
	SAKARYA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ <i>SAKARYA UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE</i>		 SAKARYA UNIVERSITY
	e-ISSN: 2147-835X		
	Dergi sayfası: http://www.saujs.sakarya.edu.tr		
	<u>Geliş/Received</u> 17-02-2017		
	<u>Kabul/Accepted</u> 20-12-2017	<u>Doi</u> 10.16984/saufenbilder.292668	

Altyapı kazılarının planlanmasında CBS tabanlı bir karar destek sistemi önerisi: Fatih ilçesi örneği

Halil İbrahim Yumrutaş^{*1}, Şükrüye İyınam²

ÖZ



Altyapı tesisleri özellikle kent merkezlerinde yolların ve kaldırımların altından geçirilmektedir. Yeni altyapı hatlarının yerleştirilmesi, mevcut hatların bakım/onarım ve iyileştirmeleri, zaman içerisinde doğabilecek nüfus artışlarına bağlı kapasite artışları, zorunlu deplasmanlar, vb. nedenlerden ötürü ortaya çıkacak kazı talepleri yol üstyapısı (rijit, esnek) ve yolu kullananlar (taşıt, yaya) açısından muhtelif problemler doğurmaktadır. Bu çalışmanın ilk safhasında, bahsi geçen sebeplerle ortaya çıkması muhtemel altyapı kazı çalışmalarında ilgili kurumlar arasında koordinasyon sağlanması, tekrarlı çalışmaların önlenmesi, muhtelif altyapı kazıları neticesinde ortaya çıkacak olan ekonomik kayıpların ve zamansal kayıpların önlenmesi ve yol üst yapısında kazılar sebebiyle oluşacak deformasyonların minimum seviyelere indirilmesi amacıyla ilgili altyapı kuruluşları tarafından kullanılması öngörülen “Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Tabanlı Kentsel Altyapı Yönetim Sistemi (KENTSİS) Yazılımı” geliştirilmiştir. Çalışmanın ikinci safhasında ise KENTSİS yazılımına girilecek olan kazı taleplerinin gerçekleştirilme zamanlamasının belirlenmesinin kişisel insiyatiflere bırakılmaması, olası birtakım suistimallerin önlenmesi, hem sebep olacağı trafik artışı hem de yol ütyapısına vereceği tahribat gözetilerek optimum zaman ve sürede neticelendirilebilmesi amacıyla kent içi yol altyapı kazılarının önceliklendirilmesinde bulanık mantık karar destek sistemi önerilmiştir. Önerilen modelin KENTSİS yazılımına entegre olabilecek, zeki çizelgeleme yapabilecek ve pratikte uygulanabilir olması hedeflenmiştir. Söz konusu modelin uygulanması neticesinde bir yıl süre zarfında bulvar/caddelerde gerçekleştirilmiş olan 160 adet normal (planlı) kazı çalışması birleştirilerek 75 adet kazı çalışmasına düşürülmüş, sokaklarda gerçekleştirilmiş olan 130 adet normal (planlı) kazı çalışması birleştirilerek 41 adet kazı çalışmasına düşürülmüştür.

Anahtar Kelimeler: kentsel altyapı yönetim sistemi, altyapı kazısı, bulanık mantık modelleme, CBS

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author

¹ Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Karabük, iyumrutas@karabuk.edu.tr

² İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Ulaştırma Anabilim Dalı, İstanbul, iyinars@itu.edu.tr

	SAKARYA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ <i>SAKARYA UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE</i>		 SAKARYA UNIVERSITY
	e-ISSN: 2147-835X		
	Dergi sayfası: http://www.saujs.sakarya.edu.tr		
	<u>Geliş/Received</u> 17-02-2017		
	<u>Kabul/Accepted</u> 20-12-2017	<u>Doi</u> 10.16984/saufenbilder.292668	

A GIS based decision support system proposal for planning infrastructure excavations: Fatih district example

ABSTRACT

Urban infrastructure facilities are placed under roads or sidewalks and infrastructure excavation demands which ensue because of placing new infrastructure network, maintenance-repair-rehabilitation of existing infrastructure facilities, capacity increase, displacements, etc. cause various problems for pavements and road users (vehicles or pedestrians). In this study, a geographic information system (GIS) based urban infrastructure management system software (KENTSIS) has been developed, which must be used by all related infrastructure organizations in order to provide coordination of excavations, to prevent repeated excavations, to prevent time and economic loss due to traffic congestion during excavations, to minimize probable deformations in pavements and a GIS based decision support system for prioritizing urban road infrastructure excavations was proposed in order to prevent personel initiatives while determining time schedules for the work demands that were installed to the software, to prevent abuses, to designate the best excavation schedule considering both traffic and pavement. The proposed model was aimed to make “intelligent schedule” for prioritizing urban road infrastructure excavations integrated with infrastructure management system software. With the apply of the model for one year span, 160 excavations decreased to 75 in boulevard/mainstreets and 130 excavations decreased to 41 in narrow streets.

Keywords: urban infrastructure management system, infrastructure excavation, fuzzy logic modeling, GIS

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Altyapının kalitesi ve verimliliği; insanların yaşam kalitesini, sosyal sistemin sağlıklı yürümesini, ekonomik aktivitelerin devamlılığını doğrudan etkilemektedir. Bir milletin ekonomik gelişmişliğinin göstergesi onun altyapı gelişmişliği ile doğru orantılıdır [1]. Bir şehrin altyapısı, insan vücudunun dolaşım sistemine benzer. Bu sistemde en küçük bir problem dahi oluştuğunda, diğer organ ve sistemleri yani, genel sağlık ve yaşam koşullarını kötü yönde etkiler [2].

Altyapının birçok tanımı olmasına karşın genellikle “Kamu hizmetleri” ifadesiyle özdeşleştirilir. Kamu hizmetleri denilince; ilgili kurumlar (daha ziyade yerel yönetimler) tarafından tedarik edilen ve ihtiyaç duyulduğunda

geliştirilen elektrik, atık su, içme suyu, doğalgaz, haberleşme vb. tesisler akla gelmektedir [1]. Oldukça yüksek miktarda bir yatırım gerektiren kamu hizmetleri, halkın problemlerini çözmeyi amaçlayan çözümler üretir ve planlama, tasarım, imalat ve yönetim süreçleri, ilgili idare tarafından yürütülür veya denetlenir. Bu işler için gerekli malzeme imalat veya yönetim, ilgili idarenin denetiminde özel sektör eliyle de gerçekleştirilebilir [3].

Yol üstyapısı, yolun kullanıma açılmasıyla birlikte; yol yüzeyine etkiyen trafik yükleri, iklim etkileri, tasarım ve uygulama hataları, bakım/onarım eksikliği ve altyapı tesislerine müdahaleler sebebiyle birtakım bozulmalara maruz kalmakta ve henüz servis ömrünü tamamlamadan hatta servis ömrünün ilk yıllarında çeşitli müdahalelere (yama, tranşe veya yenileme)

maruz kalmaktadır. TS 10618 sayılı “Şehir İçi Yolları Teknik Alt Yapı Tesisleri Planlama ve Yerleştirme Kuralları” uyarınca kentsel altyapı tesisleri şehiriçi yolların ve kaldırımların altından geçirilmektedir [4]. Bu sebeple altyapıdaki bozulmalar doğrudan yol üst yapısını ve yolu kullananları etkilemekte olup tüm bu çalışmaların koordineli olarak yürütülmesi son derece önemlidir [5,6].

Son yıllarda çağın gereksinimi olan bilgi teknolojileri yerel yönetimler tarafından da hızla benimsenip kullanılmaktadır. Geleneksel kamu yönetimi enstrümanlarının yetersiz kalması, Coğrafi Bilgi Sistemleri benzer teknolojilerin kamu yönetiminde de etkin ve asli olarak kullanılmasını zorunlu kılmaktadır [7].

Altyapı hizmetlerinin gerçekleştirilmesinde, kaynakların verimli ve ekonomik kullanılması, etkili bir planlama ve koordinasyon gerektirmektedir. Özellikle büyükşehirlerde altyapı (içme suyu, kanalizasyon, doğalgaz, elektrik, haberleşme vb.) ve yol üst yapısının (asfalt, kaldırım vb) yapım, bakım/onarım ve iyileştirme çalışmalarının koordineli bir şekilde planlanması ve gerçekleştirilmesi; tekrarlı çalışmaların, zaman ve kaynak israfının, araç ve yaya trafiğinde aksamaların önlenmesi ile çevreye verilecek olan zararın minimum düzeye indirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır [8].

Uygulamada gözlemlenen problemlerin kaynağı aynı cadde veya sokak üzerinde ilgili kurumların birbirlerinden habersiz ve keyfi olarak farklı zamanlarda gerçekleştirdikleri tekrarlı bakım/onarım veya yenileme çalışmalarıdır. Buna bağlı olarak altyapıdaki bakım/onarım ve yenileme çalışmaları süresince;

- Yaya ve taşıt trafiğinin engellenmesi nedeniyle zaman kayıpları yaşanmaktadır,
- İş kazaları ve trafik kazaları nedeniyle can ve mal kayıpları yaşanmaktadır,
- Mevcut üstyapı zarar görmekte, servis ömrünü tamamlayamadan hatta servis ömrünün ilk yıllarında çeşitli müdahalelere (yama, tranşe veya yenileme) maruz kalmaktadır,
- Ses ve görüntü kirliliği sebebiyle civar sakinlerinin yaşam kalitesi düşmektedir,
- Üstyapıdaki bozulmalar nedeniyle tekrarlı çalışmalar yapılmakta, kaynak israfına yol açılmaktadır.

- Herhangi bir altyapı kurumu diğer bir kurumun altyapı tesisine zarar verebilmektedir.

Şekil 1’de İstanbul’da bir sokakta gerçekleştirilmiş olan koordinasyonsuz ve gelişmiş güzel bir altyapı çalışması nedeniyle yol üst yapısında meydana gelen deformasyon gösterilmiştir.



Şekil 1. Koordinasyonsuz bir kazı çalışması örneği [9]
(An example of incoordinated excavation)

Bu çalışmanın ortaya konulmasındaki en önemli sebep bahsi geçen problemlerin çözümüne katkı sağlamak amacıyla kent içi yollarda altyapı kazılarının Coğrafi Bilgi Sistemi tabanlı bir karar destek sistemi geliştirilerek önceliklendirilmesi ve koordine edilmesidir.

Uygulama alanının ve konusunun çok geniş olması, yüzlerce farklı veriyi içermesi, birçok farklı kuruma bağlı olması (İski, İgdaş, Tedaş, Telekom vb.), veriye ulaşma güçlükleri ya da ilgili kurumların veri paylaşımındaki isteksiz davranışları, bazı verilerin kayıt altına alınmamış olması, kayıt altına alınanların bir kısmının dijital olmayışı ya da farklı dijital formatlarda depolanmış olması, finansal yetersizlikler gibi nedenlerle, çalışma Fatih İlçesi ile sınırlı tutulmuştur.

Amerika, Kanada, Almanya ve Fransa gibi gelişmiş ülkeler başta olmak üzere birçok ülkede, altyapı ve üstyapı çalışmalarının çevreye en az zarar verecek şekilde, uygun maliyetlerle yerine getirilebilmesi ve etkin bir şekilde koordine edilebilmesi için çeşitli bilgisayar yazılımları ve karar destek sistemleri kullanılmaktadır [10,11]. Sarja [12], altyapının hizmet ömrü tahmini ve optimizasyonu üzerinde değerlendirmeler yaparak, altyapıdaki temel tanım ve kavramları irdelemiş, bakım-onarım-iyileştirme süreçlerine ilişkin bir takım yönetimsel öneriler sunmuştur.

Adeli [13], bilgisayar destekli altyapı mühendisliği çalışmalarını incelemiş ve yapay zeka, bulanık mantık, genetik algoritmalar, bilişsel modelleme, veri tabanı yönetimi, optimizasyon vb. üzerinde durmuştur.

Ülkemizde, 1984 yılından itibaren Büyükşehir Belediyelerine ilişkin yasal düzenlemelerle altyapı çalışmalarının koordinasyon içinde yürütülmesi sağlanmaya çalışılmış, günümüzde ise Büyükşehir Belediyelerinde Altyapı Koordinasyon Merkezleri (AYKOME) kurulması zorunluluğu getirilmiştir. Turabi [14] çalışmasında, kentsel yerleşim alanlarında altyapı ve üstyapı oluşumunun ekonomik analizini tartışacak bir model kurarak kent bilgi sistemlerinin gerekliliğinden bahsetmiştir. Ayrıca herbiri farklı kurumlar tarafından yönetilmekte olan altyapı tesislerinin ortak yaklaşımla yönetilmeleri gerektiğini savunmuştur. Boyacıoğlu [15], kurumlararası iletişim eksikliğinden dolayı altyapı tesislerinde ortaya çıkan sorunlardan bahsetmiş ve kapsamlı bir envanter çalışması ile veri tabanının gerekliliğini ortaya koymuştur. Sakız [16], Coğrafi Bilgi Sistemleri ile altyapı uygulamalarını analiz etmiştir. Sayıştay Başkanlığı raporunda [8], Büyükşehir Belediyelerinde altyapı faaliyetlerinin koordinasyonu incelenmiş, kurumlararası koordinasyonsuzluk ve mevcut problemler teşhis edilmiştir. Karataş [17], Türkiye’de kentsel teknik altyapı tesisleri uygulamalarında koordinasyonun önemi ile altyapı bilgi sisteminin gerekliliğini ortaya koymuş ve Altyapı Koordinasyon Merkezlerini irdelemiştir. Dinçylmaz [18], altyapı bilgi sistemlerinde coğrafi bilgi sistemlerini incelemiştir.

Çalışma kapsamında İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve ilgili diğer altyapı ve üstyapı kurumlarının üst düzey yöneticileri ile yüz yüze görüşmeler gerçekleştirilmiş, kurumların kentsel altyapı ve yol üstyapısı koordinasyonuna ilişkin sorunları ve ihtiyaçları tespit edilmiştir. Buna göre; Türkiye’de özellikle büyükşehir belediyelerinde, altyapı tesislerinin işletilmesinden sorumlu kurumların (kamu-özel sektör) bir kısmının altyapı bilgi sistemlerinin bulunmadığı bir kısmının ise kendi bünyelerinde kısmen de olsa altyapı bilgi sistemlerine sahip oldukları (iskabis, igabis vb.) ancak birbirleriyle entegre edilmiş bir karar destek sistemi ve veri tabanlarının (altyapı yönetim sistemi) olmadığı görülmüştür. Kazı başvuruları ya kağıt ortamında gerçekleştirilmekte ya da dijital ortamda gerçekleştirilmekte ancak her iki yöntemde de

sadece kazı talepleri alınıp onaylanmakta, herhangi bir koordinasyon sağlanamamaktadır.

2. KENTSEL ALTYAPI YÖNETİM SİSTEMİ YAZILIMI (URBAN INFRASTRUCTURE MANAGEMENT SYSTEM SOFTWARE)

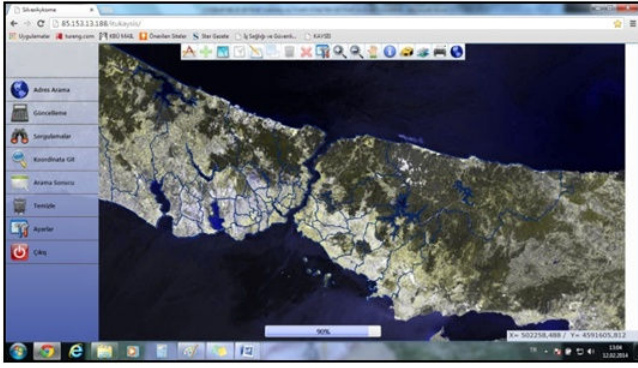
Uygulamada karşılaşılan sorunların, CBS tabanlı bütünleşik bir altyapı yönetim sistemi yazılımı (KENTSİS) ve bu yazılıma entegre olacak bir karar destek sistemi modeli geliştirilerek kentsel yol altyapısı kazılarının önceliklendirilmesi ve koordine edilmesi hedeflenmiştir. İlgili altyapı kurumlarınca kullanılması ve bu sayede bahsi geçen sorunların önlenmesi adına geliştirilen coğrafi bilgi sistemi tabanlı kentsel altyapı yönetim sistemi yazılımı web tabanlı olup sisteme giriş 85.153.13.188/kaysis_itu2/ web adresinden sağlanmaktadır. Kullanıcı adı: “B” ve şifre: “B” olarak atanmıştır. Sistemde kullanılan tüm altlık veriler İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve Fatih Belediyesi Harita Müdürlükleri’nden temin edilmiştir. Giriş arayüzünde ilgili kurumların giriş yapabilmesi ve yeni şifre talebinde bulunabilmesi için gerekli kısımlar bulunmakta olup Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Sistem girişi (Login interface)

Yazılım,7 adet modül olacak şekilde tasarlanmış olup modül erişimleri Şekil 3’de gösterildiği gibidir;

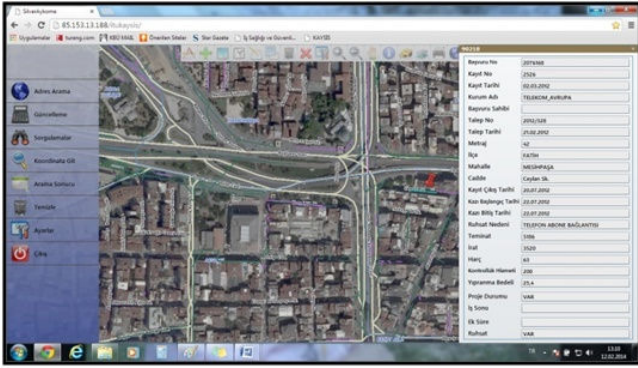
- Çizim ve başvuru modülü
- Harita modülü
- Sorgulama modülü
- Metraj modülü
- Acil müdahale modülü
- Onay modülü
- Analiz modülü



Şekil 3. Ana ekran (Main interface)

2.1. Çizim ve Başvuru Modülü (Drawing and Application Modul)

Çizim ve başvuru modülü kazı talebinde bulunacak kurumun başvurusu ile ilgili sözel ve buna bağlı coğrafi verileri oluşturabileceği bir modüldür. Şekil 4'de gösterilmiş olup aşağıdaki fonksiyonlara sahiptir.



Şekil 4. Çizim ve başvuru modülü (Drawing and application modul)

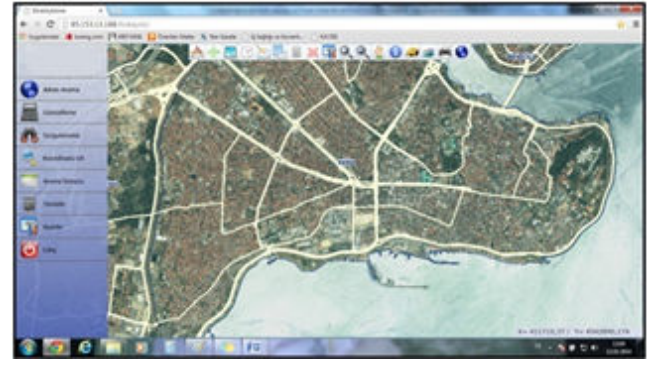
Yeni yapılması planlanan bir hatta ait bilgiler veya bakım-onarım çalışması öngörülen bir hatta ait bilgiler (ruhsat başvuru bilgileri) x, y, z koordinatları ile girilebilmektedir. Bunun için gerekli çizim araçları yer almaktadır. Ruhsat başvuru esansında çizim bilgilerinin yanı sıra aşağıdaki bilgiler de girilebilmektedir.

- Adres bilgisi (İlçe, Mahalle, Cadde, Sokak hatta sokağın/caddenin hangi kısmında çalışma yapılacağı örneğin 3. metre ile 15. metre arası ve hangi şeritlerde çalışma yapılacağı)
- Kurum bilgileri (İski, İğdaş, telekom vb. hangi kurumun çalışma yapacağı)
- Kazı ruhsatı alma sebebi (Arıza, kapasite artırımı, yeni hat, deplase vb.)
- Yapılacak çalışma (Asfalt kaplama, bordür yapma, kazı çukuru açma, baca yükseltme vb.)

- Çalışma zaman ve süresi (başlangıç ve bitim tarihlerini içerecek şekilde)
- Trafik aksatma durumu (gece-gündüz ve hangi saatlerde çalışılacağı)
- Metraj bilgileri (Yapılacak kazının uzunluk, genişlik ve derinliği)
- Proje bilgileri (proje sisteme sayısal olarak eklenebilmelidir. Bunun için kurumlar arası ortak bir veri formatı belirlenmelidir.)

2.2. Harita Modülü (Mapping Modul)

Şekil 5'de gösterilen harita modülü araçları kullanılarak aşağıdaki işlemler gerçekleştirilebilmektedir.



Şekil 5. Çizim ve katman butonları (Drawing and layer tools)

■ Katman ekleme ve çıkarma

Ana ekran üzerinde katmanlar linkine tıklanarak istenilen katmanlar eklenebilmekte veya çıkarılabilmektedir. Bu katmanlar aşağıdaki gibi olup Şekil 6'da gösterilmiştir.

- Halihazır harita
- Uydu görüntüsü
- İlçe, Mahalle, Cadde, Sokak, Kapı no (numarataj) bilgileri (güncelliği sağlanmalı)
- Mevcut ve yenilenen imar durum bilgileri (kapasite artışı vb. planlamalar için)
- Devam eden çalışmalara ait bilgiler
- Yeni yapımı planlanan hatlar
- Bakım-onarım çalışması yapılması planlanan hatlar
- Zemin haritaları (riskli zeminlerin önceden tahmini için)
- Fay hatları (riskli hatların önceden tahmini için)

2.6. Metraj Modülü (Quantity Servey Modul)

Yapılacak çalışmaya ilişkin tahribat bedellerinin giriş ve hesaplamalarının yapılabileceği bir modüldür.

2.7. Acil Müdahale Modülü (Emergency Modul)

Arıza kazılarının gerçekleştirilmesi gerektiği hallerde bir nevi çağrı merkezi gibi hizmet verecek bir modüldür.

3. TEORİK ALTYAPI VE VERİ YÖNETİMİ (THEORETICAL INFRASTRUCTURE AND DATA MANAGEMENT)

Çalışmada kullanılan veriler İSKİ, İGDAŞ, İSFALT, TEDAŞ, BEDAŞ, TÜRKTELEKOM, İBB, Fatih Belediyesi vb. kurumlardan temin edilmiştir. Veri temini aşamasında ayrıca, İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve ilgili diğer altyapı ve üstyapı kurumlarının üst düzey yöneticileri ile yüz yüze görüşmeler gerçekleştirilmiş, kurumların kentsel altyapı ve yol üstyapısı koordinasyonuna ilişkin sorunları ve ihtiyaçları tespit edilmiştir. Bu tespitler KENTSİS yazılımının oluşturulmasında ve modelleme safhalarında yol gösterici olmuştur.

3.1. Modelleme (Modeling)

KENTSİS yazılıma girilecek olan kazı taleplerinin gerçekleştirilme zamanlamasının belirlenmesinin kişisel insiyatiflere bırakılmaması, olası birtakım suistimallerin önlenmesi hem sebep olacağı trafik artışı hem de yol üstyapısına vereceği tahribat gözetilerek optimum zaman ve sürede neticelendirilebilmesi amacıyla kentiçi yol altyapı kazılarının önceliklendirilmesinde bulanık mantık karar destek sistemi önerilmiştir.

Uygulama alanının ve konusunun çok geniş olması, yüzlerce farklı veriyi içermesi, veriye ulaşma güçlükleri ya da ilgili kurumlardan (İski, İgdaş, Tedaş, Telekom vb.) veri temininde yaşanan sorunlar, elde edilen verilerin dijital olmayışı ya da farklı formatlarda depolanmış olması, finansal yetersizlikler ve zaman sınırlaması gibi nedenlerle, çalışmalar neticesinde önerilmiş olan model sadece İstanbul Büyükşehir Belediyesi Fatih İlçesi sınırlarında uygulanmıştır. Özellikle belirsizlikler içeren, doğrusal olmayan ve eksik verilerin bulunduğu problemlerin kolayca modellenebilmesi ve kontrol, karar verme, tahmin problemleri başta olmak üzere pek çok alanda yaygın bir şekilde kullanılması sebebiyle, yol

üstyapısı kazılarının önceliklendirilmesinde karar verme amaçlı geliştirilen modelimize uygunluğu bakımından Bulanık Mantık (Fuzzy Logic) Yöntemi tercih edilmiştir [19].

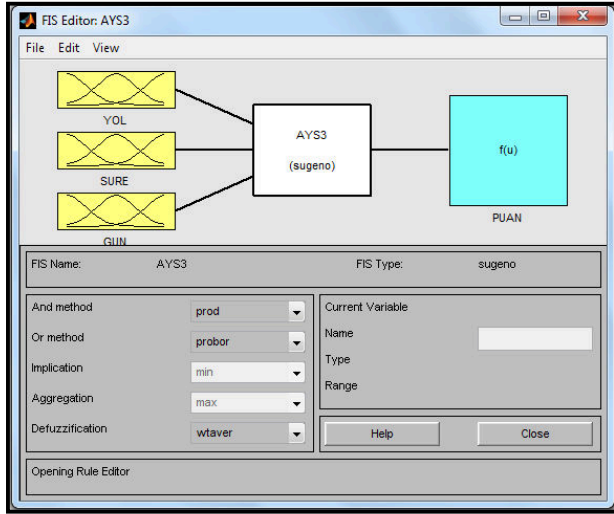
Bulanık mantık modellemelerinde kullanılan başlıca yöntemler Mamdani ve Takagi-Sugeno yöntemleridir. Sugeno yöntemi, temel olarak Mamdani modeli ile aynıdır. Aralarındaki fark çıktı kümesinin sabit ya da doğrusal olmasıdır [20]. Sugeno yöntemi Mamdani yöntemine kıyasla daha kompakt ve sayısal olarak daha randımanlıdır. Sugeno sistemi bulanık modelin oluşturulmasında daha uyumlu teknikler içerir. Bu teknikler bulanık sistemin veri setlerini kullanarak en iyi modeli oluşturmasında üyelik fonksiyonlarını duruma uyarlayabilirler. Ayrıca matematiksel analizler için daha uygundur [21]. Bu çalışmada, bulanık mantık ile verilerin değerlendirilmesinde, MathWorks firmasının Matlab yazılımı kullanılmış olup, çıktı verilerinin sabit sayılar olması sebebi ile Sugeno modeli tercih edilmiştir. Matlab yazılımı, sayısal hesaplama, veri analizi ve görüntülenmesi, interaktif algoritma geliştirilebilmesi amacıyla yönelik bir bilgisayar yazılımıdır. Matlab, kullanıcıya, içerisinde birçok önceden tanımlı fonksiyon kütüphanesini barındıran araçlar sunmaktadır. Bu çalışmada, bu araçlardan “Fuzzy Logic Toolbox” içerisinde kayıtlı fonksiyonlardan ve “Simulink” simülasyon modeli oluşturma fonksiyonundan yararlanılmıştır. Araç kutusu (toolbox), geliştirilen yazılım arayüzleri tarafından da kullanılabilen komut dosyaları, grafik arayüze sahip gereçler de barındırmaktadır. Bu sayede bulanık çıkarım sistemleri geliştirilebilmekte ve diğer yazılım arayüzler ile iletişim kurabilmektedir. Matlab Fıs editörden aynı zamanda değişkenlerin değerleri ile çıkış değişkenin aldığı değerleri görmek mümkündür. Kullanıcı hangi kuralın uygulandığını buradan takip edebilir. Kullanıcı bulanık mantık sınıflandırıcısının giriş ve çıkış değişkenlerinin sayısını, üyelik fonksiyonlarının sınır değerlerini, üyelik fonksiyonlarının tiplerini ve sayılarını, kural tabanının kural sayısını ve kurallarını değiştirebilir. Yeni kural ekleyebilir ve mevcut kuralları değiştirebilir [22]. Bu özellikler, bulanık mantık modeline esneklik kazandırmakta, ileride değişecek şartlara göre güncellemelerin yapılmasına ve daha net sonuçların elde edilmesine olanak sağlamaktadır.

3.2. Matlab “Fuzzy Logic Toolbox” Kullanılarak Bulanık Öncelik Modeli Oluşturulması (Matlab “Fuzzy Logic Toolbox” to Develop Fuzzy Priority Model)

Modelimizde, öncelik belirlenmesinde üç bulanık değişkenin etkisi vardır. Bunlar;

- Çalışma yapılan yer (YOL)
- Çalışma yapılan süre aralığı (SÜRE)
- Çalışma yapılan günler (GÜN)

olup Şekil 8’de gösterilmiştir.



Şekil 8. Bulanık değişkenler (Fuzzy variables)

Çalışma yapılacak yerin önemi; yol tipi, yol türü, kaplama cinsi ve pratik şerit sayılarına bağlı olarak değişmektedir. “Yol tipi” ve “Yol türü” özellikle taşıt ve yaya trafik hacmi açısından, “Pratik şerit sayıları” yolun kapasitesi açısından, “Kaplama cinsi” ise kazının ortaya çıkaracağı maliyet açısından önem arz etmekte olup amaç; trafik hacminin yüksek olduğu ve kaplama cinsinin yüksek kalitede olduğu yollarda kurumları daha planlı çalışmalar yapmaya sevk etmek, bu suretle yaya ve taşıt trafiğinin yıl içerisinde tek seferde engellenmesini sağlamak ve kaplamaya verilecek olan zararı asgariye indirerek yol üstyapısının hizmet ömrünü yükseltmektir.

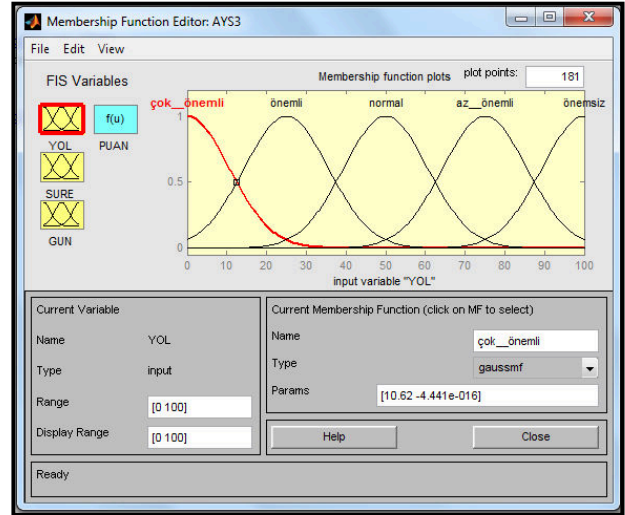
Çalışma yapılacak süre aralığı, özellikle yaya ve taşıt trafiği açısından önem arz etmekte olup amaç; kurumları kısa süreli çalışmalar yapmaya sevk etmek, bu suretle yaya ve taşıt trafiğinin yıl içerisinde daha kısa sürelerde engellenmesini sağlamak ve kazı çalışmaları sebebiyle çevreye gayri ihtiyari olarak verilecek rahatsızlığı en kısa sürede indirmektir.

Çalışma yapılan gün veya günler özellikle trafik yoğunluğu açısından önem arz etmekte olup amaç trafik yoğunluğunun diğerlerine nazaran daha az

olduğu gün ve aylarda çalışma yapılmasını sağlamaktır.

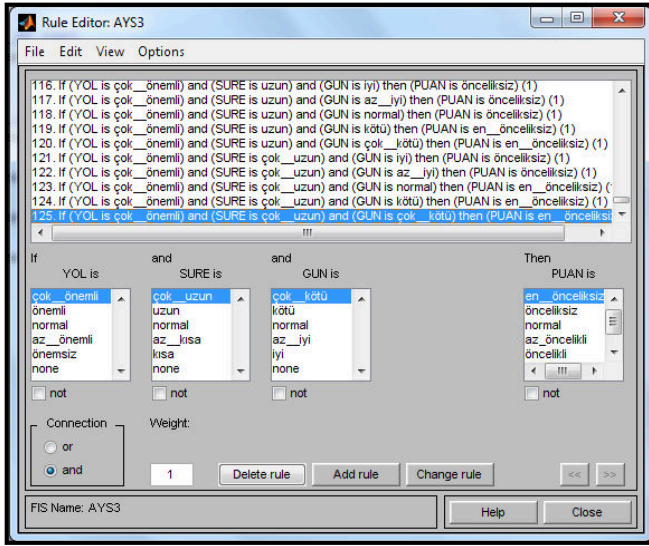
Konuyla ilgili literatür incelendiğinde üyelik fonksiyonlarının kullanımlarında, fonksiyonların şekillerinin hassas olmasının çok da önemli olmadığı pek çok örnekte görülmüştür. Şeklin çok hassas olmasından ziyade önemli olan; dilsel tanım aralıklarının iyi tespit edilmesi, bulanık küme sayısı ve kümeler arası geçişlerin olmasıdır [23]. Geliştirilen bulanık modelin üyelik fonksiyonlarının oluşturulmasında, dilsel tanım aralıklarını en iyi temsil etmesi sebebiyle Gaussian tipi seçilmiştir.

“Yol” bulanık değişkenine ait gaussian tipi üyelik fonksiyonları (çok önemli, önemli, normal, az önemli, önemsiz), “Süre” bulanık değişkenine ait gaussian tipi üyelik fonksiyonları (çok uzun, uzun, normal, az kısa, kısa), “Gün” bulanık değişkenine ait gaussian tipi üyelik fonksiyonları (çok kötü, kötü normal, az iyi, iyi) olmak üzere Şekil 9’da bir örnek gösterilmiştir.



Şekil 9. Üyelik fonksiyonları (membership functions)

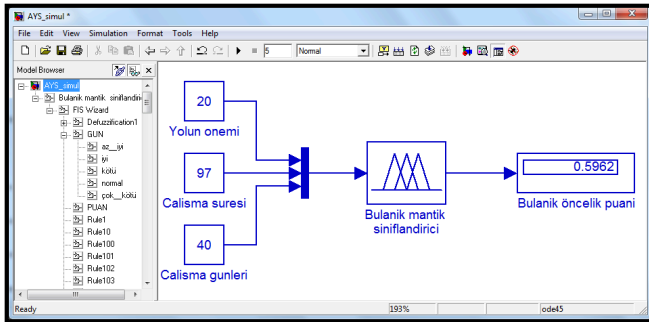
3’er adet bulanık değişken ve her birine ait 5’er adet üyelik fonksiyonları kullanılarak 125 adet kural tabanı oluşturulmuş olup kural tabanı editörü Şekil 10’da gösterilmiştir.



Şekil 10. Kural tabanı editörü (Rule editor)

3.3. Matlab “Simulink Toolbox” Kullanılarak Bulanık Modelin Durulaştırılması (Defuzzification of Fuzzy Model Using Matlab “Simulink Toolbox”)

Bulanık mantık değişkenlerine ait değerlerin durulaştırılması amacıyla oluşturulan Simulink modeli yapısı Şekil 11’de gösterilmiştir. Buna göre “yolun önemi”, çalışma süresi” ve “çalışma günleri” girdileri “bulanık mantık sınıflandırıcı”dan geçerek ilgili kazı çalışmasına ait “bulanık öncelik puanını” oluşturmaktadır. Sonuç yüzdesel değer olarak elde edilmekte olup excell tablolarında 1-100 arası puan şeklinde ifade edilmiştir.



Şekil 11. Simulink model yapısı (Simulink model)

3.4. Bulanık Öncelik Puanlı Çizelgeleme (Fuzzy Priority Score Schedule)

Çizelgenin oluşturulmasında ilgili kurumlardan temin edilen 2012 yılı kazı ruhsatı başvuruları dikkate alınmıştır. Excell ortamında oluşturulan tabloda İstanbul İli, Fatih İlçesi’nde 2012 yılı içerisinde gerçekleştirilmiş olan kazılara ait Mahalle, Cadde, Sokak, Kurum adı, Kazı uzunluğu, talep tarihi, kazı başlangıç ve bitiş tarihleri bilgileri yer almaktadır.

Buna göre; 290 adet normal (planlı) kazıya ait veriler ve 468 adet arıza (plansız) kazıya ait veriler Ek A’ da sunulmuştur.

Başvuruların doğru ve verimli bir şekilde değerlendirilebilmesi için “öncelik” kavramının doğru bir şekilde tanımlanması ve kullanılması gerekmektedir. Bunun için de başvurulardan hangilerinin geciktirilebileceği veya öne alınabileceği gerçekçi seçim kriterleri ile açık olarak belirlenmelidir [24]. Herhangi bir kazı başvurusuna ait her bir bulanık değişken (Yol, Süre, Gün) öncelikle kendi içerisinde 1-100 arası puanlamaya tabi tutulmuştur. Daha sonra “yolun önemi”, “çalışma süresi” ve “çalışma günleri” girdileri bulanık mantık sınıflandırıcıdan geçerek ilgili kazı çalışmasına ait “bulanık öncelik puanını” oluşturmakta olup aynı yol grubu için herhangi bir kazı başvurusunun değerlendirilmesi aşamasında en yüksek puana sahip başvuru “öncelikli” olarak tanımlanmış ve diğer başvurular en yüksek puana sahip başvuru ile birleştirilme yoluna gidilmiştir.

3.4.1. Yol (Road)

Kazı başvurusunda bulunmuş olan Bulvar/Cadde ve Sokaklar 1-100 arası puanlanmıştır. Puanlama için Fatih İlçesi Mahalle, Yol ismi, Yol tipi, Yol türü, Teorik şerit sayıları, Pratik şerit sayıları, Kaplama cinsi, Yol genişliği, Yol uzunluğu bilgileri kullanılmıştır. Puanlamaya esas kriterler; Yol tipi, Yol türü, Kaplama cinsi ve Pratik Şerit sayıları olup her bir kriter kendi içerisinde önemi yüksek olanın puanı düşük olacak şekilde puanlanmıştır.

“Yol tipi” ve “Yol türü” özellikle taşıt ve yaya trafik hacmi açısından, “Pratik şerit sayıları” yolun kapasitesi açısından, “Kaplama cinsi” ise kazının ortaya çıkaracağı maliyet açısından önem arz etmekte olup amaç; trafik hacminin yüksek olduğu ve kaplama cinsinin yüksek kalitede olduğu yollarda yapılması planlanan kazılara düşük puan vererek bir nevi ceza puanı uygulamak ve bu suretle özellikle anaarterlerde kurumları daha planlı çalışmalar yapmaya sevk etmektir. İlgili puanlar literatürde bu yönde bir çalışma olmaması sebebiyle subjektif olarak atanmıştır. Söz konusu puanlama Tablo 1’de sunulmuştur. Daha sonra aritmetik ortalamaları esas alınarak 1-100 arası bir puan elde edilmiş olup Ek A’da sunulmuştur.

Tablo 1. Yol puanlama kriterleri (Road scoring criteria)

Yol Puanlama Kriterleri			
Yol Türü	puan	Pratik Şerit Sayıları	puan
Bağlantı yolu	10	1	100
Bulvar	10	2	75
Cadde	10	3	50
Çıkamaz	100	4	25
İç yol	75	Kaplama Cinsi Puan	
Kavşak	10	Asfalt	10
Merdivenli yol	100	Beton	10
Meydan	10	Parke	25
Park yolu	100	Stabilize	50
Site yolu	100	Toprak	100
Sokak	50	Yol Tipi Puan	
Tali yol	75	Ana arter	10
Trafiğe kapalı yol	100	İlçe	50
Yaya yolu	100	Trafiğe kapalı yol	100

3.4.2. Süre (Duration)

Kazı başvuruları, çalışma sürelerine bağlı olarak 1-100 arası puanlanmıştır. Puanlama için Fatih İlçesi 2012 yılı kazı çalışmalarının başlangıç ve bitiş tarihleri esas alınmıştır. Kazı başvuruları “saat” olarak değil “gün” olarak gerçekleştirilmiş ancak tek günlük çalışmaların kazı uzunluğuna bağlı olarak bir kaç saat içerisinde tamamlanabilmesi göz önünde bulundurularak tüm çalışma süreleri saate çevrilmiştir. Bunun için “Kazı uzunluğu”, Altyapı Koordinasyon Müdürlüğü’nün her kurum için belirlemiş olduğu “Kazı süreleri”ne bölünmüş olup bu süreler Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Kazılar için izin verilen çalışma süreleri (allowed excavation durations)

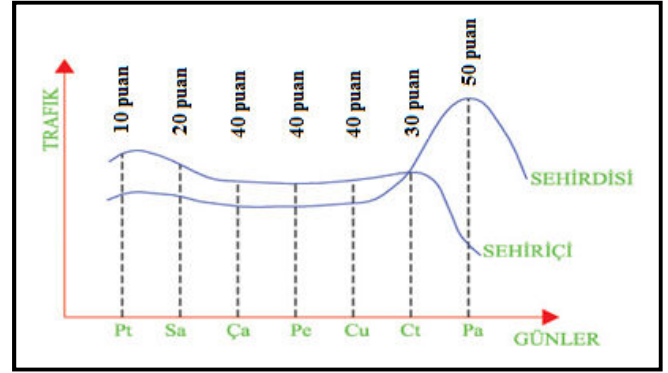
Kurum Adı	İzin Verilen Çalışma Süreleri
İski Kanalizasyon	5m/gün
İski İçme Suyu	20m/gün
İğdaş Çelik Boru	40 m/gün
İğdaş Polietilen Boru	75 m/gün
Bedaş	20 m/gün
Telekom	10 m/gün

Microsoft Excell ortamında çalışma süresi uzun olan yolun puanı düşük olacak şekilde formül oluşturularak 1-100 arası puanlama yapılmıştır. Süre, özellikle yaya ve taşıt trafiğinin engellenme zamanının uzunluğu açısından önem arz etmekte olup amaç; uzun süreli planlanan kazılara düşük puan vererek bir nevi ceza puanı uygulamak ve bu suretle kurumları daha kısa süreli çalışmalar yapmaya sevk etmektir. Puanlama için en fazla

çalışma günü 30 gün esas alınarak 720 saat değeri 1 puan olacak şekilde formülize edilmiş olup sonuçlar Ek A’da sunulmuştur.

3.4.3. Gün (Day)

Kazı başvuruları, çalışma günlerine bağlı olarak 1-100 arası puanlanmıştır. Puanlama için Fatih İlçesi 2012 yılı kazı çalışmalarının başlangıç ve bitiş tarihleri esas alınmıştır. Ayrıca şehiriçi ve şehirdışı trafik yoğunluğunun haftalık değişimini gösteren Şekil 12’den faydalanılmıştır.



Şekil 12. Haftalık trafik değişimi [25] (Change of the traffic volume depending on the days of week)

Buna göre Pazartesi günleri şehir içi trafiğin en yüksek seviyede olduğu, Salı günleri düşüş eğilimine geçtiği, düşüşün Çarşamba gününe kadar devam ettiği, Çarşamba, Perşembe ve Cuma günleri hemen hemen sabit kaldığı, Cumartesi günü bir miktar yükselişe geçse de Pazar günleri en düşük seviyede olduğu gözlenmektedir. Puanlamada trafik yoğunluğunun yüksek olduğu çalışma günleri için daha düşük puan verilmiştir. Çalışmanın gerçekleştirileceği gün veya günler, özellikle trafik yoğunluğu açısından önem arz etmekte olup amaç; trafik yoğunluğunun yüksek olma ihtimali bulunan zamanlarda yapılması planlanan kazılara düşük puan vererek bir nevi ceza puanı uygulamak ve bu suretle kurumları nisbeten daha uygun günlerde çalışmalar yapmaya sevk etmektir. İlgili puanlar literatürde bu yönde bir çalışma olmaması sebebiyle subjektif olarak atanmış olup Şekil 12’de gösterilmiştir.

Ay, süre olarak astronomik bir zaman periyodu olduğu halde trafik açısından önemli değildir. Zira, insanlar çalışmalarını hafta esasına göre ayarlamaktadırlar. Ancak genel itibarıyla ayın ilk haftası ve özellikle tatil sezonlarına rastlayan hafta ve günler değişim gözlenmektedir [25]. Yıl içinde trafik yoğunluğunun değişimi gözlemlendiğinde; servis araçlarının trafiğe çıkmaması ve okul sebebiyle yola çıkan hususi taşıtların trafikten çekilmesi sebebiyle trafik yoğunluğu önemli

ölçüde azalmakta olup özellikle Milli Eğitim Bakanlığı tatil sezonları, kazı çalışmaları açısından en uygun dönemlerdir. Kazı çalışmalarının özellikle bu dönemlerde yapılmasının teşvik edilmesi açısından puanlamada bu dönemlere karşılık gelen günler için normal gün puan değerinin 2 katı puan verilmesi öngörülmüştür. Kazı çalışma sürelerinin birden fazla gün olduğu durumlarda ise her bir çalışma gününe ait puanlar toplanarak çalışılan gün sayısına bölünmüş ve aritmetik ortalama değeri esas alınmıştır. Formülizasyon Microsoft Excell kullanılarak yapılmış olup ilgili değerler Ek A'da sunulmuştur.

Gerçekleştirilen çalışma ve puanlama sistemi İstanbul İli, Fatih İlçesi için geliştirilmiş olup özellikle yaz aylarında trafik yoğunluğunun yaşandığı tatil bölgelerinde veya iklimsel koşulların kazı çalışmalarını etkileme ihtimali bulunan bölgelerde yöresel farklılıkların gözetilerek bu duruma uygun bir puanlama sistemi oluşturulması gerekmektedir.

3.4.4. Yol Gruplandırma (Road Grouping)

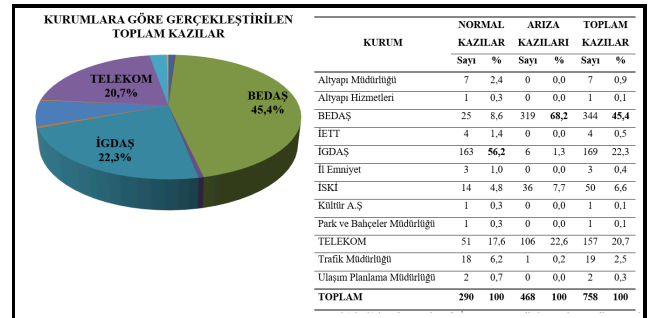
Söz konusu kazı başvuruları ana arterler (bulvar/cadde) ile ana arterler dışında kalan yolların (sokak, tali yol, yaya yolu, trafiğe kapalı yol vb.) oluşturduğu mahalleler şeklinde ayrılarak gruplandırılmıştır. Çünkü sadece sokak/cadde bazında ele alındığında “yolun önemi” kazı müracaatlarının değerlendirilmesinde bir etken olarak yer almayacak ayrıca o civardaki trafiğin yeniden engellenmesi ve civarda yaşayanların kazı çalışmaları neticesinde ortaya çıkacak olan gürültü ve görüntü kirliliğinden etkilenmesi söz konusu olacaktır. Buna göre yol gruplandırması yapılmış kazı bilgileri ve durulaştırma neticesinde elde edilen “ bulanık puanlı zeki çizelgeleme” Ek B’de sunulmuştur.

Arıza kazılarının önceden planlı olmaması, arızaların vakit geçirilmeksizin giderilmesinin zorunluluğu gibi sebeplerden ötürü arıza kazıları bulanık öncelik sıralamasında dikkate alınmamıştır. Bu çalışmanın hedefi, pratiğe uygulanabilir bir metodoloji oluşturmak olup dikkate alınacak parametrelerin seçiminde karar mekanizmalarının tercihleri, bölgeler arasındaki uygulama farklılıkları, trafik ve iklimsel değişiklikler ile zaman içerisinde değişebilecek koşullar etkili olacaktır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR (RESULTS AND DISCUSSIONS)

2012 yılında İstanbul İli, Fatih İlçesi’nde gerçekleştirilmiş olan kazılara ait verilerin değerlendirilmesi sonucunda ortaya çıkan neticeler aşağıda ifade edilmiştir;

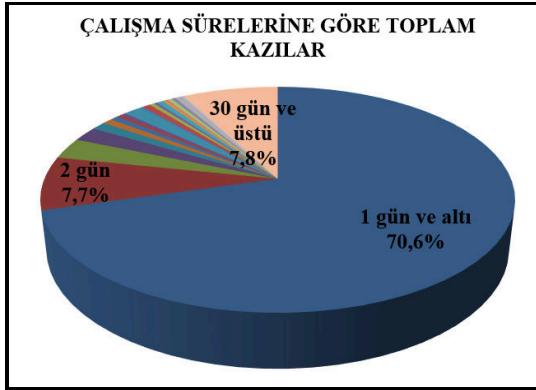
Şekil 13’de 2012 yılı içerisinde hangi kurumun kaç adet kazı ruhsatı talebinde bulunduğu gösterilmektedir. Buna göre; normal (planlı) kazı başvurularında İGDAŞ % 56,2 ile hemen hemen diğer tüm kurumların gerçekleştirdiği kazıların toplamından daha fazla kazı gerçekleştirmiştir. Ancak arıza kazılarına bakıldığında ise; İGDAŞ %1,3 ile çok küçük bir oranda kazı gerçekleştirmiş olup buradan hareketle İGDAŞ’ın oldukça yüksek miktarda talebe bağlı arz gerçekleştirdiği ancak buna rağmen diğer kurumlara nazaran çok daha planlı çalışmalar yaptığı ve bakım-onarım çalışmalarını düzenli olarak gerçekleştirmesi sebebiyle altyapı arıza durumlarının asgariye indirildiği gözlenmiştir. Tam tersi BEDAŞ’ın normal (planlı) çalışmaları % 8,6 iken arızaya bağlı kazılar % 68,2 gibi oldukça yüksek bir orandır. Buradan hareketle, BEDAŞ’ın diğer kurumlara nazaran daha plansız çalışmalar yaptığı, bakım-onarım çalışmalarını düzenli olarak gerçekleştirmemesi ya da malzeme seçimi, imalat kalitesi gibi sebeplere bağlı olarak çok sık altyapı arızalarının ortaya çıktığı gözlenmiştir. Toplam kazılar incelendiğinde ise BEDAŞ % 45,4 ile en yüksek paya sahip olup, %22,3 ile İGDAŞ ikinci sırada ve %20,7 ile TELEKOM üçüncü sırada yer almaktadır.



Şekil 13. Kurumların kazı talepleri (Excavation demands of infrastructure organizations)

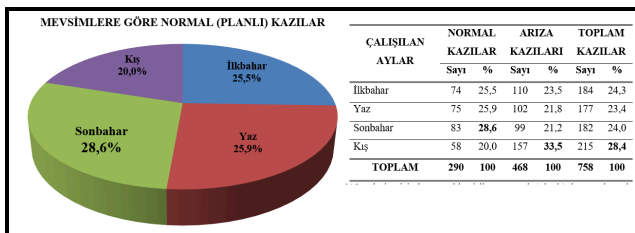
Şekil 14’de 2012 yılı içerisindeki kazı çalışması süreleri yüzdesel değerleri grafik üzerinde gösterilmektedir. Buna göre; normal (planlı) kazıların % 29,7’si 1 gün ve altındaki sürelerde, % 20,3’ü 30 gün ve üstü sürelerde, % 14,1’i ise 2 günlük sürelerde gerçekleştirilmiştir. Arıza kazılarının % 95,9 gibi oldukça yüksek bir oranı 1 gün ve altındaki sürelerde gerçekleştirilmiştir.

Toplam kazılara bakıldığında ise 1 gün ve altında gerçekleştirilen çalışmalar toplam çalışmaların % 70,6'sını, 30 gün ve üstünde gerçekleştirilen çalışmalar toplam çalışmaların % 7,8'ini, 2 gün süresinde gerçekleştirilen çalışmalar ise toplam çalışmaların %7,7'sini oluşturmaktadır. Normal (planlı) kazılar daha uzun sürelerde gerçekleştirilebilmekte iken arıza kazıları genel olarak 1 gün ve altındaki kısa süreler içerisinde gerçekleştirilmektedir.



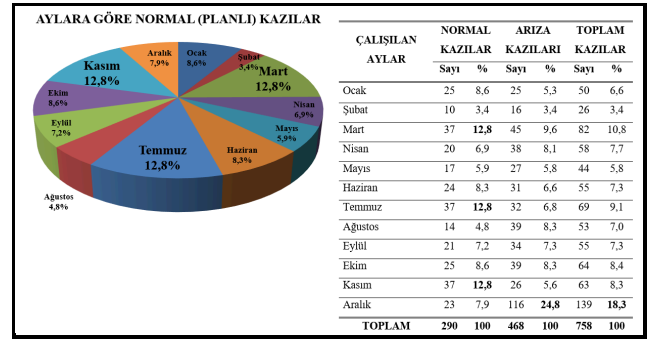
Şekil 14. Çalışma sürelerine göre toplam kazılar (Excavation working span)

Şekil 15'de 2012 yılı içerisindeki kazı taleplerinin mevsimlere göre dağılımı gösterilmektedir. Buna göre; normal (planlı) kazılar en fazla % 28,6 ile sonbaharda, en az % 20,0 ile kış mevsiminde gerçekleşmekle birlikte genel olarak çalışmaların mevsimlere hemen hemen dengeli bir şekilde dağıldığı gözlenmektedir.



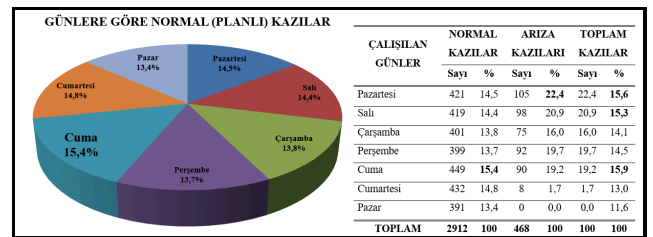
Şekil 15. Kazıların mevsimlere dağılımı (Distribution of excavations depending on seasons)

Şekil 16'da 2012 yılı içerisindeki kazı taleplerinin aylara göre dağılımı gösterilmektedir. Buna göre; normal (planlı) kazılar % 12,8 ile en fazla Mart, Temmuz ve Kasım aylarında gerçekleşmekle birlikte genel olarak çalışmaların aylara dengeli bir şekilde dağıldığı çok büyük farklar oluşmadığı gözlenmiştir. Ancak AYSKOME tarafından alınan 22.11.2011 tarih ve 4832705 sayılı karar gereği arıza ve zorunlu haller dışında 01.12.2011-15.03.2012 tarihleri arası uygulanması gereken kazı yasağının "zorunlu haller" ibaresi gereği 50 kez ihlal edildiği gözlenmiş olup bu durum yol altyapısı çalışmalarındaki koordinasyonsuzluk ve plansızlığın önemli göstergelerinden biridir.



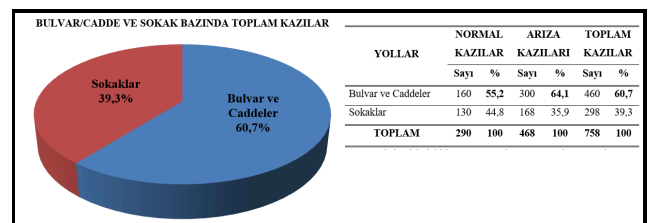
Şekil 16. Kazıların aylara dağılımı (Distribution of excavations depending on months)

Şekil 17'de 2012 yılındaki kazı çalışmalarının günlere göre dağılımı gösterilmektedir. Buna göre; normal kazılar %15,4 ile en fazla cuma günlerinde gerçekleştirilmiş ancak genel olarak çalışmaların günlere dengeli bir şekilde dağıldığı, çok büyük farklar oluşmadığı gözlenmiştir.



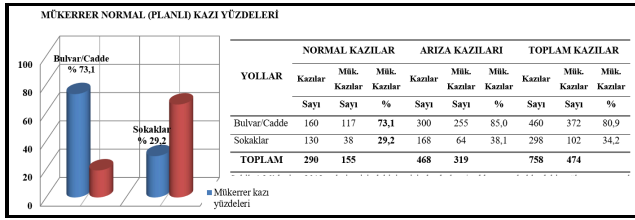
Şekil 17. Kazıların günlere dağılımı (Distribution of excavations depending on days)

Şekil 18'de 2012 yılındaki kazı taleplerinin bulvar/cadde ve sokak bazında gerçekleşme rakamları gösterilmektedir. Normal kazıların % 55,2 si anaarterleri oluşturan bulvar ve caddeler üzerinde, arıza kazılarının % 64,1'i bulvar/caddeler üzerinde, toplam kazı çalışmalarının ise % 60,7'si bulvar/caddeler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Sokaklarda bu oran % 39,3 olup çalışmaların büyük bir çoğunluğu ana arterlerde gerçekleştirilmiştir. Kazıların trafiğin yoğun olduğu ve kaplama kalitesinin diğerlerine nazaran daha yüksek olduğu anaarterlerde yapılmış olması hem trafik akışının kısıtlanması hem de kaplamada meydana gelecek deformasyonların giderilme maliyeti açısından özellikle anaarterler üzerinde kazı ruhsat onaylarının verilmesinde göz önüne alınmalıdır.



Şekil 18. Bulvar/cadde ve sokak bazında kazılar (Excavations on boulevard/main street and street)

Altyapı kurumları, koordinasyon eksikliği nedeniyle aynı cadde veya sokaklarda yıl içerisinde farklı zamanlarda tekrarlı kazılar gerçekleştirmektedirler. Şekil 19'da 2012 yılı içerisinde bulvar/cadde ve sokaklardaki mükerrer kazıların normal kazılar, arıza kazıları ve toplam kazılar içerisindeki oranları görülmektedir. Buna göre; 2012 yılı içerisinde bulvar ve caddelerde gerçekleştirilmiş 160 normal (planlı) kazı çalışmasının %73,1'i aynı yıl içerisinde daha önce kazı çalışması yapılmış bulvar/cadde üzerinde tekrarlanmış kazılardan oluşmaktadır. Sokaklarda ise gerçekleştirilmiş 130 normal (planlı) kazı çalışmasının %29,2'si aynı yıl içerisinde daha önce kazı çalışması yapılmış sokaklar üzerinde tekrarlanmış kazılardan oluşmaktadır.



Şekil 19. Mükerrer kazı yüzdeleri (Repeated excavations)

Tablo 3'de 2012 yılı içerisinde mükerrer kazı yapılan aynı bulvar/cadde ve sokaklarda kazının ortalama tekrarlanma oranları verilmiştir. Buna göre; mükerrer kazı yapılan bulvar/caddelerin her birinde ortalama 3,7 kez normal (planlı) kazı yapıldığı, bu oranın mükerrer kazı yapılan sokakların her birinde ise ortalama 2,0 kez olduğu gözlenmektedir. Buradan hareketle mükerrer kazıların özellikle trafiğin yoğun olduğu ve kaplama kalitesinin diğerlerine nazaran daha yüksek olduğu anaarterlerde yapılmış olması hem trafik akışının defalarca kısıtlanması hem de kaplamada meydana gelecek tekrarlı deformasyonların giderilme maliyeti açısından ele alındığında büyük bir handikap oluşturmaktadır. Özellikle anaarterler üzerinde kazı ruhsat onaylarının verilmesinde göz önüne alınması gereken önemli bir husustur.

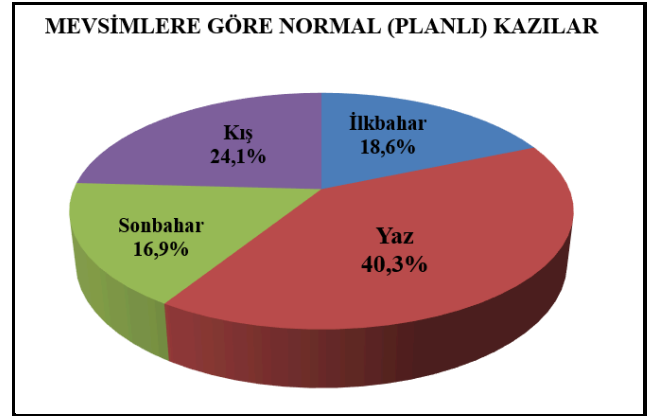
Tablo 3. Bulvar/cadde ve sokaklardaki mükerrer kazıların ortalama tekrarlanma oranları (Average repeating rates of excavations on the same road)

YOLLAR	NORMAL KAZILAR			ARIZA KAZILARI			TOPLAM KAZILAR		
	Kazılan Yollar	Mük. Kazılar	Mük. Kazılar	Kazılan Yollar	Mük. Kazılar	Mük. Kazılar	Kazılan Yollar	Mük. Kazılar	Mük. Kazılar
	Sayı	Sayı	Ort.	Sayı	Sayı	Ort.	Sayı	Sayı	Ort.
Bulvar/Cadde	32	117	3,7	54	255	4,7	86	372	4,3
Sokaklar	19	38	2,0	29	64	2,2	48	102	2,1
TOPLAM	51	155		83	319		134	474	

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA (CONCLUSIONS AND DISCUSSION)

Çalışma kapsamında; altyapı çalışmalarında kurumlararası koordinasyonu sağlamak amacıyla üst kurum olan AYSKOME ile ilgili diğer altyapı kurumları tarafından kullanılması planlanan coğrafi bilgi sistemi tabanlı bir altyapı yönetim sistemi yazılımı (KENTSİS) geliştirilmiştir. Bu yazılımın kullanımı ve koordinasyonun sağlanması ile tekrarlı kazılar neticesinde ortaya çıkacak olan yol üstyapısının deformasyonun ortadan kaldırılması, yolun trafik kapasitesinin düşmesi, zaman ve ekonomik kayıpların önlenmesi sağlanmış olacaktır. Bu kapsamda kent içi yol altyapısı kazılarının önceliklendirilmesi için KENTSİS yazılımına entegre olacak şekilde yol, süre, gün değişkenleri kullanılarak oluşturulan bulanık mantık karar destek sistemi de geliştirilmiş olup elde edilen veriler aşağıdaki gibi özetlenmiştir;

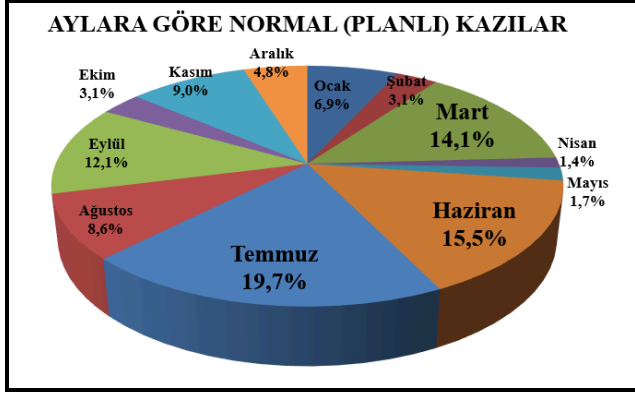
Kazı çalışmaları mevsimlere göre değerlendirildiğinde; Şekil 20'de görüldüğü üzere modelimizin uygulanması neticesinde normal (planlı) kazı çalışmalarının % 40,3 gibi oldukça büyük bir miktarı; günlerin kısa olduğu, iklime bağlı çalışma koşullarının güç olduğu kış mevsimi yerine günlerin uzun olduğu, tatil sezonunu da içeren buna bağlı olarak trafik yoğunluğunun az olduğu, yol üstyapısında yama/kazı çukuru/kaplama çalışmaları için uygun iklimsel koşulları içeren yaz mevsiminde gerçekleşmiştir.



Şekil 20. Modelleme sonrası mevsimlere göre normal (planlı) kazılar (Distribution of excavations depending on seasons after fuzzy modeling)

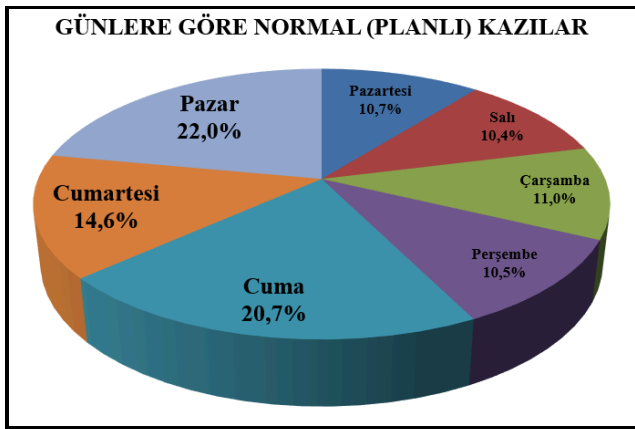
Kazı çalışmaları aylara göre değerlendirildiğinde; Şekil 21'de görüldüğü üzere modelimizin uygulanması neticesinde, normal (planlı) kazı çalışmaları en fazla %19,7 ile temmuz ayında ve daha sonra % 15,5 ile haziran ayında gerçekleştirilmiş olup genel olarak günlerin kısa

olduğu, iklime bağlı çalışma koşullarının güç olduğu kış ayları yerine günlerin uzun olduğu, tatil sezonunu da içeren buna bağlı olarak trafik yoğunluğunun az olduğu, yol üstyapısında yama/kazı çukuru/kaplama çalışmaları için uygun iklimsel koşulları içeren yaz ve bahar aylarında gerçekleşmesi sağlanmıştır.



Şekil 21. Modelleme sonrası aylara göre normal (planlı) kazılar (Distribution of excavations depending on months after fuzzy modeling)

Kazı çalışmaları haftanın günlerine göre değerlendirildiğinde; Şekil 22’de görüldüğü üzere modelimizin uygulanması neticesinde; normal (planlı) kazı çalışmalarının % 22’si “en iyi gün” olarak tanımlanan pazar günlerinde gerçekleştirilmiştir. Modelimizde önermiş olduğumuz üzere, kazı başvurularının gün yerine saat olarak alınmaya başlanmasıyla birlikte diğer günlerde gerçekleştirilecek olan kısa süreli kazı çalışmalarının da trafiğin zirve yaptığı pik saatler dışına kaydırılması ile çok daha verimli sonuçlar elde edilmesi öngörülmekte olup 2012 yılı kazı çalışmalarına ait saat bazında veri olmaması nedeniyle herhangi bir karşılaştırma yapılamamıştır.



Şekil 22. Modelleme sonrası günlere göre normal (planlı) kazılar (Distribution of excavations depending on days of week after fuzzy modeling)

2012 yılı içerisinde bulvar ve caddelerde gerçekleştirilmiş 160 normal (planlı) kazı çalışmasının %73,1’i aynı yıl içerisinde daha önce

kazı çalışması yapılmış bulvar/cadde üzerinde tekrarlanmış kazılardan oluşmaktadır. Sokaklarda ise; gerçekleştirilmiş 130 normal (planlı) kazı çalışmasının %29,2’si aynı yıl içerisinde daha önce kazı çalışması yapılmış sokaklar üzerinde tekrarlanmış kazılardan oluşmaktadır. Ayrıca mükerrer kazı yapılan bulvar/caddelerin her birinde ortalama 3,7 kez normal (planlı) kazı yapıldığı, bu oranın mükerrer kazı yapılan sokakların her birinde ise ortalama 2,0 kez olduğu görülmüştür. Buradan hareketle mükerrer kazıların özellikle trafiğin yoğun olduğu ve kaplama kalitesinin diğerlerine nazaran daha yüksek olduğu anaarterlerde yapılmış olması hem trafik akışının defalarca kısıtlanması hem de kaplamada meydana gelecek tekrarlı deformasyonların giderilme maliyeti açısından ele alındığında büyük bir handicap oluşturmaktadır özellikle anaarterler üzerinde kazı ruhsat onaylarının verilmesinde göz önüne alınması gereken önemli bir husustur. Modelimizde uygulanan yol gruplandırılması neticesinde 2012 yılında bulvar/caddelerde gerçekleştirilmiş olan 160 adet normal (planlı) kazı çalışması birleştirilerek 75 adet kazı çalışmasına düşürülmüş, sokaklarda gerçekleştirilmiş olan 130 adet adet normal (planlı) kazı çalışması birleştirilerek 41 adet kazı çalışmasına düşürülmüş ayrıca yıl içerisinde aynı yol grubu içerisinde ikinci bir defa kazı çalışmasına izin verilmemesi sebebiyle mükerrer kazı oranları normal (planlı) kazılar için % 0 olarak gerçekleşmiştir.

Çalışmada, “bulanık mantık” yöntemi kullanılarak bir altyapı kazı modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen modelin altyapı yönetim sistemi yazılımına entegre olabilecek, zeki çizelgeleme yapabilecek ve pratikte uygulanabilir olması hedeflenmiştir. Buna bağlı olarak gerçekleştirilecek kazı çalışmalarının zamanlamasının belirlenmesinde kişisel insiyatifler rol oynamayacak, olası suiistimaller önlenebilecek, hem sebep olacağı trafik artışı hem de üstyapıya vereceği tahribat gözetilerek en optimum zaman ve sürede sonuçlandırılacaktır. Kazı ruhsat başvurularının doğru ve verimli bir şekilde değerlendirilebilmesi için “öncelik” kavramının doğru bir şekilde tanımlanması ve kullanılması gerekmektedir. Bunun için de başvurulardan hangilerinin geciktirilebileceği veya öne alınabileceği gerçekçi seçim kriterleri ile açık olarak belirlenmiştir. Modelimizdeki ilgili parametrelerin seçiminde karar mekanizmalarının tercihleri, bölgeler arası uygulama farklılıkları, trafik ve iklimsel değişiklikler ile zaman içerisinde değişebilecek

koşullar etkili olacak olup güncellenebilir niteliktedir.

Söz konusu modelde ilgili kurumlar ruhsat başvurularından yüksek puan alıp çalışmalarına öncelik kazandırmak amacıyla çalışmalarını daha kısa sürelerde, daha uygun günlerde yapmak isteyecek, trafiğin yoğun olduğu ana arterlerdeki çalışmalarını ise birleştirerek tek seferde yapmanın yolunu arayacak bu da beraberinde, kurumların kendi rızasıyla daha planlı kazı programları yapması sonucunu doğuracaktır.

Arıza kazılarının önceden planlı olmaması, arızaların vakit geçirilmeksizin giderilmesinin zorunluluğu gibi sebeplerden ötürü arıza kazıları bulanık öncelik sıralamasında dikkate alınmamıştır. Ancak geçmiş arıza verileri dikkate alınarak arıza kazılarının daha ziyade hangi bölgelerde yoğunlaştığı, arızaların yoğun olduğu bölgelerde hat yenileme çalışmalarının gerekliliği gibi bir takım analizler neticesinde daha sağlıklı planlamalar yapılabilecek, aynı bölgedeki arıza kazılarının çok sık tekrarlanması sebebiyle gerektiğinde ilgili kurumlara uyarı veya yaptırımlar uygulanabilecektir.

Çalışmada pilot bölge olarak İstanbul İli Fatih İlçesi'nde 2012 yılı içerisinde gerçekleştirilmiş olan yol altyapısı kazılarının koordinasyonu ve önceliklendirilmesi sağlanmış olup bu sürenin daha uzun tutulması (3-5 yıl), tüm İstanbul geneline yayılması ve maliyet analizleri ile desteklenmesi neticesinde daha verimli ve daha dikkate değer sonuçların elde edilebileceği görülmektedir.

KENTSİS yazılımının ilgili kurumlarca kullanımının sağlanması için bir altyapı uygulama yönetmeliğinin hazırlanması gerekmektedir olup uzun vadeli altyapı yönetim sistemi planlamalarının gerçekleştirilebilmesi için siyasi iradenin kararlılığı da son derece önem arz etmektedir.

EKLER (APPENDICES)

EK A: İstanbul İli, Fatih İlçesi, 2012 yılı kazı bilgileri ve bulanık değişken puan değerleri

EK B: İstanbul İli, Fatih İlçesi, 2012 yılı yol gruplandırması yapılmış kazı bilgileri ve bulanık puanlı zeki çizelgeleme

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGMENT)

Bu çalışma İstanbul Teknik Üniversitesi 37515 protokol numaralı Bilimsel Araştırma Projesi tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKÇA (REFERENCES)

- [1] Waheed U., Ralph H., Hudson, W.H., Infrastructure Management: Integrating Design, Construction, Maintenance, Rehabilitation and Renovation. New York, McGraw-Hill, 1997.
- [2] Erdemli M., Effects of infrastructure on urban development (Doktora tezi). Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1999.
- [3] Goodman A.S., Makarand H. Infrastructure Planning Handbook: Planning, Engineering and Economics. Reston, VA, American Society of Civil Engineers, 2006.
- [4] TS 10618 Şehir İçi Yolları Teknik Alt Yapı Tesisleri Planlama ve Yerleştirme Kuralları standardı, 1993.
- [5] Yayla N., Karayolu Mühendisliği, İstanbul, Birsen Yayınevi 2009.
- [6] Ongel A., Harvey J., Analysis of 30 Years of Pavement Temperatures Using the Enhanced Integrated Climate Model. California Department of Transportation 2004.
- [7] Tataroğlu M., Kamu yönetiminde coğrafi bilgi sistemi teknolojisi ve etik, Finans Politik, 50, 2007.
- [8] Sayıştay Başkanlığı, Büyükşehir Belediyelerinde Altyapı Faaliyetlerinin Koordinasyonu Raporu. Ankara: Sayıştay Başkanlığı, 2008.
- [9] <http://www.haberler.com>, erişim tarihi 18.05.2014.
- [10] Sipos C., Mirza S., Location and Evaluation of Underground Infrastructure: Inventory, Condition Assessment and Diagnosis. Saarbrücken, Germany, 2008.
- [11] <http://www.apwa.net/Resources/Reporter/Articles/2005/2/Challenges-in-designing-and-implementing-a-comprehensive-work-management-system>, 01.06.2014.

- [12] Sarja A., Predictive and Optimised Life Cycle Management: Building and Infrastructure. London and New York, Taylor&Francis, 2009.
- [13] Adeli H., Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering. Cambridge MA, Blackwell 2011.
- [14] Turabi A., Kentsel yerleşim alanlarında altyapı ve üstyapı oluşumunun araştırılması (Doktora tezi). Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, 1998.
- [15] Boyacıoğlu H., Alpaslan M.N., Türkiye’de altyapı tesislerinin mevcut durumunun belediyeler ölçeğinde değerlendirilmesi. Çevre Bilim Teknoloji Dergisi, Cilt 2, 10-16, 2003.
- [16] Sakız A., Coğrafi bilgi sistemleri ile altyapı uygulamaları ve analizi (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2003.
- [17] Karataş K., Kentsel teknik altyapı tesisleri, kadastrosu ve Türkiye’deki uygulamaların organizasyonu (Doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2007.
- [18] Dinçyılmaz A., Altyapı bilgi sistemlerinde mobil CBS uygulamaları, (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2009.
- [19] Murat Y.Ş., Gedizlioğlu E., A fuzzy logic multi-phased signal control model for isolated junctions. Transportation Research Part C: Emerging Technologies,19-36 2005.
- [20] Subaşı S., Beycioğlu A., Emiroğlu M. Hafif Betonlarda Donatı Aderansı Dayanımının Bulanık Mantık Yöntemi ile Modellenmesi. Akıllı Sistemlerde Yenilikler ve Uygulamaları Sempozyumu 2008.
- [21] <http://www.mathworks.com/help/matlab/>, erişim tarihi 01.03.2013.
- [22] Bayır R., Bay Ö.F., Marş motoru akım sinyalleri wavelet analiz sonuçlarının bulanık mantık ile sınıflandırılarak arıza tespiti. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi cilt 22, no 2, 363-374. 2007.
- [23] Ross T.J., Fuzzy Logic With Engineering Applications. England, John Wiley & Sons Inc. 2004.
- [24] Uusoy G., Soydan N., Design and implementation of a maintenance planning and control system. International Journal of Production Economics, s.24, 263-272, 1992.
- [25] Karayolu Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul 2001.