

KONYA-SELÇUKLU İLÇESİNDE 112 ACİL SERVİS İSTASYONLARI YERLEŞİM MODELİ

Yunus Emre ÖZTÜRK¹, Hande ÖNCEL², Esat ÖRDEK³

¹Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, KONYA

^{2,3}Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, KONYA

¹yunuseozturk@gmail.com, ²hande.oncel@hotmail.com, ³esattordek@gmail.com

(Geliş/Received: 12.03.2013; Kabul/Accepted in Revised Form: 09.04.2013)

ÖZET: Acil Servis (112) sağlık hizmeti, insanlar için hayati öneme sahiptir. 112 ambulans çağrı sisteminin en önemli performans göstergesi vakaya ulaşım süresidir. Bu süre doğal olarak 112 istasyonlarının konumu ile sıkı bir ilişki içerisindedir. Vakaya ulaşıldığında yeterli sağlık hizmetinin verildiği varsayıldığında, ne kadar kısa müdahale süresi o kadar kaliteli hizmet sonucuna ulaşabiliriz. Bu çalışmada, Konya-Selçuklu ilçesindeki 112 istasyonlarının vakalara müdahale zamanlarını en küçükmek için en uygun yerleşim yerlerinin belirlenmesine yönelik bir model önerilmektedir. Bu amaçla, hedef bölge üzerinde mevcut istasyonların yerleri işaretlenmiş, eklenen yeni noktalar ile aralarındaki süreler bulunarak bir küme kapsama modeli elde edilmiştir. Model GAMS yazılımı kullanılarak çözülmüştür. Çözüm sonuçlarına göre yapılabilecek iyileştirmeler önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: 112 acil servis istasyonu, GAMS, Küme kapsama modeli, Selçuklu

112 Emergency Service Stations Location Model in the District of Konya-Selçuklu

ABSTRACT: Emergency (112) health service are vitally important for people. The most important performance indicator of 112 ambulance call system is intervention period of time to the case. It is natural that the duration is closely related to the location of 112 stations. As a result it can be said the shorter duration of intervention to the case is the higher quality of service under given the satisfactory health service assumption. In this study, it is proposed a set covering model to locate the stations optimally in order to minimize the duration of interventions of 112 stations in Selçuklu, Konya. The existent locations of stations are marked on the target area and added new candidate points then calculated the distances between points in time for the formulation of set covering model. The model ran on the GAMS software. The possible improvements are recommended with respect to results.

Keywords: 112 emergency service systems, GAMS, Set covering location model, Selçuklu

GİRİŞ (INTRODUCTION)

İnsanların yaşamını tehdit eden sağlık sorunu, ev, iş ve trafik kazaları, yangınlar, depremler, terör saldırıları vb. gibi birçok durum acil durum olarak kabul edilmektedir. Acil durumlara uzman ekiplerin müdahalesi ve durumun kontrol altına alınması hayati önem taşımaktadır. Dolayısıyla acil durumlarda en kısa zamanda etkin ve nitelikli hizmet almayı beklemek insanların en doğal hakkıdır. Bu

müdahalenin zamanında yapılamaması acil durumdan etkilenen insan ya da diğer canlıların ölümü ile sonuçlanabilmektedir. Ağır yaralı ya da acil tedavi gerektiren bir hastaya, güvenlik birimleri gerektiren bir olaya, söndürülmeyi bekleyen bir yangına en hızlı şekilde ulaşarak başarılı bir müdahale uygulamak, ancak bilimsel altyapısı sağlam bir acil yardım hizmetleri sisteminin kurulmasıyla gerçekleştirilir.

Acil sağlık hizmetleri, acil sağlık konusunda eğitim görmüş sağlık ekipleri tarafından, ani

gelişen hastalık, kaza, yaralanma ve benzeri durumlarda olayın meydana gelmesini takip eden erken dönemde, tıbbi araç ve gereç desteğiyle sunulan hizmetler olarak tanımlanmaktadır.

Dünyanın birçok ülkesinde acil sağlık hizmetleri birbirine bütünleşmiş ve birbirleriyle bağlantılı olarak çalışmaktadır. Tek numaralı çağrı merkezlerine gelen acil vaka ile ilgili gerekli bilgilere hazırlanan standart bilgi edinme süreci ile ulaşıldıktan sonra, duruma en uygun servis veya servisler olay yerine en kısa zamanda ulaşacak şekilde yönlendirilmektedir.

Acil sağlık hizmetlerinden biri olan ambulans hizmetleri ise can kaybını en aza indirmeyi hedefleyen doktor, hemşire ve paramedik bulunduran ambulanslardan, komuta kontrol merkezinden ve bağımsız veya sağlık kuruluşları bünyesinde bulunan istasyonlardan ve donanım ve ekipmandan oluşmaktadır. Bu genel tanımlama ülkelerin durumlarına, ihtiyaçlarına ve sistemi uygulayış biçimlerine göre değişiklik göstermektedir.

Acil durumlarda kayıpların azaltılmasında haberin erken alınması, en kısa zamanda olay yerine ulaşılması ve vakaya eğitilmiş personelin müdahale etmesi çok önemlidir. Kaza ve yaralanmalarda meydana gelen ölümlerin % 10,0'unun ilk 3-5 dakikada, % 54,0-60,0'ının ilk 30 dakikada meydana geldiği tespit edilmiştir. Olay yerindeki ilk müdahalenin yetkili kişilerce yapılması, uygun ve hızlı taşıma yöntemleriyle ölüm ve sakatlık oranının büyük ölçüde azalacağı anlaşılmıştır. Bu durum pek çok ülkede sistemli bir ilk ve acil yardım organizasyonunun kurulmasına zemin hazırlamıştır. Zamanla ilk yardım ve temel yaşam desteği veren ve hastayı kısa sürede ileri yaşamsal destek sağlayan tedavi merkezlerine nakleden ilk ve acil yardım hizmetleri, acil sağlık hizmetleri (ASH) zincirinin en önemli bileşenlerden birisi olmuştur. Hızlı haber alma, hızlı ulaşım, sunulan etkin bir acil yardım hizmeti yaşam şansını arttırmakta, hastanede geçirilecek tıbbi tedavi süresini ve sağlığın kalıcı olarak bozulma olasılığını da azaltmaktadır (Demirhan, 2003: 13).

Tarihte ilk ambulans benzeri araç, 1487 yılında Malaga kuşatması sırasında İspanyol ordusu tarafından kullanılmıştır. Tarihte bilinen

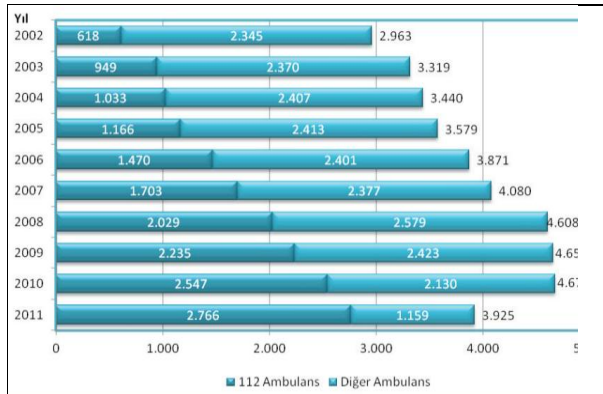
ilk ambulans ise, 1792 yılında Napolyon'un özel cerrahi Baron Dominique Jean Larrey tarafından yapılmıştır. Larrey'in ambulansı, savaş alanında yaralanan kişileri daha fazla kayba yol açmadan bölgeden uzaklaştırmayı amaçlamıştır. Sıradan arabalarla taşınan yaralıların kan kaybının daha fazla olduğu ve yaralarının daha da derinleştiği görülmüş, bunun üzerine Larrey Fransız Ordusu'nun baş cerrahı Pierre François Percy ile birlikte, özel bir "ambulans birliği" oluşturmuştur (Anton, 1999).

Ambulans servislerinin, acil tıbbın tarihsel gelişim içindeki organizasyonel yapısına bakıldığında o ülkedeki yerel koşullara özgü bazı temel farklılıkların ortaya çıktığı görülmektedir. 1960 yılı sonlarına doğru ABD ve Fransa'da ambulanslarda paramedik ve hekimlerin görev almaya başlaması ile birlikte, daha hızlı ve kaliteli ASH sunulmaya başlanmıştır. Ancak 1972 yılında Amerikan Ulusal Bilim Akademisinin acil tıbbın ABD'deki sağlık sisteminin en zayıf halkası olduğunu açıklaması üzerine, ASH ayrı bir tıp disiplini olarak tanımlanmıştır. ASH o günden itibaren hızla gelişerek, dört farklı yetki ve eğitim düzeyindeki ambulans personeli ve acil çağrı karşılama görevlisi, özel finansal yapısı ile sağlık hizmetleri içinde ayrı bir yere sahip olmuştur. Benzer şekilde Kanada ve Avustralya gibi ülkelerde, itfaiye, polis ve ambulans ekiplerinin yerel bir merkezden yönetildiği, sağlık, güvenlik, yangın, patlama, saldırı gibi her türlü acil çağrının özel eğitilmiş personeller tarafından karşılanarak, gerekli ekiplerin olay yerine yönlendirildiği ve güvenlik teşkilatının daha ön planda olduğu bir sistem mevcuttur. Sorumluluk ve finansmanın tek bir merkezde toplanması, bu ekiplerin idaresi ve desteklenmesi konusunda büyük kolaylık sağlamaktadır (Anantharaman and Han, 2001; Doney and Macias, 2005). Ambulans hizmetleri geliştikçe, hasta taşınması sırasında acil bakım da verilmeye başlanmış ve hastalara verilen bakımın kalitesinin, olay yerinde başlatılan ve taşıma sırasında sürdürülen acil bakım ile arttığının farkına varılmasıyla hastane öncesi acil bakımın önemi anlaşılmıştır (Demirhan, 2003).

Türkiye'de ASH'nin düzenlenmesinin ilk adımı 1985 yılında Ankara Numune Hastanesi bünyesinde başlatılan Hızır Acil Servisi (HAS)

ile atılmıştır. 1994 yılında Devlet Hastanelerinin acil servislerinde "077 Hızır Acil Servisler" kurularak ambulans ile hizmet vermeye başlamıştır. Aynı yılın Mart ayından itibaren Ankara, İstanbul ve İzmir illerinden başlamak üzere diğer illerde de Acil Yardım ve Kurtarma Komuta Kontrol Merkezleri kurulması uygun görülmüş, şimdiki komuta kontrol merkezlerinin temelleri atılmış ve mevcut sistem yeniden organize edilerek hizmete sunulmuştur.

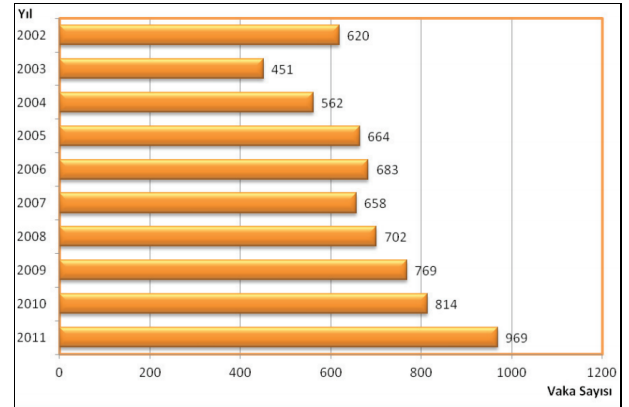
1996 yılından itibaren İstanbul, Ankara, İzmir, Adana ve Antalya illerinde günümüzde hizmet veren 112 Acil Sağlık Komuta Kontrol Merkezleri ve 112 Acil Sağlık İstasyonları'nın pilot uygulamaları başlatılmıştır. İl Sağlık müdürlüğüne bağlı çalışan 112 Acil Sağlık İstasyonları temel hizmet birimleri olan komuta kontrol merkezleri, istasyonlar ve sağlık kuruluşları gibi destek hizmet birimlerinden oluşmaktadır.



Şekil 1. Yıllara Göre Türkiye'deki Ambulans Sayıları (The Number of Ambulances in Turkey over the years) (Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2011¹)

Türkiye'deki ambulans sayılarına baktığımızda yıllar itibari ile sürekli bir artış olduğunu Şekil 1'den görebiliriz. Özellikle hastane öncesi acil bakımın öneminin artması ve sağlıkta dönüşüm projesinde bu konuya ağırlık verilmesi ambulans sayısının artmasına neden olmuştur.

¹ 112 Acil ambulansı; her türlü acil durumda, olay yerinde ve ambulans içerisinde hasta ve yaralılara gerekli acil tıbbi müdahaleyi yapabilecek ekip, teknik ve tıbbi donanıma sahip kara aracıdır. "Diğer Ambulans"lar; sağlık ocağı, hastaneler ve il sağlık müdürlüklerine ait ambulanslardır. Özel sektör ambulansları toplama dâhil değildir.



Şekil 2. Yıllara Göre 112 Acil Yardım Ambulansı Başına Düşen Toplam Vaka Sayısı (Total Number of Cases per 112 Emergency Ambulance, by Year) (Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2011)

Türkiye'de yıllara göre 112 acil yardım ambulansı başına düşen toplam vaka sayısına baktığımızda özellikle 2008 yılından sonra yoğunluğun oluşmaya başladığını Şekil 2.'den görebiliriz. Bu durum Türkiye'de ciddi oranda ambulans ihtiyacının olduğunu bize göstermektedir.

Araştırmanın örneklemini oluşturan Konya ilinde kamuya ait 132 adet, özel kurumlara ait ise toplam 24 adet ambulans görev yapmaktadır. Bu ambulansların istasyondan çıkışlarının çağrı nedenlerine göre dağılımı Şekil 3.'te verilmiştir. Buna göre medikal çağrı sayısı 73.406 adet gerçekleşirken, trafik kazası çağrı sayısı 10.845 adet ile en çok çağrı nedeni olarak gerçekleşmiştir. Bu durum 112 istasyonlarının yerleşim noktalarının ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

Yıl	Çıkış Sebebi	Çıkış Sayısı
2011	Diğer	1.236
	Diğer Kazalar	8.740
	Medikal	73.406
	Protokol	21
	Sağlık Tedbirleri	792
	Trafik Kazası	10.845
	Yangın	216
	Yaralama	2.372
	İntihar	1.371
İş Kazası	629	
Genel Toplam		99.628

Şekil 3. Ambulansların İstasyondan Çıkışlarının Çağrı Nedenlerine Göre Dağılımı (Call Distribution based on causes of departures of ambulances from the station) (Konya İl Sağlık Müdürlüğü)

Acil yardım çağrısının yapılmasından sonra ambulansın olay yerine ulaşması ve tıbbi müdahalenin başlatılmasına kadar geçen ve "müdahale süresi" olarak adlandırılan zaman, bir ambulans sisteminin en önemli verimlilik göstergesidir (Sakaklı, 2006). Müdahale süresini etkileyen en önemli sorunların yanlış adres bildirim, ambulansların meşgul olma durumları, yetersiz ekipman, istasyon yerleşim yerinden kaynaklanan sıkıntılar ve trafik

yoğunluğu olduğu bildirilmektedir (Coşkun, 2007). Müdahale zamanının kısaltılması, ambulans ve personel sayısının artırılması ya da mevcut istasyon yerleşim düzeninin geliştirilmesi ile sağlanabilmektedir. Dolayısıyla araştırmanın örneklemini oluşturan Konya ilinde, verimlilik göstergesi olarak gösterilen ambulans vakalarının ulaşım sürelerine göre dağılımı Şekil 4.'te verilmiştir.

Yıl	Vaka Ulaşım Süresi	Kentsel-Kırsal	Ambulans Vaka Sayısı	
2011	0-10:00 dk	Kentsel	57.933	
		Kırsal	11.364	
	10:01-20:00 dk	Kentsel	5.579	
		Kırsal	6.539	
	20:01-30:00 dk	Kentsel	208	
		Kırsal	2.428	
	30:01-60:00 dk	Kentsel	28	
		Kırsal	1.149	
	60:00 dknın üzerinde	Kentsel	0	
		Kırsal	19	
	Genel Toplam			85.247

Şekil 4. Ambulans Vakalarının Ulaşım Sürelerine Göre Dağılımı (Kırsal-Kentsel) (Distribution of cases according to intervention time (Rural-Urban))

Şekil 4'teki veriler incelendiğinde; Konya ilinde 0-10 dk arasında kırsal ve kentsel alanda vakaya ulaşım sayısının diğer zaman aralıklarına göre fazla olduğu göze çarpmaktadır. Bu durum, "Sağlık Bakanlığına bağlı sağlık kurum ve kuruluşlarında kaliteyi geliştirme ve performans değerlendirme yönergesi" de belirtilen 112 verimlilik göstergeleri başlığı altında yayınlanan kriterler içerisinde en önemli olan kriterdir. Bu yönergeye göre şehir merkezlerinde vakaya ulaşım süresinin 10 dk altına, kırsal alanlarda ise 30 dk'nın altında gerçekleşmesi gerekmektedir.

LİTERATÜR (LITERATURE)

Temel kapsama modelleri 1971 yılında Toregas ve diğerlerinin geliştirdiği Yerleşim Kümesi Kapsama Modeli (Location Set-Covering Model (LSCM)) ile başlamıştır. Talep bölgelerini kapsamak şartı ile kullanılan araç sayısını en küçüklemeyi amaç edinen ambulans yerleşim probleminin ele alındığı bir modeldir.

1974 yılında Church ve ReVelle, Toregas ve diğerlerinin yaptığı çalışma olan LSCM'yi geliştirerek mevcut araç sayısının tüm bölgeleri kapsamak için gerekli olan araç sayısından daha

az olduğu durumları ele almıştır. Maksimum Kapsama Yerleşim Modeli (Maximal Covering Location Model (MCLM)) olarak geliştirdiği bu yeni formülasyonun temel amacı eldeki kısıtlı sayıdaki araçla kapsanan talebi (nüfus veya acil yardım çağrısı sayısı) en büyükmektir.

1979 yılında Schilling vd. tarafından en büyük kapsama modelinin geliştirilmesiyle verilen farklı iki araç tipi ihtiyacı ve araç kısıtlarına karşılık, bir aracın atanması için diğerinin de atanmış olması şartı ile Ardışık Kapsama Modeli (Tandem Equipment Allocation Model (AKM))'ni oluşturmuş ve kapsanan nüfus en büyükmeye çalışılmıştır.

Yukarıda bahsedilen modeller talep noktalarını yalnız bir defa kapsamaktadır. Bu durumda bir aracın hizmet vermek için meşgul olması durumunda, talep noktalarının kapsamama durumu söz konusu olacağı için bu talep noktalarına, istasyon yerleşim planı ve araç kısıtları göz önünde bulundurularak çoklu kapsama (multiple coverage) modelleri geliştirilmiştir (Çatay ve ark., 2007). 1981 yılında Daskin ve Stern tarafından Değiştirilmiş En Büyük Kapsama Modeli (Modified Maksimal Covering Location Model (DEKM)) ortaya atılmıştır. Bu modelde, tüm talep noktalarının en

az bir defa kapsanması koşulu ile öncelikle kapsanan nüfus en büyükmeye çalışılırken, daha sonra birden fazla kapsanan talep noktalarının sayısını en büyükmektir.

1986 yılında Hogan ve ReVelle tarafından Yedek Kapsama Modeli (YKM) DEKM'nin geliştirilmesiyle ortaya konmuştur. Yalnız YKM'nin iki modeli MCML'den etkilenmiştir. Bunlardan birincisinde, belli araç ve istasyon kısıtı dahilinde en az iki kere kapsanan nüfus en büyükmeye çalışılmaktadır. İkinci modelde ise yine belli istasyon ve araç kısıtı için, saptanan önem derecelerine göre ağırlıklandırılmış şekilde bir veya iki defa kapsanan talebin en büyükmeye çalışılmaktadır.

Görüldüğü üzere, bu üç farklı DEKM modeli de, talep noktalarının yalnız bir zaman dilimi içinde birden fazla sayıda kapsanmasını sağlamaktadır (Çatay, Başar ve Ünlüyurt, 2007).

1997 yılında Gendreau tarafından önerilen modelde amaç talep noktalarına birbirinden farklı iki zaman dilimi içinde, çoklu kapsama sağlayacak şekilde hizmet sunulmasıdır. Kurulan bu model Çift Kapsama Modeli olup amaç fonksiyonunda küçük bir zaman dilimi içinde en az iki kere kapsanan nüfusun en büyükmeye çalışması olmakla birlikte kısıtlarında ise büyük olan zaman dilimi içinde her yerin en az bir defa, küçük olan zaman dilimi içinde de tüm nüfusun belli bir oranının kapsanması yer almaktadır. Yukarıda bahsedilen modellerden farklı yanı sıra ise her istasyona sadece bir ambulans atama koşulunu ortadan kaldırarak belli bir sayıya kadar ambulansa izin vermesidir.

MATERYAL VE YÖNTEM (MATERIAL and METHOD)

Temel Kapsama Modelleri (Basic Covering Models)

Yerleşim kümesi kapsama modelleri 0,1 tamsayı lineer programlama ile mesafe standardı içerisinde ise kapsama aksi taktirde kapsamama varsayımı ile çözülmektedir. Church ve ReVelle mevcut araç sayısından daha az araç sayısı ile bölgeleri kapsayabilmek için Yerleşim Kümesi Kapsama Modeli'ni (Location Set Covering Model) genişletmişlerdir. Bu modeldeki amaç sınırlı araç sayısı ile talep karşılama oranını en büyükmektir ve Maksimum Yerleşim Kapsama Modeli (Maksimal Covering Location Model)

olarak adlandırılmıştır. Bu modeller yine 0,1 tamsayı programı (binary integer program) ile çözülmekte ve benzer biçimde lineer gevşetmeyle veya kesme teknikleri ile optimal sonuçlar hızlı bir biçimde elde edilmektedir (Toregas ve ark., 1971).

Bu yerleşim modelinde ambulans sayısı analist tarafından belirlenerek kapsama sağlanacak nüfus miktarı ölçülebilmektedir. A.B.D.'nin Austin şehrinde gerçekleştirilen ve optimal sayıdaki ambulans ile kapsanan nüfus arasındaki ilişkide kapsanan nüfus oranını %10 veya %20 arttırmanın gerekli yerleşke ve/veya ambulans sayısının ve dolayısıyla maliyetin aşırı arttırılması anlamına gelebileceğini göstererek en uygun yerleşke ve araç sayısının belirlenmesinde bu maliyet unsurunun göz önünde tutulması gerekliliğini göstermiştir (Eaton ve ark., 1986).

Ek Kapsama Modelleri (Additional Covering Models)

Yapılan araştırmalarda kapsanan bölgelerdeki her yere servis sunabilme varsayımı bulunmaktadır. Bu eksikliği gidermek için taleplerin ve özellikle yüksek talep gruplarını içeren bölgelerin bir kereden fazla kapsanmasını amaçlayan ek kapsama modelleri geliştirilmiştir. Böylelikle genellikle nüfus yoğunluğunun fazla olduğu bölgelerin birden fazla kapsanması sağlanmaktadır (Daskin ve Stern, 1981). Sonraki dönem çalışmalarda serviste tıkanmayı, maksimum artış ve minimum kaynakla sağlamak amacıyla temel kapsamadan ödün vererek yapılabileceği gösterilmiştir.

Ek kapsama modellerinde birincil kapsama zorunluluğunu formülasyona katmayarak ikincil kapsama ile birincil kapsamadan verilen ödün ilişkisini inceleyen ilk araştırmacılar Hogan ve ReVelle olmuştur. Bu formülasyon sadece ikincil kapsamayı tanımlandığı için yedek kapsama (backup coverage) olarak adlandırılmıştır (Hogan ve ReVelle, 1986).

Hogan ve ReVelle modellerini New York şehrine uygulamış ve birincil kapsan n nüfustan sadece %1.1 ödün verilerek aynı kaynaklarla toplumun %10.47'sinin ikinci kez kapsanabileceğini göstermişlerdir.

Olasılıklı Kapsama Modelleri (Probabilistic Covering Models)

Ambulans yerleşim modellerinin en önemli özelliklerinden biri zamanın herhangi bir anında

ihtiyaç duyulan ilkyardım aracının meşgul olma olasılığıdır (Fitzsimmons 1973).

ATS'lerin olasılıksal yapısını daha iyi yansıtmak amacıyla oluşturulan bu modeller, özellikle servis araçlarının veya servis istasyonlarının meşgul olma durumunu göz önünde bulundurmaktadır. Buna ek olarak ulaşım mesafesi, çağrıya cevap verme süresi gibi parametrelerde rastsal değişken olarak bu araştırmalarda yer almaktadır (Daskin ve Stern, 1981).

Olasılık temelli çalışmalara örnek olarak maksimum servise hazır yerleşim problemi (maximum available location problem) verilebilir. Bu modelde amaç kısıtlı sayıdaki ambulansı, toplumun veya çağrılarının çoğunluğuna cevap vermeye hazır servis sunucusu bulunacak şekilde güvenilirlik olarak tanımlanan zaman standardı ile dağıtmaktır. Hogan ve ReVelle'ye ait maksimum servise hazır yerleşim probleminde ve bu ailenin türevi olan modellerde, belirli bölgelerdeki değişmeyen servis isteği kesin bir güvenle düşünülerek oluşturulmuştur (ReVelle ve ark., 1989). Galvao ve arkadaşları ise amaç fonksiyonu ile talebin ele alınışı arasındaki bu tutarsızlığı modelin eksikliği olarak ortaya koymuşlar ve iyileştirme çalışmalarında mutlak talebin olasılıksal yapısının değerlendirilmesi gerektiğini savunmuşlardır (Galvao ve ark., 2005).

Literatürdeki olasılık temelli modellerden en günceli, Riyad şehrinin ATS ihtiyacını çözmek amacıyla Allasloum ve Rand tarafından geliştirilmiştir. Bu modelin en önemli iki özelliğinden ilki 0,1 olarak tanımlanan, mesafe standardı dâhilinde bulunduğu 1 aksi takdirde 0, kapsama mantığını geliştirerek kapsama değerini diğer tüm modellerden farklı olarak arz talep arasındaki mesafeye bağlı olarak 0 ile 1 arasında değişeceği prensibini temel almıştır. Bu bağlamda, Allasloum ve Rand'ın modeli hem çağrılarının olasılıksal yapısını temsil etmekte hem de kapsamanın tanımını evet veya hayırın ötesinde standartlar içerisinde kapsama olasılığı olarak değiştirmektedir (Allasloum ve ark., 2005).

Model ve Veri Toplama (Model and Data Collection)

Uygulamada ele alınan model , her bir bölgeye en az bir kuruluş yeri tarafından hizmet

verilmesi gerektiğinden Church ve ReVelle tarafından geliştirilen "Maksimum Yerleşim Kapsama Modeli" dir., Tüm kısıtların \geq eşitsizliğine sahip olan, tüm sağ taraf değerlerinin 1 olduğu ve katsayı matrisinin 0-1 matrisi olan saf 0-1 tamsayı programdır (Çetin, 2007).

- ✓ $G[N,A]$ tam bağlı bir şebeke
- ✓ N seçilen düğüm kümesi
- ✓ $A = \{(i,j) \mid i,j \in N\}$
- ✓ Tüm düğüm çiftleri arasındaki uzaklık $d_{ij} : (i,j) \in N$ ile tanımlanmıştır.
- ✓ i = olası istasyon mahallesi
- ✓ k = olası vaka mahallesi
- ✓ n = mahalle sayısı

Karar değişkenleri

$$y_k = \begin{cases} 1, & \text{eğer potansiyel bölgeye tesis kurulursa} \\ 0, & \text{diğer durumda} \end{cases}$$

Amaç fonksiyonu: Kurulacak acil servis istasyon sayısını en aza indirmek

$$\text{Min } Z = \sum_{k \in N} y_k \quad (1)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{k \in N} a_{ik} y_k \geq 1 \quad (2)$$

$$y_k \in \{0,1\} \quad (3)$$

$$a_{ik} = \begin{cases} 1, & \text{eğer } k \text{ potansiyel bölgesi belirlenen süre içinde} \\ & \text{ulaşabiliyorsa} \\ 0, & \text{diğer durumda} \end{cases}$$

Burada;

(1) amaç fonksiyonudur ve acil servis yerleşiminde açılacak istasyon sayısını en küçüklemeyi sağlamaktadır.

(2) r süresi içinde en az bir kere gidebileceği her bölgenin en az 1 kere kapsanmasını sağlayan kısıttır.

(3) y_k karar değişkenininin 0 ya da 1 tam sayısını alabileceğini gösteren karar değişkenidir.

Küme kapsama modeli incelendiğinde amacın tüm talep noktalarının bu acil servis istasyonları tarafından kapsanmasını sağlayabilecek bir r süresi içinde en az bir kere gidebilecek minimum sayıda istasyon açmak olduğu görülebilir. Küme kapsama

problemlerinde talep bölgelerindeki nüfus yoğunluğu göz önüne alınmaz ve sadece talep bölgelerinin en az bir istasyon tarafından kapsanması göz önüne alınmaktadır. Uygulamada ele alınan süre dünya genelinde ve WHO' nun öngördüğü 8 dk olarak alınmış ve Konya'nın Selçuklu ilçesinde uygulanmıştır.

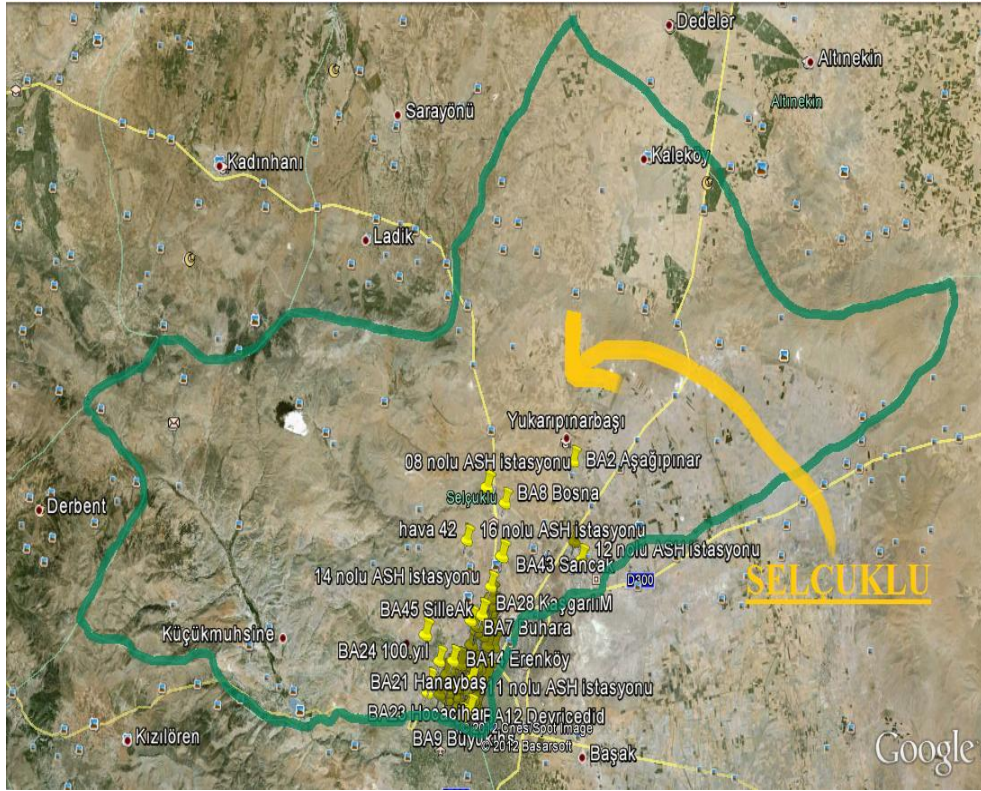
Uygulama Bölgesinin Tanıtımı (Overview of Application Area)

Konya İlinin Tanıtımı (Introducing The Province of Konya)

Konya İç Anadolu Bölgesi'nin 39.000 km²'lik yüzölçümü ile Türkiye'nin en geniş ili olan 2.100.000 olan nüfusuyla Konya ili Türkiye'nin en kalabalık 6. ilidir. Karatay, Meram, Selçuklu olmak üzere büyükşehir belediyesine bağlı 3 merkez ilçe birlikte 31 ilçe, 170 belde ve 581 köyden oluşmaktadır. (www.wikipedia.org)



Şekil 5. Konya ilinin uydu görüntüsü (Satellite image of Konya)



Şekil 6. Konya ili Selçuklu ilçesinin uydu görüntüsü (Satellite image of Konya Selçuklu District)

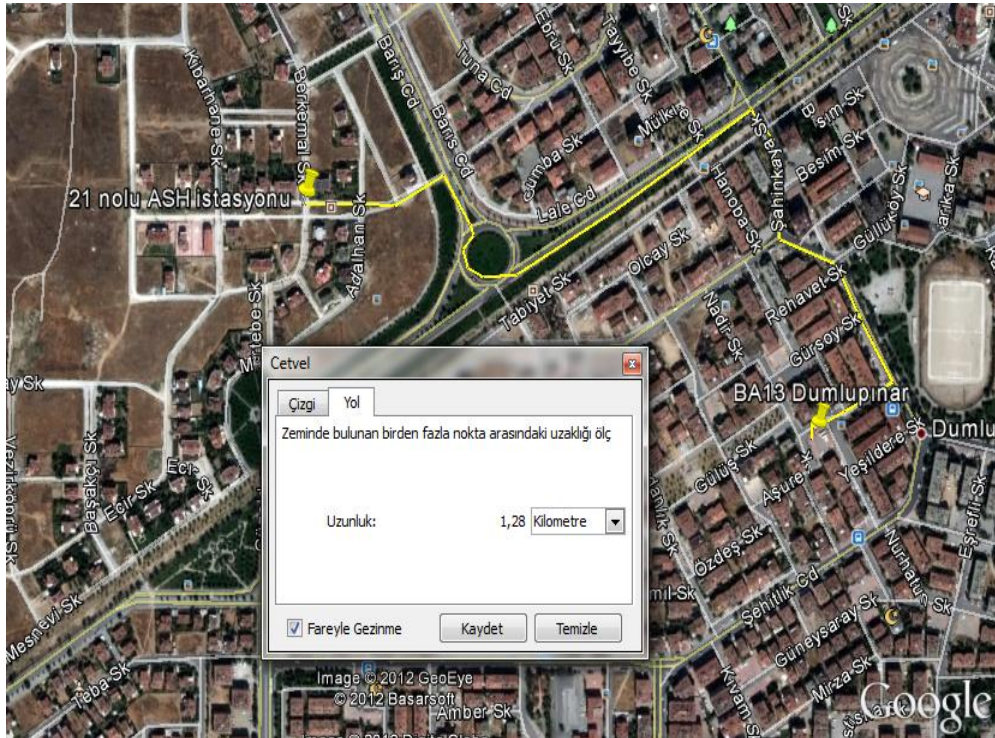
Selçuklu İlçesi Tanıtımı (Introducing the Selçuklu District)

Selçuklu; 20.06.1987 tarih ve 3399 sayılı kanunla kurulmuş olup, nüfus ve gelişmişlik bakımından Konya'nın en büyük merkez ilçesidir. 2.056 km² lik alan ve 459.921 kişilik nüfusa sahiptir. Selçuklu ilçesinde acil servis hizmetleri toplamda 11 tane kara acil servis istasyonları ve 1 tane hava acil servis istasyonu ile hizmet vermektedir. İstasyonların telsiz yanı sıra telefon ve faks bağlantıları ile iletişimleri kesintisiz olarak sürdürülmektedir. (www.wikipedia.org)

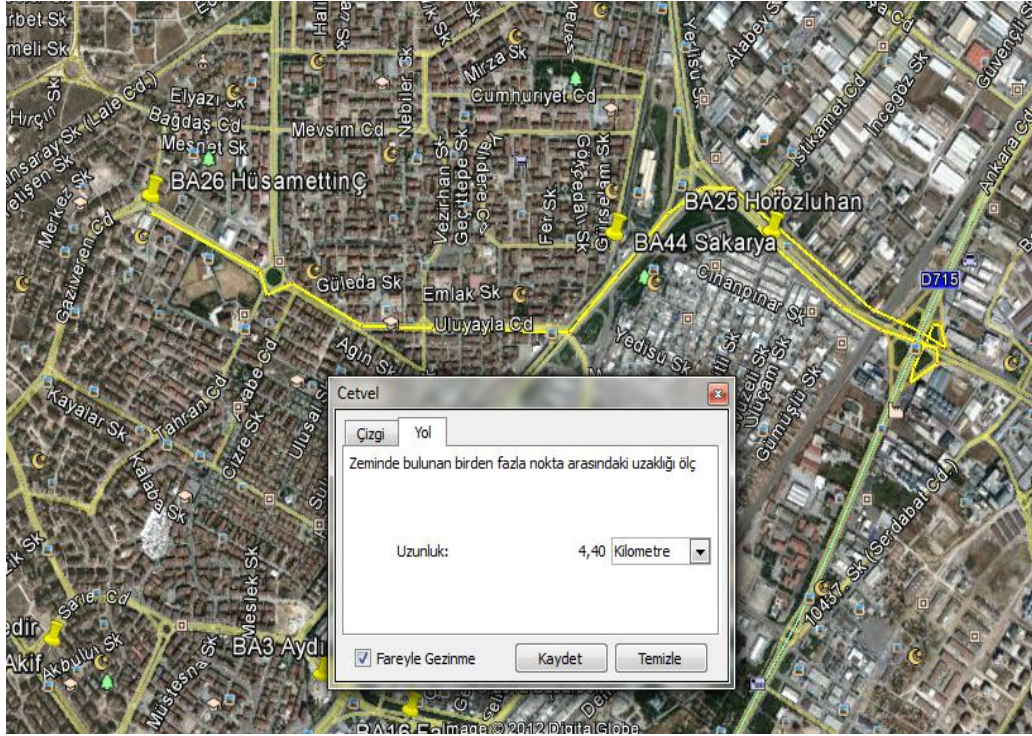
Veri Toplama (Data Collection)

Selçuklu ilçesi için mevcut olan 11 istasyon noktalarına ek olarak 50 nokta daha belirlenerek bu 61 noktanın birbirleriyle arasındaki en kısa uzaklık Google Earth kullanılarak buradaki cetvel yardımıyla ve yol tarifi seçeneği ile 2'li kombinasyonlar şeklinde hesaplanmıştır. Daha sonra bize bir ambulansın r süre içinde gidebileceği yerleri belirlemek için her düğüm arası uzaklığı ne kadar sürede alabileceği gereklidir. Bu yüzden bir ambulansın ortalama hızı 60 km / sa olarak kabul edilmiş ve buradan **yol=hız*zaman** formülü yardımıyla 1km'lik yolun 1 dakikada gidilebileceği varsayılarak ve 61*61'lik bir matris oluşturularak Ek'1 deki matriste gösterilmiştir. Google Earth'de en kısa uzaklığı hesaplarken kesilmiş birkaç görüntü verilmiştir.

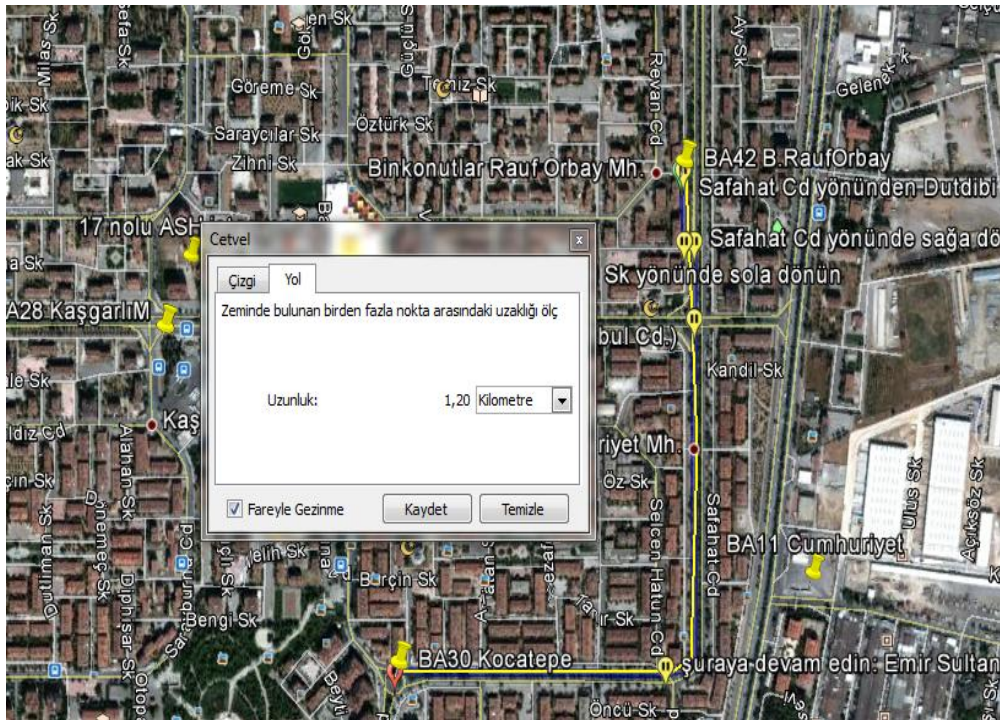
Uygulama yapılırken mahalleler nokta olarak ele alınmış ve de her mahallede istasyon kurulacak yeterli alan ile alt yapının olduğu varsayılmıştır.



Şekil 6. 21 nolu ASH istasyonu ile Dumlupınar mahallesi arası uzaklık hesabı
(Calculation of the distance between the 21. Station and the Dumlupınar)



Şekil 7. Hüsamettin Ç. mahallesi ile Horozluhan mahallesi arası uzaklık hesabı
(Calculation of the distance between Hüsamettin Çelebi and Horozluhan)



Şekil 8. B. Rauf Orbay mahallesi ile Kocatepe mahallesi arası uzaklık hesabı
(Calculation of the distance between B. Rauf Orbay and Kocatepe)

İkinci adım olarak modeli uygulayabilmemiz için aık matrisi bize gerekmektedir. Bu hesaplamayı kolaylaştırmak için Ek'teki Excel sayfa 1 de noktalar arası süreleri gösteren hazırlanmış olduğumuz matrisi göz önüne alarak Visual Basic 6.0 'da kod yazılmıştır. Matrisin altına bir command buton ile textbox eklenmiş ve command butona aık matrisini hesaplayacak kod yazılmıştır. Bu kodu kısaca açıklayacak olursak;

- For/Next döngüsü arasında kalan alan kavşak sayılarını sayfa 2'ye atamaktadır.
- Do while not/Loop arasında kalan kısım ise her hücredeki değere tek tek bakılarak butonun yanında bulunan textbox'a girilen değerden küçükse 1 (yani tesis belirlenen süre için ulaşabiliyor); eğer büyükse de 0 (ulaşamıyor) değerini atayarak sayfa 2 de aık matrisini oluşturur.

SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Çizelge 1'de GAMS çözücüsünde model çalıştırıldığında elde edilen çözüme uygun ambulans yerleştireceğimiz kavşaklar gösterilmektedir.

Çizelge 1. GAMS çözücüsü sonuçları (istasyon kurulması gereken noktalar) (GAMS solver results (points to the establishment of the station))

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
3	.	1.000	1.000	1.000
6	.	1.000	1.000	1.000
8	.	1.000	1.000	1.000
13	.	1.000	1.000	1.000
35	.	1.000	1.000	1.000
36	.	1.000	1.000	1.000
49	.	1.000	1.000	1.000
57	.	1.000	1.000	1.000

Çizelge 1 de görüldüğü üzere 3., 6., 8. noktalar yani şuan mevcut olan 08 nolu ASH, 12 nolu ASH, 16 nolu ASH'ın kalması, 06 – 07 – 09 – 11 – 14 – 18 – 21 nolu ASH'lar yerine Aşağıpınar, 100. Yıl, Horozluhan, Nişantaşı, Süleyman Çelebi Mahallelerine yeni istasyonların açılması gerekmektedir.

Mevcut durumda 11 karayolu 1 havayolu acil servis istasyonları bulunmaktayken kurulan model ve kullanılan çözücü program GAMS ile ulaşılan sonuçta 8 karayolu 1 havayolu acil servis istasyonu yeterli görülmüştür. Yapılan analizler sonucunda mevcut durumdaki istasyonların bazılarının birbirine çok yakın olduğu tespit edilmiştir. Bu yakınlık yerine istasyonlardan birinin kapatılarak diğer istasyonda bulunan mevcut araç sayısı arttırılabilir.



Şekil 9. İyileştirme yapılmadan önceki (mevcut durum) istasyonların bulunduğu bölgeler
(The area before the construction of the Improvement of stations)



Şekil 10. GAMS çözücüsü sonucunda çıkan optimal noktalar (The optimal points as a result of GAMS)

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- Alsalloum, O.I., Rand, G.K. 2006. Extension to Emergency Vehicle Location Models, *Computers and Operations Research*, 33, 2725-2743
- Ananlharaman, V., Han, L.S. 2001 Hospital and emergency ambulance link: using IT to enhance emergency pre-hospital care, *International Journal of Medical Informatics*, 61 ,147-161.
- Anton S,(1999), A Dictionary Of The History Of Medicine, The Parthenon Publishing Group Inc. UK.
- Ateş, S., Coşkun, M.Z., Aydınoğlu, A.Ç, 2011 “Coğrafi Bilgi Sistemleri İle En Uygun Ambulans Yerlerinin Belirlenmesi” TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 1822 Nisan 2011, Ankara.
- Bostancıoğlu, M., 2007, Ambulans Yerleşim Noktalarının Sezgisel Yöntemlerle Optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sivas
- Catay, B., Başar, A., Unluyurt, T. (2007). “İstanbul’da Acil Yardım İstasyonları ve Araçlarının Planlanması”, İBB Proje İstanbul Projesi Sonuç Raporu, İstanbul.
- Church, R.L., ReVelle, C.S. 1974. “The Maximal Covering Location Problem”, *Papers of the Regional Science Association*, 32, 101–118.
- Coşkun, N.,2007. Acil servis sistemlerinde yerleşim problemine analitik ve genetik programlama yaklaşımları, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği, Yüksek lisans tezi. Adana.
- Çatay, B., Başar, A. Ve Ünlüyurt, T., 2008. İstanbul’da Acil Yardım İstasyonlarının Yerlerinin Planlanması. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 19 (4) : (20-35).
- Çetin, M., 2007, Gezgin Satıcı Örnek Problemlerinin Optimum Sonuçlarının Grid Aracılığı İle Hesaplanması, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir
- Daskin, M.S., Stern, E.H. 1981. “A Hierarchical Objective Set Covering Model for Emergency Medical Service Vehicle Deployment”, *Transportation Science*, 15, 137–152.
- Demirhan N., 2003, Acil Tıp Hizmetleri Sisteminde İlk Ve Acil Yardım Hizmetleri, In: Türkiye’de 112 ilk ve Acil Yardım Hizmetleri ve Afetlerdeki Rolü, Acar matbaacılık, İstanbul.
- Doney, M. K. Macias, D. J. 2005 Regional Highlights in Global Emergency Medicine Development, *Emerg Med Clin N Am*, 23: 31-44.
- Eaton, D.J., Daskin, M.S., Simmons, D., Bulloch, B., Jansma, G., 1985, Determining emergency medical deployment in Austin, Texas: *Interfaces* 15 (1), 96-108.
- Fitzsimmons, J.A., 1973. A Methodology for Emergency Ambulance Employment, *Management Science*, 19, 627-636.
- Gendreau, M., Laporte, G., Semet, F. 1997. “Solving an Ambulance Location Model by Tabu Search”, *Location Science*, 5, 75–88.
- Harmancı, L., Cesur, Z., Aydın, Z.M. ve Uluçoban, F.B., 2007, “Ankara Acil Servis Ambulans İstasyonları Yerleşimi Modeli”
- Hogan, K., & ReVelle, C. 1986. Concepts and Applications of Backup Coverage. *Management Science*. 32, 1434-1444.
- <http://tr.wikipedia.org/wiki/Konya> [Ziyaret Tarihi : 4 Aralık 2012]
- http://tr.wikipedia.org/wiki/Sel%C3%A7uklu_Konya [Ziyaret Tarihi: 4 Aralık 2012].
- Kahya, M.Y., 2001, Acil Tıp Merkezlerinin Mekansal İlişkiler Açısından İstanbul Örneğinde İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul
- ReVelle, C. 1989. Review, Extension and Prediction in Emergency Siting Models. *European Journal of Operations Research*. 40, 58-69.
- Sakaklı, K.K.,2006. Yerel acil müdahale fonksiyonlarının yerleşiminin coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak ölçme ve değerlendirilmesi; Ankara örneği, Yüksek lisans tezi, Şehir ve Bölge Planlama, Ankara.
- Schilling, D.A., Elzinga, D.J., Cohon, J., Church, R.L., ReVelle, C.S. 1979. “The TEAM/FLEET Models for Simultaneous Facility and Equipment Siting”, *Transportation Science*, 13, 163–175.

Toregas, C.R., Swain, R., ReVelle, C.S., Bergman, L.1971. "The Location of Emergency Service Facilities",
Operations Research, 19, 1363–1373.

www.konya112.gov.tr, Konya 112 Acil ve Afetlerde Sağlık Hizmetleri Şubesi İl Ambulans Servisi
Başhekimliği Resmi Sitesi [Ziyaret Tarihi: 20.09.2012]