

TÜRK HAVA KUVVETLERİNDE MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMASI

Hv.İkm.Yzb. Çağlar Utku GÜLER*

Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, Yeşilyurt-İstanbul
cguler@hvkk.tsk.tr

Geliş Tarihi: 21 Ekim 2011, Kabul Tarihi: 24 Ocak 2012

ÖZET

Türk Silahlı Kuvvetlerinin en önemli vurucu güç unsurlarından biri olan Hava Kuvvetlerinin sistem idame işletme yaklaşımında Kurumsal Kaynak Planlama aktivasyonu ile birlikte köklü bir değişikliğe gidilmektedir. Bu değişiklik, bugüne kadar malzeme bazlı hesaplama yapılması sonucu alınan tedarik kararlarının, sistem bazlı yaklaşım ile hesaplama yapılan Vari-Metric uygulamaları neticesinde yeni bir şekil alması yönünde kendini gösterecektir. Aktivasyonun tam olarak tamamlanmasını müteakip kullanımına başlanacağı değerlendirilen bu hesaplama sisteminin sonuçlarının, ilk Metric hesaplamalarının birçok kısıdının üstesinden gelinmesini sağlayacağı ve merkezi tedarik maliyetlerinde önemli ölçüde tasarruf getireceği değerlendirilmektedir.

Bu makalede, Türk Hava Kuvvetleri malzeme ihtiyaç planlamasının önemi, Hava Kuvvetlerinin bugüne kadar ihtiyaç hesaplaması için kullandığı İhtiyaçlar ve Dağıtım Sisteminin (İDS) geçmişe yönelik performans değerlendirmesi, başarı ve başarısızlık nedenlerinin sorgulanması, Hava Kuvvetleri Bilgi Sistemi(HvBS) ile kazanılacak Vari-Metric hesaplama yaklaşımının doğru sonuçlar üretebilmesi için gerekli çözüm önerileri, yeni sistemin muhtemel kazanımları ve gelecek araştırmalar için tavsiyeler ele alınmıştır. Sistem bazlı ve malzeme bazlı hesaplama sistem kabiliyetlerinin karşılaştırılması, gerekleri ve problem sahalarının araştırılması tedarik unsurlarında görev yapan personele farkındalık sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Malzeme İhtiyaç Planlaması, Sistem Bazlı Hesaplama, Malzeme Bazlı Hesaplama, Envanter Yönetimi, Tedarik Yönetimi.*

MATERIAL REQUIREMENTS PLANNING IN TURKISH AIR FORCE

ABSTRACT

Accompanying with the activation of enterprise resource planning software (HvBS), the Turkish Air Force (TuAF) is having a fundamental change on its system sustainability approach. This change will show itself on the acquisition decisions as a result of switching to a system based requirements computation approach, from a legacy material based one. Following the completion of the activation process, it is expected that the results of this new computation approach will provide constructive improvements on negative restrictions of initial Metric computation capabilities and remarkable savings on central acquisition budgets.

This article discusses the activation process of the HvBS Material Requirements Planning(MRP) functions in regards to the importance of MRP, problems affecting the process, past performance analysis of the current system and investigation of its successes and failures, suggestions on system based Vari-Metric algorithmic approach that will be implemented as a new capability with the activation to be able to produce reasonable results, possible gains of this new computation system and future research areas. Besides, with the help of a comparison between the new system based and legacy material based approaches, the personnel assigned in logistics acquisition posts have been targeted to have a vision on possible needs and problem areas.

Keywords: *Material Requirements Planning, System Based Computation, Material Based Computation, Inventory Management, Acquisition Management.*

* Sorumlu Yazar

1. GİRİŞ

Ticari ve endüstriyel işletmelerde maliyetin minimize edilmesi temel hedef olarak belirlenmiş iken, askeri ortamlarda bu hedef “savaşa her an hazır olma” olarak değişmektedir [1]. Bu nedenle, askeri uygulamalar için özelleştirilmiş ticari hesaplama yazılımları yardımıyla yapılan ihtiyaç hesaplamaları her ne kadar optimum envanter seviyesini minimum maliyetle sağlamak hedefli çalışıyor olsa da, askeri ortamlarda verilen tedarik kararları, maliyet ve hazır olma kriterleri arasında yapılan fayda-maliyet analizleri sonucunda değişebilmektedir. Diğer bir deyişle, itme (push) sistemi mantığı temel alınarak yapılan malzeme ihtiyaç planlamaları, gerçekte çekme (pull) sistemi ile dağıtım yapan askeri ortamların gereksinimleri doğrultusunda bambaşka alım kararları ile sonuçlanarak gerçekleşebilmektedir. Bu araştırma ile, Türk Hava Kuvvetlerinde aktivasyonu devam eden kurumsal kaynak planlama yazılımının kazandıracığı sistem bazlı hesaplama kabiliyetleri, bu kabiliyetlerin yakın tarihte sonlandırılan ve malzeme bazlı hesaplama yapan İhtiyaçlar ve Dağıtım Sistemi (İDS) kabiliyetleri ile karşılaştırılması, İDS'nin geçmişe dönük hesaplama performansının analiz edilmesi, hesaplama sonuçlarının gerçekleşme oranlarının sebep ve sonuçlarının tartışılması amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Araştırma literatüründe askeri envanterlerde tamirlik malzemelerin yönetimi üzerine tatmin edici bir çalışma arşivi ve dokümantasyon bulunmaktadır. Literatür üzerine özet bilgiye [2,3] referansları üzerinden ulaşılabilir. ABD Deniz Kuvvetlerinin hazır bulunuşluluk önlemleri, konfigürasyon yönetimi, bakım, lojistik destek süreçleri ve yedek parça yönetim usulleri Burdick [4] tarafından incelenmiştir. 1968 yılında Craig C. Sherbrooke tarafından yayımlanmış bir makale [5] üzerine geliştirilen Çok Seviyeli Tamirlik Malzeme Kontrol Tekniği (Multi-Echelon Technique for Recoverable Item Control - Metric) yaklaşımı üzerine analiz yapılan bu çalışmada, istenilen harekate yönelik faaliyet oranının (A_0) elde edilmesi olasılığı, güvenilirlik, desteklenebilirlik ve idame - ettirilebilirlik parametreleri araştırılmış ve sonuçlar beklenen maliyet ve sunulan hizmet başlıkları altında irdelenmiştir. Muckstadt [6,7] Burdick'in analizinde kullandığı Metric modelini bir adım daha ileriye götürerek, malzeme ve sistem ürün ağacı kırılımları ve bileşenlerinin de değerlendirmeye alınmasını sağlamıştır. Ayrıca, performans ve maliyet parametrelerini kullanarak, tek seviyeli ve çok seviyeli envanter modelleri arasında fayda-maliyet analizleri yapmak suretiyle, çok seviyeli yaklaşımın tüm envanter bütçe alternatifleri için daha etkin sonuçlar üreteceğini ortaya koymuştur [8]. Sherbrooke [9] ise, farklı tiplerde birebir envanter değişim modelleri tanımlamıştır. Bu modelleri, tek lokasyon modelinden başlamak üzere, çok lokasyon/çoklu seviye ve çok

lokasyon/çoklu seviye/çoklu ürün kırılımını kapsayacak şekilde aşama aşama geliştirmiştir. Çoklu lokasyon, seviye ve kırılım modeli üzerine kurulan yaklaşım Vari-Metric olarak adlandırılmış olup, ilk kez Graves [10] tarafından ortaya konulmuştur. Graves araştırmasında, sürekli birebir kontrol (S-1,S) yaklaşımı ile çalışan bir alt seviyenin Poisson dağılımı ile arızalanacağı varsayımından yola çıkarak, üs envanterinde meydana gelebilecek iki seviyeli tamirlik malzeme arıza dağılımının, iki parametrelilik negatif binom dağılımı ile açıklanabileceğini savunmuştur. Metric modellerde tamir işleminin ne zaman yapılacağı ve planlaması ise Alfredsson [11] tarafından, yatay seviye birliklerden malzeme desteği ile çok seviyeli envanter yönetimleri ise Burnworth [12] tarafından incelenmiştir.

Tedarik kararını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörleri değerlendirmek ve tedarik kararını vermek üzere Vari-Metric algoritmik yaklaşımını kullanan hazır ürün hesaplama programlarından VMetric-XL üzerinde çalışma yapan Sloan ve Rossetti [1], yaptığı hassasiyet analizinde harekate yönelik faaliyet oranı ve depo doluluk oranında yüzde birlik bir azalışın dahi tedarik kararını değiştirebildiğini, buna rağmen bütçe ve yıllık maliyet üzerinde %30 üzerinde bir artışın dahi tedarik kararını değiştiremeyeceğini ortaya koymuştur. Bir diğer Java tabanlı açık kaynak yazılım ile Muckstadt'ın [13] tanımladığı üç algoritma üzerinde çalışma yapan Mıman ve diğ. ise, nesne tabanlı bir Vari-Metric model üzerinde, çoklu depo ve lokasyon için bütçe kısıdı altında optimum stok hedef fonksiyonuyla tutarlı sonuçlar üretmeye çalışmıştır [14].

Yakın tarihte yapılan çalışmalarda ise, Levner ve diğ. [15], Metric tabanlı ağ modeli üzerinde toplam depolama ve ulaştırma maliyeti minimizasyonu hedefli yaptıkları optimizasyon sonucunda, Wagner-Whitin özelliğinin yedek parça envanter yönetim problemleri için kullanılabilirliğini göstermiş; Al-Rifai ve diğ. [16] geniş çok seviyeli envanterlerde ürün başına hesaplama zamanını azaltmak ve yönetim kolaylığı sağlamak için kısıtları olan bir optimizasyon modeli geliştirerek envanter segmentasyonunun (gruplama) etkilerini araştırmıştır.

Makale kapsamında, literatürde araştırılan Vari-Metric algoritmik yaklaşımından detaylı bahsedilecektir. Bu modelin temel hedef fonksiyonu envanter sistemlerinde beklenen borç miktarının azaltılmasıdır.

3. METODOLOJİ

Araştırma kapsamında Türk Hava Kuvvetlerinin mevcut ve kazanılacak malzeme ihtiyaç hesaplama kabiliyeti incelenecek, geçmişte yapılan hesaplamalar sonucunda verilen tedarik kararları irdelenecek, kararların hesaplama sonuçları ile uyumluluk ve uyumsuzluk sebepleri tartışılacaktır.

Analiz için kullanılan veriler 2004 ve 2010 yılı hesaplanan ve gerçekleşen tedarik değerleri için İDS ve İDS-e veritabanlarından text formatında alınmış, daha sonra Microsoft Office Excel kabiliyetleri kullanılmak suretiyle eşleştirilerek düzenlenmiştir. 2008/1 ve 2009/3 dönemlerinin hesaplama ve alım bilgilerine ulaşamadığından analizleri yapılamamıştır. Bununla birlikte, ticari alımlar ile ilgili analiz 2007 yılından itibaren başlamaktadır. Bu durum, ticari alım verileri 2007 yılında İDS-e faaliyete geçtikten sonra dijital olarak tutulmaya başladığından kaynaklanmaktadır. 2007 yılından önce de ticari alım yapılmış, ancak alımlar bilgi sistemi kabiliyetleri ile değil, manuel olarak takip edilmiştir.

4. HAVA KUVVETLERİNDE MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMASI (MİP)

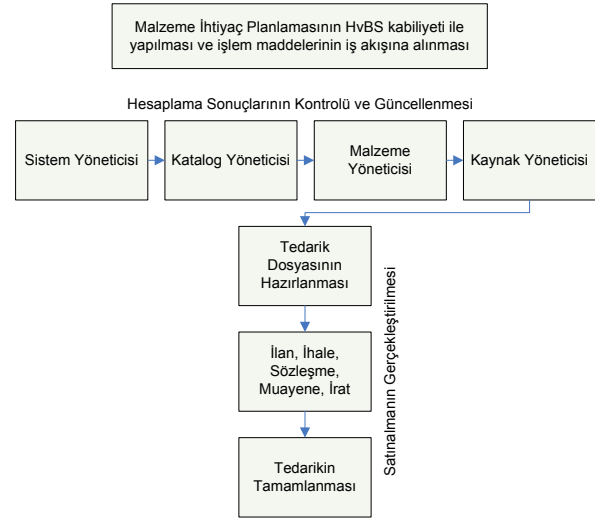
Hava Kuvvetleri Bilgi Sistemi (HvBS) Malzeme Yönetim bileşeni aktivasyonundaki son planlı adım Malzeme İhtiyaç Planlaması (MİP)'dir. Yakın geçmişe kadar HvBS kabiliyetleri ile işlenen hesaplama verilerinin hesaplama döneminde toplu olarak İDS'ye aktarılması ve dönemsel hesaplama işlemlerinin İDS'de gerçekleştirildikten sonra işlem maddelerinin HvBS'ye ithal edilmesi suretiyle icra edilen süreç, 01 Ekim 2011'deki MİP aktivasyonundan sonra tamamen İDS terk edilerek, HvBS üzerinde gerçekleşmeye başlamıştır. Önemi itibariyle profesyonel bir geçiş gerektiren MİP aktivasyonunun, öncelikle İDS mantığının HvBS'de replikasyonunun yaratılması, daha sonra HvBS kabiliyetlerinin imkân tanıdığı Vari-Metric hesaplama modelinin kullanılması ve İDS mantığının tamamen terk edilmesi suretiyle adım adım tamamlanması planlanmaktadır.

4.1. Mevcut Durum

İDS'nin Türk Hava Kuvvetlerinde faaliyete geçtiği 1988 yılından bu yana ihtiyaç hesaplaması malzeme bazlı olarak yapılmaktadır. Envanterde bulunan malzemelerin, ana muadil ilişkisi hariç birbiri arasında herhangi bir bağlantı olmadığı, malzeme hareketlerindeki talep değişiminin tedarik ve tamir için bağımsız olarak gerçekleşeceği, tedarik için gerekli kaynakların sınırsız olduğu ve belirlenen seviyelere uygun olarak depo doluluk oranının (fill rate) sağlanmasının yeterli olacağı gibi temel varsayımlar üzerinden hesaplama yapan İDS sistemi, envanter yönetim modellerinden Metric algoritmik hesaplama yaklaşımını kullanarak, geçmiş 3 yılın kullanımını değerlendirmek suretiyle, gelecek 10 yılın tahminini hesaplamaktadır.

Merkezi yönetilen tamirlik ve sarf malzemelerin geçmiş kullanımından yola çıkarak, malzeme için mevcut tedarik kaynağı bazında üretilen ve Tedarik, Tedarik Sonlandırma veya Atıl (İhtiyaç Fazlası) işlem maddeleri ile sonuçlanan söz konusu hesaplama 90 günde bir yerine getirilmektedir [17]. Hesaplama ile

başlayan Hava Kuvvetleri tedarik süreci Şekil 1'de sunulmuştur.



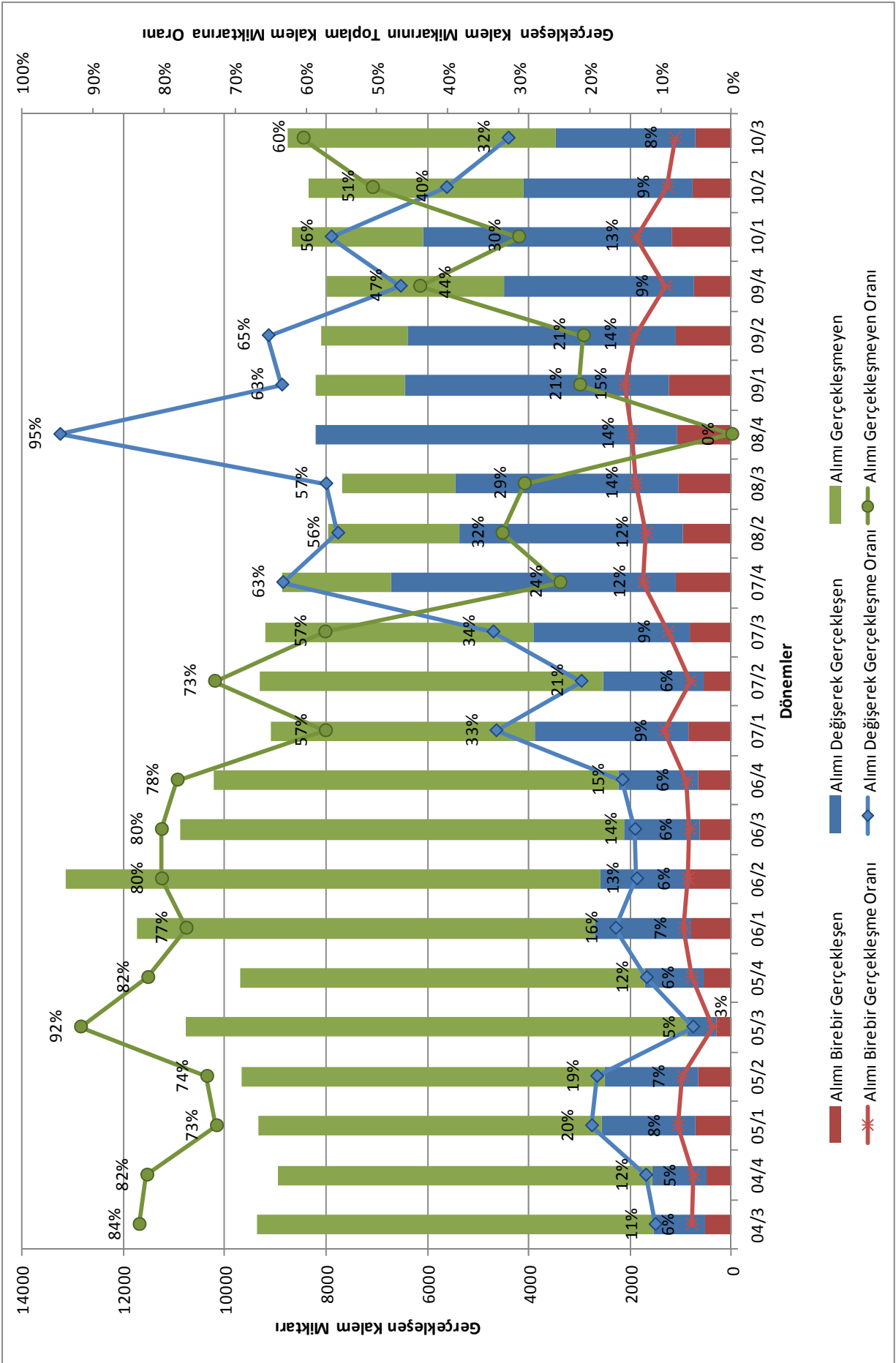
Şekil 1. Hava Kuvvetleri Tedarik Süreci.

Yapılan hesaplamayı esas almak suretiyle alıma çıkan ihtiyaç makamı, son dakika gelişmeleri, plansız faaliyetler, hesaplamada bütçe kıstasının mevcut olmaması, bütçenin yıllara sari ve 3 yıllık olarak kullanılması, faaliyet oranının standartlar üzerinde tutulması gerekliliği vb. özellikle tecrübeye dayalı kritik nedenlerle, üretilen işlem maddeleri üzerinde sistem kolaylıklarını kullanmak ve gerekçe belirtmek suretiyle değişiklik yapmakta ve tedarik süreci bu şekilde tamamlanmaktadır. Dolayısıyla İDS hesaplama mantığı, temel aldığı veriler üzerine ürettiği sonuçlarla her ne kadar doğru hesaplama yapsa da, hesaplama sonuçları birebir olarak düşük yüzdelerle gerçekleşebilmektedir.

2004 yılı 3'üncü Dönem ile 2010 yılı 3'üncü Dönem ihtiyaç hesaplamaları arasında dönemsel olarak üretilen toplam hesaplama alım işlem maddesinin (Buy Index), alımı birebir gerçekleşen kalem miktarı, alımı stok numarası değişerek gerçekleşen kalem miktarı, alımı gerçekleşmeyen kalem miktarı ve bunların dönemsel toplam üretilen hesaplama kalem miktarına oranlarını gösterir grafik Şekil-2'de sunulmuştur.

Grafik detaylı olarak incelendiğinde, analizin başladığı 2004 yılından itibaren dönemsel olarak ortalama 9.464 kalem alım ihtiyacı çıkmış olmasına rağmen, dönem sonunda gerçekleşen kalem miktarının ortalama 3.803 seviyesinde, hesaplama sonucu üretilen stok numaralarından farklı stoklar ile gerçekleşen kalem miktarının ortalama 3.009 kalem seviyesinde, hesaplama ile birebir gerçekleşen kalem

Türk Hava Kuvvetlerinde Malzeme İhtiyaç Planlaması



Şekil 2. İDS Dönemsel İhtiyaç Hesaplaması Sonucu Üretilen Alım İndeksi Gerçekleşme Durumları.

miktarının ortalama 794 kalem seviyesinde ve alımı gerçekleşmeyen kalem miktarının ise ortalama 5.508 kalem seviyesinde olduğu görülecektir. Gerçekleşen rakamların içerisinde daha önceki hesaplama dönemlerinden devreden tedarikler de bulunmakla birlikte, bu durum tüm dönemler için geçerli olduğundan olarak ihmal edilmiştir. Hesaplama sonucunda tedarik işlem maddesi yaratılmasına rağmen tedarik kaynağı değişerek gerçekleşen alımlar ise ortalama yaklaşık 25 kalem civarında olup, birebir gerçekleşen miktar içerisinde değerlendirilmiş, ayrıca analiz edilmemiştir.

Gerçekleşme miktarlarının hesaplama miktarına oranları değerlendirildiğinde ise, hesaplama sonucu üretilen alım ihtiyaçlarının ortalama %57'sinin gerçekleşmediği, ortalama %9'unun birebir, ortalama %35'inin ise farklı bir stok numarası ile gerçekleştiği görülecektir. 2007 yılı ortaları ile birlikte, alımı güncellenerek/değişerek gerçekleşen hesaplama kalem oranında artış, alımı gerçekleşmeyen kalem oranında azalış ve alımı hesaplama ile birebir gerçekleşme oranında ise artış trendi gözlemlenmektedir. Bu durum, 2010 yılında HvBS'nin de aktivasyon çalışmaları ile birlikte beklenen şekilde negatif bir trend ile hafif olarak tersine dönmektedir.

Bununla birlikte, ortalama gerçekleşen miktar, hesaplama ile üretilen sonuçtan ortalama yaklaşık olarak %60 daha düşüktür. Bunun nedeni, askeri ortamlarda yaşanan belirsizlik ve sürekli harbe hazır olma ihtiyacının bütçesel ihtiyaçların önüne geçiyor olması olarak değerlendirilse de, hesaplama ile birebir gerçekleşen oranın hesaplamanın ortalama yaklaşık %9 civarında kalması, hesaplama ve tedarik sürecinde sistemsel ve teknik yetersizlikler de bulunduğunu ortaya koymaktadır.

Analiz edilen hesaplama verilerinde birebir gerçekleşme oranlarının düşük olmasının muhtemel nedenleri ana başlıklar altında aşağıda sunulmuştur:

- Hesaplama sınırsız kaynak varsayımının kullanılması, ancak ihtiyaç duyulan malzemeler kritikliğine göre önem sırasına konulduğunda hesaplanan tüm ihtiyaçlar için bütçe yetersiz kaldığından, ihtiyacın ilgili dönemde tedarik edilememesi ve bir sonraki dönemde tekrür etmesi,
- Taktik seviyede görev yapan ve tedarik kararını veren personelin, ehliyet seviyesi olgunlaşmadan göreve başlaması ve bu nedenle tedarik sürecinde insan kaynaklı hatalar yapıyor olması,
- Hesaplama kapsamında emniyet stoku hesabı bulunmasına rağmen, ihtiyaç makamının kendini emniyete almak için hesaplama üzerine manuel bir emniyet miktarı daha eklemesi ve dolayısıyla envantere atıl (ihtiyaç fazlası) malzeme miktarını artıracak şekilde hesaplama sonuçlarının değişmesi,

- Fon yönetimi kabiliyetlerinin etkin kullanılmıyor olması, bu nedenle hesaplama sonucu üretilen tedarik planlamasının 3 yıla sari yapılan idame-işletme bütçe tahsisine manuel olarak adapte edilmesi,

- Planlı ve plansız gelişmelerden (parça bekler, modernizasyon projeleri, zamana bağlı teknik emir - TCTO, vb.) kaynaklanan farklılık bilgilerinin sistem kabiliyeti kullanılarak sisteme tanıtılmamasından, söz konusu ihtiyaçların hesaplamada üretilmemesi ve manuel olarak sisteme ürettirilmesi,

- Envanterden çıkan veya çıkacak ana cihaz ve sistemlerin malzeme yönetim sürecine muhtemel etkilerinin etkin olarak hesaplama katılmıyor olması,

- Hesaplama yönelik planlama kolaylıkları olan özel seviye, WRM (War Reserve Material) seviyesi, program ve teknik farklılık gibi girdilerin tedarik akışı üzerindeki sistem ve malzeme yöneticileri tarafından etkin kullanılmıyor olması, bunun yerine sistemden isteğe bağlı alınan raporlar üzerine tecrübeye dayalı ve bireysel hesaplama algoritma ve araçlarının kullanılarak tedarik kararı alınması,

- Bilimsel hesaplama ve tahmin yöntemlerinin kullanılmaması,

- Sistemde yer alan tedarik temin sürelerinin güncel olmaması. Benzer olarak temel hesaplama parametrelerinin bulunduğu standart veri tablolarının ve birim maliyetlerin güncellenememiş olması,

- Depolama maliyeti, ulaştırma maliyeti, yönetim maliyeti gibi gizli maliyetlerin hesaplama katılmıyor olması,

- Hesaplama, faaliyet oranlarının bir optimizasyon kısıtı olarak kullanılmıyor olması,

- Hesaplamanın sistem yaklaşımı ile değil, malzeme bazlı olarak yapıyor olması,

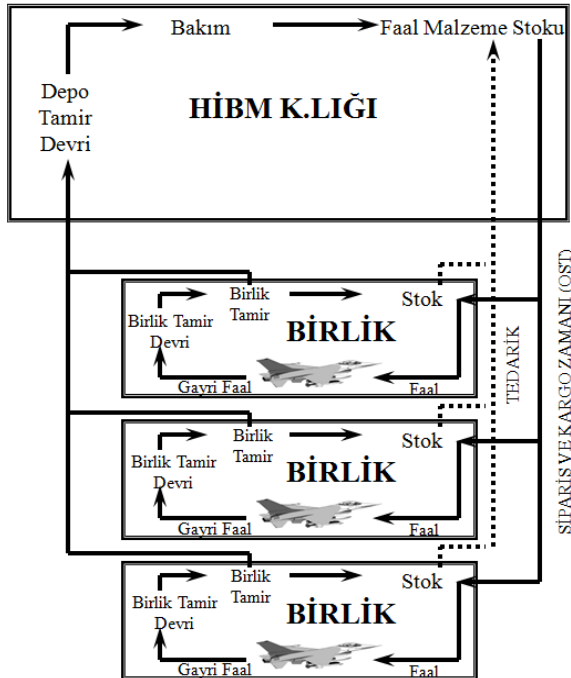
- Hesaplamanın dinamik ve optimizasyon bazlı değil, statik ve formülasyona dayalı sabit sonuç ürettiği olması.

4.2. HvBS ve Vari-Metric Hesaplama Algoritması

HvBS Malzeme Yönetim Bileşeni aktivasyon planı çerçevesinde en son ve en önemli basamak Malzeme İhtiyaç Planlaması (MİP)'nin canlı kullanıma verilmesidir. İlk aşamada, İDS'de kullanılan malzeme bazlı hesaplama sisteminin fonksiyonlarını birebir HvBS üzerinde çalıştırmak suretiyle gerçekleştirilecek olan hesaplama sisteminin tahmini olarak önümüzdeki 5 yıl boyunca kullanılması öngörülmektedir. Bu 5 yıllık süre içerisinde diğer HvBS bileşenlerinin aktivasyonlarının tamamlanması ve düzenli çalışır hale gelmesi, devamında ise kurumsal kaynak planlama kapsamında çalışan lojistik bilgi

sistemlerinin sağlayacağı en önemli getiri olan veri altyapısı sayesinde, sistem yaklaşımını esas alan bir ihtiyaç hesaplama modelinin kullanımına imkân tanınması beklenmektedir. Birçok ülkenin Silahlı Kuvvetlerinin temel lojistik prensiplerinde olduğu gibi Türk Hava Kuvvetlerinin mevcut sistemlerinin idame-işletmesinden sorumlu olan Hava Lojistik Komutanlığının Stratejik Planında yer alan en önemli alt hedefleri, beklenen borç (stoksuzluk) miktarını azaltmak suretiyle sistemlerin faaliyet oranını kuvvet standartları üzerinde tutmak ve maksimize etmek şeklindedir [18]. Bu hedefler bütçe kısıtlarına uyma ve mümkün olan en düşük envanter seviyesi tutma zorunluluğu içerisinde yerine getirilmektedir. Bunun için, tedarik faaliyetlerinin, marjinal analiz tekniği kullanılarak gerçekleştirilmesi ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Marjinal analiz, harcanan birim maliyet başına hangi parçanın beklenen borç miktarında en büyük azalma yaptıracağını araştırarak güçlü bir kuramdır [19] ve bu kabiliyetin HvBS kapsamında kazanılacağı değerlendirilmektedir.

HvBS'nin, aktivasyona müteakip uygun veri altyapısı oluştuğunda kullanılması planlanan hesaplama programı, VMetric-XL olarak adlandırılmaktadır. Sistem yaklaşımını esas alan VMetric-XL'in temelde kullandığı hesaplama algoritmaları bakımından, envanter yönetim yaklaşımlarından biri olan Metric'in geliştirilmiş bir sürümü olan Vari-Metric (Şekil 3) üzerine tasarlandığı görülmüştür.



Şekil 3. Vari-Metric Modeli.

Sherbrooke, hedef fonksiyonu beklenen borç miktarını minimize etmek olan Vari-Metric modelinin tamir/tedarik sürecini şu varsayımlarla tanımlar: [20]

Çoklu malzeme kırılımı ve çoklu seviyeyi destekleyen birleşik süreç, bir malzemenin arızalanması ve birlik ikmal noktasına getirilmesi ile başlar. Eğer birlik ikmal deposunun yedek malzemesi bulunuyorsa, malzeme ihtiyacı karşılanır, aksi takdirde birlikte borç oluşur. Arızalı malzemenin birlikte tamir edilme olasılığı bulunmaktadır, ancak tamiri çok karmaşık ise, malzeme tamir için ana depoya gönderilir ve ana depoda tedarik bildirimini üretir. Birlik bakım atölyesindeki iş yükü veya stok seviyesi, malzemenin tamir görüp görmemesi için bir etken değildir. Malzemeler diğer birliklerden değil, merkez depodan bütünlendirir. Bu varsayımın yapılmasının temel nedeni, nadiren gerçekleşen birlikler arası desteğin ve ulaştırma maliyetlerinin hesaba katılmasının hesaplamayı oldukça karmaşıklaştıracağı, buna rağmen sonuçta belirgin bir değişiklik yapmayacağıdır. Bir diğer varsayım, birlikler için (S-1, S) envanter yönetim prensibinin kullanılıyor olmasıdır. Şu durumda, tamir ve tedarik ihtiyacı birleştirilmez. Birebir ihtiyaç karşılığı tedarik ve tamir işlemi gerçekleştirilir. Ayrıca uçak sayısının ve uçuş saatlerinin yakın dönemde belirgin bir değişiklik göstermeyeceği, optimal seviyede seyredeceği kabul edilir. Son varsayım ise tamir maliyetinin her zaman satın alma maliyetinden daha az olduğu, bu nedenle öncelikle tamir yöntemine başvurulması gerektiğidir [9,21].

Söz konusu varsayımların gerçek hayatta Hava Kuvvetlerine uygunluğu incelendiğinde aşağıdaki yargılara varılacaktır:

Uygulamada, her ne kadar malzeme arızasında sürecin başlaması için malzemenin birlik ikmal noktasına getirilmesi şart olmasa da, borç kaydı oluşması ile sonlanan iş akışı gerçek süreçte büyük ölçüde benzerlik göstermektedir. Tamir süreci varsayımının, birebir uygulamaya uyduğu söylenebilir. Farklı olarak, eğer malzeme ana depoda tamir planlamasına alınmış ise, malzeme için tedarik bildirimini üretilmemektedir. Bununla birlikte, malzeme kâl edilecek ise tedarik bildirimini üretir. Normal şartlar altında talep belirsizlik riskini bertaraf etmek amacıyla çalışan (hızlı hareket eden) malzemeler birliklerde tutulurken, yavaş hareket eden malzemelerin ana depoda tutulması beklenmesine rağmen, uygulamada maliyet etkinliğine bakılmaksızın kritik malzemeler için hibrid bir yapı tercih edilmekte ve hem ana depoda, hem de birliklerde çalışan malzeme tutulabilmektedir. Bu durum ise, Vari-Metric'in temel varsayımlarından biri olan malzemelerin yalnızca ana depodan bütünlenebildiği varsayımını açıkça ihmal etmektedir. Bununla birlikte uygulamada, 30 günde bir seviye bütünleme işlemi gerçekleştirilerek, birlikler arasında da malzeme bütünlenebildiği bilinmektedir. Ayrıca, acil durumlarda, ana depoda malzeme yok ise seviye bütünleme işlemi beklenmeksizin diğer birliklerden yatay besleme de yapılabilmektedir. (S-1, S) envanter yönetim prensibinin kullanılıyor olması varsayımı ise

kullanılan mevcut hesaplama sistemi ile tutarlılık göstermektedir. Tek fark, bu prensibin sadece hesaplama zamanlarında gerçekleşmek üzere periyodik olarak uygulanmaması, aksine, sürekli bir faaliyet olarak gerçekleştirilmesidir. Gerçek hayatta, varsayım ile tutarlı olarak uçak miktarı ve uçuş saatlerinin belirgin bir değişiklik göstermeyeceği kabul edilerek hesaplama yapılmaktadır. Eğer, bir değişiklik beklentisi var ise, hesaplama sonucu elde edilen veriler manipüle edilmek suretiyle artırılarak tedarik işlemi gerçekleştirilir. Son varsayım olan tamir maliyetinin her zaman satın alma maliyetinden daha az olduğu varsayımı ise yine birebir uygulanmakta olup malzeme eğer tamir edilebiliyorsa, öncelikle tamir alternatifleri denenmektedir.

İlk Metric algoritmik yaklaşımların 3 temel eleştiri noktası bulunmakta olup, bunlar, malzeme kırılımlarının ihmal edilmesi, ana sistem faaliyetinin hesaba katılmaması ve marjinal maliyet analizi kullanılarak beklenen borç miktarı minimizasyonu yapılması tekniğinin, düşük maliyetli malzemelerden çok sayıda alınması ile sonuçlanıyor olmasıdır. Vari-Metric algoritmik yaklaşımının üzerine kurulu VMetric-XL ile bu ve benzeri birçok sorun bertaraf edilmiştir. Ayrıca, düşük sistem faaliyet oranı ve bütçeyi aşan tedarik ile sonuçlanan malzeme bazlı yaklaşımların tersine, maksimum faaliyet oranı ve yedek parça tedarik maliyetlerini düşük tutma hedeflerini birleştiren bu hesaplama çerçevesinde sistem yaklaşımı ile hesaplama yapılmaktadır.

VMetric-XL ile Türk Hava Kuvvetlerinin muhtemel temel kazanımları aşağıda maddeler halinde sunulmuştur [22]:

- Sistem yaklaşımı ile hesaplama yapılabilmesi,
- Marjinal maliyet analizi kullanımı ile idame-işletme tedarik maliyetlerinde %25'e varan tasarruf ve barış zamanı envanter seviyesinde %50'ye varan azalma imkânı,
- Tedarikte en düşük maliyeti sağlayacak önceliklendirilmiş malzeme tercihi ve sipariş listesi ile hedeflenen faaliyet oranına ulaşılabilmesi,
- Bütçenin büyük bir bölümünün fazla talep edilen düşük maliyetli malzemelere ayrılması, küçük bir bölümünün ise göreceli olarak yüksek maliyetli ve düşük talepli malzemelerin tedarikine tahsis edilmesi,
- Tercihe göre depo doluluk oranı (fill rate) üzerinden hesaplama yapabilme kabiliyeti,
- Talebin bağımsız ve değişken olarak değerlendirilebilmesi, çok seviyeli bakım/tedarik, çok kırılımlı konfigürasyon yönetimine uygunluk,

beklenen borç (stoksuzluk) miktarı minimizasyonu ve faaliyet oranı maksimizasyonu sağlama imkânı,

- Sistemden sisteme parça aktarımının hesaba katılabilmesi,
- Simülasyon desteği,
- Kurulum maliyeti, ağırlık ve hacme göre fiyatlandırma, gizli maliyetin (shadow price) hesaplama katılabilmesi,
- Tedariki başlatan makamların karar ve performanslarının sorgulanabilmesi imkânı.

4.3. Mevcut (İDS) ve Planlanan (Vari-Metric) Kabiliyetlerin Karşılaştırılması

HvBS kabiliyetleri ile kazanılması planlanan VMetric-XL hesaplama yazılımı ile İDS ihtiyaç hesaplamasının temel karşılaştırması bir sonraki sayfada yer alan Tablo-1'de sunulmuştur. HvBS ile kazanılacak ve tabloda listelenen kabiliyetlerin tamamının kullanılabilmesi için, aktivasyonun tüm fonksiyonları ile tamamlanması ve özellikle HvBS Malzeme Yönetim Bileşeni Malzeme Tanımlama ve Kataloglama verilerinin programa uygun olarak düzenlenmesi gerekmektedir. Söz konusu karşılaştırma VMetric-XL 3.7 sürümü için yapılmış olup, program geliştirildikçe kazanımları artarak devam etmektedir. Gelişmiş envanter yönetim modellerinin ulaşabileceği en ideal kabiliyetleri teorik olarak barındıran VMetric-XL programını, pratikte tam ve tutarlı olarak çalıştırabilmek için yaklaşık 5 yıllık bir veri üretim sürecinin oluşması gerektiği öngörülmektedir.

4.4. Alternatif Hesaplama Metotları

Vari-metric, sistem bazlı hesaplama yaklaşımlarından yalnızca biri olup, METRIC tabanlı hesaplama yaklaşımları geniş bir yelpaze oluşturmaktadır. METRIC sistemlerin üzerinde yapılan küçük değişiklikler ile Shop-Replacable Unit (SRU) hesaplaması da yapabilen Modified METRIC, birçok silah sistem tipinden oluşan envantere ait faaliyet oranını maksimize etmeyi amaçlayan Aircraft Availability Model (AAM), savaş senaryolarındaki günlük değişimleri de hesaba katan Dyna-Metric, V-Metric XL programına rakip olan, çeşitli ülkelerin silahlı kuvvetleri tarafından da tercih edilen ve dynamic model üzerine kurulu olup optimum marjinal maliyet analizi ile daha etkili sonuçlar üretebileceği değerlendirilen Aircraft Sustainability Model (ASM) bunlardan birkaçıdır [3].

Hava Kuvvetleri idame işletme ihtiyaç hesaplama sistemi yazılımlarının yer aldığı pazar, genel olarak uçağın tasarımını yapan firmalar tarafından şekillendirilmektedir. Bu duruma örnek olarak, F-35 Joint Strike Fighter programını yöneten Lockheed Martin firmasının idame işletme için ASM programının kullanılmasını veya çok uluslu bir

Tablo 1. İDS (Mevcut) – Vari-Metric (Planlanan) Hesaplama Sistemleri Kabiliyetlerinin Karşılaştırması.

Hesaplama Yaklaşımı	İDS	Vari-Metric
	Malzeme Bazlı Yaklaşım	Sistem / Malzeme Bazlı Yaklaşım
Önceliklendirilmiş Sipariş Listesi	Yok	Var
Disposal (İhtiyaç Fazlası) Hesabı	Var	Yok
Termination (Sipariş Sonlandırma) Hesabı	Var	Yok
Konfigürasyon Yönetimi	Yok	Var
Talep Yönetimi	Bağımsız-Sabit	Bağımsız-Değişken
Fill Rate (Depo Doluluk Oranı)	Var	Var
Bütçenin Hesaba Katılması	Yok – Sınırsız Kaynak Varsayımı	Var
Faaliyet Oranı Kıstası	Yok	Var
Marjinal Maliyet Analizi	Yok	Var
Cannibalization (Uçaktan Uçağa Parça Aktarımı)	Yok	Var
Yeniden Satış Fiyatı (Resale Price) Faktörü Hesabı	Yok	Var
Kurulum Maliyeti (Setup Cost) Hesabı	Yok	Var
Ağırlık ve Hacime Göre Fiyatlandırma Hesabı	Yok	Var
Gizli Maliyet (Shadow Price) Hesabı	Yok	Var
Initial Procurement (IP) Hesabı	Yok	Var
Grafiksel Gösterim	Yok	Faaliyet Oranı, Doluluk Oranı, Ort. Gecikme Eğrileri Grafiği
Simülasyon Desteği	Yok	Var

diğer program olan A400M uçağının üreticisi olan Airbus firmasının yine idame işletme için METRIC tabanlı OPUS10 [23] Lojistik Destek ve Yedek Parça Optimizasyon programının kullanılmasını şart koşması verilebilir. Şu durumda, envantere bulunan her silah sistemi için farklı bir hesaplama programı kullanımı gereksiniminin ortaya çıkacağı ve kullanılan her programın sabit maliyet olarak bütçeye yansıtacağı açıkça görülmektedir.

Hava Kuvvetlerinde itme ve çekme sisteminin karışımı olarak değerlendirilebilecek hibrid bir sistem ile envanter yönetimi yapılmaktadır. Bölüm 4.1.'de de belirtildiği üzere, periyodik envanter kontrolü amacı ile 3 aylık dönemler ile hesaplama yapılıyor olsa da, pratikte tedarik süreci, iş akışı sürecince 3 aylık zaman zarfında güncellenerek yürütüldüğünden, envanter kontrol süreci sürekli kontrol metodu haline dönüşerek tamamlanmaktadır. Bu durum, karmaşık METRIC vb. sistem bazlı hesaplama sistemleri yerine, malzeme bazlı Newsvendor tek sipariş modeli, [24] yapay sinir ağları ve/veya üssel yumuşatma, regresyon gibi geleneksel zaman serisi talep tahminleri ile entegre ekonomik sipariş miktar metodlarının kullanılıp kullanılmayacağı sorusunu da akla getirmektedir. Nitekim, yedek parça envanter sistemlerindeki talebin, ticari işletmelerde karşılaşılan genel talep deseninden farklı olarak kesikli olması nedeniyle özel talep tahmin metodları kullanılarak tahmin edilmesi gerekliliğini savunan Croston [25], Leven [26] ve özellikle Syntetos-Boylan söz konusu yaklaşımların farklı kriterler altında karmaşık modellerden daha iyi

tahmin performansı verebileceğini işaret etmektedirler. Syntetos-Boylan, her ne kadar kesikli zaman serisi desenlerinin tümü üzerine genel geçer bir model kuramamışlarsa da, düzensiz aralıklarla gerçekleşen (intermittent) veri setlerinin önemli bir kısmının tahmininde kayda değer bir başarıya ulaşımlardır [27-31].

Dolayısıyla, askeri kurumlarda kullanılması planlanan hesaplama algoritması kararının verilmesinde, yalnızca pazarda yer alan ticari yazılımlar değerlendirilmemeli, literatürde geçen ve yukarıda bahsedilen yöntemlerin tahmin hata performans parametreleri, mümkünse gerçek veriler kullanılmak suretiyle analiz edilmelidir. Ticari Kullanıma Hazır (COTS) yazılımların uygulama kolaylığı ilk bakışta bir avantaj gibi görünse de, Bölüm 4.1.'de açıklanan problem sahaları giderilmeden söz konusu yazılımlar etkin olarak kullanılmayacağından, bu avantaj kuvvetli bir dezavantaja dönüşebilecektir. Bununla birlikte, geleneksel talep tahmin yöntemlerinin birçok bilgisayarda hazır bulunan Microsoft Excel veya Access gibi kolaylıklar ile uygulanabiliyor olmasının, üretilen tahmin verisi üzerinde son kararı veren ihtiyaç makamı için önemli bir avantaj olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

5. SONUÇ

HvBS kabiliyetleri ile kazanılması öngörülen yeni hesaplama yaklaşımından beklentiler, VMetric-XL'in mevcut kabiliyetlerinin doğru kullanımı ile sınırlı

değildir. Sistem yaklaşımına uygun altyapı oluşturulması sayesinde, VMetric-XL veya sistem yaklaşımı temelli bir başka hesaplama aracı kullanılması suretiyle temel olarak envanter stok seviyelerinde azalma, beklenen borç miktarında azalma, faaliyet oranlarında artış, tedarik performansı ve etkinliğinde artış, satın alma maliyetlerinde azalma ve atıl malzeme miktarında azalma olması beklenmektedir.

Hesaplamanın İDS'den tamamen HvBS'ye geçmesi, VMetric-XL'in de yakın zamanda etkin olarak hayata geçirilmesini sağlayacaktır, ancak hesaplamanın doğru ve tutarlı sonuçlar üretebilmesi için öncelikle;

- HvBS Bakım aktivasyonunun tamamlanması ve tüm sistemler için ürün ağaçlarının oluşturulması,
- Barındırdığı 146 farklı parametre ile Malzeme İhtiyaç Planlamasına temel teşkil eden Malzeme Tanımlama ve Kataloqlama verilerinde yer alan hata ve eksikliklerin giderilmesi,
- Dağıtım ve Stok İdaresi fonksiyonlarının kullanımı sonucu oluşan kullanım kayıtlarının yarattığı mal muhasebesi hesabı kural ve usullerinin doğru ve tutarlı sonuçlar üretecek şekilde düzenlenmesi,
- Malzeme İhtiyaç Planlamasının kullandığı hesaplama karakteristikleri ve özellikle tedarik temin süresi vb. standart tablolarının güncel ve tutarlı olması,
- Tüm tamirlik malzemelerin seri numara kontrollü olarak yönetilmesi veya malzeme kullanım geçmiş işlemlerinin malzeme bazında takip edilebiliyor olması, aksi takdirde malzeme yönetimi değil stok yönetimi yapılabilecek olması,
- Envanterden çıkarılan ana silah sistemi ve cihazların malzeme yönetim süreci ve ihtiyaç hesaplamasına etkilerinin araştırılması,
- Hava İkmal ve Bakım Merkezleri imalât, onarım ve etüt işlemlerine yeterli adam/saat desteğinin verilmesi, iş yükü planlarının optimize edilmesi, imalât ve onarım kabiliyetlerine yönelik bilgi paylaşımının daha etkin, tutarlı ve kullanışlı hale getirilmesi,
- Malzeme birim maliyetlerinin sürekli tutarlı ve güncel tutulması,
- Yeniden satış maliyeti, depolama maliyeti, parça bekler maliyeti, idari maliyetler vb. gizli maliyetlerin de hesaplama katılabilir şekilde belirlenmesi,
- Sistem faaliyet oranı hesaplamalarının statikten dinamiğe çevrilmesi, belirlenen bir saatteki faaliyet

oranı görüntüsü yerine anlık ve dönemsel ortalamalar ile faaliyetin takip edilmesi alışkanlığının kazanılması, ayrıca, ihtiyaç hesaplamasına kriter olarak seçilecek faaliyet oranlarının tercihinde kullanılan harbe hazırlık değerlendirmesinin lojistik desteklenebilirlik analizleri ile desteklenmesi,

- Hesaplama kapsamında yönetilen kurumsal dönüşüm ve tasarımın akademik destek ile yürütülmesi,
- HvBS projesinde çalışan faydalı işgücü ve fonksiyonel yönetici miktarının artırılması, bu hizmetin üçüncü şahıs ve şirketlerden alınması yerine Türk Hava Kuvvetlerinin kendi personelini yetiştirilmesi suretiyle gerçekleştirilmesi,
- Lojistik alanda görev yapan personelin atama politikasının belirlenmesinde İhtisas ve Kurs Eğitim Standardı gereklerine mümkün seviyede uyulması, temel ehliyet seviyesine sahip personele ancak operatif sahada görev başı rotasyon eğitimini tamamladıktan sonra taktik seviyede merkezi tedarik kararı sorumluluğu verilmesi,
- Lojistik sahada görev yapan tüm personele gerekli farkındalığın yaratılması gerektiği değerlendirilmektedir.

Bundan sonraki araştırma konuları, kazanılmış bilgi ve birikim altyapısı ile Türk Hava Kuvvetlerine uygun olarak özelleştirilmiş bir hesaplama modelinin geliştirilmesi ve bu modelin uygun yazılım ile desteklenerek faaliyete verilmesi üzerine olabileceği gibi, karmaşık hesaplama sistemlerinin yerine ekonomik sipariş miktarı ile bütünleştirilmiş geleneksel tahmin yöntemlerinin kullanılması, bu metodların avantaj ve dezavantajlarının karşılaştırılarak analizi üzerine olabilecektir. Ayrıca geliştirilecek özelleştirilmiş bir model ile, yatay seviye birliklerden gelecek malzeme desteği etkisinin değerlendirilmesi, etkin tamir planlamasının yapılması, barış ve savaş şartları envanter kararları, tedarik kararı önceliklendirmesi amaçlı hassasiyet analizi, birden fazla hedef fonksiyonu ile hesaplama yapılması gibi konular üzerinde daha esnek araştırmalar yapılabilecektir.

6. TEŞEKKÜR:

Makalenin yazılmasına kaynak olan araştırmayı başlatan Hv.Org.Mehmet ERTEN, değerli fikir ve katkılarından dolayı Hv.İkm.Bnb.Ercan ÇELİK ve Hv.İkm.Kd.Bçvş.Yaşar TURGUT, İDS'den veri alınması aşamasında emeği geçen Hv.Mu.Yzb.Fikret GÜNGÖR ve öneri ve düzeltmeleri ile makaleye son şeklini veren hakem ve Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi Yayın Kuruluna katkılarından dolayı teşekkür ederim.

7. KAYNAKLAR

- [1] Sloan, N., & Rossetti, M., "Examining Stock Positions in Military Logistics", *IIE Annual Conference. Proceedings*, 1-7. Retrieved June 28, 2011, from ABI/INFORM Trade & Industry.
- [2] Guide, V.D.R., and Srivastava, R., "Repairable inventory theory: models and applications", *European Journal of Operational Research*, Vol. 102, 1-20, 1997
- [3] Kennedy, W.J., Patterson, J.W., and Fredendall L.D., "An overview of recent literature on spare parts inventories", *International Journal of Production Economics*, Vol.76, 201-215, 2002.
- [4] Burdick, Lenny, "Readiness Based Sparing: Improved Readiness at Reduced Cost", *Naval Engineers Journal*, Vol. 102, No.2, 43-50, March 1990.
- [5] Sherbrooke, Craig C., "Metric: A Multi-Echelon Technique for Recoverable Item Control", *Operations Research*, Vol 16, 1968.
- [6] Muckstadt, John A., "A Model for a Multi-Item, Multi-Echelon, Multi-Indenture Inventory System", *Management Science*, Vol. 20, No. 4, 472-481, December 1973.
- [7] Muckstadt, John A., "A Three-Echelon, Multi-Item Model for Recoverable Items", *Naval Research Logistics Quarterly*, Vol. 26, 199-221, 1979.
- [8] Muckstadt, John A. and L. Joseph Thomas, "Are Multi-Echelon Inventory Methods Worth Implementing in Systems with Low-Demand-Rate Items?", *Management Science*, Vol. 26, No. 5, 483-494, 1980.
- [9] Sherbrooke, Craig C., "Optimal Inventory Modeling of Systems: Multi-Echelon Techniques", John Wiley & Sons, New York, 1992.
- [10] Graves, S.C., "A multi-echelon inventory model for a repairable item with one-for-one replenishment", *Management Science*, Vol.31, 1247-1256, 1985.
- [11] Patrik Alfredsson, "Optimization of multi-echelon repairable item inventory systems with simultaneous location of repair facilities", *European Journal of Operational Research*, Volume 99, Issue 3, Eleventh EURO Summer Institute: Operational Research Models in Maintenance, 584-595, 16 June 1997.
- [12] Burnworth, Todd C., "Simulated Multi-Echelon Readiness-Based Inventory Leveling With Lateral Resupply", Thesis, Air Force Institute of Technology, OH, March 2008.
- [13] Muckstadt, J. A., "Analysis and Algorithms for Service Parts Supply Chains", Springer Science+Media, Inc., 2005.
- [14] Miman, M., Rossetti, M., Varghese, V., & Pohl, E., "An Object-Oriented Framework for Analyzing VARIMETRIC Systems", *IIE Annual Conference. Proceedings*, 917-922, Retrieved June 28, 2011, from ABI/INFORM Trade & Industry.
- [15] Levner, E., Perlman, Y., Cheng, T., & Levner, I., (2011), "A network approach to modeling the multi-echelon spare-part inventory system with backorders and interval-valued demand", *International Journal of Production Economics*, 132(1), 43, Retrieved June 28, 2011, from ABI/INFORM Global.
- [16] Al-Rifai, M., Rossetti, M., & Desai, V., "An Iterative Heuristic Optimization Model for Multi-Echelon (R, Q) Inventory Systems", *IIE Annual Conference. Proceedings*, 1-6, Retrieved June 28, 2011, from ABI/INFORM Trade & Industry.
- [17] İDS Kullanıcı Kılavuzu ve Sistem Fonksiyon Dokümanı (RDS User Manual and System Functions Document).
- [18] Hava Lojistik Komutanlığı 10 Yıllık Stratejik Planı, 2011.
- [19] Sherbrooke, Craig C., "Optimal Inventory Modeling of Systems, Multi-Echelon Techniques", Kluwer Academic Publishers, 2004.
- [20] Sherbrooke, Craig C. "Optimal Inventory Modeling of Systems, Multi-Echelon Techniques", Kluwer Academic Publishers, 46-47, 2004.
- [21] Sherbrooke, Craig C., "Vari-Metric: Improved Approximations for Multi-Indenture, Multi-Echelon Availability Models", *Operations Management*, Vol. 34, No. 2, 1986.
- [22] VMetric-XL 3.7 Information Guide.
- [23] Lau, H.C., and Song, H., "Multi-echelon repairable item inventory system with limited repair capacity under nonstationary demands", *International Journal of Inventory Research*, Vol. 1, No.1, 67-92, 2008.
- [24] Khouja, M., "The single-period (news-vendor) problem: literature review and suggestions for future research", *Omega*, Vol.27, No.5, 537-553, 1999.
- [25] Croston, J.D., "Forecasting and Stock Control for Intermittent Demands", *Operational Research Quarterly (1970-1977)*, Vol.23, No.3, 289-303, 1972.
- [26] Levén, E., Segerstedt, A., "Inventory control with a modified Croston procedure and Erlang distribution", *International Journal of Production Economics*, Vol.90, No.3, 361-367, 2004.
- [27] Syntetos, A.A. and Boylan, J.E., "On the bias of intermittent demand estimates", *International Journal of Production Economics*, Vol.71 No.1-3, 457-466, 2001.

[28] Syntetos, A.A. and Boylan, J.E., “The Accuracy of Intermittent Demand Estimates” *International Journal of Forecasting*, Vol.21, No.2, 303-314, 2005.

[29] Syntetos, A.A., Boylan, J.E. and Croston, J.D., “On the Categorisation of Demand Patterns”, *Journal of the Operational Research Society*, Vol.56, No.5, 495-503, 2005.

[30] Syntetos, A.A. and Boylan, J.E., “On the Stock-Control Performance of Intermittent Demand Estimators”, *International Journal of Production Economics*, Vol.103, No.1, 36-47, 2006.

[31] Boylan, J.E. and Syntetos, A.A., “Spare Parts Management: A Review of Forecasting Research and Extensions”, *IMA Journal of Management Mathematics*, Vol. 21, No.3, 227-237, 2010.

ÖZGEÇMİŞ

Hv.İkm.Yzb. Çağlar Utku GÜLER

1980 yılında Ankara’da doğmuştur. 2003 yılı Hava Harp Okulu Havacılık Mühendisliği mezunudur. Yüksek lisansını ABD Hava Kuvvetleri Teknoloji Enstitüsünde (AFIT, Ohio) Lojistik Yönetimi alanında tamamlamıştır. 2005-2007 yılları arasında Ankara GES Komutanlığında Lojistik Plan Subayı, 2009-2011 yılları arasında Hava Lojistik Komutanlığında Lojistik Bilgi Sistemleri Konfigürasyon ve Kontrol Subayı olarak çalışmıştır. 2011 yılında Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü (HUTEN) Endüstri Mühendisliği Doktora programında eğitimine başlamış olup, halen devam etmektedir. Lojistik, Dağıtım ve Stok İdaresi, Malzeme İhtiyaç Planlaması, Dağıtım Yönetimi ve Tedarik Zinciri Yönetimi konularıyla ilgilenmektedir.