



T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü



**ANLAMSAL SOSYAL AĞA DAYALI E-ÖĞRENME
İÇERİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE
KALİTE DEĞERLERİNİN ÖLÇÜLMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Mehmet Ali BİLİCİ

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

İzmir
2019

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

**ANLAMSAL SOSYAL AĞA DAYALI E-ÖĞRENME
İÇERİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE
KALİTE DEĞERLERİNİN ÖLÇÜLMESİ**

Mehmet Ali BİLİCİ

Danışman : Doç. Dr. Vecdi AYTAÇ

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı
Bilgisayar Mühendisliği Yüksek Lisans Programı

İzmir
2019

Mehmet Ali BİLİCİ tarafından **Yüksek Lisans** tezi olarak sunulan "**Anlamsal Sosyal Ağa Dayalı E-Öğrenme İçeriklerinin Değerlendirilmesi ve Kalite Değerlerinin Ölçülmesi**" başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve **10.06.2019** tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri :

İmza

Jüri Başkanı : Doç. Dr. Vecdi AYTAÇ

Raportör Üye : Prof. Dr. Mustafa Serdar KORUKOĞLU

Üye : Doç. Dr. Aytuğ ONAN

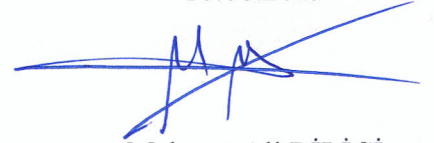
.....
.....
.....

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum **"Anlamsal Sosyal Ağa Dayalı E-Öğrenme İçeriklerinin Değerlendirilmesi ve Kalite Değerlerinin Ölçülmesi"** başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

10.06.2019



Mehmet Ali BİLİCİ

ÖZET**ANLAMSAL SOSYAL AĞA DAYALI E-ÖĞRENME
İÇERİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE KALİTE
DEĞERLERİNİN ÖLÇÜLMESİ**

BİLİCİ, Mehmet Ali

Yüksek Lisans Tezi, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Vecdi AYTAÇ

Haziran 2019, 91 sayfa

İnternet teknolojilerinin hızla gelişmesi, internet üzerindeki veri boyutunun artmasına ve kaliteli içeriğe erişimin zorlaşmasına neden olmaktadır. Bu veri karmaşası içerisinde, istenilen bilgiyi getirmek için yeni yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır.

Öneri sistemleri ve anlamsal web teknolojilerinin bir arada kullanımı, özellikle sosyal ağlarda, bilgi filtreleme için kayda değer iyileşmeler sağlamıştır. Bu çalışma kapsamında, öneri sistemlerinin soğuk başlangıç, veri seyrekliği, ölçeklenebilirlik gibi kronik sorunlarını çözmek için anlamsal web teknolojileri kullanılarak melez öneri yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler, e-öğrenme alanında kullanılarak, öğrenenler için içeriklerin kalite değerleri tahminlenmiştir.

Bu tez çalışmasında öğrenen, öğrenme nesnesi ve öğrenme alanı için üç adet ontoloji tasarlanmıştır. İçerik tabanlı ve işbirlikçi filtreleme kullanılarak melez yöntemler geliştirilmiştir. Daha sonra, melez yöntemler bir araya getirilmiş ve elde edilen çıktı kümesi öğrenme patikasına göre iyileştirilmiştir. Çıktı kümesiyle, öğrenme nesnelerinin kalite değerleri elde edilmiştir. Bu çalışmada geliştirilen melez öneri yöntemi, e-öğrenme içeriklerinin öğrenenler için kalitelerinin ölçülmesinde kullanılmıştır.

Anahtar sözcükler: Anlamsal web, sosyal ağ, ontoloji, öneri sistemleri, e-öğrenme, öğrenme nesnesi, öğrenme patikası

ABSTRACT**EVALUATION OF E-LEARNING CONTENTS BASED ON
SEMANTIC SOCIAL NETWORK AND MEASUREMENT OF
THEIR QUALITY VALUES**

BİLİCİ, Mehmet Ali

MSc in Computer Engineering Department

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Vecdi AYTAÇ

June 2019, 91 pages

The rapidly development of Internet technologies cause to increase the size of the data on the Internet and to become difficult access to quality content. Within this data complexity, the new approaches are needed to bring the desired information.

The combination of recommender systems and semantic web technologies has made significant improvements for information filtering, especially in social networks. In this study, the hybrid recommendation methods have been developed by using semantic web technologies to solve the chronic problems of recommender systems such as cold start, data sparsity, scalability. Using these methods in the domain of e-learning, the quality values of the contents have been estimated for the learner.

In this thesis, three ontologies have been designed for the learner, the learning object and the learning domain. The hybrid methods have been developed using content-based and collaborative filtering. Then, the hybrid methods have been combined and the output set has been improved according to the learning path. The quality values of the learning objects have been obtained using the output set. The hybrid recommendation method developed in this study, has been used to measure the quality of e-learning contents for learners.

Keywords: Semantic web, social network, ontology, recommender systems, e-learning, learning object, learning pathway

ÖNSÖZ

Anlamsal sosyal ağların gelişimi ve kullanımı, birçok araştırma alanı için popüler olmaya başladığı dönemlerde, bu konuda çalışma yapma gereği hissederek bu tez çalışmasına başladım. Eğitim sistemi içerisinde bir öğrenci olarak, anlamsal sosyal ağlarda e-öğrenme içeriklerinin nasıl ele alınabileceğini araştırdım. Ardından, herkesin ihtiyaç duyduğu kaliteli içeriği temin edebilme gereksinimi, çalışmamın odak noktasını oluşturdu.

Araştırmalarım sırasında izlediğim yöntemlerin bir noktada öneri sistemleri ile çakışması, öğrenme içeriklerinin kalite değerlerinin aslında öğrenene uygunluğu ve tavsiye edilebilme seviyesiyle doğru orantılı olduğunu fark ettim. Çalışmamın sonraki aşamalarında, öneri sistemlerinin anlamsal web teknolojileri ile entegre edilerek e-öğrenme alanında nasıl kullanıldığını inceledim. Bu incelemelerden elde ettiğim bilgi ve birikim ile ortaya koyduğum özgün yöntem ve çıkarsamalar, bu tez çalışmasının ortaya çıkmasını sağladı. Bu çalışmanın literatüre ve kişilere katkı sağlaması umuduyla çalışmamı bu noktada sonlandırmayı tercih ettim.

İZMİR

10.06.2019

Mehmet Ali BİLİCİ

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
ÖNSÖZ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xviii
ALGORİTMALAR DİZİNİ	xix
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xx
1. GİRİŞ	1
2. E-ÖĞRENME	5
2.1 Öğrenme Nesnesi Kavramı	6
2.2 Öğrenme Patikası Kavramı	16
3. SOSYAL AĞ	17
3.1 Webin Gelişimi	17
3.2 Sosyal Ağ Tanımı	18
4. ANLAMSAL WEB	20
4.1 Ontoloji Kavramı	22
4.2 Anlamsal Sosyal Ağ	23

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4.2.1 Anlamsal sosyal ağ ontolojileri	23
5. ÖNERİ SİSTEMLERİ	25
5.1 İçerik Tabanlı Filtreleme	29
5.2 İşbirlikçi Filtreleme	31
5.3 Bilgi Tabanlı Filtreleme	33
5.4 Demografik Filtreleme	34
5.5 Melez Öneri Sistemleri	34
5.6 Anlamsal Filtreleme	34
5.7 Öneri Sistemlerinde Karşılaşılan Sorunlar	35
6. İZLENEN YÖNTEM VE TASARLANAN MİMARİ	36
6.1 Tasarlanan Ontolojiler	37
6.1.1 Öğrenen ontolojisi	39
6.1.2 Öğrenme nesnesi ontolojisi	40
6.1.3 Öğrenme alan ontolojisi	41
6.2 Geliştirilen Yaklaşımlar	42
6.2.1 Öğrenme nesnesi merkezli yaklaşım	42
6.2.2 Öğrenen merkezli yaklaşım	50

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
6.2.3 Melez yaklaşım	51
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	53
KAYNAKLAR DİZİNİ	55
TEŞEKKÜR	61
ÖZGEÇMİŞ	63
EKLER	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Uzaktan öğrenmenin alt kümeleri	5
2.2 Öğrenme nesnesinin yapısı	11
2.3 IEEE Öğrenme Nesnesi Üstverisi şeması	13
2.4 SCORM içeriğinin bileşenleri	15
2.5 Örnek öğrenme patikası	16
3.1 Webin gelişimi	17
4.1 Anlamsal web katmanları	21
4.2 FOAF ontolojisi örneği	24
5.1 Uzun kuyruk etkisi	26
5.2 Öneri sistemlerinin genel yapısı	27
5.3 Film öneri sistemi için kullanıcı-film matrisi örneği	27
5.4 Öneri sistemi yaklaşımları	29
5.5 İçerik tabanlı öneri sistemi	30
5.6 İşbirlikçi öneri sistemi	31
5.7 Bellek tabanlı işbirlikçi filtreleme yaklaşımları	33
6.1 Örnek e-öğrenme ontolojileri	38
6.2 Öğrenen ontolojisi	40

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
6.3 Öğrenme nesnesi ontolojisi	41
6.4 Artırıcı İşbirlikçi Önerme yöntemi	43
6.5 Ağırlıklandırılmış konu taksonomisine bir örnek	44
6.6 Örnek öğrenme nesnesi-yazar matrisi	48



ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Öğrenme nesnesi bileşenleri	10
2.2 IEEE Öğrenme Nesnesi Üstverisi'ndeki ana kategoriler	12
5.1 İçerik tabanlı yaklaşımın avantaj ve dezavantajları	31



ALGORİTMALAR DİZİNİ

<u>Algoritma</u>	<u>Sayfa</u>
1 Yayıma Aktivasyonu Algoritması	45
2 Öğrenme Patikası Uygunluğu Algoritması	52



SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
ACR	Artırıcı İşbirlikçi Önerme (Augmenting Collaborative Recommendation)
CA	İçerik Toplama (Content Aggregation)
CAM	İçerik Toplama Modeli (Content Aggregation Model)
CBF	İçerik Tabanlı Filtreleme (Content Based Filtering)
CF	İşbirlikçi Filtreleme (Collaborative Filtering)
CO	İçerik Organizasyonu (Content Organization)
DC	Dublin Core Üstverisi (Dublin Core Metadata)
DF	Demografik Filtreleme (Demographic Filtering)
FOAF	Friend Of A Friend
HS	Melez Sistemler (Hybrid Systems)
HTML	Hypertext Markup Language
IRI	Internationalized Resource Identifier
KBF	Bilgi Tabanlı Filtreleme (Knowledge Based Filtering)
LMS	Öğrenme Yönetim Sistemi (Learning Management System)
LO	Öğrenme Nesnesi (Learning Object)
LOM	Öğrenme Nesnesi Üstverisi (Learning Object Metadata)
LP	Öğrenme Patikası (Learning Pathway)
OWL	Web Ontology Language
RDF	Resource Description Framework
RDFS	Resource Description Framework Schema
RIF	Rule Interchange Format
RTE	Çalışma Zamanı Ortamı (Run-Time Environment)
SCO	Paylaşılabilir İçerik Nesneleri (Shared Content Objects)

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
SCORM	Paylaşılabilir İçerik Nesnesi Referans Modeli (Sharable Content Object Reference Model)
SEO	Arama Motoru Optimizasyonu (Search Engine Optimization)
SF	Anlamsal Filtreleme (Semantic Filtering)
SIOC	Semantically Interlinked Online Communities
SN	Sıralama ve Dolaşım (Sequencing And Navigation)
SPA	Yayılma Aktivasyonu Algoritması (Spreading Activation Algorithm)
SPARQL	SPARQL Protocol And RDF Query Language
SPM	Sıralı Örüntü Madenciliği (Sequential Pattern Mining)
URI	Uniform Resource Identifier
XML	Extensible Markup Language

1. GİRİŞ

Gelişen teknoloji ile beraber, elektronik ortamlardaki verilerin boyutu çok hızlı şekilde artmıştır. Öyle ki verinin nerede, nasıl saklanabileceği ve ihtiyaç esnasında nasıl işlenebileceği büyük bir sorun haline gelmiştir. Web 2.0 teknolojisi ile beraber hayatımıza giren sosyal ağlar, artan paylaşım ve etkileşimler sonucunda, bu sorunları inanılmaz boyutlara taşımıştır. Verinin belirli bir yapısalılıkta olmaması ve büyük boyutlarda olması, işlenip bilgiye dönüştürülerek fayda elde etmemiz konusunda bizi yeni gelişmelere yönlendirmiştir. Web 2.0 ile artan sorunların üstesinden gelebilme noktasında, Web 3.0 ile birlikte anlamsal web teknolojileri yardımcı olmuştur. Anlamsal web teknolojileri sayesinde, verinin uygun yapısalılıkta saklanabilmesinin yanı sıra, anlamsallık katılarak makine ve etmenler tarafından da işlenip yorumlanabilmesi sağlanmıştır. Bu sayede, verinin daha hızlı işlenebilme ve daha efektif kullanılabilme yetenekleri kazanılmıştır.

Öneri sistemleri, kullanıcı çabası gerektirmeden, kullanıcıya mümkün olan en uygun bilgiyi otomatik şekilde getirebilmek için ortaya çıkmış bir araştırma alanıdır. Bu yöntemin e-ticaret, eğlence sektörü gibi ticari alanlardaki başarısı görüldükçe, firmalar tarafından ilgi duyulmaya, yeni yöntem ve araçlar geliştirilmeye başlanmıştır. Sonraki aşamada, bilgi filtreleme sistemleri olarak öneri sistemleri, birçok alana uyarlanmış ve alana özgü büyük verilerin içerisinde uygun bilginin getirimi konusunda çalışmalar yapılmıştır.

Öneri sistemlerinin her sistemde olduğu gibi belirli durumlarda karşılaştığı belirli sorunları (veri seyrekliği, soğuk başlangıç vb.) olmuştur. Bu sorunların bazılarının üstesinden gelebilmek ve önerme sürecine alan bilgisini de dâhil edebilmek adına, anlamsal web teknolojileri ile entegrasyonu yoluna başvuru projeler ve araştırmalar olmuştur.

Bu tez kapsamında, anlamsal web teknolojileri ve öneri sistemleri birlikteliğinin, işin sosyal boyutu da dikkate alınarak, e-öğrenme alanına uyarlanması sağlanmıştır. Anlamsal web kısmında, alan bilgisi ontolojilerle modellenmiş ve öneri sistemlerinden elde edilen çıktı, öğrenme içeriklerinin öğrenenler için kalite değerlendirmesinde kullanılmıştır.

Yapılan literatür araştırmasında, öneri sistemlerinin ontolojiler ile birlikte kullanımı birçok araştırmada yer almıştır. Bu araştırmaların bir kısmı, e-öğrenme alanı için gerçekleştirilmiştir. Ontoloji kullanımı, bu araştırmalarda öneri sistemlerinin sorunlarını hafifletmiş ve daha performanslı sonuçlar üretmesini

sağlamıştır.

Yu ve arkadaşları (Yu et al., 2007), ontoloji ve anlamsal ilişki hesaplamasına dayalı önerdikleri yaklaşımda, öğrenen, öğrenme içeriği ve bilgisayar bilimleri alan ontolojilerini kullanmışlardır. Öğrenen ve öğrenme içerikleri arasında anlamsal benzerlikler hesaplayarak öneri listesi oluşturmuşlardır. Sonraki adımda bu listeyi, öğrenen tercihleri ile uyumlu hale gelecek şekilde düzelterek, öğrenenin seçtiği bir öneriye göre öğrenme patikası oluşturmuş ve ek içerikler getirmişlerdir.

Han ve arkadaşları (Han et al., 2010), ontoloji tabanlı öğrenme nesnesi öneri sistemi sunmuşlardır. Bu sistemde, öğrenme nesnesi içerik yapısını sunmak için ontoloji kullanmışlardır. Daha sonra kullanıcıdan tercih edilmesi veya anlaşılması zor olan hedef konseptler temin edilerek, bu konseptler uygun ontolojik bilgi deposuyla eşleştirilmiştir. Anlamsal çıkarsama kuralları ile hedef konseptin önkoşul kümesi elde edilmiş ve bu kümedeki konseptler arasındaki örtüsel ilişki sayesinde kavram kafesi oluşturulmuştur. Kavram kafesindeki konseptlerin sıralaması öğrenene öneri olarak yansıtılmıştır.

Sieg ve arkadaşları (Sieg et al., 2010) tarafından yapılan çalışmada, alan ontolojisi kullanılarak kullanıcı profilleri bu ontolojiye göre oluşturulmuştur. Bu profillere ontolojik kullanıcı profili denilmiştir. Her bir kullanıcı profili için, başlangıçta alan ontolojisi kopyalanmaktadır. Sonraki aşamada, kullanıcıların etkileşime geçtikleri kitaplar, kullanıcının profilindeki konseptlerde ilgi değeri hesaplanmasını tetiklemektedir. İlgi değeri güncellemesi yapılan kullanıcı profilleri üzerinden işbirlikçi filtreleme yöntemi uygulanarak öneri listesi oluşturulmaktadır. Bu yaklaşım, doğruluk ve kapsam olarak iyi sonuçlar vermesinin yanı sıra, iyileştirilmiş öneri çeşitliliği, kişiselleştirme ve soğuk başlangıç performansı sunmuştur.

Berkani ve Nouali (Berkani and Nouali, 2013), kullanıcının amacına göre üç ayrı öneri stratejisi öne sürmüşlerdir:

1. Strateji-1: Amaç "*uzmanlık*" ise, kullanıcının ilgi alanlarına göre bir anlamsal filtreleme (SemF) uygulanmaktadır.
2. Strateji-2: Amaç "*öğrenmek*" ise, yeterli değerlendirme varsa, işbirlikçi filtreleme (CF), yoksa strateji-1 uygulanmaktadır.
3. Strateji-3: Amaç "*uzmanlık*" ve "*öğrenmek*" ise, yeterli değerlendirme varsa, sistem iki melezleme tekniğinin kullanıldığı (SemF + CF yaklaşımı ve özellik

kombinasyonu yaklaşımı) bir melez önerme uygulamakta, yoksa sistem strateji-1'i uygulamaktadır.

Bu yaklaşımlarında kullanıcı, kaynak ve alan bilgisi ontolojileri olmak üzere üç adet ontoloji kullanmışlardır. Alan bilgisi ontolojisini, meşhur ACM¹ taksonomisinden türetmişlerdir. Alan bilgisi ontolojisi, bilgisayar bilimleri alanının konularını içeren ve her bir konunun da bir ağırlığa sahip olduğu hiyerarşik bir ontolojidir. Ağırlıklar, konuların içerdiği nesne sayıları üzerinden hesaplanmaktadır. Her bir alt konunun ağırlıkları toplamı üst konunun ağırlığına eşit olacak şekilde, kullanıcıların nesnelere her değerlendirmesinde ağırlıklar otomatik olarak güncellenmektedir.

Anlamsal filtrelemede kullanıcıların ilgi duydukları konular ile kaynakların konuları arasında, anlamsal kurallar çerçevesinde, alan bilgisi ontolojisi üzerinden benzerlikler hesaplanmakta ve belirli bir eşik değerin üzerindeki kaynaklar kullanıcıya önerilmektedir.

Berkani ve Nouali'nin işbirlikçi filtreleme yaklaşımında, kullanıcıların uzman oldukları konular, uzmanlık dereceleri ile birlikte, kaynakların ağırlık değerleri de eklenmiş konu bilgileri ile alan bilgisi ontolojisi üzerinden benzerlik hesaplamasına sokulmakta ve öneri listesi elde edilmektedir. Berkani ve Nouali'nin bu öneri yaklaşımları gayet iyi sonuçlar vermiştir.

Tarus ve arkadaşları (Tarus et al., 2017a), öğrenenlere kişiselleştirilmiş öğrenme içerikleri önermek için işbirlikçi filtreleme ve ontolojileri bir arada kullanan bir sistem önermişlerdir. Öğrenen karakteristiklerini ve öğrenme içeriklerinin bilgilerini modellemek için öğrenen ve öğrenme nesnesi ontolojilerini kullanmışlardır. Önerdikleri sistemle standart işbirlikçi filtreleme yaklaşımından çok daha iyi sonuçlar elde etmelerinin yanı sıra, soğuk/ilk başlangıç problemini de ortadan kaldırmışlardır.

Tarus ve arkadaşları (Tarus et al., 2017b), öğrenenler için e-öğrenme kaynaklarını önermede, ontoloji ve Sıralı Örüntü Madenciliği (*Sequential Pattern Mining - SPM*) yöntemine dayalı melez bir bilgi tabanlı öneri sistemi önermişlerdir. Bu yaklaşımda, öğrenen ve öğrenme kaynakları hakkındaki bilgiyi sunmak ve modellemek için öğrenen ve öğrenme kaynağı ontolojileri olmak üzere iki adet ontoloji oluşturmuşlardır. Ontolojiler üzerinden işbirlikçi filtreleme ile rating

¹ACM taksonomisi, <https://www.acm.org/publications/computing-classification-system/1998/ccs98>, Erişim Tarihi: 13 Mayıs 2019

benzerliklerini hesaplamış ve hedef öğrenen için tahminleme yapmışlardır. İlk N nesne için SPM algoritmasını işleterek hedef öğrenen için sonuç önerilerini bulmuşlardır. SPM algoritması, sıralı bir şekilde ilerleyen değerlerin bulunduğu veri örnekleri arasında, istatistiksel olarak uygun örüntüleri bulmayı amaçlayan bir veri madenciliği yaklaşımıdır. Melez yaklaşımları, soğuk/ilk başlangıç ve veri seyrekliği sorunlarını çözerek, benzer algoritmalarından daha performanslı ve doğru sonuçlar vermiştir.

Bu tez çalışmasının ikinci bölümünde, e-öğrenme alanı hakkında genel bilgiler verilmiştir. E-öğrenme nesnelere yapısı ve ilgili standartlara değinilmiş ve öğrenme patikası kavramı kısaca açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde sosyal ağ, dördüncü bölümde de anlamsal web teknolojilerine değinilmiştir.

Tezin beşinci bölümünde öneri sistemleri ele alınmıştır. Öneri sistemlerinde kullanılan yöntem ve metotlar, bu sistemlerin güçlü ve zayıf noktaları, öneri sistemlerinde karşılaşılan sorunlar anlatılmıştır.

Çalışmanın altıncı bölümü, önerdiğimiz yöntem ve mimarinin ayrıntılı şekilde anlatıldığı bölümdür. Tasarlanan ontolojiler, geliştirilen öneri sistemi yaklaşımları ve e-öğrenme alanına uyarlanma amaçları bu bölümde açıklanmıştır.

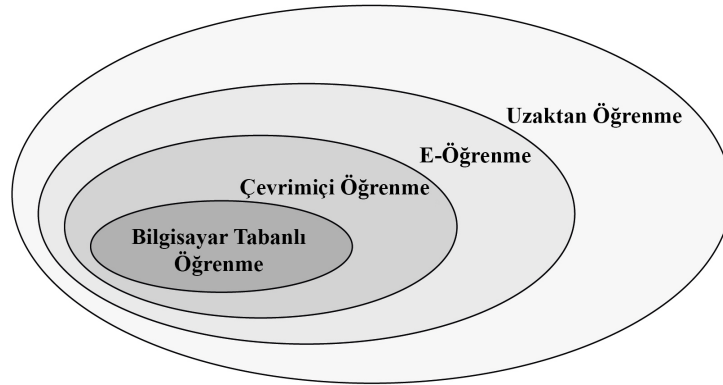
Sonuç bölümünde, önerilen yaklaşımların değerlendirilmesi yapılmış, karşılan sorunlara değinilmiş ve hedeflenen sonraki çalışmalardan bahsedilmiştir.

2. E-ÖĞRENME

Teknoloji alanındaki gelişmeler, özellikle internet ve webin gelişmesi, insanların öğrenme yollarında da değişikliklere yol açmıştır. Geleneksel sınıf ortamı, artan nüfus, yetersiz okul ortamı, genişleyen coğrafya, artan masraf ve zaman kısıtları dolayısıyla yetersiz görülmüştür. Bu noktada e-öğrenme kavramı ve teknolojisi ortaya çıkmıştır.

Literatürde e-öğrenme için farklı tanım ve yaklaşımlar yer almaktadır. Nichols (Nichols, 2003; Al-yahya et al., 2015) e-öğrenmeyi sadece web tabanlı, web üzerinde dağıtık veya web yeteneği olan teknolojik araçlarla erişilebilir olarak tanımlarken; Clark (Clark, 2002; Al-yahya et al., 2015) CD-ROM, internet veya bir intranet üzerinden dağıtılan içerik ve öğretici yöntemler olarak tanımlamaktadır. Urdan ve arkadaşlarına (Urdan et al., 2000) göre, bu tanımlamalar yetersiz kalmakta ve e-öğrenmenin ses ve video kayıtları, uydu yayınları ve interaktif TV gibi yöntemleri de içerdiği belirtilmektedir.

Tanım, yaklaşım ve kullanılan teknolojiler ele alındığında e-öğrenme literatürde uzaktan öğrenme, çevrimiçi öğrenme, web tabanlı öğrenme gibi terimlerle birlikte anılmaktadır. Urdan ve arkadaşları (Urdan et al., 2000) e-öğrenmeyi, çevrimiçi öğrenmeyi ve bilgisayar tabanlı öğrenmeyi kapsayan, uzaktan öğrenmenin alt kümesi olarak tanımlamaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Uzaktan öğrenmenin alt kümeleri (Urdan et al., 2000).

Genel olarak e-öğrenme, öğretici ve öğrenenin aynı anda aynı ortamda bulunmasına gerek kalmadan, teknoloji aracılığı ile, çevrimiçi (*online*) öğrenme müfredatıyla eğitim ve öğretim faaliyetlerinin sürdürülmesini sağlamaktadır.

E-öğrenme;

- Öğrenenin öğrenme zamanına karar verebilmesini,
- Sisteme erişimin olduğu her yerden eğitimlere katılabilmeyi,
- Öğrenenin istediği zaman ve hızda, istediği kadar içeriği öğrenebilmesini,
- İçerik ve bilgiye tekrar tekrar erişilebilmeyi,
- Öğrenenin eğitmenlere çekinmeden ve özgüvenli bir şekilde yazışma (e-posta, forum vb.) ortamlarından ve/veya görsel ve sesli (skype gibi) iletişim ortamlarından sürekli olarak erişebilmesini,
- Masraflardan tasarruf etmeyi

sağlar.

Öğrenen, öğretici ve eğitim materyallerini buluşturan, birbirleri arasındaki etkileşimleri izleyip yöneten ve raporlayan, tüm öğrenme sürecindeki akışı ve kontrolü sağlayan yazılımlara Öğrenme Yönetim Sistemi (*Learning Management System - LMS*) denmektedir. Öğrenme yönetim sistemleri, bir öğrenenin hangi dersleri aldığını, hangi içerikleri ne kadar süreyle incelediğini, test sonuçlarını ve performansını, sonraki aşamada hangi dersleri alabileceğini gibi akışları kontrol etmektedir.

2.1 Öğrenme Nesnesi Kavramı

Öğrenme içeriği oluşturma, zaman, emek ve uzmanlık gerektirmesinin yanı sıra oldukça maliyetli bir süreçtir. Geliştirilen içerikler bu anlamda son derece kıymetli ve önemlidir. Bu içeriklerin değerinin korunması için yeniden kullanılabilirliği gerekmektedir. Ancak oluşturulan bu öğrenme içerikleri kullanımlarından belirli bir süre sonra ya unutulmakta ya da sadece içeriğin yaratıcısı tarafından kullanılmaktadır. Bu sorunlara çözüm olarak, öğrenme içerikleri için Öğrenme Nesnesi (*Learning Object - LO*) kullanımı önerilmektedir.

E-öğrenme bağlamında, veri ve bilgi, öğrenme nesnesi olarak bilinen öğrenme materyali birimlerinde saklanmaktadır (Ramadhanie et al., 2009). IEEE Öğrenme Teknoloji Standartları Komitesi'ne (Learning Technology Standards Committee Institute of Electrical and Electronic Engineers) göre (IEEE, 2002);

"Öğrenme nesnesi, teknoloji destekli öğrenme sırasında başvurulan, kullanılabilen, yeniden kullanılabilen, sayısal veya sayısal olmayan herhangi bir varlık olarak tanımlanır. Öğrenme nesnelerinin örnekleri arasında multimedya içeriği, öğretim içeriği, öğrenme hedefleri, öğretim yazılımı ve yazılım araçları ve teknoloji destekli öğrenme sırasında başvurulan kişiler, organizasyonlar veya etkinlikler bulunur."

Wiley (Wiley, 2000) öğrenme nesnelerini, öğrenmeyi destekleyen, tekrar kullanılabilen herhangi bir sayısal kaynak olarak tanımlamıştır. Ayrıca bu tanımın, ihtiyaç duyulduğunda ağ üzerinden aktarılabilen, küçük ya da büyük boyuttaki her türlü kaynağı da içerdiğini belirtmiştir. Küçük boyutlu tekrar kullanılabilen kaynaklara örnek olarak sayısal resimler veya fotoğraflar, video kayıtları, ses parçaları, metin dosyaları, animasyonlar ve web ile aktarılabilen uygulamaları göstermiştir. Büyük boyutlu tekrar kullanılabilen kaynaklara örnek olarak ise metin, resim ve diğer medya uygulamaları ile birleştirilmiş geniş ölçekli web sayfalarını vermiştir.

Literatürdeki tanım ve ifadelerle göre öğrenme nesnesi (Wiley, 2000; Beck, 2010);

- Birbirinden *bağımsız* olarak yapılandırılmış,
- Farklı amaçlar ve bağlamlarda *yeniden kullanılabilen*,
- *Güncellenebilir*,
- Bir bütün içeriği oluşturmak üzere *birleştirilebilir*,
- *Tanımlayıcı bilgiler*, üstveri (*metadata*), ile etiketlenmiş,
- Ağ üzerinden erişilip *eğitsel amaçlar* ile kullanılabilir olan

bilgi parçalarıdır.

Öğrenme nesnelere, içeriklerin uzun ömürlü, tekrar kullanılabilir, pratik, kolay erişilebilir ve diğer içeriklerle birleştirilebilir yapıda olmalarını sağlamaktadır. Bu katkılar, öğrenme sürecini geliştirdiği gibi maliyetleri de düşürmektedir.

Literatürde öğrenme nesnesi kavramını açıklarken kullanılan genel özellikler (McGreal and Roberts, 2001; Hodgins, 2006; Wiley, 2000) şöyledir:

- Yeniden Kullanılabilirlik (Reusability): Öğrenme nesneleri bir kez oluşturulduktan sonra farklı amaçlarla, farklı ortam ve bağlamlarda defalarca kullanılabilir.
- Erişilebilirlik (Accessibility): Öğrenme nesneleri tanımlayıcı bilgiler içerdiğinden kolayca aranıp bulunabilmekte ve ulaşılabilir.
- Ortamlar Arası Kullanılabilirlik (Interoperability): Öğrenme nesneleri farklı sistemler arasında çalışabilir. Bir sistemden tamamen farklı bir sisteme aktarımı ve kullanımı, platform bağımsız olmasını ifade etmektedir.
- Uyarlanabilirlik (Adaptability): Öğrenme nesneleri öğrenenlerin ihtiyaçlarına ve farklı durumlara göre özelleştirilebilirler. Bu özellik, öğrenme nesnesinin öğrenenin öğrenme stili ve ihtiyaçlarına göre kişiselleştirilebilmesini sağlamaktadır.
- Süreklilik (Durability): Öğrenme nesnelерinin platform bağımsız yapısı sayesinde, teknolojiye de değişimler için tekrar tasarım veya güncelleme yapılmasına gerek kalmamaktadır.
- Düşük Maliyetli Olması (Affordability): Öğrenme nesnelерinin tekrar kullanılabilir olmaları, içerik oluşturucuların maliyetlerini azalttığından, bu durum içeriklerin ucuz veya ücretsiz olmalarını sağlamaktadır. Ayrıca öğrenme etkinliğini artırırken maliyet ve zamandan tasarruf sağlamaktadır.
- Değerlendirebilirlik (Assessability): Öğrenme nesneleri pedagojik etkinlik, maliyet ve kullanılabilirlik açısından değerlendirilebilir.
- Modülerlik (Granularity): Öğrenme nesneleri nesneye dayalı yazılım paradigmasından esinlenerek geliştirilmiştir. Bu sebeple modüler bir yapıya sahiptirler. Özel amaçlar için birleştirilerek yeni içerikler oluşturulabilir. Hodgins (Hodgins, 2006) bu özellikleri itibarıyla öğrenme nesnelерini legolara benzetmiştir.
- Keşfedilebilirlik (Discoverability): Basit arama yöntemleri ile kolayca bulunabilirler.
- Birbiri ile Değiştirilebilme (Interchangeability): Öğrenme nesnelерinde bir bileşen bir başkasıyla değiştirilebilir.
- Yönetilebilirlik (Manageability): Öğrenme nesnelерini oluşturan bileşenlerin bulunabilir, eklenebilir, değiştirilebilir veya birleştirilebilir yapısı ile öğrenme nesneleri yönetilebilir şekildedir.

- Üretilirlik (Generativity): Öğrenme nesneleri öğrenen ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde otomatik olarak birleştirilebilmektedir. Böylece yeni içerikler üretilebilmektedir.
- Esneklik (Reliability): Öğrenme nesneleri ihtiyaca göre çok amaçlı kullanılabilmesine yönelik tasarlanmaktadır. Farklı amaç ve konular için esneklik sağlayacak yeteneklere sahiptir.

Öğrenme nesnesi olarak kısa bir video film, flash animasyon, ses veya görüntü dosyası, bilgisayar simülasyonu, kitap bölümü, web sayfası gibi örnekler verilebilir. Geleneksel olarak, eğitimle ilgili içerik birkaç saatlik süreden oluşur. Öğrenme nesneleri ise süreleri 2 dakika ile 15 dakika arasında değişen çok daha küçük birimlerdir (Beck, 2010).

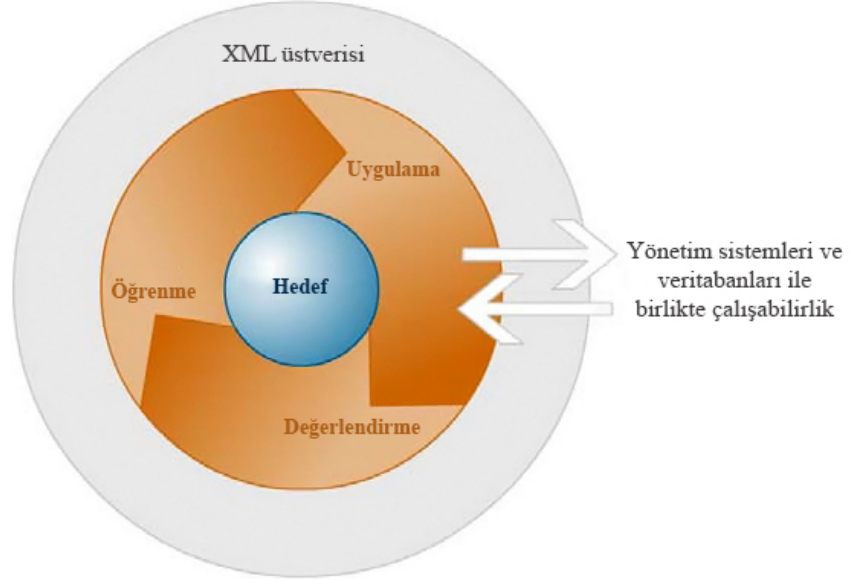
Bir öğrenme nesnesi tüm bir ders için gerekli tüm materyaller yerine, tek bir konu veya ders başlığı için gerekli materyalleri sağlamaktadır. Kendi varlıklarını sürdürebilecek kadar kaynak ve içeriğe sahip olmalıdır; fakat bu içeriğin ve kaynağın başka bir derste kullanılmayacak kadar kısıtlı olması da gerekir (Wiley, 2000). Bu bağlamda bir öğrenme nesnesinin granülerliği alt başlıklardan başlıklara ve konulara doğru genişleyebilmektedir (Pukkhem, 2013).

Alfredo Sanchez ve arkadaşlarına göre (Alfredo Sanchez et al., 2015) öğrenme nesneleri, içerikleri uygun yapısalılıkta ve modülerlikte temsil etmektedirler. Çizelge 2.1' de öğrenme nesnesinin bileşenleri olarak, öğrenme hedefi, yeterlilik/beceri, önkoşul, içerik, uygulama ve değerlendirme kavramları tanımlanmıştır.

Çizelge 2.1. Öğrenme nesnesi bileşenleri (AlfredoSanchez et al., 2015).

Bileşen	Tanımı
Öğrenme Hedefi	Öğrenme nesnesinin kullanımından sonra varılacak eğitimsel amaçlardır.
Yeterlilik/Beceri	Öğrenme nesnesi ile etkileşime geçildikten sonra kazanılacak yetenek, durum ve değerlerdir.
Önkoşul	Bir öğrenme nesnesinden faydalanabilmek için öğrenenin önceden kazanmış olduğu tecrübe ve bilgi birikimidir.
İçerik	Kaynaklarla ilgili sıralama ve gezinme bilgilerini de içeren, öğrenme nesnesini oluşturan dijital kaynaklardır.
Uygulama	Öğrenme nesnesiyle etkileşimi boyunca öğrenenin yerine getirmesi gereken görevlerdir.
Değerlendirme	Öğrenme nesnesiyle etkileşimden sonra kazanılan bilginin ölçümü için tasarlanmış mekanizmadır.

Öğrenme nesnelerini farklı amaç ve ortamlarla kullanabilmek için, bu nesnelerin bilgisayarlar tarafından tanınması ve onları tanımlayan açıklayıcı bilgiler ile sarmalanmış olması gerekmektedir. Bu işlem, tanımlayıcı bilgi ile, yani üstveri ile sağlanmaktadır. Üstveriyi kütüphanelerdeki kataloglara veya bir çorbanın içindekiler listesine benzetebiliriz (Wiley, 2000). Kütüphanelerdeki kataloglar, kitaplar veya belgelere kolayca ulaşılmasını ve onların tanınmasını sağlayan birer üstveri koleksiyonudur. Öğrenme nesnelerinin üstverisi, öğrenme nesnesinin nerede ve nasıl kullanılacağına karar vermede tasarımcılara yardım eden bir açıklamadır. Bu bağlamda bir öğrenme nesnesi, kendi verisi ve üstverisi olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Öğrenme nesnesinin yapısı (Johnson, 2003).

Öğrenme nesnesinin üstverisi haricindeki kendi verisi, öğrenme hedefi, öğrenme içeriği, uygulama ve değerlendirmeden oluşmaktadır. Üstveri ile sarmalanması sayesinde, farklı sistemler arasında kullanılabilirliği sağlanmaktadır.

Öğrenme nesnelere ile ilgili belli başlı üstveri standartları bulunmaktadır:

- IEEE LOM (IEEE, 2002)
- Dublin Core Metadata (DCMI, 1990)
- SCORM (ADL, 2009)

IEEE Öğrenme Teknoloji Standartları Komitesi (IEEE LTSC) tarafından geliştirilen IEEE Öğrenme Nesnesi Üstverisi (*Learning Object Metadata - LOM*) ve Dublin Core Üstveri Girişimi (Dublin Core Metadata Initiative) tarafından geliştirilen Dublin Core Üstverisi (*Dublin Core Metadata - DC*) standartları yaygın olarak öğrenme nesnelerinin üstveri modellemesinde kullanılmaktadır.

DC standardı genel olarak kütüphanelerde, yayınlarda ve devlet kurumlarında kullanılmaya yönelik geliştirilmiştir. Kaynak tanımlama için özellikler kümesi (*dc:Title, dc:Description, dc:Publisher, dc:Type, dc:Subject, dc:Date* vb.) sağlamaktadır. LOM standardı Paylaşılabilir İçerik Nesnesi Referans Modeli (*Sharable Content Object Reference Model - SCORM*) standardının yanı sıra DC

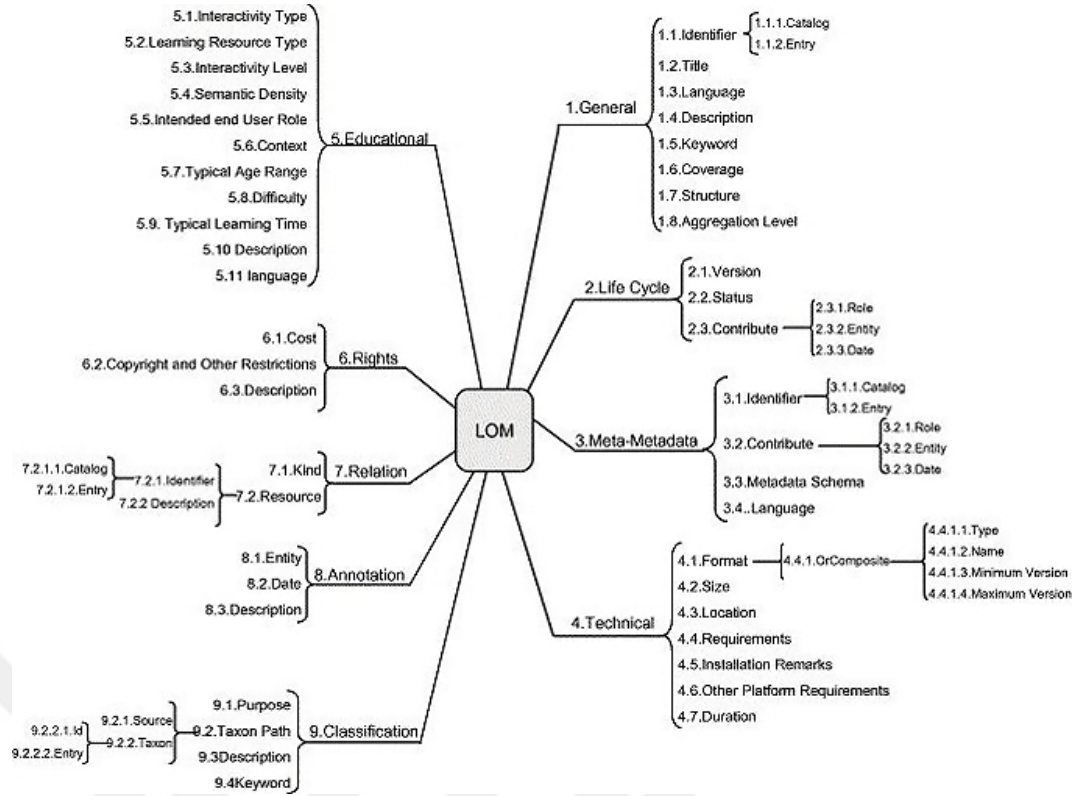
standardı ile de eşlemeler içermektedir. Örneğin LOM altında genel kategorisindeki *title* ve *description*, DC altındaki *dc:Title* ve *dc:Description* ile eşlenebilmektedir (IEEE, 2002).

LOM, öğrenme nesnelarını tanımlamada kullanılan temel standarttır. Öğrenme içeriklerini tanımlamak ve sınıflandırmak için geniş bir üstveri seti sunmaktadır. Dokuz ana kategoride gruplanan veri elemanları (Çizelge 2.2) ile bu üstveri seti, öğrenme nesnelarının tanımlanması ve genişletilmesi için destek sağlamaktadır (IEEE, 2002).

Çizelge 2.2. IEEE Öğrenme Nesnesi Üstverisi'ndeki ana kategoriler.

Kategori Adı	Tanımı
Genel (General)	Öğrenme nesnesi hakkındaki genel tanımlayıcı bilgiler
Yaşam Döngüsü (Life Cycle)	Öğrenme nesnesinin geçmişi ve o anki durumu ile ilgili özellikler
Üst-Üstveri (Meta-Metadara)	Öğrenme nesnesi üstverisinin kendisi hakkındaki bilgiler
Teknik (Technical)	Öğrenme nesnesinin teknik gereksinimleri ve karakteristik bilgileri
Eğitsel (Educational)	Öğrenme nesnesinin eğitsel ve pedagojik özellikleri hakkında bilgiler
Haklar (Rights)	Öğrenme nesnesinin kullanım hak ve koşulları hakkında bilgiler
İlişki (Relation)	Öğrenme nesnesi ile diğer öğrenme nesnelari arasındaki ilişkiler hakkındaki bilgiler
Yorum (Annotation)	Öğrenme nesnesinin kullanımı hakkında bilgi ve yorumlar
Sınıflandırma (Classification)	Öğrenme nesnesinin özel sınıflandırma sistemi içerisindeki yeri

LOM standardının kategori ve alt kategorileri Şekil 2.3' de ayrıntılı bir şekilde gösterilmiştir.



Şekil 2.3. IEEE Öğrenme Nesnesi Üstverisi şeması (IMS Global Learning Consortium, 2006).

Öğrenme nesnelerinin farklı işletim sistemi, farklı öğrenme yönetim sistemi gibi heterojen platformlar için implementasyonu sorun teşkil etmekteydi. Bu nedenle bazı uzmanlar öğrenme materyallerinin üretimi ve geliştirimi için SCORM adını verdikleri bir standart oluşturmuşlardır (Ramadhanie et al., 2009).

SCORM, e-öğrenme alanı için ADL (The Advanced Distributed Learning Initiative)¹ öncülüğünde geliştirilen bir standartlar ve belirtiler bütünüdür. SCORM' un ilk sürümü 2000 yılında 1.0 olarak yayınlanmış, daha sonra bunu 1.1 ve 1.2 sürümleri izlemiştir. En son sürümü 2009 yılında SCORM 2004 V.4 olarak yayınlanmıştır.

SCORM, bir e-öğrenme yazılımının dayanıklı, yeniden kullanılabilir, diğer yazılımlar ile birlikte çalışabilir, ulaşılabilir ve taşınabilir olması için geliştirilen standartlardan uyarlanarak geliştirilmiş bir modeldir. Öğrenme içeriklerini, içeriklerin organizasyonunu ve öğrenme yönetim sistemleri ile nasıl etkileşime gireceğini tanımlamaktadır.

¹ADL, <https://adlnet.gov/>, Erişim Tarihi: 13 Mayıs 2019

SCORM, öğrenme içeriklerinin farklı eğitim yazılımlarında çalışması için, içerik yönetiminde bir iskelet oluşturmaktadır. SCORM, öğrenme içeriğinin yayınlanması, öğrenim sürecinin takibi, içerikte kullanılan materyallerin ne sıra ile verileceğini belirlemekte, öğrenen hakkında rapor tutmaktadır. SCORM paketi halinde hazırlanmış bir öğrenme içeriği, SCORM kullanan her platformda aynı şekilde çalışmakta ve aynı sonuçları vermektedir. SCORM, içeriğin bir öğrenme yönetim sisteminden diğerine taşınabilirliğini, farklı derslerde kullanılabilirliğini, aranabilir ve ulaşılabilir olmasını sağlamıştır.

SCORM, temelde üç bileşenden oluşmaktadır (ADL, 2009):

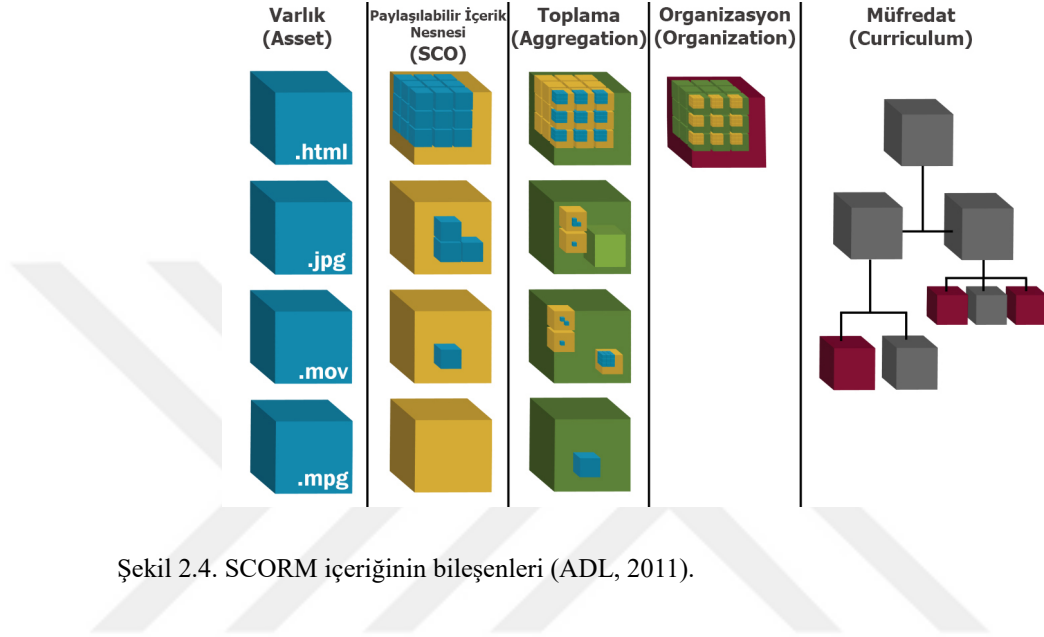
- İçerik Toplama Modeli (Content Aggregation Model - CAM): İçerik toplama modeli, içeriğin paketlenmesi ve bir öğrenme yönetim sistemine nasıl aktarılması gerektiğini belirleyen standartlar bütünüdür.
- Çalışma Zamanı Ortamı (Run-Time Environment - RTE): Öğrenme yönetim sisteminin paylaşılabilir bir içerik nesnesini nasıl çalıştıracağını ve çalıştırırken nasıl iletişim kuracağını tanımlar.
- Sıralama ve Dolaşım (Sequencing and Navigation - SN): Ders içeriğinin organizasyonunu sağlar. İçeriğin ne sıra ile verileceğini belirler. Böylelikle bir aktivite ağacı oluşturur. İçeriğin takibi bu ağacın yapısına göre olur.

İçerik toplama modeli, içerik modeli, üstveri ve içerik paketi olmak üzere üç bileşenden oluşmaktadır. Burada içeriğin yapısı ile ilgili olan içerik modeli dört ana bileşeni içermektedir:

- Varlık (Asset): Text, resim, grafik, ses, video gibi formlarda bulunan, öğrenme nesnesinin atomik parçasıdır.
- Paylaşılabilir İçerik Nesneleri (Shared Content Objects - SCO): Birkaç varlığın kombinasyonudur (Paragraf, tablo, sonuç, liste vb.). Paylaşılabilir içerik nesnesi, öğrenme yönetim sistemleri ile etkileşime geçebilen en küçük SCORM yapısıdır.
- İçerik Toplama (Content Aggregation - CA): Ders, bölüm, modül gibi bir öğrenme ünitesinde kaynakların toplanmasında kullanılan içerik yapısıdır. İlgili aktivitelerin koleksiyonudur. Paylaşılabilir içerik nesnelere veya diğer içerik toplamlarını içerebilmektedir.

- İçerik Organizasyonu (Content Organization - CO): Varlıkların ve paylaşılabılır içerik nesnelerinin bir araya getirilerek organizasyonunu sağlamaktadır. İçeriğin sunumu ile ilgili yol haritası görevi görmektedir.

Şekil 2.4' de görüldüğü üzere, varlıklardan bir ders müfredatının oluşturulmasına kadar tüm aşamalarda bu bileşenler adım adım yer almaktadır.



Şekil 2.4. SCORM içeriğinin bileşenleri (ADL, 2011).

SCORM öğrenme içeriklerini, varlık ve paylaşılabılır içerik nesnelerinden oluşan içerik modeli ve üstverilerini içeren içerik paketleri olarak organize etmektedir. Bu içerik paketleri SCORM uyumlu herhangi bir öğrenme yönetim sisteminde kullanılabilir.

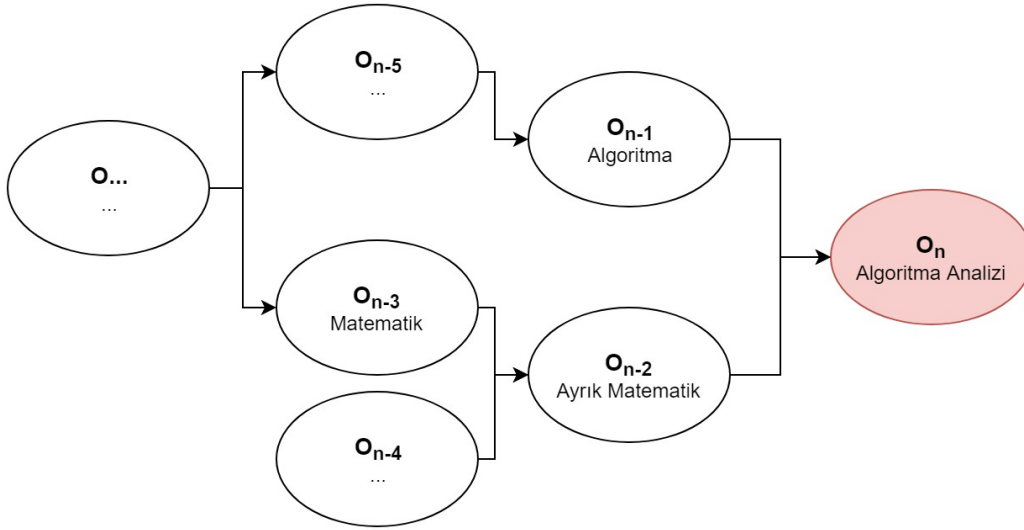
ADL, SCORM' un sonraki sürümü olarak 2010 yılında Tin Can projesini başlatmış, takip eden yıllarda projenin adı Experience API (xAPI)² olarak güncellenmiştir. xAPI, platformlarda öğrenme deneyimi verilerinin kaydedilmesi, saklanması ve alınması için çok basit bir çözüm sunmaktadır. Öğrenme etkinlik akışından gelen bildirimleri tutarlı bir biçimde yakalamakta ve bunları saklamaktadır.

²Experience API (xAPI), <https://www.adlnet.gov/experience-api>, Erişim Tarihi: 13 Mayıs 2019

2.2 Öğrenme Patikası Kavramı

Öğrenme nesnelerinin içeriğinde önkoşul (*prerequisite*) bileşeni bulunmaktadır (Bkz. Çizelge 2.1). Önkoşul, ilgili öğrenme nesnesi ele alınmadan önce öğrenilmesi gereken diğer öğrenme içeriklerine işaret etmektedir. Önkoşul, yani gerekli bilgi birikimi sağlanamadan ilgili öğrenme nesnesi ile etkileşime geçilememektedir.

Öğrenenin öğrenme hedefini yerine getirebilmesi için gerekli olan hedef içeriğin tüm önkoşullarını ve bu önkoşul içeriklerin de yinelemeli bir şekilde tüm önkoşullarını içeren rotaya Öğrenme Patikası (*Learning Pathway - LP*) denilmektedir. Önkoşul içerikler ve hedef öğrenme içeriği, patikanın düğümlerini oluşturmaktadır. Örneğin bir öğrenenin *algoritma analizi* konusunu öğrenmek istediğini düşünelim. Hedef öğrenme nesnesi olarak bu içeriğe O_n diyelim. Bu içeriğe başlamadan önce öğrenenden *algoritma* ve *ayrık matematik* konularını biliyor olması beklensin. Bunlara da sırasıyla, O_{n-1} ve O_{n-2} diyelim. Elbette bu içeriklerin de önkoşulları olacaktır. Öyleyse bu patikayı Şekil 2.5’ de görüldüğü üzere bir çizge olarak ifade edebilmekteyiz.



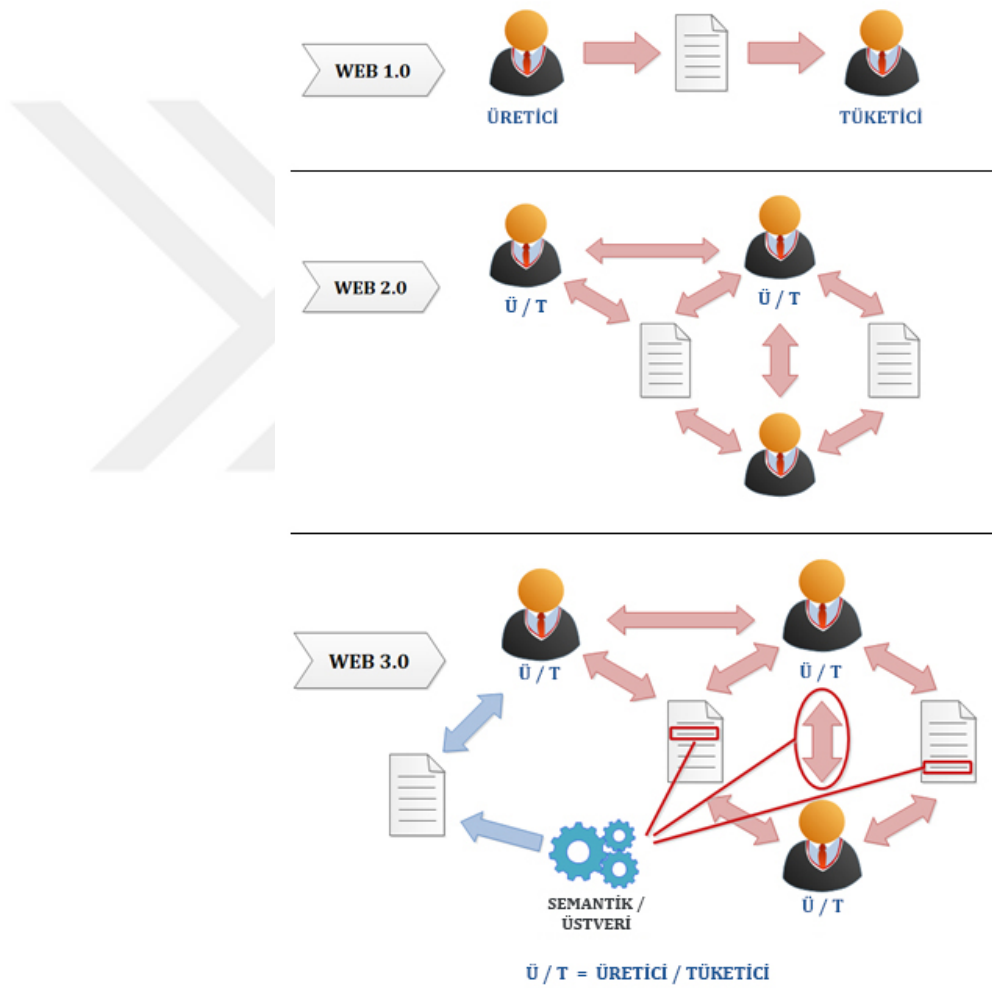
Şekil 2.5. Örnek öğrenme patikası.

Yukarıdaki şekilde, öğrenenin *ayrık matematik* içeriğini daha önceden başarıyla sonuçlandırıldığını varsayalım. Bu durumda çizgede sadece *algoritma* ve önkoşullarının yer aldığı dallanma, patikanın parçası olarak kalırken diğer dallanma budanmaktadır.

3. SOSYAL AĞ

3.1 Webin Gelişimi

Askeri savunma projesi olarak başlayan, daha sonra internet teknolojisinin temelini oluşturan ARPANET¹ (Advanced Research Projects Agency Network) projesi, web teknolojisi için altyapı oluşturmuştur. Bu altyapı üzerinde işlem gören web teknolojisi, 1989 yılında, Tim Berners-Lee'nin HTML dilini geliştirmesi ile ortaya çıkmıştır. Zamanla gelişen web teknolojisi, büyük değişimler geçirdiği süreçlerde Web 1.0, Web 2.0, Web 3.0 gibi versiyon isimleri almıştır.



Şekil 3.1. Webin gelişimi (WordPress, 2019).

Web 1.0' da kullanıcılar, sadece okuyucu ve bilgiyi alan taraf, yani tüketici konumundaydı. Üretici konumdaki web sitesi sahiplerinin sağladığı içerikler, kullanıcılar tarafından değiştirilememekteydi. Bu nedenle Web 1.0 literatürde statik

¹ARPANET, <https://en.wikipedia.org/wiki/ARPANET>, Erişim Tarihi: 10 Mayıs 2019

web olarak geçmektedir. Etkileşim, üreticiden tüketiciye tek yönlüydü. Ayrıca web siteleri tasarım ve içerik bakımından yetersiz kalmaktaydılar.

Web 1.0'da yaşanan sorunlardan dolayı, Web 2.0 teknolojisi doğmuştur. Web 2.0 ile birlikte insan etkileşimleri web teknolojisine dâhil edilmiş ve sosyal web ortaya çıkmıştır. Kullanıcılar ortaklaşa içerikler oluşturmaya ve bu içerikleri diğer kullanıcılarla paylaşmaya başlamışlardır. Kullanıcılar, Web 2.0 ile birlikte hem üretici, hem de tüketici rolüne sahip olmuştur. Blog, wiki, podcast gibi paylaşım ortamları ve uygulamaları ortaya çıkmıştır. Web siteleri tasarım yönünden büyük ilerlemeler katetmiş ve daha estetik, daha sade ve göze hitap eden, kullanıcı dostu arayüzler geliştirilmiştir. Web sitelerinin etkileşim performansları artmış ve daha kısa yanıt sürelerinde içerikleri kullanıcıya sunmaya başlamışlardır.

Web 2.0 ile birlikte, kullanıcıların üretici ve tüketici rollerini aynı anda üstlenmeleri ve kontrol mekanizmalarının yetersiz kalmasıyla, web üzerindeki veriler, yapısallıktan uzaklaşmış ve olağanüstü boyutlara ulaşmıştır. Veri boyutunun artmasında, etkileşim ve paylaşımların katkısı göz ardı edilemez düzeydedir. Artan bu veri boyutuna ve düzensizliğe çare olarak Web 3.0 geliştirilmiştir.

Web 1.0 içerik merkezli, Web 2.0 ise kişi merkezli yapı sunmaktaydı. Web 3.0 ile birlikte kontrolün ve sorumlulukların kısmen insanlardan cihazlara aktarıldığı, makine merkezli bir yapı oluşmuştur. Web 3.0'da bilgiler ve bunların birbirleriyle ilişkileri, insanlar kadar makineler tarafından da anlaşılabilir. Bu durum, içeriklerin daha yapısal formlarda tutulması ve içeriklere anlamsallık kazandırılması sayesinde sağlanabilmiştir. Yazılım etmenleri, anlamsal web ve yapay zeka teknolojilerini kullanarak, içerikleri anlayıp işleyebilmekte ve anlamlı çıkarsamalar üreterek insan hayatını kolaylaştırmaktadır.

3.2 Sosyal Ağ Tanımı

Web 2.0'dan bu yana web, tek yönlü statik yayın aracı olmaktan öteye geçmiş ve kullanıcıların karşılıklı etkileşim ve iletişim kurabildikleri bir platform haline dönüşmüştür. Günlük hayattaki sosyal ilişkiler web ortamına taşınmıştır. Sanal ortamın verdiği iletişim kurabilme rahatlığı, içine kapanık, asosyal diyebileceğimiz kişileri bile web üzerinden sosyalleşme konusunda cesaretlendirmiştir. Bir hayli büyüyen ve gelişen bu ağ, hem ticari, hem de akademik alanlarda önemli bir araştırma alanı olan "sosyal ağ" kavramına evrilmiştir.

Sosyal ağ, ilişkiler kümesi ile birbirine bağlı bireyler kümesidir (Ellison et al., 2009; Puustjärvi and Puustjärvi, 2017). Bir sosyal ağ, matematiksel olarak, V bireyler kümesi, $E \subseteq V \times V$ ilişkiler kümesi olmak üzere, $G = (V, E)$ çizgesi olarak temsil edilebilir. $e \in E$ tek bir ilişkiyi (örneğin "John Peter'ı tanıyor") veya birden fazla ilişkiyi bir arada (örneğin "John Peter'ı tanıyor ve Peter ile aynı zevklere sahip") ifade edebilir (Hanneman and Riddle, 2005; Cuéllar et al., 2011).

Sosyal ağların gelişmesiyle mail gruplarının, sohbet uygulamalarının ve diğer iletişim yöntemlerinin kullanımları yaygınlaşmış, Facebook², Twitter³ gibi ana odak noktası sosyal ağ olan yeni iletişim mecraları ortaya çıkmıştır. Bu ortamlardaki birey ve etkileşim sayılarının inanılmaz derecelere ulaşması, özellikle pazarlama, iletişim ve habercilik, halkla ilişkiler gibi ticari önem arz eden iş kollarının ilgisini sosyal ağlara çekmiştir. Bu durum sosyal ağ analizi (Sellami et al., 2014; Khaled et al., 2018) olarak tanımlanan ve sosyal ağlardaki büyük veriyi yapısal bir forma sokarak üzerinde çeşitli veri analiz yöntemlerini (veri madenciliği, yapay zeka, öneri sistemleri vb.) uygulamaya dayanan çalışmaların önemini artırmıştır.

²Facebook, <https://www.facebook.com/>, Erişim Tarihi: 10 Mayıs 2019

³Twitter, <https://twitter.com/>, Erişim Tarihi: 10 Mayıs 2019

4. ANLAMSAL WEB

Web 2.0 ile birlikte gelen yenilikler, beraberinde kimi sorunları da getirmiştir. Artan etkileşimlere paralel olarak bilgi yoğunluğunda da bir artış olmuştur. Benzer verilerin tekrar tekrar paylaşılması, adeta bilgi çöplüğü oluşmasına neden olmuştur. Böyle bir ortamda yararlı ve doğru bilgiye ulaşmak, her zamankinden daha zor bir hâl almaktadır. Bu sorunların üstesinden gelmek için yeni nesil webe ihtiyaç duyulmuştur.

Web 3.0 teknolojisi, anlamsal web kavramını hayatımıza sokmuştur. Anlamsal web, işbirliği yapan çalışma topluluklarının ortaya koyduğu standartlar üzerine kurulu ve yardımcı teknolojiler ile desteklenen bir oluşumdur. Anlamsal web, başka bir web olmayıp var olan webin uzantısıdır (Berners-Lee et al., 2001).

Web 2.0, insanların tüketimine yönelik oluşturulmuş içeriklerden oluşmaktaydı. Bu durumda günümüzün en büyük yardımcı unsurları makineler ve bilgisayarlar, bu içerikleri anlayamadıkları için bilgiyi işleyemiyorlardı. Anlamsal web, getirdiği standart ve yenilikler ile makine ve bilgisayarların anlayabilecekleri, birbirleri arasında paylaşım yapabilecekleri ve bu işlemleri herhangi bir kontrol mekanizmasına ihtiyaç duymadan yapabilecekleri bir ortam sunmuştur. Anlamsal webin fikir babalarından olan Tim Berners-Lee görüşünü şöyle anlatmıştır (Berners-Lee and Fischetti, 2000):

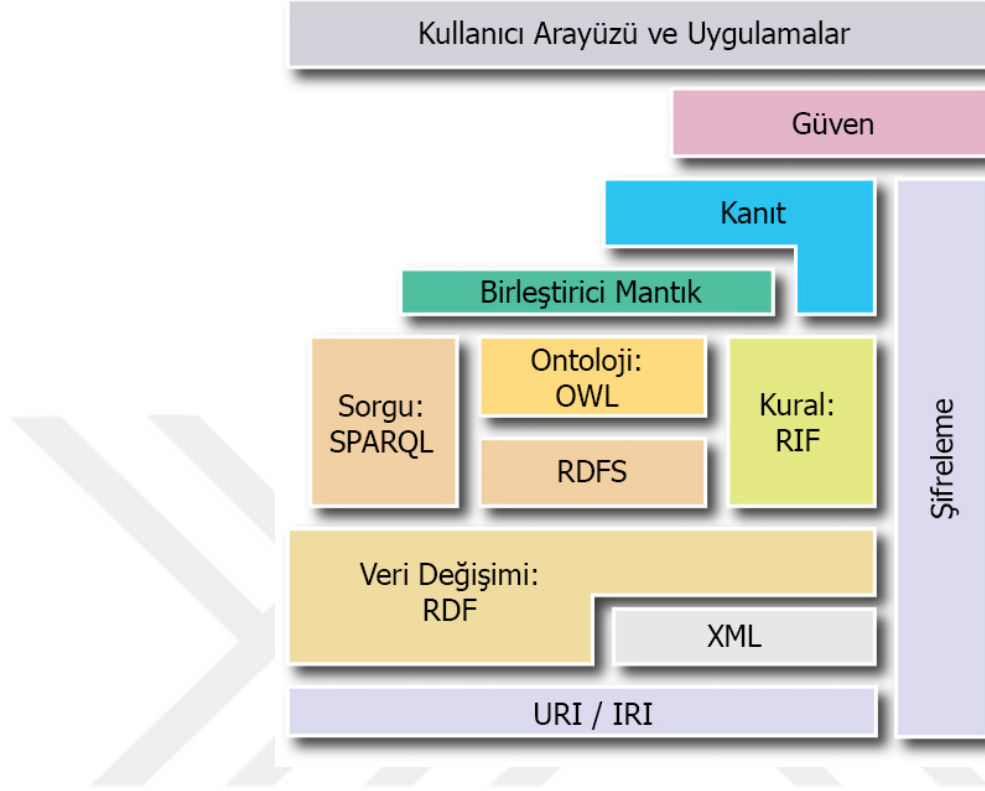
"Web için bir hayalim var, öyle ki bilgisayarlar web üzerindeki bütün veriyi, içerikler, linkler ve insanlarla bilgisayarlar arasındaki bütün işlemler gibi, analiz etmeye muktedir olacaklar. Henüz ortaya çıkmamış olsa da, ortaya çıktığı zaman anlamsal web ticaretin günlük mekanizmaları, bürokrasi ve günlük yaşamlarımız birbiri ile konuşan makineler tarafından yürütülecek. İnsanlığın asırlardır konuşup durduğu 'akıllı ajanlar' nihayet gerçekleşecek."

Anlamsal web, bilgisayarların bilgiyi kullanıcı bağlamına uygun, doğru ve faydalı şekilde ele alma kabiliyetini artırmıştır (Ramadhanie et al., 2009). İçeriklerin bilgisayar ve makineler tarafından işlenebilmesi ve anlamlandırılabilmesi için verinin yapısal formatta tutulmasını sağlamaktadır. Bu yapısallık, verinin kendisi ve veriye anlamsallık katan üst verilerden oluşmaktadır.

Anlamsal web, W3C¹ örgütü tarafından sunulan Uniform Resource Identifier (URI), Internationalized Resource Identifier (IRI), Hypertext Markup Language (HTML), Extensible Markup Language (XML), Resource Description Framework

¹W3C, https://en.wikipedia.org/wiki/World_Wide_Web_Consortium, Erişim Tarihi:10 Mayıs 2019

(RDF), Resource Description Framework Schema (RDFS), Web Ontology Language (OWL), Rule Interchange Format (RIF) ve SPARQL Protocol and RDF Query Language (SPARQL) gibi protokol ve standartları esas almaktadır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Anlamsal web katmanları (W3C, 2013).

Anlamsal web üzerinde, URI, kaynakların ve kavramların benzersiz tanımlanmasını, IRI ise uluslararası karakter setlerinin kullanımını sağlamaktadır. XML, makineler tarafından okunup işlenebilen belgelerin oluşturulması ve bu belgelerin platform bağımsız dağıtımı için geliştirilmiş bir standarttır. RDF, üstveri/kavram tanımlama ve işlemede kullanılan XML tabanlı modeldir. RDFS, RDF kaynaklarının özelliklerini, sınıflarını ve bu sınıflar arasındaki ilişkilerini ifade etmede kullanılan terminolojiyi oluşturan, genişletilebilir bilgi sunum dilidir. OWL, RDFS dilini temel alan, daha karmaşık ve zengin ilişkilerin ifade edilmesini sağlayarak ontoloji geliştirmede kullanılan popüler bir dildir. SPARQL ise, RDF sorgu dili ve protokolüdür.

4.1 Ontoloji Kavramı

Felsefe biliminde ontolojiler, varlık doğasını araştıran ve inceleyen kuram olarak ele alınmaktadır. Bilgisayar bilimlerinde ise ontolojiler, insanlar ve uygulama sistemleri arasında iletişim kurabilecek bazı alanların ortak ve paylaşılan anlamı olarak ifade edilmektedir (Gruber, 1995). Ontolojiler, varlıkların kavramsallaştırılarak bilgi temsilinde kullanımını sağlamaktadır. Belirli bir alan (*domain*) için bilgilerin temsilinin yapılması istendiğinde, alana özgü nesnelere kümesi ve nesnelere arasındaki ilişkiler, tıpkı normal bir cümle kurar gibi ifade edilirler (Gruber, 1993).

Ontolojiler belirli bir alanın ortak, paylaşılabilir anlamının formal yapılarıdır. Kavramları, özellikleri ve ilişkileri kullanarak alanı modeller ve özelleştirirler (Al-yahya et al., 2015).

Ontolojilerin bir alandaki varlıkları, varlıklar arasındaki ilişkileri ve ilişki tanımlarını içermesi, o alan için ortak kelime dağarcığı olarak kullanılmasını sağlamaktadır. Bu ortak yapının elbette bazı yetenekleri olmalıdır. Ontolojiler;

- İnsanlar ve makineler için yapısal bilgi paylaşımını,
- Tekrar kullanılabilirliği,
- Alan bilgisi üzerinde çıkarsama ve analiz yapılabilmesini,
- Alan bilgisi ve yapısının genişletilebilmesini ve entegrasyonunu

sağlamalıdır.

Daconta ve arkadaşlarına (C. Daconta et al., 2003; Ramadhanie et al., 2009) göre, bir ontoloji bazı bileşenlerle temsil edilmektedir:

- Sınıf (*class*) veya konseptlerle -ilgili alandaki genel şeyler-.
- Nesne (*instance*) veya bireylerle –belirli şeyler-.
- Şeylerin özellik (*property*) ve değerleriyle.
- Şeylerin kısıt (*constraint*) ve kurallarıyla.
- Şeyler arasındaki ilişkilerle (*relationship*).

- Şeyleri içeren fonksiyon (*function*) ve işlemlerle.

Ontolojiler, tekrar kullanılabilir yapıları nedeniyle, veri tekrarının önüne geçerler. Bu özelliği ve yapısallığı, bilgi getirim sistemleri, yapay zeka, öneri sistemleri, doğal dil işleme, makine öğrenmesi, bilgi yönetimi, veri madenciliği gibi günümüz popüler araştırma alanlarında kullanılmalarını sağlamaktadır.

4.2 Anlamsal Sosyal Ağ

Anlamsal web teknolojilerinin sosyal ağlara uygulanması sonucu, anlamsal sosyal ağ kavramı ortaya çıkmıştır (Eretero et al., 2009; Puustjärvi and Puustjärvi, 2017). Bu entegrasyon, sosyal ağlar üzerindeki veri tekrarları ve verilerin belirli bir yapısallıkta olmamasından dolayı ihtiyaç olarak görülmüştür. Böylece normalde sosyal ağ üzerinde yazılım etmenleri için okunabilir-işlenebilir ve yapısal veri son derece kısıtlı iken, bu entegrasyon bu durumu ortadan kaldırmıştır.

Anlamsal sosyal ağlar üzerinde, bilgi getirmesi ve filtrelemesi, veri hareketlerinin takibi, çıkarsama mekanizmaları gibi işlemler sayesinde istenen verilere daha ölçeklenebilir, daha doğru ve daha hızlı bir şekilde erişilebilmektedir.

4.2.1 Anlamsal sosyal ağ ontolojileri

Anlamsal sosyal ağlarda farklı amaçlarla geliştirilmiş, son derece kullanışlı ontolojiler kullanılmaktadır. Hatta bu ontolojilerin kullanımları, arama motorları sonuçlarında web sayfalarının daha üst sıralarda gösterimini sağlayan arama motoru optimizasyonu (*Search Engine Optimization - SEO*) yöntemlerinde değerlendirilmektedirler. Çok kullanılan bu ontolojilerden bazıları şunlardır:

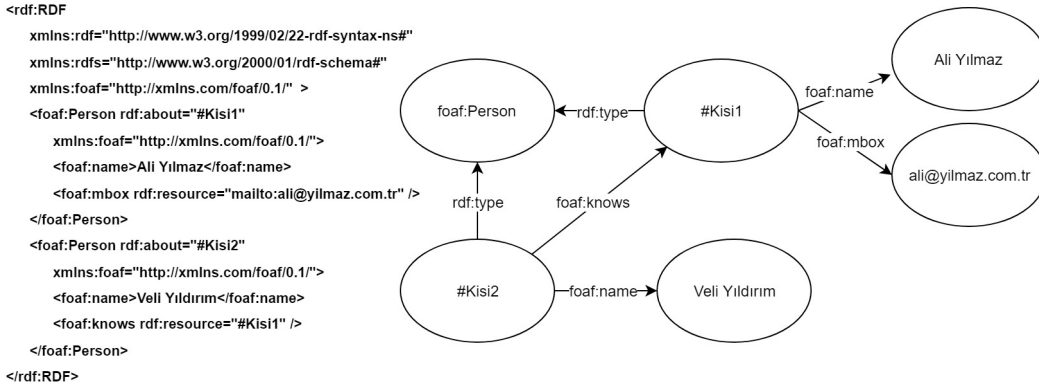
- Friend of a Friend (FOAF)²
- Semantically Interlinked Online Communities (SIOC)³
- vCard⁴

²FOAF, <http://xmlns.com/foaf/spec/>, Erişim Tarihi:12 Mayıs 2019

³SIOC, <http://rdfs.org/sioc/spec/>, Erişim Tarihi:12 Mayıs 2019

⁴vCard, <https://www.w3.org/Submission/vcard-rdf/>, Erişim Tarihi:12 Mayıs 2019

FOAF ontolojisi, sosyal medyada ve topluluklarda kişileri, kişilerin aktiviteleri ve diğer kişilerle olan ilişkilerini tanımlamak için kullanılmaktadır. FOAF ontolojisi, sosyal ağ üzerinde, kişiler ve her türlü veri (fiziksel, dijital, formal, informal vb.) arasında köprü kurmaktadır. Üç çeşit ağı bütünleştirmektedir: sosyal ağlar, temsili ağlar ve bilgi ağları. Temelde kişi, sosyallik ve ilişki kavramları üzerine kuruludur. Şekil 4.2' de FOAF ontolojisi için bir örnek gösterilmektedir.



Şekil 4.2. FOAF ontolojisi örneği.

SIOC ontolojisi, forum, blog gibi çevrimiçi topluluklarda post, yanıt, yorum, başlık gibi ürünlerin tanımını yapmada kullanılmaktadır. Topluluklarda FOAF ontolojisi kişileri temsil ederken, SIOC ontolojisi ise topluluğun hizmetlerini temsil etmektedir.

vCard ontolojisi, kişilerin telefon numarası, mail adresi, adresi gibi iletişim biçim ve kavramlarını içermektedir. Bir açıdan telefon defteri veya fihristi gibi düşünebiliriz.

5. ÖNERİ SİSTEMLERİ

İnsanoğlu var olduğu günden itibaren ihtiyaçlarının temininde her zaman birilerine danışmayı ve fikir almayı tercih etmiştir. Bu davranış şekli, genlerimize işlemiş olan kendimizi koruma eğiliminden kaynaklanmaktadır. Bir alışveriş yaparken bize en uygun (gerek maliyet, gerek özellik, gerekse her ikisi açısından) ürünleri almak isteriz. Bunu yaparken görüş/tecrübe sahibi değilsek veya kendimizi yeterli görmüyorsak, bir veya birden fazla kişiden görüşlerini aktarmasını isteriz. Bu fikir ve tecrübeleri kendi süzgecimizden geçirerek bir karar vermeye çalışırız.

Hızla gelişen internet ile birlikte birçok alışveriş sisteminin evrimii kanallar üzerinden yürütölmesi, tüketimi körükleyen etken olmuştur. Bu durum internetteki veri ve ürün miktarını artırırken, kullanıcılara daha fazla hizmet ve/veya ürün sunulmasının artık bir gereklilik olmasına yol açmıştır.

Çevrimiçi alışverişlerin saniyede binlerce terabaytlık bilgi akışına neden olduğu günümüzde, yoğun veri yığını içerinde kullanıcıların ihtiyaç duydukları bilgiyi filtrelemeleri veya aradıkları ürünü seçebilmeleri -özellikle kararsız kullanıcılar için- oldukça zordur. Bu durumu avantaja çevirmek isteyen firmalar, müşterilerine özel ürünleri veya ilgisini çekebilecek farklı ürünleri tavsiye ederek hem rekabette bir adım öne geçmek, hem de satış miktarlarını artırmak için öneri sistemlerini kullanmaya başlamışlardır.

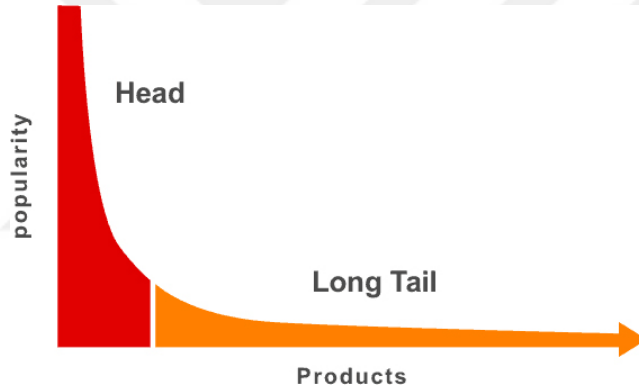
Öneri sistemleri, 1990'ların ortasından itibaren önemli bir araştırma alanı olmuştur. Bu sistemler çok sayıdaki nesneden faydalı bilgiyi çıkararak kullanıcıların aşırı bilgi yükü ile başa çıkmasına yardımcı olurlar, böylece önermenin niçin bilgi filtreleme olarak ele alındığını ifade ederler (Adomavicius and Tuzhilin, 2005; Han et al., 2010).

Öneri sistemleri kullanıcıların müzik, film, kitap gibi ürünler hakkında geçmişteki ilgi ve beğeni verilerini kullanarak daha önce hiç karşılaşmadıkları bir nesneye olan ilgi ve beğenisini tahmin etmeyi hedefleyen bilgi filtreleme teknolojisinin bir alt türüdür. Diğer bir ifadeyle, kullanıcı tercihlerinden oluşan bir veritabanına dayanarak kullanıcının ilgilenebileceği farklı bir ürünü tahmin etmeye çalışırlar (Breese et al., 1998).

Öneri sistemleri, kullanıcılara kişiselleştirilmiş öneriler sunarak, onları zaman kaybından kurtarıp, kararsız kalmalarını önlemekte ve firmalara da müşteri memnuniyetini ve ürün satışını artırma imkanı sunarak yüksek kârlar elde etmelerini

sağlamaktadır. Ayrıca kullanıcılara ilgi duydukları ürünleri sunarak, onların ürün koleksiyonlarına göz atma gereksinimlerini de ortadan kaldırmaktadır.

Öneri sistemleri, doğru alıcı ile doğru ürünü buluşturma amacına yönelik geliştirilmiş sistemlerdir. Bu sistemlerin başarılı gerçekleştirmeleri, Uzun Kuyruk Etkisi (*Long Tail Effect*)¹ olarak tabir edilen ve Amazon² gibi şirketlerin ürün satış başarısını artıran dağılımı dikkate almaktadır. Popüler ürünlerin -kuyruğun kısa ve geniş tarafı- kâr marjının düşük olması (Bütün rakipler aynı ürünü yaklaşık olarak aynı fiyattan satar) ve az satılan ürünlerin -kuyruğun uzun ve ince tarafı- stokta yer işgal etmeleri maliyetleri olumsuz etkilemektedir. Kuyruğun uzun bölümündeki ürünleri doğru müşteri ile buluşturan Amazon kârlılığını artırmaktadır. Şekil 5.1’de görüldüğü gibi az satılan ürünlerin sağladığı hacim, popüler ürünlerin hacminden çok daha fazladır. Başarılı öneri sistemleri, müşterinin ilgi duyduğu ürünlere ek olarak, tamamen farklı ürünleri de önererek çapraz satış olarak tabir edilen ve genellikle ürünlerin paket halinde satıldığı satış stratejisini de desteklemektedir.

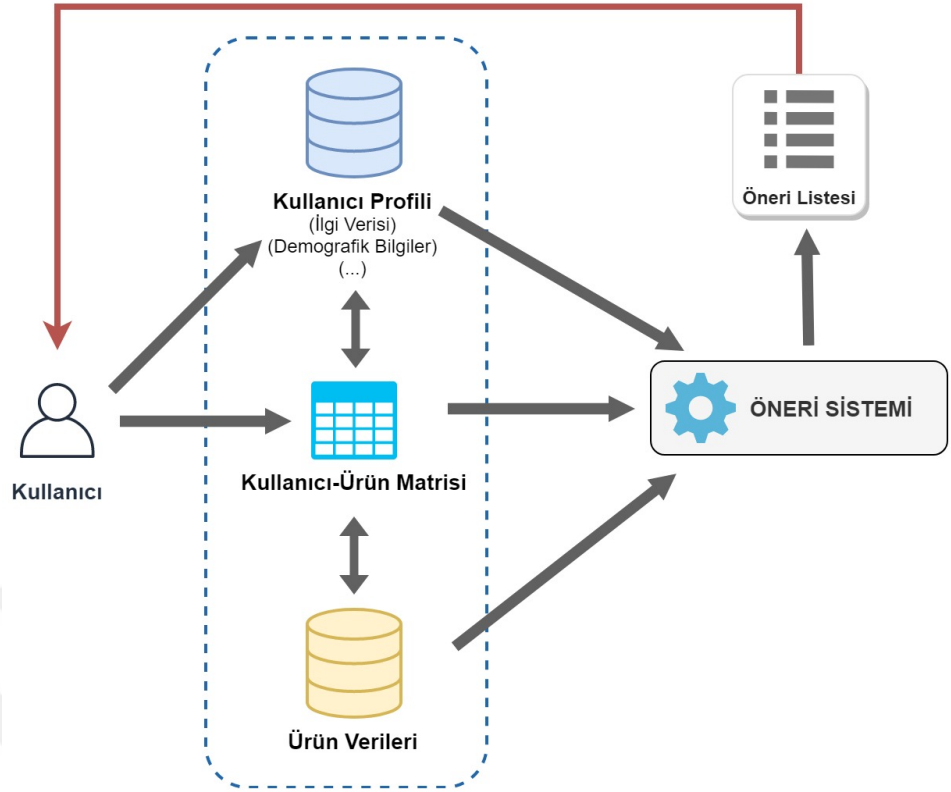


Şekil 5.1. Uzun kuyruk etkisi (MarketingTeacher.com, 2019).

Öneri sistemleri, veri girdisi olarak kullanıcı ve ürün bilgilerini kullanmakta ve çıktı olarak kullanıcı için özelleşmiş öneri listesi dönmektedir (Şekil 5.2). Kullanıcı bilgileri, kullanıcı profilinde tutulan, kapalı (*implicit*) veya açık (*explicit*) geribildirim ile elde edilen, demografik bilgiler (yaş, cinsiyet vb.), ilgi verileri gibi bilgilerden oluşmaktadır.

¹Long Tail, https://en.wikipedia.org/wiki/Long_tail, Erişim Tarihi: 10 Mayıs 2019

²<https://www.amazon.com/>



Şekil 5.2. Öneri sistemlerinin genel yapısı.

Kullanıcı-ürün matrisi, kullanıcıların ürünler hakkındaki görüşlerini yansıtan matristir. Kullanıcıların görüşleri puan skalası (1-5 arası yıldız, iyi-kötü aralığı vb.), satın aldı-almadı (Ricci et al., 2010), satın aldığı miktar gibi verilerle ifade edilebilmektedir. Kullanıcıların genellikle satın aldıkları ürünler hakkında görüş bildirme gereği duymamalarından veya her ürünü inceleme/satın alma gibi bir durumun mümkün olmamasından dolayı bu matrisin seyreklik (*sparsity*) durumu yüksektir, yani matristeki verilerin sayısı azdır. Şekil 5.3’ de örnek bir kullanıcı-ürün matrisi görülmektedir.

	K-PAX	Life of Brian	Memento	Notorious
Alice	4	3	2	4
Bob	∅	4	5	5
Cindy	2	2	4	∅
David	3	∅	5	2

Şekil 5.3. Film öneri sistemi için kullanıcı-film matrisi örneği (Adomavicius and Tuzhilin, 2005).

Ürün verileri, ürünler hakkındaki bilgileri ve özellikleri içermektedir. Bunlar türü, üreticisi, yazarı, yönetmeni gibi bilgilerdir.

Öneri sisteminin başarımı, girdi verilerinin miktarı ve kalitesiyle doğru orantılıdır. Bilgi edinme veya veri toplama sonucunda, *açık geribildirim* ve *kapalı geribildirim* olmak üzere iki tür bilgi toplanabilmektedir:

- Açık Geribildirim: Ürün yorumları, ürünlere verilen puanlar, anketler yoluyla elde edilen bilgiler gibi doğrudan kullanıcının kendisinden temin edilen verilerdir.
- Kapalı Geribildirim: Kullanıcının kendisinden doğrudan temin edilmesi yerine, kullanıcının davranışlarının ve hareketlerinin analiz edilmesi sonucu elde edilen verilerdir. Kullanıcının ürünleri görüntüleme sayısı, sosyal ağlardaki beğenme sayısı, çerezlerindeki ve yer imlerindeki ürün bilgileri, favori listeleri gibi bilgiler analiz edilerek elde edilebilecek bilgi türüdür.

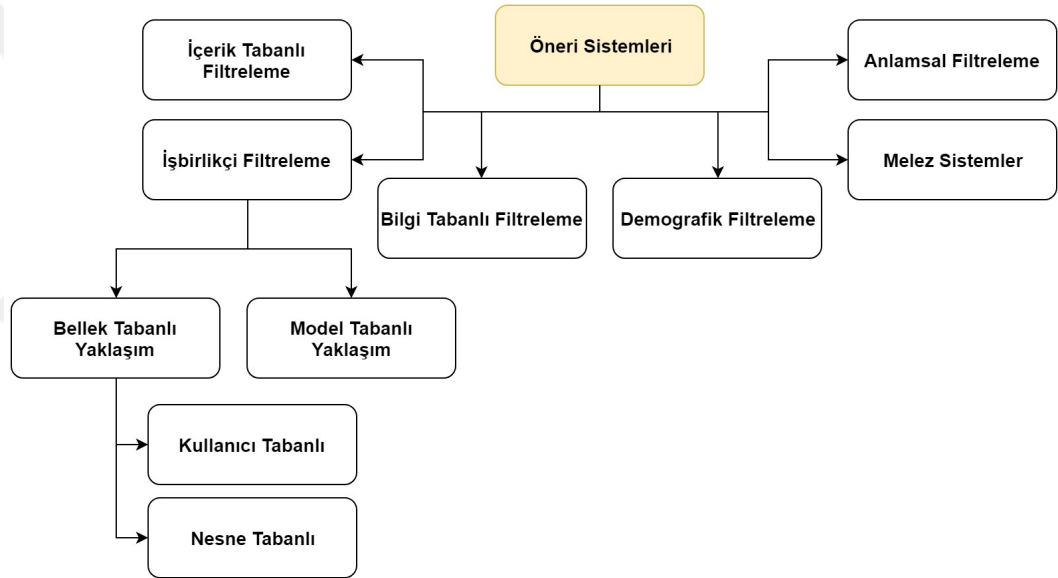
Henüz değerlendirilmemiş (rating verilmemiş) ürünlerin puanları makine öğrenmesi, yaklaşım teorisi, çeşitli sezgiseller gibi yöntemler kullanılarak birçok farklı yoldan tahminlenebilir. Öneri sistemleri de genellikle rating tahminleme yaklaşımlarına göre sınıflandırılmaktadır (Adomavicius and Tuzhilin, 2005). Literatürdeki en bilinen yaklaşımlar (Balabanović and Shoham, 1997; Adomavicius and Tuzhilin, 2005):

- İçerik Tabanlı Filtreleme (Content Based Filtering - CBF): Kullanıcıya, geçmişte tercih ettiklerine benzer ürünler önerilir. Ürünlerin gruplanmasında ürün özellikleri ve bilgileri kullanılır. Bu yaklaşımda, diğer kullanıcıların tercihleri dikkate alınmaz (Schein et al., 2002).
- İşbirlikçi Filtreleme (Collaborative Filtering - CF): Kullanıcıya, geçmişteki tercihleri ve zevkleri açısından benzer kullanıcıların tercihleri önerilir. Bu yaklaşımda, genellikle ürün özellikleri ve bilgileri kullanılmamaktadır.
- Melez Sistemler (Hybrid Systems - HS): İçerik tabanlı filtreleme ve işbirlikçi filtreleme yaklaşımlarının bir arada kullanımınıdır. İki yaklaşımın bir arada kullanımı, dezavantajlarını ortadan kaldırmaktadır (Resnick and Varian, 1997).

Literatürde genel kabul görmüş öneri sistemi yaklaşımları:

- İçerik Tabanlı Filtreleme (Jennings and Higuchi, 1993; Lang, 1995; Pazzani and Billsus, 2007; Pazzani, 1999; Burke, 2007)

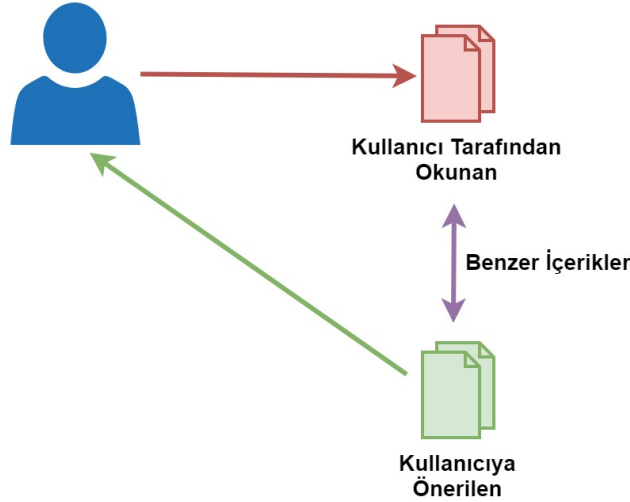
- İşbirlikçi Filtreleme (Goldberg et al., 1992; Herlocker et al., 2004; Resnick et al., 1994; Shardanand and Maes, 1995; Pazzani, 1999; Burke, 2007)
- Bilgi Tabanlı Filtreleme (*Knowledge Based Filtering - KBF*) (Burke, 1999, 2000, 2007)
- Demografik Filtreleme (*Demographic Filtering - DF*) (Krulwich, 1997; Pazzani, 1999; Burke, 2007)
- Melez Sistemler (Burke, 2007)
- Anlamsal Filtreleme (*Semantic Filtering - SF*) (Puustjärvi and Puustjärvi, 2017; Sharma and Ahuja, 2016; Wang and Kong, 2007; Yu et al., 2007; Berkani and Nouali, 2013; Sieg et al., 2010)



Şekil 5.4. Öneri sistemi yaklaşımları.

5.1 İçerik Tabanlı Filtreleme

Filtreleme teknikleri içerisinde en sık kullanılan yöntemlerden biri, içerik tabanlı filtrelemedir. Sistemdeki tüm kullanıcı tercihleri yerine, sadece aktif kullanıcının tercihlerini kullanmaktadır (Balabanović and Shoham, 1997). Bu sebeple az miktarda veri toplayarak da isabetli öneriler sunabilmektedir.



Şekil 5.5. İçerik tabanlı öneri sistemi.

İçerik tabanlı filtreleme yaklaşımı, kullanıcıların geçmişte değerlendirdikleri nesnelerin analizlerini yaparak kullanıcılar ile ilgili bir profil elde eder. Bu profil, kullanıcı tercihlerinin bir örneğidir. Öneri sunma süreci, nesne özelliklerinin/niteliklerinin kullanıcı profili ile eşleştirilmesinden oluşmaktadır.

İçerik tabanlı filtreleme yaklaşımı, u kullanıcısının i nesnesine verdiği $r(u, i)$ puanı/değeri tahminlerken, u kullanıcısının geçmişte değerlendirdiği i_n nesnelerinin $r(u, i_n)$ değerlerinden faydalanır. I , i nesnesi ile benzer özelliklere sahip nesneler kümesi olmak üzere, $i_n \in I$ dir (Adomavicius and Tuzhilin, 2005).

İçerik tabanlı filtreleme yaklaşımında, nesnelerin benzerlikleri nesnelerin özellikleri üzerinden hesaplanmaktadır. Örneğin kullanıcı polisiye türü bir kitabı beğendiyse, yaklaşım polisiye türündeki diğer kitaplardan önermeler sunar.

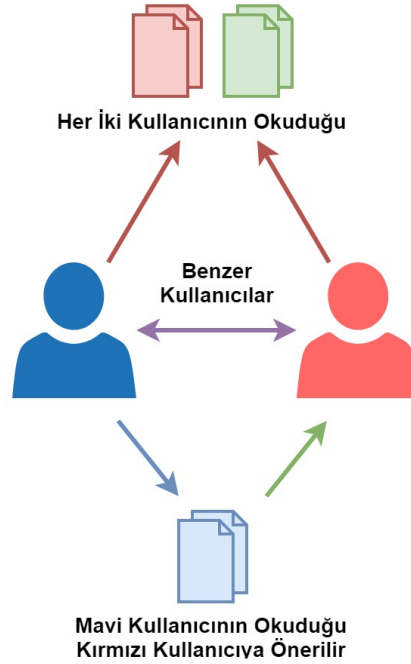
İçerik tabanlı filtreleme yaklaşımının avantajlı ve dezavantajlı yönleri Çizelge 5.1' de görülebilir.

Çizelge 5.1. İçerik tabanlı yaklaşımın avantaj ve dezavantajları.

Avantajları	Yeni ürünler için soğuk/ilk başlangıç problemi ortaya çıkmaz.
	Sadece aktif kullanıcının değerlendirmeleri yeterli olduğundan kaynak tüketimi düşüktür.
	Önerilecek yüksek ürün yelpazesi sunar
	Basit ve şeffaf bir mimariye sahiptir. Öneri listesinin nasıl oluştuğu kolayca anlaşılabilir.
Dezavantajları	Analiz edilecek içerik sınırlıdır. Kullanılabilecek ürün özelliklerinin sayısı ve türü belirlidir.
	Kullanıcı, sadece geçmişte değerlendirdiklerine benzer ürünleri görebilmekle sınırlıdır.
	Kullanıcının yeterli sayıda ürünü değerlendirmiş olması gerekmektedir.

5.2 İşbirlikçi Filtreleme

İşbirlikçi filtreleme, farklı kullanıcıların benzer tercihlerinden yola çıkarak öneriler sunan bir sistemdir. Bu sistemde yüksek isabet oranlarını yakalamak için kullanıcılardan yüksek miktarlarda veri toplamak gerekmektedir. Bu sebeple, kullanılabilirlik açısından daha zor bir sistemdir.



Şekil 5.6. İşbirlikçi öneri sistemi.

Tavsiye sistemlerinde popüler ve yaygın olarak uygulanan tekniklerden biri kabul edilen işbirlikçi filtreleme yaklaşımı, aktif kullanıcıya, benzer tercih ve niteliklere sahip diğer kullanıcıların geçmişte beğenmiş oldukları nesnelere öneri olarak sunulması temeline dayanmaktadır (Goldberg et al., 1992). Kullanıcı beğenileri arasındaki benzerlik, geçmişte yapmış oldukları değerlendirmelere göre hesaplanmaktadır.

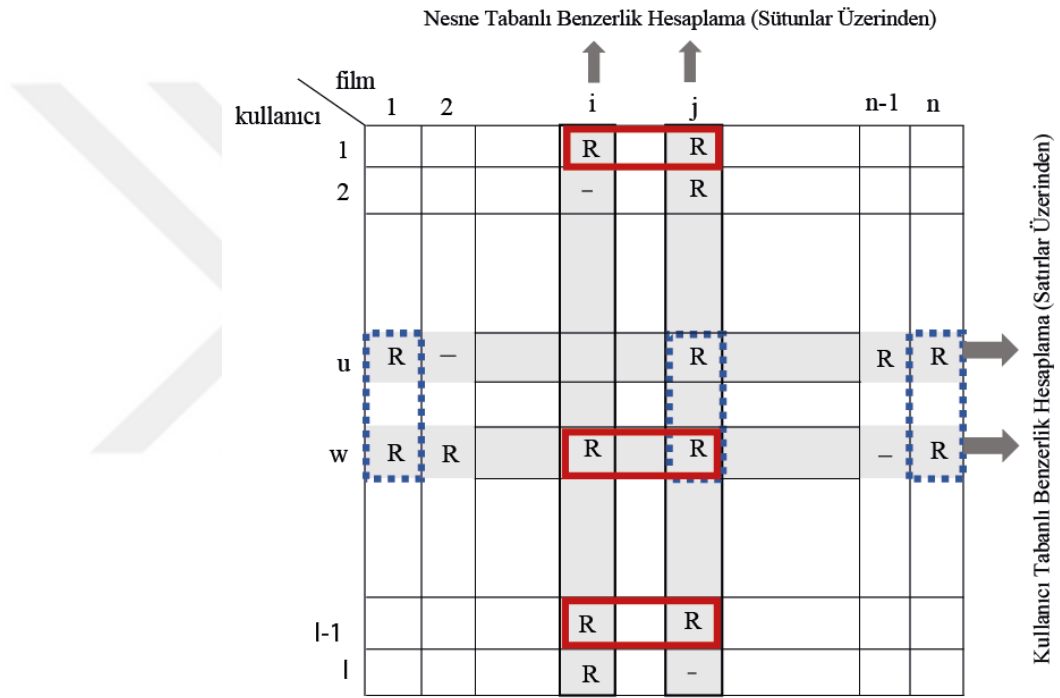
İşbirlikçi filtreleme yaklaşımı, içerik tabanlı filtreleme yaklaşımının yaşadığı otomatik bilgi işleme zorlukları neticesinde geliştirilmiştir. Bu yaklaşım, ürünler ile ilgili bilgilerle ilgilenmemektedir. Bu stratejinin avantajı ise, ürünler hakkındaki bilgilerin sisteme girilmesinin ya da muhafaza edilmesinin gerekli olmayışıdır. İşbirlikçi filtrelemenin diğer yaklaşımlardan farkı, verilerin analiz edilmesi yerine değerlendirmeye alınmasıdır. Bilgiler bu sayede kullanıcıların görüşlerine dayalı olarak kategorize edilmektedir. Buna ek olarak işbirlikçi filtreleme yöntemi, mevcut kullanıcıya benzer diğer kullanıcıların tercihlerinin tavsiye olarak sunulmasını sağlamaktadır. Sisteme dâhil olan bütün kullanıcılar, yapmış oldukları seçimlerle işbirlikçi filtreleme yaklaşımının tavsiye sunma sürecine katkıda bulunmaktadır. Sunulacak öneriler, diğer kullanıcılar tarafından ürünlere verilen puanların, aktif kullanıcının vermiş olduğu puanlarla eşleştirilmesiyle üretilmektedir.

İşbirlikçi filtreleme yöntemleri, kullanıcıların birbirleri ve ürünler ile olan etkileşimlerini, açık geribildirim ve kapalı geribildirim ile elde edebilmektedir.

İşbirlikçi filtreleme, model tabanlı ve bellek tabanlı yaklaşım olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır:

- Model Tabanlı Yaklaşım: Model tabanlı yaklaşım, kullanıcıların ürünlere vermiş oldukları puanların kullanılarak bir model oluşturulmasına dayanmaktadır. Model oluşturma işlemi, kullanıcıların çevrimdışı olduğu esnada, kümeleme, matris faktörizasyonu, derin öğrenme gibi yöntemler kullanılarak yapılmaktadır. Sistemdeki verilerin değişim sıklığına göre model belirli periyotlarla güncellenmektedir. Model oluşturma süreci, zaman alıcı ve zor bir süreç olmasına rağmen, modelin oluşturulduktan sonra kullanımı hız bakımından gayet performanslıdır.
- Bellek Tabanlı Yaklaşım: Bellek tabanlı yaklaşım, kullanıcıların sistemde aktif olduğu süreçte, kullanıcı-ürün matrisinin tamamının kullanılarak öneri listesi oluşturulması mantığına dayanmaktadır. Bu yaklaşım, matris boyutunun çok büyük olduğu durumlarda, ölçeklenebilirlik ve yanıt verme

süreleri konusunda zorlanmaktadır. Yaklaşım, kullanıcı tabanlı ve nesne tabanlı işbirlikçi filtreleme olmak üzere, iki yöntem içermektedir. Kullanıcı tabanlı işbirlikçi filtreleme yöntemi, örtüşen kullanıcı etkileşimleri ve aynı nesnelere için yapılmış benzer değerlendirmeleri kullanarak oluşturduğu kullanıcı profillerine göre öneriler sunmaktadır. Nesne tabanlı işbirlikçi filtreleme yöntemi ise, kullanıcıların yapmış oldukları seçimlere dayalı olarak bir nesne kümesi belirlemekte ve kullanıcıların ilgisini çekebilecek benzer ürünleri öneri olarak sunmaktadır. Özetleyecek olursak, kullanıcı tabanlı yöntem matrisin satırlarını (kullanıcı bilgileri), nesne tabanlı yöntem ise matrisin sütunlarını (nesne bilgileri) kullanmaktadır (Şekil 5.7).



Şekil 5.7. Bellek tabanlı işbirlikçi filtreleme yaklaşımları (Kermary and Alizadeh, 2017).

5.3 Bilgi Tabanlı Filtreleme

Kullanıcı tercihlerinin, ihtiyaçları doğrultusunda şekilleneceği temeli üzerine kurulmuş yöntemlerdir. Örnek olarak kullanıcıların satın alacakları bir arabada bekledikleri özelliklerin neler olduğu belirlenmekte ve konfor, düşük yakıt tüketimi gibi beklentilere uygun ürünler öneri olarak sunulmaktadır. Kullanıcı tercihleri ve mevcut ürün, hizmet veya içerikler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla kullanıcı profil modelleri oluşturulmaktadır.

5.4 Demografik Filtreleme

Kullanıcıların, kolay bir şekilde kalıplaşmış özellikler ya da kullanıcı kümelerinin özellikleri yardımıyla modellenmesi temeline dayanmaktadır. Kullanıcı topluluklarında sık görülen özellikler ve kullanıcı özelliklerinden oluşturulan bilgi bankaları kullanılmaktadır. Yeni bir kullanıcı sisteme dâhil olduğunda, belirli kalıplaşmış özellikleri sergiliyorsa o kullanıcı benzer kalıplara sahip diğer kullanıcıların sınıfına atanmaktadır. Demografik özelliklere dayalı tavsiye sistemleri, kullanıcılarına öneri sunma aşamasında kullanıcı bilgilerini ve görüşlerini kullanmaktadır.

Demografik özelliklere dayalı yöntemler, belirli bir demografik gruptaki kullanıcıların benzer beğenilere sahip olacağı ve benzer tercihler yapacağı varsayımına dayanmaktadır. Bu öneri sunma yaklaşımının avantajı, işbirlikçi filtreleme ve içerik tabanlı filtreleme teknikleri için gerekli olan kullanıcı değerlendirme geçmişini gerektirmiyor olmasıdır. Dezavantajı ise, güvenlik ve gizlilik konuları açısından bakıldığında, kullanıcı verilerinin toplanmasıdır.

5.5 Melez Öneri Sistemleri

Melez öneri sistemleri, birden fazla öneri sistemini bir arada kullanan bir tekniktir. Bu teknikle daha isabetli öneri sistemlerinin oluşturulması amaçlanmaktadır. Ancak daha fazla veri işleme ve daha fazla karmaşıklık söz konusudur.

Melez sistemler, yüksek performans elde etmek ve geleneksel tavsiye sistemi yöntemlerinin dezavantajlarının üstesinden gelmek için iki veya daha fazla yöntemin iyi özelliklerini bir araya getiren sistemlerdir. Popüler melez yöntemler, işbirlikçi filtreleme ve içerik tabanlı filtreleme kullanılarak sezgisel olarak oluşturulmaktadır.

5.6 Anlamsal Filtreleme

Anlamsal filtreleme yaklaşımı, anlamsal web teknolojilerinin öneri sistemlerine entegre edilmesiyle geliştirilmiştir. Bu yaklaşımda bilgi, konsept diyagram, ontoloji gibi yapılarda tutulup işlenmektedir. Çalışılan alan bilgisini de temsil eden konseptler ve aralarındaki ilişkiler sayesinde, bilgi tabanlı öneri sistemlerinin bir kategorisi olarak da görülmektedir.

5.7 Öneri Sistemlerinde Karşılaşılan Sorunlar

Tavsiye sistemlerinde kullanılan algoritmalar farklı uygulama alanlarında kullanılıyor ve geçerli kabul ediliyor olmasına rağmen, çözümlenmesi gereken temel bazı problemlere sahiptir:

- Yeni kullanıcı ve ürünler için kullanılacak herhangi bir mevcut değerlendirme olmadığı için, soğuk/ilk başlangıç sorunları yaşanmaktadır.
- Kullanıcıların az sayıda ürünü değerlendirmelerinden dolayı, kullanıcı-ürün matrisindeki verilerin yetersiz kaldığı durumlar yaşanabilmektedir. Bu durum literatürde veri seyrekliği olarak geçmektedir. Veri seyrekliğinin yüksek olduğu durumlarda, üretilen önerilerin doğruluk oranı düşük olmaktadır.
- Yüksek veri boyutu ile çalışan yöntemlerde, özellikle bellek tabanlı işbirlikçi filtreleme yöntemlerinde, sistemin yanıt verme süresi ve performansı düşmektedir.
- Son kullanıcılara, sunulan önerilerin arka planındaki mantığı açıklamak zordur. Tavsiye sunma algoritmasının karmaşıklığı, algoritmanın kavranmasını zorlaştırmakta ve başarısız olarak sunulan önerilerde güven problemlerine yol açmaktadır. Bu karmaşıklık ise bağlama dayalı öneri algoritmalarında çeşitli bağlam bilgilerinin birlikte kullanılmasından ileri gelmektedir.
- Bağlamsal bilgiler özellikle, mobil cihazlarda bulunan sensörlerden elde edilen veriler kullanılarak zenginleştirilebilir. Bu şekilde daha yüksek etkileşim kapasitesine sahip tavsiye sistemleri geliştirilebilir. Ancak bu durumda veri ve kullanıcı gizliliği konuları ön plana çıkmaktadır.

6. İZLENEN YÖNTEM VE TASARLANAN MİMARİ

Tez kapsamında, öğrenme içeriklerinin kalite değerlerini, içeriğin öğrenene olan uygunluğu ve faydası olarak ele aldık. Öğrenen bakış açısından bir içeriğin kalitesi, içeriğin ihtiyaçlarını karşılama oranı ve profiline uygunluğudur. Bu bakış açısı, bilgi filtreleme sistemleri kapsamında yer alan öneri sistemlerinin ortaya çıkma nedenidir.

Öneri sistemlerinde bir nesnenin bir kullanıcıya olan yararını ölçmek için Fayda Fonksiyonu (*Utility Function*) kullanılmaktadır. Bu fonksiyona u dersek (Adomavicius and Tuzhilin, 2005);

S , önerilecek nesnelerin kümesi,
 C , kullanıcıların kümesi olsun;

$$u : C \times S \rightarrow R \quad (6.1)$$

$$s' \in S, \quad \forall c \in C, \quad s'_c = \arg \max_{s \in S} u(c, s)$$

Öneri sistemlerinde u fonksiyonunun çıktısı olan, kullanıcının yararını maksimize edecek s' nesnesini seçmek hedeflenir. Bu fonksiyonun ürettiği değeri, bir başka deyişle öneri sisteminin bir nesneyi bir kullanıcıya önerme oranını tez kapsamında kalite ölçütü olarak değerlendirdik.

Öğrenme içeriklerinin öneri sistemleri kapsamında değerlendirilmesinde öğrenme nesnelere, öğrenenler ve ilgili alan hakkındaki bilgiyi modellemek için ontolojileri kullandık (Yu et al., 2007). Ontoloji kullanımı, bilginin yapısallığını sağladığı gibi varlıklar arasındaki anlamsal ilişkileri irdelememizi, benzerlik ve ilişkileri sorgulama kabiliyetimizi iyileştirmemizi sağlayacaktır.

Öncelikle bölüm 6.1' da ontolojilerin tasarımı ve yapısını ele alacağız. Takip eden bölümlerde anlamsal ve sosyal değerlendirmelerin yapıldığı;

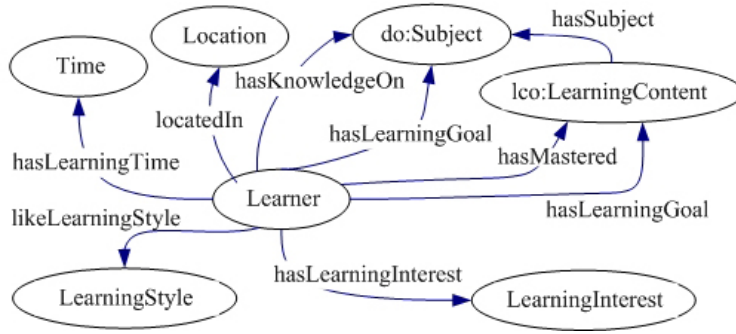
- Öğrenme nesnesi merkezli yaklaşım,
- Öğrenen merkezli yaklaşım,
- Melez yaklaşım

incelenecektir.

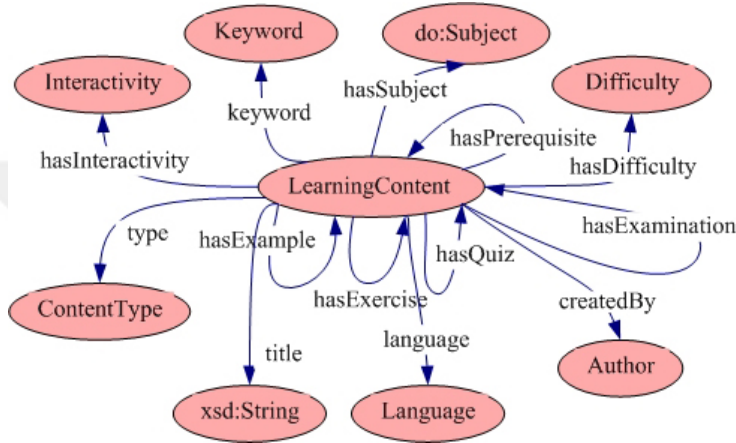
6.1 Tasarlanan Ontolojiler

Ontoloji, bilgiyi yapısal bir şekilde sunmak ve bu bilgi üzerinde çıkarsama yapmak için etkili yöntemlerden bir tanesidir.

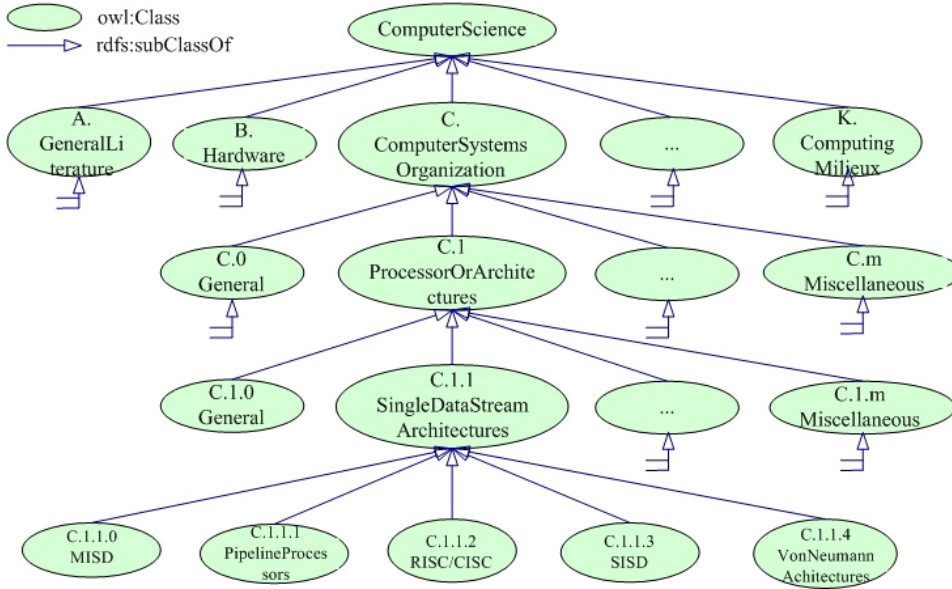
Tez çalışmamız kapsamında, ortaya koyduğumuz tasarımın temel unsurları; öğrenen ve öğrenme nesnesi kavramlarıdır. Tüm etkileşimler bu iki kavramın kombinasyonları (öğrenen-öğrenen, öğrenen-öğrenme nesnesi, öğrenme nesnesi-öğrenme nesnesi) olarak ortaya çıkmaktadır. Sistemimizde bu kavramları yapısal ve bilgi çıkarsaması yapılabilir şekilde temsil etmemiz gerekmektedir. Bu noktada her iki kavram için de ontoloji kullanımına başvurduk. Yu ve arkadaşları (Yu et al., 2007) önerdikleri sistemde öğrenen ve öğrenme içeriği için iki ontolojinin yanı sıra öğrenmenin gerçekleştiği alan için de ontoloji kullanmışlardır. Bu ontolojiler Şekil 6.1’de görülmektedir.



(a). Öğrenen ontolojisi.



(b). Öğrenme içeriği ontolojisi.



(c). Bilgisayar bilimleri alan ontolojisi.

Şekil 6.1. Örnek e-öğrenme ontolojileri (Yu et al., 2007).

Öğrenme alanı çok geniş bir alan olduğundan, sınırlarının çizilebilmesi, öğrenme nesnelere ve öğrenenlerin daha yapısal ve erişilebilir ortamda etkileşimde bulunabilmeleri için üçüncü bir ontoloji gerekmektedir. Modelimizde;

- Öğrenen ontolojisi,
- Öğrenme nesnesi ontolojisi ve
- Öğrenme alan ontolojisi

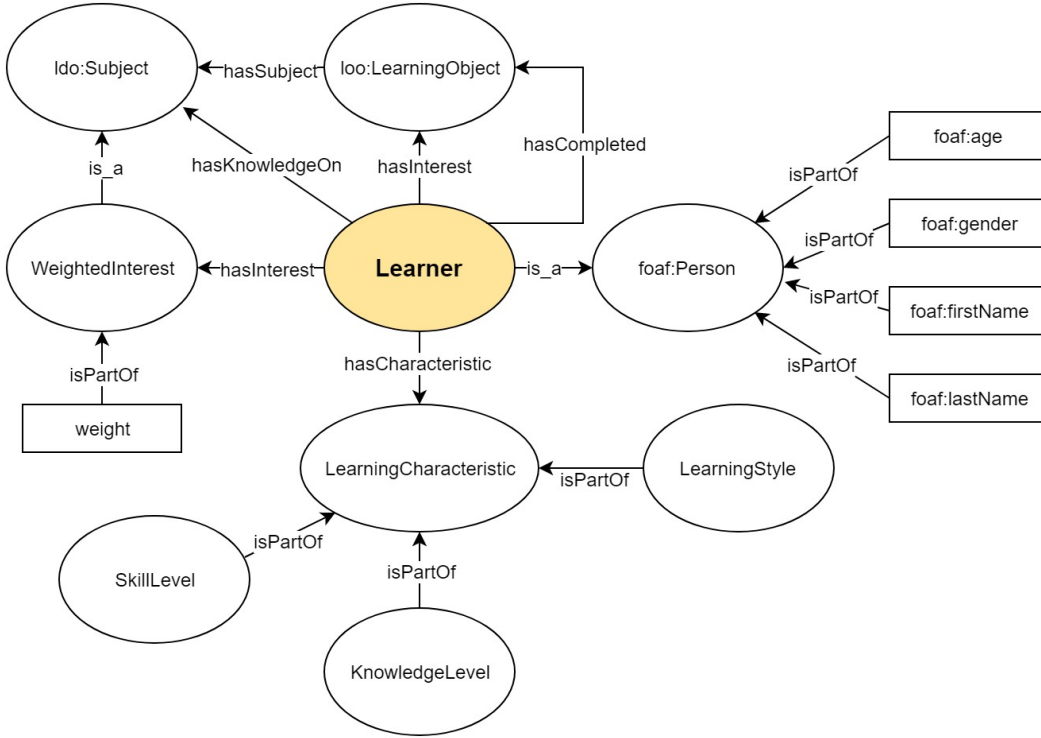
olmak üzere üç ontoloji kullanılacaktır.

6.1.1 Öğrenen ontolojisi

Öğrenen ontolojisi, öğrenen hakkındaki demografik bilgileri (isim, yaş, cinsiyet, kullanıcı adı, parola vb.) ve öğrenme karakteristiğini (çalışma seviyesi, beceri seviyesi, öğrenme stili vb.) içerir (Tarus et al., 2017a). Öğreneni tanımlayan bilgiler demografik ve pedagojik olarak iki kısma ayrılabilir.

Anlamsal webin temel hedeflerinden olan tekrar kullanılabilirlik ve paylaşılabilirlik kavramları, ontolojilerin de yaygın kullanımının nedenidir. Bu bakış açısıyla, bir alan veya uygulama için yeni ontoloji geliştirmek yerine, var olan ontolojilerin kullanımı ve genişletilmesi akla gelen ilk adım olmalıdır. Bu noktada öğrenenin demografik bilgilerini tanımlayan, hali hazırda birçok noktada kullanılan FOAF ontolojisi değerlendirilebilir.

FOAF ontolojisi (Bkz. Şekil 4.2), demografik bilgi olarak ihtiyacı karşılmasına rağmen, pedagojik veriler için FOAF ontolojisi genişletilip Şekil 6.2' de gösterilen öğrenen ontolojisi tasarlanmıştır.

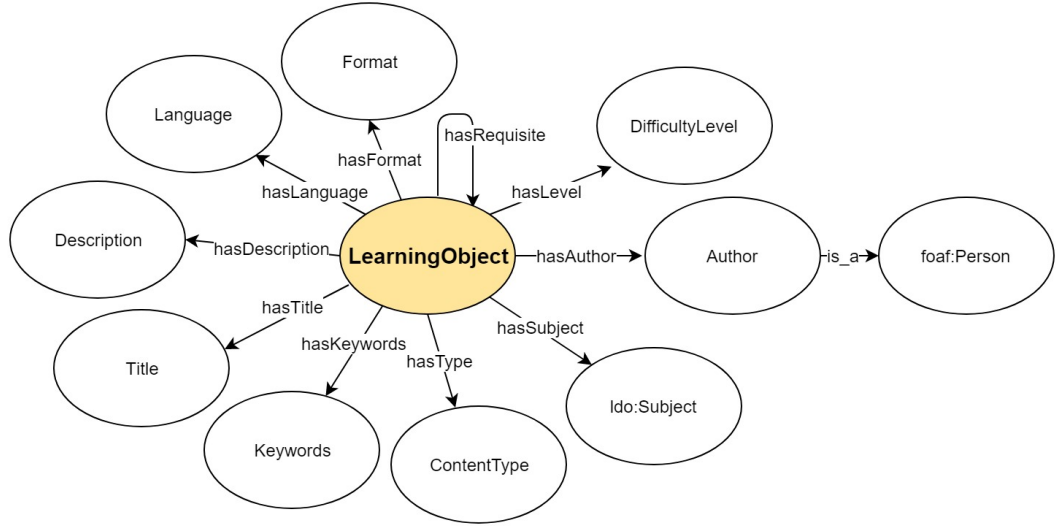


Şekil 6.2. Öğrenen ontolojisi.

Yukarıdaki ontolojide, öğrenenin demografik bilgi kısmı için FOAF ontolojisindeki *Person* varlığına referans yer almaktadır. Kalan kısımlarda öğrenme stili, beceri seviyesi, bilgi seviyesi gibi öğrenme karakteristiğini yansıtan bilgiler temsil edilmiştir. Geçmişte tamamladığı öğrenme nesnelere, ilgi duyduğu öğrenme nesnelere, bilgi sahibi olduğu konular, ilgi seviyesi olarak bir ağırlık değeri (az, orta, yüksek gibi) de içeren ilgili olduğu konular gibi bilgiler de ontolojide temsil edilmiştir.

6.1.2 Öğrenme nesnesi ontolojisi

LOM standardı incelenerek oluşturulan öğrenme nesnesi ontolojisi, Şekil 6.3' de görülmektedir. Bu ontoloji yazar, konu, format gibi öğrenme materyali hakkındaki verileri içermektedir.



Şekil 6.3. Öğrenme nesnesi ontolojisi.

Öğrenme nesnesi ontolojisi, öğrenme nesnesinin önkoşul bilgisini de içermektedir. Bu önkoşullar yine birer öğrenme nesnesi olduğundan ontolojide öğrenme nesnesinin kendisine referansı olarak ifade edilmektedir. Bu durum, öğrenme patikasını çizge olarak temsil etmemiz anlamına gelmektedir.

6.1.3 Öğrenme alan ontolojisi

Öğrenme alan ontolojisi, öğrenme nesnelərini sınıflandırma amaçlı kullanılan, konuların yer aldığı basit bir konu hiyerarşisidir (Sieg et al., 2010). Bu ontoloji, belirli bir alana özgü olan, o alandaki konuları hiyerarşik şekilde temsil eden taksonomi ağacı olarak görülebilir (Bkz. Şekil 6.1c).

Öğrenme nesnesi ontolojisinde (Bkz. Şekil 6.3) yer alan konu (*Ido:Subject*) özelliği ve öğrenen ontolojisindeki (Bkz. Şekil 6.2) konu (*Ido:Subject*) özelliği bu ontolojideki varlıklara işaret etmektedir.

6.2 Geliştirilen Yaklaşımlar

6.2.1 Öğrenme nesnesi merkezli yaklaşım

Öğrenme nesnesi merkezli yaklaşımda, öğrenme nesnelerinin içerdiği bilgi ve nitelikler (*attributes*) ön plana çıkarılmıştır. Bu yaklaşımda, bir öğrenenin geçmiş öğrenme nesnesi deneyimlerine göre diğer öğrenme nesnelere olası değerlendirmesi hesaplanmıştır.

Öğrenme nesneleri tip, anahtar kelime, zorluk derecesi, dil, yazar, konu gibi birçok bilgiyi bünyesinde barındırmaktadır. Tüm bu bilgiler içeriği tanımlamada son derece önemlidir, fakat gerek ölçeklenebilirlik, gerekse performans açısından tüm bu özellikleri değerlendirme sürecine katmak mantıklı bir yaklaşım olmayacaktır. Öğrenenlerin farkında olarak veya olmayarak değerlendirmelerini yaparken öne çıkardıkları bazı özellikler bulunmaktadır.

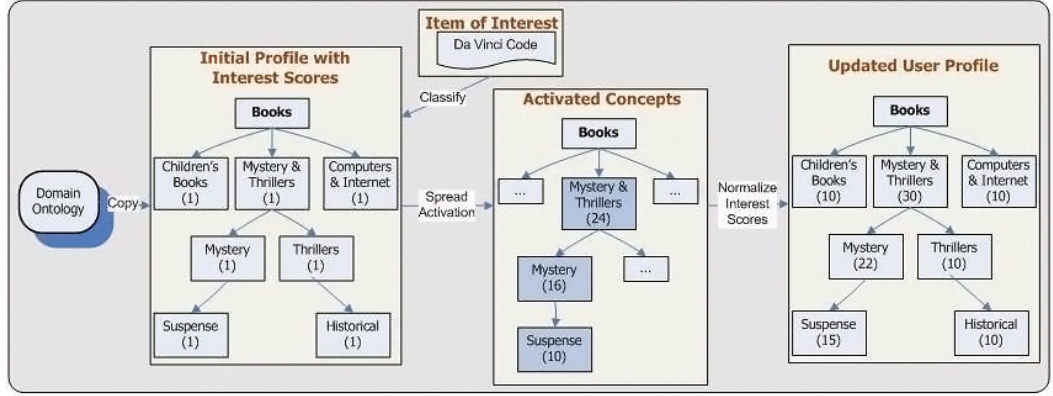
Öğrenme nesnelerini oluşturan yazarlar, belli konularda bilgi birikimi ve uzmanlıklara sahiptirler. Genellikle oluşturdukları içerikler uzman olduğu konularla ilişkilidir. Ayrıca ifade tarzı, anlatım şekli, oluşturduğu içeriklerin seviyesi gibi kendine has becerileri vardır. Bu noktada, bir içerik yazarının içeriğin değerlendirme sürecindeki etkisinin bir hayli yüksek olduğu düşünülerek *yazar (author)* özelliğinin bu yaklaşımda kullanılmasına gerek görülmüştür. Ayrıca öğrenme nesnesinin *konu (subject)* özelliği de öğrenenin ilgi duyduğu alanları ortaya çıkaracağından yaklaşımda ele alınmıştır.

Bu yaklaşım çerçevesinde, hem *konu*, hem de *yazar* özellikleri sayesinde içerik değerlendirmelerinin anlamsal olarak bir üst seviyeden yapılması yoluna gidilmiştir.

6.2.1.1 Konu özelliğine dayalı yöntem

Bu kısımda Sieg ve arkadaşlarının (Sieg et al., 2010) geliştirdikleri Artırıcı İşbirlikçi Önerme (*Augmenting Collaborative Recommendation - ACR*) yönteminden faydalanılmıştır. Bu yöntemde her bir kullanıcı için ontolojik kullanıcı profili yapısını kullanmışlardır. Bu yapı, alan ontolojisi olarak kullanılan taksonomi hiyerarşisini kopyalamaktadır. Bu kullanıcı profili yapısında, her bir konsept ilgi skoru (*interest score*) değerine sahiptir ve bu skorlara ilk değer ataması (1 değeri) yapılarak ilgi skorlu başlangıç profili ortaya çıkarılmış olur (Şekil 6.4). Profildeki her düğüm, C_j alan ontolojisindeki konu, $IS(C_j)$ konuya iliştilmiş ilgi skoru

olmak üzere, $\langle C_j, IS(C_j) \rangle$ çiftinden oluşmaktadır.



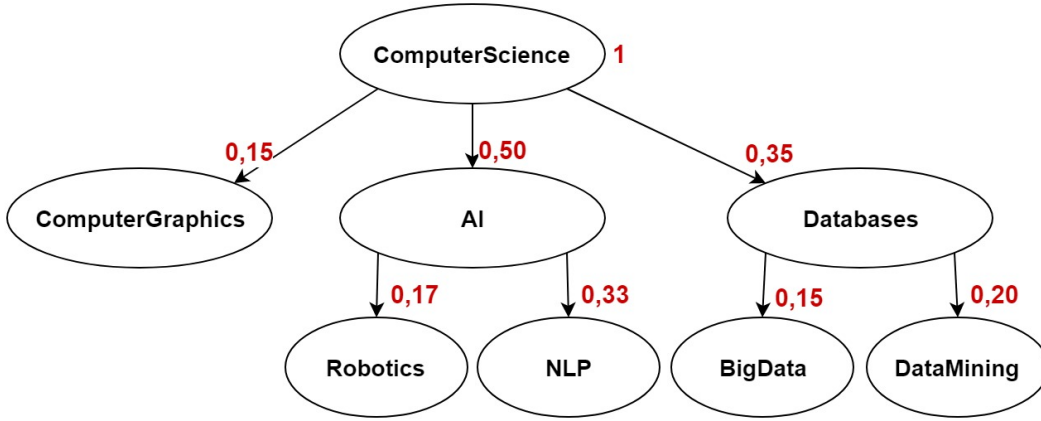
Şekil 6.4. Artırıcı İşbirlikçi Önerme yöntemi.

Sieg ve arkadaşları (Sieg et al., 2010), kullanıcının nesnelere her skorlama davranışını, kullanıcı profilinde ilgili konu ve bu konunun bağlı olduğu diğer konuları aktif duruma getirecek şekilde kurgulamışlardır. Bir konu, aktivasyonu komşu konulara geçirirken, ana konu ve hedef konu arasındaki ilişkinin ağırlığı da önemlidir. Bunun için konular alan ontolojisinden taksonomi hiyerarşisine organize edilirken, her bir konu ve onun tüm alt konuları arasındaki ilişkilerin ağırlıkları konuların içerdikleri nesne sayısı üzerinden hesaplanmaktadır. Açıklayacak olursak;

C_j bir konu ve C_s onun alt konularından biri olsun. $Weight(C_j, C_s)$, C_j ve C_s konularına göre kategorize edilmiş nesnelere sayısından hesaplanır.

Ağırlıklar hesaplandıktan sonra, bir konunun ağırlığı, onun tüm alt konularının ağırlıkları toplamına eşit olacak şekilde normalize edilir. Burada kök konunun ağırlığı 1 kabul edilmektedir.

Şekil 6.5 konuların nasıl ağırlıklandırıldıklarına bir örnektir. Burada kök konunun ağırlığı 1 olmakta ve alt konuların içerdikleri nesne sayısına göre bu ağırlık bölünmektedir. Örneğin bu sistemdeki nesnelere yarısının yapay zeka konusu ile ilişkili olduğu görülmektedir. Nesnelere elbette yaprak düğüm/konular altında yer almaktadır. Burada yaprak konuların ağırlıklarının toplamının 1 değerine eşit olduğunu görmekteyiz.



Şekil 6.5. Ağırlıklandırılmış konu taksonomisine bir örnek.

Yukarıda anlatılan adımlar Yayılma Aktivasyonu Algoritması (*Spreading Activation Algorithm - SPA*)' da anlatılmıştır (Algoritma 1).

Algoritma 1: Yayılma Aktivasyonu Algoritması.

Data: Ontological user profile with interest scores and an item of interest to user , i

Result: Ontological user profile with updated interest scores

```

1  $CON = \{C_1, \dots, C_n\}$ , user profile concepts with interest scores
2  $IS(C_j)$  and  $Activation(C_j)$ , interest score and activation value for concept
    $C_j$ 
   // Step 1: Spreading Activation
3 Initialize priorityQueue;
4 Set Initial Activation of all concepts to 0;
5 foreach  $C_j \in CON$  do
6   if  $i \in C_j$  then
7      $Activation(C_j) = IS(C_j)$ ;
8     priorityQueue.Add( $C_j$ );
9 while priorityQueue.Count > 0 do
10   Sort priorityQueue; // activation values (descending)
11    $C_j = \text{priorityQueue}[0]$ ;
12   priorityQueue.Dequeue( $C_j$ );
13   if passRestrictions( $C_j$ ) then
14     linkedConcepts = GetLinkedConcepts( $C_j$ );
15     foreach  $C_l$  in linkedConcepts do
16        $Activation(C_l) += Activation(C_j) * Weight(C_j, C_l)$ ;
17       priorityQueue.Add( $C_l$ );
   // Step 2: Profile Normalization
18 foreach  $C_j \in CON$  do
19    $IS(C_j) = IS(C_j) + Activation(C_j)$ ;
20    $n = \sqrt{n + IS(C_j)^2}$ ; // square root of sum of squared
     interest scores
21 foreach  $C_j \in CON$  do
22    $IS(C_j) = (IS(C_j) * k)/n$ ; // normalize to constant length,
      $k$ 

```

Bu algoritmada, kullanıcı profilindeki tüm konulara başlangıç aktivasyon değeri olarak 0 atanır. Kullanıcının değerlendirdiği/ilgi duyduğu nesneyi (i nesnesi) içeren C_j konuları, aktivasyon değeri olarak kendi ilgi skorları atanarak öncelik kuyruğuna alınır. Sonraki aşamada, öncelik kuyruğundaki en yüksek aktivasyon değerine sahip konu seçilir ve bağlı konularının aktivasyon değerleri kendi değeri

ve aralarındaki ağırlık değeri üzerinden hesaplanır. Bu işlem öncelik kuyruğunda konu kalmayana kadar devam eder. Aktivasyon değerleri oluşturulan konular için bu değerler, konuların ilgi skorlarına eklenir. Algoritmanın son aşamasında, ilgi skorları için normalizasyon adımı yer almaktadır. Burada her bir kullanıcı için tüm konular birer vektöre indirgeneceği için, konuların ilgi skorları bir k sabitiyle vektör uzunluğu olarak birim uzunluğa indirgenir. Böylece algoritma sonucunda güncellenmiş kullanıcı profili ortaya çıkmaktadır (Bkz. Şekil 6.4).

Sieg ve arkadaşları, bu yöntem ile, her bir kullanıcı için konulara duydukları ilgi değerlerini içeren birer kullanıcı profili tutmaktadırlar. Kullanıcı bir nesneyi değerlendirdiği an, kullanıcı profilinde konuların ilgi değerleri bu nesneye göre güncellenmektedir. Dikkat edilirse burada nesneye verilmiş olan puan veya skor önemsenmemektedir. Çünkü eğer kullanıcı bir nesne ile etkileşime geçmiş ise, kullanıcının bu nesnenin dâhil olduğu konuya ilgili olduğu varsayılmaktadır, nesneye verilen puan bu aşamada göz ardı edilmektedir. Burada nesnelere verilen puan gibi açık geribildirim yerine, kullanıcının farkında olmadan etkileşimlerinden elde edilen kapalı geribildirim ön plana çıkarılmıştır. Bu durum, kullanıcıların nesnelere puan vermeyi unutmaları veya göz ardı etmelerinden dolayı ortaya çıkan veri seyrekliği sorununun da aşılmasını sağlamaktadır.

Sieg ve arkadaşlarının bu yöntemi, öğrenme nesnelelerini *konu* özelliği üzerinden değerlendirmemiz için son derece kullanışlıdır. Buradaki kullanıcı profillerini kullanıcı tabanlı işbirlikçi filtreleme yöntemine girdi olarak vererek benzer profildeki öğrenenleri bulmaktayız.

Kullanıcı yani öğrenen profilleri burada birer vektör olarak temsil edilmektedir. Öğrenenleri temsil eden bu vektörler arasındaki benzerlik bize öğrenenler arasındaki benzerlikleri sağlayacaktır. Benzerlik bulma işlemi için Kosinüs Benzerliği yöntemi kullanılmıştır (6.2). Profillerde öğrenenler tarafından yapılan herhangi bir skollama değeri yer almadığından Kosinüs Benzerliği'nin kullanımı tercih edilmiştir.

C alan ontolojisindeki tüm konular, u hedef ve v diğer öğrenen, C_i konusu için $IS(C_{i,u})$, u öğreneninin ilgi skoru ve $IS(C_{i,v})$ ise v öğreneninin ilgi skoru olmak üzere;

$$\text{sim}(u, v) = \frac{\sum_{i \in C} IS(C_{i,u}) IS(C_{i,v})}{\sqrt{\sum_{i \in C} (IS(C_{i,u}))^2} \sqrt{\sum_{i \in C} (IS(C_{i,v}))^2}} \quad (6.2)$$

Öğrenenler arasındaki benzerlikler hesaplandıktan (6.2) sonra, en benzer k adet öğrenen komşuluk için seçilir. Komşuluk seçimi yapıldıktan sonra, bu komşuların söz konusu öğrenme nesnesine verdikleri değerlendirmeler birleştirilerek tahmin hesaplanır. Bu aşamada tahmin hesaplama yöntemi olarak, başarılı olduğunu düşündüğümüz ayarlanabilir ağırlıklandırılmış ortalamadan faydalanılmıştır (6.3).

Kişilerin puan veya değerlendirme skalası farklı olabilmektedir. Kimi kişiler için bu skala yüksek, kimileri için ise düşüktür. Örneğin bir kişi hiç sevmediği bir ürün için en düşük puan olarak 2 puan verebilmekte (1-5 puan aralığında), veya çok sevdiği için bir ürün için 5 puan yerine, 4 puan verebilmektedir. Ayarlanabilir ağırlıklandırılmış ortalama, bu kişisel tercihlerin etkisi dikkate alınarak daha gerçekçi tahminler yapılmaktadır.

$$P_{u,i} = \bar{r}_u + \frac{\sum_{v \in V} \text{sim}(u, v) * (r_{v,i} - \bar{r}_v)}{\sum_{v \in V} \text{sim}(u, v)} \quad (6.3)$$

Yukarıdaki denklemde $P_{u,i}$, u öğrenenin i nesnesine verdiği değer tahminini; \bar{r}_u , u öğrenenin, \bar{r}_v , v öğrenenin ortalamasını; $\text{sim}(u, v)$, u öğreneni ile v öğreneni arasındaki benzerlik değerini; V kümesi ise u öğrenenin yakın komşularını ifade etmektedir.

Bu yöntem ile, öğrenenlerin konulara duydukları ilgi değerleri, etkileşim içinde oldukları öğrenme nesnelere *konu* özellikleri üzerinden dolaylı yoldan elde edilmiştir. Benzer ilgilere sahip öğrenenlerin kümesi bulunarak, aktif öğrenen için nesnelere kalite değerleri kümenin genel tercihleri üzerinden tahmin edilmiştir.

6.2.1.2 Yazar özelliğine dayalı yöntem

Bu yöntemde, içerik tabanlı filtreleme kullanılarak öğrenenin değerlendirmiş olduğu geçmiş öğrenme nesnelere üzerinden yazarlar bazında değerlendirme yapılmıştır.

Kullanılan içerik tabanlı yaklaşımda, *öğrenme nesnesi x yazar matrisi* kullanılmıştır (Şekil 6.6). Bu matriste satırlar öğrenenin geçmişte puanladığı öğrenme nesnelere, sütunlar sistemdeki tüm yazarları temsil etmektedir. Matristeki değerler ise, öğrenenin öğrenme nesnesine verdiği puanın öğrenenin tüm nesnelere için olan puan ortalamasından farklıdır. Kişisel tercihlerin (değerlendirme skalası) etkisini azaltmak için verilen puanların ortalamadan farkı alınmıştır.

Matris değerleri şu şekilde hesaplanmıştır:

$$R'_{u,i} = \sum_{i \in I} (R_{u,i} - \bar{R}_u) \quad (6.4)$$

Burada $R'_{u,i}$, i nesnesine u kullanıcısı tarafından verilmiş puanın normalize edilmiş hâlini, $R_{u,i}$ i nesnesine u kullanıcısı tarafından verilen puanı, \bar{R}_u ise u kullanıcısının puan ortalamasını ifade etmektedir.

	Y_1	Y_2	Y_3	Y_{\dots}	Y_n
O_1	-0,5				-0,5
O_2		1,5			
O_3		-1,5			
O_4	2,5		2,5		
O_{\dots}			-1,5		-1,5
O_m	-0,5	-0,5	-0,5		

Şekil 6.6. Örnek öğrenme nesnesi-yazar matrisi.

Şekil 6.6'de $m \times n$ boyutlu örnek matrisimiz görülmektedir; $\{O_1, O_2, \dots, O_m\}$ öğrenenin geçmişte puanladığı öğrenme nesnelere kümesi ve $\{Y_1, Y_2, \dots, Y_n\}$ sistemdeki tüm yazarların kümesidir. Görüldüğü gibi bir nesnenin birden fazla yazarı olabilmektedir, fakat her yazarın o nesne için aldığı puan eşittir.

Burada sütun (yazar) bazında değerlerin ortalaması alınarak ilgili öğrenen için yazarlara verilen puanlar hesaplanır:

$$a \in A, \quad \bar{R}_{a,u} = \frac{\sum_{i \in I} R_{a,i}}{N} \quad (6.5)$$

Bu formülde;

- u aktif öğreneni,
- A , u öğreneni tarafından puanlanan öğrenme nesnelерinin yazarlarının kümesini ve a yazarı,
- I , a yazarı tarafından üretilen ve u tarafından puanlanan öğrenme nesnesi kümesini ve i öğrenme nesnesini,
- N , I kümesinin eleman sayısını,
- $R_{a,i}$, a yazarının i öğrenme nesnesi için aldığı puanı ve
- $\bar{R}_{a,u}$ ise, a yazarına u öğreneni tarafından verilen puanların ortalamasını

ifade etmektedir. Sonuç olarak, $Q_{a,u}$ u öğrenenine göre a yazarının kalite değeri olsun:

$$Q_{a,u} = \begin{cases} \text{Ortalama Altı,} & \text{eğer } \bar{R}_{a,u} < 0 \\ \text{Ortalama,} & \text{eğer } \bar{R}_{a,u} = 0 \\ \text{Ortalama Üstü,} & \text{eğer } \bar{R}_{a,u} > 0 \end{cases} \quad (6.6)$$

k tane yüksek $Q_{a,u}$ değeri ne sahip yazar bulunup, bu yazarların ürettiği diğer içerikler aktif öğrenene sunulmaktadır.

Öğrenme nesnesi merkezli yaklaşımın sonucunda, her iki yöntemin çıktısı olarak iki ayrı özelliğe dayalı iki öğrenme nesnesi kümesi elde edilmiştir. Bu iki özellik, birbirine bağımlı olmayan ve birbirlerini doğrudan etkilemeyen özelliklerdir. Bu noktada her iki kümenin birleşim kümesinin çıktı olarak sunulması yoluna gidilmiştir:

- A kümesi *konu* özelliğine dayalı yöntemden, B kümesi ise *yazar* özelliğine dayalı yöntemden elde edilen öğrenme nesnesi kümesi,
- R kümesi ise son çıktı kümesi olsun;

$$R = A \cup B \quad (6.7)$$

6.2.2 Öğrenen merkezli yaklaşım

Öğrenme nesnesi merkezli yaklaşımda tüm değerlendirmeler, öğrenme nesnelerinin özellikleri üzerinden gerçekleştirildi. Aktif öğrenenin geçmişte puanlamış olduğu nesnelere incelendi ve bunlar aracılığı ile çıkarımlar yapıldı. Bu yaklaşımın en büyük zaafı, öğrenenin sistemde yeni olması durumundan (soğuk/ilk başlangıç) olumsuz etkilenmesidir. Bu zaaf, öğrenen merkezli yaklaşımla aşılmıştır.

Bu yaklaşımda, öğrenen ontolojisinde (Bkz. Şekil 6.2) yer alan, öğrenenden doğrudan elde edilen (açık geribildirim) ilgi duyduğu konular ve ağırlıkları bilgisi (*WeightedInterest* - *weight*) kullanılmaktadır. Öğrenen sisteme kayıtlanırken veya anketler yoluyla gibi yöntemlerle öğrenenden ilgi duyduğu konuları belirli bir skalada (1'den 5'e kadar puan verme gibi) derecelendirerek/ağırlıklandırarak bildirmesi istenir. Bu bilgi öğrenen ontolojisinde *WeightedInterest* varlığı ile temsil edilmektedir.

Öğrenenlerin ilgi duydukları konu bilgileri üzerinden öğrenenler arasındaki benzerlikler bulunabilmektedir. Öğrenenin bir konuya ne kadar ilgi duyduğu bilgisi, kullanıcının tercihlerini yansıtmaktadır. İlgi duyulan konular bu noktada öğrenenler için başlangıç kullanıcı profilini oluşturmaktadır.

Kullanıcı tabanlı işbirlikçi filtreleme yöntemi ile öğrenen profilleri üzerinden benzerlikler hesaplanmıştır. Yönteme girdi olarak *öğrenen x konu* matrisi verilmektedir. Matrisin elemanları konulara duyulan ilginin derecesi, yani ağırlığıdır. Öğrenen profillerinin vektörel temsillerinin bütünü bu matristir.

Öğrenenler arasındaki benzerlikleri hesaplamak için Pearson Korelasyon Benzerliği yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin tercih edilme nedeni, öğrenenlerin puanlama skalaları arasındaki düzensizliği ortadan kaldırmaktır.

$$\text{sim}(u, v) = \frac{\sum_{i \in C} (W_{i,u} - \bar{W}_u) (W_{i,v} - \bar{W}_v)}{\sqrt{\sum_{i \in C} (W_{i,u} - \bar{W}_u)^2} \sqrt{\sum_{i \in C} (W_{i,v} - \bar{W}_v)^2}} \quad (6.8)$$

Yukarıdaki denklemde C , u ve v öğrenenlerinin her ikisinin de ilgi duyduğu konuların kümesi; u hedef ve v diğer öğrenen; $W_{i,u}$, i konusu için u öğreneninin vermiş olduğu ağırlık; \bar{W}_u , u öğreneninin C kümesindeki konulara vermiş olduğu ağırlıkların ortalaması; $W_{i,v}$, i konusu için v öğreneninin vermiş olduğu ağırlık ve \bar{W}_v , v öğreneninin C kümesindeki konulara vermiş olduğu ağırlıkların

ortalamasıdır.

Benzerlik hesaplamasının ardından, en benzer k adet öğrenen seçilerek komşuluklar elde edilmektedir. Sonraki adımda *konu* özelliğine dayalı yöntemde (Bkz. Bölüm 6.2.1.1) olduğu gibi ayarlanabilir ağırlıklandırılmış ortalama (Bkz. Denklem 6.3) kullanılarak söz konusu öğrenme nesnesi için tahmin hesaplanmaktadır.

6.2.3 Melez yaklaşım

Öğrenme nesnesi merkezli yaklaşım (Bkz. Bölüm 6.2.1) ve öğrenen merkezli yaklaşım (Bkz. Bölüm 6.2.2) adımlarının sonucu olarak iki ayrı öğrenme nesnesi listesi aktif öğrenen için elde edilmiştir. İlk yaklaşımda öğrenme nesnelerinin özellikleri üzerinden, ikinci yaklaşımda ise öğrenenden doğrudan temin edilen bilgiler (ilgili olduğu konular) üzerinden çıkarsamalar yapılmıştır. Her iki yöntem de birbirlerinin eksik yanlarını kapatmaktadır. Bu bakış açısıyla, elde edilen iki listenin birleşim kümesi, sonuç listesi olarak değerlendirilmektedir.

X kümesi öğrenme nesnesi merkezli yaklaşımdan ve Y kümesi öğrenen merkezli yaklaşımdan elde edilen öğrenme nesnesi kümeleri olmak üzere, S kümesi çıktı kümemiz olmaktadır:

$$S = X \cup Y \quad (6.9)$$

Bu noktaya kadar öneri sistemleri yaklaşımlarıyla, aktif öğrenen için kaliteli olabilecek öğrenme nesnelerini ortaya çıkardık. Ancak öğrenme sistemlerinde yer alan önemli bir noktayı göz ardı etmekteyiz:

Öğrenen bu öğrenme nesneleri için gerekli önkoşulları sağlıyor mu?

Hedeflenen öğrenme nesneleri için izlenmesi gereken öğrenme patikaları, yani önkoşullardan oluşan bir çizge yapısı vardır. Önkoşulların sırasıyla yerine getirilmesiyle hedeflenen öğrenme nesnesine ulaşılabilir. Bu patika üzerinde sağlanan bir önkoşul, yani sonuçlandırılan bir öğrenme nesnesi, bu düğüme kadar olan patikanın budanması anlamına gelmektedir. Bu sonuçla, bir öğrenme nesnesinin önkoşullarının (birinci derece komşuları) sağlanması, ilgili öğrenme nesnesi ile etkileşime geçilebileceği anlamına gelmektedir.

Algoritma 2: Öğrenme Patikası Uygunluğu Algoritması.

Data: Önerilen öğrenme nesnelerinin listesi ve aktif öğrenenin sonuçlandığı öğrenme nesnelerinin kümesi

Result: Önerilen öğrenme nesnelerinin listesinin güncellenmiş hali

```

1  $LO_O = \{O_1, \dots, O_m\}$ , önerilen öğrenme nesnelerinin kümesi
2  $LO_S = \{S_1, \dots, S_n\}$ , aktif öğrenenin sonuçlandığı öğrenme nesnelerinin kümesi
3 foreach  $O_i \in LO_O$  do
4    $onKosullar = OnKosullariGetir(O_i)$ ;
5   foreach  $x$  in  $onKosullar$  do
6     if  $x \notin LO_S$  then
7        $ListedenCikar(O_i, LO_O)$ ;

```

Yukarıdaki algorithmada tarif edildiği gibi, önerilen her bir öğrenme nesnesi için önkoşul nesnelerinin tümü bir listeye alınır. Bu listenin tüm elemanları öğrenenin sonuçlandığı öğrenme nesnelere kümesinin elemanı ise, bu öğrenme nesnesi için önkoşullar sağlandığından nesne öneri listesinde kalmaya devam eder, aksi takdirde öneri listesinden çıkarılması gerekmektedir. Elbette önkoşulu olmayan öğrenme nesnelere için herhangi bir işlem yapılmamaktadır.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tez kapsamında, öneri sistemlerinin bir öğrenme nesnesini öğrenene önerme oranı, kalite ölçütü olarak değerlendirilmiştir. Öneri sistemlerinin daha doğru sonuçlar üretebilmesini sağlamamız, öğrenme nesnelerinin öğrenenler için kalitelerini daha iyi belirleyebilmemizi sağlamaktadır. Bu nedenle, birden fazla yöntem kullanılarak doğruluk oranının artırılması hedeflenmiştir. Kullanılan yöntem sayısının fazla olması, ölçeklenebilirliği elbette olumsuz etkilemiştir. Fakat amacımız, anlık işlem gören gerçek zamanlı bir sistemde çalışacak mekanizma geliştirmek yerine, doğruluk oranının çok daha önemli olduğu ve tolere edilebilir sürelerde işlem görebilecek bir mekanizma geliştirmek olmuştur. Bu sebeple, ölçeklenebilirlik sorunu üzerinde fazla durulmamıştır.

E-öğrenme uygulamalarında öneri sistemlerinin kullanımı ve gerçekleştirimi son derece sınırlıdır. Bu durum, kullanılabilir kaynak ve veri setleri üzerine literatürde yapılan araştırmalardan da anlaşılabilir. Özellikle e-öğrenme ve öneri sistemleri üzerine geliştirilmiş ve paylaşımına açık uygun veri seti bulunamamıştır. Araştırmacılar çalışmalarında kullanılmak üzere veri setlerini kendileri manuel şekilde oluşturmaktadır.

Öneri sistemlerinin kronik sorunlarını çözmek için tasarlanan üç adet ontoloji (öğrenen, öğrenme nesnesi ve öğrenme alanı ontolojileri) ile geliştirilen yöntemler daha doğru sonuçlar verme üzerine kurgulanmıştır. Bu ontolojilerin tasarımı süresince genel kabul görmüş kavramlar kullanılmıştır, fakat bu kavramların çoğunun dayandığı e-öğrenme standartlarına rağmen literatürdeki ilgili ontolojiler arasında yeterli sayıda kullanışlı içeriğe rastlanılmamıştır. İlgili ontolojiler için tez çalışmamızda kullanılmak üzere uygun veri setlerine literatürde değinilmemiştir.

Tez çalışmamızda, öğrenme nesnesi merkezli yaklaşım ile öğrenenin tecrübe etmiş olduğu öğrenme nesnelere üzerinden çıkarsamalar yapılmıştır. İlk aşama olarak, öğrenme nesnelerinin *konu* özelliği üzerinden anlamsal benzerlikler kullanılarak yapılan dolaylı çıkarsamalar, öğrenenlerin nesnelere etkileşimlerini sürece dâhil etmemizi sağlamıştır. İkinci kısımda da *yazar* özelliği üzerinden yaptığımız içerik tabanlı filtreleme, öğrenenin seviyesine ve öğrenme stiline uygun yazarların içeriklerine odaklanılmasını sağlamıştır. Her iki kısımda da elde edilen değerlendirme sonuçlarının birleşim kümesi, geniş bir liste elde etmemizi sağlamıştır.

Sisteme yeni dâhil olan öğrenenler için sağlıklı çıkarsama yapabilmek amacıyla, ikinci yaklaşımımız olan öğrenen merkezli yaklaşımda, öğrenenden doğrudan temin edilen, ilgili olduğu konular verisi üzerinden kullanıcı tabanlı işbirlikçi filtreleme uygulanmıştır. Öğrenen tarafından sağlanan veriler ile doğru orantılı sayıda sonuç elde edilmiştir.

Son olarak melez yaklaşım bölümünde, her iki yaklaşımın sonuçları sentezlenmiş ve öğrenenin önkoşullarını sağlayamadığı sonuçlar elenmiştir. Bu sayede, sonuçların öğrenene uygunluk seviyesi artırılmıştır.

Gelecek çalışmalarda, tasarlanan mimarinin uygun veri setleri ile çalıştırılması ve elde edilen sonuçlara göre gerekli iyileştirmelerin yapılması hedeflenmektedir.



KAYNAKLAR DİZİNİ

- ADL**, 2009, Advanced Distributed Learning Initiative: SCORM 2004 4th edition, <https://adlnet.gov/research/SCORM/SCORM-2004-4th-edition/>, (Erişim Tarihi: 13 Mayıs 2019).
- ADL**, 2011, SCORM users guide for programmers: SCORM 2004 4th edition, https://adlnet.gov/public/uploads/SCORM_Users_Guide_for_Programmers.pdf, (Erişim Tarihi: 13 Mayıs 2019).
- Adomavicius, G. and Tuzhilin, A.**, 2005, Toward the next generation of recommender systems: A survey of the state-of-the-art and possible extensions, *Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on*, 17:734–749.
- Al-yahya, M., George, R. and Alfaries, A.**, 2015, Ontologies in e-learning: Review of the literature, *International Journal of Software Engineering and its Applications*, 9:67–84.
- AlfredoSanchez, J., Perez-Lezama, C. and Starostenko, O.**, 2015, A formal specification for the collaborative development of learning objects, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 182:726–731.
- Balabanović, M. and Shoham, Y.**, 1997, Fab: Content-based, collaborative recommendation, *Commun. ACM*, 40(3):66–72.
- Beck, R.J.**, 2010, What are learning objects?, http://www4.uwm.edu/cie/learning_objects.cfm?gid=56, (Erişim Tarihi: 13 Mayıs 2019).
- Berkani, L. and Nouali, O.**, 2013, Semantic Collaborative Filtering for Learning Objects Recommendation, In KDIR/KMIS 2013 - Proceedings of the International Conference on Knowledge Discovery and Information Retrieval and the International Conference on Knowledge Management and Information Sharing, Vilamoura, Algarve, Portugal, 19 - 22 September, 2013. p. 52–63.
- Berners-Lee, T. and Fischetti, M.**, 2000, Weaving the Web: The Original Design and Ultimate Destiny of the World Wide Web by Its Inventor, volume 1.
- Berners-Lee, T., Hendler, J. and Lassila, O.**, 2001, The semantic web, *Scientific American*, 284:34–43.
- Breese, J.S., Heckerman, D. and Kadie, C.**, 1998, Empirical Analysis of Predictive Algorithms for Collaborative Filtering, In Proceedings of the Fourteenth Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA, UAI'98, p. 43–52.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Burke, R.**, 1999, The Wasabi Personal Shopper: A Case-based Recommender System, In Proceedings of the Sixteenth National Conference on Artificial Intelligence and the Eleventh Innovative Applications of Artificial Intelligence Conference Innovative Applications of Artificial Intelligence. American Association for Artificial Intelligence, Menlo Park, CA, USA, AAAI '99/IAAI '99, p. 844–849.
- Burke, R.**, 2000, Knowledge-Based Recommender Systems, In Encyclopedia of Library and Information Systems. Marcel Dekker.
- Burke, R.**, 2007, Hybrid Web Recommender Systems, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, p. 377–408.
- C. Daconta, M., Obrst, L. and T. Smith, K.**, 2003, The Semantic Web: A Guide to the Future of XML, Web Services, and Knowledge Management.
- Clark, R.**, 2002, Six principles of effective e-Learning: What works and why, *The e-Learning Developer's J Sept.*
- Cuéllar, M., Delgado, M. and Pegalajar, M.**, 2011, Improving learning management through semantic web and social networks in e-learning environments, *Expert Systems with Applications*, 38(4):4181 – 4189.
- DCMI**, 1990, DCMI metadata basics, <http://www.dublincore.org/resources/metadata-basics/>, (Erişim Tarihi: 13 Mayıs 2019).
- Ellison, N., Lampe, C. and Steinfield, C.**, 2009, Social network sites and society: Current trends and future possibilities, *interactions*, 16:6–9.
- Ereteo, G., Gandon, F., Corby, O. and Buffa, M.**, 2009, Semantic social network analysis, *CoRR*, abs/0904.3701.
- Goldberg, D., Nichols, D., Oki, B.M. and Terry, D.**, 1992, Using collaborative filtering to weave an information tapestry, *Commun. ACM*, 35(12):61–70.
- Gruber, T.R.**, 1993, A translation approach to portable ontology specifications, *Knowledge Acquisition*, 5(2):199 – 220.
- Gruber, T.R.**, 1995, Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing?, *International Journal of Human-Computer Studies*, 43(5):907 – 928.
- Han, Q., Gao, F. and Wang, H.**, 2010, Ontology-based Learning Object Recommendation for Cognitive Considerations. p. 2746 – 2750.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Hanneman, R.A. and Riddle, M.**, 2005, Introduction to Social Network Methods. Riverside, CA.
- Herlocker, J., Konstan, J., Terveen, L. and Riedl, J.**, 2004, Evaluating collaborative filtering recommender systems, *ACM Transactions on Information Systems*, 22(1):5–53.
- Hodgins, H.W.**, 2006, The Future of learning objects, *Educational Technology*, 46(1):49–54.
- IEEE**, 2002, IEEE standard for learning object metadata, *IEEE Std 1484.12.1-2002*, p. 1–40.
- IMS Global Learning Consortium**, 2006, Scheme of the IEEE LOM standard, https://www.imsglobal.org/metadata/mdv1p3/imsmd_bestv1p3.html, (Erişim Tarihi: 13 Mayıs 2019).
- Jennings, A. and Higuchi, H.**, 1993, A user model neural network for a personal news service, *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 3:1–25.
- Johnson, L.F.**, 2003, Elusive vision: Challenges impeding the learning object economy.
- Kermany, N.R. and Alizadeh, S.H.**, 2017, A hybrid multi-criteria recommender system using ontology and neuro-fuzzy techniques, *Electronic Commerce Research and Applications*, 21:50 – 64.
- Khaled, A., Ouchani, S. and Chohra, C.**, 2018, Recommendations-based on semantic analysis of social networks in learning environments, *Computers in Human Behavior*.
- Krulwich, B.**, 1997, Lifestyle Finder: Intelligent user profiling using large-scale demographic data, *AI Magazine*, 18:37–45.
- Lang, K.**, 1995, NewsWeeder: Learning to Filter Netnews, In In Proceedings of the 12th International Machine Learning Conference (ML95).
- MarketingTeacher.com**, Long tail effect, <https://www.marketingteacher.com/long-tail-concept/>, (Erişim Tarihi: 10 Mayıs 2019).
- McGreal, R. and Roberts, T.**, 2001, A primer on metadata for learning objects: Fostering an interoperable environment, *E-Learning*, 2:26–29.
- Nichols, M.**, 2003, A theory for eLearning, *Educational Technology Society*, 6:1–10.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Pazzani, M.J.**, 1999, A framework for collaborative, content-based and demographic filtering, *Artif. Intell. Rev.*, 13(5-6):393–408.
- Pazzani, M.J. and Billsus, D.**, 2007, Content-Based Recommendation Systems, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, p. 325–341.
- Pukkhem, N.**, 2013, Ontology-based semantic approach for learning object recommendation, *International Journal On Information Technology*, 3.
- Puustjärvi, J. and Puustjärvi, L.**, 2017, Increasing the expression power of persons' profiles in semantic social networks, *Procedia Computer Science*, 111:8–16.
- Ramadhanie, M.A., Aminah, S., Hidayanto, A.N. and Krisnadhi, A.**, 2009, Design and implementation of learning object ontology for e-learning personalization.
- Resnick, P., Iacovou, N., Suchak, M., Bergstrom, P. and Riedl, J.**, 1994, GroupLens: An Open Architecture for Collaborative Filtering of Netnews, In Proceedings of the 1994 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work. ACM, New York, NY, USA, CSCW '94, p. 175–186.
- Resnick, P. and Varian, H.R.**, 1997, Recommender systems, *Commun. ACM*, 40(3):56–58.
- Ricci, F., Rokach, L., Shapira, B. and Kantor, P.B.**, 2010, Recommender Systems Handbook. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1st edition.
- Schein, A., Popescul, A., Ungar, L. and M. Pennock, D.**, 2002, Methods and Metrics for Cold-Start Recommendations. p. 253–260.
- Sellami, K., Ahmed-Nacer, M. and Tiako, P.F.**, 2014, From social network to semantic social network in recommender system, *CoRR*, abs/1407.3392.
- Shardanand, U. and Maes, P.**, 1995, Social Information Filtering: Algorithms for Automating "Word of Mouth", In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co., New York, NY, USA, CHI '95, p. 210–217.
- Sharma, M. and Ahuja, L.**, 2016, A Novel and Integrated Semantic Recommendation System for E-Learning Using Ontology, In Proceedings of the Second International Conference on Information and Communication Technology for Competitive Strategies. ACM, New York, NY, USA, ICTCS '16, p. 52:1–52:5.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Sieg, A., Mobasher, B. and Burke, R.**, 2010, Ontology-based collaborative recommendation, *CEUR Workshop Proceedings*, 606:20–31.
- Tarus, J., Niu, Z. and Khadidja, B.**, 2017a, E-Learning recommender system based on collaborative filtering and ontology, *International Journal of Computer and Information Engineering*, 11(2):400–405.
- Tarus, J.K., Niu, Z. and Yousif, A.**, 2017b, A hybrid knowledge-based recommender system for e-learning based on ontology and sequential pattern mining, *Future Generation Computer Systems*, 72:37 – 48.
- Urduan, T., Weggen, C. and Co, W.H.**, 2000, Corporate E-learning: Exploring a New Frontier. W.R. Hambrecht.
- W3C**, 2013, Semantic web layers, <https://www.w3.org/2001/sw/>, (Erişim Tarihi: 10 Mayıs 2019).
- Wang, R. and Kong, F.**, 2007, Semantic-Enhanced Personalized Recommender System, In 2007 International Conference on Machine Learning and Cybernetics. volume 7, p. 4069–4074.
- Wiley, D.**, 2000, Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy, *Association for Instructional Technology Association for Educational Communications and Technology*, 2830:1–35.
- WordPress**, Web 3.0, <https://ilaydagoc.wordpress.com/web-3-0/>, (Erişim Tarihi: 10 Mayıs 2019).
- Yu, Z., Nakamura, Y., Jang, S., Kajita, S. and Mase, K.**, 2007, Ontology-based Semantic Recommendation for Context-aware e-Learning, In Proceedings of the 4th International Conference on Ubiquitous Intelligence and Computing. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, UIC'07, p. 898–907.

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans öğrenimim süresince, bilgi ve tecrübelerini hiç esirgemeyen, her konuda gösterdiği destek, anlayış ve özveri için değerli danışmanım Doç. Dr. Vecdi AYTAÇ' a, yönlendirmeleriyle ve fikirleriyle bana destek olan sayın Prof. Dr. Mustafa Serdar KORUKOĞLU' na teşekkürü bir borç bilirim.

Her zaman yanımda olup bugünlere gelmemi sağlayan aileme ve motivasyon kaynağım olan tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

10.06.2019

Mehmet Ali BİLİCİ

ÖZGEÇMİŞ

Mehmet Ali BİLİCİ

Adres: Ege Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü 35100 Bornova / İZMİR
E-Mail: mehmet.ali.bilici@ege.edu.tr

Kişisel Bilgiler

Uyruk: Türkiye Cumhuriyeti

Doğum Yeri ve Tarihi: İzmir, 05.01.1988

Eğitim Durumu

Yüksek Lisans: 2010 - Devam Ediyor, Ege Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Lisans: 2006 - 2010, Ege Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Lise: 2002 - 2006, İzmir Betontaş Lisesi (YDA)

Yabancı Dil Bilgisi

Türkçe: Anadil

İngilizce: İyi Derecede

Mesleki Deneyim

Öğr.Gör., Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 2018 - Devam Ediyor

Uzman, Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 2014 - 2018

EKLER

Ek 1 Türkçe-İngilizce Terimler Sözlüğü



Ek 1 Türkçe-İngilizce Terimler Sözlüğü

Açık	Explicit
Alan	Domain
Anlamsal Filtreleme	Semantic Filtering
Arama Motoru Optimizasyonu	Search Engine Optimization
Artırıcı İşbirlikçi Önerme	Augmenting Collaborative Recommendation
Bilgi Tabanlı Filtreleme	Knowledge Based Filtering
Çalışma Zamanı Ortamı	Run-Time Environment
Çevrimiçi	Online
Demografik Filtreleme	Demographic Filtering
Dublin Core Üstverisi	Dublin Core Metadata
Fayda Fonksiyonu	Utility Function
Fonksiyon	Function
İçerik Modeli	Content Model
İçerik Organizasyonu	Content Organization
İçerik Paketi	Content Package
İçerik Tabanlı Filtreleme	Content Based Filtering
İçerik Toplama	Content Aggregation
İçerik Toplama Modeli	Content Aggregation Model
İlgi Skoru	Interest Score
İlişki	Relationship
İşbirlikçi Filtreleme	Collaborative Filtering
Kapalı	Implicit
Kısıt	Constraint
Melez Sistemler	Hybrid Systems
Nesne	Instance
Nitelikler	Attributes
Öğrenme Nesnesi	Learning Object

Öğrenme Nesnesi Üstverisi	Learning Object Metadata
Öğrenme Patikası	Learning Pathway
Öğrenme Yönetim Sistemi	Learning Management System
Öklit Uzaklığı Formülü	Euclidean Distance Formula
Önkoşul	Prerequisite
Özellik	Property
Paylaşılabilir İçerik Nesneleri	Shared Content Objects
Paylaşılabilir İçerik Nesnesi Referans Modeli	Sharable Content Object Reference Model
Seyreklik	Sparsity
Sınıf	Class
Sıralama Ve Dolaşım	Sequencing and Navigation
Sıralı Örüntü Madenciliği	Sequential Pattern Mining
Uzun Kuyruk Etkisi	Long Tail Effect
Üstveri	Metadata
Varlık	Asset
Yayılma Aktivasyonu Algoritması	Spreading Activation Algorithm