

MÜHİMMAT DAĞITIM AĞI TASARIMI PROBLEMİ: LİTERATÜR TARAMASI

*Hamit ERDAL**

Alınış Tarihi: 06 Temmuz 2017

Kabul Tarihi: 27 Ekim 2017

Öz: Dağıtım ağı tasarımı alınan kararların genellikle stratejik seviyede ve uzun dönemli etkileri olması nedeniyle kritik özelliğe sahiptir. Dağıtım ağı tasarımı, tesislerin hangi lokasyonlara yerleştirilmesi gerektiği, ürün ve hizmetlerin müşterilerle nasıl buluşturulacağı, hangi ürünün nerede ve ne miktarda üretilmesi, müşterilerin hangi tesisten ürün ya da hizmet alacağı, depolama tesislerinde ne miktarda stok bulundurulacağı gibi birçok soruya cevap aranır. Aynı soruların güvenlik kuvvetlerinin savaş ve barış şartlarında temel argümanı olan silah sistemlerinde kullanılan mühimmatlar için sorulması ile mühimmat dağıtım ağı tasarımı problemi ele alınmaya başlanmıştır. Literatürde dağıtım ağı tasarımı konusunda pek çok çalışma bulunmasına rağmen mühimmat dağıtım ağı tasarımı problemi konusunda sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Mühimmatın depolanması ve sevk edilmesi ülkelerin kaderini etkileyebilecek öneme sahip olması nedeniyle bu çalışmada mühimmat dağıtım ağı tasarımı problemini konu edinen çalışmalar taranmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mühimmat, Dağıtım Ağı Tasarımı Problemi, Mühimmat Dağıtım Ağı Tasarımı Problemi, Literatür Taraması.

AMMUNITION DISTRIBUTION NETWORK DESIGN PROBLEM: A LITERATUR REVIEW

Abstract: Decision-making on distribution network design is critical because it is often strategic and has long-term effects. In the distribution network design, many questions such as how the facilities should be located, how the products and services are to be brought together with the customers, where and how much of the products will be produced, what products or services the customers will receive, and how much stock will be kept in the storage facilities will be sought. The question of the ammunition distribution network design has begun to be addressed by the questioning of the same questions for the ammunition used in the weapon systems, which is the main argument of the security forces in war and peace time. Despite the fact that there are many studies in the literature on distribution network design, ammunition distribution network design problem has been dealt with in a limited study. Transportation and storage of the ammunition has a great importance since it may affect the destiny of the countries, the previous studies on the ammunition distribution network design problem have been reviewed.

Keywords: Ammunition, Distribution Network Design Problem, Ammunition Distribution Network Design Problem, Literature Review.

* Dr. Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Üretim Yönetimi ve Pazarlama Bölümü

I. Giriş

Mühimmat; göreve yönelik askeri hedefler, personel ve malzemeye zarar verdirmek amacıyla elle ve silah sistemleriyle atılan, havadan bırakılan, araziye yerleştirilen, güdümlü ve güdümsüz olarak rampalardan fırlatılan, patlayıcı, kimyasal, biyolojik, nükleer ve radyolojik madde veya maddeleri kapsayan harp malzemesi olarak tanımlanmaktadır. Patlayıcı maddelerden oluşan veya patlayıcı madde içeren tahrip malzemeleri de bu tanıma dâhildir (Lafsözlük, 2017).

Mühimmat, barışta ve savaşta en önemli askeri ikmal maddelerinden biridir. Harekâtın devamlılığı için mühimmat yaşamsal önem taşır. Bunun için; barıştan itibaren yeterli miktarda mühimmat stokunun, icra edilen görevleri destekleyecek şekilde, ihtiyaç sahibi askeri birliklere dağıtılması ve bu stokların elverişli bir durumda muhafazası ile eksilen stokların tamamlanması son derece önemlidir. Bu da, ancak iyi işleyen bir dağıtım ağı sistemi ile gerçekleşir (Bayram, 2002:5).

Mühimmat Dağıtım Ağı Tasarımı Problemi (MDATP)'nin ana amacı askeri birliklerin ihtiyacı olan mühimmatı, istenilen yer ve zamanda, icra edilen görevleri azami destekleyecek şekilde hizmete elverişli olarak bulundurmak için dağıtım ağını tasarlamaktır.

Genel olarak dağıtım ağı tasarımı problemi (DATP) ile benzer karakteristiklere sahip olmasına rağmen MDATP istenmeyen tesis (NIMBY-Not In My Back Yard) ve ürün özelinde tasarlanması nedeniyle bir takım zorluklar içermektedir.

İstenmeyen tesisler, çevresinde yaşayan/bulunan canlı ve cansız varlıklar üzerinde olumsuz dış etkileri olan tesislerdir. İstenmeyen tesis yerleşim problemleri de bu tip tesislerin sosyal maliyetlerini aza indirmek amacıyla nüfusun yoğun olduğu yerleşim merkezlerinden olabildiğince uzağa yerleştirmeye çalışmaktadır. Bu tip tesislere örnek olarak nükleer santraller, atık toplama noktaları, hapisaneler, askeri kurumlar, mühimmat depoları ve çevreyi kirleten fabrikalar gösterilebilir (Farahani vd., 2009:348).

Literatürde DATP konusunda pek çok çalışma bulunmasına rağmen MDATP konusunda sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. Ayrıca şimdiye kadar yapılan çalışmaların incelendiği başkaca bir literatür taramasına rastlanmamıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde gerçekleştirilen literatür taramasının nasıl uygulandığı açıklanmış, üçüncü bölümünde kısaca DATP ve yapılan sınıflandırmalar tanıtılmış, dördüncü bölümünde MDATP için literatürde yapılan çalışmalar ortaya konulmuş, ileride yapılacak çalışmalara önerilerinde bulunduğu sonuç bölümüyle çalışma tamamlanmıştır.

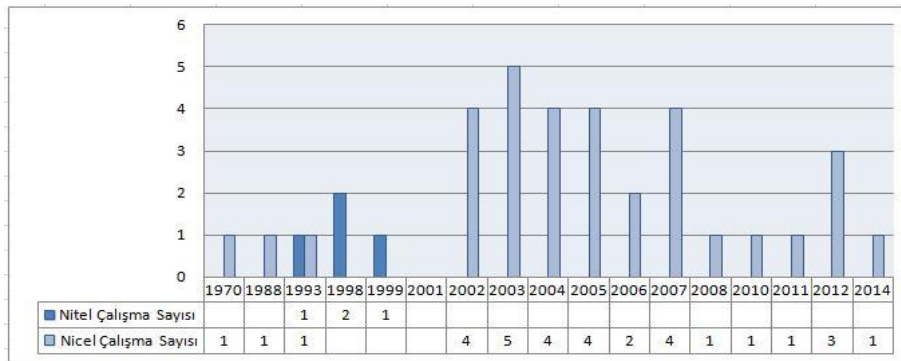
II. Araştırma Metodolojisi

MDATP için yıllar içerisinde çok az sayıda yayın yapılmıştır. Bu çalışmada 4 aşamalı bir araştırma yöntemi kullanılmıştır. İzlenen adımların şematik gösterimi Şekil 1’de sunulmuştur.

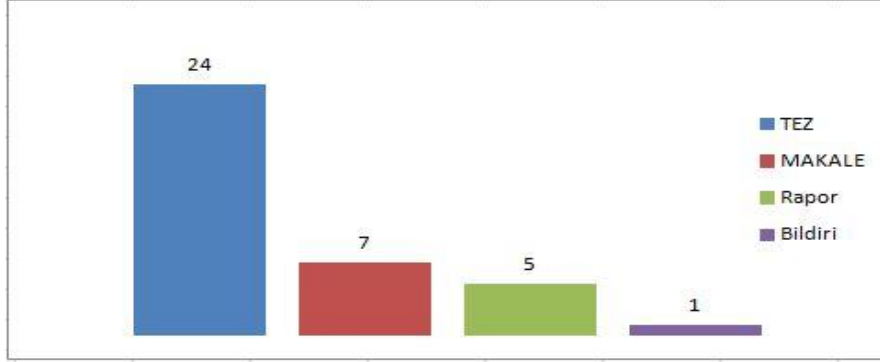


Şekil 1. Araştırma yönteminin şematik gösterimi

Öncelikle araştırma için anahtar kelimeler “mühimmat”, “mühimmat dağıtımı”, “mühimmat dağıtım ağı”, “mühimmat deposu”, “silah sistemi” olarak belirlenmiştir. Daha sonra başta akademik veri tabanları (EBSCOhost, Emerald, Google Scholar, IEEEExplore, Ingenta, Metapress, ProQuest, ScienceDirect, Springer, Taylor and Francis, and Wiley) olmak üzere Türkçe ve İngilizce dillerinde yapılan lisansüstü tezler, bildiriler ve kitaplar da incelemeye dahil edilerek belirlenen anahtar kelimelere göre taranmıştır. Bunun ardından belirlenen 68 yayın MDATP özelinde ele alınıp alınmadıklarının belirlenmesi için önce özetleri incelenerek ayıklanmıştır. Ayıklanan yayınların tüm metni incelenerek en az bir MDATP konusunun ele alındığı çalışmalar belirlenmiştir. Son olarak atlanan çalışma kalmaması için aynı işlem belirlenen yayınların kaynakları içinde tekrar edilmiştir. Özellikle mühimmat üretimi ile kimya ve metalürji dallarında yapılan yayınlar kapsam dışı bırakılmıştır. Bu çalışmaların yıllar içerisinde dağılımı ve sayısı Şekil 2’de, türlerine göre sayısı ve dağılımı Şekil 3’de sunulmuştur.



Şekil 2: MDATP için yıllara göre yapılan yayın sayısı.



Şekil 3: MDATP için türlerine göre yapılan yayın sayısı.

Sonuç olarak elde edilen 37 yayının sınıflandırması ve analizi için ön inceleme yapılmış ve literatürde, MDATP'ne yönelik yapılan çalışmaların; atama, yer seçimi, yerleştirme-atama, araç rotalama, araç rotalama-çizelgeleme, yerleştirme-arac rotalama, stok yönetimi, üretim zamanı/miktarı belirleme, tersine lojistik ve sistem (performans) analizi problemleri üzerine yoğunlaştığı belirlenmiştir.

III. Dağıtım Ağı Tasarımı Problemi (DATP)

Tedarik zincirinin verimliliği çok sayıda faktörden etkilenir. Bu faktörlerden en sık görüleni dağıtım ağı tasarımı ve bu kapsamda hizmet verecek tesis yerlerinin belirlenmesidir. Bu sayede maksimum kâr veya minimum maliyetle müşteri talepleri karşılanabilmektedir (Gen ve Syarif, 2005:799).

DATP, bir dağıtım ağına yerine getirilen tüm fonksiyonların uzun vadede etkin çalışabilmesi için çözülmesi gereken en hayati karar problemlerinden biridir. Genel olarak dağıtım ağı tasarımı kararları; açılacak tesis sayısını, yerini, kapasitesini ve bu merkezler arasındaki akış miktarlarını belirlemeyi içermektedir. Tesis açma kararı uzun vadeli ve çok maliyetli bir karardır. Bu nedenle kısa sürede tesisin yeri ile ilgili bir değişiklik yapmak olası ve makul değildir. Dağıtım ağı tasarımı gibi stratejik seviye kararlar için verilecek yatırım kararlarının geri dönüşleri taktik ve operatif karar düzeylerinde verilecek yatırım kararlarından çok daha yüksektedir. Bir organizasyon için önceliği stratejik kararlar oluşturacağından taktik ve operatif düzeydeki kararların planlanmasında, bu kararlar kısıt oluşturmaktadır (Pishvae vd., 2010: 1100).

Dağıtım ağı tasarımı, Min ve Zhou (2002: 238-239)'ya göre şu fonksiyonları içerir: (1) Toplam kâr maksimizasyonu veya maliyet minimizasyonu gibi amaçlara göre tedarikçi, fabrika, depo ve dağıtım merkezlerinin yerleri ve kapasiteleri belirlenir. Aynı zamanda tüm bu tesislerin açma/kapama kararları verilir. (2) Hangi müşterinin/deponun/fabrikanın, hangi

depo ve/veya fabrikadan ve/veya tedarikçiden hizmet alacağı belirlenir. Yani atama ilişkileri belirlenir. (3) Tüm taşıma modu alternatifleri değerlendirilir. (4) Dağıtım merkezi ve/veya depo alternatiflerinden en uygun birleşimi seçilir. (5) Öngörülen lokasyon ve ürün bazında müşteri hizmet düzeyi maksimizasyonuna yönelik stok planlaması yapılır. (6) Verilen depo, müşteri hizmet düzeyi ve bütçe kısıtlarına göre öngörülen lokasyon ve ürün bazında müşteri hizmet düzeyi optimizasyonu yapılır.

DATP konusunda literatürde yapılan çalışmalarda, bu problemin çeşitli alt problemlerinin tek tek ya da farklı birleşimleri şeklinde ele alındığı görülmüştür. Alt problemlerden, yer seçimi problemi gibi stratejik seviyedeki problemlerin tek başına ele alındığı problemler ile operatif/taktik seviyede araç rotalama gibi problemlerin tek başına ele alındığı birçok çalışma bulunmaktadır. Fakat DATP için daha çok yerleştirme-atama (Owen ve Daskin, 1998; Melo vd., 2009), yerleştirme-rotalama (Laporte vd., 1988; Nagy ve Salhi, 2007) ya da yerleştirme-atama-rotalama (Toyoğlu vd., 2011) gibi daha kompleks çalışmaların öne çıktığı görülmektedir.

Vidal ve Goetschalckx (1997), literatürdeki stratejik seviye karar problemleri için geliştirilen DATP modellerini taramıştır. Küresel dağıtım ağı modellerine dikkat çeken yazarlar, özellikle karışık tamsayı programlama modelleri üzerinde yoğunlaşmış ve sektörler özelinde yapılan çalışmalarını incelemişlerdir.

Tersine lojistik ve kapalı döngü dağıtım ağı tasarımları üzerine de zengin bir literatür bulunmaktadır. Akçalı vd. (2009), kapalı döngü DATP'nin çözümünde kullanılan modelleri ağ yapısına göre sınıflandırmıştır. Yine tersine lojistik ağ tasarımı konusundaki modelleri inceleyen kapsamlı bir literatür taraması Fleishmann vd. (1997) tarafından yapılmıştır.

Literatürde DATP için geliştirilen modellerin sınıflandırılmasında genel bir mutabakat sağlanamamış olmasına rağmen, DATP ve bu problemin alt problemlerine yönelik yapılan sınıflandırmalara dayanılarak literatürde bir çok sınıflandırma çalışması yapılmıştır.

DATP'ne yönelik olarak geliştirilen yer seçimi ve yerleştirme-atama problemlerine yönelik literatürde çok zengin sınıflandırmalar mevcuttur. Daskin (1995), Owen ve Daskin (1998), Hamacher ve Nickel (1998), Sule (2001), Current vd. (2001), Klose ve Drexl (2005), Revelle ve Eiselt (2005), Revelle vd. (2008) ve Melo vd. (2009) tarafından yer seçimi ve yerleştirme-atama problemleri için geliştirilen modellerin ağ yapılarına göre kapsamlı birer sınıflandırması yapılmıştır.

DATP için geliştirilen tesis yeri seçimi problemlerinin temel modelleri için ilk sınıflandırma Daskin (1995) tarafından yapılan sınıflandırmadır. Daskin tarafından tesis yeri seçim problemleri p-medyan problemi, p-merkez problemi, kapasite kısıtsız tesis yeri seçim problemi, kapasite kısıtlı tesis yeri seçim problemi, karesel atama problemi olmak üzere beş temel kategoriye ayrılmıştır.

Daskin (1995) tarafından yapılan sınıflandırmaları büyük ölçüde kapsayan, daha geniş bir sınıflandırma ise Current vd. (2001: 84) tarafından yapılmıştır. Bu sınıflandırmada yazarlar tesis yeri seçimi problemlerini küme kaplama, maksimum kaplama, p-merkez, p-dağılım, p-medyan, sabit maliyetli tesis yeri seçim, ana dağıtım üssü yeri seçimi ve maksimum toplam olarak üzere sekiz ana grupta incelemişlerdir.

Yerleştirme-araç rotalama problemi için geliştirilen modellerin literatür taraması Laporte vd. (1988) ile Nagy ve Salhi (2007) tarafından yapılmıştır. Yine bu problem için daha yakın bir geçmişte çok kapsamlı bir sınıflandırma Toyoğlu vd. (2011) tarafından yapılmıştır.

Yukarıda sıralanan sınıflandırma çalışmaları incelenerek yazarların odaklandıkları ağ yapısına göre sınıflandırma kriterleri özet halinde Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. *Sınıflandırma Tablosu*

Talep Yapısı	Araç Tipi	Planlama Periyodu
Deterministik	Tek	Tek Dönem
Stokastik	Homojen	Çok Dönem
Tesis Sayısı	Heterojen	Sektör
Tek	Araç Kapasitesi	Kamu
Çok	Kapasiteli	Özel
Tesis Kapasitesi	Kapasitesiz	Dağıtım
Kapasiteli	Çözüm Uzayı	En yakın tesis
Kapasitesiz	Sürekli	Dağıtım sırası
Yerleşim Kararı	Kesikli	Tesis Türü
Bir katmanda	Kurulum Yapısı	İstenen
İki Katmanda	Tek Kademeli	İstenmeyen
Amaç Fonksiyonu	Hiyerarşik	Katman Sayısı
Tek Amaçlı	Ürün	İki
Çok Amaçlı	Tek Ürün	Üç/Dört
Veri	Çok Ürün	Mesafe
Gerçek	Kaynaklama	Euclidean
Farazi	Tek Kaynaklı	Rectilinear
Zaman Aralığı	Çok Kaynaklı	Doğrusal
Statik	Çözüm Yöntemi	
Dinamik	Kesin	
Zaman Sınırı	Sezgisel	
Yok	Stok	
Yumuşak	Tutulan	
Sıkı	Tutulmayan	

IV. Mühimmat Dağıtım Ağı Tasarımı Problemi (MDATP)

Literatürde, MDATP'ne yönelik yapılan çalışmaların; atama, yer seçimi, yerleştirme-atama, araç rotalama, araç rotalama-çizelgeleme, yerleştirme-arac rotalama, stok yönetimi, üretim zamanı/miktarı belirleme, tersine lojistik ve sistem (performans) analizi problemleri üzerine yoğunlaştığı belirlenmiştir. Ayrıca MDATP kapsamında olmamakla birlikte, yine bu problemin alt problemlerine etki edebileceği değerlendirilen çalışmalar da mevcuttur. Örneğin hedef üzerinde etki analizi ve uygun mühimmat seçimi konularında yapılan çalışmalar stok politikalarını ve dolaylı olarak yerleştirme ve rotalama kararlarını etkileyebileceğinden, bu kapsamda yapılan çalışmalarda incelenmiştir. MDATP konusunda yapılan nicel çalışmalarda kullanılan yöntemler Tablo 2'de ve uygulama alanları göz önüne alınarak hazırlanan özeti Tablo 3'de sunulmuştur.

Tablo 2: Kullanılan Nicel Yöntemlerin Özeti

Yöntem	Yayın Sayısı	Çalışma
Doğrusal Programlama	1	Uçan (2002)
Tamsayı Programlama	2	Billings (2005), Şahin(2006)
Karışık Tamsayı Programlama	2	Gue (2003), Powell (2004),
Karışık Tamsayı Programlama ve Tavlama Benzetimi Sezgiseli	1	Bell (2003)
Karışık Tamsayı Programlama ve Sezgisel Algoritma	3	Cain (1988), Toyoğlu vd.(2011), Toyoğlu vd.(2012)
Coğrafi Bilgi Sistemleri, Analitik Hiyerarşi Süreci, TOPSIS ve Karışık Tamsayı Programlama	1	Erdal (2014)
Genetik Algoritma	2	Akardere (2005), Çağrıncı (2007),
TOPSIS ve Doğrusal Programlama	1	Farahani ve Asgari (2007)
Sezgisel Algoritma	1	Lenhardt (2006)
Sütun Oluşturma Yöntemi	1	Clark vd. (2004)
Hedef Programlama ve Simülasyon	1	Hennen (1970)
Stok Modelleri	1	Şatır (2003)
Kıymetlendirme ve Yatırım Modeli	2	Bruggeman (2003), Hurst (2004)
Zaman Çizelgeleme	1	Bayram (2002)
Korelasyon Analizi	1	Junk ve Sohn (2010)
Finansal Analiz	2	Georgiev (2004), Öz (2007)
Simülasyon	7	Saunders-Newton(1993), Sabuncuoğlu ve Utku (2002), Özçevik (2002), Büyükyazıcı (2003), La Rock (2005), Pınar (2008), Richardson ve Malone (2012)
Oyun Teorisi ve Simülasyon	1	Albayrak (2005)
Ömür Devri Maliyet Analizi	1	Louden vd. (2007)
Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri	1	Karabacak (2012)
Toplam	33	

Tablo 3: Nitel ve Nicel Çalışmaların Uygulama Alanı Bazında Dağılımı.

Uygulama Alanı	Nicel Çalışmalar		Nitel Çalışmalar	
Atama Problemi	Powell (2004)			
	YS: 1	YY: 2.70%	YS: 0	YY: 0%
Yer Seçimi Problemi	Çağrıçı (2007), Farahani ve Asgari (2007)		Sawyer (1993)	
	YS: 2	YY: 5.41%	YS: 1	YY: 2.70%
Yerleştirme-Atama Problemi	Gue (2003), Bell (2003), Toyoğlu vd.(2011), Erdal (2014)			
	YS: 4	YY: 10.81%	YS: 0	YY: 0
Araç Rotalama Problemi	Lenhardt (2006), Şahin(2006),			
	YS: 2	YY: 5.41%	YS: 0	YY: 0%
Araç Rotalama-Çizelgeleme Problemi	Clark vd. (2004)		Hancock ve Lee (1998), Hunter (1999)	
	YS: 1	YY: 2.70%	YS: 2	YY: 5.41%
Yerleştirme-Araç Rotalama Problemi	Cain (1988), Toyoğlu vd.(2012)			
	YS: 2	YY: 5.41%	YS: 0	YY: 0%
Stok Yönetimi	Hehnen (1970), Şatır (2003), Bruggeman (2003), Hurst (2004), Akardere (2005)			
	YS: 5	YY: 13.51%	YS: 0	YY: 10.10%
Üretim Zamanı/Miktarı Belirleme	Bayram (2002), Georgiev (2004), Billings (2005), Öz (2007), Junk ve Sohn (2010)			
	YS: 5	YY: 13.51%	YS: 0	YY: 7.69%
Sistem (Performans) Analizi	Saunders-Newton (1993), Sabuncuoğlu ve Utku (2002), Özçevik (2002), Louden vd. (2007), Pınar (2008), Richardson ve Malone (2012)		Kibben (1998)	
	YS: 6	YY: 16.22%	YS: 1	YY: YY: 2.70%
Hedef Üzerinde Etki Analizi ve Uygun Mühimmat Seçimi	Uçan (2002), Büyükyazıcı (2003), La Rock (2005), Albayrak (2005), Karabacak (2012)			
	YS: 5	YY: 13.51%	YS: 0	YY: 76.44%
Toplam	YS: 33	YY: 89.19%	YS: 4	YY: 10.81%

YS: Yayın Sayısı, YY: Yayın Yüzdesi

MDATP'nin sadece atama boyutunun ele alındığı bir çalışma Powell (2004) tarafından yapılmıştır. Yazar, mühimmat taşımacılığı için uygun nakliye gemisi kombinasyonlarının tespiti için yaptığı çalışmasında maliyet minimizasyonu ve karşılanamayan talebin minimizasyonu olmak üzere iki amaç belirlemiştir.

Gökmen (1999) Türk Kara Kuvvetleri bünyesindeki akaryakıt ve mühimmat depolarının Türkiye genelinde dağılımı için bir doğrusal programlama modeli önermiştir.

Çağrı (2007), kurulacak depoların yerlerinin belirlenmesi problemini sürekli tesis yeri seçimi problemi olarak ele almış ve çözüm için genetik algoritma önermiştir. Çalışmada; tek kaynaklı, tek ürünlü, iki katmanlı, tesislerin tek katmana yerleştirildiği, statik ve deterministik bir problem ele alınmıştır. İlk kurulum ve taşımalarından kaynaklanan toplam maliyetlerin minimizasyonu amaçlanmıştır. Halen var olan ve bu nedenle kurulum maliyeti gerektirmeyen depolar, çeşitli senaryolar ile modele dâhil edilerek, depo yeri seçimi için çözüm aranmıştır.

Farahani ve Asgari (2007) askeri birliklere mühimmat desteği sağlayabilmek için minimum sayıda üs açmak ve maksimum hizmet sağlayabilmek, amaçlarıyla lojistik destek üssü yer seçimi konusunda çalışmıştır. Çok amaçlı küme kaplama problemi olarak ele alınan lojistik destek üssü yer seçimi problemi; karmaşık yapısı ve büyüklüğü nedeniyle, bir önceki aşamada elde edilen değişken değerlerinin bir sonraki aşamanın parametreleri olacak şekilde kullanıldığı aşamalı bir yaklaşımla çözülmüştür. Önerilen modelde Çok Kriterli Karar Verme (Multi Criteria Decision Making-MCDM) tekniklerinden TOPSIS, küme kaplama, 0-1 tamsayılı programlama ve karesel atama yaklaşımları kullanılmıştır. TOPSIS ile belirlenen 24 kritere göre 33 lojistik üssü alternatifini değerlendirilmiş ve küme kaplama modeli ile optimal üs yerleri belirlenmiştir. 0-1 tamsayılı programlama ve karesel atama modeli ile birlik-depo atamaları belirlenmiştir.

MDATP, Gue (2003), Bell (2003) ve Toyoğlu vd. (2011) tarafından, yerleştirme-atama problemi olarak ele alınmıştır.

Gue (2003), minimum stok seviyesi ile bir muharebeyi desteklemek için çok dönemli, çok ürünlü bir karışık tamsayılı programlama modeli önermiştir. Modelinde, karayolu tabanlı bir dağıtım sistemi için havayolu ve karayolu taşımacılığı ile desteklenen bir akış önermiştir.

Bell (2003), ABD Hava Kuvvetleri birliklerinin harekât ihtiyacı olarak önceden konuşlandırılması gereken mühimmat talepleri için mühimmat deposu yer seçimi ve birlik-depo atamalarının belirlenmesi amacıyla; çok kaynaklı, çok ürünlü bir problem ele almıştır. Çalışmada, maliyet minimizasyonunun yanında coğrafi olarak uygun bölgelerin belirlenmesi amaçları için bir kaplama modeli önermiştir. Yazar, problemin çözümü için bir tavlama benzetimi sezgiseli geliştirmiş ve açılması/kapatılması gereken depo yerleri ile atamaları belirlemiştir.

Toyoğlu vd. (2011)'nin çalışması MDATP için literatürde karşılaşılan en kapsamlı çalışmalardan biridir. Çalışmada; çok ürünlü, çok kaynaklı, çok dönemli, depo ve farklı araç kapasitelerinin göz önüne alındığı, üç katmanlı, tesislerin iki katmana yerleştirildiği bir problem ele alınmıştır. Çalışmada, ayrıt tabanlı ve düğüm tabanlı olmak üzere iki model geliştirilmiştir. Bu modeller temel alınarak yerleştirme-atama ve yerleştirme-araç rotalama problemleri ele alınmıştır. Hesaplama sonuçları, önerilen yöntemler sayesinde karmaşık gerçek problemlerin mükül zamanlar içerisinde çözülebildiğini göstermiştir. Çalışmada

ayrıca, muharebe boyunca birbirini izleyen zaman aralıklarında dağıtım ağını tasarlayan, dinamik bir model geliştirilmiş ve statik modelden dinamik ortamlarda nasıl faydalanılabileceği gösterilmiştir.

MDATP, Lenhardt (2006) ve Şahin (2006) tarafından, araç rotalama problemi olarak ele alınmıştır. Lenhardt (2006), mühimmat taşımacılığına yönelik, kapasiteli araç rotalama problemi için bir sezgisel önermiştir. Çalışmada, taşıma maliyetlerinin minimize edilmesi amaçlanmıştır. Şahin (2006) ise, toplam uzaklığı en aza indirmek ve tehlikeli madde taşımacılığından kaynaklanan riskleri minimize etmek, olmak üzere iki amacı dikkate almış ve bir tamsayılı optimizasyon modeli önermiştir.

Clark vd. (2004), araç rotalama ve çizelgeleme problemi için sütun oluşturma yönteminin kullanıldığı optimizasyon tabanlı bir planlama metodu önermiştir. Çalışmada, öncelikle maliyet minimizasyonu sağlanarak mühimmat araçları için rotalama yapılmış, daha sonra araç kapasiteleri göz önüne alınarak sevkiyat zamanları belirlenmiştir.

Cain (1988), MDATP'ni yerleştirme-araç rotalama problemi olarak ele almıştır. Yazar, ABD ordusu için kolordu seviyesinde, savaş zamanı mühimmat dağıtım modeli önermiştir. Hava-kara muharebeleri için mühimmat akışının kesintisiz sağlanması amacıyla mühimmat depolarının uygun konumlara yerleştirildiği ve etkili bir dağıtım ağının tasarlandığı çalışmasında bir dinamik karışık tamsayılı programlama modeli ve bir sezgisel geliştirmiştir.

MDATP, Hehnen (1970), Şatır (2003) ve Akardere (2005) tarafından, stok yönetimi çerçevesinde ele alınmıştır.

Hehnen (1970)'in çalışması ABD ordusunda MDATP'ne karar desteği sağlamak amacıyla, optimizasyon çalışmalarının ne kadar erken başladığını göstermek açısından önemlidir. Hehnen, stok yönetimi için statik ve deterministik bir hedef programlama modeli önermiştir.

Şatır (2003), Kara Kuvvetleri Lojistik Komutanlığı mühimmat ikmal sistemi için bir stok politikası önermiştir. Bu kapsamda, öncelikle Tugay seviyesinden başlamak üzere Kara Kuvvetleri Lojistik Komutanlığı'na kadar olan mühimmat depolarında bulundurulması gereken 203 mm topçu mühimmatı miktarları, Kara Kuvvetleri Komutanlığı'nın mühimmat ikmal sistemi için uyguladığı periyodik gözden geçirme sistemine göre tespit edilmiştir. Daha sonra stok maliyetleri belirlenerek en düşük toplam stok maliyetini verecek gözden geçirme süresi ve maksimum stok miktarı, üç farklı dağılım için (Normal, Üçgen, Poisson) hesaplanmıştır. Son aşamada ise, Kolordu Mühimmat Bölükleri'nden başlayarak, Kara Kuvvetleri Lojistik Komutanlığı'na kadar tüm depolar göz önüne alınarak bu depolarda bulundurulması gereken stok seviyeleri belirli bir hizmet düzeyi sağlanacak şekilde tespit edilmiştir.

Akardere (2005), hiyerarşik ikmal zincirindeki depolardan yapılacak optimum mühimmat transferlerini ortaya koyan bir model geliştirmiştir. Kara Kuvvetleri Komutanlığı için dinamik bir mühimmat ikmal sistemi optimizasyonu için geliştirilen model ile global optimuma yakın çözümler

üreten bir çözüm prosedürü ortaya konmuştur. Birliklerin barış zamanında veya herhangi bir askerî harekât esnasında ihtiyaç duyacağı mühimmatlar birliklerin harekât etkinliklerini kısıtlamadan karşılarken, mevcut depolarda optimum miktarda ve tipte mühimmat bulundurulması sağlanmıştır.

Bayram (2002), ABD ordusunun mühimmat ve patlayıcı üretim tesislerinin savaş ve barış zamanlarında ihtiyaç duyulacak üretim miktarlarının optimizasyonunu 10 yıllık bir dönem için, üretim zaman çizelgelemesi problemi olarak ele almıştır.

Öz (2007), tersine lojistik konusundaki çalışmasında, NATO'nun lojistik icracısı NATO Maintenance and Supply Agency tarafından Roketsan'a ihale edilen mühimmat geri kazanım projesini incelemiştir. Avrupa Birliği çevre normlarına tamamıyla uygun olan söz konusu proje, Türkiye'de tersine lojistiğin çevreye uyumu çerçevesinde etkin olarak planlanması ve icrasında her çeşit mühimmatın yeniden kazanım, tekrar kullanılabilirlik, yeniden dağıtım ve (yakarak) yok edilmesi faaliyetlerinin emniyetli, maliyet etkin ve ölçek ekonomisi çerçevesinde yapılması açısından gelinen noktayı göstermesi açısından önemlidir.

Literatürde MDATP, en fazla simülasyon çalışmaları çerçevesinde ele alınmıştır. Saunder-Newton (1993), muharebenin değişen şartlarına uyum sağlayabilen dinamik bir mühimmat dağıtım sistemi önermiş ve önerdiği sistemin etkinliğini test etmek için simülasyon modeli geliştirmiştir.

Özçevik (2002) çalışmasında, bir tank taburunun alarm emri öncesi kullandığı mevcut mühimmat ve yakıt ikmal sistemlerini simülasyon ile analiz etmiştir. Yazar, gerek gerçek koşulların oluşturulmasındaki güçlük ve gerekse maddi nedenler dolayısıyla tatbiki zor olan mevcut mühimmat ve yakıt ikmal sistemlerini simülasyon vasıtasıyla analiz etmenin uygun bir yöntem olduğunu belirttiği çalışmasında, ikmal sistemleri üzerine etkili olan faktörleri belirlemiştir. Simülasyon modellerinin çıktılarını istatistiksel metotlarla inceleyerek sistemlerdeki muhtemel problemlerin önceden görülebileceğini vurgulamıştır. Ayrıca performans kriterlerine göre en kritik bölge seçimi gerçekleştirmiştir.

Sabuncuoğlu ve Utku (2002), yeni ve eski kolordu topçu mühimmat ikmal sistemlerinin performansını simülasyonla değerlendirmiş ve mevcut sistemin eksikliklerini ortaya koyarak, yeni bir sistem tasarımı gerçekleştirmiştir. Yazarlar çalışmalarında, tesis yeri değişikliğinin gerekip gerekmediğini de incelemiştir.

Günsel (2008) Atış süratinin etkili bir şekilde iyileştirilmesi amacıyla Fırtına Obüslerine mühimmat aracından yapılacak toplam mühimmat transfer süresini minimize etmek için taşınan mühimmatların transfer sıralarını optimize etmiştir. Yazar bu transfer problemini Gezgin Satıcı Probleminin (GSP) bir türevi olarak modellemiştir. GAMS program ile küçük boyutlu problemler optimal olarak çözülmüş, fakat büyük boyutlu problemlerde bölgesel optimumlar elde edilebilmiştir. Bu nedenle ayrıca oluşturma metodu olarak en yakın komşu,

iyileştirme metodu olarak ise ikili yer değiştirme yöntemlerinin kullanıldığı bir sezgisel geliştirilmiştir.

Albayrak (2005) çalışmasında, taktik seviyedeki kara muharebelerini analiz ederek silah ve mühimmat planlaması için karar desteği sağlayacak bir metodoloji önermiş ve bu yapı içinde birbirleriyle etkileşimli üç farklı model geliştirmiştir. Bu modeller; iki kişilik sıfır toplamli oyun temelinde beklendik kesikli-zamanlı bir stokastik model içeren kazanç/kayıp simülasyonu modeli, karar destek sistemi olarak kullanılabilir optimizasyon modeli ve Monte Carlo simülasyon modelidir. Çalışmada, oyun teorisi temelinde hedef tahsisi yapılırken hem dost hem de düşman kuvvetlerin perspektifi dikkate alınmıştır. Kullanılan yaklaşımda muharebeler belirli sayıda salvolara ayrılmış ve zayıtlar her salvo sonunda güncellenmiştir. Dost kuvvetlerin zayıtları, muharebenin başında öngörülen noktaya ulaştığında ihtiyatlar muharebeye girmiştir. Söz konusu üç model, temel harekât türlerinden taarruz ve savunma için tasarlanan senaryolar dâhilinde ele alınmıştır. Senaryolarda kullanılan kuvvet oranları her iki kuvvet açısından da bire bir (1:1) ve üçe bir (3:1)'dir. Ayrıca, angajman, muharebe dışı kayıp ve ihtiyat gibi olayların etkileri de modellere yansıtılmıştır.

Büyükyazıcı (2003), çalışmasında tahrip dâneli mühimmatlardaki parça tesirlerinin hedeflerde oluşturacağı hasar ve zayıtı belirlemek için bir simülasyon modeli önermiştir. Çalışmada, hasar ve zayıt miktarlarına göre gerekli mühimmat miktarı da hesaplanmıştır. Hedeflerin uniform ve gaussian dağıldığı varsayılarak hesaplamalar yapılmış, bilgisayar kullanmadan da hesaplamaların yapılabilmesi için birlik tiplerine göre hasar ve zayıt miktarları grafiksel olarak hazırlanmıştır. Elde edilecek sonuçlar ile hedef analizlerinin daha etkin biçimde yapılabileceği ve muharebe ortamında karar vericiye muharebe ortamının nasıl şekillendirileceği hakkında önceden bilgi verilebileceği ifade edilmiştir. Ayrıca, çalışmalarından elde edilecek verilerin silah ve mühimmat sistemlerinin maliyet etkinlik analizlerinde, kıt'a yükü mühimmat miktarlarının tespitinde ve mühimmatların stok miktarlarının elde edilmesinde kullanılabilirliği belirtilmiştir.

Karabacak (2012) çalışmasında, topçuluk ve bu alandaki mühimmat seçiminin önemine değinerek, mühimmat seçiminde etkili olan kriterleri belirlemiştir. Çalışmanın devamında bu kriterler dikkate alınarak, AHP yöntemiyle, hedefteki düşman birliğini etkisiz hale getirmek için kullanılması mümkün mühimmatların kullanım sırası belirlenmiş ve Analitik Ağ Prosesi (ANP) yöntemiyle sonuçlar karşılaştırılmıştır. İki yöntemin sonuçlarının küçük rakamsal farklılıklarla aynı olduğu belirtilmiştir.

Literatürde MDATP için yapılan ve yerleştirme-atama problemi olarak tasarlanan en kapsamlı çalışma Erdal (2014)'ün çalışmasıdır. Literatürde MDATP için yapılan ve yukarıda sıralanan çalışmalarda, kara ve deniz kuvvetleri için barış ve savaş zamanlarında mühimmatın dağıtımı için farklı çözüm metodlarıyla, farklı alt problemlerin ele alındığı çalışmalar sunulmuştur. Erdal (2014) ise çalışmasında, Jandarmanın Genel Komutanlığının tüm Türkiye

coğrafyasına dağıtım sağlayacağı ağ tasarımı problemini ele alınmıştır. Yazar çalışmasında, kaynak noktaları, ana depolar, bölgesel depolar ve jandarma birliklerinin oluşturduğu dört katmanlı bir problem ele alınmış ve yerleştirme kararları iki katman üzerinde gerçekleştirilmiştir. Diğer yandan, literatürde ele alınan çalışmalarda, ağ yapısı genellikle standart olarak ele alınmaktadır. Bu standart yapı içinde, her katmandaki düğümlerin fonksiyonları aynıdır. Örneğin, fabrika ve depolardan oluşan bir ağ yapısının tasarımı yapılıyorsa, birinci katmandaki düğümler fabrikaları, ikinci katmandaki düğümler ise depoları temsil etmekte ve akış birinci katmandan ikinci katmana olmaktadır. Bu yapı, standart akış dengesi kısıtları ile kolaylıkla modellenebilir. Erdal (2014)'ün çalışması kapsamında ele alınan problemde ise, aynı katmandaki düğümler farklı fonksiyonları yerine getirmektedir. Örneğin, potansiyel bir düğüm noktası, depo yeri olarak seçilirse depo, depo yeri olarak seçilmezse talep noktası işlevini görmektedir. Bu durumu, standart akış dengesi kısıtları ile modellemek mümkün değildir çünkü aynı katman içindeki düğümler arasında akışa müsaade edilmesi gerekmektedir. Bu durum aslında, katmanlar arasında net bir ayırım yapılmasına da engel teşkil etmektedir. Sonuç olarak, ağ tasarımı daha genel bir ağ yapısı içinde ele alındığından düğümler arasındaki akışları modellenmesi daha zor hale gelmektedir.

Yapılan literatür taramasında MDATP ile ilgili nitel araştırmalara da rastlanmıştır.

Sawyer (1993) ABD Savunma Bakanlığı tarafından işletilen mühimmat fabrikalarından bazılarının barış zamanından itibaren yapılan sözleşmeler kapsamında sivil işletmelere devredilmesi savaş zamanında gereksinimlere göre tekrar faal hale getirilmesi ve bu sayede işletme ve bakım masraflarının azaltılmasını incelediği çalışmasında önerilerini ve sözleşmelerde bulunması gereken hususları sıralamıştır.

Kibben (1998) savaş zamanı taktik mühimmat dağıtım sisteminin 21.yy savaş gereksinimlerini karşılayıp karşılamadığını sorguladığı çalışmasında öncelikle ABD'nin mevcut taktik mühimmat dağıtım sisteminin yapısını ortaya koymuş ve savaş döneminde taktik mühimmat dağıtımına özgü kritik işlevleri tanımlamıştır. Modern çatışma ortamında mühimmat ikmal ve bütünleme işlevinin yeterliliği ve kısıtlılıklarını analiz ederek ne kadar verimli olduğunu incelemiştir. Çalışmasının sonunda mevcut durumda yeterli bulunduğu mühimmat dağıtım sisteminin otomasyon, eğitim, esneklik ve cevap verebilirlik yönüyle evrilen muharebe alanına adapte edilmesi gerektiğini tespit etmiştir.

Hancock ve Lee (1998), ABD Savunma Bakanlığı'nın mühimmat ve genel lojistik destek sisteminin modernizasyonu amacıyla başlattığı çalışmalar kapsamında, bu modernizasyon çalışmalarının odaklandığı yeni tip intermodal konyernerler, konteyner elleçleme ekipmanları, liman altyapılarının geliştirilmesi ve sivil sektör lojistik firmalarıyla sözleşmeler yapılması seçeneklerini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda söz konusu yeni sistem ve ekipmanların sisteme sağlayacağı katkıları inceleyerek barış ve savaş şartlarında

sivil lojistik firmalarının yeteneklerinden istifade etmenin fayda ve mahsurlarını sıralamıştır.

Hunter (1999) ABD Savunma Bakanlığı tarafından deniz aşırı mühimmat sevkiyatları için 1994-1997 yılları arasında sivil ticaret gemilerine yüklenen konteynerler ile mühimmat nakli sistemini incelemiştir. Yazar sistemin barış döneminde kısmen başarı olarak uygulandığını, sözleşme içeriğini, karşılaşılan sorunları incelediği çalışmasında yöntemin barış zamanında ve savaş zamanında yoğun sevkiyat zamanında uygulanabilmesi için gerekli altyapısal düzenlemeleri incelemiştir.

V. Sonuç

Bu çalışmada MDATP için literatürde 2014 yılına kadar yapılan yayınlar taranarak bir literatür araştırması ortaya konulmuştur.

Literatürde DATP konusunda pek çok çalışma bulunmasına rağmen MDATP konusunda 37 yayına rastlanmıştır. Ayrıca şimdiye kadar yapılan çalışmaların incelendiği başkaca bir literatür taramasına rastlanmamıştır.

Yapılan yayınların tür bazında sınıflandırılması sonucu 24 adedinin tez, 7 adedinin makale, 5 adedinin rapor ve 1 adedinin bildiri olduğu tespit edilmiştir.

MDATP konusunda hazırlanan tezlerin 7 adedi Kara Harp Okulunda, 12 adedi ise Naval Postgraduate School'da yapılmıştır.

Özellikle mühimmat üretimi ile kimya ve metalürji dallarında yapılan yayınlar bu çalışmanın kapsamı dışında bırakılmıştır.

Literatürde, MDATP'ne yönelik yapılan çalışmaların; atama (1), yer seçimi (3), yerleştirme-atama (4), araç rotalama (2), araç rotalama-çizelgeleme (3), yerleştirme-arac rotalama (2), stok yönetimi (5), üretim zamanı/miktarı belirleme (5), sistem (performans) analizi (7) problemleri üzerine yoğunlaştığı belirlenmiştir. Ayrıca doğrudan MDATP ile ilgili olmayıp, problemin alt problemlerini ilgilendirmesi bakımından Hedef Üzerinde Etki Analizi ve Uygun Mühimmat Seçimi (5) üzerine yapılan araştırmalarda incelenmiştir.

İncelenen 37 yayının 33 (%89.19) adedinde nicel yöntemler, 4 (10.81) adedinde ise nitel yöntemler kullanılmıştır. Nicel yöntemler içerisinde en fazla kullanılan yöntem simülasyondur. Yapılan 33 çalışma için tek ve bütünlük olarak toplam 20 farklı yöntem kullanılmıştır.

MDATP savaş ve barış şartlarında askeri birliklerin görevlerini yerine getirebilmesi için barış şartlarından itibaren dinamik ve bilimsel esaslar doğrultusunda planlanması gereken önemli bir konu olmasına rağmen yıllar içerisinde yapılan çalışma sayısının azlığı dikkat çekicidir. Bunun nedeninin ortaya konulması için yapılan görüşmeler neticesinde öne çıkan hususlar şunlardır: (1) Ülkelerin güvenlik güçlerinin uzun yıllardır mühimmatın tedariki, depolanması, taşınması vb. konularda tecrübe kazanmış olması, (2) Mühimmat konusunda ele alınan gerçek hayat problemlerinin devletlerin güvenliğiyle alakalı olması nedeniyle sistem tasarımına yönelik olanları için yapılan bilimsel

çalışmaların gizlilik içerisinde yürütülmesi, (3) Savaş ve kısmen barış şartlarındaki gereksinimlerin tam olarak ortaya konulamaması, (4) Karşılaştırma ve sistem analizi yapılabilmesi için ihtiyaç duyulan veri kıtlığı.

Bu nedenle öncelikle nicel analizlerin sağlıklı bir şekilde ortaya konulabilmesi için MDATP'ni etkileyen kendine has kuramsal altyapıyı oluşturacak nitel analizlerin ortaya koyulmasına ihtiyaç olduğu değerlendirilmektedir.

Yapılan nicel analizlerin incelenmesi neticesinde problemin tüm yönleriyle kapsayıcı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle yerleştirme, atama, rotalama, çizelgeleme problemlerini beraber ele alan üretim ve stok kararlarının da dikkate alındığı kapsayıcı ağ tasarım problemlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Benzer şekilde yapılan çalışmalarda gerçek hayat problem ve verileri yerine varsayımsal senaryo ve verilerle çalışıldığı tespit edilmiş olup, gerçek hayat problem ve verilerinin yaygınlaşması konunun tüm ayrıntılarının ortaya konulabilmesi için önemlidir.

Geliştirilen matematiksel model ve sezgisellerde dinamik bir yaklaşımdan ziyade statik yaklaşımların ağırlıklı olarak ortaya koyulduğu tespit edilmiş olup, hem zaman hem de coğrafya bakımından muharebe şartlarının dinamik yapısı düşünüldüğünde dinamik modellerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulduğu ortadadır.

Sonuç olarak gerek emniyet ve asayişin sağlanması gerekse savaş ve terörizmle mücadelede istenilen yer ve zamanda hazır bulundurulması gereken mühimmatlar özelinde dağıtım ağı tasarımı için bilimsel esaslara dayalı nitel ve nicel çalışmaların 1970'lerden itibaren çalışılmaya başlanmasına rağmen artan bir şekilde ele alınmadığı tespit edilmiştir. Bütünsel ve alt problemlere yönelik daha gerçekçi çalışmaların yapılmasının gerekli olduğu anlaşılmıştır.

Kaynaklar

- Akardere, Y. (2005). Dinamik Mühimmat İkmal Sistemi Optimizasyon Çalışması, Kara Harp Okulu, Savunma Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Akçalı, E., Çetinkaya, S. ve Üstüner, H. (2009). "Network Design for Reverse and Closed-Loop Supply Chains: An Annotated Bibliography of Models and Solution Approaches," *Networks*, 53, 3, 231-248.
- Albayrak, A. 2005. Taktik Seviyedeki Kara Muharebeleri İçin Mühimmat İhtiyacının Belirlenmesinde Muharebe Modellerinin Kullanılması, Kara Harp Okulu, Savunma Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Bayram, V. (2002). Optimizing the Capacity and Operation of U.S. Army Ammunition Production Facilities, Naval Postgraduate School, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Monterey, California.

- Bell, J.E. (2003). A Simulated Annealing Approach for The Composite Facility Location and Resource Allotment Problem: A Study of Strategic Positioning of U.S. Air Force Munitions, Naval Postgraduate School, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Monterey, California.
- Billings, R.L. (2005). Scheduling Ammunition Loading and Unloading for U.S. Navy Ships in San Diego, Naval Postgraduate School, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Monterey, California.
- Bruggeman, J.H. (2003). A Multi-year Ammunition Procurement Model for Department of the Navy Non-nuclear Ordnance, Naval Postgraduate School, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Monterey, California.
- Büyükyazıcı, N. (2003). Parça Tesiri Etkisiyle Hedef Kaplamalarının ve Zarar Miktarlarının Matematiksel Model ve Simülasyon Kullanılarak Hesaplanması, Kara Harp Okulu, Savunma Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Cain, M.J. (1988). A GAMS-Based Model of the U.S. Army Wartime Ammunition Distribution System for the Corps Level, Naval Postgraduate School, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Monterey, California.
- Clark, S.J., Barnhart, C. ve Kolitz, S.E. (2004). "Large-Scale Optimization Planning Methods for the Distribution of United States Army Munitions", *Mathematical and Computer Modelling*, 39, 697-714.
- Current, J., Daskin, M.S. ve Schilling, D. (2001). Discrete Network Location Model, Facility Location: Applications and Theory, Z. Drezner ve H.W. Hamacher (Eds.) Springer-Verlag, 81-107.
- Çağrıncı, H. (2007). Çok Namlulu Roket Atar Birliklerinin Mühimmat Depo Yerlerinin Genetik Algoritmalar İle Tespiti, Kara Harp Okulu, Savunma Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Daskin, M.S. (1995). Network and Discrete Location: Models, Algorithms and Applications, New York, John Wiley & Sons, Inc.
- Erdal, H. (2014). Mühimmat Dağıtım Ağı Optimizasyonu. Kara Harp Okulu, Savunma Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Farahani, R.Z. ve Asgari, N. (2007). "Combination of MCDM and Covering Techniques in A Hierarchical Model for Facility Location: A Case Study", *European Journal of Operational Research*, 176, 1839-1858.
- Farahani, R. Z., Abedian, M., ve Sharahi, S. (2009). "Dynamic Facility Location Problem". İçinde *Facility Location* (pp. 347-372). Physica-Verlag HD.
- Fleischmann, M., Bloemhof-Ruwaard, J. M., Dekker, R., Van der Laan, E., Van Nunen, J. A., ve Van Wassenhove, L. N. (1997). "Quantitative Models for Reverse Logistics: A Review". *European Journal of Operational Research*, 103(1), 1-17.

- Gen, M. ve A. Syarif. (2005). "Hybrid Genetic Algorithm for Multi-time Period Production Distribution Planning", *Computers & Industrial Engineering*, 48, 799-809.
- Georgiev, A.V. (2004). Planning and Management of the Surplus Ammunition Disposal Process in the Bulgarian Armed Forces. (MBA Professional Report), Naval Postgraduate School, Monterey, California.
- Gue, K.R. (2003). "A Dynamic Distribution Model for Combat Logistics", *Computers and Operations Research*, 30, 367-381.
- Hamacher, H.W. ve Nickel, S. (1998). "Classification of Location Models", *Location Science*, 6, 229-242.
- Hancock, S.R. ve Lee, P.J. (1998). The Ammunition Supply Chain and Intermodalism: from Depot to Foxhole, Naval Postgraduate School, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Monterey, California.
- Hehnen, M.T. (1970). An Aproximate Goal Constraint Model for Ammunition Inventory, Naval Postgraduate School, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Monterey, California.
- Hunter, E.S. (1999). Commercial Overseas Transportation of Containerized Ammunition, Naval Postgraduate School, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Monterey, California.
- Hurst, C.E. (2004). A Multi-year Ammunition Procurement Model for Non-nuclear Ordnance, Naval Postgraduate School, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Monterey, California.
- Junk, J.S. ve Sohn, S.Y. (2010). "Investigating The Relationship between Ammunition Stockpile Information and Subsequent Performance", *Reliability Engineering and System Safety*, 95, 426-430.
- Karabacak, G. (2012). Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve Analitik Ağ Süreci ile Mühimmat Seçimi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Kibben, C.W. (1998). The Wartime Tactical Ammunition Distribution System: Is It Ready to Support the 21 st Century Battlefield?, School of Advanced Military Studies United States Army Command and General Staff College Fort Leavenworth, Kansas.
- Klose, A. ve Drexl, A. (2005). "Facility Location Models for Distribution System Design", *European Journal of Operational Research*, 162, 4-29.
- La Rock, H.L. Decision Criteri for the Use of Cannon-Fired Precision Munitions, Naval Postgraduate School, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Monterey, California.
- Lafsözlük. (2017). <http://www.lafsozluk.com/2015/06/muhimmat-nedir-nedemektir-anlami.html>. Erişim Tarihi: 05.07.2017.
- Laporte, G., Nobert, Y. ve Taillerfer, S. (1988). "Solving a Family of Multi-depot Vehicle Routing and Location-routing Problems", *Transport Sci*, 22, 161-172.

- Lenhardt, T.A. (2006). "Evaluation of USMC Combat Service Support Logistics Concept", *Mathematical and Computer Modelling*, 44, 368-376.
- Louden, T., Loubbert, B. ve Winn, N. (2007). An Analysis of the Joint Modular Intermodal Distribution System. (MBA Professional Report), Naval Postgraduate School, Monterey, California.
- Melo, M.T., Nickel, S. ve Saldanha-Da-Gama, F. (2009). "Facility Location and Supply Chain Management - A Review", *European Journal of Operational Research*, 196, 401-412.
- Min, H. ve Zhou, G. (2002). "Supply Chain Modelling: Past, Present and Future", *Computers and Industrial Engineering*, 43, 231-249.
- Nagy, G. ve Salhi, S. (2007). "Location-routing: Issues, Models and Methods", *European Journal of Operational Research*, 177, 649-672.
- Owen, S.H. ve Daskin, M.S. (1998). "Strategic Facility Location: A Survey", *European Journal of Operational Research*, 111, 423-447.
- Öz, T. (2007). Reverse Logistics and Applications in the Defence Industry, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Özçevik, A. (2002). Evaluation of Ammunition and Fuel Supply Systems of A Turkish Armored Battalion During Mobilization and Deployment Using Simulation, Bilkent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Pınar, E. (2008). Alarm Faaliyetleri Esnasında bir Mekanize Piyade Taburunun Mühimmat ve Akaryakıt İkmalinin Simülasyon Yolu ile Analiz Edilmesi, Bilkent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Pishvaei, M.S., Farahani, R.Z. ve Dullaert, W. (2010). "A Memetic Algorithm for Bi-objective Integrated Forward/Reverse Logistics Network Design", *Computers and Operations Research*, 37, 1100-1112.
- Powell, D.S. (2004). An Optimization Model for Sea-Based Logistics Supply System for The Navy and Marine Corps., Naval Postgraduate School, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Monterey, California.
- Revelle, C.S. ve Eiselt, H.A. (2005). "Location Analysis: A Synthesis and Survey", *European Journal of Operational Research*, 165, 1-19.
- Revelle, C.S., Eiselt, H.A. ve Daskin, M.S. (2008). "A Bibliography for Some Fundamental Problem Categories in Discrete Location Science", *European Journal of Operational Science*, 184, 817-848.
- Richardson, K.C. ve Mahone, M.H. (2012). Standardizing Ammunition Distribution within The U.S. Navy as either a Push or Pull Methodology. (MBA Professional Report), Naval Postgraduate School, Monterey, California.
- Sabuncuoğlu, İ. ve Utku, D.H. (2002). "Logistics 2: Evaluation of Army Corps Artillery Ammunition Supply Systems via Simulation, Proceedings of

- the 34th Conference on Winter Simulation: Exploring New Frontiers”, *Winter Simulation Conference*.
- Saunders-Newton, D.K. (1993). Adaptive Battlefield Ammunition Distribution: The Role of Systemic Adaptation in Dynamic Environment, RAND Graduate School, Yayınlanmış Doktora Tezi, Santa Monica.
- Sawyer, H.J. (1993). Facility Contracting: A Strategy to Bring Life to Inactive Army Ammunition Plants, The Industrial College of the Armed Forces National Defense University, Fort McNair, Washington, D.C.
- Sule, D.R. (2001). Logistics of Facility Location and Allocation, New York, US, Marcel Dekker.
- Şahin, S. (2003). Mühimmat Taşımacılığında Güzergah Belirleme Modeli ve Uygulaması, Kara Harp Okulu, Savunma Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Şatır, U. (2003). 203 mm Topçu Mühimmatının Tugay, Kolordu, Ordu ve Kara Kuvvetleri Lojistik Komutanlığı Stok Seviyelerinin Tespiti, Kara Harp Okulu, Savunma Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Toyoglu, H., Karasan, O.E. ve Kara, B.Y. (2011). “Distribution Network Design on the Battlefield”, *Naval Research Logistics*, 58, 188-209.
- Toyoglu, H., Karasan, O.E. ve Kara, B.Y. (2012). “A New Formulation Approach for Location-Routing Problems”, *Networks and Spatial Economics*, 12, 635–659.
- Uçan, N. (2002). Doğrusal Programlama ile En Verimli Tank Sisteminin Kurulması ve En Uygun Mühimmatın Yüklenmesi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Vidal, C. ve Goetschalckx, M. (1997). “Strategic Production-Distribution Models: A Critical Review with Emphasis on Global Supply Chain Models”, *European Journal of Operational Research*, 98, 1-18.