

DEPREM YARDIM İSTASYONLARI İÇİN LOJİSTİK MERKEZİ SEÇİMİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Orhan GÖZAYDIN*

Hava Harp Okulu
Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü
Yeşilyurt / İstanbul
o.gozaydin@hho.edu.tr

Tuncay CAN

Marmara Üniversitesi,
İktisat Fakültesi Öğretim Üyesi
Göztepe/ İstanbul
tuncay.can@marmara.edu.tr

Geliş Tarihi: 25 Nisan 2013, **Kabul Tarihi:** 23 Temmuz 2013

ÖZET

Afetler toplumun işleyişinde ciddi rahatsızlıklar oluşturan, çok önemli düzeyde insan, malzeme ya da çevresel kayıplara neden olan, etkilenen bölgenin kendi kaynaklarını kullanarak üstesinden gelemeyeceği olaylardır. Türkiye’de afetlerden meydana gelen toplam kayıpların yaklaşık %70’i depremlerden kaynaklanmaktadır. Afet yönetiminin hazırlık aşaması meydana gelecek afete yönelik gerekli önleyici tedbirlerin alınması ile gerekli sistemlerin oluşturulmasını kapsamaktadır. Hazırlık aşamasında yapılan faaliyetlerden birisi de afet sonrası yardım faaliyetlerine yönelik gereken malzeme, teçhizat, araç, gereç, iş makinesi, vb. malzemelerin önceden temini ve depolanmasına yönelik faaliyetlerdir. Bu makalede Türkiye’yi etkileyen en önemli afet türlerinden olan depremlere yönelik olarak kurulabilecek deprem yardım istasyonları için lojistik merkezi seçimi konusu ele alınmıştır. Deprem yardım istasyonları için lojistik merkezi seçim problemi P-Median ve Maksimum Kapsama Alanı problemine uygun olarak modellenmiştir. Bir ilin hangi deprem bölgesinde bulunduğu o ilin hangi sıklık ve büyüklükte depremlerle karşılaşacağını belirlemektedir. Bir ilin nüfusu, ilde bulunan konut ve bina sayısı, gibi faktörler bu ilin depreme karşı duyarlılığını belirlemekte ve deprem esnasında karşılaşabileceği kayıp miktarını etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Bu nedenle modelimizde bu faktörler belirli bir ölçüde ağırlık olarak kullanılmıştır. Araştırma problemi çözümlenerek deprem yardım istasyonları için lojistik merkezlerinin değişik senaryolara göre coğrafi konumları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Deprem Yardım İstasyonu, P-Median Problemi, Maksimum Kapsama Alanı Problemi, Tesis Yeri Seçim Problemi.

SELECTING LOGISTIC CENTER FOR EARTHQUAKE HELP STATIONS: CASE OF TURKEY

ABSTRACT

Disasters are the events that seriously disturb the function of the society, causing deaths, environmental and economic loss and usually cannot be overcome by using local sources of the affected region. Earthquakes are responsible %70 percent of the total loss caused by disasters in Turkey. Preparation phase of disaster management covers the taking preventative measures towards an upcoming disaster and creating required systems. One of the activities during the preparation phase of the disaster management is supplying and storing required materials, tools, vehicles, work vehicles, machines etc. before the disaster for rescue, help and restoring activities during the disasters. In this article locating logistic center for earthquake help stations that can be established for earthquakes in Turkey is considered. The problem of selecting logistic center for earthquake help stations is modeled as P-Median and Maximum Covering Location Problem. The position of a city on the earthquake zone defines the frequency and the magnitude of the earthquakes faced by that city. The population of the city, the number of the buildings and the number of residences/houses define vulnerability and the size of possible losses during earthquakes and these numbers are accepted as leading factors. Therefore these factors are used as weights in our model. By solving the research problem according to different scenarios the geographic location for the logistics centers for earthquake help stations is determined.

Keywords: Earthquake Help Stations, P-Median Problem, Maximum Covering Location Problem, Facility Location Problem.

* Sorumlu Yazar

1. GİRİŞ

Doğal afetler Türkiye’de ve dünyada insan yaşamını derinden etkileyen, sahip oldukları tüm varlıklar üzerinde önemli ölçüde kayıplara neden olan kaçınılmaz ve çoğu zaman kontrolü mümkün olmayan tabiat olaylarıdır. Özellikle 1999 yılının 17 Ağustosunda meydana gelen merkez üssü Gölçük/Kocaeli olan Marmara depremi ile bu konu tekrar Türkiye’nin gündemine oturmuş ve toplumun her kesiminde merak ve depremlere karşı ilgi uyandırmıştır [1]. Bu depremin ardından toplumda depremin kaçınılmaz olduğu yönünde egemen bir kanı oluşmuş, yakın gelecekte yaşanacak bir deprem de nasıl hazırlık yapılması ve bu olası depremleri en az kayıpla atlatmaya yönelik önlemler üzerinde tartışılmaya başlanmıştır.

Aktif deprem kuşakları üzerinde bulunan Türkiye’nin yakın tarihi incelenirse kısa aralıklarla can ve mal kayıplarına sebep olan birçok deprem ile karşı karşıya kalındığı görülmektedir[1].Türkiye geneline bakıldığında illerin % 42’si ilçelerin % 49 ve köy ve bucakların % 47 si birinci derece deprem kuşağında yer almaktadır. İkinci derece deprem kuşağında yer alan yerleşim alanlarını da bu oranlara ekler isek yaklaşık olarak Türkiye’nin yerleşim alanlarının % 70’i deprem riskinin çok büyük olduğu bu bölgelerde bulunmaktadır [2,3]. Bu rakamlar ışığında Türkiye’de meydana gelecek depremlerin toplum yaşamı üzerinde göz ardı edilemeyecek bir risk oluşturduğu değerlendirilmektedir Meydana gelmesi kaçınılmaz olan depremlerden kaynaklanan şüphesiz bazı kayıplar yaşanacaktır. Bu kaçınılmaz olguya en uygun şekilde hazırlanmak ve mal ve can kaybını azaltacak koruyucu tedbirleri almak büyük önem arz etmektedir. Deprem sonrası yapılacak, arama kurtarma, tıbbi yardım ve insani yardım faaliyetlerindeki sürat ve etkinliğin artırılmasına yönelik faaliyetlerden birisi de bu faaliyetlerde kullanılacak malzeme, araç ve gereçlerin afet öncesinde depolanacağı merkezi ve yerel merkezlerin oluşturulmasıdır.

Deprem yardım istasyonları deprem esnasında ve sonrasında acil müdahale ve yardım faaliyetlerinde kullanılacak her türlü malzeme, araç ve gerecin depolanacağı tesisleri ifade etmektedir. Deprem yardım istasyonlarının yerleşim yerlerinin, coğrafi konumun yardımları etkili bir şekilde afet bölgesine ulaştıracak şekilde belirlenmesi de deprem sonrası yardım faaliyetlerinin etkinliğinin artırılmasına ve olası kayıpların azaltılmasına yardımcı olacaktır.

2. AFETLER VE TÜRKİYE’NİN DEPREMSELLİĞİ

İnsanoğlu dünya üzerinde yaşamını sürdürürken doğanın güçlerinin sebep olduğu deprem, su baskınları, volkanik patlamalar, fırtına ve kasırgalar gibi birçok doğa olayı ile karşı karşıya kalmaktadır. CRED (Centre for Research on Epidemiology of Disasters) tarafından yayınlanan rakamlara göre son

on yılda dünya üzerinde meydana gelen 3852 afet sonucunda 780.000 insan hayatını kaybetmiştir. Bu afetler ve afetlerin doğurduğu olumsuz sonuçlarından etkilenen insan sayısı ise iki milyar civarındadır. Bu afetlerin ekonomik ve mali boyutuna bakıldığında ise 960 milyar dolarlık bir mali kayıp olduğu görülmektedir [4]. CRED’e göre son on yılda meydana gelen tüm afetler içinde can kayıplarının %60’ı depremlerden kaynaklanmaktadır.

Afet en genel anlamıyla insan hayatının normal akışını kesintiye uğratan fiziksel ekonomik ve sosyal kayıplara neden olan doğal ve teknolojik olaylar olarak tanımlanabilir [5]. Afetler toplumun işleyişinde ciddi rahatsızlıklar oluşturan, çok önemli insan malzeme ya da çevresel kayıplara neden olan, etkilenen toplumun kendi kaynaklarını kullanarak üstesinden gelemeyeceği olaylardır.

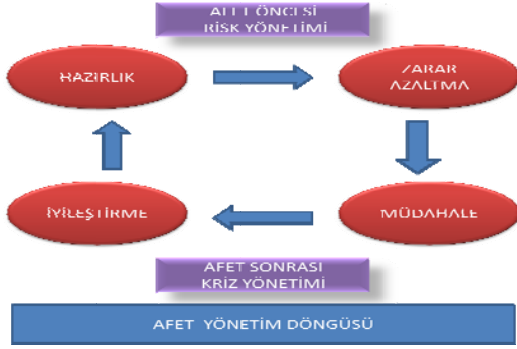
Türkiye’de meydana gelen afetlerin içinde en büyük payın depremlere ait olduğu görülmektedir [6]. Tablo1’de Türkiye’de meydana gelen doğal afetler sonucu 2007 yılına kadar yıkılmış konut sayısı ve afetlere göre dağılım yüzdeleri verilmiştir [7].

Tablo1: Doğal Afetler Sonucu Yıkılan Konut Sayıları (Kaynak 7’den uyarlanmıştır.)

DOĞAL AFET	YIKILAN KONUT SAYISI	YÜZDE %
Deprem	495.000	%76
Heyelan	63.000	%10
Su baskını	61.000	%9
Kaya Düşmesi	26.500	%4
Çığ Düşmesi	5.154	%1
TOPLAM	650.654	%100

Doğal afetlerin Türkiye’nin gayri safi milli hasılasına olan negatif etkisi %1,1 oranında olmakta afetlerden kaynaklanan dolaylı ekonomik kayıplarla birlikte bu etki %3-4 civarına yükselmektedir [8]. 17 Ağustos 1999 Kocaeli ve 12 Kasım 1999 Düzce depremlerinden kaynaklanan toplam ekonomik kaybın 9 ile 13 milyar Amerikan doları arasında olduğu tahmin edilmektedir. Bu depremler sonucunda Türkiye’nin yıllık ekonomik büyümesi %6,4 olarak gerilemiştir. Bu veriler Türkiye’de meydana gelebilecek büyük depremlerin hem ekonomik hem de insani yönden çok büyük kayıplara neden olabileceğini göstermektedir [9].

Afetler sıradan olaylar olmayıp afet yönetimi için özel bir yapı oluşturulmalıdır. Türkiye’de afet ve acil durumların yönetiminden sorumlu olan T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı afet yönetimini “Afetlerin önlenmesi ve zararlarının azaltılabilmesi için afet öncesi, afet sırası ve afet sonrasında yapılacak gereken idari yasal ve teknik çalışmaları belirleyen ve uygulamaya aktaran, bir olay zamanında, uygulama yapabilmeyi sağlayan ve her olaydan çıkarılan derslerin ışığında mevcut sistemi geliştiren yönetim biçimidir.” olarak tanımlamaktadır[10].



Şekil 1: Afet Yönetim Döngüsü
(Kaynak 11'den uyarlanmıştır.)

Afet yönetimi zarar azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirme olmak üzere dört ana aşamadan oluşmaktadır. Birbirini takip eden ve ayrılmaz bir bütün oluşturan bu aşamaların oluşturduğu döngüye Afet Yönetim Döngüsü denilmekte olup aşamaları Şekil 1'de verilmiştir [11].

Zarar azaltma evresi afet oluşumunun önlenmesi veya önlenemediği takdirde afetin sebep olduğu kayıpları en aza indirmek, büyük kayıpları engellemek için alınması gereken tüm önlem ve faaliyetleri kapsamaktadır [11]. Hazırlık aşaması afet ve acil durumlara etkin bir müdahale amacıyla önceden yapılan her türlü faaliyetin genel adı olarak tanımlanmaktadır [12.] Hazırlık aşamasının afet olduktan sonra ihtiyaç duyulan sağlık, barınma ve ihtiyaç duyulacak gereksinimler için stok oluşturma ve dağıtım ilkelerinin belirlenmesi faaliyetlerini de kapsamaktadır [11]. Hazırlık aşaması merkezi, yerel ve bölgesel teçhizat depolarının bulunduğu acil yardım malzemelerinin depolandığı lojistik merkezlerin kurulmasını da kapsamaktadır. Müdahale evresi afetin oluşundan hemen sonra yerine getirilen acil hizmetleri içermektedir [11]. İyileştirme aşaması afet ve acil durum sebebiyle bozulan hayatın normalleştirilmesine yönelik faaliyetler ve yeniden yapılanma olarak tanımlanmaktadır [12]. Afet anında ve sonrasında acil yardım malzemelerinin yerel veya uluslararası kaynaklardan temini çok pahalı ve zaman alıcı olabilmekte olup bu yüzden yardım kuruluşlarının gerekli yardım malzemelerini stratejik olarak önemli bölgelerde depolamak ve hazır bekletmek yoluna gitmektedirler [13]. Dikkat edilirse deprem yardım istasyonlarının afet yönetiminin hazırlık ve müdahale aşamalarının içinde yer aldığı görülmektedir.

3. YER SEÇİM PROBLEMLERİ UYGULAMALARI

Yer seçimi insanlıkla beraber ortaya çıkan ve günümüzde de önemini artıran bir problem alanıdır. Yer seçimine yönelik kararlar günlük hayatımızda çok önemli bir yer tutmaktadır. İster birey ister şirket, ister organizasyonlar olsun toplumun tüm kesimleri yer seçim problemleri ile karşı karşıyadır. Bireyler evlerinin konutlarının yerlerini belirlerken, işletme ve

organizasyonlar ise kendi alanlarındaki fabrika, depo gibi tesislerin yerlerini belirlemektedir [14]. Yer seçim kararları sonucunda gerek bireyler gerekse işletme veya kuruluşlar belirli bir miktarda maddi yatırım yapmak zorundadırlar. Yer seçimi yapılırken birey ve organizasyonlar arzu ettikleri özelliği taşıyan yerde veya bu yere en yakın uzaklıktaki mümkün olan yerde olmak istemektedirler. Tesis yeri seçim faaliyetleri çok boyutlu bir süreç olduğundan henüz genel bir kuruluş yeri teorisi geliştirilememiştir [15]. Genelde karşılaşılan eldeki probleme uygun olarak genel kabul görmüş modelleri problemi ifade edebilecek şekilde geliştirilmektedir[15].

Yer seçim problemleri yangın istasyonları, askeri tesisler, havalimanları, depolar, fabrikalar gibi tesisler için en iyi yeri seçme yollarını aramaktadır[16]. Yer seçim problemleri servis noktalarının yerlerini bir amaç fonksiyonunu enküçükleyecek veya servis noktalarından gelen talebin karşılanmasını enbüyükleyecek şekilde belirlemeyi amaçlamaktadır. Yer seçim probleminin yapısı değişiklik gösterdiğinden birçok değişik türde tesis yeri seçim problemi ile karşılaşmaktadır [16]. Tesisler, fabrikalar, dağıtım merkezleri genellikle yıllarca hatta on yıllar boyunca faaliyetlerini yerine getirirken onları çevreleyen çevre devamlı olarak bir değişim içerisinde. Kuruluş yeri seçimini etkileyen maliyetler, ulaşım zamanları, talepler ve diğer girdiler belirsizlikler gösterebilir [17]. Kuruluş yeri seçim kararlarına genel olarak baktığımızda bu kararların etkilerinin uzun bir zaman periyoduna yayıldığı ve geriye çevrilmelerinin maliyetli ve zaman alıcı oldukları görülmektedir [17]. Kuruluş yerinin seçim aşamasında verilecek kararlar o kuruluşun ömrü boyunca belirli avantaj veya dezavantaja sahip olmasına sebep olacaktır [18].

İnsanlık tarihinde yer seçiminin ilk örnekleri bilimsel sistematığe bağlı olmaksızın yapılırken 1600'lü yılların sonlarına doğru tesis yeri seçimi ile ilgili ilk bilimsel temeller ortaya atılmaya başlanmıştır [19]. En genel tanımı ile tesis yeri seçimi alternatifler arasından kuruluş ve amacımız için en uygun olanının seçilmesi olarak tanımlanabilir [20]. Tesis Yeri Seçim Problemleri çözülmesi zor NP hard problemler olup bu problemlerin çözümünde sezgisel metotların kullanımı oldukça yaygındır [21]. Yer seçim problemleri veya yer seçim analizleri konusunda problemin türü ve çözüm yöntemlerine göre değişik sınıflandırmalar yapılabilmektedir.

Literatür incelendiğinde Yer Seçim Problemlerinin fabrika yerleşim problemi veya tesis yeri seçim problemi olarak isimlendirildiği de görülmektedir. Tesis Yeri Seçim Problemleri, p-medyan, p-center, sınırsız kapasiteli tesis yerleşim ve karesel atama problemleri olarak sınıflandırılabilir [21]. Yer Seçim Problemleri üzerine önemli çalışmaları bulunan Daskin, Covering Problem (Kapsama Alanı Problemi), Center Problem (Merkez Problemi), Medyan Problem (Fixed Charge Problem (Sabit Maliyet Problemi) olmak üzere dört problem türünden

bahsetmektedir. Daskin yer seçim problemlerine deterministik yaklaşımın yanında olasılıksal yaklaşıma imkân veren Maksimum Expected Covering (Beklenen Maksimum Kapsama) Problemi ve çözüm önerileri ile literatüre katkıda bulunmuştur [22]. Yer Seçim problemlerine yönelik kapsamlı bir sınıflandırma da Ayöperken [23] ve Dawson'un [24] çalışmalarında bulunabilmektedir. Dawson ve Ayöperken yer seçim problemlerini Kapsama Alanı Problemleri, En Fazla Kapsama Alanı Problemleri, P-Merkezli Problemler, P Dağılıma Alanı Problemleri, P-Medyan Problemleri, Sabit Maliyet Problemleri ve Maxisum Problemleri olarak 8 ana başlık altında sınıflandırmıştır [23,24]. Kuruluş yeri seçiminde kullanılan yöntemlere matematiksel yöntemler, finansal yöntemler, benzetim yöntemleri, sezgisel metotlar, AHP, TOPSIS, Fuzzy TOPSIS gibi yöntemler örnek verilebilir [25].

Tesis yeri seçiminde literatürdeki ilk matematiksel model Von Thünen tarafından 1826 yılında ortaya atılan tarımsal bir kuruluş yeri modelidir [15]. Bu modelde ideal isole edilmiş bir bölgede tarımsal faaliyet gösteren yerler için yer seçimi modeli ortaya konulmuştur. 20'nci yüzyılın başlarında kuruluş yeri seçim teorileri genellikle Von Thünen'in tarımsal alanlar üzerinde yapmış olduğu analizleri temel olarak geliştirilmiştir[26]. Alfred Weber 1909 yılında kuruluş yeri teorisini pazar alanı konseptine dayalı olarak geliştirerek, firmanın yer seçimine taşıma maliyetlerinin minimize edilmesiyle karar verilen bir model önermiştir[26]. Moses [27], Churchill[28], Greenhut ve Mai [29] yer seçim teorilerine katkıda bulunmuşlardır.

Genel olarak tesisler istenen ve istenmeyen tesisler olarak ikiye ayrılabilir. İstenmeyen tesis yerleşim yerlerinin belirlenmesine yönelik birçok model önerilmiştir. Kimyasal fabrikalar, çöp depolama alanları, nükleer santraller, atık su arıtma tesisleri, havaalanları gibi bazı tesisler kullanıcılarına fayda sağlarken yakınındaki insanlar üzerinde olumsuz etkiler yapabilmektedir [30]. Maxisum, maximin, anticentrian, r-anticentrium, p-dispersian problemleri bu konuya yönelik problemlerdir. İstenmeyen tesis yeri seçim problemlerinde genel amaç tesisi belirlenen belirli sayıdaki popülasyon merkezinden olabildiğince uzağa yerleştirmektir[30]. Rodriguez istenmeyen tek tesis problemi için genel bir model önermiştir. Welch, Salhi ve Drezner p tesis maximin problemi için etkili bir dal sınır algoritması, p-anticenter problemi için sezgisel yöntem önermişlerdir [31].

Yer seçim problemleri gerek sivil gerekse askeri tesislerin seçiminde kullanılmaktadır. Ayöperken ve Ermiş İnsansız Hava Araçları (İHA) için en iyi üs konumunun belirlenmesi problemini tamsayı programlama olarak modellemiştir. Model kapsama alanı problemi olarak modellenmiş klasik maksimum kapsama probleminden farklı olarak İHA'ların

maliyetleri de göz önünde bulundurulmuştur[32]. Gencer ve Açıkgöz TSK Arama Kurtarma timlerinin yerleşim yerlerini maksimum kapsama problemi olarak ele almıştır [33]. Afshar, Guan ve Mehrorta Amerika Birleşik Devletleri Sahil Güvenlik hava istasyonları yerleşimi üzerine yaptıkları çalışmada acil durum aramalarının konumsal istatistiklerine dayalı olarak geliştirdikleri simülasyonlar ile bu aramaları modellemiş daha sonra optimizasyon yöntemleri kullanarak kurulması planlanan istasyonların yerini belirlemeye çalışmışlardır [34]. Maksimum kapsama alanı problemleri genel olarak belirli sayıdaki tesis ile hizmet verilen yani kapsanan talep noktalarının sayısını maksimize etmeyi amaçlar. Laporte vd. acil servis araçları yerleşimi için beklenen kapsama alanını maksimize eden çalışmalarda bulunmuştur [35].

Bu çalışmanın konusuyla yakın ilişkili olduğu değerlendirilen acil servis hizmetleri için gerçekleştirilen yer seçim çalışmalarının örneklerinin verilmesinin uygun olacağı düşünülmektedir. Aktaş vd. İstanbul için itfaiye istasyonları yer seçimi problemini tamsayı programlama yardımıyla modellemiş [36], Erden vd. itfaiye istasyonlarının yer tespiti için gerekli ölçütleri Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile belirleyen ve coğrafi bilgi sistemleri ile entegrasyonunu sağlayan bir model önererek karar vericilere destek sağlama yolunu aramıştır[37]. Çatay vd. İstanbulda itfaiye bünyesindeki hızlı acil yardım istasyonlarının yer tespiti konusunu küme kapsama ve maksimum küme kapsama temelli yedek çift kapsama problemi olarak ele almıştır [38]. Ayrıca Çatay İstanbul'da açılacak itfaiye istasyonlarının yer tespiti konusunda çalışmıştır [39]. Wu, Lin ve Chen Tayvan için hastane yeri seçimi için AHP tabanlı bir model önermiştir [40].

Tzeng vd. doğal afetler için etkili ve adil bir yardım dağıtım sistemi tasarımı için çok amaçlı programlamadan yararlanmış ve gerçek hayat örneği üzerine uygulamada bulunmuşlardır. Modelleri toplam maliyeti ve ulaşım sürelerini en küçükleyerek amacın etkinliğini sağlamayı amaçlarken talep merkezlerinin asgari tatminini enbüyükleyerek yardımların tüm istek yerlerine ulaşmasını sağlayan üç ana amacı gerçekleştirmeyi hedeflemektedir. Model çözümünde bulanık çok amaçlı lineer programlamadan faydalanılmıştır [41]. Yi ve Özdamar afet acil durumlar için destek ve tahliye yönelik afet sistemleri için bütünleşmiş dağıtım ve yer seçim problemi üzerinde İstanbul bölgesinde 30 yıl içinde beklenen bir deprem için iki ayrı senaryoyu incelemişlerdir [42]. Şahin vd. Türk Kızılay Derneğinin kan servis hizmetlerinin bölgeselleşmesine yönelik çalışmalarında bölgesel kan merkezlerinin yer tespiti kan istasyonlarının bu bölgesel merkezlere atanması, kan merkezlerinin servis bölgelerinin belirlenmesi, kan istasyonlarının yer ve sayıları ile mobil kan birimlerinin filo büyüklüğü tespitine yönelik problemi hiyerarşik yapıda üç alt probleme

böylece incelemiştir. İlk alt talep noktalarına hizmet veren p sayıdaki kan istasyonuna hizmet veren q sayıda bölgesel kan merkezinin yerinin tespitini pq -median problemi; ikinci alt problem destekleyici kan istasyonları gibi tesislerin belirlenmesine yönelik olarak küme kapsama problemi ve üçüncü alt problem ise mobil birimlerin dağıtımına yönelik olarak tamsayı programlamaya uygun modellenmiştir [43]. Ayrıca bu çalışmada kullanılan dışbükey programlama ile yer tespiti çalışmalarına örnek olarak Can vd Türkiye'ye yeni giriş yapan bir marketler zinciri için ana merkez depo yeri üzerine [44], Koçak [45] Sakarya şehri sınırlarında kurulacak bir AVM için yer tespiti çalışmaları verilebilir.

4. DEPREM YARDIM İSTASYONLARININ LOJİSTİK MERKEZİ TESPİTİ PROBLEMİNİN MODELLENMESİ

Bu çalışmada ele alınacak konu Türkiye genelinde herhangi bir hasar verici deprem sonrasında, arama kurtarma, tıbbi yardım, depremzedelerin iye ve geçici iskânının sağlanması, enkaz kaldırma ve iyileştirme faaliyetlerini kapsayan deprem sonrası yardım faaliyetlerinin etkin ve aksaksız bir şekilde yürütülmesine katkı sağlayacak malzeme ve araçların depolanacağı lojistik merkezi/merkezleri için uygun coğrafi yer tespitini sağlayacak matematiksel modeli kurmak ve uygulama sonucunda en uygun yerin tespitinin sağlanmasıdır.

Araştırma problemimiz iki ana senaryo altında incelenecek, bu ana senaryolar alt senaryolara bölünerek problemin daha kapsamlı olarak incelenmesi sağlanacaktır. Birinci ana senaryomuzda deprem yardım istasyonları için önceden sayısı belirlenmiş (p sayıda) lojistik merkezin yerinin belirlenmesi problemi P-Median (P-Ortanca) problemi olarak modellenecektir[46]. P-Median problemi olarak düşünüldüğünde kurulacak merkezin herhangi bir kapasite sorunu olmadığı, kurulacak merkezlerin maliyetlerinin birbirine eşit olduğu varsayılacak ve ana amaç kurulacak merkezlerden hizmet bekleyen noktaların talebini karşılarken merkez ile talep noktaları arasındaki talep ağırlıklı uzaklıklar toplamı minimize edilmeye çalışılacaktır.

İkinci ana senaryomuzda deprem yardım istasyonları için önceden sayısı belirlenmiş p sayıda kurulacak lojistik merkezinin yerinin belirlenmesi Maksimum Kapsama Alanı Problemi (En Çok Kapsama Alanı Problemi) olarak modellenecektir[47]. Bu ana senaryoda kurulacak lojistik merkezi ancak kendisine belirli bir uzaklıktaki (D mesafesi içerisindeki) talep noktalarına hizmet verebilecek; kapsama alanı olarak tanımlanan bu mesafeden daha uzakta bulunan noktalara hizmet veremeyecektir. Burada ana amaç kurulacak p sayıdaki lojistik merkezi ile kapsanacak talep noktalarının sayısının maksimize edilmesi olacaktır. Yine sadece talep noktalarının sayısı değil

kapsanan ağırlıklandırılmış talepte maksimize edilecektir. Modeller 46 ve 47'den adapte edilmiştir.

4.1 Lojistik Merkezleri İçin Aday Noktaların ve Bu Merkezlerden Hizmet Verilecek Talep Noktalarının ve Model Ağırlıklarının Tespiti

Türkiye'de bir deprem meydana gelmesi durumunda bu deprem coğrafi olarak herhangi bir noktada olabilecektir. Kurulacak lojistik merkezi veya merkezleri de herhangi bir coğrafi bölgeye yapılabilir. Ancak ülke nüfusunun özellikle şehir merkezlerinde toplandığı ve mevcut uygulamalarda afet sonrası krizlerin özellikle afet olan il merkezinde kurulan kriz merkezleri vasıtasıyla yönetildiği gerçeğinden hareketle talep merkezi olarak ülkemizde bulunan 81 il merkezi ve lojistik merkezi olmaya aday nokta olarak da yine bu 81 il merkezi seçilmiştir.

Seçilen şehir merkezleri içinde tesisin yerinin belirlenmesinin il yönetimleri tarafından yapılacağı kabul edilerek bu çalışmaya dahil edilmemiştir. Ayrıca kurulacak tesislerden yapılacak taşımaların mevcut karayolları üzerinden yapılacağından hareketle aday noktalar ile talep noktaları arasındaki mesafelerin tespitinde Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan iller arası mesafelerin kullanılmasına karar verilmiştir [48].

4.1.1 Araştırma Problemine Etkileyen Faktörler

Afetlerin büyüklüğü veya şiddeti afetlerin insan yaşamında meydana getirdiği etkinin büyüklüğü ile orantılıdır. Depremler yıkıcı etkileri deprem dalgalarının şiddetine dayanamayan ve özellikle de mevcut yasa ve kurallara uygun olmayan binaların yıkılması sonucunda kendini göstermektedir [49]. Türkiye'deki bir bölgede deprem meydana gelmesi durumunda depremin etkilerinin, depremin şiddetine, o depreme maruz kalan insanların sayısı ve nüfus yoğunluğuna, depremin etkilediği bölgede bulunan konutların ve binaların sayı ve kalitesine bağlı olacağı açıktır. Bu durumda bir bölgenin gerek bina, gerek nüfus, gerekse de bulunduğu deprem bölgesine göre depremlerle karşılaşma ve depremin etkilerine açık olma durumu ilişkilidir. Bu nedenlerden dolayı talep noktalarının ağırlığının belirlenmesinde bu etkenlerin birer ağırlık olarak modele dahil edilmesine karar verilmiştir. Ayrıca lojistik merkezin kurulacağı aday noktanın da belirli özelliklere sahip olması istenebilecektir. Aday noktaların kurulacak merkezi lojistik ve ekonomik olarak destekleyebilmesi, ikliminin ulaşımı olumsuz yönde etkilemeyecek veya etkilerse bile bu etkinin kabul edilebilir bir seviyede olması lojistik merkezin hizmet kalitesi, ulaşılabilirliği ve etkinliği üzerinde belirleyici olduğu düşünülmektedir. Lojistik merkez olmaya aday noktaların diğer illere bağlandığı devlet yolu bölünmüş yol ve otoyola sahip olması durumu da aday noktanın lojistik değeri olarak düşünülecektir. Bu nedenle aday noktaların belirli iklim, lojistik ve sosyoekonomik gelişmişlik değerini sağlaması istenmekte olup probleme belirli bir ağırlıkla dahil

edilmesi modele eklenecek kısıtlar ile sağlanacaktır. Modelde kullanılan değerler EK-1’de verilmiştir.

4.1.2 Talep Noktalarının Nüfusu

Bir ilin veya coğrafi bölgenin nüfusu o bölgenin olası bir depremden etkilenme derecesini belirleyen en önemli etkenlerden biridir. Tüm yerleşim yerlerinin bina ve yapılarının benzer özellikte olduğunu varsayarsak nüfus yoğunluğu daha fazla olan yerleşim merkezlerinde depremden etkilenen ve deprem sonrası acil yardım bekleyen insanların sayısı daha fazla olacaktır. Nüfus fazla olan bölgelere yakın deprem yardım istasyonları yardımın daha çabuk dağıtılmasını sağlayacaktır. Bu nedenle yer seçim probleminde bu bölgeler seyrek nüfusa sahip bölgelerden daha öncelikli olacaktır. Modelimizde il merkezleri talep merkezleri olarak kabul edileceğinden, her ilin nüfusu vasıtasıyla hesaplanacak nüfus ağırlığı (φ_i) değeri talep noktalarının ağırlığının oluşturulmasında kullanılacaktır.

Nüfus değerleri bir ağırlık olarak kullanılacağından tüm illere ait nüfus değerlerinin modelde temsil edilmesi gerekmektedir. İstanbul ilinin nüfusu 12.915.158 ile Türkiye nüfusunun %17,6’sını oluşturmaktadır[50]. İstanbul’u nüfusu en düşük olan il ile aynı önemde modele dahil etmek hatalı sonuçların doğmasına neden olabilecektir. Bu nedenle illerin modelde nüfus oranlarına göre belirlenmiş ağırlıklarda temsil edilmesi gerekmektedir. Modeldeki bu ağırlıkların belirlenmesi için her ilin nüfusunun en büyük nüfusa sahip olan İstanbul ilinin nüfusuna bölünmesi ile ağırlıkların oluşturulmasına karar verilmiştir.

$$\varphi_i = \frac{i \text{ ilinin nüfusu}}{\text{En yüksek nüfusa sahip ilin nüfusu}} \quad (1)$$

4.1.3 Talep Noktalarının Bina Sayısı

Türkiye İstatistik Kurumu tarafından en son 2000 yılı Bina Sayımı sonuçlarına göre; Türkiye’de belediye sınırları içinde 7.838.675 bina bulunmaktadır[51]. İnel’in çalışmasında depremlerde yapısal yetersizlikten kaynaklanan birçok binada hasar meydana geldiği özellikle 1975 yapı yönetmeliğine göre tasarlanan ve yapı stokunun büyük bir kısmını oluşturan orta yükseklikteki betonarme binaların yeni yönetmelik şartlarını sağlamakta başarılı olmadığını gösterilmiştir [52]. Bu çalışma yapı stokunun çoğu için ciddi bir deprem riskinin bulunduğunu göstermektedir. Bu nedenle modelimizde bina sayılarının bir ağırlık olarak kullanılmasına karar verilmiştir. Her ilin bina sayısı ağırlığı (β_i) ile gösterilmiştir. Modeldeki bu ağırlıkların belirlenmesi için her ilin bina sayısı en büyük bina sayısına sahip olan ilin sayısına bölünerek ağırlıklar oluşturulmuştur.

$$\beta_i = \frac{i \text{ ilinin bina sayısı}}{\text{En fazla binaya sahip ilin bina sayısı}} \quad (2)$$

4.1.4 Talep Noktalarının Konut Sayısı

Bir deprem durumunda hane halkının depreme yakalanacağı muhtemel yerlerden en önde geleni kişilerin konutlarıdır. Bu nedenle her ile ait konut sayısı [51] değerlerinin modelde bir ağırlık olarak kullanılmasına karar verilmiştir. Her ilin konut sayısı en büyük konut sayısına sahip olan ilin değerine bölünerek o ile ait konut sayısı ağırlığı (α_i) belirlenmiştir.

$$\alpha_i = \frac{i \text{ ilinin konut sayısı}}{\text{En fazla konuta sahip ilin konut sayısı}} \quad (3)$$

4.1.5 Talep Noktalarının İçinde Bulunduğu Deprem Bölgesi

Deprem bölgeleri deprem olma olasılıklarının yüksekliğini ve bunun yanında hasar yapıcı depremlerin olma olasılığının çokluğunu göstermektedir. Bu nedenle birinci deprem bölgesinde olan yerleşim bölgeleri ikinci deprem bölgesinde olan yerleşim bölgesinden daha çok risk altındadır. Sonuç olarak modelde 1’inci deprem bölgelerinde bulunan yerleşim merkezlerine diğer bölgelerde bulunan yerleşim merkezlerinden daha fazla önem verilmesi yardım istasyonunun yerinin ve yardım faaliyetlerinin oluşturulmasına önemli katkı sağlayacaktır. Deprem bölgesi ağırlığı θ simgesi ile gösterilecektir.

$$\theta_i = i \text{ iline ait deprem bölgesi ağırlık değeri.} \quad (5)$$

Modelimizde illere ait deprem bölgesi ağırlıkları 1’nci deprem bölgesi için 1; 2’nci deprem bölgesi için 0,8; 3’ncü deprem bölgesi için 0,6; 4’ncü deprem bölgesi için 0,4 ve 5’nci deprem bölgesi için 0,2 olarak belirlenmiştir[2,3].

Bu durumda modelimizde talep noktası olarak kabul edilen her ile ait toplam ağırlık 6 numaralı bağıntı ile hesaplanarak modele dahil edilmiştir.

$$w_i = \frac{(\alpha_i + \beta_i + \varphi_i)}{3} \cdot \theta_i \quad (6)$$

4.1.6 Aday Noktaların İklim Değeri

Aday noktaların ikliminin ulaşımı olumsuz yönde etkilemeyecek veya etkilese bile kabul edilebilir bir seviyede olması gerekmektedir. Özellikle kar yağışı gerçekleştiğinde yolların buzlanması, kapanması dolayısı ile talep noktaları ile lojistik merkezi arasındaki taşımaların olumsuz etkileneceği hatta bazı durumlarda belirli süre ile yapılamayacağı kabul edilerek, aday nokta olarak belirlenen illerin yıllık ortalama karla kaplı olduğu gün sayısı modele bir kısıt olarak eklenecektir. Aday nokta j ilinin karla kaplı gün sayısı 0-20 ise iklim ağırlık değeri 1, 21-40 için 2, 41-60 için 3, 61-80 için 4, 81-100 için 5, 101-120 için 6, 120 ve üzeri için 7 olarak belirlenmiştir [53].

4.1.7 Aday Noktaların Lojistik Değeri

Problemimizde lojistik merkezler ile talep noktaları arasındaki taşımaların karayolları üzerinden yapılacağı

kabul edildiğinden her aday noktayı diğer aday noktalara bağlayacak yolların durumu da etkili olacaktır. Bu nedenle bir ili diğer illere bağlayan otoyol, devlet yolları, bölünmüş yolların olması o aday noktaya kurulan lojistik merkeze belirli bir avantaj veya dezavantaj sağlayacaktır. Bu nedenle her ili diğer illere bağlayan otoyol, devlet yolu ve bölünmüş yollar belirlenmiş ve bu yolları kullanarak ulaşabilecek iller (talep noktaları) sayısı yardımı ile ağırlıklar belirlenmiş ve modellere kısıt olarak eklenmesine karar verilmiştir. Karayolları Genel Müdürlüğü 2011 faaliyet raporu[54] incelendiğinde tüm illerin birbirine devlet yolu ile bağlı oldukları neredeyse tüm illerin yine birbirine bölünmüş yollar ile bağlı oldukları veya bölünmüş yolların tamamlanmasına yönelik çalışmaların devam etmekte olduğu görülmektedir. Bu nedenle lojistik açıdan bir ilin diğerine olan avantajının otoyollara sahip olup olmamasına göre belirlenmesine karar verilmiştir. Tüm iller birbirine devlet yolu ve bölünmüş yol ile bağlı oldukları için lojistik değer belirlenirken bu değer tüm aday noktalar için 81 olarak alınmış her aday noktanın sahip olduğu hazır veya Karayolları Genel Müdürlüğü 2011 faaliyet raporunda yapılması planlanmış otoyollar ile bağlı oldukları şehir sayıları bu rakama eklenmiştir. Mevcut ve yapılması planlanan otoyollarla birbirine bağlı olacak il sayısı 30'dur. Örneğin İstanbul hem otoyola hem de devlet yolarına sahiptir. Devlet yolları ile bağlı olunan il sayısı 81 değerine otoyolla bağlı olunan il sayısı 30 rakamı eklenerek İstanbul için lojistik değeri 111 olarak bulunmuştur. Senaryolarda kurulacak merkezlerin en az bir tanesinin otoyolu olan ile kurulması istenmekte olup bu istek modellere eklenen 17 ve 27'nci kısıtlarla sağlanmıştır. L değeri 81 olarak alınmıştır.

4.1.8 Aday Noktaların Gelişmişlik Değeri

Kurulacak lojistik merkez için gerek idari gerek ekonomik gerek işgücü gerekse de sosyal açıdan seçilen aday nokta tarafından desteklenmesi gerekecektir. Aday nokta gerekli desteği lojistik merkeze sağlayamazsa lojistik merkezin çalışması olumsuz etkilenecektir. Bu nedenle illerin sosyoekonomik gelişmişlik düzeylerinin senaryolara uygun olarak modellere bir kısıt olarak eklenmesine karar verilmiştir. İllerin sosyoekonomik gelişmişlik düzeyleri SEGE-2011 verilerinde olduğu gibi alınacaktır[55].

4.2 Model Parametreleri ve Araştırma Konusunun Modellenmesi

Araştırma problemimizde kurulacak merkez sayısının en fazla 5 adet olmasına karar verilmiştir. Bu sayının 5'te tutulmasının sebebi çok fazla merkez kurulmasının kurulum işletme ve idame maliyetlerini artıracığı ve Türkiye'nin yüz ölçümü olarak küçük olmasından dolayı buna ihtiyaç duyulmayacağı değerlendirildiğindedir. İllerin sosyoekonomik gelişmişlik düzeyleri incelendiğinde Türkiye'deki en

gelişmiş illerin 1, en az gelişmiş illerin ise 6 değerine sahip olduğu görülmektedir. 1, 2 ve 3 SEGE değerine sahip illerin rahatlıkla lojistik merkezleri destekleyebileceği kabul edilmiştir. Bu nedenle lojistik merkezlerin kurulacağı aday illerin SEGE değerlerin senaryolara göre 3 ve 4'ten küçük olmasının çözüm üzerine etkilerinin incelenmesine karar verilmiştir. İklim değeri olarak karla kaplı günlere dayalı hesaplanan iklim değerlerinden aday noktaların iklim değeri senaryolara göre 2 veya 3'ten küçük olması istenmektedir. Lojistik değerinde ise belirleyici faktör bir ilin otoyola sahip olma durumudur. Kurulacak merkezin otoyola sahip olması ulaşım için alternatif seçenек sunacağından kurulacak merkezin tek merkezli senaryolar için otoyol olan aday nokta illere çok merkezli senaryolarda ise en az bir merkezin otoyol olan aday noktalara kurulmasının uygun olacağına karar verilmiştir. Herhangi bir deprem meydana geldiğinde deprem bölgesine yardımların lojistik merkezlerden en kısa sürede gönderilmesi gerekmektedir. Genellikle kritik zaman ilk 12 saattir. Depremin oluşuyla yardımların yola çıkması arasında geçecek bir hazırlık zamanı olacaktır. Bu hazırlık zamanı ile lojistik merkezden deprem bölgesine olan seyahat zamanı yardımın ulaşma zamanını belirleyecektir. 6 saatlik bir hazırlık süresi olduğu varsayıldığında ilk 12 saatte bölgeye müdahale için geriye 6 saatlik seyahat süresi kalmaktadır. Türkiye'de ağır taşıtlar için hız sınırının 80 km olduğu düşünüldüğünde bu seyahat süresinde lojistik merkezden ancak 480 yaklaşık 500 km uzaklık içerisindeki illere ulaşılabilir. Bir saatlik hazırlık süresinde ulaşılacak mesafe ise 880 yaklaşık 900 km olacaktır. Bu sürelerin belirlenmesi bu çalışmanın kapsamında değildir. Bu nedenle değişik kapsama mesafeleri için kapsama illerin sayı ve toplam kapsama yüzdesinin gösterilmesi için MCLP olarak modellenen senaryolarda kapsama alanı mesafesi D=500, 600, 700, 800, 900 km olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada kurulan modeller ve kullanılan senaryoların genel bir çözüm yolu ortaya koyacağı farklı tesis sayısı, kapsama mesafesi veya farklı kısıt ve ağırlık değerleri için kurulan modellerin kolayca adapte edilerek kullanılabilirliği düşünülmektedir

4.2.1 Birinci Ana Senaryo Kapsamında Araştırma Konusunun P-Median Problemi Olarak Modellenmesi

Bu durumda amaç fonksiyonu lojistik merkezi ile o merkezden hizmet talep eden illerin toplam gerçek uzaklıkları ile illerin ağırlıkları toplamının en küçüklenmesi olacaktır.

$$\text{Min } Z = \sum_i \sum_j w_i \cdot d_{ij} \cdot y_{ij} \quad (7)$$

$$\sum_{j \in J} x_j = p \quad (8)$$

$$\sum_{j \in J} y_{ij} = 1 \quad \forall i \in I \quad (9)$$

$$y_{ij} - x_j \leq 0 \quad \forall i \in I \text{ ve } \forall j \in J \quad (10)$$

$$x_j \in \{0,1\} \quad (11)$$

$$y_{ij} \in \{0,1\} \quad (12)$$

$$x_j = \begin{cases} 1, & \text{eğer } j \text{ aday noktasma tesis kurulmuşsa} \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \quad (13)$$

$$y_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{eğer } i \text{ talep noktası } j \text{ tesis tarafından} \\ & \text{kapsanıyorsa} \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \quad (14)$$

i = Talep noktaları indisi

j = Aday noktalar indisi

w_i =Talep noktalarının ağırlığı

d_{ij} = i talep noktası ile j aday nokta arasındaki mesafe

p = Kurulacak lojistik merkezi sayısı

l_j = j aday noktasının lojistik değeri

g_j = j aday noktasının sosyoekonomik gelişmişlik değeri

k_j = j aday noktasının iklim değeri

K = Lojistik merkezlerin sahip olması gereken iklim değeri

G =Lojistik merkezlerin sahip olması gereken gelişmişlik değeri

L =Kurulacak lojistik merkezlerin toplam sahip olması gereken lojistik değeri

$$g_j \leq G \quad \forall j \in J \quad (15)$$

$$k_j \leq K \quad \forall j \in J \quad (16)$$

$$\sum_{j \in J} x_j l_j \geq p \cdot L \quad (17)$$

15,16 ve 17 senaryolara göre modele eklenen ve lojistik merkezi olmaya aday noktaların sağlaması gereken iklim, gelişmişlik ve lojistik değerlerini sağlaması için kullanılan kısıtlardır.

4.2.2 İkinci Ana Senaryo Kapsamında Araştırma Konusunun Maksimum Kapsama Alanı (MCLP) Problemi olarak modellenmesi

Burada ana amaç kurulacak p sayıdaki lojistik merkezi ile kapsanacak talep noktalarının sayısının maksimize edilmesi olacaktır. Yine sadece talep noktalarının sayısı değil kapsanan ağırlıklandırılmış talepte maksimize edilecektir. Kurulan model aşağıda verilmiştir.

$$\text{Max } Z = \sum_i w_i z_i \quad (18)$$

$$z_i \leq \sum_{j \in N_i} x_j \quad \forall i \in I \quad (19)$$

$$\sum_{j \in J} x_j = p \quad (20)$$

$$x_j \in \{0,1\} \quad \forall j \in J \quad (21)$$

$$z_i \in \{0,1\} \quad \forall i \in I \quad (22)$$

$$N_i = \{j \in J \mid d_{ij} \leq D\} \quad (23)$$

$$x_j = \begin{cases} 1, & \text{eğer } j \text{ aday noktasma tesis kurulmuşsa} \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \quad (24)$$

$$z_i = \begin{cases} 1, & \text{eğer } i \text{ talep noktası } j \text{ tesis tarafından} \\ & \text{kapsanıyorsa} \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \quad (25)$$

$$g_j \leq G \quad \forall j \in J \quad (26)$$

$$k_j \leq K \quad \forall j \in J \quad (27)$$

$$\sum_{j \in J} x_j l_j \geq p \cdot L \quad (28)$$

d_{ij} = i talep noktası ile j aday nokta arasındaki mesafe

D =Kurulacak lojistik merkezin kapsama alanı.

N_i = talep noktasını kapsayabilen aday noktaları kümesidir.

Diğer veriler P -median probleminde olduğu gibidir.

26, 27 ve 28 senaryolara göre modele eklenen ve lojistik merkezi olmaya aday noktaların sağlaması gereken iklim, sosyoekonomik gelişmişlik ve lojistik değerleri için kullanılan kısıtlardır.

4.3 Araştırma Probleminin Çözümü

Bu bölümde önceki bölümde tanımlanan araştırma probleminin çözümü gerçekleştirilecektir. Problem iki ana senaryo için P -Median ve MCLP olarak modellenmiştir. Her senaryoya uygun veri ve ilave kısıtlar senaryolar tanımlanırken verilecektir. Problemlerin çözümü LINGO 9.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır.

4.3.1 P -Median Problemi Olarak Modellenen Senaryoların Çözümü

P -Median olarak modellenen araştırma problemi kendi altında 25 ana senaryoya bölünmüştür.

Senaryo1-5:

Senaryo 1-5 için araştırma probleminde sadece talep noktalarının ağırlıkları modelde kullanılmış olup tüm aday noktalar için herhangi bir ağırlık kullanılmayarak 15,16,17'nci kısıtlar modele dahil edilmemiştir. Senaryo 1 için kurulacak lojistik merkezi sayısı $p=1$ Senaryo 2,3,4,5 için ise kurulacak lojistik merkezi sayısı sırasıyla $p=2,3,4,5$ olarak belirlenmiştir. Senaryoların çözümü Tablo 2'de verilmiş olup lojistik merkezi sayısının artması ile toplam lojistik merkezleri ile talep noktalarının arasındaki ağırlıklı

mesafenin azaldığı görülmektedir. Bu durumda etkin bir maliyet hesabı ile lojistik merkezi sayısının belirlenmesi önem kazanmaktadır. P=1 iken 2650,47 olarak gerçekleşen amaç fonksiyon değeri p=2 için yaklaşık %38 azalarak 1644,935'e P=3,4,5 için sırasıyla yaklaşık %54, %62, %69 azalarak 1229,374; 999,46694; 829,0043 değerini almıştır. Bu değerler aday nokta kısıtları olmaksızın hesaplandığı için tüm p-median senaryoları için gerçekleştirilebilecek en iyi değerler olarak kabul edilecektir.

Tablo 2: Senaryo 1-5 İçin Çözüm Değerleri

P-MEDIAN Senaryolar	Kurulacak Merkez Sayısı	Amaç Fonksiyon Değeri	Kurulan Merkez Yerleri	Hizmet Verilen I Sayısı
Senaryo1	P=1	2650,547	Eskişehir	81
Senaryo2	P=2	1644,935	Kocaeli	35
			Kahramanmaraş	46
Senaryo3	P=3	1229,374	İstanbul	20
			İzmir	12
			Kahramanmaraş	49
Senaryo4	P=4	999,4694	Çorum	28
			Gaziantep	27
			İstanbul	14
			İzmir	12
Senaryo5	P=5	829,0043	Bingöl	24
			İstanbul	13
			İzmir	12
			Kırıkkale	22
			Osmaniye	10

Tablo 3: Senaryo6-25 İçin Çözüm Değerleri.

P-MEDIAN Senaryolar	Kurulacak Merkez Sayısı	İklim Değeri	SEGE Değeri	Lojistik Değeri	Amaç Fonksiyon Değeri	Kurulan Merkez Yerleri	Hizmet Verilen II Sayısı	En İyi Değerlerden Fark %
Senaryo6	P=1	<=2	<=3	>p*81	2653,5160	Ankara	81	0,11
Senaryo7	P=2	<=2	<=3	>p*81	1663,6430	Gaziantep	44	1,14
						Kocaeli	37	
Senaryo8	P=3	<=2	<=3	>p*81	1259,2970	Gaziantep	46	2,43
						İstanbul	22	
						İzmir	13	
Senaryo9	P=4	<=2	<=3	>p*81	1014,6640	Ankara	28	1,52
						Gaziantep	32	
						İstanbul	11	
						İzmir	10	
Senaryo10	P=5	<=2	<=3	>p*81	896,9863	Ankara	23	8,20
						Gaziantep	20	
						İstanbul	11	
						İzmir	10	
						Trabzon	17	
Senaryo11	P=1	<=2	<=4	>p*81	2653,5160	Ankara	81	0,11
Senaryo12	P=2	<=2	<=4	>p*81	1663,6430	Gaziantep	44	1,14
						Kocaeli	37	
Senaryo13	P=3	<=2	<=4	>p*81	1259,2970	Gaziantep	46	2,43
						İstanbul	22	
						İzmir	13	
Senaryo14	P=4	<=2	<=4	>p*81	999,4694	Çorum	28	0,00
						Gaziantep	27	
						İstanbul	14	
						İzmir	12	
Senaryo15	P=5	<=2	<=4	>p*81	875,0573	Elazığ	25	5,56
						Gaziantep	9	
						İstanbul	13	
						İzmir	12	
						Kırıkkale	22	
Senaryo16	P=1	<=3	<=3	>p*81	2653,5160	Ankara	81	0,11
Senaryo17	P=2	<=3	<=3	>p*81	1663,6430	Gaziantep	44	1,14
						Kocaeli	37	
Senaryo18	P=3	<=3	<=3	>p*81	1259,2970	Gaziantep	46	2,43
						İstanbul	22	
						İzmir	13	
Senaryo19	P=4	<=3	<=3	>p*81	1014,6640	Ankara	28	1,52
						Gaziantep	32	
						İstanbul	11	
						İzmir	10	
Senaryo20	P=5	<=3	<=3	>p*81	896,9863	Ankara	23	8,20
						Gaziantep	20	
						İstanbul	11	
						İzmir	10	
						Trabzon	17	
Senaryo21	P=1	<=3	<=4	>p*81	2653,5160	Ankara	81	0,11
Senaryo22	P=2	<=3	<=4	>p*81	1662,1830	Kocaeli	35	1,05
						Malatya	46	
Senaryo23	P=3	<=3	<=4	>p*81	1244,4960	İstanbul	21	1,23
						İzmir	13	
						Malatya	47	
Senaryo24	P=4	<=3	<=4	>p*81	999,4694	Çorum	28	0,00
						Gaziantep	27	
						İstanbul	14	
						İzmir	12	
Senaryo25	P=5	<=3	<=4	>p*81	857,0999	Adana	12	3,39
						Çorum	17	
						Elazığ	26	
						İstanbul	14	
						İzmir	12	

Senaryo 6-25

Senaryo6-25 için talep merkezlerinin ağırlıklarının yanında lojistik merkezinin kurulması için belirlenmiş aday noktaların lojistik, iklim ve sosyoekonomik gelişmişlik düzeyleri de kısıt 15,16,17'nin modele dahil edilmesiyle göz önüne alınmıştır. Senaryo6-25'te kullanılan ağırlıklar ve çözüm değerleri Tablo 3'te verilmiştir.

Çözüm değerleri incelendiğinde senaryolara bağlı olarak amaç fonksiyonu değerinde %0,11 ile %8,2 arasında bir artış olduğu görülmektedir. İklim ve gelişmişlik değerlerinin küçük değerleri için kısıtlar sağlanmaya çalışırken amaç fonksiyonu değerinde görece olarak daha fazla artış meydana gelmektedir. Karar vericilerin bu noktada aday noktaların ağırlıklarının belirlenmesinde dikkatli olmaları gerekmektedir.

Tablo 4: Senaryo26-50 İçin Çözüm Değerleri.

P-MEDIAN Senaryolar	Kurulacak Merkez Sayısı	İklim Değeri	SEGE Değeri	Lojistik Değeri	Amaç Fonksiyon Değeri	Kurulan Merkez Yerleri	Hizmet Verilen II Sayısı	En İyi Değerlerden Yüzdelik Fark
Senaryo26	P=1	<=2			2650,5470	Eskişehir	81	0,00
Senaryo27	P=2	<=2			1663,6430	Gaziantep	44	1,14
						Kocaeli	37	
Senaryo28	P=3	<=2			1259,2970	Gaziantep	46	2,43
						İstanbul	22	
						İzmir	13	
Senaryo29	P=4	<=2			999,4694	Çorum	28	0,00
						Gaziantep	27	
						İstanbul	14	
						İzmir	12	
Senaryo30	P=5	<=2			855,9616	Çorum	20	3,25
						Diyarbakır	23	
						Çorlu	12	
						İstanbul	14	
						İzmir	12	
Senaryo31	P=1	<=3			2650,5470	Eskişehir	81	0,00
Senaryo32	P=2	<=3			1644,9350	Kocaeli	35	0,00
						Kahramanmaraş	46	
Senaryo33	P=3	<=3			1229,3740	İstanbul	20	0,00
						İzmir	12	
						Kahramanmaraş	49	
Senaryo34	P=4	<=3			999,4694	Çorum	28	0,00
						Gaziantep	27	
						İstanbul	14	
						İzmir	12	
Senaryo35	P=5	<=3			829,1914	Adana	12	0,02
						Çorum	20	
						Diyarbakır	23	
						İstanbul	14	
						İzmir	12	
Senaryo36	P=1		<=3		2650,5470	Eskişehir	81	0,00
Senaryo37	P=2		<=3		1663,6430	Gaziantep	44	1,14
						Kocaeli	37	
Senaryo38	P=3		<=3		1259,2970	Gaziantep	46	2,43
						İstanbul	22	
						İzmir	13	
Senaryo39	P=4		<=3		1014,6640	Ankara	28	1,52
						Gaziantep	32	
						İstanbul	11	
						İzmir	10	
Senaryo40	P=5		<=3		896,9863	Ankara	23	8,20
						Gaziantep	20	
						İstanbul	11	
						İzmir	10	
						Trabzon	17	
Senaryo41	P=1		<=4		2650,5470	Eskişehir	81	0,00
Senaryo42	P=2		<=4		1662,1830	Kocaeli	35	1,05
						Malatya	46	
Senaryo43	P=3		<=4		1244,4960	İstanbul	21	1,23
						İzmir	13	
						Malatya	47	
Senaryo44	P=4		<=4		999,4694	Çorum	28	0,00
						Gaziantep	27	
						İstanbul	14	
						İzmir	12	
Senaryo45	P=5		<=4		857,0999	Adana	12	3,39
						Çorum	17	
						Elazığ	26	
						İstanbul	14	
						İzmir	12	
Senaryo46	P=1			>p*81	2653,5160	Ankara	81	0,11
Senaryo47	P=2			>p*81	1644,9350	Kocaeli	35	0,00
						Kahramanmaraş	46	
Senaryo48	P=3			>p*81	1229,3740	İstanbul	20	0,00
						İzmir	12	
						Kahramanmaraş	49	
Senaryo49	P=4			>p*81	999,4694	Çorum	28	0,00
						Gaziantep	27	
						İstanbul	14	
						İzmir	12	
Senaryo50	P=5			>p*81	829,0043	Bingöl	24	0,00
						İstanbul	13	
						İzmir	12	
						Kırıkkale	22	
						Osmaniye	10	

Ayrıca Tablo 4’de sonuçları verilen senaryo26-50’de aday noktalar için ağırlıkların çözüme etkileri incelenmiş olup, iklim değeri 2 den küçük olması durumunda amaç fonksiyonu değerinde senaryolara göre %0 ile %3,25’lik bir artış olmakla birlikte iklim değerinin 3 olması durumunda herhangi bir değişme olmamaktadır. İllerin SEGE değerlerinin 3’ten küçük olması istendiğinde %0 ile %8,20; 4’ten küçük olması istendiğinde ise bu artışın görece olarak daha az olduğu ve %0 ile % 3,39 arasında gerçekleştiği görülmüştür. Lojistik değerinin kurulacak merkezlerin en az 1 tanesinin otoyola sahip olan illerde olmasının istenmesi durumunda sadece bir merkezin kurulması istenen senaryoda artış gerçekleşmiş diğerlerinde herhangi bir artış ile karşılaşılmamıştır.

4.3.2 Maksimum Kapsama Alanı Problemi (MCLP) Olarak Modellenen Senaryoların Çözümü
MCLP olarak modellenen araştırma problemi kendi altında 125 senaryoya bölünmüştür. Senaryo 51-75 için araştırma probleminde aday noktaların sağlamaları gereken ağırlık değerleri kullanılmamış sadece talep noktalarının ağırlıkları talep ağırlıklı toplam mesafenin hesabı için kullanılmıştır. Senaryo76-175 için ise modele kısıt 26, 27, 28 eklenerek aday noktaların sağlaması gereken iklim, lojistik ve sosyoekonomik gelişmişlik düzeyleri de problemin çözümüne dahil edilmiştir. Senaryolar için kurulacak lojistik merkezi sayısı p=1,2,3,4,5 olarak, kapsama alanı mesafesi, D=500, 600, 700, 800, 900 km olarak belirlenmiştir. Kurulacak tesislerin kapsama alanı mesafesinin aynı, maliyetlerinin birbirine eşit olduğu ve herhangi bir kapasite sorunlarının olmadığı kabul edilmektedir.

Senaryo 51-75:

Senaryo 51-75 için belirlenen ağırlıklar ve çözüm değerleri Tablo 5’te verilmiştir. 500 km kapsama mesafesi olan senaryolarda %100 kapsama ancak kurulacak merkez sayısı p=4 olduğunda gerçekleştirilebilmiştir. 600 km kapsama mesafesi olan senaryolar için 3, 700, 800, 900 km için ise 2 lojistik merkezi kurulması ile %100 kapsama sağlanmıştır. Görüldüğü gibi kapsama mesafesini 700 km daha üzerinde belirlemek %100 kapsama için gereken lojistik merkez sayısını minimum seviyede tutmak için faydalı olacaktır. Lojistik merkezlerin sayısının fazla olması kuruluş, işletme ve idame maliyetlerini arttıracaktır. Kapsama mesafesinin artırılması merkezlerden talep noktalarına yapılacak taşımalar için geçirilecek hazırlık zamanının azaltılması ile gerçekleştirilebileceği düşünülmektedir.

Senaryo 76-95: Senaryo76-95 için kapsama mesafesi 500 km olup aday noktalar için belirlenen iklim lojistik ve gelişmişlik (SEGE) değerleri ile çözüm değerleri Tablo 6’da verilmiştir. Modele eklenen aday iller için ağırlık kısıtları 500 km kapsama mesafesi

için %100’lük kapsama ulaşmayı engellemiştir. Ancak en iyi değeri veren senaryolarda 75 ve 80 il kapsanarak sırasıyla %92,6 ve %98,8 lik bir kapsama oranı sağlanmıştır. Özellikle küçük iklim değeri ve SEGE değeri için yüksek kapsama oranlarının sağlanması zorlaşmış daha küçük kapsama oranları gerçekleşmiştir.

Tablo 5: Senaryo51-75 İçin Çözüm Değerleri.

MCLP Senaryolar	Kapsama Mesafesi (km)	Kurulacak Merkez Sayısı	Amaç Fonksiyon Değeri	Kurulan Merkez Yerleri	Merkez Tarafından Kapsanan İl Sayısı	Toplam Kapsanan İl Sayısı	Toplam Kapsama Yüzdesi
Senaryo51	500	P=1	3,559880	Eskişehir	37	37	45,7
Senaryo52	500	P=2	4,886348	Eskişehir Malatya	37 32	65	80,2
Senaryo53	500	P=3	5,190943	Bilgi Kayseri Kütahya	27 31 33	76	93,8
Senaryo54	500	P=4	5,253377	Balçisır İçel Muş samsun Balçisır erzincan İçel Kastamonu Batman	25 22 24 25 25 22 22 27 22	81	100,0
Senaryo55	500	P=5	5,253377	Balçisır erzincan İçel Kastamonu Batman	25 22 22 27 22	81	100,0
Senaryo56	600	P=1	4,195397	Ankara	47	47	58,0
Senaryo57	600	P=2	5,182952	Bilecik Malatya	39 41	74	91,4
Senaryo58	600	P=3	5,253377	Bursa Rize Şanlıurfa Amasya	37 22 28 38	81	100,0
Senaryo59	600	P=4	5,253377	Diyarbakır Izmir Karabük Adana Bilis Izmir Kastamonu Sinop	34 27 36 29 27 27 33 29	81	100,0
Senaryo60	600	P=5	5,253377	Kırıkkale Bilecik Bingöl Aydın Kars Niğde Aydın Kars Kastamonu Kayseri Atıyon Kars Kastamonu Kayseri Sivas	59 45 41 29 28 50 29 28 44 59 49 28 44 59 55	81	100,0
Senaryo61	700	P=1	4,685168	Kırıkkale	59	59	72,8
Senaryo62	700	P=2	5,253377	Bilecik Bingöl	45 41	81	100,0
Senaryo63	700	P=3	5,253377	Aydın Kars Niğde Aydın Kars Kastamonu Kayseri Atıyon Kars Kastamonu Kayseri Sivas	29 28 50 29 28 44 59 49 28 44 59 55	81	100,0
Senaryo64	700	P=4	5,253377	Aydın Kars Kastamonu Kayseri Atıyon Kars Kastamonu Kayseri Sivas	29 28 44 59 49 28 44 59 55	81	100,0
Senaryo65	700	P=5	5,253377	Kars Kastamonu Kayseri Sivas	28 44 59 55	81	100,0
Senaryo66	800	P=1	4,920425	Neveşehir	67	67	82,7
Senaryo67	800	P=2	5,253377	Artvin Çankırı	34 64	81	100,0
Senaryo68	800	P=3	5,253377	Bilis Rize Sakarya Ordu	38 36 50 54	81	100,0
Senaryo69	800	P=4	5,253377	Sakarya Sivas Şirnak Ordu	50 63 32 54	81	100,0
Senaryo70	800	P=5	5,253377	Rize Sakarya Sivas Şirnak	36 50 63 32	81	100,0
Senaryo71	900	P=1	5,161196	Yozgat	77	77	95,1
Senaryo72	900	P=2	5,253377	Tekirdağ Şanlıurfa	41 52	81	100,0
Senaryo73	900	P=3	5,253377	Atıyon Rize İçir Artvin	56 46 33 40	81	100,0
Senaryo74	900	P=4	5,253377	Rize Sakarya Sinop Adana	65 53 59 70	81	100,0
Senaryo75	900	P=5	5,253377	Rize Sakarya Sinop Bartın	46 53 59 57	81	100,0

Senaryo 96-115: Senaryo96-115 için kapsama mesafesi 600 km olup aday noktalar sağlaması gereken iklim lojistik ve gelişmişlik değerleri ile senaryoların çözüm değerleri Tablo 7’de verilmiştir. Modele eklenen aday iller için ağırlık kısıtları 600 km kapsama mesafesi için %100’lük kapsama ulaşmayı engellemiştir. Özellikle küçük iklim değeri ve SEGE değeri için yüksek kapsama oranlarının sağlanması için daha çok lojistik merkezi gerekmesine rağmen daha az kapsama sağlanmıştır. Ancak en iyi sonucu veren senaryolarda 79 ve 80 il kapsanarak sırasıyla %97,5 ve %98,8’lik bir kapsama yüzdesi büyük iklim ve lojistik değerleri içeren senaryolarda yakalanmıştır.

Deprem Yardım İstasyonları İçin Lojistik Merkezi Seçimi: Türkiye Örneği

Tablo 6: Senaryo 76-95 İçin Çözüm Değerleri.

MCLP Senaryolar	Kapsama Mesafesi (km)	Kurulacak Merkez Sayısı	Klim Değeri	SEGE Değeri	Lojistik Değeri	Amaç Fonksiyon Değeri	Kurulan Merkez Yerleri	Merkez Tarafından Kapsanan İl Sayısı	Toplam Kapsanan İl Sayısı	Toplam Kapsama Yüzdesi
Senaryo76	500	P=1	<=2	<=3	>p*81	3,112658	Sakarya	31	31	38,3
Senaryo77	500	P=2	<=2	<=3	>p*81	4,716860	Eskişehir Gaziantep	37 25	58	71,6
Senaryo78	500	P=3	<=2	<=3	>p*81	5,079346	Eskişehir Gaziantep Trabzon	37 25 20	73	90,1
Senaryo79	500	P=4	<=2	<=3	>p*81	5,110221	Bolu Gaziantep Trabzon	32 25 20	75	92,6
Senaryo80	500	P=5	<=2	<=3	>p*81	5,110221	Bolu Gaziantep Mugla Trabzon	32 25 13 20	75	92,6
Senaryo81	500	P=1	<=2	<=4	>p*81	3,112658	Sakarya	31	31	38,3
Senaryo82	500	P=2	<=2	<=4	>p*81	4,716860	Eskişehir Gaziantep	37 25	58	71,6
Senaryo83	500	P=3	<=2	<=4	>p*81	5,143851	Bazı Eskişehir Kırıkkale	29 37 37	72	88,9
Senaryo84	500	P=4	<=2	<=4	>p*81	5,208165	Bazı Kütahya Rize Kırıkkale	29 33 16 37	78	96,3
Senaryo85	500	P=5	<=2	<=4	>p*81	5,239039	Ankara Etiler Bazı İzmir Rize	38 13 29 19 16	80	98,8
Senaryo86	500	P=1	<=3	<=3	>p*81	3,207267	Bursa	29	29	35,8
Senaryo87	500	P=2	<=3	<=3	>p*81	4,716860	Eskişehir Gaziantep	37 25	58	71,6
Senaryo88	500	P=3	<=3	<=3	>p*81	5,079346	Eskişehir Gaziantep Trabzon	37 25 20	73	90,1
Senaryo89	500	P=4	<=3	<=3	>p*81	5,110221	Bilecik Eskişehir Gaziantep Trabzon	32 37 25 20	75	92,6
Senaryo90	500	P=5	<=3	<=3	>p*81	5,110221	Bolu Bursa Gaziantep Samsun Trabzon	32 29 25 24 20	75	92,6
Senaryo91	500	P=1	<=3	<=4	>p*81	3,207267	Bursa	29	29	35,8
Senaryo92	500	P=2	<=3	<=4	>p*81	4,716860	Eskişehir Gaziantep	37 25	58	71,6
Senaryo93	500	P=3	<=3	<=4	>p*81	5,143851	Bazı Kütahya Kırıkkale	29 33 37	72	88,9
Senaryo94	500	P=4	<=3	<=4	>p*81	5,208165	Bazı Eskişehir Rize Kırıkkale	29 37 16 37	78	96,3
Senaryo95	500	P=5	<=3	<=4	>p*81	5,123904	Balıkesir Bazı Rize Samsun	25 29 16 25	80	98,8

Tablo 7: Senaryo 96-115 İçin Çözüm Değerleri.

MCLP Senaryolar	Kapsama Mesafesi (km)	Kurulacak Merkez Sayısı	Klim Değeri	SEGE Değeri	Lojistik Değeri	Amaç Fonksiyon Değeri	Kurulan Merkez Yerleri	Merkez Tarafından Kapsanan İl Sayısı	Toplam Kapsanan İl Sayısı	Toplam Kapsama Yüzdesi
Senaryo96	600	P=1	<=2	<=3	>p*81	4,195397	Ankara	47	47	58,0
Senaryo97	600	P=2	<=2	<=3	>p*81	4,853697	Eskişehir Gaziantep	42 31	64	79,0
Senaryo98	600	P=3	<=2	<=3	>p*81	5,190960	Bilecik Gaziantep Trabzon	39 31 24	79	97,5
Senaryo99	600	P=4	<=2	<=3	>p*81	5,190960	Canakkale Gaziantep Sakarya Trabzon	24 31 39 24	79	97,5
Senaryo100	600	P=5	<=2	<=3	>p*81	5,190960	Denizli Gaziantep Sakarya Trabzon	25 31 39 24	79	97,5
Senaryo101	600	P=1	<=2	<=4	>p*81	4,195397	Ankara	47	47	58,0
Senaryo102	600	P=2	<=2	<=4	>p*81	5,092866	Ankara Bazı Denizli	47 42 25	75	92,6
Senaryo103	600	P=3	<=2	<=4	>p*81	5,228891	Bazı Zonguldak	42 34	79	97,5
Senaryo104	600	P=4	<=2	<=4	>p*81	5,239039	Antalya Bazı Rize Düzce	25 42 22 41	80	98,8
Senaryo105	600	P=5	<=2	<=4	>p*81	5,239039	Balıkesir Bazı Yalova Karabük	30 42 24 36	80	98,8
Senaryo106	600	P=1	<=3	<=3	>p*81	4,195397	Ankara	47	47	58,0
Senaryo107	600	P=2	<=3	<=3	>p*81	4,853697	Eskişehir Gaziantep	42 31	64	79,0
Senaryo108	600	P=3	<=3	<=3	>p*81	5,190960	Bilecik Gaziantep Trabzon	39 31 24	79	97,5
Senaryo109	600	P=4	<=3	<=3	>p*81	5,190960	Balıkesir Bilecik Gaziantep Trabzon	30 29 31 24	79	97,5
Senaryo110	600	P=5	<=3	<=3	>p*81	5,190960	Balıkesir Bilecik Gaziantep İstanbul Trabzon	30 29 31 28 24	79	97,5
Senaryo111	600	P=1	<=3	<=4	>p*81	4,195397	Ankara	47	47	58,0
Senaryo112	600	P=2	<=3	<=4	>p*81	5,182952	Bursa Malatya	37 41	74	91,4
Senaryo113	600	P=3	<=3	<=4	>p*81	5,239039	Bursa Malatya Rize Artvin	37 41 22 21	80	98,8
Senaryo114	600	P=4	<=3	<=4	>p*81	5,239039	Bilecik Gaziantep Bursa Trabzon	39 31 37 24	80	98,8
Senaryo115	600	P=5	<=3	<=4	>p*81	5,239039	Bursa Malatya Mugla Rize Trabzon	37 41 17 22 24	80	98,8

Senaryo 116-135: Senaryo 116-135 için kapsama mesafesi 700 km olup aday noktalar sağlaması gereken iklim lojistik ve gelişmişlik değerleri ile senaryoların çözüm değerleri Tablo 8'de verilmiştir.

Senaryolar sonuçları incelendiğinde tüm iklim gelişmişlik ve lojistik değerleri için %100 kapsama senaryolarına göre p=2 ve p=3 olduğunda ulaşılmıştır.

Senaryo 136-155: Senaryo 136-155 için kapsama mesafesi 800 km olup aday noktalar sağlaması gereken iklim lojistik ve gelişmişlik değerleri ile senaryoların çözüm değerleri Tablo 9'da verilmiştir. Kapsama alanının 700 km olduğu senaryolarda olduğu gibi 800 km'lik senaryolarda da tüm gelişmişlik, iklim ve lojistik değerleri için p=2 ve p=3'te %100 kapsama alanına ulaşılmıştır. Ancak yine dikkat edileceği gibi iklim ve gelişmişlik değerleri büyüdükçe %100'lük kapsama daha çabuk (p=2) değerinde ulaşılmaktadır.

Tablo 8: Senaryo 116-135 İçin Çözüm Değerleri.

MCLP Senaryolar	Kapsama Mesafesi (km)	Kurulacak Merkez Sayısı	Klim Değeri	SEGE Değeri	Lojistik Değeri	Amaç Fonksiyon Değeri	Kurulan Merkez Yerleri	Merkez Tarafından Kapsanan İl Sayısı	Toplam Kapsanan İl Sayısı	Toplam Kapsama Yüzdesi
Senaryo116	700	P=1	<=2	<=3	>p*81	4,649233	Ankara	56	56	69,1
Senaryo117	700	P=2	<=2	<=3	>p*81	5,139899	Ankara Gaziantep	56 38	72	88,9
Senaryo118	700	P=3	<=2	<=3	>p*81	5,253377	Gaziantep Trabzon Uşak	38 38 43	81	100,0
Senaryo119	700	P=4	<=2	<=3	>p*81	5,253377	Aydın Burdur Gaziantep Trabzon	29 40 38 33	81	100,0
Senaryo120	700	P=5	<=2	<=3	>p*81	5,253377	Antalya Burdur Çanakkale Gaziantep Trabzon	34 40 27 38 33	81	100,0
Senaryo121	700	P=1	<=2	<=4	>p*81	4,685168	Kırıkkale	59	59	72,8
Senaryo122	700	P=2	<=2	<=4	>p*81	5,253377	Bazı Sakarya	47 45	81	100,0
Senaryo123	700	P=3	<=2	<=4	>p*81	5,253377	Balıkesir Gaziantep Rize	35 38 26	81	100,0
Senaryo124	700	P=4	<=2	<=4	>p*81	5,253377	Gaziantep Mugla Rize	38 24 26	81	100,0
Senaryo125	700	P=5	<=2	<=4	>p*81	5,253377	Tekirdağ Gaziantep Mama Mugla Rize	28 38 33 24 26	81	100,0
Senaryo126	700	P=1	<=3	<=3	>p*81	4,649233	Ankara	56	56	69,1
Senaryo127	700	P=2	<=3	<=3	>p*81	5,139899	Ankara Gaziantep	56 38	72	88,9
Senaryo128	700	P=3	<=3	<=3	>p*81	5,253377	Eskişehir Gaziantep Trabzon	48 38 33	81	100,0
Senaryo129	700	P=4	<=3	<=3	>p*81	5,253377	Aydın Burdur Gaziantep Trabzon	29 40 38 33	81	100,0
Senaryo130	700	P=5	<=3	<=3	>p*81	5,253377	Eskişehir Gaziantep Trabzon Karaman	48 38 33 49	81	100,0
Senaryo131	700	P=1	<=3	<=4	>p*81	4,685168	Kırıkkale	59	59	72,8
Senaryo132	700	P=2	<=3	<=4	>p*81	5,253377	Bursa Bazı	42 47	81	100,0
Senaryo133	700	P=3	<=3	<=4	>p*81	5,253377	Bazı Mugla	47 24	81	100,0
Senaryo134	700	P=4	<=3	<=4	>p*81	5,253377	Düzce Gaziantep Mugla Rize	46 38 24 26	81	100,0
Senaryo135	700	P=5	<=3	<=4	>p*81	5,253377	Bartın Gaziantep Mugla Rize Samsun Bartın	41 38 24 26 42 41	81	100,0

Senaryo 156-175 Senaryo156-175 için kapsama mesafesi 900 km olup aday noktalar sağlaması gereken iklim lojistik ve gelişmişlik değerleri ile senaryoların çözüm değerleri Tablo 10'da verilmiştir. Kapsama alanının 700 ve 800 km olduğu senaryolarda olduğu gibi p=2 ve p=3'te %100 kapsama alanına ulaşılmıştır. İklim ve gelişmişlik değerleri büyüdükçe %100'lük kapsama daha çabuk ulaşılmakta diğer bir deyişle p=2 değerinde tam kapsama sağlanabilmektedir.

Tablo 9: Senaryo 136-155 İçin Çözüm Değerleri.

MCLP Senaryolar	Kapsama Mesafesi (km)	Kurulacak Merkez Sayısı	İklim Değeri	SEGE Değeri	Lojistik Değeri	Amaç Fonksiyon Değeri	Kurulan Merkez Yerleri	Merkez Tarafından Kapsanan İl Sayısı	Toplam Kapsanan İl Sayısı	Toplam Kapsama Yüzdesi
Senaryo136	800	P=1	<=2	<=3	>p*81	4,765253	Ankara	62	62	76,5
Senaryo137	800	P=2	<=2	<=3	>p*81	5,204026	Ankara Gaziantep	62 47	76	93,8
Senaryo138	800	P=3	<=2	<=3	>p*81	5,253377	Gaziantep İzmir	47 38	81	100,0
Senaryo139	800	P=4	<=2	<=3	>p*81	5,253377	Trabzon Gaziantep İzmir Manisa	43 47 38 38	81	100,0
Senaryo140	800	P=5	<=2	<=3	>p*81	5,253377	Gaziantep İzmir Manisa Muğla	47 38 38 35	81	100,0
Senaryo141	800	P=1	<=2	<=4	>p*81	4,889801	Kırklareli	66	66	81,5
Senaryo142	800	P=2	<=2	<=4	>p*81	5,253377	Gaziantep Kocaeli	47 47	81	100,0
Senaryo143	800	P=3	<=2	<=4	>p*81	5,253377	Edirne Bazı	29 51	81	100,0
Senaryo144	800	P=4	<=2	<=4	>p*81	5,253377	Edirne Bazı Kırklareli	29 51 29	81	100,0
Senaryo145	800	P=5	<=2	<=4	>p*81	5,253377	Edirne Bazı Eskişehir Kırklareli	29 51 50 29	81	100,0
Senaryo146	800	P=1	<=3	<=3	>p*81	4,765253	Ankara	62	62	76,5
Senaryo147	800	P=2	<=3	<=3	>p*81	5,204026	Ankara Gaziantep	62 47	76	93,8
Senaryo148	800	P=3	<=3	<=3	>p*81	5,253377	Denizli Gaziantep Trabzon	43 47 43	81	100,0
Senaryo149	800	P=4	<=3	<=3	>p*81	5,253377	Bilecik Gaziantep Samsun Trabzon	48 47 56 43	81	100,0
Senaryo150	800	P=5	<=3	<=3	>p*81	5,253377	Bilecik Bolu Gaziantep Samsun Trabzon	48 53 47 56 43	81	100,0
Senaryo151	800	P=1	<=3	<=4	>p*81	4,920425	Neveşehir	67	67	82,7
Senaryo152	800	P=2	<=3	<=4	>p*81	5,253377	Aydın Erzincan	36 58	81	100,0
Senaryo153	800	P=3	<=3	<=4	>p*81	5,253377	Antalya Artvin	44 34	81	100,0
Senaryo154	800	P=4	<=3	<=4	>p*81	5,253377	Bolu Antalya Artvin	53 44 34	81	100,0
Senaryo155	800	P=5	<=3	<=4	>p*81	5,253377	Bolu Antalya Artvin Balıkesir Bolu Eskişehir	53 44 34 40 53 50	81	100,0

Tablo 10: Senaryo 156-175 İçin Çözüm Değerleri.

MCLP Senaryolar	Kapsama Mesafesi (km)	Kurulacak Merkez Sayısı	İklim Değeri	SEGE Değeri	Lojistik Değeri	Amaç Fonksiyon Değeri	Kurulan Merkez Yerleri	Merkez Tarafından Kapsanan İl Sayısı	Toplam Kapsanan İl Sayısı	Toplam Kapsama Yüzdesi
Senaryo156	900	P=1	<=2	<=3	>p*81	4,905824	Ankara	67	67	82,7
Senaryo157	900	P=2	<=2	<=3	>p*81	5,253377	Bolu Gaziantep	60 61	81	100,0
Senaryo158	900	P=3	<=2	<=3	>p*81	5,253377	Balıkesir Gaziantep Karabük	46 61 61	81	100,0
Senaryo159	900	P=4	<=2	<=3	>p*81	5,253377	Balıkesir Gaziantep Konya Karabük	46 61 66 61	81	100,0
Senaryo160	900	P=5	<=2	<=3	>p*81	5,253377	Bilecik Gaziantep Konya Karabük	52 61 66 61	81	100,0
Senaryo161	900	P=1	<=2	<=4	>p*81	5,118290	Corum	75	75	92,6
Senaryo162	900	P=2	<=2	<=4	>p*81	5,253377	Bazı Tekirdağ	53 41	81	100,0
Senaryo163	900	P=3	<=2	<=4	>p*81	5,253377	Balıkesir Hatay	48 54	81	100,0
Senaryo164	900	P=4	<=2	<=4	>p*81	5,253377	Rize Hatay Muğla	46 54 43	81	100,0
Senaryo165	900	P=5	<=2	<=4	>p*81	5,253377	Rize Sakarya Hatay Manisa Muğla	46 53 54 44 43	81	100,0
Senaryo166	900	P=1	<=3	<=3	>p*81	4,905824	Ankara	67	67	82,7
Senaryo167	900	P=2	<=3	<=3	>p*81	5,253377	Gaziantep Karabük	61 61	81	100,0
Senaryo168	900	P=3	<=3	<=3	>p*81	5,253377	Aydın Bolu Gaziantep	43 60 61	81	100,0
Senaryo169	900	P=4	<=3	<=3	>p*81	5,253377	Adana Aydın Kırklareli	70 43 38	81	100,0
Senaryo170	900	P=5	<=3	<=3	>p*81	5,253377	Trabzon Ankara Denizli Gaziantep İpe	43 67 48 61 47	81	100,0
Senaryo171	900	P=1	<=3	<=4	>p*81	5,118290	Corum	75	75	92,6
Senaryo172	900	P=2	<=3	<=4	>p*81	5,253377	Bolu Gaziantep	60 61	81	100,0
Senaryo173	900	P=3	<=3	<=4	>p*81	5,253377	Artvin Edirne İsparta	40 41 53	81	100,0
Senaryo174	900	P=4	<=3	<=4	>p*81	5,253377	Balıkesir Edirne İstanbul Malatya	46 35 47 58	81	100,0
Senaryo175	900	P=5	<=3	<=4	>p*81	5,253377	İstanbul Kütahya Malatya	47 53 58	81	100,0

5. SONUÇ

Bu çalışmada Deprem yardım istasyonlarının lojistik merkezi yer seçimi P-Median ve Maksimum Kapsama Problemine uygun olarak modellenmiştir. Depremden etkilenmesi muhtemel olan il merkezlerinin deprem sırasında karışılacağı kayıplara sebep olacağı değerlendirilen bir ilin nüfusu, o ildeki toplam bina sayısı, o ildeki bulunan konut sayısı ve o ilin hangi deprem bölgesinde bulunduğu modele ağırlık olarak eklenmiştir. Ayrıca kurulacak lojistik merkez için aday olarak belirlenen noktalara ait karla kaplı gün sayıları kullanılarak hesaplanan iklim değeri, sosyoekonomik gelişmişlik değeri ve ulaşımı kolaylaştırmak üzere aday noktanın diğer illere bağlanmasını sağlayan yollara ne oranda sahip olduğunu gösteren lojistik değeri kısıt olarak modele eklenmiştir. Böylece hem talep noktalarının hem de aday noktaların ağırlık değerlerinin çözüm üzerindeki etkileri incelenmiştir. Merkezler için en uygun olan yerler coğrafi olarak belirlenmiştir. Belirlenen lojistik merkezi yerleri tablolarda verilmiştir.

P-Median olarak modellenen senaryolarda özellikle aday noktaların ağırlıklarının belirlenmesinde dikkatli olunarak amaç fonksiyonu değerindeki artışların kontrolünün sağlanabileceği düşünülmektedir. MCLP olarak modellenen senaryolarda aday noktaların iklim, lojistik ve gelişmişlik değerlerini sağlamaya yönelik koyulan kısıtların özellikle düşük kapsama mesafeleri için %100'lük tam kapsama ulaşmayı engellediği görülmektedir. Bu nedenle kapsama mesafesini yüksek tutacak önlemlerin ve ağırlıkların belirlenmesi önemli olacaktır.

Literatür incelendiğinde genellikle acil durumlar için, ambulans, hastane, itfaiye istasyonu gibi lokal kullanım alanı olan servislerin yer tespit çalışması ile karşılaşılmaktadır. Türkiye genelinde özellikle deprem konusunda yapılan bu çalışma ile deprem yardımlarının etkili bir şekilde yapılmasına katkı sağlayacağı değerlendirilen ana lojistik merkezlerinin coğrafi konumu belirlenmiştir.

Bu çalışmanın konusu olan hem P-Median, hem de MCLP'ne uygun olarak modellenen problemde kurulacak lojistik merkezlerin kapasite sorunu olmadığı ve aynı tip ve maliyette olduğu varsayılmıştır. Kapasite sorunu ve farklı tip ve maliyette olan merkezlerin olduğu modellerin incelenmesi diğer çalışmalar için incelenebilecek konular olduğu düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

[1] Akinci F., "The aftermath of disaster in urban areas: An evaluation of the 1999 earthquake in Turkey" Cities Vol. 21 ,No. 6 p.527-536, 2004.

[2] Özmen B. Nurlu.M.,1998, "Coğrafi Bilgi Sistemindeki Konuma Bağlı Analizlerin Deprem Bölgeleri Haritasına Uygulanması" 51. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 16-20 Şubat 1998, Ankara.

- [3] Özmen B, Nurlu M., Güler H, 1997, "Coğrafi Bilgi Sistemi ile Deprem Bölgelerinin İncelenmesi, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü", Ankara, Ağustos 1997.
- [4] "Earthquakes Caused the Deadliest Disasters in the Past Decade", Press Release ISDR, United Nations International Strategy for Disaster Reduction Secretariat, Geneva, UNISDR 2010/01, 28 January 2010.
- [5] Özmen, B., Nurlu, M., Kuterdem, K., Temiz, A., "Afet Yönetimi ve Afet İşleri Genel Müdürlüğü", Deprem Sempozyumu Kocaeli 23-25 Mart 2005.
- [6] Gülkan P., Balamir M., Yakut A., "Afet Yönetiminin Stratejik İlkeleri: Türkiye ve Dünyadaki Politikalara Genel Bakış" Orta Doğu Teknik Üniversitesi Afet Yönetimi Uygulama ve Araştırma Merkezi, Eylül 2003.
- [7] Ergünay O, "Türkiye'nin Afet Profili", TMMOB Afet Sempozyumu, 5-7 Aralık 2007.
- [8] Kanlı B.İ, Ünal Y., "Üst düzey planlama sistemi ve afet yönetim ilişkileri" İtüdergisi/a mimarlık, planlama, tasarım, cilt 3 ,sayı 1, 103-112, Mart 2004.
- [9] Karaman H., Şahin M., Elnashai AS., Pineda O, "Loss Assessment Study for the Zeytinburnu District of İstanbul Using Maeviz-Istanbul (HAZTURK)", Journal of Earthquake Engineering, 12(s2):187-198,2008
- [10] T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı resmi internet sitesi <http://www.afetacil.gov.tr/#> Erişim 04.10.2010
- [11] Şahin N., "Afet Yönetimi ve Acil Yardım Planları", TMMOB İzmir Kent Sempozyumu, 2009.
- [12] Afet Sözlüğü T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığı resmi internet sitesi <http://www.depren.gov.tr/Sarbis/Deprem/DeprenNedir.aspx#KONU4> Erişim 09.10.2010
- [13] Balcık B., Beamon B.M. "Facility location in humanitarian relief" International Journal of Logistics: Research and applications Vol.11 No.2 April 2008,101-121.
- [14] Murray A.T."Site placement uncertainty in location analysis" Computers, Environment and Urban Systems 27 (2003) 205-221.
- [15] Müftüoğlu T.M. "Sanayi İşletmelerinde Kuruluş Yeri Seçimi ve Ölçek Sorunu", Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları, Ankara,1983.
- [16] Başdemir M. "Locating Search And Rescue Stations In the Aegean And Western Mediterranean Regions of Turkey" Journal of Aeronautics and Space Technologies, January 2004, Volume 1, Number 3, (63-76).
- [17] Snyder L.V. "Facility location under uncertainty a review" IIE Transactions, (2006) 38, 537-554.
- [18] Özdamar İ.H. "Kuruluş yeri seçiminde görünmeyen maliyetlerdeki eğilimin belirlenmesinde kullanılan bir yaklaşım" Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A. Sayı 2, 2007.
- [19] Drezner Z, Hammacher H.W, "Facility Location: Applications and Theory", Springer, 2002.
- [20] Ecer F. "Bulanık ortamlarda mağaza kuruluş yerlerinin değerlendirilmesi: bir karar verme aracı olarak bulanık topsis yöntemi" H.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt 25, Sayı 1, 2007.
- [21] Yiğit V. Türkbey O. "Tesis Yerleşim Problemlerine Sezgisel Metotlarla Yaklaşım" , Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 18 No 4, 45-56, 2003.
- [22] Daskin M.S., "A Maximum Expected Coverage Location Model: Formulation, Properties and Heuristic Solution", Transportation Science.Vol.7,No.1 February 1983.
- [23] Dawson C.M., "Minimizing Security Forces Response Times Through the Use of Facility Location Methodologies", 2005.
- [24] Ayöperken E., "İnsansız hava araçları için üs konumlarının kapsama alanı problem olarak modellenmesi ve en iyilenmesi"Yüksek Lisans Tezi 2009.
- [25] Eleren A., "Kuruluş Yeri Seçiminin Fuzzy Topsıs Yöntemi İle Belirlenmesi: Deri Sektörü Örneği", Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi 13, 2007.
- [26] Acıdı A., Kılınçaslan İ., " Tekstil sanayi yerleşmelerinde kuruluş yeri belirleyicileri" İtüdergisi/a mimarlık, planlama, tasarım, cilt 4, Sayı 1, 29-36, Mart 2005.
- [27] Moses L.N "Location and the Theory of Production" Quarterly Journal of Economics, Vol. 72 Issue 2, 259-272, May 58.
- [28] Churchill G.A. "Production technology, imperfect competition and the theory of location: A theoretical approach." Southern Economic Journal, Jul 67 Vol. 34, Issue 1, P.86.
- [29] Greenhut and Mai C.C "Towards a general theory of Public and Private Location" Annals of Regional Science Jul 80 Vol 14,Issue 2
- [30] Rodriquez J.J.S, Garcia C.G, Perez,J.M, Casermeiro E.M, "A general model for the undesirable single facility problem" Operations Research Letters 34 (2006) 427-436.
- [31] Welch S.B, Salhi S, Drezner Z." The multifacility planar location problem with facility

interaction” IMA Journal of Manegenment Mathematics (2006) 17, 397-412.

[32] Ayöperken E, Ermiş M. “İnsansız hava araçları için üs konumlarının kapsama alanı problem olarak modellenmesi ve eniyilenmesi” Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi Ocak 2011, Cilt 5, Sayı 1, (61-71).

[33] Gencer C., Açıköz A., “Türk Silahlı Kuvvetleri Arama Kurtarma Timlerinin Yerleşiminin Yeniden Düzenlenmesi” Gazi Üniv.Müh.Mim.Fak.Der. Cilt 21, No1, 87-105, 2006.

[34] Afhartous D., Guan Y., Mehrotra A., “US Coast Guard air station location with respect to distress calls: Aspatial statistics and optimization based methodology” European Journal of Operational Research ,196 (2009) 1086-1096.

[35] Gendreau M., LaPorte G., Semet F., “The Maximal Expected Coverage Relocation Problem for Emergency Vehicles”, Journal of the Operational Research Society 57, 22-28 2006.

[36] Aktaş E., Özaydın Ö., Ülengin F., Önsel Ş.,Ağaran B., “İstanbul’da İtfaiye İstasyonu Yerlerinin Seçimi için Yeni Bir Model” Endüstri Mühendisliği Dergisi Cilt 22 Sayı 4 Sayfa (2-12).

[37] Erden T., Çoşkun M.Z., “Acil durum servislerinin yer seçimi: Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve CBS entegrasyonu.” İtüdegisi/d mühendislik Cilt 9, Sayı:6, 37-50 Aralık 2010.

[38] Çatay B., Başar A., Ünlüyurt T., “İstanbul’da Acil Yardım İstasyonlarının Yerlerinin Planlaması” Endüstri Mühendisliği Dergisi Cilt 19 Sayı 4 Sayfa (20-35).

[39] Çatay B. “İstanbul’da İtfaiye İstasyonu Yer Seçiminde Risk Faktörüne Dayalı bir Çoklu Kapsama Yaklaşımı” Endüstri Mühendisliği Dergisi Cilt 22 Sayı 2 Sayfa (33-44).

[40] Wu. C-R, Lin C-T, Chen H-C., “Optimal selection of location for Taiwanese hospitals to ensure a competitive advantage by using the analytic hierarchy process and sensitivity analysis” Building and Environment 2 (2007) 1431-1444.

[41] Tzeng G.H., Cheng J.H., Huang D.T, Multi-objective optimal planning for designing relief systems.” Transportation Research Part E 43 (2007) 673-686.

[42] Yi W., Özdamar L., “ A dynamic logistics coordination model for evacuation and support in disaster response activities.” European Journal of Operational Research 179 (2007) 1177-1193.

[43] Şahin G, Süral H., Meral S, “Locational analysis for regionalization of Turkish Red Crescent blood services”, Computers & Operations Research 3 (2007) 692-704.

[44] Can T., Çilingirtürk.A.M., Koçak H.,”Dış Bükey Programlama ile Lojistik Merkezi Seçimi” Yönetim,Yıl 17 Sayı 54, Haziran 2006.

[45] Koçak H. “Convex Programming Approach to the Shopping Mall (AVM) Site Selection Problem and Sakarya” European Journal of Social Sciences – Volume 13, Number 2 (2010).

[46] ReVelle C.S., Eiselt H.A., Daskin M.S., “A bibliography for some fundamental problem categories in discrete location science” Euopan Journal of Operational Research” 184,2008, 817-848.

[47] Church R., ReVelle C., “The Maximal Covering Location Problem” Papers of the regional Science Association, Volume 32, 101-108,1974.

[48] İller arası mesafeler <http://www.kgm.gov.tr> 03.10.2012

[49] Gündüz Z., Dağdeviren U., Sümbül B.A., Demirkol S., Kara O. “17 Ağustos 1999 Marmara ve 12 kasım 1999 düzce depremleri sonucu hasar tespit çalışmalarının hukuki boyutu” TMMOB Afet Sempozyumu, Bildiriler Kitabı 5-7 Aralık 2007 , İMO Kongre ve Kültür Merkezi, Ankara.

[50] TÜİK 2009 Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Nüfus Sayımı.

[51] T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Bina Sayımı 2000.

[52] İnel M., Bilgin H., Özmen B.H., “Orta yükseklikteki betonarme binaların deprem performanslarının afet yönetmeliğine göre tayini” Pamukkale Üniv. Mühendislik Bilimleri Dergisi Cilt 13,Sayı1, Sayfa 81-89, 2007.

[53] Şensoy S.,Demircan M., Ulupınar Y., Balta İ., ”Türkiye İklimi” <http://www..mgm.gov.tr/FILES/iklim/turkiyeiklimi.pdf> .Ocak 2013

[54] Karayolları Genel Müdürlüğü Faaliyet Raporu 2011 Strateji Dairesi Geliştirme Başkanlığı.

[55] http://www.kalkinma.gov.tr/DocObjects/view/14197/BASIN_A%C3%87IKLAMASI-sege_2011-v6.pdf, 04.06.2012.

ÖZGEÇMİŞLER

Orhan GÖZAYDIN

Hava Harp Okulu Endüstri Mühendisliği bölümünden 1997 yılında mezun olmuştur. Amerika Birleşik Devletlerinde Uzay Harekatı (Air University AFIT) yüksek lisans eğitimini 2003 yılında tamamlamıştır. Halen Marmara Üniversitesi Yöneylem Araştırması doktora programında öğrencidir. Doğrusal Programlama, Optimizasyon ve İstatistik konuları üzerine çalışmaktadır.

Deprem Yardım İstasyonları İçin Lojistik Merkezi Seçimi: Türkiye Örneği

Tuncay CAN

İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Matematik bölümünden 1989'da mezun oldu. Marmara Üniversitesinde sayısal yöntemler programında yüksek lisans eğitimini 1992, doktora eğitimini 1996 yılında tamamladı. 2008 yılında Doçentlik Unvanını almış olup halen Marmara Üniversitesi İktisat Fakültesi öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır. Doğrusal Programlama ve Uzantıları, Doğrusal Olmayan Programlama, Stokastik Süreçler konuları ile ilgilenmektedir.

EK-1 Modelde Kullanılan Ağırlıklar İçin Veriler.

İlin Adı	Nüfusu	Bina Sayısı	Konut Sayısı	Deprem Bölgesi Ağırlığı	Wi	SEGE Değeri	Lojistik Değeri	İklim Değeri
Adana	2062226	253447	469189	0,8	0,157275	2	111	3
Adyaman	588475	52006	75690	0,8	0,035233	5	81	1
Afyonkarahisar	701326	132924	171512	0,8	0,067582	4	81	2
Ağrı	537665	36428	41151	0,8	0,025074	6	81	5
Amasya	324268	46714	75950	1	0,035371	4	111	2
Ankara	4650802	384489	1128625	0,4	0,151313	1	111	2
Antalya	1919729	233802	456371	0,8	0,147576	1	81	1
Artvin	165580	14987	30190	0,6	0,007227	4	81	3
Aydın	979155	172103	274260	1	0,119592	2	111	1
Balıkesir	1140085	176067	340750	1	0,130977	3	111	1
Bilecik	202061	25790	43671	1	0,020845	3	81	2
Bingöl	255745	17209	28073	1	0,016022	6	81	4
Bitlis	328489	30402	36149	1	0,025207	6	81	6
Bolu	271545	22612	48647	1	0,020115	2	111	2
Burdur	251550	46085	65022	1	0,030723	3	81	1
Bursa	2550645	270023	640197	1	0,233082	1	111	3
Çanakkale	477735	64657	112877	1	0,049211	2	81	1
Çankırı	185019	24549	43616	1	0,017030	5	81	2
Çorum	540704	65761	114547	0,8	0,039839	4	111	2
Denizli	926362	143737	234168	1	0,101445	2	111	1
Diyarbakır	1515011	90620	200351	0,8	0,075540	6	81	1
Edirne	395463	58545	94979	0,4	0,016710	2	111	1
Elazığ	550667	52354	109729	0,8	0,035348	4	81	2
Erzincan	213288	37765	51796	1	0,026234	4	81	3
Erzurum	774207	75258	117810	0,8	0,048341	5	81	5
Eskişehir	755427	123501	207717	0,8	0,070204	1	81	2
Gaziantep	1653670	155343	279617	0,6	0,078215	3	111	1
Giresun	421860	46978	95659	0,4	0,014963	5	81	2
Gümüşhane	130976	19928	25977	0,3	0,004058	5	81	3
Hakkari	256761	14783	20392	1	0,014338	6	81	7
Hatay	1448418	176048	273294	1	0,131009	4	111	1
Isparta	420796	75476	122422	1	0,050963	2	81	2
Mersin	1640888	206089	440184	0,6	0,099353	3	111	2
İstanbul	12915158	869444	3393077	1	1,000000	1	111	1
İzmir	3868308	522243	1140731	1	0,412286	1	111	1
Kars	306536	26194	29557	0,8	0,015690	6	81	6
Kastamonu	359823	39292	69899	1	0,031931	4	81	2
Kayseri	1205872	142399	273620	0,6	0,066885	2	81	5
Kirklareli	333179	44974	83150	0,4	0,014164	2	111	1
Kırşehir	223102	35704	55573	1	0,025814	4	81	3
Kocaeli	1522408	140613	352079	1	0,128497	1	111	1
Konya	1992675	333645	469894	0,4	0,089631	2	81	2
Kütahya	571804	94943	154313	0,8	0,051914	4	81	2
Malatya	736884	84029	154466	1	0,067390	4	81	3
Manisa	1331957	191806	304817	1	0,136814	3	111	1
Kahramanmaraş	1037491	111772	166693	1	0,085894	5	111	3
Mardin	737852	62925	87668	0,6	0,031642	6	81	1
Muğla	802381	141143	194620	0,6	0,055939	1	81	1
Muş	404484	31898	36019	1	0,025768	6	81	5
Nevşehir	284025	55009	75838	0,6	0,021124	4	111	3
Niğde	339921	52710	79757	0,4	0,015217	5	111	2
Ordu	723507	103014	163529	0,6	0,045336	5	81	2
Rize	319569	31511	75972	0,4	0,010484	4	81	2
Sakarya	861570	86127	156386	1	0,071717	2	111	1
Samsun	1250076	115595	255042	0,8	0,082165	3	111	1
Siiirt	303622	21027	30244	1	0,017699	6	81	4
Sinop	201134	16200	40363	0,4	0,006737	5	81	1
Sivas	633347	73125	117149	0,6	0,033726	4	81	5
Tekirdağ	783310	99408	222641	0,8	0,063967	2	111	1
Tokat	624439	92906	133690	1	0,065419	5	81	2
Trabzon	765127	96698	195111	0,4	0,030496	3	81	1
Tunceli	83061	8327	12930	0,8	0,006237	5	81	3
Şanlıurfa	1613737	113612	159645	0,6	0,059485	6	111	1
Uşak	335860	50232	82656	0,8	0,029903	3	81	1
Van	1022310	66678	80101	0,8	0,048079	6	81	5
Yozgat	487365	73444	111431	0,6	0,031463	5	81	3
Zonguldak	619812	64849	142825	0,6	0,033336	3	81	1
Aksaray	376907	55305	81540	0,2	0,007843	5	111	2
Bayburt	74710	7996	11369	0,6	0,004510	5	81	4
Karaman	231872	32583	55882	0,2	0,004930	3	81	2
Kırıkkale	280834	49119	83177	1	0,033670	4	111	2
Batman	497998	34853	55577	0,8	0,025725	6	81	2
Sırnak	430424	28089	38184	0,8	0,019616	6	81	4
Bartın	188449	14601	29927	1	0,011871	4	81	1
Ardahan	108169	8148	8079	0,8	0,005801	6	81	6
İğdir	183486	19091	20691	0,8	0,010148	6	81	5
Yalova	202531	23269	80284	1	0,023475	2	111	1
Karabük	218564	25632	56725	1	0,022066	3	81	1
Kilis	122104	13799	20397	0,6	0,006376	5	81	1
Osmaniye	471804	66597	85733	1	0,047288	5	111	3
Düzce	335156	19617	37197	1	0,021175	4	111	2