

**Çoklu Ortam Uygulamaları için Akıllı ve Bulanık Nesneye
Dayalı Veritabanı Modellemesi ve Geliştirilmesi**

Proje No: 106E012

Prof.Dr. Adnan YAZICI

Yrd.Doç.Dr. Murat KOYUNCU

KASIM 2009
ANKARA

ÖNSÖZ

Bu projede, çoklu ortam uygulamalarında kullanılmak üzere bulanık nesneye dayalı veritabanı ile bulanık bilgi tabanlı sistemin sıkıca bağlaştırılmasıyla (tightly coupling) oluşturulan akıllı ve bulanık nesneye dayalı bir çoklu ortam veritabanı modeli ve bu modelin kullanıldığı bir prototip sistem geliştirilmiştir. Model, çoklu ortam uygulamalarında söz konusu olabilecek yapıları destekleyecek şekilde belirsiz verilerin de saklanabileceği bir modele dönüştürülmüştür. Modelin desteklediği çoklu ortam verilerine hızlı erişimi sağlamak amacıyla bir bulanık nesneye yönelik çoklu ortam dizin yapısı oluşturularak bu yapı geliştirilmiş olan sisteme entegre edilmiştir. Ayrıca kesin (precise) verilerin yanında belirsizlik içeren verileri de değerlendirebilecek bir çıkarsama motoru geliştirilmiş ve bu çıkarsama motorunun veritabanına sıkı entegrasyonu sağlanmıştır. Çoklu ortam verilerinin modellenmesi ve sorgulanması için geliştirilmiş olan sistemde arayüzler oluşturulmuştur. Önerilen modelin ve geliştirilen prototip sistemin çalışırılığını göstermek amacıyla örnek uygulama olarak haber videoları seçilmiş ve bu videolar sisteme yüklenerek sistem test edilmiştir.

Proje bitiminde, proje öneri dokümanında yer alan başarı kriterleri sağlanarak proje başlangıcında hedeflenen noktaya ulaşılmıştır. Proje kapsamında 2 adet SCI, 1 adet SCI-Expanded olmak üzere 3 dergi yayını yayınlanmış ve 13 adet uluslararası konferans yayını gerçekleştirilmiştir.

Bu proje, BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK ARAŞTIRMA PROJELERİNİ DESTEKLEME PROGRAMI kapsamında TÜBİTAK tarafından (106E012 kod numarasıyla) desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
TABLO LİSTESİ.....	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
KISALTMALAR.....	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1 Çoklu-Ortam Veritabanı Modellemesi.....	3
2.2 Konuyla İlgili Literatür Taraması.....	4
3.2.1 Görsel Biçim (Visual Modality).....	4
3.2.2 İşitsel Biçim (Auditory Modality).....	4
3.2.3 Yazısal Biçim (Textual Modality).....	5
3.2.4 Çok Biçimlilik (Multimodality).....	5
3.2.5 Video Veri Modellemesi (Video Data Modelling).....	5
3.2.6 Video Veritabanı Sistemleri (Video Database Systems).....	5
3.2.7 Kural Temelli Yaklaşımlar.....	6
2.3 Değerlendirme.....	7
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	8
3.1 Genel.....	8
3.2 Bulanık Nesneye Dayalı Veritabanı Geliştirilmesi (2. İş Paketi).....	9
3.2.1 Çoklu-ortam Verileri için Bulanık Kavramsal Veri Modeli.....	9
3.2.2 Modelin Haber Videosu Sahasına Uygulanması.....	14
3.3 Bulanık Dizin Yapısının Geliştirilmesi (3. İş Paketi).....	18
3.4 Bulanık Çıkarılma Motorunun Geliştirilmesi (4. İş Paketi).....	22
3.4.1 Zamansal Kurallar.....	24
3.4.2 Uzamsal/Mekansal/Uzaysal Kurallar.....	25
3.4.3 Anlamsal Kurallar.....	28
3.5 Kullanıcı Arayüzünün Geliştirilmesi (5. İş Paketi).....	28
3.6 Çoklu-Ortam Nesnelerinin Otomatik Çıkarımı.....	33
3.7 Entegrasyon Çalışmaları (6. İş Paketi) ve Prototip Sistemde Geline Son Durum..	34
4. BULGULAR.....	38
5. SONUÇ.....	40
Yararlanılan kaynaklar.....	42

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Zamansal ilişkiler	24
Tablo 2: Zamansal ilişkilerin anlamları	25
Tablo 3: Zamansal kurallar	25
Tablo 4: Uzamsal ilişkiler.....	26
Tablo 5: Uzamsal kurallar.....	27
Tablo 6: Çıkarımsal uzamsal kurallar	28

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil-1: Sistem mimarisi.....	8
Şekil 2: Çoklu-ortam verileri için önerilen bulanık kavramsal modelin UML sınıf şeması.....	10
Şekil 3: Bulanıklık, video, olay, nesne ve aktör sınıflarının ayrıntılı sınıf şeması.....	11
Şekil 4: Yapı, hikâye, sahne ve görüntü sınıflarının ayrıntılı sınıf şeması.....	12
Şekil 5: Görüntü, videoKaresi, sesSinyali ve resim sınıflarının ayrıntılı sınıf şeması.....	13
Şekil 6: Aktör, konum ve bölge sınıflarının ayrıntılı sınıf şeması	13
Şekil 7: NesneNesnelişi, aktörAktörlüşi ve olayOlaylışi sınıfları ile bölgesellişi ve zamansallişi arayüzlerinin ayrıntılı sınıf şeması	14
Şekil 8: HaberVideosu sınıfı.....	15
Şekil 9: HaberGirişHikayesi, haberHikayesi ve haberBitişHikayesi sınıfları	15
Şekil 10: HaberHikayesi sınıfının haberHikayesi1 adlı nesnesi	16
Şekil 11: HaberHikayesi sınıfının haberHikayesi2 adlı nesnesi	16
Şekil 12: SunucuSahnesi, muhabirSahnesi ve meclisSahnesi isimli sahne nesneleri ile birlikte haberHikayesi2 adlı haberHikayesi nesnesi	17
Şekil 13: MeclisSahnesi adlı sahne nesnesi ve ona ait konuşmacıGörüntüsü1, seyirciGörüntüsü, ve konuşmacıGörüntüsü2 adlı görüntü nesneleri.....	17
Şekil 14: KonuşmacıGörüntüsü1 adlı görüntü nesnesi, ilişkili olay nesneleri ve bu olay nesneleriyle ilişkili aktör nesneleri	18
Şekil 15: Örnek bir video görüntüsü (çerçeve).....	19
Şekil 16: Örnek görüntünün Renk Düzeni görsel özelliğinin tanımlanmış XML hali.	20
Şekil 17: Örnek görüntünün Kenar Histogramı görsel özelliğinin tanımlanmış XML hali.	20
Şekil 18: Örnek görüntünün Baskın Renk görsel özelliğinin tanımlanmış XML hali.....	20
Şekil 19: Örnek görüntünün Bölge Şekli görsel özelliğinin tanımlanmış XML hali.....	21
Şekil 20: İki boyutta nesnelere dağılımı ve bölütlenmesi (a) ve buna karşılık gelen bit dizgileri (b).....	21
Şekil 21: Kural temelli bir sistemin yapısı.....	23
Şekil 22: Çıkarım mimarisi	24
Şekil 23: Yönel ilişkiler	26
Şekil 24: Topolojik ilişkiler	27
Şekil-25: Uygulamanın kullanıcı arayüzü	29
Şekil-26: Mekansal ve zamansal sorgular.....	30
Şekil-27: Mekansal-Zamansal sorgu örneği (a)	31
Şekil-28: Mekansal-Zamansal sorgu örneği (b)	32
Şekil-29: Mekansal-Zamansal sorgu örneği (c).....	32
Şekil-30: Örnekle sorgulama (query-by-example) örneği.....	33

Şekil-31: Prototip sistem	35
Şekil-32: Dizinleme işlem akışı	37

KISALTMALAR

AVIS	: Advanced Information System
BBT	: Bulanık Nesneye Dayalı Bilgi Tabanı
BNDV	: Bulanık Nesneye Dayalı Veritabanı
CL	: Color Layout (Renk Düzeni)
CLIPS	: C Language Integrated Production System
DC	: Dominant Color (Baskın Renk)
EH	: Edge Histogram (Kenar Histogramı)
ERD	: Entity Relationship Diagrams
EERD	: Extended Entity Relationship Diagrams
FOOD	: Fuzzy Object Oriented Database (Nesneye Yönelik Veri Tabanı Modeli)
GA	: Genetic Algorithm (Genetik Algoritma)
IMF	: International Monetary Fund
JESS	: Java Expert System Shell
OCR	: Optional Character Recognition
RS	: Region Shape (Bölge Şekli)
SEBM	: Structural and Event Based Multimodal
STRG	: Spatio-Temporal Region Graph
UML	: Unified Modeling Language
VDBMS	: Video Database Management System
XM	: Experimentation Model

ÖZET

Bu projede, çoklu ortam uygulamaları için akıllı ve bulanık bir nesneye dayalı veritabanı modeli ve sistemi geliştirilmiştir. Bu projede yapılan araştırma ve geliştirmeler daha ayrıntılı olarak şu şekilde özetlenebilir: Öncelikle, bu projeyi öneren araştırmacılarca daha önce geliştirilmiş olan bulanık nesneye yönelik veritabanı modeli (FOOD) çoklu ortam uygulamalarına özel yeni özellikler eklenerek daha da geliştirilmiştir. Çoklu ortam uygulamalarına yönelik bir kavramsal model ortaya konulmuştur. İkinci olarak, çoklu ortam uygulamalarını destekleyen bir bulanık nesneye-dayalı dizin yapısı geliştirilmiştir. Bu dizin sayesinde videolar içerisindeki nesnelere daha hızlı erişim sağlanabilmektedir. Üçüncü olarak, veritabanı ile entegre bir bilgi tabanlı sistem geliştirilmiştir. Bilgi tabanlı sistem, temelde bir çıkarsama motoru ve bu motor tarafından kullanılan kuralların saklandığı bir bilgi tabanından oluşmaktadır. Bilgi tabanlı sistem, nesneye dayalı veritabanına sıkıca entegre edilmiş ve veritabanındaki nesnelere çıkarımda kullanılabilir duruma getirilmiştir. Geliştirilen çıkarsama motoru, kesin verilerin yanında bulanık ve belirsizlik içeren verileri de işleyebilmekte ve kesin sonuçların yanında bulanık sonuçlar üretebilmektedir. Son olarak, önerilen modelin bir prototipi geliştirilmiş, seçilen örnek videoların geliştirilen arayüzler vasıtasıyla anotasyonu yapılmış ve sistem test edilmiştir.

Üç yıl olarak başlatılan proje 3 aylık uzatmayla birlikte 39 ayda tamamlanmıştır. Projede, bulanıklık, nesneye dayalı veritabanı, bilgi tabanlı sistemler ve çoklu ortam veritabanı uygulamaları konusunda uzmanlaşmış iki araştırmacı ile çoklu ortam konusunda uzmanlaşmış bir araştırmacı görev almıştır. Proje kapsamında projenin değişik süreçlerinde görev alan 4 doktora ve 6 lisansüstü öğrencisinin tez çalışmasına imkan sağlanmıştır. Ayrıca proje sonunda geliştirilen model ve prototip sistemin, akademik dünyada önemli bir boşluğu doldurduğu değerlendirilmektedir. Proje sürecinde 3 adet SCI (2 SCI +1 SCI-E) tarafından taranan dergilerde ve 13 adet uluslararası hakemli konferanslarda olmak üzere toplam 16 uluslararası yayın yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Nesneye dayalı veritabanı, bilgi tabanlı sistem, veritabanı ve bilgi tabanlı sistemlerin bağdaştırılması, bulanıklık, belirsizlik, çoklu ortam uygulamaları

ABSTRACT

In this project, we have developed an intelligent and fuzzy object-oriented database model and system for multimedia applications. In more detail, we can summarize the researches and developments done in this project as follows: Firstly, the fuzzy object oriented database model (FOOD), which had been developed by researchers before, is extended to handle multimedia applications. A new conceptual database model which is specific for multimedia applications is introduced. Secondly, a fuzzy index structure is developed to access new data types. With this index, it is possible to access the objects existing in videos more efficiently. Thirdly, a knowledge-based system is developed and integrated to achieve an intelligent system. The knowledge-based system consists of an inference engine and a knowledge base. It is tightly integrated to the database to use objects in the database as its facts. The inference engine has the capability to evaluate uncertain and fuzzy data and to produce fuzzy conclusions. Finally, a prototype of the proposed model is developed, some selected videos are annotated through the developed user interfaces and the system is tested.

The project has been terminated in 39 months with a three months extension. In the project, two researchers, who are expert on fuzziness, fuzzy logic, object-oriented database, knowledge-based systems and multimedia database applications, and one expert on multimedia, have been worked. An opportunity is provided for 4 PhD and 6 Ms students, who took responsibility during different terms of the project, to work on and terminate their thesis. In addition, it is evaluated that the obtained results of the project fill a big gap in the academic literature. During project, 3 SCI (2 SCI +1 SCI-E) papers and 13 international conference papers, which make 16 in total, are published.

Keywords: Object-oriented database, knowledge-based system, coupling of data and knowledge based systems, fuzziness, uncertainty, multimedia applications

1. GİRİŞ

Gelişen teknoloji ile birlikte, çoklu ortam uygulamalarına olan ilgi ve talep her geçen gün artmaktadır. Sadece metin formatında veri depolamak ve bunlar üzerinde sorgulamalar yapmak, yeni ortaya çıkan ihtiyaçları karşılamak için yeterli değildir. Çoklu ortam uygulamalarının en karmaşığı olarak videoyu ele alırsak, bu video ile ilgili olarak; konusu, çekim tarihi, süresi gibi sadece temel verileri veya video çerçevelerinin (frame) renk, boyut gibi alt seviye verilerini depolamak ve sorgulamak, bir video veritabanından beklenenleri karşılayabilecek durumda değildir. Tüm bunların ötesinde, video içindeki nesnelere, nesnelere birbirleriyle olan ilişkilerini, nesnelere yapmış oldukları hareketleri/olayları ortaya çıkararak işleyebilen daha akıllı sistemlere ihtiyaç vardır. Diğer taraftan, çoklu ortam uygulamaları doğası gereği karmaşık bir yapıdadır ve bu karmaşık yapıyı modelleyebilecek bir yöntemin kullanılmasını zorunlu kılmaktadır.

Karmaşıklığın yanında bulanıklık ve belirsizlik birçok uygulamanın kaçınılmaz bir parçasıdır ve dikkate alınmaması durumunda sistemde bilgi kayıplarına, yanlış anlaşılmalara veya isabetsiz kararlara yol açabilmektedir. Bulanıklık ve belirsizliğin kaynağı farklı olabilir. Verinin tam olarak elde edilememesi, veri tam olarak bilinse dahi bazen bu verilerden ancak bulanık sonuçlar üretilebilmesi, insanlar için genç, yaşlı, sıcak, soğuk gibi bulanık terimlerin kullanımının çok doğal olması ve insan için yeterli bilgiyi sağlaması gibi nedenlerle bulanıklık ve belirsizliği işleyebilecek sistemler geliştirmek önemli bir ihtiyaç olarak değerlendirilmektedir.

Bu projede, çoklu ortam uygulamaları için akıllı ve bulanık bir nesneye dayalı veritabanı modeli ve bu modeli kullanan bir prototip sistemin geliştirilmesi planlanmıştır. Proje kapsamında yapılması planlanan araştırma ve geliştirme çalışmaları aşağıda sıralanmıştır (Proje başlangıcında sunulan proje öneri dokümanına göre):

1. Bu projeyi öneren araştırmacılarca daha önce geliştirilmiş olan bulanık nesneye yönelik veritabanı modelinin (FOOD) çoklu ortam uygulamalarına özel yeni özellikler eklenerek daha da geliştirilmesi.
2. Çoklu-ortama (multimedia) yönelik bir bulanık nesneye-dayalı dizin yapısı geliştirilmesi.
3. Veritabanı ile entegre bir bilgi tabanlı sistem geliştirilmesi.
4. Geliştirilen sistem üzerinde video anotasyonları yapabilmek (sisteme veri girişi yapabilmek) ve sistemi sorgulayabilmek için arayüzler geliştirilmesi.
5. Geliştirilen modüllerin entegrasyonunun yapılması, komple bir prototip sistem ortaya çıkarılması, seçilen örnek videoların geliştirilen arayüzler vasıtasıyla anotasyonunun yapılması ve sistemin test edilmesi.

Proje teklif dokümanında yer alan proje takvimi aşağıda verilmiştir. Proje birbirlerini izleyen veya paralel yürüyen 6 proje iş paketinden oluşmuştur. Birinci iş paketi hariç diğer iş paketleri sırasıyla yukarıda verilen ar-ge faaliyetlerini içermiştir. Birinci iş paketi ise projeye hazırlık faaliyetleri için planlanmıştır.

	AŞAMALAR (Aylar)												
	0	6		12		18		24		30		36	
1	X	X											
2			X	X	X	X	X	X					
3					X	X	X	X					
4			X	X	X	X	X	X	X				
5							X	X	X	X			
6									X	X	X	X	

1- Hazırlık
2- Bulanık veritabanının geliştirilmesi
3- Bulanık dizin yapısının geliştirilmesi
4- Bulanık çıkarsama motorunun geliştirilmesi
5- Kullanıcı arayüzünün (dil) geliştirilmesi
6- Entegrasyon, çoklu ortam uygulamasının sisteme tanımı ve testler

Bu bölümde proje öneri dokümanına göre projenin bir özeti ve takvimi özetlenmiştir. Projenin daha iyi anlaşılması için gerekli olan bazı temel konular ve literatürde konuyla ilgili yapılan çalışmalar Genel Bilgiler başlığı altında bir sonraki bölümde verilmiştir. Proje kapsamında yapılan ar-ge çalışmaları ve sağlanan ilerlemeler Gereç ve Yöntem bölümünde sunulmuştur. Projede elde edilen sonuçlar Bulgular bölümünde özetlenmiştir. Sonuç bölümünde projenin genel değerlendirilmesi yapılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Çoklu-Ortam Veritabanı Modellemesi

Çoklu ortam teknolojilerinin yaygınlaşması ve hayatımıza daha fazla girmesiyle bu teknolojilerden elde ettiğimiz bilgilerin adeta bombardımanı altında kalmaktayız. Gerek resim gerekse video bilgilerini kolayca ve kapsamlı bir şekilde elde etmek, bu bilgilerin verimli biçimde saklanması ve gerektiğinde de tekrar kullanılmak üzere sorgulanabilmesi ihtiyacını doğurmuştur. Bunun için de, bu bilgilere has bir veritabanı ve video veri modellemesi gereklidir. Fakat bu bilgilerin doğasından gelen bazı özellikler ve diğer bilgi biçimlerinden farklı oluşları sebebiyle, bu veritabanının ve video veri modellemesinin akıllı, bulanık ve nesneye dayalı olması gibi zorunlu durumlar mevcuttur.

Öncelikle, video veri tabanı modellemesi akıllı olmak zorundadır. Çünkü video, resim gibi bilgi biçimlerini işleyen çoklu ortam uygulamaları bu bilgilerin alt düzey (low-level) özellikleri kadar üst düzey (high-level) özelliklerini de kullanmaktadırlar. Alt düzey bilgiler video karesinin renk veya ses düzeyi gibi bilgileridir. Öte yandan üst düzey bilgiler ise insan tarafından öncelikli olarak fark edilen nesne, olay gibi özelliklerdir. Video izleyicisi herhangi bir videoyu izlerken o videonun ne kadar da kırmızı olduğundan çok videodaki savaş sahnesiyle ilgilenir. İzlecinin ilgisini daha fazla çeken video bilgilerinin, daha az ilgi çeken bilgilere oranla daha çok sorgulanması kaçınılmazdır. Öyleyse, daha fazla üst düzeydeki bilginin videolardan çıkarılması ve modellenerek saklanması bir avantaj oluşturacaktır. Fakat ne yazık ki, üst seviyeli bilgiler alt seviyeli bilgiler gibi çoklu ortam uygulamaları tarafından kolayca veya otomatik olarak videolardan çıkarılamamaktadır. Günümüzde genellikle insan yardımıyla bu bilgiler elle (manuel) çıkarılmakta, öte yandan otomatik çıkarımı kolay olan alt düzey bilgiler kullanılarak bu bilgilerin de otomatik çıkarımının yapılması konusunda araştırmalar devam etmektedir.

İkinci gereklilik ise video verilerinin doğasından gelen “bulanıklık” özelliklerinden dolayı, video veritabanı modellemesinin bu özelliği de göz önünde bulundurması gerekliliğidir. Mesela video nesnelere yerleri hakkında bir sorunun “arabanın sağındaki insanlar” gibi bir ifadeyi içermesi son derece doğaldır. Böyle bir soru cümlesi de “sağ” tarafın model içinde belli bir bulanıklılık seviyesiyle tanımlı olmasını gerektirmektedir. Öte yandan “kırmızımsı elbiseli kadınlar” ifadesini içeren bir soru cümlesi de bir alt düzey bilgisi olan renk bilgisinin bulanık ifade edilmiş şekline sahiptir. Bu ve bunun gibi örnekler veritabanı modellemesinin bulanıklık özelliğini de barındırmasını zorunlu kılmaktadır.

Videolardan çıkarılan bilgiler ister alt düzey olsun isterse üst düzey olsun her zaman nesnelere ilişkilendirilebilmektedir. Sonuçta görülen her şey bir nesneye aittir. Nesnelere temel alan video veritabanı modellemesi her türlü video bilgisini saklayabilme özelliğine her zaman sahip olmalıdır. Geliştirilen veritabanı modellemesinin nesneye dayalı olmasının sebebi de budur.

2.2 Konuyla İlgili Literatür Taraması

Çoklu ortam teknolojileri üzerine birçok araştırma yapılmaktadır. Çoklu ortam teknolojilerinin en karmaşığı olan videolardan otomatik bilgi çıkarılması ile bu bilgilerin saklanması ve sorgulanması konusunda da yapılan araştırmalar son derece yaygındır. Bu çalışmalardan önemlileri şöyle sıralanabilir: Snoek ve diğerleri çok biçimliliğe bir tanım getirmiş ve bu biçimlerin birbirlerine olan benzerlikleriyle, birbirlerinden farklılıklarına yoğunlaşmıştır (SNOEK, 2005). Babaguchi ve diğerleri, çok biçimli video parçalarını inceleyip otomatik bilgi çıkarımı konusuna çalışmışlardır (BABAGUCHI, 2002). Oomoto ve diğerleri ise çalışmalarını ile bu alanda uzamsal ve zamansal özelliklere sahip video nesnelere kavramının temelini oluşturmuşlardır (OOMOTO, 1993). Day ve diğerleri ise bu kavramı daha da geliştirmiştir (DAY, 1995). Ekin ve diğerleri ise video modellemesinde nesnelere karakteristiklerini ele almış ve nesnelere olaylarda aktör olmasını incelemişlerdir (EKİN, 2004). Köprülü ve diğerleri, görsel alanda bulanıklık özelliklerini nesnelere uzamsal ve zamansal özellikleri ile birleştirmişlerdir (KÖPRÜLÜ, 2004). Bu modeli alarak iki farklı model ile çok biçimliliğe geliştiren bir çalışma ise Durak tarafından yapılmıştır (DURAK, 2004). BilVideo yarı otomatik bilgi çıkarımına sahip bir video veritabanı sistemi olarak geliştirilmiştir (ULUSOY, 2004). Konuyla ilgili bir başka çalışmada ise video veritabanları için yapısal ve olay temelli çok biçimli bir video veri modeli (SEBM – Structural and Event Based Multimodel) sunulmaktadır (ÖZTARAK, 2005). SEBM video veri modeli üç farklı biçimi ki bunlar görsel, işitsel ve yazısal biçimlerdir; desteklemektedir ve bu üç biçim tek bir SEBM video veri modeli içerisine entegre edilmiştir. Bu öneri insanın video verisini algılayış biçimi ile de desteklenmektedir. Böylelikle, video verisi kullanıcının gerçek dünya verisini algılayış biçimiyle saklandığından dolayı, içeriğe dayalı, uzaysal-zamansal ve bulanık kullanıcı sorgulamaları daha kolay cevaplanabilmektedir. Video sorgulamalarına yönelik çalışmalar da mevcuttur (ÖZTARAK, 2006).

Burada görüldüğü üzere video veri tabanı modellemesi alanında yapılan değişik çalışmalar mevcuttur. Bundan sonraki bölümlerde yapılmış araştırmalar konularına göre verilmiştir.

3.2.1 Görsel Biçim (Visual Modality)

Çok biçimliliğin birinci üyesi olan görsel biçim, hem videolar hem de resimler için ortak bir özelliktir. Videonun görünen kısmıyla resmin tümü görsel biçim olarak adlandırılabilir. Görsel biçim video nesnelere çıkarılmasında öncelikli rol oynamaktadır. Mesela Javed ve diğerleri, TV talk-show programlarındaki sunucu ve konukları, görsel biçimi kullanarak ayırt etme metodunu sunmaktadır (JAVED, 2001). Yöntemlerini programlardaki konukların değişmesine ancak sunucunun sabit olmasına yani program boyunca değişmemesine dayandırmaktadırlar. Ayrıca konukların görüldükleri sahnelerin (shots) kısa olmasını da kullanmışlardır. Kişilerin tanınmasında ise yüz tanıma (face-recognition) algoritmalarından faydalanmışlardır. Gene yüz tanıma tekniklerini kullanarak haber videolarından kişileri video nesnelere dönüştürme çalışması da Chen ve diğerleri tarafından yapılmıştır (CHEN, 2004).

3.2.2 İşitsel Biçim (Auditory Modality)

İşitsel biçim videonun duyulan kısmıdır. Resmin böyle bir özelliği yoktur. İşitsel olaylar çoğu zaman görsel olaylarla ilgilidir. Bu ilişki sadece işitsel kısmı işleyerek otomatik olarak beysbol videolarındaki olayların çıkarılmasında Rui ve diğerleri tarafından kullanılmıştır (RUI, 2000). İşitsel kısmı işlemenin görsel kısmı işlemekten daha kolay olduğunu savundukları için

böyle bir metodu geliştirmişlerdir. Chang ve diğerleri ise gene sadece işitsel biçimi kullanarak futbol videolarının olaylarını çıkarmaya çalışmışlardır (CHANG, 1996).

3.2.3 Yazısal Biçim (Textual Modality)

Yazısal biçim videoların içerisindeki altyazı, logo veya herhangi bir görsel yazının ifadesidir. Videoda görünen bir kişinin üzerindeki gömleğin markası bile yazısal biçim olarak adlandırılabilir. Yazıların otomatik çıkarılması da önemli bir araştırma konusudur. Li ve diğerleri, OCR (optional character recognition) teknikleriyle video içindeki yazıların tanınması üzerine çalışmışlardır (LI, 2000). Wu ve diğerleri ise yol videolarını inceleyerek yol işaretleri üzerindeki yazıların otomatik tanınması konusunda çeşitli metotlar önermişlerdir (WU, 2004).

3.2.4 Çok Biçimlilik (Multimodality)

Çok biçimliliğin bir bütün olarak ele alınması videolardan daha tutarlı bilgi elde edilmesi için gereklidir. Tsekeridou ve diğerleri görsel ve işitsel biçimleri entegre olarak inceleyerek konuşan kişileri ve konuşmalarını ilişkilendirmeye çalışmışlardır (TSEKERİDOU, 2001). Duygulu ve diğerleri ise görsel ve yazısal biçimlerden çıkarılan bilgileri birlikte kullanmışlar, olasılık analizi yöntemleriyle her iki biçimi birbirine bağlı şekilde modellemeye çalışmışlardır (DUYGULU, 2003; DUYGULU, 2004).

3.2.5 Video Veri Modellemesi (Video Data Modelling)

Nesneye yönelik olarak video veri modellemesi çalışması ilk olarak Oomoto ve diğerlerinin çalışmasında görülmektedir (Oomoto, 1993). Video nesnelere kullanılması bu çalışmada göze çarpmaktadır. Huang ve diğerleri ise katmanlı bir video veri modellemesi önermektedir (Huang, 2000). Bu çalışmada sunucu/istemci gibi çalışan katmanlı bir veri video modeli vardır. Çok biçimliliği desteklemektedirler. Lee ve diğerleri ise geliştirdikleri STRG (Spatio-Temporal Region Graph) indeksleme mekanizması yardımıyla bir video veri modelleme çalışması gerçekleştirmişlerdir (LEE, 2005).

3.2.6 Video Veritabanı Sistemleri (Video Database Systems)

AVIS (Advanced Information System), Adalı ve diğerleri tarafından modellemesi ve geliştirilmesi yapılan bir video veritabanı sistemidir (ADALI, 1996). Video nesnelere, video olaylarını ve nesnelere bu olaylardaki rollerini kullanarak modelleme yapmışlardır. Ağaç yapısı kullanarak olayları modelleme yoluna gitmişlerdir. Aref ve diğerleri VDBMS (Video Database Management System) adı ile bir sistem geliştirmişlerdir (AREF, 2002). Otomatik sahne tanımlama yapan VideoQ sistemi ise Zhou ve diğerleri tarafından sunulmuştur (ZHOU, 2002). İstemci ve Sunucu mimarisine sahip olan bu sistem daha çok görsel nesne ve olaylar üzerine geliştirilmiştir. Görsel, işitsel ve yazısal biçimleri içeren çok biçimliliği kullanan bir sistem olan iView konuyla ilgili bir başka çalışmadır (LYU, 2002). İçerik indeksleme ve sorgulama gibi özelliklere sahiptir.

Dorado ve diğerleri sundukları çalışmada videoların alt düzey özelliklerden yararlanarak öğrenme yeteneğine sahip kural temelli otomatik bilgi çıkarımı (annotation) sistemi sunmaktadırlar (DORADO, 2004). Bu modelde, sistem öncelikle uzman bir kullanıcının

örneklenmiş bir video kümesinden nasıl bilgi çıkardığının kayıtlarını tutmakta, daha sonra bu kayıtlara bakarak bilgi çıkarımı hakkında kurallar öğrenme ve en sonunda ise yeni videolardan bu kurallara dayanarak bilgi çıkarımı yapmaktadır. Uzman kullanıcı üst düzeyli bilgilere, otomatik olarak çıkarımı kolay olan alt düzey bilgilerle ilişkilerine bakarak ulaşmaktadır. Mesela haber videolarında haber spikeri görüntüleri ile haberlerin görüntülerinin ayırt edilmesi örnek olarak verilmiştir. Haber videolarında haber spikerleri ekranda görünürken bir alt düzey bilgisi olan renk değişimi fazla gerçekleşmemekte, öte yandan haberin kendisi gösterilirken ekranda daha fazla renk değişikliği olmaktadır. Kullanıcının bu iki durumu sırasıyla haber spikeri ve haberin kendisine bağladığını gören sistem “az renk değişikliği → haber spikeri” ve “çok renk değişikliği → haberin kendisi” gibi iki kurala ulaşmıştır. Daha sonra gelen yeni videolarda ise bu iki kuralı kullanarak %95'lere varan doğrulukta otomatik bilgi çıkarımı yapabilir hale gelmiştir. Sistemin dezavantajı olarak ise sayıca fazla kuralların kural çıkarımı sırasında karmaşıklığa yol açabilmesi olarak gösterilmiştir.

Jardon ve diğerlerinin yaptığı çalışma ise bulanık yaklaşımla alt düzey bilgilerin kullanılıp videoların sınıflandırıldığı çalışmalardan bir tanesidir (JARDON, 2002). Sahne uzunlukları, kamera kullanımı gibi direk olarak alt düzeye hitap eden bilgiler kullanılarak videoların sahip oldukları sınıflar bulunmaya çalışılmaktadır. Örnek olarak haber, spor ve film olmak üzere üç sınıf üzerine çalışmışlardır. Bu çalışma ile benzer yönde olan bir diğer çalışma ise Fischer ve diğerleri tarafından gerçekleştirilen çalışmadır (FISCHER, 1995). Bu çalışmada üç adımlı bir yöntem benimsenmiştir. Öncelikle çeşitli film kategorilerinin alt düzey özellikleri incelenmiş, daha sonra bu bilgilerden çeşitli kategorilere ait istatistiksel özelliklere ulaşılmaya çalışılmış ve en sonunda da bu istatistiksel özellikler kullanılarak yeni videoların sınıflandırılması yapılmıştır.

Calic ve diğerleri sundukları çalışmada çeşitli vahşi doğa videolarından otomatik olarak bilgi çıkarımı ve bunların sınıflandırılması üzerine yoğunlaşmışlardır (CALIC, 2004). Bu çalışmada videoların sahnelerine ayrılarak sahne içindeki hayvan görüntülerinin tanınmasına yönelik metod temel alınmıştır. Anastasios ve diğerlerinin çalışması ise bulanıklık alt düzey bilgilerin kullanılıp anahtar görüntülerin (key frame) bulunması ve bulunan bu görüntülerden yararlanılarak videonun genel bir özetinin çıkarılmasına yöneliktir.

3.2.7 Kural Temelli Yaklaşımlar

Literatürde video veri tabanları için bilgi-temelli (knowledge-base) veya kural-temelli (rule-based) yaklaşımlar mevcuttur. Bunlar içerisinde Hacid ve diğerleri deklaratif, kural-temelli bir sorgulama dili sunmuştur (HACID, 2000). Bu dil var olan anlamsal bilgilerden yeni ilişkilerin çıkarılmasında kullanılmıştır. Anlamsal sorgular FLORID (çıkarımsal nesneye dayalı veri tabanı sistemi) kullanılarak çözülmüştür. Böylelikle kural-temelli yaklaşım anlamsal sorguların çözümlenmesinde kullanılmıştır.

Li ve diğerlerinin yaptığı çalışma ise uzamsal/uzaysal ilişkileri Allen'in (ALLEN, 1983) zamansal ilişkileri içeren çalışmasını kullanarak tanımlamıştır (LI, 1996). Yazar, uzamsal ilişkileri zamansal ilişkiler cinsinden tanımladıktan sonra, uzamsal çıkarım kural setlerini tanımlamış, böylelikle yeni bilgilerin çıkarımı mümkün olmuştur. Ancak (DONDERLER, 2005)'de belirtildiği gibi bu çıkarımlar bütün ilişkileri çıkaramamaktadır. Böylelikle her türlü bilginin çıkarılamayacağı anlaşılmaktadır.

Donderler ve diğerleri uzaysal, zamansal ve anlamsal sorgulamaların cevaplanabildiği bir video veri tabanı uygulaması sunmaktadır (DONDERLER, 2002). Bu uygulamada kural-temelli bir sistem bilgi temelinin üzerine inşa edilmiştir. Uzaysal ilişkiler Prolog olguları olarak

saklanmıştır. Her bilginin saklanması yerine çıkarımsal kurallar da sisteme dahil edilmiş, böylelikle yerden tasarruf sağlanmıştır. Sistemde bilgiler yarı otomatik olarak çıkarılmaktadır.

Petkovic ve diğerleri tarafından sunulan çalışma ise video modellemesi için bir altyapı sunmaktadır (PETKOVIC, 2000). Üst seviyelerdeki konseptlerin çıkarımı, zaten çıkarılmış olan alt seviyelerdeki bilgiler kullanılarak yapılmaktadır. Nesnelerin ıkarımı ve olayların tiplerinin belirlenmesi için kurallar tanımlanmıştır.

2.3 Değerlendirme

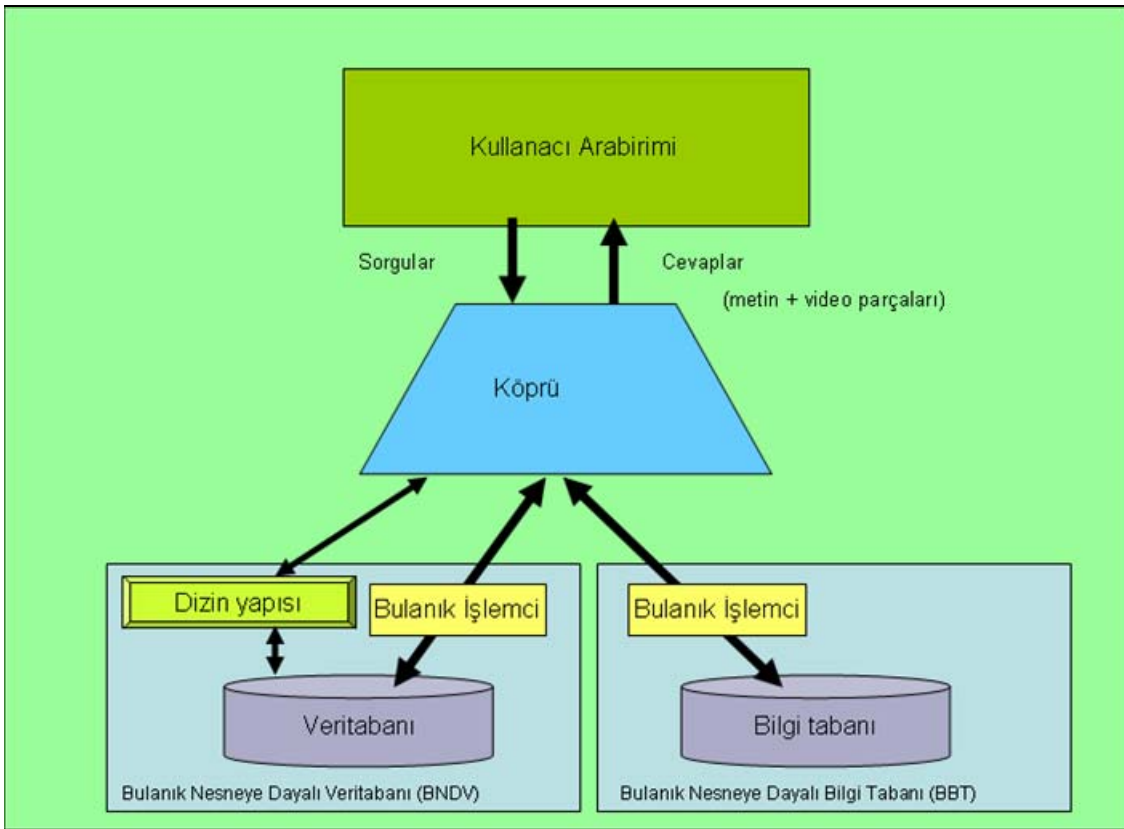
Video verilerinin modellenmesi ve bir veri tabanında saklanarak verimli bir biçimde sorgulanması, içinde birçok alt problemi barındıran bir konudur. Dünyaca kabul edilmiş tek bir yöntem veya yol olmadığı gibi çeşitli konularda ve çeşitli durumlarda daha etkili ve verimli olan farklı yollar bulunmaktadır. Ancak başarıya ulaşmış ve kabul görmüş yöntemlerin, video bilgilerinin doğasından gelen bazı özellikleri göz ardı etmediği görölmektedir. Bunlar video verilerinin nesneye dayalı modellenmesi, modelleme yaparken akıllı sistemlerden yararlanılması ve çok biçimli video verilerinin bulanık özelliklerinin göz ardı edilmemesidir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Genel

Bu bölümde, proje kapsamında yapılan çalışmalar, sağlanan ilerlemeler ve projede ulaşılan durum açıklanmaktadır.

Proje Teklif Dokümanında yer alan proje önerisi çerçevesinde proje ihtiyaçları/gereksinimleri çıkarılmış ve ihtiyaçlar çerçevesinde de sistemin mimari yapısının Şekil-1'de verilen yapıda olması tasarlanmıştır.



Şekil-1: Sistem mimarisi

Akıllı ve bulanık nesneye dayalı veritabanı modeli şekilde görüldüğü üzere temel olarak üç modülden oluşmaktadır: Bunlar sırasıyla, bulanık nesneye dayalı veritabanı, bulanık nesneye dayalı bilgi tabanı ve kullanıcı arabirimidir. Bu modüller köprü olarak isimlendirilen bir arayüz ile entegre edilmektedir. Bunlar dışında, bulanık nesneye dayalı veritabanının bir parçası olarak bulanık ve çoklu ortam verilerine hızlı erişimi sağlamak üzere bir dizin yapısı da mevcuttur. Dizin yapısının bulanık verileri desteklemesi, nesneye dayalı veritabanında kullanılabilir olması ve çoklu ortam verilerine erişim sağlaması gerekmektedir.

Önerilen modelin alt seviyesinde veri yönetimi için bulanık nesneye dayalı veritabanı ve bilgi yönetimi için de bulanık bilgi tabanı bulunmaktadır. Veritabanı çoklu ortam uygulamaları için

gerekli veriyi depolamak için kullanılırken bilgi tabanı çalışılan alanla ilgili çıkarım kuralları tanımlamak ve mevcut verilerden yeni bilgilerin çıkarılması için kullanılmaktadır. Veritabanı ile bilgi tabanının mümkün olduğunca sıkı bir şekilde bağlaştırılması ve böylece veri dönüşümü, veri taşınması gibi zaman harcıyıcı işlemlerle sistem performansının düşürülmemesi hedeflenmiştir. Bu amaçla hem veritabanı hem de bilgi tabanı nesne-yönelik bilgi teknolojisini desteklemektedir. Kullanıcı seviyesinde veri ve bilginin birlikte yönetilebilmesi için üst seviyede ortak bir arayüz kullanılmaktadır. Tüm modüllerin entegrasyonundan sonra, kullanıcıya karşı tek bir arayüzü olan akıllı ve bulanık nesneye dayalı veritabanı sistemi ortaya çıkmaktadır. Kullanıcılar, bilgi tabanında tanımlanan kuralları veritabanında tanımlanan sınıfların (class) bir parçası olarak tanımlamaktadırlar. Örneğin bir kural o sınıf için mevcut öznitelikleri kullanarak yeni bir öznitelik çıkarımı yapabilmektedir. Dolayısıyla kullanıcı seviyesinde nesneye dayalı konseptler (sarmalama (encapsulation) gibi) bozulmadan uygulanmaktadır.

Bundan sonraki bölümlerde sırasıyla her bir modül daha ayrıntılı olarak tanıtılacaktır. Tanıtımlar aynı zamanda projedeki iş paketlerine uygun olarak yapılacaktır.

3.2 Bulanık Nesneye Dayalı Veritabanı Geliştirilmesi (2. İş Paketi)

Bulanık nesneye Dayalı Veritabanı geliştirilmesi, Projenin ana faaliyetlerinden birisidir. Proje planında, projede görev alan araştırmacılar tarafından geliştirilen bulanık nesneye dayalı veritabanı modelinin çoklu ortam verilerini ve çoklu ortam uygulamalarının içerdiği belirsizlikleri işleyecek ve sorgulayacak şekilde geliştirilmesi planlanmıştır. Geliştirilecek prototip uygulamada ise açık kodlu bir veritabanının kullanılması öngörülmüştür.

Bu kapsamda, bugüne kadar yapılan çalışmalar neticesinde belirsiz verileri de işleyebilen bir kavramsal çoklu ortam veritabanı modeli oluşturulmuştur. Oldukça karmaşık bir yapıya sahip olması nedeniyle çoklu-ortam verilerini uygun şekilde tutacak bir modelin geliştirilmesi gerekmektedir. Örneğin videolarda mevcut olan video-hikaye-sahne-görüntü hiyerarşik yapısını tanımlayabilecek bir modelin geliştirilmesi ihtiyacı vardır. Proje kapsamında yapılan çalışmalar sonucunda çoklu-ortam uygulamaları için bulanıklığı da içeren bir nesneye yönelik kavramsal model ortaya çıkarılmıştır. Kavramsal model, videolar içerisinde yer alan ve veritabanında tutulacak nesnelere, mekânsal (sağında, üstünde, civarında gibi) ve zamansal (önce, aynı anda, sonra gibi) ilişkilerin, olayların ve bu olayların nesnelere ile zamansal ve mekânsal ilişkilerinin nasıl tanımlanacağını ortaya koymaktadır.

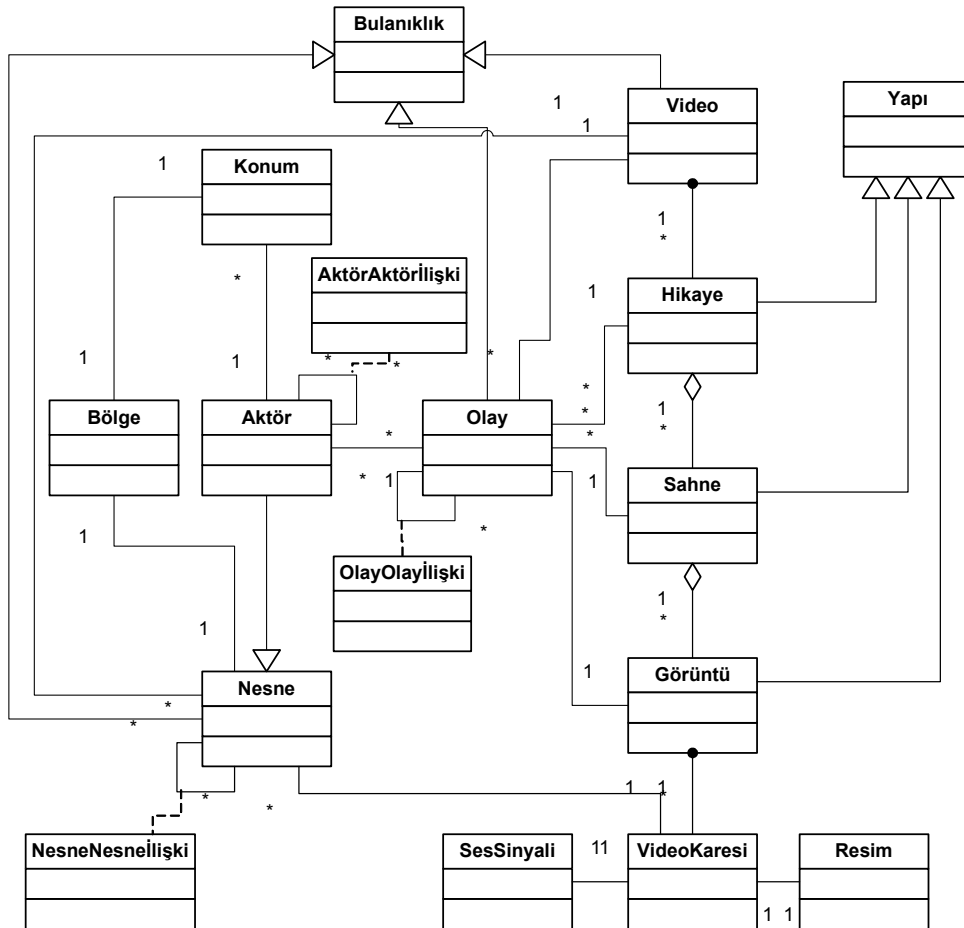
3.2.1 Çoklu-ortam Verileri için Bulanık Kavramsal Veri Modeli

Çoklu-ortam uygulamalarının zenginliği, eldeki çoklu-ortam verisi miktarının hızla artmasına neden olmaktadır. Bu veriyi etkin ve verimli bir şekilde yönetebilmek için başlangıç noktası, veriyi veritabanında depolamadan önce onu en uygun şekilde modellemek olmalıdır.

Çoklu-ortam verisini modellerken, iki önemli konuya özellikle dikkat edilmelidir: bunlardan ilki, video verisinin geleneksel ilişkisel veritabanlarında depolanan diğer veri türlerine göre daha karmaşık olmasıdır. Dolayısıyla, bu veriyi nesneye dayalı bir yaklaşımla modellemenin ilişkisel modelleme yaklaşımı ile karşılaştırıldığında daha uygun bir alternatif olduğu görülmektedir. Göz önünde bulundurulması gereken ikinci bir nokta ise çoklu-ortam verisinin bulanık doğasıdır. Çoklu-ortam veri modeli, nesneye dayalı özelliklerinin yanı sıra bulanıklığı da ele almalıdır.

Kavramsal veri modellemesi, veritabanı tasarımı sırasında verinin üst-düzyer tanıminin geliştirildiği önemli bir aşamadır (RAMAKRISHNAN, 2003). Çoklu-ortam verisinin kavramsal veri modeli ise, verinin anlamsal içeriğinin; karmaşık anlamsal varlıklar (entities) ve bu varlıklar arasındaki ilişkilerin (relationships) belirlenmesiyle oluşturulan soyut bir gösterimdir. Video verileri için önerilen kavramsal veri modellerinin çoğunda, verinin anlamsal yapısına ek olarak hiyerarşik yapısı da gösterilmektedir. Video modellemesinde hikâye (sequence), sahne (scene), görüntü (shot) hiyerarşisi ortaya çıkmaktadır. Görüntü (shot), aynı zaman ve bölgede devam eden bir olayı gösteren ardışık sıralı video kareleri olarak tanımlanmaktadır. Zamansal ve bölgesel olarak birbirine ilişkili görüntüler, sahneleri (scenes) oluşturmakta ve anlamsal olarak yakın sahnelerin birleştirilmesiyle de devam eden bir senaryoyu anlatan hikâyeler (sequences) oluşmaktadır (HJELSVOLD, 1994).

Varlık-İlişki Şemaları (Entity-Relationship Diagrams-ERD), Genişletilmiş Varlık-İlişki Şemaları (Extended Entity-Relationship Diagrams-EERD) ve Birleştirilmiş Modelleme Dili (Unified Modeling Language-UML), kavramsal veri modellemesinde yaygın olarak kullanılan araçlardır. Belirsiz bilgiyi temsil edebilmek için, bu araçları, bazı yeni bulanık yapılar ekleme yoluyla genişleten bazı çalışmalar da mevcuttur (MA, 2001; MA, 2004; SICILIA, 2004; YAZICI, 2001).



Şekil 2: Çoklu-ortam verileri için önerilen bulanık kavramsal modelin UML sınıf şeması

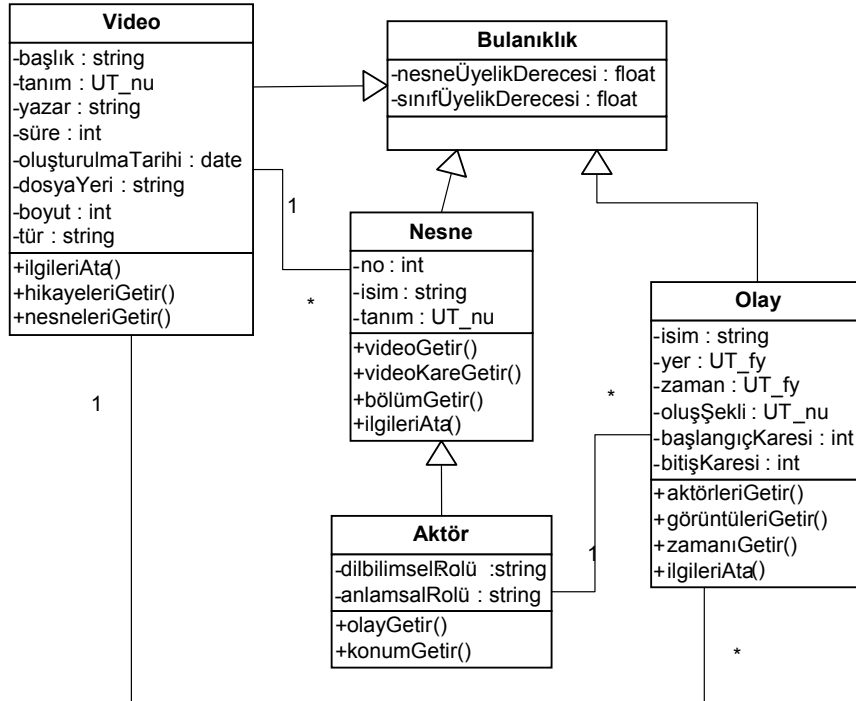
Bulanık kavramsal veri modeli öneren birkaç çalışma olsa da, bilgimiz dâhilinde, çoklu-ortam verisinin kavramsal modellemesinde bulanık mantık kullanan, bu projede yer alan

araştırmacılar arasında birisinin de yazarlar arasında bulunduğu iki çalışma mevcuttur (AYGUN, 1998; AYGUN, 2004). Bu çalışmalarda yazarlar, nesneye dayalı bir modelde bulanıklığın aşağıdaki düzeylerde ifade edilebileceğini belirtmektedirler:

- 1 Öznitelik değerleri
- 2 Nesne/sınıf düzeyi
- 3 Sınıf/süper sınıf düzeyi

Bu çalışmada, çoklu-ortam verisi için genel bir bulanık kavramsal veri modeli önerilmektedir. Nesneye dayalı bir yaklaşım sunulmakta ve modeli göstermek için genişletilmiş UML kullanılmaktadır. Bu model, haber ve spor video sahaları gibi herhangi bir sahaya kolaylıkla uygulanabilecek şekilde geniş kapsamlıdır. Ayrıca önerilen model, yukarıda açıklanan hikâye-sahne-görüntü hiyerarşisini de kapsamaktadır. Bu geniş kapsamlı modeli açıkladıktan sonra, modelin haber videoları sahası için bir uygulaması da sunulmaktadır.

Bulanık kavramsal veri modeli, Şekil 2'de bir UML sınıf şeması şeklinde gösterilmiştir. Bu şemadaki sınıfların öznitelikleri ve yordamları, ayrıntılı sınıf şemalarıyla birlikte takip eden paragraflarda anlatılmaktadır.



Şekil 3: Bulanıklık, video, olay, nesne ve aktör sınıflarının ayrıntılı sınıf şeması

Şekil 3'de, Bulanıklık, Video, Olay, Nesne ve Aktör sınıflarının ayrıntılı sınıf şemaları, öznitelik ve yordamları ile birlikte verilmiştir. Bu şekilde, Bulanıklık sınıfı 0 ile 1 arasında bir reel sayı değerine sahip olması gereken *nesneÜyelikDeğeri* ve *sınıfÜyelikDeğeri* isimli iki öznitelige sahiptir. Bu özniteliklerden ilki, bir nesnenin sınıfında üyelik değerini tutmaktadır, böylece model, nesne/sınıf düzeyindeki bulanıklığı ifade edebilmektedir. İkinci öznitelik ise, sınıf/süper sınıf düzeyindeki bulanıklığı temsil etmek için sınıfın süper sınıfına olan üyelik değerini tutmaktadır.

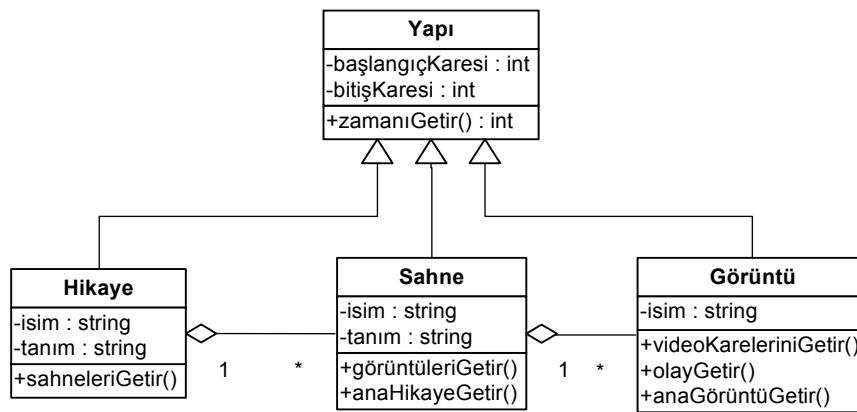
Şekil 3'de ayrıca öznitelik düzeyi bulanıklık örnekleri de görülebilir. Yazıcı ve diğerleri tarafından yapılan çalışmada (YAZICI, 2001), öznitelik düzeyinde üç farklı bulanıklık tipi

belirlenmiştir. İlk tip *tamamlanmamışlık* (incompleteness) şeklinde adlandırılır ve bir özneliğin değerinin bir aralık olarak gösterilmesi gerektiği durumları karşılamaktadır. *BoşDeğer* olarak isimlendirilen ikinci tip, niteliğin değerinin bilinmediği, mevcut olmadığı veya bir değerinin bulunup bulunmadığı bilgisinin mevcut olmadığı durumları temsil etmektedir. *Bulanık* olarak isimlendirilen son tip ise, bir niteliğin değerinin belirsizce verildiği durumları karşılamaktadır. Bir diğer çalışmada (YAZICI, 1998) yazarlar, bu bulanıklık tiplerinin her biri için bazı yeni belirsiz veri tipleri tanımlamışlardır. *UT_fy*, *bulanık* veri tipini, *UT_nu*, *boşDeğer* tipini ve *UT_in* de, *tamamlanmamışlık* veri tipini simgelemektedir. Öznelik seviyesindeki bulanıklığı göstermek için, çoklu ortam veri modeline bu veri tipleri de dâhil edilmiştir. Şekil 3'deki *Video* ve *Nesne* sınıflarının *tanım* öznelikleri ve *Olay* sınıfının *oluşŞekli* özneliği *UT_nu* tipinde, *Olay* sınıfının *yer* ve *zaman* öznelikleri *UT_fy* tipindedir.

Nesne/sınıf düzeyindeki bulanıklığı temsil etmek için ayrıca, bir sınıfın özneliklerinin o sınıfın nesnelere olan ilgisi de belirtilebilir. Modelimizde, bir sınıf özneliklerinin her birinin, onun nesnelere olan ilgisini, 0 ile 1 arası bir reel sayı olarak atayabilmek için, *ilgileriAta* yordamını kullanıyoruz. Bu amaçla, Şekil 3'de *Video*, *Olay* ve *Nesne* sınıflarının her biri *ilgileriAta* yordamına sahiptir.

Nesneler, birkaç olayda yer alabileceği ve her bir olayda farklı bir rol üstlenebileceği için, olaya özgü bilgileri yeni bir varlıkta tutmak, nesne varlığında tutmaktan daha iyi bir yaklaşım olacaktır. Bu amaçla, *Aktör* varlığı ortaya atılmıştır (EKİN, 2004). *Aktör* sınıfının özneliklerinden *anlamsalRolü* bir aktörün bir olaydaki (konuşmacı, yürüyen kişi gibi) anlamsal rolünü tutmaktadır. *DilbilimselRolü* özneliği ise bir aktörün bir olaydaki, ajan (agent), nesne (object), alıcı (recipient) gibi değerler alabilen dilbilimsel rolünü tutmak için kullanılmaktadır. Ajan, olaydaki aktiviteyi gerçekleştiren varlık, nesne bu olaydan direk olarak etkilenen varlık ve son olarak alıcı da dolaylı yoldan etkilenen varlıktır.

Genel modelimizin *Yapı*, *Hikâye*, *Sahne* ve *Görüntü* sınıflarının ayrıntılı sınıf şemaları, Şekil 4'te sunulmuştur. Bu sınıflar, önceki bölümde anlatılan çoklu-ortam verilerinin hiyerarşik yapısını temsil etmektedirler. *Hikâye*, *Sahne* ve *Görüntü* sınıflarının her biri *Yapı* genel sınıfından türemiştir ve üçü arasında bir hiyerarşi vardır. Yani her *Hikâye* bir veya daha fazla *Sahne*den oluşmuş ve aynı şekilde her *Sahne* bir veya daha fazla *Görüntü* içermektedir.

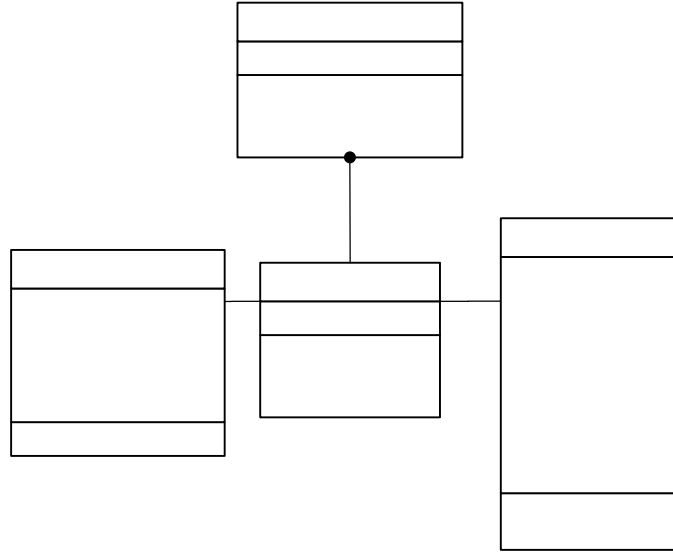


Şekil 4: *Yapı*, *hikâye*, *sahne* ve *görüntü* sınıflarının ayrıntılı sınıf şeması

Şekil 5'te, *Görüntü*, *VideoKaresi*, *SesSinyali* ve *Resim* sınıflarının ayrıntılarını gösteren sınıf şeması mevcuttur. Bu şemada, *Görüntü* ve *VideoKaresini* bağlayan yapı *dizi* (sequence) olarak adlandırılan ve UML'e eklenen yeni bir yapıdır. *Dizi* (sequence) yapısı, bağlı olduğu

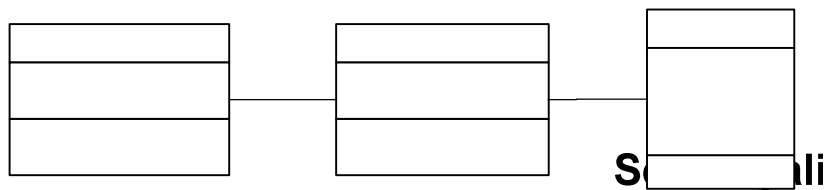
öğelerin zaman sıralı olduğu özel bir toplu ilişkidir (aggregation). Şekilde bu yeni yapı, bir *Görüntü* nesnesinin, sıralı olarak bir veya daha fazla *VideoKaresi* nesnesinden oluştuğu anlamını vermektedir.

Şekil 2'de görüldüğü üzere bu yeni tanımlanmış *dizi* yapısı aynı zamanda, *Video* ve *Hikaye* sınıfları arasında da yer almakta ve bir *Video* nesnesinin sıralı olarak bir veya daha fazla *Hikaye* nesnesinden oluştuğu anlamını içermektedir.



Şekil 5: Görüntü, videoKaresi, sesSinyali ve resim sınıflarının ayrıntılı sınıf şeması

Aktör, *Konum* ve *Bölge* sınıfları, Şekil 6'da ilgili öznelik ve yordamlarıyla birlikte bir sınıf şeması şeklinde gösterilmiştir. Bu şemaya göre, bir *Aktör* nesnesi, bir ya da daha fazla *Konum* nesnesine ve bu her bir *Konum* nesnesi de bir *Bölge* nesnesine sahiptir.



Şekil 6: Aktör, konum ve bölge sınıflarının ayrıntılı sınıf şeması

Şekil 7'de, ilişki sınıflarının ayrıntılı sınıf şemaları mevcuttur. *NesneNesnelişi*, iki *Nesne* sınıfı arasındaki bir ilişki (association) sınıfıdır ve uzaysal ilişki (SpatialRelation) ile ilgili bir metodu bulunan *Bölgesellişi* (SpatialRelation) arayüzünü gerçekleştirir. Benzer şekilde, *OlayOlaylişi* sınıfı, iki *Olay* sınıfı arasındaki ilişkiye ait sınıftır ve zamansallık (temporality) ilgili birçok metodu olan *Zamansallişi* arayüzünü gerçekleştirir. Sen ilişki sınıfı olan *AktörAktörlüşi*, iki *Aktör* arasındaki ilişki sınıfıdır, *Bölgesellişi* ve *Zamansallişi* arayüzlerini gerçekleştirir. *Bölgesellişi* ve *Zamansallişi* arayüzleri, Tusch ve diğerlerinin sunduğu VIDEX modelinin *BölgeselNesne* (SpatialObject) ve *ZamansalNesne* (TemporalObject) sınıflarına benzemektedir (TUSCH, 2000).

Görü

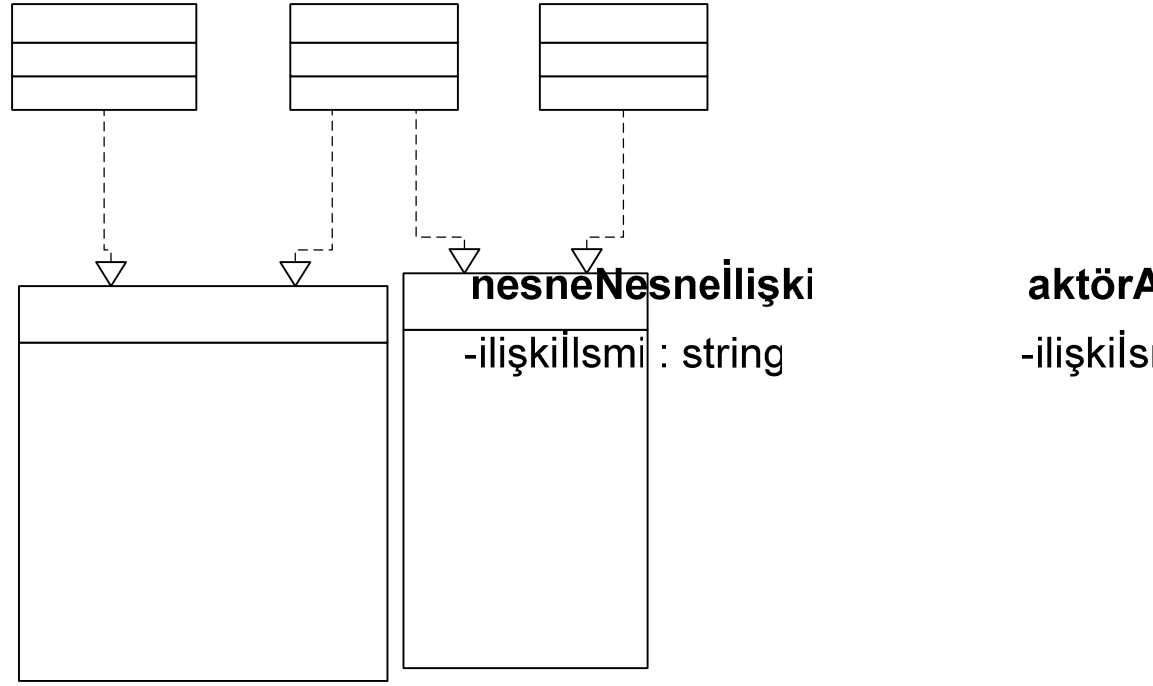
-isim : string
+videoKareleri
+olaylariGetir
+anaGörüntü

1
*

videok

frekans : float
-şiddet : int
-başlık : string
-anahtarKelimeler : string
-hamVeri : string
+videoKaresiGetir()

-no : int
+resimGetir
+sesSinyali
+nesneleri



Şekil 7: NesneNesnellisiki, aktörAktörlisiki ve olayOlaylisiki sınıfları ile bölgesellisiki ve zamansallisiki arayüzlerinin ayrıntılı sınıf şeması

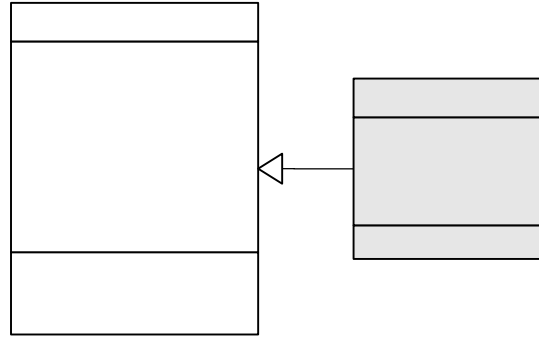
<<arayüz>>
Bölgesellisiki
 Bölgesellisiki arayüzünde, bütün yordamların döndürdüğü değerler, 0 ile 1 arasında bir reel sayı değeri alan (üyelikDeğeri adı verilen) bir öznitelige sahip BulanıkEvetHayır (FuzzyBoolean) sınıfı tipindedir. BulanıkEvetHayır, Nepal'in (NEPAL, 1999) ortaya atılan bulanıkEvetHayır (fuzzyBoolean) değerinin (literal) sınıfı halidir.

3.2.2 Modelin Haber Videosu Sahasına Uygulanması

Bu bölümde genel modelin haber videosu sahasına uygulanması açıklanacaktır. Bu sahayı modellemek için, genel modeldeki sınıflardan bazı yeni sınıflar türetilmiştir. Genel modeldeki sınıflar ve yeni türetilenleri birbirinden ayırmak için, sonradan türetilen sınıflar ile nesnelere gri renkte gösterilmiştir.

Haber videoları için türetilen ilk sınıf, Şekil 8'de gösterilen HaberVideosu sınıfıdır ve Video sınıfından türemiştir. Haber sahasındaki videolara özelliğiz olan özellikler yayımcı, yayımTarihi, ülke ve dil. İsimlerinden de anlaşılacağı üzere, yayımcı, videonun yayımını yapan istasyonu (Kanal1 gibi), yayımTarihi, videonun gerçek yayım tarihini (03-05-2007 07:30 gibi), ülke yayımcı istasyonun bulunduğu ülke ve dil, videoda kullanılan dili tutmaktadır.

+ayrıkMi() : BulanıkEvetHayır
+eşitMi() : BulanıkEvetHayır
+içindeMi() : BulanıkEvetHayır
+temasEdiyorMu() : BulanıkEvetHayır
+üstteMi() : BulanıkEvetHayır
+soldaMi() : BulanıkEvetHayır
+sağdaMi() : BulanıkEvetHayır
+tabandaMi() : BulanıkEvetHayır
+sağÜstteMi() : BulanıkEvetHayır
+solÜstteMi() : BulanıkEvetHayır
+sağAlttaMi() : BulanıkEvetHayır
+solAlttaMi() : BulanıkEvetHayır



Şekil 8: HaberVideosu sınıfı

Video

-başlık : string

-tanım : UT_nu

-yazar : string

-süre : int

-oluşturulma Tarihi : Date

-dosya Yolu : string

-boyut : int

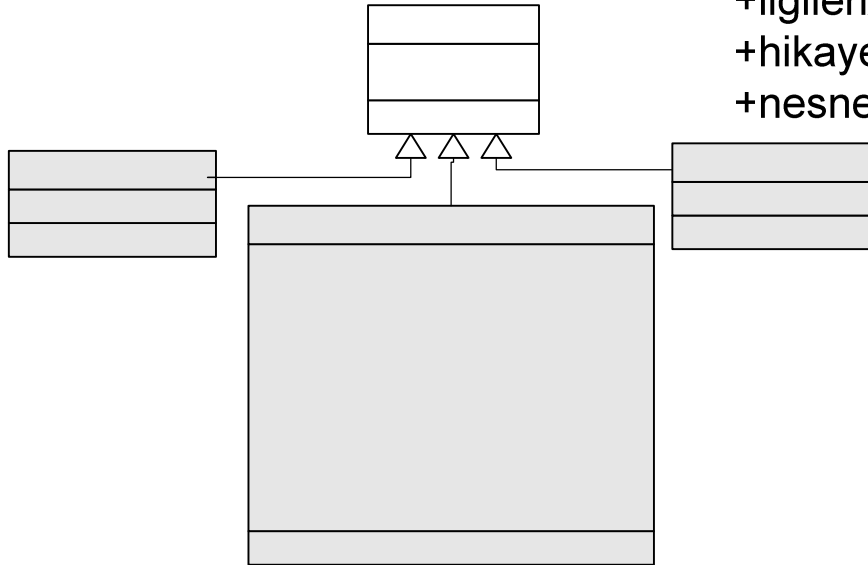
-tür : string

+ilgileriAta()

+hikayeleriGetir()

+nesneleriGetir()

Hikâye (sequence) düzeyinde haber sahasına has bilgileri tutmak için Şekil 9'da gösterilen yapı önerilmiştir. Bu yapıda üç farklı Hikâye alt sınıfı mevcut: *HaberGirişHikayesi*, *HaberHikayesi* ve *HaberBitişHikayesi*. İlk sınıf, bir haber videosunun başlangıcından itibaren ilk gerçek haber ögesine kadar olan kısmını modellemeyi amaçlanmaktadır. Her bir haber ögesi, *HaberHikayesi* sınıfı ile modellenir ve son olarak *HaberBitişHikayesi* sınıfı ile haber ögesinin sonundan başlayıp haber videosunun sonuna kadar olan kısmını modellemek için kullanılır.



Şekil 9: HaberGirişHikayesi, haberHikayesi ve haberBitişHikayesi sınıfları

HaberHikayesi sınıfının *konu* dışındaki tüm öznitelikleri *BulanıkEvetHayır* tipindedir. Örneğin, bir haber hikâyesi bütün süresinin yaklaşık yarısı kadarında canlı sahnelere sahipse, *canlıHaberMi* özniteliğinin değeri, *üyelikDeğeri* 0.5 olan *BulanıkEvetHayır* olacaktır. Bu öznitelikler ayrıca öznitelik düzeyindeki bulanıklığın ele alınması örnekleridir.

Genel modeli haber video sahasına uygulamak için tanıtılan bu yeni sınıfların ardından, bu bölümün geri kalan kısmında, örnek haber videolarını modellemek için bir takım sınıf nesnelere sunulacaktır.

Şekil 10 ve Şekil 11'de, *HaberHikayesi* sınıfının iki nesnesi sunulmuştur. *HaberHikayesi1* olarak adlandırılan (Şekil 10) ilk nesne küresel ısınma üzerinedir. Bu konu sağlık, ekonomi, eğitim ve hava durumu ile ilgili olduğu için nesnenin bu alanlarla ilişkili her bir özneliği, *üyelikDeğeri* 0'dan büyük olan *BulanıkEvetHayır* değere sahiptir. Benzer şekilde, konunun yerli ve yabancı yönleri bulunduğundan, *yerliMi* ve *yabancıMi* öznelikleri sıfırdan farklı *üyelikDeğeri* bulunan *BulanıkEvetHayır* değerlere sahiptir.



Şekil 10: *HaberHikayesi* sınıfının *haberHikayesi1* adlı nesnesi

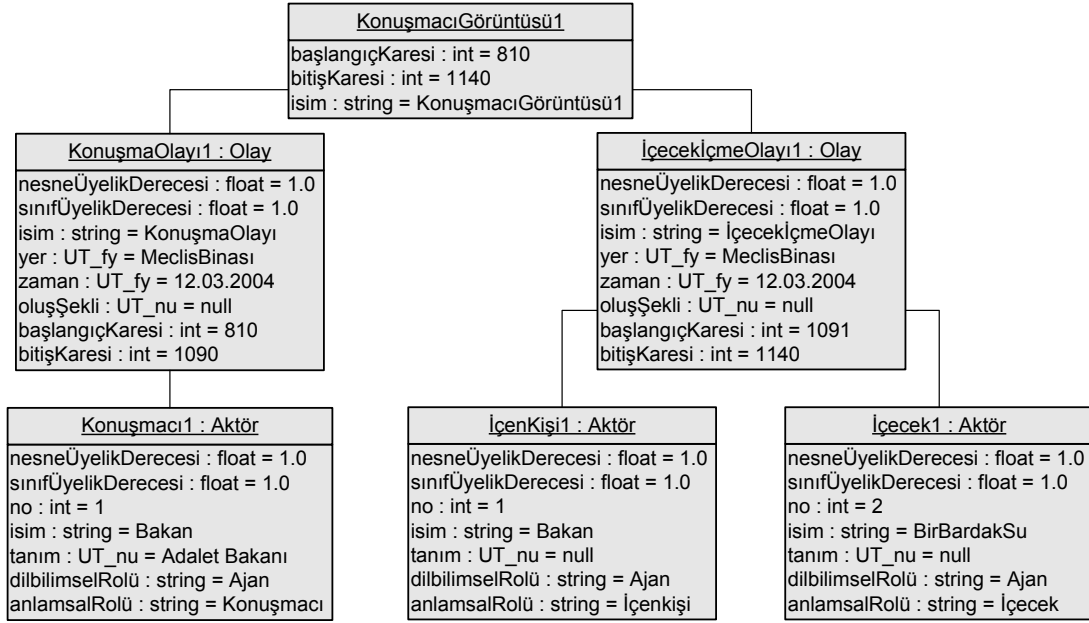
HaberHikayesi1

HaberHikayesi sınıfının, *HaberHikayesi2* olarak adlandırılan ikinci nesnesi (International Monetary Fund) başkanının Türkiye ziyareti üzerinedir. Bir önceki örnekle benzer şekilde, bu hikaye ile temsil edilen haber ögesi politikayla ilgili ve daha çok ekonomiyle ilişkili olduğundan, *ekonomiHaberMi* ve *politikaHaberMi* öznelikleri sırasıyla 0.9 ve 0.1 *üyelikDeğeri* olan *BulanıkEvetHayır* değerler almıştır.



Şekil 11: *HaberHikayesi* sınıfının *haberHikayesi2* adlı nesnesi

Şekil 12'de, *HaberHikayesi3* olarak adlandırılan diğer bir *HaberHikayesi* nesnesi sunulmuştur. Bu nesne ile birlikte gösterilmiştir. *HaberHikayesi3*, mecliste bir yasa değişikliği üzerine Adalet Bakanının yaptığı bir konuşma ile ilgili bir haber ögesini temsil etmektedir. Bu hikâye şüphesiz politik ve yerlidir ve bu nedenle nesnenin ilgili öznelikleri *üyelikDerecesi* 1.0 olan *BulanıkEvetHayır* değerlere sahiptir. Söz konusu hikâye üç sahneden oluşmaktadır. *SunucuSahnesi*, *MuhabirSahnesi* ve *MeclisSahnesi*. Her bir sahne için *başlangıçKaresi*, *bitişKaresi*, *isim* ve *tanım* öznelikleri, ilgili değerleriyle birlikte verilmiştir.



Şekil 14: KonuşmacıGörüntüsü1 adlı görüntü nesnesi, ilişkili olay nesnelere ve bu olay nesnelere ilişkili aktör nesnelere

3.3 Bulanık Dizin Yapısının Geliştirilmesi (3. İş Paketi)

Veritabanındaki verilere hızlı erişimi sağlamak için dizinler kullanılmaktadır. Dizinler sayesinde, sorgulamalarda aranan nesnelere hızlı bir şekilde erişilerek kullanıcıya yanıtlar üretilebilmektedir. Nesneye dayalı veritabanlarında kullanılan dizin yapılarının belirsiz veriler içeren bir veritabanında kullanılması uygun değildir. Çünkü kullanıcı bulanık terimler içeren sorgular oluşturabilir veya kullanıcı kesin değerler içeren sorgular oluştursa dahi veritabanı belirsizlik içeren veriler içerebilir. Kullanıcıya, sorgusuna uygun olan tüm verilerin (bulanık ve kesin) gösterilmesi gerekir. Aksi takdirde, bilgi kaybı yaşanacaktır. Bu nedenle, proje kapsamında, bulanıklık içeren veriler ile çoklu ortam veri tiplerini destekleyecek bir nesneye dayalı dizin yapısının geliştirilmesi planlanmıştır.

Bulanık dizin yapısının geliştirilmesi, projede yapılması öngörülen ana paketlerden bir diğeridir. Proje planında, çoklu ortam uygulamalarının değişik öznitelikleri üzerinden, aranan bilgilere/görüntülere daha hızlı erişimi sağlayacak bir dizin yapısının modellenmesi ve geliştirilecek uygulamaya entegre edilmesi öngörülmüştür.

Video verilerinin dizinlenmesi için bit dizgisi (string) temelli BitMatrix dizin yapısı kullanılmıştır. BitMatrix dizin yapısı renk ve şekil gibi alt-düzye öznitelikler kullanılarak etkin bir şekilde video verisine erişim sağlamak için geliştirilmiştir. Bu dizin yapısı metrik uzayı ve çok boyutlu alt-düzye (low-level) veri kullanılmaktadır. BitMatrix benzeşim ölçümüne göre arama yapmak için kullanılması hedeflenmiştir. Bu yapıda çok boyutlu verinin bit dizgisini (string) oluşturmak için bölüntüleme (partition) metodu kullanılmıştır.

BitMatrix'te kullanılan alt-düzye öznitelikleri tanımlamak için MPEG-7 betimleyicileri (tanımlayıcıları) kullanılmıştır. Kullanılan alt-düzye öznitelikler; Renk Düzeni (CL), Baskın Renk (DC), Kenar Histogramı (EH) ve Bölge Şekli (RS)'dir. Bu özniteliklerin tanımlayıcıları MPEG-7 Deneyleme Modeli (eXperimentation Model) (XM) kullanılarak çıkarılmıştır.

BitMatrix dizin yapısının sistemin geneli içerisindeki konumu Şekil 1’de gösterilmiştir. BitMatrix yapısının video erişim sisteminde kullanılması için, öncelikle video içerisindeki görüntülerden çerçeve ve nesnelerin çıkarılmış olması gerekmektedir. Videolar IBM Annotation Aracı sayesinde Çerçeve’lerine/Görüntü’lerine ayrıldıktan sonra çerçeve/nesne özellikleri çıkartılmaktadır. Çerçeve ve/veya nesnelerin yukarıda bahsedilen 4 adet alt-seviye görsel özellikleri MPEG-7 XM yazılımı aracılığıyla çıkarılarak dizinlemede kullanılmaktadır. Olaylar ise henüz dizin yapısında kullanılmamaktadır. Sisteme eklenecek herhangi bir video görüntüsünün daha sonradan dizin yapısına eklenmesi ya da var olan bir görüntü tanımlayıcısının silinmesi ve güncellenmesi mümkündür. Kullanıcı sorgu yapmak istediğinde, eğer sorgu için bir nesne ya da görüntü vermiş ise, bu nesne ya da görüntünün alt-seviye görsel özellikleri yine aynı şekilde çıkarılır. Bu özellikler sayesinde, sorgu nesnesi kullanılarak dizin yapısında arama yapılır ve sonuçlar veritabanından kullanıcıya ulaştırılır.

Herhangi bir video görüntüsünün görsel özellikleri XML tabanlı olarak aşağıdaki gibi elde edilir:

Şekil 15’deki örnek video görüntüsünün görsel özellikleri XM yazılımı kullanılarak elde edilmiş ve dört farklı MPEG-7 betimleyicisi için sırasıyla Şekil 16 – 19’da gösterilmiştir.



Şekil 15: Örnek bir video görüntüsü (çerçeve)

```
<?xml version='1.0' encoding='ISO-8859-1' ?>
<Mpeg7 xmlns:xsi = "http://www.w3.org/2000/10/XMLSchema-instance">
  <DescriptionUnit xsi:type = "DescriptorCollectionType">
    ...
    <Image name = "5.jpg">
      <Descriptor xsi:type = "ColorLayoutType">
        <YDCCoeff>36</YDCCoeff>
        <CbDCCoeff>13</CbDCCoeff>
        <CrDCCoeff>38</CrDCCoeff>
        <YACCoeff5>15 6 10 17 16 </YACCoeff5>
        <CbACCoeff2>16 25 </CbACCoeff2>
        <CrACCoeff2>16 10 </CrACCoeff2>
      </Descriptor>
    </Image>
    ...
  </DescriptionUnit>
</Mpeg7>
```

Şekil 16: Örnek görüntünün Renk Düzeni görsel özelliğinin tanımlanmış XML hali.

```
<?xml version='1.0' encoding='ISO-8859-1' ?>
<Mpeg7 xmlns:xsi = "http://www.w3.org/2000/10/XMLSchema-instance">
  <DescriptionUnit xsi:type = "DescriptorCollectionType">
    ...
    <Image name = "5.jpg">
      <Descriptor xsi:type = "EdgeHistogramType">
        <BinCounts>2 6 5 6 4 2 5 4 5 5 3 4 4
          5 5 4 3 2 6 5 5 4 6 5 1 3 4 5 5 4
          1 5 3 6 4 5 4 4 2 2 0 6 3 1 3 2 5
          3 2 5 2 4 4 4 5 2 5 2 5 5 0 6 4 5
          4 4 2 6 4 5 0 5 2 2 4 2 6 4 5 4
        </BinCounts>
      </Descriptor>
    </Image>
    ...
  </DescriptionUnit>
</Mpeg7>
```

Şekil 17: Örnek görüntünün Kenar Histogramı görsel özelliğinin tanımlanmış XML hali.

```
<?xml version='1.0' encoding='ISO-8859-1' ?>
<Mpeg7 xmlns:xsi = "http://www.w3.org/2000/10/XMLSchema-instance">
  <DescriptionUnit xsi:type = "DescriptorCollectionType">
    ...
    <Image name = "5.jpg">
      <Descriptor size = "5" xsi:type = "DominantColorType">
        <ColorSpace type = "RGB" colorReferenceFlag = "false"/>
        <ColorQuantization>
          <Component>R</Component>
          <NumOfBins>256</NumOfBins>
          <Component>G</Component>
          <NumOfBins>256</NumOfBins>
          <Component>B</Component>
          <NumOfBins>256</NumOfBins>
        </ColorQuantization>
        <SpatialCoherency>3</SpatialCoherency>
        <Values>
          <Percentage>5</Percentage>
          <ColorValueIndex>41 43 34 </ColorValueIndex>
          <ColorVariance>1 0 1 </ColorVariance>
        </Values>
        <Values>
          <Percentage>2</Percentage>
          <ColorValueIndex>195 199 181 </ColorValueIndex>
          <ColorVariance>1 0 1 </ColorVariance>
        </Values>
        <Values>
          <Percentage>18</Percentage>
          <ColorValueIndex>202 184 116 </ColorValueIndex>
          <ColorVariance>1 0 0 </ColorVariance>
        </Values>
      </Descriptor>
    </Image>
    ...
  </DescriptionUnit>
</Mpeg7>
```

Şekil 18: Örnek görüntünün Baskın Renk görsel özelliğinin tanımlanmış XML hali.

```

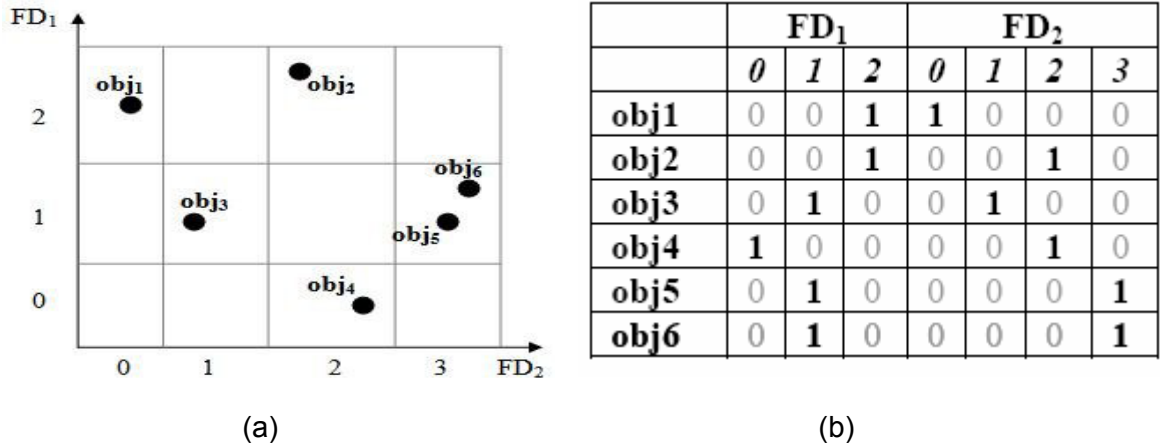
<?xml version='1.0' encoding='ISO-8859-1' ?>
<Mpeg7 xmlns:xsi = "http://www.w3.org/2000/10/XMLSchema-instance">
  <DescriptionUnit xsi:type = "DescriptorCollectionType">
    ...
    <Image name = "5.jpg">
      <Descriptor xsi:type = "RegionShapeType">
        <MagnitudeOfART>14 15 13 14 8 15 11 15 15
          7 15 13 10 14 15 11 14 12 4 11 15 12
          11 8 4 12 4 2 7 12 5 11 13 8 11
        </MagnitudeOfART>
      </Descriptor>
    </Image>
    ...
  </DescriptionUnit>
</Mpeg7>

```

Şekil 19: Örnek görüntünün Bölge Şekli görsel özelliğinin tanımlanmış XML hali.

Video içerisinden çıkartılmış nesnelere içinde aynı süreç işlenir ve aynı görsel özellik değerleri XML formatında elde edilir. Bu aşamadan sonra yapılması gereken bu görsel özellik değerlerini sınıflandırarak veri dağılımlarında bölütleme işleminin gerçekleştirilmesi ve her bir özellik için bit dizgilerinin oluşturulmasıdır. Bit dizgi oluşturma işlemi için her özellik bir boyut olarak düşünülerek sınıflandırma ve bölütleme işlemi yapılır. İki özellik (boyut) için 6 nesnenin yer aldığı örnek bir bölütleme ve bit dizgi değerleri Şekil 20'de gösterilmiştir.

Bit dizgilerinin oluşturulmasından sonra bu 6 nesnenin bit dizgileri bir matris düzeni içerisinde tutularak BitMatrix yapısı kurulmuş olur. Bu yapı içerisine yeni bir nesnenin eklenmesi veya var olanın güncellenmesi/silinmesi çok kolaydır.



Şekil 20: İki boyutta nesnelerin dağılımı ve bölütlenmesi (a) ve buna karşılık gelen bit dizgileri (b)

BitMatrix yapısı üzerinden sorgu yapabilmek için kullanıcının sisteme örnek bir nesne ya da görüntü vermesi gerekmektedir. Böylece sorgu nesnesine benzeyen nesnelerin içerildiği video görüntüleri getirilmiş olur. BitMatrix yapısı iki farklı sorgu mekanizmasına izin verir.

K-En yakın komşuluk sorgusu: Bu tip sorgularda kullanıcının sisteme verdiği örnek sorgu nesnesine (bu nesne bir nesne ya da görüntü olabilir) benzeyen en yakın K adet nesne ya da görüntü video verileri içerisinde aranır ve kullanıcıya döndürülür.

İlk aşamada sorgu nesnesinin görsel özellikleri daha önce bahsedildiği gibi XM yazılımı ile çıkartılır. Bu özellik değerleri yine sınıflandırılarak ve bölütleme işleminden geçirilerek, sorgu nesnesinin bit dizgisi oluşturulur. Daha sonra BitMatrix yapısı içindeki video nesnelerinin bit dizgisi ile karşılaştırılarak benzer sınıflandırılmaya ve bölütlemeye sahip olan nesneler bulunur. Bu nesneler ile sorgu nesnesi arasında Öklit Uzaklık fonksiyonu kullanılarak benzerlik ölçümü yapılır ve en çok benzeyen ilk K adet nesne kullanıcıya sunulur.

Aralık Sorgusu: Aralık sorgusu işlemi en yakın komşuluk sorgusuna çok benzemektedir. Tek fark en yakın K adet nesne bulunması yerine, benzerlik ölçümünde verilen aralığa eşit ya da daha çok benzerliğe sahip nesneler kullanıcıya sunulur.

Sonuç olarak, dizinlemenin yapılmasından sonra herhangi bir video nesnesi, video içerisinde aranmak istendiğinde, video nesnesinin alt-seviye öznitelik bilgileri çıkartılmakta ve bit dizgisi oluşturulmaktadır. Elde edilen bit dizgisi kullanılarak daha önceden dizinlenen görüntülere süratlice ulaşılmaktadır.

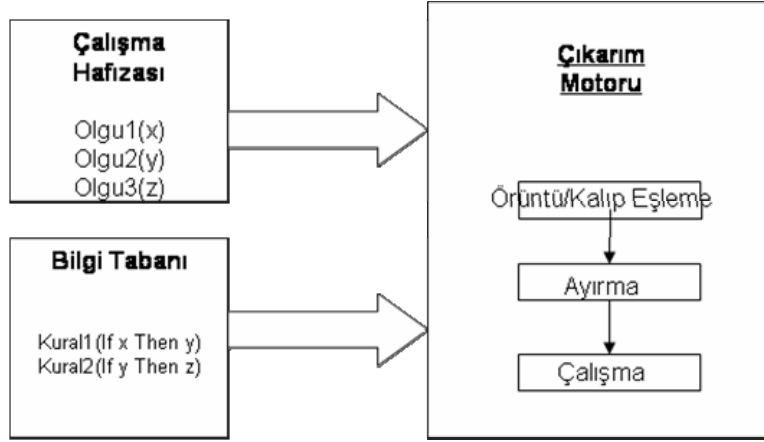
3.4 Bulanık Çıkarsama Motorunun Geliştirilmesi (4. İş Paketi)

Bulanık Çıkarsama Motorunun geliştirilmesi, projede yapılması öngörülen iş paketlerden bir diğeridir. Proje planında, bulanık bilgi tabanında bulanık terimler içeren IF-THEN kuralları kullanılması öngörülmüştür. Kurallar, nesnelerin mevcut özniteliklerinden yararlanarak yeni öznitelikler üretmek, yeni sanal sınıflar oluşturmak veya bazı konseptler/kısıtlamalar tanımlamak için kullanılmaktadır. Standart çıkarsama motorları kalıp eşleştirme (pattern matching) yöntemiyle çalışırken, bulanık bir çıkarsama motoru terim benzerliklerini değerlendirerek sonuçlar üretmektedir.

Video verisi çok zengin ve karmaşık anlamsal bilgileri içermektedir. Tek bir video içinde birçok olay, nesne ve ilişkiler var olabilmektedir. Bu kadar çok bilginin saklanması da çok fazla yer kaplamaktadır. Ayrıca bu kadar çok bilginin tümünün otomatik çıkarılması mümkün olmamakla birlikte bu kadar çok bilginin tek tek elle çıkarılması da hiç pratik değildir. Bunun için var olan bilgilerden yeni bilgilerin çıkarımının yapılması video veri tabanları için elzem bir ihtiyaçtır.

Klasik bir bilgi tabanı üç bölümden oluşur. Çıkarım motoru (Inference Engine), kural tabanı (rule base) ve çalışma hafızası (working memory). Olgular (fact) çalışan hafızada, kurallar ise kural tabanında saklanmaktadır. Çıkarım motoru ise olguların uyduğu kuralları kullanarak yapılması gerekenleri çıkarmaktadır. Bu yapı Şekil-21'de gösterilmiştir.

Literatürde kural temelli birçok sistem kodlanmıştır. Bunlardan günümüzde en popüler olanlardan iki tanesi CLIPS (C dilinde yazılmış) ve JESS (Java dilinde yazılmış) sistemleridir. Her ikisi de kuralların kontrolünde Rete algoritmasını kullanmaktadır.

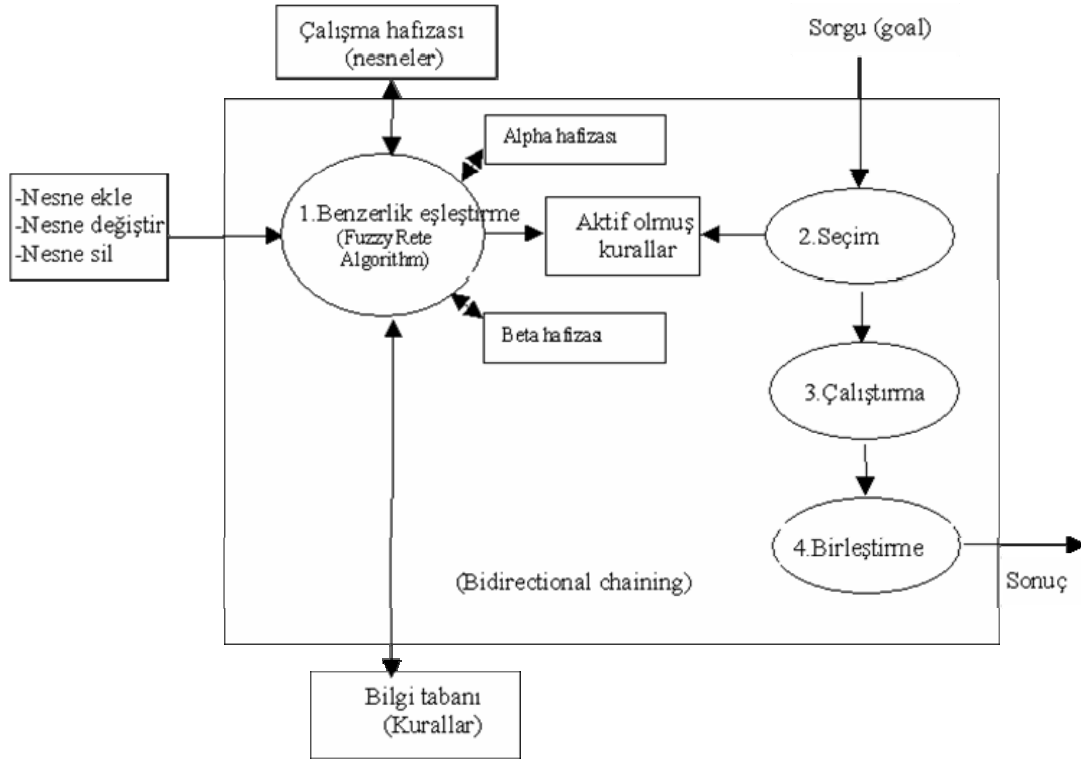


Şekil 21: Kural temelli bir sistemin yapısı

Bu proje kapsamında önerilen Akıllı ve Bulanık Nesneye Dayalı Veritabanı modeli, bulanık nesne dayalı veri tabanı (BNDV) – (Fuzzy Object-Oriented Database) ile bulanık bilgi tabanını (BBT) – (Fuzzy Knowledge Base) birlikte ele alıp bütünleştiren bir sistemdir. Sistemin ana mimarisi Şekil-1’de verilmişti.

Bulanık Bilgi tabanı (BBT) bulanık çıkarım yapabilmektedir. Kurallar IF-THEN yapısı ile tanımlanmıştır. Bulanık kurallar veritabanında depolanmayan yeni bilgi çıkarımı için kullanılmaktadır. Bu proje kapsamında tasarlanan RETE algoritması tabanlı bulanık çıkarım mekanizması Şekil 22’de gösterilmiştir. Veritabanı nesneye yönelik bir veritabanı olduğu için bilgi tabanı da nesneye yönelik bir yapıdadır. Dolayısıyla çalışma hafızasında nesnelere vardır.

Kurallarda bulanık ve kesin veriler aynı anda kullanılabilir. Eğer kurallarda kesin veriler kullanılırsa geleneksel kalıp eşleme (pattern matching) algoritmaları uygulanmaktadır. ve eşleme olması durumunda eşleme derecesi 1 olmaktadır. Eğer bulanık veriler kullanılırsa ve nesnelere verileri de bulanık ise benzerlik eşlemesi yapılmaktadır. Şayet, kural bulanık buna karşılık nesne kesin değer içeriyor ise üyelik fonksiyonu kullanılarak eşleştirme yapılmaktadır.



Şekil 22: Çıkarım mimarisi

BBT'de üç tip kural tanımlanmaktadır. Bunlar zamansal kurallar, uzaysal kurallar ve anlamsal kurallardır. Üç tip kural müteakip maddelerde sırasıyla açıklanmıştır.

3.4.1 Zamansal Kurallar

Zamansal sorguların cevaplanabilmesi için bazı zamansal bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Sistemde tanımlanan zamansal ilişkiler Tablo-1'de gösterilmiştir. Bu tabloda x ve y iki ayrı zaman aralığını temsil etmektedir. Tablo-2'de ise bu zamansal ilişkilerin ne manaya geldiği açıklanmaktadır.

Tablo 1: Zamansal ilişkiler

Zamansal İlişki	Tanım
Önce (before)	$x+ < y-$
Çakışır (overlaps)	$(x- < y-)$ ve $(x+ > y-)$ ve $(x+ < y+)$
Süresinde (during)	$(x- > y-)$ ve $(x+ < y+)$
Kesişir (meets)	$x+ = y-$
Başlar (starts)	$(x- = y-)$ ve $(x+ < y+)$
Biter (finishes)	$(y- < x-)$ ve $(x+ = y+)$
Eşit (equal)	$(x- = y-)$ ve $(x+ = y+)$

Tablo 2: Zamansal ilişkilerin anlamları

İlişki İsmi	Sembol	Tersinin Sembolü	Anlamı
X önce Y	b	bi	XXX YYY
X kesişir Y	m	mi	XXXXYY
X çakışır Y	o	oi	XXX YYY
X süresinde Y	d	di	XXX YYYYYYYY
X başlar Y	s	si	XXX YYYYYY
X biter Y	f	fi	XXX YYYYYY
X eşit Y	e	e	XXX YYY

Tablo 3'de ise Akıllı ve Bulanık Nesneye Dayalı Veritabanı içerisinde kullanılan zamansal kurallar belirtilmiştir. Tabloda görüldüğü üzere toplam 13 kural mevcuttur.

Tablo 3: Zamansal kurallar

Zamansal Kurallar	Tersi
$x+ < y-$ $\Rightarrow b(x,y)$	$b(x, y) \Rightarrow bi(y, x)$
$(x- < y-)$ ve $(x+ > y-)$ ve $(x+ < y+)$ $\Rightarrow o(x,y)$	$m(x, y) \Rightarrow mi(y, x)$
$(x- > y-)$ ve $(x+ < y+)$ $\Rightarrow d(x,y)$	$o(x, y) \Rightarrow oi(y, x)$
$x+ = y-$ $\Rightarrow m(x,y)$	$d(x, y) \Rightarrow di(y, x)$
$(x- = y-)$ ve $(x+ < y+)$ $\Rightarrow s(x,y)$	$s(x, y) \Rightarrow si(y, x)$
$(y- < x-)$ ve $(x+ = y+)$ $\Rightarrow f(x,y)$	$f(x, y) \Rightarrow fi(y, x)$
$(x- = y-)$ ve $(x+ = y+)$ $\Rightarrow e(x,y)$	

Zamansal sorguların cevaplanmasında çalışma hafızasındaki nesnelerin eşlenmesi sırasında Tablo-1, 2 ve 3 kullanılarak sonuç nesnelere elde edilir.

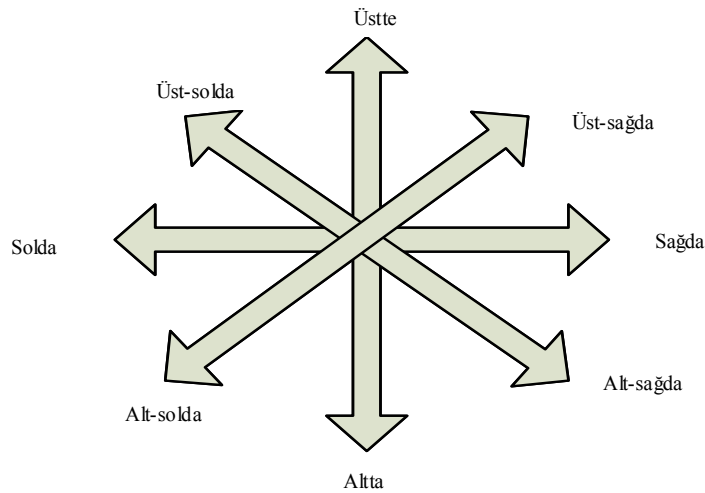
3.4.2 Uzamsal/Mekansal/Uzaysal Kurallar

Uzamsal/uzaysal/mekansal sorguların cevaplanabilmesi için bazı uzamsal bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu iş için kullanılan uzamsal ilişkiler aşağıda verilmiştir.

Tablo 4: Uzamsal ilişkiler

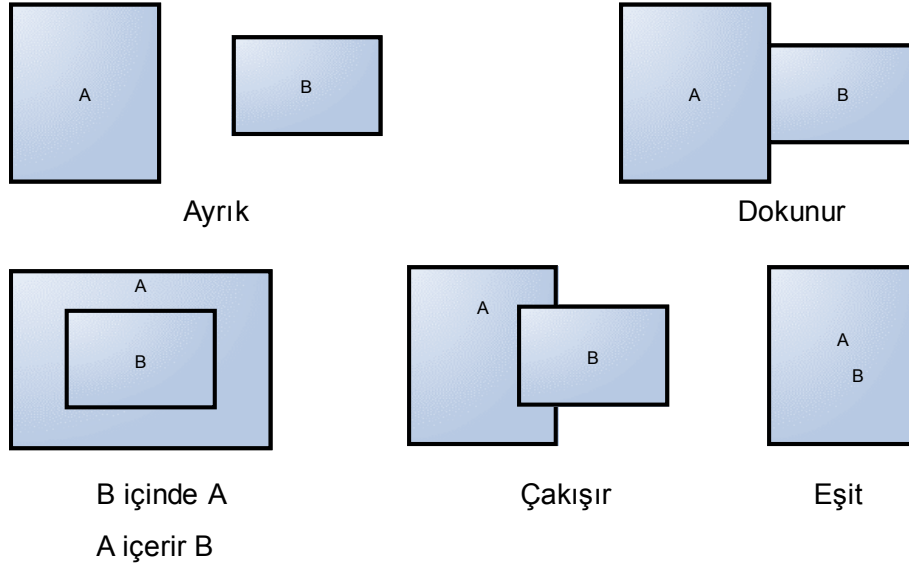
Uzamsal İlişki	Tanımı
A altta (bottom) B	$A_x\{b, bi, m, mi, o, oi, d, di, s, si, f, fi, e\}B_x$ and $A_y\{b, m\}B_y$
A üstte (top) B	$A_x\{b, bi, m, mi, o, oi, d, di, s, si, f, fi, e\}B_x$ and $A_y\{bi, mi\}B_y$
A solda (left) B	$A_x\{b, m\}B_x$ and $A_y\{b, bi, m, mi, o, oi, d, di, s, si, f, fi, e\}B_y$
A sağda (right) B	$A_x\{bi, mi\}B_x$ and $A_y\{b, bi, m, mi, o, oi, d, di, s, si, f, fi, e\}B_y$
A üst-solda (top-left) B	$(A_x\{b, m\}B_x$ ve $A_y\{bi, mi, oi\}B_y)$ veya $(A_x\{o\}B_x$ and $A_y\{bi, mi\}B_y)$
A üst-sağda (top-right) B	$(A_x\{bi, mi\}B_x$ ve $A_y\{bi, mi, oi\}B_y)$ veya $(A_x\{oi\}B_x$ and $A_y\{bi, mi\}B_y)$
A alt-solda (bottom-left) B	$(A_x\{b, m\}B_x$ ve $A_y\{b, m, o\}B_y)$ veya $(A_x\{o\}B_x$ and $A_y\{b, m\}B_y)$
A alt-sağda (bottom-right) B	$(A_x\{b, m\}B_x$ ve $A_y\{b, m, o\}B_y)$ veya $(A_x\{oi\}B_x$ ve $A_y\{b, m\}B_y)$
A çakışır (overlaps) B	$A_x\{d, di, s, si, f, fi, o, oi, e\}B_x$ ve $A_y\{d, di, s, si, f, fi, o, oi, e\}B_y$
A eşit (equal) B	$A_x\{e\}B_x$ ve $A_y\{e\}B_y$
A içinde (inside) B	$A_x\{d\}B_x$ ve $A_y\{d\}B_y$
A içerir (contain) B	$A_x\{di\}B_x$ ve $A_y\{di\}B_y$
A dokunur (touch) B	$(A_x\{m, mi\}B_x$ ve $A_y\{d, di, s, si, f, fi, o, oi, m, mi, e\}B_y)$ veya $(A_x\{d, di, s, si, f, fi, o, oi, m, mi, e\}B_x$ ve $A_y\{m, mi\}B_y)$
A ayrık (disjoint) B	$A_x\{b, bi\}B_x$ veya $A_y\{b, bi\}B_y$

Sorgulamalarda kullanılan yönsel ilişkiler (Directional Relations) ise Şekil 23'de verilmiştir.



Şekil 23: Yönsel ilişkiler

Sorgulamalarda kullanılan topolojik ilişkiler (Topological Relations) ise Şekil 24'de verilmiştir.



Şekil 24: Topolojik ilişkiler

Tablo 5 ve 6'da ise Akıllı ve Bulanık Nesneye Dayalı Veritabanı içerisinde kullanılan uzamsal kurallar ile çıkarımsal uzamsal kurallar belirtilmiştir.

Tablo 5: Uzamsal kurallar

Uzaysal Kurallar	
$\{b, bi, m, mi, o, oi, d, di, s, si, f, fi, e\}(A_x, B_x)$ ve $\{bi, mi\}(A_y, B_y)$	\Rightarrow üstte(A, B)
$\{b, m\}(A_x, B_x)$ ve $\{b, bi, m, mi, o, oi, d, di, s, si, f, fi, e\}(A_y, B_y)$	\Rightarrow solda(A, B)
$(\{b, m\}(A_x, B_x) \vee \{bi, mi, oi\}(A_y, B_y))$ veya $(\{o\}(A_x, B_x) \vee \{bi, mi\}(A_y, B_y))$	\Rightarrow üst-solda(A, B)
$(\{bi, mi\}(A_x, B_x) \vee \{bi, mi, oi\}(A_y, B_y))$ veya $(\{oi\}(A_x, B_x) \vee \{bi, mi\}(A_y, B_y))$	\Rightarrow üst-sağda(A, B)
$\{d, di, s, si, f, fi, o, oi, e\}(A_x, B_x)$ ve $\{d, di, s, si, f, fi, o, oi, e\}(A_y, B_y)$	\Rightarrow çakışır(A, B)
$\{e\}(A_x, B_x) \vee \{e\}(A_y, B_y)$	\Rightarrow eşit(A, B)
$\{d\}(A_x, B_x) \vee \{d\}(A_y, B_y)$	\Rightarrow içinde(A, B)
$(\{m, mi\}(A_x, B_x) \vee \{d, di, s, si, f, fi, o, oi, m, mi, e\}(A_y, B_y))$ veya $(\{d, di, s, si, f, fi, o, oi, m, mi, e\}(A_x, B_x))$	

ve {m, mi}(A _y , B _y)	=> dokunur(A, B)
{b, bi}(A _x , B _x) veya {b, bi}(A _y , B _y)	=> ayrık(A, B)

Tablo 6: Çıkarımsal uzamsal kurallar

solda(A, B)	=>	sağda(B, A)
üstte(A, B)	=>	altta(B, A)
üst-solda(A, B)	=>	alt-sağda(B, A)
üst-sağda(A, B)	=>	alt-solda(B, A)
içinde(A, B)	=>	içerir(B, A)
ayrık(A, B)	=>	ayrık(B, A)

Uzamsal sorguların cevaplanmasında çalışan hafızadaki nesnelere eşlenmesi sırasında Tablo – 4 , 5 ve 6 ile Şekil 7 ve 8 kullanılarak sonuç nesnelere elde edilir.

3.4.3 Anlamsal Kurallar

Zamansal ve Uzamsal kuralların yanı sıra bulanık bilgi tabanının (BBT)'da anlamsal kurallar da tanımlanabilmektedir. Anlamsal kural, veritabanında tutulmayan verileri çıkarmak amacıyla tanımlanan her türlü kuralı tanımlamaktadır. Veritabanında tutulan nesnelere bazı özellikleri kurallar yardımıyla çıkarılabilir. Anlamsal sorgular hem kesin hem de bulanık veriler içerebilmektedir. Aşağıda bilgi tabanında tanımlanmış bir bulanık kural örneği görülmektedir.

IF oyuncunun *isabetliVuruş* oranı [**çok yüksek**] (0.8) **AND**
oyuncunun *sürati* [**yüksek OR çok yüksek**] (0.7) **AND**
oyuncunun *topKontrolü* [**yüksek OR çok yüksek**] (0.8)
THEN oyuncunun *yetenek* seviyesi [**çok yüksek**] *tir*.

Kuralda parantez içinde verilen reel sayılar benzerlik eşleştirmesinde kontrol edilecek eşik değerlerini tanımlamaktadır. Yapılacak karşılaştırmalarda benzerlik eşleştirmesi sonucu elde edilen değer eşik değerinden büyükse, kuralın o şartı başarılı sayılır. Kural herhangi bir nesne için başarılı olduğunda tüm kural için sıfır ile bir arasında bir başarı değeri hesaplanır. Örneğin yukarıda verilen kural için hesaplanan değer 0.8 ise, o oyuncuyu 0.8 oranında çok yüksek seviyede yetenekli bir oyuncu diye yorumlamak gerekir.

3.5 Kullanıcı Arayüzünün Geliştirilmesi (5. İş Paketi)

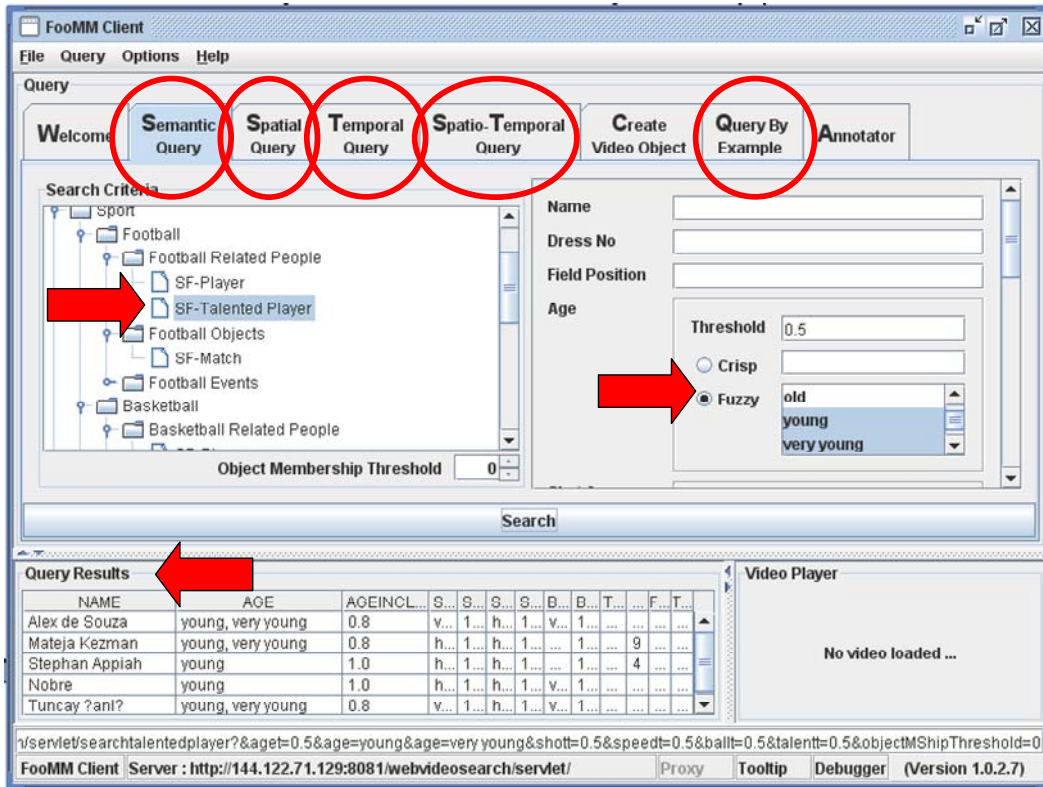
Bu iş paketi kapsamında, çoklu-ortam uygulamaları için geliştirilen Akıllı ve Bulanık Nesneye Dayalı Veritabanı Sisteminin, kullanıcılar veya uygulamalar tarafından erişilerek kullanılabilmesi için gerekli arayüzün/dilin geliştirilmesi planlanmıştır. Bu sayede, kullanıcılar sistem üzerinde gerekli tanımlamaları ve sorgulamaları yapabileceklerdir. Kullanıcı,

veritabanı ile bilgi tabanı için farklı yapılara sahip iki değişik dil değil, sistemi sorgulamada tek bir dil kullanacaktır. Burada asıl uygulama alanının çoklu ortam olması nedeniyle, geliştirilecek arayüzün/dilin özellikle video uygulama ihtiyaçlarını karşılayacak yapıda olması gerekmektedir.

Proje sürecinde yapılan çalışmalar sonucunda, bir lokal kullanıcı arayüzü bir de web üzerinden erişim arayüzü geliştirilmiştir. Lokal arayüz her türlü veri tanımlama, anotasyon ve sorgulamanın yapılabileceği daha fazla yeteneğe sahipken, web arayüzü daha çok sorgulamaya yönelik bir arayüzdür. Sistemin web arayüzü ile yapılabilen işlemler aşağıda özetlenmiştir.

Şekil-25'te görülen web arayüzü temel olarak 5 sorgu tipini desteklemektedir:

1. Anlamsal sorgular (Semantic query),
2. Uzamsal/Mekansal sorgular (Spatial query),
3. Zamansal sorgular (Temporal query),
4. Uzamsal-zamansal sorgular (Spatio-Temporal query).
5. Örnekle sorgulama (Query by Example)



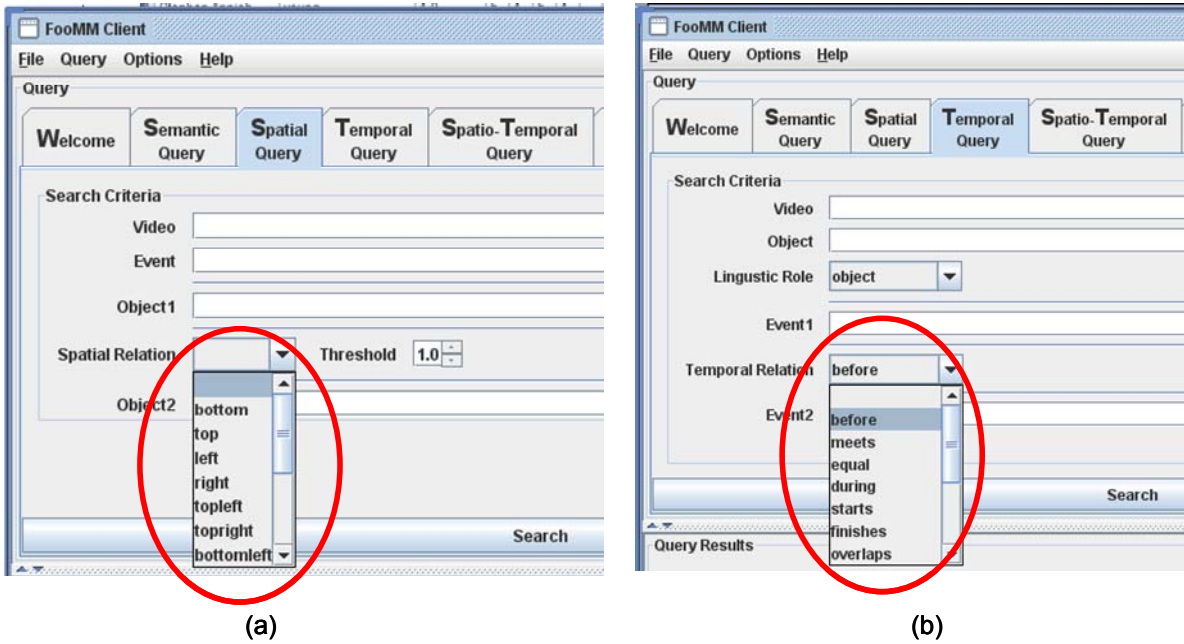
Şekil-25: Uygulamanın kullanıcı arayüzü

Anlamsal sorgular (Semantic query): Yetenekli_Oyuncular (Talented_Player) sınıfı üzerinde yaşı (age) genç veya çok genç (young or very_young) olan oyuncuların listesini sorgulayan ve sonucu pencerenin sorgulama sonuçları (Query Results) bölümünde gösteren bir sorgulama örneği Şekil-25'te görülmektedir. Bir oyuncunun yetenekli olup olmadığı bilgi tabanına tanımlanmış bir kural ile belirlenmektedir. Sorgulamada sorgu penceresinin sağında

gözükten ve bir SQL sorgu cümlesinin WHERE bölümünü oluşturan şartlar (Şekil-25'de görülen name, dress no, field position, age gibi) doldurulabilir veya boş bırakılabilir. Örnek sorguda oyuncunun yaşının genç veya çok genç (young or very young) olması şartı eklenmiştir. Bu, sistemde bulanıklığın (fuzziness) işlenmesi ve sorgulaması ile ilgili bir örnektir. Ayrıca, verilen örnekte görüldüğü üzere, kullanıcılar veritabanı ve bilgi tabanı ayrımı yapmaksızın ortak bir yöntemle sistemi sorgulayabilmektedir. Yetenekli oyuncular (Talented Player) kurallarla bir sanal sınıf (veritabanında olmayan fakat kuralla tanımlanan) olarak tanımlanmıştır. Kullanıcılar onu veritabanındaki bir sınıf gibi sorgularında kullanabilmektedir.

Uzamsal/Mekansal sorgular (Spatial query): Uzamsal sorgulamalarda kullanılan mekansal kriterler Şekil-26(a)'da gösterilmiştir. İki video nesnesi arasında altında (bottom), üstünde (top) gibi uzamsal ilişkilerle sorgulamalar yapılabilmektedir. Veritabanında nesnelere koordinatları tutulmakta, uzamsal ilişkilerin tespiti ise bir önceki bölümde anlatıldığı üzere bilgi tabanında tanımlanmış kurallarla yapılmaktadır.

Zamansal sorgular (Temporal query): Zamansal sorgulamalarda kullanılan zamansal kriterler Şekil-26(b)'de görülmektedir. Zamansal sorgularda iki olay arasındaki; birinin diğerinden önce olması (before), iki olayın aynı zaman diliminde olması (meets) gibi zamansal ilişkiler sorgulanabilmektedir. Olayların başlangıç ve bitiş zamanları veritabanında tutulmaktadır. Olaylar arasındaki zamansal ilişkilerin tespiti ise uzamsal sorgularda olduğu gibi bilgi tabanında tanımlanmış kurallarla yapılmaktadır.



Şekil-26: Uzamsal ve zamansal sorgular

Uzamsal-zamansal sorgular (Spatio-Temporal query): Uzamsal-zamansal sorgularda ise sorgulama ekranı üzerine Şekil-27'de görüldüğü gibi fare ile işaretlenen bir bölgede başlayıp, yine fare ile işaretlenen ikinci bölgede tamamlanan olaylarla ilgili sorgular yapılabilmektedir. Veritabanına bir olay (event) kaydı yapılırken, olayın aktörü durumundaki nesne ve bu nesnenin pozisyon bilgileri de veritabanına kaydedilmektedir. Daha sonra yapılan sorgulamalarda, sorgu ekranına çizilen alanla veritabanındaki pozisyon bilgileri karşılaştırılarak çakışma olanlar kullanıcıya cevap olarak dönülmektedir. Şekil-27, Şekil-28 ve

Şekil-29'da bir faul olayının başlangıç anı, ortası ve bitiş anı sırasıyla gösterilmiştir. Şekil-27 ve Şekil-29 üzerinden takip ederek uzamsal-zamansal sorgunun nasıl çalıştığını görmek mümkündür (sorguda işaretlenen başlangıç ve sonuç pozisyonlarıyla videodaki oyuncu pozisyonu ilişkisine dikkat ediniz). Şekil-28 videodaki bütünlüğü göstermek amacıyla konmuştur.

The screenshot shows the FooMM Client interface. The 'Query' section is active, with 'Spatio-Temporal Query' selected. The 'Search Criteria' section includes fields for 'Video Name', 'Object', 'Threshold', and a 'Query Type' dropdown set to 'Trajectory'. The 'Drawing Area' contains two boxes: a red box labeled '2' and a blue box labeled '1'. A red arrow points from box '1' to the video player, which shows a soccer game. Callouts indicate 'Oyuncunun son pozisyonu' (Player's final position) pointing to box '2' and 'Oyuncunun ilk pozisyonu' (Player's initial position) pointing to box '1'. The 'Query Results' table is visible below the drawing area.

STARTTIME	ENDTIME	EVENT	RAWDATA
1.0	1.64	foul	http://144.122.71.12...
45.36	46.16	goal	http://144.122.71.12...
45.36	46.16	goal	http://144.122.71.12...
53.89	54.21	foul	http://144.122.71.12...
7.89	8.37	goal	http://144.122.71.12...
7.89	8.37	goal	http://144.122.71.12...
52.77	54.05	foul	http://144.122.71.12...

Şekil-27: Uzamsal-Zamansal sorgu örneği (a)

The screenshot shows the FooMM Client interface. The 'Query' section is active, with 'Spatio-Temporal Query' selected. The 'Search Criteria' section includes fields for 'Video Name', 'Object', 'Threshold', and a 'Query Type' dropdown set to 'Trajectory'. The 'Drawing Area' contains two boxes: a red box labeled '2' and a blue box labeled '1'. The 'Query Results' table is visible below the drawing area.

STARTTIME	ENDTIME	EVENT	RAWDATA
1.0	1.64	foul	http://144.122.71.12...
45.36	46.16	goal	http://144.122.71.12...
45.36	46.16	goal	http://144.122.71.12...
53.89	54.21	foul	http://144.122.71.12...
7.89	8.37	goal	http://144.122.71.12...
7.89	8.37	goal	http://144.122.71.12...
52.77	54.05	foul	http://144.122.71.12...

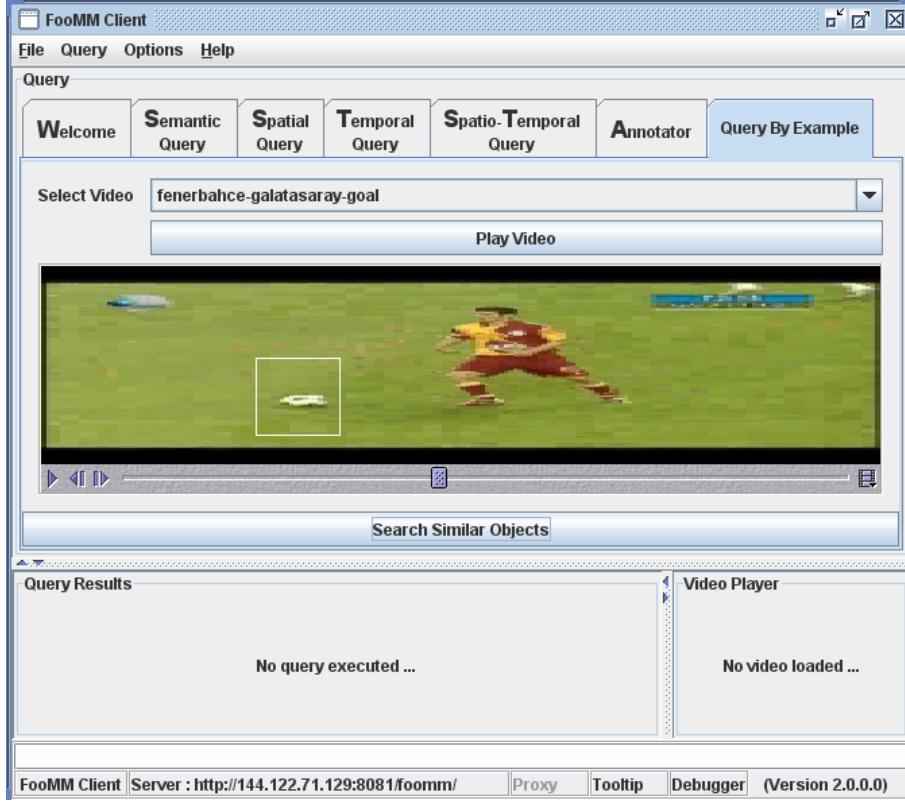
Şekil-28: Uzamsal-Zamansal sorgu örneği (b)

The screenshot shows the FooMM Client interface. The top menu includes File, Query, Options, and Help. The main interface is divided into several sections:

- Query Section:** Contains tabs for Welcome, Semantic Query, Spatial Query, Temporal Query, Spatio-Temporal (selected), Create to Object, Query By Example, and Annotator.
- Search Criteria:** Includes fields for Video Name, Object, Threshold, and a dropdown for Query Type (set to Trajectory).
- Drawing Area:** A central area with a 'Clear Drawing Area' button. It contains two boxes: a red box labeled '2' and a blue box labeled '1'. Callouts indicate 'Oyuncunun son pozisyonu' (Player's final position) for box 2 and 'Oyuncunun ilk pozisyonu' (Player's initial position) for box 1.
- Search Button:** A large blue button labeled 'Search'.
- Query Results Table:** A table with columns STARTTIME, ENDTIME, EVENT, and RAWDATA. The data is as follows:

STARTTIME	ENDTIME	EVENT	RAWDATA
1.0	1.64	foul	http://144.122.71.12...
45.36	46.16	goal	http://144.122.71.12...
45.36	46.16	goal	http://144.122.71.12...
53.89	54.21	foul	http://144.122.71.12...
7.89	8.37	goal	http://144.122.71.12...
7.89	8.37	goal	http://144.122.71.12...
52.77	54.05	foul	http://144.122.71.12...
- Video Player:** A window showing a video frame of a soccer game. A red arrow points from the '2' box in the drawing area to the video player.
- Footer:** Displays the URL 'http://144.122.71.129:8081/webvideosearch/servlet/' and buttons for Proxy, Tooltip, Debugger, and Version 1.0.2.7.

Şekil-29: Uzamsal-Zamansal sorgu örneği (c)



Şekil-30: Örnekle sorgulama (query-by-example) örneği

Örnekle sorgulama (Query by Example): Geliştirilen sistemin web arayüzü kullanılarak yapılabilecek son sorgu türü ise Örnekle Sorgulamadır (Query by Example). Bu sorgulama türünde Şekil-30'da gösterildiği gibi bir video yüklenip oynatılmakta, istenen zamanda durdurulup çerçeve üzerinde bir nesne seçimi yapılmaktadır. Şekilde top seçilmiş durumdadır. Seçimden sonra, nesnenin dizin yapısında kullanılan MPEG-7 betimleyicileri (descriptor) çıkarılır ve dizinlemede kullanılan bit dizgi (bit string) yapısı oluşturulur. Yeni oluşturulan bit dizgisi ile daha önce dizin yapısına eklenen nesnelerin bit dizgileri karşılaştırılarak benzer nesnelere tespit edilir. Dizin yapısı kullanılarak benzer nesnelere tespit edildiği için sorgulama işlemi daha süratli olmaktadır.

3.6 Çoklu-Ortam Nesnelerinin Otomatik Çıkarımı

Projenin özellikle sonlarına doğru, çoklu ortam nesne özelliklerinin otomatik çıkarımı üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Proje paketlerinin içinde yer almamasına rağmen günümüzde önemli araştırma konularından birisi olması nedeniyle üzerinde çalışma yapmanın faydalı olacağı değerlendirilmiştir.

Bu konuda genetik algoritma tabanlı bir nesne çıkarma/sınıflandırma aracı geliştirilmiştir. Ana sistemden ayrı olarak geliştirilen araç daha sonra sisteme entegre edilmiştir. Bu araç ile video çerçeveleri üzerinde yer alan nesnelere öncelikle manuel olarak çıkarılmakta ve sisteme öğretilmektedir. Dolayısıyla sistem güdümlü bir sistemdir. Öğretme aşamasından sonra sistemin otomatik olarak benzer nesnelere video çerçevelerinden çıkarılması/sınıflandırılması sağlanmaktadır. Sınıflandırma için Genetik Algoritma (GA) Tabanlı bir sınıflandırıcı kullanılmaktadır.

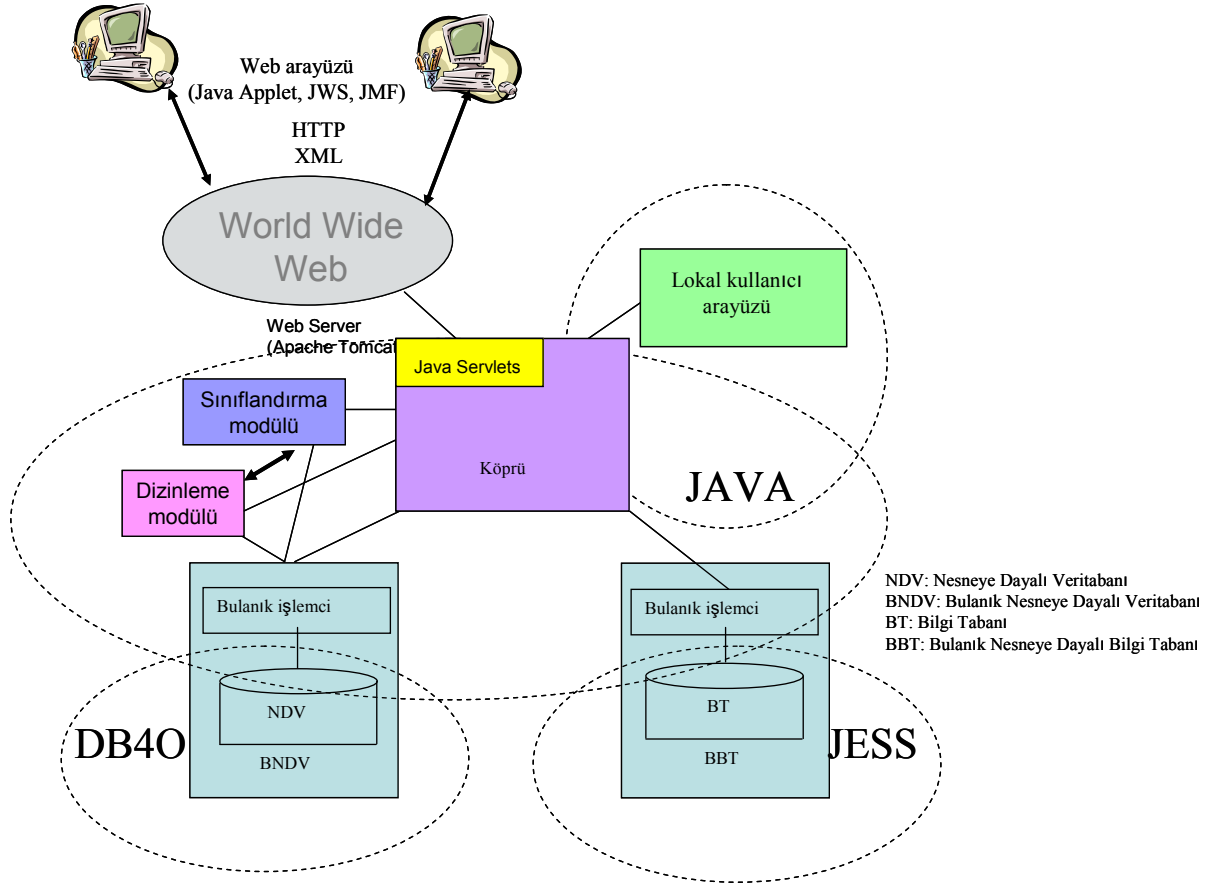
Sisteme video içeriğindeki bir nesnenin otomatik çıkarım sonucunda dahil edilmesi için izlenmesi gereken işlem adımları şu şekildedir:

1. Kullanıcı video içeriğinden dahil etmek istediği bir nesnenin bulunduğu bir çerçevede video'yu durdurup, ekrandaki istediği nesneyi işaretler.
2. İşaretlenen nesne (resim olarak) sınıflandırılmak üzere GA tabanlı sınıflandırıcıya gönderilir.
3. Sınıflandırıcı bulanık bir sınıflandırma yaparak çoklu sonuç döner. Sonuçta, nesnenin muhtemel dahil olduğu sınıflar üyelik değerlikleriyle birlikte bildirilir.
4. Sınıflandırıcıdan dönen sonuçlardan en yüksek üyelik değerine sahip sınıf nesnenin tipi olarak ayarlanır. Kullanıcı bu seçime müdahale edip, nesnenin tipini başka bir sınıf olarak da değiştirebilir.
5. Kullanıcı nesneye ait girmek istediği diğer tanımları da sisteme girer.
6. Nesne veritabanına kaydedilir.
7. Nesnenin veritabanına kaydedilmesine paralel olarak, sınıflandırma esnasında çıkarılan resim öznitelikleri Bitmatrix dizinleme modülüne de gönderilerek, yeni nesnelerin dizin yapısına girmesi sağlanır.

3.7 Entegrasyon Çalışmaları (6. İş Paketi) ve Prototip Sistemde Geline Son Durum

Şekil 1'de verilen sistem mimarisi, bugüne kadar yapılan çalışmalar sonucunda Şekil-31'de gösterildiği şekilde ve yine şekil üzerinde gösterilen teknolojiler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Projeyi oluşturan farklı modüller birbirleriyle entegre edilerek komple bir sistem oluşturulmuştur. Geliştirilen prototip sistemi oluşturan modüller sırasıyla aşağıda verilmiştir:

- Sistemin veritabanı olarak açık kaynak kodlu bir nesneye dayalı veritabanı olan DB4Object kullanılmıştır. DB4Object, bulanık verileri de işleyebilmesi amacıyla bir bulanık işlemci alt modülü ile desteklenmiştir.



Şekil-31: Prototip sistem

- Sistemin bilgi tabanı olarak yine açık kaynak kodlu Java ile geliştirilmiş bir kural motoru (rule engine) olan JESS kullanılmıştır. JESS nesneye dayalı bir sistemdir. Bulanık verileri de işleyebilmesi amacıyla JESS'e bir bulanık işlemci ilave edilmiştir. Böylece JESS bulanık çıkarım yeteneğine kavuşmuştur.
- Bulanık Nesneye Dayalı Veritabanı ile Bilgi Tabanı Köprü olarak adlandırılan bir arayüz üzerinden entegre edilmiştir. Köprü, iki sistem arasında her türlü veri alışverişini sağlamaktadır. Köprü aynı zamanda veritabanı ve bilgi tabanı ile kullanıcı arasında da bir arayüz görevi yapmaktadır. DB4Object ve JESS Java ile geliştirildikleri için, köprü de Java kullanılarak gerçekleştirilmiştir.
- Uygulamayı, lokal makine üzerinde kullanmak üzere bir kullanıcı arayüzü geliştirilmiştir. Lokal kullanıcı arayüzü ile veri girişi, kural tanımlaması ve video anotasyonu yapılabilmektedir. Aynı arayüzü kullanarak sistem üzerinden sorgular yapmakta mümkündür.
- İkinci bir arayüz olarak, Java Servlet teknolojisi kullanılarak bir önceki bölümde açıklanan web kullanıcı arayüzü geliştirilmiştir. Apache Tomcat web server üzerinde çalışan Servletler vasıtasıyla, web üzerinden sisteme erişmek, sorgulamalar yapmak ve sınırlı miktarda veri girişi gerçekleştirmek mümkündür.
- Manüel olarak yapılan anotasyon işlemlerini bir miktar kolaylaştırmak amacıyla genetik algoritma tabanlı bir nesne çıkarma/sınıflandırma aracı geliştirilmiştir. Bu modülün sisteme entegrasyonu tamamlanmıştır. Şekil-25'te verilen web

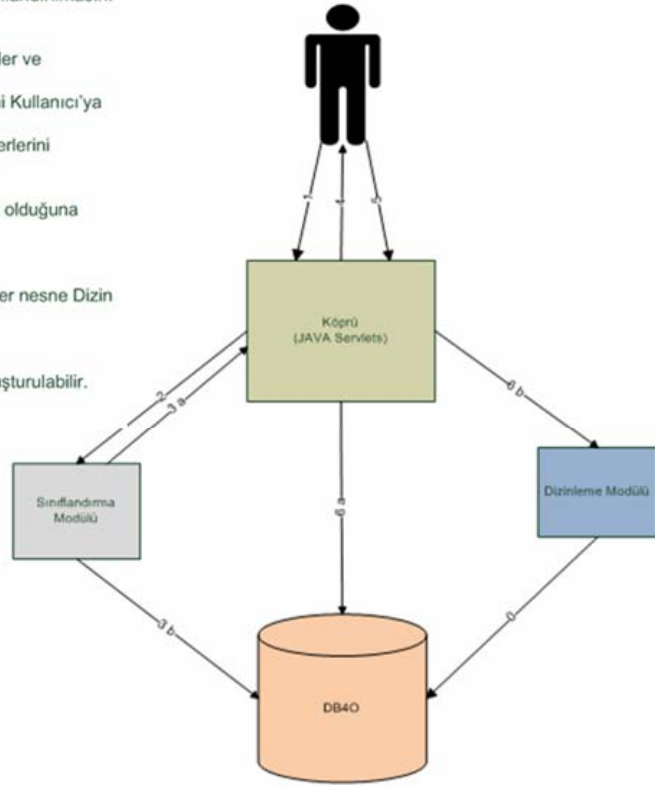
arayüzünde Annotator olarak görülen sınıflandırma aracı ile otomatik sınıflandırma işlemi yapmadan önce sistemin bir öğrenme sürecinden geçirilmesi gerekmektedir. Sınıflandırma aracı, video çerçeveleri üzerinde kullanıcıların işaretlediği video nesnelere daha önce kendisine öğretilen sınıflara göre ayırmaya çalışmakta ve kullanıcıya bir sınıf önerisi sunmaktadır. Otomatik sınıflandırma işleminden sonra kullanıcı, sistemin önerdiği sınıfı onaylayabileceği gibi değiştirebilir, ilave nesne özelliklerini de ekleyerek nesneyi sistem veritabanına kaydedebilir.

- Son olarak, dizinleme modülü geliştirilerek sisteme entegre edilmiştir. Dizin yapısında yukarıda anlatıldığı gibi video parçalarının anahtar çerçevelerinden çıkarılan MPEG-7 betimleyicilerinin sınıflandırılması sonucu elde edilen bit dizgileri kullanılmaktadır. Bu çalışmada daha önce resimler için geliştirilmiş olan BitMatrix dizin yapısı videoya uyarlanarak kullanılmıştır. Geliştirilen sistemde dizin yapısının işleyişi Şekil-32'de oklarla adım adım gösterilmiştir. Dizin yapısı özetle şu şekilde çalışmaktadır:
 - Öncelikle yukarıda bahsedilen sınıflandırma aracı kullanılarak video nesnelere tespit edilmektedir.
 - Tespit edilen video nesnelere sınıflandırılmasında ve dizinlenmesinde kullanılan MPEG-7 betimleyicileri MPEG-7 Deneyleme Modeli (eXperimentation Model) (XM) yazılımı kullanılarak XML formatında çıkarılmaktadır. Dolayısıyla nesne sınıflandırmada ve dizin oluşturmada aynı özellikler kullanılmakta ve bu özellikler bir kez çıkarılmaktadır.
 - Nesne sınıflandırma işleminden sonra kullanıcı, sınıflandırılması yapılan video nesnesinin veritabanına kaydedilmesini onayladığında, nesnenin aynı zamanda dizin yapısına da girişi yapılmaktadır.
 - BitMatrix dizin yapısının daha etkin çalışması için belli miktarda nesne oluştuktan sonra dizin yapısının yeniden üretilmesine ihtiyaç vardır. Bunun yapılmasındaki amaç dizinlenen nesne özelliklerinin daha iyi bir dağıtımının ve sınıflandırılmasının sağlanmasıdır. Bu işlem sistem tarafından belirli periyotlarla otomatik olarak yapılmaktadır.
 - Dizin yapısı üzerinden sorgulama için bir önceki bölümde bahsedilen kullanıcı arayüzünün Örnekle Sorgulama (Query by Example) modülü kullanılmaktadır. Örnek bir nesne resmi verildiğinde, önce o resmin MPEG-7 betimleyicileri çıkarılmakta, betimleyicilerden bit dizgisi oluşturulmakta ve dizin yapısı içerisinde aynı veya benzer bit dizgisine sahip olan nesnelere kullanıcıya cevap olarak dönülmektedir.

- 1- Kullanıcı Arayüzdeki video üzerinden Nesne'yi seçer ve sınıflandırılmasını ister.
- 2- İlgili servlet bu isteği Sınıflandırma Modülüne yönlendirir.
- 3- Sınıflandırma Modülü Nesne'nin ait olabileceği sınıfları belirler ve Nesne'nin öznitelik değerlerini çıkarır;
 - 3 a- Sınıflandırma Modülü Nesne'nin sınıf bilgilerini Kullanıcı'ya dönmek üzere Köprü'ye iletir.
 - 3 b- Sınıflandırma Modülü Nesne'nin öznitelik değerlerini Veritabanı'na yazar.
- 4- Köprü seçilen Nesne'nin sınıf bilgilerini Kullanıcı'ya döner.
- 5- Kullanıcı dönen sınıf bilgilerinden Nesne'nin hangi sınıfa ait olduğuna karar verir ve gerekli diğer verileri girer.
- 6- Kesinleşmiş Nesne Bilgileri Sisteme kaydedilir;
 - 6 a- Veritabanı'na yazma işlemi gerçekleştirilir.
 - 6 b- Dizin yapısı daha önceden oluşturulmussa eğer nesne Dizin Yapısı'na da kaydedilir.

Bu aşamalar içerisinde herhangi bir anda;

0 – Dizin yapısı sistemde mevcut Nesne tanımları üzerinde oluşturulabilir.



Şekil-32: Dizinleme işlem akışı

4. BULGULAR

1. Önerilen model ve geliştirilen prototip sistem ile çoklu ortam uygulamalarının modellenmesi konusunda bir konsept ispatlama (proof of concept) çalışması yapılmıştır. Proje sonunda ulaşılan nokta, bu konuda doğru adımlar atıldığını göstermektedir.
2. Çoklu-ortam türü olan videoların anlamsal içeriklerinin veri tabanında tutulması videoya yönelik kavramsal bir modelin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Videoların içindeki nesnelere, bu nesnelere gerçekleştiği olaylar, nesnelere birbirleriyle olan mekansal ilişkileri, olayların birbirleriyle olan zamansal ilişkileri gibi verilerin veritabanında tutulması gerekmektedir. Ayrıca, videonun hikaye (sequence), sahne (scene), görüntü (shot) ve videokaresi (frame) gibi bir hiyerarşik yapıdan oluşması dikkate alınması gereken bir başka noktadır. Dolayısıyla videoya özgü bir kavramsal modelin ortaya çıkarılması ve uygulanması mutlak bir gerekliliktir.
3. Veritabanı ve bilgi tabanı entegrasyonunun çoklu-ortam uygulamaları için önemli bir avantaj sağlayabileceği görülmüştür. Veritabanında depolanmamış olan gerek anlamsal verilerin gerek mekansal ilişkilerin gerekse zamansal ilişkilerin bilgi tabanında tanımlanmış olan kurallar vasıtasıyla çıkarımı veritabanı yükünü önemli ölçüde azaltmaktadır. Bu entegrasyon sonucunda daha akıllı bir veritabanı sistemi elde edilmektedir.
4. Projede Bulanıklık hem veritabanı hem de bilgi tabanı tarafında uygulanmıştır. Öncelikle bulanık set teorisi ve bulanık mantığın çoklu ortam uygulamalarında önemli katkılar sağlayabileceği görülmüştür. Bu sayede videolardan kesin olarak çıkarılamayan verilerin veritabanında tutulmasına imkan sağlanmıştır. Bilgi tabanı tarafında bulanık verilerle çıkarım imkanı sağlanmıştır. Ayrıca kullanıcıların doğal dile daha yakın bulanık terimlerle sorgulamalar yapmalarına imkan getirilmiştir. Bulanıklığın çoklu-ortam veritabanlarında işlenebilir olmasının önemi görülmüştür.
5. Çoklu ortam uygulamaları içerik olarak çok zengindir ve veritabanlarında oldukça çok verinin/bilginin tutulmasını gerektirmektedir. Çok miktardaki bilgiye hızlı erişimi sağlamak üzere dizin yapılarının geliştirilmesi bir zorunluluktur. Bu projede videonun görsel alt seviye özellikleri (MPEG-7 features) kullanılarak bir dizin yapısı geliştirilmiştir. Dizin yapısının erişim hızına önemli katkı sağladığı gözlemlenmiştir. Bu dizin yapısının ileriki çalışmalarda anlamsal verileri de içerecek şekilde geliştirilmesinin daha yararlı olacağı sonucuna varılmıştır.
6. Geliştirilen prototip sistemde açık kaynak kodlu ve nesne teknolojisini kullanması nedeniyle DB4Object veritabanı kullanılmıştır. Nesnelere veritabanına depolanmasında ve sorgulanmasında büyük kolaylık sağlamıştır. Ancak, DB4Object veritabanının büyük uygulamalarda sorunlar çıkarabileceği ve yetersiz kalabileceği değerlendirilmiştir.
7. Bu projede prototip sistem geliştirildikten sonra video içerik bilgilerinin veritabanına aktarım işlemi manuel olarak yapılmıştır. Ancak bu işlemin oldukça zahmetli, zaman alıcı ve hata yapmaya açık olduğu görülmüştür. Projenin sonlarına doğru projede olmamasına rağmen videodaki nesnelere otomatik çıkarımına yönelik kısıtlı bir çalışma da yapılmıştır. Bu konunun ileriye yönelik önemli bir araştırma konusu olması gerektiği değerlendirilmektedir.

8. Çoklu-ortam uygulamalarının anlamsal içeriklerinin otomatik olarak çıkarılması, depolanması ve sorgulanması konusunda henüz bilim başlangıç noktasındadır. Dolayısıyla çoklu-ortam üzerinde daha çok bilimsel araştırmalar yapılmasına ihtiyaç vardır. Önümüzdeki dönemde de konu sıcak bir araştırma konusu olmaya devam edecektir. Gerçekleřtirilmiř olan proje, ileriye yönelik olarak da önemli bir bilgi birikimi sağlamıştır.

5. SONUÇ

Projenin öneri dokümanında projenin başarısının aşağıda verilen iki ölçütle değerlendirileceği yer almıştır:

- Birincisi yapılan akademik çalışmaların ve ortaya çıkan özgün çalışmaların uygun yerlerde yayınlanması sonucu ortaya çıkacak bilimsel yayın performansdır. Bu proje kapsamında en az beş uluslararası konferans bildirisini ve en az üç (Expanded) SCI kapsamında yer alan dergilerde makale yayınlanması hedeflenmiştir.
- İkinci ölçüt ise amaçlanan modelin gerçekleşme oranı ve performansdır.

Proje sonunda geliştirilen model ve prototip sistemin, akademik dünyada önemli bir boşluğu doldurduğu değerlendirilmektedir. Proje sürecinde 3 adet SCI (2 SCI +1 SCI-Expanded) tarafından taranan dergilerde ve 13 adet uluslararası hakemli konferanslarda olmak üzere toplam 16 uluslararası yayın yapılmıştır. Görüldüğü üzere, dergi yayınında hedef yakalanmış, konferans yayınında ise hedeflenen sayının çok üzerine çıkılarak önemli bir başarı kaydedilmiştir.

İkinci ölçüt açısından bakıldığında ise çoklu-ortam uygulamaları için akıllı ve bulanık nesneye dayalı bir veritabanı modeli ve bu modeli kullanan bir prototip sistem geliştirilmiştir. Gerçekleştirilen yayınlar, önerilen modelin akademik dünyada kabul gördüğünün bir göstergesidir. Gerçekleştirilen prototip sistem, önerilen modelin uygulanabilirliğini göstermesi açısından önemlidir. Böylece ortaya konulan konseptlerin pratikte uygulanabileceği gösterilmiştir.

Bu proje çoklu ortam veritabanları ile ilgili olarak belirli bir bakış açısı getirmektedir. Ancak, oldukça kapsamlı bir konu olması nedeniyle bu alanda çözülmesi gereken daha çok sorun mevcuttur. Bu proje kapsamında edinilen tecrübe ve bilgi birikimine dayanarak bu alanda üzerinde çalışma yapılması gerektiği düşünülen konular aşağıya verilmiştir:

- Proje kapsamında daha çok veritabanı modellemesi, dizinlenmesi ve sorgulaması üzerinde durulmuştur. Günümüzde veritabanlarına çoklu-ortam içerisinde yer alan anlamsal veriler genelde manuel olarak girilmektedir (örneğin bir videonun içerisinde yer alan nesnelere, olaylar gibi). Oldukça zahmetli olan bu işi otomatikleştirecek sistemler geliştirmek önemli bir çalışma alanı oluşturmaktadır (videodan otomatik anlamsal içerik çıkararak veritabanına kaydetmek). Bu konuda mevcut çalışmalar oldukça yetersizdir.
- Otomatik anlamsal bilgi çıkarımında çalışmalar genelde tek medya üzerine odaklanmaktadır (sadece görüntü veya sadece ses gibi). Videolarda mevcut görüntü, ses ve yazı bilgilerinin ortaklaşa kullanarak daha doğru bilgi çıkarımının yapılması da önemli bir çalışma alanı oluşturmaktadır.
- Bu proje kapsamında bir çoklu-ortam dizin yapısı geliştirilmiştir. Ancak, geliştirilen dizin yapısı videoların alt seviye bilgilerini (renk düzeni, baskın renk, kenar histogramı ve bölge şekli) kullanmaktadır. Veritabanlarında tutulan anlamsal verilerin de hızlı erişim için birlikte dizinlenmesi ihtiyacı vardır. Bu nedenle,

anlamsal verileri ve alt seviye verileri birlikte işleyecek dizin (indeks) yapılarının geliştirilmesi de bir başka çalışma alanı olabilir.

Yararlanılan kaynaklar

- ADALI, S., Candan, K.S., Chen, S.S., Erol, K., Subrahmanian, V.S., *The advanced video information system: Data structures and query processing*, Multimedia Systems, Vol. 4, No. 4, pp. 172–186, (1996).
- ALLEN, J. F., Maintaining Knowledge About Temporal Intervals, Communications of the ACM 26 (11), pp. 832-843, (1983).
- ANASTASIOS D.D., Nikolaos D.D., Stefanos D.K., *Efficient Video Summarization Based On A Fuzzy Video Content Representation*, International Symposium on Circuits and Systems, vol. 4, pp. 301-304, (2000)
- AREF, W., Catlin, A., Fan, J., Elmagarmid, A., Hammad, M., Ilyas, I., Marzouk, M., Zhu, X., *A Video Database Management System for Advancing Video Database Research*, International Workshop on Multimedia Information Systems, MIS 2002, Arizona, pp. 8-17, (2002).
- AYGUN R.S., Yazici, A., Arica, N., *Conceptual Data Modeling of Multimedia Database Applications*, Proceedings of the 4th International Workshop on Multimedia Database Management Systems, pp. 182-189, (1998).
- AYGUN R.S., Yazici, A., *Modeling and Management of Fuzzy Information in Multimedia Database Applications*, Multimedia Tools and Applications, Vol. 24, pp. 29-56, (2004).
- BABAGUCHI, N., Kawai, Y., Kitahashi, T., *Event based indexing of broadcasted sports video by intermodal collaboration*, IEEE Transactions on Multimedia, Vol. 4, No. 1, pp. 68–75, (2002).
- CALIC, J., Campbell, N, Thomas, B.T., Laborde, R., Porter, S., Canagarajah, N., *ICBR - Multimedia management system for Intelligent Content Based Retrieval*, Proc. of CIVR, in Lecture Notes in Computer Science, vol. 3115, pp. 601-609, Springer Verlag, (2004)
- CHANG, Y., Zeng, W., Kamel, I., Alanso, R., *Integrated Image and Speech Analysis for Content-Based Video Indexing*, IEEE Conf. on Multimedia Systems and Computing, (1996).
- CHEN, M., Hauptmann, A., *Searching for a Specific Person in Broadcast News Video*, International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, Montreal, Canada, (2004).
- DAY, Y. F., Dagtas, S., Iino, M., Khokhar, A., Ghafoor, A., *Object Oriented Conceptual Modeling of Video Data*, Proc. Data Eng. (DE '95), pp. 401-408, (1995).
- DONDERLER, M.E., Ulusoy, O, Gudukbay, U., *A Rule-Based Video Database System Architecture*, Information Sciences, Vol. 143, No. 1-4, pp. 13-45, (2002).
- DONDERLER, M.E., Ulusoy, O., Gudukbay, U., *Rule-Based Spatiotemporal Query Processing for Video Databases*, The VLDB Journal, Vol. 13, No. 1, pp. 86-103, (2004).
- DONDERLER M.E., Saykol, E., Arslan, U., Ulusoy, Ö., *BilVideo: Design and Implementation of a Video Database Management System*, Multimedia Tools and Applications, Vol. 27, No. 1, pp. 79-104, (2005).
- DORADO, A., Calic, J., Izquierdo, E., *A Rule-Based Video Annotation System*, IEEE Transactions on Circuits and Systems in Video Technology, p.p. 622-633, Vol. 14, Issue 5, (2004)

- DURAK, N., *Semantic Video Modeling And Retrieval With Visual, Auditory, Textual Sources*, Ms Thesis, METU, (2004).
- DUYGULU, P., Wactlar, H., Papernick, N., Ng, D., *Linking Visual and Textual Data in Video*, Workshop on Multimedia Contents in Digital Libraries, Greece, (2003).
- DUYGULU, P., Hauptmann, A., *What's news, What's not? Associating News Videos with Words*, The 3rd International Conference on Image and Video Retrieval, Dublin, Ireland, (2004).
- EKİN, A., Tekalp, M., Mehrotra, R. *Integrated Semantic–Syntactic Video Modeling for Search and Browsing*, IEEE Transactions on Multimedia, Vol. 6, NO. 6, (2004).
- FISCHER, S., Lienhart, R., Effelsberg, W., *Automatic recognition of film genres*, Proc. 3rd ACM Int'l Multimedia Conference and Exhibition, pp. 295-304, (1995).
- HACID M.S., Declair C. and Kouloumdjian, J., *A Database Approach for Modeling and Querying Video Data*, IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Vol.12, No. 5, pp. 729-750, (2000).
- HJELSVOLD R. and Midtstraum, R., *Modelling and Querying Video Data*, Proceedings of the 20th International Conference on Very Large Databases, pp. 686-694, (1994).
- HUANG, Q., Purti, A., Lui, Z., *Multimedia Search and Retrieval: New Concepts, System Implementation, and Application*, IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol 10, No 5, (2000).
- JARDON, R.S., Chaudhury, S., Biswas, K.K., *Generic Video Classification: An Evolutionary Learning Based Fuzzy Theoretic Approach*, Proc. of Indian Conference on Computer Vision Graphics and Image Processing, (2002).
- JAVED, O., Rasheed, Z., Shah, M., *A framework for segmentation of talk & game shows*, IEEE International Conference on Computer Vision, Vancouver, Canada, (2001).
- KÖPRÜLÜ, M., Çiçekli, N.K., Yazıcı, A., *Spatio-temporal querying in video databases*, Inf. Sci. 160(1-4), pp.131-152, (2004).
- LEE, J., Oh, J., Hwang, S., *STRG Index: Spatio Temporal Region Graph Indexing for Large Video Databases*, SIGMOD Conference, pp 718-729, (2005).
- LI, J.Z., Ozsu, M.T. and Szafron, D., *Spatial Reasoning Rules in Multimedia Management Systems*, Proceedings of International Conference on Multimedia Modeling, pp. 119-133, Toulouse, France, (1996).
- LI, H., Doermann, D., Kia, O., *Automatic text detection and tracking in digital video*, IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 9, No. 1, pp. 147–156, (2000).
- LYU, M., Yau, E., Sze, S., *A Multilingual, Multimodal Digital Video Library System*, JCDL'02, July 13-17, Portland, Oregon, USA, (2002).
- MA Z. M., Zhang, W.J., Ma, W.Y., Chen, Q., *Conceptual Design of Fuzzy Object-Oriented Databases Using Extended Entity-Relationship Model*, International Journal of Intelligent Systems, Vol. 16, pp. 697-711, (2001).
- Ma, Z. M., *Fuzzy Information Modeling with the UML*, Advances in Fuzzy Object-Oriented Databases: Modeling and Applications, IDEA Grup, (2004).
- NEPAL S., Ramakrishna, M.V., Thom, J.A., *A Fuzzy Object Query Language (FOQL) for Image Database*, Proceedings of Sixth International Conference on Database Systems for Advanced Applications, pp. 117-124, (1999).
- OOMOTO, E., Tanaka, K., *OVID: Design and implementation of a video-object database system*, IEEE Trans. Knowledge Data Eng., vol.5, pp.629–643, (1993).

OZTARAK, H., *Structural and Event Based Multimodal Video Data Modelling*, Ms Thesis, METU, (2005).

OZTARAK, H., Yazıcı, A., *Flexible Querying using Structural and Event Based Multimodal Video Data Model*, FQAS 2006, LNCS 4027, pp. 75-86, (2006)

PETKOVIC, M., Jonker, W., *A Framework for Video Modelling*, Eighteenth IASTED International Conference Applied Informatics, Innsbruck, Austria, (2000).

RAMAKRISHNAN, R and Gehrke. J., *Database Management Systems*, McGraw-Hill College, (2003).

RUI, Y., Gupta, A., Acero, A., *Automatically extracting highlights for TV baseball programs*, ACM Multimedia 2000, Los Angeles, USA, pp. 105–115, (2000).

SICILIA, M.A., Garcia, E., Gutierrez, J.A., *Introducing Fuzziness in Existing Orthogonal Persistence Interfaces and Systems*, Advances in Fuzzy Object-Oriented Databases: Modeling and Applications, IDEA Grup, (2004).

SNOEK,C., Worring, M., *Multimodal Video Indexing: A review of the State-of-the-art*, Multimedia Tools and Applications, 25, pp: 5-35, (2005).

TSEKERIDOU, S., Pitas, I., *Content-based video parsing and indexing based on audio-visual interaction*, IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 11, No. 4, pp. 522–535, (2001).

TUSCH R., Kosch, H., Böszörményi, L., *VIDEX: An Integrated Generic Video Indexing Approach*, Proceedings of the 8th ACM Multimedia Conference, Los Angeles (USA), ACM Press, sf. 448-451, (2000).

ULUSOY, Ö., Güdükbay, U., Dönderler, M., Ediz, Ş., Alper, C., *BilVideo Database Management System*, Proceedings of the 30th VLDB Conference, Toronto, Canada, (2004).

WU, W., Chen, X., Yang, J., *Incremental Detection of Text on Road Sign from Video with Application to a Driving Assistant System*, Proceedings of ACM Multimedia 2004, New York, October, 10-16, (2004).

YAZICI A., George, R., Aksoy, D., *Design and Implementation Issues in the Fuzzy Object-Oriented Data Model*, Information Sciences (Int. Journal), Vol. 108, pp. 241-260, (1998).

YAZICI A., Zhu, Q., Sun, N., *Semantic Data Modeling of Spatiotemporal Database Applications*, International Journal of Intelligent Systems, Vol. 16, pp. 881-904, (2001).

ZHOU, W., Dao, S., Kuo, j., *On-Line Knowledge and Rule-Based Video Classification System for Video Indexing and Dissemination*, Information Systems, Vol. 27, pp. 559-586, (2002).

**TÜBİTAK
PROJE ÖZET BİLGİ FORMU**

Proje No: 106E012
Proje Başlığı: Çoklu Ortam Uygulamaları için Akıllı ve Bulanık Nesneye Dayalı Veritabanı Modellemesi ve Geliştirilmesi
Proje Yürütücüsü ve Araştırmacılar: Prof.Dr. Adnan YAZICI, Yrd.Doç.Dr.Murat KOYUNCU
Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi: Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 06531, Ankara
Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi:
Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri: 01/07/2006 - 01/10/2009
Öz (en çok 70 kelime) Bu projede, çoklu ortam uygulamaları için akıllı ve bulanık bir nesneye dayalı veritabanı modeli ve sisteminin geliştirilmesi yapılmıştır. Öncelikle, bu projeyi öneren araştırmacılarca daha önce geliştirilmiş olan bulanık nesneye yönelik veritabanı modeli (FOOD) çoklu ortam uygulamalarına göre uyarlanmıştır. İkinci olarak, modele yeni eklenecek yapıları da destekleyecek bir bulanık nesneye-dayalı dizin yapısı geliştirilmiştir. Üçüncü olarak, veritabanı ile entegre, temelde çıkarsama motoru ve bu motor tarafından kullanılacak kuralların saklandığı bilgi tabanından oluşan bir bilgi tabanlı sistem geliştirilmiştir. Geliştirilmiş olan çıkarsama motoru, kesin verilerin yanında bulanık ve belirsizlik içeren verileri de işleyebilmekte ve kesin sonuçların yanında bulanık sonuçlar üretebilmektedir. Son olarak, geliştirilen modüllerin entegrasyonu yapılmış, geliştirilen arayüzlerle örnek haber videolarının sistem üzerinde modellemesi ve sorgulaması test edilmiştir.
Anahtar Kelimeler: Nesneye dayalı veritabanı, bilgi tabanlı sistem, veritabanı-bilgi tabanlı sistemlerin bağdaştırılması, bulanıklık, belirsizlik, çoklu ortam uygulamaları
Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu mu? Evet <input type="checkbox"/> Gerekli Değil <input checked="" type="checkbox"/> Fikri Ürün Bildirim Formu'nun tesliminden sonra 3 ay içerisinde patent başvurusu yapılmalıdır.

Projeden Yapılan Yayınlar:

1. H.Öztaarak ve A.Yazıcı, "Structural and Event Based Multimodal Video Data Modeling", ADVIS'2006, Lecture Notes in computer science (LNCS 4243), pp: 264-273, Ekim 2006.
2. Serdar Arslan ve Adnan Yazıcı, "An Efficient Image Retrieval System Using Ordered Weighted Aggregation", The proceeding of International Symposium on Fuzzy and Rough Sets (ISFUROS 2006), Küba, Aralık 2006.
3. N.Durak, A.Yazıcı ve R.George, "Online Surveillance Video Archive System", Advances in Multimedia Modeling, Bilgisayar Bilimi Ders Notları (LNCS 4351), pp.376-385, 2007.
4. Y.Yıldırım, A.Yazıcı ve T.Yılmaz, "Ontology-supported Object and Event Extraction with a Genetic Algorithms Approach for Object Classification", ACM International Conference on Image and Video Retrieval (CIVR 2007), Hollanda, Temmuz 9–11 2007.
5. N.B. Özgür ve A. Yazıcı, "A Fuzzy Conceptual Data Model for Video Database Applications", The Fourth International Conference on Soft Computing, Computing with words and Perceptions in System Analysis, Decision and Control (ICSCCW-2007), Antalya, Türkiye, Ağustos 27-28 2007.
6. H. Öztaarak, A. Yazıcı, D. Aksoy ve R. George, "Multimedia Processing in Wireless Sensor Networks", 4th International Conference on Innovations in Information Technology (Innovation 2007), Dubai, Nov. 18-20 2007.
7. E.Açar, S.Arslan, A.Yazici and M.Koyuncu, "Slim-Tree and Bitmatrix Index Structures in Image Retrieval System Using MPEG-7 Descriptors", Sixth International Workshop on Content-Based Multimedia Indexing (CBMI-2008), June 18-20, 2008, London, UK.
8. D. Kucuk, N. B. Ozgur, A. Yazici, and M. Koyuncu, "A Fuzzy Conceptual Model for Multimedia Data with Application to News Video Domain", In Proc. of the Int. Conf. on Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based Systems (IPMU), June 22-27, 2008, Malaga, Spain.
9. D. Kucuk, and A. Yazici, "Identification of Coreferential Chains in Video Texts for Semantic Annotation of News Videos", 23rd International Symposium on Computer and Information Science (ISCIS 2008), Istanbul.
10. A.Yazıcı, Ç.İnce ve M. Koyuncu. "FOOD Index: A Multidimensional Index Structure for Similarity-Based Fuzzy Object-Oriented Database Models". In IEEE Transaction on Fuzzy Systems, Vol.16, No.4, pp.942-957, 2008. **(SCI)**
11. N.B.Özgür, M. Koyuncu ve A.Yazıcı, "An Intelligent Fuzzy Object-Oriented Database Framework for Video Database Applications", Fuzzy Sets and Systems Vol.160, No:15,

pp.2253-2274, 2009. (SCI)

12. D.Küçük, N.B.Özgür, A.Yazici and M.Koyuncu, "A fuzzy conceptual model for multimedia data with a text-based automatic annotation scheme", The International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems (*IJUFKS*), Vol.17, No: Supp01, pp.135-152 , 2009. (SCI-Expanded)
13. S.Köprü ve A.Yazıcı, "Lattice Parsing to Integrate Speech Recognition and Rule-Based Machine Translation", 12th Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics, Athens, Greece, March 30 - April 3, 2009.
- 14 D.Küçük ve A.Yazıcı, "Rule-based Named Entity Recognition from Turkish Texts", International Symposium on INnovations in Intelligent SysTems and Applications (INISTA 2009), Trabzon, Türkiye, 29 Haziran- 01 Temmuz 2009.
15. E.Doğan, M.Sert ve A.Yazıcı, "Content-Based Classification and Segmentation of Mixed-Type Audio by Using MPEG-7 Features", The First International Conference on Advances in Multimedia (MMEDIA09), July 20-25, 2009 - Colmar, France.
16. D.Küçük ve A.Yazıcı, "Employing Named Entities For Semantic Retrieval Of News Videos In Turkish", The 24th International Symposium on Computer and Information Sciences (ISCIS'09), September 14-16, 2009, Northern Cyprus.