

## AĞ ANALİZİ TEKNİKLERİNİ KULLANARAK AFETLERLE BAŞAÇIKABİLMEDE ERİŞEBİLİRLİK: İSTANBUL FATİH İLÇESİ ÖRNEĞİ

### Accessibility to Cope with Disasters by Using Network Analysis Techniques: Example of Fatih District, Istanbul

Araş.Gör. Ozan Arif KESİK\*  
Arif Çağdaş AYDINOĞLU\*\*  
Bekir TAŞTAN\*\*\*



#### ÖZET

Çizge kuramı (Graph theory), çizgisel özellikteki yapıların ilişkileri ve yönetiminde önemli bir kavramdır. Bu kuram temel alınarak Coğrafi Bilgi Teknolojileri kapsamında ele alınan ağ analizi teknikleri ile yol ağından boru hattına kadar çeşitli çizgisel mühendislik yapılarının yönetimi olanaklı hale gelmiştir. Ağ analizleri ile yol ağı üzerinde hizmetlere erişimde, en kısa yol analizi, en uygun olanağa erişim, hizmet alanı belirleme, olanaklar için en uygun yerlerin seçimi ve erişim maliyeti belirlenebilir.

Afetlerde ise varlıkların zarar görebilme düzeyi, tehlikenin boyutuna ve varlıkların niteliklerine bağlı olarak değişmektedir. Zarar görebilirlik, herhangi bir sistemin ya da varlığın afetlerin kötü etkilerine maruz kalmasına neden olan özellikleri olup afet risk yönetimi için önemlidir. Zarar görebilirliğin önemli unsurlarından biri olan afetlerle başa çıkabilme gücü, afet sonrasında hastaneler, kan bankaları ve medikal hizmetler gibi olanaklara erişim olanağı ile ilişkilidir. Erişebilirlik en genel anlamıyla insanların ve ticari unsurların istenilen tesislere, ürünlere ve aktivitelere ulaşabilme kolaylığı olarak tanımlanır. Yaralıların veya acil durum vakalarının hastanelere veya tıbbi hizmet servislerine erişebilirliği tedavi sürelerini etkilemektedir. Böylelikle örnek seçilen İstanbul ili Fatih ilçesi uygulama alanında, muhtemel afet durumları ile başa çıkabilmek için sağlık hizmetlerine erişebilirlik analiz edilmiştir. Çalışmada, CBS'de ağ analizi teknikleri kullanarak optimum güzergâh belirlemede alternatifler belirlenmiştir.

\* Erzincan Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, akedik@erzincan.edu.tr

\*\* Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, aydinoglu@gyte.edu.tr

\*\*\* İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Coğrafi Bilgi Teknolojileri Bölümü Doktora Öğrencisi, tastaanb@itu.edu.tr

Dergiye Müracaat Tarihi: 12.12.2015

**Anahtar Kelimeler:** CBS, Ağ Analizi, Graf Teorisi, Afetlerle Başa Çıkabilme Gücü, Zarar Görebilirlik, Erişebilirlik.

#### **ABSTRACT**

*Graph theory is an important concept in the management and the relationship of linear structured features. On the basis of this theory it is possible to manage various linear engineering structures from road network to the pipeline with the network analysis techniques undertaken as part of Geographic Information Technologies. With network analysis techniques on the road network, the shortest path analysis, access to the most appropriate facilities, determining service area and so on can be determined.*

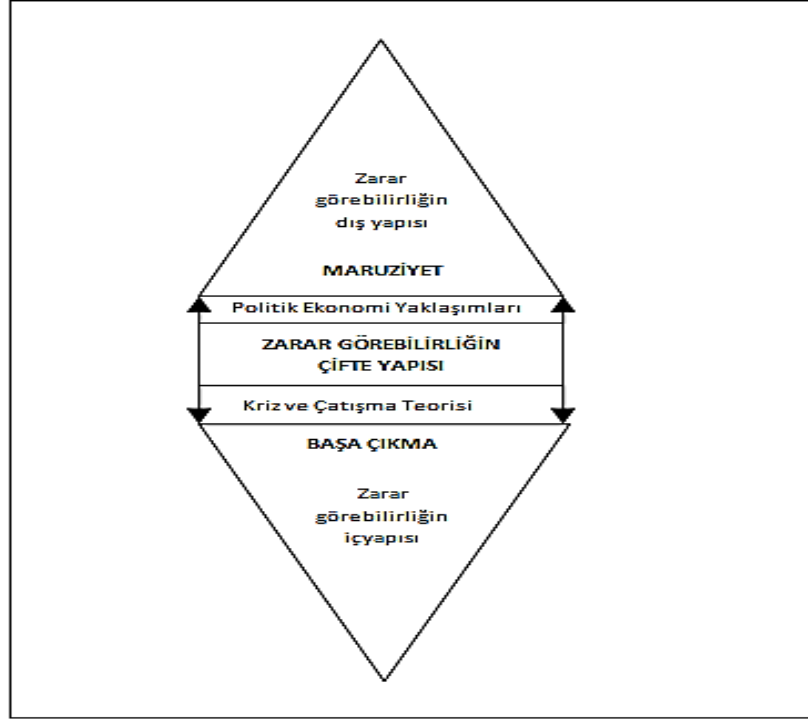
*Vulnerability is the characteristics of any system or assets that cause exposure to bad effects of disasters. Capacity to cope with disasters that is important features of vulnerability is related to access utilities such as medical facility, blood banks, and hospitals after disaster. Characteristics of access routes and access time to hospital or medical care service of injured or emergency cases affects the duration of the treatment of disease or injury. In general accessibility defines as the convenience of people and commercial elements to reach the intended facilities, products and activities. Thus access to medical facilities was analyzed in the selected application area in order to cope with potential disaster situations. In these study, alternative approaches were determined to find the best route by using GIS analysis techniques.*

**Keywords:** GIS, Network Analysis, Graph Theory, Coping Capacity with disasters, Vulnerability, Accessibility.

## 1. GİRİŞ

Dünyada birçok ülke gerek coğrafi konumundan, jeolojik karakterinden veya yerleşim niteliklerinden dolayı sel, deprem, heyelan, tsunami vb. insani ve ekonomik kayıp yaratan doğal tehlikelere karşı zarar görebilir durumdadır (Nino, Jaimes ve Reinoso, 2015). Doğal tehlikelerin oluştukları yerde zarar verme potansiyellerine sahip olmalarının yanı sıra uzun dönemli etkileri ile de zarar verme potansiyelleri bulunmaktadır (Alcantara-Ayala, 2002). İster doğal nedenlerle ister insani nedenlerle ortaya çıksın afetler insani kayıpların yanı sıra sağlığı, refahı ve sosyal yaşamı etkiler (Hsieh, 2014). Afet tehlikesi; can kaybı, yaralanmalar, mal varlığı zararları ve hizmet kayıplarına neden olan; sosyal, ekonomik ve çevresel yıkıntılara yol açan tehlikeli olgu veya bir maddedir (The United Nations Office for Disaster Reduction [UNISDR], 2009). Afet riski; belirli bir tehlikenin gelecek zaman içerisinde meydana gelmesi halinde; insanlara, insan yerleşmelerine ve doğal çevreye zarar veya hasar verme durumlarına bağlı olarak oluşabilecek kayıp olasılıklarını ifade etmektedir. Risk durumunun ortaya çıkması için belirli bir büyüklükte tehlike veya olayın varlığı, bundan etkilenebilecek değerlerin bulunması ve bu değerlerin tehlike veya olaydan etkilenme oranları veya zarar görebilirliklerinin tahmin edilmesi gerekir (Kadioğlu ve Özdamar, 2008).

Sosyo-ekonomik, fiziksel ve çevresel şartlardan dolayı zarar görebilirlik boyutu ve nitelikleri değiştiği için afetin büyüklüğü zarar görebilirliğe bağlı olarak değişir. Bu nedenle afet zararlarının en aza indirilebilmesi veya önlenmesi için tehlike niteliklerinin tespit edilmesinin yanı sıra toplumun farklı gruplarının afetler karşısında farklı zarar görebilirlik seviyelerinin de belirlenmesi gereklidir (Blaikie, vd., 2003). Zarar görebilirlik; topluluk, sistem ya da mal varlığının tehlikenin zararlı etkilerine maruz kalmasına neden olan koşulları ve özellikleridir (UNISDR, 2009). Bir yönüyle de kişilerin afet tehlikelerine karşı koyabilme, dayanabilme ya da iyileşebilme kapasitelerini etkileyen çeşitli özellikleri ihtiva eder (Blaikie vd., 2004). Çevresel tehlikelerde zarar görebilirlik, potansiyel kayıpları ifade etmektedir. Zarar görebilirlik toplumun çeşitli gruplarının niteliklerinin değişmesine bağlı olarak coğrafi olarak da değişme gösterir (Cutter, vd., 2003). Zarar görebilirliğin açıklanabilmesi için maruziyet, savunmasızlık ve başa çıkabilme kapasitesinin açıklanması gereklidir. Maruziyet büyük oranda doğal çevrenin, çevreleyen bina karakteristiklerinin ve fiziksel konumun bir ürünüdür. Dayanıklılık (Direnc, karşı durma gücü) ekonomik, psikolojik, fiziksel, sağlık sistemlerinin bakım durumlarını yansıtır. Esneklik; çabuk iyileşme gücü ve tehlike baskılarına uyum sağlayabilme gücüdür (Pelling, 2003). Başa çıkma kapasitesi kavramı ile çabuk iyileşme gücü kavramı eşdeğerdedir (Birkman, 2006). UN-ISDR'e göre (2004); başa çıkabilme kapasitesi bir toplumda risk düzeylerini veya afet etkilerini azaltabilen kaynakların ve güçlerin bileşimidir. Böylelikle zarar görebilirlik analizinin dış yönünü maruziyet oluştururken iç yönünü de başa çıkma oluşturmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Zarar görebilirliğin çift yönlü yapısı (Bohle, 2001).

Afet anında ve sonrasında acil durum çalışmaları için hizmetlere erişim önemlidir. Hizmetlerin hızlı ve ekonomik olarak ulaştırılabilmesi için birlikte çalışma ve eşgüdüm sağlanmalıdır. Birlikte çalışılabilirlik; kullanıcının çok az bilgiye sahip olduğu veya hiç bilgiye sahip olmadığı durumlarda değişik fonksiyonel birimler arasında verinin transferi, programların yürütülmesi veya iletişim yeteneğidir (ISO, 1993). Eşgüdümün sağlanması birçok kurumun afetten sonra acil durum çalışmalarını daha hızlı yapmasını sağlayacaktır. Afet sonrasındaki acil durum vakalarının ölüme dönüşmesinin temelinde, acil durum hizmetlerinin aksaması veya yapılamaması gibi etkenler bulunmaktadır. Tıbbi erişim hizmetleri sunan hastaneler, medikal servis sunan merkezler veya kan bankası gibi çeşitli servis merkezlerine erişim kurumlar arası eşgüdümü gerektirirken bireysel temelde ise kişilerin başa çıkma gücünün bir yönünü ortaya koymaktadır.

Herhangi bir binanın veya kişilerin sağlık hizmetlerine erişimi Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile tespit edilebilir. Erişebilirlik özellikle coğrafya bilimi, kamu yönetimi, şehir planlaması ve ulaşım planlaması gibi alanlardaki çalışmalarda kullanılan ve her geçen gün karar vericiler için önemi artan bir kavramdır. Farklı alanlarda kullanılmasından dolayı erişebilirlik kavramının tek bir tanımı bulunmamaktadır. Fakat erişebilirlik kavramı “insanların birbirleriyle etkileşimi için bütün imkânların potansiyeli (Hansen, 1959)”, “kişilerin sosyal hayatta farklı etkinliklere katılabilme özgürlüğü (Burns, 1979)”,

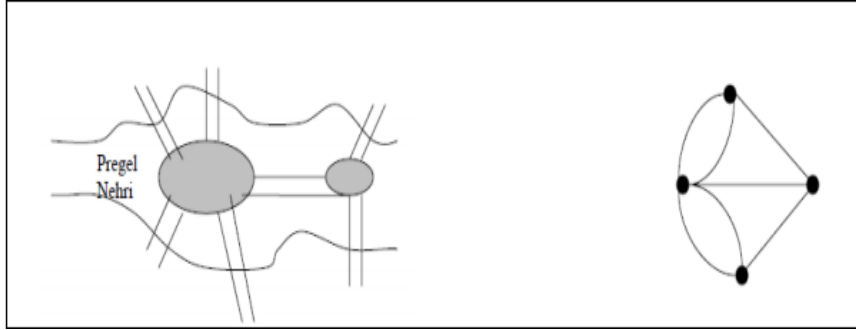
“insanların ve ticari unsurların istenilen tesislere, ürünlere ve aktivitelere ulaşabilme kolaylığı” (Bhat, et al., 2001), “belirli bir ulaştırma sistemi kullanılarak herhangi bir aktiviteye ulaşabilme rahatlığı” (Dalvi & Martin, 2010), “zaman – mekân uzayında bulunan servis, faaliyet ya da etkinlikler ile etkileşimi veya bunlara erişimin kalitesi” (Ersoy, 2012) olarak tanımlanır. Erişebilirlik analizleri genel olarak Ağ Analizi (*Network Analysis*) ve Graf Teorisi (*Graph Theory*) ile yapılabilmektedir. Graf, düğüm olarak isimlendirilen noktalar ve bu noktaları birleştiren çizgiler kümesine denilmektedir (URL 1). Bu kavram çizgisel hatlar ve bağlantılı nitelik gösteren konumsal yapıları açıklamada oldukça kullanışlıdır. Taşıma sistemleri, nehir ağları ve topolojik yapılar graf kullanılarak açıklanabilir (George, 2008). Teorinin ortaya çıkışı Königsberg kentindeki yedi tane köprüden bir defa geçmek koşuluyla başlangıç noktasına dönerek bir turun mümkün olup olmadığı (George, 2008) üzerine başlamışsa da daha sonra birçok uygulamada kullanılmıştır. Bu uygulamalar arasında servis hizmetleri, malların taşınması, kaynak dağıtımı ve enerjinin ulaştırılması vb. sayılabilir. Herhangi bir servis hizmeti için en uygun yerlerin tespit edilmesi, en yakın mesafenin ortaya konulması ve dağıtım güzergâhlarının ortaya çıkarılması, temelde graf yapısındaki veriler ve bu yapı üzerindeki çizgiler, noktalar gibi birbirine bağlı unsurlarla yapılabilmektedir. Tıbbi hizmet kurumları ve binalar birer nokta ve bu noktaları birbirine bağlayan yollar çizgi olarak kabul edildiğinde, afet sonrasında acil durum vakalarının en kısa yoldan bu merkezlere eriştirilmesi, merkezler arasındaki ağların analizi sayesinde daha kısa sürede yapılabilir.

Yapılan araştırmalara göre 2014 yılında dünya nüfusunun %54’ü şehirlerde yaşamakta ve 2050 yılında şehirde yaşayan bu nüfusun oranı %66’ya yükseleceği tahmin edilmektedir (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, 2015). Nüfusun şehirlerde yoğunlaşmasıyla beraber özellikle büyük şehirlerde altyapı yetersizliği, çarpık kentleşme, yol ağı yoğunluğunun ve hacminin yetersiz olması gibi birçok sorunu da beraberinde getirmiştir. Bu problemlere ek olarak Türkiye gibi sismik, tektonik, iklimsel afetlerinin çoğunun görüldüğü bir ülkede afetler ve erişebilirlik sorunu önemli bir problem haline gelmiştir. Bu çalışmanın amacı, oluşturulan senaryolarla ağ analizleri tekniklerini kullanarak afetlerle başa çıkabilmede nasıl bir başarı elde edileceğini ortaya çıkarmaktır. İstanbul Fatih ilçesinde yapılan örnek uygulama ile deprem sonrası yıkılabilecek binalar ile sağlık tesisleri arasındaki erişilebilirlik durumu ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca rota üzerinde herhangi bir engel oluşturacak bir durum olduğunda farklı rota planlarının nasıl olacağı tespit edilmiştir.

## **2. GRAF TEORİSİ (ÇİZGE KURAMI)**

Graf teorisi kavramları; çizgisel hatlar ve bağlantı noktalar şeklindeki konumsal yapıları açıklamada oldukça kullanışlıdır. Taşıma ve nehir ağları ve onların topolojik yapıları graflar kullanılarak açıklanabilir (George, 2008). Teorinin ortaya çıkışı Königsberg kentinde başlamıştır. Bu şehrin içinden geçen Prigel nehri şehri iki adaya ayırmakta ve üzerinde yedi tane köprü bulunmaktaydı. Bu köprüler adaları ve karayı birbirine bağlıyordu. Her hangi bir adadan başlayarak her köprüden bir defa geçme koşuluyla ve başlangıç noktasına dönerek bir tur mümkün müdür? (George, 2008). Bu sorunun doğru cevabı bulunamamıştı. Ancak İsveçli matematikçi Leonard Euler, Şekil

2'deki gibi Königsberg'deki arazi koşullarına bağlı özellikleri bir graf ile gösterdi. Her bir nehir kıyısı ve adalar birer düğüm ile köprülerde ayrıtlarla gösterildi (URL 1).



**Şekil 2.** Pregel nehri üzerindeki köprüler ve köprüler ve adaların graf ile gösterimi  
(Kaynak: URL 1)

Graf, noktalar (vertex, düğüm) ve noktaların birbirine bağladığı hatlardan (line, edge) oluşur. Noktaları kenarlar birbirine bağlar (line, edge). Yollar, boru hatları, telefon sistemleri, elektrik iletim hatları gibi aralarında çizgi özelliği bulunan unsurlar ağ olarak isimlendirilir. Çizgi özelliğinde olan coğrafi detaylar süreklilik gösteren yapıya sahiptir (Yomralıoğlu, 2000). Euler bu çözümünü ortaya koyduğunda matematiğin yeni bir uygulama alanını ortaya çıkardığını fark etmemiştir. Sonrasında ise “Çizge Kuramı” olarak bilinen bu uygulama alanı birçok problemin çözümüne katkı sağlamıştır (Bacak ve Beşeri, 2002). Bu alanlara bakıldığında: Ağ analizi, optimum güzergah belirleme, etki alanının ya da merkezi konumun belirlenmesi, optimum dağıtım güzergahlarının belirlenmesi, yakınlık analizi gibi uygulamalar sayılabilir. Bu uygulamalarda bir noktadan diğer noktaya erişebilme özelliği bulunmaktadır.

### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Ağ Analizi

Ağ, taşıma tipi olarak aynı coğrafi olayı sergileyen birbirine bağlı hat topluluğudur (Sun vd., 2004). Ağ yapıları üzerinde bir noktadan diğer noktaya erişebilme özelliği bulunmaktadır. Ağ analizi; vektör tabanlı coğrafi veriler ile gerçekleştirilen, çizgi özelliği gösteren coğrafi verilerle karar vermeye yönelik analizlerdir (Yomralıoğlu, 2000).

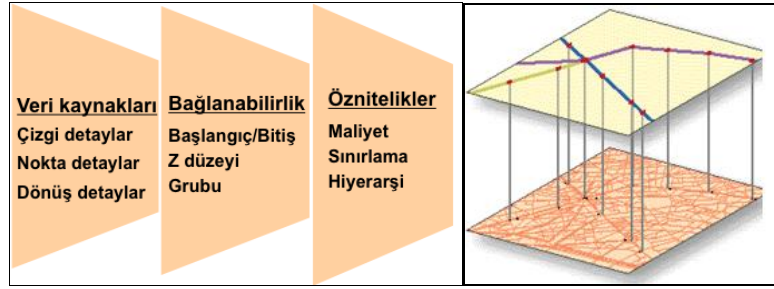
Ağ verisinin yönetimi, CBS yazılımlarının yapısına göre farklılık göstermektedir. Örneğin yalnız tek yönde hareketi gerektiren elektrik, doğalgaz ve su gibi çizgisel mühendislik yapıları ile iki yönde hareketi gerektiren karayolu ve tren yolu gibi ulaşım altyapılarında farklı ağ veri setleri kullanılmaktadır. Ağ bileşenlerine ait veri setlerinin öznitelikleri ise ağ üzerinden güzergâh belirlemede kullanılır. Temel olarak üç ağ bileşeni bulunmaktadır;

- Kenar (*Edges*) : Çizgi geometrisinde kavşakları bağlar.
- Kavşak (*Junction*): Kenarların birbirine bağladığı veya ağ analizine giren çıkış-varış noktaları için kullanılır.

- Dönüşler (*Turns*): Kenar-kavşak-kenar geçişlerindeki yönelimleri tanımlar. Örneğin U dönüşü yasak bir kavşağı ifade ederken kullanılır.

Ağ analizinde bağlantı, kenar ve dönüş bileşenleriyle beraber öznitelik gruplarında veri setinin Şekil 3'deki diğer değişkenleri tanımlanır. Örneğin ağ bağlanabilirlik ilişkisinde, kenarların yüksekliğine göre 0, -1, 1, 2 gibi Z düzey grubunda belirtilen değerler atanabilir. Hiyerarşik sınıflamalara göre ulaşım objeleri; sokak, cadde, bulvar, otoyol gibi yol bileşenlerine sınıf değeri atanarak tanımlanır. Böylece en kısa yolculuk sürelerinin tercih edilmesinde sınıf değerlerine göre güzergâh seçimi yapılabilir (Sağlam, 2014).

Ağ oluşturulurken temel olarak dört adım bulunmaktadır: 1. Veri seti kurulumu ve katmanlar belirlenir. 2. Katmanların üstlendiği roller belirlenir, bağlantılar, Z değerleri, seyahat süresi ve yön gibi öznitelik bilgileri veri setinde tanımlanır. 3. Dönüş bilgileri ağı dâhil edilir. 4. Ağ oluşturulur.



Şekil 3. Ağ tanımlayıcıları ve veri yapısı

Ağ analizi uygulamaları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

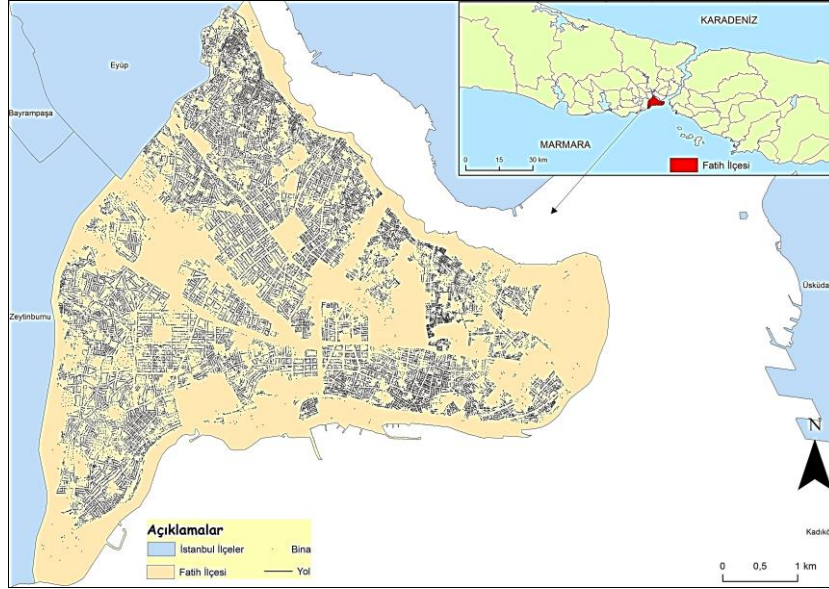
- “Adres belirleme” işlemi yol ağı kullanılarak yapılabilir (Yomralıoğlu, 2000).
- Belirlenen başlangıç ve bitiş noktası arasında “en kısa / uzun yol analizi” yapılabilir.
- En yakın hastaneyi, suç mahalline en yakın polis arabalarını veya müşteri adreslerine en yakın mağazaları bulmak için “en yakın olanak fonksiyonu” ile analiz yapılır.
- Ağ analizi kullanılarak belirli bir zaman veya mesafe maliyetinde erişilebilir alanlar “servis alanı” veya “kaynak tahsisi” olarak belirlenebilir.
- “Optimum güzergâh belirleme” analizi, iki nokta arasında birden fazla bağlantı olduğu durumlarda bu bağlantılardan en uygununu seçme işlemidir (Yomralıoğlu, 2000).
- Başlangıç-bitiş noktaları maliyet matrisi, uygun yer seçimi ve optimizasyon işlemlerinde ağ analiz fonksiyonları kullanılabilir.

Ağ analizini yapmadan önce etki (*impedance*) değerinin belirlenmesi gereklidir (Lloyd, 2010). Kargo dağıtımını etki faktörü; zaman, benzin ve şoförün alacağı ücretken,

etki faktörünü kargonun teslim edileceği zaman ve yol durumu etkiler. Arz ve talep değerleri de ağ analizi uygulamalarında önemli bileşenlerdir. Örneğin; hastane için arz (supply) hastanenin yatak sayısı iken, talep (Demand) ise hastanede kalmak isteyen birey sayısıdır (Heywood vd., 2006; Yıldırım ve Aydınoglu, 2007).

### 3.2. ÖRNEK UYGULAMA

Yapılan çalışmada, çalışma alanı olarak İstanbul ili Fatih İlçesi seçilmiştir (Şekil 4). Fatih ilçesi 419.266 kişilik nüfusuyla İstanbul'un en yoğun nüfusa sahip ilçelerinden birisidir (TÜİK, 2014). Çalışmada ağ analizlerinden optimum güzergah belirleme analizi kullanarak çalışma tamamlanmıştır. Analizde etki değeri (*impedance*) yakınlık olarak seçilmiştir. Çalışmanın bütün aşamasında Arcgis 10.1 programı kullanarak analizler gerçekleştirilmiştir..



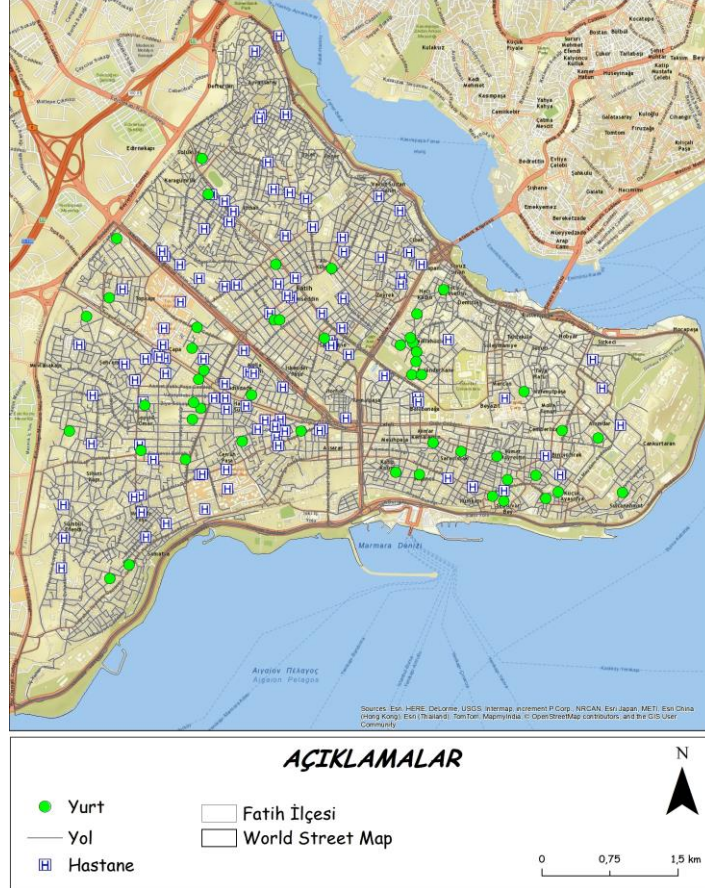
Şekil 4. Çalışma Alanı

Fatih ilçesinde belirlenen senaryolara göre ağ analizi fonksiyonları kullanılmıştır. ArcGIS ağ analizi modülü ortamında kullanılmak üzere, Fatih ilçesi yol verisinden topoloji kurulmuştur. İlçede toplam 84 yurt, 110 hastane bulunmaktadır (Şekil 5).

Çalışma alanında bulunan öğrenci yurtları ile hastaneler arasındaki erişebilirlik durumu çeşitli şekillerde incelenerek analiz edilmiştir. Analizde ilk önce bütün yurt binaları ile hastaneler arası erişebilirliği ortaya çıkarılmıştır. Daha sonra ise senaryo gereği yıkılan yükseköğretim binalarında kalanların hastaneye yetiştirilmesi için yıkılan bina ile en yakın hastanenin belirlenmesi gerçekleştirilmiştir. En son analizde ise hastane ve yurt binaları arasına farklı rotalar yaparak hangi rotanın seçileceği saptanmıştır. Ayrıca rota üzerinde



herhangi bir engel olması durumunda (trafik sıkışıklığı, bina yıkılması vb.) rota değişikliği yapılması sağlanmıştır.



Şekil 5. Çalışma alanında bulunan yurt ve hastaneler

#### 4. BULGULAR

Fatih ilçesinde seçilen binaların hastanelere ulaşımı incelendiğinde binaların bulunduğu konuma göre hastanelerin yakınlık ve uzaklığı değişmektedir. Bina-Hastane yol uzaklığına göre maliyet analizi yapılarak, her bina için en yakın hastane olanağı belirlenmiştir.

##### 4.1. Genel Değerlendirme Sonuçları

Yapılan ağ analizi sonuçlarına göre sadece en yakın rota kullanarak yapılan analizde toplam 252 farklı rota saptanmıştır. Bu rotalarda en yakın konumlar Karagümürük Mahallesi Türkistan Sokağı üzerinde bulunan Vefa Polikliniği ile Özel Mavi Nazar Kız

Öğrenci yurdu arasındadır (22,5 m.). Bunu sırasıyla 25, 7 ve 90,4 metre uzaklık takip etmektedir. Hastaneye en uzak konumda bulunan yurtlar genellikle Fatih ilçesinin doğu kısmında kalan Mercan Mahallesi sınırı içerisinde kalmaktadır (Tablo 1).

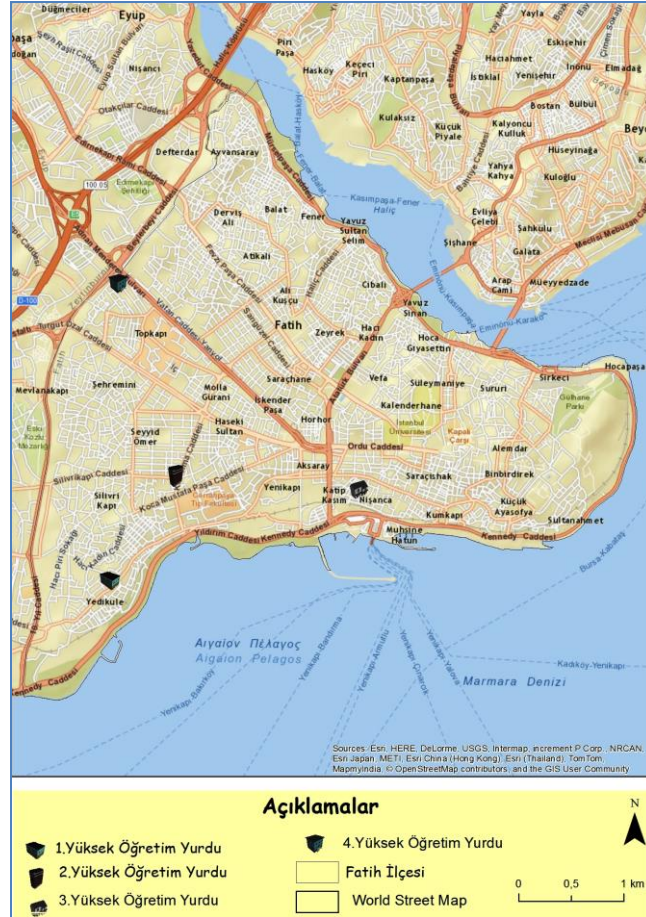
**Tablo 1.** Uzaklık ve yakınlık durumları

<b>Hastaneye en yakın konumda bulunan öğrenci yurtları (&lt;200m.)</b>		
<b>Konumlar</b>	<b>Mesafe (m.)</b>	<b>Sokak - Cadde</b>
H.68 - Y.57	22,5	Türkistan Sokak
H.89 - Y.56	25,7	Keşkekçi – Ziya Gökalp Sokak
H.92 – Y.46	90,4	Balıpaşa Caddesi
H.69 – Y.20	110,3	Günaydın Sokak – Hacamatçı Sokak
H.16 – Y.60	110,3	Akkoyunlu, Yirmisekiz Mehmet Çelebi, Karakoyunlu Sokak
H.19 – Y.41	112,0	Kızıtaşı Caddesi, Bina Eminli Sokak
H.69 – Y.22	118,1	Günaydın, Hacamatçı, Seccade Sokak
<b>Hastaneye en uzak konumda bulunan öğrenci yurtları (&gt;900m.)</b>		
H.48 – Y1	925,4	Paşa Cami Sokak, Vasıfçınar Cad.Muhzirbaş Sokak
H.48 – Y2	924,9	Paşa Cami Sokak, Vasıfçınar Cad.Muhzirbaş Sokak
H.48 – Y3	911,9	Paşa Cami Sokak, Vasıfçınar Cad.Muhzirbaş Sokak
H.82 – Y78	902,9	Mimar Mehmet Caddesi, Torun, Tavukhane, Üçler, Peykane Sokak.

#### **4.2. Alternatif rota planları**

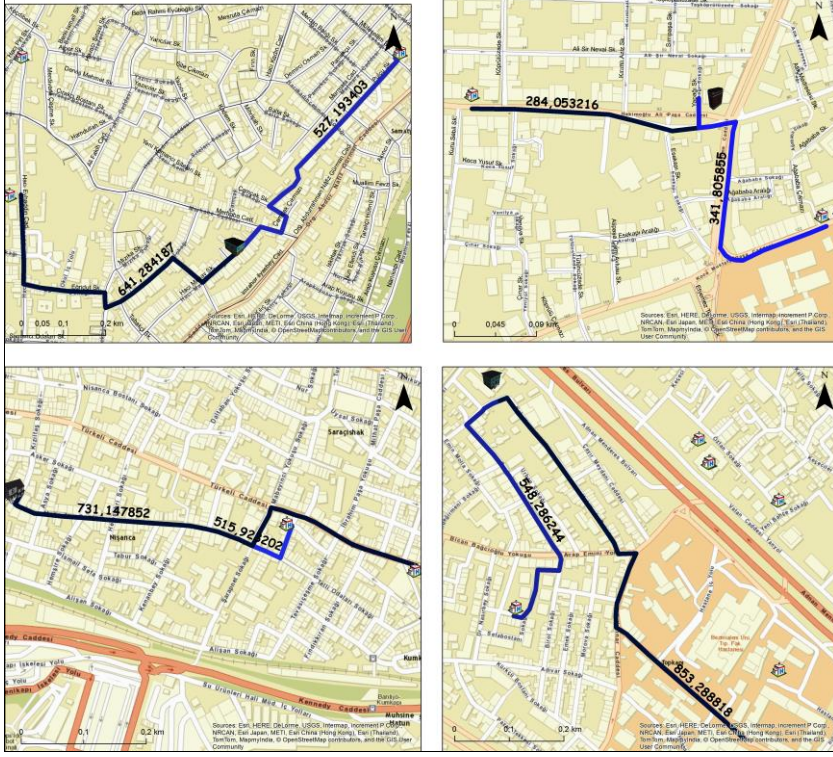
Fatih ilçesinde yapılan deprem senaryosuna göre toplamda 4 yurt binası yıkılmıştır (Şekil 6). Binalar seçilirken binalarda kalan kişi sayısı fazla olması sebebiyle bina öznelik bilgilerinden “yükseköğretim” binaları seçilmiştir.

Accessibility to Cope with Disasters by Using Network Analysis Techniques: Example of Fatih District, Istanbul



Şekil 6. Senaryo planına göre yıkılan yükseköğretim yurtları

Şekil 7’de görüleceği üzere yükseköğretim yurtlarından sağlık servislerine erişim için en uygun yollar belirlenmiştir. Bu planlamada ağ analizinde en yakın ulaşım için tek bir hastane seçilmemiş, iki farklı hastanenin yurtlara ulaşımı analizi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca ağ analizinde rota planlamasında “U dönüşüne” izin verilmemiştir.



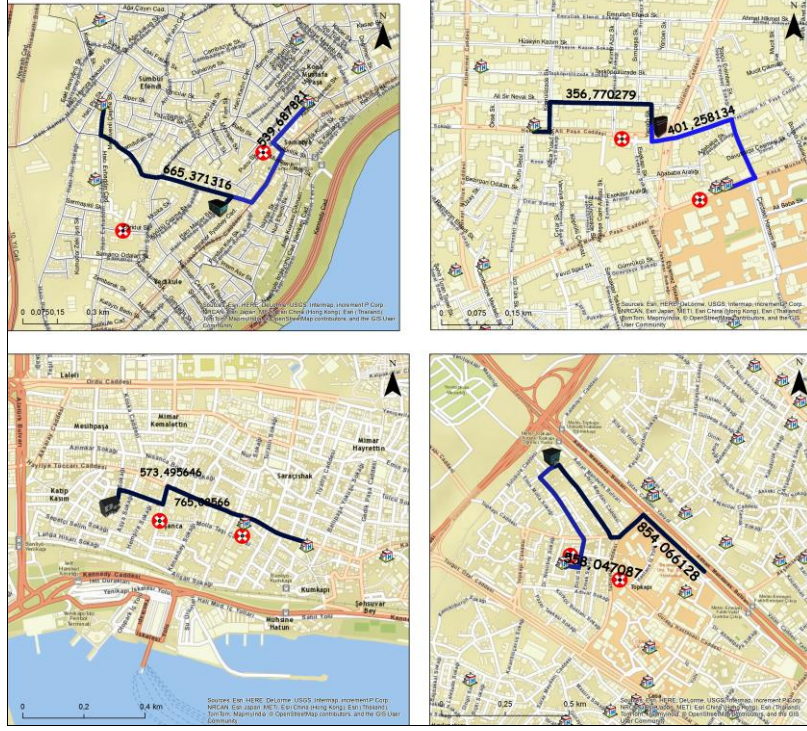
Şekil 7. Yükseköğretim yurtları ile hastaneler arası rota planları

Muhtemel yollar üzerinde herhangi bir engel olması (trafik sıkışıklığı, bina yıkılması vb.) durumuna karşı da alternatif yollar tanımlanmıştır (Şekil 8). Alternatif yolların tanımlanmasıyla ilk durumdaki uzaklık ve son durumdaki uzaklık hesaplanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Uzaklık durumlarının engel durumuna göre değişimi

Yurt	Hastane		Hastane	
	İlk konum	İkinci Konum	İlk konum	İkinci Konum
Konum 1	527,1	539,6	641,2	665,3
Konum 2	284,0	356,7	341,8	401,5
Konum 3	515,9	573,4	731,1	765,0
Konum 4	548,2	558,0	853,2	854,0





Şekil 8. Rota üzerinde herhangi bir engel olması durumu

## 6. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada İstanbul'da Fatih ilçesinde gerçekleşebilecek bir afet sonrasında yaşanabilecek yıkımlara bağlı olarak senaryo gereği seçilen bazı merkezlerin hastanelere uzaklık durumları belirlenmiştir.

Çalışmada ilk önce bütün yurt binaları ile hastaneler arası erişebilirliği ortaya çıkarılmıştır. İlçede toplam 84 yurt, 110 hastane bulunmaktadır. Yapılan ağ analizi sonuçlarına göre sadece en yakın rota kullanarak yapılan analizde toplam 252 farklı rota saptanmıştır. Buna göre Fatih ilçesinde öğrenci yurtları ile sağlık tesisleri arasındaki en yakın mesafe 22,5 metre, en uzak mesafe ise 925 metre uzaklıktadır. Hastaneye en uzak konumda bulunan yurtlar genellikle Fatih ilçesinin doğu kısmında kalan Mercan Mahallesi sınırı içerisinde kalmaktadır. Çalışmanın ikinci aşamasında ise yükseköğretim yurt binaları ile hastaneler arası rota planları çıkarılmıştır. Bu planlamada ağ analizinde en yakın ulaşım için tek bir hastane seçilmemiş, iki farklı hastanenin yurtlara ulaşımı analizi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca rota üzerinde herhangi bir engel olması durumunda (trafik sıkışıklığı, bina yıkılması vb.) rota değişikliği yapılmıştır.

Hastanelere ve tıbbi merkezlere uzaklık afetlerle başa çıkabilmede önemli bir yere sahiptir. Afetin hemen sonrasında ortaya çıkan olumsuz durumları bertaraf edebilme gücü

insan zarar görebilirlik düzeyini etkilemektedir. Hastanelere ve tıbbi bakım merkezlerine uzak olan merkezlerde başa çıkabilme gücünün uzaklığa bağlı olarak düşebileceği ve buna bağlı olarak zarar görebilirlik durumunun fazlalaşacağı söylenebilir. Ancak zarar görebilirlik, başa çıkabilme gücü dışında birçok parametreye de bağlı olduğundan, bahsedilen senaryo sadece başa çıkabilirlik açısından değerlendirilebilir.

Ülkemizin konumundan dolayı tektonik, sismik, topografik ve iklimsel olayların birçok çeşidi afete dönüşme potansiyeline sahiptir. Günümüzde gelişmiş ülkelerin çoğu bu potansiyel ile başa çıkmada CBS analizlerini kullanmakta ve çözüm önerilerini sunmaktadır. Ağ analizi teknikleri, CBS'nin önemli bir uygulama alanı olarak çizgisel mühendislik yapılarının yönetiminde kullanılmasının yanı sıra, acil durum hizmetlerinde ve afetlerde başa çıkabilmede de kullanılabilir önemli araçlardır. Bu anlamda, gerek afetlere hazırlık çalışmalarında, gerekse acil durum müdahale anında ve planlama çalışmalarında temel alınmalıdır. Afetlere hazırlık durumunda şehir plancıları ve coğrafyacılar CBS analizleri kullanarak çeşitli senaryolar oluşturmalı ve bu senaryoları yerel yöneticilere sunmalıdır. Yerel yöneticiler yapılan bu senaryoların afet esnasında ve sonrasında kullanılabilirliğini test etmelidir.

Yapılan çalışmada gerekli olan deprem parametreleri de kullanılıp deprem kayıp tahmini ile nerelerde hangi binaların yıkılabileceği gerçeğe yakın olarak modellenebilir. Bu durum ise İstanbul gibi metropol bir kentte meydana gelebilecek bir deprem sonrası hangi alanların acil durum çalışmalarında öncelik taşıyacağına dair bilgi sağlayabilir.

Çalışmada ele alınan senaryodaki durumlara ilaveten başa çıkabilme gücünün daha ayrıntılı olarak incelenebilmesi için daha farklı etkenler de ele alınabilir. Örneğin, afet çeşidinin belirlenmesi, afet tehlike niteliklerinin ortaya konması ve bu afete bağlı olarak oluşabilecek zarar görebilirlik düzeyinin belirlenmesidir. Bu sayede insan zarar görebilirlik ve bina zarar görebilirlik durumları da ortaya konulabilir. Ortaya konan bu değerlere bağlı olarak tıbbi merkezlere erişim durumları belirlenerek konumsal planlamalar yapılabilir. Binalarla tıbbi merkezler arasındaki uzaklıklar belirlenerek bazen uzaklık yerine başka etki değerleri de hesaba katılabilir gerekirse tıbbi bakım merkezlerinin konumlandırılması veya yeni yapılacak merkezlerle başa çıkabilme gücünü destekleyecek çalışmalar yapılabilir.

#### **KAYNAKLAR**

- Alcántara-Ayala, I. (2002). Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. *Geomorphology*, 47(2), 107-124
- Bhat, C., Handy, S., Kockelman, K., Mahmassani, H., Chen, Q., Srour, I., Et Al. (2001). *Assesment Of Accesibiliy Measures*. Texas: U.S. Department Of Transportation.
- Burns, L. D. (1979). *Transportation, temporal and spatial components of accessibility*. Toronto: Lexington Books.
- Bacak, G. ve Beşeri, T. (2002). Çizge kuramına genel bir bakış, İYTE Fen Fakültesi, Matematik Bölümü, İzmir.  
[http://www.matematikdunyasi.org/arsiv/PDF/eskisayilar/2002\\_4\\_13\\_18\\_CIZGE.pdf](http://www.matematikdunyasi.org/arsiv/PDF/eskisayilar/2002_4_13_18_CIZGE.pdf) adresinden 29-04-2015 tarihinde alınmıştır.

- Birkman, J. (2006). Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies. J. Birkman içinde, Indicators and criteria for measuring vulnerability theoretical bases and requirements (s. 55-78). Tokyo-Newyork-Paris: United Nations University Press.
- Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I., & Wisner, B. (2003). At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters. Second edition. Routledge.
- Bohle, H-G. (2001). Vulnerability and Criticality: Perspectives from Social Geography, IHDP Update 2/2001, Newsletter of the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change, 1-7
- Cutter, S. L., Boruff, B. J., & Shirley, W. L. (2003). Social vulnerability to environmental hazards. *Social science quarterly*, 84(2), 242-261
- Ersoy, M. (2012). Kentsel Planlama Ansiklopedik Sözlük. İstanbul: Ninova Yayıncılık Tic. Ltd. Şti.
- George, B. (2008). Graph Theory Konigsberg Problem. In. Shekhar, S., & Xiong, H. (Eds.). Encyclopedia of GIS. Springer Science & Business Media.
- Hansen, W. G. (1959). How accessibility shapes land use. *Journal of the American Institute of Planners*, 73-76.
- Heywood, I., Cornelius, S., & Carver, S. (2006). An introduction to geographical information systems. London: Pearson Education Limited.
- Hsieh, C. H. (2014). Disaster risk assessment of ports based on the perspective of vulnerability. *Natural hazards*, 74(2), 851-864.
- ISO/IEC 2382-1:1993. *Information technology — Vocabulary — Part 1: Fundamental terms*
- Kadioğlu, M., & Özdamar, E. (2008). Afet zararlarını azaltmanın temel ilkeleri. Ankara, Türkiye: JICA.
- Lloyd, C. D. (2010). Spatial data analysis : An introduction for GIS users. New York: Oxford University Press Inc.
- Niño, M., Jaimes, M. A., & Reinoso, E. (2015). A risk index due to natural hazards based on the expected annual loss. *Natural Hazards*, 79(1), 215-236.
- Pelling, M. (2003). The vulnerability of cities natural disasters and social resilience. London: Earthscan Publications.
- Sağlam D., (2014). Akıllı kent yönetiminde ulaşım hizmetlerine yönelik konumsal karar destek araçlarının geliştirilmesi, yüksek lisans tezi, İTÜ Bilişim Enstitüsü, 2014, İstanbul.
- Singh, K. B., (2008). Handbook of disaster management techniques and guidelines. Rajat Publications: New Delhi, India.

- Sun, Y., Van Westen, J., Sides, E. J.(2004) Spatial data analysis in Rolf, A. D. (Ed.) Principles of geographic information systems: an introductory textbook (Vol. 1). International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation.
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2015). Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Veri Tabanı. Nisan 2015, tarihinde TÜİK: <http://rapory.tuik.gov.tr/15-04-2015-10:43:21-201571433914583682941762185697.html> adresinden alındı.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs. (2015). World Urbanization Prospects: The 2014 Revision. New York.
- [UNISDR] United Nations International Strategy for Disaster Reduction (2009). UNISDR terminolgy on disaster risk reduction.Access date.10.09, 2015. <http://www.unisdr.org>
- Verbyla, D. L. (2002). Practical GIS Analysis. New York: Taylor & Francis.
- Wisner, B., Blaikie, P.; Cannon, T. And Davis, I. (2003). At Risk Second edition Natural hazards, people's vulnerability and disaster. Routledge.
- Yıldırım, V., Aydınoglu, A.C., (2007). "An e-Enrollment Model for Public Schools in Developing Countries Using GIS", FIG Working Week 2007, CD, May 13-17, Hong Kong SAR.
- Yomralıoğlu, T. (2000). Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar. İstanbul: Seçil Ofset.

#### **E-Kaynaklar**

URL1 <http://members.comu.edu.tr/iturkyilmaz/BM229Dersler/ders09.pdf>