

# AKILLI BİNALARDA TAHLİYE GÜZERGAHININ ÜÇ BOYUTLU AĞ ANALİZLERİ İLE BELİRLENMESİ

İsmail Rakıp Kardeş<sup>1</sup>, Fatmagül Batuk<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü,  
Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bl.  
ragib@gyte.edu.tr

<sup>2</sup>Yıldız Teknik Üniversitesi,  
Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bl.  
batuk@yildiz.edu.tr

## ÖZET

Acil durumlar, dağıtım, güvenlik, ziyaretçi yönlendirmesi vb. gibi konular Coğrafi Bilgi Sistemlerinde 3 boyutlu ağ analizlerinin uygulama alanları olarak dikkat çekmektedir. Özellikle binaların en kısa yolda güvenli bir şekilde tahliyesi problemi, günümüzün karmaşık ve yüksek binalarında meydana gelebilecek olağanüstü durumlarda, geçmişe göre çok daha fazla önem kazanmıştır.

Bu yayında mevcut ve ideal tahliye sistemlerinin öğeleri ve gerekliliklerinden bahsedilecek, ardından üç boyutlu mekanlarda en kısa yol analizlerinin yapılmasına yönelik olarak gerçekleştirilen uygulama tanıtılacaktır.

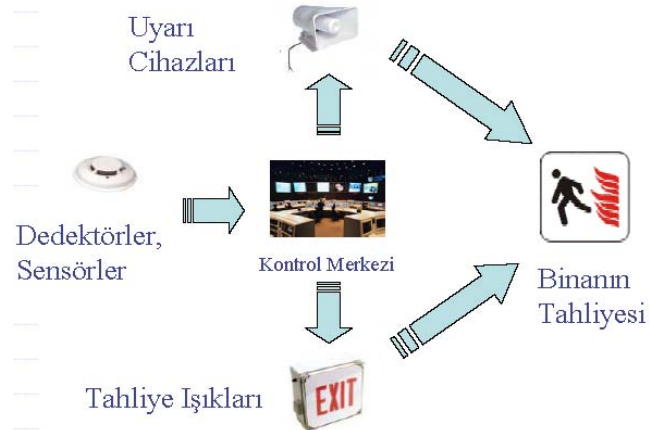
## 1. GİRİŞ

Yangın, güç kesintisi, terörizm (patlamalar, bomba ihbarları, rehin alma olayları), kimyasal sızıntılar, deprem, su basması gibi olaylar, iç mekanlarda meydana gelebilecek yada etkileyebilecek olağanüstü durumlardan bazılarıdır [1]. Bu türden felaketlerde en kısa sürede binanın tahliyesi büyük önem kazanmaktadır. Modern binaların karmaşıklığı ve içinde yaşayan insanların fazlalığı gözönüne alındığında böylesine hızlı bir tahliyenin çok zor olduğu ortadadır. Bu tür olaylarda panik, izdiham, birbirini çığneme, çıkışlara ulaşamama gibi durumların oluşması kaçınılmaz gibidir. Bu yüzden bilgi tabanlı, dinamik, gerçek zamanlı etkileşimli tahliye stratejileri ve sistemlerinin oluşturulması büyük önem kazanmaktadır.

## 2. TAHLİYE SİSTEMLERİ

### 2.1. Mevcut Sistemler

Halihazırdaki sistemler genel olarak 3 temel bileşenden oluşmaktadır [2] (Şekil 1):

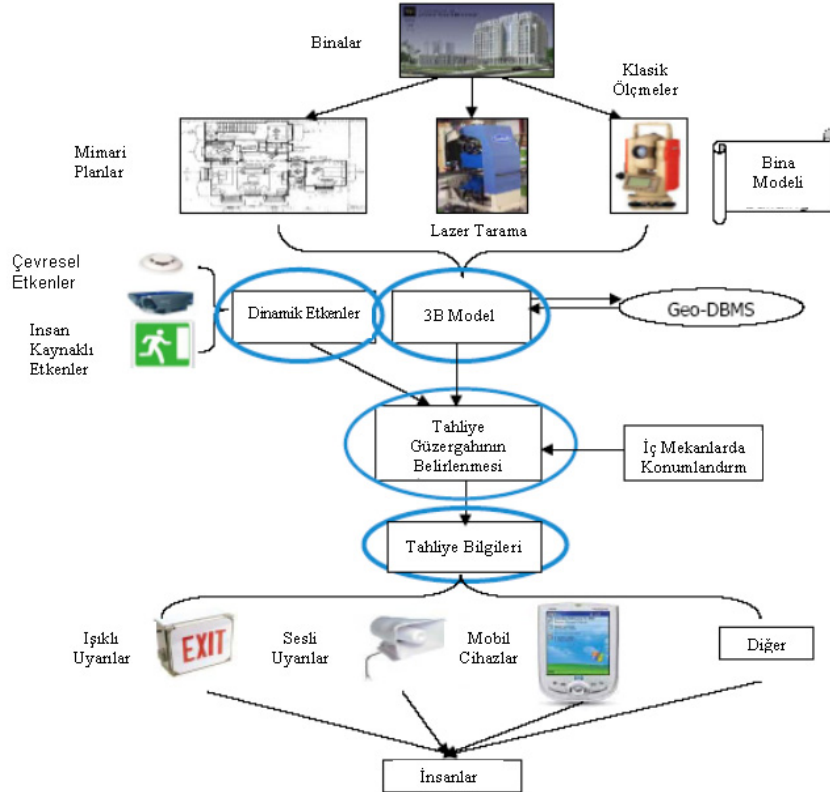


Şekil 1. Mevcut Sistemlerin Bileşenleri

1. **Otomatik Algılama Sistemleri:** Duman, ısı ve radyasyona duyarlı algılayıcılar, alarm sistemleri ve diğer sistemlerin (örneğin yağmurlama) harekete geçmesini sağlarlar.
2. **Alarm Sistemleri:** Sesli uyarıcılarla binadaki insanların uyarılmasıdır. Manuel çalışan sistemler olduğu gibi, acil durumlarda kontrol merkezi ile katlar arasındaki bağlantıyı sağlayan telefon, interkom gibi uyarı sistemleri de mevcuttur.
3. **Uyarı lambaları:** Çıkış yönünü gösteren ışıklı göstergeler sayesinde binanın tahliyesi amaçlanmıştır.

Tahliye planı, sesli alarm ve sesli yönlendirme, ışıklı uyarılar gibi öğeleriyle sözkonusu mevcut sistemler günümüzün modern binaları için oldukça yetersiz kalmaktadırlar. Çünkü [8];

- **Esneklikten yoksundurlar ve dinamik değildirler:** Önceden tanımlanmış senaryolara göre hazırlanmışlardır. Olay anında ve sonrasında bina içinde ne olduğu bilgisine göre bir yönlendirme yeteneğine sahip değildirler. Bu yüzden, örneğin kapanmış çıkışlara yada gaz kaçağı olan alanlara yönlendirmeye sebep olabilirler.
- **Yeterince akıllı değildirler:** Kontrol yetenekleri zayıf olduğu için yığılmalara, bina içi trafik yoğunluğuna, tahliye hızının yavaşlamasına, çıkışların tıkanmasına ve bu yüzden insanların zarar görmesine sebep olabilmektedirler.
- **Yetersiz bilgi vermektedirler:** Binayı yeterince tanımayan insanlar için tahliye uyarıları yeterince açıklayıcı olmamaktadır. Özellikle yangın ve elektrik kesintisi gibi durumlarda ortaya çıkan görüş zorluğu bu yönergelerin faydasını en aza indirmektedir.



Şekil 2. İdeal bir (Akıllı) Tahliye Sisteminin Bileşenleri

## 2.2. Akıllı Sistemler

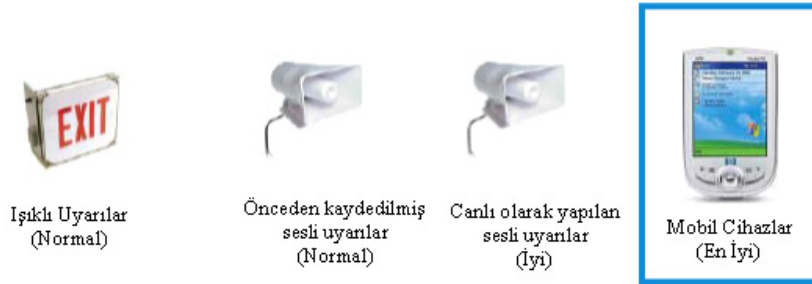
İdeal bir tahliye ve yönlendirme sistemi şu önemli bileşenlere sahip olmalıdır [8]: İç mekanlara yönelik bir navigasyon sistemi, iletişim bağlantısı, binada bulunan insanlar ve olay hakkında gerçek zamanlı dinamik bilgiler, binanın üç boyutlu geometrik ve topolojik modeli,

ağ analizlerini, güzergah hesaplamalarını, bilgilerin ilgililere ulaştırılmasını ve kullanıcıların anlayacağı şekilde sunulmasını sağlayan yazılım ve donanım sistemleri (Şekil 2).

**2.2.1. Navigasyon ve İletişim:** Günümüzde konumlandırma ve yönlendirme amaçlı bir çok sistem geliştirilmiştir ve en yaygın kullanılanı GPS (Global Positioning System – Küresel Konum Belirleme Sistemi) dir. Fakat bu sistemlerin çoğu açık alanlar için tasarlanmıştır. Bununla birlikte son yıllarda iç mekanlarda kullanılacak aktif yada pasif bir çok yeni sistem önerilmiştir; Kablosuz Ağlar (WLAN), Location Fingerprint, Vision Systems ve bunların müşterek kullanımı gibi. İletişimin sağlanmasında ise Kablosuz Ağlar (WLAN), GPRS (General Pocket Radio Service) ve UTMS (Universal Mobile Telecommunications System) gibi teknolojilerin kullanılması mümkündür [3].

**2.2.2. Dinamik (Gerçek Zamanlı) Faktörler:** Olağanüstü ve acil durumlar statik yapıda olaylar değil aksine dinamik ve değişken yapıdadırlar. Optimal tahliye güzergahının belirlenmesinde başlıca kriter seyahat mesafesi olmakla birlikte başka bir çok etken de mevcuttur. Bunları 2 grupta toplamak mümkündür: (1) *Çevresel Etkenler:* Hasarlı alanlar, kimyasal sızıntılar, gaz kaçağı, duman, elektrik kesintisi gibi etkenler güzergahların belirlenmesinde etkilidir. Bunların dışında çıkış alanlarının kapasiteleri dikkate alınarak, izdihama mahal vermeyecek şekilde yoğunluğun farklı güzergahlara paylaşılması gerekir. (2) *İnsan Kaynaklı Etkenler:* Nüfus yoğunluğu, yaş, cinsiyet , engellilerin durumu ve zemin (merdiven vb.) tahliye hızını ve yoğunluğunu etkileyen insan kaynaklı faktörlerdir. Bu parametrelerin böyle bir sisteme girdi olarak sunulması zorunludur. Parametrelerin önem derecesi değişik yapıdaki binalar (hastahane, tiyatro vs.) için farklı farklı olabilmektedir.

**2.2.3. Belirlenen Tahliye Güzergahlarının Kullanıcılara Sunulması:** Güzergah tayin edildikten sonra en önemli soru bu bilgilerin kullanıcılara nasıl sunulacağıdır. Sahip olunan imkanlara bağlı olarak değişmekle birlikte, bu bilgilerin insanlara ulaştırılmasında bir çok yöntem kullanılabilir. Dinamik etkenlerin birer parametre şeklinde girdi olarak dahil edildiği, gelişmiş güzergah tayini algoritmalarına elde edilen bilgiler, ilk bölümde sözü geçen klasik yöntemlerle ulaştırılabilmekle birlikte, bundan çok daha iyisi, cep telefonu, cep bilgisayar, PDA gibi mobil cihazların kullanılmasıdır (Şekil 3).



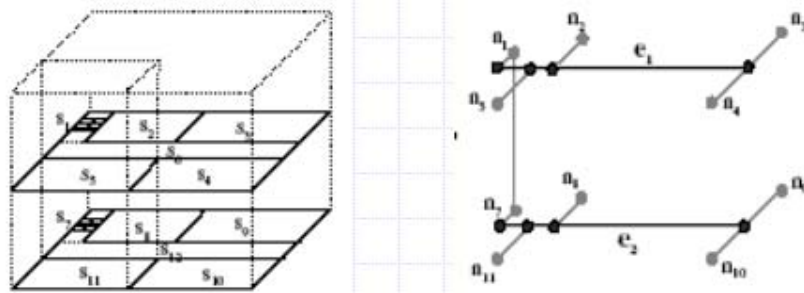
**Şekil 3.** Belirlenen Tahliye Güzergahlarının Kullanıcılara Sunulması

Kontrol merkezi tarafından bu cihazlara gönderilen verilerin, gerçek zamanlı olarak yönlendirmesi sayesinde kullanıcılar tahliye ayrıntılarını ve kurallarını bilmeseler bile kolaylıkla güzergahlarını bulabileceklerdir. Bu cihazların bir başka avantajı da grafik olarak insanlara bilgi vermesi ve yönlendirmesidir. Merkezi bilgisayardan kullanıcının konumuna bağlı olarak gönderilecek olan resim yada video görüntüler güzergah izlemede çok daha etkili olacaktır.

**2.2.4. Üç Boyutlu Bina Modelleri:** Burada 3 boyutlu modelleme ile kastedilen şey, binaların mimari yapısının, bilgisayarların anlayabileceği, yorumlayacağı ve görselleştirebileceği şekilde modellenmesidir. Bu model sayesinde genel (kalabalığın yönlendirilmesi) yada özel (sadece bir kişi için) en güvenli ve en hızlı tahliye güzergahlarının hesaplanması ve tespiti

mümkün olmaktadır. Binaların 3 boyutlu modeli hem geometrik ve hem de lojik (topolojik) modeli kapsamaktadır (Şekil 4).

**Geometrik Model:** Geometrik model binaların 3 boyutlu olarak uzayda görselleştirilmesini sağlar [4]. Bina içi güzergahların, kullanıcıların anlayacağı tarzda görselleştirilebilmesi için 3 boyutlu geometrik modellerin oluşturulması zorunludur.



Şekil 4. Geometrik Model ve Lojik Model

**Lojik Model:** Lojik model ise bina içi mekanların birbiri ile olan bağlantılarını içermektedir [5]. Odalar ve önemli geçiş alanları düğümlerle (nodes), bu düğümleri birleştiren bağlantılar (connectivity) ise hatlarla (arcs, links) gösterilmektedir.

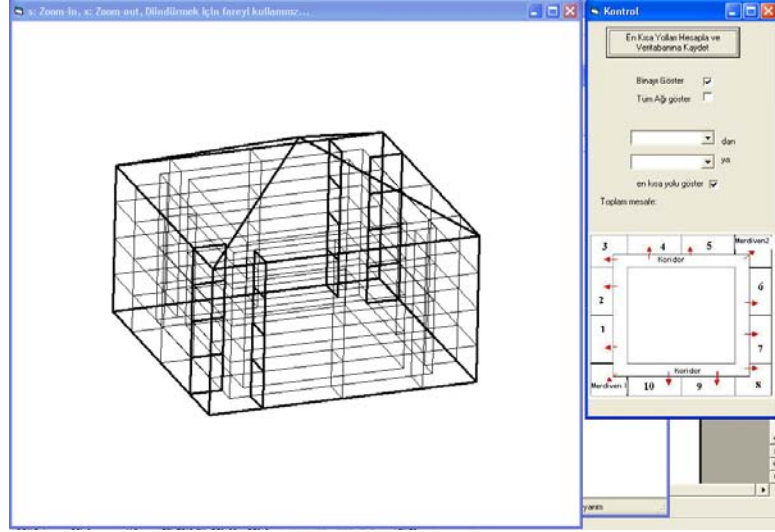
Lojik model geometrik modele bakan kişinin malumu olduğu bina içi bağlantıların bilgisayara öğretilmesi işlemidir. Binaların analizi ve düğümlerin belirlenerek lojik modelin tasarlanması oldukça fazla bir deneyim ve dikkat istemektedir. Bu oldukça usandırıcı ve can sıkıcı bir süreçtir. Fakat lojik model bir kez tasarlandıktan sonra, güzergah tayini artık kolaylıkla yapılabilmektedir.

Daha önce de belirtildiği gibi lojik modelin oluşturulması sayesinde bilgisayar, güzergah tayinini yapabilecek yeteneğe sahip olmaktadır [6]. Buna karşın lojik model bu güzergahların görselleştirilmesinde yetersiz kalmakta, sadece lojik modele bakarak kullanıcının bilgi edinmesi mümkün olmamaktadır. Bu yüzden lojik ve geometrik modelin birlikte kullanılması ile (hibrit model) güzergahların hesaplanarak tespiti ve bu güzergahların görselleştirmeleri birlikte gerçekleştirilmektedir.

### 3. UYGULAMA: Üç Boyutlu Ağ Analizleri ile Tahliye Güzergahının Belirlenmesi

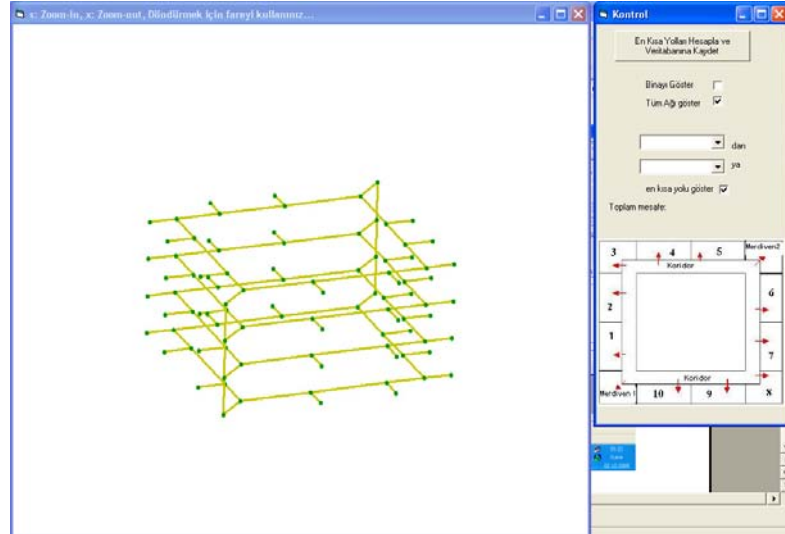
Gerçekleştirilen uygulama ile böyle bir sistemin en önemli ayağı olan, tahliye güzergahının belirlenmesine yönelik olarak hibrit model tasarlanmış ve 3 boyutlu ağ analizleri gerçekleştirilmiştir. Öncelikle geometrik ve lojik, 3 boyutlu bina modelleri oluşturulmuştur. Ardından optimum güzergah tespitinde yaygın olarak kullanılan Dijkstra Algoritması 3 boyutlu ağlara yönelik olarak daha da geliştirilerek kodlanmıştır [7]. Geliştirilen yazılım ile bir CBS platformu tasarlanmış ve oluşturulan modele uygun olarak yapılandırılmış binalarda ağ analizlerine imkan verecek şekilde programlanmıştır.

İlk aşamada Şekil 6'da görüldüğü üzere geliştirilen geometrik modele uygun olarak, örnek bir binaya ait veriler bir coğrafi veritabanında bir araya getirilmiştir. Şeklin sağ alt tarafındaki kat planında da görüldüğü gibi, bu yapı iki köşesinde merdivenleri olan dört katlı bir binadır. Geometrik verileri içeren veri tabanı, bina köşe koordinatları ile bu köşeleri birleştiren doğrulara ait bilgileri içermektedir.



Şekil 6. Geometrik Model

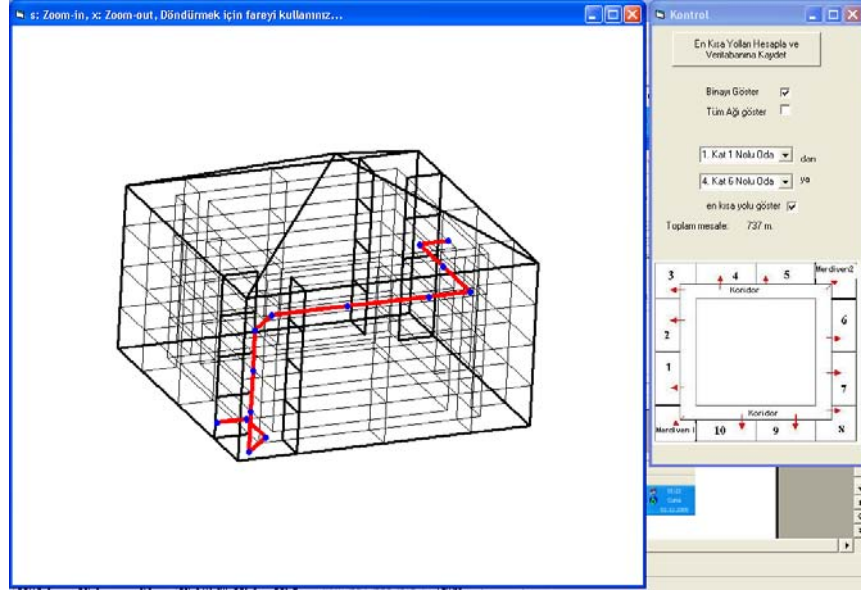
İkinci aşamada lojik modele uygun olarak (Şekil 7) düğüm koordinatlarını ve bu düğümleri birleştiren bağlantıları kapsayan veriler veri tabanına aktarılmıştır. Şekillerde de görüldüğü üzere tasarlanan modeller, Bilgisayar Grafikleri (Computer Graphics) algoritmaları kullanılarak kullanıcıların etkileşimli bir şekilde görselleştirebilecekleri şekilde programlanmıştır.



Şekil 7. Lojik Model

Daha sonra söz konusu modeller kullanılarak en kısa yol analizlerinin yapılmasına imkan sağlayacak şekilde Dijkstra'nın algoritması kodlanmıştır. Şekil 8'de görülen "En Kısa Yolları Hesapla ve Veritabanına Kaydet" yazılı butona basıldığında, algoritma çalışmakta, lojik modeldeki bağlantı bilgileri okunarak en kısa yollar hesaplanmaktadır. Ardından her bir düğüm için birer tablo oluşturulmakta, o düğümden diğer düğümlere giden en kısa yollar bu tablolara otomatik olarak kaydedilmektedir.

3 boyutlu ağ analizini yapacak olan bu sistem kurulduktan sonra, ilgili kutulardan gidilmek istenen ilk ve son nokta (kat ve oda numarası) seçilerek en kısa yol elde edilmek istendiğinde, en kısa yola ait çizgi (path) ekrana çizilmekte, aynı zamanda bu noktalar arasındaki mesafe de görüntülenmektedir (Şekil 8).



Şekil 8. En kısa yolun belirlenmesi ve gösterimi

#### 4. SONUÇLAR

Son yıllarda iletişim, bilişim ve konumlandırma sistemlerinde meydana gelen gelişmeler, yüksek ve karmaşık yapıların tahliyesinde, yukarıda ayrıntılarıyla açıklanan akıllı sistemlerin kullanılmasına gittikçe daha fazla imkan tanımaktadır. Olağanüstü durumlarda yetersiz kalan mevcut sistemlerin yerine bu tür sistemlerin kullanılması gelecekte kaçınılmaz olacaktır.

Bu bildiride mevcut ve ideal tahliye sistemlerinin karşılaştırılması yapılmış ve ideal bir sistemin en önemli ögesi olan çıkış güzergahlarının tespitine yönelik olarak 3 boyutlu bir ağ analizi modeli geliştirilmiştir. Söz konusu model ile yapıların gerçek zamanlı tahliyesinin konumsal temelleri ortaya konmuş, gerçekleştirilen örnek analizlerle, en kısa yol analizlerinin tespiti uygulamalı olarak gösterilmiştir.

#### KAYNAKLAR

- [1] Stringfield, W.H., (1996) Emergency planning and management, Rockville: Government Institutes
- [2] Galea, E.R., Owen, M., Gwynne, S. (1999) Principles and practice of evacuation modeling second edition, CMS Press
- [3] Zlatanova S, Verbree E (2003) Technological developments within 3D locationbased services, International Symposium and Exhibition on Geoinformation 2003 (invited paper), 13-14 October, Shah Alam, Malaysia, pp 153-160
- [4] Zlatanova, S., Holweg D., Coors, V. (2004) Geometrical and topological models for real-time GIS, Proceedings of UDMS 2004, 27-29 October, Chioggia, Italy, CDROM, 10 p
- [5] Lee, J. (2001), '3D Data Model for Representing Topological Relations of Urban Features', Proceedings of the 21st Annual ESRI International User Conference, San Diego, CA, USA
- [6] Karaş, İ. R., Batuk, F., (2005), "Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Topoloji Kavramı", 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.
- [7] Morris, J., (1998) Data Structures and Algorithms.  
Available at <http://ciips.ee.uwa.edu.au/~morris/Year2/PLDS210/dijkstra.html>
- [8] Pu, S. and S. Zlatanova, "Evacuation route calculation of inner buildings", Geoinformation for disaster management, Springer Verlag, Heidelberg, pp. 1143-1161