

# BilVideo Video Veri Tabanı Yönetim Sistemi

Ediz Şaykol, Mehmet Emin Dönderler, Cemil Alper, Özgür Ulusoy, Uğur Güdükbay

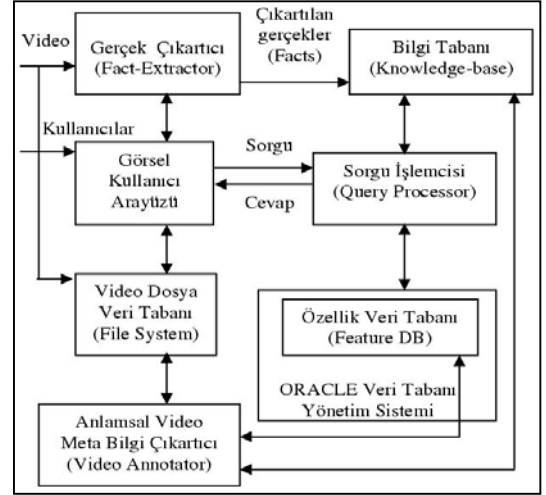
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Bilkent Üniversitesi, Ankara, Türkiye  
{ediz,mdonder,acemil,oulusoy,gudukbay}@cs.bilkent.edu.tr

Geliştirdiğimiz *BilVideo* isimli veritabanı yönetim sistemi, video verisi üzerinde yerleşim-zaman ve anlamsal sorgu tiplerini desteklemektedir [1, 2]. Bir yerleşim-zaman sorgusu yönsel, topolojik, üçüncü boyut, nesne varlığı ve benzerliğe dayalı nesne hareketi koşullarının çeşitli kombinasyonlarından oluşmaktadır. *BilVideo* yerleşim-zaman sorgularını cevaplamak için bir gerçek tabanı ve Prolog'da yazılmış olan kapsamlı kurallar kümesinden oluşan bir bilgi tabanı kullanmakta, anlamsal sorgular için ise nesne yönelimli ilişkisel bir veritabanı kullanılmaktadır. Gerçek tabanında tutulması gereken ve nesnelere arasındaki ilişkileri temsil eden gerçeklerin sayısı bilgi tabanındaki kurallar kullanılarak önemli ölçüde azaltılmaktadır. Bu hem sabit disk kullanımında, hem de sorgulara cevap verme süresinde kayda değer bir kazanç sağlamaktadır. Yerleşim-zaman ve anlamsal koşulların kombinasyonlarından oluşan sorgulara cevap vermek için sorgu işlemcisi hem bilgi tabanı ile hem de nesne yönelimli ilişkisel veritabanı ile etkileşime girmektedir. Bu iki sistem bileşeninden gelen ara sonuçlar sorgu işlemcisi tarafından birleştirilir ve kullanıcılara yollar. Bu makalede *BilVideo* sisteminin görsel sorgu ara yüzünü ve gerçek tabanı ile özellik veritabanını oluşturmakta kullanılan *Gerçek Çıkartıcı* ve *Anlamsal Video Meta Bilgi Çıkartıcı* isimli araç yazılımlarını tanıtmaktadır. *BilVideo* yerleşim-zaman ve anlamsal sorgu ihtiyacı olan tüm uygulamaları destekler, bu sebeple uygulamadan bağımsızdır. Bunun yanında kendi sorgu dili ile *harici fonksiyonel önermeler* tanımlanarak uygulamalar özel ihtiyaçlara göre kolayca şekillendirilebilir.

## BilVideo Sistem Mimarisi

Şekil 1'de İnternet tabanlı video veri tabanı sistemimizin genel mimarisi görülmektedir. Kullanıcılar sorgularını bir Java Applet yazılımı aracılığı ile video veri tabanına iletmektedir. Kullanıcılar

sistemi görsel çizimler ile sorgulayabilmektedir. Görsel bir sorgu, benzerlik faktörlü nesne hareket, nesnelere arasındaki ilişkileri, yazısal tanımlama, olay ve aktivite



Şekil 1: BilVideo Sistem Mimarisi

tabanlı çeşitli özelliklere sahip bir nesnelere kümesi olarak tanımlanmaktadır. Hareket, sorgulanan her bir nesne için poligonal bir yörüngenin çizilmesi ile verilmektedir. Anahtar kelimeler, video verilerinin tanımsal nitelikleri için sorgulanması amacıyla kullanılabilir. Kullanıcılar ayrıca video veri tabanını kategorisel olarak da tarayabilmektedirler. Bu görsel sorgulama özelliklerinin yanında sistem yazısal bir sorgu diline de sahiptir [3]. Sistemin en önemli kısmını oluşturan sorgu işlemcisi, birçok kullanıcıya birlikte cevap verecek şekilde tasarlanmaktadır. Sorgu işlemcisi, anlamsal verilerin saklandığı Oracle veri tabanı ve yerleşim-zamansal ilişkilerin saklandığı bilgi tabanı ile iletişim içindedir. Video dosyaları ve video meta veri bilgileri farklı ortamlarda saklanmaktadır. Özellik veri tabanı video verilerinden

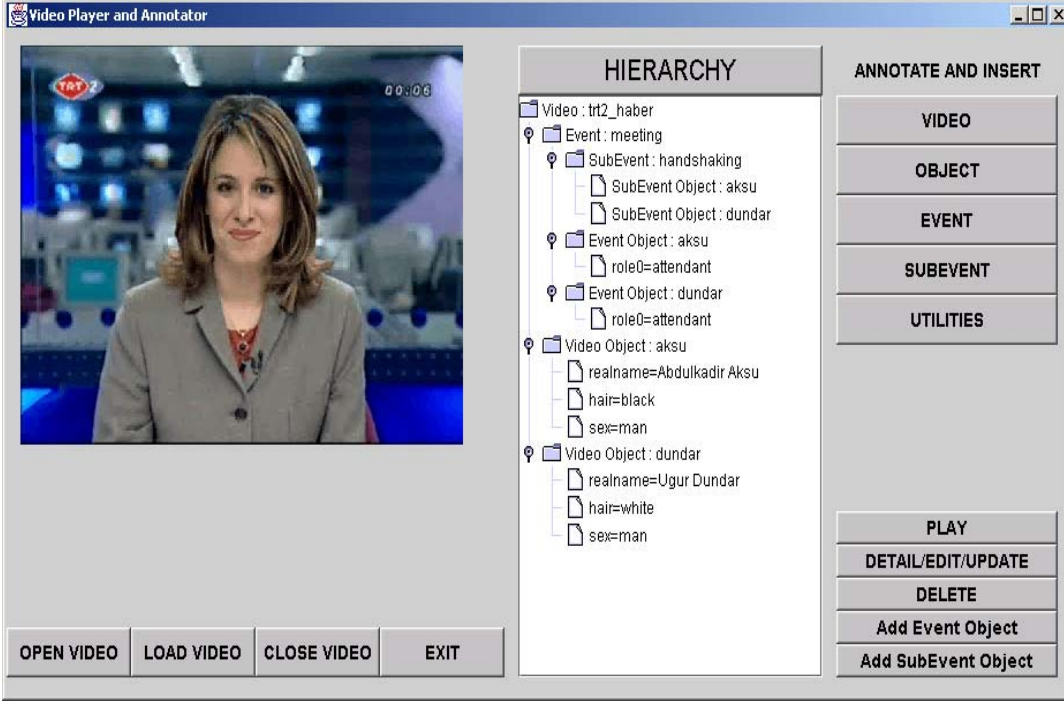
çıkarılan anlamsal meta bilgileri saklamaktadır. Bu bilgiler Java programı olarak geliştirilmiş olan *Anlamsal Video Meta Bilgi Çıkartıcı* isimli araç yazılımı ile video verilerinden çıkarılmaktadır. Bilgi tabanında saklanan yerleşim-zamansal gerçekler ise bir Java programı olarak geliştirilen *Gerçek Çıkartıcı* isimli bir araç yazılımı aracılığıyla üretilmektedir.

## Gerçek Çıkartıcı Araç Yazılımı

Gerçek çıkartmak yarı otomatik bir işlemdir. Nesnelere için en küçük sınırlayıcı dikkörtgenler (EKSD), nesnelere arasındaki ilişkiler çıkarılmadan önce, araç yazılımı içinde interaktif olarak belirlenmektedir. Bu dikkörtgenler kullanılarak yerleşim-zaman ilişkileri (yönsel ve topolojik) otomatik olarak hesaplanır. Bilgi



Şekil 2: Gerçek Çıkartıcı Araç Yazılımı



Şekil 3: Anlamsal Video Meta Bilgi Çıkartıcı Araç

tabanındaki kurallar kullanılarak gereksiz ilişkiler elenir ve böylece sadece kurallar kullanılarak elde dileyemeyecek bir ilişkiler kümesi elde edilir. Üçüncü boyut ilişkileri otomatik olarak hesaplanmamaktadır çünkü video karelerinden nesnelere üç boyutlu koordinatları çıkarılamaz. Bu yüzden bu tür ilişkiler her bir nesne ikilisi için elle girilir. Araç yazılım girilen ilişkiler arasında uyumsuzluk olup olmadığını kontrol eder ve girilen ilişkileri bir sonraki kareye taşır. Böylece kullanıcılar üçüncü boyut ilişkilerindeki farkları görerek gerekli değişiklikleri yaparlar. Nesne hareketi ve nesne varlığı ilişkileri de her nesne için otomatik olarak hesaplanır. Ayrıca EKSD'lerin, araç yazılımın sağladığı yer ve büyüklük değiştirme ile silme olanakları sayesinde her seferinde yeniden çizilmeleri gerekmemektedir. Gerçekler kaydedildikten sonra araç yazılımdan çıkılacağı sırada eğer video üzerindeki işlemler tam olarak bitmemiş ise bilgi tabanına, bırakılan yerden devam edebilmek için bazı konfigürasyon bilgileri de kaydedilir. Şekil 2'de *Gerçek Çıkartıcı* araç yazılımının örnek bir görüntüsü bulunmaktadır. EKSD'lerin çizimi sırasında hatalar oluşabilmektedir. Küçük hatalar çıkarılacak ilişki kümesini etkilemez. Bu işlemi

### Görsel Kullanıcı Arayüzü

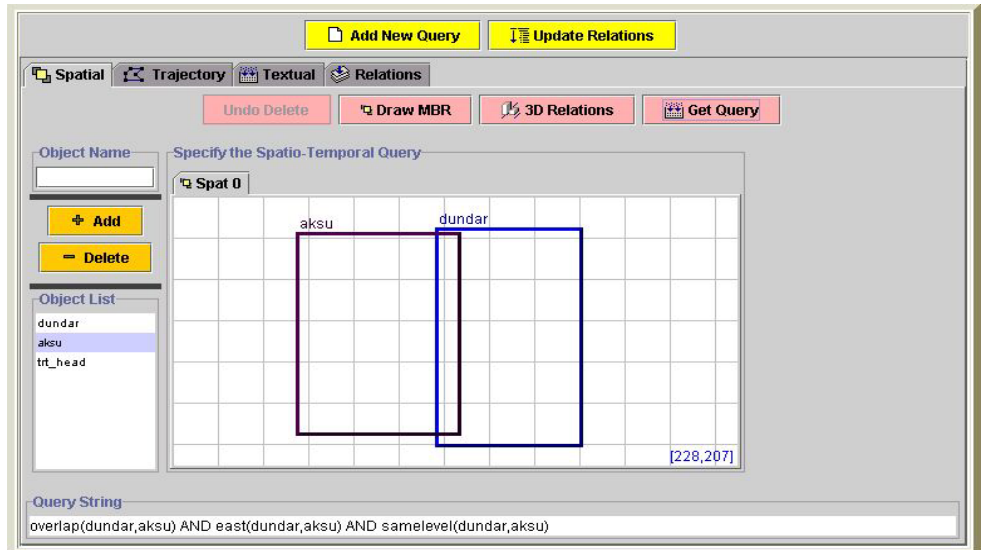
Sorgulama sisteminde video sorgularını oluşturmak için Java Applet olarak geliştirilmiş olan grafiksel sorgu arayüzü kullanılmaktadır [5]. Bu arayüz İnternet üzerinden birden çok kullanıcının sorgularına yanıt verebilecek şekilde düzenlenmiştir. Arayüz *uzaysal* ve *yörünge* sorgu tipleri için dizayn edilmiş sorgu belirleme pencerelerinden oluşmaktadır. Bu pencereler kullanılarak istenilen sayıda uzaysal ve yörünge sorguları oluşturulabilmekte ve oluşturulan sorgular zamansal ve mantıksal bağlaçlar ile birleştirilip daha gelişmiş bir şekilde sorgu işlemcisine gönderilebilmektedir.

otomatik hale getirmek için *Nesne Çıkartıcı* isimli araç yazılımı geliştirilmiştir [4]. Bu araç yazılım *Gerçek Çıkartıcı* araç yazılımı ile birleştirilerek EKSD tanımlama işlemi bir iki fare tıklamasıyla yapılabilir hale getirilecektir.

### Anlamsal Video Meta Bilgi Çıkartıcı Araç Yazılımı

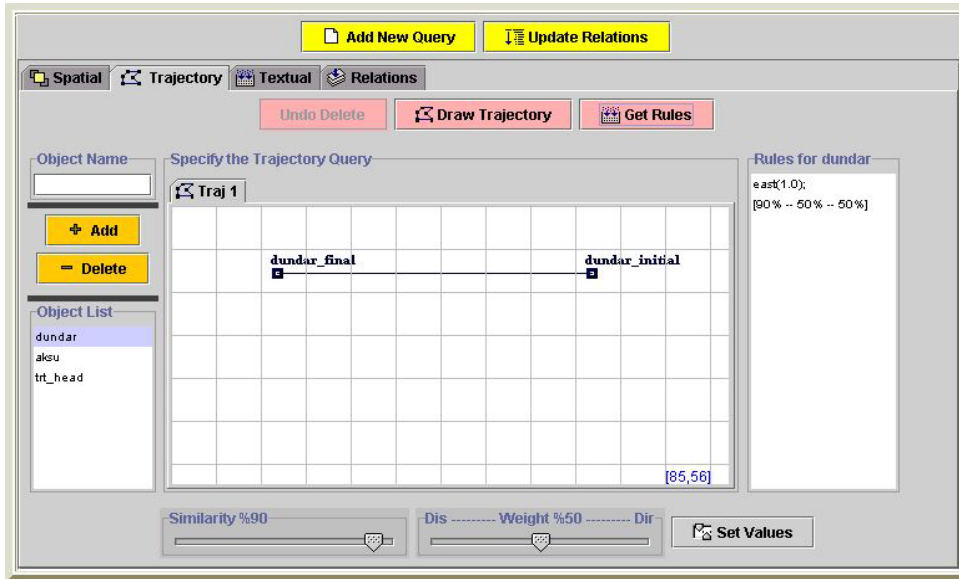
*Anlamsal Video Meta Bilgi Çıkartıcı* araç yazılımı kullanılarak videolardan anlamsal veri çıkarılır ve bu veriler videoları anlamsal içeriklerine göre sorgulayabilmek için özellik veri tabanında saklanır (Şekil 4). Bu araç yazılım daha önceden anlamsal verileri çıkartılıp özellik veri tabanına yerleştirilmiş olan videoların verilerinin görüntülenmesine, üzerinde değişiklik yapılmasına ve silinmesine olanak sağlar. Bizim anlamsal video hiyerarşimiz üç seviyeden oluşmaktadır: *video*, *dizi* (sequence) ve *sahne* (scene). *Videolar dizilerden oluşur ve diziler*

ise birbirini takip etmek zorunda olmayan *sahneler* içerir. Bu anlamsal veri modeline göre *video*, *olay/aktivite* ve *nesne* sorgu türlerine cevap verilebilmektedir. *Video* sorguları videoların tanımsal verilerine göre sorgulanmasında kullanılabilir ve bu tür sorgularda koşul olarak videoların isim, uzunluk, yapımcı, yapım yılı, kategori ve yönetmen gibi bilgileri kullanılabilir. Sorgu tipleri arasında en önemli ve güçlü olanı *olay/aktivite* sorgularıdır. Bunlar diziler içinde geçen olaylar belirtilerek sorgulama yapmaya olanak verir. Anlamsal modelimizde olaylar *dizilerle* ilişkilendirilmekte ve bu olayların içindeki alt olaylar ise *sahnelerle* ilişkilendirilmektedir. Bu sebeple *olay/aktivite* sorgularına cevap olarak diziler veya sahneler dönülebilir. *Nesne* sorguları ise nesnelere anlamsal özelliklerine göre yapılır. Videolar hakkında anlamsal bilgiler çıkartılırken içindeki nesnelere hakkında da bazı meta veriler çıkartılmaktadır.



Şekil 4: Uzaysal Sorgu Belirleme

**Uzaysal Sorgular:** Bir video anahtar karesindeki uzaysal içerik, içindeki nesnelere göre göreceli pozisyonlarıdır. Bu göreceli pozisyonlar üç ilişki kümesinden oluşur: *yönsel*, *topolojik* ve *üçüncü boyut*. Bir anahtar karenin sorgulanabilmesi için bu ilişkilerin düzgün bir kombinasyonda belirtilmesi gerekir. Video karesinde belirtilen bütün ilişkilerin bulunması için tabiki bu kombinasyonun ve mantıksal bağlacı ile oluşturulmuş olması gerekir. Uzaysal sorgu belirleme penceresinde (Şekil 4), sorguları belirlemek için nesne listesine eklenen nesnelere sorguda bulunması istenenler için EKSD çizimi yapılmalıdır. Birden fazla nesne için bu çizimlerin yapılması durumunda arayüz tarafından bu nesnelere arasındaki uzaysal ilişkiler veritabanı oluşturulması sırasında olduğu gibi otomatik olarak saptanır. İstendiği takdirde bu nesnelere arasındaki üçüncü boyut ilişkileri diğer bir pencere aracılığıyla kullanıcı tarafından belirlenebilir.



Şekil 5: Yörünge Sorgu Belirleme

**Yörünge Sorguları:** Bir nesnenin yörüngesi, nesnenin anahtar karelerdeki yerlerine karşılık gelen dönüm noktalarının oluşturduğu yol olarak tanımlanabilir. Nesnelere birbirini takip eden anahtar kareler arasındaki yer değiştirme miktarları ve yönleri nesnelere *yörünge* gerçeklerinin tanımlanmasında kullanılır. Yörünge sorgusu belirleme penceresinde, sorguları belirlemek için nesne listesine eklenen nesnelere sorguda bulunması istenenler için yörüngelerin belirlenmesi gerekir. Yörünge belirleme işlemi fareyi ekranda gezdirerek kolaylıkla yapılabilir. Belirlenen yörünge üzerine yeni bir dönüm noktası eklenebilir veya var olan bir dönüm noktası silinebilir. Ayrıca herhangi bir dönüm noktasının yeri de değiştirilebilir. Herhangi bir nesnenin silinmesi durumunda o nesnenin yörüngesi de silinir. Nesne hareketi sorguları benzerliğe dayalıdır. Bu sebeple kullanıcıların bir benzerlik değeri belirtmeleri gerekir. Bu değer 0 ile 100 arasında olmalıdır. 100 tam uyum anlamına gelir.

**En son sorgunun oluşturulması:** Arayüzdeki uzaysal ve yörünge sorguları pencerelerinde oluşturulan tüm sorgular en son sorgunun düzenlenmesi için en son sorguyu belirleme penceresine aktarılır. Buradaki ilişki listesine aktarılan ilişkiler, zamansal ve mantıksal bağlaçlar aracılığıyla daha gelişmiş sorguları oluştururlar. Zamansal bağlaçlara örnek olarak *önce*, *sonra*, *aynı zamanda* verilebilir. Kullanılabilen mantıksal bağlaçlar *ve*, *veya*, *değil* bağlaçlarıdır. *değil* mantıksal bağlacı dışındaki tüm zamansal ve mantıksal bağlaçlar

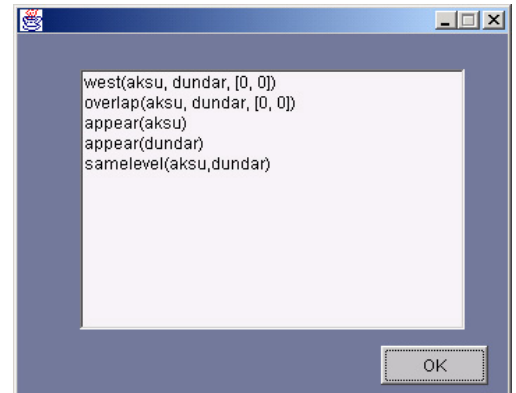
ikilidir. Sorgular bağlaçlar aracılığıyla birleştirildikten sonra yeni bir sorgu olarak listeye eklenir. En son sorgu oluşturulduktan sonra sorgu işlemcisine yollanabilir. Ayrıca en son sorgunun alt parçası olan sorgularda sorgu işlemcisine yollanıp kısmi sonuçlar alınabilir.

### Örnek Uygulama: Haber Arşivi Arama Sistemi

Bu bölümde, *BilVideo* sistemi için bir *haber arşivi arama sistemi* uygulaması tanıtıyoruz. Bu sistem haber yayını videolarından oluşur ve sorgu koşulu olarak verilen bazı tanımlamalara göre videoların bazı parçalarının bulunmasına imkan sağlar. Bu işi yapmak için kullanılan geleneksel yaklaşım, videoların belli bölümlerini açıklayan anahtar sözcükler tanımlanarak, bunların cevap döndürmek için kullanılmasıdır. Bunun için geleneksel bir veritabanı sistemi yeterlidir çünkü haber yayınlarının parçaları metinsel veriye göre indekslenmektedir. Ama bu durumda nesnelere arasındaki yerleşim-zaman ilişkileri ile nesne hareketleri dikkate alınmamış olur. Ayrıca geleneksel veritabanları düşük seviyeli video sorgularını (örneğin renk ve şekil) desteklememektedir. Bunların yanında geleneksel veritabanları kullanıcının istediğiyle alakasız bazı video parçalarını bulabilir ve kullanıcının istediği bazı başka video parçalarını bulamayabilir. Çünkü anahtar kelimeye dayalı arama, kullanıcının aklındaki sorguyu yansıtmaya için yeterince güçlü değildir. Bu sebeple, arama için farklı bazı mekanizmalara ihtiyaç vardır. *BilVideo* bu boşluğu yerleşim-zaman ve anlamsal sorguları destekleyerek kapatmaktadır. Kullanıcılar *BilVideo*'nun sorgu dili tarafından desteklenen uygulamaya bağlı önermeleri kullanarak da haber yayınları arşivini sorgulayabilirler. Yakın gelecekte renk ve şekil gibi düşük seviyeli özelliklere göre sorgulama da mümkün olacaktır.

Bu bölümün içinde ulusal bir Türk televizyon kanalının (TRT-2) haber yayınından alınan video parçası, yerleşim-zaman sorgu örneklerine temel olarak alınmıştır. Sisteme sorgular gönderilmeden önce, nesnelere arasındaki yerleşim-zaman, nesne varlığı ve nesne hareketi ilişkilerine karşılık gelen gerçekler çıkarılmış ve bilgi tabanına kaydedilmiştir. Şekil 6'da Gerçek Çıkartıcı araç yazılımının uzaysal ilişkiler penceresinin, haber yayını parçasına ait bir anahtar kare işlendikten sonraki görüntüsü vardır.

**Sorgu 1:**  
"Örnek haber videosunda İçişleri Bakanı Abdülkadir Aksu ve Uğur DüNDAR'ın birlikte bulunduğu (bu sahnede başka nesne olmasın) ve DüNDAR'ın Aksu'nun sağında olduğu video parçalarını ver."



Şekil 6: Bir anahtar kare için uzaysal ilişkiler



```
select segment from vid
where appear_alone(aksu, düNDAR) and
      right(düNDAR, aksu);
```

Bu sorguda *appear\_alone/2* uygulamaya bağlı bir harici fonksiyonel önermedir. Bu önerme sadece belirtilen nesnelere olduğu video anahtar karelerini bulmak için kullanılır. *right/2* önermesi yönsel bir önermedir. *Vid* ise örnek haber videosu için verilmiş, onu tanımlayan ve eşi olmayan bir belirteçtir.

### Sorgu 2:

"Örnek haber videosunda İçişleri Bakanı Abdülkadir Aksu ve Uğur DüNDAR'ın birbirlerine yakın bir şekilde birlikte buldukları ve DüNDAR'ın Aksu'nun sağında ve onunla aynı seviyede olduğu video parçalarını ver."

```
select segment from vid
where right(düNDAR, aksu) and
      samelevel(düNDAR, aksu) and
      close(düNDAR, aksu);
```

Bu sorguda *close/2* bir harici fonksiyonel önermedir. Bu önerme belirtilen nesnelere birbirlerine çok yakın olduğu video anahtar karelerini bulmak için kullanılır. Burada yakınlık anlamsal olarak şöyle tanımlanmıştır: Eğer iki nesneye ait EKSD'ler ayrı değil ise nesnelere birbirine yakındır. Bu tanımlama bu uygulama için verilmiştir ve başka uygulamalarda değişebilir. Sistem bu tür değişikliklere bilgi tabanında uygulamaya bağlı olarak tanımlanan harici fonksiyonel önermeler sayesinde kolayca adapte olabilmektedir. *samelevel/2* önermesi ise bir üçüncü boyut önermesidir.

**Sorgu 3:** "Örnek haber videosunda Uğur DüNDAR'ın batıya doğru sağında TRT Genel Müdürü'yle hareket ettiği, benzerlik eşiğinin 0.9 ve zaman aralığının 1 saniye olduğu video parçalarını ver."

```
select segment from vid
where (tr(düNDAR, [[west]]) streshold 0.9 tgap 1)
repeat and
      right(trt_head, düNDAR);
```

Bu sorguda yönsel ve topolojik koşullarla birlikte benzerliğe dayalı nesne hareketi koşulu verilmiştir. Sorgudaki *and* bağlacı kullanıcıya döndürülecek video parçalarında bütün koşulların geçerli olmasını sağlıyor. *tgap* (zaman aralığı) ve *repeat* anahtar kelimeleri cevap olarak döndürülecek video parçalarında polis aracının batıya doğru giderken en çok 1 saniye durabileceğini belirtmemizi sağlıyor.

### Sonuç

*BilVideo* sistemi özel bir uygulamayı hedef almamaktadır, bu sebeple yerleşim-zaman ve anlamsal koşullara göre sorgulama gerektiren herhangi bir uygulamayı destekleyebilmektedir. Bunun yanında *BilVideo*'nun sorgu dilinin sağladığı *harici fonksiyonel önermeler* sayesinde sistemin sorgu gücü kolayca sistem performansı etkilenmeden artırılabilir ve bu sistemi uygulamadan bağımsız bir hale getirmektedir. Bu, sorgularda kullanılmak üzere bilgi tabanına eklenecek uygulamaya dayalı kurallar ve/veya gerçekler ile sağlanmaktadır. Bu bildiride *BilVideo*'nun *haber arşivi arama sistemi* isimli örnek bir uygulamasını tanıttık. Spor olay analizi (futbol, basketbol v.s.), nesne hareket takibi sistemleri (tıbbi, biyolojik, astrofiziksel v.s.) ve video arşivi arama sistemleri (film, dijital kütüphaneler v.s.) olabilecek diğer bazı uygulama örnekleridir.

Anlamsal sorguların işlenmesi ve düşük seviyeli özelliklere (renk, şekil, desen) göre sorgulama ile ilgili çalışmalarımız devam etmektedir [6]. Üzerinde çalıştığımız diğer bir önemli konu ise kullanıcı sorgularının optimize edilmesidir [7]. Görsel sorgu arayüzünün ve araç yazılımların kullanımı ile ilgili daha kapsamlı bilgiye ve bazı tanıtım videolarına <http://www.cs.bilkent.edu.tr/~oulusoy/BilVideo> adresinden ve Bilkent Üniversitesi Mültimedya Veri Tabanı Grubu Web sayfasından\* ulaşabilirsiniz. Şu anda sorgu arayüzü ile sorgu işlemcisinin entegre edilmesi üzerinde çalışılmaktadır; bu sebeple sistem şu anda İnternet üzerinde kullanıma açık değildir.

### Kaynakça

- [1]. M.E. Dönderler, E. Şaykol, Ö. Ulusoy ve U. Güdükbay, *BilVideo: a video database management system*, IEEE Multimedia, Vol. 10, No. 1, pp. 13-45, Ocak/Mart 2003.
- [2]. M.E. Dönderler, Ö. Ulusoy ve U. Güdükbay, *A rule-based video database system architecture*, Information Sciences, Vol. 143, No. 1-4, pp. 13-45, 2002.
- [3]. M.E. Dönderler, Ö. Ulusoy ve U. Güdükbay, *Rule-based spatio-temporal query processing for video databases*, submitted journal paper.
- [4]. E. Şaykol, U. Güdükbay ve Ö. Ulusoy, *A semi-automatic object extraction tool for querying in multimedia databases*, 7th Workshop on Multimedia Information Systems MIS'01, Capri, İtalya, Kasım 2001, pp. 11-20.
- [5]. E. Şaykol, *Web-based user interface for query specification in a video database system*, Yüksek Lisans Tezi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Bilkent Üniversitesi, Ankara, Türkiye, Eylül 2001.
- [6]. E. Şaykol, U. Güdükbay ve Ö. Ulusoy, *A histogram-based approach for object-based query-by-shape-and-color in multimedia databases*, Teknik Rapor BU-CE-0201, Bilkent Üniversitesi, Ocak 2002.
- [7]. G. Ünel, *An efficient query optimization strategy for spatio-temporal queries in video databases*, Yüksek Lisans Tezi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Bilkent Üniversitesi, Ankara, Türkiye, Temmuz 2002.

\* Bilkent Üniversitesi Mültimedya Veri Tabanı Grubu Web sayfası: <http://www.cs.bilkent.edu.tr/~ediz/bilmdg/>