

AFET LOJİSTİĞİ ve TÜRKİYE’DEKİ UYGULAMALARI: LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Lamia Gülnur Kasap^{1,2*}, Gülfem Tuzkaya¹, Özalp Vayvay¹

lamiagulnur@gmail.com, ozalp@marmara.edu.tr, gulfem.tuzkaya@marmara.edu.tr

¹Marmara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Göztepe, İstanbul 34722, Türkiye

²İstanbul Medipol Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kavacık, İstanbul 34810, Türkiye

ÖZET

Nedeni doğal, teknolojik ya da insan kaynaklı da olsa, yapısı gereği afetler, yüksek seviye belirsizlik içeren, yeri ve zamanının tespit edilmesi zor olan olaylardır. Bu nedenle afet öncesi hazırlıkların yapılması ve afet sonrasında yapılacakların planlanması, belirsizliklerin biraz da olsa hafifletilmesinde ve afet sonrası doğacak büyük kayıpların en aza indirgenmesinde önem taşımaktadır. Afet sonrası; yapılacak arama kurtarma çalışmaları, sağlık hizmetleri, barınma, enkaz kaldırma, ihtiyaçların lojistiği gibi etmenlerin kısıtlı zamanlarda yönetilmesi önem taşımaktadır. Afet lojistiğinin kapsamı, yardım merkezleri tesislerinin yerlerinin belirlenmesi, yardım malzemeleri ve sağlık malzemelerinin dağıtım planlarının yapılması, tahliye merkezlerinin yerlerinin belirlenmesi/kurulması ve gerekli ekipmanların ve benzeri ürünlerin ihtiyaç duyulan yer ve kişilere, ihtiyaç zamanında ulaştırılabilmesi gibi faaliyetleri kapsamaktadır. Bu çalışmada, literatürde afet lojistiği, insani lojistik ve acil durum lojistiği olarak geçen konular ilgili yapılmış çalışmalar, matematiksel modeller, karar problemleri incelenecek ve sınıflandırılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Afet Lojistiği, İnsani Yardım, Literatür araştırması

ABSTRACT

HUMANITARIAN LOGISTICS AND ITS APPLICATIONS IN TURKEY: A LITERATURE SURVEY

Disasters are events that are caused by natural, technological or man-made reasons. They include high level of uncertainty, especially related with location and timing decisions, by nature. Thus the completion of the pre-disaster preparedness and planning post-disaster activities are important to ease uncertainty and reduce the great losses that may arise after the disaster. Search and rescue activities, health service, shelter, debris removal, relief items logistics, etc. are important factors that need to be managed in the limited time after disaster occur. The scope of the disaster logistics includes determining the location of the facilities, planning the distribution networks of relief and medical supplies, determining/building the evacuation centers and delivering required tools and similar products on the required place and persons and on the required time. In this study, studies, mathematical models and decisions problems will be reviewed and classified with topics which are in the literature as disaster logistics, humanitarian logistics and emergency logistics.

Keywords: Disaster Logistics, Humanitarian Relief, Literature Survey

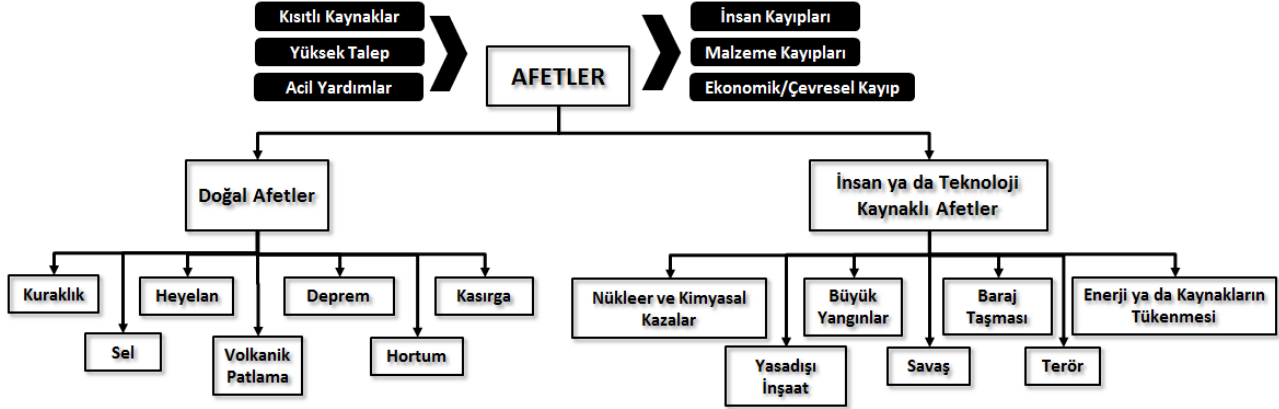
1.GİRİŞ

Nedeni doğal, teknolojik ya da insan kaynaklı da olsa, yapısı gereği afetler, yüksek seviye belirsizlik içeren, yeri ve zamanının tespit edilmesi zor olan olaylardır. Afetler, bir toplumun ya da topluluğun yapısına zarar veren; yerel kaynaklar kullanılarak insan, malzeme ve ekonomik ya da çevresel kayıplarla baş etmenin mümkün olmadığı olaylardır (Caunhye vd., 2012; Galindo ve Batta, 2013; Ersoy ve Börühan, 2013; Gösling ve Geldermann, 2014; Holguín-Verasa vd., 2013; Özdamar ve Ertem, 2014; Wisetjindawat vd., 2014). Bir olayın afet olmasına karar vermek için 3 soru büyük önem taşımaktadır (Galindo ve Batta, 2013).

- 1) Olay sonucu topluluğun yapısında ciddi bir hasar meydana gelmiş midir?
- 2) Olayın etkileri ile başa çıkmak yerel kaynakları aşırıyor mu?

3) Alışılmış ya da standart olmayan bir şekilde yerel olmayan kuruluşların sürece dahil edilmesi gerekiyor mu?

Örneğin; uçak kazası bir afet midir? Yukarıda verilen sorular sorulduğunda, eğer uçak mekanik bir arıza sonucu düşüyse bu bir afet değildir. Bunun nedeni bu kaza toplumu etkileyen bir sonuç doğurmamıştır. Yine de eğer bu uçak terörist saldırı sonucu düşüyse bu olay bir afettir. Çünkü bu durum ülke çapındaki kuruluşları da içeren çok sayıdaki kuruluşun desteğini de gerektirir (Galindo ve Batta, 2013).



Şekil 1: Afet Çeşitleri ve Afet Girdileri/Çıktıları (modife Can, 2005)

Afetin ekonomik ve insani kayıplar üzerindeki etkisini azaltmak ve toplumu normal durumuna döndürmek için Afet Operasyon Yönetimi faaliyetleri büyük önem taşımaktadır (Galindo ve Batta, 2013). Afetin etkisini azaltmak için kullanılan araç ve yöntemlerden bazıları: lojistik yönetimi, proje yönetimi, risk yönetimi, yöneylem araştırmaları teknikleri, bilgi yönetim sistemleri, coğrafi sistemler, vb.

Afetin tüm evrelerinde kaynaklar kısıtlıdır; talep seviyesi yüksek olabilir ve ihtiyaçlar acildir. Bu şartlar altında kaynakların verimli ve koordineli bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Bu koordinasyonu sağlamak için Entegre Afet Yönetimi ilkeleri kullanılmaktadır. Bu ilkeler (Can, 2005);

- Tüm riskleri araştır
- Tüm aşamaları uygula
- Tüm kaynakları verimli kullan
- Tüm bireylerin ve kuruluşların katılımından emin ol (Kamu kurumları ve organizasyonları, sivil toplum örgütleri, halk)

Afetler, sağlık merkezleri, su temini, yiyecek ve enerji, haberleşme problemleri, ciddi kazalar vb. gibi birçok sağlık, malzeme ve refah kayıplarına neden olmaktadır. Bu kayıpları en aza indirmek için çeşitli modeller kullanılmaktadır ve İnsani Lojistik de bu modellerden biridir (Gösling ve Geldermann, 2014). Afet lojistiğinin kapsamı, yardım merkezleri tesislerinin yerlerinin belirlenmesi, yardım malzemeleri ve sağlık malzemelerinin dağıtım planlarının yapılması, tahliye merkezlerinin yerlerinin belirlenmesi/kurulması ve gerekli ekipmanların ve benzeri ürünlerin ihtiyaç duyulan yer ve kişilere, ihtiyaç zamanında ulaştırılabilmesi gibi faaliyetleri kapsamaktadır. (Börühan vd., 2012; Ersoy ve Börühan, 2013; Holguin-Versa vd., 2013). İnsani yardım lojistiğinin en önemli kuralı; doğru malzemenin, doğru kişiye, doğru miktarda, doğru şekilde, doğru zamanda ve doğru yere teslim edilmesidir (Tanyaş vd., 2013).

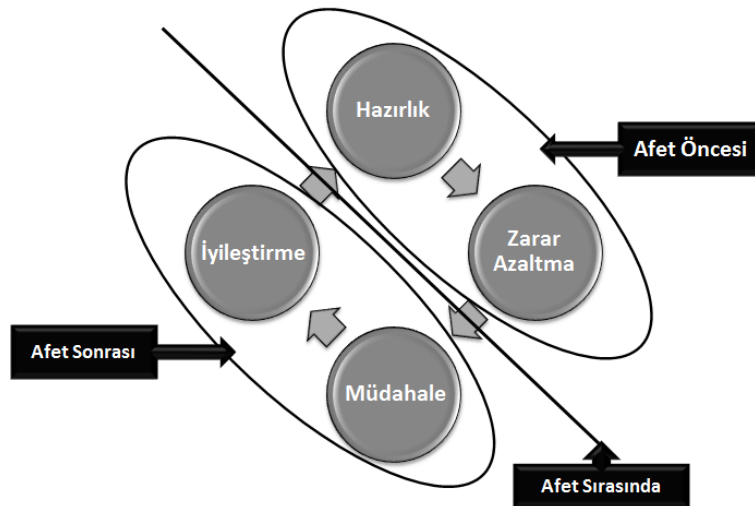
Ticari lojistik ile insani yardım / afet lojistiği arasındaki fark:

- İhtiyaçların belirsizliği (zaman, yer, çeşitlilik ve boyutu kısıtları) (Kova'cs ve Spens, 2009),
- Ani oluşan yüksek miktardaki geniş yelpazeye sahip malzeme ihtiyaçlarının tedarik sürelerinin kısa olması (Kova'cs ve Spens, 2009),
- Sevk zamanı ile ilgili verimlilik sonuçları (Kova'cs ve Spens, 2009),
- Tedarik, insan, teknoloji, taşıma kapasitesi ve para durumlarında kaynakların yokluğu (Kova'cs ve Spens, 2009),
- Maliyet minimizasyonunun özellikle afet anında yapılacak çalışmalar için önemini yitirmesi (Tanyaş vd., 2013).

Yukarıda da açıklandığı gibi insani yardım/afet lojistiği konusu, ticari lojistikten çeşitli açılardan önemli farklılıklar gösterir. Afet sonrası oluşacak zararların azaltılmasında, afet öncesi, sırası ve sonrası planlama ve hazırlıkların büyük önemi vardır. Bu önem dikkate alınarak, literatürde çok sayıda çalışma yapılmıştır. Ayrıca, 2000 yılı sonrasında Türkiye için uygulama ve önerileri de içeren çalışmalar da sunulmaya başlanmıştır. Bu çalışmada, insani yardım / afet lojistiği konusu, Türkiye’de yapılmış çalışmalar açısından incelenmiştir. Türkiye özelinde yapılmış çalışmalar sınıflandırılmış; literatürdeki ve uygulamadaki bazı eksikliklere değinilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde afet yönetimi / insani yardım lojistiği konusunun temel kavramları özetlenmiştir. Üçüncü bölüm, incelenen literatür sınıflandırılmıştır ve sınıflandırmada kullanılan yöntem ve metodoloji verilmiştir. Son bölüm sonuç bölümüdür, literatürdeki eksiklikler araştırılıp, gelecekte yapılabilecek çalışmalar için önerilen getirilmiştir.

2. AFET YÖNETİMİ / İNSANİ YARDIM LOJİSTİĞİ: TEMEL KAVRAMLAR

Afet Yönetimi ve insani lojistik, afet öncesi, sırası ve sonrası olmak üzere 3 kategoride; hazırlık, zararları azaltma, müdahale ve iyileştirme olarak 4 evrede incelenir. Hazırlık ve zararları azaltma evreleri afet öncesi kategorisinde incelenmektedirler. Bu kategori ve evreler, afetin potansiyel ekonomik, sosyal ve fiziksel etkilerini azaltmak için büyük önem taşımaktadır. Kritik malzemelerin stoklanması, binaların güçlendirilmesi ve müdahale planlarının geliştirilmesi aktivitelerini içerir. Müdahale ve iyileştirme evreleri afet sonrası kategorisinde incelenmektedirler (Holguín-Verasa, vd., 2013). Kısıtlı zamanda yapılması gerekli olan arama ve kurtarma operasyonları yönetimi, sağlık hizmetleri, barınak, enkaz kaldırma ve lojistik faaliyetleri, afet sonrası yapılacak aktivitelerin örneklerindendir. Bu nedenle afet öncesi hazırlıkların yapılması ve afet sonrasında yapılacakların planlanması, belirsizliklerin biraz da olsa hafifletilmesinde ve afet sonrası doğacak büyük kayıpların en aza indirgenmesinde önem taşımaktadır (Caunhyet vd., 2012; Galindo ve Batta, 2013; Ersoy ve Börühan, 2013; Gösling ve Geldermann, 2014; Holguín-Verasa vd., 2013; Özdamar ve Ertem, 2014; Wisetjindawat vd., 2014). Afet yardım süreci, Şekil 2’deki gibi 4 evrenin oluşturduğu bir döngüden oluşmaktadır (Kova’cs ve Spens, 2009).



Şekil 2: Afet/İnsani Yardım lojistiği kategorileri ve evreleri (Kova’cs ve Spens (2009)’dan modifiye edilmiştir)

İnsani yardım lojistik ağının büyük bir kısmı afet sonrası aktivitelerden oluşmaktadır. Afet sonrası yapılacakların planlanması ve bir ağ oluşturulması ihtiyacı, afet sonrasında oluşabilecek bir takım olumsuzlukların giderilmesi isteğinden kaynaklanmaktadır. Olumsuzlukları ve kayıpları en aza indirgeyebilecek bu çalışmalar; büyük şehirler için geçici depo, dağıtım merkezi ve yükleme noktalarının yerlerinin belirlenmesi; lojistik ağının belirlenmesi; yolların bozulması, güvensiz ve güvenli olmamasından kaynaklanabilecek lojistik ağı hatalarını en aza indirgeyecek çalışmaların planlanması ve yapılması; faaliyet birimleri (özel sektör, askeri ya da askeri olmayan kurumlar, devlet kurumları, AFAD) arası iletişim ağının planlanması ve uygulanması, vb. olarak gösterilebilir (Gösling ve Geldermann, 2014). Afet öncesi ve sonrasında yapılacak faaliyetler Çizelge 1’de gösterilmektedir.

2.1. Afet Öncesi Aktiviteler

Afet öncesi aktiviteler, stratejik plarlarda ve zararları azaltmada etkili bir role sahip olan, kısa ve uzun dönemli aktivitelerdir. Bu aktivitelerin amacı, afetin yıkıcı etkisini azaltmak ve toplumun sağlık ve refah düzeyini korumaktır (Can, 2005). Yardım merkezleri tesislerinin yerlerinin belirlenmesi, ihtiyaç depolama, tahliye, eğitim, uygun olmayan yapıların belirlenmesi, vb. bu kategorideki aktivitelerdir (Caunhye vd., 2012).

Hazırlık planları ve yapı/bina güçlendirmesi gibi risk önleme aktiviteleri afet alanındaki zararı azaltır. Afet öncesi modeller genellikle afetin etkilerindeki belirsizliklerden dolayı stokastik yaklaşıma sahiptir. İki aşamalı stokastik programlama, stokastik senaryo analiz yaklaşımı genellikle bu tür problemleri çözmede kullanılan modellerdir (Wisetjindawat vd., 2014).

Çizelge 1: Afet öncesi ve afet sonrası insani yardım lojistiği faaliyetleri (Gösling ve Geldermann, 2014)

Afet Öncesi Faaliyetler (Hazırlık Evresi)	Afet Sonrası Faaliyetler
<ul style="list-style-type: none">➤ Sabit depoların yerlerinin, kapasitesinin, tedarikçilerinin ve stoklanacak malzemelerin belirlenmesi➤ Önceden belirlenmiş taşıma araçlarının tipi, sayısı, yerleri, kapasiteleri ve tedarikçilerinin belirlenmesi➤ Profesyonel işgücünün yeri ve sayısının belirlenmesi	<ul style="list-style-type: none">➤ Topluluk düzeyinde değerlendirme ekiplerinin rotaları ve çizelgelerinin belirlenmesi➤ Sabit depoların ve dağıtım merkezlerinin yerlerinin, kapasitesinin ve stoklanacak malzemelerin belirlenmesi➤ Etkilenen yerleşim yerlerindeki teslimat noktalarının yerlerinin belirlenmesi➤ Öncelikli olmayan bağışların ayrılma yerlerinin belirlenmesi➤ Profesyonel ve gönüllü çalışanların bulunacakları yerlerin ve sayılarının belirlenmesi➤ Yardım malzemeleri için tedarikçilerin ve ikmal emirlerinin belirlenmesi➤ Teslimat araçlarının tiplerinin, yüklerinin, rotalarının ve çizelgelerinin belirlenmesi

2.1.1. Hazırlık Evresi

Afetin toplum üzerindeki etkisini azaltmada en etkili ve verimli faaliyetleri zamanında gerçekleştirmek için kalıcı karşı önlemler almak hazırlık evresinin amacıdır (Can, 2005).

Afet müdahale operasyonlarının verimliliği hazırlık evresinde yapılan aktivitelerin kalitesine bağlıdır. Bu nedenle, iyi hazırlanmış kaliteli planın anlamı kaynakları verimli kullanarak hayat kurtarma oranını arttırmasıdır. Bu evrenin iyi planlanması için hayatta kalanların ihtiyaçları ve tedarik zincirinin kapasitesinin tahmin edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bilgiler ışığında depolama ve dağıtım merkezlerinin yerleri, kapasiteleri, dağıtım araçları kapasiteleri ve personel sayısı gibi planlar oluşturulabilir (Wisetjindawat vd., 2014).

2.1.2. Zarar Azaltma Evresi

Zarar azaltma evresi, iyileşme ve hazırlık evrelerinden sonra gelir ve yeni bir olay gerçekleşene kadar devam eder. Afetin etkileri ve büyük kayıplardan korunmak için bu evrede gerçekleştirilen önleme aktiviteleri büyük önem taşır. Eğitim ve tatbikat, afet sırasında yapılacak faaliyetlerin prosedürlerinin incelenmesi, sigorta faaliyetleri ve yapıların denetlenmesi, vb. faaliyetler bu evrede gerçekleştirilmektedir (Can, 2005).

2.2. Afet Sonrası Faaliyetler

Afetin hemen sonrasında müdahale evresi ile başlayan, kısa ve uzun dönemli olarak ayrılan iyileşme evresinin bitimine kadar devam eden süreçtir. Bu süreçte gönüllülerin yaptığı yardımların yönetilmesi, arama-kurtarma çalışmaları, tahliye faaliyetleri, enkaz kaldırma işlemleri, kritik malzemelerin dağıtımı, toplanma yerlerinin güvenliği, malzemelerin temini ve kritik yapıların yenileme, vb. çalışmalar büyük önem taşımaktadır. Bu faaliyetler, ihtiyaçların ölümcül, kaynakların kıt, yardım malzemesi yığılmasının olduğu durumlarda karar destek sistemleri ve insani yardım lojistiği teknikleri ile oluşturur ve gerçekleştirilir (Holguín-Verasa vd., 2013).

2.2.1. Müdahale Evresi

Bu evrenin amacı (Özdamar ve Ertem, 2014; Can, 2005);

- Enkaz altındaki insanların kurtarılması ve yaralıların tedavisi,
- Su, yiyecek, barınma, kıyafet ihtiyaçlarının karşılanması,
- Afet alanının ve insanların güvenliğini sağlanmasıdır.

Müdahale evresi faaliyetleri kısa dönemli faaliyetlerden oluşmaktadır. Bu faaliyetler, arama-kurtarma, enkaz kaldırma, kritik malzemelerin (su, yiyecek, tıbbi malzeme) tedariki, insanların barınaklara tahliyesi, tahliye alanının güvenliğinin alınması, vb. olarak tanımlanır (Holguín-Veras vd., 2013). Afetin büyüklüğüne bağlı olarak bu faaliyetler ilk bir ya da iki aylık süreden oluşmaktadır. Bu süre sonrası iyileşme evresine geçiş başlar (Özdamar ve Ertem, 2014; Can, 2005).

2.2.2. İyileşme Evresi

Bu evrenin amacı, afetten etkilenen toplumun yaşamsal ihtiyaçlarının asgari düzeyde sağlanmasıdır. Bu ihtiyaçlara örnek olarak; su servisi, enerji, kanalizasyon sisteminin düzelmesi, eğitim, uzun dönemli kalıcı evler, ekonomik ve sosyal aktiviteler, vb. gösterilmektedir (Can, 2005).

3. YÖNTEM VE METODOLOJİ

Bu literatür araştırması çalışmasında, ISI Web of Knowledge, www.sciencedirect.com, Google akademik veri tabanları incelenmiştir. Öncelikle konu genel olarak araştırılmış, literatür araştırması kısmında Türkiye özeline odaklanılmıştır. Araştırma yapılırken, “afet yönetimi, afet lojistiği, insani yardım lojistiği, acil yardım lojistiği, afet operasyon yönetimi, Türkiye uygulamaları” anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Bu kapsamda 21 çalışmaya ulaşılmıştır. Bu çalışmalar afet kategorisi, afet evresi, seçilen ve değerlendirilen konu, matematiksel model içeren çalışmalar, seçme-değerlendirme çalışmaları ve kavramsal çalışmalar olarak sınıflandırılmıştır. Matematiksel model içeren çalışmalar, amaç fonksiyonlarına göre, belirsizliği dikkate alma durumlarına göre, model tipine ve çözüm tekniğine göre incelenmiştir.

3.1. İnsani yardım/Afet Lojistiği Literatürünün Sınıflandırılması ve Bulgular

İnsani yardım/Afet lojistiği literatürünün Türkiye uygulamaları açısından incelenmesi ile oluşturulmuş olan sınıflandırma tablosu Çizelge 2’de gösterilmiştir. İncelenen çalışmaların yayınlandığı dergi ve kongreler şu şekildedir: Computers & Operations Research (üç çalışma), European Journal of Operational Research (üç çalışma), Procedia Social and Behavioral Science (üç çalışma), Journal of the Operational Research Society (iki çalışma), Procedia Engineering(iki çalışma), Computers&Industrial Engineering (iki çalışma), Transportation Research Part C (bir çalışma), Transportation Research Part E (bir çalışma), OMEGA (bir çalışma), Engineering Geology (bir çalışma), Electronic Notes in Discrete Mathematics (bir çalışma), Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi-2012 (bir çalışma), Finans&Politik ve Ekonomik Yorumlar (bir çalışma), Socia Economic Planning Sciences (bir çalışma), Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi-2014 (bir çalışma), Cities (bir çalışma), Journal of Acute Disease (bir çalışma), Expert Systems With Applications (bir çalışma), Socio-Economic Planning Sciences (bir çalışma).

Bu çalışma kapsamında incelenmiş olan kavramsal çalışmaların hepsi afet öncesi süreçleri ele alan çalışmalardır. Matematiksel modeller içeren çalışmaların %87’si tek amaçlı, % 13’ü çok amaçlı modellerdir. Çalışmaların %87’sinde problemdeki belirsizlik dikkate alınmıştır. Bu çalışmalardan önemli bir kısmı belirsizliği senaryo analizleri ile incelemiştir. Dikkate alınan belirsizlik faktörleri talep ve tedarik seviyeleri, yol ve yapıların hasar durumları, yardımın ulaştırılma ve taşıma zamanları, ekipman mevcudiyeti, vb. konuları ile ilgilidir. Literatürde ihtiyaç/acil yardım lojistiği çalışmaları enkaz kaldırma, tesis yer seçimi, stok kararları, uygun olmayan yapıların güçlendirme kararı, rotaların ya da bağlantıların hasar durumları, risk değerlendirmeleri ve afet öncesi eğitimin önemi vb. gibi konuları ele almıştır.

İnsani yardım/Afet lojistiği literatürü incelendiğinde, yapılmış olan çalışmalar çok eskiye dayanmaktadır. Ancak bu çalışmalar Türkiye ile sınırlandırıldığında, genel olarak 2000 yılı sonrasında oldukları görülmektedir. Bunun nedeni; 1999 Kocaeli depremi sonrası yaşananlardan sonraki ülke genelindeki bilinçlenme ve konunun öneminin anlaşılması; teknolojik gelişmelerle birlikte veri toplanması ve analizin kolaylaşması; konuya ayrılan kaynakların artırılması; Afet Koordinasyon ekiplerinin genişletilmesi ve koordinasyon planlarında görülen eksiklikler vb. olarak özetlenebilir.

Yapılan inceleme ve sınıflandırma çalışması sonucunda görülmüştür ki, İnsani yardım/Afet lojistiği literatüründe Türkiye için yapılan çalışmalarla ilgili halen eksiklikler vardır. Konu Türkiye açısından göreceli olarak yeni bir konudur. Uygulama açısından baktığımızda, Ankara, İstanbul, Çanakkale, Eskişehir, Rize gibi belirli şehirlere odaklanılmış, diğer afet riski taşıyan alanlarla ilgili çalışma olmadığı görülmüştür. Afet türü açısından genellikle depreme odaklanılmıştır, sel felaketi, terör saldırıları, enerji kaynaklarının tükenmesi savaş durumu, heyelan, kasırga, hortum vb. risklerle ilgili çalışma alanlarında önemli bir açık görülmektedir. İncelenen konu açısından bakıldığında, Türkiye uygulamaları için gönüllü yönetimi, arama kurtarma ekiplerinin tahsis ve koordinasyonu, sadece belirli bölgeler için yapılmış olan yol zararı azaltma, ağ tasarımı, geçici konaklama yerleri ve sahra hastanelerinin kurulması gibi çalışmaların diğer risk içeren bölgeler için de yapılması konularında açık olduğu görülmektedir.

Çizelge 2: Afet Yönetimi ve insani yardım lojistiği konularında yapılan çalışmalar

Çalışmayı Yapan Kişiler, Yıl	Afet Kategorisi	Afet Evresi	Seçilen veya Değerlendirilen Konu	Matematiksel Model				Seçme Değerlendirme Çalışmaları	Kavramsal Çalışmalar
				Amaç Fonksiyonları	Belirsizliği Dikkate Alma	Model Tipi	Çözüm Tekniği		
Peeta vd., 2010	Öncesi	Hazırlık	Yol ağı güçlendirmesi için yatırım kararı	En kısa yol maliyeti beklentisi minimizasyonu	Yolların hasar olasılıkları	Stokastik programlama	2 aşmalı stokastik programlama	—	—
Görmez vd., 2011	Öncesi	Hazırlık	Tesis yer seçimi (Depo yeri seçimi)	1 aşama model: Taleple ağırlıklandırılmış mesafenin uzaklığı minimizasyonu 2 aşama model: 1 Amaç: Afet zedelerin ortalama yolculukluk mesafeleri minimizasyonu 2 Amaç: Yeni kurulacak tesislerin sayısının minimizasyonu	Senaryo analizleri	1 aşama model: Tam sayılı programlama 2 aşama model: 0-1 Tam sayılı programlama	ε-kısıt metodu	—	—
Noyan, 2012	Öncesi	Hazırlık	Tesis yeri belirlenmesi ve envanter seviyesi belirleme	1 aşama model: Maliyet minimizasyonu 2 aşama model: Maliyet minimizasyonu	Talep ve ulaşım ağındaki yıkımın seviyesi	Stokastik programlama	İki aşamalı ortalama-risk stokastik programlama	—	—
Özgüven ve Özbay, 2013	Öncesi	Hazırlık	Acil ihtiyaç envanter seviyesi belirleme	Maliyet minimizasyonu	Envanter seviyesi, talep	Stokastik envanter kontrol modeli	p-seviyeli etkin noktalar (pLEPs) methodu + Prékopa-Vizvari- Badics algoritma	—	RFID teknolojisi kullanımı
Salman ve Yücel, 2014	Öncesi	Hazırlık	Tesis yer seçimi (Ağ bağlantı hatası olma durumu)	Talebin karşılama seviyesinin maksimizasyonu	Farklı senaryoların oluşma olasılıkları	Stokastik tamsayılı programlama	Tabu arama algoritması	—	—
Üstün ve Anagün, 2015	Öncesi	Hazırlık	Zarar azaltma bütçesi tahsisi	1 Amaç: Daha hızlı zarar azaltmanın yapılmasının maksimizasyonu 2 Amaç: Güçlendirilmiş yapıların sayısının maksimizasyonu 3 Amaç: Stratejik olarak önemli yapıların güçlendirilme çalışmalarının maksimizasyonu	—	Lineer model; Karma tamsayılı model	Ağırlıklı toplam yöntemi (Lineer model); Epsilon kısıtı yöntemi (Karma tamsayılı model); Veri zarflama analizi (paretoa etkin çözümlerin karşılaştırılması için)	—	—
Kılıcı vd., 2015	Öncesi	Hazırlık	Barınak yeri belirleme	En düşük ağırlıklı barınak alanının ağırlığının maksimizasyonu	Farklı parametre değerleri için seneryo analizleri	Karma tamsayılı lineer programlama	Gürbüz (Robust) optimizasyon	—	—
Akgün vd., 2015	Öncesi	Hazırlık	Tesis yerleşimi	Riskin minimizasyonu (p-merkezli risk modeli); Talep noktası ve en yakın tesisin arasındaki maksimum uzaklığın minimizasyonu (p-merkezli model)	Talep bölgesi riskleri için hata karar ağacı analizi; Farklı p değerleri için seneryo analizleri	Doğrusallaştırılmış Tam sayılı model; p-merkezli risk modeli (karşılaştırma için)	Hata ağacı analizi (talep noktalarının dayanıklılığının ölçülmesinde); Doğrusallaştırma ve lineer tamsayılı program olarak çözme metodolojisi	—	—
Barbarosoğlu vd., 2002	Sonrası	Müdahale	Üst seviye kararlar: Helikopter filosu belirleme, pilot atama ve tur sayısı belirleme Alt seviye kararlar: rotalama ve	Üst seviye kararlar modeli: Helikopter ve pilotların maliyetinin minimizasyonu Alt seviye kararlar modeli: Hizmetin tamamlanma zamanının minimizasyonu	—	Üst seviye kararlar modeli: Tamsayılı programlama Alt seviye kararlar modeli: Karma tamsayılı programlama	Üst ve alt seviye koordinasyonu için sezgisel yaklaşım	Alternatif çözümlerin karşılaştırılması için çok kriterli karar verme	—

			yükleme analizi						
--	--	--	-----------------	--	--	--	--	--	--

Çizelge 2 - Devam: Afet Yönetimi ve insani yardım lojistiği konularında yapılan çalışmalar

Çalışmayı Yapan Kişiler, Yıl	Afet Kategorisi	Afet Evresi	Seçilen veya Değerlendirilen Konu	Matematiksel Model				Seçme Değerlendirme Çalışmaları	Kavramsal Çalışmalar
				Amaç Fonksiyonları	Belirsizliği Dikkate Alma	Model Tipi	Çözüm Tekniği		
Barbarosoğlu ve Arda, 2004	Sonrası	Müdahale	Afet müdahale durumunda ulaşım durumu	1 aşama model: Toplam ilk aşama taşıma maliyetlerinin ve beklenen yardım kaynağı maliyetlerinin minimizasyonu 2 aşama model: Belirli senaryolar için toplam akış, mod değiştirme, envanter tutma ve eksikliği ile ilgili ceza maliyetleri minimizasyonu	Taşıma sistemlerinin hasar görmesinden kaynaklanan belirsizlik, kapasite, talep ve tedarik parametreleri için geliştirilen senaryo analizleri ile dikkate alınmıştır.	Çok ürünlü çok modlu ağ akış modeli: Stokastik lineer programlama	Stokastik lineer programlama yaklaşımı	—	—
Yi ve Özdamar, 2007	Sonrası	Müdahale	Tahliye ve destek için lojistik koordinasyon modeli	Hizmet gecikmesinin minimizasyonu	Farklı nod, lokasyon ve araç sayısı için senaryo analizleri	Karma tamsayılı çok ürünlü ağ akış modeli	1 aşama: Karma tamsayılı çok ürünlü modelin çözümü 2 aşama: Araç rotalarının ve yükleme/boşaltma talimatlarının geliştirilmesi	—	—
Arşık ve Salman, 2013	Sonrası	Müdahale	Karayolu ağının depremden zarar görülebilirlik modellemesi	Rota tabanlı erişilebilirlik ölçütü	Bağlantıların sağlam kalma olasılığı incelenmiştir.	Ağ içerisindeki bağlantı yollarının sağlam kalması olasılıklarının modellenmesi	İstatistiksel analizler	—	—
Salman ve Gül, 2014	Sonrası	Müdahale	Kapasite tahsisi ve acil ihtiyaç dağıtımı ve tıbbi yardım servisi sağlama	Karma tamsayılı model: Toplam ihtiyaç maddelerinin taşınması ve toplam bekleme zamanlarının minimizasyonu Taşıma ve yer seçimi modeli: Toplam ihtiyaç maddelerinin taşınması, toplam bekleme zamanlarının ve sahra hastahanesi kurma maliyetlerinin minimizasyonu	Hasta gelişleri, periyot sayısı ve taşıma zamanları parametrelerinin farklı durumları için senaryo analizleri	Karma tamsayılı model (Dinamik ihtiyaç taşıma modeli) + Tamsayılı model	Hiyerarşik analiz yaklaşımı	—	—
Aksu ve Özdamar, 2014	Sonrası	Müdahale	Kapanmış yolların belirlenmesi ve kısıtlı kaynaklarla temizlenmesi (Ulaşılabilirlik ve Tahliye)	1 aşama model: Rotaların restorasyonunda ağırlıklandırılmış erken tamamlanma zamanlarının maksimizasyonu 2 aşama model: Felaket alanındaki tüm bölgeler için toplam erken hizmetin maksimizasyonu 2 aşama motive edilmiş model: Herhangi iki bölgenin erken değerleri arasındaki maksimum farkın minimizasyonu	Farklı ekipman mevcudiyeti senaryoları için analizler	Tam sayılı programlama (Enkaz kaldırma çizelgeleme modeli); 0-1 tamsayılı programlama modeli (ekipman tahsisi modeli); Modife edilmiş tamsayılı programlama modeli (ekipman tahsisi modeli)	Tam sayılı programlama ile çözüm	—	—
Özdamar vd., 2014	Sonrası	Müdahale	Mevcut ve potansiyel yerleşim bölgelerinin analizi	1 Amaç: Kümülatif ulaşılama ölçeğinin minimizasyonu 2 Amaç: Tamamlanma zamanının minimizasyonu	Yolların farklı kapanma oranlarına göre ve farklı temizleme ekipmanı sayılarına göre senaryo analizleri;	Yinelemeli karma tam sayılı modelleme	Sezgisel	—	—
Sahin vd., 2015	Sonrası	Müdahale	Afet müdahale süresince enkaz kaldırma	Kapanmış yollardaki enkazın temizlenmesi için harcanan toplam seyahat (ulaşım ve enkaz kaldırma) çabasının minimizasyonu	Ağ boyutu arttıkça artan çözüm süresinin azaltılması	Ayrıt ve düğüm rotalama (genel rotalama) modeli	Sezgisel	—	—

					incelenmiştir.				
--	--	--	--	--	----------------	--	--	--	--

Çizelge 2 - Devam: Afet Yönetimi ve insani yardım lojistiği konularında yapılan çalışmalar

Çalışmayı Yapan Kişiler, Yıl	Afet Kategorisi	Afet Evresi	Seçilen veya Değerlendirilen Konu	Matematiksel Model				Seçme Değerlendirme Çalışmaları	Kavramsal Çalışmalar
				Amaç Fonksiyonları	Belirsizliği Dikkate Alma	Model Tipi	Çözüm Tekniği		
Onan vd., 2015	Sonrası	İyileşme	Çevresel olarak sürdürülebilir bir yol bulmak için atıkların toplanıp taşınması planlarını içeren modelle geçici depolama merkezlerinin yerlerinin belirlenmesi	1 aşama model: Geçici depolama merkezleri için yerlerin belirlenmesi modeli 1 Amaç: Geçici depolama alanlardan atık kaynağı noktalarına toplam ortalama ağırlıklı mesafelerin minimizasyonu 2 Amaç: Geçici depolama bölgesi içeren hücrelerdeki toplam nüfusun minimizasyonu 2 aşama model: Yer belirleme ve tahsis modeli 1 Amaç: Geçici depolama alanlarını kurma ve bu alanlara atık taşıma maliyetlerinin minimizasyonu 2 Amaç: Geri dönüşüm ve ayırma tesislerinin oluşturduğu risklere maruz kalan popülasyonun minimizasyonu	—	Çok amaçlı tam sayılı programlama modeli	2 aşamalı çok amaçlı optimizasyon (NSGA-II)	—	—
Alparslan vd., 2008	Öncesi	Hazırlık	Afetin etkisini azaltma konusunda yerleşim uygunluk için bir coğrafi bilgi sistemi modeli	—	—	—	—	GIS modeli (ana faydan uzaklık, zemin ivmesi, Jeolojik zemin tipi ve arazinin eğimi): Bolu civarındaki mevcut yerleşim ve yeni yerleşim alternatiflerinin depreme dayanıklılık açısından araştırılması	—
Börühan vd., 2012	Öncesi	Hazırlık	—	—	—	—	—	—	Afet Yönetiminde Lojistik Planlama ve Kontrol Listesi Yönetmenin Önemi
Caymaz vd., 2013	Öncesi	Hazırlık	—	—	—	—	—	—	Afet kriz yönetimi
Ersoy ve Börühan, 2013	Öncesi	Hazırlık	—	—	—	—	—	—	Lojistik Süreçler Açısından Afet Lojistiğinin Önemi

Tanyaş vd., 2014	Öncesi	Hazırlık	—	—	—	—	—	—	İnsani yardım lojistiği için olan afet koordinasyon merkezlerinin koordinasyon ve işbirliği fonksiyonlarının incelenmesi
Kaynak ve Tuğır, 2014	Öncesi	Hazırlık	—	—	—	—	—	—	İnsani yardım lojistiği için olan afet koordinasyon merkezlerinin koordinasyon ve işbirliği fonksiyonlarının incelenmesi
Jahre vd., 2015	Öncesi	Hazırlık	—	—	—	—	—	—	Geçmişte olan 3 farklı deprem örneği incelenerek Tedarik zinciri ihtiyaçların belirlenmesi
Güzey, 2015	Öncesi	Hazırlık	—	—	—	—	—	—	Afet için risk taşıyan alanlarla ilgili olan son yasal düzenleme göz önüne alınarak Türkiye'deki kentsel dönüşüm ve riskli alanlar yasal düzenlemeleri incelenerek Ankara'daki afet riski taşıyan yerlerin deprem riski, kentsel gelişim ve kentsel dönüşümdeki politikaları incelenmiştir.

Ozkazanc ve Yuksel, 2015	Öncesi	Hazırlık	—	—	—	—	—	—	Yükseköğretim öğrencilerinin afet bilincinin değerlendirilmesi ve duyarlılık düzeyi incelenmiştir. Bu proje için veriler Gazi Üniversitesi Mimarlık, Şehir ve Bölge Planlama öğrencileri ile yapılan anketle veri toplama yöntemi ile elde edilmiştir. Bu çalışma ile afet zararlarının azaltılması eğitimlerinin ihtiyacı da ortaya konmuştur.
Koçak vd., 2015	Öncesi	Hazırlık	—	—	—	—	—	—	Afetler karşı acil sağlık hizmetleri personelinin bireysel hazırlık davranışları belirlenmektedir. Çalışmada Mann-Whitney, Kruskal-Wallis ve ki-kare istatistiksel teknikler kullanılmıştır. Çalışma sonucunda hangi eğitim düzeyinde olursa olsun çalışanların afet ve acil durumlar için eğitim alması gerektiğine ulaşılmıştır.
Albayrak vd., 2015	Öncesi	Hazırlık	—	—	—	—	—	—	Bu çalışmada Kentsel alanlarda mevcut bina stokunun için hızlı sismik risk değerlendirmesi yapılmıştır. Kentsel yapı stoklarındaki sismik başarısızlık risk değerlendirmesi (yüksek risk, orta risk, düşük risk) için önerilen metodoloji SUCUOĞLU tarafından geliştirilen

									tarama prosedürü teknikleri dayanmaktadır. Risk değerlendirmede binanın yaşı, geçirdiği afetlerin sayısı, hafif olayların varlığı, kısa kolon, ağır çıkmalar, etkiyen vurma başlıkları kullanılmıştır.
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4. SONUÇ

Afet yönetimi ve afet/insani yardım lojistiği konusu literatürde çok geniş yer bulmuştur. Bu literatür araştırmasında konu ile ilgili Türkiye için yapılmış çalışmalara odaklanılmıştır. Konu ile ilgili literatür araştırılıp, sınıflandırma çalışması yapıldıktan sonra, Türkiye açısından konunun literatüründeki eksikliklerine değinilmiştir ve gelecekte yapılabilecek çalışmalarla ilgili bazı öneriler getirilmiştir.

Afet yönetimi ve afet/insani yardım lojistiği konusunun Türkiye uygulamalarının, İstanbul, Ankara gibi çok az sayıda şehre odaklandığı görülmüştür. İlgili çalışmaların, Türkiye’de risk içeren diğer bölgeler için de yapılması ihtiyacı bulunmaktadır. Afet türü açısından sadece deprem konusu incelenmiştir. Sel baskını, terör riski, enerji kaynakları ile ilgili olası problemler, kasırga vb. gibi diğer afet türleri ile ilgili çalışmalar konusunda önemli bir açık vardır. Gönüllü yönetimi, arama-kurtarma ekibi tahsisi ve koordinasyonu gibi bazı uygulama alanları ile ilgili çalışmaların da yapılmasına ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.

Bu çalışma, afet yönetimi ve afet/insani yardım lojistiği konusunda Türkiye’de çalışma yapmak isteyenlere, bu alanda hangi eksikliklerin olduğu ve gelecekte ne tür çalışmalar yapılabileceği konusunda genel bilgi verip, özet niteliği taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Akgün, İ., Gümüşbuğa, F., Tansel, B., (2015), “Risk based facility location by using fault tree analysis in disaster management”, *Omega*, Vol. 52, pp. 168–179.
- Aksu, D. T., Özdamar, L., (2014), “A mathematical model for post-disaster road restoration: Enabling accessibility and evacuation”, *Transportation Research Part E*, Vol. 61, pp. 56-67.
- Albayrak, U., Canbaz, M., Albayrak, G., (2015), “A rapid seismic risk assessment method for existing building stock in urban areas”, *Procedia Engineering*, Vol. 118, pp. 1242-1249.
- Alparslan, E., İnce, F., Erkan, B., Aydoğan, C., Özen, H., Dönertaş, A., Ergintav, S., Yağsan, F.S., Zateroğulları, A., Eroğlu, I., Değer, M., Elalmış, H., Özkan, M., (2008), “A GIS Model for Settlement Suitability Regarding Disaster Mitigation, A Case Study in Bolu Turkey”, *Engineering Geology*, Vol. 96, pp. 126-140.
- Arşık, İ., Salman, F. S., (2013), “Modeling Earthquake Vulnerability of Highway Networks”, *Electronic Notes in Discrete Mathematics*, Vol. 41, pp. 319–326.
- Barbarosoğlu, G., Özdamar, L., Çevik, A., (2002), “An interactive approach for hierarchical analysis of helicopter logistics in disaster relief operations”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 140, pp. 118-133.
- Barbarosoğlu, G., Arda, Y., (2004), “A two-stage stochastic programming framework for transportation planning in disaster response”, *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 55, pp. 43–53.
- Börühan, G., Ersoy P., Tek Ö. B., (2012), “Afet Yönetiminde Lojistik Planlama ve Kontrol Listesi Yönetiminin Önemi”, *Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi*. pp. 10-12 Mayıs 2012, Konya, Türkiye.
- Can, E., (2005), *Entegre Afet Yönetim Sistemi ve İlkeleri*; Kadioğlu, M., Özdamar, E., eds., “Afet Yönetiminin Temel İlkeleri” içinde; 1-8, JICA Türkiye Ofisi Yayın No: 1, Ankara, Türkiye.
- Caunhye A. M., Nie X., Pokharel S., (2012), “Optimization models in emergency logistics: A literature review”, *Socio-Economic Planning Sciences*, Vol. 46(1), pp. 4-13.
- Caymaz, E., Akyon, F. V., Erenel, F., (2013), “A Model Proposal for Efficient Disaster Management: The Turkish Sample”, *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Vol. 99, pp. 609-618.
- Ersoy P., Börühan, G. (2013), “Lojistik Süreçler Açısından Afet Lojistiğinin Önemi”, *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, Vol. 50(78), pp. 75-85.
- Galindo G., Batta R., (2013), “Review of recent developments in OR/MS research in disaster operations management”, *European Journal of Operational Research*, Vol. 230, pp. 201-211.
- Görmez, N., Köksalan, M., Salman F. S., (2011), “Locating Disaster Response Facilities in Istanbul”, *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 62, pp. 1239-1252.
- Gösling H., Geldermann J., (2014), “A framework to compare OR models for humanitarian logistics”, *Procedia Engineering*, Vol. 78, pp. 22-28.

- Güzey, Ö., (2015), "The last round in restructuring the city: Urban regeneration becomes a state policy of disaster prevention in Turkey", *Cities*, Vol. 50, pp. 40–53.
- Holguín-Veras J., Pérez N., Jaller M., Van Wassenhove L. N., Aros-Vera F., (2013), "On the appropriate objective function for post-disaster humanitarian logistics models", *Journal of Operations Management*, Vol. 31, pp. 262-280.
- Jahre, M., Ergun, O., Goentzel, J., (2015), "One Size Fits All? Using Standard Global Tools in Humanitarian Logistics", *Procedia Engineering*, Vol.107, pp. 18–26.
- Kaynak, R., Tuğer, A. T., (2014), "Coordination and collaboration functions of disaster coordination centers for humanitarian logistics", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 109, pp. 432 – 437.
- Kılıcı F., Kara, B. Y., Bozkaya, B., (2015), "Locating temporary shelter areas after an earthquake: A case for Turkey", *European Journal of Operational Research*, Vol. 243, pp. 323-332.
- Kovács G., Spens K., (2009), "Identifying challenges in humanitarian logistics", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 39(6), pp. 506-528.
- Koçak, H., Çaliskan, C., Kaya, E., Yavuz, Ö., Altintas, K., H., (2015), "Determination of individual preparation behaviors of emergency health services personnel towards disasters", *Journal of Acute Disease*, Vol. 4(3), pp. 180-185.
- Noyan, N., (2012), "Risk-averse two-stage stochastic programming with an application to disaster management", *Computers & Operations Research*, Vol. 39, pp. 541–559.
- Onan, K., Ülengin, F., Sennaroğlu, B., (2015), "An evolutionary multi-objective optimization approach to disaster waste management: A case study of Istanbul, Turkey", *Expert Systems With Applications*, Vol. 42, pp. 8850–8857.
- Ozguven, E. E., Ozbay, K., (2013), "A secure and efficient inventory management system for disasters", *Transportation Research Part C*, Vol. 29, pp. 171–196.
- Ozkazanc, S., Yuksel, U., D., (2015), "Evaluation of disaster awareness and sensitivity level of higher education students", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 197, pp. 745-753.
- Özdamar, L., Aksu, D. T., Ergüneş, B., (2014), "Coordinating debris cleanup operations in post disaster road networks", *Socio-Economic Planning Sciences*, Vol. 48, pp. 249-262.
- Özdamar L., Ertem M. A., (2014), "Models solutions and enabling technologies in humanitarian logistics", *European Journal of Operational Research*, pp. 1-11.
- Peeta, S., Salman, F. S., Gunnec, D., Viswanath, K., (2010), "Pre-disaster investment decisions for strengthening a high way network", *Computers & Operations Research*, Vol. 37, pp. 1708-1719.
- Sahin, H., Kara, B.Y., Karasan, O.E., (2015), "Debris removal during disaster response: A case for Turkey", *Socio-Economic Planning Sciences*, pp. 1–11.
- Salman, F. S., Gül, S., (2014), "Deployment of field hospitals in mass casualty incidents", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 74, pp. 37–51.
- Salman, F. S., Yücel, E., (2014), "Emergency facility location under random network damage: Insights from the Istanbul case", *Computers & Operations Research*, pp. 1-16.
- Tanyaş, M., Günelay, Y., Aksoy, L., Küçük, B., (2013), *İstanbul İli Afet Lojistik Planı Klavuzu*, 1.Baskı, LODER Lojistik Derneği Yayınları, İstanbul.
- Tanyaş, M., Günelay, Y., Aksoy, L., Küçük, B., (2014), "Afet Lojistik Yönetiminde Rize İline Yönelik Yeni Model Önerisi", III.Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi, Book of Abstracts, p.256, 15-16 Mayıs 2014, Trabzon, Türkiye.
- Üstün, A.K., Anagün, A.S., (2015), "Multi-objective mitigation budget allocation problem and solution approaches: The case of _Istanbul", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 81, pp. 118-129.
- Wisettjindawat W., Ito H., Fujita M., Eizo H., (2014), "Planning Disaster Relief Operations", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 125, pp. 412-421.
- Yi, W., Özdamar, L., (2007), "A dynamic logistics coordination model for evacuation and support in disaster response activities", *European Journal of Operational Research*, Vol. 179, pp. 1177-1193.