

Opportunities of forest roads usage as emergency access road for natural disaster

Can Vatandaşlar ^{1*} , Murat Demir ²

^{1*} Artvin Coruh University Faculty of Forestry, Department of Forest Management, Artvin, Turkey

² Istanbul University Faculty of Forestry, Department of Forest Construction and Transportation, 34473, Istanbul, Turkey

* Corresponding author e-mail: canvatandaslar@artvin.edu.tr

Received (Geliş): 20.05.2015 - Revised (Düzeltilme): 19.08.2015 - Accepted (Kabul): 20.08.2015

Abstract: This study was carried out to examine the applicability of forest roads as emergency access and evacuation corridor for an alternative to motorways following a prospective earthquake in İstanbul. For this purpose, various disaster scenarios were created in the district of Beykoz and the shortest routes between critical points were determined through network analysis in Geographic Information System (GIS). Results indicated that access was possible between Beykoz city center and shelter, hospital, fire station, disaster management center, and military area via forest roads even if motorways became unusable. However, distance generally got longer and time of arrival increased on the routes of forest road. The increase in time of arrival was attributed to decrease in average cruising speed in addition to the increase in distance. This limitation can be overcome by enhancing the geometric standards of forest roads and completing superstructure operations. Results are important for revealing that forest roads can be used in other fields besides forestry activities, they can strengthen decision support system of managers, and enable first aid crew to reach the scene in the minimal time.

Keywords: Geographic information system (GIS), network analysis, decision support systems, disaster management, Istanbul-Beykoz

Orman yollarının doğal afetlerde acil ulaşım yolu olarak kullanım olanakları

Özet: Bu çalışmada İstanbul'da yaşanması muhtemel bir deprem sonrasında ulaşımında aksamalar yaşanacağını öngörüldüğü karayollarına alternatif olarak orman yollarının acil ulaşım yolu ve tahliye koridoru görevi üstlenebilme kabiliyeti araştırılmıştır. Bu amaçla Beykoz bölgesinde çeşitli felaket senaryoları oluşturulmuş ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ortamında kritik noktalar arası ağ (network) analizi gerçekleştirilerek en kısa güzergahlar tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda Beykoz ilçe merkezi ile çadırkent, hastane, itfaiye istasyonu, afet yönetim merkezi ve askeriye arasında ulaşımın karayolları kullanılamaz hale gelse bile orman yolları ile mümkün olduğu görülmüştür. Ancak orman yol ağı ile oluşturulan güzergahlarda mesafenin genellikle uzadığı ve ulaşım süresinin arttığı hesaplanmıştır. Ulaşım süresindeki artış mesafedeki uzamanın ötesinde orman yollarındaki ortalama seyir hızının düşük olmasıyla ilişkilendirilmiştir. Bu dezavantajlı durum orman yollarının geometrik standartlarının yükseltilmesi ve üstyapı çalışmalarının tamamlanmasıyla aşılabılır. Ortaya çıkan sonuçların orman yollarının ormancılık faaliyetleri dışında afet yönetimi gibi alanlarda da kullanılabileceği, bu yönüyle yöneticilerin karar destek sistemini güçlendirebileceği ve acil müdahale ekiplerinin olay yerine en kısa zamanda ulaşımını sağlayabileceğini göstermesi açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi bilgi sistemi (CBS), ağ analizi, karar destek sistemleri, afet yönetimi, İstanbul-Beykoz

1. GİRİŞ

Yaşam serüveni boyunca yer değiştirmek zorunda kalan insanoğlunun yol hikayesi kendi tarihi kadar eskiye dayanmaktadır. Zaman içinde gerçekleşen teknolojik gelişmelere paralel olarak yol tipleri ve

Cite (Atıf): Vatandaşlar, C., Demir, M., 2016. Opportunities of forest roads usage as emergency access road for natural disaster. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University* 66(2): 369-378. DOI: [10.17099/jffiu.63832](http://dx.doi.org/10.17099/jffiu.63832)



standartlarında da büyük değişimler görülmektedir. Erdaş (1986) tarafından devlet yolları, il yolları, köy yolları ve orman yolları olarak 4 ana kategoriye ayrılan yollardan orman yolları; geometrik standartlarının (genişlik, kurp yarıçapı vb.) düşüklüğü, planlama kriterleri, ekonomikliği ve genellikle asfalt üstyapı malzemesine sahip olmaması gibi özellikleriyle diğer karayollarından ayrılır (Hasdemir ve Demir, 2000; Acar, 2005). Kendi içinde ana orman yolu, tali orman yolu ve sürütme yolu (traktör yolu) olarak üç ana gruba ayrılan orman yollarının bazı teknik özellikleri 292 sayılı Orman Yolları Planlaması, Yapımı ve Bakımı Tebliği'nde (OGM, 2008) ayrıntılı olarak yer almaktadır (Tablo / Table 1). Hasdemir ve Demir (2000), orman yollarının ana amacının ormancılık faaliyetlerinin entansif ve rasyonel bir şekilde yürütülebilmesi için ormanların işletmeye açılması olduğunu belirtmektedirler. Bu bağlamda orman yolu tesis amaçları; üretim çalışmaları sonucunda çıkan emvalin ekonomik şekilde taşınması, silvikültürel müdahalelerin gerçekleştirilebilmesi için bölme ve bölmeciklere erişimin sağlanması, orman koruma faaliyetleri için personel ve malzemelerin sürekli dolaşımı ve orman köyleri arasındaki ulaşım probleminin çözümü şeklinde sıralanabilir. Tıpkı ormancılık faaliyetlerini zamanında ve etkin bir şekilde gerçekleştirebilmek için orman yol ağına ihtiyaç duyulması gibi, rasyonel şekilde planlanarak uygun teknolojiyle inşa edilmiş ve ülkenin her tarafına nüfuz edebilen genel yol ağı da (karayolları), toplumların refahını ve gelişmişlik düzeyini doğrudan etkileyen kilit faktörlerdendir.

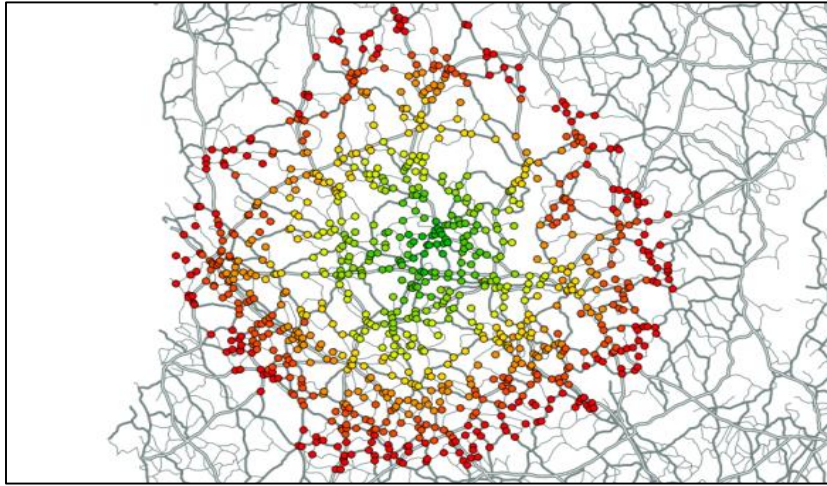
Tablo 1. Orman yollarının geometrik standartları (OGM, 2008)
Table 1. Geometric standards of forest roads (OGM, 2008)

	Ana Orman Yolu	Tali Orman Yolu				Traktör Yolu
		A - Tipi	B - Tipi			
			SBT*	NBT*	EBT*	
Platform genişliği (m)	7	6	5	4	3	3,5
Şerit sayısı	2	1	1	1	1	1
Azami eğim (%)	8	10	9	12	12	20
Asgari kurp yarıçapı (m)	50	35	20	12	8	8
Şerit genişliği (m)	3	3	3	3	3	3
Banket genişliği (m)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	-
Hendek genişliği (m)	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	-
Üst yapı genişliği (m)	6	5	4	3	3	-
Köprü genişliği (m)	7+(2x0,6)	6+(2x0,6)	5+(2x0,6)	4+(2x0,6)	4+(2x0,6)	-

* SBT: Standartları yükseltilmiş B-tipi tali orman yolu, NBT: Normal B-tipi tali orman yolu, EBT: Ekstrem B-tipi tali orman yolu

Türkiye, birçok afetin kendiliğinden (jeolojik, iklimatik, biyolojik, vb.) veya insan kaynaklı (antropojenik, teknolojik, vb.) olarak gerçekleştiği riskli bir coğrafyada yer almaktadır. Bu afetlerden ülkemizde en sık rastlananları; deprem, orman yangınları, sel ve taşkınlar, erozyon ve toprak kaymaları, kuraklık, maden ve sanayi kazalarıdır (MMO, 1999). Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nın 2004 yılında düzenlediği Deprem Şurası Sonuç Bildirgesi'ne göre topraklarımızın %93'ü, nüfusumuzun ise %98'i çeşitli derecelerde deprem etkisi altındadır (URL-1). Marmara Bölgesi, yüksek nüfusa sahip olması, çok sayıda endüstriyel tesis ve organize sanayi bölgesini içinde barındırması ve en önemlisi, halen aktif durumdaki Kuzey Anadolu Fay Hattı üzerinde bulunması sebepleriyle yüksek risk altındaki bölgelerdendir (Özmen ve ark., 1997). Nitekim, 17 Ağustos 1999 tarihli 7.4 Mw şiddetindeki Marmara Depremi sonrasında resmi kayıtlara göre 18373 kişi hayatını kaybetmiş, 48901 kişi yaralanmış, 23400 bina yıkılmış ve 120000'den fazla aile evlerini terk ederek göç etmek zorunda kalmıştır (Erdik ve ark., 2004). Bu depremden en çok etkilenen iller Sakarya, Kocaeli, Bolu ve İstanbul'dur. İstanbul için gerçekleştirilen senaryolardan en kötümser olanı; merkez üssü İstanbul'a 30 km uzaklıkta ve kış aylarında gece vakti meydana gelecek bir depremde yıkılabilecek 50000 binanın enkazı altında toplam 400000 civarında can kaybı olacağını, iyimser olanı ise; merkez üssü İstanbul'dan 75-90 km uzaklıkta ve gündüz meydana gelecek bir depremin İstanbul'a etkisinin İzmit-Gölcük depremindeki kadar olacağını öngörmektedir (Ercan, 2011). Bu olasılıklardan hangisi gerçekleşirse gerçekleşsin 2014 yılı itibarıyla 14377018 nüfusa sahip (TÜİK, 2015), kentsel dönüşümü tam olarak gerçekleştirilememiş ve mevcut yapı stoğu/altyapısı yenilenememiş bir megakentte oluşacak kaos ortamı ve ulaşım krizinin bilimsel yöntemler kullanılarak düzenlenmiş eylem planlarıyla minimum kayıp vererek atlatılması hayati öneme sahiptir.

Afet yönetimi kapsamında geliştirilen eylem planlarında (JICA, 2002; UDSEP, 2013), acil müdahale ekiplerinin afet bölgesine en kısa sürede intikali ve afetzedelerin önceden belirlenmiş toplanma ve geçici barınma alanlarına sevkıyatı yanı sıra afet koordinasyon merkezi (AKOM), hastaneler, Türk Kızılay'ı, itfaiye ve askeriye gibi kritik noktalar arası ulaşımın ve tahliye koridorlarının sürekli açık tutulması esastır. Ancak ilgili yönetmelikte de belirtildiği gibi (APEY, 1988, s. 2518) *“ulaşım yollarında ve tesislerinde hasarlar meydana gelebileceği, ulaşımın bir süre aksayabileceği veya durabileceği”* ihtimaller dahilindedir. Nitekim, 1999 Marmara Depremi'nde ana güzergah üzerindeki köprü ve viyadüklerin kullanılamaz hale gelmesi, vatandaşların afet bölgesindeki akrabalarına ulaşmak için özel araçlarıyla aynı anda aynı yöne doğru hareket etmeleri ve karayolu kenarındaki binaların yıkılarak yol üzerine çökmesi gibi sebeplerle ana yollarda tıkanıklık ve acil yardım ekiplerinin afet bölgesine erişiminde ciddi problemler yaşandığı hatırlanmaktadır. Literatürde felaket senaryoları oluşturarak ortaya çıkan ulaşım problemlerini Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ortamında ağ (network) analizi yöntemiyle çözen birçok çalışma mevcuttur (Sohn, 2006; Bilici ve ark., 2009; Bono ve Gutierrez, 2011; Khademi ve ark., 2015). Ancak bu çalışmaların çoğunda orman yolları genel yol ağına dahil edilmemiş, ağ analizi yalnızca mevcut karayolları için gerçekleştirilmiştir. Ağ analizi kısaca; genel sistem içerisinde belirlenen bir başlangıç (A) noktasından diğer noktaya (B) en uygun hangi yolları kullanarak gidilebileceğini gösteren bir algoritmadır (Yılmaz ve Şenbeyazlı, 2006). Ağ analizinde yol parçaları linkler (arc), yol parçalarının birbirleriyle kesiştiği kısımlar ise düğüm noktaları (nod) olarak temsil edilmektedirler (Akay ve Şakar, 2009) (Şekil / Figure 1). Bu sayede başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki en kısa güzergahı belirlemek, iki nokta arasında belli duraklara uğrayarak en kısa güzergahı belirlemek, belirlenen güzergahları yönleriyle birlikte sözel olarak tanımlamak ve seyahat süresi yanı sıra mesafeyi hesaplayarak çeşitli değerlendirme ve karşılaştırmalar yapmak mümkün olmaktadır (Curtin, 2007).



Şekil 1. Ağ analizinde linkler ve düğüm noktaları (QGIS Planet, 2011)
Figure 1. Links and nodes in network analysis (QGIS Planet, 2011)

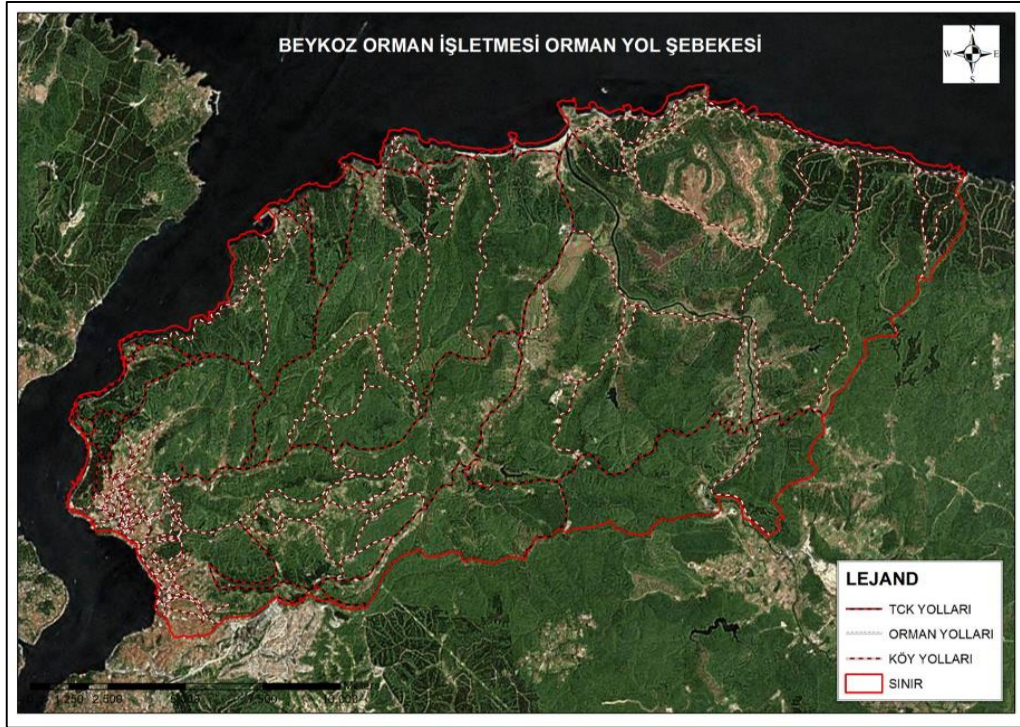
Bu çalışmanın amacı; orman yollarının doğal afet sonrasında kritik merkezlere acil ulaşım için kullanılabilirliğini CBS ortamında ağ analizi yöntemiyle araştırmak ve orman yolları yardımıyla oluşturulacak olası güzergahlar ile mevcut karayolu güzergahı arasında zaman ve mesafe yönünden karşılaştırmalar yapmaktır. Böylelikle afet bölgesine ulaşım için en kısa güzergahlar belirlenip gerektiğinde alternatif rotalar sunularak acil müdahale ekiplerinin karar destek sisteminin güçlendirilmesi ve olay yerine ilk müdahalede zaman kazanılması hedeflenmektedir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Çalışma Alanı

Afet riski yüksek bir megakentte yer alması ve zengin orman varlığı yanısıra nispeten uzun bir orman yol ağına sahip olması dolayısıyla çalışma alanı olarak Beykoz bölgesi seçilmiştir. Beykoz Orman İşletme Şefliği, İstanbul Anadolu yakasının kuzeybatısında (29°4'19"-29°13'54" E ve 41°06'48"-41°13'27" N

arası yer almakta olup 17824 ha büyüklüğünde alana sahiptir (Şekil / Figure 2). Topografik açıdan fazla engebeli olmayan çalışma alanının yüksekliği kıyı kesimlerde deniz seviyesinden başlayıp iç kesimlere doğru 270 m'ye ulaşmaktadır. Alanın yarısından fazlası %0-20 eğim grubuna girmektedir. Akdeniz ve Karadeniz iklim tiplerinin karışımı olan geçiş tipi iklime sahip Beykoz ilçesinin yıllık ortalama sıcaklığı 13.7 °C (10.9 – 17.4 °C), yıllık ortalama yağıışı ise 894 mm'dir (Tarakçı, 2006; MGM, 2012). Alandaki hakim ağaç türleri; kestane (*Aesculus sp*), meşe (*Quercus sp*), gürgen (*Carpinus sp*), ıhlamur (*Tilia sp*), kayın (*Fagus sp*), kızılğaç (*Alnus sp*) ve fındıktır (*Corylus sp*). Beykoz Orman İşletme Şefliği sınırları dahilinde bulunan yol tipleri orman yolları, köy yolları ve karayolları olup toplam yol ağı uzunlukları sırasıyla 237+050, 183+386 ve 90+273 km'dir. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi'nden alınan verilere göre Beykoz ilçesinin nüfusu 2014 yılı sonu itibariyle 248071'dir. İlçe nüfusunun yaklaşık %10'u köylerde yaşamaktadır ve bu köylerden dokuzu orman köyü statüsündedir (URL-2).



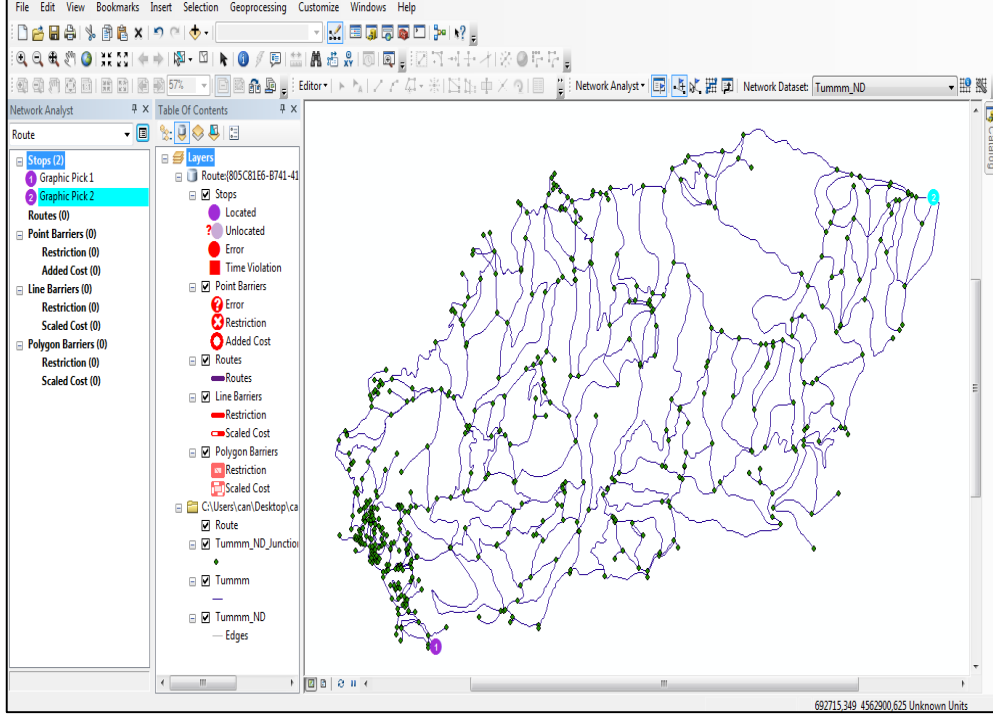
Şekil 2. Beykoz Orman İşletme Şefliği'nin konumu ve yol ağı haritası
Figure 2. Location and road network of Beykoz Forest Sub-district Directorate

2.2. Yöntem

İÜ Orman Fakültesi Orman İnşaatı ve Transportu Anabilim Dalı, İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü ve Boğaziçi İmar Müdürlüğü'nden sayısal ortamda temin edilen farklı yol tiplerine (orman yolu, köy yolu, karayolu) ait yol ağları ArcGIS 10 (ESRI, 2010) yazılımına aktararak birleştirilmiş ve tek bir katman elde edilmiştir. Uydu görüntüsü ve diğer altlık haritalar üzerinden gerçekleştirilen inceleme ve yorumlamalar sonucunda bazı kesimlerdeki yol verilerinin eksik olduğu görülmüştür. Bunun üzerine arazi çalışmaları gerçekleştirilerek söz konusu alanlardaki aktüel veriler GPS alıcısı ve yersel gözlemler yardımıyla kayıt altına alınmıştır. Araziden elde edilen ek bilgiler doğrultusunda mevcut veri tabanı ArcEditor modülü ile güncel haline kavuşturulmuş ve topolojik hatalar giderilerek shapefile tabanlı nihai 'network dataset'i kurulmuştur (Şekil / Figure 3).

İkinci aşamada beş farklı ulaşım senaryosu oluşturulmuş ve her bir senaryo için ilçe merkezi ile arasında ulaşımın en etkin şekilde sağlanması planlanan kritik merkezler (hastane, askeri nizamiye, itfaiye, vb) belirlenmiştir. Bu merkezler ArcGIS 10 yazılımında *Network Analyst Toolbar>New Route>Create Network Location Tool* aracılığıyla güzergah başlangıç ve bitiş noktası olarak seçilmiştir. Devamında

Solve aracıyla ağ analizi gerçekleştirilmiş ve her bir senaryo için orman yolları dahil ve hariç olmak üzere iki ayrı ‘en kısa güzergah (*best route*)’ belirlenmiştir. Son aşamada ise orman yolları, köy yolları ve karayolları için ortalama tasarım hızları sırasıyla; 30 km/s, 50 km/s ve 70 km/s olarak CBS ortamına girilmiştir. Böylelikle merkezler arası ulaşım süreleri hesaplanmış ve karşılaştırma amacıyla ‘*Bulgular ve Tartışma*’ bölümünde sunulmuştur.



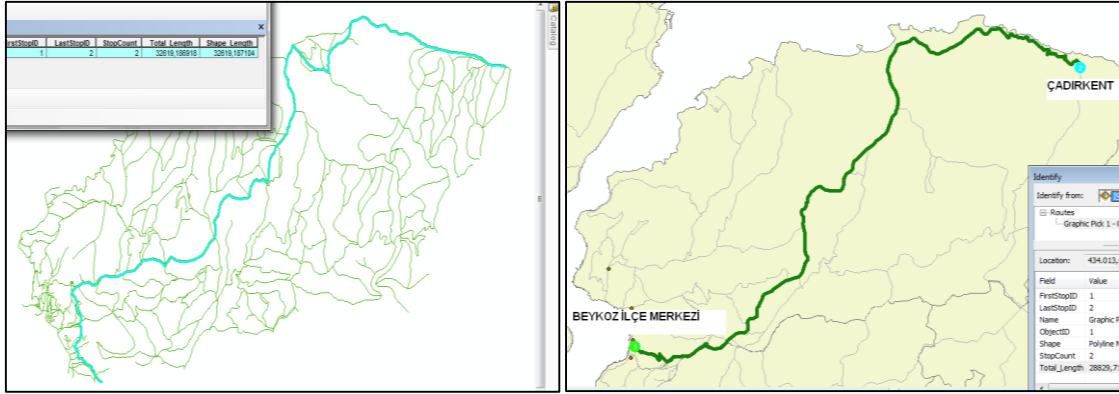
Şekil 3. Analiz öncesi oluşturulan ağ veriseti
(Mor çizgiler ve yeşil noktalar sırasıyla linkleri ve linklerin kesiştiği düğüm noktalarını temsil etmektedirler)
Figure 3. Network dataset before analysis
(Purple lines and green points represent links and nodes, respectively)

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Oluşturulan beş farklı ulaşım senaryosuna göre elde edilen bulgular aşağıda belirtilmiştir.

Senaryo 1: İlçe Merkezi ile Çadırkent Arası Ulaşım

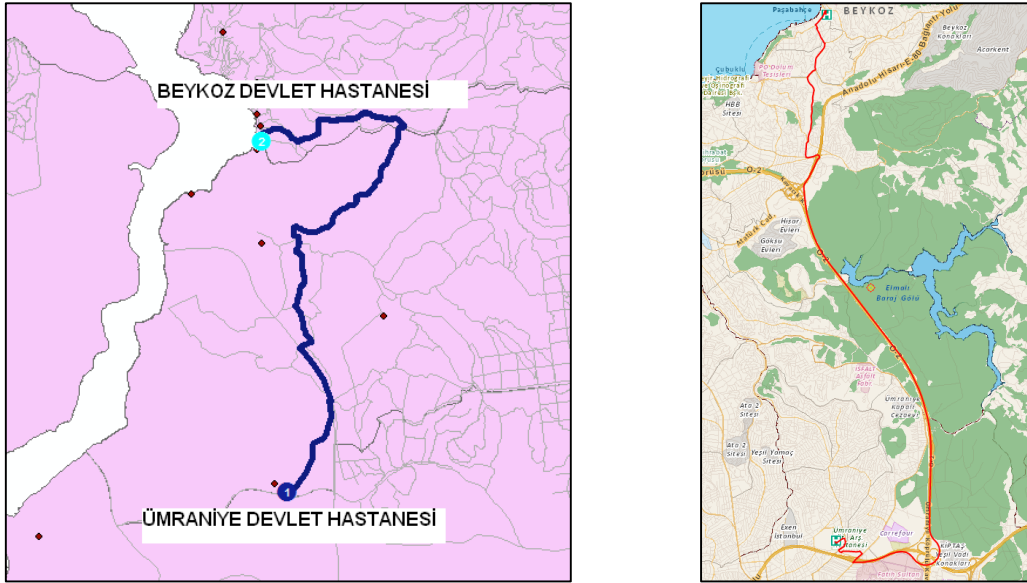
Bölgede yaşanacak olası bir afet sonrasında afetzedelerin Beykoz ilçe merkezinden Riva yakınlarında kurulması planlanan geçici barınma alanına (çadırkent) taşınmasını öngören bir senaryo oluşturulmuştur. Gerçekleştirilen ağ analizi sonuçları; söz konusu bölgeye ulaşımın karayolları kullanılamaz hale gelse bile orman ve köy yolları kombinasyonu ile mümkün olduğunu göstermiştir (Şekil / Figure 4). Ancak karayolu yerine bu güzergahın kullanımı halinde mesafenin 3+790 km ve varış süresinin 30 dk uzadığı görülmüştür (Tablo / Table 2).



Şekil 4. Beykoz ilçe merkezi ve çadırkent arasında orman yolları (solda) ve karayolu ile (sağda) en kısa güzergahlar
Figure 4. The shortest routes between Beykoz City Center and shelter using forest roads (left) and motorway (right)

Senaryo 2: Hastaneler Arası Ulaşım

Beykoz Devlet Hastanesi'nde yaşanması muhtemel kapasite yetersizliği ya da diğer aksaklıklar nedeniyle komşu ilçelerden Ümraniye Devlet Hastanesi'ne yaralı nakli ve karşılıklı tıbbi destek sağlanmasını öngören bir senaryo oluşturulmuştur. Gerçekleştirilen ağ analizi sonuçları; söz konusu noktalar arası ulaşımın orman ve köy yolları kombinasyonu ile mümkün olduğunu göstermiştir (Şekil / Figure 5). Ancak karayolu yerine bu güzergahın kullanımı halinde mesafenin 3+372 km uzadığı ve hedef noktaya varışın 20 dk daha fazla zaman aldığı görülmüştür (Tablo / Table 2).

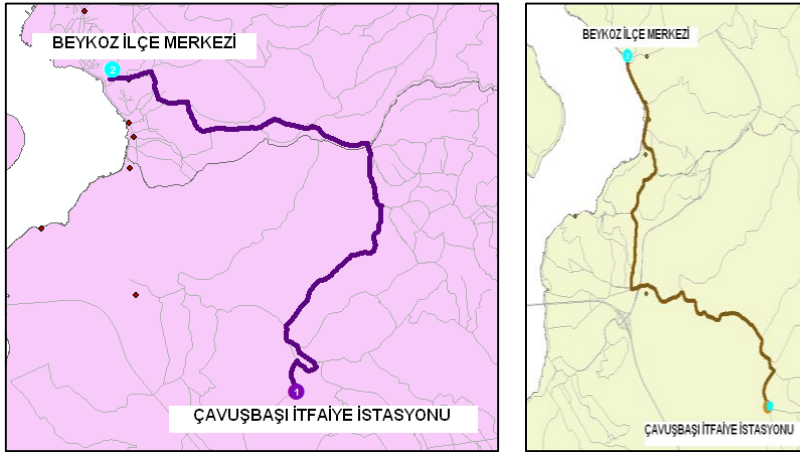


Şekil 5. Beykoz ve Ümraniye Devlet Hastaneleri arasında orman yolları (solda) ve karayolu ile (sağda) en kısa güzergahlar

Figure 5. The shortest routes between Beykoz and Ümraniye State Hospitals using forest roads (left) and motorway (right)

Senaryo 3: İtfaiye İstasyonu ile İlçe Merkezi Arası Ulaşım

Bölgenin ormanlık iç kesimlerinde konuşlanmış olan Çavuşbaşı İtfaiye İstasyonu'ndan ilçe merkezine, arama-kurtarma ve enkaz kaldırma çalışmaları için ulaşımın sağlanmasını öngören bir senaryo oluşturulmuştur. Gerçekleştirilen ağ analizi sonuçları; söz konusu noktalar arası ulaşımın orman yolları ile mümkün olduğunu göstermiştir (Şekil / Figure 6). Bu güzergahın kullanılması halinde toplam mesafenin 3+152 km uzadığı ve hedef noktaya varışın karayoluna göre 15 dk daha fazla zaman aldığı görülmüştür (Tablo / Table 2).

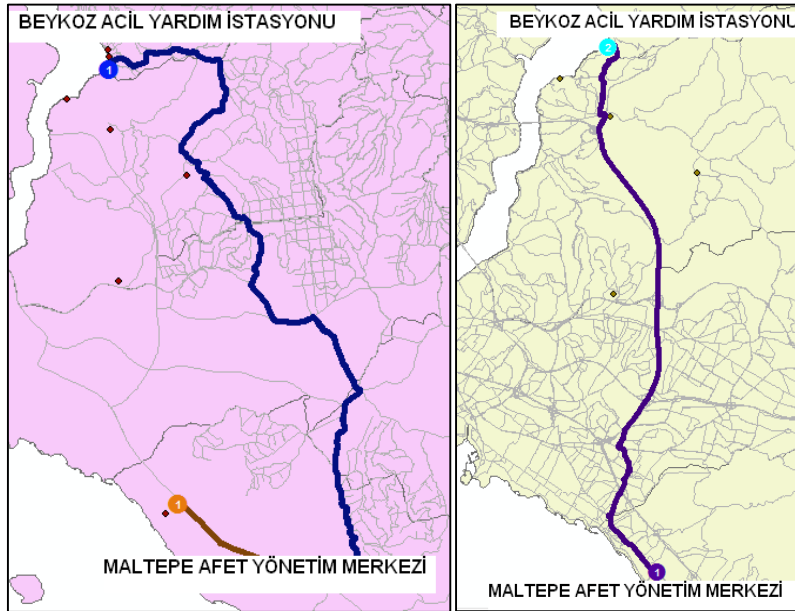


Şekil 6. Beykoz ilçe merkezi ve Çavuşbaşı İtfaiye İstasyonu arasında orman yolları (solda) ve karayolu ile (sağda) en kısa güzergahlar

Figure 6. The shortest routes between Beykoz City Center and Çavuşbaşı Fire Department using forest roads (left) and motorway (right)

Senaryo 4: İl Afet Yönetim Merkezi ile Acil Yardım İstasyonu Arası Ulaşım

İlgili yönetmelik (APEY, 1988) ve eylem planları (UDSEP, 2013) gereği Beykoz Devlet Hastanesi acil ünitesi yanında acil yardım istasyonu kurulduğu görülmüştür. Bu istasyonda mevcut olan erzak ve teçhizatın tükenmesi ya da yetersiz kalması durumunda Anadolu yakasındaki tek merkez olan Maltepe Afet Yönetim Merkezi'nden destek ve ikmali öngören bir senaryo oluşturulmuştur. Gerçekleştirilen ağ analizi sonuçları; söz konusu noktalar arası ulaşımın orman ve köy yolları kombinasyonu ile mümkün olduğunu göstermiştir (Şekil / Figure 7). Bu güzergahın kullanılması halinde toplam mesafe 19+949 km uzamakta ve hedef noktaya varış karayoluna göre 58 dk daha fazla zaman almaktadır (Tablo / Table 2).

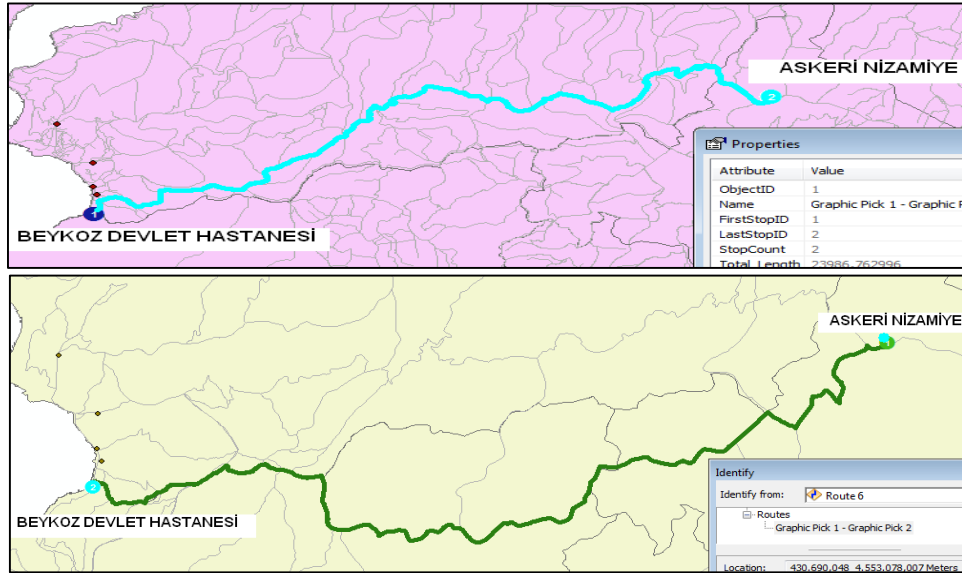


Şekil 7. Maltepe Afet Yönetim Merkezi ve Beykoz Acil Yardım İstasyonu arasında orman yolları (solda) ve karayolu ile (sağda) en kısa güzergahlar

Figure 7. The shortest routes between Maltepe Disaster Management Center and Beykoz Emergency Aid Station using forest roads (left) and motorway (right)

Senaryo 5: Hastane ve Askeriye Arası Ulaşım

İlgili yönetmeliğe göre (APEY, 1988) olası afet sonrası ihtiyaçların yeterince ve zamanında karşılanamaması durumunda askeri birlikler devreye girmektedir. Bu kapsamda Kılıçlı Köyü'nde bulunan askeri nizamiyeden ilçe merkezine ulaşımın etkin bir şekilde sağlanmasını öngören bir senaryo oluşturulmuştur. Gerçekleştirilen ağ analizi sonuçları; söz konusu noktalar arası ulaşımın orman ve köy yolları kombinasyonu ile mümkün olduğunu göstermiştir (Şekil / Figure 8). Üstelik bu güzergahın kullanılması halinde toplam mesafe 0+872 km kısaltmakta ancak hedef noktaya varış orman yollarındaki seyahat hızı düşüklüğü nedeniyle 18 dk uzamaktadır (Tablo / Table 2).



Şekil 8. Beykoz Devlet Hastanesi ve askeri nizamkiye arasında orman yolları (yukarıda) ve karayolu ile (aşağıda) en kısa güzergahlar

Figure 8. The shortest routes between Beykoz State Hospital and military using forest roads (above) and motorway (below)

Tablo 2. Ağ analizi sonuçları
Table 2. Results of network analysis

Senaryo	Karayolu ile Ulaşım			Orman ve Köy Yolları ile Ulaşım			Farklar	
	Mesafe(km)	Süre(dk)	Hız(km/s)	Mesafe(km)	Süre(dk)	Hız(km/s)	Mesafe(km)	Süre(dk)
Senaryo 1	28+829	35	50	32+619	65	30	(+) 3+790	(+) 30
Senaryo 2	15+579	18	50	18+951	38	30	(+) 3+372	(+) 20
Senaryo 3	10+999	13	50	14+151	28	30	(+) 3+152	(+) 15
Senaryo 4	23+776	29	50	43+725	87	30	(+)19+949	(+) 58
Senaryo 5	24+858	30	50	23+986	48	30	(-) 0+872	(+) 18

Tüm senaryolar bir bütün olarak değerlendirildiğinde stratejik noktalara ulaşım, karayolları kullanılmaksızın orman yolları aracılığıyla da gerçekleştirilebilmektedir. Ancak bazı kesimlerde yerleşim merkezlerinden orman yol ağına çıkabilmek için bağlantı yolu olarak köy yollarının da kullanımına ihtiyaç duyulmuştur. Aynı kalkış ve varış noktaları arasındaki mesafe orman yolları kullanılarak gerçekleştirilen seyahatlerde karayollarına nazaran genellikle daha uzun olmaktadır. Buna ilaveten orman yolları ile ulaşımında ortalama hız düşmekte ve dolayısıyla varış süresi bir kat daha artmaktadır. Orman varlığı bakımından zengin ve orman yol yoğunluğunun yüksek olduğu kesimlerde ise durum tersine dönmekte ve güzergah kısaltmaktadır (Senaryo 5). Ancak ortalama seyir hızındaki düşüklük, mesafedeki kısaltmaya rağmen varış süresi açısından orman yollarını avantajlı kılamamaktadır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Olası afetler sonrasında orman yol ağının acil ulaşım yolu görevi üstlenerek ana güzergahlara (karayolları) alternatif oluşturabilme kabiliyetinin sınındığı bu çalışmada, İstanbul-Beykoz ilçesi civarındaki stratejik noktalara orman yollarını kullanarak ulaşmanın mümkün olduğu sonucuna varılmıştır. Zaman ve konfor açısından dezavantajlarına rağmen gereksinim duyulduğunda orman yolları ile özellikle orman varlığı açısından zengin bölgelerde mevcut karayoluna alternatif güzergahlar oluşturulabilmektedir. Söz konusu dezavantajlar orman yollarının geometrik standartlarının yükseltilmesi, üstyapı çalışmalarının tamamlanması ve yol yoğunluğunun optimal seviyeye çıkartılmasıyla aşılabılır. Ayrıca güzergahın dört mevsim açık tutulabilmesi için orman yollarının bakımına azami özen gösterilmelidir. Bu amaçla sanat yapıları sık sık kontrol edilmeli, hidrolik yapılar periyodik olarak temizlenerek tıkanmaları engellenmeli, yol üzerine devrilen ağaçlar kaldırılmalı ve yol üzerinde diri örtü temizliği yapılmalıdır.

Bu çalışmada çizilen çerçeve dahilinde orman yollarının ağ analizi kullanımı ile afet sırasında ve sonrasında hangi amaçlara hizmet edebileceği aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır;

- Afetzedelerin geçici barınma ve toplanma yerlerine ulaştırılması,
- Yaralıların sağlık merkezlerine taşınması,
- Afet yönetim merkezi ve acil yardım istasyonları ile irtibatın kesintisiz olarak sağlanması,
- İtfaiyenin olay yerine erişim rotası seçiminde karar destek sistemini zenginleştirilmesi ve
- Gerekli görüldüğü takdirde askeri personelin sevkıyatı.

Genel ormancılık faaliyetleri dışında da çok amaçlı kullanım olanakları bulunan orman yolları, ileride bu konuda derinleşecek bilimsel çalışmalarla afet yönetimine ilave olarak kent içi navigasyon, belediye hizmetleri, ekoturizm ve askeri uygulamalar gibi pek çok farklı alanda çeşitli fonksiyonel faydalar sağlayabilir.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENTS)

Bu çalışma, İ.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman İnşaatı ve Transportu Yüksek Lisans Programında aynı ad ile yapılmış yüksek lisans tezi çalışmasının özetidir. Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliği tarafından 13958 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir. Çalışma sürecinde teknik desteğini bizden esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Mustafa Akgül'e teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- Acar, H. H., 2005. Orman Yolları Ders Kitabı. KTÜ Orman Fakültesi Yayın No: 82, Trabzon.
- Akay, A. E., Şakar, D., 2009. Yangın sahasına en kısa sürede ulaşımı sağlayan optimum güzergahın belirlenmesinde CBS tabanlı karar destek sisteminin kullanılması. In: TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 2-6 Kasım 2009, İzmir.
- APEY, 1988. 2515 Sayılı Afetlere İlişkin Acil Yardım Teşkilatı ve Planlama Esaslarına Dair Yönetmelik. Onaylandığı Tarih: 1 Nisan 1988, Resmi Gazetede Yayınlandığı Tarih: 8 Mayıs 1988.
- Bilici, E., Hasdemir, M., Küçükosmanoğlu, A., Demir, M., İnan, M., 2009. Yangın emniyet yol ve şeritlerinde yangına erken müdahale amacıyla network analizinin kullanımı. In: I. Orman Yangınları ile Mücadele Sempozyumu, 07-10 Ocak 2009, Kervansaray Hotel, Antalya (Tebliğler Kitabı s. 324-331).
- Bono, F., Gutierrez, E., 2011. A network-based analysis of the impact of structural damage on urban accessibility following a disaster: the case of the seismically damaged Port Au Prince and Carrefour urban road networks. *Journal of the Transport Geography* 19(6): 1443-1455, DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2011.08.002.

Curtin, K., 2007. Network analysis in geographic information science: review, assessment, and projections. *Cartography and Geographic Information Science* 34(2): 103-111, DOI: 10.1559/152304007781002163.

Ercan, A., 2011. Türkiye’de depremler. http://itubirlik.org.tr/wp-content/uploads/ali_ercan_makale.pdf (Access: 11 May 2015).

Erdaş, O., 1986. Orman yollarında proje ve yapım tekniğine bağlı olarak kazı ve taşıma makinelerinin rasyonel kullanımı. Ormancılıkta Mekanizasyon ve Verimliliği Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Milli Prodüktivite Merkezi Yayın No: 339, Ankara.

Erdik, M., Demircioğlu, M., Sesetyan, K., Durukal, E., Siyahi, B., 2004. Earthquake hazard in Marmara Region, Turkey. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 24(8): 605-631, DOI: 10.1016/j.soildyn.2004.04.003.

ESRI, 2010. ArcGIS for Desktop. Environmental Systems Research Institute, Inc., California, USA.

Hasdemir, M., Demir, M., 2000. Türkiye’de orman yollarını karayollarından ayıran özellikler ve bu yolların sınıflandırılması. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University* 50 (B2): 85-96.

JICA, 2002. Türkiye Cumhuriyeti İstanbul İli Sismik Mikro-Bölgeleme Dahil Afet Önleme/Azaltma Temel Planı Çalışması. Japon Uluslararası İşbirliği Ajansı ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Sonuç Raporu (Döküman V), Eylül 2002.

Khademi, N., Balaei, B., Shahri, M., Mirzaei, M., Sarrafi, B., Zahabiun, M., Mohaymany, A.S., 2015. Transportation network vulnerability analysis for the case of a catastrophic earthquake. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 12: 234-254, DOI: 10.1016/j.ijdr.2015.01.009.

MGM, 2012. İl ve ilçelerimize ait istatistiki veriler (Beykoz). <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ISTANBUL> (Access: 10 May 2015).

MMO, 1999. Meteorolojik Karakterli Doğal Afetler ve Meteorolojik Önlemler Raporu. TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası, 61 p.

OGM, 2008. Orman Yolları Planlaması, Yapımı ve Bakımı Tebliğ No: 292. TC Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü İnşaat ve İkmal Dairesi Başkanlığı, Ankara.

Özmen, B., Nurlu, M., Güler, H., 1997. Coğrafi Bilgi Sistemi ile Deprem Bölgelerinin İncelenmesi. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

Sohn, J., 2006. Evaluating the significance of highway network links under the flood damage: an accessibility approach. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 40(6): 491-506. DOI: 10.1016/j.tra.2005.08.006.

QGIS Planet, 2011. <http://planet.qgis.org/planet/tag/pgrouting/> (Access: 11 May 2015).

Tarakçı, S., 2006. Beykoz civarındaki tıbbi özellik taşıyan bitkiler üzerine araştırmalar. Doktora tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 148 s.

TÜİK, 2015. 2014 yılı il ve cinsiyete göre nüfus yoğunluğu (Tablo 2). <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=18616> (Access: 11 May 2015).

UDSEP, 2013. Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı 2012-2023. TC Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara.

URL-1. http://www.deprem.gov.tr/sarbis/DDK/Belgeler/SURA_SONUC_BILDIRGESI.pdf (Access: 5 May 2015).

URL-2. http://www.beykoz.bel.tr/beykoz/beykoz_01/ (Access: 5 May 2015).

Yılmaz, Z., Şenbeyazlı, D., 2006. CBS ile kent bellek noktalarına optimum erişilebilirlik. In: 4. Coğrafi Bilgi Sistemi Bilişim Günleri Konferansı, 13-16 Eylül 2006, Fatih Üniversitesi, İstanbul.