

EGE ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA
PROJE KESİN RAPORU
EGE UNIVERSITY SCIENTIFIC
RESEARCH PROJECT REPORT

PROJE NO: 06-MÜH-039

(Yüksek Lisans)

**YAPAY ZEKA TEKNİKLERİNİN ÖĞRENME YÖNETİM
SİSTEMLERİNDE ÖĞRENCİ MODELLEME
AMACIYLA UYGULANMASI**

PROJE YÖNETİCİSİ

Doç.Dr. Mustafa Murat İNCEOĞLU

ARAŞTIRMACILAR

Ar.Gör. Birol ÇİLOĞLUGİL

Mehmet KARABİBEROĞLU

Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Faculty of Engineering

Department of Computer Engineering

Bornova – İZMİR

2011

ÖNSÖZ

E-öğrenme sistemlerinde kendini uyarlayabilen yaklaşımların kullanımının günümüzde giderek artan önemi doğrultusunda, bu çalışmada e-öğrenme sistemleri için Bayes ağı odaklı ve makine öğrenmesine dayalı bir öğrenci modelleme orta katmanı ortaya konulmuş, e-öğrenme sisteminin benzetimi ve gerçek öğrenciler ile deneysel uygulamaları yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında öne sürülen makine öğrenmesine dayalı öğrenci modelleme sisteminin değerlendirilmesi için bir bilgisayar destekli öğrenme yazılımı geliştirilmiş, FSLSM modelinin ölçeği olan ILS Türkçe'ye uyarlanmış, eğitsel araştırmada kullanılan yöntemlere sadık kalınarak geliştirilmiş “ikinci dil öğretimi olarak İngilizce”nin bir konusuna ilişkin eğitim içeriği bütünü e-öğrenme ortamına aktarılmış ve akademik başarıyı ölçmek adına içerikle ilgili bir İngilizce başarı testi hazırlanmıştır. Öne sürülen Bayes ağına dayalı öğrenci modelleme sistemiyle “kavram kayması” sorununa çözüm getirilmeye çalışılmıştır. Kavram kaymasını dikkate alacak şekilde dinamik olarak kendini güncelleyebilen ve öğrencilerin biçemlerinde süreç içinde oluşabilecek değişikliklere kendini uyumlandırabilen dinamik bir öğrenci modelleme yaklaşımı öne sürülmüştür. Uluslararası alanyazındaki çalışmaların neredeyse tamamında ILS ölçeği hiçbir uyarlama çalışması yapılmadan farklı anadilde olan öğrenciler üzerinde doğrudan kullanıldığı halde bu çalışma kapsamında ILS ölçeği öğrencilerin anadiline uyarlanarak kullanılmıştır. Bu çalışma kapsamında kullanılan öğrenme biçemleri ölçeğiyle ulusal alanyazındaki tek uyarlama çalışmasına göre geçerlik-güvenirlik değerlerinde artış sağlanarak daha kullanışlı bir Türkçe ölçek alanyazına kazandırılmıştır. Ayrıca ILS ölçeğinin ve öğrenci modelleme sisteminin teşhis kriterleri ve zayıf yönleri tartışılmış ve alternatif bir başarı hesaplama yaklaşımının gerekliliği vurgulanmıştır. Bu çalışma kapsamında bir deney deseni oluşturularak bilgisayar destekli öğrenme ortamlarında öğrenci modellemesinin kullanıldığı ve kullanılmadığı durumlar karşılaştırılarak çalışmaya disiplinlerarası bir boyut kazandırılmış ve alanyazına katkı yapılmıştır.

Başarı testlerinin pilot uygulamaları sırasında yardımlarını esirgemeyen İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü YDB Böl.Bşk.Yrd. Öğr.Gör. Ozan HOŞKEN'e ve Ege Üniversitesi YDB Böl.Bşk.Yrd. Öğr.Gör. Mengü Noyan ÇENGEL'e, EGE BİTAM'da yapılan seslendirmeler sırasındaki gösterdikleri yakın ilgi için Koordinatör Uzm. Yiğit AÇIK ve Halil ERDURAN'a, pilot ve deneysel uygulamalara katılan başta İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Bil. Müh. öğrencileri olmak üzere tüm katılımcı İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Ege Üniversitesi ve Dokuz Eylül Üniversitesi öğrencilerine teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ŞEKİL DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGE DİZİNİ	x
KISALTMA VE SEMBOLLER DİZİNİ	xii
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xiv
1.GİRİŞ.....	1
1.1 Konunun Önemi	1
1.2 Çalışmanın Hedefleri	2
1.3 Tezin Yapısı.....	4
2.LİTERATÜR ÖZETİ	5
2.1 Uzaktan Eğitim.....	5
2.1.1 E-öğrenme kavramı	7
2.1.2 Öğrenme yönetim sistemleri.....	7

İÇİNDEKİLER (DEVAM)

	<u>Sayfa</u>
2.2 Öğrenme Biçemleri.....	10
2.2.1 Dunn ve Dunn.....	10
2.2.2 Kolb	11
2.2.3 Honey ve Mumford	12
2.2.4 Felder ve Silverman.....	13
2.3 Öğrenme Biçemlerini Temel Alan E-öğrenme Uygulamaları.....	15
2.3.1 Kendini uyarlayabilen sistemler	18
2.3.2 Öğrenci modellemesinde makine öğrenmesi yöntemleri	19
2.3.3 Öğrenci modellemesinde Bayes ağlarının kullanılması	21
2.4 Bilgisayar Destekli Dil Öğretimi.....	25
3.MATERYAL VE YÖNTEM.....	26
3.1 Katılımcılar.....	29
3.2 Veri Toplama Araçları.....	31

İÇİNDEKİLER (DEVAM)

	<u>Sayfa</u>
3.2.1 Öğrenci modelleme sistemi	31
3.2.1.1 Öğrenci modelleme sisteminin benzetimi	32
3.2.1.2 Öne sürülen öğrenci modelleme sistemi.....	38
3.2.2 Tarayıcı-kabuk yazılımı.....	44
3.2.3 Eğitim içeriği	47
3.2.4 Ölçek uyarlaması	49
3.2.4.1 Örneklem	50
3.2.4.2 Verilerin çözümlenmesi.....	50
3.2.4.3 Dil geçerliği	53
3.2.5 Başarı testi	53
3.3 Deney Deseni.....	55
3.4 İşlem Yolu	56

İÇİNDEKİLER (DEVAM)

	<u>Sayfa</u>
3.5 Denel İşlemler.....	57
3.6 Veri Çözümleme Yöntemleri.....	57
4. BULGULAR	58
4.1 Biçem Teşhis Başarımı.....	58
4.2 Akademik Başarı	61
4.3 İlgili Çalışmalar	64
4.4 Tartışma.....	68
4.4.1 Biçem teşhisinde başarıml	71
4.4.2 Biçem teşhisinde başarıml-sistem ilişkisi.....	74
4.4.3 Başarımlndan bağımsız bir hibrit öğrenci modelleme sistemi	77
4.4.3.1 Aşama I (Bayes ağı)	78
4.4.3.2 Aşama II (bulanık mantık).....	78
4.4.3.3 Aşama III (yapay sinir ağı).....	79
5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER	80
5.1 Çalışmanın Katkıları.....	80
5.2 Çalışma Sırasında Karşılaşılan Zorluklar ve Öneriler.....	81

İÇİNDEKİLER (DEVAM)

	<u>Sayfa</u>
TEŞEKKÜR	82
KAYNAKLAR.....	83
EKLER	102
Ek 1 Bayes Ağında Kullanılan Olasılık Düğüm Tabloları	103
Ek 2 Soruların Faktör Yükleri ve Madde Ayırıcılık Gücü İndeksleri	105

ŞEKİL DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Eğitimde teknolojik gelişmelerin uygulanması.....	6
2.2. Mantıksal ve benzeşime dayalı çıkarsamanın karşılaştırılması.....	19
2.3. Makine öğrenmesi yöntemlerinin sınıflandırılması	20
2.4. Basit bir Bayes ağı.....	22
2.5. Örnek çizge.....	23
3.1. Bilgisayar sistemlerinde uyarlamanın derecelendirmesi.....	26
3.2. FSLSM ile öğrenci modelleme yaklaşımları arasındaki ilişki	29
3.3. Öğrenci modelleme sistemi benzetiminde kullanılan Bayes ağı.....	35
3.4. E-öğrenme sisteminin katmanlı yapısının gösterimi	38
3.5. Katmanlı yapıdaki e-öğrenme sistemine farklı bir bakış.....	39
3.6. Öne sürülen Bayes ağına dayalı öğrenci modelleme sistemi	40
3.7. ILS boyutlarının yorumlanması.....	42
3.8. Tarayıcı-kabuk yazılımının istemci tarafından bir öğrenme sahnesi	44
3.9. Tarayıcı-kabuk yazılımının sunucu tarafından bir görünüm	45
4.1. Garcia et al. (2007) tarafından öne sürülen Bayes ağı.....	65

ŞEKİL DİZİNİ (DEVAM)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.2 Garcia et al. (2008) tarafından öne sürülen Bayes ağı	66
4.3 Hibrit öğrenci modelleme sisteminin genel yapısı	77

ÇİZELGE DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Öğrenme yönetim sistemlerinin başlıca özellikleri	9
2.2 ÖYS'lerde öğrenme kuramlarını destekleyici özellikler	16
2.3 Örnek düğüm olasılık tablosu.....	24
3.1 Araştırmada yer alan katılımcıların cinsiyetlerine göre dağılımları	29
3.2 Araştırmada yer alan katılımcıların üniversitelerine göre dağılımları	30
3.3 Araştırmada yer alan katılımcıların bölümlerine göre dağılımları	30
3.4 Dersler boyunca öğrenci modelleme sisteminin tahminlerini güncellemesi	36
3.5 Cronbach Alpha değerleri	49
3.6 Ölçeğin öğrenme boyutlarına ilişkin güvenirlik katsayıları	50
3.7 Boyutlara ait güvenirlik analizi sonucu elde edilen madde istatistikleri.....	51
3.8 Her boyuttaki en zayıf madde çıkarıldığında Cronbach Alpha değerleri.....	52
3.9 Boyutlar arası Pearson korelasyon çözümlemesi sonuçları	52
3.10 ILS'nin Türkçe ve İngilizce uygulamalarına ilişkin Pearson korelasyonu...	53
3.11 Başarı testi ön uygulama sonuçları.....	54
3.12 Başarı testi ön uygulama sonuçları (6 soru maddesi çıkarıldıktan sonra)....	55

ÇİZELGE DİZİNİ (DEVAM)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.13 Ön-test son-test yarı-deneysel deseni	56
3.14 Deney deseni	57
4.1 Biçem teşhis sonuçlarıyla ILS ölçeği sonuçlarının karşılaştırılması.....	58
4.2 Deney ve kontrol gruplarının ön-test bulguları	61
4.3 Kontrol grubunda öğrenme sürecinin başarıya etkisi	62
4.4 Deney grubunda öğrenme sürecinin başarıya etkisi	62
4.5 Gruplar arası akademik başarı artışlarının karşılaştırılması	63
4.6 Bu çalışmada öne sürülen öğrenci modelleme sistemi sonuçları	69
4.7 Öne sürülen öğrenci modelleme sisteminin başarımının karşılaştırılması ...	70
4.8 Öne sürülen öğrenci modelleme sisteminin teşhis yelpazesi	71
4.9 Tüm hata durumlarının değerlendirilmesi	72
4.10 ILS ölçeğine göre tüm hata durumları	73

KISALTMA VE SEMBOLLER DİZİNİ

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
ARD	Ardışık.
BDDÖ	Bilgisayar Destekli Dil Öğrenimi.
BÜT	Bütünsel.
DUY	Duyuşsal.
GÖR	Görsel.
ETK	Etkin.
FSLSM	<i>Felder and Silverman's Learning Styles Model.</i>
ILS	<i>Felder and Soloman's Index of Learning Styles.</i>
ÖYS	Öğrenme Yönetim Sistemi.
SEZ	Sezgisel.
SÖZ	Sözel.
YAN	Yansıtıcı.

ÖZET

E-öğrenme sistemlerinde kendini uyarlayabilen yaklaşımların kullanımının günümüzde giderek artan önemi doğrultusunda, bu çalışmada e-öğrenme sistemleri için Bayes ağı odaklı ve makine öğrenmesine dayalı bir öğrenci modelleme orta katmanı ortaya konulmuş, e-öğrenme sisteminin benzetimi ve gerçek öğrenciler ile deneysel uygulamaları yapılmıştır. Öğrenci modelleme sisteminin dayandığı öğrenme biçimleri yaklaşımı olarak Felder ve Silverman'ın öğrenme biçimleri modeli ile Felder ve Soloman'ın öğrenme biçimleri ölçeği esas alınmıştır. Öne sürülen sistemin deneysel uygulamalarının tamamlanması adına Felder ve Soloman tarafından hazırlanmış öğrenme biçimleri ölçeği Türkçe'ye uyarlanmış ve öğrenme içeriği olarak İngilizce'nin yabancı dil öğreniminde bir konu bütününe kapsayan bir öğrenme içeriği tasarlanmıştır. İçerik, farklı öğrenme biçimlerine hitap edecek şekilde öğrenme sahnelerine bölünerek sayısallaştırılmış ve deneysel uygulama boyunca tüm araçların birlikte çalışabileceği bir tarayıcı-kabuk yazılımı geliştirilmiştir. Çalışmada ön-test son-test yarı-deneysel deseni kullanılmış ve toplam 46 gönüllü öğrenciyle çalışılmıştır. 23'er kişilik deney ve kontrol gruplarının kullanımıyla öğrenci modelleme sistemi bazlı öğrenme ile geleneksel bilgisayar destekli öğrenme arasındaki akademik başarı artışları değerlendirilmiş, öğrenci modelleme sisteminin ürettiği öğrenci profillerinin başarıyı ölçülerek alanyazındaki benzer çalışmalarla karşılaştırılmıştır.

Anahtar sözcükler: e-öğrenme, öğrenci modellemesi, Bayes ağları, Felder ve Silverman'ın öğrenme biçimleri modeli, bilgisayar destekli dil öğrenimi

ABSTRACT

Considering the increasing importance of adaptive approaches in e-learning systems, a machine learning based learner modeling middleware has been implemented with Bayesian networks in this study. The learner modeling system is studied via both simulation and experimental study. The profiling approach of learner modeling system is based on Felder and Silverman's Learning Styles Model and Felder and Soloman's Index of Learning Styles Questionnaire. The questionnaire have been adapted to Turkish so as to be used in experimental studies conducted in this study. A topic in English as second language learning area has been chosen for learning content design. The learning content design has also been carried onto digital domain and remastered as separate learning scenes with respect to different learning styles. A browser-shell software has also been implemented within this study in order to carry out the experimental learning processes. Learner modeling system is designed to act as a middleware between learning contents and browser-shell software. A quasi-experimental pre-test post-test experimental design has been conducted with 46 volunteer student participants. The comparison of academical success increase is researched between learner modeling based learning and classical computer based learning by assigning 23 students to control and experimental groups each. The diagnosis performance of proposed learner modeling system is also compared with the performances of similar studies in literature.

Keywords: e-learning, learner modeling, Bayesian networks, Felder and Silverman's Learning Styles Model, computer assisted language learning

1. GİRİŞ

İletişim teknolojisi ve İnternet alanındaki son gelişmelerin ışığında, coğrafi uzaklığın neden olduğu kısıtlamalardan bağımsız olarak, bilgiye erişmek her geçen gün daha da kolaylaşmaktadır. Bilgiye farklı yöntemlerle ulaşılabilmesi sayesinde bireylerin öğrenme süreçleri de yeni seçeneklerle zenginleşmekte, öğrencilerin öğrenme gereksinimleri dönüşüme uğramaktadır (Aggarwal, 2003). Bu durum, “elektronik öğrenme” olarak da anılan “e-öğrenme” kavramının ortaya çıkmasına önayak olmuştur (van Dam, 2005). E-öğrenmenin günümüze değin birçok farklı tanımı yapılmış olsa da genel olarak; ‘kişisel bilgisayarlarda çalıştırılan öğretim yazılımları yardımıyla gerçekleştirilen bilgisayar odaklı öğrenme yaklaşımlarının bir bütünü’ olarak açıklanabilir. E-Öğrenme söz konusu olduğunda uzaktan eğitimin eşzamanlı olan, eşzamanlı olmayan ve her ikisinin özelliklerini de barındıran uygulamalarından söz edilebilir (Pullen, 1996). Eşzamanlı e-öğrenmenin oturduğu temel altyapı sanal sınıf uygulamalarıdır (Hsu and Pandya, 1998). Teknolojik gelişmeler ve dönüşüm geçiren öğrenci gereksinimleri ışığında; geleneksel eğitim ortamlarından yavaş yavaş çıkılarak, tıklayarak öğrenmeye dayanan ve genel anlamda eşzamanlı olmayan veya yarı-eşzamanlı olan e-öğrenme ortamlarına geçiş gereksinimi doğmuştur (İnceoğlu vd., 2004a). Bu bağlamda öğretmenin sorumluluğu sadece öğretme görevini üstlenmekten çıkıp öğrenim gereçlerini oluşturmaya kayarken, öğrencinin sorumluluğu da süreç boyunca yoğun olarak edilgen bir tutum olmaktan çıkıp öğrenme süreci ve denetiminde de etkin görev alan bir şekilde dönüşmüştür (İnceoğlu vd., 2004b).

1.1 Konunun Önemi

E-öğrenmenin yaygınlaşmasıyla birlikte öğrencinin kendi öğrenme süreci üzerinde denetimi artmış, öğretmenin sorumluluğu da öğrenme sürecinin denetiminden öte öğrenim altyapısına kaymıştır. Bu nedenle öğrenme süreci boyunca karar verme yetkisi sıklıkla öğrenciye kalmaktadır. Bu durumun öğrenci açısından hem olumlu, hem de olumsuz yönleri vardır. E-öğrenmenin öğrenci açısından oluşturduğu olumlu ve olumsuz durumlar Cantoni et al. (2004) tarafından ayrıntılı olarak incelenmiştir. E-öğrenmenin öğrenci üzerindeki olumsuz etkilerinin belki de en önemlisi öğrencinin süreç boyunca yalnız kalarak etkileşim yoksunluğu hissetmesidir ve bu durumda e-öğrenme ortamından memnun olmayan öğrencilerin süreci yarıda bırakmalarıyla

sıklıkla karşılaşılmaktadır (Katz, 2002; Levy, 2007). Her ne kadar öğretmen ve öğrenciler ortak bir amaç için eşzamanlı olarak bir araya gelmiş olsalar bile sıklıkla coğrafi olarak birbirlerinden uzakta, farklı fiziksel ve ruhsal koşullar altında, kendi başlarına bulunmaktadır. E-öğrenme sürecinde öğrencinin kendi kendini denetiminin önemi göz önüne alındığında öğrencinin e-öğrenme yazılımlarıyla uyum içinde etkileşime girmesi önem kazanmaktadır. Bu uyumu sağlamak için bireylerin öğrenme süreçlerinin ve öğrenme adına uyguladıkları yöntemlerin birbirlerinden çok farklı olabileceği göz ardı edilmemelidir (Baldwin and Sabry, 2003). E-öğrenme sisteminin de sonuç itibarıyla bir bilgisayar yazılımı olduğu düşünüldüğünde; bilgisayarların insana göre üstün olan hesaplama yetenekleri nedeniyle kişiye özel hizmet verebilme yetilerinin, kişiye özgü öğrenme konusunda devreye girmesi kaçınılmaz olmuştur. Günümüzde son kullanıcıya hizmet veren birçok bilgisayar yazılımında, öğrenme amacıyla olsun ya da olmasın, çok çeşitli kişiselleştirme ve kendini uyarılma sistemleri vardır. E-öğrenme sistemlerinde de kişiselleştirme ve kendini uyarılma yaklaşımları özellikle son yıllarda giderek daha büyük önem kazanmaktadır (Brusilovsky, 2001).

1.2 Çalışmanın Hedefleri

Bu çalışmada, bir e-öğrenme yazılımına bütünleşik, kendini uyarılabilen bir öğrenci modelleme katmanı gerçekleştirilmiştir. Bu öğrenci modelleme katmanı yardımıyla, öğrencinin e-öğrenme sistemi üzerinde öğrenme süreci boyunca yapmış olduğu klavye ve fare hareketlerinin kayıtlanması ve Bayes ağına dayalı bir uzman sistem yardımıyla öğrenme biçiminin teşhis edilmesi hedeflenmiştir. Öğrencinin öğrenme biçimi ne kadar etkili bir şekilde teşhis edilebilirse, öğrenciyi öğrenme biçimine uygun öğrenim gereçleri ile buluşturma olanağı da o kadar artmaktadır. Öğrenme ortamlarının öğrencinin öğrenme biçimleriyle uyumlu olacak şekilde düzenlenmesinin öğrenci üzerindeki olumlu etkileri birçok çalışmada vurgulanmıştır (Brown et al., 2005; Liegle and Janicki, 2006; Stash, et al., 2004; Sun et al., 2004).

Bu çalışma kapsamında öne sürülen öğrenci modelleme katmanı öncelikle sanal verilerle; sanal öğrenci eğilimleri ve sanal öğrenme akışları oluşturularak denenmiştir. Elde edilen bulgular sonucunda öğrenci modelleme katmanı üzerinde gerekli görülen değişiklikler yapılmıştır.

Öne sürülen öğrenci modelleme sisteminin gerçek öğrencilerle de denenmesi için istemci/sunucu kurgusunda bir yazılım geliştirilmiştir. Yazılımın istemci kısmı; öğrenci bilgisayarında çalıştırılmakta ve hem öğrencinin bir sonraki öğrenme adımında

karşılaşacağı öğrenme görüntüsünün yönlendirmesini yapmakta, hem de öğrenci hakkında her bir öğrenme sahnesi boyunca kayıtladığı bilgileri sunucudaki veritabanına yazmaktadır. Yazılımın sunucu kısmı ise istemci tarafından aktarılan öğrenci kayıtlarını öğrenci modelleme katmanı yardımıyla değerlendirerek her öğrenci için ayrı ayrı tutulan öğrenme biçemi profillerini veritabanında güncellemektedir. Yazılımın sunucu kısmı ayrıca öğrenciye sunulacak bir sonraki öğrenme görüntüsünün ne tipte olacağını da kararını vermektedir.

Öğrenciye sunulacak öğrenme içeriği olarak **İngilizce öğretiminde bir konu bütünü** düşünülmüştür. Bu bağlamda “IF-Clauses” konusuna ilişkin hem öğrenme biçemlerini göz önüne alan, hem de almayan toplam iki öğrenme içeriği bütünü hazırlanmıştır. Öne sürülen kendini uyarlayabilen sistem, öğrenme biçemleri dikkate alınarak tasarlanmış olan öğrenme içeriğini izlemektedir. Öğrenme biçemlerini göz önüne alan ve almayan eğitim içerikleri eğitsel açıdan birbirleriyle eşdeğer niteliktedir.

Öne sürülen sistemin başarısını değerlendirmek açısından iki adet ölçme aracı kullanılmıştır. Bu çalışma kapsamında, Felder ve Silverman’ın öğrenme biçemlerine (Felder and Silverman, 1988) dayanarak Felder ve Soloman tarafından geliştirilen 44 soruluk ILS ölçeği (Felder and Soloman, 1991) Türkçe’ye uyarlanmış ve “IF-Clauses” konusunda 24 soruluk bir başarı testi hazırlanmıştır.

Bu çalışmada; hem öne sürülen sistemin teşhis ettiği profiller ile uyarlanmış ölçek arasındaki ilişkiye bakılmış, hem de deney ve kontrol gruplarını akademik başarı açısından karşılaştıracak bir deney deseni oluşturulmuştur. Alanyazındaki çalışmaların çoğunlukla biçem teşhis başarımına odaklı olduğunu belirtmekte yarar vardır. Bu çalışma kapsamında aynı anda akademik başarının da araştırılması alanyazına yapılan katkı açısından üzerinde durulması gereken bir unsurdur. Bu bağlamda çalışmanın iki farklı hedefi vardır.

Birinci hedef öğrenci modelleme sistemi tarafından teşhis edilerek oluşturulan öğrencinin öğrenme biçemlerine ait değerlerin kağıt üzerinde geçerlik-güvenirlilik çalışmaları yapılmış olan öğrenme biçemleri ölçeğiyle ne derece uyum gösterdiğinin değerlendirilmesidir. Bu çalışmada öne sürülen makine öğrenmesine dayalı öğrenci modelleme sistemi aracılığıyla deney grubundaki öğrencilerin Türkçe’ye uyarlanmış olan öğrenme biçemleri ölçeğine göre elde edilen öğrenme biçemleri sonuçlarını ne düzeyde başarıyla teşhis ettiğinin alanyazındaki ilgili çalışmalarla kıyaslanarak değerlendirilmesi hedeflenmektedir. İkinci hedef ise öğrenme ortamlarının öğrenme

biçemlerine dayalı olmasının akademik başarıya olan olumlu etkisinin incelenmesi kapsamında, bu çalışmada öne sürülen öğrenme biçemlerine dayalı öğrenci modelleme sisteminin akademik başarıyı artırdığı yönündeki hipotezin test edilmesidir. Ortaya konan hipotez şudur: **“Öğrenme biçemlerine dayalı olarak öğrenmenin gerçekleşmesi, geleneksel bilgisayar destekli öğrenmeye nazaran akademik başarıda anlamlı bir artışa yol açar.”** Her iki hedefe ilişkin elde edilen bulgular tezin dördüncü bölümü olan bulgular ve tartışma kısmında ortaya konacak ve tartışılacaktır.

1.3 Tezin Yapısı

Tezin giriş kısmında çalışılan konunun önemi vurgulanmış ve çalışmanın hedefleri ortaya konulmuştur. İkinci kısımda çalışmaya ilişkin temel kavramların altı çizilmiş ve alanyazın sunulmuştur. Yöntem kısmında uygulamada yer alan katılımcılar, çalışmada kullanılan deney deseni ve denel işlemler, veri toplama araçları ve veri çözümleme yöntemleri açıklanmıştır. Bulgular ve tartışma kısmında, elde edilen verilerin çözümlenmesi sonucunda ulaşılan bulgular ilgili çalışmalarla karşılaştırılmış ve çalışma sonucunda gelinen nokta tartışılmıştır. Sonuç kısmında ise çalışma boyunca karşılaşılan zorluklara değinilmiş ve çalışmanın katkıları vurgulanmıştır.

Yazarın bu tez çalışması kapsamında gerçekleştirdiği; uluslararası yayın indekslerince taranan 2 adet makalesi (Aslan and İnceoğlu, 2007; Atman et al. 2009) ve çeşitli ulusal/uluslararası konferanslarda sunulan 4 adet bildirisi (Aslan ve İnceoğlu, 2008; Atman vd., 2009; İnceoğlu vd., 2004a; İnceoğlu vd., 2004b) bulunmaktadır.

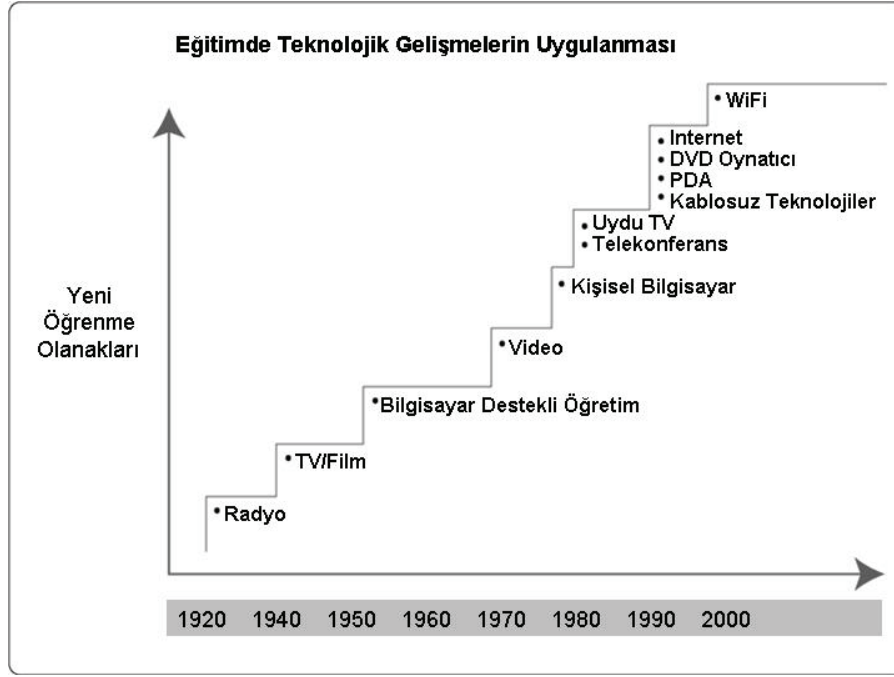
2. LİTERATÜR ÖZETİ

Uzaktan eğitime ve e-öğrenme kavramına değinmeden önce eğitimin tarih boyunca nasıl şekillendiğinden kısaca söz etmekte yarar vardır. Eğitimin temelleri insanlığın da tarihçesiyle paralel olarak eski çağlara kadar uzanmaktadır. İlk başlarda taklit etme ve ustalık-çıraklık üzerine kurulu, ilkel ancak bir o kadar da etkili olan eğitim yöntemleri insanlığın ilk çağları boyunca sürmüştür. Bu yöntemlere resimlerin, şekillerin eklenmesi ve insanların sözlü iletişimi keşfetmeleri eğitimde büyük aşamaların kaydedilmesine önayak olmuştur. Böylelikle insanlar birikimlerini birbirlerine daha rahat aktarma olanağı bulabilmişlerdir. İletişimin sadece seslerle anlaşma şeklinden sıyrılıp sözcüklere dökülmesi okuryazarlık kavramını ortaya çıkarmış ve eğitim çok daha zengin bir yöntem kavuşmuştur. Bir konuyu yazılı kaynaktan takip ederek öğrenmek öğretimin yaygınlaşması konusunda önemli bir adım olmuştur. Okuryazarlıkla birlikte eğitimin okul merkezli organizasyonlar aracılığıyla verilmesi ortaçağ boyunca süren bir eğitim yaklaşımı olarak insanlığın gelişmesinde önemli rol oynamıştır (van Dam, 2005). Uzakdoğuda daha eski tarihlerde kullanıldıysa da (Binark, 1968) batı dünyası matbaa ile ancak ortaçağın sonlarında tanışmış ve bu teknolojik yenilik eğitim alanında günümüze dek uzanan geleneksel eğitim anlayışının temellerini atmıştır. Günümüzde yazılı baskılara ve okul temelli eğitime dayanan anlayış hala en yaygın ve etkili olarak kullanılan eğitim yöntemlerinin başında gelmektedir.

2.1 Uzaktan Eğitim

Geleneksel eğitimin sağladığı olanaklar her ne kadar en etkili öğrenme yöntemlerinin başında gelse de öğrenme gereksinimi duyan bireylerin geleneksel eğitim alma olanakları sınırlı olabilir. Örneğin eğitim-öğretim kurumlarından coğrafi ve fiziksel olarak çok uzakta bulunanlar, geleneksel eğitimin verildiği saatlerde işyerinde çalışmak zorunda olanlar gereksinim duydukları bilgileri öğrenmek için farklı seçeneklere yönelmek zorunda kalmaktadırlar. Bunlara ek olarak; bireylerin özel olarak eğitim alması gereken durumlarla da sıklıkla karşılaşmaktadır. Örneğin, engelliler ve sosyokültürel oluşumlar nedeniyle geleneksel eğitim olanaklarından faydalanamayanlar da (bazı ülkelerde bayanların okula gönderilmemesi gibi) ilgi duydukları konularda eğitim alabilmek için farklı seçeneklere yönelmek zorunda kalmaktadırlar. İşte bu ve benzeri gereksinimler neticesinde uzaktan eğitim olgusu gündeme gelmiştir.

Okul dışından verilen uzaktan eğitimin ilk uygulamalarının 19. yüzyılın ortalarına denk geldiği bilinmektedir (Horton, 2000). İlerleyen yıllarda uzaktan eğitim ile teknolojik gelişmeler arasında önemli bir paralellik gerçekleşmiştir. Özellikle iletişim alanında gerçekleşen dikkate değer keşifler kısa süre içinde uzaktan eğitim uygulaması olarak insanların kullanımına sunulmuştur (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Eğitimde teknolojik gelişmelerin uygulanması (van Dam, 2005)

Uzaktan eğitimde matbaadan sonra uygulanan en önemli teknolojik gelişme radyonun kullanılmasıdır. Daha sonra televizyon ve film gösterimi yoluyla yapılan uzaktan eğitim uygulamaları gelmiştir. Özellikle ikinci dünya savaşında milyonlarca insanı aynı anda eğitmek amacıyla televizyon yayınlarıyla eğitim filmleri gösterimine başvurulmuştur. 1950'lerin sonunda Stanford Üniversitesinde, IBM'in de katkılarıyla ilkokul düzeyinde *mainframe* üzerinden bilgisayar destekli öğretimin ilk uygulamalarına başlanmıştır (van Dam, 2005). Bu şekilde bilgisayar destekli öğretim uygulamaları birçok konuyu kapsayacak şekilde 1980'lerin ortalarına kadar yaygın olarak kullanılmıştır (Horton, 2001). Bu dönemde video ve ses kayıtları yardımıyla eğitim gereçleri de hazırlanmıştır. Telekonferans ve uydu üzerinden eğitim olanağının ortaya çıkmasıyla (Kies et al., 1997) etkileşimli uzaktan eğitimin yolu açılrsa da en önemli gelişme 1990'larda kişisel bilgisayarların çokluortam desteğinin artmasıyla birlikte teknoloji-tabanlı eğitim uygulamalarının önünün tamamen açılmasıdır (Rosenberg,

2001). Günümüzde birçok farklı teknolojik aygıtın ve gelişmiş iletişim altyapılarının oluşması sayesinde uzaktan eğitim amacıyla teknoloji-tabanlı çözümlere başvurulmaktadır.

2.1.1 E-öğrenme kavramı

Uzaktan eğitimin teknolojik gelişmelerle bu denli paralel gelişim göstermesi teknoloji-tabanlı eğitim kavramını gündeme getirmiştir (Kruse and Keil, 2000). Burada not düşülmesi gereken önemli konulardan biri de “eğitim” ve “öğretim” kavramları arasındaki yakın ilişkidir. Teknoloji-tabanlı eğitim kavramıyla vurgulanmak istenen eğitim-öğretim malzemelerinin teknoloji yardımıyla dağıtılmasıdır. Birçok kaynakta “eğitim” ve “öğretim” sözcüklerinin kullanılması genel anlamda bir tercihe dayanmakta ve iki yaklaşımı birbirinden net olarak ayırma olanağı bulunmamaktadır (van Dam, 2005).

Teknoloji-tabanlı öğrenme söz konusu olduğunda İnternet/*intranet* tabanlı eğitim, çokluortam eğitim, e-öğrenme, çevrimiçi öğrenme, web-tabanlı öğrenme, çevrimiçi eğitim, net-tabanlı eğitim, bilgisayar-tabanlı eğitim, CD-Rom-tabanlı eğitim gibi birçok farklı tanım da gündeme gelmektedir. Van Dam (2005) çalışmasında, bu tanımlara ilişkin ayrıntılı açıklamalarda bulunmuştur ve bu tanımların hepsine burada yeniden değinilmeyecektir. Ancak genel anlamda eğitimin web ve İnternet teknolojisi üzerinde açılımıyla e-öğrenme kavramının ortaya çıktığının altını çizmekte yarar vardır. Burada “e” ön ekinin karşı geldiği kavram “elektronik” olarak algılanmakta ve daha çok öğrenmenin sayısallaştırılarak elektronik ortamda saklanması ve dağıtımına işaret etmektedir. Bu bağlamda e-öğrenmedeki “e” ön ekinin gerçekte “nasıl öğrenme?” sorusunun yanıtını verdiği göz ardı edilmemelidir (van Dam, 2005).

2.1.2 Öğrenme yönetim sistemleri

E-öğrenmenin uygulanması söz konusu olduğunda, öğrenme yönetim sistemi ve öğrenme içerik yönetim sistemi denilen tümleşik yazılımlar devreye girmektedir. Özellikle birçok insanın kişisel bilgisayarları ile İnternet erişimi olanağı bulmasıyla birlikte hem ticari, hem de açık kaynak öğrenme yönetim sistemleri kullanılmaya başlanmıştır. Öğrenme yönetim sistemlerinin temel amacı, belirli standartlara dayalı öğrenme nesnelere şeklinde geliştirilmiş öğrenme içeriklerinin (örneğin Scorm, 2009), temel ders dağıtım yöntemlerinin kullanılmasıyla öğrenciye ulaştırılmasıdır.

Öğrenme yönetim sistemlerinin ve öğrenme içerik yönetim sistemlerinin temel bileşenlerine ve farklarına ilişkin ayrıntılara Greenberg (2008) tarafından hazırlanan makalede değinilmiştir. Ayrıca etkili öğrenme yönetim sistemleri geliştirilmesinde ve içerik hazırlanmasında pedagojik prensiplerin de dikkate alınması kaçınılmazdır (Govindasamy, 2002). Ancak bu çalışmanın kapsamı dışında kaldığı için pedagojik boyuta ilişkin ayrıntılara metin içinde değinilmeyecektir.

Öğrenme yönetim sistemi yazılımlarını temelde ticari ve açık-kaynak yazılımlar olarak ikiye ayırmak mümkündür. Bazı ticari ve açık-kaynak öğrenme yönetim sistemleri aşağıda listelenmiştir.

Bazı ticari öğrenme yönetim sistemleri:

- WebCT (<http://www.blackboard.com/>)
- WebMentor (<http://www.avilar.com/products/lms.html>)
- Pinnacle (<http://www.learnframe.com/solutions/pinnacle/>)
- TotalLMS (<http://www.sumtotalsystems.com/products/learning-management/lms.html>)
- JenzabarLMS (<http://www.jenzabar.com/products.aspx?id=148>)
- Saras VLE (<http://www.excelindia.com/Products.html?gclid=CIjsvf3kwJsCFY4U4wodMkPQEA>)

Bazı açık-kaynak öğrenme yönetim sistemleri:

- Moodle (<http://moodle.org/>)
- eduCommons (<http://cosl.usu.edu/projects/educommons>)
- OLAT (<http://www.olat.org/website/en/html/index.html>)
- ILIAS (<http://www.ilias.de/>)
- ATutor (<http://www.atutor.ca/>)
- dokeos (<http://www.dokeos.com/>)
- .LRN (<http://dotlrn.org/>)
- LON-CAPA (<http://www.lon-capa.org/>)
- docebo (http://www.docebo.org/doceboCms/set-language_English_language-english.html)

Öğrenme yönetim sistemlerinde ticari olsun ya da olmasın tipik olarak bulunabilecek belli başlı özellikler Merino et al. (2006) tarafından aşağıdaki çizelgede incelenmiştir (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Öğrenme yönetim sistemlerinin başlıca özellikleri (Merino et al., 2006)

	Belli başlı öğrenme yönetim sistemi özellikleri
1	Forum
2	Dosya indirme
3	Takvim
4	Duyuru panosu
5	E-posta uyarıları
6	Sıklıkla sorulan sorular desteği
7	Öğrenci listesi
8	E-posta alma ve gönderme
9	E-posta listesi
10	Çevrimiçi oylama
11	Ders tanıtımı
12	Öğretmenlerle ilgili ek bilgiler
13	Niteliklerin görselleştirilmesi
14	Öğretmen geribildirimli gönderi yönetim sistemi
15	Değerlendirmeler
16	Yardım desteği
17	Akademik kayıtların gösterimi

Bu özellikler, temel özellikler olan ders anlatımı ve çevrimiçi testlerin dışındaki birçok farklı özelliği kapsamaktadır. Ancak öğrenme yönetim sistemleri bu şekilleriyle kaldıkları sürece genel anlamda sadece öğrenim içeriklerinin öğrenciye iletilmesine aracılık eden bilgisayar yazılımları olmanın ötesinde bir özelliğe sahip değildirler. Oysa ki günümüz bilgisayarlarının çok büyük miktarlarda veri işleme kapasiteleri vardır. Bu sayede öğrenme yönetim sistemi yazılımları da sadece öğretmen ve öğrenci arasında aracılık eden özelliklerinden sıyrılıp öğrenme sürecinin iyileştirilmesine katkıda bulunabilecek özellikleri de bünyelerinde barındırabilirler. Öğrencilerin öğrenme biçimlerinin farklılıklar gösterdiği bilindiğine göre öğrenme ortamlarının öğrencilerin öğrenme biçimlerine uygun olarak düzenlenmesi gerekmektedir (Felder and Brent, 2005). Bu bağlamda e-öğrenme yazılımlarında da öğrencilerin öğrenme biçimlerini de dikkate alacak şekilde düzenlemelere gidilmesi daha etkili öğrenmenin gerçekleşmesine önayak olacaktır.

2.2 Öğrenme Biçimleri

Öğrencilerin farklı öğrenme biçimlerine sahip oldukları ve öğrencilerin öğrenme süreçlerinin daha verimli olması için öğrenme ortamlarının kişilerin öğrenme biçimlerine uygun olarak düzenlenmesinin olumlu etkilerinin olduğu birçok çalışmada deneysel bulgularla desteklenmiştir (Budhu, 2002; Pena et al., 2002; Wang et al., 2006).

Burada önemli olan, öğrencilere verilen öğretimin onların öğrenme biçemleriyle örtüşmesini sağlayabilmektir. Coffield et al. (2004) 20. yüzyılın başlarından itibaren belli başlı 71 farklı öğrenme biçemi modelinin geliştirildiğini belirtmiştir. Bu çok büyük bir rakam olmasına karşın alanyazındaki modellerin çoğunun geçerlik-güvenirlik çözümlenmeleri yeterli değildir. Bu nedenle birçok öğrenme biçemi modeli yaygın olarak kullanılmaktan çok uzaktır. **Bir öğrenme biçemi modelinin yaygın olarak kullanılabilmesi için ortaya koyduğu öğrenme biçemlerini ölçebilecek genel kullanıma dönük bir ölçeğinin olması ve yeterli düzeyde geçerlik-güvenirlik çalışmasının yapılmış olması gerekmektedir.** Bu bağlamda, özellikle bilgisayar tabanlı öğrenim sistemlerine ilişkin bilimsel çalışmalarda sıklıkla kullanılan öğrenme biçemi modellerinden bazılarını bu kısımda değinilecektir.

2.2.1 Dunn ve Dunn

Dunn ve Dunn öğrenme biçemleri modelinde öğrenme biçemleri, bireylerin öğrenmeyi nasıl tercih ettikleriyle ilişkilendirilmiştir. Dunn ve Dunn öğrenme biçemi modeline göre “öğrenme biçemi” denilen olgu biyolojik ve gelişimsel karakteristik özelliklerin kümesidir. Bu bağlamda, öğretim ortamlarında kullanılan yöntemler bazı öğrenenler için etkili olurken bazılarında etkili değildir. Öğrenme biçemi eğilimi ne kadar güçlü ise öğrenme biçemine uygun öğretim yapmak o kadar önemlidir (Dunn and Griggs, 1995). Dunn ve Dunn öğrenme biçem modeli; çevresel öğeler (ses, ışık, sıcaklık, tasarım), duygusal öğeler (motivasyon, kararlılık, sorumluluk), sosyolojik öğeler (yalnız, grupla, bir yetişkinle beraber ya da bunların bileşimi) ve fiziksel öğeler (algısal yetkinlik, günün zamanı, hareketlilik gereksinimi) olarak dört öğeden oluşmaktadır. Psikolojik öğeler, modele daha sonra eklenmiştir. Global/analitik tercihler, sağ ya da sol beyin yarı kürelerini, bir başka deyişle etkin ve yansıtıcı tercihleri kapsamaktadır (Dunn and Dunn, 1974; Dunn and Griggs, 2003).

Dunn et al. (1978) öğrenme biçemlerini belirlemek üzere 104 maddeli bir ölçek geliştirmişlerdir (LSI – *Learning Styles Inventory*). Ölçeğin, ilk ve orta öğretim için düzenlenmiş üç sürümü bulunmaktadır. Rundle and Dunn (2000) tarafından geliştirilen 118 maddelik ölçek ise yetişkinler için geliştirilmiş olup 5 puanlı Likert tipindedir. Örneğin Wolf (2003) tarafından geliştirilen iWeaver adlı kendini uyarlayabilen İnternet tabanlı öğrenme sistemi Dunn ve Dunn öğrenme biçemleri modelini esas almaktadır.

2.2.2 Kolb

Kolb öğrenme biçemleri modeli, deneyimsel öğrenme modelini temel almıştır. Deneyimsel öğrenme modeli öğrenmeyi deneyimin aktarımı ile üretilen bilgi aracılığıyla oluşan işlemler olarak tanımlamaktadır. Bireyin geçmiş yaşantısındaki deneyimleri tercih edilen seçim yolları geliştirmesine neden olmaktadır. Somut ile soyut, etkin ve yansıtıcı biçemler arasında bir takım karakteristik yollar ve kalıplar ile karara varılmaktadır. Bu kalıplaşmış yollara öğrenme biçemi denilmektedir. Deneyimsel öğrenme modelinden hareketle, öğrenenlerin etkili öğrenmeyi gerçekleştirebilmesi için, dört farklı yeteneğe sahip olması gerekir: somut yaşantı, yansıtıcı gözlem, soyut kavramsallaştırma ve aktif yaşantı. Yakından incelendiğinde, iki zıt boyut bulunmaktadır: somut/soyut ve etkin/yansıtıcı. Kolb; değiştiren, yerleştiren, ayrıştıran, özümseyen olmak üzere dört farklı öğrenme biçemi tipi geliştirmiştir (Kolb et al., 2000).

Değiştiren (*diverging*) öğrenme biçemine sahip bireylerde, somut yaşantı ve yansıtıcı gözlem öğrenme yetenekleri baskındır. Bu öğrenme biçeminin “değiştiren” olarak adlandırılmasının nedeni, bu biçeme sahip bireylerin, beyin fırtınası oturumları gibi düşüncenin üretildiği durumlarda çok iyi olmaları ve somut durumlara farklı açılardan bakabilmeleridir. Değiştiren bireyler grup çalışmalarını tercih ederler, açık bir zihin ile dinler ve kişiselleştirilmiş dönütler alırlar.

Özümseyen (*assimilating*) öğrenme biçemine sahip bireylerin baskın olduğu öğrenme yetenekleri, soyut kavramsallaştırma ve yansıtıcı gözlemdir. Bu biçeme sahip bireyler, geniş aralıktaki bilgiyi özetler ve mantıksal bir biçime dönüştürürler. İnsanlardan çok fikirler ve soyut kavramlar üzerine odaklanırlar ve kuramı uygulamadan daha değerli bulurlar. Bu öğrenme biçemine sahip bireyler, okumayı, analitik modelleri incelemeyi ve kendilerine düşünmeleri için zaman verilmesini tercih ederler.

Ayrıştıran (*converging*) öğrenme biçemine sahip bireylerde, temel olarak soyut kavramsallaştırma ve aktif yaşantı öğrenme yetenekleri baskındır. Bu öğrenme biçemine sahip bireyler, kuram ve fikirlerin pratik uygulamalarında oldukça iyidirler. Problemlere çözüm bulma, karar verme ve teknik işlemlerle uğraşmayı tercih ederler. Yeni fikirler deneyerek; benzetimler, laboratuvar çalışmaları ve pratik uygulamalar ile öğrenmeyi tercih ederler.

Yerleştiren (*accomodator*) öğrenme biçimine sahip bireylerde somut yaşantı ve aktif yaşantı yetenekleri baskındır. Yeni planlar yaparak, farklı deneyimlerin içine atılmaktan hoşlanırlar. Eğilimlerini, mantıksal çözümlerden çok duygular belirlemektedir. Problemlere çözüm bulurken, teknik çözümlerden çok insanlardan edindikleri bilgilere güvenirlir. Bu öğrenme biçimine sahip bireyler hedef koyarak, alan çalışması yaparak ve bir projeyi bitirirken değişik yaklaşımlar kullanarak öğrenmeyi tercih ederler.

Öğrenme biçimlerini belirlemek üzere ölçeğin (*Learning Styles Inventory - LSI*) özgün ilk sürümü 1976 yılında ortaya konmuştur (Kolb, 1976) ve ilerleyen yıllarda farklı sürümleri yayınlanmıştır. Son sürümün gözden geçirilmiş hali 2005 yılında yayınlanmıştır (Kolb ve Kolb, 2005). Ölçeğin son hali 12 maddeden oluşmaktadır ve her bir madde dört farklı şekilde sonlanır. Bireylerin cümlelerin son kısımlarını kendi öğrenmelerini en iyi tanımlayacak şekilde işaretlemeleri istenir (4 = “en çok sevdiğiniz”, 1 = “en az sevdiğiniz”, gibi). Stash et al. (2004) tarafından geliştirilen ve AHA! sistemine (De Bra and Ruiter, 2001) eklenmiş MOT sistemi (*My Teacher Online*) öğrenci modellerini oluştururken Kolb’un öğrenme biçimlerini temel almaktadır.

2.2.3 Honey ve Mumford

Öğrenme biçimi, Honey and Mumford (1982) tarafından öğrenmede bireyin tercih ettiği yolu belirleyen tutum ve davranışlar olarak tanımlanmıştır. Modelde dört öğrenme biçimi bulunmaktadır: Etkin (*Activist*), Yansıtıcı (*Reflector*), Kuramcı (*Theorist*) ve Faydacı (*Pragmatist*).

Etkin öğrenenler, esnek ve açık görüşlü, eyleme her an hazır ve yenilik konusunda iyimserdirler. Diğer taraftan, çok düşünmeden harekete geçme, gereksiz riskler alma ve yapabileceklerinden daha fazlasını yapmaya çalışma eğilimleri etkinlerin zayıf yönleridir.

Yansıtıcılar dikkatli ve yöntemli çalışırlar, iyi dinleyicidirler ve bilgiyi özümserler. Diğer taraftan, düşüncelerini toparlamakta ve karara varmada yavaş davranırlar, çok önlemsel eğilim gösterirler, yeterli risk almazlar ve fazla konuşmazlar.

Kuramcılar mantıksal düşünürlerdir. Nesnel ve rasyoneldirler, araştırmaya sevk eden sorular sormada iyidirler ve resmin bütünü kavramakta zorlanmazlar.

Kuramcılarının zayıf noktaları ise kesin olmayan, öznel ve sezgisel konulara olan toleranslarının azlığıdır.

Faydacılar, gerçekçi ve pratiktirler. Teknik yönelimlidirler ve bir noktaya odaklanabilirler. Ancak, temel prensipler ve kuramlarla pek ilgili değildirler. Kararsızlık durumunda sabırsız davranırlar ve insan odaklı olmaktan çok eylem odaklıdırlar.

Honey ve Mumford öğrenme biçimleri modeline dayanan *The Learning Style Questionnaire* (LSQ), ilk kez 1982 yılında geliştirilmiş ve birkaç kez güncellendikten sonra son halini 2006 yılında almıştır (Honey ve Mumford, 2006). Son halinde LSQ ölçeğinin iki sürümü bulunmaktadır ve biri 40 maddeli, diğeri ise 80 maddeli olarak kullanılmaktadır. De Bra and Ruiters (2001) tarafından geliştirilen AHA!, Kyparisia et al. (2003) tarafından geliştirilen INSPIRE, Kyparisia et al. (2006) tarafından INSPIRE sistemine eklenti olarak geliştirilen Flexi-OLM ve Shaw and Marlow (1999) tarafından geliştirilen öğrenci modelleme sistemleri Honey ve Mumford öğrenme biçimleri modelini temel alarak geliştirilmişlerdir.

2.2.4 Felder ve Silverman

Bireylerin bilgiyi alma, tutma, işleme sürecindeki karakteristik güçlülük ve tercihleri bireylerin öğrenme biçimleri olarak tanımlanmaktadır (Felder and Silverman, 1988). Bazı öğrenciler veriler, olaylar ve algoritmalar üzerinde yoğunlaşırken bazıları da teorik ve matematiksel modellerde daha rahatdırlar. Bazı öğrenciler şemalar, grafikler ve resimler gibi bilginin görsel şekillerine daha rahat tepki verebilirlerken; bazıları yazılı ve sözlü açıklamaları tercih ederler. Bazıları etkin ve etkileşimli bir şekilde öğrenmeyi tercih ederken bazıları daha kişisel ve kendi duyguları ışığında öğrenmeyi tercih ederler (Felder, 1996). Bu nedenle bir sınıfta bir öğrencinin ne kadar öğrenebildiği, öğrencinin kendine ait yetenek ve ön hazırlığıyla ilişkili olduğu kadar öğrencinin öğrenme biçimi ve öğreticinin öğretme biçiminin uyumuyla da ilişkilidir.

Model, öğrencilerin;

- hangi tip bilgiyi algılamayı tercih ettiklerine göre duyuşsal/sezgisel,
- dış kaynaklı bilginin hangi tip kaynakla daha etkili şekilde algılandığına göre görsel/işitsel,
- bilginin hangi örgütlenme yoluyla daha rahat edinildiğine göre tümevarımsal/tümdengelimli,

- bilginin nasıl işlendiğine göre etkin/yansıtıcı,
- bilginin anlaşılmasında nasıl bir yol izlediğine göre ardışık/bütünsel,

olmak üzere birbirinden bağımsız beş boyuttan oluşmaktadır (Felder and Silverman, 1988). 1988 yılında ortaya konan bu modelden, daha sonra tümevarımsal/tümdengelimli boyutu çıkarılmış, modeldeki görsel/işitsel boyutun adı görsel/sözel olarak değiştirilmiştir.

Öğrenme biçemlerinin belirlenmesine yönelik olarak 1991 yılında 44 maddeden oluşan bir ölçek hazırlanmıştır (Felder ve Soloman, 1991). 1997 yılından itibaren ölçeğin Internet erişimi de sağlanmıştır. Ölçekte öğrenme biçemi modelinde yer alan her bir boyut için 11 madde yer almaktadır. Her bir boyut iki kutuptan oluşmaktadır, buna göre bir sorunun (a) ve (b) olmak üzere iki seçeneği vardır. Her bir boyut için maddelerdeki (a) seçenekleri duyuşsal, görsel, etkin ya da ardışık boyutunu; (b) seçenekleri ise sezgisel, sözel, yansıtıcı ya da bütünsel boyutlarına işaret etmektedir. Maddeler +1 ve -1 olarak puanlandırıldıklarından, ölçekteki toplam puan -11 ve +11 arasında değişir ve ortaya çıkan eğilimi gösterir. Sonuçlarda 1 ile 3 puan arası iki boyut arasında denge durumunu, 5 ile 7 puan arası boyutlardan birinde normal bir eğilim olduğunu, 9 ile 11 puan arası ise güçlü bir eğilim olduğunu gösterir. Carver et al. (1999) tarafından geliştirilen CS383, Bajraktarevic et al. (2003) tarafından geliştirilen LSAS, Carro et al. (1999) ile Parades and Rodriguez (2004) tarafından geliştirilen TANGOW e-öğrenme sistemi uygulamalarının; Filippidis and Tsoukalas (2009) ve Kelly and Tangney (2005) tarafından geliştirilen kendini uyarlayabilen e-öğrenme sistemlerinin ortak noktası öğrenci modelleme katmanlarında Felder ve Silverman tarafından geliştirilen öğrenme biçemleri modelini esas almalarıdır.

2.3. Öğrenme Biçemlerini Temel Alan E-öğrenme Uygulamaları

Öğrenme biçemlerinin e-öğrenme sistemleri üzerindeki uygulamalarına geçmeden önce e-öğrenme sistemleri ile öğrenme kuramları arasındaki ilişkiye göz atmakta fayda vardır. Üç temel öğrenme kuramından söz edilebilir; davranışsal yaklaşım, bilişsel yaklaşım ve yapılandırmacı yaklaşım (Jonassen, 1991).

Davranışsal yaklaşıma göre hedef davranışlara yönelik öğrenme, motivasyona ve düzeltmeye dayalı geribildirimler sayesinde (pekiştireçlerle) oluşmaktadır (Skinner, 1954). Bu şekilde ancak düşük seviyeli becerilerde gelişim sağlanabileceğine, karmaşık becerilerin kazanımının açıklanmasında yetersiz kaldığına ilişkin eleştiriler olsa da

(Chase, 1985) bilgisayar destekli öğrenme sistemlerinde basit ancak çok faydalı olan seri geribildirimler sayesinde etkili öğrenme uygulamalarının geliştirilmesinde davranışsal yaklaşımdan sıklıkla yararlandığı görülmektedir (Hannafin and Rieber, 1989).

Bilişsel yaklaşım ana hatlarıyla Gestalt psikolojisine dayanmaktadır ve öğrenme sürecini öğrenenlerin neleri bildikleriyle ve nasıl algıladıklarıyla ilişkilendirmektedir (Wertheimer, 1959). Öğrenme sürecinde öğrencinin bilişsel durumunun dikkate alınmasıyla zorluk seviyesinin ayarlanması, öğrenciye yardım ve ipucu seçeneklerinin sunulması gibi uygulamalarına bilgisayar destekli öğrenme sistemlerinde rastlanmaktadır (Hannafin, 1989).

Yapılandırmacı yaklaşım ise öğrenmenin bireysel koşullanmaya dayalı bir ortamda öğrenci odaklı olarak gerçekleştiğine dayanmaktadır (Piaget, 1977). Yapılandırmacı yaklaşımda öğrenci bilgiyi içselleştirirken kişisel yorumlamalarından ve tecrübelerinden faydalanmaktadır (Karagiorgi and Symeou, 2005). Bu bağlamda öğrenme yönetim sistemleriyle çalışan bir öğrenci için bilgisayar ve hipermedya ortamlarının sağladığı esneklik yapılandırmacı yaklaşıma göre öğrencilerin üretkenliğini artıracak birçok farklı seçenek sunmaktadır (Pear and Crone-Todd, 2002).

Temel yaklaşımların işaret ettiği noktalar göz önüne alındığında öğrenme yönetim sistemi yazılımlarının tüm öğrenme kuramlarını dikkate alacak nitelikte hazırlanmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Çizelge 2.2). Ancak öğrenme ortamının İnternet ortamına taşınarak yoğun olarak bireyselleşmesinin yapılandırmacılığı bir adım öne çıkardığı birçok çalışmada vurgulanmıştır (Alonso et al., 2009; Hamid, 2002; Huang et al., 2007; Lester et al., 1999).

Son yıllarda e-öğrenme ve eğitim teknolojisi alanındaki öne çıkan bilimsel çalışmaların önemli bir kısmında öğrenme ortamları ve öğrenme yaklaşımları üzerinde durulurken önümüzdeki yıllarda öğrenci odaklı öğrenmenin çok daha fazla önem kazanacağı vurgulanmaktadır (Shih et al., 2008). Bu bağlamda, hangi alanda olursa olsun öğrenmenin gerçekleşmesi öncelikle öğrenme ortamı ve materyalinin öğrenci gereksinimlerine uygun olmasına bağlıdır (Brusilovsky and Peylo, 2003). Öğrenme biçemlerine göre düzenlenen öğrenme ortamları öğrenme etkinliğinin verimliliğini artırır. Öğrenme biçemleri göz önüne alındığında öğrenme kolaylaşır ve etkili öğrenme gerçekleşir (Graf and Kinshuk, 2008).

Çizelge 2.2. Öğrenme yönetim sistemlerinde öğrenme kuramlarını destekleyici özellikler (Kettanurak et al., 2001)

Davranışsal Yaklaşım	Bilişsel Yaklaşım	Yapılandırmacı Yaklaşım
<p><u>Geribildirim:</u> Hataların sistem tarafından fark edilmesi, öğrencilerin bilgilendirilmesi ve doğruların gösterilmesi</p> <p><u>Öğrenci denetimi:</u> Öğrencilere öğrenme içeriği akışı üzerinde kendi hareketlerini denetleme, geri dönme ve tekrar etme olanağı sağlanması</p> <p><u>Öğrenme başarımları verileri:</u> Öğrencilere kendi gelişimlerini, başarılarını izlemelerini sağlayacak verilerin sunulması</p>	<p><u>Soru sorma ve yanıt alma:</u> Öğrencilere soru-yanıt gereksinimlerini karşılayacak sistem desteğinin sağlanması</p> <p><u>Örnek ve alıştırmalar:</u> Öğrencilerin öğrenme süreci boyunca sık sık örnekler ve alıştırmalarla çalışmalarının sağlanması</p>	<p><u>Hipermedya ortamında kesif:</u> Öğrencilere öğrenme içeriği üzerinde farklı yollardan hareket etme ve ilişkiler kurma olanaklarının artırılması</p>

E-öğrenme sistemlerinin öğrencilerin öğrenme biçemlerine göre uyarlanması söz konusu olduğunda üç temel yaklaşımdan söz edilebilir (Edmonds, 1981); uyarlanmış sistemler, uyarlanabilir sistemler ve kendini uyarlayabilen sistemler. Burada uyarlama konusunda temel alınan nokta öğrencinin öğrenme biçemlerinin tutulduğu öğrenci profilidir (Popescu et al., 2007).

Uyarlanmış sistemlerde uygulamayı geliştiren kişi, kullanıcının özelliklerini dikkate alarak tasarımı gerçekleştirir. Uyarlanmış sistemlerde tasarımın farklı bir kullanıcının özelliklerine göre tekrar uyarlanması ancak yazılımın tekrar projelendirilmesiyle mümkün olmaktadır.

Uyarlanabilir sistemlerde kullanıcıya yazılım arayüzü üzerinde tercihlerine göre istediği değişiklikleri yapmasını sağlayacak olanaklar sağlanır. Böylelikle kullanıcı kendisine izin verildiği ölçüde yazılımın çeşitli özelliklerini kendi gereksinimlerine göre ayarlayabilir.

Kendini uyarlayabilen sistemlerde ise uyarılama işi kullanıcıdan bağımsızdır ve sistemin sorumluluğundadır. Bu durumda sabit bir kullanıcı profilinden söz etmek mümkün değildir. Kullanıcı profili sistem tarafından dinamik olarak güncellenir ve sistemin değişkenleri kullanıcı profiliyle paralel bir şekilde uyarlanır. Web tabanlı öğrenmenin de yaygınlaşmasıyla günümüzde e-öğrenme sistemlerinde popüler olan ve gelecekte de önemini artırması beklenen yaklaşımın kendini uyarlayabilen sistemler olduğu göze çarpmaktadır (Brusilovsky, 2004).

2.3.1 Kendini uyarlayabilen sistemler

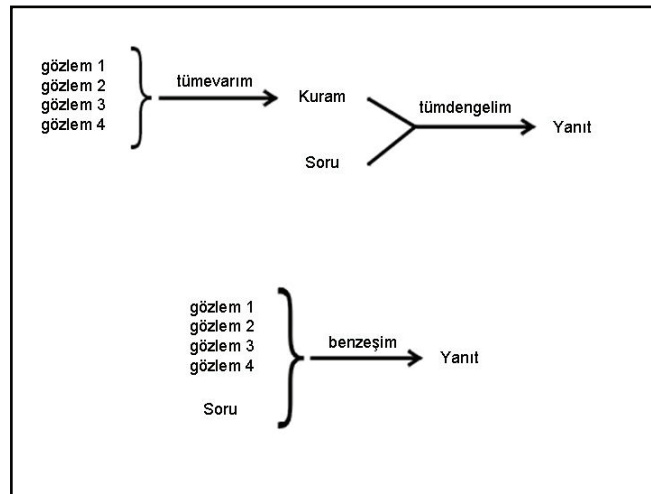
Kişisel bilgisayarlardan yararlanılarak gerçekleştirilen öğrenme için zaman içinde “*Computer-Assisted Instruction*” (CAI), “*Computer-Based Instruction*” (CBI), “*Computer-Based Training*” (CBT), “*Computer-Aided Learning*” (CAL), “*Computer-Mediated Education*” (CME) ve “*Computer-Assisted Instruction*” (CAI) gibi terimler kullanılmıştır (Davidovic et al., 2003). Bu terimlerin ortak yönü öğrenmenin bilgisayar tabanlı olduğunu işaret etmeleridir. E-öğrenme sistemlerinde kendini uyarılama söz konusu olduğunda işin içine yapay bir aklın girmesi de kaçınılmaz olduğundan böyle sistemlere genel olarak “*Intelligent Tutoring Systems*” (ITS), “*Adaptive Hypermedia Systems*” (AHS) ve “*Adaptive Computer-Assisted Instruction*” (Adaptive-CAI) gibi terimler uygun görülmüştür (Davidovic et al., 2003). Bu bağlamda, e-öğrenme sisteminin salt öğrenmeye aracılık eden rolden sıyrılıp, çeşitli makine öğrenmesi ve çıkarsama teknikleri kullanarak öğrenmenin verimliliğinin artırılmasında etkin rol almaya başladığından söz edilebilir.

Kendini uyarlayabilen sistemler temel olarak öğrenci profillerinin zaman içinde değişim gösterebileceğinden hareketle (Brusilovsky, 1996), sabit bir öğrenci profiline yönelik öğrenme içeriği sunmak yerine öğrencinin sistem üzerinde bıraktığı kayıtlar yardımıyla öğrenci profilini dinamik olarak güncellemeye çalışırlar (Triantafillou et al., 2003). Kendini uyarlayabilen sistemlerde öğrenci profilinin oluşturulmasında başvurulan ana unsur öğrenci modelinin oluşturulmasıdır (Esposito et al., 2004). Bu bağlamda, geliştirilen öğrenci modelleme katmanlarının temelde yaptıkları iki iş vardır; öğrenci ilk kez sisteme kayıtlı olduğunda öğrenci modelini ilk değer atama yoluyla

başlatmak ve öğrenci sistemle etkileşime girdiği sürece bu modeli güncellemek (Nwana, 1991). Öğrenci modellemesi farklı amaçlar için yapılabilir. Bu çalışma kapsamında amaç öğrencinin öğrenme biçimini tahmin ederek ona uygun içerik sunmak olduğu için başka amaçlarla yapılan öğrenci modelleme çalışmalarına metin içinde değinilmemiştir. Kullanıcı ve öğrenci modellemesinde hedef alınan farklı yaklaşımlarla ilgili yapılmış çalışmalar incelendiğinde diğer öğrenci modelleme yaklaşımlarına ilişkin ayrıntılara ulaşılabılır (Kay, 2001; Kobsa, 2001). Öğrenci modellemesi bir anlamda teşhis problemi olduğu için (Yudelson et al., 2008) akıllı e-öğrenme sistemlerinde öğrenci modelleme katmanlarında çıkarsama yaparken makine öğrenmesi tekniklerine sıklıkla başvurulmaktadır (Aslan, B.G. and İnceoğlu, M.M., 2007; Tsiriga and Virvou, 2004).

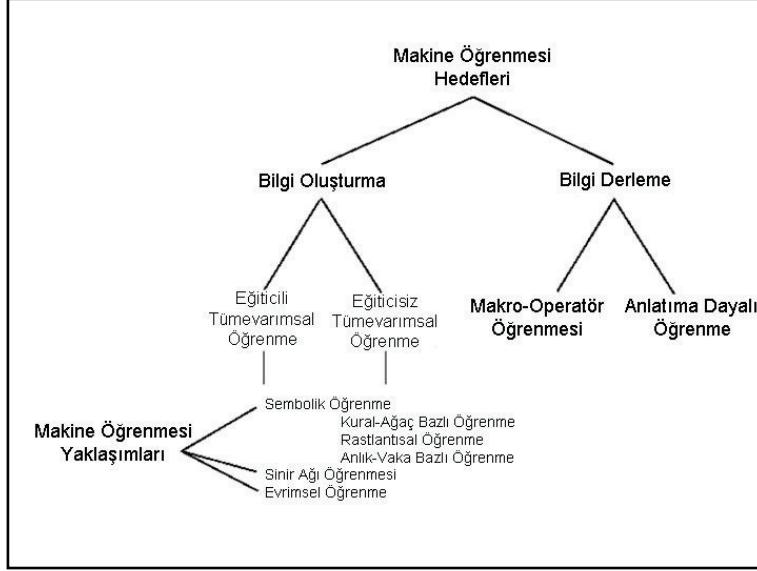
2.3.2 Öğrenci modellemesinde makine öğrenmesi yöntemleri

Çıkarsama amacıyla makine öğrenmesi kullanılırken üç temel yaklaşımdan söz edilebilir; tümevarım yaklaşımı, tümdengelim yaklaşımı ve benzeşim yaklaşımı. Genel hatlarıyla, tümevarımda belirsizlik altındaki hipotezin gözlemlere dayanarak doğrulanması esastır (Sison and Shimura, 1996). Tümdengelimde arka plandaki bilginin doğru ve geçerli olduğu varsayımından hareketle verilen vakaların oluşturacağı sonuçlara odaklanılır. Benzeşim yaklaşımı ise gözlem verileriyle test verisini eşleştirmeyi hedefler ve bir açıdan hem tümevarımın, hem de tümdengelimin özelliklerine sahiptir (Sison and Shimura, 1996). İslam alimi ve düşünürü olan İbn Teymiye'nin argümanına göre (Şekil 2.2) mantıksal çıkarsamada tümdengelim sadece matematiksel altyapıya dayanan çalışmalarda kesinlik sağlarken, gerçek dünyaya ilişkin birçok konuda çıkarsama yaparken tümevarıma ve benzeşime gereksinim vardır (Sowa and Majumdar, 2003).



Şekil 2.2. Mantıksal ve benzeşime dayalı çıkarsamanın karşılaştırılması (Sowa and Majumdar, 2003)

Farklı çıkarsama yöntemlerinin olduğu göz önüne alınırsa, farklı makine öğrenmesi tekniklerinin olması da kaçınılmazdır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Makine öğrenmesi yöntemlerinin sınıflandırılması (Sison and Shimura, 1998)

Makine öğrenmesi tekniklerinde karşılaşılan temel sorunlar ise ana hatlarıyla 4 başlık altında toplanabilirler; büyük miktarda verinin işlenmesi gereksinimi, verilerin etiketlenmiş olmalarının gerekliliği, “kavram kayması” denilen olgu ve işlem karmaşıklığı (Webb et al., 2001).

Makine öğrenmesi veri üzerinde öğrenme işlemini gerçekleştirdiği için ne kadar çok sayıda eğitim verisi elde edilebilirse makine öğrenmesinin etkililiği de o derece yüksek olacaktır (Beck and Woolf, 2000).

Ayrıca bu verilerin salt rakamsal olması birçok makine öğrenmesi yaklaşımı için bir anlam ifade etmemektedir. Verilerin anlam kazanması ancak bu verilerin mantıksal olarak da etiketlenmiş olmalarıyla mümkün olmaktadır (örneğin tasarım amacına göre “14 saniye” yerine “kısa süre” veya “uzun süre” kullanılması).

“Kavram kayması” (*concept drift*) denilen olgu ise öğrencilere ait oluşturulan modellerin zaman geçtikçe eskimesi ve güncelliğini yitirmesi sorunudur. Öğrenci modeli denilen olgu bir insanla ilgili olduğu için zaman içinde değişim göstermesi olasıdır. Öğrenci modelleme sistemlerinin oluşabilecek kavram kaymalarını da değerlendirecek şekilde geliştirilmeleri gerekmektedir.

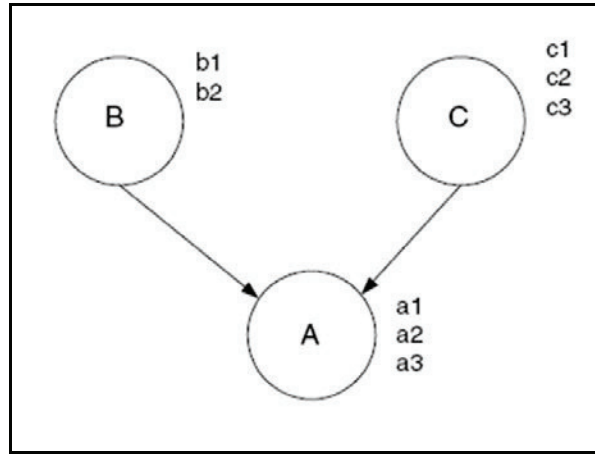
İşlem karmaşıklığı ise makine öğrenmesi yöntemlerinin kullanımında genel anlamda işlemci üzerine bindirdiği yük ile ilgilidir. Büyük miktarda hesaplama gereksinimi oluşması ve işlemciye fazla yük binmesinin asıl nedeni ise genellikle makine öğrenmesi yöntemlerinin algoritmalarından çok, üzerinde durulan problemin, yani öğrenci modellemesinin zor bir problem olmasıdır (Self, 1988).

Makine öğrenmesi yöntemlerinin önceden karşılaşılmamış durumlar için çıkarsama yapma ve tahminleme yetenekleri; öğrenci modellemesi bir sınıflama problemi olarak ele alındığında, farklı öğrenme biçemlerine sahip öğrencileri sınıflamada devreye girmektedir (Beck and Stern, 1999). Curilem et al. (2007) yapay sinir ağlarına dayanarak öğrenme biçemleri odaklı bir öğrenci arayüzü düzenlemesine giderken, Villaverde et al. (2006) yapay sinir ağları yardımıyla öğrenme biçemlerini belirleyen bir öğrenci modelleme sistemi öne sürmüşlerdir. Ayrıca yapay sinir ağlarının diğer makine öğrenmesi yöntemleri ile birlikte öğrenci modellemesinde kullanılmasına (hibrit sistemler) rastlanmaktadır. Chang et al. (2009) yapay sinir ağları ve genetik algoritmaları birlikte kullanan bir öğrenme biçemi teşhis yaklaşımı öne sürerken, Stathacopoulou et al. (2005) öğrenci teşhisi için yapay sinir ağları ve bulanık mantığı birlikte kullanmıştır. Lee et al. (2009) karar ağaçları tabanlı bir veri madenciliği algoritmasıyla öğrenci davranışlarını modellemeye çalışırken, Cha et al. (2006) sistem arayüzü üzerindeki verilerden yararlanarak karar ağaçlarına ve Markov modeline dayalı bir öğrenci modelleme sistemi öne sürmüştür. Ayrıca yine veri madenciliği yaklaşımıyla Bayes Markov zinciri tabanlı bir kümeleme algoritmasıyla öğrenci modellerinin çevrimiçi olarak oluşturacak bir sistem geliştirilmiştir (Li and Yoo, 2006). E-öğrenme sistemlerinde öğrenci modellemesinde sıklıkla kullanılan Bayes ağlarının yapısına ve Bayes ağlarıyla gerçekleştirilen uygulamalara bir sonraki kısımda ayrıca değinilecektir.

2.3.3 Öğrenci modellemesinde Bayes ağlarının kullanılması

Bayes ağları İngiliz matematikçi ve din adamı Thomas Bayes'in 18. yüzyılda ortaya atmış olduğu Bayes kuramına dayanır (Bayes, 1763). Bayes kuramına dayalı olarak düğümlerin oluşturduğu çizgeler Bayes ağlarını oluştururlar (Pearl, 1988). Bu sayede oluşturulan Bayes ağları üzerinden belirlenmiş kanıt ve hedef düğümleri arasındaki ilişkiler üzerinden çıkarsama yapılabilir (Neapolitan, 2003). Bayes ağları yardımıyla çıkarsama yapma ve ardışık olarak hedef düğümlerindeki değişkenleri güncelleme sayesinde makine öğrenmesine dayalı olarak teşhis ve tahmin problemlerine çözümler üretilebilir (Korb and Nicholson, 2003).

Bayes ağlarında çıkarsama yapılabilmesi için düğümler arasındaki ilişkilerin *Node Probability Table* (NPT) ya da *Conditional Probability Table* (CPT) denilen düğüm olasılık tablolarında önceden tanımlanmış olmaları gerekmektedir. Bu bağlamda çocuk düğümlere, ebeveyn düğümlerden yansıyacak tüm olasılıklar girilmelidir (Kschiscang et al., 2001). Çocuk düğümlerin olasılık tabloları, kendi alabilecekleri değer kombinasyonları ve tüm ebeveyn düğümlerinin alabilecekleri değer kombinasyonlarının çarpımı kadar farklı durum ortaya koymaktadır (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Basit bir Bayes ağı (Xenos, 2004)

A düğümü, B ve C düğümünün çocuğudur. Bu durumda $P(A|B,C)$ düğüm olasılık tablosunda düğümün alabileceği tüm olasılıklar gösterilir. B düğümü için $\{b_1, b_2\}$, C düğümü için $\{c_1, c_2, c_3\}$ değerleri olasıdır. A düğümünde de $\{a_1, a_2, a_3\}$ değerlerini alabileceği düşünüldüğünde $P(A|B,C)$ düğüm olasılık tablosu $3 \times 2 \times 3 = 18$ elemandan oluşur.

$$P(A|B) \cdot P(B) = P(A,B) \quad (1)$$

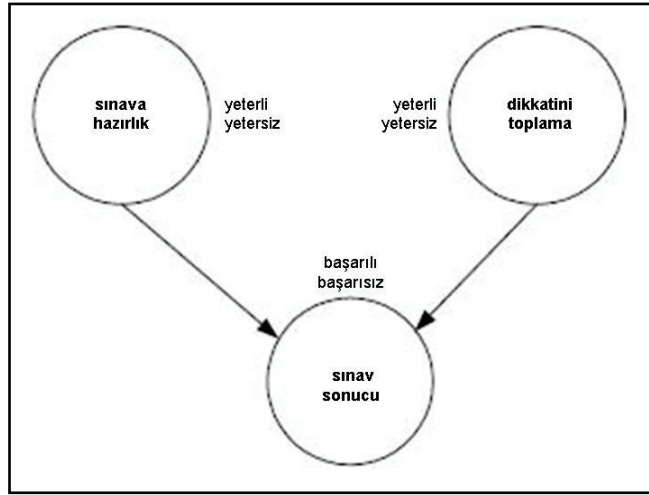
$$P(B|A) \cdot P(A) = P(A,B) \quad (2)$$

$$P(A|B) = P(B|A) \cdot P(A) / P(B) \quad (3)$$

“B’nin durumu kesin olarak bilindiğine göre A’nın olasılığı nedir?” sorusuna yanıt aranırken (1) kullanılarak $P(A|B) = P(A,B) / P(B)$ yazılır ve ardından (2)’deki $P(A,B) = P(B|A) \cdot P(A)$ kullanılır. (2)’den elde edilen $P(A,B)$, (1) içinde yerine yazıldığında (3) elde edilir (Xenos, 2004).

Burada $P(A)$ ve $P(B)$ genel bağımsız öncül-olasılıkları (*prior probability*) ifade ederken $P(B|A)$ ise A'nın kesinliği durumunda B'nin olasılığını hesaplayıp denkleme koyar ve soncul-olasılık (*posterior probability*) $P(A|B)$ bir önceki paragrafta sorulan sorunun yanıtını vermiş olur. Burada verilen yanıtın sadece bir inanç seviyesi olduğunu belirtmekte yarar vardır. Elde edilen kanıtlarla birlikte bir konu hakkındaki inanç seviyesi değişkenlik göstermektedir.

Bu bağlamda bir Bayes ağı oluşturulurken ağ yapısının (düğüm ilişkilerinin) yanında her düğümdeki olasılık değerlerinin belirlenmesi gereklidir. Düğüm olasılık tablolarıyla ilgili sayısal bir örnek aşağıda verilmiştir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Örnek çizge (Xenos, 2004)

Şekil 2.5 üzerinde öncelikle bir çizge oluşturularak düğümler ve aralarındaki ilişkiler belirlenir. Burada sınavın sonucunun, sınava hazırlanma ve dikkatini toplamayla ilintili olduğu ifade edilmektedir. Her bir düğüm için ikişer seviye (değişken) belirlenmiştir. Bir sonraki adımda ise çocuk düğüm olan sınav sonucunun düğüm olasılık tablosu oluşturulacaktır (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.3. Örnek düğüm olasılık tablosu (Xenos, 2004)

Ebeveyn düğümler		Çocuk düğüm (sonuç)	
Hazırlık	Dikkat	Başarılı (%)	Başarısız (%)
Yeterli	Yeterli	85	15
Yeterli	Yetersiz	60	40
Yetersiz	Yeterli	30	70
Yetersiz	Yetersiz	5	95

Bayes ağlarının uygulama alanı geniştir. Bilimsel çalışmalar, biyoloji, finansal uygulamalar, büyük ölçekli sanayi ekipmanları, nedensel öğrenme (*causal learning*) uygulamaları, bilgisayar oyunları, bilgisayarla görme (*computer vision*) uygulamaları, bilgisayar donanımları ve yazılımları, veri madenciliği, tıbbi uygulamalar, doğal dil işleme, planlama, psikoloji, güvenilirlik çözümlemesi (*reliability analysis*), zaman çizelgelemesi (*scheduling*), konuşma tanıma (*speech recognition*), taşıt denetimi ve arıza teşhisi, hava tahmini gibi birçok farklı alanda Bayes ağlarına başvurulmaktadır (Neapolitan, 2003).

Bunt and Conati (2003) kendini uyarlayabilen hipermedya sistemi üzerinde öğrencilerin navigasyonuna destek olacak bir Bayes ağı öne sürmüştür. Conati and Bunt (2004) ACE adı verilen bir açık öğrenme sistemine bir Bayes öğrenci modelleme katmanı ekleyerek kendini uyarlayabilen hipermedya desteği sağlama yoluna gitmiştir. Conati and MacLaren (2004) tarafından yapılan çalışmada öğrencilerin içinde bulunduğu ruh halini teşhis etmeye çalışan bir dinamik Bayes ağı geliştirilmiştir. Castillo et al. (2003) GIAS adı verilen bir e-öğrenme sisteminde Bayes ağları yardımıyla öğrenci modelleri oluşturarak kavram kayması (*concept drift*) problemine bir çözüm yaklaşımı öne sürmüşlerdir. Millan and Perez de la Cruz (2002) Bayes ağı yardımıyla öğrencilerin modelini teşhis edip kendini uyarlayabilen bir test mekanizması ortaya koymuştur. Vanlehn and Martin (1997) bir e-öğrenme sisteminde öğrencilerin değerlendirilmesi amacıyla “Olae” adı verilen, Bayes ağına dayalı bir öğrenci modelleme sistemi öne sürmüştür. Bunların yanında Schiaffino et al. (2008), Silva et al. (2007), Chang et al. (2006), Wei and Blank (2006), Desmarais et al. (2006), Suebnukarn and Haddawy (2006), Liu (2005), Reye (2004), Hibou and Labat (2004), Zapata-Rivera and Greer (2004a), Zapata-Rivera and Greer (2004b) tarafından yapılan farklı çalışmalarda Bayes ağlarına dayanan öğrenci modelleme sistemlerinden faydalanılmıştır.

2.4 Bilgisayar Destekli Dil Öğrenimi

Bilgisayar destekli öğretim yöntemleri, geleneksel öğrenme ve öğretme süreçlerinde köklü değişimler yaratmaktadır. Bu teknolojilerin, dil öğrenimi ve öğretimindeki rolü ise bilgisayar destekli dil öğrenimi konu alanı kapsamındadır. Yabancı dilde CALL (*Computer Assisted Language Learning*) diye tanımlanan Bilgisayar Destekli Dil Öğrenimi (BDDÖ), çoğunlukla bilgisayarın sunum, yardım ve öğrenilecek materyali değerlendiren ve etkileşim bileşeni taşıyan bir araç olarak kullanıldığı bir dil öğretimi ve öğrenimi yaklaşımı olarak görülmektedir. BDDÖ daha

geniş kapsamlı olarak; dil öğretme ve öğrenmede bilgisayar uygulamalarının arayışı ve araştırmaları olarak tanımlanmaktadır (Yang, 2001). BDDÖ alanı, ikinci dil edinimi, toplumbilim, dilbilim, psikoloji, bilişsel bilimler, kültür incelemeleri, doğal dil işleme gibi alanlardaki araştırmaları ikinci dil eğitimbilimine uygular ve bu alanları bilgi işlem, yapay zeka ve kitle iletişim alanındaki incelemelerle ilişkilendirir (CALICO, 2001). Bu sayede, dil öğrenme ve öğretme sürecinin geliştirilmesi sağlanmaktadır.

BDDÖ'nün başlangıç aşamasından günümüze kadar gelişimi, bilgisayar teknolojisinin sunduğu olanaklara paralel olarak ilerlemiştir. Artık BDDÖ, dinleme, konuşma, okuma ve yazma becerilerinin geliştirilmesine yönelik etkinlikler için üst düzeyde etkileşimli öğrenme ortamları oluşturmak amacıyla ileri teknolojinin olanaklarından yararlanmaktadır (Tsou et al., 2002). Yüksek kapasiteli ağlar aracılığıyla otantik kültürel kaynaklara ulaşım olanağı sağlanmakta ve öğrencileri öğrenilen dili anadil olarak konuşan insanlarla bir araya getirmektedir (CALICO, 2001). Gelişen dünyada, tüm dil merkezleri de bilgisayarsız bir ileri teknoloji olmadan gelişim sağlamayacağını düşünmektedir (Ateş ve Altunay, 2006). Bu ileri teknolojilerden biri olan web tabanlı öğretim ortamında, içeriğe erişim için web sayfaları tasarlanmakta, iletişimin sağlanması ve sağlıklı olarak yürütülmesi için e-posta listelerinden faydalanılmakta, etkileşimin artırılabilmesi için tartışma listeleri, sohbet programları, webLog (*blog*) ve vlog'lar (*video log*) kullanılmaktadır. Öğrenciler içeriğe istedikleri zaman ulaşabilmekte ve kaynaklardan istedikleri ölçüde faydalanabilmektedirler (Aslantürk, 2002).

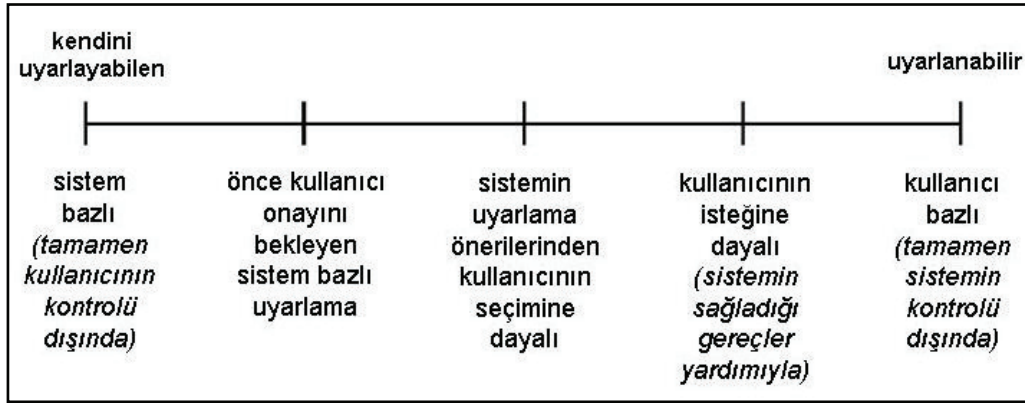
Alanyazında birçok BDDÖ sisteminin geliştirilmiş olduğu görülmektedir. Uzunboylu ve Özçınar (2009) tarafından yapılmış konuyla ilgili alanyazın taraması da ikinci dil öğreniminde e-öğrenme sistemlerinin giderek artan önemini vurgulamaktadır. Amaral and Meuers (2007) tarafından geliştirilen TAGARELA, Michaud and McCoy (2004) tarafından geliştirilen ICICLE, Lo et al. (2004) tarafından geliştirilen HELP, Heift and Schulze (2003) tarafından geliştirilen Almanca öğrenme sistemi GEROLINE, Ogata et al. (2001) tarafından geliştirilen NECCLE, Tamburini (1999) tarafından geliştirilen DIAPASON, Twidale et al. (1992) tarafından geliştirilen BELLOC, Park and Shirai (1998) tarafından geliştirilen İngilizce dil öğrenme sistemi, Yeh and Lo (2005) tarafından geliştirilen öğrencilerin bilgi düzeylerini modelleme sistemi, Ikeda (1999) tarafından geliştirilen işitsel geribildirim odaklı Japonca öğrenme sistemi, Menzel and Schröder (1998) tarafından geliştirilen öğrenme teşhis sistemi gibi birçok çalışma alanyazına geçmiştir. BDDÖ sistemlerinin öğrenciler tarafından genel olarak nasıl algılandığına ilişkin çalışmalar özellikle ikinci dil öğrenimine ilişkin

pedagojik ve eğitsel boyutun da 6nemini vurgulamaktadır (Appel and Mullen, 2000; Şimşek, 2008). BDD6 sistemlerinin değerlendirmelerine ilişkin 7alıŐmalar sayesinde de farklı y6ntemlerin birbirleriyle karŐılaŐtırılmasını olanak sağlayacak bir altyapı geliŐtirilmeye 7alıŐılmaktadır (Hui et al., 2008; Ngu and Rethinasamy, 2007; Yang and Chan, 2008).

Bu b6l6mde 7alıŐmanın dayanağını oluŐturan konularla ilgili temel kavramlar ve alanyazın 7alıŐmaları incelenmiştir. Bir sonraki b6l6mde 6ne s6r6len 7alıŐmanın uygulama y6ntemleri a7ıklanacaktır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Uyarlanabilir ve kendini uyarlayabilen sistemler arasındaki geçiş Oppermann et al. (1997) tarafından incelenmiştir (Şekil 3.1). Kendini uyarlayabilen sistemler özellikle son yıllarda giderek daha da önem kazanmaktadır (Brown, 2006; Brown, 2009). **Bu çalışma kapsamında sistem bazlı, tamamen kullanıcının kontrolü dışında ve kendini uyarlayabilen bir sistem yaklaşımı benimsenmiştir.**



Şekil 3.1. Bilgisayar sistemlerinde uyarlamanın derecelendirilmesi (Oppermann et al., 1997)

Web-tabanlı e-öğrenme sistemlerinde kendini uyarlayabilen sistemler dört ana yaklaşımla kendini uyarlama özelliklerini gerçekleştirirler; “öğrenciye göre içerik kapsamının ve akışının belirlenmesi”, “problem çözme desteği”, “kendini uyarlayabilen içerik gösterimi” ve “kendini uyarlayabilen içerik yönlendirme desteği” (Brusilovksy, 1999). **Bu çalışmada “kendini uyarlayabilen içerik gösterimi” yaklaşımı esas alınmıştır.**

Kendini uyarlayabilen içerik gösteriminde; ya içerik öğrenci modeline göre kendini değiştirir, ya da önceden hazırlanmış farklı içerik parçaları öğrenci modeline göre devreye alınır (Papanikolau et al., 2002). **Bu çalışma kapsamında öğrenci modeline uygun olarak düzenlenmiş, aynı içeriğin farklı öğrenme biçemlerine göre hazırlanmış ders içeriklerinin öğrenciye sunulması hedeflenmiştir.**

Öğrenci modelleri farklı amaçlar için oluşturulabilir. Hangi amaçla bir öğrenci modeli oluşturuluyorsa o amaca ilişkin verilerin toplanması esastır. Ragnemalm (1996) tarafından yapılan çalışmaya göre eğer öğrenme sisteminde; öğrenim içeriği öğrencinin öğrenme biçemine göre güncellenmek isteniyorsa o zaman öğrencinin öğrenme biçemine ilişkin (*style-based*), eğer öğrencinin motivasyonunu artırmaya dönük

önlemler alınması planlanıyorsa öğrencinin motivasyonuna ilişkin (*motivation-based*) (Martens et al., 2004), eğer öğrencinin bilgi düzeyine göre zorluk ve kapsam ayarlaması yapılması isteniyorsa öğrencinin bilgi düzeyi modeline ilişkin (*knowledge-based*) verilerin tutulması gerekmektedir. **Bu çalışma kapsamında öğrencinin öğrenme biçemlerine dayalı bir öğrenci modellemesine gidilmiştir.**

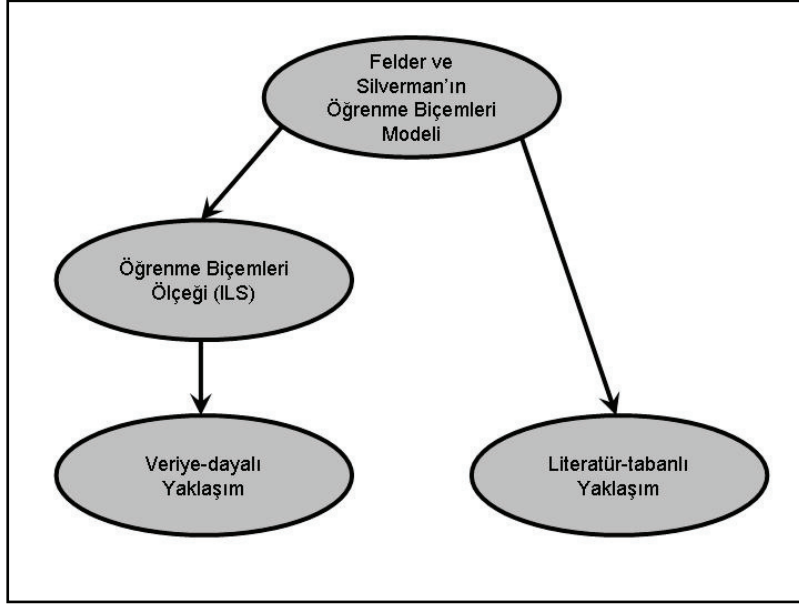
Alanyazında öğrenme biçemleri konusunda farklı modeller bulunmasına karşın, araştırmacılar Felder ve Silverman'ın modelinin (FSLSM – *Felder and Silverman's Learning Styles Model*) bilgisayar temelli eğitim yazılımları ve kendini uyarlayabilen web tabanlı öğrenme sistemlerinde kullanılabilecek en uygun model olduğuna inanmaktadırlar (Carver et al., 1999; Kuljis and Liu; 2005; Paredes and Rodriguez, 2004; Sharp, 2004). Örneğin Stash et al. (2004) tarafından yapılan çalışmada FSLSM'nin yorumlama ve gösterim açısından Kolb ve Honey ve Mumford'un modellerine göre daha iyi olduğu özellikle vurgulanmıştır. Parvez and Blank (2007) tarafından yapılan çalışmada FSLSM'nin bilgisayar destekli öğrenme sistemlerinde uygulanabilirliğinin diğer modellere göre üstün olduğu belirtilmiş, Zualkernan (2007) tarafından yapılan çalışmada ise FSLSM'nin eğitim malzemelerinin pedagojiye uygun bir yaklaşımla hazırlanmasına yardımcı olacağı öne sürülmüştür. FSLSM'nin araştırmacılar tarafından sıklıkla tercih edilmesinin diğer bir nedeni de çevrimiçi öğrenmeye uygulanabilirliği ve modelin boyutlarının belirleyiciliğidir (Baldwin and Sabry, 2003). Ayrıca model için hazırlanan ölçek için yapılan çok sayıda çözümleme çalışması, ölçeğin geçerlik ve güvenilirliği açısından uygulanabilir olduğunu göstermiştir (Cook and Smith, 2006; Felder and Spurlin, 2005; Litzinger et al., 2005; Litzinger et al., 2007; Livesay et al., 2002; Van Zwanenberg et al., 2000; Zywno, 2003). **Bu çalışma kapsamında temel alınan öğrenme biçemleri modeli, Felder ve Silverman'ın öğrenme biçemleri modelidir.**

Öğrenim içeriği için, Felder ve Henriques (1995) tarafından yapılan çalışmanın FSLSM'nin yabancı dil öğrenimi konusunda araştırma altyapısının olmasını işaret etmesi doğrultusunda, ikinci dil öğrenimi olarak İngilizce seçilmiştir. **Bu çalışmanın kapsam ve süresi sınırlı olduğu için İngilizce dersinin sadece bir konusu – “IF-Clauses” – için öğrenme içeriği geliştirilmiştir.**

Öğrenci modellemesi problemi doğası itibarıyla çok zor (*intractable*) bir teşhis (*diagnosis*) problemidir (Millan et al., 2001; Self, 1988; Yudelson et al., 2008). E-öğrenme sistemlerinde öğrencilere ilişkin karşılaşılan zor problemlerde teşhis ve tahmine dayalı çözüm yaklaşımlarında makine öğrenmesi tekniklerinin etkili olduğu

alanyazında vurgulanmıştır (Brna and Cox, 1998, Cumming, 1998). Bayes ağları ise kullanıcı modellemesi (Horvitz et al., 1998; Jameson, 1996) ve teşhis (Heckerman et al., 1989; Vegas, 1995) amacıyla uzun zamandır kullanılmaktadır. E-öğrenme sistemlerinde öğrenci modellemesinde kullanılan makine öğrenmesi yöntemlerini karşılaştıran çalışmalar öğrenci modellemesinde Bayes ağlarının etkili makine öğrenmesi yöntemlerinden biri olduğunu göstermektedir (Gonzalez et al., 2006; Minaeli-Bigdoli et al., 2003). Örneğin Kotsiantis et al. (2003) 6 farklı makine öğrenmesi yöntemini kıyaslamış ve yapay sinir ağları ile Bayes ağlarının; karar ağaçları, destek vektör makinaları (*support vector machines*), mantıksal regresyon ve 3-en-yakın komşu (*3-nearest neighbor*) algoritmalarına göre daha iyi başarımlarının olduğunu belirtmiştir. Hamalainen and Vimmi (2006) tarafından yapılan çalışmada ise makine öğrenmesi tekniklerinin karşılaştırılmasının yanında e-öğrenme sistemlerindeki veri kıtlığına dikkat çekilmiş ve belirsizlik (*uncertainty*) altında çıkarsama yapacak bir makine öğrenmesi yöntemi olarak Bayes ağlarının diğer yöntemlere göre daha sağlam olan altyapısı vurgulanmıştır. **Bu çalışma kapsamında öğrenci modellemesi için dinamik bir Bayes ağı güncelleyicisi öne sürülmüştür.**

Öğrenci modelleri temel anlamda iki farklı yaklaşımla oluşturulabilirler; veriye-dayalı yaklaşım ve literatür-tabanlı yaklaşım (Graf, 2007). Veriye-dayalı yaklaşımda öğrencilerin sistem üzerindeki davranışlarından elde edilen verilerin öğrenci modelleme sistemi tarafından işlenmesiyle öğrenci profili oluşturulurken literatür-tabanlı yaklaşımda belli öğrenme biçimine sahip öğrencilerin e-öğrenme sistemi üzerinde belli davranış kalıpları olacağından hareketle öğrenci profilleri güncellenir (Graf, 2007). Burada altı çizilmesi gereken nokta; veriye-dayalı (*data-driven*) yaklaşımda öğrenci modelleme sisteminde adeta öğrenme biçimleri ölçeği gibi davranmaya çalışılırken literatür-tabanlı (*literature-based*) yaklaşımda öğrenme biçimleri ölçeğinden ziyade öğrenme biçimleri modelinin kendisinin hedef alınmasıdır (Şekil 3.2). **Bu çalışmada veriye-dayalı yaklaşımla öğrenci modellemesine gidilmiştir.**



Şekil 3.2. Felder ve Silverman'ın Öğrenme Biçemleri Modeli ile öğrenci modelleme yaklaşımları arasındaki ilişki (Graf, 2007)

3.1 Katılımcılar

Bu çalışmaya Ege Üniversitesi'nin ve İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nün çeşitli bölümlerinden lisans ve lisansüstü öğrencileri katılmıştır. Katılımcılar gönüllülük esasına dayanarak uygulamalara dahil olmuşlardır. Katılımcıların sayısı deney grubu 23, kontrol grubu 23 olmak üzere toplam 46 kişidir. Katılımcıların cinsiyetlerine göre dağılımı Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırmada yer alan katılımcıların cinsiyetlerine göre dağılımları

Cinsiyet	Deney Grubu	Kontrol Grubu
Bayan	7	7
Bay	16	16
Toplam	23	23

Uygulamaya katılanların hangi üniversitelerde öğrenim görmekte olduklarına ilişkin veriler Çizelge 3.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Araştırmada yer alan katılımcıların üniversitelerine göre dağılımları

Üniversite	Deney Grubu	Kontrol Grubu
Ege Üniversitesi	9	6
İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü	14	17
Toplam	23	23

Katılımcıların öğrenim gördükleri bölümler ve akademik seviyeleri Çizelge 3.3'te verilmiştir (*BİLMÜH* – Bilgisayar Mühendisliği Bölümü; *BÖTE* – Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü; *END* – Endüstri Ürünleri Tasarımı; *EĞT* – Eğitim Programları Öğretimi; *UBE* – Uluslararası Bilgisayar Enstitüsü; *L.2* – Lisans 2.sınıf; *L.3* – Lisans 3.sınıf; *L.4* – Lisans 4.sınıf; *L.Ü.* – Lisansüstü).

Çizelge 3.3. Araştırmada yer alan katılımcıların bölümlerine göre dağılımları

Bölüm	Deney Grubu	Kontrol Grubu
EGE – BÖTE L.3	2	0
EGE – BÖTE L.4	1	0
EGE – BÖTE L.Ü.	4	2
EGE – EĞT L.Ü.	1	4
EGE – UBE L.Ü.	1	0
İYTE – BİLMÜH L.2	3	5
İYTE – BİLMÜH L.3	9	5
İYTE – BİLMÜH L.4	2	6
İYTE – END L.Ü.	0	1
Toplam	23	23

Deney ve kontrol gruplarının haricinde, 3.2.1 kısmında değinilecek olan öğrenci modelleme sisteminde başlangıç eşik değerlerinin belirlenmesi amacıyla ikisi İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Bölümü yüksek lisans, ikisi de Ege Üniversitesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü lisans 3.sınıf öğrencisi, toplam 4 katılımcıyla çalışılmıştır.

Uygulamalara başlamadan önce liste oluşturulduğunda 96 katılımcı gönüllü olduklarını belirtmelerine rağmen uygulamalar başladığında ancak 50 katılımcı uygulamaya katılacağını beyan etmiştir. Bu nedenle uygulamaya katılacaklarını belirttikleri halde sonradan vazgeçen 46 öğrenciye ilişkin veriler çalışmaya dahil edilmemiştir.

Araştırmaya katılımında gönüllülük esas olduğu için farklı bölümlerden ve farklı akademik düzeylerde öğrencilerle çalışılmıştır. Uygulamadan ayrılan öğrencilerin çokluğu da dikkate alınarak her bölümdeki katılımcılar, uygulama koşulları elverdiğince deney ve kontrol gruplarına denk olarak dağıtılmaya çalışılmıştır. Çalışmaya katılan tüm öğrencilerin en az üniversite hazırlık düzeyinde bir İngilizce geçmişlerinin olmasına özen gösterilmiştir. Çünkü öğrenme sürecinin amacı, zaten İngilizce altyapısı olan öğrenciler tarafından İngilizce'nin belirli bir konusunun ayrıntılı olarak öğrenilmesini sağlamaktır.

3.2 Veri Toplama Araçları

Bu çalışma kapsamında öne sürülen öğrenci modelleme sisteminin gerçekleştirilmesi ve sınanabilmesi için öncelikle istemci/sunucu mimarisinde bir tarayıcı-kabuk yazılımı gerçekleştirilmiştir. Ayrıca FSLSM'nin seçilen öğrenme biçemlerine uygun olarak hazırlanmış, "IF-Clauses" konusunun işlendiği, bir öğrenme sahneleri bütünü (eğitim içeriği) geliştirilmiştir. Ayrıca 1.2 kısmında öne sürülen çalışma hedeflerinin sınanması amacıyla ILS ölçeği Türkçe'ye uyarlanmış ve öğrenim içeriği olarak geliştirilen "IF-Clauses" konusunu kapsayan çoktan seçmeli bir başarı testi hazırlanmıştır.

3.2.1 Öğrenci modelleme sistemi

Öne sürülen sistem, öğrencilerin öğrenme yönetim sisteminde tanımlanmış olan etkileşimli eğitim materyali üzerindeki hareketlerinin ve tercihlerinin kayıtlanması ve bu kayıtların öğrenci modelleme sistemi tarafından değerlendirilmesi esasına dayanmaktadır. Öğrenciler hakkında tutulan kayıtların ölçülebilir ve etiketlenebilir olmasına özen gösterilmiştir. Bu çalışmada öne sürülen Bayes öğrenci modelleme yaklaşımı ilk aşamada sanal öğrencilerin, sanal öğrenme materyalleri üzerindeki hareketlerini temel alarak benzetim yoluyla gerçekleştirilmiş ve değerlendirilmiştir (Aslan ve İnceoğlu, 2008).

Öne sürülen öğrenci modelleme sistemi, öğrenci profillerinin üretilmesinde Felder ve Soloman tarafından geliştirilmiş *Index of Learning Styles* ölçeğini (Felder and Soloman, 1991) baz almaktadır. Bu çalışma kapsamında sahne bazlı çalışıldığı için bu ölçekteki duyuşsal/sezgisel, ardışık/bütünsel boyutlar, her eklenen boyut için hazırlanacak ders materyali türünün artması nedeniyle çalışma kapsamı dışında tutulmuştur. Bunun nedeni, öğrenme biçemlerinin boyutlarına göre içerik hazırlanırken her bir boyut kombinasyonunu yansıtacak şekilde içerik geliştirilmesi gereksinimidir. Bu çalışmada ortaya konan öğrenci modelleme sistemi her bir öğrenme sahnesinde “Öğrenme Biçemi” olarak tüm değerlerlendirilen boyutların o an için adeta fotoğrafını çekmektedir. Dolayısıyla “n” değişkenini boyut sayısı olarak kabul edersek, eklenen her boyut için bir önceki durumunu iki katı kadar içerik geliştirilmesine ihtiyaç vardır (Felder, 1993). Bu bağlamda FSLSM’nin tüm boyutlarıyla çalışılması demek 4 farklı boyutun da devreye alınması demektir. Bu durumda her öğrenme sahnesi için $2^4 = 16$ farklı gösterim oluşturulması gerekecektir. Bir başka deyişle, 20 sahnelik bir ders gözönüne alındığında 320 farklı sahnenin tasarlanması gerekmektedir. Uygulamada karşılaşılabilecek zorluklar ve bazı boyutların denetlenmesinin ancak tüm ders içeriğine yayılmayla gerçekleşmesi (örneğin duyuşsal/sezgisel boyut) nedeniyle bu çalışmada dikkate alınan boyut sayısı ikiye indirilerek eğitim içeriği geliştirilmesi aşamasının daha kolay gerçekleştirilebilir olması düşünülmüştür. **Bu çalışma kapsamında FSLSM’nin bilgiyi alma (görsel / sözel) ve bilgiyi işleme (etkin / yansıtıcı) boyutlarıyla çalışılmıştır.**

3.2.1.1 Öğrenci modelleme sisteminin benzetimi

Öğrenci modelini oluşturacak Bayes ağı üzerinde teşhis ve kanıt düğümleri öğrencinin öğrenme materyaliyle olan uyumu üzerinden doğrudan ilişkilendirilmemiştir. Bir başka deyişle; öğrencinin öğrenme biçemiyle öğrenme materyalinin türü arasındaki uyum, ilgili boyutlar arasında uyuma neden olmaktadır. Öğrenme boyutlarında uyum arttıkça öğrencinin öğrenme materyali üzerindeki konsantrasyonunun da arttığı düşünülmüştür. Bu çalışmada öne sürülen Bayes ağında öğrencinin öğrenme materyali üzerindeki konsantrasyonunun ve öğrenme materyalinin türünün, kanıt düğümlerinde oluşması beklenen öğrenci davranışlarını etkilediği düşünülmüştür.

Bayes ağlarında düğüm olasılık tablolarına değer atılırken temelde iki farklı yaklaşım vardır. Ya eldeki verilere dayanarak olasılıklar atanacak, ya da “uzman görüşü” yaklaşımıyla elle (*manual*) değerler atanacaktır (Millan et al., 2001). Sistem tasarımı aşamasında elde hazır veri bulunmadığı ve veri elde etme olanağı da

bulunmadığı için öne sürülen öğrenci modelleme sisteminde kullanılan Bayes ağı sanal öğrenci ve sanal öğrenme senaryoları oluşturularak defalarca denenmiş ve son halini bu denemeler sonucunda elde edilen başarıya dayanarak almıştır. İnsan unsuru birçok faktörden etkilendiği için bir öğrenci modellemesi sistemi öne sürülmeden önce ortaya konan yapının denenmesi için sanal öğrencilere ve sanal öğrenme senaryolarına alanyazında sıklıkla başvurulduğu gözlemlenmektedir (Conati et al., 2002; Liu, 2006; Mertz, 1997; Vanlehn and Niu, 2001). **Bu çalışma kapsamında öne sürülen Bayes ağının olasılık düğüm tablosu değerleri sanal öğrenci ve sanal öğrenme senaryoları oluşturulmasının da yardımıyla elle (*manual*) atanmıştır.** Sanal öğrencilerin ve sanal ders kayıtlarının üretilmesinde atmosferik gürültüleri baz alarak rasgele sayı üreten, İnternet üzerinden herkesin kullanımına açık olan bir rasgele sayı üretici kullanılmıştır (<http://www.random.org/>). Sanal öğrencilere ait profillerin üretilmesinde Felder ve Soloman tarafından geliştirilmiş olan, İnternet üzerinden herkesin kullanımına açık, *Index of Learning Styles* ölçeği (Felder and Soloman, 1991) baz alınmıştır.

Örneğin sanal bir öğrenci profili oluşturulurken;

- **Görsel / Sözel:** 81 (bilgiyi alma boyutu için 1 ile 100 arasında bir değer üretilmiştir)
- **Etkin / Yansıtıcı:** 6 (bilgiyi işleme boyutu için 1 ile 100 arasında bir değer üretilmiştir)

Her iki boyutun da yatay ve tek boyutlu bir skala olduğu düşünüldüğünde ağırlıklı çarpımlardan aşağıdaki öğrenci profili elde edilir:

- **Görsel-Etkin** : 0,18 (0,19 x 0,94)
- **Sözel-Etkin** : 0,76 (0,81 x 0,94)
- **Sözel-Yansıtıcı** : 0,05 (0,81 x 0,06)
- **Görsel-Yansıtıcı** : 0,01 (0,19 x 0,06)

Bu örnekte görüldüğü gibi, öğrenci baskın *etkin* ve *sözel* karakter gösterdiğinden *Sözel-Etkin* öğrenme biçemi de diğer biçemlere göre açık bir baskınlık göstermektedir. Ancak *Görsel-Etkin* biçemin etkisi de azımsanmamalıdır (%18).

Öğrenci hakkında veri toplanırken öğrenciye kesinlikle izlendiğini hissettirmeyecek verilerin seçilmesine özen gösterilmiş, bu bağlamda öğrencinin faresinin hareketsiz kalma süresinin, klavyesinin hareketsiz kalma süresinin ve ders

boyunca öğrenme ekranından ayrılma sürelerinin sürekli kayıtlanması planlanmıştır. Veri toplanan çevrebirimlerin ise tüm bilgisayarlarda kolaylıkla karşılaşılabilen ekipmanlar olmasına dikkat edilmiştir (klavye ve fare). Her öğrenci için ardışık alınan üç ayrı derse ilişkin senaryolar üretilmiştir.

Örneğin sanal bir ders kaydı oluşturulurken:

- Hangi tipte içeriğin ekrana verildiği,
- Öğrencinin faresinin beklenen süreden az mı, çok mu kullanıldığı,
- Öğrencinin klavyesinin beklenen süreden az mı, çok mu kullanıldığı,
- Öğrencinin öğrenme ekranından başka bir yerde beklenen süreden az mı, çok mu kaldığı

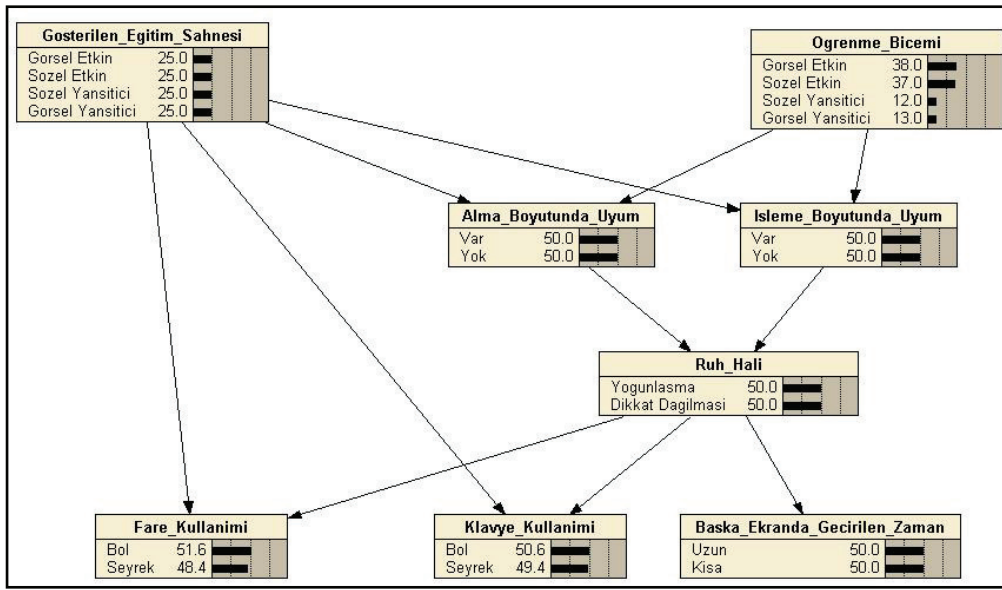
kayıtlanmıştır. Bu bağlamda her sahne için “beklenen” ilgili değerlerin sisteme girilmesi olması ve etiketlenmiş verilerin işlenebilmesi önemlidir. Aksi takdirde “fare 15 saniye hareketsiz kaldı” gibi bir veri işe yaramayacaktır. Çünkü örneğin ekranda öğrenciye bir animasyon da gösteriliyor olabilir, öğrenciye bir bulmaca da çözdürtülüyor olabilir. Toplanan kayıtlar ancak verilen eğitim içeriğiyle ilişkili olduklarında işlenebilir halde olacaktır.

Bu durumda her sahne için dört değişkenli bir vektör oluşturulacaktır, örneğin: [93, 31, 25, 25] ve bu değişken grubu;

- “Öğrenciye Görsel-Yansıtıcı içerik gösterildi.” (örneğin bir film)
- “Öğrenci faresini beklenenden fazla kullanmadı.” (demek ki izliyor)
- “Öğrenci klavyesini beklenenden fazla kullanmadı.” (izliyor olduğunu destekleyici bir veri daha)
- “Öğrenci farklı bir ekranda beklenenden fazla vakit geçirmede.” (yine olumlu bir kanıt)

Tüm bu kanıtlar (*evidence*) ile oluşturulmuş olan Bayes ağı (Şekil 3.3) üzerindeki olasılık tabloları (*conditional probability table – CPT*) vesilesiyle işlenecek ve bu öğrencinin Görsel-Yansıtıcı bir öğrenme biçimine sahip olduğuna ilişkin inancımız (*belief*) pozitif yönde güncellenecektir. Çünkü öğrenci bu öğrenme sahnesi üzerinde kendisinden beklenen hareketleri gerçekleştirmiştir ve muhtemelen içerik ilgisini çekmekte, başka bir deyişle öğrenme biçimiyle uyumaktadır.

Şekil 3.3. Öğrenci modelleme sistemi benzetiminde kullanılan Bayes ağı



Yeni sahne bu yeni güncellenmiş olan öğrenci profili üzerinden üretileceği için bu sistem;

- her öğrenme sahnesinde dinamik olarak kendini güncellemektedir.
- öğrencinin öğrenme biçimleri ve tercihlerinde olması muhtemel değişimlere de dinamik olarak uyum sağlama yeteneğine sahiptir.

Sistem benzetimi sırasında 10 adet sanal öğrenci üretilmiş ve her öğrenci 20 sahnelik ardışık 3 ayrı derse sokulmuştur. Dolayısıyla sistemi sınamak adına $20 \times 10 \times 3 = 600$ sahne için, $600 \times 4 = 2400$ sanal veri üretilmiştir. Öğrenciler ve öğrencilere ait öğrenme biçimlerini gösteren öğrenci modellerinin her ders sonunda değişimleri Çizelge 3.4'te verilmiştir.

Çizelge 3.4. Dersler boyunca öğrenci modelleme sisteminin tahminlerini güncellemesi

		İlk Değer	Ders 1	Ders 2	Ders 3	Referans
Öğrenci 1	GörselEtkin	0,25	0,46	0,61	0,62	0,18
	SözelEtkin	0,25	0,20	0,27	0,34	0,76
	SözelYansıtıcı	0,25	0,05	0,02	0,01	0,05
	GörselYansıtıcı	0,25	0,29	0,10	0,04	0,01
Öğrenci 2	GörselEtkin	0,25	0,09	0,10	0,02	0,08
	SözelEtkin	0,25	0,29	0,07	0,01	0,34
	SözelYansıtıcı	0,25	0,47	0,30	0,31	0,47
	GörselYansıtıcı	0,25	0,15	0,53	0,67	0,11
Öğrenci 3	GörselEtkin	0,25	0,48	0,85	0,89	0,49
	SözelEtkin	0,25	0,28	0,07	0,07	0,40
	SözelYansıtıcı	0,25	0,11	0,01	0,01	0,05
	GörselYansıtıcı	0,25	0,14	0,07	0,04	0,06
Öğrenci 4	GörselEtkin	0,25	0,24	0,31	0,14	0,18
	SözelEtkin	0,25	0,50	0,62	0,77	0,79
	SözelYansıtıcı	0,25	0,20	0,06	0,09	0,02
	GörselYansıtıcı	0,25	0,07	0,01	0,01	0,01
Öğrenci 5	GörselEtkin	0,25	0,21	0,25	0,47	0,27
	SözelEtkin	0,25	0,25	0,18	0,10	0,16
	SözelYansıtıcı	0,25	0,29	0,23	0,06	0,22
	GörselYansıtıcı	0,25	0,25	0,34	0,37	0,35
Öğrenci 6	GörselEtkin	0,25	0,35	0,27	0,16	0,03
	SözelEtkin	0,25	0,32	0,16	0,11	0,01
	SözelYansıtıcı	0,25	0,18	0,28	0,33	0,30
	GörselYansıtıcı	0,25	0,16	0,30	0,40	0,66
Öğrenci 7	GörselEtkin	0,25	0,42	0,07	0,05	0,66
	SözelEtkin	0,25	0,10	0,02	0,01	0,06
	SözelYansıtıcı	0,25	0,11	0,20	0,08	0,03
	GörselYansıtıcı	0,25	0,38	0,72	0,87	0,25
Öğrenci 8	GörselEtkin	0,25	0,22	0,06	0,06	0,59
	SözelEtkin	0,25	0,04	0,02	0,01	0,01
	SözelYansıtıcı	0,25	0,13	0,36	0,28	0,01

	GörselYansıtıcı	0,25	0,60	0,56	0,65	0,39
Öğrenci 9	GörselEtkin	0,25	0,32	0,27	0,58	0,28
	SözelEtkin	0,25	0,07	0,04	0,13	0,44
	SözelYansıtıcı	0,25	0,14	0,14	0,06	0,17
	GörselYansıtıcı	0,25	0,48	0,55	0,24	0,11
Öğrenci 10	GörselEtkin	0,25	0,25	0,08	0,04	0,38
	SözelEtkin	0,25	0,31	0,02	0,01	0,37
	SözelYansıtıcı	0,25	0,27	0,34	0,36	0,12
	GörselYansıtıcı	0,25	0,16	0,55	0,60	0,13

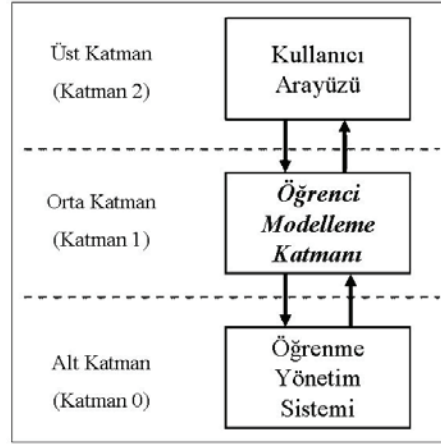
Bu çizelgeyi değerlendirirken öğrenme biçemlerinin gerçek boyutlarına ne kadar yaklaşılmış olduğu kullanılmıştır. Bu bağlamda aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

- Öğrenci 3-4-6'nın öğrenme biçemleri ağırlığı çift boyutta doğru olarak tahmin edilmiştir.
- Öğrenci 3-4-5-6-7-8'in öğrenme biçemleri ağırlığı bilgiyi işleme boyutunda doğru olarak tahmin edilmiştir.
- Öğrenci 1-2-3-4-6-9-10'un öğrenme biçemleri ağırlığı bilgiyi alma boyutunda doğru olarak tahmin edilmiştir.

Tamamen rasgele olarak çalışılıyorsa, 4 öğrenme biçemi olduğuna göre, 10 öğrencide 2,5 öğrenci doğru tahminlenebilirdi; bu sistemle 3 öğrenci doğru tahminlenmiştir. Sadece tek bir boyutta çalışılıyorsa, 10 öğrencide 5 öğrenci doğru tahminlenebilirdi; bu sistemle bilgiyi alma boyutunda 7, bilgiyi işleme boyutunda 6 öğrenci doğru tahminlenmiştir. Yine başka bir bulgu da, en olumsuz örneklerde bile (örneğin Öğrenci 7) en az bir boyutun ağırlığının doğru tahminlenmesidir.

3.2.1.2 Öne sürülen öğrenci modelleme sistemi

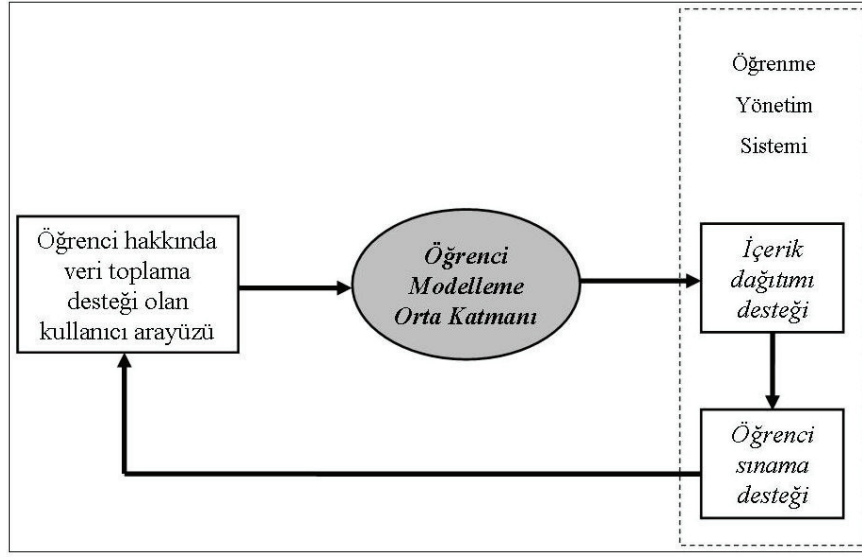
Web-tabanlı e-öğrenme sisteminin modüler yapıda ve çok katmanlı olarak tasarlanmasından yola çıkılarak öğrenci modelleme katmanının bu sistemde kullanıcı arayüzü ve öğrenme yönetim sistemi arasındaki iletişimi sağlayan bir orta katman olarak işlevini yerine getirmesi düşünülmüştür (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. E-öğrenme sisteminin katmanlı yapısının gösterimi

Burada kullanıcı arayüzünden gelen öğrenciye ait bilgilerin işlenmesi ve oluşturulan öğrenci modelinin en alt katmanda bulunan öğrenme yönetim sistemini tetiklemesi esastır. Böylece öğrenci modeline uygun eğitim içeriğinin öğrenciyle buluşturulması hedeflenmektedir.

Öğrenci, ilk katman olan kullanıcı arayüzü ile doğrudan etkileşim içinde bulunurken, kullanıcı arayüzünden gelen; öğrencinin belirli bir zaman diliminde sistem üzerindeki davranışları ve sisteme döndürdüğü geri beslemeler, öğrenciye ait veriler olarak sistemde saklanmaktadır. İçerik dağıtımının yapıldığı katmanda kullanıcıya özgü içerik dağıtımına imkan verecek şekilde tasarlanmış, çok fonksiyonlu bir öğrenme yönetim sistemi yer almaktadır (Şekil 3.5). Bu sistemin; içerik bazında modern içerik dağıtım standartlarını destekleyen, fonksiyon bazında ise öğrenci modeline göre kendini uyarlayabilecek yapay zeka tabanlı bir sistem olarak yapılanması öngörülmüştür.



Şekil 3.5. Katmanlı yapıdaki e-öğrenme sistemine farklı bir bakış

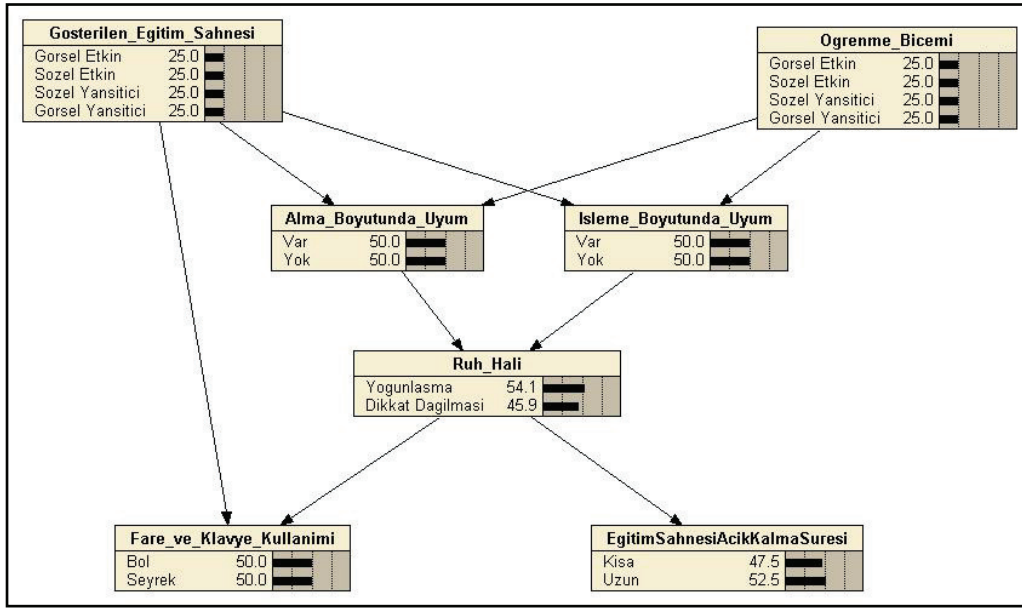
Öğrenci modelleme sisteminin sanal verilerle benzetiminin ardından sistemin uygulanmasına dönük çalışmalara geçilmiştir. Uygulamada toplanacak verilerin 3.2.2 kısmında değinilecek olan bir tarayıcı-kabuk yazılımı yardımıyla kayıtlanması hedeflendiği için bu tarayıcı-kabuk yazılımının veri toplayabilirliği önem arz etmektedir.

Bu bağlamda teknik düzeyde yetersizlikler nedeniyle klavye ve fare hareketlerini ayrı ayrı kayıtlamak mümkün olmadığı için klavye ve fare düğümlerinden gelen verilerin her ikisi de birleştirilerek bir öğrenme sahnesi boyunca “klavye ve farenin hareketsiz kalma sürelerinin en büyüğü” kayıtlanmıştır.

Ayrıca birebir uygulama ortamında öğrenci bilfiil uygulama için deney ortamına geleceğinden ve öğrencinin başka ekranda geçireceği zaman çok büyük olasılıkla hep sıfır olacağından, öğrenci modelleme sisteminin teşhis sonuçlarını etkilememesi açısından bu düğüm devre dışı bırakılarak onun yerine “öğrenme sahnesinin toplam açık kalma süresi” yeni bir kanıt düğümü olarak Bayes ağına eklenmiştir.

Sonuç itibarıyla deneysel uygulamada kullanılmak üzere tasarlanan Bayes ağına dayalı öğrenci modelleme katmanı (Şekil 3.6) toplam 3 kanıt düğümünden (“**gösterilen eğitim sahnesi**”, “**fare ve klavye kullanımı**” ve “**eğitim sahnesi açık kalma süresi**”) aldığı bilgilerle hem teşhise, hem de tahmine dayalı çıkarsamanın yapıldığı kombine çıkarsama yöntemini kullanmaktadır.

Benzetim uygulamalarından da elde edilen bulgular neticesinde kanıt düğümleri teşhis düğümüyle doğrudan ilişkilendirilmek yerine boyut uyumu ve ruh hali düğümleri üzerinden ilişkilendirilmiştir. Burada varsayılan husus, öğrenciye öğrenme biçimine uygun içerik verildiğinde ilgili boyut üzerinde uyumun yüksek olma olasılığından hareketle sahneye yoğunlaşmanın da yüksek olacağıdır. Her iki boyut üzerinde uyum sağlandığında yoğunlaşmanın yüksek olacağı varsayılırken uyum sağlanamayan her boyut için yoğunlaşmanın karşıtı olan dikkat dağılması olasılığı artmaktadır.



Şekil 3.6. Bu çalışmada öne sürülen Bayes ağına dayalı öğrenci modelleme sistemi

Bayes ağının düğüm olasılık tablolarına değerler atanırken 3.2.1.1 kısmında söz edilen benzetim çalışmalarından elde edilen düğüm olasılık tablosu verilerine sadık kalınmış (Bkz. Ek 1), sadece yeni eklenmiş kanıt düğümü olan “eğitim sahnesi açık kalma süresi” için yeni bir düğüm olasılık tablosu oluşturulmuştur. Bu bağlamda “eğitim sahnesi”, “fare ve klavye kullanımı” ve “öğrenme sahnesi açık kalması” düğümleri kanıt (giriş) düğümleri olup “öğrenme biçimi” düğümü ise hedef (çıkış) düğüm olarak teşhis edilmektedir.

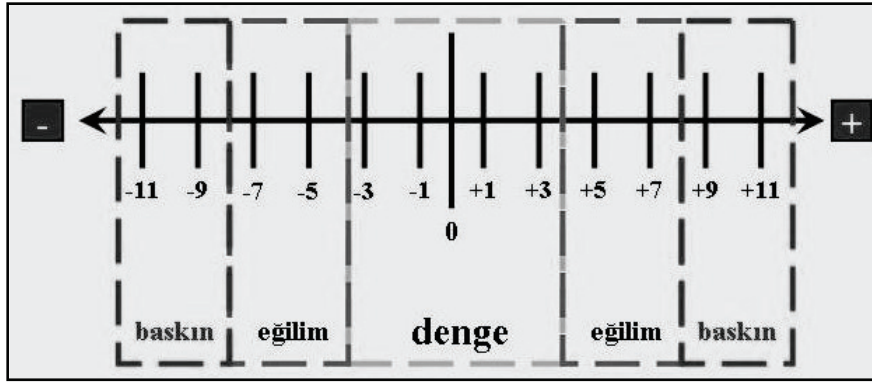
Düğüm olasılık tablolarına verilerin atanmasının ardından gelen en önemli sorun kanıt düğümlerinden dönen verilerin etiketlenerek sisteme girilmesi olmuştur. Verilerin etiketlenmesinde kastedilen sorun; örneğin “eğitim sahnesinin açık kalma süresi düğümü” için, “sahne 17 saniye süreyle açık kaldı” Bayes ağına dayalı çıkarsama sistemi için bir anlam ifade etmemektedir. Çünkü öğrenci modelleme sistemi bu sayısal veri ancak “kısa” veya “uzun” diye etiklendiğinde çıkarsama yapabilecek

yetidedir. Bu sorun Webb et al. (2001) tarafından yapılan çalışmada vurgulanan makine öğrenmesi tekniklerinin kullanımında karşılaşılan dört ana zorluktan biridir.

Etiketleme sırasında her sahne için ayrı bir eşik değerine gereksinim duyulmuştur. Her sahne için ayrı bir eşik değerine gereksinim duyulmasının sebebi öğrenme sahnelerinde gösterilen materyallerin ve etkileşim seviyesinin sürekli değişim göstermesidir. Bu nedenle genel bir eşik değeri belirlenmesi tüm sahnelerin tanımlanması için yeterli olmayacaktır. **Etiketleme işleminin hedefinde iki kanıt düğümü vardır; “fare ve klavye kullanımı” ve “eğitim sahnesi açık kalma süresi”.** Her iki düğüm için “bol – seyrek” ve “az – çok” ayrımını yapacak farklı eşik değerleri gerekmektedir. Bu eşik değerleri hesaplanırken sistem sadece eşik değeri belirleme amacıyla çalışılan 4 öğrenciyle başlatılmıştır. **Bu dört öğrenciyle çalışılırken öğrenci modelleme sistemi devre dışı bırakılmış, daha sonra çalışmalara katılan öğrencilerde hem öğrenci modelleme sistemi devreye alınmış, hem de eşik değerlerinin dinamik olarak güncellenmesi sürdürülmüştür.** Öğrencilere ayrıca öğrenme biçimleri ölçeği de uygulanmış ve öğrencinin öğrenme biçimi ağırlığını yansıtacak şekilde eşik değerleri belirlenmiştir. **Her bir sahneye ait ilgili düğüm eşik değerlerini hesaplamak için (4) numaralı hesaplama yöntemi kullanılmıştır.**

$$E_{\text{sahne}} = \frac{\sum_i^n (K_i \times \text{veri})}{\sum_i^n (K_i)} \quad (4)$$

(4) numaralı denklemde her bir sahne için ilgili düğüme ait eşik değeri hesaplanırken o ana kadar o sahne ile ilgili elde edilmiş olan tüm veriler her öğrenciye özel olan bir K katsayısıyla çarpılarak toplam katsayıya göre ağırlıklı ortalamaları alınmaktadır. Burada K değeri hesaplanırken ILS ölçeğinin orijinalinde tanımlanmış olan yorumlardan faydalanılmaktadır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. ILS boyutlarının yorumlanması

K değeri hesaplanırken sahnenin türü ile öğrenciye uygulanmış öğrenme biçimleri ölçeğinin uyumu dikkate alınmakta ve aşağıdaki örnekte açıklandığı gibi en az 0 ile en fazla 3 değeri arasında 0,5 aralıklarla değişen bir derecelendirme ile yapılmaktadır.

Örneğin; öğrenciye gösterilen öğrenme sahnesinin görsel/yansıtıcı bir sahne olduğunu ele alalım. Eğer öğrenciye uygulanmış öğrenme biçimleri ölçeği bu öğrencinin baskın görsel ve baskın yansıtıcı olduğunu işaret ediyorsa $K = 3$ olarak alınır. Bu referans noktasından her bir kademe uzaklaşmada (her iki boyut da dikkate alınarak) K değeri -0,5 azaltılır. Öğrencinin öğrenme biçimleri ölçeği sonucunun görsel/sözel boyutta [-5], etkin/yansıtıcı boyutta [-3] olduğunu varsayarsak; görsel/sözel boyutta baskın görsel (sahneye ait) yerine görsel eğilim (öğrenciye ait) olduğu için K değeri -0,5; etkin/yansıtıcı boyutta baskın yansıtıcı (sahneye ait) yerine dengeli durum (öğrenciye ait) olduğu için K değeri -1 puan azaltılır ki bu 3 puanlık maksimum değer üzerinden toplamda -1,5 puanlık bir azalma demektir. Sonuçta bu öğrenci için, ilgili öğrenme sahnesi üzerindeki katsayısı $K = 1,5$ olarak hesaplanır. K değeri en az sıfır değerini alabilir ve sıfır değeri, bir başka deyişle, öğrenme sahnesi biçimiyle öğrencinin öğrenme biçimi çok zıt olduğu için sahne üzerindeki kayıtlanmış verilerin eşik hesaplama sürecine dahil edilmemesi anlamına gelmektedir.

Tarayıcı-kabuk yazılımı üzerinden 3.2.2 kısmında açıklanacağı gibi öğrenci hakkındaki veriler geldikçe bu veriler Bayes ağı tarafından değerlendirilir ve öğrenci profili düğümü (hedef düğüm) güncellenir. Öğrenciye bir sonraki sahnede gösterilecek öğrenme içeriğinin tipini belirlerken bu profilden yararlanılır. <http://www.random.org/> adresinden de ulaşılabilecek bir rasgele sayı üretici yardımıyla 1 ile 100 arasında uniform dağılıştan üretilen bir değer öğrencinin öğrenme profili skalasına yerleştirilerek aşağıdaki örnekte anlatıldığı gibi bir sonraki öğrenme sahnesinin tipi belirlenmiş olur.

Örneğin, o ana kadar edinilmiş kanıt verileri ışığında öğrenci hakkında oluşturulan biçem inancının;

- [görsel/etkin (GE) : 0,45]
- [sözel/etkin (SE) : 0,23]
- [sözel/yansıtıcı (SY) : 0,04]
- [görsel/yansıtıcı (GY) : 0,28]

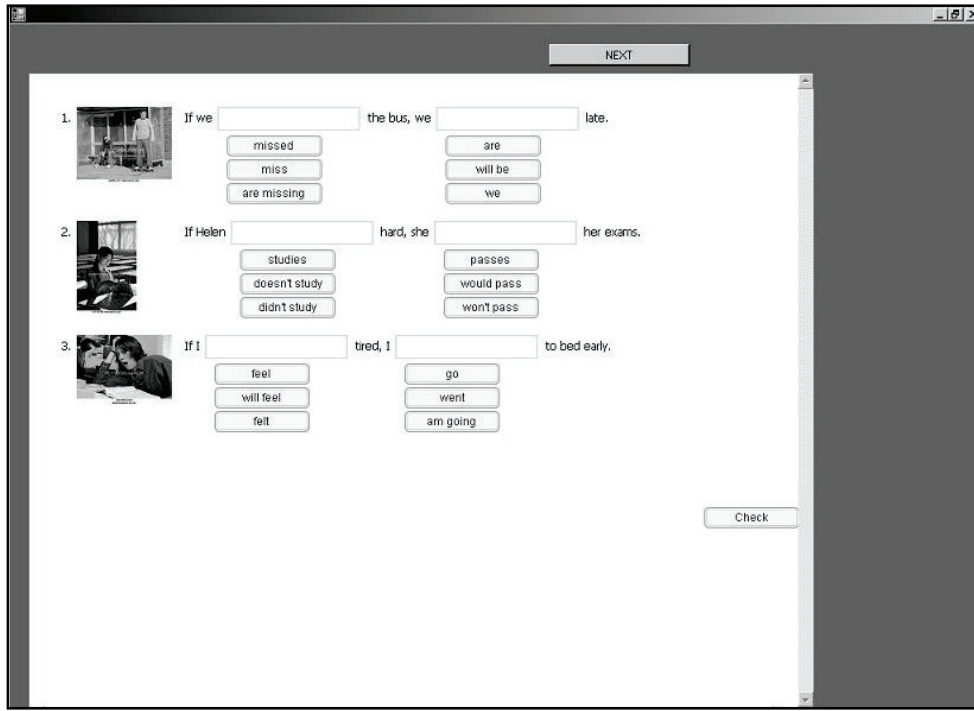
olduğu varsayılırsa (bu değerlerin toplamı her zaman için 1 etmektedir) 1 ila 100 arasında üretilen bir sayı bu skalada nereye düşüyorsa o sahne tipi bir sonraki öğrenme sahnesi olarak seçilir. Örneğin rasgele sayı üretici 76 gibi bir değer üretirse; [1 – 45] GE, [46 – 68] SE, [69 – 72] SY, [73 – 100] GY olarak alınacak ve 76 değeri [73 – 100] aralığına denk geldiği için bir sonraki öğrenme sahnesi GY tipinde olacaktır. Burada bir öğrencinin herhangi bir öğrenme biçemi değerinde en az 0,01 ila en çok 0,97 değerini alabileceğinin altını çizmekte yarar vardır. Eğer Bayes ağı üzerinden yapılan çıkarsama sonucunda 0,01'den az veya 0,97'den büyük değerler elde edilirse bunlar otomatik olarak 0,01 veya 0,97'ye yuvarlanır. Eğer bir sonraki öğrenme sahnesinde sadece iki biçem alternatifi varsa; örneğin sadece etkin – yani GE ve SE gibi – bu durumda [1 – 63] GE (GE+GY=G) ve [64 – 100] SE (SE+SY=S) olacağı için halihazırda üretilen 75 değeri sözel/etkin (SE) öğrenme sahnesini işaret edecektir.

Bu çalışmada öne sürülen Bayes ağı tabanlı dinamik öğrenci modelleme yaklaşımıyla öğrenci modeli her bir ardışık sahnede güncellenmekte ve öğrencinin öğrenme biçemi profiline olan inanç da değişmektedir. Bir sonraki sahnenin hangi tipte olacağına karar verilirken öğrencinin öğrenme biçemi modeli hangi biçimde ağır basıyorsa ona uygun bir sahnenin kendisiyle buluşturulma olasılığı da doğru orantılı olarak artmaktadır.

Altını çizmekte fayda olan bir konu da öğrenme seansı boyunca herhangi bir anda ve herhangi bir nedenle oluşan kesintiler sırasında elde edilen verilerin öğrenci profilinin güncellenmesinde kullanılmayarak yok sayılmasıdır. Örneğin; öğrenci 37 numaralı öğrenme sahnesiyle çalışırken bir anda dışarıdan dikkatini dağıtacak düzeyde bir uyarın gelmesi halinde (birşeyin patlama gürültüsü veya bir matkap sesi v.b.) 37. sahneye ilişkin kayıtlanan veriler dikkate alınmaz ve o sahneye mahsus öğrenci modeli güncellenmez.

3.2.2 Tarayıcı-kabuk yazılımı

Öğrenme sahnelerinin öğrenciyle sunulması ve etkileşime sokulması için birbirinden bağımsız öğrenme sahnelerini (*scene*), öğrenci modelleme sisteminin yönlendirmeleri doğrultusunda öğrenciye sunacak bir yazılım geliştirilmiştir (Şekil 3.8). Tarayıcı-kabuk yazılımı, güncel bir yazılım geliştirme ortamında ortamında C# programlama diliyle geliştirilmiştir ve ticari bir veritabanı çözümü kullanılmıştır.



Şekil 3.8. Tarayıcı-kabuk yazılımının istemci tarafından bir öğrenme sahnesi (*scene*) görüntüsü

Bu yazılım, öğrenci modelleme sistemi tarafından oluşturulan öğrenci modeline göre veritabanından çektiği öğrenme sahnesi adreslerini öğrenciye göstermektedir (istemci tarafı). İlgili öğrenciye bir sonraki öğrenim sahnesinde hangi tipte öğrenim içeriğinin gösterileceğini ise öğrenci modelleme sistemi değerlendirmekte ve veritabanına yazmaktadır (sunucu tarafı). Tarayıcı-kabuk yazılımı, her bir öğrenme sahnesi için öğrenci hakkında toplanan verileri ayrıca veritabanına yazarak öğrenci modelleme sistemine iletmektedir.

3.2.1 kısmında açıklanmış olan Bayes güncelleyicisinin gereksinim duyduğu kanıt düğüm verilerini toplayabilecek nitelikte; bir öğrenme sahnesi boyunca,

- t_1 : klavye ve fare çevrebirimlerinin hareketsiz kalma sürelerinin en büyüğünü (*highest I/O inactivity*)
- t_2 : öğrenme sahnesi dışında geçirilen süre toplamını (*total inactive time*) (Bu kanıt düğümünden gelen veriler 3.1.2.1 kısmında açıklandığı üzere çalışma süresince dikkate alınmamıştır)
- t_3 : öğrenme sahnesinin toplam açık kalma süresini (*total scene time*)

kayıtlayacak bir yazılım geliştirilmiştir. Tarayıcı-kabuk yazılımı öğrenme sahnelerinin adreslerini veritabanından çekerek ardışık olarak öğrenciye iletirken t_1 , t_2 ve t_3 verilerini de her bir öğrenme sahnesi için veritabanına kaydetmektedir (Şekil 3.9).

The screenshot shows a web form titled 'Form1' with the following fields and buttons:

- Highest I/O Inactivity:
- Total Inactive Time:
- Total Scene Time:
- Profile:
- User ID:
- Scene:
- Submit button
- Save button
- Reset Database button
- URL field:

Şekil 3.9. Tarayıcı-kabuk yazılımının sunucu tarafından bir görünüm

Tarayıcı-kabuk yazılımının bir öğrenme seansında kullanımı tipik olarak aşağıdaki şekilde gerçekleşmektedir:

1. Öğrenciye çalışma konusunda her ne kadar gönüllü olduğu sırada kapsamlı bir açıklama yapılmış olsa da randevu bazlı çalışıldığı için uygulamadan önce öğrenci uygulama hakkında tekrar kısaca bilgilendirilir.
2. Bir bilgisayar öğrenci için ayrılır ve istemci yazılımı öğrenci bilgisayarında çalıştırılır. Bir bilgisayar ise araştırmacı için ayrılır ve burada sunucu yazılımı

çalıştırılır. Her iki bilgisayarın da birbirlerini ağ üzerinden gördüklerinden emin olunur.

3. Öğrenci kullanıcı adı ve parolasını istemci yazılımına girerek öğrenme seansını başlatır.
4. Öğrenci istemci yazılımı üzerinden (aslında sunucudan çekilen) açılış sayfasını görür ve “NEXT” tuşuna basarak ilk öğrenme sahnesini ister. İstemci ekranında “PLEASE WAIT” yazısı çıkar.
5. Sunucu tarafı, istemci tarafında “NEXT” tuşuna basıldığını farkeder ve araştırmacı sıradaki öğrenme sahnesi tipini belirler.
6. Sunucu tarafından sahnesi tipinin belirlenmesiyle birlikte istemci tarafında “CONTINUE” tuşu belirir ve öğrenci bu tuşa basar.
7. Öğrenci istemci yazılımı üzerinde her “CONTINUE” tuşuna bastığı andan itibaren kayıtçı programcıklar etkin hale gelir ve öğrenci hakkında veri toplanmaya başlar.
8. Öğrenci öğrenme sahnesiyle işini bitirdiğinde “NEXT” tuşuna basarak bir sonraki sahneyi ister. “NEXT” tuşuna basılmasıyla birlikte kayıtçı programcıklar sonlanır ve sahneye ilişkin kaydettikleri verileri veritabanına aktarırlar.
9. Bundan sonra öğrenme seansı bitene kadar 5 – 8 arasındaki adımlar tekrarlanır ve her sahne için öğrenci modelleme sisteminde oluşturulan öğrenci profiline ilişkin veriler güncellenerek öğrenciye gösterilecek bir sonraki sahnenin tipi belirlenir. Öğrenciye gösterilen son sahne ise öğrenme seansının sonlandığını işaret eder.

3.2.3 Eğitim içeriği

1.3 kısmında söz edilen çalışma hedeflerinin sınanması doğrultusunda; deney ve kontrol grupları için aynı içerik, farklı şekillerde hazırlanmıştır. Kontrol grubunun eğitiminde kullanılmak üzere, 27 sahneden oluşan geleneksel bilgisayar destekli eğitim içeriği geliştirilmiştir. Deney grubunda “IF-Clauses” konusu; TİP I, TİP II ve TİP III

alt başlıklarını kapsayacak şekilde, toplam 98 farklı eğitim sahnesinden seçilmek üzere oluşturulmuş 46 sahne uzunluğunda bir ders kurgusu ile işlenmiştir. Birçok sahne için tüm öğrenme biçemlerine göre ayrı ayrı içerik geliştirmek mümkün olmamıştır ve dersin tutarlılığını sağlamak adına sahnedeki biçem alternatifleri sınırlandırılmıştır (Örneğin yansıtıcı bir alıştırmaya hazırlanamaması gibi). İçeriğe ilişkin ayrıntılar aşağıda listelenmiştir;

- **Tip I**
 - Giriş (Sözel-Yansıtıcı & Görsel-Yansıtıcı) – **4 sahne**
 - Yapı (Görsel-Etkin, Sözel-Etkin, Sözel-Yansıtıcı, Görsel-Yansıtıcı) – **1 sahne**
 - Örnekler I (Sözel-Yansıtıcı & Görsel-Yansıtıcı) – **5 sahne**
 - Örnekler II (Sözel-Yansıtıcı & Görsel-Yansıtıcı) – **5 sahne**
 - Alıştırmalar I (Görsel-Etkin & Sözel-Etkin) – **1 sahne**
 - Alıştırmalar II (Görsel-Etkin & Sözel-Etkin) – **1 sahne**

- **Tip II**
 - Giriş (Sözel-Yansıtıcı & Görsel-Yansıtıcı) – **2 sahne**
 - Yapı (Görsel-Etkin, Sözel-Etkin, Sözel-Yansıtıcı, Görsel-Yansıtıcı) – **1 sahne**
 - Örnekler I (Sözel-Yansıtıcı & Görsel-Yansıtıcı) – **5 sahne**

 - Örnekler II (Sözel-Yansıtıcı & Görsel-Yansıtıcı) – **5 sahne**
 - Alıştırmalar I (Görsel-Etkin & Sözel-Etkin) – **1 sahne**
 - Alıştırmalar II (Görsel-Etkin & Sözel-Etkin) – **1 sahne**

- **Tip III**
 - Giriş (Sözel-Yansıtıcı & Görsel-Yansıtıcı) – **3 sahne**
 - Yapı (Görsel-Etkin, Sözel-Etkin, Sözel-Yansıtıcı, Görsel-Yansıtıcı) – **1 sahne**
 - Örnekler I (Sözel-Yansıtıcı & Görsel-Yansıtıcı) – **5 sahne**
 - Örnekler II (Sözel-Yansıtıcı & Görsel-Yansıtıcı) – **3 sahne**
 - Alıştırmalar I (Görsel-Etkin & Sözel-Etkin) – **1 sahne**

o Alıştırmalar II (Görsel-Etkin & Sözel-Etkin) – 1 sahne

Deney grubunun eğitim içeriğinde yapılan seslendirmeler için stüdyo kaydı yapılmıştır. Konuşmalar İngiliz asıllı bir İngilizce öğretmeni (bay) ve Amerikalı bir İngilizce öğretmeni (bayan) tarafından seslendirilmiştir. Seslendirmelerin düzenlemeleri ticari bir ses programı yazılımında gerçekleştirilmiştir. Ayrıca eğitim içeriğinde kullanılan görsel malzemelerin tamamı ticari bir fotoğraf sağlayıcı şirketin İnternet adresinde erişim sağladığı bedelsiz fotoğraflardan yararlanılarak düzenlenmiştir.

Kontrol grubuna ait bilgisayar destekli eğitim içeriği de, deney grubuna ait olan da tamamen aynı konuları kapsayacak; ne bir eksik, ne bir fazla olacak şekilde hazırlanmıştır. Eğitim içeriğinin tamamı İngilizce'nin yabancı dil olarak öğretimi ve eğitim programları ve öğretimi konusunda uzman bir akademisyen tarafından tasarlanmıştır. Eğitim içeriğinin web ortamına aktarılması ticari bir içerik hazırlama yazılımı ortamında Flash tabanlı olarak geliştirilmiştir.

Eğitim sahnelerinin tümünün listelenmiş haline ilgili İnternet adresi üzerinden erişilebilmektedir (<http://www.iyte.edu.tr/~burakaslan/main.htm>, 2010).

3.2.4 Ölçek uyarlaması

FSLSM'nin geçerlik ve güvenilirlik çalışması hakkında uluslararası alanyazında yürütülmüş 5 ana araştırma vardır (Felder and Spurlin, 2005; Litzinger et al., 2005; Livesay et al., 2002; Van Zwanenberg et al., 2000; Zywno, 2003). Bu çalışmalar ILS ölçeğini temel alarak yapılan çalışmalardır. ILS ölçeğinin geçerlik ve güvenilirliği konusunda yurt dışında birçok çalışma yapılmasına rağmen, ölçeğin Türkçe'ye uyarlanmasının geçerlik ve güvenilirliğine dair alanyazında sadece bir çalışma bulunmaktadır (Samancı ve Keskin, 2006). Tüm bu çalışmalar neticesinde ILS ölçeğinin boyutlarına ilişkin elde edilen Cronbach Alpha katsayıları Çizelge 3.5'te verilmiştir.

Çizelge 3.5. Cronbach Alpha değerleri

	N	Etk / Yan	Duy / Sez	Gör / Söz	Ard / Büt
Samancı ve Keskin, 2006 (TR)	381	0,43	0,54	0,59	0,32
Litzinger et al., 2005	572	0,60	0,77	0,74	0,56
Felder and Spurlin, 2005	584	0,62	0,76	0,69	0,55
Zywno, 2003	557	0,60	0,70	0,63	0,53
Livesay et al., 2002	242	0,56	0,72	0,60	0,54
Van Zwanenberg et al., 2000	284	0,51	0,65	0,56	0,41

Ölçeğin orijinali üzerinde (ILS) yapılan çalışmalarda ardışık / bütünsel boyut dışındaki tüm boyutlarda 0,60'tan büyük güvenilirlik katsayıları elde edilirken Samancı ve Keskin (2006) tarafından yapılan çalışmanın Cronbach Alpha katsayılarının diğer çalışmalara nazaran düşük olduğu gözlemlenmektedir. Özellikle bu çalışma kapsamına dahil edilmiş olan etkin / yansıtıcı boyuttaki 0,43 ve görsel / sözel boyuttaki 0,56 değerleri göz önüne alındığında, bu çalışma kapsamında yeniden bir uyarlama çalışması yapılmasının faydalı olacağı öngörülmüştür.

Felder ve Soloman'ın ILS ölçeğinin 44 maddesinin tamamı bu çalışma kapsamında Türkçe'ye uyarlanmıştır. Biri İngilizce öğretimi konusunda, diğeri de ölçme ve değerlendirme konusunda uzman iki akademisyenin görüşleri de dikkate alınarak gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Öğrenme biçimleri ölçeğinin geçerlik ve güvenilirliğini incelemek üzere dil geçerliği ve iç tutarlılık analizleri yapılmıştır.

3.2.4.1 Örneklem

Dil geçerliğini incelemek adına Muğla Üniversitesi İngilizce hazırlık sınıfı öğrencilerinden oluşan 86 kişilik öğrenci grubuna üç hafta ara ile ILS ölçeğinin Türkçe ve İngilizce sürümleri uygulanmıştır. İç tutarlılık analizleri içinse Ege Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği bölümünden 412 öğrenciyle çalışılmış ve 408 geçerli forma ulaşılmıştır.

3.2.4.2 Verilerin çözümlenmesi

408 öğrencinin katıldığı uygulama sonucunda elde edilen Cronbach Alpha değerlerinin ilgili çalışmalarla karşılaştırılması Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Ölçeğin öğrenme boyutlarına ilişkin güvenilirlik katsayıları

	N	Etk / Yan	Duy / Sez	Gör / Söz	Ard / Büt
Bu çalışma (TR)	408	0,50	0,56	0,61	0,47
Samancı ve Keskin, 2006 (TR)	381	0,43	0,54	0,59	0,32
Litzinger et al., 2005	572	0,60	0,77	0,74	0,56
Felder and Spurlin, 2005	584	0,62	0,76	0,69	0,55
Zwyno, 2003	557	0,60	0,70	0,63	0,53
Livesay et al., 2002	242	0,56	0,72	0,60	0,54
Van Zwanenberg et al., 2000	284	0,51	0,65	0,56	0,41

Yapılan madde analizi sonucunda uyarlanmış ölçekteki her maddenin ilgili boyutuna katkısı Çizelge 3.7’de ortaya konmuştur. Burada α^* sütunu her bir madde çıkarıldığında elde edilecek güvenilirlik değerlerini belirtirken her boyuta ait en zayıf maddeleri de (**koyu** yazıyla gösterilen) ortaya koymaktadır.

Çizelge 3.7. Boyutlara ait güvenilirlik çözümlemesi sonucu elde edilen madde istatistikleri

ETKİN/YANSITICI BOYUT				DUYUŞSAL/SEZGİSEL BOYUT			
İfade No	Düzeltilmiş Toplam Korelasyon	Çoklu Korelasyon Karesi	α^*	İfade No	Düzeltilmiş Toplam Korelasyon	Çoklu Korelasyon Karesi	α^*
1	,117	,069	,504	2	,334	,255	,511
5	,215	,096	,478	6	,242	,180	,538
9	,159	,063	,493	10	,325	,294	,520
13	,155	,109	,495	14	,183	,048	,553
17	,226	,223	,475	18	,206	,180	,546
21	,251	,104	,467	22	,274	,197	,528
25	,179	,195	,488	26	,158	,088	,559
29	,219	,089	,477	30	,249	,100	,536
33	,252	,116	,467	34	,360	,265	,504
37	,268	,134	,462	38	,301	,268	,525
41	,181	,082	,488	42	,037	,013	,592

GÖRSEL/SÖZEL BOYUT				ARDIŞIK/BÜTÜNSEL BOYUT			
İfade No	Düzeltilmiş Toplam Korelasyon	Çoklu Korelasyon Karesi	α^*	İfade No	Düzeltilmiş Toplam Korelasyon	Çoklu Korelasyon Karesi	α^*
3	,412	,259	,566	4	,135	,105	,470
7	,428	,290	,563	8	,211	,075	,446
11	,360	,149	,578	12	,141	,085	,467
15	,300	,122	,587	16	,212	,081	,446
19	,328	,134	,584	20	,265	,091	,428
23	,282	,105	,591	24	,195	,083	,451
27	,247	,091	,598	28	,250	,110	,433

31	,304	,172	,590	32	,108	,054	,475
35	,225	,068	,603	36	,266	,106	,428
39	,090	,026	,630	40	,064	,049	,490
43	,141	,058	,619	44	,210	,070	,446

Her boyuta ait en zayıf maddeler (1-42-39-40) ölçekten çıkarıldığında boyutlarda elde edilen Cronbach Alpha (α^*) değerleri göz önüne alındığında etkin / yansıtıcı boyutta bir değişiklik olmazken diğer boyutlarda 0,02 ile 0,03 arasında artış gözlemlenmektedir (Çizelge 3.8).

Çizelge 3.8. Her boyuttaki en zayıf madde çıkarıldığında elde edilen Cronbach Alpha değerleri

Öğrenme Boyutu	11 ifade için Cronbach Alpha değerleri	10 ifade için Cronbach Alpha değerleri
ETKİN/YANSITICI	0,50	0,50
DUYUŞSAL/SEZGİSEL	0,56	0,59
GÖRSEL/SÖZEL	0,61	0,63
ARDIŞIK/BÜTÜNSEL	0,47	0,49

Boyutlar arasındaki Pearson korelasyon değerleri ise Çizelge 3.9’da verilmiş olup görsel/sözel ve ardışık/bütünsel boyutlar arasındaki korelasyonun istatistiksel olarak anlamsız olduğu görülmekle birlikte diğer boyutlar arasındaki korelasyonların da yüksek olmadığı görülmektedir. Bu durum, boyutların birbirinden ayrılmasında bir sorun yaratmamaktadır.

Çizelge 3.9. Boyutlar arası Pearson korelasyon çözümlemesi sonuçları (** p < 0,01)

		ETK/YAS	DUY/SEZ	GÖR/SÖZ	ARD/BÜT
ETK/YAN	Pearson Korelasyon	1	0,207**	0,170**	0,200**
	uygunluk derecesi		0,000	0,001	0,000
	katılımcı sayısı	408	408	408	408
DUY/SEZ	Pearson Korelasyon	0,207**	1	0,136**	0,276**

	uygunluk derecesi	0,000		0,006	0,000
	katılımcı sayısı	408	408	408	408
GÖR/SÖZ	Pearson Korelasyon	0,170**	0,136**	1	0,000
	uygunluk derecesi	0,001	0,006		0,995
	katılımcı sayısı	408	408	408	408
ARD/BÜT	Pearson Korelasyon	0,200**	0,276**	0,000	1
	uygunluk derecesi	0,000	0,000	0,995	
	katılımcı sayısı	408	408	408	408

3.2.4.3 Dil geçerliği

Dil geçerliğini belirlemek üzere Muğla Üniversitesi İngilizce hazırlık sınıfı öğrencilerinden oluşan 86 kişilik gruba ILS ölçeğinin İngilizce ve Türkçe sürümleri üçer hafta ara ile uygulanmıştır. Uygulama sonuçlarına ilişkin boyutlar bazında elde edilen Pearson korelasyon katsayıları Çizelge 3.10’da verilmiştir.

Çizelge 3.10. ILS'nin Türkçe ve İngilizce uygulamalarına ilişkin Pearson korelasyon katsayıları (** p < 0,01)

Etkin/Yansıtıcı Boyut	Duyuşsal/Sezgisel Boyut	Görsel/Sözel Boyut	Ardışık/Bütünsel Boyut
0.868**	0.776**	0.911**	0.820**
n=86	n=86	n=86	n=86

Elde edilen bulgular ILS ölçeğinin orijinal İngilizce sürümü bu çalışma kapsamında Türkçe’ye uyarlanmış sürümü arasında anlamlı bir korelasyona işaret etmekte ve dil geçerliğinin sağlandığı yönünde kanıt oluşturmaktadır.

3.2.5 Başarı testi

Deney ve kontrol grupları arasındaki akademik başarıları karşılaştırmak adına IF-Clauses konusuyla ilgili 24 soruluk, çoktan seçmeli (5 seçenekli) bir başarı testi İngilizce'nin yabancı dil olarak öğretimi ve eğitim programları ve öğretimi konusunda uzman bir akademisyen tarafından geliştirilmiştir. Bu test deney ve kontrol gruplarına ön-test ve son-test olarak uygulanmıştır. Ölçme aracı olarak kullanılan başarı testi, aşağıda verilen aşamalardan geçilerek hazırlanmıştır.

- 1) Hedef davranışlara uygun maddeler yazılmıştır. Bu maddeler 3.2.3 kısmında anlatılmış olan ders içeriğine paralel hazırlanmıştır.
- 2) İngilizce öğretim programlarında uzman 4 kişiden hazırlanmış maddelere ilişkin uzman görüşü alınmıştır.
- 3) Uzman görüşünden sonra 30 soruluk bir başarı testi ön uygulama için hazır hale getirilmiştir. Ön uygulama için İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Yabancı Diller Bölümünden 94, Dokuz Eylül Üniversitesi Yabancı Diller Yüksekokulundan 102, Ege Üniversitesi Yabancı Diller Bölümünden de 55 olmak üzere **toplam 251 öğrenciyle** çalışılmıştır. Bu grupların heterojen özellikte olmalarına dikkat edilmiştir.
- 4) Ölçeğin geçerlik güvenirlik çalışması için gereken istatistiksel çözümler bir istatistiksel çözümleme paket yazılımı yardımıyla yapılmıştır. Ön uygulama sonucunda Çizelge 3.11'deki bulgulara ulaşılmıştır:

Çizelge 3.11. Başarı testi ön uygulama sonuçları

Toplam denek sayısı	251
Sınav maddesi sayısı	30
Aritmetik ortalama (30 üzerinden)	21,020
Aritmetik ortalama (%)	70,066
Standart sapma	6,455
KR-20 güvenirlik katsayısı	0,893
Standart hata	2,113

Yapılan madde çözümlemesi sonucunda madde gücülüğü ve ayırıcılık indeksi uygun olmayan sorular hedef davranışları ölçme özelliklerine de bakılarak (geçerliği de gözlemek adına) ölçekten çıkarılmıştır.

Toplam 6 soru maddesinin testten çıkarılmasıyla **KR-20 güvenirlik sayısı 0,873** olan **toplam 24 maddelik** bir başarı testi elde edilmiştir. Yeniden uzman görüşünün de alınmasıyla birlikte teste son hali verilmiştir. Başarı testinin son haline ilişkin ayrıntılar Çizelge 3.12’de verilmiştir.

Çizelge 3.12. Başarı testi ön uygulama sonuçları (6 soru maddesi çıkarıldıktan sonra)

Toplam denek sayısı	251
Sınav maddesi sayısı	24
Aritmetik ortalama (24 üzerinden)	16,610
Aritmetik ortalama (%)	69,207
Standart sapma	5,390
KR-20 güvenirlik katsayısı	0,873
Standart hata	1,922

“IF-Clauses” konusuyla ilgili hazırlanmış 24 soruluk başarı testindeki soruların 8 tanesi Tip I, 6 tanesi Tip II, 10 tanesi Tip III bölümleriyle ilgilidir. Başarı testinin son halinde yer alan soruların faktör yükleri ve madde ayırıcılık gücü indekslerine ilişkin veriler Ek 2’de verilmiştir.

3.3 Deney Deseni

Bu çalışmada öntest-sontest yarı-deneysel deseni kullanılmıştır. Yarı-deneysel desende deney ve kontrol gruplarının aynı popülasyondan oluşturulmaları esastır (von Davier, 2004). Gerçek deneysel desende deney ve kontrol gruplarına katılımcılar atanırken tamamen rastlantısal yaklaşmak gerekirken (McMillan, 2004) yarı-deneysel desenin gerçek deneysel desenden ayrıldığı en önemli nokta deney ve kontrol gruplarına katılımcı ataması yapılırken rastlantısal davranılmamasıdır (Creswell, 2002). Öğrenim ortamlarında ve öğrencilerle çalışılırken uygulamada karşılaşılan güçlükler nedeniyle yarı-deneysel desene sıklıkla bir zorunluluk olarak başvurulmaktadır (Charles and Mertler, 2002) ve **bu çalışma kapsamında da yarı-deneysel desen bir zorunluluk olarak tercih edilmiştir.**

Yarı-deneysel desende her iki grupta da deney öncesinde ve sonrasında elde edilen ölçüm sonuçları karşılaştırılır. Öntest yapılmasının sebebi deneysel uygulama öncesinde deney ve kontrol gruplarının denkliklerinin gösterilmesi ve deneysel uygulama sonunda verilen sontest sonuçlarının karşılaştırılmasıdır. Bu çalışmada uygulanan öntest-sontest yarı-deneysel deseninin işleyişi Çizelge 3.13'te verilmiştir.

Çizelge 3.13. Öntest-sontest yarı-deneysel deseni

Deney grubu	Öntest	Denel işlem	Sontest
Kontrol grubu	Öntest	Uygulama yok	Sontest

Deneysel çalışmada yansız atama en önemli özelliklerden biri olsa da özellikle birebir yapılması gereken uygulamalarda bu mümkün olmadığında yanlı atama yapma zorunluluğu doğmakta ve yanlı atamanın yapıldığı çalışmalar literatürde yarı-deneysel çalışma olarak değerlendirilmektedir (Charles and Mertler, 2002).

Çalışma biri deney, diğeri kontrol grubu olmak üzere iki gruba yürütülmüştür. Çalışmaya ilişkin deney deseni Çizelge 3.14'te verilmiştir. Burada hem deney, hem de kontrol grubu katılımcılarıyla yapılan uygulamaların birebir olarak ve farklı randevularla tamamlandığını vurgulamakta yarar vardır.

Çizelge 3.14. Deney deseni

Grubun adı	Deney öncesi	Denel işlemler	Deney sonrası
Deney grubu	Öğrenme biçimleri ölçeği	Öğrenci modellemesi destekli öğrenme	Başarı testi
	Başarı testi		
Kontrol grubu	Öğrenme biçimleri ölçeği	Geleneksel bilgisayar destekli öğrenme	Başarı testi
	Başarı testi		

3.4 İşlem Yolu

Uygulamalar sırasında veri toplama araçları kullanılırken ve denel işlemler gerçekleştirilirken aşağıdaki adımlar izlenmiştir.

1. Tüm veri toplama araçlarının tamamen hazır hale getirilmesi
2. Bölümlerde duyurular yapılarak gönüllü katılımcı listesi oluşturulması
3. Gönüllü katılımcılara öğrenme biçemleri ölçeğinin ve başarı testinin uygulanması, iletişim bilgilerinin alınması
4. Deney ve kontrol gruplarının belirlenmesi
5. Katılımcılara iletişim bilgileri aracılığıyla ulaşılarak uygulama randevu tarihleri verilmesi
6. Her katılımcının randevusunda ayrı ayrı gerçekleştirilen öğrenme uygulamaları tamamlandıktan hemen sonra başarı testinin yeniden verilmesi
7. Tüm uygulamalar tamamlandıktan sonra elde edilen öntest-sontest verilerinin karşılaştırılması ve deney grubuna katılan öğrencilerin öğrenci modelleme sistemi üzerinde oluşan öğrenci modellerine ait verilerin önceden doldurmuş oldukları kağıt üzerindeki öğrenme biçemleri ölçeği verileriyle karşılaştırılması sonucunda elde edilen bulguların yorumlanması

3.5 Denel İşlemler

Akademik başarı açısından birbirleriyle denkleştirilmiş iki gruptan deney grubunda öğrenme biçemlerine dayalı modelleme yapan kendini uyarlayabilen sistem aracılığıyla öğrenme gerçekleştirilirken, kontrol grubunda öğrenme biçemlerine dayanmayan geleneksel bilgisayar destekli öğrenme gerçekleştirilmiştir.

Denel işlemler 2009 yılı Mayıs ayı ortasında başlatılmış ve 2009 yılı Temmuz ayı ortasına kadar sürmüştür. Yaklaşık 8 hafta süren uygulamalar süresince katılımcılara randevu verilerek birebir öğrenme ortamı sağlanmıştır. Nesnelliğin sağlanması amacıyla tüm uygulamalar araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Hem deney, hem de kontrol grubuna aşağıdaki sırayla öğrenme içeriği gösterilmiştir.

1. “IF Clauses” – Tip 1 (giriş, yapı, örnek ve alıştırma)
2. “IF Clauses” – Tip 2 (giriş, yapı, örnek ve alıştırma)

3. “IF Clauses” – Tip 3 (giriş, yapı, örnek ve alıştırma)

Öğrenme içerikleri her iki grupta da sıralı bir düzen içinde sunucu yazılımının denetiminde sürdürülmüştür. Kontrol grubuna 27 sahneden oluşan ve geleneksel yaklaşımla hazırlanmış öğrenme içeriği sunulurken, deney grubuna öğrenci modelleme sisteminin oluşturduğu öğrenci modeline göre toplam 98 ayrı öğrenme sahnesinden seçim yapılarak 46 sahneden oluşan bir öğrenme içeriği sunulmuştur.

3.6 Veri Çözümleme Yöntemleri

Uygulamalar boyunca toplanan veriler iki farklı istatistiksel çözümleme yazılımı yardımıyla değerlendirilmiştir. Verilerin çözümlemesinde aşağıdaki istatistiksel çözümleme yöntemleri kullanılmıştır.

- Aritmetik ortalama
- Standart sapma
- Cronbach’s Alpha
- Pearson korelasyon testi
- KR-20
- t-testi
- Tekrarlayan ölçümler arasında varyans analizi

Bu bölümde çalışmaya ilişkin uygulama yöntemleri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bir sonraki bölümde uygulama sonucunda elde edilen bulgular paylaşılacak ve çözümleme sonuçları tartışılacaktır.

4. BULGULAR

Tez kapsamında yürütülen deneysel uygulamalara 15 Mayıs 2009 tarihinde başlanmış ve uygulamalar 14 Temmuz 2009 günü sona ermiştir. Yaklaşık 8 hafta süren uygulamalar boyunca öğrencilere belirli tarihlerde ve zaman dilimlerinde randevular verilerek birebir öğrenme ortamı sağlanmıştır. Bu süre zarfında 1.2 kısmında belirtilen çalışma hedefleri doğrultusunda toplanan veriler istatistiksel çözümleme ve başarımların hesaplamaya yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir.

4.1 Biçem Teşhis Başarımı

Deneysel uygulama sonucunda deney grubunda bulunan 23 öğrenciye ilişkin veriler ILS ölçeğine göre puanlanmış haliyle Çizelge 4.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Biçem teşhis sonuçlarıyla ILS ölçeği sonuçlarının karşılaştırılması

Öğrenci	GÖR/SÖZ (TEŞHİS)	GÖR/SÖZ (ÖLÇEK)	ETK/YAN (TEŞHİS)	ETK/YAN (ÖLÇEK)	GÖR/SÖZ (HATA)	ETK/YAN (HATA)	TOPLAM (HATA)
1	-11	-7	11	9	4	2	6
2	-11	-7	9	-5	4	14	18
3	-9	-11	7	3	2	4	6
4	11	-7	-5	-5	18	0	18
5	9	-1	5	-1	10	6	16

6	11	-11	-3	1	22	4	26
7	3	-9	9	1	12	8	20
8	7	-9	-11	-1	16	10	26
9	9	7	-11	3	2	14	16
10	9	-1	-11	-3	10	8	18
11	11	-9	-11	-1	20	10	30
12	11	-7	-7	-1	18	6	24
13	-7	-1	-9	9	6	18	24
14	11	-3	-11	1	14	12	26
15	1	-1	-11	3	2	14	16
16	11	-7	-11	-5	18	6	24
17	11	-9	-11	7	20	18	38

18	7	-9	-11	-5	16	6	22
19	11	3	-11	1	8	12	20
20	3	7	-11	1	4	12	16
21	5	-7	-3	7	12	10	22
22	5	-7	-11	-3	12	8	20
23	1	3	-11	1	2	12	14
Aritmetik ortalama	4,7	-5,6	-4,5	0,7	10,9	9,3	20,3
Standart sapma	7,49	5,47	7,92	4,28	6,74	4,73	7,04

Deney grubundaki 23 öğrencide; 8 öğrenci Görsel/Sözel boyutun, 7 öğrenci Etkin/Yansıtıcı boyutun doğru tarafında kalacak şekilde teşhis edilebilmiştir. Sadece 1 öğrenci her iki boyutta da aynı anda doğru tarafta kalacak şekilde teşhis edilebilmiştir. Görsel/Sözel boyuttaki ölçek değerlerinin aritmetik ortalaması -5,6 olarak hesaplanırken teşhis sonucu ortalama 4,7 olarak bulunmuştur. Etkin/Yansıtıcı boyuttaki ölçek değerlerinin aritmetik ortalaması 0,7 olarak hesaplanırken teşhis sonucu ortalama -4,5 olarak bulunmuştur. Görsel/Sözel boyutta teşhis değeriyle ölçek değeri arasındaki hatanın aritmetik ortalaması 10,9 iken Etkin/Yansıtıcı boyutta ortalama 9,3 olarak hesaplanmıştır. Her iki boyuttaki hatanın toplamının aritmetik ortalaması ise 20,3'tür.

Öğrenme biçimleri boyutlarında başarımın nasıl yorumlanması gerektiğine 4.3 ve 4.4 kısımlarında ayrıntılı olarak değinilecektir.

4.2 Akademik Başarı

Deney ve kontrol gruplarına öğrenme uygulamasından önce verilen başarı testi verilerine uygulanan t-Testi sonucunda elde edilen bulgular Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Deney ve kontrol gruplarının ön-test bulguları

Grup	N	Aritmetik ortalama	Standart sapma	Serbestlik derecesi	Anlamlılık (çift yönlü)
DENEY	23	17,78	4,199	44	0,97
KONTROL	23	17,74	3,621		

Her iki grup da ön-test sonuçlarında pilot çalışma sonuçlarıyla da uyumlu (yaklaşık %70 başarı) bir performans göstermiştir. 44 serbestlik derecesinde çift yönlü anlamlılık değeri 0,97 olarak bulunmuştur. Bu değer %99 güven aralığında ($p < 0,01$), deney ve kontrol grupları arasında ön-test başarısı açısından anlamlı bir fark olmadığını ortaya koymaktadır.

Kontrol grubunda öğrenme uygulanmasının tamamlanmasının ardından verilen son-test sonucunda elde edilen verilere t-Testi uygulanmış ve elde edilen bulgular Çizelge 4.3’te verilmiştir.

Kontrol grubunun öğrenme süreci sonunda aritmetik ortalama düzeyinde başarısını artırdığı gözlemlenmiştir. Bu artışın 22 serbestlik derecesinde çift yönlü anlamlılık değeri 0,000 olarak bulunmuş ve bu değer %99,9 güven aralığında ($p < 0,001$), kontrol grubuna öğrenme süreci boyunca verilen eğitimin akademik başarıda anlamlı bir artışa neden olduğunu ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.3. Kontrol grubunda öğrenme sürecinin başarıya etkisi

Kontrol grubu	N	Aritmetik ortalama	Standart sapma	Serbestlik derecesi	Anlamlılık (çift yönlü)
ÖNTEST	23	17,74	3,621	22	0,000
SONTEST	23	20,13	3,020		

Deney grubunda öğrenme uygulanmasının tamamlanmasının ardından verilen son-test sonucunda elde edilen verilere t-Testi uygulanmış ve elde edilen bulgular Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Deney grubunda öğrenme sürecinin başarıya etkisi

Deney grubu	N	Aritmetik ortalama	Standart sapma	Serbestlik derecesi	Anlamlılık (çift yönlü)
ÖNTEST	23	17,78	4,199	22	0,000
SONTEST	23	20,87	2,437		

Deney grubunun öğrenme süreci sonunda aritmetik ortalama düzeyinde başarısını artırdığı gözlemlenmiştir. Bu artışın 22 serbestlik derecesinde çift yönlü anlamlılık değeri 0,000 olarak bulunmuş ve bu değer %99,9 güven aralığında ($p < 0,001$), deney grubuna öğrenme süreci boyunca verilen eğitimin akademik başarıda anlamlı bir artışa neden olduğunu ortaya koymaktadır.

Deney ve kontrol gruplarında öğrenme sürecinin tamamlanması ardından elde edilen verilere, tekrarlayan ölçümler arasında varyans çözümlemesi yapılmış ve iki grup arasındaki akademik başarı artışlarının anlamlı olup olmadığı araştırılmıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Gruplar arasında akademik başarı artışlarının karşılaştırılması

Grup	N	Aritmetik ortalama	Standart sapma	Serbestlik derecesi	Anlamlılık (çift yönlü)
DENEY (ÖNTEST SONTEST)	23	17,78	4,199	1	0,658
	23	20,87	2,437		
KONTROL (ÖNTEST SONTEST)	23	17,74	3,621		
	23	20,13	3,020		

Her ne kadar öğrenme sürecinden önce deney grubunun lehine +0,04 puan olan aritmetik ortalamalar arasındaki fark öğrenme süreci sonunda deney grubunun lehine +0,74 puana çıkmış olsa dahi uygulanan tekrarlayan-ölçümler varyans çözümlemesi sonucunda akademik başarılar arasındaki artış farkının 1 serbestlik derecesinde çift yönlü anlamlılık değeri 0,658 olarak bulunmuştur.

Bu değer %95 güven aralığında ($p < 0,05$), deney ve kontrol gruplarına öğrenme süreci boyunca verilen eğitimlerin akademik başarıda neden oldukları artışlar arasında anlamlı bir fark olmadığını ortaya koymaktadır.

4.3 İlgili Çalışmalar

Sadece FLSM'ye ve Bayes ağına dayalı öğrenci modellemesi yaklaşımlarında değil, genel olarak öğrenci modellemesi konusunda alanyazında çalışılan tüm makine öğrenmesi yaklaşımlarında akademik başarıya ilişkin yapılan deneysel araştırmalar yok denecek kadar azdır. Bu nedenle, **bu çalışmada öne sürülen öğrenci modelleme sisteminin ilgili çalışmalarla başarımlar açısından karşılaştırılacak boyutu, akademik başarı artışından ziyade biçim teşhis başarımları üzerinde yoğunlaşmaktadır.**

Alanyazında FLSM ve Bayes ağına dayalı farklı öğrenci modellemesi yaklaşımları¹ öne sürülmüş olsa dahi biçim teşhis başarımları konusunda genel olarak kabul gören bir ölçüt bulunmamaktadır. Son birkaç yıl içinde, Garcia et al. (2007) tarafından öne sürülen öğrenme biçimi teşhis başarımları ölçütü farklı araştırmacılar tarafından da benimsenerek kullanılmıştır.

$$\text{Precision} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Sim}(LS_{BN}, LS_{ILS})}{n} \quad (5)$$

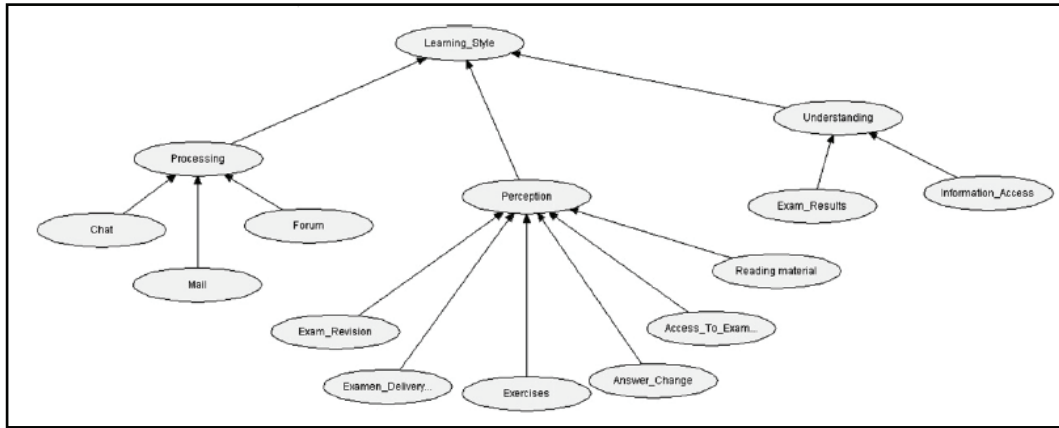
(5) numaralı denklemde “*Precision*” adı verilen ölçüt, öğrenci modelleme sistemi tarafından yapılan teşhislerin ILS ölçeğine göre başarımlarını ölçmek için kullanılmaktadır. Bu ölçüt her boyut için ayrı ayrı hesaplanmaktadır. Burada denkleme sokulan *Sim* fonksiyonu, öğrenci modelleme sisteminin teşhis ettiği (LS_{BN}) ile orijinal ILS ölçeği (LS_{ILS}) arasındaki uyuma bakarak {0, 0,5 ve 1} değerlerinden birini döndürmektedir. Bunun için Felder ve Soloman'ın (1991) orijinal ILS ölçeğinde 5 parçaya ayırmış olduğu (-11 ve +11 arasında değişen) FLSM'nin orijinal boyut skalası, Garcia et al. (2007) tarafından üç parçaya ayrılmıştır. Her boyutta ayrı ayrı hesaplanacak şekilde; -11 ile -5 arası ve +5 ile +11 arası bir biçime baskınlık olarak anlamlandırılırken -3 ile +3 arası dengeli biçim olarak anlamlandırılır. Burada orijinal ILS skalasından fark; Felder ve Soloman'ın (1991) “baskın eğilim” (*strong preference*) ve “normal eğilim” (*moderate preference*) olarak tanımladığı [9, 11] ile [5, 7]'i; [-5, -7] ile de [-9, -11]'i kısımlarının ilgili biçim adı altında [5, 11] ve [-5, -11] olacak şekilde birleştirilmesidir (Garcia et al., 2007). Örneğin, SIM fonksiyonu, orijinal ILS

¹ Bu çalışmalardan 2.3.3 kısmında söz edilmiştir.

ölçeğinin görsel/sözel boyutunda görsel (GÖR) olarak tanımlanmış bir öğrencide; öğrenci modelleme sistemi tarafından teşhis edilen öğrenme biçimi görsel (GÖR) ise +1 puan, dengeli (DEN) ise 0,5 puan, sözel (SÖZ) ise 0 puan olarak değer döndüreceklerdir. (5) numaralı denklemin paydasında ise toplam öğrenci sayısı bulunmaktadır.

Bu bağlamda, 4.1 kısmında ayrıntıları verilen ve bu tez çalışması kapsamında biçim teşhis başarımına ilişkin elde edilen bulguları ilgili yayımlarla karşılaştırabilmek için Garcia et al. (2007) tarafından öne sürülen biçim teşhis başarım kriteri (5) kullanılacaktır.

Garcia et al. (2007) tarafından yapılan çalışmada Bayes ağına dayanan bir öğrenci modelleme sistemi öne sürülmüştür. Çalışmada öne sürülen Bayes ağı (Şekil 4.1) oluşturulurken uzman görüşü (FSLSM modeli) ve asıl uygulamadan önce bu çalışmanın sistem benzetimi ve eşik belirleme aşamalarına benzeyen ön hazırlıklar yapılmıştır.



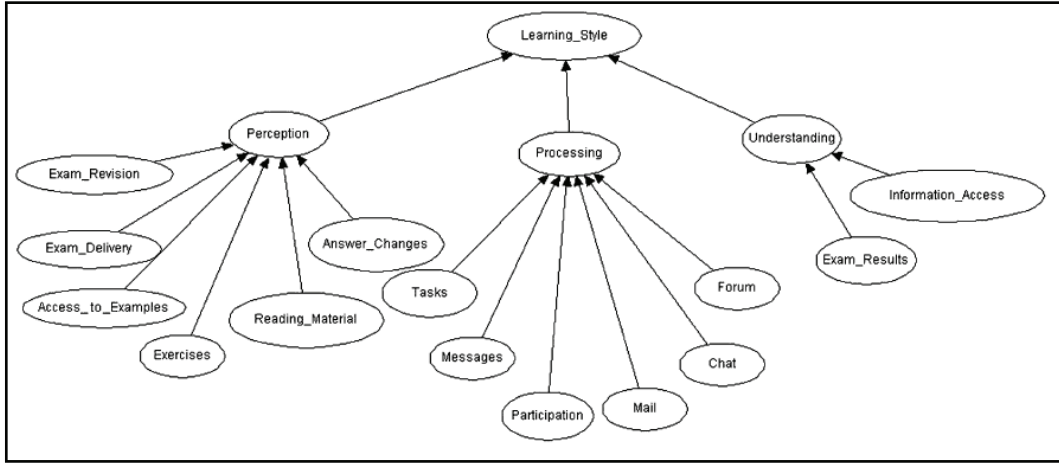
Şekil 4.1. Garcia et al. (2007) tarafından öne sürülen Bayes ağı

Öne sürülen Bayes ağı öncelikle orijinal ILS ölçeği üzerinde öğrenme biçimleri önceden tanımlanmış 50 bilgisayar bilimleri öğrencisiyle denenmiştir. Bu denemeler neticesinde sistem üzerinde gerekli görülen değişiklikler yapılmıştır. Uygulamalar 27 bilgisayar bilimleri öğrencisi üzerinde yürütülmüş ve içerik olarak **yapay us** dersi seçilmiştir. (5) numaralı denklemdeki başarım hesaplama yöntemine göre;

- Duyuşsal/Sezgisel boyutta %77
- Ardışık/Bütünsel boyutta %63
- Etkin/Yansıtıcı boyutta %58

başarıma ulaşılmıştır. Garcia et al. (2007), çalışmalarında görsel/sözel boyuta ilişkin ayırıcı öğrenme materyali kullanmadıkları için bu boyutu değerlendirmeye almadıklarını belirtmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca FLSM'nin tümevarımcı/tümdengelimci¹ boyutunu mühendislik öğrencilerinin çoğunun tümevarımcı olduklarını düşündükleri gerekçesiyle çalışma kapsamına almadıklarını belirtmişlerdir.

Garcia et al. (2008) tarafından yapılan çalışmada ise Garcia et al. (2007) tarafından yapılan çalışmada kullanılan yapay us dersine ilişkin öğrenme materyalinin zenginleştirilmesi ve kapsamının genişletilmesiyle öğrenciler hakkında daha çok veri toplanmasına çalışılmış ve öne sürülen Bayes ağına yapıda güncellenmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Garcia et al. (2008) tarafından öne sürülen Bayes ağı

Garcia et al. (2008) tarafından yapılan çalışma güz ve bahar dönemlerinde ayrı ayrı sürdürülmüş ve başarıma ilişkin veriler aşağıda verilmiştir.

- Güz dönemi yapay us dersi (49 öğrenci)
 - Duyuşsal/Sezgisel boyutta %77
 - Ardışık/Bütünsel boyutta %70
 - Etkin/Yansıtıcı boyutta %56

¹ Bu boyut aslında Richard M. Felder'in kendisi tarafından 2002 yılında ölçekten çıkarılmıştır ve ILS ölçeğinin güncel hali zaten bu boyutu ölçmemektedir.

- Bahar dönemi yapay us dersi (30 öğrenci)
 - Duyuşsal/Sezgisel boyutta %80
 - Ardışık/Bütünsel boyutta %72
 - Etkin/Yansıtıcı boyutta %66

Garcia et al. (2008), yaptıkları çalışmada başarımda elde ettikleri artışı, ders kapsamının genişletilmesi nedeniyle hem öğrencilerin daha iyi koşullanmalarına, hem de öğrenci hakkında daha fazla miktarda veri toplayabilmelerine bağlamışlardır.

Graf et al. (2008) tarafından yapılan çalışmada Bayes ağına dayanan bir öğrenci modelleme sistemi ortaya konmuştur ve ilgili eşik değerleri atanırken Garcia et al. (2007) tarafından yapılmış olan çalışmada öne sürülen değerlerin bir kısmı doğrudan kullanılırken, bir kısmı üzerinde gerekli görülen değişiklikler yapılmıştır. Uygulamalar 129 yazılım teknolojisi ve etkileşimli sistemler enstitüsü öğrencisi üzerinde yürütülmüş ve ders içeriği olarak nesne-tabanlı modelleme dersi seçilmiştir. (5) numaralı denklemdeki başarımların hesaplamaya yöntemine göre;

- Etkin/Yansıtıcı boyutta %79
- Duyuşsal/Sezgisel boyutta %77
- Görsel/Sözel boyutta %77
- Ardışık/Bütünsel boyutta %73

başarıma ulaşılmıştır.

(Özpolat and Akar, 2009) tarafından yapılan çalışmada öğrencilerin tarama motorundan dönen seçeneklere ilişkin yaptıkları tercihler üzerinden Bayes ağlarına ve ikili ilişki sınıflandırıcısına (*binary relevance classifier*) dayanan bir öğrenci modellemesi sistemi öne sürülmüştür. İlgili çalışma bir ders içeriği bütününden ziyade öğrencilerin tarayıcı üzerindeki davranışlarına odaklıdır. 30 lisansüstü öğrencisi ile sürdürülen çalışmada (5) numaralı denklemdeki başarımların hesaplamaya yöntemine göre;

- Etkin/Yansıtıcı boyutta %87
- Duyuşsal/Sezgisel boyutta %88
- Görsel/Sözel boyutta %77
- Ardışık/Bütünsel boyutta %85

başarıma ulaşılmıştır¹.

¹ Özpolat and Akar (2009) tarafından yapılan çalışmada Garcia et al. (2007) tarafından öne sürülen (5) numaralı başarımların hesaplamaya fonksiyonu dikkate alınmadığı için karşılaştırmalı sonuç çizelgesinden gerekli görülen dönüşümler ayrıca yapılmıştır.

4.4 Tartışma

Bu çalışma kapsamında oluşturulan öğrenci modellemeye dayalı bilgisayar destekli öğrenme sistemi akademik başarı açısından incelediğinde 1.2 kısmında ortaya konan, **“Öğrenme biçemlerine dayalı olarak öğrenmenin gerçekleşmesi, geleneksel bilgisayar destekli öğrenmeyle karşılaştırıldığında akademik başarıda anlamlı bir artışa yol açar”** hipotezi 4.1 kısmında elde edilen bulgular neticesinde reddedilmiştir.

Hem deney, hem de kontrol gruplarında ön-test son-test bulguları ayrı ayrı değerlendirildiğinde her iki grupta da öğrenme süreci sonunda akademik başarıda anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Bu anlamlı fark, hazırlanmış olan **öğrenme içeriği kapsamının** öğrenme sürecinde amacına uygun olarak akademik başarıyı artırır nitelikte olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada öne sürülen sistemin geleneksel bilgisayar destekli öğrenmeye kıyasla akademik başarıyı artırmada anlamlı bir fark oluşturamamasının olası en önemli sebebi ön-test son-test yarı-deneysel deseninin doğasından gelen dezavantajlarıdır. Ayrıca gönüllülüğe dayalı örnek seçilmesinin, popülasyonu gerçek anlamda yansıtmakta bir takım zorluklar oluşturacağı ve katılımcıların özellikle güdülenmiş ve istekli bireylerden oluşacağı bilinmektedir (Best and Kahn, 2006). Araştırma süresince hem yarı-deneysel yaklaşım, hem de gönüllülük esasına dayalı katılım zorunluluk olarak uygulandığından her iki yaklaşımın da sahip olduğu dezavantajların sonuçlar üzerinde olumsuz etkilerini gösterdikleri düşünülmektedir.

Biçem teşhis başarımında ise Garcia et al. (2007) tarafından öne sürülen skalaya göre bu çalışmada öne sürülen öğrenci modelleme sisteminden elde edilen bulgular Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Bu çalışmada öne sürülen öğrenci modelleme sistemi sonuçları

Öğrenci	Bulgu sayısı	GÖR/SÖZ		ETK/YAN	
		ILS	Bayes	ILS	Bayes
1	46	GÖR	GÖR	YAN	YAN
2	45	GÖR	GÖR	ETK	YAN
3	44	GÖR	GÖR	<i>DEN</i>	<i>YAN</i>
4	45	GÖR	SÖZ	ETK	ETK
5	46	<i>DEN</i>	<i>SÖZ</i>	<i>DEN</i>	<i>YAN</i>
6	45	GÖR	SÖZ	DEN	DEN
7	46	<i>GÖR</i>	<i>DEN</i>	<i>DEN</i>	<i>YAN</i>
8	46	GÖR	SÖZ	<i>DEN</i>	<i>ETK</i>
9	43	<i>SÖZ</i>	<i>SÖZ</i>	<i>DEN</i>	<i>ETK</i>
10	44	<i>DEN</i>	<i>SÖZ</i>	<i>DEN</i>	<i>ETK</i>
11	46	GÖR	SÖZ	<i>DEN</i>	<i>ETK</i>
12	44	GÖR	SÖZ	<i>DEN</i>	<i>ETK</i>
13	46	<i>DEN</i>	<i>GÖR</i>	YAN	ETK
14	44	<i>DEN</i>	<i>SÖZ</i>	<i>DEN</i>	<i>ETK</i>
15	46	DEN	DEN	<i>DEN</i>	<i>ETK</i>
16	46	GÖR	SÖZ	ETK	ETK
17	46	GÖR	SÖZ	YAN	ETK
18	45	GÖR	SÖZ	ETK	ETK
19	45	<i>DEN</i>	<i>SÖZ</i>	<i>DEN</i>	<i>ETK</i>
20	46	<i>SÖZ</i>	<i>DEN</i>	<i>DEN</i>	<i>ETK</i>
21	44	GÖR	SÖZ	<i>YAN</i>	<i>DEN</i>
22	45	GÖR	SÖZ	<i>DEN</i>	<i>ETK</i>
23	45	DEN	DEN	<i>DEN</i>	<i>ETK</i>

Çizelge 4.6 üzerinde “bulgu sayısı” öğrenci hakkında değerlendirmeye alınan sahne sayılarını belirtmektedir. Her bir öğrenme sahnesi dinamik Bayes ağı güncelleyicisinde yeni bir öteleme sonucu öğrenci profilinin güncellenmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla “bulgu sayısı” aslında öğrenci profilinin uygulama boyunca kaç kez güncellendiğini (ötelendiğini) de göstermektedir. “ILS”, bu çalışma kapsamında Türkçe’ye uyarlanmış ILS ölçeği üzerinde öğrenci hakkındaki öğrenme biçemi seviyesini işaret ederken; “Bayes”, öne sürülen sistemin teşhis ettiği öğrenme biçemi değerini göstermektedir. **Koyu** harflerle yazılan bulgular teşhisin ölçekle taban tabana zıt sonuç döndürdüğü durumları, *yatık* harflerle yazılan bulgular ise teşhisin ölçekle bir seviye hata payıyla sonuç döndürdüğü durumları göstermektedir. Bu bağlamda (5)

numaralı denkleme göre teşhis başarımı Görsel/Sözel boyutta %41, Etkin/Yansıtıcı boyutta %54 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bu başarımların değerlerinin ilgili çalışmalarla karşılaştırılması Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Öne sürülen öğrenci modelleme sisteminin başarımının alanyazındaki çalışmalarla karşılaştırılması

	Öğrenci sayısı	GÖR/SÖZ	ETK/YAN
Bu çalışma	23	%41	%54
Özpolat and Akar (2009)	30	%77	%87
Graf et al. (2008)	129	%77	%79
Garcia et al. (2008) (Bahar)	30	Değerlendirilmedi	%66
Garcia et al. (2008) (Güz)	49	Değerlendirilmedi	%56
Garcia et al. (2007)	27	Değerlendirilmedi	%58

Öne sürülen sistemin genel başarımı alanyazındaki çalışmalara göre düşük olsa da teşhis sırasında alanyazındaki çalışmalarla karşılaştırıldığında daha geniş bir teşhis yelpazesine sahiptir. Bu çalışmada öne sürülen öğrenci modelleme sistemi Görsel/Sözel boyutta 3 Görsel, 2 Dengeli ve 1 Sözel öğrenciyi doğru teşhis ederken; Etkin/Yansıtıcı boyutta 3 Etkin, 1 Dengeli ve 1 Yansıtıcı öğrenciyi doğru teşhis etmiştir. Teşhis yelpazesine ilişkin bulgular Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Öne sürülen öğrenci modelleme sisteminin teşhis yelpazesinin alanyazındaki çalışmalarla karşılaştırılması

	GÖRSEL/SÖZEL			ETKİN/YANSITICI		
	GÖR	DEN	SÖZ	ETK	DEN	YAN
Bu çalışma	3/14	2/7	1/2	3/4	1/14	1/4
Özpolat and Akar (2009)	13/13	3/16	0/1	0/3	22/22	0/5
Graf et al. (2008)	Ayrıntı yok					
Garcia et al. (2008) (Bahar)	Değerlendirilmedi			Ayrıntı yok		
Garcia et al. (2008) (Güz)	Değerlendirilmedi			Ayrıntı yok		
Garcia et al. (2007)	Değerlendirilmedi			0/9	1/10	5/8

Bardağa dolu tarafından bakılacak olursa bu çalışma kapsamında öne sürülen öğrenci modelleme sistemi uygulamaya katılan sözel öğrencilerin yarısını, etkin öğrencilerin ise %75’ini doğru teşhis etmiştir (Alanyazındaki ayrıntı verilen

çalışmalarda tek bir doğru sözel veya etkin öğrenci teşhisi bulunmamaktadır). Alanyazında paylaşılan deneysel bulgulara göre bu çalışmada elde edilen değerler ümit vericidir. **Ayrıca alanyazındaki çalışmalardaki teşhis sapmaları da (*bias*) dikkate değer nitelikte olup, bir deneysel uygulama kapsamında her çeşit öğrenci biçiminden en az bir öğrenciyi doğru teşhis edebilen bir öğrenci modelleme sistemi alanyazında bulunmamaktadır.**

4.4.1 Biçem teşhisinde başarıım

Alanyazında öğrenci modelleme sisteminin başarımının ölçümünde kullanılacak genel kabul gören bir ölçüt bulunmamaktadır. An itibarıyla Garcia et al. (2007) tarafından önerilmiş olan başarıım hesaplama yöntemi (5) bu alanda araştırma yapan birkaç araştırmacı tarafından benimsenmiş olduğu için bu çalışmada da karşılaştırma amacıyla kullanılmıştır. Ancak bu başarıım hesaplama yaklaşımı başarıım değerlerinin genel olarak yüksek görünmesine (*amplification*) neden olmaktadır. Çizelge 4.9'da ILS ve öğrenci modelleme sisteminin teşhis sonucu ile oluşabilecek tüm hata değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.9. (5) numaralı denkleme göre tüm hata durumlarının değerlendirilmesi

Teşhis / Ölçek	-11	-9	-7	-5	-3	-1	+1	+3	+5	+7	+9	+11
+11	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1
+9	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1
+7	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1
+5	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1
+3	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5
+1	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5
-1	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5
-3	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5
-5	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0
-7	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0
-9	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0
-11	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0
Ort. Uniform Skor: 0,56	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5
Ort. Gauss Skor: 0,61	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8	0,8	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5

Çizelge 4.9'dan açıkça görülebildiği gibi bu başarımlı hesaplama sisteminde teşhis amacıyla üniform dağılıştan sayı üreten bir rasgele sayı üretici kullanılsa yaklaşık %56 başarıma ulaşılması beklenen bir durumdur. Burada kilit nokta DEN (dengeli) teşhislerinin (-3 ile +3 arası) en az 0,5 puanı garanti etmesidir. Bu bağlamda bir adım öteye giderek rasgele sayı üreticinde Gaussian dağılışı kullanılması halinde (ortaya – yani DEN bölgesine – yapılan teşhislerin olasılığının artması) bu başarımlı değeri rahatlıkla %61 gibi bir değere yükselecektir. **Bir başka deyişle Garcia et al. (2007) tarafından öne sürülen başarımlı hesaplama yöntemine göre zaten bir boyutun %61'den düşük başarımlı ile teşhis edilmesi rasgele sayı üreticinden bile düşük performansla teşhis yapıldığına işaret etmektedir.** Oysa rakamsal olarak örneğin %60 büyük bir oran olduğu için (birçok öğrenme ortamı için hala geçme notu) psikolojik olarak olumlu bir görüşe neden olmaktadır. Bu karmaşıklığın giderilmesi için başarımlı hesabında alanyazında daha açık ifadeye sahip bir başarımlı hesaplama yönteminin eksikliği hissedilmektedir.

Benzer bir durum, ölçeğin orijinal skor değerleri üzerinden çalışıldığında da oluşmaktadır (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. ILS ölçeğine göre tüm hata durumları

Ölçek / Teşhis	-11	-9	-7	-5	-3	-1	+1	+3	+5	+7	+9	+11
+11	22	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	0
+9	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	0	2
+7	18	16	14	12	10	8	6	4	2	0	2	4
+5	16	14	12	10	8	6	4	2	0	2	4	6
+3	14	12	10	8	6	4	2	0	2	4	6	8
+1	12	10	8	6	4	2	0	2	4	6	8	10
-1	10	8	6	4	2	0	2	4	6	8	10	12
-3	8	6	4	2	0	2	4	6	8	10	12	14
-5	6	4	2	0	2	4	6	8	10	12	14	16
-7	4	2	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
-9	2	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
-11	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
Ort. Uni. Hata: 7,9	11,0	9,3	8,0	7,0	6,3	6,0	6,0	6,3	7,0	8,0	9,3	11,0
6,5 Ort. Gau. Hata:	11,0	9,0	7,0	5,0	3,7	3,0	3,0	3,7	5,0	7,0	9,0	11,0

Çizelge 4.10'da ise yine dengeli bölgeye doğru teşhis yapmanın avantajı açıkça görülmektedir. Örneğin sistem +11 gibi bir teşhis yaparsa ortalama hata yaklaşık 11 gibi bir değer olurken, -1 gibi bir teşhis yaparsa ortalama hata yaklaşık 6 gibi bir değer olmaktadır. Dolayısıyla uniform dağılıştan rasgele teşhis yapıldığında tüm hata olasılıklarının aritmetik ortalaması 7,9 gibi bir değer olarak hesaplanmaktadır. Dengeli bölgeye doğru teşhis yapmanın avantajı dikkate alınarak Gauss dağılışından rasgele sayılar üretildiğinde; örneğin -1 ve +1 gibi öğrenci biçemlerini teşhiste hata ortalama 3 gibi seviyelere düşerken tüm hata olasılıklarının aritmetik ortalaması ise 6,5 gibi bir değere düşmektedir. Bu durum FSLSM modelinin kendisinden ziyade Felder ve Soloman (1991) tarafından ortaya konan ILS'nin ölçütleriyle ilgilidir. ILS ölçeğinin biçem değerlerinin ölçütlerinin değiştirilmesi¹ (-11 ile +11 skalasına bağlı kalmamak) veya ILS ölçeğinin ölçtüğü değerler sabit tutularak Garcia et al. (2007) tarafından öne sürülen başarıım yöntemine benzeyen yeni bir başarıım hesaplama yaklaşımı geliştirilmesinde (veya varolan başarıım ölçütünün iyileştirilmesinde) fayda görülmektedir. **ILS ölçeğinin ölçütleri ve başarıım hesaplama yöntemleri varolan şekilleriyle kaldıkları sürece, dengeli biçem ağırlıklı teşhis yapan sistemlerin başarıım değerlerinin yüksek başarıım elde etme olasılıkları da artacaktır.**

4.4.2 Biçem teşhisinde başarıım–sistem ilişkisi

Bu çalışmada öne sürülen öğrenci modelleme sistemi kanıt düğümlerinden – “az” veya “çok” gibi ifadelerle – net veriler toplamaktadır. Sistemin benzetim aşamalarında, ara değer konulmasının (“normal” gibi) öğrenci modelleme sisteminin ürettiği teşhis sonuçlarında genel olarak “ortaya eğilim” göstermesine neden olduğu görüldüğü için “normal” veya “orta” gibi değerler kullanılmamıştır. Bu nedenle sistemin döndürdüğü sonuçlar genel olarak “kenarlara kayan” değerler üretmekte, bu durum da varolan ILS skorlaması ve başarıım ölçme yaklaşımına göre düşük başarıım değerleri elde edilmesine neden olmaktadır. Hem Görsel/Sözel, hem de Etkin/Yansıtıcı boyutlarında alanyazındaki başarıım seviyelerinin altında kalınmasının en önemli sebebi olarak sistemin “ortaya teşhis yapacak” şekilde ayarlanmamış olması görülmektedir. Kanıt

¹ Burada kastedilen ILS ölçeğinin geçerlik-güvenirlik çalışmaları halihazırda yeterince yapılmış olan maddelerinin değil, sadece puanlama sisteminin değiştirilmesidir.

düğümleri değişkenlerine “normal”, “orta” veya “yeterli” gibi ara değerleri ifade eden değişkenler eklenmesi halinde sistem başarımının artacağı düşünölmektedir.

Bu çalışmada öne sürölen öğrenci modelleme sisteminin boyut teşhis başarımının alanyazındaki alışmalardakilere göre düşük çıkma nedenlerinden biri de Görsel/Sözöl materyallerde içerik geliştirilirken sözöl materyaller için profesyonel ortama yakın öğrenme malzemeleri üretme olanağı bulunabilirken görsel öğrenme malzemelerinde zaman ve ödenek kısıtlamaları altında görsel materyal elde edilmiş olmasıdır. Bu nedenle öğrenciler sözöl materyal üzerinde alışlarken konsantrasyonlarının daha fazla olduğu ve bunun da teşhis sonuçlarını etkilediği düşünölmektedir.

Öğrencilerin öğrenme biçemlerine dayalı öğrenci modelleme sistemi üzerinde katılmış oldukları deneysel uygulamaya ilişkin döndürdükleri geri-bildirimlerden bazıları aşağıda verilmiştir.

- *“Bazı sahnelerin ne zaman tamamlandığını algılamakta zorlandım. ‘Daha bir şey gelecek mi acaba?’ diye beklenti olabiliyor.”*
- *“Alıştırma şeklinde olan bazı sahnelerde benden ne yapmamın istendiğini algılamakta zorlandım.”*
- *“Anadil olmayan bir dilde eğitim veriliyorsa kağıt üzerinde her ne kadar sözöl olursa da eğitimi görsel içerikle desteklemenin çok daha yararlı olacağını düşünüyorum.”*
- *“Boşluk doldurmalı sorularda yeterince alternatif yok. Benden hep belirli bir fiilin belirli bir formu isteniyor. Farklı yanıt alternatiflerini değerlendirecek şekilde tasarlansa daha iyi olabilirdi.”*
- *“Resimler özellikle mi bu kadar kötü seçildi?”*
- *“Sahnedeki etkileşim tamamlanana kadar NEXT düğmesi etkinleşmese daha iyi olur. Sahnenin ne zaman tamamlandığı bu şekilde daha iyi algılanabilir.”*

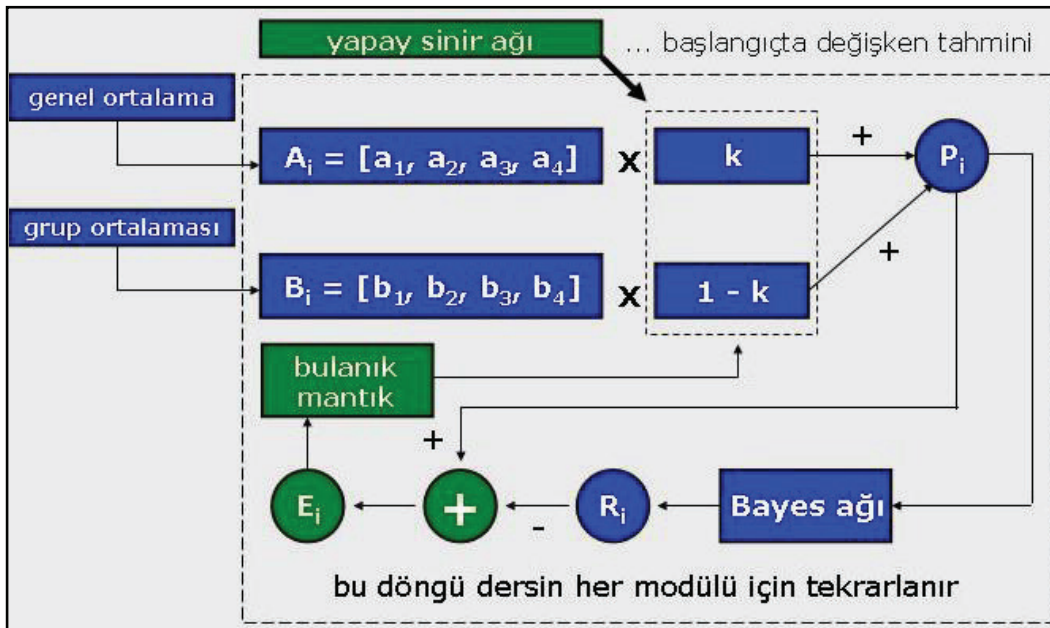
Genel olarak öğrenme sisteminde görülen bazı aksaklıkların ve uygulama sırasında görsel içeriklerin öngörülenden çok daha kısa sürelerde geçilmesinin teşhis başarımına etkisi olduğu düşünülmektedir.

Biçem teşhisinde başarımın düşük çıkmasının olası nedenleri önem sırasına göre aşağıda verilmiştir.

1. Bayes ağındaki kanıt düğümlerinde orta değerlere yer verilmemiş olması (Öğrenci modelleme sistemi teşhislerinin uçlarda çıkmasının açıklanması)
2. Görsel içeriğin sözel içeriğe nazaran öngörülenden çok daha kısa sürelerde geçilmesi (Görsel/Sözel boyutta genelde sözele olan yatkınlığın açıklanması)
3. Gönüllü öğrencilerle çalışıldığı için kısıtlı sayıda denekle ve veriyle çalışma durumunda kalınması ve bu nedenle etiketleme işleminin yeterince sağlıklı yapılamaması
4. Tarayıcı-kabuk yazılımının sınırlamaları nedeniyle düzenlemeye gidilen Bayes ağında sınırlı sayıda düğümden kanıt toplama durumunda kalınması
5. İçerik geliştirilirken kapsam ve uygulamada sınırlı alıştırma sahnesi üretmek durumunda kalınması ve Etkin/Yansıtıcı boyuta ilişkin göreceli olarak az veri toplanabilmesi (Etkin/Yansıtıcı boyuttaki başarımın düşüklüğünün açıklanması)
6. Tarayıcı-kabuk yazılımında uygulama sırasında ortaya çıkan teknik pürüzler

4.4.3 Başarımdan bağımsız hibrit öğrenci modelleme sistemi

Bıçem teşhis başarımları hesaplanırken orijinal ILS ölçęi baz alındığı için ILS ölçęinin de kendine özgü bir güvenilirliği olduğu açıktır. Böylelikle referans alınan noktanın da hatalı olma olasılığı etkili öğrenci modellemesinin nasıl gerçek anlamda ölçülebileceği sorusunu gündeme getirmektedir. Başarımları ölçmek yerine elden geldiğince sağlıklı bir öğrenci modeli elde etmeye odaklanmak da alternatif bir yaklaşımdır. Burada kastedilen öğrenci modelleme sistemi için orijinal ILS ölçęi bir amaçtan ziyade bir araç rolüne bürünmektedir. Sistem genel olarak öğrenci modellerini güncellerken farklı birçok veriden ve makine öğrenmesi tekniğinden faydalanabilir. Bu çalışmada gerçek öğrencilerle denenmesi planlanan ancak hem zaman kısıtı, hem de uygulamada karşılaşılan zorluklar nedeniyle sadece öneri olarak kalan öğrenci modelleme sisteminin üç aşamalı olması planlanmıştır. Bayes ağı, bulanık sistem ve yapay sinir ağı kısımlarının aşama aşama devreye girmesi düşünülmüştür (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Hibrit öğrenci modelleme sisteminin genel yapısı

4.4.3.1 Aşama I (Bayes ağı)

Bu aşamada öğrenciye ait modele bir başlangıç değeri (*prior belief*) atanması amacıyla 2 farklı veriden yararlanılacaktır. Bu veriler; o ana kadar sisteme kayıtlanmış

olan tüm öğrencilerin öğrenme biçimleri ölçeği sonuçlarının aritmetik ortalaması (A_i vektörü) ve ilgili öğrenciyle birlikte dersi alan öğrencilere uygulanan öğrenme biçimleri ölçeği sonuçlarının aritmetik ortalamasıdır (B_i vektörü). Bu bilgilerin ışığında;

- A_i vektörü, k oranında ($0 < k < 1$)
- B_i vektörü, $(1 - k)$ oranında

etki edecek ve öğrencinin genel model değişkeni (P_i vektörü) ortaya konacaktır. Öğrenci modeli ilk kez başlatıldığında $k=0.5$ olarak ilklendirilebilir (*initialization*).

Öğrencinin aldığı dersin modüllerden oluştuğunu farzederek (1.1, 1.2, 1.3 gibi), her bir modül boyunca öğrencinin sistem üzerinde yaptığı hareketler ve tercihler kayıtlanacak, Bayesian çıkarsama yardımıyla öğrencinin modeline ilişkin olan inanç (*belief*) değerleri (R_i) her modül sonunda güncellenecektir (başlangıçta $P_i = R_i$ olacaktır).

4.4.3.2 Aşama II (bulanık mantık)

Öğrenci modeline ait öğrenme değişkenlerinin 1. aşamanın başındaki (*initial*) değerleri (P_i vektörü) ile 1. aşama boyunca devam eden Bayes güncellemelerini takiben aldığı son değerleri (R_i vektörü) arasındaki farka hata (E_i) denecek olursa; bu oluşan hata vektörü bir bulanık sistem kural tabanından geçirilerek parametre hatalarının büyüklüğüne göre modül başlamadan önce tanımlanan k değişkeni güncellenecektir. k değişkeniyle değişen ağırlıklara göre öğrencinin bir sonraki modüle geçmeden önce P_i değeri tekrar hesaplanacaktır.

4.4.3.3 Aşama III (yapay sinir ağı)

Her öğrencinin ilk kez modeli oluşturulduğunda sahip olduğu P_i değeri ve o derse ait tüm modüller tamamlandıktan sonra güncellenmiş olan P_i değeri arasındaki farklar sistemde kayıtlanacak. En az birkaç sınıflık kayıt birikimine ulaşıldıktan sonra kayıtlar, bir yapay sinir ağına giriş-çıkış verileri olarak beslenecek ve daha sonra yepyeni bir

öğrenci sisteme kayıtladığında onun sahip olduğu modelin, ders sonunda ne şekilde bir modele dönüşebileceği geçmiş verilere dayanarak kestirilmeye çalışılacaktır (*learning vector quantization*). Bu şekilde sisteme yeni kayıtlanan bir öğrencinin profiline ait k değişkeni 0.5 olarak ilklendirilmek yerine, yapay sinir ağından dönen k değeri ile ilklendirilecektir.

Bu bölümde öne sürülen sisteme ilişkin bulgular ve çözümleme sonuçları üzerinde tartışılmıştır. Bir sonraki bölümde bu çalışmanın alanyazına katkıları ve araştırmacılara öneriler paylaşılacaktır.

5. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında, öğrenme biçemlerine göre düzenlenmiş öğrenme ortamlarının akademik başarıyı artıracığı yönündeki çalışmalara dayanarak, e-öğrenme ortamında öğrenme biçemlerine dayalı bir öğrenci modelleme sistemi öne sürülmüştür. Bu çalışmada öne sürülen makine öğrenmesine dayalı öğrenci modelleme sisteminin öğrenme biçemlerini hangi seviyede başarıyla teşhis ettiği hesaplanmıştır. Garcia et al. (2007) tarafından öne sürülen biçem teşhis başarımlarına göre Etkin/Yansıtıcı boyutta %41, Görsel/Sözel boyutta ise %54 başarıma ulaşılmıştır. Elde edilen başarımlar, alanyazındaki benzer makine öğrenmesine dayalı teknikleri kullanan öğrenci modelleme sistemlerinin başarımlarıyla karşılaştırılmıştır. Bunun yanında öğrenci modelleme sistemine dayalı bilgisayar destekli öğrenme ortamıyla geleneksel bilgisayar destekli öğrenme ortamının akademik başarıya olan etkileri arasındaki fark öntest-sontest yarı-deneysel deseni kullanılarak araştırılmıştır.

Uygulamalar sırasında elde edilen bulguların istatistiksel çözümlenmelerinin ve başarımların hesaplanmasının yapılması sonucunda, bu çalışmada öne sürülen makine öğrenmesine dayalı öğrenci modelleme sistemiyle geleneksel bilgisayar destekli öğrenme sisteminin öğrenme süreci sonunda akademik başarıda artışa olan etkileri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Öğrenci modelleme sisteminin teşhis başarımları hesaplamaları sonucunda Etkin/Yansıtıcı boyutun Görsel/Sözel boyuta oranla daha iyi bir başarımla teşhis edildiği tespit edilse de alanyazındaki benzer çalışmaların sonuçlarına kıyasla bir başarımların artışı elde edilememiştir.

5.1 Çalışmanın Katkıları

Bu çalışma kapsamında öne sürülen makine öğrenmesine dayalı öğrenci modelleme sisteminin değerlendirilmesi için bir bilgisayar destekli öğrenme yazılımı geliştirilmiş, FSLSM modelinin ölçeği olan ILS Türkçe'ye uyarlanmış, eğitsel araştırmada kullanılan yöntemlere sadık kalınarak geliştirilmiş “ikinci dil öğretimi olarak İngilizce”nin bir konusuna ilişkin eğitim içeriği bütünü e-öğrenme ortamına aktarılmış ve akademik başarıyı ölçmek adına içerikle ilgili bir İngilizce başarı testi hazırlanmıştır.

Alanyazındaki Bayes ağlarına dayalı öğrenci modelleme sistemlerine dil öğrenimi alanında bir çalışma yapılarak katkı yapılmış ve kullanılan Bayes ağında klavye ve fare

kullanım sürelerinin de dikkate alınmasıyla farklı bir kanıt düğümünün etkililiğinin araştırılmasıyla alanyazına katkı yapılmıştır.

Öne sürülen Bayes ağına dayalı öğrenci modelleme sistemiyle Webb et al. (2001) tarafından ortaya atılan makine öğrenmesine dayalı kullanıcı modellemesinde karşılaşılan “kavram kayması” sorununa çözüm getirilmeye çalışılmıştır. Kavram kaymasını dikkate alacak şekilde dinamik olarak kendini güncelleyebilen ve öğrencilerin biçemlerinde süreç içinde oluşabilecek değişikliklere kendini uyumlandırabilen dinamik bir öğrenci modelleme yaklaşımı öne sürülmüştür.

Uluslararası alanyazındaki çalışmaların neredeyse tamamında ILS ölçeği hiçbir uyarlama çalışması yapılmadan farklı anadilde olan öğrenciler üzerinde doğrudan kullanıldığı halde bu çalışma kapsamında ILS ölçeği öğrencilerin anadiline uyarlanarak kullanılmıştır. Bu çalışma kapsamında kullanılan öğrenme biçemleri ölçeğiyle ulusal alanyazındaki tek uyarlama çalışmasına göre geçerlik-güvenirlilik değerlerinde artış sağlanarak daha kullanışlı bir Türkçe ölçek alanyazına kazandırılmıştır. Ayrıca ILS ölçeğinin ve öğrenci modelleme sisteminin teşhis kriterleri ve zayıf yönleri tartışılmış ve alternatif bir başarıım hesaplama yaklaşımının gerekliliği vurgulanmıştır.

Geleneksel sınıf içi öğrenme ortamlarında öğrenme biçemlerine dayalı öğrenmenin akademik başarıya olan etkisi hakkında birçok çalışma vardır. Bununla beraber bilgisayar destekli öğrenme ortamlarında öğrenme biçemlerine dayalı öğrenci modelleme sistemlerinin kullanılmasının akademik başarıya olan etkisini araştıran bir çalışma alanyazında bulunmamaktadır. Bu çalışma kapsamında bir deney deseni oluşturularak bilgisayar destekli öğrenme ortamlarında öğrenci modellemesinin kullanıldığı ve kullanılmadığı durumlar karşılaştırılarak çalışmaya disiplinlerarası bir boyut kazandırılmış ve alanyazına katkı yapılmıştır.

5.2 Çalışma Sırasında Karşılaşılan Zorluklar ve Öneriler

Webb et al. (2001) tarafından ortaya konan makine öğrenmesine dayalı öğrenci modellemesinde karşılaşılan zorlukların çoğu bu çalışma boyunca da kendini hissettirmiştir. Gerçek öğrencilerle gönüllülük esasına dayalı olarak çalışıldığı için en büyük sıkıntıların başında sınırlı sayıda öğrenci verisiyle çalışma durumunda kalınması gelmektedir. Bunun yanında aynı veri azlığı etiketleme sürecinde de kendini göstermiş ve zaten az olan öğrenci sayısının çok küçük bir bölümü etiketleme işlemi için

ayrılabilmiştir. Bu durumun zaten çok zor olduğu belirtilen etiketlemenin sağlıklı yapılmasında engel teşkil ettiği ve çalışma sonuçlarını etkilediği düşünülmektedir.

Çalışma kapsamında zorunluluk olarak uygulanan ön-test son-test yarı-deneysel deseni ve gönüllülük esasına dayalı olarak katılımcıların seçilmesinin çalışmanın sonuçlarında olumsuz anlamda etkili olduğu düşünülmektedir. Bu şekilde bir çalışma yapıldığında mümkün olduğunca gönüllü katılımcı seçmekten uzak durulması ve tam deneysel desen oluşturulması gerekliliğinin bir kez daha altını çizmekte yarar vardır. Özellikle geleneksel bilgisayar destekli öğretim yaklaşımındaki “geleneksel” sözcüğünün tam karşılığı an itibariyle gerçek anlamda netlik kazanmadığı için öğrenci modelleme sistemlerine sahip olan ve olmayan sistemlerin karşılaştırılmasında tam deneysel desen kullanılması araştırma sonuçlarının daha sağlıklı olmasını sağlayacaktır. Öğrenci modelleme sistemlerine sahip olan ve olmayan e-öğrenme sistemlerinin akademik başarı açısından da karşılaştırılmalarının alanyazında eksiklikleri ciddi anlamda hissedilmektedir ve bu konuda yapılacak çalışmaların alanyazına önemli katkıları olacağı düşünülmektedir.

Son söz olarak; öğrenci modellemenin ve e-öğrenme sistemlerinin insanların iyiliği için geliştirildiği (Frank et al., 2003) göz ardı edilmeden genel anlamda e-öğrenme sistemlerinin ve öğrenci modellemesinde kullanılan makine öğrenmesi tekniklerinin etik açıdan da değerlendirilmelerinin (Aiken and Epstein, 2000) ve telif hakları konusunun da (Kennedy, 2002) işin önemli bir boyutu olduğu gözden kaçırılmamalıdır.

TEŞEKKÜR

Çalışmam süresince başta bana yol gösteren tez danışmanım sayın Doç.Dr. Mustafa Murat İNCEOĞLU olmak üzere tez izlemelerimde beni yalnız bırakmayan sayın hocalarım Yrd.Doç.Dr. Aybars UĞUR'a, Yrd.Doç.Dr. Muhammed CİNSDİKİCİ'ye ve Doç.Dr. Eralp ALTUN'a; öğrenme içeriklerini tasarlamasının, başarı testlerini hazırlamasının ve ölçeğin uyarlanmasında etkin rol almasının yanında çalışma boyunca birçok noktada devreye giren ve ufkumu açan Dr. Özlem BAYAT'a; öğrenme yazılımının geliştirilmesinde, ölçeğin uyarlanmasında ve pilot çalışmalarının yapılmasında çok yardımcı olan Nilüfer ATMAN'a, öğrenme içeriğinin sayısal ortama aktarılmasında etkin rol alan Araş.Gör. Onur DÖNMEZ'e, öğrenme yazılımının geliştirilmesi sırasında başımın en sıkıştığı anda bana yardım elini uzatan dostum Harun AKAR'a, ölçeğin uyarlaması sırasında değerli yorumlarıyla yardımcı olan sayın Doç.Dr. Nilay BÜMEN'e, bilimsel yaklaşım hususunda yaptığı yorumlarla çalışmalarına yön veren sayın Yrd.Doç.Dr. Uğur ALTUNAY'a, ölçeğin çözümlenmelerini yapan sayın Yrd.Doç.Dr. Tuncay ÖĞRETMEN'e, hipotez testlerinin çözümlenmelerinde yardımcı olan sayın Yrd.Doç.Dr. Timur KÖSE'ye, başarı testlerinin pilot uygulamaları sırasında yardımlarını esirgemeyen İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü YDB Böl.Bşk.Yrd. Öğr.Gör. Ozan HOŞKEN'e ve Ege Üniversitesi YDB Böl.Bşk.Yrd. Öğr.Gör. Mengü Noyan ÇENGEL'e, öğrenme içeriğinin seslendirmelerini yapan John BRITTAIN ve Deirdre MAHER'e, EGE BİTAM'da yapılan seslendirmeler sırasındaki gösterdikleri yakın ilgi için Koordinatör Uzm. Yiğit AÇIK ve Halil ERDURAN'a, pilot ve deneysel uygulamalara katılan başta İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Bil. Müh. öğrencileri olmak üzere tüm katılımcı İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Ege Üniversitesi ve Dokuz Eylül Üniversitesi öğrencilerine, bana her zaman sonsuz destek veren anneme ve babama, akademik çalışmalarım süresince oluşan birçok olumsuzluğa rağmen herşeye göğüs gererek yanımda olan eşime ve bir gülümseyişiyle çektiğim tüm zorlukları bir anda unutturan sevgili oğluma

ÇOK TEŞEKKÜR EDERİM.

KAYNAKLAR

- Aggarwal, A.K.**, 2003, A Guide to Course Management: The Stakeholder's Perspectives, Web-Based Education: Learning from Experience, IGI Publishing, Hershey, 453p.
- Aiken, R.M. and Epstein, R.G.**, 2000, Ethical Guidelines for AI in Education: Starting a Conversation, *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, IOS Press, 11: 163 – 176.
- Alonso, F., Manrique, D. and Vines, J.M.**, 2009, A moderate constructivist e-learning instructional model evaluated on computer specialists, *Computers and Education*, 53(1): 57 – 65.
- Amaral, L. and Meuers, D.**, 2007, Conceptualizing Student Models for ICALL, Proceedings of the 11th International Conference on User Modeling, Corfu, *Lecture Notes in Artificial Intelligence*, 4511: 340 – 344.
- Appel, C. and Mullen, T.**, 2000, Pedagogical considerations for a web-based tandem language learning environment, *Computers and Education*, 34: 291 – 308.
- Aslan, B.G. and İnceoğlu, M.M.**, 2007, Machine Learning Based Learner Modeling for Adaptive Web-Based Learning, International Conference on Computational Science and Its Applications, Malaysia, *Lecture Notes in Computer Science*, 4705: 1133 – 1145.
- Aslan, B.G. ve İnceoğlu, M.M.**, 2008, Bayesian Öğrenci Modellemesi, II. Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Sempozyumu Bildiriler Kitabı, PegemA Yayınevi, Kuşadası: 120 – 126.
- Aslantürk, O.**, 2002, Bir Web tabanlı uzaktan eğitim sisteminin tasarlanması ve gerçekleştirilmesi, Yayınlanmamış yüksek mühendislik tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Ateş, A. ve Altunay, U.**, 2006, Bilgisayar destekli İngilizce öğretiminin ortaöğretim hazırlık öğrencilerinin İngilizce'ye ve bilgisayara yönelik tutumları üzerindeki etkililiği, 15. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi bildiri özetleri, Muğla Üniversitesi, Nobel Yayın, Ankara: 159-160.

- Bajraktarevic, N., Hall, W. and Fullick, P.**, 2003, Incorporating learning styles in hypermedia environment: Empirical evaluation, Proceedings of the workshop on adaptive hypermedia and adaptive web-based systems, Eindhoven University, Nottingham: 41 – 52.
- Baldwin, L. and Sabry, K.**, 2003, Learning Styles for Interactive Learning Systems, *Innovations in Education and Teaching International*, 40(4): 325 – 340.
- Bayes, T.**, 1763, An Essay towards Solving a Problem in the Doctrine of Chances, *Philosophical Transactions (1683 – 1775)*, 53(1763): 370 – 418.
- Beck, J.E. and Stern M.K.**, 1999, Bringing back the AI to AI & ED, *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, IOS Press, 10: 233 – 240.
- Beck, J.E. and Woolf, B.P.**, 2000, High-level Student Modeling with Machine Learning, 5th International Conference on Intelligent Tutoring Systems, *Lecture Notes in Computer Science*, 1839: 584 – 593.
- Best, J.W. and Kahn, J.V.**, 2006, Research in Education, Allyn and Bacon, Boston: 510p.
- Binark, İ.**, 1968, Türk Kültürü ve Medeniyetinin Bir Buluşu olan Matbaacılığın Tarihiçesi, *Türk Kütüphaneciliği Dergisi*, 17(2): 83 – 90.
- Brna, P. and Cox, R.**, 1998, Adding intelligence to a learning environment: learner-centred design?, *Journal of Computer Assisted Learning*, 14: 268 – 277.
- Brown, E.J., Brailsford, T.J., Fisher, T. and Moore, A.**, 2009, Evaluating Learning Style Personalization in Adaptive Systems: Quantitative Methods and Approaches, *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 2(1): 10 – 22.
- Brown, E.J., Brailsford, T.J., Fisher, T., Moore, A. and Ashman, H.**, 2006, Reappraising Cognitive Styles in Adaptive Web Applications, Proceedings of the 15th International ACM International World Wide Web Conference, Scotland: 327 – 335.
- Brown, E., Cristea, A., Stewart, C. and Brailsford, T.**, 2005, Patterns in Authoring of Adaptive Educational Hypermedia: A Taxonomy of Learning Styles, *Educational Technology and Society*, 8(3): 77 – 90.

- Brusilovsky, P.**, 1996, Methods and techniques of adaptive hypermedia, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 6(2-3): 87 – 129.
- Brusilovsky, P.**, 1999, Adaptive and Intelligent Technologies for Web-based Education, Special Issue on Intelligent Systems and Teleteaching, *Künstliche Intelligenz*, 4: 19 – 25.
- Brusilovsky, P.**, 2001, Adaptive Hypermedia, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 11: 87 – 110.
- Brusilovsky, P.**, 2004, KnowledgeTree: A Distributed Architecture for E-Learning, Proceedings of the 13th international World Wide Web conference (Session: Adaptive e-learning systems), New York: 104 – 113.
- Brusilovsky, P. and Peylo, C.**, 2003, Adaptive and Intelligent Web-based Educational Systems, *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, IOS Press, 13: 156 – 169.
- Budhu, M.**, 2002, Interactive web-based learning using interactive multimedia simulations, Proceedings of the International Conference on Engineering Education, International Network for for Engineering Education and Research, Manchester: 1 – 6.
- Bunt, A. and Conati, C.**, 2003, Probabilistic Student Modelling to Improve Exploratory Behaviour, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 13: 269 – 309.
- CALICO**, 2001, Bilgisayar Destekli Dil Öğreniminde Bilimsel Çalışmalar: Geliştirme, Eğitimsel Yenilikler ve Araştırma. http://calico.org/CALL_document-Turkish.pdf (son erişim: Eylül, 2009)
- Cantoni, V., Cellario, M. and Porta, M.**, 2004, Perspectives and Challenges in e-Learning: towards natural interaction paradigms, *Journal of Visual Languages and Computing*, 15: 333 – 345.
- Carro, R.M., Pulido, E. and Rodriguez, P.**, 1999, TANGOW: Task-Based Adaptive Learner Guidance on the WWW, Proceedings of the 2nd Workshop on Adaptive Systems and User Modeling on the World Wide Web, Toronto: 49 – 57.

- Carver, C.A., Howard, R.A. and Lane, W.D.**, 1999, Enhancing Student Learning Through Hypermedia Courseware and Incorporation of Student Learning Styles, *IEEE Transactions on Education*, 42(1): 33 – 38.
- Castillo, G., Gama, J. and Breda A.M.**, 2003, Proceedings of the 9th International Conference on User Modeling, Pennsylvania, *Lecture Notes in Computer Science*, 2702: 328 – 332.
- Cha, H.J., Kim, Y.S., Park, S.H., Yoon, T.B., Jung, Y.M. and Lee, J.**, 2006, Learning Styles Diagnosis based on User Interface Behaviors for the Customization of Learning Interfaces in an Intelligent Tutoring System, 8th International Conference on Intelligent Tutoring Systems, *Lecture Notes in Computer Science*, 4053, Taiwan: 513 – 524.
- Chang, K., Beck, J., Mostow, J. and Corbett, A.**, 2006, A Bayes Net Toolkit for Student Modeling in Intelligent Tutoring Systems, Proceedings of the 8th International Conference on Intelligent Tutoring Systems, Taiwan, *Lecture Notes in Computer Science*, 4053: 104 – 113.
- Chang, Y., Kao, W., Chu, C. and Chiu, C.**, 2009, A learning styles classification mechanism for e-learning, *Computers and Education*, 53(2): 273 – 285.
- Chase, P.N.**, 1985, Designing Courseware: Prompts from Behavioral Instruction, *The Behavior Analyst*, 8(1): 65 – 76.
- Charles, C.M. and Mertler, C.A.**, 2002, Introduction to Educational Research, Allyn and Bacon, Boston: 392p.
- Coffield, F., Moseley, D., Hall, E. and Ecclestone, K.**, 2004, Should We Be Using Learning Styles? What Research Has to Say to Practice, Learning Skills and Research Centre, Cromwell Press Ltd, London, 77p.
- Conati, C. and Bunt, A.**, 2004, Student Modeling for Open Learning Adaptive Hypermedia, Proceedings of the 5th International Workshop Authoring of Adaptive and Adaptable Educational Hypermedia in conjunction with International Conference on Web-Based Education, Austria: 384 – 389.

- Conati, C., Gertner A. and Vanlehn, K.**, 2002, Using Bayesian Networks to Manage Uncertainty in Student Modeling, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 12: 371 – 417.
- Conati, C. and MacLaren, H.**, 2004, Evaluation A Probabilistic Model of Student Affect, Proceedings of the 7th International Conference on Intelligent Tutoring Systems, Brazil, *Lecture Notes in Computers Science*, 3220/2004: 55 – 66.
- Cook, D.A. and Smith, A.J.**, 2006, Validity of index of learning styles scores: multitrait-multimethod comparison with three cognitive/learning style instruments, *Medical Education*, 40: 900 – 907.
- Creswell, J.W.**, 2002, Educational Research, Merrill and Prentice-Hall, New Jersey: 671p.
- Cumming, G.**, 1998, Artificial intelligence in education: an exploration, *Journal of Computer Assisted Learning*, 14: 251 – 259.
- Curilem, S.G., Barbosa, A.R. and Azevedo, F.M.**, 2007, Intelligent tutoring systems: Formalization as automata and interface design using neural networks, *Computers and Education*, 49(3): 545 – 561.
- Davidovic, A., Warren, J. and Trichina, E.**, 2003, Learning Benefits of Structural Example-Based Adaptive Tutoring Systems, *IEEE Transactions on Education*, 46(2): 241 – 251.
- De Bra, P. and Ruiter, J.**, 2001, AHA! Adaptive Hypermedia for All, Proceedings of the WebNet Conference, Florida: 262 – 268.
- Desmarais, M.C., Meshkinfam, P. and Gagnon, M.**, 2006, Learned student models with item to item knowledge structures, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 16: 403 – 434.
- Dunn, R. and Dunn, K.**, 1974, Learning Style as a Criterion for Placement in Alternative Programs, *Phi Delta Kappan*, 56(4): 275 – 278.
- Dunn, R. and Dunn, K.**, 1978, Teaching Students Through Their Individual Learning Styles: A Practical Approach, Prentice – Hall College Div., 336p.

- Dunn, R. and Griggs, S.A.**, 1995, Multiculturalism and Learning Style: Teaching and Counseling Adolescents, Praeger Publishers, Connecticut, 296p.
- Dunn, R. and Griggs, S.A.**, 2003, Synthesis of the Dunn and Dunn Learning-Style Model Research: Who, What, Where, and so What?, St. John's University, New York: 239 – 246.
- Edmonds, E.A.**, 1981, Adaptive man-computer interfaces, *Computing Skills and the User Interface*, 389 – 426.
- Esposito, F., Lichelli, O. and Semeraro, G.**, 2004, Discovering Student Models in e-learning Systems, *Journal of Universal Computer Science*, 10(1): 47 – 57.
- Felder, R.M.**, 1993, Reaching the Second Tier: Learning and Teaching Styles in College Science Education, *Journal of College Science Teaching*, 23(5): 286 – 290.
- Felder, R.M.**, 1996, Matters of Style, *American Society for Engineering Education Prism*, 6(4): 18 – 23.
- Felder, R.M. and Brent, R.**, 2005, Understanding Student Differences, *Journal of Engineering Education*, 94(1): 57 – 72.
- Felder, R.M. and Henriques, E.R.**, 1995, Learning and Teaching Styles In Foreign and Second Language Education, *Foreign Language Annals*, 28(1): 21 – 31.
- Felder, R.M. and Silverman, L.K.**, 1988, Learning and Teaching Styles in Engineering Education, *Journal of Engineering Education*, 78(7): 674-681.
- Felder, R.M. and Soloman, B.A.**, 1991, Index of Learning Styles Questionnaire, <http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/ILSdir/ILS-a.htm>, (son erişim: Eylül, 2009)
- Felder, R.M. and Spurlin, J.**, 2005, Applications, Reliability and Validity of of the Index of Learning Styles, *International Journal of Engineering Education*, 21(1): 103 – 112.
- Filippidis, S.K. and Tsoukalas, I.A.**, 2009, On the use of adaptive instructional images based on the sequential-global dimension of the Felder-Silverman learning style theory, *Interactive Learning Environments*, 17(2): 135 – 150.

- Frank, M., Reich, N. And Humphreys, K.**, 2003, Respecting the human needs of students in the development of e-learning, *Computers and Education*, 40: 57 – 70.
- Garcia, P, Amandi, A., Schiaffino, S. and Campo, M.**, 2007, Evaluating Bayesian networks' precision for detecting students' learning styles, *Computers and Education*, 49: 794 – 808.
- Garcia, P., Schiaffino S. and Amandi, A.**, 2008, An enhanced Bayesian model to detect students' learning styles in Web-based courses, *Journal of Computer Assisted Learning*, 24: 305 – 315.
- Graf, S.**, 2007, Adaptivity in Learning Management Systems Focussing on Learning Styles, PhD Thesis, Vienna University of Technology – Faculty of Informatics, 185p.
- Graf, S. and Kinshuk**, 2008, Analysing the Behavior of Students in Learning Management Systems with Respect to Learning Styles, *Studies in Computational Intelligence*, 93: 53 – 73.
- Gonzalez, C., Burguillo, J.C. and Llamas, M.**, 2006, A Qualitative Comparison of Techniques for Student Modeling in Intelligent Tutoring Systems, 36th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Session: T1F, San Diego: 13 – 18.
- Govindasamy, T.**, 2002, Successful implementation of e-Learning: Pedagogical considerations, *Internet and Higher Education*, 4: 287 – 299.
- Greenberg, L.**, 2008, LMS and LCMS: What's the Difference?, <http://www.etraincenter.com/lms-lcms-Compare.aspx>, (son erişim: Eylül, 2009)
- Hamalainen, W. and Vinni, M.**, 2006, Comparison of Machine Learning Methods for Intelligent Tutoring Systems, 8th International Conference on Intelligent Tutoring Systems, Taiwan, Lecture Notes in Computers Science, 4053: 525 – 534.
- Hamid, A.A.**, 2002, e-Learning: Is it the “e” or the learning that matters?, *Internet and Higher Education*, 4: 311 – 316.

- Hannafin, M.J.**, 1989, Interaction Strategies and Emerging Technologies: Psychological Perspectives, *Canadian Journal of Educational Communication*, 18(3): 167 – 179.
- Hannafin, M.J. and Rieber, L.P.**, 1989, Psychological foundations of instructional design for emerging computer-based instructional technologies, *Educational Technology Research and Development*, 37(2): 91 – 101.
- Heckerman, D., Horvitz, E. and Nathwani, B.**, 1989, Update on the Pathfinder Project, Proceedings of the 13th Symposium on Computer Applications in Medical Care, IEEE Computer Society Press, Washington: 203 – 207.
- Heift, T. and Schulze, M.**, 2003, Student modeling and ab initio Language Learning, *System*, 31: 519 – 535.
- Hibou, M. and Labat, J.**, 2004, Proceedings of the 5th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul: 468 – 472.
- Honey, P. and Mumford, A.**, 1982, The Manual of Learning Styles, Peter Honey Publications, Maidenhead: 94p.
- Honey, P. and Mumford, A.**, 2006, The Learning Styles Helper's Guide, Peter Honey Publications, Maidenhead: 70p.
- Horton, W.**, 2000, Designing Web-based Training, John Wiley and Sons, Inc., New York, 607p.
- Horton, W.**, 2001, Leading e-Learning, ASDT, Alexandria, 147p.
- Horvitz, E., Breese, J., Heckerman, D., Hovel, D. and Rommelse, K.**, 1998, The Lumiere Project: Bayesian User Modeling for Inferring the Goals and Needs of Software Users, Proceedings of the 14th Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence, Wisconsin: 256 – 266.
- Hsu, S. and Pandya, A.**, 1998, Yet Another Virtual Classroom over the Internet, 28th *IEEE Frontiers in Education Conference, Session F2F*: Tempe: 717 – 721.

- Huang, C., Liu, M., Chu, S. and Cheng, C.**, 2007, An intelligent learning diagnosis system for Web-based thematic learning platform, *Computers and Education*, 48(4): 658 – 679.
- Hui, W., Hu, P.J., Clark, T.H.K., Tam, K.Y. and Milton, J.**, 2008, Technology-assisted learning: a longitudinal field study of knowledge category, learning effectiveness and satisfaction in language learning, *Journal of Computer Assisted Learning*, 24: 245 – 259.
- Ikeda, N.**, 1999, Language learning strategies with sound-hints in computer-based drill, *Journal of Computer Assisted Learning*, 15: 312 – 322.
- İnceoğlu, M.M., Uğur, A. ve Aslan, B.G.**, 2004a, Intelligent Approaches for Web-Based E-Learning Systems, *1st International Conference on Innovations in Learning for the Future (FutureLearning 2004)*, İstanbul Üniversitesi, Türkiye: 243 – 250 & 599 – 606.
- İnceoğlu, M.M., Uğur, A. ve Aslan, B.G.**, 2004b, A Review on the Use of Artificial Intelligence Approaches in Popular Web-Based E-Learning Solutions, *New Information Technologies in Education (NITE 2004)*. Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye: 241 – 249.
- Jameson, A.**, 1996, *Numerical uncertainty management in user and student modeling: an overview of systems and issues*, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 5: 193 – 251.
- Jonassen, D.H.**, 1991, Objectivism versus constructivism: Do we need a new philosophical paradigm?, *Educational Technology Research and Development*, 39(3): 5 – 14.
- Karagiorgi, Y. and Symeou, L.**, 2005, Translating Constructivism into Instructional Design: Potential and Limitations, *Educational Technology and Society*, 8(1): 17 – 27.
- Katz, Y.J.**, 2002, Attitudes affecting college students' preferences for distance learning, *Journal of Computer Assisted Learning*, 18: 2 – 9.
- Kay, J.**, 2001, Learner Control, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 11: 111 – 127.

- Kelly, D. and Tangney, B.**, 2005, 'First Aid for You': Getting to know your Learning Style using Machine Learning, Proceedings of the 5th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, Taiwan: 1 – 3.
- Kennedy, G.**, 2002, Intellectual Property Issues in E-learning, *Computer Law and Security Report*, 18(2): 91 – 98.
- Kettanurak, V., Ramamurthy, K. and Haseman V.D.**, 2001, User attitude as a mediator of learning performance improvement in an interactive multimedia environment: an empirical investigation of the degree of interactivity and learning styles, *International Journal of Human-Computer Studies*, 54: 541 – 583.
- Kies, J.K., Williges, R.C. and Rosson, M.B.**, 1997, Evaluating Desktop Video Conferencing for Distance Learning, *Computers and Education*, 28(2): 79 – 91.
- Kobsa, A.**, 2001, Generic User Modeling Systems, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 11: 49 – 63.
- Kolb, D.A.**, 1976, The Learning Style Inventory: Technical Manual, McBer and Company, Boston.
- Kolb, D.A., Boyatzis, R.E. and Mainemelis, C.**, 2000, Experiential Learning Theory, Previous Research and New Directions, Perspectives on cognitive, learning and thinking styles, Lawrence Erlbaum, New York.
- Kolb, A.Y. and Kolb, D.A.**, 2005, The Kolb Learning Style Inventory – Version 3.1 2005 Technical Specifications, Hay Group, Boston: 71p.
- Korb, K.B. and Nicholson, A.E.**, 2003, Bayesian Artificial Intelligence, Chapman & Hall/CRC, Florida, 392p.
- Kotsiantis, S.B., Pierrakeas, C.J. and Pintelas, P.E.**, 2003, Preventing student dropout in distance learning using machine learning techniques, Proceedings of the 7th International Conference on Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems, University of Oxford, UK: 267 – 274.
- Kschischang, F.R., Frey, B.J. and Loeliger, H.**, 2001, Factor Graphs and the Sum-Product Algorithm, *IEEE Transactions on Information Theory*, 47(2): 498 – 519.

- Kuljis, J. and Liu, F.**, 2005, A Comparison of Learning Style Theories on the Suitability for e-Learning, Proceedings of the Conference on Web Technologies, Applications and Services, ACTA Press, Canada: 191 – 197.
- Kyparisia, A.P., Grigoriadou, M., Kornilakis, H. and Magoulas, G.D.**, 2003, Personalizing the Instruction in a Web-based Hypermedia System: the case of INSPIRE, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 13: 213 – 267.
- Kyparisia, A.P., Mabbott, A., Bull, S. and Grigoriadou, M.**, 2006, Designing learner-controlled educational instructions based on learning/cognitive style and learner behaviour, *Interacting with Computers*, 18: 356 – 384.
- Kruse, K. and Keil, J.**, 2000, Technology-Based Training, Pfeiffer, San Francisco, 416p.
- Lee, M.W., Chen, S.Y., Chrysostomou, K. and Liu, X.**, 2009, Mining students' behavior in web-based learning programs, *Expert Systems with Applications*, 36: 3459 – 3464.
- Lester, J.C., Stone, B.A. and Stelling, G.D.**, 1999, Lifelike Pedagogical Agents for Mixed-Initiative Problem Solving in Constructivist Learning Environments, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 9: 1 – 44.
- Levy, Y.**, 2007, Comparing Dropouts and Persistence in e-Learning Courses, *Computers & Education*, 48(2): 185 – 204.
- Li, C. and Yoo, J.**, 2006, Modeling Online Student Learning Using Clustering, Proceedings of the 44th Annual Southeast Regional ACM Conference, Session: Data Mining, Florida: 186 – 191.
- Liegle, J.O. and Janicki, T.N.**, 2006, The effect of learning styles on the navigation needs of Web-based learners, *Computers in Human Behavior*, 22: 885 – 898.
- Litzinger, T.A., Lee, S.H., Wise, J.C. and Felder, R.M.**, 2005, A Study of the Reliability and Validity of the Felder-Soloman Index of Learning Styles, Proceedings of the ASEEE Annual Conference and Exposition, Oregon.

- Litzinger, T.A., Lee, S.H., Wise, J.C. and Felder, R.M.**, 2007, A Psychometric Study of the Index of Learning Styles, *Journal of Engineering Education*, 96(4): 309 – 319.
- Liu, C.**, 2005, Using Mutual Information for Adaptive Item Comparison and Student Assessment, *Educational Technology and Society*, 8(4): 100 – 119.
- Liu, C.**, 2006, Learning Students' Learning Patterns with Neural Computing, IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, Taipei: 2434 – 2439.
- Livesay, G.A., Dee, K.C., Naumann, E.A. and Hites, L.S.**, 2002, Engineering Student Learning Styles: A Statistical Analysis Using Felder's Index of Learning Styles, Proceedings of the ASEE Annual Conference and Exposition, Quebec.
- Lo, J., Wang, H. and Yeh, S.**, 2004, Effects of confidence scores and remedial instruction on prepositions learning in adaptive hypermedia, *Computers and Education*, 42: 45 – 63.
- Martens, R.L., Gulikers, J. and Bastiaens, T.**, 2004, The impact of intrinsic motivation on e-learning in authentic computer tasks, *Journal of Computer Assisted Learning*, 20: 368 – 376.
- McMillan, J.H.**, 2004, Educational Research, Pearson Education, Boston: 379p.
- Menzel, W. and Schröder, I.**, 1998, Constraint-based Diagnosis for Intelligent Language Tutoring Systems, Proceedings of the IT&KNOWS Conference at the IFIP'98 Congress, Budapest.
- Merino, P.J.M., Kloos, C.D., Seepold, R. and Garcia, R.M.C.**, 2006, Rating the Importance of Different LMS Functionalities, *36th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Session TIC*, San Diego:13 – 18.
- Mertz, J.S.**, 1997, Using a Simulated Student for Instructional Design, *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 8: 116 – 141.
- Michaud, L.N. and McCoy, K.F.**, 2004, Empirical Derivation of a Sequence of User Stereotypes for Language Learning, *User Modeling and User Adapted Interaction*, 14: 317 – 350.

- Millan, E., Agosta, J.M. and Perez de la Cruz, J.L.**, 2001, Bayesian student modeling and the problem of parameter specification, *British Journal of Educational Technology*, 32(2): 171 – 181.
- Millan, E. and Perez de la Cruz, J.L.**, 2002, A Bayesian Diagnostic Algorithm for Student Modeling and its Evaluation, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 12: 281 – 330.
- Minaeli-Bigdoli, B., Kashy, D.A., Kortemeyer, G. and Punch, W.P.**, 2003, Predicting Student Performance: An Application of Data Mining Methods with an Educational Web-based System, Proceedings of the 33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Session T2A, Colorado: 13 – 18.
- Neapolitan, R.E.**, 2003, Learning Bayesian Networks, Prentice – Hall, 674p.
- Ngu, B.H. and Rethinasamy, S.**, 2007, Evaluating a CALL software on the learning of English prepositions, *Computers and Education*, 47: 41 – 55.
- Nwana, H.**, 1991, User modelling and user adapted interaction in an intelligent tutoring system, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 1(1): 1 – 32.
- Ogata, H., Liu, Y., Ochi, Y. and Yano, Y.**, 2001, Necle: Network-based communicative language-learning environment focusing on communicative gaps, *Computers and Education*, 37: 225 – 240.
- Oppermann, R., Rashev, R. and Kinshuk**, 1997, Adaptability and Adaptivity in Learning Systems, Proceedings on Knowledge Transfer, London, 2: 173 – 179.
- Özpolat, E. and Akar, G.B.**, 2009, Automatic detection of learning styles for an e-learning system, *Computers and Education*, 53: 355 – 367.
- Papanikolaou, K.A., Grigoriadou, M., Magoulas, G.D. and Kornilakis, H.**, 2002, Towards new forms of knowledge communication: the adaptive dimension of a web-based learning environment, *Computers and Education*, 39(4): 333 – 360.
- Parades, P. and Rodriguez, P.**, 2004, A mixed approach to modelling learning styles in adaptive educational hypermedia, *Advanced Technology for Learning*, 1(4): 210 – 215.

- Park, P. and Shirai, K.**, 1998, Distance Education Systems for English Learning on the Internet, Proceedings of the IEEE Frontiers in Education Conference, Session: F2H, Arizona: 760 – 765.
- Parvez, S.M. and Blank, G.D.**, 2007, A Pedagogical Framework to Integrate Learning Style into Intelligent Tutoring Systems, *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 22(3): 183 – 189.
- Pear, J.J and Crone-Todd, D.E.**, 2002, A social constructivist approach to computer-mediated instruction, *Computers and Education*, 38(1-3): 221 – 231.
- Pearl, J.**, 1988, Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference, Morgan Kaufmann, USA, 552p.
- Pena, C.I., Marzo, J.L. and de la Rosa, J.L.**, 2002, Intelligent agents in a teaching and learning environment on the Web, ICALT 2002, Russia.
- Piaget, J.**, 1977, The Development of Thought: Equilibration of Cognitive Structures, Viking Press, New York, 213p.
- Popescu, E., Trigano, P. and Badica, C.**, 2007, Evaluation of a Learning Management System for Adaptivity Purposes, Proceedings of the International Multi-Conference on Computing in the Global Information Technology (ICCGI'07), Guadeloupe: 9.
- Pullen, J.M.**, 1996, Synchronous Distance Education via the Internet, *26th IEEE Frontiers in Education Conference*, 1, Salt Lake City: 285 – 288.
- Ragnemalm, E.L.**, 1996, Student Diagnosis in Practice; Bridging a Gap, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 5(2): 93 – 116.
- Reye, J.**, 2004, Student Modelling based on Belief Networks, *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 14: 1 – 33.
- Rosenberg, M.J.**, 2001, E-Learning: Strategies for Delivering Knowledge in the Digital Age, McGraw-Hill, USA, 344p.
- Rundle, S.M. and Dunn, R.**, 2000, The Guide to Individual Excellence: A Self Directed Guide to Learning and Performance Solutions, Performance Concepts International, New York.

- Samancı, M.K. ve Keskin, M.Ö.**, 2006, Felder ve Soloman Öğrenme Stili İndeksi: Türkçe'ye Uyarlanması ve Geçerlik Güvenirlik Çalışması, 7. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Kongresi, Poster Sunumları, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Schiaffino, S., Garcia, A. and Amandi, A.**, 2008, eTeacher: Providing personalized assistance to e-learning students, *Computers and Education*, 51: 1744 – 1754.
- Scorm**, 2009, The Advanced Distributed Learning Initiative, <http://www.adlnet.org/>, (son erişim: Eylül, 2009)
- Self, J.**, 1988, Bypassing the Intractable Problem of Student Modeling, First International Conference on Intelligent Tutoring Systems, Montreal: 18 – 24.
- Sharp, J.E.**, 2004, A Resource for Teaching a Learning-Styles/Teamwork Module with the Soloman-Felder Index of Learning Styles, *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, 46(6): 138 – 143.
- Shaw, G. and Marlow, N.**, 1999, The role of student learning styles, gender, attitudes and perceptions on information and communication technology assisted learning, *Computers and Education*, 33: 223 – 234.
- Shih, M., Feng, J. and Tsai, C.C.**, 2008, Research and trends in the field of e-learning from 2001 to 2005: A content analysis of cognitive studies in selected journals, *Computers and Education*, 51(2): 955 – 967.
- Silva, M., Silveira, R., Flores, C. and Vicari, R.**, 2007, Designing a Bayesian Network based Student Model for Distance Learning Environments, 7th IEEE Conference on Advanced Learning Technologies, Japan: 379 – 380.
- Sison, R. and Shimura M.**, 1996, The Application of Machine Learning to Student Modeling: Survey and Analysis, Technical Report, TR96-0010, Department of Computer Science, Tokyo Institute of Technology: 19p.
- Sison, R. and Shimura, M.**, 1998, Student Modeling and Machine Learning, *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, IOS Press, 9: 128 – 158.
- Skinner, B.F.**, 1954, The science of learning and the art of teaching, *Harvard Educational Review*, 24: 86 – 97.

- Sowa, J.F. and Majumdar A.K.**, 2003, Analogical Reasoning, Proceedings of the International Conference on Conceptual Structures, Dresden, *Lecture Notes in Artificial Intelligence - Springer*, 2746: 16 – 36.
- Stash, N, Cristea, A. and De Bra, P.**, 2004, Authoring of Learning Styles in Adaptive Hypermedia: Problems and Solutions, Proceedings of the 13th International Conference on World Wide Web, *ACM*, New York: 114 – 123.
- Stathacopoulou, R., Magoulas, G.D., Grigoriadou, M. and Samarakou, M.**, 2005, Neuro-fuzzy knowledge processing in intelligent learning environments for improved student diagnosis, *Information Sciences*, 170: 273 – 307.
- Suebunukarn, S. and Haddawy, P.**, 2006, Modeling individual and collaborative problem-solving in medical problem-based learning, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 16: 211 – 248.
- Sun, L., Ousmanou, K. and Williams, S.**, 2004, Articulation of Learners Requirements for Personalized Instructional Design in e-Learning Services, The 3rd International Conference on Web-based Learning, Hong Kong, *Lecture Notes in Computer Science - Springer*, 3413: 424 – 431.
- Şimşek, C.S.S.**, 2008, Students' attitudes towards integration of ICTs in a reading course: A case in Turkey, *Computers and Education*, 51: 200 – 211.
- Tamburini, F.**, 1999, A multimedia framework for second language teaching in self-access environments, *Computers and Education*, 32: 137 – 149.
- Triantafillou, E., Pomportsis, A. and Demetriadis, S.**, 2003, The design and the formative evaluation of an adaptive educational system based on cognitive styles, *Computers and Education*, 41(1): 87 – 103.
- Tsiriga, V. and Virvou, M.**, 2004, A Framework for the Initialization of Student Models in Web-based Intelligent Tutoring Systems, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 14(4): 289 – 316.
- Tsou, W., Wang, W. and Li, H.**, 2002, How computers facilitate English foreign language learners acquire English abstract words, *Computers and Education*, 39: 415 – 428.

- Twidale, M.B., Pengelly, M., Chanier, T. and Self, J.A.**, 1992, Deep-knowledge acquisition for learner modelling in second language learning, *Learning Technology in the European Communities*, Kluwer, Dordrecht: 67 – 77.
- Uzunboylu, H. and Özçınar, Z.**, 2009, Research and Trends in Computer-assisted Language Learning during 1990 – 2008: Results of a Citation Analysis, *Eğitim Araştırmaları – Eurasian Journal of Educational Research*, 34: 133 – 150.
- van Dam, N.**, 2005, The Business Impact of e-Learning, PhD Thesis, Nyenrode Business Universteit, 292p.
- Vanlehn, K. and Martin, J.**, 1997, Evaluation of an assessment system based on Bayesian student modeling, *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 8: 179 – 221.
- Vanlehn, K. and Niu, Z.**, 2001, *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 12: 154 – 184.
- Van Zwanenberg, N., Wilkinson, L.J. and Anderson, A.**, 2000, Felder and Silverman's Index of Learning Styles and Honey and Mumford's Learning Styles Questionnaire: how do they compare and do they predict academic performance?, *Educational Psychology*, 20(3): 365 – 380.
- Vegas, F.J.D.**, 1995, Sistema Experta Bayesiano para Ecocardiografía, PhD Thesis, National University of Distance Education, 306p.
- Villaverde, J.E., Godoy, D. and Amandi, A.**, 2006, Learning styles' recognition in e-learning environments with feed-forward neural networks, *Journal of Computer Assisted Learning*, 22: 197 – 206.
- von Davier, A.A., Holland, P.W. and Thayer, D.T.**, 2004, The Kernel Method of Test Equating, Springer-Verlag, New York: 229p.
- Wang, K.H., Wang, T.H., Wang, W.L. and Huang, S.C.**, 2006, Learning styles and formative assessment strategy: enhancing student achievement in Web-based learning, *Journal of Computer Assisted Learning*, 22(3): 207 – 217.
- Webb, G.I., Pazzani, M.J. and Billsus, D.**, 2001, Machine Learning for User Modeling, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 11: 19 – 29.

- Wei, F. and Blank, G.D.**, 2006, Student Modeling with Atomic Bayesian Networks, Proceedings of the 8th Conference on Intelligent Tutoring Systems, Taiwan, *Lecture Notes in Computer Science*, 4053: 491 – 502.
- Wertheimer, M.**, 1959, Productive Thinking, Harper, New York, 302p.
- Wolf, C.**, 2003, iWeaver: Towards ‘Learning-Style’-based e-Learning in Computer Science Education, Proceedings of the 5th Australasian Computing Education Conference, Adelaide: 273 – 279.
- Xenos, M.**, 2004, Prediction and assessment of student behavior in open and distance education in computers using Bayesian networks, *Computers and Education*, 43: 345 – 359.
- Yang, S.C.**, 2001, Integrated computer-mediated tools into the language curriculum, *Journal of Computer Assisted Learning*, 17: 85 – 93.
- Yang, Y.C. and Chan, C.Y.**, 2008, Comprehensive evaluation criteria for English learning websites using expert validity surveys, *Computers and Education*, 51: 403 – 422.
- Yeh, S. and Lo, J.**, 2005, Assessing metacognitive knowledge in web-based CALL: a neural network approach, *Computers and Education*, 44: 97 – 113.
- Yudelson, M., Medvedeva, O.P. and Crowley, R.S.**, 2008, A multifactor approach to student model evaluation, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 18: 349 – 382.
- Zapata-Rivera, J. and Greer, J.**, 2004a, Inspectable Bayesian student modelling servers in multi-agent tutoring systems, *International Journal of Human-Computer Studies*, 61: 535 – 563.
- Zapata-Rivera, J. and Greer, J.**, 2004b, Interacting with Inspectable Bayesian Student Models, *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 14: 1 – 37.
- Zuolkernan, I.A.**, 2007, Using Soloman-Felder Learning Style Index to Evaluate Pedagogical Resources for Introductory Programming Classes, 29th International IEEE Conference on Software Engineering, Minneapolis: 723 – 726.

Zywno, M.S., 2003, A Contribution to Validation of Score Meaning for Felder-Soloman's Index of Learning Styles, Proceedings of the ASEE Annual Conference and Exposition, Session: 2351, Tennessee.

EKLER

- Ek 1 Bayes Ağında Kullanılan Olasılık Düğüm Tabloları
- Ek 2 Soruların Faktör Yükleri ve Madde Ayırıcılık Gücü İndeksleri

EK 1

Bayes Ağında Kullanılan Olasılık Düğüm Tabloları

Alma boyutunda uyum

Node: Alma_Boyutunda_Uyum ▼	Apply	Okay	
Chance ▼	% Probability ▼	Reset	Close
Gosterilen_Egitim_Sahnesi	Ogrenme_Bicemi	Var	Yok
Gorsel Etkin	Gorsel Etkin	80.000	20.000
Gorsel Etkin	Sozel Etkin	50.000	50.000
Gorsel Etkin	Sozel Yansitici	20.000	80.000
Gorsel Etkin	Gorsel Yansitici	50.000	50.000
Sozel Etkin	Gorsel Etkin	50.000	50.000
Sozel Etkin	Sozel Etkin	80.000	20.000
Sozel Etkin	Sozel Yansitici	50.000	50.000
Sozel Etkin	Gorsel Yansitici	20.000	80.000
Sozel Yansitici	Gorsel Etkin	20.000	80.000
Sozel Yansitici	Sozel Etkin	50.000	50.000
Sozel Yansitici	Sozel Yansitici	80.000	20.000
Sozel Yansitici	Gorsel Yansitici	50.000	50.000
Gorsel Yansitici	Gorsel Etkin	50.000	50.000
Gorsel Yansitici	Sozel Etkin	20.000	80.000
Gorsel Yansitici	Sozel Yansitici	50.000	50.000
Gorsel Yansitici	Gorsel Yansitici	80.000	20.000

İşleme boyutunda uyum

Node: Isleme_Boyutunda_Uyu ▼	Apply	Okay	
Chance ▼	% Probability ▼	Reset	Close
Gosterilen_Egitim_Sahnesi	Ogrenme_Bicemi	Var	Yok
Gorsel Etkin	Gorsel Etkin	80.000	20.000
Gorsel Etkin	Sozel Etkin	50.000	50.000
Gorsel Etkin	Sozel Yansitici	20.000	80.000
Gorsel Etkin	Gorsel Yansitici	50.000	50.000
Sozel Etkin	Gorsel Etkin	50.000	50.000
Sozel Etkin	Sozel Etkin	80.000	20.000
Sozel Etkin	Sozel Yansitici	50.000	50.000
Sozel Etkin	Gorsel Yansitici	20.000	80.000
Sozel Yansitici	Gorsel Etkin	20.000	80.000
Sozel Yansitici	Sozel Etkin	50.000	50.000
Sozel Yansitici	Sozel Yansitici	80.000	20.000
Sozel Yansitici	Gorsel Yansitici	50.000	50.000
Gorsel Yansitici	Gorsel Etkin	50.000	50.000
Gorsel Yansitici	Sozel Etkin	20.000	80.000
Gorsel Yansitici	Sozel Yansitici	50.000	50.000
Gorsel Yansitici	Gorsel Yansitici	80.000	20.000

Ruh hali

Node: **Ruh_Hali**

Chance **% Probability**

Alma_Boyutunda_Uyum	Isleme_Boyutunda_Uyum	Yogunlasma	Dikkat_Dagilmasi
Var	Var	80.000	20.000
Var	Yok	60.000	40.000
Yok	Var	60.000	40.000
Yok	Yok	20.000	80.000

Fare ve klavye kullanımı

Node: **Fare_ve_Klavye_Kullani_**

Chance **% Probability**

Gosterilen_Egitim_Sahnesi	Ruh_Hali	Bol	Seyrek
Gorsel Etkin	Yogunlasma	80.000	20.000
Gorsel Etkin	Dikkat_Dagilmasi	20.000	80.000
Sozel Etkin	Yogunlasma	80.000	20.000
Sozel Etkin	Dikkat_Dagilmasi	20.000	80.000
Sozel Yansitici	Yogunlasma	20.000	80.000
Sozel Yansitici	Dikkat_Dagilmasi	80.000	20.000
Gorsel Yansitici	Yogunlasma	20.000	80.000
Gorsel Yansitici	Dikkat_Dagilmasi	80.000	20.000

Eğitim sahnesinin açık kalma süresi

Node: **EgitimSahnesiAcikKalm_**

Chance **% Probability**

Ruh_Hali	Kisa	Uzun
Yogunlasma	20.000	80.000
Dikkat_Dagilmasi	80.000	20.000

EK 2

Soruların Faktör Yükleri ve Madde Ayırıcılık Gücü İndeksleri

Soru	Faktör Yüğü	Madde Ayırıcılık İndeksi
1	0,713	0,555
2	0,789	0,403
3	0,849	0,372
4	0,665	0,561
5	0,833	0,436
6	0,506	0,558
7	0,805	0,523
8	0,749	0,611
9	0,749	0,505
10	0,729	0,439
11	0,809	0,596
12	0,785	0,496
13	0,578	0,647
14	0,900	0,414
15	0,685	0,365
16	0,809	0,567
17	0,598	0,661
18	0,633	0,391
19	0,685	0,624
20	0,542	0,422
21	0,506	0,401
22	0,689	0,567
23	0,402	0,469
24	0,602	0,526