



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2010, Volume: 5, Number: 2, Article Number: 1A0070

ENGINEERING SCIENCES

Received: March 2009

Accepted: March 2010

Series : 1A

ISSN : 1308-7231

© 2010 www.newwsa.com

Ferhat Bahçeci

Mehmet Gürol

Firat University

ferhatb@firat.edu.tr

mgurool@firat.edu.tr

Elazig-Turkey

**EĞİTİMDE AKILLI ÖĞRETİM SİSTEMLERİ UYGULAMALARINA YÖNELİK BİR MODEL
ÖNERİSİ**

ÖZET

Bu çalışmada, bir öğrencinin ders hakkındaki durumunu akıllı öğretim sistemleri ile tespit eden bir sistem tasarlanmıştır. Hazırlanan sistemin uzman bilgi modülü, alan bilgisi ve kural tabanı olarak iki bileşen halinde tasarlanmıştır. Alan bilgisi bileşeni, öğretim konularını kapsayan bir ders olarak, kural tabanı ise konulara ait alıştırmalarda öğrenci hatalarını bulmak ve isteğe bağlı ipuçları, açıklama ve kişiselleştirilmiş geribildirimler sunmak üzere oluşturulmuş bir kurallar listesidir. Bu sistemin amacı öğrencinin bilgisini, alan bilgisi ile eş duruma getirmektir. Akıllı sistemin bu ölçme modülü sayesinde öğrencinin ders hakkındaki durum bilgisi insana ihtiyaç duymadan belirlenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Öğretim Sistemi, Yapay Zekâ, Öğrenci Durum Tespiti, Bulanık Mantık, Ders

**A MODEL PROPOSAL ON APPLICATIONS OF INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS IN
THE EDUCATION**

ABSTRACT

A system, which assesses a student's level in a certain lesson by using intelligent tutoring systems, has been designed in this study. The system's expert knowledge module is designed to be made up of two components, field knowledge and rule base. The component of field knowledge is a course that encompasses all educational subjects whereas the rule base component is a list of rules, which evaluates errors made by students in exercises related subjects and, if requested, is formed in order to provide personal feedback, explanations and tips. The aim of this system is to bring the student's knowledge on par with the field knowledge. Thanks to this measurement module of the intelligent system it is possible to evaluate the student's level in any lesson without manual intervention.

Keywords: Intelligent Tutoring System, Artificial Intelligence, Student Assessment, Fuzzy Logic, Lesson

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüzde hızla gelişen bilgisayar teknolojisi, gelişimi ile paralel birçok sistemle bütünleşik olarak çalışabilen kullanım alanları her geçen gün yaygınlaşan bir sektör haline gelmiştir. Bu durumdan etkilenen eğitim bilimleri alanında da bilgisayar teknolojisi farklı ve etkin uygulama şekilleri ile kullanılmaktadır. Eğitim alanında bilgisayar teknolojisinin kullanımı 1960'lı yıllarda önem kazanmaya başlamıştır. Bugün de hala geçerliliğini koruyan ilk uygulamalar, bu alanda çalışanların iş yükünü azaltacak nitelikteki uygulamalardır. Sınavların değerlendirilmesi, ders programlarının ve karnelerin düzenlenmesi gibi öğrenci işleri uygulamaları verilebilecek örneklerden birkaç tanesidir. Eğitim sisteminin en önemli problemlerinden birisi de artan dünya nüfusu ile paralel olarak artan öğrenci sayısıdır. Bu problem karşısında öğretmenler, farklı bilgi seviyesi, ilgi ve yetenekteki çok sayıda öğrenci için aynı öğretim amaçlarının belirlendiği, bu amaçlar doğrultusunda öğretimin gerçekleştirildiği bir metodu uygulamak zorunda kalmaktadırlar. Bireysel öğretimin uygulanmadığı bu metod, yeterli geribildirim sağlanamaması, öğrencilerin kişisel zayıflıklarının ve üstünlüklerinin belirlenememesi gibi problemleri de beraberinde getirmektedir.

Bu problemlere çözüm arayışı içinde yapılan araştırmalar doğrultusunda öğrencinin bilgisayarla etkileşimli çalışarak öğrenme-öğretme faaliyetlerinin gerçekleştirilebileceği, öğreticilik rolünü bilgisayarların üstlendiği eğitim modellerinin geliştirilmesi fikri önem kazanmaya başlamıştır. Bu çerçevede yapılan pek çok araştırma ve geliştirilen eğitim yazılımı uygulamaları ile öğrenciye bilgisayar desteğiyle sunulabilecek özel bilgi, değerlendirme ve yönlendirme şeklindeki eğitimin sağlayacağı yararlar kanıtlanmaya çalışılmıştır. Bu çabalar, Bilgisayar Destekli Öğretim (Computer Assisted Instruction) olarak adlandırılan yeni bir araştırma ve çalışma alanının doğuşunu sağlamıştır.

Bilgisayar destekli öğretim (BDÖ), bilgisayarın programlanan dersler yoluyla öğrencilere bir konu ya da kavramı öğretmek veya önceden kazanılan davranışları pekiştirmek amacıyla kullanılmasıdır (Yalın, 2000). Bu yöntemde, bilgisayarın bir öğretim aracı ve öğrenmenin meydana geldiği bir ortam olarak kullanılması söz konusudur. Öğrenme materyali, öğrenciye bilgisayar aracılığı ile verilmekte, öğrenci sürekli etkin ve öğrenmeye katılan durumda bulunmaktadır. BDÖ yöntemi, kendi kendine öğrenme ilkelerinin bilgisayar teknolojisiyle birleşmesinden oluşmuş bir öğretim yöntemi olarak da kabul edilmektedir. Bu konudaki ilk örnekler, öğretim amaçlı hazırlanmış metinleri "elektronik kitap" - "elektronik sayfa çevirici" anlayışı ile sunan veya hazırlanmış problemleri sunup, öğrenciden alınan cevapları önceden kaydedilmiş sonuçlarla karşılaştırarak yorumlarda bulunan eğitim yazılımları ile sınırlı kalmıştır. Bu kapsamda birçok eğitim yazılımı hazırlanmasına karşın öğretim yöntemi bilginin sunumu ve sunulan bilginin ölçülmesi ile sınırlı kalmıştır.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Yeni bir derse başlamadan önce öğrencilerin bilgi seviyelerini bilmek ve ona göre öğretim yapmak çok önemlidir. Derse başlayan öğrencilerin çoğunlukla, çok çeşitli bilgi seviyeleri bulunabilir. Bazen bu öğrencilerin seviyeleri arasındaki farklılık problem çıkarmayabilir ancak değişik seviyedeki öğrencilere farklı öğretim yapmak gerekiyorsa mutlaka bir ölçme ve değerlendirme yapılması gerekmektedir. Çünkü bu sınıflandırma her öğrenci için ideal bir öğretim olanağı sağlamaktadır (Özbek, Kuzucuoğlu, Gürbüz, 2003; Capuano, De Santo, Marsella, Molinara, Salerno, 2001). Akıllı öğretim sistemlerinde, her öğrenciye kişisel olarak eğitim verilmektedir. Her

öğrencinin farklı bir bilgi seviyesi, algılama veya öğrenme eğilimi bulunabilir. Bundan dolayı akıllı öğretim sistemlerinde bir öğrenci değerlendirme modülü ile öğretimin kişiselleştirilmesine ve öğrencinin değerlendirilmesine daha kolay bir imkân sağlanmalıdır. (Butz, 2006; Özbek, Kuzucuoğlu, Gürbüz, 2003).

3. AKILLI ÖĞRETİM SİSTEMLERİ (INTELLIGENT TUTORING SYSTEM)

Yazılım teknolojisinin önemli bir araştırma alanı olan yapay zekâ (Artificial Intelligence) tekniklerindeki gelişmeler ve BDÖ alanında yapılan araştırmalar, bu kapsamda hazırlanan yazılımların bilgisayar teknolojisinin yeterince ve iyi kullanılmadığı görüşünün ortaya çıkışına neden olmuştur. Görüşün savunucuları, akıllı öğretim sistemi (Intelligent Tutoring System) olarak adlandırdıkları ikinci tip BDÖ sistemlerinin geliştirilmesini ve araştırmaların bu alana yönelmesini önermişlerdir (Akpınar, 1999).

AÖS'leri, yapay zekâ teknolojisinin uygulamalarından biri olan uzman sistemlerin eğitim alanında en çok kullanıldığı yaklaşımdır. Uzman Sistem (Expert System), belirli bir alanda, o alanla ilgili çok geniş bir bilgiyi kapsayan, bu alandaki insan uzmanlardan bir veya birkaçı tarafından sağlanan ve problem çözmede bu uzmanlar gibi davranan bilgisayar programı olarak tanımlanmaktadır (Allahverdi, 2002). Uzman sistemin yapısı gereği kullanılan modüller, öğrenciye kişiselleştirilmiş geribildirimler ve problemler sunabilir. Uzman sistem tabanlı öğretim yazılımları, öğrencilerin bilgi kazanma süreçleri boyunca ilerlemelerini ve kullanıcı tercihlerini kayıt ederek bir kullanıcı veya öğrenci modeli oluşturmaya dayanan sistemlerdir (Önder, 2003). Bu sistemler, öğrencilerin kişisel özelliklerine göre rehberlik yaparak öğrenme ve öğretme süreçlerini düzenlerler.

AÖS'leri, modern teknolojilerin işe konulmasıyla öğrenciye hem zaman hem de mekândan bağımsız, öğrencinin kendisine göre uyarlanmış, BDÖ'in getirebileceği sorunlardan arındırılmış bir öğretme ve öğrenme olanağı sunmaktadır. AÖS'leri, öğretme ve öğrenme sürecinde, öğrencilerinin cevaplarının yanlış olup olmadığını, soruları cevaplayıp cevaplamadıklarını, doğru sırada yapıp yapmadıklarını vb. durumları karşılaştırır ve öğrencileri bireysel ihtiyaçlarına göre yönlendirirler.

Geleneksel öğretim metotları yerine kullanıldıklarında, öğrenciye daha kısa zamanda ve etkili öğrenme fırsatı verirler (Hotomaroğlu, 2002). Günümüzde AÖS'leri, matematik, fizik ve dil öğretimi gibi pek çok dersin ya da konunun öğretiminde de kullanılmaktadır. AÖS'lerinin bu kadar kabul görmesi, popüleritesinin artması ve gelişmesinin başlıca sebepleri; öğrenci başarısının arttırılması, bilmeye ve kavramaya ilişkin konuların sürekli artması ve öğrenciler için gerekli olan bilgi ve becerilerin en kısa sürede kazandırılabilmesi olarak gösterilmektedir (Beck, 2005).

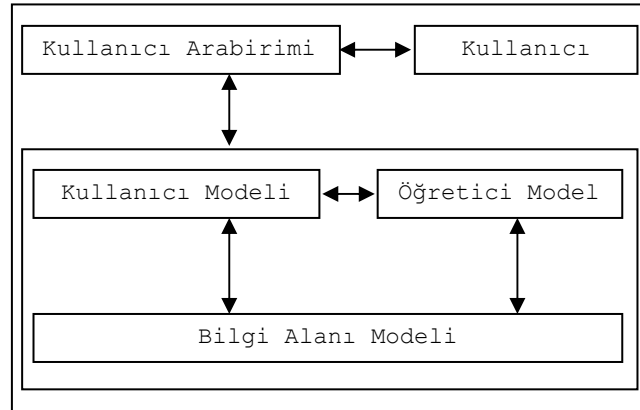
Akıllı öğretim sistemi, eğitimde bilgisayarın kullanılmaya başlanmasından sonra kaçınılmaz bir teknolojik alan haline gelmiştir. Akıllı öğretim sistemleri öğretimi daha faydalı hale getiren ve bilgisayarın işlerliğini daha da artıran özelliklere sahiptir. Akıllı öğretim sistemlerinin en önemli özelliklerinden biri de öğrenciyi değerlendirirken klasik sistemlerden farklı bir şekilde değerlendirmesidir. Değerlendirme sistemi öğrenciyi gelecek derslere hazırlayan bir yapıdadır. Bu hem öğrenci motivasyonu için hem de dersin verimliliği açısından çok önemlidir. Öğrencinin öğretmen veya diğer kaynaklarca öğrenme seviyesinin belirlenmesi süreci değerlendirme olarak tanımlanmaktadır. Sadece doğru yanlışa odaklı bir değerlendirme oldukça sığ ve öğrencinin gelişimine paralel olmaktan uzaktır. Bunun yerine akıllı öğretim sistemlerine monte edilmeye

çalışılan sistem, öğrenci psikolojisi üzerinde olumlu etkiler bırakan, öğrenciye olumlu dönütler veren, onu motive eden, ses, görüntü, video gibi multimedia unsurlarıyla bezelen değerlendirme öğrenci başarısı için daha faydalı olacaktır (Beck, 2005).

3.1. Akıllı Öğretim Sistemlerinin Bileşenleri (The Components of the Intelligent Tutoring Systems)

İleri Öğrenme Teknolojileri (Advanced Learning Technologies) başlığı altında incelenen AÖS'lerinin kısa ve açık bir tanımı, neyi öğreteceğini, kime öğreteceğini ve nasıl öğreteceğini bilen, yapay zekâ ortak oluşumunda yer alan tekniklerden yararlanılarak hazırlanmış bilgisayar programları şeklinde yapılabilir. AÖS'leri, çok bilgi içeren ve karmaşık konuların öğretilmesinde bir insan öğreticiyi taklit edebilen ve tüm öğrenciler için birebir öğretim olanağı sunan yazılım sistemleridir. 1973 yılında Hartley ve Sleeman tarafından ortaya konan ve Şekil 1'de görülen yapıya göre akıllı öğretim sistemleri; öğretim içeriğinin, öğrenci davranışlarının ve öğretim yaklaşımlarının her birinin bir modelde temsil edildiği üç bileşenden oluşur. Bu yapıya daha sonra dördüncü bir bileşen olarak kullanıcı ara birimi modeli de eklenmiştir. Bu bileşenlerin her biri birbirleri ile iletişim içindedir. Bu bileşenler aşağıda görüldüğü biçimde adlandırılır (Dağ, 2003).

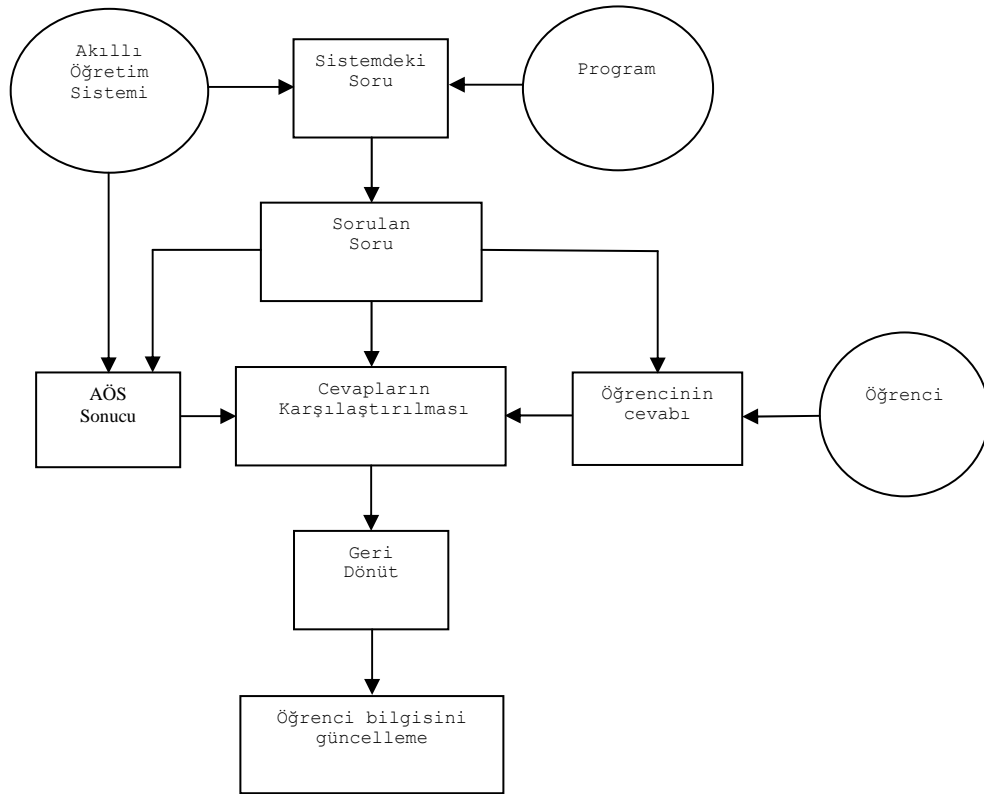
- Bilgi Alanı Modeli
- Kullanıcı Modeli
- Öğretici Modeli
- Kullanıcı Arabirimi Modeli



Şekil 1. Akıllı öğretim sisteminin bileşenleri
(Figure 1. The components of the intelligent tutoring systems)

3.2. Akıllı Öğretim Sistemlerinin Çalışma Şekli (The Mode of Operation of the Intelligent Tutoring Systems)

Akıllı öğretim sistemlerinin çalışma şekline bakıldığında ise öğrenciler, akıllı öğretim sisteminden sorular sorarak bilgiler öğrenir. Sistem ise öğrencinin bilgi seviyesini ölçmek için sorular sorar. Sistem verilen cevabı kendi veritabanındaki verilerle karşılaştırır ve bir sonuca varmaya çalışır. Burada kullanılan teknoloji, bilgisayarla öğrenme teknolojisidir. Ancak burada öğrencinin öğrendiği bilgiler yine sisteme kullanıcı tarafından girilen bilgilerdir. Sistem, verilen cevaplardan yeni bilgiler türetmektedir. Bu da yapay zekâ tekniklerinin akıllı öğretim sistemlerinde kullanılması ile olmaktadır. Akıllı öğretim sisteminin çalışma mantığı aşağıda şekil 2'de detaylı olarak açıklanmıştır (Karaosmanoğlu, 2007).

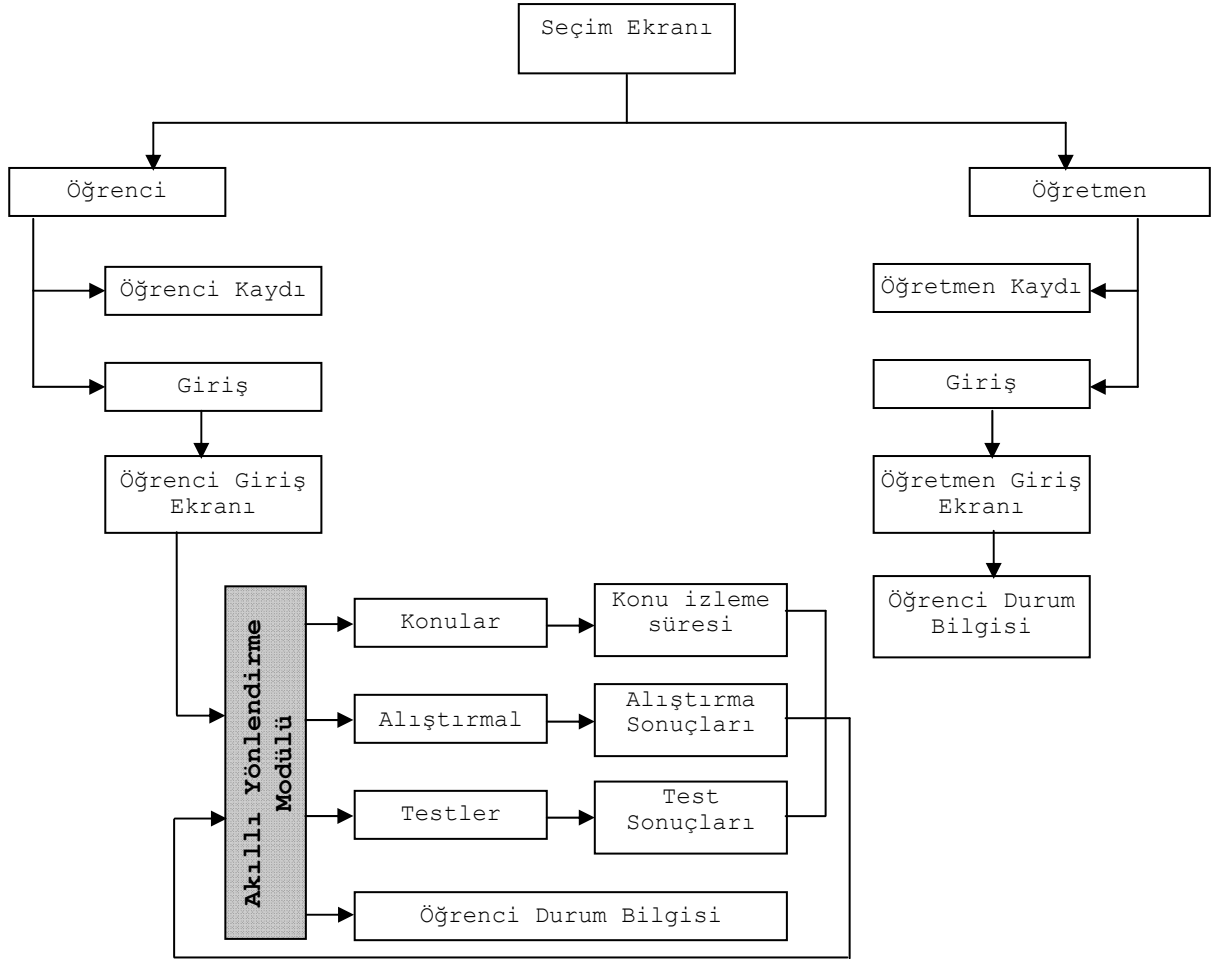


Şekil 2. Akıllı öğretim sisteminin çalışma prensibi
(Figure 2. The operation principle of the intelligent tutoring systems)

4. TASARLANAN AKILLI ÖĞRETİM SİSTEMİ MODELİ (THE MODEL OF THE DESIGNED INTELLIGENT TUTORING SYSTEMS)

Sunulan model, bir akıllı öğretim sisteminin ölçme modülüdür. Tasarlanan modelin uzman bilgi modülü, alan bilgisi ve kural tabanından oluşmaktadır. Alan bilgisi bileşeni; öğretim konularını kapsayan bir ders olarak belirlenir. Alan bilgisi; bölümler, bölümlere ait konular, alıştırmalar ve testlerden oluşmaktadır. Uzman bilgi modülünün diğer bileşeni kural tabanı ise konulara ait alıştırmalarda öğrenci hatalarını bulmak ve isteğe bağlı ipuçları, açıklama ve kişiselleştirilmiş geribildirimler sunmak üzere kurallar listesi halinde tasarlanmıştır. Ayrıca, kural tabanı test sonuçlarına göre öğrenci ve öğreticiye değerlendirme ve öneriler sunmaktadır. Sistemin öğrenci modeli modülünün oluşturulmasında katmanlama modeli referans alınmıştır. Bu modülün amacı öğrencinin bilgisini, alan bilgisi ile eş duruma getirmektir.

Tasarlanan sistemin öğrenci modülünün oluşturulmasında sisteme kayıt olan her öğrenci için kullanıcı adı bilgisi referans alınarak farklı tablolarda kayıtlar tutulmaktadır. Öğrencinin yaptığı her işlem öğrenci modülüne kaydedilmektedir. Sistemin kullanıcı arabirim modülü, iki modül olarak gerçekleştirilmiştir. Bu kullanıcı arabirim modüllerinden birincisi öğrenci arabirimi, diğeri ise öğretmen arabirimidir. Öğrenci arabirimi aracılığıyla sisteme kaydolun bir öğrenci istediği konuyu seçip içeriğini izleyebilecek, testleri çözebilecek ve durum bilgilerini görüntüleyebilecektir. Öğretmen arabirimi ise, sisteme kayıtlı olan öğrencilerin durum bilgilerini görüntülemek için kullanılacaktır. Sunulan model şekil 3'de ayrıntılı olarak açıklanmıştır.



Şekil 3. Öğrenci ve öğretmen ekranlarının hiyerarşik yapısı
(Figure 3. Hierarchical structure of the student and teacher' screen)

Tasarlanan modelde, AÖS teknolojilerinden etkileşimli problem çözme desteği kullanılmaktadır. Problem çözümünün her aşamasında öğrenciye akıllı yardım desteği sunulmaktadır. Öğrencilerin yaptıkları hatalara karşı anında ve kişiselleştirilmiş geribildirim verilmektedir. Gerçekleştirilen sistem, problem çözme adımlarını tek tek ele alarak öğrenci yanlışlarını bulmakta ve öğrencilere karşılaştıkları problemler karşısında doğruyu bulmaya yönlendirecek isteye bağlı ipuçları verilecektir. Bu sistemle öğrencilere, kendi hızlarında öğrenme imkânı sağlanmaktadır. Öğrenci bilgileri ve performansı kaydedilerek öğrenciye sunulmakta ve böylece öğrendiği ya da öğrenmediği konuları, yaptığı ya da yapmadığı alıştırmaları, testleri ve bunlarla ilgili sayısal verileri görme olanağı sağlanmaktadır. Bununla birlikte, öğrenciye performansı ile ilgili değerlendirme ve öneriler sunulmaktadır.

5. SONUÇ (CONCLUSION)

Hazırlanan modelde akıllı öğretim teknolojilerinin ve uzman sistemlerin programa uygulanması ve sistemin gösterdiği akıllı davranışlar belirlenmektedir. Akıllı öğretim sistemi yaklaşımı ile öğrenci etkinliğinin daha fazla olduğu, öğrencinin kendisini tanıma fırsatı bulunduğu, bir öğretmene destek olacak şekilde, öğrencinin hazır bulunuşluk seviyesinin ölçüldüğü, öğrenciyi her alanda yönlendiren bir sistem olarak tanımlanabilir. Geleneksel öğretim seviyelerinde tüm öğrenciler aynı seviyeden derse başlarlar. Fakat onlara ideal

ünitelerinden başlama olanağını sunmak daha etkili bir eğitim ile sonuçlanır. Sunulan modelde öğrenci için derse başlamadaki ideal başlangıç noktası akıllı öğretim sistemi için öğrenci ölçme modülü tarafından belirlenmektedir (Rosaie, 1999; Özbek, Kuzucuoğlu, Gürbüz, 2003). Akıllı öğretim sistemleri, yapay zekâ, uzman sistemler ve pedagojik formasyonun bir bütünüdür. Birinin eksikliği sistemin tam olarak çalışmamasına sebebiyet vereceğinden her bir bölüm çok önemlidir. Akıllı öğretim sisteminin içeriği modüllerden oluşmaktadır. Her bir modülün işlevi tek tek oluşturulmakta ve aralarındaki ilişkiler sağlanmaktadır.

Akıllı öğretim sistemlerinin ana teması öğrencidir. Öğrencinin yeterliliği, hazır bulunuşluk seviyesi, öğrenme stratejileri hep birlikte akıllı öğretim sisteminin yapısını oluşturmaktadır. Sistemin ilk yaptığı iş bu değişkenleri belirleyip ona göre bir yol izlemektir. Burada yapay zekâ devreye girmektedir. Kullanılan yazılımın denetlemesi doğrultusunda belirlenen öğrenci özellikleri programın akış diyagramını da bir ölçüde belirleyecektir. Programın akışı; öğrencinin özellikleri doğrultusunda olacaktır.

Sağlanan başarı, sistemin başarısı olduğu kadar aynı zamanda öğrencinin de başarısı olacaktır. Burada öğretmenin görevi de çok önemlidir. Öğretim her ülkenin, her toplumun gelişmişliğinin göstergesi olan bir belirteçtir. Bu amaç doğrultusunda birçok ülkede, gelişmiş öğretim sistemleri alanında, özellikle de akıllı öğretim sistemleri alanında çalışmalar yapılmaktadır. Ülkemizde de, diğer ülkelerde olduğu gibi, öğretim sistemleri alanındaki bu yönelimin fark edilmesi ve bu yönde etkin çalışmalar gerçekleştirilmesi gereklidir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Karaosmanoglu, G., (2007). "Visual Prolog Programı ve Zeki Öğretim Sistemleri" Yüksek Lisans Tezi,
2. Rosaie, M., Stankov, S., and Glavinia, V., (1999). "Intelligent Tutoring Systems for Asynchronous Distance Education",
3. Akpınar, Y., (1999). "Bilgisayar Destekli Öğretim ve Uygulamalar", Anı Yayıncılık 1.Baskı, Ankara, 127-155
4. Allahverdi, N., (2002). "Uzman Sistemler: Bir Yapay Zeka Uygulaması", Atlas Yayın Dağıtım 1. Baskı, İstanbul, 15-16
5. Amnuaisuk S.P. and Chee K.S., (2005). "Interactivities in Music Intelligent Tutoring System", Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'05), 07695-2338-2/05, 2005, IEEE.
6. Dağ, F., (2003). "Zeki Öğretim Sistemi Bileşenlerinin Prolog İle Gerçekleştirilmesi".
7. Beck, J., Stern, M., and Haugsjaa, E., (2005). "Application of AI in Education", <http://www.acm.org/crossroads/xrds3-1/aied.html> (Erişim Tarihi: 10 Nisan 2009)
8. Bouhadada, T. and Laskri, M.T., (2001). "DB-TUTOR: An Intelligent Tutoring System Using a Troublemaker Companion", IEEE, 0-7695-1165-1/01, 2001, IEEE.
9. Butz, B.P., Duarte, M., and Miller, S.M., (2006). "An Intelligent Tutoring System for Circuit Analysis", IEEE Transaction on Education, Vol. 49, No. 2, May 2006.
10. Cheung, B., Hui, L., Zhang, J., and Yiu, S.M., (2003). "Smart Tutor: Intelligent tutoring system in web-based adult education", The Journal of Systems and Software, 68, 11-25.
11. Hotomaroğlu, A.T., (2002). "Bilgisayar Destekli Öğretim İçin Uzman Sistem Tabanlı Bir Kabuk Programın Geliştirilmesi ve Etkinliğinin Değerlendirilmesi", Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 12-33.

12. Keleş, A., Ocak, R., Keleş, A., and Gülcü, A., (2009). "ZOSMAT: Web-based intelligent tutoring system for teaching-learning process", *Exper Systems with Applications*, 36, 1229, 1239
13. Aist, G., Kort, B., Reilly, R., Mostow, J., and Picard, R., (2002). "Experimentally Augmenting an Intelligent Tutoring System with Human-Supplied Capabilities: Adding Human-Provided Emotional Scaffolding to an Automated Reading Tutor that Listens", *Proceedings of the Fourth IEEE International Conference on Multimodal Interfaces (ICMI'02)*.
14. Önder, H.H., (2003). "Uzaktan E_itimde Bilgisayar Kullanımı ve Uzman Sistemler", *The Turkish Online Journal of Educational Techonology*, 2 (3): 142-146.
15. Özbek, M., Kuzucuoğlu, A.E., and Gürbüz, A., (2003). "Student Assessment In An Intelligent Tutoring System", *International XII. Turkish Symposium on Artificial Intelligence and Neural Network - TAINN 2003*
16. Piramuthu, S., (2005). "Knowledge-Based Web-Enabled Agents and Intelligent Tutoring Systems", *IEEE Transaction on Education*, Vol.48, No.4, Nowember.
17. Yalın, H.İ., (2000). "Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme", *Nobel Yayın Dağıtım 3. Baskı*, Ankara, 134.
18. Abarsek, B. and Popov, V., (2004). "Intelligent Tutoring System for training in design and manufacturing", *Advances in Engineerin Software*, 35, 461-471.