

Ulaşım Ağları Veri Altyapısı

Murat GÜNERİ¹, Fatmagül BATUK²

Özet

Gün geçtikçe daha kapsamlı ve daha karışık hale gelen ulaşım sistemlerinin gerek kontrol altında tutulabilmesi, gerek planlanması, gerekse kullanıcıları tarafından verimli şekilde kullanılabilmesi için coğrafi bilgi sistemleri yönteminin kullanılması kaçınılmaz hale gelmektedir. Ulaşım sistemlerinin coğrafi bilgi sistemi konusuna olmaya başladığı noktada ise devreye ağ kavramı girmektedir. Bu çalışmada ulaşım sistemlerinin CBS ortamına aktarılması ve bu sistemlerin bir ağ yapısı içerisinde irdelenmesi üzerinde durulmuş, farklı ulaşım ağlarının birbirlerine bağlanması için gerekli yöntem irdelenmiş ve buna yönelik örnek bir uygulama yapılmıştır.

Anahtar Sözcükler

Ağ analizi, Coğrafi Bilgi Sistemi, Veri yapısı, Veri tabanları, Ulaşım

Abstract

Transportation Network Data Infrastructure

Keeping under control the transportation systems, which become increasingly comprehensive and more complex day after day, both in planning and ensuring effectiveness, using geographical information systems are becoming inevitable. Networks engage when transportation systems are becoming an issue of GIS. In this study; integration of transportation networks to GIS and scrutinizing these in a network structure, connection of different types of transportation systems and a sample application are applied.

Key Words

Network analysis, Geographical Information System, Data structure, Database, Transportation

1. Giriş

Gelişmiş veya gelişmekte olan kentlerde, artan nüfusa bağlı olarak, özellikle ulaşım ağının karmaşık hale gelmesi, bu ağın yönetilmesi ve planlanması açısından büyük zorluklar ortaya çıkarmaktadır. Farklı kent ulaşım ağlarının birbirleri ile ilişkilerinin kurulması, gerek yerel yönetimler, gerekse kullanıcılar açısından kullanım kolaylığı getirmektedir. Örneğin yerel yönetimlerce yapılacak olan ulaşım planlamasında farklı ulaşım türlerinin birbirleri ile bağlantılarının analiz edilmesi ile birçok ulaşım planlaması uygulamasının kolayca yapılacağı açıktır. Ayrıca yerel kullanıcılar karmaşık halde bulunan ulaşım sistemlerinin analiz edilmesi ile ağ

analiz sonucuna göre kolaylıkla ulaşım planlaması yapılabilecektir. Özellikle İstanbul gibi karmaşık ulaşım ağına sahip kentlerde, bu ağın yönetilmesi ancak ulaşım ağlarının birbiri ile entegrasyonu ile mümkün olabilmektedir.

Farklı ulaşım ağı sistemlerinin entegrasyonunun yapılabilmesi, bu ağın yönetilmesi, birbiri ile ilişkilerinin belirlenebilmesi amacıyla Coğrafi Bilgi Sistemlerinin kullanılması, özellikle kurulum aşamasında birçok kolaylığı beraberinde getirmektedir. Özellikle karmaşık ağ yapılarının birbiri ile entegre edilmesi, her bir ulaşım ağının ayrı ayrı değerlendirilmesini gerektirdiğinden, CBS yönteminin kullanılması, sonucun daha doğru ve hızlı olmasını sağlayacaktır. Bütün bunlara ek olarak, özellikle ulaşım ağlarının kendi içlerinde yönetilmesi, düzenlenmesi, yeni ağların eklenmesi işlemlerinin özellikle yeni geliştirilen yazılımlarla daha hızlı ve doğru yapılabileceği açıktır. Ayrıca farklı ulaşım ağlarının birbirleri ile bağlantılarının belirlenmesi, bunların bağlantı türlerinin CBS yöntemi ile ortaya konması, klasik yöntemlere göre daha hızlı ve doğru olacaktır.

Bu çalışmada, taşıt yolları, raylı sistemler ve deniz hatlarına ait ulaşım ağının kendi içerisinde analize hazır hale getirilmesi için gerekli işlemler çıkartılarak belirli bir sistematik elde edilmiştir. Bu sistematik bu üç ulaşım ağı için ayrı ayrı yapılarak belirli bir düzenleme sistemi oluşturulmuştur. Ardından her bir ulaşım ağının birbiri ile entegrasyonu için gerekli işlemler belirlenerek, bu işlem neticesinde meydana gelebilecek hata türleri tespit edilmiş, bunlar için çözüm önerileri oluşturulmuştur.

1.1. Ağ Kavramı ile İlgili Genel Bilgiler

CBS bakış açısı ile ağ, nesnel arasındaki ilişkiyi, bağlantılık özelliklerini kullanarak belirleyen bir matematiksel grafik tipidir. Ağlar, temel olarak düğüm ve bağlantılardan oluşur.

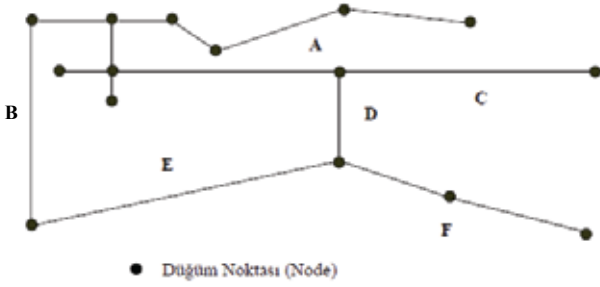
Kara yolları, tren yolları, nehirler, boru hatları, telefon ve elektrik hatları gibi birbirlerine çizgi özelliklerle bağlı sistemler ya da yapılar ağ olarak adlandırılır. Ağ yapıları üzerinden bir noktadan diğer bir noktaya erişebilme özelliği vardır (ESRI, 1996).

Bir ağ çeşitli yollarla aralarında bağ kurulmuş hat parçalarından (bağlantı) oluşur. Her hat parçası koordinatları bilinen başlangıç ve bitiş noktaları ile tanımlıdır. Bir parça başlangıç ve bitiş noktaları arasında koordinatları bilinen ara noktaları da içerebilir. Düğüm noktaları ile tanımlanan topolojik ilişkiler bir ağın bağlantılılığını belirlemektedir.

Şekil 1'de bir sokak ağı yapısına benzeyen tipik bir ağ yapısı örneği görülmektedir. Şekildeki noktalar düğüm noktalarını temsil etmektedir.

¹ İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Coğrafi Bilgi Sistemi Müdürlüğü, Merter, İstanbul

² YTÜ, Yıldız Teknik Üniversitesi, Harita Müh.Bölümü, Esenler, İstanbul



Şekil 1: Ağ yapısı Örneği (ERDEN vd., 2003).

Bir hat parçası iki düğüm noktası ile tanımlanabilir. Örneğin B,C,D,E parçaları ara noktalara sahip değil iken diğer parçalar bir veya daha fazla ara noktaya sahiptir. Her iki durumda da her parça başlangıç ve bitişte iki düğüm noktasına sahiptir. Şekil 1'den de görüldüğü gibi her parçanın son noktası ile parçaların kesişim noktası bir düğüm noktası olmalıdır. Diğer bir deyişle bir düzlemsel çizgede (graph) kesişen iki hat parçasında, kesişim noktasında, bir düğüm noktası olması zorunluluğu vardır (ERDEN vd., 2003).

1.2. Toplu Taşıma Ağları

Toplu taşıma ağlarında, istasyonlar, istasyon girişleri düğümleri, bunların birbirleri arasındaki yollar da bağlantıları oluşturmaktadır (Şekil 2). Toplu taşıma ağlarındaki önemli işlemlerden birkaçı; bir istasyondan ulaşılacak diğer istasyonların bulunması, iki istasyon arasındaki durak sayısının bulunması ve iki istasyon arasındaki seyahat süresinin hesaplanmasıdır. Bu çalışmada üzerinde durulacak ve uygulanması yapılacak iki ağ çeşidinden biri toplu taşıma ağıdır.



Şekil 2: Toplu taşıma ağı örneği

2. Örnek Uygulama

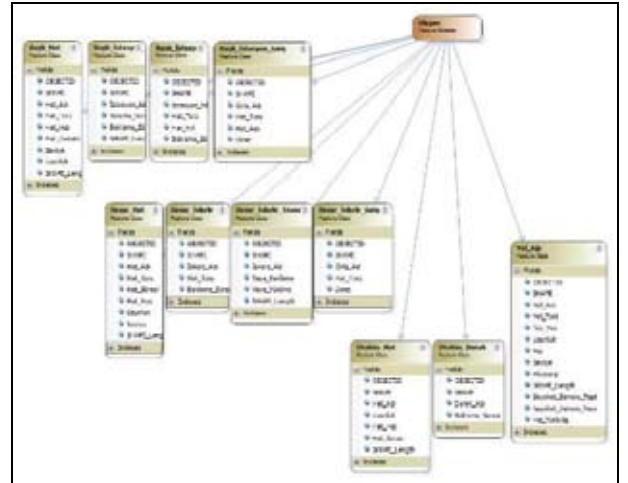
Bu çalışmada, İstanbul ili, Beyoğlu ilçesinde seçilen, birden fazla toplu taşıma sistemi içeren bir bölgede, ağ analizi uygulaması yapılmıştır. Seçilen bölgenin, çok modlu (multimodal) ağ kurulumunun pek çok özelliğini bir arada barındırmasına özen gösterilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3: Çalışma alanı

2.1. Veritabanının Oluşturulması

Çalışmada ArcGIS 9.3.1. kullanılmıştır. Koordinat sistemi olarak, verilerin bir kısmının sağlandığı İstanbul Büyükşehir Belediyesi Coğrafi Bilgi Sistemi Müdürlüğü'nün kullandığı ED1950 UTM Zone 35N kullanılmıştır. Tasarlanan katmanlar Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 4: Katman yapısı

2.2. Topoloji Kurulması

Veritabanının, veri setinin ve katmanların oluşturulmasının ardından, bağlantıların düzgün bir şekilde çalışabilmesi için katmanlar içinde ve katmanlar arasında topoloji kurulur. Topoloji kurarken kullanılacak kuralların seçimi, topolojinin işlevini yerine getirmesi bakımından oldukça önemlidir. Bu çalışmada kullanılan kurallar şunlardır;

- Yol Ağı çizgileri kendileriyle kesişmemeli.
- Raylı İstasyon noktaları Raylı Hat çizgilerinin ucunda bulunmalı.
- Raylı İstasyon Giriş noktaları Raylı İstasyon Transfer çizgilerinin ucunda bulunmalı.
- Raylı İstasyon Giriş noktaları Yol Ağı çizgilerinin ucunda bulunmalı.
- Raylı Hat çizgileri kendileriyle kesişmemeli.
- Raylı İstasyon Transfer çizgileri kendileriyle kesişmemeli.

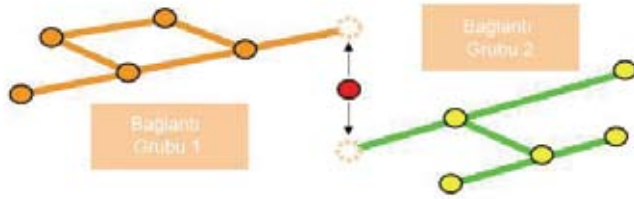
- Deniz İskele noktaları Deniz İskele Transfer çizgilerinin ucunda olmalı.
- Deniz İskele noktaları Deniz Hat çizgilerinin uç noktasında olmalı.
- Deniz İskele Giriş noktaları Yol Ağı çizgilerinin ucunda olmalı.
- Deniz İskele Transfer çizgileri kendileriyle kesişmemeli.
- Deniz Hat çizgileri kendileriyle kesişmemeli.
- Otobüs Durak noktaları Yol Ağı çizgilerinin üzerinde olmalı
- Otobüs Durak noktaları Otobüs Hat çizgilerinin ucunda olmalı

2.3. Ağ Kurulumu

Ağ kurulumu kavramından kasıt, ağı oluşturan katmanlar kullanılarak, üzerinde analizlerin yapılabileceği, düğüm ve bağlantı tablolarından oluşan ağ veri setinin yaratılmasıdır. Bunun yapılabilmesi için gereken 2 temel aşama, bağlantı kurallarının belirlenmesi ve ağ veri setini oluşturacak özniteliklerin hesaplanmasıdır.

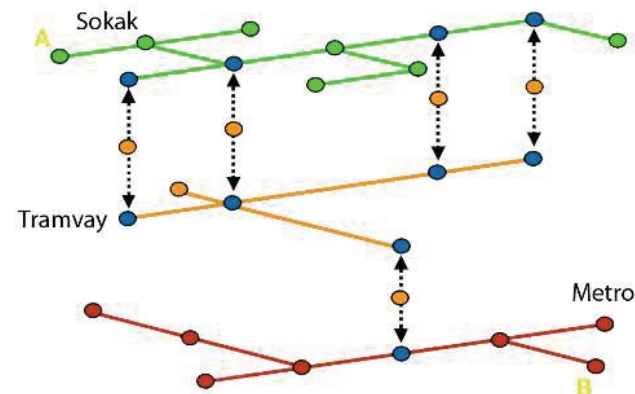
2.4. Bağlılık

Bağlılık, düğümlerin ve bağlantıların birbirlerine hangi koşullar altında bağlanabileceklerini açıklayan kurallardır (Şekil 5).



Şekil 5: İki bağlantı grubunun birbirlerine bağlanması

Özellikle birden fazla ağın bir araya gelmesinden oluşan ağlarda bu kurallar oldukça önem taşır (Şekil 6).



Şekil 6: Yol, tramvay ve metrodan oluşan ağın bağlantıları

11 katmanın birbirleriyle hangi bağlantı kuralı çerçevesinde bağlantı kurdukları Şekil 7'de gösterilmiştir. Burada, katmanların adları, bağlantı kuralı ve bağlantı yüzeyleri görülmektedir. 6 bağlantı yüzeyi tanımlanmıştır.

- Yol yüzeyi
- Otobüs hat yüzeyi
- Deniz transfer yüzeyi
- Deniz hat yüzeyi
- Raylı transfer yüzeyi
- Raylı hat yüzeyi

Çalışmada, 3 ayrı bağlantı kuralı kullanılmıştır. Çizgi katmanları, birbirleriyle sadece uç noktalarında bağlantı kuracak şekilde End Point kuralıyla bağlanmıştır. Çizgi katmanları arasındaki bağlantıyı sağlayan nokta katmanları ise, çizgi katmanlarının uç noktalarında olmak zorunda olduğu durumlarda Honor kuralıyla, çizgi katmanının üzerindeki kırık noktalarından bağlantı kurabilecekleri durumda ise Override kuralı uygulanmıştır.

Connectivity Groups:		1	2	3	4	5	6
Source	Connectivity Policy						
Deniz_Hat	End Point	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Deniz_Iskele_Transfer	End Point	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otobüs_Hat1	End Point	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Raylı_Hat	End Point	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Raylı_İstasyon_Transfer	End Point	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Yol_Ağı1	End Point	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Deniz_Iskele	Honor	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Deniz_Iskele_Giriş	Honor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otobüs_Durak	Override	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Raylı_İstasyon	Honor	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Raylı_İstasyon_Giriş	Honor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Group Columns: 6 Subtypes... OK Cancel

Şekil 7: Bağlantı şeması

2.5. Analizler

2.5.1. Toplu Taşıma Analizi

Bu analizde, yaya yürüme analizinde kullanılan başlangıç ve bitiş noktaları kullanılmıştır. Analiz sırasında funiküler hattı da devreye sokulmuştur. Sonuçta sistem, bu iki nokta arasındaki en kısa süreyi verecek rotayı hesaplanmıştır. Bu süreye, yayanın toplu taşıma hattına ulaşıncaya dek yürüme süresi, taşıtı bekleme süresi (tahmini taşıt bekleme süresi) ve istasyon girişinden istasyon platformuna kadar olan yürüme süresi de dahildir (Şekil 8).



Şekil 8: İki nokta arasında toplu taşıma analizi

2.5.2. Taşıt Analizi

Taşıt analizinde, kullanıcının taşıtıyla harita üzerinde seçilen 2 nokta arasında en kısa sürede seyahat etmesi amaçlanmıştır. Trafik akış yönleri, tek yönlü yolların çok sayıda bulunduğu ağlarda, sonucun güvenilirliği bakımından oldukça önemlidir.



Şekil 9: İki nokta arasında taşıt rotası analizi

3. Sonuç ve Öneriler

Ulaşım sistemlerinin birbirleri ile olan ağ bağlantılarının kurulması, gerek ulaşım sistemlerinin planlanmasında gerekse son kullanıcıların sistemi etkili olarak kullanması açısından önemli hale gelmektedir. Özellikle karmaşık ulaşım ağlarına sahip olan gelişmiş kentlerde, bu organizasyonun yapılması birçok parametrenin birlikte kullanılabilmesi ile birlikte, ağ çözümlerinin daha kolay halde yapılabilmesini sağlamaktadır. Ulaşım ağlarının birlikte organize edilerek entegrasyonunun sağlanması için en kolay ve etkili yöntem Coğrafi bilgi Sistemleri yöntemi olup, bu sistem özellikle birçok ulaşım probleminin çözümünde etkili bir çözüm yolu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu çalışmada, özellikle farklı ulaşım ağlarının kullanıldığı ve gelişen nüfusu nedeni ile karmaşık bir ulaşım sistemine sahip olan İstanbul ili sınırlarında bulunan iki adet mahalle

örnek alan olarak seçilmiş, ulaşım ağının entegrasyonu, bu entegrasyon sırasında karşılaşılan sorunlar, bu sorunlara ait çözüm önerilerinin geliştirilmesi ile, entegrasyon için gerekli veri düzenleme uygulamaları gösterilmiştir.

Ulaşım ağlarının entegrasyonu süreci ilk olarak, veri toplama aşaması ile başlamaktadır. Bu aşamada ulaşım ağı için gerekli veri gereksinimleri ortaya konmalı, yapılmak istenilen analizin türü belirlenmeli belirlenen gereksinimler çalışma bölgesinin spesifik özellikleri doğrultusunda oluşturulmalıdır. Özellikle, bu aşamada veri gereksinimleri çalışma alanı özellikleri ile paralellik gösterdiğinden, çalışma alanının özelliklerinin iyi belirlenmesi gerekmektedir (GÜNERİ, 2010).

Veri toplama aşamasını toplanan verilerin düzenlenmesi işlemi takip etmektedir. Bu aşamada ise toplanan verilerin ağ analizinde sorgulanabilir hale getirilmesi ve entegrasyonun sağlanabilmesi için gerekli düzenleme işlemleri yapılmaktadır. Bu aşamada özellikle topolojik yapının düzgün olması önemlidir.

Gerekli verilerin düzenlenmesinin ardından ağı oluşturan farklı parametreler kullanılarak, ağın düğüm ve bağlantılardan oluşan düzenlenmiş veri setinin oluşturulup, entegrasyonun tamamlandığı son aşamada bağlantı kuralları ve öz-niteliklerin hesaplanması analizlerin etkinliği bakımından oldukça önem taşımaktadır.

Ulaşım ağının yönetilmesi özellikle karmaşık ağ yapısına sahip bölgelerde imkansız hale gelmektedir. Ulaşım sisteminin yönetilmesi CBS kullanılarak çok daha kolay hale gelmektedir. Ancak genel olarak ülkemizde yapılan uygulamalar incelendiğinde sayısal ortamda bulunan ulaşım ağlarının analizi sırasında karşılaşılan problemler daha çok ulaşım ağının oluşturulması sırasındaki veri düzenleme işlemlerinin tam olarak belirli standartlarda yapılmamış olması nedeni ile ortaya çıkmaktadır. Bu problemin en büyük nedeni özellikle yol ağının sayısallaştırılması işlemini gerçekleştirecek olan kurumların o anki ihtiyaçlarını karşılamak için bu işlemi gerçekleştirmeleri, bu işlem içinde herhangi bir standart belirlemeleridir.

Ulaşım ağlarının entegrasyonunun sağlanabilmesi için en önemli koşul tüm ülke çapında ulaşım ağ standartlarının belirlenmesine dayanmaktadır. Belirli standartların getirilmesi birçok işlemde kolaylık sağlayarak ve tüm entegrasyon işlemleri bunun üzerinden yapılabilir.

Kaynaklar

- ERDEN T., COŞKUN M. Z. ve İPBÜKER, C.: 2003. "Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Ağ Analizi", Harita Dergisi, Sayı 129.
- ESRI: 2010. <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.3/index.cfm?TopicName=An%20overview%20of%20Network%20Analyst>
- GÜNERİ M.: 2010. **Ulaşım Ağları Temel Veri Altyapısının Oluşturulması**, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- KARŞI İ. R.: 2007. **Objelerin Topolojik İlişkilerinin 3b Cbs ve Ağ Analizi Kapsamında Değerlendirilmesi**, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.