

Zeki Öğretim Sistemleri için Bilgisayar Uyarlamalı Test Modülünün Geliştirilmesi

Abdulkadir KARACI, Nursal ARICI

Kastamonu Üniversitesi, Eğitim Fak. Kastamonu
Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fak. Ankara

ÖZET

Bu çalışmada, öğrenci bilgisini Bilgisayar Uyarlamalı Test (Computer Adaptive Test) (BUT) kullanarak belirleyen bir ZÖS modeli önerilmiştir. Önerilen bu model ASP.net ortamında C# programlama dili, Ajax, JQuery gibi yazılım geliştirme araçları kullanılarak web tabanlı prototip bir sistem olarak geliştirilmiştir. Geliştirilen prototip ZÖS içinde konu ve sayfa tanımları yapılarak bu konu ve sayfalarla ilişkili 70 sorudan oluşan madde havuzu oluşturulmuştur. Daha sonra ZÖS üzerinde denemeler yapılmıştır. Bu denemeler sonucunda, BUT yönteminin öğrencinin yetenek düzeyini öğrenci cevabının doğruluğuna göre hesapladığı ve yetenek düzeyine uygun zorlukta sorular sorarak öğrenciye göre uyarlama sağladığı görülmüştür. Ayrıca ZÖS sisteminin öğrencinin eksik olduğu konu ve sayfaları BUT sonucuna göre doğru bir şekilde belirleyerek öğrenciyi yönlendirdiği saptanmıştır. Ayrıca sistemde hesaplanan yetenek düzeyi puanı bulanık kümeler kullanılarak 7 kategorili (Kesinlikle Biliyor (KB), Biliyor Olabilir (BO), Büyük Olasılıkla Bilmiyor (BOBM) vs.) öğrenme düzeyi dilsel ifadesi olarak öğrenciye bildirilmektedir.

Anahtar Kelimeler : Bilgisayar Uyarlamalı Test, Zeki Öğretim Sistemi, Madde Yanıt Teorisi, Bulanık Mantık, Öğrenme Düzeyinin Belirlenmesi.

Developing The Computer Adaptive Test Module for The Intelligent Tutorial Systems

ABSTRACT

In this, an ITS model that is determining the student's knowledge by using Computer Adaptive Test (CAT) was recommended. This model has been developed as a web-based prototype system by using C# programming language, and software development programs such as Ajax and JQuery in ASP.net context. In the prototype ITS, topic and page definitions has been made and an item pool of 70 questions that is related with this topic and pages. Afterwards tests were made on the ITS. The results of these tests indicate that CAT method determines the student's level of skill according to accuracy of his/her answers and customizes by asking questions suited to his/her level of skill. Furthermore, ITS directs the student by determining the topics and pages in that the student is inadequate accurately according to CAT results. Besides, skill of level score that is calculated in the system is being notified as a lingual statement of 7 categories (Definitely Know (DK), May Know (MK), Most Probably Doesn't Know (MPDK) etc.) in fuzzy sets.

Key Words : Computer Adaptive Testing, Intelligent Tutorial System, Item Response Theory, Fuzy Logic, Determining the Level of Learning.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Öğretimi desteklemede bilgisayar kullanmanın amacı; öğrenmede yardım etmesidir. Bu doğrultuda eğitim teknolojileri hızla gelişerek daha etkili öğretim teknikleri ortaya çıkmıştır. Bu tekniklerden birisi olan Zeki Öğretim Sistemi (ZÖS) ile çevrimiçi öğrenme günümüzde çok popüler hale gelmektedir [1, 2].

ZÖS; neyi öğreteceğini, kime öğreteceğini ve nasıl öğreteceğini bilen bilgisayar tabanlı bir sistemdir [3]. ZÖS' ün, öğrencilere kendi kendilerine öğrenme imkânı yaratması, her bir öğrenciye göre bireysel eğitim sunması, zeki yardım ve yönlendirme yapması, zaman ve mekândan bağımsız bir şekilde çalışmayı sağlaması nedeniyle eğitim alanında uygulamaları oldukça artmıştır [1].

Zeki öğretim sistemlerindeki en önemli unsurlardan biri öğrencinin öğrenme düzeyini belirlemektir. Öğrencinin öğrenme düzeyini belirlemek için geliştirilen teorilerden başlıca ikisi; Klasik Test Teorisi(KTT) ve Madde Yanıt Teorisi(MYT). KTT, geliştirilen ilk modern ölçme teorisi olma özelliği taşımaktadır. Bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle birlikte MYT'yi kullanan Bilgisayar Uyarlamalı Test (BUT) yöntemi ortaya çıkmıştır. BUT, önceden hazırlanmış bir madde havuzundan öğrencinin cevaplarının doğruluğuna göre uygun maddelerin seçilerek uygulandığı bir test biçimidir [4, 5]. KTT'de her adaya aynı test verilirken BUT yönteminde her adaya farklı test verilir. Çünkü BUT yönteminde sorular öğrencinin yetenek düzeyine uygun olarak seçilmektedir. Bunun sonucu olarak KTT'de test uzunluğu ve süresi sabitken BUT' da öğrencinin öğrenme düzeyine göre değişkenlik göstermektedir.

* Sorumlu Yazar (Corresponding Author)

e-posta: nursal@gazi.edu.tr

Digital Object Identifier (DOI) : 10.2339/2012.15.3, 127-134

BUT yönteminde test sonucu anında belirlenirken KTT'de belirlenmemektedir [5, 6].

BUT ile ilgili olarak yapılmış bazı bilimsel çalışmalar bulunmaktadır. Çisar ve arkadaşları, C++ öğrenen öğrencilerin öğrenme düzeylerini belirlemek için Matlab'da bir program geliştirerek BUT yöntemini uygulamışlardır. Ancak bu çalışmada en uygun bir sonraki madde BUT yönetimindeki madde bilgi fonksiyonu kullanılarak seçilmemiştir. Bunun yerine maddeler kolay, orta ve zor düzeylerine ayrılmakta ve bir sonraki madde buna göre öğrenciye sorulmaktadır [7]. Antal ve arkadaşları bilgisayar tabanlı test sistemleri ile BUT'u karşılaştırarak avantaj ve dezavantajlarını tartışmışlar ve BUT'u uygulamak için gerekli olan adımları ve matematiksel alt yapıyı özet bir şekilde açıklamışlardır. Ancak bu çalışmada BUT'u ZÖS içinde kullanmak için bir model önerisi bulunmamaktadır [8]. Ju ve Bork, BUT'u uygulamak için gerekli olan adımları matematiksel modeli vermeden belirterek, BUT'un uzaktan eğitim ve bilgisayar destekli eğitim için önemini vurgulamışlardır [9]. Triantafillou ve arkadaşları BUT'un mobil araçlarda uygulanmasıyla ilgili olarak prototip bir sistem geliştirerek, sistemi kullanan kullanıcı ve uzmanlardan aldığı bilgilere göre sistemin ve BUT'un avantaj ve dezavantajlarını ortaya koymuştur [10]. Phankokkruad ve Woraratpanya, BUT'u internet üzerinde uygulamak için kendi geliştirdikleri web servisini kullanarak Asp.Net ortamında İngilizce okuduğunu anlama testiyle ilgili web tabanlı bir uygulama geliştirmişlerdir ve bu web servisinin platformdan bağımsız olarak her ortamda kullanılabilirliğini öne sürmüşlerdir [11].

Bu çalışmada öğrencinin öğrenme düzeyini öğrenciye göre uyarlanmış bir şekilde belirlemek amacıyla BUT yöntemini kullanan prototip bir ZÖS geliştirilmiştir. Prototip ZÖS'de öğrencinin öğrenme düzeyini belirlemek için klasik test yöntemi yerine BUT yöntemi kullanılmasının sebebi, bu yöntemin öğrencinin yetenek düzeyini belirleyebilmesi ve o yetenek düzeyine uygun sorular sormasıdır. Zaten zeki öğretim sistemlerindeki en temel amaç öğrenciye göre uyarlamalı bir ortam sağlayabilmektir. İşte bu amacı BUT yönetimi iyi bir şekilde karşılamaktadır.

2. YÖNTEM (METHOD)

Bu çalışmada, ayrıntıları kesim 2.2'de açıklanacak modele bağımlı kalınarak öğrenci bilgisini BUT yöntemi ile değerlendiren ve öğrenciye eksik olduğu konu ve sayfalar bağlamında zeki yardım sağlayan prototip bir ZÖS geliştirilmiştir. BUT yönteminin matematiksel ve algoritmik yapısı kesim 2.1'de açıklanırken geliştirilen prototip ZÖS'ün geliştirilmesinde temel alınan model ve değerlendirme sistemi kesim 2.2'de açıklanmaktadır.

2.1. Bilgisayar Uyarlamalı Test (BUT) Yöntemi (CAT Method)

BUT yönteminde, bilgisayar önceden belirlenmiş bir soru grubunu sırayla uygulamak yerine, soruları testin gidişine göre öğrencinin yetenek düzeyine uygun

olacak şekilde seçerek sormaktadır. Çünkü bir bireye kendi yetenek düzeyinin çok üstünde (çok zor) sorular sormak ya da yetenek düzeyinin çok altında sorular sormak (çok kolay) testi alanın yetenek düzeyini belirlemek için çok fazla bilgi sağlamamaktadır. Ayrıca kişinin yetenek düzeyine uygun olmayan sorular sormak kişinin sıkılmasına da neden olabilmektedir. BUT yönteminin en önemli avantajı öğrencinin bilgi düzeyini tahmin etmek için gerekli olan soru sayısını ve süreyi kısaltmasıdır[12]. Geleneksel test ile uyarlamalı test arasındaki farklar Tablo 1'de özet olarak verilmektedir [6].

Tablo 1. Geleneksel test ile uyarlamalı test arasındaki farklar

	Geleneksel test	Uyarlamalı test
Testin uygulanması	Her adaya aynı test verilir	Her adaya farklı test verilir
Testin zorluk düzeyi	Ortalama düzeydeki adaya göre	Her adayın kendi düzeyine göre
Test uzunluğu	Her aday için aynıdır. Nispeten daha uzundur.	Her bir aday için farklıdır. Nispeten kısadır.
Testin zamanı	Bütün adaylara belirli bir süre verilir.	Test süresi öğrenci düzeyine uygun olarak belirlenir.
Test organizasyonu	Çok zaman gerektirir.	Az zaman gerektirir.
Anında sonuç alma	Hayır	Evet

Uyarlamalı testler, iteratif bir süreç olup; ölçme aracından seçilen maddeler kullanılarak gerçekleştirilir. Maddeler, bireyin θ yetenek düzeyi ile eşleşecek şekilde seçilir. Bu süreçte ilk olarak, soru bankasındaki maddelerden orta derecede zorluğa sahip olan bir madde seçilir ve birey yanıt verir. Verilen yanıtı göre bireyin θ düzeyine ilişkin tahmin elde edildikten sonra, soru bankasındaki hangi maddenin bireyin θ tahmini için en fazla bilgi sağlayacağına karar verilir. Madde havuzundaki her maddenin bir zorluk değeri vardır. Eğer maddeye doğru yanıt verilirse madde havuzundan bir sonraki soru olarak seçilen madde biraz daha zor; yanlış cevap verilirse seçilen madde biraz daha kolay olur. Maddelere verilen yanıtlara dayalı olarak, yeni bir θ tahmini hesaplanır. Yani her bir madde cevaplandıktan sonra θ yetenek düzeyi yeniden değerlendirilerek tahmin edilir ve bu düzeye uygun bir sonraki madde seçilir. Bu süreç önceden belirlenmiş güvenilirlik düzeyi veya durdurma kuralı gerçekleşene kadar devam eder [5, 13-16].

BUT yönteminde ana amaç öğrenci bilgi düzeyinin sayısal bir değerle ifade edilmesidir. BUT yönteminin algoritması öğrencinin bilgi düzeyinin başlangıç tahmini ile başlayan ve aşağıdaki adımları

takip eden yinelemeli bir algoritmadır. Bireyin başlangıç yetenek düzeyi hakkında bir kestirimde bulunulurken orta zorluk derecesinde bir soru seçmek iyi bir yaklaşımdır.

1. Öğrencinin güncel bilgi düzeyi tahminine göre sorulacak olan bir sonraki en iyi maddeyi belirlemek için henüz öğrenciye sorulmamış tüm maddeler incelenerek uygun madde belirlenir.
2. Belirlenen madde sorulur ve öğrenci cevabı alınır.
3. Cevaba göre öğrencinin yetenek düzeyi tahmini hesaplanır.
4. Adım 1-3 arası testi sonlandırma kriteri gerçekleşene kadar tekrar edilir [12, 15, 17].

BUT yöntemi uygulanırken madde yanıt teorisi kullanılmaktadır. Madde yanıt teorisinin matematiksel alt yapısı ve yukarıda verilen algoritmadaki 1 ve 3. adımların madde yanıt teorisi ile gerçekleştirilmesi aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

BUT yönteminin teorik alt yapısı Madde Yanıt Teorisi (MYT) tarafından tanımlanmaktadır. Ayrıca bilgisayar ortamında bireye uyarlanmış testler için kullanılacak en uygun matematiksel kuram Madde Yanıt Teorisi'dir (Item Response Theory). Bu kuramın en önemli noktası yetenek kestirimlerini uygulanan sorulardan bağımsız olarak vermesidir. Aynı bireye farklı sorular içeren iki farklı test uygulanırsa bile kestirilen yetenek düzeyi farklı olmaz [12, 18].

Klasik test kuramından farklı olarak, MYT'nin önermesi: "öğrencilerin maddeye yönelik performansı, maddenin özellikleri (item characteristics) ve öğrencinin özelliklerine (person characteristics) bağlıdır." şeklindedir. MYT öğrenci tarafından verilen cevapları daha iyi kullandığından dolayı daha güçlüdür. Ayrıca öğrenci bilgisini daha hızlı ve daha doğru bir şekilde tahmin edebilir [17].

2.1.1. Öğrenci Yeteneğinin Tahmin Edilmesi (Estimation of Student Ability)

Öğrencinin i . maddeyi doğru cevaplama olasılığını belirleyen $P(\theta)$ değeri öğrenci yeteneği tahmin edilirken kullanılmaktadır. Her yeni yetenek tahmini öğrenci soruyu cevapladıktan sonra tekrar hesaplanmaktadır. Bu aşamada verilen yanıt yapısı için, en çok olabirlik yaklaşımı (maximum likelihood) ya da Bayesçi yaklaşımlar kullanılarak θ yetenek düzeyine ilişkin tahmin değeri güncellenir [5]. Bu çalışmada $P(\theta)$ değeri hesaplanırken 3 parametrelilik model kullanılırken, yetenek düzeyinin tahmini için aşağıda verilen maximum likelihood yöntemi kullanılmıştır (eşitlik 1) [5, 14, 19-21].

$$\theta_{s+1} = \theta + \frac{\sum_{i=1}^N a_i [u_i - P_i(\theta_s)]}{\sum_{i=1}^N a_i^2 P_i(\theta_s) Q_i(\theta_s)} \quad (1)$$

$$\text{burada } P_i(\theta) = c_i + (1 - c_i) \frac{e^{Da_i(\theta - b_i)}}{1 + e^{Da_i(\theta - b_i)}} \quad (2)$$

- θ_{s+1} : Soru cevaplandıktan sonra hesaplanacak olan yetenek tahmini.
- θ_s : s. tekrardaki yetenek tahmini.
- a_i : i . maddenin ayırt edicilik parametresidir. $i=1,2,3,\dots,N$.
- b_i : i . Maddenin madde güçlük düzeyidir.
- c_i : Şansa bağlı tahmin parametresi
- N : O zamana kadar cevaplanmış soru sayısı ya da numarası.
- u_i : i . maddeye öğrencinin verdiği cevap. $u_i=1$ ise doğru cevap; $u_i=0$ ise yanlış cevap.
- $P_i(\theta_s)$: i . maddenin θ_s yetenek düzeyinde doğru cevaplandırılma olasılığı.
- $Q_i(\theta_s) = 1 - P_i(\theta_s)$ 'dir ve i . maddenin θ_s yetenek düzeyinde yanlış cevaplandırılma olasılığıdır.
- D : Ölçek indeksidir ve değeri 1.702'dir.
- e : Doğal logaritma tabanıdır ve hesaplamalarda $e=2.71828$ olarak alınabilir.
- i : Madde numarasıdır. $i=1,2,3,\dots,n$ şeklinde değerler alır. n toplam madde sayısıdır

2.1.2. Öğrenci Yetenek Düzeyine Uygun Madde Seçimi (Choosing The Appropriate Item On The Level Of The Student Talent)

Yetenek düzeyine uygun olarak madde seçimi yapılırken öğrenciye sorulmamış tüm maddeler, θ düzeyine göre hangi maddenin sıradaki en iyi madde olacağına karar vermek için değerlendirilir. Maksimum bilgi yaklaşımına göre, sıradaki en iyi madde, θ düzeyinde en fazla bilgiyi sağlayandır. Bu yüzden, bu aşamada, her bir madde için $I_i(\theta)$ en güncel θ tahmini kullanılarak değerlendirilebilir [5]. $I_i(\theta)$ madde bilgi fonksiyonudur. Maksimum bilgi yaklaşımına göre bu fonksiyonu maksimize eden madde, yetenek düzeyine uygun bir sonraki madde olarak seçilir.

Bu çalışmada 3 parametrelilik modele göre aşağıda verilen madde bilgi fonksiyonu kullanılmıştır [19].

Üç parametrelilik model için madde bilgi fonksiyonu:

$$I_i(\theta) = a_i^2 \left[\frac{Q_i(\theta)}{P_i(\theta)} \right] \left[\frac{(P_i(\theta) - c_i)^2}{(1 - c_i)^2} \right] \quad (3)$$

2.1.3. Testi Durdurma Kuralları (Test Stopping Rules)

Testi durdurma işlemi için aşağıdaki yöntemlerden bir tanesi kullanılabilir:

1. **Tüm maddeler bittiğinde:** Genellikle madde sayısı az olan testlerde tüm maddeler öğrenciye uygulandıktan sonra gerçekleşir [6].
2. **Maksimum test uzunluğuna ulaşıldığında:** Önceden belirlenen madde sayısına ulaşıldığında test bitirilir. Her öğrenciye aynı sayıda madde uygulanır [6, 18].
3. **Yetenek tahmini yeterli doğrulukta olduğu zaman:** Her cevap yetenek ölçümü için daha fazla istatistiksel bilgi sağlar. Standart hatayı azaltarak doğruluk ya da hassasiyet artırılır.

$$\text{Standart hata } SE(\theta) = \frac{1}{\sum_{i=1}^N a_i^2 P_i(\theta) Q_i(\theta)} \quad (4)$$

istenilen hassasiyette olduğu zaman test durdurulur. Tipik bir standart hata 0.2'dir [6].

Bu çalışmada testi durdurma kuralı olarak belirli bir süre (dakika olarak) ya da madde sayısı kriteri kullanılabilir.

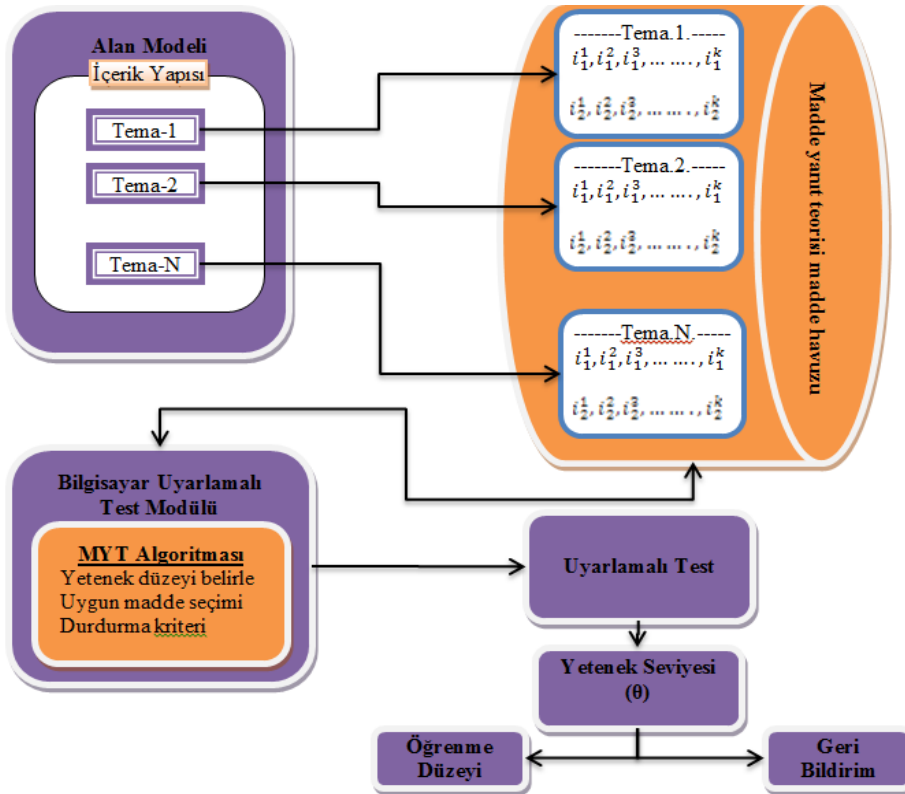
2.2. Bilgisayar Uyarlamalı Test Modülü ve Zeki Öğretim Sistemi(Computer Adaptive Test Module and Intelligent Tutoring System)

Bilgisayar uyarlamalı testlerin tasarlanması için gerekli olan matematiksel ve algoritmik alt yapı yukarıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Bu çalışmada bu alt yapıya bağımlı kalınarak öğrencinin seviyesini belirlemek için klasik test yöntemi yerine BUT yönteminin kullanılması önerilmiştir. Çünkü BUT yöntemi öğrencinin yetenek düzeyini belirleyebilmekte

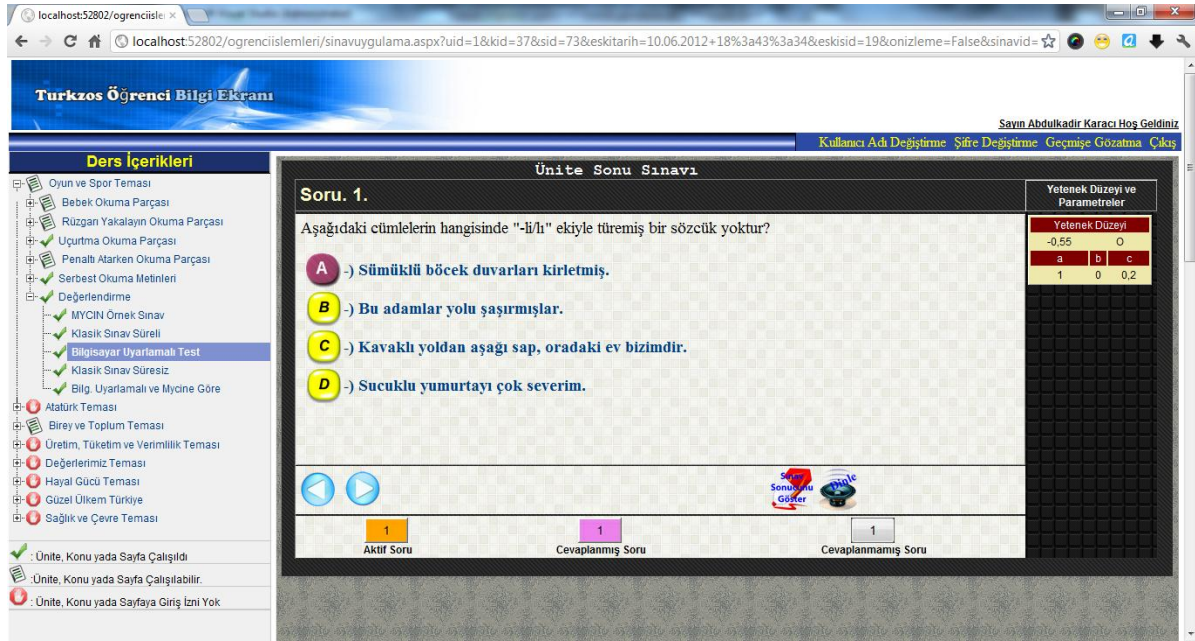
ve o yetenek düzeyine uygun sorular sormaktadır. Zaten zeki öğretim sistemlerinin en temel amacı da, öğrenciye göre uyarlamalı bir ortam sağlayabilmektir. İşte bu amacı BUT yöntemi iyi bir şekilde karşılamaktadır. Önerilen model'in mimarisi şekil 1'de gösterilmektedir.

ASP.net ortamında C# kullanılarak prototip ZÖS içinde geliştirilen BUT temelli sınav modülünün çalışma prensibi şu şekilde gerçekleşmektedir.

1. Sorular öğretmen tarafından tanımlanarak madde havuzu oluşturulmaktadır. Sorular tanımlanırken her sorunun alan modelinde bağlı olduğu konu ve sayfalar da sisteme girilmektedir. Madde havuzu oluşturulurken çoktan seçmeli, boşluk doldurma ve doğru-yanlış türünde sorular madde havuzuna girilebilmektedir.
2. Madde havuzundaki istenen sorular, öğretmen tarafından sınava aktarılarak sınav oluşturulmaktadır. Sınav oluşturulurken sınavı bitirme kuralı olarak süre ya da belirlenen maksimum soru sayısı seçilebilir.
3. Öğrenci sisteme girerek sınav sorularını cevaplamaktadır. Öğrencinin sınav sorularını cevapladığı sınav ekranı şekil 2'de gösterilmektedir. Öğrenciler sınav boyunca daha önce cevapladıkları sorulara geri dönerek cevaplarını kontrol edemez ve cevaplar üzerinde değişiklik yapamazlar.



Şekil 1. Geliştirilen ZÖS modeli



Şekil 2. Sınav Uygulama Ekranı

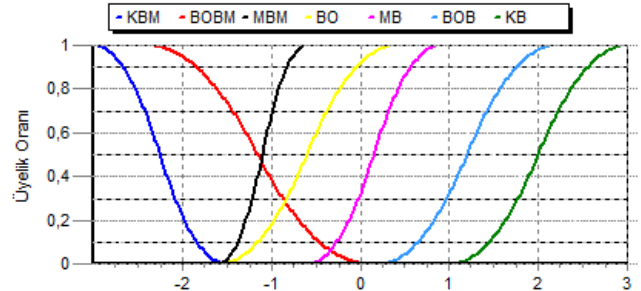
4. Öğrenci sınavı bitirdiğinde öğrencinin öğrenme düzeyi önerilen değerlendirme yöntemine göre belirlenerek öğrenciye bildirilmektedir. Bunun yanı sıra öğrencinin eksik olduğu konu ve sayfalar da öğrenciye geri bildirim olarak bildirilmektedir.

Geliştirilen sistemde BUT yöntemine göre hesaplanan öğrenme düzeyi puanı Baker'dan faydalanılarak oluşturulan PI tipi bulanık kümeler vasıtasıyla öğrenme düzeyi dilsel ifadesine dönüştürülmektedir. Bu dönüşümde Tablo2'de verilen bulanık küme sınır değerleri kullanılmaktadır.

Tablo 2. Bulanık küme sınır değerleri

Bulanık Küme (Öğrenme Düzeyi Puanı (ODP))	Sınır
Kesinlikle Bilmiyor (KBM)	$-3 \leq ODP \leq -1.6$
Büyük Olasılıkla Bilmiyor (BOBM)	$-2.4 \leq ODP \leq 0$
Muhtemelen Bilmiyor (MBM)	$-1.5 \leq ODP \leq -0.6$
Biliyor Olabilir (BO)	$-1.5 \leq ODP \leq 0.4$
Muhtemelen Biliyor (MB)	$-0.5 \leq ODP \leq 0.9$
Büyük Olasılıkla Biliyor (BOB)	$0.21 \leq ODP \leq 2.2$
Kesinlikle Biliyor (KB)	$1.1 \leq ODP \leq 3$

Öğrenme düzeyi puanının öğrenme düzeyi dilsel ifadesine dönüştürülmesinde kullanılan bulanık kümeler şekil 3'de grafiksel olarak gösterilmektedir.



Şekil 3. Öğrenme düzeyi dilsel ifadesi için Bulanık Kümeler

3. BULGULAR VE TARTIŞMA (FINDINGS AND DISCUSSION)

Geliştirilen sınav modülü prototipi deneysel olarak test edilmiş olup, deneysel sonuçlar tablo 3'de gösterilmektedir. Sistemi test etmek amacıyla, madde havuzu 70 maddeden oluşan örnek bir sınav oluşturulmuştur. Sınava giren öğrenciye yetenek düzeyine göre bu madde havuzundan 20 soru sorulmaktadır. Yani sınav bitirme kriteri olarak soru sayısı seçilmiştir. Tablo 3'de görüldüğü gibi sistemde 4 farklı uygulama (A, B, C, D) yapılmıştır. Sınavdan başarılı olmak için ulaşılabilecek öğrenme düzeyi en az Büyük Olasılıkla Biliyor (BOB) olarak belirlenmiştir.

Tablo 3. Deneysel sınav sonuçları

Uyg. Kodu	Sınav No	Başlangıç Yetenek Düzeyi	Doğru Cevap Sayısı	Yanlış Cevap Sayısı	Yetenek Düzeyi Puanı	Öğrenme Düzeyi Dilsel İfade
A	A-1	-0,6 (O)	11	9	-0,62	MBM
	A-2	-0,62(O)	13	7	1,57	BOB
B	B-1	-0,6 (O)	14	6	-0,01	BO
	B-2	-0,01 (O)	15	5	0,61	MB
	B-3	0,61(I)	12	8	1,52	BOB
C	C-1	-0,6(O)	8	12	-0,88	MBM
	C-2	-0,88(K)	15	5	-0,03	BO
	C-3	-0,03(O)	13	7	-0,37	BO
	C-4	-0,37(O)	15	5	1,88	BOB
D	D-1	-0,6(O)	13	7	-0,52	BO
	D-2	-0,52(O)	8	12	-0,78	MBM
	D-3	-0,78(O)	9	11	-1,53	BOBM
	D-4	-1,53(K)	12	8	-0,71	MBM
	D-5	-0,71(O)	16	4	2,33	KB

“A” sınavında öğrenci 2 deneme sonucunda Büyük Olasılıkla Biliyor (BOB) öğrenme düzeyine ulaşırken “C” sınavında 4 deneme sonucunda bu düzeye ulaşmıştır. Tablo 3’de de görüldüğü gibi eğer öğrenci sınavda BOB düzeyine ulaşamamışsa bir sonraki sınav bir önceki sınavdaki yetenek düzeyi ile başlamaktadır. Böylece bir önceki sınav bir sonraki sınavı etkilemektedir. Çünkü BUT yönteminde öğrenciye sorulan soru yetenek düzeyine uygun zorlukta olmaktadır. Eğer öğrencinin yetenek düzeyi bir önceki sınavda çok düşük seviyede ise bir sonraki sınavta çok kolay bir soru ile başlamaktadır. Böylece öğrenciye göre uyarlama sağlanmaktadır.

“B-2”, “C-2” ve “C-4” sınav sonuçlarına göre 15 soru doğru cevaplanırken 5 soru yanlış cevaplanmıştır. Bu üç sınav sonucu karşılaştırıldığında çelişki varmış gibi görünmektedir. Çünkü bu üç sınavdaki doğru ve yanlış cevaplanan soru sayıları aynı olmasına karşın öğrenme düzeyleri farklı hesaplanmıştır. Aslında burada bir çelişki yoktur. Bu farklılığın sebebini Markovic ve arkadaşları [22] şu şekilde açıklamaktadır:

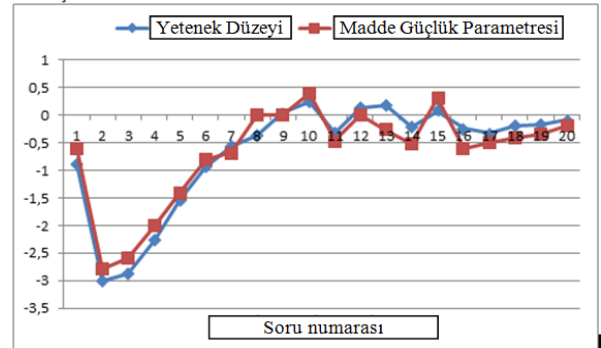
“BUT’da sorular öğrencinin bireysel performansına göre seçilerek öğrenciye sunulur. Öğrenci soruyu doğru cevapladığında bir sonraki soru daha zor bir soru olurken, yanlış cevapladığında daha kolay bir soru olmaktadır. Puan soruların zorluk düzeyine göre belirlenmektedir. Sonuç olarak öğrenciler benzer oranda soruya doğru cevap vermelerine karşın yüksek yetenekli öğrenciler daha zor sorulara doğru cevap verdiğinden dolayı daha yüksek bir puan alacaklardır.”

Buradan çıkan sonuca göre bu değerlendirme türünde yanlış ve doğru cevaplanan soru sayısı her zaman önem arz etmemektedir. Bu sayılar değerlendirilirken başlangıç yetenek düzeyi, öğrencilerin hangi zorluk düzeyindeki sorulara doğru ya da yanlış cevap verdikleri bilgileri de göz önünde

bulundurularak değerlendirilmelidir. Zaten doğru ya da yanlış cevap sayısına bakılarak karar verilmiş olsaydı klasik değerlendirmeden bir farkı kalmazdı.

Benzer şekilde “B-2” ve “B-3” sınav sonuçlarına bakıldığında “B-3” sınavında öğrenci daha fazla soruyu yanlış cevaplamasına karşın öğrenme düzeyi daha yüksek çıkmaktadır. Bunun sebebi “B-3” sınavında öğrencinin başlangıç yetenek düzeyinin yüksek olması ve “B-2” sınavına göre daha zor soruların öğrencinin karşısına gelmesidir.

Şekil 4’de C-2 sınavının ayrıntıları gösterilmektedir. Sınav ayrıntılarına bakıldığında öğrenci sorulara doğru cevap verdikçe yetenek düzeyi yükselmekte ve sorulan bir sonraki soru daha zor olmaktadır. Tam tersine sorulara yanlış cevap verdiğinde ise yetenek düzeyi düşmekte ve sorulan bir sonraki soru daha kolay olmaktadır. Madde zorluk parametresi, yetenek düzeyine bağlı olarak eş zamanlı olarak artmakta ve azalmaktadır.



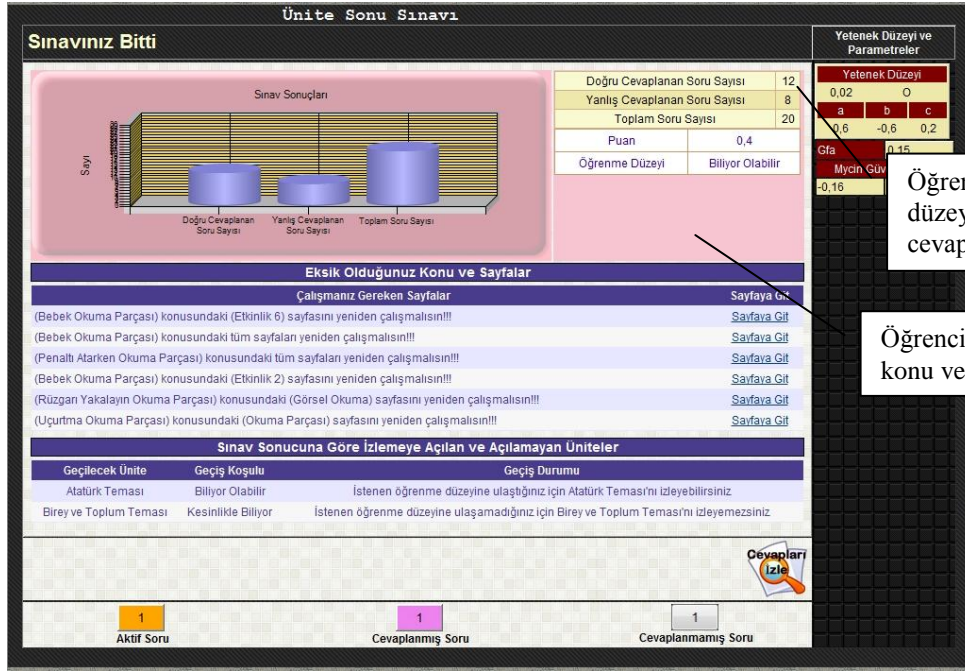
Şekil 4. Yetenek düzeyine göre madde güçlük parametresinin belirlenmesi

Geliştirilen değerlendirme sistemi ayrıca sınav sonucuna göre öğrenciye geri bildirim vermektedir. Bu geri bildirimde doğru ve yanlış cevap sayısı, öğrenme düzeyi puanı ve dilsel ifadesi, öğrencinin eksik olduğu konu ve sayfalar öğrenciye bildirilmektedir. Sınav sonuç ve geri bildirim ekranı şekil 5’de gösterilmektedir. Bu ekranda öğrenci eksik olduğu konulara tıklayarak konuları tekrar çalışabilmektedir. Eğer öğrenci konuları çalışmadan tekrar sınava girmek isterse sınava girmesine izin verilmemektedir.

anında geri bildirim olarak verme gibi özelliklerinden dolayı bireyselleştirilmiş sınav için etkili bir yöntemdir.

5. KAYNAKLAR(REFERENCES)

- 1) Körez, A, Durum Tabanlı Öğrenci Modeli İle Zeki Öğretim Sistemi(ZÖS) Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2009.
- 2) Rishi, “O. P.”, Govil, “R.”, and Sinha, “M.”, Distributed Case Based Reasoning for Intelligent Tutoring System: An Agent Based Student Modeling Paradigm, World Academy of Science, Engineering and Technology, 29, 273-276, 2007.



Şekil 5. Sınav sonuç ve geri bildirim ekranı

4. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Bu çalışmada bilgisayar uyarlamalı testlerin zeki öğretim sistemi içinde kullanılması için gerekli olan alt yapının matematiksel ve algoritmik modeli verilmiştir. Önerilen bu modele bağımlı kalınarak web ortamında BUT kullanan prototip bir ZÖS geliştirilmiştir. ZÖS’de en önemli konu öğrencinin öğrenme düzeyini tespit etmek ve buna göre yönlendirme yapmaktır. Önerilen model vasıtasıyla öğrencinin öğrenme düzeyi bilgisayar uyarlamalı test kullanılarak klasik test yöntemine göre daha esnek, daha hızlı, daha doğru bir şekilde ve sorulardan bağımsız olarak hesaplanabilmektedir. Çünkü BUT yöntemi öğrencinin yetenek düzeyini belirleyebilmekte ve o yetenek düzeyine uygun sorular sormaktadır. Zaten zeki öğretim sistemlerinin en temel amacı da, öğrenciye göre uyarlamalı bir ortam sağlayabilmektir. İşte bu amacı BUT yöntemi iyi bir şekilde karşılamaktadır. Bu nedenle ZÖS içinde BUT yöntemi kullanıldığında öğrenci yetenek düzeyini belirlemek için başka bir yöntem ihtiyacı kalmamaktadır.

BUT yöntemi her öğrenciye göre farklı ve benzersiz sınav oluşturma, sınav sonucunu öğrenciye

Öğrencinin puanı, öğrenme düzeyi, doğru ve yanlış cevapladığı soru sayısı.

Öğrencinin eksik olduğu konu ve sayfalar

- 3) Dağ, F., Zeki Öğretim Sistemi Bileşenlerinin Prolog İle Gerçekleştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2003.
- 4) Kaptan, F., Yetenek Kestiriminde Adaptive (Bireyselleştirilmiş) Test Uygulaması İle Geleneksel Kağıt-Kalem Testi Uygulamasının Karşılaştırılması, Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 1993.
- 5) Öztuna, D., Kas-İskelet Sistem Sorunlarının Özürlülük Değerlendirmede Bilgisayar Uyarlamalı Test Yönteminin Uygulanması, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2008.
- 6) Jian-quan, “T.”, Dan-min, “M.”, Xia, “Z.”, Jing-jing, “G.”, An Introduction to the Computerized Adaptive Testing, US-China Education Review, 4(1), 72-81, 2007.
<http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED497385.pdf>.
- 7) isar, P., Computer adaptive testing for student's knowledge in C++ exam, Computational Intelligence and Informatics (CINTI), (2010) 11th International Symposium on , 263-266, 18-20 Nov., 2010. doi: 10.1109/CINTI.2010.5672235
URL:<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5672235&isnumber=5672216>
- 8) Antal, “M.”, Eros, “L.”, Imre, “A.”, Computerized adaptive testing: implementation issues , Acta Univ.

- Sapientiae Informatica, 2(2), 168-183 2010. <http://arxiv.org/abs/1012.0042>.
- 9) Ju, G., N., Bork, A., The Implementation of an Adaptive Test on the Computer, Fifth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'05), 822-823. 2005. Doi: 10.1109/ICALT.2005.274
- 10) Triantafillou, "E.", Georgiadou, "E.", Economides, "A.", The design and evaluation of a computerized adaptive test on mobile devices, Computers & Education, 50(4), 1319-1330, 2008. Doi: 10.1016/j.compedu.2006.12.005
- 11) Phankokkruad, "M.", Woraratpanya, "K.", Web Service Architecture for Computer-Adaptive Testing on e-Learning, Proceedings of World Academy of Science Engineering Technology, 48, 347-351, 2008.
- 12) Kalender, İ., Bilgisayar Ortamında Bireyselleştirilmiş Testlerin Eğitimde Kullanımı, XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı, İnönü Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Malatya, 2004.
- 13) Erdoğan, B., Computer Based Testing: Evaluation of Question Classification for Computer Adaptive Testing, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2009.
- 14) Tao, "Y.-H.", Wu, "Y.-L.", Chang, "H.-Y.", A Practical Computer Adaptive Testing Model for Small-Scale Scenarios, Educational Technology & Society, 11(3), 259-274, 2008. http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/search/recordDetails.jsp?ERICExtSearch_SearchValue_0=EJ814129&searchtype=keyword&ERICExtSearch_SearchType_0=no&pageLabel=RecordDetails&accno=EJ814129&nfls=false&source=ae
- 15) Guzmán, E., Conejo, R. A Model for Student Knowledge Diagnosis Through Adaptive Testing, In Proceedings of 7th International Conference Intelligent Tutoring Systems, ITS2004 Brasil, 12-21, 2004. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.99.934>
- 16) Karahoca, A., Karahoca, D., Ince, F., ANFIS supported question classification in computer adaptive testing (CAT), Soft Computing, Computing with Words and Perceptions in System Analysis, Decision and Control, ICSCCW (2009). Fifth International Conference on , 1-4., 2009. DOI: 10.1109/ICSCCW.2009.5379498.
- 17) Guzmán, "E.", Conejo, "R.", Adaptive testing for hierarchical student models, User Model User-Adap Inter, 17, 119-157, 2007. DOI: 10.1007/s11257-006-9018-1
- 18) Ponsoda, "V", Overview of computerized adaptive testing special section , Psicológica, 21(1), 115-120, 2000.
- 19) Baker, F. B., The Basics of Item Response Theory, ERIC Clearinghouse on Assessment and Evaluation, Second Edition, 2001. <http://echo.edres.org:8080/irt/baker/>
- 20) Hambleton, R. K., Swaminathan, H., and Rogers, H. J., Fundamentals of Item Response Theory, Newbury Park, London, New Delhi: SAGE Publications, 1991. <http://books.google.com/books?id=cmJU9SHCzecz&printsec=frontcover&hl=tr#v=onepage&q&f=false>
- 21) Yurdugül, "H.", Çoktan Seçmeli Testlerde Klasik Güvenirlilik Terimlerinin Madde-Yanıt Kuramından Elde Edilmesi, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 39(2), 27-44, 2006.
- 22) Markovic, "S.", Jovanovic, "Z.", Jovanovic, "N.", Jevremovic, "A", Popovic, "R.", Adaptive distance learning and testing system, Comput Appl Eng Educ, 2010. Published online in Wiley Online Library. doi: 10.1002/cae.20510.