş ve sisteme entegrasyonu sağlanmıştır. Bu appletler geliştirilirken bir çok tasarım deseni kullanılarak standart bir yapı oluşturulmuştur. Kullanılan tasarım desenlerinden bazıları şunlardır: kalıp yordamı (Template Method Pattern), strateji (Strategy Pattern), cephe (Façade Pattern). Geliştirilen altyapı sayesinde sisteme yeni bir test kolaylıkla eklenebilmekte ve test özelliklerinde değişiklikler yapılabilmektedir.

Sistem 3 bileşenden oluşmaktadır (Şekil-1) :

- Yönetim Paneli: Sistemde yetkilerin ayarlanması, aday ekleme, sınav takip etme, sınav yönetme, sonuçların alınması ve değerlendirilmesi, sınav oluşturma gibi yönetsel işlerin yapıldığı bileşendir.
- Yetenek Testleri: Java Applet uygulamalarıdır. Bu applet uygulamaları sınava giren adaylarda aranan yetenekleri ölçmeye yönelik geliştirilmektedir. Bir applet sadece tek yeteneği ölçecek mantıksal yapıyı içerir. Bu nedenle kod karmaşıklığı düşürülmüştür.
- Soru Oynatıcısı: Geliştirilen uygulamaya dinamiklik katan yapıdır. Bu yapı yetenekleri ölçmek için hazırlanan appletlerin çalıştırma işlemini yapar. Appletlerin çalışması için gereken girdileri appletlere gönderilmesi veya appletler adayların test sonuçlarının alınması işlemleri Soru Oynatıcısı üzerinden yapılır. Soru Oynatıcısının diğer haberleştiği bileşen Yönetim Panelidir. Yapı olarak yönetim paneli ve applet arasında bir köprü görevi görmektedir. Soru oynatıcısının sisteme kattığı en önemli özellik sistemde herhangi bir kod değişikliği veya derleme işlemi yapmadan uygun formatta hazırlanmış appletlerin sistemde doğrudan çalıştırılmasını sağlamasıdır. Aslında temel yapısı Yönetim Paneli ve Yetenek Testleri arasında çalışan bir haberleşme sunucusu şeklindedir.



Şekil 1. Sistem Bileşenleri

## 2.2 Kod kalitesi

Sistem geliştirilirken yazılan kodun kalitesini artırmak için birçok faaliyette bulunulmuştur. Öncelikle yazılan kodlar her commit edildiğinde jenkins isimli araç ile otomatik olarak derlenerek sürekli entegrasyon sağlanmıştır. Yazılan kodların kalitesini

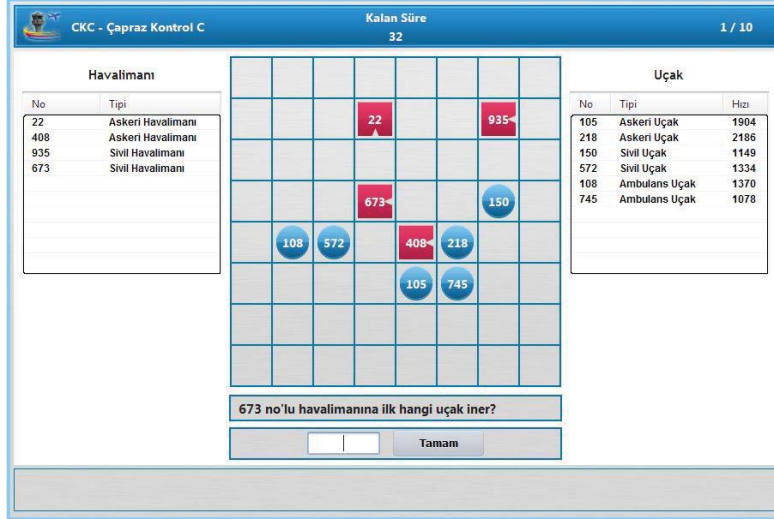
analiz etmek için kullanılan diğer bir araç ise “Sonar” dır. Sonar aracının kod gözden geçirme özelliği kullanılarak yazılan kodların Java kodlama kurallarına uygunluğu sistem tarafından otomatik şekilde test edilmiştir. Aynı zamanda bu araç sayesinde kodun hangi satırlarında ne gibi kod tekrarlarının olduğu, bunların nasıl iyileştirileceği konusunda üretilen rapor doğrultusunda kod kalitesinin artırılması sağlanmıştır. Kod kalite analizi çerçevesinde, çevrimsel karmaşıklık, temel karmaşıklık, kod tekrar oranı gibi metrikler alt/üst limit değerlerine göre kontrol edilmiş ve kod kalitesinin belirlenen seviyeye ulaştırılması sağlanmıştır. Diğer bir kod kalitesini artırmaya yönelik çalışma ise yazılımcıların birbirlerinin kodlarını gözden geçirme faaliyetleridir. Kod gözden geçirme işlemi için ise Atlassian Fisheye uygulaması kullanılmıştır. Kodların yazım kuralları için “BTE-Java kod yazım kuralları dökümanı” dikkate alınmıştır.

### 2.3 Sistemin Güvenliği

Geliştirilen sistem bir sınav sistemi olduğu için güvenlik her zaman birinci planda tutulmuştur. Bu amaçla, donanımsal ve yazılımsal olarak çeşitli güvenlik önlemleri alınmıştır. Bu güvenlik önlemlerinden bazıları; test sonuçları, aday bilgileri gibi önemli veriler veritabanında şifreli bir şekilde tutulmaktadır. Bir diğer güvenlik önlemi sistemin sınav arayüzünün sadece donanım bilgisi tanımlı bilgisayarla çalışmaya izin verilmesidir. Sistemde sınav oluşturma özelliği ise sınavı oluşturacak kullanıcının yazılımsal yetkilere sahip olmasının yanında sınav oluşturma aparatına (kripto uygulamalı flash bellek) sahip olması gerekmektedir. Bu aparat sayesinde tüm faaliyetler kaydedilmektedir. Donanımsal bu güvenliğin yanında sistemde yapılan her değişikliği gerektiğinde takip etmek için bir loglama alt yapısı kurulmuştur. Sistem, e-imza kullanılmasına uyumlu haldedir.

## 3 Arayüzler

Uygulamada herbir yeteneği ölçmeye yönelik birkaç test geliştirilmiştir. Bu şekilde aynı yeteneği ölçmeye yönelik test sonuçları kendi aralarında karşılaştırılarak testlerin güvenilirliği çapraz olarak kontrol edilmiş, yapılan denemeler sonucunda tutarsızlıklar giderilene kadar testler güncellenmiştir. Şekil-2’de validasyon amaçlı geliştirilen çapraz kontrol test örneğinin ekran görüntüsü bulunmaktadır. Geliştirilen testlerin gizli olmasından dolayı gerçek sistemdeki testlere bu çalışmada yer verilmemiş, fikir vermesi açısından benzer bir test açıklanmıştır.



Şekil 2. Çapraz Kontrol Test Örneği

#### 4 Uygulama Sonuçları

Proje kapsamında geliştirilen uygulama öncelikle test amaçlı ER-AH Uçuş Okulunda eğitim gören pilot adaylarına farklı zamanlarda iki kez uygulanmıştır. Uygulama sırasındaki gözlemler ve sınav sonrası yapılan anketlerdeki görüşler değerlendirilmiştir. İlk uygulamada sürenin yetersiz olması, bazı testlerin anlaşılmasında güçlük yaşanması ve bazı testlerde aday farklılıklarını belirlemeyi engelleyecek ölçüde kolay/zor olması gibi durumlarla karşılaşmıştır. Bu eksiklikler göz önünde bulundurularak sistem güncellenmiştir. Güncellenen sistem kontrolörlük eğitimi gören öğrencilere farklı zamanlarda iki kez uygulanmış ve uygulama sonuçları tutarlılık, anlaşılabilirlik, güvenilirlik, sürenin yeterliliği ve zorluk seviyesi gibi kriterlere göre analiz edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda testlerin güvenilirlik katsayıları Tablo-1’de gösterilmiştir. Güvenilirlik analizinde yaygın olarak kullanılan Cronbach alfa değeri baz alınmıştır.

**Tablo 1.** Her bir test için Cronbach alfa değerleri

Yetenek Testi	$\alpha$ değeri
Psikomotor	0.98
Çapraz Kontrol	0.96
Kompleks Dikkat	0.91
Zihinde Canlandırma	0.86
Muhakeme	0.77
Görsel Hafıza	0.76
İşitsel Hafıza	0.70

Bir testin güvenilir olması için alfa değerinin 0.7'den büyük olması gerekmektedir. Testler Tablo-1'de gösterilen güvenilirlik seviyesine gelene denekler üzerinde birçok uygulama gerçekleştirilmiş ve geri bildirimlere göre güncellemeler yapılmıştır. Güvenilirlik seviyesi düşük olan testler uygulamadan çıkarılmıştır. Son üründeki tüm testlerin güvenilirlik seviyesi Tablo-1'de görüldüğü gibi kabul edilebilir limit değerinin üstünde çıkmıştır. Ayrıca sınav başarısıyla kontrolörlerin ders ve uygulama başarıları karşılaştırılarak yüksek oranda uyum tespit edilmiştir. Bu uyum yetenek testlerinde başarılı olan adayların daha sonraki eğitim ve iş hayatında da başarılı olma ihtimalinin yüksek olacağı, diğer bir deyişle kontrolör seçme sistemi ile yüksek oranda doğru adayların belirlendiği anlamına gelmektedir.

Geliştirilen sisteme insan-makine etkileşimi seviyesini belirleme amacıyla kullanılabilirlik testleri uygulanmıştır. Hem test sonucunda hem de yapılan anketler sonucunda sistemin kullanılabilirlik, anlaşılabilirlik seviyesinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

## 5 Sonuç

Bu çalışmada DHMİ ile ortak yürütülen proje kapsamında kontrolör seçimine yönelik geliştirilen ATCES yazılımı tanıtılmıştır. Bu yazılımda adayların görsel-işitsel hafıza, kompleks dikkat, muhakeme, üç boyutlu düşünme, psikomotor vb. yeteneklerini test etmeye yönelik testler geliştirilmiştir. Uygulamanın web tabanlı olması, her bir testin ayrı bir applet olarak geliştirilmesi, altyapının yeni testleri kolaylıkla eklemeye-güncellemeye yönelik tasarlanması gibi özellikleri bulunmaktadır. Bu özelliklerinden dolayı uygulamayı farklı meslekler için güncellemek mümkündür. Uygulamanın geliştirilerek eğitim sistemi başta olmak üzere birçok alana uyarlanması ile ülkemizin yetenek haritasının çıkarılması, yetenekli gençlerin önceden belirlenmesi ve yeteneklerin geliştirilmesine yönelik çalışmaların yapılması mümkün olacaktır.

## Teşekkür

Bu çalışma DHMİ ile ortak yürütülen G437000 kodlu KONSEY (Hava Trafik Kontrolörü Seçme Yazılımı) Projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Projenin fon sağlayıcısı DHMİ'dir. Projeye her türlü desteği veren DHMİ Genel Müdürü Sayın Orhan Birdal ve Seyrüsefer Daire Başkanı Sayın Mustafa Kılıç başta olmak üzere Şükrü Tarhan, Ahmet Tiftik, Bora Gökçer, Müjdat Baran Beylere ve kontrolörlük eğitimi veren tüm öğretmenlere katkılarından dolayı teşekkürlerimizi sunarız.

## Kaynaklar

1. Durso F.T., Manning C.A.:Air Traffic Control, Reviews of Human Factors and Ergonomics, 4(1), 195-244 (2008)

2. Kirby R.L., Swuste J., Dupuis D.J., MacLeod D.A., Monroe R.: The Wheelchair Skills Test: A pilot study of a new outcome measure, *Physical Medicine and Rehabilitation*, 83 (1), 10–18 (2002)
3. Hicks F.D., Merritt S.L., Elstein A.S.: Critical Thinking and Clinical Decision Making In Critical Care Nursing: A Pilot Study, *Heart & Lung: The Journal of Acute and Critical Care*, 32 (3), 169–180 (2003)
4. Rinne M. B., Pasanen M.E., Miilunpalo S.I., Oja P.: Test-Retest Reproducibility and Inter-Rater Reliability of a Motor Skill Test Battery for Adults, *Int J Sports*; 22(3), 192-200 (2001)
5. Carretta, T.R., King R.E.: Improved Military Air Traffic Controller Selection Methods as Measured by Subsequent Training Performance, *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 79 (1), 36-43(2008)
6. King RE , Manning CA , Drechsler GK . Operational use of the Air Traffic Selection and Training Battery . *International Journal of Applied Aviation Studies* 2006 ; 6 : 207 – 17
7. Nyffeler T., Cazzoli D., Hess C.W., Müri R.M.: One Session of Repeated Parietal Theta Burst Stimulation Trains Induces Long-Lasting Improvement of Visual Neglect, 40, 2791-2796 (2009)
8. Rissera R., Chaloupka C., Grundler W., Sommer M., Häusler J., Kaufmann C.: Using non-linear methods to investigate the criterion validity of traffic-psychological test batteries, *Accident Analysis & Prevention*, 40 (1), 149–157 (2008)
9. Parshall C.G., Harmes J.C., Davey T., Pashley P.J.: 'Innovative item types for computerized testing', *Elements of adaptive testing*, 215–230 (2010)
10. Brusilovsky P., Sosnovsky S., Shcherbinin O.: QuizGuide: Increasing the Educational Value of Individualized Self-Assessment Quizzes with Adaptive Navigation Support, *Proceedings of World Conference on E-Learning*, 1806-1813 (2004)