

# CBS UYGULAMASI OLARAK ARAÇ NAVİGASYON SİSTEMLERİ

A.Özgür DOĞRU, N.Necla ULUĞTEKİN

*İTÜ, İnşaat Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Müh.Böl., Kartografya ABD, 34469 Maslak- İstanbul,  
[dogruahm@itu.edu.tr](mailto:dogruahm@itu.edu.tr), [ulugtek@itu.edu.tr](mailto:ulugtek@itu.edu.tr)*

## ÖZET

Coğrafi Bilgi Sistemleri ile araç navigasyon sistemlerinin arakesiti, takip edilecek güzergahın belirlenmesine yönelik analizlerin yapılması ve sonuçların mekansal referanslı olarak kullanıcıya sunulması aşamasında ortaya çıkmaktadır. Bu işlemlerin yapılabilmesi için yeterli geometrik ve semantik doğruluğa sahip haritaları, temelde araç ve yol durumuna ilişkin verilerin depolanıp modellendiği veri tabanlarını ve analizlerde kullanılacak olan yöntem ve algoritmaları içeren bütünleşik CBS çözümlerini kullanılır.

Bu çalışmada yukarıda sözü edilen bileşenler çerçevesinde araç navigasyon sistemleri bir CBS uygulaması olarak ele alınacak ve iki sistemin örtüştüğü analiz yöntemleri, veri yapıları ve veri tabanı yaklaşımları gibi konular irdelenecektir. Ayrıca CBS programlarında farklı yol geometrileri üzerinde yapılan güzergah belirleme analizlerinin sonuçları tartışılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** CBS, Navigasyon, Veritabanı, Çoklu Gösterimler

## 1. GİRİŞ

Günümüzde farklı sektörlerde çalışan farklı disiplinlere üye uzman ve uygulamacılar, yaptıkları çalışmaları daha iyi planlamak ve ürünlerini kullanıcılarına daha etkin bir şekilde sunmak için mekansal bilgi kullanımını arttırmışlardır. Bu kapsamda mekansal bilgi özellikle çevresel faktörlerin daha iyi anlaşılmasında temel unsur haline gelmiştir. Söz konusu bilginin organizasyonu, kullanımı ve sunumunu içeren Coğrafi Bilgi Sistemleri de (CBS) farklı disiplinlerin bir arada ürettiği ve global sorunlara sistem yaklaşımı çerçevesinde çözümler bulmayı amaçlayan bir teknoloji olarak gündemdeki yerini korumaktadır (Uçar ve Doğru, 2005). Coğrafi objelere ait mekansal verilerin; toplanması, depolanması, yeniden kullanılması ve bu verilerin yapılan sorgulamalar, dönüşümler ve coğrafi analizler ile coğrafi bilgiye dönüştürülüp sunulmasını kapsayan Coğrafi Bilgi Sistemleri, disiplinler arası bir çalışmadır (Clarke, 2002). Yazılım, donanım, veri, kullanıcı ve yöntem olmak üzere beş ana bileşenden oluşan Coğrafi Bilgi Sistemleri, gelişen teknolojileri bünyesinde bulundurarak devamlı olarak kendini yenileyen ve geliştiren yapısıyla şehircilik, ulaşım, tarım, afet yönetimi ve navigasyon gibi farklı uygulama alanlarında hizmet vermektedir.

Navigasyon, insanların hayatı boyunca sık sık gerçekleştirdiği işlerin başında gelir ve günlük hayatın bir parçasıdır. İnsanlar, yüzyıllar önce yön bulma ihtiyacı ile şekillenen navigasyon işlemini, farklı yöntemler kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Zaman içerisinde bu konuda çalışmalar yapılmış ve navigasyon işlemi, harita ve pusula kullanımıyla bütünleşmiştir. Günümüzde ise navigasyon, gelişmekte olan konum belirleme ve iletişim tekniklerini, sayısal haritaları, bilgisayar ve avuç içi araç teknolojilerini kullanan, özel olarak tasarlanmış navigasyon

sistemleri aracılığı ile yapılmaktadır (Doğru, 2004; Uluğtekin vd., 2004). Bu sistemler navigasyonu, daha ilgi çekici ve kolay uygulanabilir bir hale getirmiştir. Aynı zamanda bu gelişmeler ile navigasyon, günlük hayatın parçası olan sıradan bir aktivite olmaktan çıkıp bir çok teknolojiyi içinde bulunduran bir pazar haline gelmiştir.

Günümüzde navigasyon amaçlı olarak kullanılan yazılımlar özel olarak tasarlanmış ve geliştirilmiş CBS çözümleri olarak ele alınmalıdır. Bu çalışmada navigasyon sistemleri ve ilgili yazılımlar CBS perspektifinde ele alınacak ve bu yazılımların temelini oluşturan veritabanı yaklaşımları, analiz türleri ve uygulamada karşılaşılabilecek problemler irdelenecektir.

## 2. NAVİGASYON SİSTEMLERİ VE CBS

Navigasyon işlemi; denizde ve havada rota, karada ise güzergah belirleme ve yön bulma gibi çok farklı uygulama alanında bir gereklilik olarak kendini göstermektedir. Bu sebeple uygulama alanlarına göre uçak, gemi, araba (araç) navigasyonu ya da kişisel navigasyon gibi çeşitli isimler almaktadır. Her ne kadar söz konusu navigasyon yöntemleri, amaç ve uygulama ortamına bağlı olarak ortaya çıkan kısıtlamalar sebebiyle önemli farklılıklar içerse de yol bulma isteği tüm bu yöntemlerin temelini oluşturmaktadır. Bu kapsamda araç navigasyonunun temel amacı, araç kullanıcısının özellikle yabancı bir ortamda yapacağı hareketlerin, bir sistem dahilinde, gerekli yönlendirmeler yapılarak desteklenmesidir. Burada sözü edilen ortam yol ağlarıdır.

Navigasyon, hangi uygulama alanında kullanılırsa kullanılsın temel bazı gereksinimleri olan bir işlemdir. Bu gereksinimler;

- işlem başlangıç noktasının konumu,
- kullanıcının anlık konumu,
- varış noktasının konumu,
- işlem sırasında kullanılacak yöntem(ler) ve
- kullanılacak yönteme göre yapılacak hesaplar şeklinde belirlenmiştir (Nissen vd.,2003).

Söz konusu konum bilgisi, kullanılan sistemin özelliklerine göre koordinat ya da adres gibi bilgileri kapsamaktadır ve farklı uygulamalarda Global Konum Belirleme Sistemleri (GPS), Atalet Seyir Sistemleri (INS), OMEGA, Loran C ve benzeri teknolojiler kullanılarak elde edilmektedir (Avcı vd., 2002). İşlem sırasında kullanılacak olan yöntem(ler) ise navigasyon uygulamalarında kullanılan işlemlerin temelini oluşturmaktadır ve CBS yazılımlarında tanımlanan bazı standart analizleri aynen ya da uygulama bağımlı olarak geliştirilmiş hallerini içermektedir. Bu yüzden söz konusu yöntemler aynı zamanda navigasyon işleminin bir CBS uygulaması olarak tanımlanmasının da temel altlığıdır. Bu çerçevede ele alındığında navigasyon sistemleri, sahip oldukları kapsamlı veritabanlarını geometrik veriler ile ilişkilendirerek etkin bir şekilde kullanan CBS uygulamalarıdır. Bu uygulamalarda geometrik altlık olarak haritalar kullanılmaktadır. Navigasyon haritalarının sunum ortamı bilgisayar ekranıdır. Bu nedenle navigasyon haritaları tasarlanırken klasik harita tasarım kriterlerinin yanı sıra ekran haritalarının tasarımı konusuna da önem verilmeli ve bu konu ile ilgili kısıtlar dikkate alınmalıdır (Uluğtekin ve Doğru, 2004).

## 3. NAVİGASYON SİSTEMLERİNDE KULLANILAN ANALİZLER

Navigasyon işlemi yol ağlarının geometrik ve fiziksel koşullarına göre belirli yöntemler kullanılarak yapılmaktadır. Bu yöntemler temel mekansal sorgulamalar ve analizlerdir. Söz

konusu sorgulama ve analizler nesnelerin karakteristiklerini tanımlayan özniteliklerini ve bu nesnelerin mekansal bilgilerini kullanan analitik yöntemler topluluğudur (Karakaş vd., 2003). Navigasyon sistemlerinde kullanılan analizler mekansal sorgulamalar, yakınlık analizleri ve ağ analizleri olmak üzere üçe ayrılır. Mekansal sorgulamalar ya da yakınlık analizleri navigasyon işlemi sırasında karşılaşılabilecek özel durumlarda aracın yönlendirileceği yerin belirlenmesinde kullanılır. Örneğin aracın bulunduğu noktaya en yakın benzin istasyonunun yerinin belirlenmesi gibi. Son analiz grubunu oluşturan ağ analizleri ise navigasyon işleminin temel hedefleri olan en kısa/en uygun yoldan, ya da amaca yönelik uğrak noktaları üzerinden istenilen konuma ulaşım işlemlerinin yerine getirilmesinde kullanılır. Ağ analizinin temel amacı çizgi karakteristiklerinin mekansal analizidir.

Ağ analizleri uygulamada;

- optimum güzergah belirleme (route optimization),
- adres belirleme (address matching),
- kaynak tahsisi (resource allocation) olmak üzere üç şekilde belirlenir.

Birden fazla bağlantısı olan iki düğüm noktası arasında bağlantılardan hangisinin en iyi çözüm olduğuna karar vermek amacıyla yapılan işlemler optimum güzergah belirleme olarak adlandırılır (Erden vd., 2003). En uygun çözüm en kısa mesafe olabileceği gibi bağlantı özelliğine ve kullanıcı isteğine bağlı olarak değişim gösteren bir güzergah da olabilir.

Ağ üzerinde öznitelik bilgisi bilinen bir noktayı tespit etme işlemi adres belirleme olarak isimlendirilir. Bu özellik yardımıyla ağ üzerinde istenilen noktaya ulaşım sağlanır.

Kaynak tahsisi ise planlama ve yatırıma yönelik faaliyetlerdeki önemli işlerden biridir. Ağ yapısındaki coğrafi varlıkların aynı anda analiz edilerek optimum merkezin noktasal olarak tespit edilmesi işlemine Coğrafi Bilgi Sistemlerinde kaynak tahsisi analizi adı verilir (Yomralıoğlu, 2000; Erden vd., 2003)

Her biri bir CBS analizi olan bu işlemlerin gerçekleştirilebilmesi için uygulama kapsamında kullanılan verilerin iyi tanımlanmış, veritabanlarının da tutarlı olması gerekmektedir. Aynı zamanda kullanılan geometrik altlık çizgi düğüm topolojisinde düzenlenmiş vektör veri olmalıdır. Ayrıca kullanılan veritabanının güncel olması da elde edilen sonuçların güvenilirliği açısından önem teşkil etmektedir. Topoloji, mekansal ilişkilerin matematiksel anlatımıdır. Başka bir deyişle “koordinat uzayı deforme edildiğinde geometrinin değiştirilemeyen özellikleridir.” Topoloji, “kesen, komşu, degen, vb.” gibi geometrik ilişkileri açık bir şekilde tanımlayan bir yapıdır (Hardy ve diğ., 2003).

#### **4. NAVİGASYON SİSTEMLERİNDE KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE YENİ YAKLAŞIMLAR**

Daha önceki bölümlerde de vurgulandığı gibi navigasyon sistemlerinin temel bileşeni veridir. Bu veriler, takip edilen yol ağına ilişkin geometrik veriler ve geometrik verileri tamamlayıcı yol ağına, araca, hava şartlarına ve benzeri seyahat koşullarına ilişkin sözel verilerdir. Sistemin sorunsuz bir şekilde çalışabilmesi ve devamlılığının sağlanabilmesi için söz konusu verilerin tek anlamlı bir şekilde yapılandırılması ve belirli periyotlarda güncellenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda geometrik verinin topolojisi kurulmalı ve iyi tasarlanmış bir veritabanında sözel

verilerin organizasyonu sağlanmalıdır. Bu aşamada mevcut sözel verilerin sınıflandırılması ve gerekli ilişkilerin kurulması önemli adımlar olarak algılanmalıdır.

Günümüzde bazı navigasyon uygulamalarının gerçekleştirilememesinin ya da başarısız olmasının en önemli sebeplerinden biri hiç şüphesiz uygulamaya altlık olacak haritaların üretilmemesi ya da mevcut haritaların yetersiz olmasıdır. Haritalar, geometrik verilerin kaynağıdır. Navigasyon haritaları olarak adlandırılan bu tür özel amaçlı haritaların tasarımı, sunum ortamlarının (araç içi bilgisayar, Pocket PC, vb.) boyutlarının kısıtlı olması sebebiyle farklı zorlukları da beraberinde getirmektedir. Dar bir ekranda sistem kullanıcısı için optimum bilgiyi içerecek haritaların tasarımı, yoğun genelleştirme işlemlerinin uygulandığı özel uzmanlık gerektiren bir süreçtir. Ayrıca tasarlanan haritaların, zaman içerisinde yol geometrisi ya da yol ağına ilişkin sözel verilerin değişimi nedeniyle, güncellenmeleri gerekmektedir. Navigasyon işleminin farklı aşamalarında farklı ölçek ve amaçlarda haritaların kullanılacağı düşünülürse bu sorunların çözümü ve sonuç ürünlerin devamlı olarak kullanılabilir olması için yapılan çalışmalar emek yoğun, zaman alıcı ve yatırım gerektiren işlerdir. Bu tür sorunlarla Coğrafi Bilgi Sistemleri kapsamında yapılan genel uygulamalarda da karşılaşılmaktadır. Çünkü bu çalışmalara katkıda bulunan her bir kullanıcı, kendi konusunun amacına bağlı olarak farklı kurallar ve yöntemlerle yeryüzü gerçekliğini sunmaya çalışmaktadır. Bu da birbirinden farklı gösterimleri ve buna bağlı olarak ta bu gösterimler için gerekli ve yeterli kapasitedeki veritabanlarını beraberinde getirmektedir (Doğru, 2004; Kilpelainen, 1997). Konu üzerine yapılan çalışmalar sonucunda söz konusu problemlerin çözümü için yeni bir veritabanı yaklaşımı geliştirilmiştir. Araç navigasyonu gereksinimlerini de birebir karşılayan çözüm, çoklu gösterim veritabanlarıdır (multiple representational databases-MRDB).

#### 4.1 Çoklu Gösterim Veritabanları

Çoklu gösterimler, genel anlamıyla, tek bir mekansal veritabanının farklı ölçek, amaç ve çözünürlükteki gösterimleridir. Çoklu gösterimler söz konusu olduğunda; zaman, doğruluk, presizyon, mekansal veri modeli, uygulama kapsamı vb. konular da gösterimlerde farklılığa sebep olan birer parametre olarak algılanmalıdır (Timpf ve Devogele, 1997). Nesne yönelimli bir yaklaşımla geliştirilen çoklu gösterim veritabanları ise farklı presizyon, doğruluk ve çözünürlük seviyelerindeki bu gösterimlerin türetilmesinde kullanılan mekansal veritabanlarıdır.

MRDB’de aynı coğrafi objenin farklı gösterimleri bir veritabanında toplanır. Yani MRDB’nin temelinde farklı gösterimlerin tek bir veritabanından (temel veritabanı) otomatik olarak üretilmesi ya da bu veritabanından üretilmiş gösterimlerden türetilmesi mantığı yatmaktadır. Bir MRDB; gösterim seviyeleri, bağlantılar/ilişkiler ve nedenleme işlemi (reasoning process) olmak üzere üç ana bölümden oluşmaktadır (Doğru 2004; Kilpelainen, 1997).

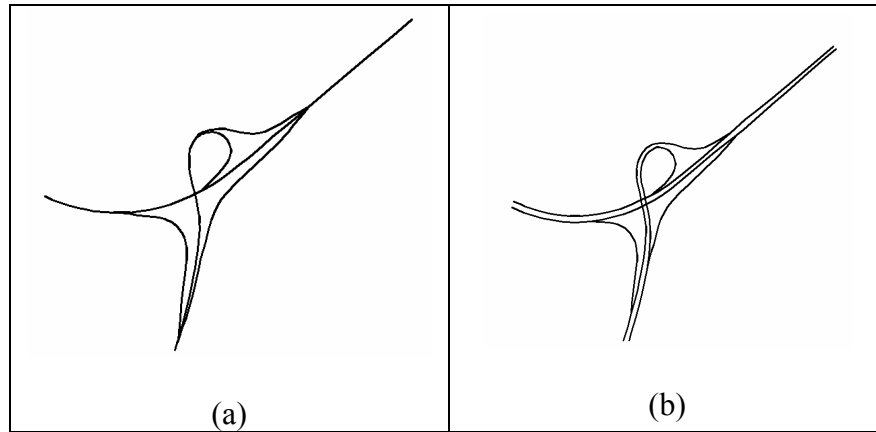
MRDB modeli, yapılan uygulamanın amacına yönelik olarak biri temel olmak üzere farklı sayıda **gösterim seviyelerini** içerir. Her bir seviye aynı verinin farklı ölçek, amaç ve kapsamdaki gösterimlerini kapsar. MRDB’nin temel seviyesi, en çok doğruluk gerektiren seviyesidir. Temel seviye en fazla detayda veriyi içerdiği için pratikte bu seviyenin tam olarak gösterimi hiç bir zaman mümkün değildir. Modeli oluşturan diğer seviyelerin sayıları ve karmaşıklık düzeyleri uygulamaya bağlı olarak değişir. Bu seviyelerde objeler daha az detayda ve daha küçük ölçekte dolayısıyla da daha düşük doğrulukta yer alırlar.

MRDB’de **bağlantılar** ile aynı objenin farklı seviyelerdeki, farklı gösterimleri arasında elde edilen iki yönlü (bidirectional) bağları ve referansları anlatılmaktadır. Aynı seviyedeki farklı objeler arası bağlar ise **ilişki** olarak tanımlanmaktadır (Kilpelainen, 1997). MRDB yapısının temel amaçlarından biri olan otomatik genelleştirme ve güncelleme işlemlerinin yapılabilmesi için tüm seviyeler arasındaki bağlantı/ilişkilerin kurulması ve tanımlanması çok önemlidir.

**Nedenleme işlemi** (*Reasoning Process*) MRDB’de temel seviyedeki veritabanından genelleştirme işlemleri kullanılarak farklı gösterimleri elde etmeyi sağlar. Aynı zamanda bu işlem, temel ya da daha üst seviyelerden türetilmiş gösterimlerdeki topolojik ilişkilerin tutarlılık kontrolünü sağlayarak MRDB’nin tam fonksiyonla çalışmasını kontrol eder.

## 5. NAVİGASYON YAZILIMLARINDA YAPILAN TESTLER

Çalışmanın bu aşamasında, araç navigasyon sistemlerinde kullanılması önerilen farklı seviyedeki gösterimler, en kısa yol ve optimum güzergah belirleme gibi hesaplamaları yapan farklı yazılımlarda altlık olarak kullanılmak suretiyle test edilmiştir. Bu kapsamda yol ağlarının algılanması en zor parçalarını oluşturan kavşak yapıları ele alınmış ve bu yapıların farklı iki MRDB gösterim seviyesindeki örnekleri incelenmiştir. Şekil 1a’da da görüldüğü gibi bu gösterimde yol ağı tek çizgi ile gösterilmekte ve kavşağa ait ayrıntılar bu çizgiye bağlı olarak belirtilmektedir. Şekil 1b’deki gösterim seviyesinde ise yol ağı gidiş ve dönüş olarak iki ayrı çizgi ile gösterilmekte ve kavşağa ait ayrıntılar her bir çizgi için ayrıntılı olarak belirtilmektedir. Bu uygulamadaki amaç, söz konusu gösterimlerin topolojik yapısının bu tip yazılımlarla gösterdiği uyumu ortaya koymaktır. Uygulamada kullanılan tüm yazılımlar ağ analizleri için bir gereklilik olan çizgi-düğüm veri yapısını kullanmaktadır. Dolayısıyla bu gösterimlerde bir yol, iki düğüm noktası arasında kalan yol parçalarının bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Veri yapısı bu şekilde düzenlenmediği takdirde yazılımlarda düğüm noktalarında ortaya çıkan kesişim ve bağlanırlık ilişkileri tanınmamaktadır. Bu amaçla kavşaklara ait gösterimler düzenlenmiştir ve daha sonra söz konusu yazılımlar kullanılarak mevcut gösterimler üzerinde benzer güzergah sorgulamaları yapılmıştır. Bu sorgulamalar yapılırken öncelikle kullanılan yazılımların tamamında olan standart özelliklerin kullanılmasına dikkat edilmiştir. Böylece standart algoritmaların kullanımına en uygun olan gösterimin belirlenmesi amaçlanmıştır. Başka bir deyişle çalışmanın bu aşamasında yazılımlar arası taşınabilirliği en iyi gösterimin belirlenmesi hedeflenmiştir.



Şekil 1. Navigasyon yazılımları testlerinde kullanılan farklı geometriler

Uygulama sonucunda, yol ağının tek çizgi ile temsil edildiği gösterim seviyesinde yapılan en kısa yol sorgulamalarının sonucunda teorik olarak en kısa yolun bulunduğu fakat elde edilen sonucun pratikte kullanılması mümkün olmadığı anlaşılmıştır. Yolların gidiş ve dönüş olmak üzere iki ayrı çizgi ile temsil edildiği gösterim seviyesinde ilgili seçimler yapılırken trafik akışı sağdan olan bir sistem baz alınmış ve gidiş dönüş yönleri buna bağlı olarak belirlenmiştir. Aynı başlangıç ve bitiş noktaları seçilerek yapılan sorgulamada bu kez farklı bir sonuç elde edilmiştir. Bu kez elde edilen sonuç, teoride en kısa yol olmasa da pratikte kullanılabilir en kısa yol seçeneğini vermektedir. Yani doğru sonuçtur (Doğru, 2004).

Uygulama kapsamında kullanılan tüm yazılımlarda benzer sonuçlar elde edilmiştir. Sonuç olarak tek çizgi ile yapılan gösterimde en kısa yol bulunmasına yönelik sorgulamalarda belirli problemler yaşanmaktadır. Bu kapsamda yaşanan sorunu aşmak için çift yönlü yollar iki kez sayısallaştırılıp bağlantılı olan yollar belirlenip uygun bağlantıların kurulması sağlanabilir. Fakat bu durumda da uygulamada söz konusu çift sayısallaştırılmış yolların seçimi sırasında kullanıcı hangi yolu seçtiğini anlayamayacaktır. Dolayısıyla bu çözümün kullanılabilirliği sınırlıdır. Bu nedenle mevcut yapının çift çizgili gösterim seviyesine uygun olarak tasarlanması gerekmektedir. Uygulama sırasında gidiş ve dönüş şeritlerinin ayrı gösterildiği seviyede yapılan sorgulamalarda da belirli problemler yaşanmıştır. Pratikte pek karşılaşılmasa da bir kullanıcı, hiç bir uğrak noktası belirlemeksizin seyahate başladığı noktaya dönmek isterse ya da sorgulanan güzergaha bağlı olarak benzer sorunlar ile karşılaşılabilir (Doğru, 2004).

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada araç navigasyon sistemleri genel anlamda anlatılmış ve bu sistemler ile yapılan çalışmaların bir CBS uygulaması olarak ele alınması gerektiği üzerinde durulmuştur. Bu kapsamda navigasyon sistemlerinde kullanılan temel CBS analizleri anlatılmış ve navigasyon uygulamalarında ortaya çıkabilecek sorunlar ve bu sorunların çözümüne yönelik önerilen yeni yaklaşımlardan söz edilmiştir. Ayrıca CBS programlarında farklı yol geometrileri kullanılarak yapılan güzergah belirleme analizlerinin sonuçları, geometrik veri kalitesinin uygulamaya etkisi kapsamında incelenmiştir.

CBS programlarında yapılan testler sonucunda yol hatlarının gidiş ve dönüş şerit orta çizgileri ile gösterildiği seviyedeki gösterimin standart bir yapıda çalışan navigasyon yazılımları için daha uygun olduğu anlaşılmıştır. Çünkü söz konusu gösterim seviyesi temel algoritmalar kullanılarak yapılan analizlere daha doğru sonuçlar vermektedir.

Ayrıca yapılan çalışma göstermiştir ki navigasyon işleminin başarı ile yapılabilmesi için tek başına iyi tasarlanmış bir yol geometrisi yeterli olmamaktadır. Yollara ilişkin yön, hız ve kullanım bilgileri de sonuca etki eden önemli parametrelerdir. Tüm bu parametreler bir bilgi sistemi dahilinde bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmelidir.

Çoklu Gösterim Veritabanları, tüm Avrupa ve Amerika'da yoğun bir şekilde araştırılan ve çeşitli uygulamalar ile hayata geçirilen bir konudur. Ülkemizde de bu tür yapılar üzerine çalışmalar yapılmalı ve ulusal veri gruplarının oluşturulmasında MRDB faktörü göz ardı edilmemelidir. MRDB modeli nesne yönelimli bir yaklaşımı desteklemektedir. Bu nedenle gelecek çalışmalarda öncelikle nesne yönelimli veritabanları dikkate alınarak temel veritabanı oluşturulmalıdır.

## 7. KAYNAKLAR

Avcı, Ö., Doğru, A.Ö. ve Kılıç, C., 2002. “**Filo Yönetim Sistemi Tasarımı**”, Lisans Tezi, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, İstanbul.

Clarke, K.C., 2002. *Getting Started With GIS*, Prentice Hall, USA

Doğru, A.Ö. 2004. **Araç Navigasyon Haritalarının Tasarımında Kavşak Yapılarının modellenmesi İçin Çoklu Gösterimler**, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, Geomatik Programı, 21 Mayıs 2004.

Doğru, A.Ö., ve Uluğtekin, N., 2005. “**Navigasyon Haritalarının Tasarımında Çoklu Gösterim Veritabanları**”. 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, Sunulmuş Bildiri.

Erden, T., Coşkun, M.Z., ve İpbüker, C., 2003. “**Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Ağ Analizi**”, Harita Dergisi, Sayı 129.

Hardy, P., Hayles, M., ve Revell, P., 2003. “**A New Enviroment for Generalisation Using Agents, Java, XML and Topology**”, *ICA Generalisation Workshop*, April, Paris.

Karakaş, E., Karadoğan, S., ve Arslan, H., 2003. “**CBS Ortamında Suç Haritalama Teknikleri**”, [www.egm.gov.tr/sempozyum2003/Bildiriler](http://www.egm.gov.tr/sempozyum2003/Bildiriler) adresinden alınmıştır.

Kilpelainen, T., 1997. “**Multiple Representation and Generalization of Geo-Databases for Topographic Maps**”, Doktora Tezi, Finnish Geodetic Institute, Finland.

Nissen, F., Hvas, A., Swendsen, J. and Brodersen, L., 2003. *Small-Display Cartography*, GiMoDig Scientific Report.

Timpf, S. and Devogele, T., 1997. “New Tools for Multiple Representations, International Cartographic Conference 97”, Stockholm, Eds. Ottoson L., pp. 1381-1386.

Uçar, D., ve Doğru, A.Ö., 2005. “**CBS Projelerinin Stratejik Planlaması ve SWOT Analizinin Yeri**”, 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, Sunulmuş Bildiri.

Ulugtekin, N., Dogru, A.O. and Thomson, R., 2004. “**Modelling Urban Road Networks Integrating Multiple Representations of Complex Road and Junction Structures**”, *Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Conference on Geoinformatics*, pp. 757-764 Gavle, Sweden.

Ulugtekin, N., Dogru A.O., 2004. “**Consideration of Map Design for Hand Held Devices**”, *International Symposium “Modern Technologies, Education and Professional Practice in Geodesy and Related Fields* Sofia, Bulgaria.

Yomralıoğlu, T., 2000. *Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar*, Trabzon.