

**İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MALZEMELERİN CİNS VE SINIF FARKI
GÖZETMEKSİZİN DEPOLANMASI**

Abdulkadir ALATAŞ

**FBE Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Yd.Doç. Dr.Zafer UTLU

İSTANBUL,2007

**İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MALZEMELERİN CİNS VE SINIF FARKI
GÖZETMEKSİZİN DEPOLANMASI**

Abdulkadir ALATAŞ

**FBE Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman Üye: Yd. Doç. Dr. Zafer UTLU

Diğer Jüri Üyeleri: Yd. Doç. Dr. Vedat Zeki YENEN
Yd. Doç. Dr. Murat ÖZMIZRAK

İSTANBUL,2007

İÇİNDEKİLER

TANIMLAR LİSTESİ.....	v	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
KISALTIMA LİSTESİ.....	viii	
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix	
TABLO LİSTESİ.....	x	
ÖNSÖZ	xı	
ÖZET	xii	
ABSTRACT		Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
1. GİRİŞ		Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
1.1 Envanter Sistemi.....	4	
1.1.1 Ulusal Stok Numarası	4	
1.1.2 Stok Politikası	4	
1.1.3 Temin Çeşitleri	5	
1.1.4 Eski, Şu anki ve Önerilen Depo Yeri Politikaları.....	7	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
2. LİTERATÜR İNCELEMESİ	11	
2.1. Birleşik Devletler Deniz Kuvvetleri Envanter Sistemi.....	12	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
2.2 Sivil Dağıtım Ağı Üzerine Çalışmalar.....	14	
2.3 Ağ Çalışmalarında Toplama	16	
3. PROBLEM ANALİZİ VE MATEMATİKSEL FORMÜLASYON.....	18	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
3.1 Veri Dosyası	18	
3.1.1 Depolar	19	
3.1.2 Müşteriler.....	20	
3.1.3 Parçalar	20	
3.1.4 Taşıma Maliyetleri	20	
3.2 Varsayımlar	21	
3.2.1 Tüm talepler giderilmelidir		Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
3.2.2 Tüm ücretler bilinir ve sabit kalır.....	21	
3.2.3 Her bir deponun tüm son kullanıcılarca ulaşılabilirliği	22	
3.2.4 Herhangi bir talep noktası birden fazla depo tarafından beslenebilir.....	22	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
3.2.5 Değişmeyen talep noktası yeri	22	
3.3 Formülasyon.....	22	
3.3.1 Fihrist.....	22	
3.3.2 İlk Veri ve Parametreler.....	23	
3.3.3 Değişkenler	23	
3.3.4 Kısıtlamalar	23	
3.3.4.1 Talep Kısıtlaması.....	23	
3.3.4.2 Kapasite Kısıtlaması	23	
3.3.4.3 Yer Kısıtlaması.....	24	
3.3.4.4 Emniyet Stoğu Kısıtlaması.....	25	
3.3.4.5 Olumsuz-olmama ve İkili Değişkenler.....	26	
3.3.5 Hedeflenen İşlev	26	

3.4	Deney.....	27
3.5	Sonuçlar	29
3.5.1.	GDSL 60 Gün Bazlı Alındığında Depoların Yerleşimi-Tahsisi29	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
3.5.2	GDSL 120 Gün Bazlı Alındığında Depoların Yerleşimi-Tahsisi33	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
3.5.3	Stoğu Olmayan Parçaların Ana Depolara Tahsisinin Etkisi.....	36
	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.	
4.	ÇIKARIMLAR	38
4.1	Gelecek Araştırma Konuları	40
	KAYNAKLAR	41
	ÖZGEÇMİŞ.....	43

TANIMLAR

1. Ana Malzeme:

Sevk ve idarede birlik için büyük önem taşıyan komple malzeme ve ikmal maddesidir (silah, vasıta, araç, telsiz cihazları gibi). Bunlar genellikle ana malzeme halinde kadrolarda gösterilir. Buna, bazı karargâh ve kurumların görevlerini ifa için ihtiyaç duyulan zarurî malzemeler de dâhildir.

2. Birlik Bakımı:

Bakım birliği/bölüğüne yapılan periyodik bakım ve onarım faaliyetidir.

3. Birlik Bakım Yüğü:

Bakım birlikleri/bölüklerinde periyodik bakım ve onarım faaliyetlerinin yürütülmesi için beraberinde bulundurulması gereken yedek parçalardır.

4. Bölge Hasar Kontrolü:

Düşmanın kitle tahrip taarruzlarının veya doğal afetlerin muharebe hizmet desteği üzerindeki etkisini azaltmak ve muharebe hizmet desteğinin devamını veya yeniden tesisine yardım etmek amacıyla, bu gibi taarruz ve olaylardan önce, o esnada veya daha sonra alınan koruyucu ve kontrol sağlayıcı önlemlerdir.

5. Bütünleme İhtiyacı:

Kadro ve tahsis listelerindeki malzemelerden tüketilen veya elden çıkarılanları, yetki verilen düzeyde tutmak için gereken ikmal maddesidir.

6. CALS (Sürekli Tedarik ve Ömür Boyu Destek-Continuous Acquisition and Life Cycle Support):

Malzeme/sistem ihtiyacının belirlenmesi safhasından kullanımdan kalkma safhasına kadar, malzeme/sistem ile ilgili lojistik faaliyetlerin ve bilgilerin, hiç kâğıt kullanmadan bilgisayar ortamında yapılmasını, izlenmesini ve depolanmasını sağlayacak; malzeme/sistem yönetiminde faaliyet gösteren bütün taraflara emniyetli bilgi paylaşımını ve iletişimini sağlayacak entegre bir lojistik stratejidir.

7. Dağıtım:

İkmal maddelerinin kabulü, ayrımı, depolanması; ikmal noktalarına, dağıtma yerlerine veya birlikler tarafından istenilen yerlere ulaştırılması faaliyetidir.

8. Dağıtım Sistemi:

Ordu malının envantere giriş noktası ve ihtiyaç sahibi birliğe dağıtım noktası arasında akışımın kontrol edilmesi, dağıtılması, muhafazası, depolanması ve teslim alınmasına yönelik kullanılan işlemler, yöntemler ve tesisler bütünüdür.

9. Entegre Lojistik Destek (ELD):

İhtiyacın belirlenmesi safhasından başlayarak, ömür boyunca sistemi destekleyen unsurların (bakım, destek teçhizatı, alt yapı, eğitim, yedek parça, dokümantasyon vb),

10. Lojistik:

İstenilen yer ve zamanda, yeteri kadar ve kesintisiz olarak personel, hizmet ve kolaylık imkânı sağlamak suretiyle barışta, krizde ve savaşta askerî kabiliyetin oluşturulması, idamesi ve geliştirilmesi için yapılan, her türlü silah, araç, gereç ve malzemenin temin, tedarik, depolama, ulaştırma, dağıtım, bakım, onarım, eğitim, tahliye ve malzemenin hizmet dışı bırakılması ile inşaat, emlak, sağlık ve işletim faaliyetlerini ihtiva eden işlemlerin tümüdür.

11. Temin-Tedarik Lojistiği:

Lojistiğin araştırma, tasarım, geliştirme, imalat ve üretimi ile ilgilenen kolu olup, Türk Silahlı Kuvvetleri'nin ihtiyacı olan malzemeler, işletme idame malzemeleri ve sefer stoklarının konseptte dayalı ihtiyaçlar sistemine göre temin ve tedarikine ait faaliyetlerdir.

12. İşletme ve İdame Lojistiği:

Malzemenin depolanması, dağıtımı, ulaştırılması, bakımı, kullanılması ve envanterden çıkarılması ile ilgilenen koludur. Genel olarak şu konuları kapsar;

13. Tüketim Malzemeleri:

Personele ve/veya birliğe istihkak ve tahsis olarak verilmek üzere yürürlükteki İstihkak ve Tahsis Listeleri'nde yer alan malzemenin tamamı ile hizmette tamamen tüketilip yok olan, imalde veya kullanma esnasında şekil veya niteliğini kaybeden ve geri dönüşümü olmayan yiyecek, yem, temizlik malzemeleri, su, hedef kağıdı, basılı kâğıt, benzin motorin, motor yağı, dişli yağı, gres, gaz yağı, her türlü modern ve klasik mühimmat vb. malzemelerdir.

14. Ulaştırma:

Harekât ile lojistik sevk ve idarenin isteklerine uygun olarak, her çeşit ikmal maddesi, personel ve birliklerin zaman ve mekân içinde intikal, yer değiştirme ve yük aktarma faaliyetlerini düzenleyen planlama, ulaştırma yeteneği temin, tahsisi, programlama, icra ve icrayı kontrol etmek suretiyle yapılan teknik bir hizmettir. Ulaştırma ;

- a. İkmal maddelerinin bir yerden başka bir yere taşınması,
- b. Personelin bir yerden başka bir yere taşınması,.
- c. Ulaştırma (taşıma) yönetimi faaliyetlerini kapsamaktadır.

15. Ulaştırma Sistemi:

Her türlü ulaştırma ihtiyacını karşılamak maksadıyla ulaştırma sistemi içerisinde yer alan bütün personel, birlik, tesis, araç, teçhizat ve iletişim imkânlarının temini, planlaması, bütçelenmesi, tahsisi, programlanması, icrayı sağlayacak birlik ve ünitelerin işletilmesi, icranın takip ve kontrolü ile takip sırasında tespit edilen aksaklıkların düzeltilmesi için gerekli programların yapılarak uygulanmasıdır.

KISALTMA LİSTESİ

CALS	Sürekli Tedarik ve Ömür Boyu Destek
CPU	Merkezi İşlem Ünitesi
GDSL	Talep Amaçlı Stok Seviyesi
İs.	İstihkam Sınıfı
LBS	Lojistik Bilgi Sistemi
Lev.	Levazım Sınıfı
LYM	Lojistik Yönetim Merkezi
Muh.	Muhabere Sınıfı
OLS	İşletme Stok Seviyesi
RLS	İkmal Talep Seviyesi
RP	Yeniden Sipariş Noktası
SLS	İkmal Emniyet Seviyesi

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Ulusal Stok Numarası.....	5
Şekil 1.2 Sık sık ihtiyaç duyulan parçaların stok politikası	5
Şekil 1.3 Eski Dağıtım Politikası.....	7
Şekil 1.4 Şu anki Dağıtım Politikası	7
Şekil 1.5 Önerilen Dağıtım Politikası	8
Şekil 1.6 Beklenmedik savaş koşullarına karşı güvenli donanım düzeyinin muhafazası için en güvenli bölge.....	9
Şekil 2.1 Hizmet / Maliyet Performansı ve Depo Sayısı Arasındaki Bağlantı12	Hata! Yer işareti tanımlan
Şekil 3.1 14 depo olduğunda depo kullanımları	30
Şekil 3.2 3 depo olduğunda depo kullanımları	30
Şekil 3.3 60 günlük stok seviyesi için maksimum depo sayısını (M) kısıtlama31	Hata! Yer işareti tanımla
Şekil 3.4 Depo sayısı 4'e düşürüldüğündeki depo kullanımları.....	32
Şekil 3.5 Depo sayısı 7'ye düşürüldüğündeki depo kullanımları.....	32
Şekil 3.6 14 depo olduğunda depo kullanımları	33
Şekil 3.7 120 günlük stok seviyesi için maksimum depo sayısını (M) kısıtlama34	Hata! Yer işareti tanıml
Şekil 3.8 Depo sayısı 6'ya düşürüldüğündeki depo kullanımları.....	35
Şekil 3.9 Depo sayısı 10'a düşürüldüğündeki depo kullanımları.....	35
Şekil 3.10 60 gün temelli stok seviyesi için emniyet stoğu olmadan maksimum depo sayının (M) kısıtlanması.....	36
Şekil 3.11 120 gün temelli stok seviyesi için emniyet stoğu olmadan maksimum depo sayının (M) kısıtlanması.....	37

TABLO LİSTESİ

Tablo 3-1 Depoların yer ve kapasiteleri.....	19
Tablo 3-2 Taşıma Ücretleri (2001-TL değeri).....	21
Tablo 3-3 60 günlük stok seviyesi için CPU süreleri ve [iterasyon] sayıları.....	28
Tablo 3-4 120 günlük stok seviyesi için gereken CPU süreleri ve [iterasyon] sayıları.....	29
Tablo A.1 :Her bir malzemenin Ağırlığı ve kapladığı alan	44
Tablo A2 Depolar ve İhtiyaç noktaları arasındaki en kısa mesafeler (km.).....	45
Tablo A3 Depolar ve İhtiyaç noktaları arasındaki en kısa mesafeler (km.).....	46
Tablo A.4 120 Günlük Stok seviye bazlı ihtiyaç miktarları(*"1p" birinci öncelikli ihtiyaçları ve "2p" ikinci öncelikleri gösterir)	47
Tablo A.5 120 günlük stok seviye için ihtiyaç miktarları.....	48
Tablo A.6 120 günlük stok seviye için ihtiyaç miktarları.....	49
Tablo A.7 120 günlük stok seviye için ihtiyaç miktarları.....	50
Tablo A.8 120 günlük stok seviye için ihtiyaç miktarları.....	51
Tablo A.9 120 günlük stok seviye için ihtiyaç miktarları.....	52
Tablo B.1 60 Günlük stok seviye bazlı depolama sisteminde tesis edilen 4 depodan her birinde izin verilen stok miktarları	53
Tablo B.2 60 Günlük stok seviye bazlı depolama sisteminde tesis edilen 7 depodan her birinde izin verilen stok miktarları	54
Tablo B.3 60 Günlük stok seviye bazlı depolama sisteminde tesis edilen 14 depodan her birinde izin verilen stok miktarları	55
Tablo B.4 60 Günlük stok seviye bazlı depolama sisteminde tesis edilen 14 depodan her birinde izin verilen stok miktarları	56
Tablo C.1 120 Günlük stok seviye bazlı depolama sisteminde tesis edilen 6 depodan her birinde izin verilen stok miktarları	57
Tablo C.2 120 Günlük stok seviye bazlı depolama sisteminde tesis edilen 10 depodan her birinde izin verilen stok miktarları	58
Tablo C.3 120 Günlük stok seviye bazlı depolama sisteminde tesis edilen 14 depodan her birinde izin verilen stok miktarları	59
Tablo C.4 120 Günlük stok seviye bazlı depolama sisteminde tesis edilen 14 depodan her birinde izin verilen stok miktarları	60

ÖNSÖZ

Bu çalışmayı yapmamda büyük katkıları bulunan Dr. Zafer UTLU ya çok teşekkür ederim. Kendileri aynı meslekten olmamızın verdiği dayanışma ile yol gösterici ve yardımcı olmuşlardır.

Yüksek Lisans çalışmam boyunca yardımlarını esirgemeyen tüm İstanbul Ticaret Üniversitesinin çok değerli öğretim eleman ve çalışanlarına teşekkürü borç bilirim.

Ayrıca çalışmalarımı büyük bir fedakarlıkla destekleyen ve her türlü sıkıntıda yanımda olan sevgili eşime çok teşekkür ederim.

ÖZET

MALZEMELERİN CİNS VE SINIF FARKI GÖZETMEKSİZİN DEPOLANMASI

Abdulkadir ALATAŞ

Endüstri Mühendisliği Bölümü Yüksek Lisans

Tez Yöneticisi: Dr. Zafer UTLU

Ekim 2007

Bu çalışmanın amacı, Ordudonatım, Muhabere, İstihkam sınıflarını ve bu sınıflara ait depoları nasıl en faydalı şekilde tek birim olarak birleştirebileceğini ve yeni sistemde malzemeleri varolan dağıtım ağı içerisinde nasıl yerleştirebileceğini göstermektir. Tamsayılı programlama modeli önerilmiş ve bu modelin uygulanması için GAMS yazılımı kullanılmıştır. Model belirlenmiş emniyet stoklarıyla ilgili kısıtlar göz önüne alınarak iki stok seçeneğine göre (60 ve 120 günlük stok seviyesi) çalıştırılmıştır. Dağıtım masraflarının açık depo sayısı ile nasıl etkilendiği sorusuna yanıt bulunmaya çalışılmış ve ideal açık depo sayısı ve yerleri önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tamsayılı Programlama, Konum-Tahsisat, Dağıtım Masrafları, Emniyet Stoğu, Kapasite Kısıtlı Tesis Yerleşimi

ABSTRACT

LOCATION-ALLOCATION OF ITEMS TO THE DEPOTS WITHOUT CLASSIFICATION

Abdulkadir ALATAŞ

M.S. in Industrial Engineering

Advisor: Dr. Zafer UTLU

October 2007

This thesis shows how can optimally combine its distribution efforts and repositions the items in the existing distribution network after the merging of Ordnance, Signal and Engineers Corps and their resources as a single unit. A mixed integral programming model is proposed, and for the implementation of the model, optimization modeling software GAMS is used. The model is implemented for two stock level choices (60-day and 120-day basis) with taking safety stock constraints into account, which are determined by Logistic Command. How distribution costs are affected by the number of open depots is investigated, and ideal number of depots and their locations in distribution network are proposed.

1. BÖLÜM

GİRİŞ

Lojistik Sisteminin misyonu etkili silahlar, taşıtlar ve kuvvetler sağlamak ve ardından, bunlara savaş ve barış koşullarında asgari kaynak tüketimiyle sürekli destek sağlamaktır.

Lojistik birimlerinin standart çalışma prosedürleri ve iş yapma süreçleri, zamanın oldukça gerisinde kalmış ve mevcut teknolojiyle uyumsuzdur. Özel askeri amaçlar için kullanılan malzemenin maliyeti düşünüldüğünde, bunun bütçeye yükü ciddi oranda yüksektir ve lojistik birimlerin yeniden düzenlenmesi için belirli önlemler alınmalıdır.

Son yıllarda, Türk Kara Kuvvetleri teknolojik trendleri yakalayabilmek adına lojistik üzerine çok sayıda proje başlatmıştır. 1986' da Türk Kara Kuvvetleri kendi lojistik kavramını yeniden tanımladı ve her daldaki bütün lojistik faaliyetlerin altından kalkabilecek bir birim kurmaya karar verdi. Bu amaçla 1988' de Lojistik Komutanlığı kuruldu.

1990' da Lojistik Komutanlığındaki her kol için ayrı ayrı Levazım Yönetim Merkezleri kuruldu. Ayrıca ana depolar ve dördüncü-düzyen depolar bilgisayar kullanmaya başladılar. Böylece, ana depo yönetimi artık kolordu bölgelerindeki alt depolarında bulunan malzeme sayısının kaydını tutabilmektedir.

1996' da Türk Genelkurmayı, askeri kurumlar arasında bilginin serbestçe paylaşılabilirdiği bir bilgi paylaşım ortamı yaratmayı amaçlayan "Sürekli Tedarik ve Ömür Boyu Destek" (CALS) projesini başlattı. CALS'ın amacı savunma sisteminin tedarik ve destek hızını artırmak, maliyetini düşürmek ve kalitesini geliştirmektir. Ayrıca satıcılar için tedarik zinciri entegrasyonu sağlar. CALS (bir diğer adıyla ışık hızında ticaret) aynı zamanda NATO'nun sürdürdüğü, eylemsel birlikte işlerlik için muharebe gereksinimlerini karşılamaya odaklanmış ve NATO' da lojistik işbirliğini destekleme amaçlı bir projedir.

2002' de, Türk Kara Kuvvetleri daha önceki çalışmalarının sonuçlarını değerlendirerek lojistik anlayışını güncelledi ve Lojistik Bilgi Sistemleri Projesini yürürlüğe koydu. Projelerin hayata geçirilmesi için Türk Kara Kuvvetleri bütün sınıflardan subayların oluşturduğu

Lojistik Bilgi Sistemleri Merkezini kurdu. Lojistik Bilgi Sistemleri Merkezinin misyonu Lojistik Komutanlığı ve depolardaki subaylarla işbirliği içinde sistemin gereksinimlerini

belirlemektir. Ayrıca projelerin uygulanması için gereken istatistikî veriyi toplamaya başladı. Lojistik Bilgi Sistemleri Merkezi gerektiğinde algoritmalar geliştirmek, projeler uygulamak ve lojistik yönetim ve kontrolde kullanılacak yazılımları geliştirmek için Havelsan ve başka sivil firmalarla birlikte çalışabilir.

2004' de Türk Kara Kuvvetleri Birleşik Destek Konsepti'ni geliştirdi. Bunun amaçlarından bazıları şunlardır:

I. Ortak satın alma sağlamak, depo kaynaklarını paylaşmak ve ulaştırma faaliyetlerini birleştirmek amacıyla Ordudonatım, Muhabere, İstihkâm ve Levazım birliklerini tek birimde toplamak. Tüm lojistik işlemler tek merkezden yönetilecek. Malzemeler branş sınıflandırmasıyla tahsis yerine teknik olarak gruplandırılıp depolara tahsis edilecek. Örnek olarak, lojistik birlikleri tekerlekleri ayrı ayrı satın alıyorlardı ki bu ortak satın almadan çok daha maliyetliydi. Artık, bunların hepsi ihtiyaçlarını Ordudonatıma bildirir ve Ordudonatım tekerlek satın almak (toplu alım indirimi sağlamak) için bir fiyat teklif sistemi kullanır. Ancak, bu hala birçok malzeme için geçerli değildir.

II. Her malzeme bar-kodlanacak ve sistemde malzemelerin görünebilmesi için gerekli bilgisayar ağı kurulacak. Tüm sistem üzerinde kontrolü olmadığı için, var olan lojistik sistem altyapısı, askeri birimlerin dinamik yapısının gerekliliklerini karşılayamaz. Hızlı malzeme görünürlüğü, askeri birimlere malzeme temininin doğruluğunu ve çabukluğunu katlanarak arttırabilir. Malzeme görünürlüğü; lojistik işlemlerdeki malzeme hareketleri, her malzeme için gerekli en az stok seviyesi, raf ömrü, temin ve son kullanma zamanlarını içerir.

III. Tugaylar, malzemeleri bir sonraki emre kadar eksikliği önlemeye yetecek asgari seviyede bulundurlar. Böylece, temin/sevk süreleri daha çok önem kazanır ve taleplerin daha kısa sürede giderilmesi gerekir.

IV. Geçerli işletme ve stratejik muharebe rezerv gereksinimlerini karşılamak için gereken envanteri sağlamlaştırarak ya da atarak yedek ve onarım parçalarının depolama ve muhafaza masraflarını düşürmek. Malzemelerin yaşam dönemi maliyet analizleri yapılacak ve bu analizlerden sonra her malzemenin depolanma hedefi yeniden tanımlanacak.

V. Askeri birimlerin çabuk hareket etmesini sağlamak ve özellikle savaş durumunda bu birimlere gereken malzemeyi hızlı bir biçimde temin edebilmek için mobil stoklar (örneğin konteynır taşıyan araçlar) oluşturulacak.

Ocak 2004' den bu yana, otomasyonu kolaylaştırmak ve stok seviyelerini asgariye indirmek adına, dördüncü-düzey depoların depolama görevlerine son verildi. Her lojistik branşının dördüncü-düzey depoları kolordu bölgelerinde bulunur ve bunların eski görevleri kolordu bağlı birliklerinin ihtiyaçlarını karşılamaktı. Bu depoların bakım bölümleri hala faaldir ve görevleri kurtarılabilir ve tamiri ekonomik olan malzemenin bakımını yapmaktır. Ana depolar, Tugayların ve Ordudonatım Birlikleri dışındaki üstlerinin ihtiyaçını karşılamaya başladılar.

2010 yıllarına kadar, Türk Kara Kuvvetleri "Force 2010" adlı yeni bir destek kavramını hayata geçirmek istiyor. Tüm sınıflar birleşecek ve bunların tüm kaynakları ortak kullanılacak. Bu alanda A. IŞILAK' ın değerli çalışmalarından yararlanılmıştır.

Tüm bu faaliyetlerin amacı azami fayda ve savaş koşullarına maksimum hazırlık sağlamak ve bunu yaparken, barış koşullarında lojistik maliyetlerini asgari seviyede tutmaktır. Savaş alanında ve barış zamanında, birliklerin gereksinimlerine duyarlılık, onların hayatta kalmaları için önemli bir faktördür.

Malzeme sistemlerinin muhafazası, paketlenmesi, taşınması, yüklenmesi ve indirilmesi, depolanması, bunların destek ekipmanı, temel bakım malzemeleri (batarya, yağ vs.) ve tüm sınıflardan ilgili donanım için bazı kaynaklar, teknikler ve metotlar gereklidir. Bunlar, belli prosedürleri, çevresel duyarlılığı ve hem kısa hem de uzun vadeli depolama için ekipman muhafaza gereksinimlerini içermelidir.

Lojistik desteğin her düzeyinde standardizasyon olmalıdır; örneğin, bir çalışan bir istek aldığında, gerekli belgeleri hazırlaması yalnızca birkaç dakika sürer, ama bu belgeler bir masanın üzerinde bir hafta kadar bekletilebilir (belki de yalnızca onay için). Sistem içerisinde, elle yapılan işlerin akış süreci birimden birime, yerden yere ve çalışandan çalışana değişiklik gösterir. Sonuç olarak yanıt süresi oldukça değişkendir ve bir malzemenin teslim edilmesi aylar sürebilir. Eğer yeniden yapılama ve otomasyon faaliyetleri süreçlere uygulanırsa, gecikmeler ortadan kalkacaktır. İşi yapan insanlar karar alma sürecine katılmalı ve yönetim istisna durumlarda devreye girmelidir. O zaman, karşılanan istek sayısı yüz kat artırılabilir.

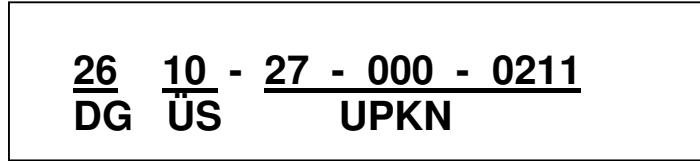
Şu anki sistemde, malzeme akışı genelde yukarıdan aşağıya doğrudur. Kullanımdan kalmış malzemeler “ihtiyaç duyulursa diye” stoklanmaktadır. Yeni sistem, stoklardaki tarihe karışmış malzemeyi ortaya çıkarıp, bunların ana depolara ya da ihtiyaç duyan birimlere transferini kolaylaştırabilir.

1.1. Envanter Sistemi

Kara Kuvvetleri Envanter Sistemi'nin organizasyonu birçok yönden özel sektörden müşterilere ürün ve hizmet sağlayan büyük firmalarınkine benzer; tek fark savaş koşullarına hazırlığı da dikkate alması gerektiğidir. Hem Kara Kuvvetleri Envanter Sistemi hem de özel sektörün ana hedefi müşteri memnuniyetidir. Kara Kuvvetleri Envanter Sistemi'ni Lojistik Komutanlığı yönetir.

1.1.1. Ulusak Stok Numarası

Envanter Sistemi'ndeki her parçanın kendine ait USN' si vardır, bu 13 rakamlı bir koddur. İlk dört rakam donanım sınıfını, son dokuz rakamsa Ulusak Parça Kimlik Numarasını gösterir. Donanım sınıfı iki parçadan oluşur. İlk iki rakam donanım grubunu ve ana parça kategorisini belirlerken (örneğin, 26 tekerlekler, 28 motorlar ve parçaları); diğer iki rakam malzemenin o donanım grubu içerisindeki ürün sınıfını belirtir (örneğin 2640 tekerlek tamir aletleri, 2815 dizel motorlar ve parçaları).

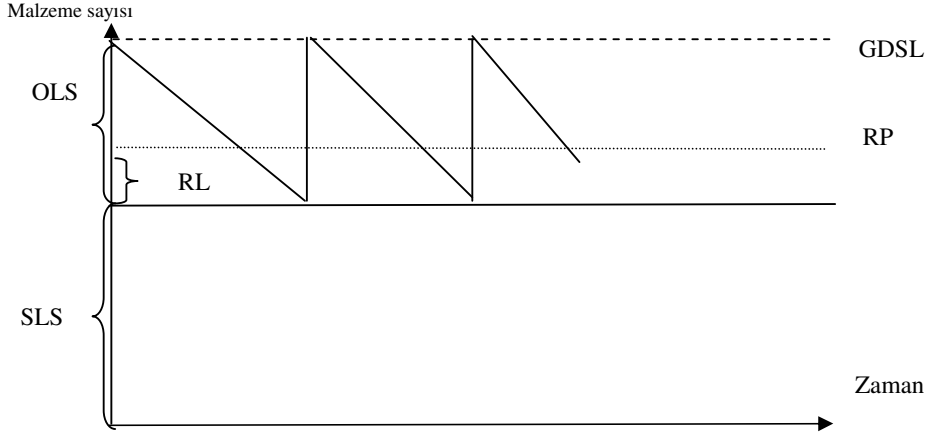


Şekil 1.1. Ulusal Stok Numarası

Depolar, ebatları ve özellikleri birbirinden farklı çok sayıda binadan oluşur. USN'sinin donanım grubu numarası aynı olan parçalar depolarda aynı yerler ve koşullarda saklanır. USN aynı zamanda bar-kodlama işlemi için bir temel oluşturur.

1.1.2. Stok Politikası

Alttağı şekil her parça için genel stok politikasını özetler:



Açıklamalar

: parça sayısı

OLS : İşletme Stok Seviyesi

RLS : İkmal Talep Seviyesi

SLS : İkmal Emniyet Seviyesi

GDSL : Talep Amaçlı Stok Seviyesi

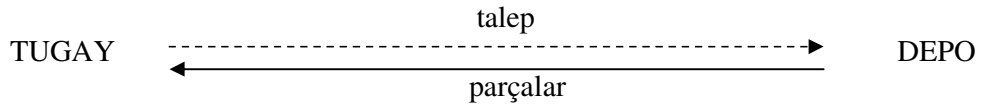
RP : Yeniden Sipariş Noktası

Şekil 1.2. Askeri birimlerce sık sık ihtiyaç duyulan parçaların stok politikası

1.1.3. Temin Çeşitleri

Askeriyede iki ana temin çeşidi vardı;

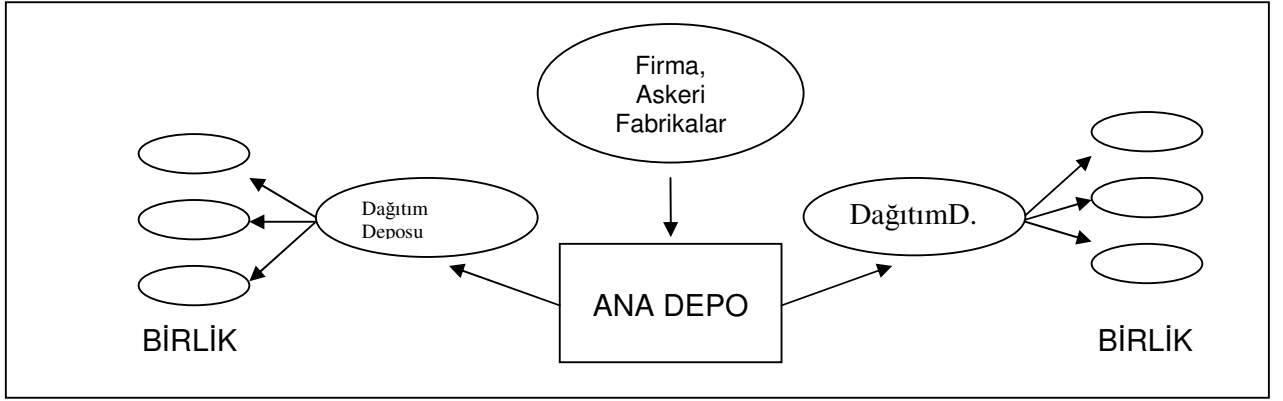
Çekme (Pull) Sistemi: Yeni bir talep ortaya çıktığında gerçekleşir. (Bir tankın darbe soğurucu arızası gibi durumlar)



Lojistik Komutanlığı geride kalan yıla ait talep oranını değerlendirerek stok seviyesini belirler. Ancak, parça sayısı yeniden sipariş seviyesine düştüğünde, yeni bir sipariş verilir.

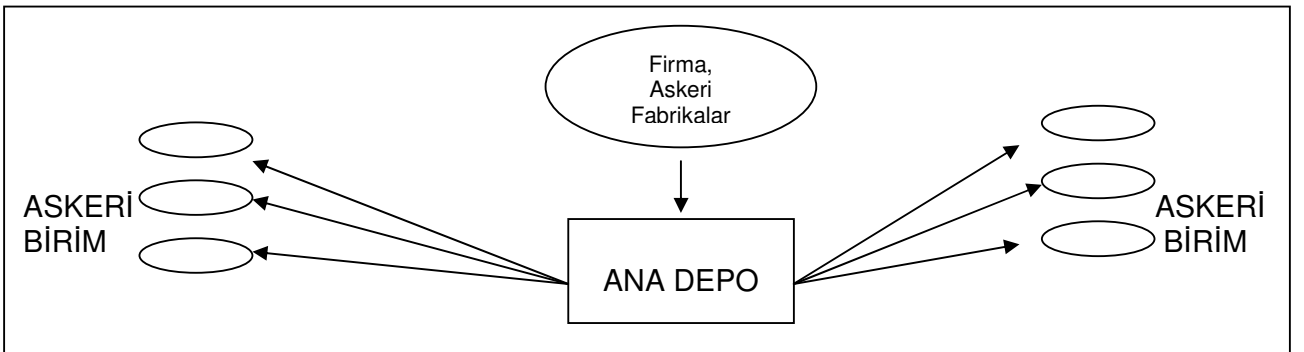
İtme (Push) Sistemi : Temin periyodik olarak gerçekleşir. Örneğin, zırhlı bir taşıyıcının bujisi 6 ayda bir ya da her 4000 km' de değiştirilmesi gereken bir yedek parçadır. Genelde, ilk koşul barış zamanında uygulanır. Stok seviyesini belirlemek için alttaki formül kullanılır.

1.1.4. Eski, Şu anki ve Önerilen Depo Yeri Politikaları:



Şekil 1.3. Eski Dağıtım Politikası

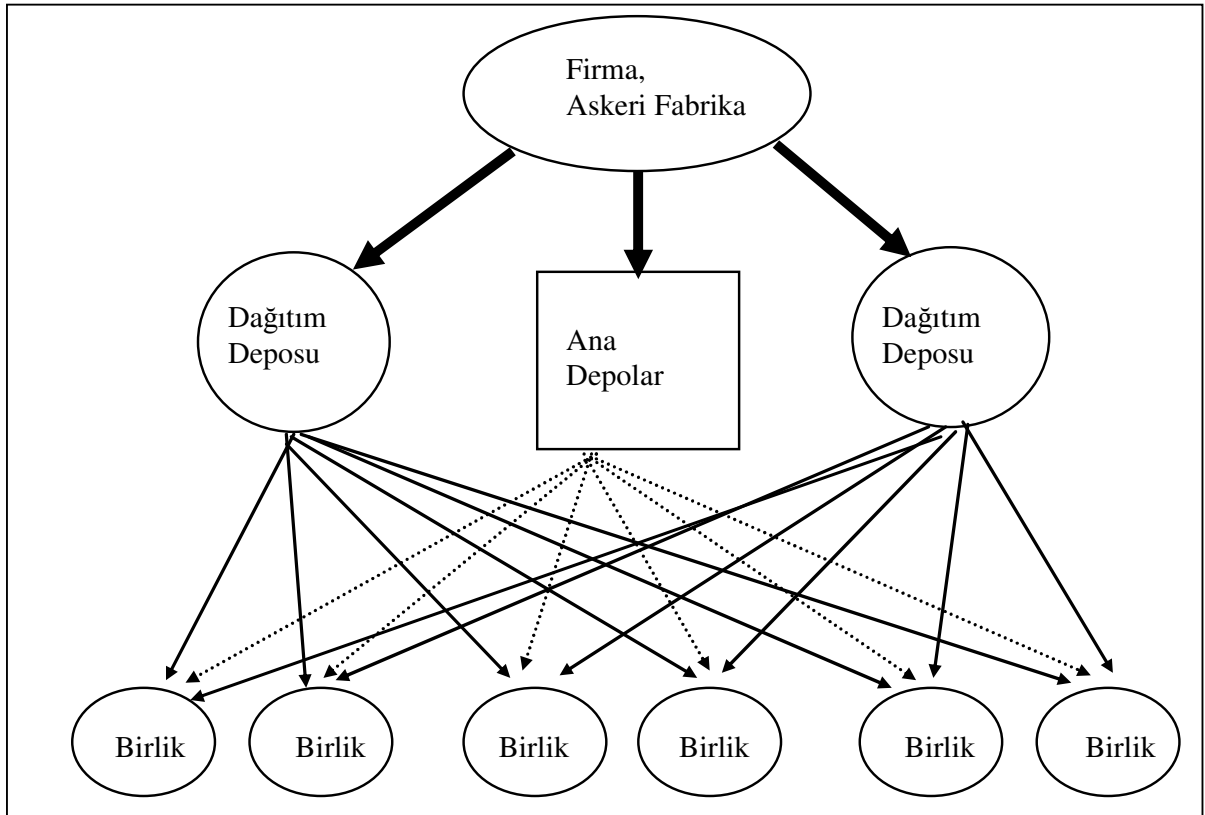
Yukarıdaki şekil eski sistemi açıklar. Öncelikle, tüm malzeme ana depoya gelir ve sonra yalnızca dağıtım depolarına dağıtılır. Dağıtım depoları kolordu bölgelerindeki depoları temsil eder ve yalnızca Kolordu Bağlı Birliklerini beslerler. Bu sistem miyoptur ve zaman ve maliyet açısından oldukça verimsizdir. Her birimin kendine ait stok seviyesi vardır. Bu yüzden, sistemin işlerliğini sürdürmesi için stokta daha fazla malzeme tutulması gerekir. Bir depoda malzeme fazlası varken, başka bir depo aynı malzemenin eksikliğini hissedebilir.



Şekil 1.4. Şu anki Dağıtım Politikası

2002'nin başından bu yana, şekil 1.4.'teki yeni dağıtım politikası uygulamaya konma sürecindedir. Ülkenin merkezinde, tüm ilgili malzemeye sahip tek bir ana depo vardır. Tüm lojistik kollar buna bağlı ana depoda malzeme depolarlar. Yeri güvenlik açısından idealdir ve tek bir depo olması stok seviyesi kontrolünü oldukça kolay kılar. Depo yönetimleri basitleştirilebilir ve stok seviyeleri tam kaynak görünülüğü kullanılarak azaltılabilir. Ayrıca,

bar-kodlama işlemleri daha kolay uygulanabilir. Diğer yandan ise birimlere malzeme ulaştırma ücretleri ve dağıtım süreleri artar. Gereken stoklar için depo kapasiteleri yetersiz olabilir ve bu yeni depo bölümleri inşa etmeyi gerektirir ki bu yüksek maliyeti beraberinde getirir. Eğer ana depo yok edilirse, o zaman o lojistik kolun (şubenin) tüm stoğu kaybedilecektir. Bu dezavantajları azaltmak ve denge sağlamak için Lojistik Bilgi Sistemleri Merkezi tarafından Şekil 1.5.'te gösterilen üçüncü bir alternatif önerilmiştir.

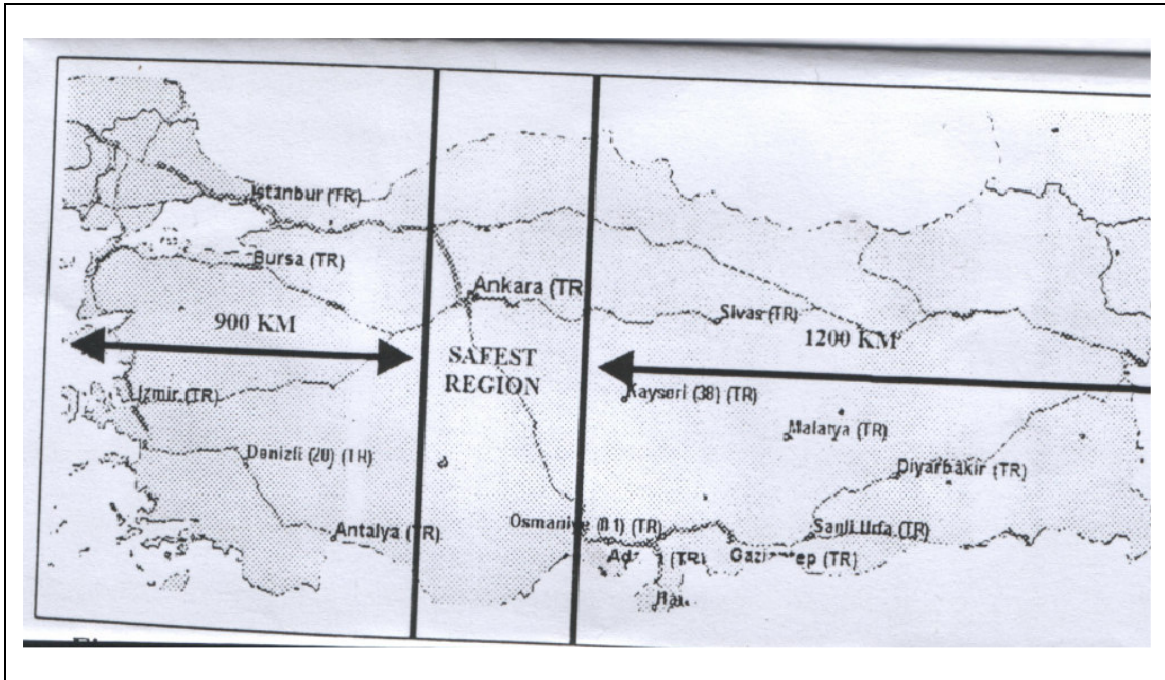


Şekil 1.5. Önerilen Dağıtım Politikası

Bu tezin ana hedefi önerilen bu sistemi değerlendirmek ve en iyi hale getirmektir. Lojistik Bilgi Sistemleri Merkezi, Kolordu bölgesindeki depoları kullanma düşüncesini sınamak, aynı otomasyon prosedürlerini bu depolara uygulamak ve lojistik kol sınıflandırması yapmadan tüm bu depoları tek merkezden yönetmek istemektedir.

Tüm lojistik birlikler birleştirilecek ve sistemin tek stok seviyesi olacaktır. Otomasyon yardımıyla, bir talep gerçekleştiğinde, sistem parçayı, onu envanterinde bulduran en yakın depodan yollamaya karar verecektir. Bu stok seviyesini azaltacak, hazırlık sağlayacak ve temin süresini kısaltacaktır. Birimlerin çoğu sınırlara yakındır, bu yüzden sistem, maliyet ve süreyi asgariye indirmek için ana depoları son çare olarak kullanacaktır. Bu öneriye göre, eğer ihtiyaçları karşılamak için yalnız ana depolar kullanılırsa, bunun ücreti çok yüksek olacak ve sistem arzulanan temin sürelerini elde edemeyecektir.

Türkiye, coğrafi konum itibariyle istikrarsız bir bölgededir. Kara Kuvvetleri Komutanlığı tüm diğer bölgelere eşit uzaklıkta ve tüm birimleri besleyebilecek olan İç Anadolu'daki ana depolarda donanım güvenlik düzeyini belirlemek istiyor. Bu bölge, konumu dolayısıyla savaş koşullarında güvenlik açısından tatminkar olabilecektir.



Şekil 1.6. Beklenmedik savaş koşullarına karşı güvenli donanım düzeyinin muhafazası için en güvenli bölge.

Eğer herhangi bir parçanın stok seviyesi ikmal emniyet seviyesine düşerse, o parça, yeni sipariş depolara ulaşana kadar, istek noktalarına gönderilmeyecektir. Bu parçalar ana depolarda çok uzun süre kalabilir ki bu, bakım gerekeceği anlamına gelir. Dördüncü-düzyer depolar yalnızca işletme ikmal seviyesi için kullanılacak ki bu depolarda bakıma gerek duyulmasın. Türk Kara Kuvvetleri envanterinde yaklaşık 300000 çeşit parça vardır. Sonuç olarak Lojistik Komutanlığı her donanım grubunu ana depolardan yalnızca bir tanesine yerleştirmek istemektedir. Aksi takdirde, her parça için gereken araç-gereç ve bakım

personelinin her ana depoda bulundurulması gerekir ki bu personel sayısında artış ve yüksek maliyet demektir. Envanterde malzemenin kullanım dışı kalmasını önlemek için, ana depolar parçaları istek noktalarına “ ilk giren, ilk çıkar “ prensibine göre göndermelidir.

Şimdi, lojistik birliklerin nasıl birleştirileceği, hangi depoların dağıtım ağında kullanılması gerektiği, dağıtım maliyeti ve temin sürelerinin en aza indirgenmesi için parçaların depolara nasıl tahsis edileceği konusunda stratejik kararlar alma zamanıdır.

Bu tezde amacımız (fotokopide sözcük çıkmamış) dördüncü-düzy depolar stoklama için kullanıldığında dağıtım maliyetlerinin nasıl etkilendiğini; ayrıca güvenlik koşulları karşılandıktan sonra her depoda her bir parça için ne kadar yer tahsis edilmesi gerektiğini araştırmaktır. Bu problemi çözmek için bir karışık-tamsayılı programlama modeli geliştirdik. Bu model mevcut depolardan hangilerinin kullanılacağını belirtmekte; ayrıca depolara parçalar atamakta, dolayısıyla bütün parçalar için dağıtım kanalları oluşturmaktadır. Amacı depoların işletim maliyetini ve toplam nakliyat maliyetlerini en aza indirmektir. Model, iki alternatif işletme politikasına göre çözümlenmiştir.

A- 60 günlük stok seviyesi

B- 120 günlük stok seviyesi

Modelin varsayımları ve detayları üçüncü bölümde verilmiştir.

2. BÖLÜM

LİTERATÜR İNCELEMESİ

ABD’ de Lojistik yönetimle ilgilenen insanlar için oluşturulmuş, kar amacı gütmeyen profesyonel bir dernek olan Lojistik Yönetim Konseyi, lojistiği, “ müşteri gereksinimlerine ayak uydurmak amacıyla ham maddelerin, işlem gören envanterin, tamamlanmış ürünlerin ve bağlantılı bilginin başlangıç noktasından tüketim noktasına kadar planlanması, işleme konması ve depolanması süreci ” olarak tanımlar. (Kasilingam, 1998)

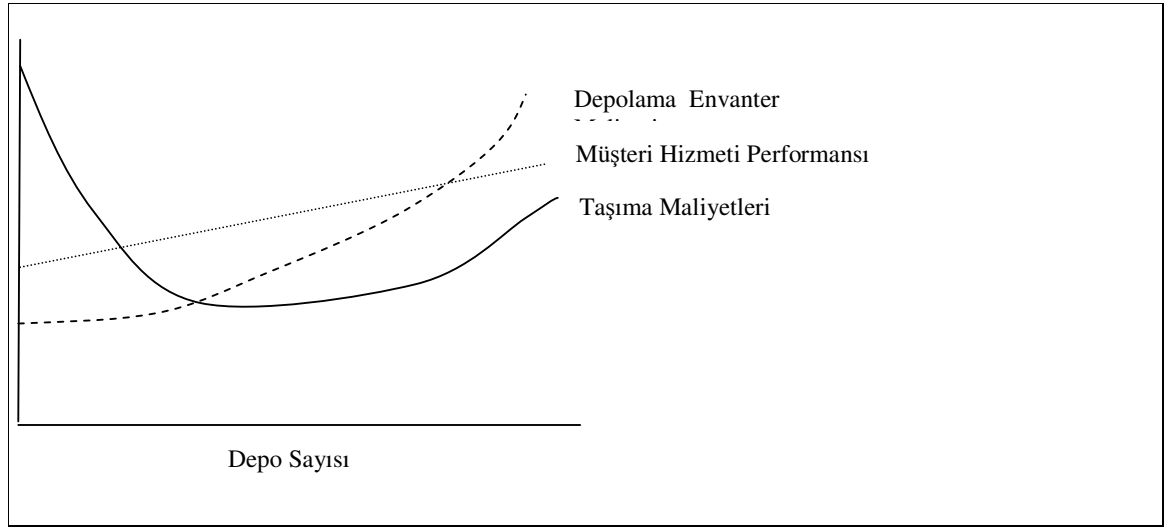
Lojistikteki stratejik kararlardan bir tanesi tesislerin nereye yerleştirileceği ve kapasiteleri düşürülerek seçilen tesisleri taleplerin nasıl tahsis edileceğidir. Depo ağ yapısını değerlendirmekteki amaç, minimum işletim maliyetiyle gereken düzeyde müşteri hizmeti sağlayacak ağ konfigürasyonunu (bir başka deyişle depoların sayısı, büyüklüğü, yeri ve hizmet alanlarını) belirlemektir. Üstün dağıtım performansı sağlamaya çalışırken, firmalar değişen iş gereksinimlerine yetişebilmek adına depo ağlarını periyodik olarak yeniden düzenlerler. Bir araştırmanın sonuçlarına göre, bir firma dört yıldan uzun bir süre dağıtım sistemini değiştirmediyse, gerekenden %200 fazla harcıyor olabilir. (Cooper 1990)

Tesislerin yeni yeri hakkında stratejik kararlar alırken kurumlar coğrafi olarak kıyıda kalmış kaynakları sanki merkezdelermiş gibi düşünmelidir. Merkezi olmak ve olmamak arasındaki çatışma şudur: Bir kaynağın merkezi olarak kabul etmek onu kullananlara daha iyi hizmet sağlar, ancak bunu bolluk ve büyük ölçekli ekonomiler kaçırma pahasına yapar. Firmalar artık bu tip takaslar yapmak zorunda değildir. Hizmet esnekliğinden fayda sağlarken ölçek ve koordinasyonun da ağları ve standart iletişim sistemleri kullanabilirler.

Bir Lojistik ağdaki depolama tesislerinin sayısını araştırmak çoğunlukla müşteri hizmetini geliştirir, çünkü ek stoklama mekânları ortalama ürün teslim süresini azaltır. Ancak, daha çok depo demek daha fazla depolama ve envanter maliyeti demektir. Envanter maliyeti artar çünkü daha fazla sayıda depo, belirlenmiş müşteri hizmeti düzeni sağlamak için sistem çapında daha fazla güvenli donanım düzeyinde envanter bulundurmaya gerektirir.

Bunlara karşın, tesis sayısı belli bir aralıkta arttığında taşıma maliyetleri düşer. Ancak eğer çok fazla sayıda depo mevcutsa bu taşıma maliyeti avantajı ortadan kalkar çünkü temin noktası ve depolar arasındaki taşıma, direk müşteriye teslim oranla taşıma

pekiştirme avantajının çok az olduğu bir boyuta ulaşır. (Robeson & Copacino, 1994)



Şekil 2.1. Hizmet / Maliyet Performansı ve Depo Sayısı Arasındaki Bağlantı

Tesis yerleşim problemleri; telekomünikasyon, dağıtım ve taşıma endüstrilerindeki uygulamalarla beraber, tamsayı programlama sorunlarının önemli bir sınıfını oluşturur. Her tesisin sınırlı bir kapasitesi olduğundan, bu probleme sınırlı kapasiteli tesis yerleşim problemi denir.

2.1. Birleşik Devletler Deniz Kuvvetleri Envanter Sistemi

Türk Kara Kuvvetlerindeki tüm kolları birleştirme ve tüm envanteri tek merkezden yönetme düşüncesi diğer Ülkelerdeki örneklerden, özellikle Birleşik Devletler Deniz Kuvvetleri'nden kaynaklanmıştır. Birleşik Devletler Deniz Kuvvetleri, Türk Kara Kuvvetlerindeki tüm sınıfları birleştirmek için bir model oluşturur. Bütün askeri kollar için envanter yönetiminin birleştirilmesi tarih olarak Amerika Birleşik Devletleri'nin büyük çaplı askeri genişlemesinin, büyük miktarda mühimmat ve donanımın hızlı teminini gerektirdiği 2. Dünya Savaşı'na dayanır. Tüm kollar sistematik olarak Savunma Lojistik Kurumu aracılığıyla parça satın almaya, depolamaya ve dağıtmaya başladılar.

2 Ekim 1995' te Philadelphia'daki eski Havacılık Donanım Ofisi ile Mechanisburg'daki Gemi Parçaları Kontrol Merkezi'nin birleşmesiyle Deniz Kuvvetleri Envanter Kontrol Noktası (NAVICP) kuruldu. Bu birleşmenin amacı Deniz Kuvvetleri'nin tüm Program Destek Envanter Kontrol Noktası işlevlerini tek bir komutanlık altında bir araya getirmektir. NAVICP, Deniz Kuvvetleri toptan envanterinin tek kontrolü; 350,000' in üzerinde donanım parçası ve

15,5 milyar dolarlık envanterin sorumlusudur. Müşteri talebini zamanında gidermek için (Dünya çapında 22 savunma deposunda) envanterini en iyi şekilde bulundurmak zorundadır. NAVICP üzerinde birçok proje ve çalışma vardır. Bunlardan ikisi bizim çalışmamızla en ilgili olanlardır ve Deniz Kuvvetleri Toptan Envanterinin pozisyonlamasının en iyi duruma getirilmesi üzerinedir.

Bu projelerin ilki Reich'da (1999) açıklanmıştır. Reich, maliyet ve diğer belirlenmiş kısıtlamalara bağlı dağıtım süresini minimuma indirmek için tamir edilebilir parçaların depo düzeyini belirleyen bir tamsayı doğrusal program geliştirdi. Onun yaptığı geniş dağıtım ağı analizi, Deniz Kuvvetlerinin toptan envanteri mevcut ağ içinde stratejik olarak daha iyi yerleştirerek yanıt süresini ve dağıtım maliyetini kısılabileceğini gösteriyordu. O ayrıca orduya ait ek taşıma tesislerinin kullanımını arttırarak maliyetleri düşürmeyi öneriyordu. Modelini çözümlemek için, 57 temsili kurtarılabilir stok parçası kullandı ki bu bize modelimizi basitleştirmek için her koldan temsili parçalar seçme fikrini verdi.

İkinci çalışma ise, 18 aylık bir süreçte Deniz Kuvvetleri birimlerinin tarihi taleplerine hizmet etmek üzere listelenmiş malları en uygun biçimde yerleştiren bir buluşsal algoritma geliştiren Kaplan (2000) tarafından sunuldu. Yeniden yerleştirme, müşteri bekleme süresi ve depo kapasiteleri kısıtlamalarına bağlı dağıtım maliyetlerini en aza indirir.

Dünya çapında 126 toplu müşteri bölgesine 22 depodan 32,521 ayrı toptan parça için örnek bir dağıtım planı yapıldı. Kaplan, Deniz Kuvvetlerinin envanterini mevcut dağıtım ağı içine stratejik bakımdan daha iyi yerleştirmek suretiyle dağıtım maliyetini düşürebileceğini ortaya koydu. O ayrıca, Deniz Kuvvetlerinin stoklarını, fazla değil yalnız birkaç yerde bulundurarak ve parçaları toplu ürün grupları şeklinde bir arada tutarak birikim elde edilebileceğini önerdi, ki bu lojistikte geniş kabul gören bir politikadır.

Kaplan çalışmasında, açık depo sayısının dağıtım maliyeti üzerindeki etkisini gösterdi. Bunu takip ederek, bizde modelimizi kullanarak depo sayısı ve toplam sistem maliyeti arasındaki bağlantı üzerinde bazı analizler yürüttük. Mantıklı depo sayısı ve önerileri hakkında öneriler yapabildik.

2.2. Sivil Dağıtım Ağı Üzerine Çalışmalar

Pirkul ve Jayaraman (1998), çok ürünli, çok fabrikalı sınırlı kapasiteli tesis yerleşim problemi için, dağıtım ağının toplam iletişim ve maliyetini asgariye indirmek amacıyla bir üretim fabrikaları ve dağıtım merkezleri sayısı belirlemeye çalışan PLANWAR adlı bir karışık tamsayı programlama modeli sundular. Onlar aynı zamanda “Lagrangian relaxation” temeline dayanan bu donanım zincirleme yönetim problemine etkili bir buluşsal çözüm prosedürü geliştirdiler.

Murray ve Gerrard (1998) hizmet tesisleri yerleştirmek için, Sınırlı Kapasiteli Bölgesel olarak Kısıtlı p-median problemi üzerine bölgesel gereksinimleri bir yerleşim-tahsis çerçevesinde birleştiren ve maksimum kapasite sınırlamalarının korunmasını garanti eden bir çalışma sundular. Biz modelimizin formülasyonunda benzer kısıtlamalar kullandık.

Holmberg, Ronnqvist ve Yuan (1999) sınırlı kapasiteli tesis yerleşim problemine, müşteriye tek bir tesisin hizmet verdiği yeni bir çözüm yaklaşımı ortaya koydular. Temelde, belki birleşme kriterleri gerçekleşene kadar bir seri eşleşme problemini çözen tekrarlayan bir eşleşme algoritmasına dayanan ilkel bir buluşsal, Lagrangian buluşsalına dahil edilir. Sonunda, Lagrangian buluşsalını temel alan bir dal sınır metodu geliştirilir ve bu metodun işlevsel olarak ticari kod CPLEX’ten daha verimli olduğu anlaşıldı. Lagrangian buluşsalı ya kanıtlanmış en iyilik yada oldukça küçük bir boşlukla sona erer, dolayısıyla bu metodu zor problemlerde daha kullanışlı olduğu söylenebilir.

Tragantalerngsak, Holt ve Ronnqvist(2000) iki basamaklı, tek kaynaklı sınırlı kapasiteli tesis yerleşim problemi için kesin bir metot geliştirdiler. Onlar, standart bir LP- temelli 0-1 tamsayı programlama paketindekilerden daha az CPU süresi gerektiren ve daha küçük dal sınır ağaçları sağlayan Lagrangian relaxation temelli bir dal sınır algoritması önerirler. Ayrıca sayısal testler yardımıyla algoritmaların verimli olduğunu da gösterdiler. Bu çalışma bize sınırlı kapasiteli tesis yerleşim problemi için genel formülasyon çeşitleri hakkında bilgi verdi.

Sherali ve Park (2000) diskret eşit – kapasite p-median problemi üzerine, ağ üzerindeki talebi karşılarken toplam dağıtım maliyetinin en aza indirmek için, bir ağ üzerine her biri belirli standart bir kapasiteye sahip “p” yeni tesisler yerleştirmeyi amaçlayan bir çalışma sundular. Bu çalışma yerel erişim ve ulaştırma alanı telekomünikasyon ağı tasarım sorunlarına uygulanabilir. Onlar yeni geçerli eşitsizlikle geliştirilir ve PMED sorunu için yeniden düzenlemeler ve uygun buluşsal planlar öne sürerler.

Nozick ve Turnquist (2001) hizmet kalitesi ve maliyetinin takası için kullanıcı tercihlerine dayanan iki kademeli bir envanter sistemindeki dağıtım merkezlerinde hangi ürünlerin stoklanması gerektiğini belirlemek için bir metot geliştirdiler. Daha sonra, dağıtım merkezlerinin sayısı ve yerini en iyi duruma getirmek için bu metodu bir sabit-yüklü tesis yeri modeli ile bağladılar. Onlar, az talep gören ürünlerin çok talep görenlere göre merkezi yerlerde genelde daha etkin bir biçimde tutulduğu gerçeğini ek aldılar. Bu çalışma, Lojistik Komutanlığının aşırı stokları (az talep gören parçaları) ana depolara yerleştirme düşüncesini destekler niteliktedir.

Das ve Tyagi (1997) toplam sistem maliyetinin değişik öğeleri için ifadeler geliştirerek ve daha sonra bir iyileştirme modeli yardımıyla bunların bireysel ve birleşik etkilerini inceleyerek envanter merkezleştirme kararının resmi bir analizini sundular. Onlar, genel temin sistemi içinde envanter ve ulaştırmanın değişik birer rolünü temsil eden beş senaryo düşündüler. Böylece, minimum maliyet için ideal merkezleştirme derecesinin, ulaştırma-envanter maliyetlerinin nispi büyüklüğüne bağlı olduğunu bildirirler.

Ernst ve kambrad (1997), perakende siparişlerin ve depo envanterin takviyelerinin sabit bir programla periyodik olarak gerçekleştiği yerlerde, depo envanterinin perakendecilere tahsis edilmesi üzerine bir çalışma sundular. Onlar, deponun elektronik veri değişimi (EDI) aracılığıyla talep bilgisi alışverişi yapma imkanına sahip olduğunu var sayar. Onlar dinamik tahsis politikasının miyop tahsis kuralına üstün olduğunu gösterdiler. Çalışmaları depo tahsisinde otomasyon faaliyetlerinin önemini gösterdi. Otomasyon işlemi Türk Kara Kuvvetleri'nin temin zincirine uygulanmazsa, çalışmamız değersiz kalacaktır.

Anderson (1998) tesis yerleşimi ve kapasite edinme kararları için entegre bir yaklaşım ortaya koydu ve büyük çanlı sorunları çözmek için bir buluşsal olarak kullanılabilir bir algoritma önerdi. İşletme maliyetlerindeki ölçek ekonomileri, toplam kapasite edinimi, tesislerin işletim maliyeti ve her birimin taşıma maliyeti yeniden tanımlanarak, onun modeliyle birleştirilebilir.

Wentges (1996), Benders'in sınırlı kapasiteli tesis yerleşim problemi için yaptığı çözümleme algoritmasında değişiklikler yaparak bir prosedür ortaya koydu. Bu prosedür daha iyi işlemsel sonuçlar sağladı ve güçlendirilmiş Bender kesiminin pareto-optimalitesi zayıf bir varsayım altında gösterilir.

Graves ve Willems (1999) talebin önceden kestirilme kesinliği taşımadığı bir temin zincirinde stratejik emniyet stoğunun yer örneklemsi için bir çerçeve geliştirdiler. Varsayımlar yardımıyla, problemin olasılıklı doğasını yakaladılar ve onu belirleyici bir iyileştirme olarak formülize ettiler. Onların modeli daha az mülk kullanarak temin sürelerinde kısıtlamalarla beraber hizmet maliyetini düşürdü. Bu çalışma bize temin zincirine emniyet stoklarını en iyi yerleştirme hakkında fikirler verdi ve Lojistik Komutanlığı'nın emniyet stoklarını, merkezi bölgelerdeki ana depolara tahsis etme düşüncesini destekliyordu.

2.3. Ağ Çalışmalarında Toplama

Lojistikte, depolar yüzlerce alıcıya büyük miktarlarda çeşitli ürünler dağıtır ve böylesine büyük bir sorunu çözmek, var olan teknolojiyle ne mümkün ne de gerçekçidir. Ağ çalışmalarında veri toplama yaygın bir uygulamadır. Bu, bir yandan sorunun boyutunu küçültür, ancak diğer yandan bilgi kaybına ve çözümlerine neden olur. (Erkut, Bozkaya (1999))

Zhao ve Batta (1999) Öklid mesafe p-median yerleşim problemi üzerine kitle merkezi toplama faaliyeti için kuramsal bir analiz sürdürdüler. Onlar üç farklı hata kaynağı belirlediler: A, B ve C hataları. A kaynaklı hatalar, toplanmamış noktadan tesise ve toplanmış noktadan tesise arasındaki mesafe farkı olarak tanımlanır. B kaynaklı hatalar, tesis toplanmış bir veri noktasında olduğunda ve dolayısıyla toplanmış çözümler kendi mesafesini, aslında öyle değilken, sıfır olarak aldığında ortaya çıkar. C kaynaklı hatalar veri noktalarının en yakın tesise tahsis edilmemesi durumunda gerçekleşir. Bu hatalar hakkındaki araştırmalar toplam maliyet tahminlerindeki hatanın üzerinde az durulduğunu ve büyük hizmet alanlarında +/- %2, küçük hizmet alanlarında +/- %8'e vardığını göstermiştir.

Toplanmamış verinin mevcut olduğu durumlarda, A ve B hatalarını ortadan kaldıracak bir metod Current ve Schilling (1987) tarafından sunuldu. Onlar ayrıca A, B ve C hatalarından doğan iki çeşit hata ayırımına gittiler; maliyet hatası ve optimallik hatası. Maliyet hatası bir çözümlerin ölçülmüş maliyeti (başka bir deyişle objektif işlev değer) ile o çözümlerin gerçek maliyeti arasındaki farktır. Maliyet hatası, aslında, belirli bir çözümler için toplam A, B ve C kaynaklı hatalardır. Optimallik hatası, optimal çözümlerin toplanmamış sorunun çözümleri olduğu belli bir problemin toplanmış çözümleri ile optimal çözümlerinin maliyetleri arasındaki farktır. Dolayısıyla, optimallik hatası toplama sebebiyle gerçekleşen yer değişikliklerinin etkisini ölçer.

Biz toplama hatalarını dikkate almaya çalıştık ve bu tip hataları giderdik. Alıcı noktaları olarak tugay komutanlıklarını aldık. Tüm talepler bu merkezlerden yapılır ve önce bu merkezlere yollanıp sonra muhasebecilere iletilir. Parçaları teslim aldıktan sonra, muhasebeciler bunları bağlı birliklerine gönderirler. Ayrıca B kaynaklı hataları da göz önünde bulundurduk ve müşterilerle depolar arasındaki mesafeleri tam olarak belirlemeye çalıştık. Modelimizde, C kaynaklı hataları en aza indirdik, çünkü tüm alıcıların tüm depoları kullanabildiğini varsaydık ve dağıtım maliyetlerini asgariye indirmek için en yakın depolara tahsis ettik.

3. BÖLÜM

PROBLEM ANALİZİ VE MATEMATİKSEL FORMÜLASYON

Bu tezde, amacımız optimal stratejik dağıtım ağını belirleyen bir model geliştirip çözmek ve emniyet stoğu kısıtlamalarını dikkate alarak parçaların nereye ve ne kadar yerleştirileceğini belirlemek için bir metot sağlamaktır.

Lojistik Komutanlığı emniyet stoklarını, güvenlik kaygılarından ötürü, yalnızca İç Anadolu'daki ana depolarda tutmak istiyor. Bu depolar emniyet stoğu depolamak için yeterince büyüktür. Ve hatırlarsanız, eğer bir parçanın stok seviyesi temin emniyet düzeyine düşerse, o parça depolar tarafından yeni siparişler alınana kadar talep noktalarına gönderilmez. Ve kurtarılabılır stok parçaları hariç birçok ürünün temin emniyet düzeyi gerekli emniyet stoğuna eşittir. Dolayısıyla bu parçalar ana depolarda çok uzun süre kalabilir. Bu bakım gerekeceği anlamına gelir. Ana depolarda emniyet stoğu bulundurarak bakım maliyetini kısabiliriz. Lojistik Komutanlığı ayrıca her ürünün en fazla bir ana depoda bulunmasını istiyor. Böylece, daha iyi ve daha kolay kontrol, bakım için gereken daha az malzeme ve bakım personeli için daha az eğitim maliyeti sağlamayı planlamaktadır.

Eğer bir ürünün gerekliliği azalırsa ve talep noktaları onu yılda bir kereden az sipariş ederse, ona aşırı stok denir ve depolanmak üzere ana depolara geri gönderilir. Her ana deponun yaklaşık %40 kapasitesi aşırı stoklara ayrılmıştır. Dağıtım ağındaki çok düşük talepten dolayı, bu ürünlerin taşıma maliyetlerine etkisi önemsizdir. Ayrıca, mevcut sistem içerisinde yeterli bakım sağlanabilmesi için bu parçaların gerekli bakım aletleri ve personeli vardır. Dolayısıyla, bu ürünleri model içinde dikkate almak modeli çözmek için harcanacak işlemsel çabayı gereksiz bir biçimde arttıracak ve dağıtım maliyetinde hiç bir kazanç sağlamayacaktır. Modelin çözümünü bulup, bu ürünleri ana depolara tekrar yerleştirmek daha bile maliyetli olabilir. Bu metot daha fazla taşıma ve bakım maliyetini beraberinde getirir. Bu yüzden, bu tezde ana depoların %60 kapasitesi kullanılabilir kabul edilmiş ve aşırı stok yerleri dikkate alınmamıştır.

3.1. Veri Dosyası

Bu tez için bilgi toplarken birçok problemle karşılaştık. Eski sistemde, ana depolar ürünleri kolordu yönetimindeki depolara gönderir, bu depolar da bunları gerçek alıcılara dağıtırlardı. Şu ana kadar Lojistik Komutanlığı istatistikî bilgi amacıyla etkili olarak geriye

dönük veri toplama ve birleştirme gereği duymamıştır. Her kol için ana depolardan dördüncü-düzy depolara yıllık gönderilen parça sayısı bilgisi bütün stok seviyelerini belirlemek için yeterli görülmektedir. Artık, tüm kolların LYM'leri ve Lojistik Bilgi Sistemleri Merkezi, özellikle ana depolar gereken parçaları doğrudan tugay düzeyinde göndermeye başladıktan sonra, projelerin yürütülmesi için geriye dönük veri toplamaya ve birleştirmeye başlamıştır.

3.1.1. Depolar

Ordudonatım, Muhabere ve İstihkam sınıfları, kolordu bölgelerinde dördüncü-düzy depo olarak kendi depolarına sahiptir. Muhabere ve İstihkam sınıflarının envanter gereksinimleri Ordudonatım sınıfıyla karşılaştırıldığında nispeten daha azdır, bu yüzden Muhabere ve İstihkam sınıfları kendi ana depolarını kullanmaya ve parçaları doğrudan son kullanıcıya göndermeye başladılar; böylece ek olarak dördüncü-düzy depolara olan ihtiyacı ortadan kaldırdılar. Dolayısıyla, bu dördüncü-düzy depolar modelimizde yer almamaktadır. Ancak, Ordudonatım sınıfına hala gerek duyulur çünkü onların gereksinimleri yalnızca ana depolardan karşılanamaz. Bu yüzden bu depolar modelde yer alır. Lojistik Komutanlığı'ndan uzmanlar bize problem için seçtiğimiz parçalar için her depoda tahsis edilen yeri verdiler. Aşağıdaki tablo bu depoların yerlerini, seçilen parçalar için tahsis edilen kapasiteleri ve muhafaza maliyetini gösterir.

Yer	Kapasite	Muhafaza Maliyeti	Yer	Kapasite	Muhafaza Maliyeti
	(dm ²)	(TL/dm ²)		(dm ²)	(TL/dm ²)
A*	82000	10600	H	8600	13500
B*	40750	11500	I	11300	12200
C*	53500	9800	J	15500	14800
D	6800	13000	K	14450	13600
E	4700	16600	L	17500	14200
F	9400	13600	M	7100	12400
G	17000	12400	N	3650	11600

Tablo 3.1. Depoların yer ve kapasiteleri (* ana depolar)

3.1.2. Müşteriler

Yeni temin zinciri iki kademeli bir sistemdir. Bu yüzden, depolara satıcılar ve askeri fabrikalar tarafından temin yapılır ve sonra parçalar doğrudan tugaylara ve üst birimlerine bu depolardan gönderilir. Dolayısıyla, bu tezde, talep noktalarının yerleri toplandı ve bu kuvvetlerin karargahları olarak alındı. Onların depolara en kısa mesafesi dağıtım maliyeti hesaplanırken temel kabul edildi. Güvenlik amacıyla, talep noktalarının tam isimleri ve yerlerini vermedik. En kısa mesafe tablosu Dizin A, sayfa 51-52’de verilmiştir.

3.1.3. Parçalar

Uygulamada, sınırlı kapasiteli tesis yerleşim problemleri, şu anki teknolojiyle optimal olarak çözmek için çok büyük ve karmaşık problemlerdir. Birçok çalışmada (örneğin Murray ve Gerrard (1998), Kaplan (2000)) modeli çözülebilir kılmak için buluşsal yöntemler ya da müşteriler ve ürünlerin toplanma çabalarıyla ilgilenmek önerildi. Ayrıca, parçaların toplanması için bilgi toplayamadık. Basitleştirmek gerekirse, yalnızca talep amaçlı stok seviyesinde tutulan parçaları ele aldık. Daha sonra (Loj. K.lığı’ndaki uzmanların önerisiyle) Ordudonatım, Muhabere ve İstihkam sınıflarının envanterinden parça birim fiyatı*GDSL’ye gören önemli 27 ürün çeşidini seçtik, ve bu ürünler sistemin toplam satın alma maliyetinin %15’ini oluşturur. Seçilen parçalar, özellikleri (ağırlıkları, depolarda onlara tahsis edilen alan, öncelikleri) ve talep noktalarından istenen sayıları Dizin A, sayfa 50,53-58’de gösterilmiştir.

3.1.4. Taşıma Maliyetleri

Parçalar, havayolu, karayolu, demiryolu ya da karışık taşıma metotları aracılığıyla nakledilir. Bunlar önceliklerine göre dikkate alınır ve uygun bir taşıma yöntemiyle yollanır. Öncelikler şunlardır :

03 : Araçların ve silahların işlerliğini doğrudan etkileyen parçaların talebi

06 : Stok seviyesi emniyet düzeyine düşmüş parçaların talebi

13 : Talep amaçlı stok seviyesini tamamlamak için gereken parçaların talebi

Bir parça 03 öncelikle bir talep noktası tarafından istendiğinde, 24 saat içinde dikkate alınmalı ve gönderilmesi ile ilgili karar alınmalıdır. Bu parçalar mümkün olan en hızlı taşıma şekliyle gönderilir. (Patlayıcı ve/veya yanıcı madde sınıfı kısıtlamasından dolayı)

Havayoluyla taşıma, askeri kargo uçakları v ithal parçalar için kısmen THY tarafından sağlanır. Bu taşıma şeklinden yalnızca birkaç talep noktası faydalanabilir. Bu yüzden, havayolu taşımacılığı parça dağıtımının çok küçük bir kısmını oluşturur. Genellikle 03

öncelikle istenen parçalar karayoluyla gönderilir. 06 ve 13 öncelikliler demiryoluyla gönderilebilir ki bu en ucuz taşıma yöntemidir. Demiryolları yönetimi parçaların taşınması için çok karmaşık bir fiyat listesi uygular. Basitlik sağlamak için, dağıtım aşında parça akışını en iyileştirirken, havayolu taşımacılığını dikkate almıyoruz ve taşıma maliyetlerini genelliyoruz. Parçaların taşıma maliyetleri ağırlıklarına göre belirlenir. Aşağıdaki tablo taşıma ücretlerini gösterir.

İlk Öncelik		İkinci Öncelik	
Uzaklık (km)	Ücret (TL/ton*km)	Uzaklık (km)	Ücret (TL/ton*km)
0-500	87000	0-400	66000
501-1000	80600	401-800	63500
1001-1500	74150	801-1200	60000
1501-	64700	1201	55000

Tablo 3.2. Taşıma Ücretleri (2001-TL değeri)

3.2. Varsayımlar

Sorunu basitleştirmek ve çözülebilir kılmak için aşağıdaki varsayımları yapıyoruz.

3.2.1. Tüm talepler giderilmelidir.

Depoların tüm talepleri karşılaması gerektiğini varsayıyoruz. Bu gerçekte doğru değildir. Kaynaklarımız sınırlıdır, dolayısıyla Loj. K.lığı'nın öncelikle talebin ve talep noktasının önemliliğini onaylaması ve daha sonra silahlı kuvvetlerin devamlılığı için talep noktasına yeterli parça göndermesi gerekir.

3.2.2. Tüm ücretler bilinir ve sabit kalır.

Modelimizde, taşıma ücretlerini tanımlamaya ve kullanmaya çalışıyoruz. Bu, özellikle her malzeme grubu için ücretler değişebildiğinden dolayı karmaşık olan demiryolları için, problemlidir. Taşıma ücretlerini 2001 fiyatlarına dayanarak genelliyoruz. Ayrıca havayolu taşımacılığını dikkate almıyoruz. Bu, sistemin çok küçük bir parçasıdır ve talep noktalarının çoğuna ulaşamaz.

3.2.3. Her bir deponun tüm son kullanıcılarca ulaşılabilirliği

Tek tek parçaların özel bakım veya depolama gereksinimlerini dikkate almıyoruz. Herhangi bir parçanın herhangi bir depoda saklanabileceğini ve her bir talep noktasının tüm depolardan beslenebileceğini varsayıyoruz.

3.2.4. Herhangi bir talep noktası birden fazla depo tarafından beslenebilir

Ürünlerin taşıma maliyeti doğrudan ağırlıklarına bağlıdır. Ama depo kapasiteleri yüzey alanlarından dolayı sınırlıdır. Bu yüzden, bu modelde ürünlerin ağırlık/kaplama alanı orantısı çok önemlidir. Taşıma maliyetini asgariye indirmek için model, ürünleri depolara en küçük ağırlık/kaplama alanı oranı olanlar en uzak depolara olacak şekilde yerleştirir. Sonuç olarak, farklı ürünler farklı depolara yerleştirilebilir ve belli bir ürün için herhangi bir talep mevcut olduğu yerden karşılanır. Dolayısıyla, her bir talep noktası farklı depolardan beslenebilir.

3.2.5. Değişmeyen talep noktası yeri

Talep noktası yerlerinin hiç değişmediğini varsayıyoruz, halbuki gerçekte kuvvetler bunların yerinin değişmesini gerektirecek görevler alabilir.

3.3. Formülasyon

3.3.1. Fihrist

I : Talep noktaları dizisi
J : Depolar dizisi
K : Ürünler dizisi
P : Öncelikler dizisi

Talep Noktaları $i = 1,2,3,\dots,56$ (Güvenlik açısından talep noktalarının isimlerini vermedik.)

Depolar $j = A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N$

Öncelikler $p = 1,2.$

3.3.2. İlk Veri ve Parametreler

dikp : i talep noktasına p öncelikle gereken k ürünü miktarı (birim)
qk : k ürününün kapladığı yüzey alanı (dm²)
Lj : j deposunun kapasite sınırı (dm²)
hj : Bir birim alan için j deposunun saklama maliyeti (TL/dm²)

C_{ijkp} : j deposundan i talep noktasına p öncelikle gönderilen k ürününün taşıma maliyeti (TL/birim)

M : Kullanılması gereken depo sayısı üst limiti

3.3.3. Değişkenler

X_{ijkp} : p öncelikle j deposundan i talep noktasına gönderilen k ürünü miktarı

W_{jk} : j deposunda k ürününün varlığının göstergesi

V_j : j deposu açıklık göstergesi

3.3.4. Kısıtlamalar

3.3.4.1. Talep Kısıtlaması

Tüm i, k, ve p'ler için;

$$\sum_j X_{ijkp} = d_{ikp}$$

Tüm depolardan i talep noktasına p öncelikle gönderilen k ürünü miktarı, i talep noktasından p öncelikle talep edilen k ürünü miktarına eşit olmalıdır. Tüm talepler giderilmelidir.

3.3.4.2. Kapasite Kısıtlaması

Tüm j'ler için

$$\sum_j \sum_k \sum_p X_{ijkp} \cdot q_k \leq L$$

j deposundaki tüm ürünlerin kaplama alanlarıyla çarpımları, j deposunun kapasitesine eşit ya da ondan küçük olmalıdır. Başka bir deyişle, herhangi bir depodaki tüm ürünlerin kapladığı alan o deponun kapasitesinden daha büyük olamaz. Açık depolardan dağıtılan talepler depo geçiş limitini aşmaz.

3.3.4.3. Yer Kısıtlaması

$$\sum_j V_j = M$$

Kullanılabilir depoların üst limiti M'dir.

Tüm j ve k'lar için;

$$W_{jk} \leq V_j$$

Bir depo mevcutsa herhangi bir ürün onda saklanabilir.

Tüm j'ler için;

$$V_j * 100000 \geq \sum_i \sum_k \sum_p X_{ijkp}$$

İkili değişken V_j 'nin herhangi bir büyük sayıyla çarpımı, her bir depodaki ürün sayısından büyük ya da ona eşit olmalıdır. Bu şu demektir: depo mevcut değilse onda hiçbir ürün saklanamaz.

Tüm j ve k'lar için;

$$W_{jk} * 100000 \geq \sum_i \sum_p X_{ijkp}$$

İkili değişken W_{jk} 'nin herhangi bir büyük sayıyla çarpımı, her bir depodaki ürün sayısından büyük ya da ona eşit olmalıdır. Bu şu demektir: bir ürün tahsis edilmemişse o depoda bulunamaz.

Tüm k'lar için;

$$\sum_{j=1}^3 W_{jk} \leq 1$$

Herhangi bir k ürünü çeşidi İç Anadolu'daki üç ana depodan (A, B ve C) n fazla birinde bulunabilir. Bu depolar birbirine çok yakındır, yani bu kısıtlamanın taşıma maliyeti üzerinde çok etkisi olmaz. Aynı zamanda, kontrol ve bakım maliyetleri ciddi şekilde azaltılır.

k = 1 için;

$$\sum_j W_{jk} \leq 7$$

Özel nedenlerden dolayı, Loj. K.lığı tel ürününü en fazla 7 depoda saklamak istiyor.

k = 14 için;

$$\sum_{j=1} W_{jk} \leq 2 \quad \sum_{j=8} W_{jk} = 0$$

Vorsteurve leopard tankının yedek parçasıdır. Leopard tankları yalnızca Trakya'da konuşlanmış birliklerce kullanılır. Bu ürün Trakya'daki depolarla ana depolar arasında en fazla iki depoda bulunmalıdır. Ve ikinci kısıtlama bu ürünün başka depolara yerleştirilemeyeceğini gösterir.

3.3.4.4. Emniyet Stoğu Kısıtlaması

Bu kısıtlamalar bazı ürünlerin İç Anadolu'daki ana depolardaki asgari düzeyleriyle ilgilidir ve bu düzeyler ilk muharebe koşulları için minimum emniyet stoğu olarak düşünülür.

k = 14 için;

$$4^* \sum_i \sum_{j=1}^3 \sum_p X_{ijkp} \geq \sum_i \sum_j \sum_p X_{ijkp}$$

Daha önce belirttiğimiz nedenlerden dolayı, Leopard tanklarının yedek parçalarının %75'inin Trakya yöresindeki depolarda saklanması gerekmektedir. Yalnızca geriye kalan %25 ana depolarda bulundurulacaktır.

k = 18,19,22 için;

$$\sum_i \sum_p X_{i2kp} \geq 0,75 \sum_i \sum_p X_{i2kp}$$

Depolarda bulundurulan kuru pil ve batarya miktarı, bu ürünlerin yıllık talebine eşittir. Çünkü onların temin süresi diğer ürünlerinkinden uzundur. Barış zamanında bu ürünlerin %75'inin iç bölgede saklanması gerekmektedir. Ve bu ürünlerin -10 C° sabit sıcaklığa sahip muhafaza bölmeleri olan yerlerde tutulması gerekir. Bunlar için yalnızca B yeterli yer ve koşulları sağlayabilir.

k = 11,12,13 için;

$$3^* \sum_i \sum_{j=1}^3 \sum_p X_{ijkp} \geq \sum_i \sum_j \sum_p X_{ijkp}$$

Bazı ürünler (çubuk, pervane, silindir) onarılabılır nesnelendir, bu yüzden bunlar doğrudan doğruya değişim parçaları olarak kullanılırlar. Yani bir parça bozulduğunda, en yakın depo parçayı talep noktasına gönderir, sonra depo parçayı kendi bölgesinde tamir ettirir ve stoğuna yerleştirir. Bu ürünler aynı zamanda Depo Düzeyinde Onarılabılır Parçalar olarak da bilinir. Sonuç olarak Loj. K.lığı bu parçaların 2/3'ünü birimlere yakın depolarda, en az 1/3'ünü ise savaş ihtiyacı olarak ana depolarda tutmak ister.

$4 \leq k \leq 10$ ve $k \geq 24$ için;

$$2^* \sum_i \sum_{j=1}^3 \sum_p X_{ijkp} \geq \sum_i \sum_j \sum_p X_{ijkp}$$

Güvenlik amacıyla, Loj. K.lığı birçok ürünü emniyetli seviyede İç Anadolu'daki ana depolarda bulundurmak ister. Ve bu stok seviyesi Talep Amaçlı Stok Seviyesinin yarısına denk gelir.

3.3.4.5. Olumsuz-olmama ve İkili Değişkenler

$$\begin{aligned} V_j &= \{0,1\} && \text{Tüm } j\text{'ler için} \\ W_{jk} &= \{0,1\} && \text{Tüm } j \text{ ve } k\text{'ler için} \\ X_{ijkp} &\geq 0 && \text{Tüm } i,j,k \text{ ve } p\text{'ler için.} \end{aligned}$$

3.3.5 Hedeflenen İşlev

Bu tezde hedeflenen işlev taşıma ve envanter maliyetlerinden meydana gelen toplam maliyeti en aza indirmektir.

En küçült

$$\sum_i \sum_j \sum_k \sum_p C_{ijkp} * X_{ijkp} + \sum_i \sum_j \sum_k \sum_p h_j * q_k * X_{ijkp}$$

3.4. Deney

Modelin uygulanmasında GAMS 2.25 kullandık. Problemi iki farklı talep amaçlı stok seviyesi stok politikasına göre çözdük. İlkinde talep verisi 60 güne dayalı envanter seviyesini içerirken, ikincisinde talep verisi 120 güne dayalı olanı içerir. Modelin 4239 kısıtlaması, 42351 sıfırdışı ve 392 ikili değişkeni vardır.

İlk olarak durumu talep amaçlı stok seviyesi 60 gün temeline dayanırken ve depo sayısı kısıtlaması yokken ele alıyoruz. Modeli çözmek için gereken CPU süresi 12674 saniyedir ve 110290 [iterasyon] gerçekleşti. Depo sayısı arttıkça CPU süresinin de şiddetle arttığını gözlemledik. Bu yüzden 12 adet 400 Mhz CPU'dan oluşan bir makinede (Sun Hpc 4500) Unix işletim sistemiyle çalışmaya karar verdik. Bu makinede GAMS için hiç lisans bulunmadığından; tüm denklemleri açık biçimde bulunduran model dosyasını oluşturmak için programı her durum için GAMS lisanslı olan farklı bir sunucuda çalıştırdık. Sonra bu GAMS çıkış dosyalarını kullanarak modeli Sun Hpc 4500'de CPLEX 7.1 ile çözdük ve bu defa CPU süresi yalnızca 527 saniye oldu ve 4643 [iterasyon] gerçekleşti.

Model, kapasite kısıtlamalarından dolayı uygulanamaz bir sonuç verene kadar M (depo sayısı üst sınırı) sayısını birer birer azalttık. 60 günlük envanter stok politikası için minimum depo sayısının 3 olabileceğini anladık. M 9, 11, 13 ve 14 olduğunda durumlar için kesin tamsayılı optimal çözümler bulduk. Diğerleri için CPLEX küçük boşlukları olan optimal çözümler verdi ki bunlar önemsiz boşluklardı (bunların en büyüğü optimal çözümün %0.01'iydi). Aşağıdaki tablo her durum için CPU sürelerini, [iterasyon] sayılarını ve ikililik boşluklarını göstermektedir.

M	CPU Süresi	İterasyon	Boşluk*
3	61026	4758056	0.0005%
4	27584	1246283	0.0040%
5	15763	721603	0.0020%
6	5910	327973	0.0080%
7	1.295	46738	0.0080%
8	497	12282	0.0060%
9	285	9295	-
10	269	8415	0.0100%
11	190	9222	-
12	140	6832	0.0060%
13	128	6049	-
14	53	4643	-

M: depo sayısı üst sınırı
CPU Süresi

Tablo 3.3. 60 günlük stok seviyesi için CPU süreleri ve [iterasyon] sayıları (* Bu deneylerde varsayılan CPLEX süre sınırlamaları aktifti.)

Aynı prosedürü talep amaçlı stok seviyesi 120 günlük stok seviyesi olduğunda da uyguluyoruz. İlk olarak, modeli tüm depolar kullanılabilirken çalıştırdık. Sonra model, kapasite kısıtlamalarından dolayı uygulanamaz bir sonuç verene kadar M (depo sayısı üst sınırı) sayısını birer birer azalttık. 120 günlük envanter stok politikasında gereken kapasiteyi karşılayabilmek için minimum depo sayısının 6 olabileceğini anladık. Bu kez tüm koşullarda optimal çözümlerde boşluklar vardı ve yine bunların en büyüğü optimal çözümün %0.01'i – yani önemsizdi. Aşağıdaki tablo her durum için CPU sürelerini, iterasyon sayılarını ve ikililik boşluklarını göstermektedir.

M	CPU Süresi	İterasyon	Boşluk*
6	86876	4600008	0.0100%
7	40194	2473973	0.0090%
8	41381	2735050	0.0050%
9	26719	1651727	0.0100%
10	3.871	221579	0.0080%
11	1331	69941	0.0100%
12	699	28475	0.0030%
13	491	20733	0.0100%
14	177	9235	0.0080%

Tablo 3.4. 180 günlük stok seviyesi için gereken CPU süreleri ve iterasyon sayıları

Daha sonra güvenlik kısıtlamalarının maliyete etkilerini görmek için modeldeki emniyet stoğu kısıtlamalarını sildik ve modeli iki durum ve her açık depo sayısı seçeneği için çalıştırdık. Her çalıştırma için 4218 kısıtlama vardı. 60 gün temelli envanter seviyesinde 14, 10, 7, 3 sayıda açık depo için CPU süreleri sırasıyla 11.7, 1222, 2269 ve 12870 saniyeydi. 120 gün temelli envanter seviyesi içinse, 14, 10, 6 sayıda açık depo için CPU süreleri sırasıyla 47, 1788, 81917 saniyeydi.

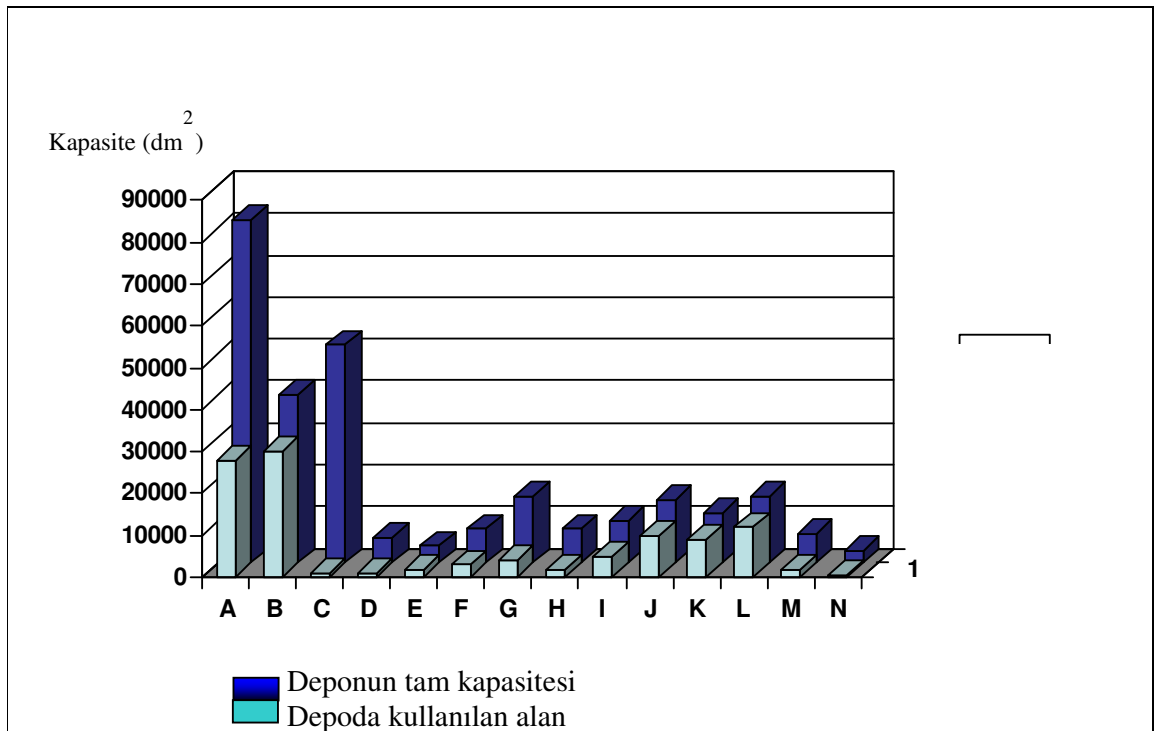
Tüm durumların sonuçlarını veremiyoruz. Genel ve en önemli sonuçlar “Sonuçlar” bölümünde şekillerle gösterilmiştir; örneğin her durumun dağıtım maliyetine etkisi ve iki stok seviyesi için depoların kullanılması. Parçaların depolara tahsisi Dizin B, C, sayfa 59-66’da gösterilmiştir.

3.5. Sonuçlar

Kara Kuvvetleri halen GDSL'si olan parçalar için günlük bazda stok seviyesini belirlemeye çalışmaktadır. Bu yüzden modeli iki GDSL seçeneği için çalıştırdık. Birinde 60 günlük stok seviyesi için talep verisini kullandık, diğerindeyse 120 günlük için.

3.5.1. GDSL 60 Gün Bazlı Alındığında Depoların Yerleşimi-Tahsisi

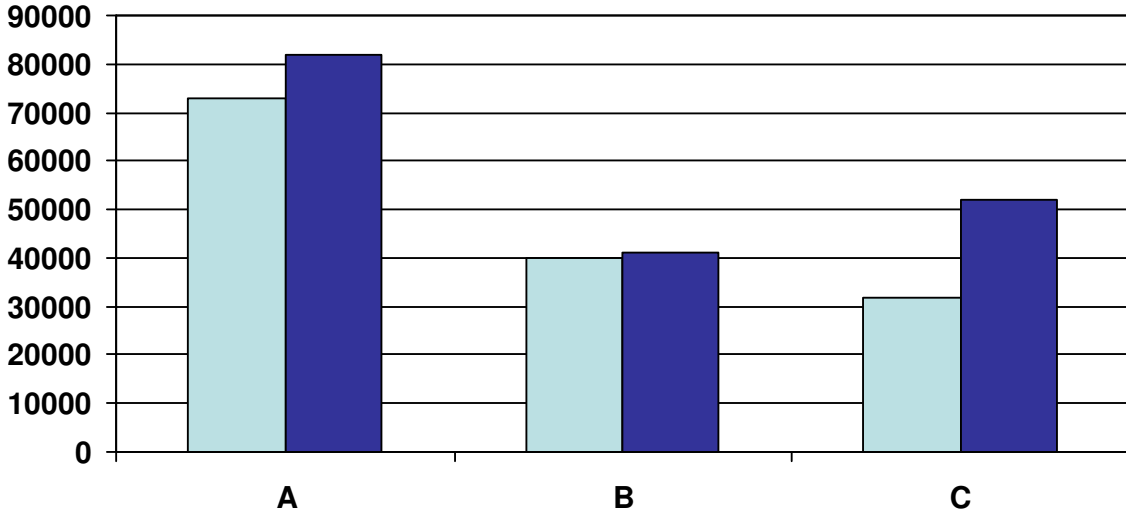
Eğer 14 deponun tamamı depolama için kullanılırsa, dağıtım ve envanter maliyetleri en aza indirildikten sonra depo kullanımları alttaki gibi olacaktır:



Şekil 3.1. 14 depo olduğunda depo kullanımları

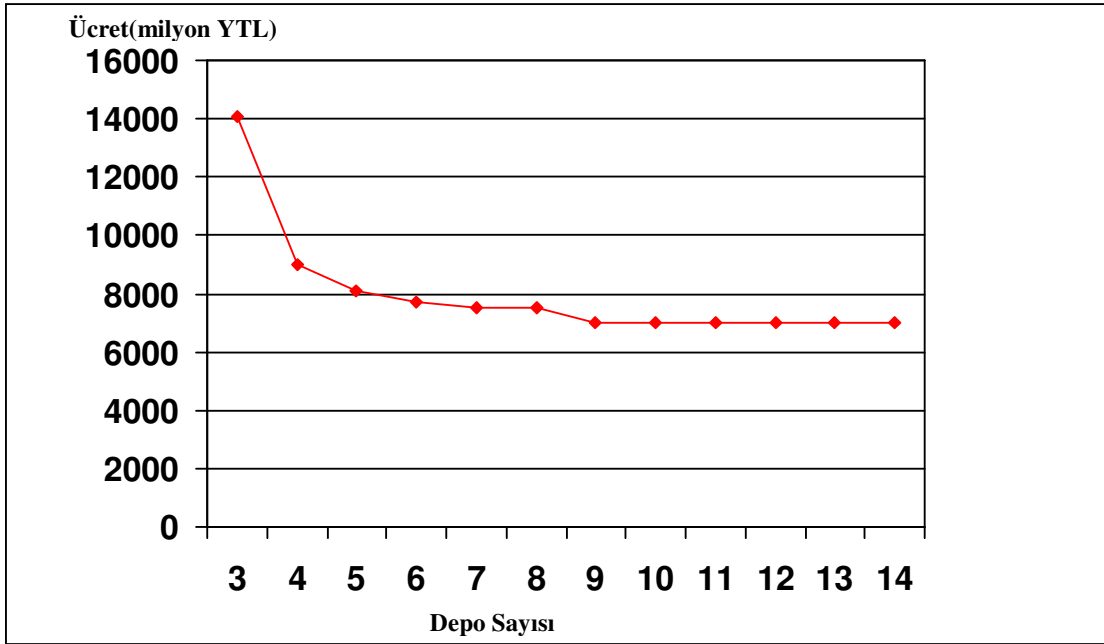
J, K ve L depoları ful kapasiteyle çalıştırılmakta iken, C, D ve N depoları kullanım çok düşüktür, dolayısıyla bu depoları kullanmaya gerek yoktur. Parçaların tahsisine gelince; ağırlık / kaplama alanı oranı düşük olanlar (teker, filtre) çoğunlukla ana depolara, bu oranı daha büyük olanlar ise talep noktalarına yakın depolara yerleştirilir. Stok seviyesi emniyet seviyesinde olan parçalar buna istisnadır ve ana depolara tahsis edilir.

Kapasite (dm²)



Şekil 3.2. 3 depo olduğunda depo kullanımları

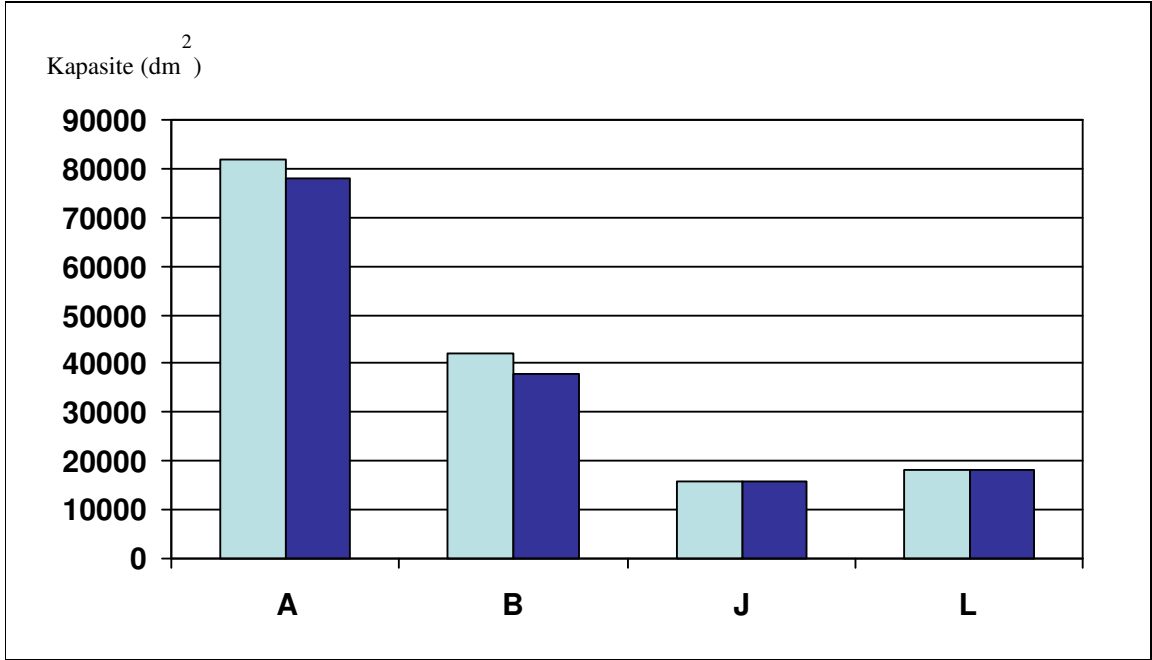
Eğer parçaların muhafazası için yalnızca ana depolar kullanılmak istenirse depoların yeterli kapasitesi olacak ve kullanım %83 olacaktır. Yine C ana depolar arasında en düşük kullanım seviyesine sahiptir. A ve C düşük ağırlık / kaplama alanı oranına sahip parçalar için tahsis edilecek (teker, filtre ve jeneratörler). Ancak dağıtım maliyeti %104 oranında artacaktır. Depo sayısı ve dağıtım maliyeti arasındaki ilişkiyi görebilmek için modeli her depo sayısı için çalıştırıyoruz ve aşağıdaki grafiği elde ediyoruz.



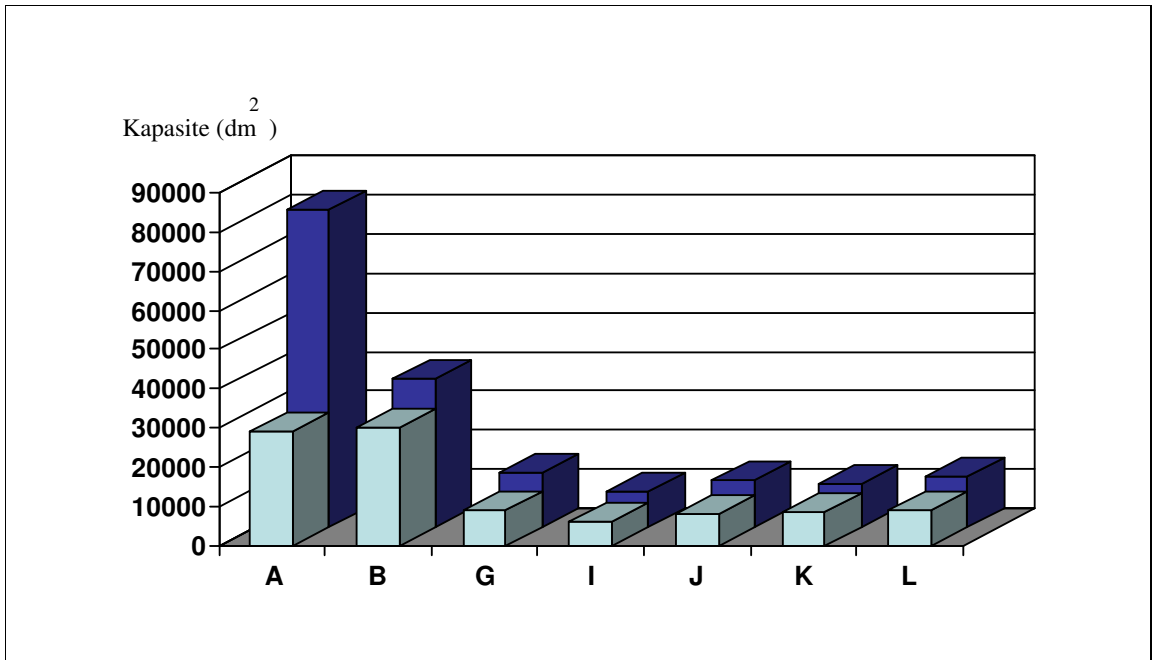
Şekil 3.3. 60 günlük stok seviyesi için maksimum depo sayısını (M) kısıtlama

Şekilde de kolaylıkla görülebildiği üzere, depo sayısı $M = 7$ 'ye düşene kadar dağıtım maliyeti çok yavaş artmaktadır. Bundan sonraki kısıtlamalar daha yüksek maliyetler getirir.

Depo sayısı 4'e düştüğünde %28'lik, 3'e düştüğünde ise %104'lük artış yaratmaktadır. Yani parçaların yerleştirilmesi-tahsisi için 4 ile 7 arasında depo sayısında karar kılmak mantıklı olacaktır. Çünkü depo sayısını en düşük tutmak sistem üzerinde daha iyi kontrol ve daha az otomasyon maliyeti sağlar.



Şekil 3.4. Depo sayısı 4'e düşürüldüğündeki depo kullanımları

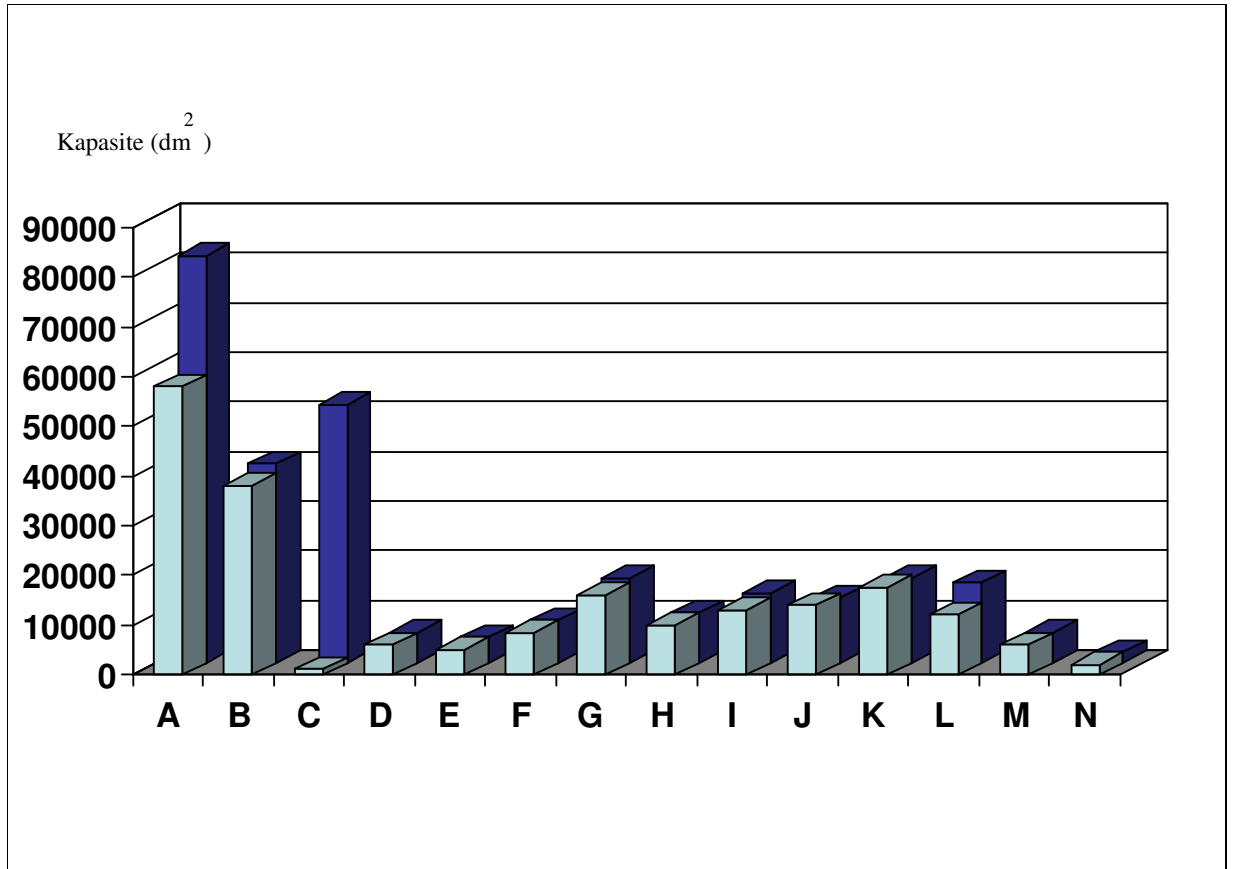


Şekil 3.5. Depo sayısı 7'ye düşürüldüğündeki depo kullanımları

Yukarıdaki şekillerden de anlaşıldığı gibi, depo sayısı 4 ve 7'ye düşürüldüğünde, dağıtım maliyetini en aza indirmek için C deposu kullanım dışı kalmaktadır. Koşullara baktığımızda ayrıca C deposunun yerinin dağıtım ağı için namüsaıt olduğunu görürüz. Envanter kontrolü, düşük dağıtım ve otomasyon maliyeti ve talep noktalarına hızlı teslimat için en uygun depo sayısının 7 olduğunu söyleyebiliriz.

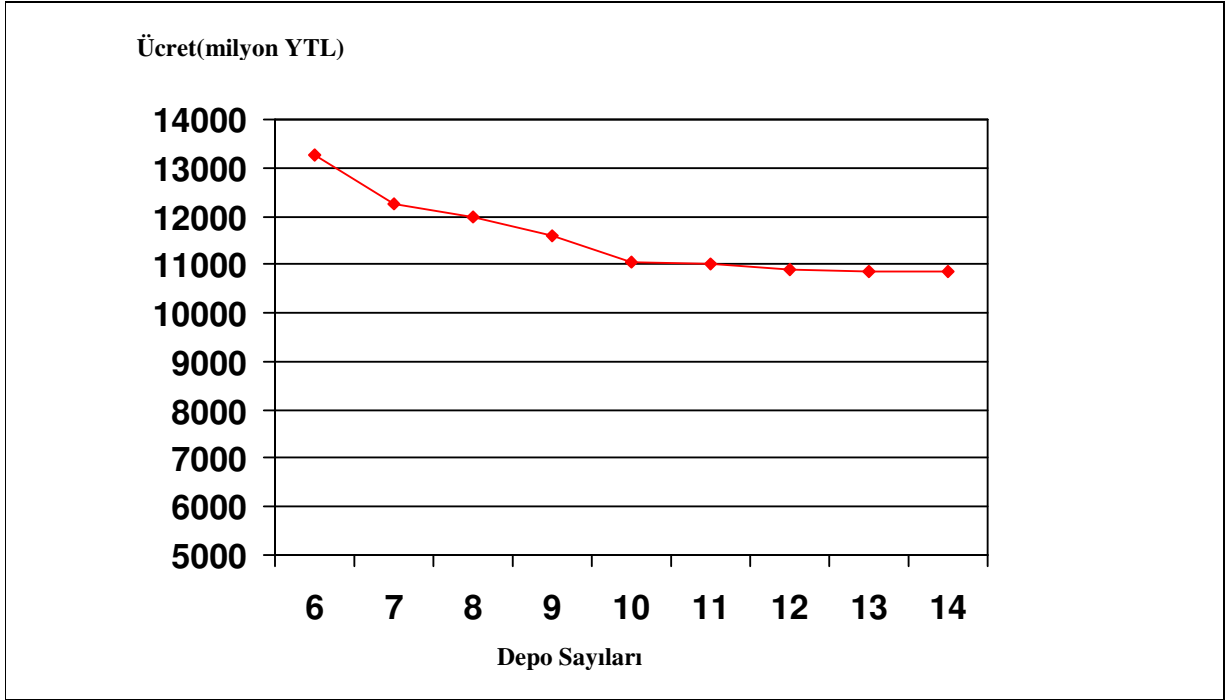
3.5.2. GDSL 120 Gün Bazlı Alındığında Depoların Yerleşimi-Tahsisi

Eğer 14 deponun tamamı depolama için kullanılırsa, dağıtım ve envanter maliyetleri en aza indirildikten sonra depo kullanımları alttaki gibi olacaktır:



Şekil 3.6. 14 depo olduğunda depo kullanımları

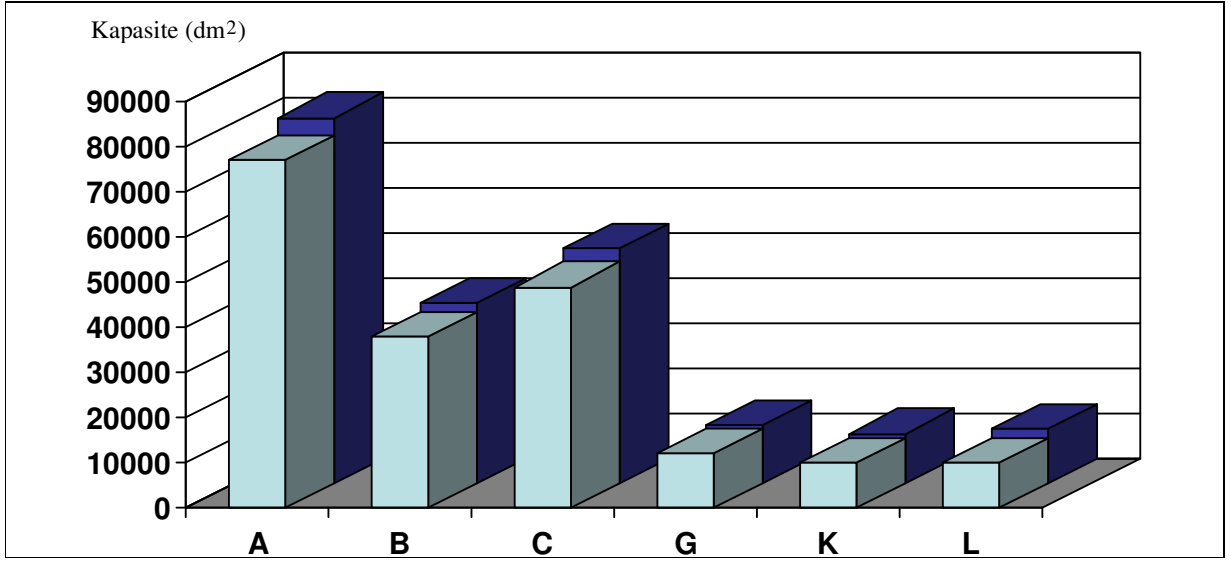
Talep verisini 120 günlük stok seviyesine dayandırıp parçaları tüm depolara tahsis ettiğimizde, kolordu bölgesindeki tüm depoların ful kapasite kullanıldığını, C'nin ise 60 günlük stok seviyesi durumunda olduğu gibi çok düşük kullanıma maruz kaldığını görürüz. Yine, bu depoyu kullanmaya gerek yoktur. Depo sayısı ve dağıtım maliyeti arasındaki ilişkiyi görebilmek için modeli her depo sayısı için çalıştırıyoruz ve aşağıdaki grafiği elde ediyoruz.



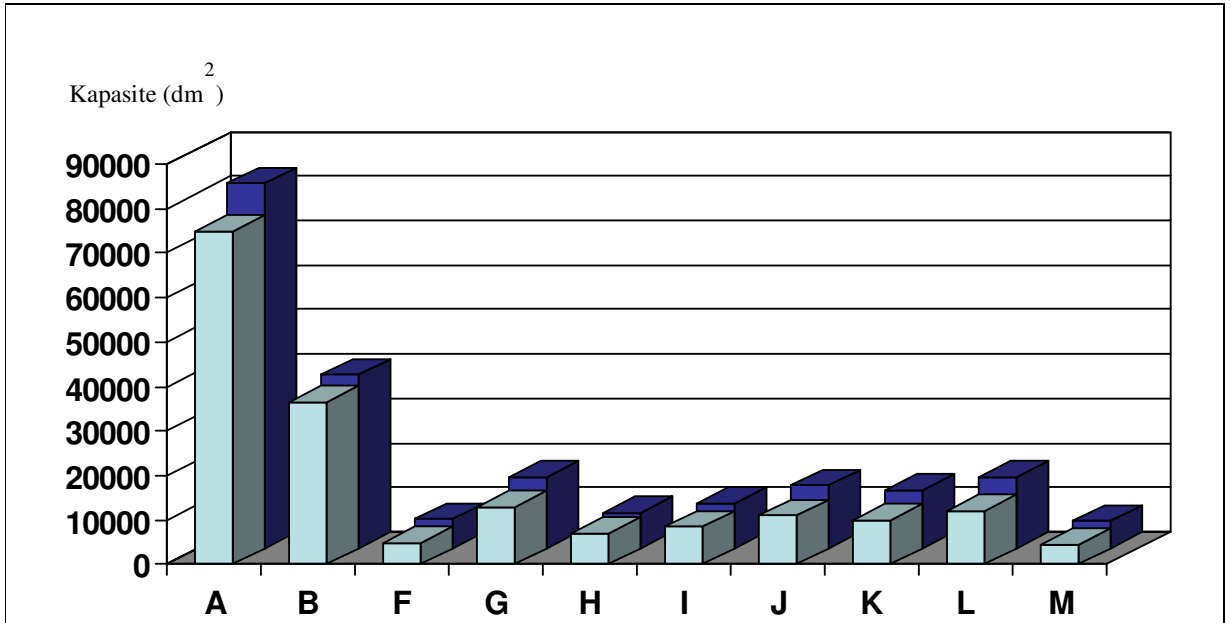
Şekil 3.7. 120 günlük stok seviyesi için maksimum depo sayısını (M) kısıtlama

Depo sayısını 6'nın altına düşürmeye çalıştığımızda model, kapasite sınırlamalarından dolayı uygulanamaz olmaktadır. Talep edilen toplam parçalar için gereken alan, ana depoların toplam kapasitesinden %23.2 daha fazladır. Eğer yalnızca ana depolar kullanılmak isteniyorsa, A ve B depolarının ya biri ya da her ikisi Loj. K.lığı tarafından genişletilmelidir ve bu çok maliyetli olacaktır. Bunun yanında, dağıtım maliyeti 14 depoyla olduğundan %93 daha fazla olacaktır.

Şekilden anlaşıldığı gibi, depo sayısını 10'a kadar düşürmek çok fazla ek dağıtım maliyeti yaratmaz, 6'ya düşürmek de yalnızca %22 artışa sebep olur. Bu iki duruma ait yerleşimler ve kullanımlar alttaki şekillerde gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Depo sayısı 6'ya düşürüldüğündeki depo kullanımları



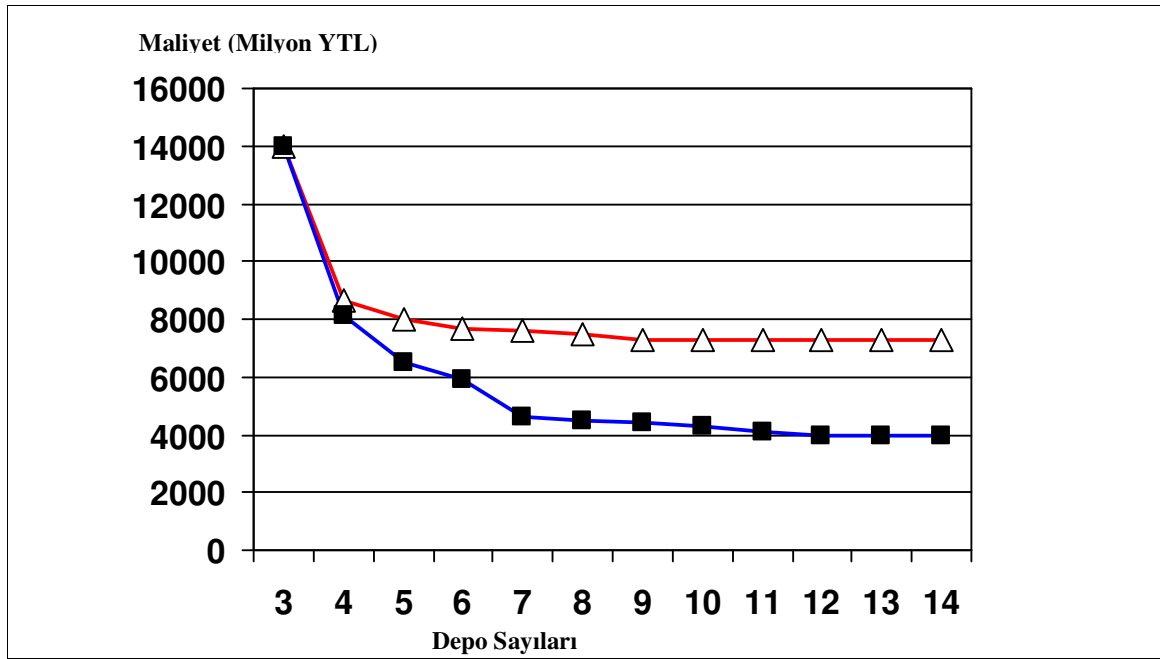
Şekil 3.9. Depo sayısı 10'a düşürüldüğündeki depo kullanımları

İkinci şekilde C deposunun yine kullanımda olmadığı görülmektedir. Ve her iki durumda da seçilen depoların çok yüksek kullanımları vardır. 10 depo tahsis edilmesi daha düşük

teslimat süreleri sağlasa da, 6 depo kullanmak yine de mantıklıdır ve arzu edilen sürelerde talepleri karşılayabilir.

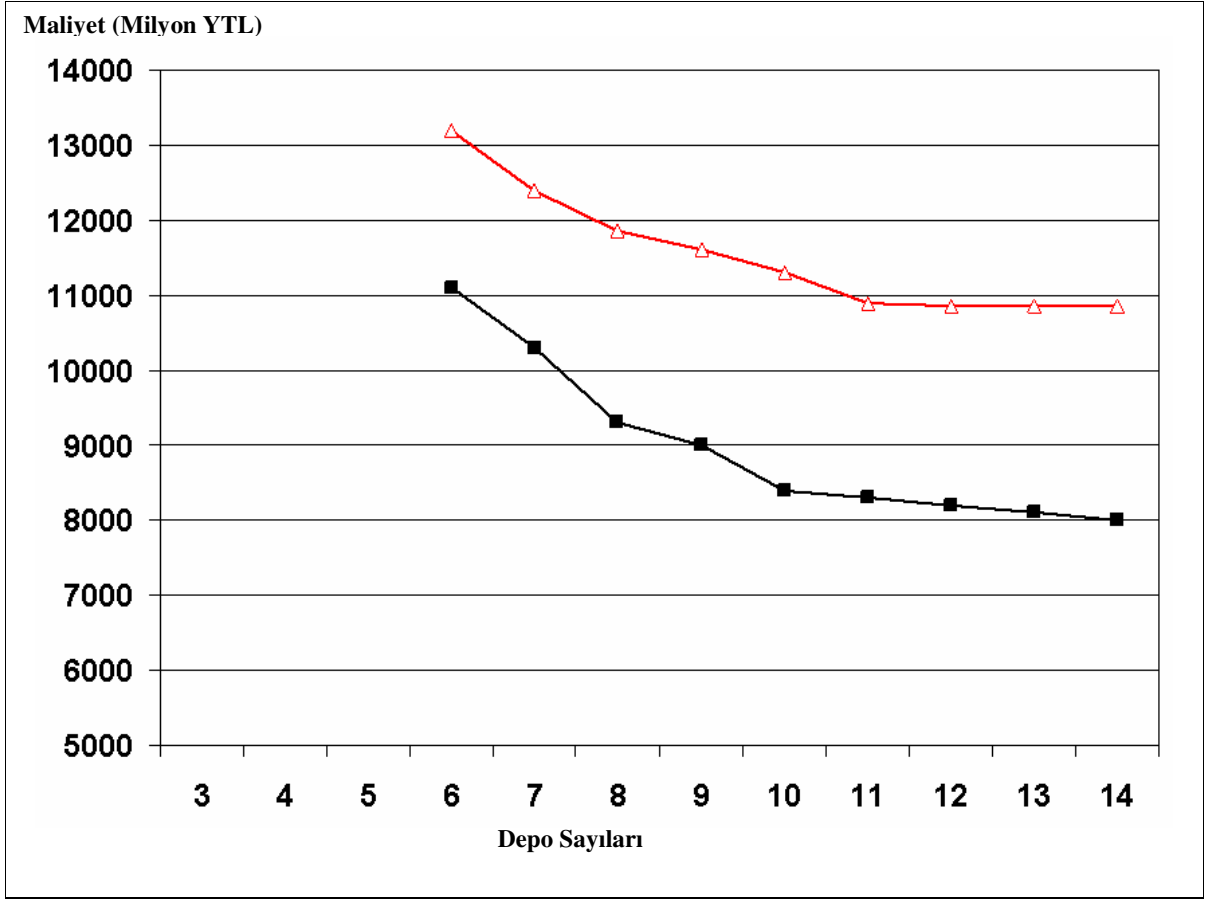
3.5.3. Emniyet Stoğu Olmayan Parçaların Ana Depolara Tahsisinin Etkisi

Emniyet stoğu kısıtlaması olan parçaların tahsisinin ne kadar para kaybına neden olacağını belirlemek için, modeldeki emniyet stoğu kısıtlamasını kaldırarak 60 günlük stok seviyesi için modeli tekrar çalıştırıyoruz. Elde edilen sonuçlar alttaki gibidir.



Şekil 3.10. 60 gün temelli stok seviyesi için emniyet stoğu olmadan maksimum depo sayısının (M) kısıtlanması

Şekilde de görüldüğü gibi, ana depolarda emniyet stoğu kısıtlamaları göz önünde bulundurulmadığında dağıtım maliyetleri %60 azaltılmaktadır. Depo sayıları kısıtlandıkça, dağıtım maliyetleri arasındaki fark da küçülmektedir. Ve depo sayısı 3 depoya düşürüldüğünde, doğal olarak dağıtım maliyetleri aynı kalır çünkü tüm emniyet stoğu kısıtlamaları yerine getirilmiş olur.



Şekil 3.11. 120 gün temelli stok seviyesi için emniyet stoğu olmadan maksimum depo sayının (M) kısıtlanması

Son olarak, modeli 120 günlük envanter seviyesi için emniyet stoğu kısıtlamalarını silmeden çalıştırıyoruz. Yukarıdaki şekil, 60gün temelli stok seviyesi ile karşılaştırıldığında dağıtım maliyeti farkının daha küçük olduğunu göstermektedir. En büyük fark %35'tir, ve yine açık depo sayısı azaldıkça ana depolarda emniyet stoğu bulundurmanın etkisi de azalmaktadır.

BÖLÜM 4

ÇIKARIMLAR

Bu çalışmanın ilk bölümünde lojistik süreçlerin zaman içindeki gelişimini açıklamıştık. Sonra temin sistemine bir giriş yaptık ve bu araştırmanın arka planını ortaya koyduk.

İkinci Bölümde Birleşik Devletler Deniz Kuvvetleri Envanter Sistemi hakkında bilgi verdik ve bizim yaptığımız çalışmaya benzerlik gösteren iki çalışmayı açıkladık. Ayrıca, literatürdeki ilgili çalışmalar hakkında özet bilgiler verdik (sınırlı kapasiteli tesis yerleşim, depoların yerleşimi-tahsisi, toplama metotları).

Üçüncü bölümde esnek bir karışık tamsayılı doğrusal programlama modeli oluşturduk. Talep zamanla değiştiğinden, bu model yalnızca küçük değişiklikler yapılarak parçaların gelecekteki yeniden tahsisinde kullanılabilir.

Çalışmamızın hedefleri şunlardı:

- Yeni konsept kapsamında Ordudonatım, Muhabere ve İstihkam Sınıfları tek bir birim olarak birleştikten sonra temin zincirinde hangi depoların kullanılacağıyla ilgili stratejik karar alma sürecine katkıda bulunmak.
- Dağıtım maliyetlerini azaltmak amacıyla parçaları bu depolara yeniden tahsis etmek.
- Her ürün türünü ana depolardan yalnızca birine yerleştirerek emniyet stoklarının bakım maliyetini düşürmek.

Sınırlı kapasiteli tesis yerleşim-tahsis modelimizi, modelleme yazılımı GAMS'ı kullanarak yarattık. Bu yazılım optimizasyon problemleri için kodlama işlemini kolaylaştırır ve bu problemleri başka bir yazılım olan CPLEX kullanarak çözer. GAMS büyük ve karmaşık modellerin sıkıştırılmış temsili için yüksek düzeyli bir dil sağlar ve model yapılandırmalarında değişikliklere izin verir.

Modeli iki stok politikası için çalıştırdık ve mevcut depolar kapasite gerekliliklerini karşılayamayınca kadar her iki politikada da açık depo sayısını tek tek düşürdük. Sonra her iki durumda da depo sayısını 7'ye kadar düşürmenin dağıtım maliyetleri üzerinde önemli bir artışa neden olmadığını gözlemledik. Buradan, Loj. K.1ığı'nın 14 deponun hepsini kullanmaya

ihtiyacı olmadığı sonucuna varabiliriz. Çünkü 14 deponun tamamının açık tutulması, yüksek olasılıkla otomasyon ve bakım maliyetlerini arttıracaktır.

Optimizasyon sonuçları ana depoların ilk politikada (60 günlük stok seviyesi) yeterli kapasiteye sahip olduğunu gösterdi. Loj. K.lığı dağıtım ağı için yalnızca ana depoları kullandığında, dağıtım maliyetinin müthiş oranda arttığını gördük. Sonuçlara bakarak, dağıtım ve envanter maliyetinin en aza indirilmesi için bu envanter politikasında 7 deponun yeterli olması gerektiğini önerdik. Bu öneriyi uygulayarak, Loj. K.lığı daha kısa teslimat süreleri de sağlayabilir.

Ancak İkinci politikada (120 günlük stok seviyesi), gereken kapasiteyi karşılamak için en az 6 depo kullanılması gerektiğini gördük. Dağıtım maliyetleri sonuçlarına göre, dağıtım ağına 10 depo kullanmak mantıklı görünmektedir. Ama bu durumda, ana depolardan biri olan C deposu ağı dışında kalmaktadır. Eğer Loj. K.lığı C deposunu kullanmak istiyorsa, o zaman parçaların 6 depoya tahsisi uygulanabilir. Böyle olduğunda ise dağıtım maliyetlerinin 10 depo kullanılmasına göre %19 arttığını gözlemledik. 6 depoya temin sistemi hala mantıklı teslimat süreleri sağlayabilir.

Açık depo sayısını düşürürken, modelin kapasite kısıtlamalarından dolayı C deposunu başka seçenek kalmadıkça sisteme dahil etmediğini gördük. Ana depo C'nin dağıtım ağına en müsait yerde olduğuna karar verdik.

Dördüncü-düzyer depolar her kolordu bölgesine yerleştirilmişti ve bazı kolordular birbirine çok yakın. Dolayısıyla birbirine çok yakın depolar mevcuttur. Bunun bir sonucu olarak, bunların ortasındaki yeterli kapasiteye sahip bir depo bölgesindeki tüm ihtiyaç duyulan parçaları taşıma maliyetinde önemli bir artış olmadan sağlayabilmektedir.

Modeli, emniyet stoğu kısıtlamalarını çıkararak her durum için tekrar çalıştırdık. Ayrıca emniyet stoklarını yalnızca ana depolarda buldurmanın, özellikle 60 günlük politikada, dağıtım maliyetlerini arttırdığını belirledik. Bu nedenle, Loj. K.lığı bu kayıpları ve emniyet stoklarını ana depolarda tutarak bakım masraflarından ne kazanabileceğini karşılaştırmalı, ve emniyet stoklarını bu depolarda tutmanın stratejik olarak ne kadar önemli olduğunu tekrar gözden geçirmelidir.

4.1. Gelecek Araştırma Konuları

Bu araştırmanın kısıtlı doğası gereği ve hazır bulunur veri eksikliğinden dolayı, taşıma yöntemleri için basitleştirilmiş yaklaşımlar kullandık. Dolayısıyla, LBSM daha ileri taşıma çeşitleri ve tarifeleri araştırmalıdır. Taşıma metotları ile ilgili yeni veriler oluşup modele katılırsa, bunların etkisi daha gerçekçi olarak görülebilecektir.

Loj. K.lığı tüm taleplerin geriye dönük verilerini oluşturmalıdır ve bunun içinde çeşit, ağırlık, hacim, sayı, taşıma yöntemi ve talep noktasının yeri (ayrıca tesis tipi bilgisi) olmalıdır. Bu veri kullanılarak, problem iki şekilde çözülebilir:

Tüm talepler modelde kullanılabilir, ancak o zaman problem optimal olarak çözmek için fazla büyük olacaktır. Bu yüzden işlemsel çabayı azaltıp yaklaşık optimal çözümler verebilen bir buluşsal geliştirilip modele eklenmelidir. Lojistikte sıkça kullanılan toplama (agregasyon) metodu da uygulanabilir. Parçalar USN'lerinin ilk iki rakamıyla gruplandırılabilir (örneğin 26 tekerler, 28 motorlar, 39 bakım malzemeleri. Bu yaklaşımı Kaplan (2000) çalışmasında önermişti.) Sonra her donanım grubundaki parçaların ağırlık ve hacim ortalamaları alınarak ve depolama için ortak özellikleri belirlenerek problem küçük değişikliklerle önerdiğimiz modele eklenip optimal olarak çözülebilir.

Dağıtım ağında hangi depoların kullanılacağı kararı kamyon yükü ve güzergâh belirleme problemi (VRP) ile ilgili çalışmalara ortam hazırlayacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Işılak A.S., ‘Modeling location-allocation of military items to the depots without branch classification (2002)
- [2] Cooper,J., ‘‘Logistics and Distribution Planning’’, Kogan Page Ltd., (1990)
- [3] Current, J.R., and D.A Schilling, ‘‘Elimination of Source A and B Errors in p-Median Location Problems,’’Geographical Analysis, 19, 95-110, (1987)
- [4] Das, C., Tyagi, R., ‘‘Role of Inventory and Transportation Cost in Determining the Optimal Degree of Centralization’’, Transportation Research 33 171-179,(1997)
- [5] Eben-Chaime, M., Mehrez, A., Morkovich, G., ‘‘Capacitated Location-Allocation Problems on a line ‘’, Computers&Operations Research 29 459-470, (2002)
- [6] Erkut, E., Bozkaya, B., ‘‘Analysis of aggregation errors for the p-median problem’’, Computers and Operations Research, 26 1075-1096(1999)
- [7] Ernst, R.; Kamrad, B., ‘‘ Allocation of Warehouse Inventory with Electronic Data Interchange and Fixed Order Intervals’’, European Journal of Operational Research, 103 117-128(1997)
- [8] GAMS- A User Guide, <http://www.gams.com/docs/document.htm>
- [9] Gravers, S.C., Wilems, S.P., ‘‘Optimizing Strategic Safety Stock Placement in Supply Chains’’, Working Paper, (1999) http://web.mit.edu/sgravers/www/Stock_May24.PDF
- [10] Holmberg, K., Ronnqvist, M., Yuan, D., ‘‘An Exact Algorithm for the Capacitated Facility Location Problems with Single Sourcing’’, European Journal of Operational Research, 113 544-559,(1999)
- [11] Kaplan, C.A., ‘‘Optimizing Positioning of Navy Wholesale Inventory’’, Naval Postgraduate School, Monterey,(2000)
- [12] Kasilingam, R.G., ‘‘Logistics and Transportation’’, Kluwer Academic Publishers, (1998)
- [13] Lojistik Faktörler Yönergesi, ‘‘KKY 54-5’’, KKK Basımevi, (1996)
- [14] Murray, A.T., Gerrard, R.A., ‘‘Capacitated Service and Regional Constraints in Location Allocation Modeling’’ Location Science, 5 1003-118, (1997)
- [15] NAVICP About, <http://www.navips.nany.mil/aboutticp/index.htm>
- [16] NAVICP News and PR, <http://www.ipc.nany.mil/news/a76.htm>

- [17] Nozick, L.K., Turnquist, M.A., 'A Two-echelon Inventory Allocation and Distribution Center Location Analysis', *Transportation Research Part E* 37 425-441, (2001)
- [18] Ordudonatım Ders notları, Ordudonatım Okulu Basımevi, (1989)
- [19] Pirkul, H., Jayaraman, V., 'A Multi-Commodity, Multi-Plant, Capacitated Facility Location Problem: Formulation and Efficient Heuristic Solution', *Computers & Operations Research* 25 869-878, (1998)
- [20] Reich, W.F., 'Optimizing Navy Wholesale Inventory Positioning', Naval Postgraduate School, Monterey, (1999)
- [21] Robeson, J.F., Copacino, W.C., 'The Logistics Handbook', The Free Press, (1994)
- [22] Sherali, H.D., Park, T., 'Discrete Equal-capacity p-Median Problem', *Naval Research Logistics* 47 166-183, (2002)
- [23] Suzal, M., 'Integrated Logistic Support', Turkish Aerospace Industries Inc., (1999)
- [24] Tragantalerngsak, S., Holt, J., Ronnqvist, M., 'An Exact Method for the Two-echelon, Single-source, Capacitated Facility Location Problem', *European Journal of Operational Research*, 123 423-489, (2000)
- [25] Wentges, P., 'Accelerating Benders' Decomposition for the Capacitated Facility Location Problem', *Mathematical Methods for Operations Research*, 44 267-290, (1996)
- [26] Zhao, P., Batta, R., 'Analysis of centroid aggregation for the Euclidean distance p-median problem', *European Journal of Operational Research*, 113 147-168, (1999)

ÖZ GEÇMİŞ

ADI SOYADI	Abdulkadir ALATAŞ
Doğum tarihi	04.05.1972
Doğum yeri	Kırşehir
Lise 1986-1990	Kuleli Askeri Lisesi
Lisans 1990-1994	Kara Harp Okulu Makina Bölümü
Çalıştığı kurumlar	
1994-2007	Kara Kuvvetleri Komutanlığı