

YERALTI NESNELERİ VERİLERİNİN YÖNETİMİNDE ÜÇ BOYUTLU YAKLAŞIM

F. Döner¹, C. Bıyık²

¹ Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Kamu Ölçmeleri Anabilim Dalı, Gümüşhane. doner.f@gmail.com

² Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Kamu Ölçmeleri Anabilim Dalı, Trabzon. biyik@ktu.edu.tr

ÖZET

Kent günlük yaşamının önemli bir parçasını oluşturan elektrik, su, gaz, kanalizasyon, TV vb. gibi yeraltı nesnelere bilgilerinin yönetimi her zaman büyük öneme sahip olan aynı zamanda zor bir görevdir. Yüzeyle altında, üzerinde ve üstünde konumlandırılabilen üç boyutlu (3B) konumsal karaktere sahip bu nesnelere sayısı ve çeşitliliği sürekli artış göstermektedir. Bu çalışmada, ilk olarak yeraltı nesnelere verilerinin yönetimindeki mevcut durum yasal, kurumsal ve teknik açıdan incelenmiştir. Bunun ardından, yeraltı nesnelere verilerinin yönetiminde 3B bir yaklaşımı destekleyecek bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Uygulama sonucunda, yeraltı nesnelere ait 3B verilerin bir konumsal veritabanında yönetimi ve ihtiyaç duyulduğunda bu veri tabanına erişilerek 3B verinin sorgulanması, düzenlenmesi ve gösteriminin gerçekleştirilmesinin mümkün olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar Sözcükler: Yeraltı Nesnelere, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Üç Boyutlu Kadastro

A THREE DIMENSIONAL APPROACH FOR INFORMATION MANAGEMENT OF UTILITY NETWORKS

ABSTRACT

Being an important part of daily rhythm of a city, the information management of utility networks (such as electricity, water, gas, sewage, TV, etc-) has been always of great importance but also challenging. The types and numbers of these objects which can be located under, above and on the surface are increasing constantly. In this paper, firstly, current situation of information management for utility networks is examined in terms of legal, organisational and technical aspects. Then, a case study was performed to support a three dimensional (3D) approach in information management of utility networks. Results of the case study have shown that it is possible to manage 3D data of utilities in a spatial database and to access the database for querying, editing and visualisation of the 3D data when needed.

Keywords: Utility Networks, Geographical Information Systems, Three Dimensional Cadastre

1. GİRİŞ

Su, elektrik, kanalizasyon, gaz ve iletişim hatları gibi yapılar kentler için hayati öneme sahip teknik altyapı nesnelere. Bu nesnelere kentin ihtiyaç duyduğu su, enerji veya bilginin bir yerden başka bir yere taşınmasını sağlamaktadır. Kentlerin modernizasyonu ve artan nüfus yeraltındaki mekânın daha fazla kullanılmasına neden olduğundan mevcut yeraltı nesnelere ilişkin daha ayrıntılı bilgilere ve bu bilgilerin daha etkili yönetimine olan talep artmıştır. Yeraltı nesnelere yönetimini birbiriyle ilişkili iki kısımda ele almak mümkündür. Bunlar; sırasıyla hukuki ve teknik kısımlardır. Hukuki kısım, yeraltı nesnelere ilişkili hak, kısıtlama ve sorumlulukların nasıl tescil edileceğiyle ilgilidir. Teknik kısım ise temel amaç, yeraltı nesnelere konumlarını belirleyerek bunlara gelebilecek zararları önlemek ve diğer nesnelere olan ilişkilerini analiz edebilmektedir. Her iki kısım için de Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) sunduğu olanaklardan yararlanılabilmektedir.

Bu çalışmada, ilk olarak yeraltı nesnelere üç boyutlu (3B) yönetimine yönelik olarak son yıllarda gerçekleştirilen yasal, kurumsal ve teknik çalışmalar incelenmiştir. Daha sonra, farklı veritabanlarında tutulan yeraltı nesnelere 3B verilerine erişime imkân sağlayacak bir uygulama sunulmuştur. Uygulama yeraltı nesnelere 3B konumsal verilerine erişim, bu verilerin diğer konumsal verilerle birlikte analizi ve 3B gösteriminin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaca ulaşmak için konumsal veritabanında modellenen 3B verilere çeşitli CBS ve Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) araçlarının sunduğu olanaklarla erişilmiştir. Gerçekleştirilen uygulama ile benimsenen yaklaşım, 3B yeraltı nesnelere ait verilerin kendi kaynaklarında tutulması ve ihtiyaç duyulduğunda bunlara erişilebilmesi çözümünü desteklemektedir.

2. YERALTI NESNELERİ VERİLERİNİN YÖNETİMİ

Bu bölümde yeraltı nesnelere verilerinin yönetiminde mevcut yasal, kurumsal ve teknik durum farklı ülkelerin yaklaşımları da dikkate alınarak özetlenmektedir.

2.1. Hukuki Durum

Ülkemizde altyapı tesisleri taşınmaz mallar grubuna girmediklerinden bağımsız olarak tescilleri yapılmamaktadır. Bunun yanında, birçok altyapı tesisi kamuya ait arazilerin (yollar) altında konumlandırılmış durumdadır. Kadastro Kanunu'na göre (Madde 16) bu araziler tescile tabi olmadıklarından bunların altında bulunan altyapı tesislerinin de yasal sahiplik durumu ancak bu tesisler özel mülkiyete konu bir parseli kestiği zaman kadastroda bilinebilmektedir. Bir kadastro parseline altyapı tesisinin isabet etmesi halinde üç farklı durumdan söz edilebilir.

İlk durumda, altyapı tesisinin maliki parsel yüzeyin altındaki/üstündeki bir mekânın kullanımı için üst hakkı veya irtifak hakkı gibi sınırlı bir hak aracılığıyla hak sahibi kılınabilir. Eğer bu hak parselin belirli bir bölümüne uygulanıyorsa hakkın uygulandığı yere ait 2B çizim kadastroda yer almaktadır. Sınırlı hakkın parselin tümüne uygulandığı durumlarda altyapı tesisinin parselin neresine isabet ettiğine dair geometrik bilgiye kadastroda ulaşılamamaktadır.

İkinci durumda, altyapı tesisinin sahibi bu tesisin geçtiği parsellerin de sahibi olabilir. İçme suyu sağlayan altyapı tesislerinin belediyeye ait araziden geçmesi buna örnek verilebilir. Bunun yanında, altyapı tesisinin sahibinin kamulaştırma yoluyla ihtiyaç duyduğu arazileri kazanması da mümkündür. Her iki durumda da parsel sahibi ile altyapı tesisinin sahibi aynı kişi olacağından parsel üzerinde herhangi bir hak tesisi yapılmayacaktır. Dolayısıyla, altyapı tesisinin yasal (sahipleri ve sorumlulukları) ve geometrik (nereden geçtikleri) durumları bilinemeyecektir.

Üçüncü durumda, parsel sahibi parselinin altındaki yapılara (örneğin tünel gibi), eğer bu yapı yeterince derindeyse ve yapının mevcudiyeti yüzey üzerinde herhangi bir olumsuz duruma (hasar, titreşim vb) sebebiyet vermiyorsa rıza göstermek zorundadır. Bu durumda, derinliğin ne kadar olduğuna dair bir ifade yasada mevcut değildir.

Her üç durumda da yüzeyin altındaki tesislerin kendilerine ait bilgi kadastro veritabanında yer almamaktadır. İlk durumda, altyapı tesislerinin yasal durumlarına ancak bunların isabet ettiği parseller üzerinde tesis edilen sınırlı hakların araştırılması yoluyla erişilebilmektedir. Parsel sahibinin aynı zamanda altyapı tesisinin de sahibi olması durumunda (veya kamulaştırma yoluyla kazanımında) ve parsel malikinin yeraltındaki yapılara zorunlu rıza göstermesi durumunda ise bu nesnelere mevcut durumuna ait bilgiye erişmek mümkün olmamaktadır. Kadastroda parsellerin altında/üzerinde bulunabilecek nesnelere için sınırlı hakların tesis edilmesindeki amaçlardan bir tanesi üçüncü kişileri bu tesislerin varlıkları hakkında bilgilendirerek bunlara gelebilecek zararları önlemektedir. Mevcut durum incelendiğinde kadastroda arazinin düşey boyutundaki nesnelere ait bilgilere erişimin zayıf olduğu görülmektedir. Bunun bir sonucu olarak, son yıllarda özellikle kentsel alanlarda yeraltı nesnelere hasar görmesiyle sonuçlanan birçok vaka ile karşı karşıya kalınmıştır (Döner, 2010).

2.2. Teknik ve Kurumsal Durum

Teknik altyapı tesisleri, hukuki mevzuata göre, taşınmaz kapsamında değerlendirilmediği için ölçülmesinde bir zorunluluk bulunmamaktadır. Dolayısıyla Ulusal Coğrafi Bilgi Sisteminin temelini oluşturan tapu ve kadastro verileri ile ilişkilendirilememektedir (HKMO, 2009). Türkiye’de, teknik altyapı tesisleri farklı bütçeleri ve bağlı oldukları makam açısından değişiklik gösteren kurum ve kuruluşlar tarafından yapılmakta veya yaptırılmaktadır. Teknik altyapı tesislerinin yönetimiyle ilgili olarak ortak standartları belirleyen ve eşgüdümü sağlayan merkezi bir birim bulunmamaktadır. Yalnızca, Büyükşehir Belediyeleri dâhilindeki altyapı hizmetlerinin koordinasyonunu sağlamak amacıyla Büyükşehir Belediyelerine bağlı olarak Ülkemizde ilk kez 09.07.1984 tarihinde Resmi Gazetede yayınlanan 3030 sayılı Büyükşehir Belediyeleri Yönetimi Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamenin Kabulü Hakkında Kanun’a dayanılarak (Kanun No: 3030) Altyapı Koordinasyon Merkezleri (AYKOME) kurulmuştur. 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanununda da “büyükşehir belediye başkanı ya da görevlendirdiği kişinin başkanlığında, yönetmelikle belirlenecek kamu kurum ve kuruluşları ile özel kuruluşların temsilcilerinin katılacağı altyapı koordinasyon merkezi kurulur” (md. 8), ifadesiyle tekrar altyapı koordinasyon merkezleri yer almıştır.

Altyapı çalışmalarında koordinasyonun sağlanamaması nedeniyle oluşan mükerrer maliyetler tam olarak tespit edilemese de, bu konuda veri elde edilebilen İzmir Büyükşehir Belediyesinde yapılan çalışma, mükerrer maliyetler konusunda bütün büyükşehir belediyelerinin durumu hakkında fikir vermektedir. İzmir Büyükşehir Belediyesinde 2004 yılında asfalt çalışması yapılan sokakların yaklaşık % 27'sinde izleyen iki yıl içinde; 2005 yılında asfalt çalışması yapılan sokakların yaklaşık % 14'ünde, altyapı kurumları tarafından kazı çalışmaları yapılmıştır. Bu da asfaltlanan sokakların büyük bir kısmının iki yıl gibi kısa bir süre içinde tahrip edildiğini göstermektedir (Sayıştay Başkanlığı Raporu, 2008). Bu durum, teknik altyapı çalışması yapan kurumlarca koordinasyonun önemi ifade edilmesine rağmen, Büyükşehir Belediyelerinde 1984 yılından bu tarafa büyükşehir belediyelerinde oluşturulan AYKOME'nin, teknik altyapı çalışmalarının koordinasyonunda etkin olarak görevini yerine getirmediğini göstermektedir (Karataş vd., 2010).

Şehirlerde teknik altyapı tesislerinin yerleştirilmesinde farklı kurumlar tarafından daha çok ortak mekân olarak yollar kullanılmaktadır. Teknik altyapının yerleştirilmesinde, bölgeye ilk yatırımı yapan kurumun tesisini kendi yapım işinin özellikleri açısından en uygun yerden geçirmesi; diğer kurumların ise, kalan alanları ve mevcut altyapı tesislerini dikkate alarak, tesislerini yerleştirilmesi şeklinde yürümektedir. Teknik altyapı tesislerinin standart dışı yerleştirilmesi ve hatların konum bilgilerinin olmaması, altyapı çalışmaları sırasında, kurumların birbirlerinin hatlarına zarar vermelerine yol açmaktadır.

Kentsel altyapının etkin ve iyi bir şekilde planlanması, koordine edilmesi ve izlenmesinde; altyapı tesislerine ve yollara ilişkin güncel, doğru ve bütünleşik veriler içeren “*Altyapı Bilgi Sistemi*” büyük önem taşımaktadır. Birçok Büyükşehir Belediyesinde kâğıt ortamında bile koordinasyonu kolaylaştırıcı düzenli ve güncel alt-üst yapı verileri oluşturulmamıştır. Yapılan bir çalışma sonucunda, kentlerde yoğun olarak faaliyet gösteren teknik altyapı kurumlarının, tesislerinin sayısal ve sayısal olmayan ortamda, ortalama % 44.2'sinin koordinatlı olduğu anlaşılmıştır. Telekom ve Elektrik Dağıtım Müdürlüklerinde bu oranın % 10'un altında olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda altyapı kurumlarının oluşturdukları altyapı bilgi sistemlerinden faydalanarak hizmet kalitesinin artırılması, planlanmanın sağlıklı yapılması ve koordinasyonun sağlanması güçleşmektedir (Karataş, 2007).

2.3. Yurt Dışındaki Uygulamalar

Yeraltı nesnelere verilerinin yönetimindeki yasal, kurumsal ve teknik problemleri aşmak amacıyla çalışmalar gerçekleştiren bazı ülkeler de bulunmaktadır. Bunlardan biri Hollanda'dır. Hollanda'da bu kapsamda ele alınabilecek önemli çalışmalardan biri parsel yüzeyi altındaki 3B nesnelere parselden bağımsız olarak kadastroda tescil edilebilmesi için yapılan düzenlemelerdir. Bu bağımsız tescil işlemine uzanan süreç 2003 yılında Yargıtay'ın altyapı nesnelere taşınmaz mallar olduğuna hükmetmesiyle başlamıştır. Bu kararın ardından altyapı nesnelere tescili için noter senedi düzenlenmesi ve senedin kadastroda kaydı zorunlu hale gelmiştir. Kadastro Kanunu tescil işlemlerini açık bir şekilde ifade etmediğinden 2007 yılına kadar farklı nesnelere için farklı prosedürler takip edilmiştir. 1 Şubat 2007 tarihinde Medeni Kanun'da yapılan değişiklikle, arazi üzerindeki mülkiyeti tarif eden kanun maddesinin sonuna bir paragraf eklenerek her türlü katı, sıvı, gaz materyal taşıyan, enerji ve bilgi nakleden boru hattı ve kablo şebekelerinin mülkiyeti arazi mülkiyetinden ayrılmıştır. Buna paralel olarak Kadastro Kanunu'nda yapılan değişiklikle, Medeni Kanun'da açıkça tarif edilen nesnelere parselden bağımsız bir ID numarasıyla kadastroda tescil edilmeye başlamıştır. Kadastrodaki tescil işlemi şebeke haritasını da içeren noter senedinin tescili şeklinde gerçekleştirilmeye başlanmıştır. Yasal düzenlemeler yanında 3B nesnelere konumsal bilgilerinin yönetimi amacıyla da kadastro bünyesinde çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Tescil edilen 3B nesnelere ait yasal ve grafik bilgiler erişilebilir durumdadır (Doner vd., 2008).

İncelenen ülkelerden ikincisi Avustralya'dır. Avustralya'nın Queensland eyaletindeki kadastral yapı 2B yüzey parselden bağımsız olarak 3B parsellerin tanımlanmasını mümkün kılmaktadır. Ayrıca “hacimsel parseller” olarak tanımlanan bu mülkiyet birimlerinin nasıl ölçülüp tescil edileceklerine dair kurumsal düzenlemeler de mevcuttur. Hacimsel parsellere ait ayrıntılı ölçü planları tapulara eklenmektedir. Bu ölçü planlarında hacimsel parseller açı ve mesafe değerleriyle temsil edilirler. Bu kadastral yapı özellikle su, gaz, elektrik, iletişim gibi altyapı nesnelere için tesis edilecek irtifak haklarında altyapı tesisinden dolayı parsel üzerine getirilen kısıtlamanın 3B olarak ölçü planında tanımlanabilmesine olanak sağlamaktadır. Bunun yanında, birçok parsel isabet eden bir yeraltı nesnesi kendi geometrisi ile 3B ölçü planları kullanılarak parselden bağımsız olarak tescil edilebilmektedir. Ölçü planında yükseklikler ulusal datuma göre belirlenmektedir. Ayrıca ulusal

koordinat sisteminde koordinatı belli referans noktaları ölçü planları üzerinde gösterilir. Bunun yanında, nesnelere şekil ve konumunu açık şekilde temsil için açı ve mesafe değerleri ölçü planı üzerinde yazılır (Doner vd., 2008).

3. ÖRNEK UYGULAMA: YERALTI NESNELERİ VERİLERİNİN YÖNETİMİNDE 3B YAKLAŞIM

Uygulama ile oluşturulması hedeflenen sistem mimarisi, bir konumsal veritabanında depolanan yeraltı nesnelere ait 3B verilere kadastro veritabanından erişerek veritabanı ortamında 3B kadastroda ihtiyaç duyulabilecek sorgulama ve analizleri gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır. Bunun yanında, çeşitli CBS ve CAD araçlarıyla veritabanına erişerek 3B verinin düzenlenmesi ve haritalanması da hedeflenmektedir.

Uygulamada kadastro verileri yanında yüzey altında konumlandırılmış boru hattı ve elektrik kablolarının 3B konumsal verileri kullanılmıştır. Bu teknik altyapı tesislerinin uygulama için seçilmesindeki en önemli nedenlerden biri, sözü geçen nesnelere arazinin düşey boyutunda en çok karşılaşılan nesnelere oluşlarıdır. Ayrıca, 3B teknik altyapı nesnelere çoğu kez kadastro parsellerine isabet ederek kadastroda 3B kullanım durumlarının oluşmasına neden olmaktadır. Bunun yanında, bu nesnelere zaman içerisinde değişebildiklerinden (yeni hatların eklenmesi, mevcut hatlarda değişiklik) dinamik bir karaktere de sahiptirler.

Uygulama için seçilen bölge Hollanda'da Rotterdam Belediyesi sınırları içerisinde kalmaktadır. Rotterdam kenti, önemli bir ticaret ve alışveriş merkezi olması nedeniyle yoğun bir nüfusa sahiptir. Buna paralel olarak arazi yüzeyinin altı da yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Bu kullanım ile ilgili ortaya çıkan hukuki ve teknik sorunları çözebilmek amacıyla Rotterdam Belediyesi altyapı nesnelere etkili bir biçimde yönetimi yollarını aramaktadır. Uygulama için sağlanan konumsal veriler: kadastro parselleri, binalar ve binaların yükseklik bilgileri, boru hattı ve elektrik şebekesine ait konumsal veriler ve arazi yüzeyinde lazer tarama (LIDAR) tekniğiyle ölçülmüş nokta yüksekliklerine ait 3B veriler şeklindedir.

3.1. 3B Verilerini Konumsal Sorgulaması

İlk olarak, mevcut 2B parsel veri kümesini 3B nesnelere ilişkilendirebilmek için 2B parsel sınırlarına yükseklik değerleri atanmıştır. Uygulama bölgesinin sayısal arazi modeli oluşturularak parselleri tanımlayan sınırların Z değerleri TIN veri yapısıyla temsil edilen sayısal arazi modeli üzerinden elde edilmiştir. TIN veri yapısını kullanarak yükseklik yüzeyini üretmede AHN (Actual Height model of the Netherlands) olarak adlandırılan arazi nokta yükseklikleri kullanılmıştır. AHN, bir metre kareye en az 10 nokta düşecek şekilde lazer altimetre yöntemiyle elde edilmiş nokta yüksekliklerini içeren veri kümesidir. Nokta yükseklikleri 5x5 metrelik hücre boyutlarıyla sağlanmakta olup AHN verisinin konumsal doğruluğu ± 5 cm'dir. AHN verisi yalnızca yüzey noktalarını içermektedir. Binalar, arabalar, bitki örtüsü gibi nesnelere filtrelenerek AHN verisi dışında bırakılmıştır.

Verilerin veritabanına aktarımı, tabloların oluşturulması ve meta veri tanımlamalarının ardından Oracle Spatial 11g (OS11g) veritabanına erişim sağlanarak örnek veri kümesi üzerinde bazı konumsal sorgulamalar gerçekleştirilmiştir. OS11g konumsal veritabanı konumsal sorgulamalarla ilgili hesaplamalarda üçüncü boyutu da dikkate almaktadır. Ayrıca, nesnelere geçmiş bir tarihteki durumunu ya da geometrik değişikliklerini ortaya koyacak zamansal sorgulamalar da mümkündür.

Veritabanında konumsal fonksiyonlar ve operatörler kullanılarak “bir parsel bu parsel altından geçen boru hattı arasındaki mesafe nedir?” veya “bir kadastro parselinden belirli bir (3B) uzaklıkta bulunan boru hatları hangileridir?” gibi sorgulamaları gerçekleştirmek mümkündür. SDO_GEOM.SDO_DISTANCE konumsal fonksiyonu aşağıdaki SQL ifadesi içerisinde kullanılarak örnek veri kümesindeki bir kadastro parseliyle bu parselin altından geçen bir boru hattı arasındaki uzaklık hesaplanmıştır:

```
SELECT SDO_GEOM.SDO_DISTANCE(pa.geom, pi.geom, 0.005) Distance3D_parcel_to_pipeline
FROM q3dparcel pa, q3dpipe pi
WHERE pa.kad_nummer = '6451' AND pi.idbuis = '73560';
```

Altyapı nesnelereyle ilgili olarak gerçekleştirilen bir çok uygulama senaryosunda sorgulanacak nesnelere birbirine en yakın olma veya belirli bir mesafe içerisinde olma gibi konumsal yakınlık analizlerine ihtiyaç duyulur. Bir sonraki örnek, belirli bir boru hattına en yakın binaların ve bunların uzaklıklarının konumsal veritabanında nasıl sorgulanacağını göstermektedir. Bu sorgulama için konumsal veritabanının SDO_NN konumsal operatörü kullanılarak sorgulama sonuçları SDO_NUM_RES anahtarıyla 10 adetle sınırlandırılmıştır:

```
SELECT b.id Building_ID,  
SDO_GEOM.SDO_DISTANCE(b.geom, pi.geom,0.5,'UNIT=M') Distance  
FROM building b, pipeline Pi  
WHERE pi.idbuis='73570'  
AND SDO_NN(b.geom, pi.geom,'sdo_num_res=10')='TRUE'  
ORDER BY Distance;
```

Bir başka yakınlık analizi belirli bir uzaklık içerisindeki nesnelere sorgulanmasıdır. Aşağıdaki SQL sorgusuyla belirli bir boru hattına 25 metre uzaklıkta bulunan tüm binalar konumsal veritabanının SDO_WITHIN_DISTANCE operatörü kullanılarak bulunmaktadır. Bu bölümdeki tüm konumsal sorgulamalarda olduğu gibi nesnelere üçüncü boyutları da hesaplamalarda dikkate alınmaktadır:

```
SELECT b.id BuildingID  
FROM building b, pipeline pi  
WHERE pi.idbuis='24485'  
AND SDO_WITHIN_DISTANCE  
(b.geom, pi.geom, 'DISTANCE=0.025 UNIT=KM') = 'TRUE';
```

En çok ihtiyaç duyulabilecek sorgulamalardan biri de belirli bir bölgeye isabet eden tüm altyapı nesnelere listelenmesidir. Bu sorgulama 2B olarak yapılabileceği gibi OS11g'de belirli bir yükseklik ve derinlik değeri tanımlamak suretiyle 3B olarak da uygulanabilir. Aşağıdaki örnek sorgulamada OS11g'nin SDO_RELATE operatörü kullanılarak tanımlanan belirli bir uygulama bölgesiyle konumsal etkileşime sahip yeraltı elektrik kabloları seçilmiştir. Uygulama bölgesinin alt ve üst sınırları ülke koordinat sistemindeki koordinatlarla tanımlanmıştır. SQL kodunda ANYINTERACT maskesi kullanılmak suretiyle koordinatlarla tanımlanan sorgulama penceresinin sınırlarıyla kesişen, temas halinde olan veya bu sınırlar içerisinde kalan tüm yeraltı kablolarının seçilmesi sağlanmıştır:

```
SELECT pi.idkabelgeu CableID  
FROM cable pi  
WHERE SDO_RELATE(pi.geom,  
SDO_GEOMETRY(2003, 28992, NULL,  
SDO_ELEM_INFO_ARRAY(1,1003,3),  
SDO_ORDINATE_ARRAY(94000,435800, 94030,435810)),  
'mask=anyinteract') = 'TRUE' ORDER BY CableID;
```

3.2. 3B Verilere Erişim ve 3B Gösterim

Uygulamanın temel amaçlarından birincisi, 3B nesnelere konumsal bir veritabanında düzenlenerek bu nesnelere ait verilere erişmek, kadastro verileriyle birlikte sorgulayarak 3B kullanım durumları için daha kaliteli veri sağlamaktır. İkinci olarak, konumsal veritabanına mevcut CBS ve CAD araçları ile erişmek 3B verinin sorgulanması yanında gösterimini gerçekleştirmek hedeflenmektedir.

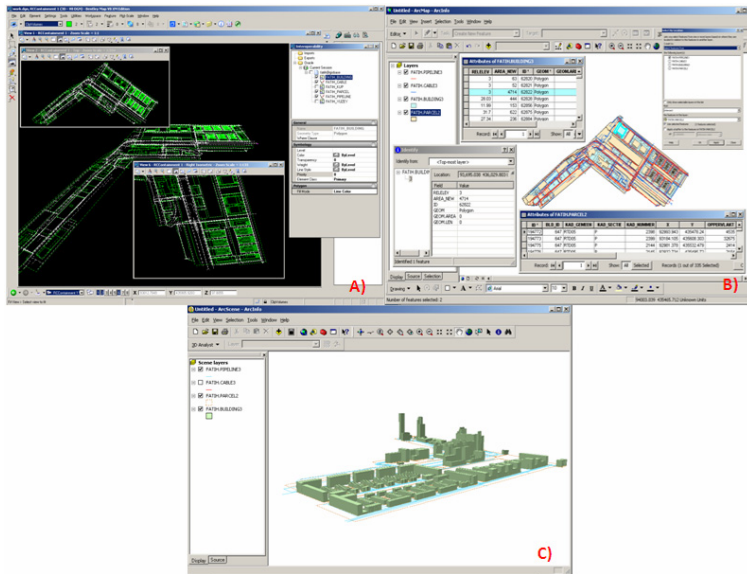
Haritalama olmaksızın veritabanında gerçekleştirilen sorgulamalar sadece sayı ve karakterler ibaret olacaktır. Bu nedenle, kullanıcıların veritabanı sorgulamalarıyla elde edilen bu verileri anlamaları oldukça güçtür. Veritabanı yönetim sistemleri yalnızca veri kümelerinin yönetimi için araçlar sunduklarından konumsal verinin gösterimi için çeşitli araçlar kullanılarak verinin depolandığı veritabanına erişmek gereklidir. 3B konumsal veri, veritabanında konumsal verinin depolandığı bir sütunda bulunmaktadır. Bir gösterim aracının bu sütuna erişerek 3B veriyi elde etmesi ve gösterimi, bir bağlantının mevcudiyetini gerektirir.

Mevcut CBS ve CAD yazılım paketlerinden bazıları konumsal veritabanına erişim imkânı sağlayarak konumsal verilerin sorgulanması, güncellenmesi ve haritalanmasını desteklemektedir. Bu aşamada iki farklı ticari yazılım paketi test edilmiştir. Bunlardan ilki bir CBS (ESRI ArcMap ve ArcScene) yazılım paketi diğeri ise CAD (Bentley MicroStation Geographics) yazılım paketidir. CAD yazılım paketi ile konumsal veritabanına erişmenin sağladığı en önemli üstünlük 3B veri üzerinde kullanıcı ara yüzleriyle kolaylıkla değişiklik yapabilmektir. Yapılan bu değişiklikler tekrar veritabanına gönderilebilir. CAD yazılımları 3B verinin gerçeğe yakın bir gösterimini sağlama yanında verinin değişik dosya formatlarına dönüştürülmesinde de önemli imkânlar sunmaktadırlar. CAD yazılımı ile veritabanına erişimde ilk aşama tabloları ve tablolardaki konumsal verilerin depolandığı sütunların belirlenmesi amacıyla veritabanının meta veri tablosunun kontrolüdür.

CAD yazılım paketi 3B kadastro verileri üzerinde değişiklik yapma ve 3B haritalama ihtiyacını karşılayabilmektedir. Bununla birlikte, özellikle bilgi sistemleri kapsamında kullanıcıların ihtiyaç duyabilecekleri diğeri bir fonksiyon da konumsal verinin sorgulanabilmesi ve konumsal analizlerin gerçekleştirilebilmesidir. CBS yazılım paketleri henüz 3B konumsal analizleri desteklemekle birlikte veritabanında depolanan verilere erişim ve 2B konumsal sorgulama ve analizleri gerçekleştirebilmektedirler. Ayrıca, CAD yazılım paketlerinde olduğu gibi 3B kadastro verisinin haritalanması işlevi CBS yazılım paketiyle de gerçekleştirilebilmektedir. Buradan da anlaşılacağı gibi CAD ve CBS uygulamaları arasındaki temel farklılık, CAD uygulamalarının 3B veri üzerinde değişiklik yapma ve gösterimde üstünlüklere sahipken en önemli eksikliklerinin konumsal verinin analizini gerçekleştirememeleridir. CBS yazılım paketleri 2B konumsal analiz ve gösterimde üstünlüklere sahipken 3B veri üzerindeki işlemlerde zayıf kalmaktadırlar. Şekil 1’de veritabanında depolanan 3B verilerine CAD/CBS yazılım paketiyle erişildikten sonra gerçekleştirilen konumsal analizler ve 3B gösterime ilişkin ara yüzler yer almaktadır.

4. SONUÇLAR

Kentlerde yüzey altında konumlandırılmış en tipik nesnelere yeraltı tesisleridir. İkinci bölümde özetlenen mevcut durum değerlendirilmesinden de anlaşılacağı gibi 3B konumsal karaktere sahip bu nesnelere ait verilerin yönetiminde yasal, kurumsal ve teknik problemler mevcuttur. Yeraltı nesnelere bir bütün olarak kendi geometrik yapılarını da temsil edecek şekilde tescil edilmemekte olup yeraltı nesnelere ait mevcut veriler genelde 2B, kâğıt altlıklar üzerinde ve gerekli konumsal doğruluktan yoksundur. Üçüncü bölümde gerçekleştirilen uygulamayla, yeraltı nesnelere ait verilerinin yönetiminde 3B yaklaşım önerilmiştir. Bu yaklaşım, nesnelere ait verilerin kendi orijinal veritabanlarında yönetilmesi ve ihtiyaç duyulduğunda CBS/CAD olanaklarıyla veritabanına erişilerek 3B verinin sorgulanması, düzenlenmesi ve gösterimini desteklemektedir. Gerçekleştirilen uygulama, bazı kısıtlamalar bulunmakla birlikte mevcut bilgi teknolojisindeki ilerlemelerin önerilen 3B yaklaşımın hayata geçirilmesinde önemli imkânlar sunduğunu göstermiştir.



Şekil 1. Veritabanında depolanan 3B verilere CAD/CBS uygulamalarıyla erişim ve 3B gösterim

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: 2008.112.006.1). Uygulama için veri sağlayan Rotterdam Belediyesi'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Doner, F., Thompson, R., Stoter, J., Lemmen, C., Ploeger, H. ve van Oosterom, P.**, 2008, 4D Land Administration Solutions in the Context of the Spatial Information Infrastructure, *Proceedings of FIG Working Week 2008*, 14 – 19 June 2008, Stockholm, Sweden.
- Döner, F.**, 2010, Türk Kadastro Sistemi için Üç Boyutlu Yaklaşım, *Doktora Tezi*, KTÜ., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- HKMO**, (2009). *Türkiye'de Teknik Altyapı Kadastro Forumu Sonuç Bildirgesi*, İstanbul Şubesi 20. Dönem Şube Yönetim Kurulu, HKMO İstanbul Şubesi Bülteni, Mayıs 2009, 27-29.
- Karataş, K.**, 2007, Kentsel Teknik Altyapı Tesisleri, Kadastro ve Türkiye'deki Uygulamaların Organizasyonu, *Doktora Tezi*, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Karataş, K., Döner, F., Bıyık, C.**, 2010, Appearance of Technical Infrastructure Cadastre in Turkey in terms of Sustainable Urbanization, *Proceedings of 1st International Congress on Urban and Environmental Issues and Policies*, 3-5 June 2010, Trabzon, Turkey.
- Sayıştay Başkanlığı Raporu**, 2008, Büyükşehir Belediyelerinde Altyapı Faaliyetlerinin Koordinasyonu Performans Denetim Raporu.