

**T.C.  
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**ENTEĞRE LOJİSTİK DESTEK**

**Yüksek Lisans Tezi**

**HAKAN DEMİR**

**İSTANBUL, 2012**

**T.C.  
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEDARİK ZİNCİRİ VE LOJİSTİK YÖNETİMİ**

**ENTEĞRE LOJİSTİK DESTEK**

**Yüksek Lisans Tezi**

**HAKAN DEMİR**

**Tez Danışmanı: PROF. DR. MEHMET TANYAŞ**

**İSTANBUL, 2012**

**T.C.**  
**BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**TEDARİK ZİNCİRİ VE LOJİSTİK YÖNETİMİ**

Tezin Adı: Entegre Lojistik Destek  
Öğrencinin Adı Soyadı: Hakan DEMİR  
Tez Savunma Tarihi: 26.01.2012

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Doç. Dr. Tunç BOZBURA  
Enstitü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Erkan BAYRAKTAR  
Program Koordinatörü

Bu tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmzalar

Tez Danışmanı  
Prof. Dr. Mehmet TANYAŞ

Üye  
Doç. Dr. Tunç BOZBURA

Üye  
Yrd. Doç. Dr. Ahmet BEŞKESE

## TEŐEKKÜR

Bu konu üzerinde çalışma talebimi olumlu karŐılayarak, tez çalıŐmalarım suresince tez danıŐmanım olarak yapmıŐ olduğu öneriler ile bana rehberlik eden Sayın Hocam Prof. Dr. Mehmet Tanyaş'a, özellikle uygulama aşamasında sahip olduğu bilgi birikimini benimle paylaŐarak, değerli zamanını benim için ayıran Özgün Utku Alan'a, bana her zaman verdikleri manevi destekten dolayı aileme, Havva Güncü ve Elif Gökçe'ye teŐekkür ederim.

İstanbul, 2012

Hakan DEMİR

## ÖZET

### ENTEĞRE LOJİSTİK DESTEK

Hakan Demir

Tedarik Zinciri ve Lojistik Yönetimi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet Tanyaş

Ocak 2012, 137 sayfa

Gerçekleştirilen bu çalışmanın birinci bölümünde lojistik kavramı açıklanarak temel lojistik faaliyetler, lojistiğin temel prensipleri ve lojistikle ilgili diğer kavramlar hakkında özet bilgi sunulmuştur. İkinci bölümde ise Entegre Lojistik Destek (ELD) sisteminin tarihçesi, tanımı, süreci ve hedeflerine değinilmiş olup üçüncü bölümde ELD sistemin alt yapısını oluşturan elemanlar detaylı olarak incelenmiştir. Dördüncü bölümde tasarımı etkileyerek sistemi ve desteği, etkin maliyet ile sağlamaya çalışan bir süreç olan Lojistik Destek Analizi (LDA)'nin tanımı, hedefleri, standartlarına ilişkin unsurlar açıklanmış, Lojistik Destek Analizi Kaydı (LDAK) konusu hakkında bilgi verilmiştir. Bu bölümde ayrıca ELD faaliyetlerinde kullanılan diğer önemli analizlerden de bahsedilmiştir. Beşinci bölümde ise sistemlerde hazır olma tekniğinin uygulanmasına yönelik olarak, donanmamıza ait bir gemi sistem olarak ele alınmış, harekate hazır olma durumu incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Entegre Lojistik Destek (ELD), Lojistik Destek Analizi (LDA), Lojistik Destek Analizi Kaydı (LDAK), Kullanılabilirlik (Hazır Olma), Lojistik Yönetimi

## ABSTRACT

### INTEGRATED LOGISTICS SUPPORT

Hakan Demir

Supply Chain and Logistics Management

Thesis Supervisor: Prof. Dr. Mehmet Tanyaş

January 2012, 137 pages

In the first part of this study, the basic information such as definition, processes and the main principals of logistic and other elements which are related to logistic are described. In the second part; definition, history, aims and standards of Integrated Logistics Support (ILS) are emphasized and in the third part, parameters which form the basis of Integrated Logistics Support(ILS) are analysed. In the fourth part, definition, aims and standards of Logistics Support Analysis (LSA) which is a process that affects the design and provides cost-effective supporting are described. Also in this part, the term of Logistics Support Analysis Record (LSAR) and the other important analyses used in ILS activities are clarified. In the fifth part, intended to application of technique of availability, a ship which is a member of our navy is accepted as a system and the status of combat-ready of ship is investigated.

**Keywords:** Integrated Logistics Support (ILS), Logistics Support Analysis (LSA), Logistics Support Analysis Record (LSAR), Availability, Logistics Management

## İÇİNDEKİLER

TABLolar.....	xi
ŞEKİLLER.....	xii
KISALTMALAR.....	xiv
SEMBOLLER .....	xv
1.GİRİŞ.....	1
2.LOJİSTİK .....	2
2.1 LOJİSTİK NEDİR? .....	2
2.2 LOJİSTİK YÖNETİMİ KAVRAMI.....	4
2.3 TEMEL LOJİSTİK FAALİYETLER.....	4
2.4 LOJİSTİĞİN TEMEL PRENSİPLERİ .....	5
2.5 LOJİSTİKLE İLGİLİ DİĞER KAVRAMLAR.....	6
2.5.1 Tedarik Lojistiği .....	6
2.5.2 İşletme ve İdame Lojistiği.....	7
2.5.3 Üçüncü Parti Lojistik (3PL) .....	7
2.5.4 Dördüncü Parti Lojistik (4PL) .....	8
2.5.5 Tersine Lojistik.....	9
2.5.6. Sürekli Tedarik ve Ömür Devri Boyu Desteği (CALS).....	11
3. ENTEGRE LOJİSTİK DESTEK .....	14
3.1 ENTEGRE LOJİSTİK DESTEK (ELD) KAVRAMI.....	14
3.2 ENTEGRE LOJİSTİK DESTEK' İN TARİHÇESİ .....	14
3.3 ENTEGRE LOJİSTİK DESTEK SÜRECİ.....	15
3.4 ENTEGRE LOJİSTİK DESTEK'İN HEDEFLERİ .....	16
4. ENTEGRE LOJİSTİK DESTEK ELEMANLARI .....	18
4.1 TESİSLER .....	18
4.1.1 Tesisin Karar Unsurları.....	18
4.1.2 Tesisin Amacı.....	18
4.1.3 Yer Yönelim İlkesi/Ulaştırma-Üretim Karşılıklı Yararlar Analizleri ....	20
4.1.4 Ekonomik Faktörlerin Yer Üzerine Etkisi.....	21
4.1.5 Sosyopolitik Kriterler .....	21
4.2 PAKETLEME, TAŞIMA, DEPOLAMA, ULAŞTIRMA .....	23
4.2.1 Ambalajlama .....	24
4.2.1.1 Ambalajlama süreci ve amaçları.....	24

4.2.1.2 Ambalajlama tasarımı.....	25
4.2.1.3 Ambalajlamanın ekonomik önemi .....	28
4.2.2 Taşıma .....	29
4.2.2.1 Malzeme yükleme ve boşaltma sistemleri ilkeleri .....	29
4.2.2.2 Malzeme yükleme ve boşaltma yöntemleri.....	29
4.2.2.3 Malzeme yükleme ve boşaltma sistemlerinin ekonomik kullanımı .....	30
4.2.3 Depolama ve Ambarlama .....	31
4.2.3.1 Ambarlama işlemleri.....	31
4.2.3.2 Depolama tesisinin lojistik sistemdeki rolü .....	31
4.2.3.3 Ambarlama işlevleri için gereken koşullar.....	32
4.2.3.4 Ambar Tasarımı.....	32
4.2.3.5 Ambarlama Ekonomisi .....	33
4.2.4 Ulaştırma .....	34
4.2.4.1 Ulaştırma modlarının avantajları .....	34
4.2.4.2 Modlararası taşıma .....	36
4.2.4.3 Diğer modlararası özellikler.....	37
4.3 TEKNİK VERİ / DOKÜMANTASYON .....	37
4.3.1 Spesifikasyonlar .....	38
4.3.2 Teknik Çizimler .....	40
4.3.3 Montaj Çizimleri .....	41
4.3.4 Teknik El Kitapları.....	42
4.4 DESTEK VE TEST EKİPMANI .....	43
4.4.1 Destek ve Test Donanımlarının Amacı .....	44
4.4.2 Belirsizlik Grup Kavramı .....	46
4.4.2.1 Bakım yardım modülleri .....	46
4.4.2.2 Tespit etkinlik ölçümleri .....	47
4.4.3 Destek ve Test Donanımları İle İlgili Ekonomik Faktörler .....	47
4.5 BAKIM.....	48
4.5.1 Bakım Kavramı .....	48
4.5.2 Bakım Seviyeleri .....	49
4.5.2.1 Organizasyon seviyesi bakım .....	49
4.5.2.2 Ara seviye bakım .....	50
4.5.2.3 Depo seviyesi bakım .....	50



4.5.3	İdame Edilebilirlik Niteliklerinin Ayırt Edilmesi .....	50
4.5.3.1	Düzeltilici bakımın özellikleri.....	51
4.5.3.2	Önleyici bakımın özellikleri.....	51
4.5.3.3	Tasarımın etkileri.....	51
4.5.3.4	Bakım seviyesinin belirlenmesinde ekonomik faktörler.....	52
4.5.4	Hiyerarşik Bakım Seviyelerinde Yapılan Faaliyetler .....	54
4.5.4.1	Organizasyon seviyesi bakım faaliyetleri .....	54
4.5.4.2	Organizasyon seviyesinde minimum stok gereksinimleri.....	55
4.5.4.3	Ara seviye bakım faaliyetleri.....	55
4.5.4.4	Ara seviyede minimum stok gereksinimleri .....	56
4.5.4.5	Depo seviyesi bakım faaliyetleri .....	56
4.5.4.6	Depo seviyesi minimum stok gereksinimleri .....	57
4.5.5	Tamir Etmek ve Elden Çıkarmak İçin Eleme Yapılması .....	57
4.5.5.1	Tamir edilmesini destekleyen faktörler.....	57
4.5.5.2	Elden çıkarılmasını destekleyen faktörler .....	58
4.6	İNSAN GÜCÜ VE PERSONEL .....	59
4.6.1	Entegre Lojistik Destek (ELD)/İnsan Gücü ve Personel Entegrasyonu .	60
4.6.2	İnsan Gücü ve Personel Entegrasyonunun Temel Amaçları .....	61
4.6.3	Ömür Devri Sistem Yönetimi ve İnsan Gücü ve Personel Entegrasyonu .....	61
4.6.3.1	Ön konsept araştırma safhasında insan gücü ve personel entegrasyonu.....	61
4.6.3.2	Konsept araştırma safhasında insan gücü ve personel entegrasyonu.....	62
4.6.3.3	Tanıtım ve değerlendirme safhasında insan gücü ve personel entegrasyonu.....	62
4.6.3.4	Mühendislik ve üretim geliştirme safhasında insan gücü ve personel .....	62
entegrasyonu.....		62
4.6.3.5	Üretim-işletim safhasında insan gücü ve personel entegrasyonu	62
4.6.4	Çalışan Performansı ve Güvenilirlik .....	63
4.6.5	Tasarımın Sorgulanması.....	63
4.6.6	İnsan Gücü ve Personel Entegrasyonu Programının Amaçları .....	63
4.6.7	İnsan Gücü ve Personel Entegrasyonu Rol ve Görevleri Konusunda Yaklaşım .....	65

4.6.8 İnsan Gücü ve Personel Entegrasyonu Program Yönetimi ve Organizasyon.....	66
4.6.9 İnsan Gücü ve Personel Entegrasyonu ve Ürün İle İlgili Gelişmeler.....	67
4.6.10 İnsan Gücü ve Personel Entegrasyonu ve Hazır Alım Tedariki .....	68
4.6.11 Sistem Analizi ve İnsan Gücü ve Personel Entegrasyonu .....	69
4.6.12 İnsan Gücü, Personel Entegrasyonu ve Hazır Olma.....	71
4.6.13 İnsan Gücü ve Personel Entegrasyonu Alanları .....	71
4.7 BİLGİSAYAR KAYNAKLARI .....	75
4.8 TASARIM ARA YÜZÜ .....	76
4.8.1 Hata Modları Etkileri ve Kritiklik Analizi (HMEKA) .....	76
4.8.1.1 Temel hata modları etkileri ve kritiklik analizi terminolojisi ....	76
4.8.1.2 Temel hata modları etkileri ve kritiklik analizinin yerine getirilmesi .....	78
4.8.1.3 Hata modları ve etkilerinin analizi (HMEA).....	80
4.8.1.4 Kritiklik analizi .....	88
4.9 İKMAL DESTEĞİ .....	93
4.10 EĞİTİM .....	95
5. LOJİSTİK DESTEK ANALİZİ (LDA) .....	98
5.1 LOJİSTİK DESTEK ANALİZİ VE İLGİLİ SÜREÇLER .....	98
5.1.1 Lojistik Destek Analizi Nedir? .....	98
5.1.2 Lojistik Destek Analizinin Hedefleri.....	98
5.1.3 Lojistik Destek Analizi Standartları .....	99
5.1.4 Sistem Mühendisliği Süreci ve Desteklenebilirlik Tasarım Etkileşimi .	101
5.1.5 Bakım Planlama Analiz (BPA) Süreci .....	101
5.2 LDA/ LDAK YÖNETİMİ .....	102
5.2.1 LDA Yönetiminin Prensipleri.....	103
5.2.2 LDA/LDAK'ın Programlanması .....	104
5.3 LDA SÖZLEŞME GEREKSİNİMLERİNİN HAZIRLANMASI.....	104
5.3.1 100 Serisi Görevler: Program Planlama ve Kontrol.....	105
5.3.1.1 Görev 101: Erken bir LDA stratejisinin geliştirilmesi .....	105
5.3.1.2 Görev 102: Lojistik destek analizi planı (LDAP) .....	105
5.3.1.3 Görev 103: Program ve tasarım incelemeleri.....	106
5.3.2 200 Serisi Görevler: Görev ve Destek Sistemlerinin Tanımlanması .....	106
5.3.2.1 Görev 201: Kullanım çalışması .....	107
5.3.2.2 Görev 202: Görev donanım, yazılım ve destek sistemi standardizasyonu.....	107

5.3.2.3 Görev 203: Karşılaştırmalı analiz .....	108
5.3.2.4 Görev 204: Teknolojik olanaklar .....	108
5.3.2.5 Görev 205: Desteklenebilirlik ve desteklenebilirlikle ilgili faktörler.....	109
5.3.3 300 Serisi Görevler: Görev Hazırlama ve Alternatifleri Değerlendirilmesi .....	110
5.3.3.1 Görev 301: Fonksiyonel gereksinimlerin belirlenmesi .....	110
5.3.3.2 Görev 302: Destek sistemi alternatifleri .....	110
5.3.3.3 Görev 303: Alternatiflerin değerlendirilmesi ve karşılıklı yararlar analizi .....	111
5.3.4 400 Serisi Görevler: Lojistik Kaynak Gereksinimlerinin Belirlenmesi	112
5.3.4.1 Görev 401: Görev analizi.....	112
5.3.4.2 Görev 402: Erken hizmete alma analizi .....	113
5.3.4.3 Görev 403: Üretim sonrası destek analizi.....	113
5.3.5 500 Serisi Görevler: Desteklenebilirlik Değerlendirmesi.....	114
5.3.5.1 Görev 501: Desteklenebilirlik testi, değerlendirmesi ve doğrulaması .....	114
5.4 LOJİSTİK DESTEK ANALİZ KAYDI (LDAK).....	114
5.4.1 Lojistik Destek Analiz Kaydı Kavramı.....	114
5.4.2 MIL-STD-1388-2B'ye Genel Bakış .....	115
5.4.3 MIL-STD-1388-2B Standardı Ek A: Lojistik Destek Analizi Kayıt İlişkisel Tabloları .....	116
5.4.4 Lojistik Kontrol Numarası (LKN) Yapısı.....	119
5.4.5 LDAK Raporları.....	119
5.4.6 LDAK'm Kullanılması ve Kullanımları .....	120
5.5 ELD FAALİYETLERİ KAPSAMINDA KULLANILAN DİĞER ÖNEMLİ ANALİZLER .....	123
5.5.1 Güvenilirlik, Hazır Olma ve İdame Edilebilirlik Analizi .....	123
5.5.2 Onarım Seviyesi Analizi (OSA) .....	124
5.5.3 Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB).....	125
6. HAZIR OLMA DURUMUNUN DONANMAMIZDA UYGULANMASI .....	126
6.1 MEVCUT DURUM HAKKINDA BİLGİ .....	126
6.2 UYGULAMAYA YÖNELİK BİLGİ .....	127
6.3 HAZIR OLMA DURUMU HESAPLARININ YAPILMASI .....	128
6.4 UYGULAMAYA İLİŞKİN SONUÇ VE ÖNERİLER .....	132
6.5 İLERİ ARAŞTIRMA ALANLARI .....	133

<b>7. SONUÇ .....</b>	<b>134</b>
<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>135</b>

## TABLolar

Tablo 4.1 : Bakım seviyeleri.....	53
Tablo 4.2 : Hata etkisi ve $\beta$ değeri.....	90
Tablo 5.1 :LDA görevlerinin analizi.....	100
Tablo 5.2 :MIL-STD-1388-2B tabloları.....	116
Tablo 6.1: Cihazların istatistiki arıza değerleri.....	128
Tablo 6.2: Cihazların hata oranları.....	128
Tablo 6.3: Alt sistemlere ait hata oranları.....	128
Tablo 6.4: Cihazlara ait HAOS değerleri.....	129
Tablo 6.5: Alt sistemlere ait HAOS değerleri.....	129
Tablo 6.6: Cihazlara ait onarım süreleri ile İLGS değerleri-1.....	130
Tablo 6.7: Cihazlara ait onarım süreleri ile İLGS değerleri-2.....	130
Tablo 6.8: Cihazlara ait onarım süreleri ile İLGS değerleri-3.....	130

## ŞEKİLLER

Şekil 3.1 : Entegre lojistik desteğin önemli kilometre taşları.....	15
Şekil 6.1 : Gemiye ait alt sistem/cihazların basite indirgenmiş hiyerarşik kırılımı...127	127
Şekil 6.2: Sistem/alt sistem/cihazların $\lambda$ ve HAOS değerleri hiyerarşisi.....	129

## KISALTMALAR

BPA	:	Bakım Planlama Analizi
CALS	:	Continious Acquisition Life Cycle Support
ELD	:	Entegre Lojistik Destek
GMB	:	Güvenilirlik Merkezli Bakım
HAOS	:	Hatalar Arası Ortalama Süresi
HMEA	:	Hata Modları Etkileri Analizi
HMEKA	:	Hata Modları Etkileri ve Kritiklik Analizi
İGPE	:	İnsan Gücü Personel Entegrasyonu
İHKOS	:	İlk Hataya Kadar Ortalama Süre
İLGS	:	İdari ve Lojistik Gecikme Süresi
İS	:	İşletim Süresi
LDA	:	Lojistik Destek Analizi
LDAK	:	Lojistik Destek Analiz Kaydı
LDAP	:	Lojistik Destek Analiz Planı
LKN	:	Lojistik Kontrol Numarası
OBS	:	Ortalama Bakım Süresi
OSA	:	Onarım Seviyesi Analizi
SİGPEYP	:	Sistem İnsan Gücü Personel Entegrasyonu Yönetim Planı
TÇD	:	Teklif Çağrı Dokümanı
TDBS	:	Toplam Düzeltici Bakım Süresi
TKBS	:	Toplam Koruyucu Bakım Süresi
TYBS	:	Teknik Yönetim Bilgi Sistemi
ÜSD	:	Üretim Sonrası Destek
3 PL	:	Üçüncü Parti Lojistik
4 PL	:	Dördüncü Parti Lojistik

## SEMBOLLER

Hata Etki Olasılığı	:	$\beta$
Hata Modu Oranı	:	$\alpha$
Hata Oranı	:	$\lambda$
Parça Hata Sınıfı	:	$\lambda_p$
Uygulama Faktörleri	:	$\Pi_A$
Ortam Faktörleri	:	$\Pi_F$
Çalıştırma Süresi	:	$t$
Hata Modu Kritiklik Numarası	:	$C_M$
Parça Kritiklik Numarası	:	$C_T$
Parçada, belirli bir kritiklik sınıflandırması kapsamına giren hata modları	:	$n$
Parçanın, kritiklik sınıflandırması altındaki son hata modu	:	$J$



## 1. GİRİŞ

Dünyada yaşanan ekonomik ve teknolojik gelişmeler paralelinde ortaya çıkan küresel rekabet, tedarik maliyetlerindeki artışlar, bütçe kısıtlamaları gibi birçok faktör, ülkelerin varlıklarını sürdürebilmesi için ihtiyaç duydukları savunma sistemleri adına geliştirdikleri stratejileri ve yatırımları da önemli derecede etkilemektedir.

Son dönemlerde ülkemizde de savunma sanayi alanındaki projelerde yurt içi kaynaklar kullanılarak yerli sanayimizin kalkınmasını ve savunma sanayinde dışa bağımlılığın azaltılmasını hedefleyen somut adımlar atılmaktadır. Yurt içinde yer alan, diğer sektörlerle entegre olmuş bir yapı içerisinde etkin kullanılan kaynaklar ve ileri teknoloji ile Türk Silahlı Kuvvetleri en iyi şekilde donatılmış yerli savunma sistemlerine sahip olmakta, bu da ülkemiz ekonomisine dinamizm kazandırmakta ve toplumsal refaha katkıda bulunmaktadır.

Savunma sanayi alanında yürütülmekte olan geliştirme projelerinin hedeflerine ulaşmasında tasarlanan sistemlerin görevlerini yerine getirebilme kabiliyetleri ve maliyet etkin olmaları ile birlikte sistemlerin ömür devri boyunca kullanılabilmeleri ve uygun bir maliyetle desteklenebilmeleri de en önemli kriterler olarak göze çarpmaktadır. Sistemlerin ömür devri maliyetinin dağılımlarına bakıldığında, ortalama olarak yaklaşık yüzde 1-5'lik kısmının araştırma-geliştirme, yüzde 20-35'lik kısmının tedarik, yüzde 60-85'lik kısmının işletim ve destek faaliyetlerinin oluşturduğu ve buradaki maliyetlerin büyük bir kısmının desteklenebilirlik için gereken harcamaları içerdiği görülmektedir.

Dolayısı ile günümüzdeki savunma sanayi projelerinde, sistemlerin maliyetlerinin performans, maliyet ve destek parametreleri arasında optimum dengeyi kuracak olan Entegre Lojistik Destek faaliyetleri ile düşürülmesi hedeflenmektedir. Söz konusu sistemlerin ömür devri boyunca ihtiyaç duyacağı tüm desteklenebilirlik kriterlerinin tek bir çatı altında yürütülmesi, işletiminin maliyet etkin olması ve tasarımın performans isterlerini karşılayacak şekilde yönlendirilmesi için "Entegre Lojistik Destek (ELD)" faaliyetleri yürütülmektedir.

## 2. LOJİSTİK

### 2.1 LOJİSTİK NEDİR?

Lojistik kelime kökeni itibariyle Latin dilinde lojik (mantık) ve statistic (istatistik) kelimelerinin birleşmesinden meydana gelmiştir ki sözlük anlamı olarak mantiki istatistiktir.

Lojistik esas olarak askerî bir terimdir, bundan dolayı ilk uygulamaları askerî alanlar ve savaş alanları olmuştur. Fakat esas önemi 2. Dünya Savaşı'nda anlaşılmış ve sonrasında lojistiğe bilimsel bir konu gözüyle bakılmaya başlanılmıştır. 2. Dünya Savaşı sonrası birçok işletme lojistiğin önemini kavramış ve 1960'dan günümüze kadar süren gelişim süreci içerisinde lojistik hizmetlerinden faydalanmaya başlamıştır.

Lojistiğin günümüzde kabul gören en geçerli tanımını Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi (Council of Supply Chain Management Professionals-CSCMP) kuruluşu tarafından yapılmıştır. Bu tanıma göre lojistik; müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak üzere her türlü ürünün, servis hizmetinin ve bilgi akışının, başlangıç noktasından (kaynağından) tüketildiği son noktaya (nihai tüketiciye) kadar olan tedarik zinciri içindeki her iki yöne doğru olan hareketinin etkili ve verimli bir şekilde planlanması, uygulanması, taşınması, depolanması ve kontrol altında tutulmasıdır.

The Council of Logistics Management (CSCMP) kuruluşu tarafından yapılan tanımda açıklanması gereken iki unsur vardır. Bunlar; müşteri ve tedarik zinciri kavramlarıdır. Lojistikçiler için müşteri her türlü teslim noktalarıdır (Son kullanıcıdır yani tüketicidir). Tedarik zinciri; tedarikçilerden, üreticilerden, dağıtıcılardan, toptancılardan ve perakendecilerden meydana gelir. Lojistikçiler tedarik zinciri içinde malzeme ve bilgi akışını sağlayarak tedarikçi ve müşteri arasında köprü görevi üstlenir. Ülkemizde lojistik şirketlerinin geçmişte taşımacılık sektöründe faaliyet göstermeleri ve insanların yeterli derecede bilgilendirilmemesinden dolayı lojistik, taşımacılık olarak

değerlendirilmektedir. Hâlbuki tanımdan da anlaşılacağı gibi lojistik, taşımacılığın yanında tanımda sözü edilen diğer faaliyetleri de içermektedir.

Lojistik faaliyetin cinsine göre sektörlerde de farklı tanımlamalarla karşılaşmak mümkündür. Örneğin; savunma sektörü, askeri ihtiyaçların karşılanması için yapılan faaliyetleri; “istenilen yer ve zamanda, yeteri kadar ve kesintisiz olarak personel, hizmet ve kolaylık sağlamak suretiyle barışta, krizde ve savaşta askeri 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-eylak, sağlık ve tesellüm faaliyetlerini ihtiva eden işlemlerin tümüdür.” şeklinde tanımlanmıştır.

Üretim sektöründe lojistik için yapılan tanım ise; “müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak için ham maddenin etkin maliyetle akışı, depolanması, işlenmesi ile tamamlanmış ürün elde edilmesi ile ilgili bilginin kaynak noktasından, seçim noktasına kadar ulaşmasını planlayan, uygulayan ve kontrol eden işlem şeklindedir.”

Daha pratik bir anlamda lojistik, bir ürün veya ham maddenin başlangıç noktasından tüketiciye ulaşıncaya kadar hareketindeki yarar sağlayan çeşitli faaliyetlerin sistematik yönetimidir. Buradaki yarar genellikle, imal edilmesi ve kullanıcıya ulaştırılması gereken elle tutulabilir bir madde (mal) şeklindedir. Bazen de bu yarar, elle tutulabilme özelliği olmayan ve hizmet olarak nitelendirilen bir şekilde karşımıza çıkar.

Hizmet de üretilmeli ve nihai tüketiciye sunulmalıdır. Ancak lojistiğin sadece maddelerin bir yerden başka bir yere ulaştırılmasından çok daha geniş bir anlamı vardır. Yarar kavramı, mal ve hizmet dışındaki zamanlama, miktar, destek sistemleri, planlama, kontrol, optimizasyon yer ve maliyet gibi unsurları da içerir. Böylece lojistiğin temel tanımı yapılmaya çalışılırsa, lojistik, müşteri ihtiyaçlarını tatmin edebilmek için doğru yararların doğru müşteri için, bu müşteri tarafından arzu edilen miktar ve koşullarda, müşterinin bunları istediği yer ve zamanda ve bunlar için ödemeyi kabul ettiği fiyatla sunan sürekli bir işlemdir. Bu kavramlar katma değer yaratmak ve kar amaçlı

organizasyonlara uygun olduğu gibi kâr amacı olmayan organizasyonlar için de geçerlidir.

## **2.2 LOJİSTİK YÖNETİMİ KAVRAMI**

Lojistikte olduğu gibi lojistik yönetimi ile ilgili olarak da birçok tanım yapılmaktadır. Ancak bunlardan en kabul göreni lojistikle ilgili önde gelen organizasyonlardan biri olan Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi (Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP)) tarafınca lojistik yönetimi şu şekilde tanımlanmaktadır: “Müşteri gereksinmelerini karşılamak üzere, üretim noktası ve tüketim noktaları arasındaki mal, hizmet ve ilgili bilgilerin ileri ve geri yöndeki akışları ile depolanmalarının etkin ve verimli bir şekilde planlanması, uygulanması ve kontrolünü kapsayan tedarik zinciri süreci aşamasıdır.”

Global tedarik zincirinde dağıtım ve teslimat konusu, giderek karmaşık hâle gelmektedir. Müşteri odaklı kurumlar, fiyatları düşürürken ve operasyonları düzenlerken müşterileri memnun etme konusunda artan bir baskı altında kalmaktadırlar. Aynı zamanda, aktif oldukları tüm bölgelerin düzenlemelerine uyumlu olmalıdırlar. Hizmeti tamamlama sürecinde, tüm dokümantasyona kapsamlı ve hızlı erişim olanağı sağlanması, bu yöndeki en önemli adımlardan biridir. Bu sağlanırken gizli bilginin güvenliği korunarak yasal düzenlemelere uyum güvence altına alınmalıdır. Dokümanlar müşteri siparişi ile indekslenerek izlenebilmelidir. Böylelikle iş takibinde veya anlaşmazlık durumlarında müşteriye hızlı cevap ve durum bilgisi sağlanabilmelidir.

## **2.3 TEMEL LOJİSTİK FAALİYETLER**

Başlangıçta, sadece taşıma ve depolama hizmetlerini kapsayan lojistik faaliyetler, lojistiğin kapsam ve alanının genişlemesi neticesinde zamanla daha fazla hizmeti kapsayacak şekilde çeşitlenmiştir.

Günümüzde lojistik, taşımacılık ve depolama dışında; stok yönetimi, müşteri hizmetleri, muayene-gözetim, sigortalama, gümrük, paketleme ve katma değerli hizmetler gibi faaliyetleri kapsayacak şekilde daha geniş bir boyut kazanmıştır.

## 2.4 LOJİSTİĞİN TEMEL PRENSİPLERİ

Lojistiğin kavramsal tanımı yapıldıktan sonra gerek üretim sektöründe, gerek askeri alanda, gerekse diğer lojistik sektörlerde uygulanan lojistik faaliyetlerin genelde aynı olan prensiplerine değinmek gerekir. Lojistik prensipler lojistik faaliyetlerin planlaması ve icrası için rehber olarak kullanılmalıdır.

**Standartlık:** Desteklenen sistemlerde kullanılan lojistik hizmetlerin standart olması önemlidir. Malzemede, hizmetlerde ve usullerde standartlık sağlanmalıdır. Lojistikle ilgili uygulamalarda uluslararası standartların kullanılması önemlidir. Demir yolları, konteynerler, elleçleme ekipmanı, bilişim teknolojisi gibi temel lojistik unsurların standart olması küreselleşme sürecindeki lojistik aktörler için önem taşımaktadır. Standartlık konusunda müşterek çalışabilme, kullanılabilme, yönetilebilme asgari hedefler olmalıdır.

**Ekonomik olma:** Ekonomide ifade edildiği gibi kaynaklar kıt ihtiyaçlar sonsuzdur. Ekonomi prensibi en az masrafla maliyet-etkin bir şekilde lojistik desteğin sağlanmasıdır. Kaynaklar ihtiyaçların tamamını karşılamak için yetersiz olduğundan kaynakların tahsis edilmesi ve önceliklerin belirlenmesinde ekonomi faktörüne gerek maliyet gerekse zaman açısından dikkat edilmelidir.

**Yeterlilik:** Yeterli desteğin sağlanamaması lojistik operasyonlar için hayati öneme sahiptir. Lojistik kaynakların yeterlilik seviyesinde belli oranlar yakalanmalıdır. Yeterlilik prensibinde fazla stok yerine sürdürülebilirlik ve karşılanabilirlik esas alınmalıdır.

**Elastikiyet:** Lojistik teşkilat ve usuller değişen durumlara, görevlere, konseptlere ve kavramlara uyum sağlayabilecek bir yapılanma içinde olmalıdır.

**Sadelik:** Kompleks oluşumlar yerine hem planlamada hem de icrada lojistiğin tüm alanlarında sadelik esas alınmalıdır. Sadelik etkinliği artırır. Sadeliğin sağlanması neticesinde kaynakların etkin kullanımı sağlanır.

**İzlenebilirlik:** Elektronik imkânlarla bilgi işlem teknolojisi kullanımı ile tüm operasyonların miktar, durum, zaman ve yer itibarıyla en gerçekçi biçimde gerçek zamanlı izlenebilmesi; sorunların önceden veya en erken seviyede çözülmesi adına gereklidir.

**Koordinasyon:** Lojistik desteğin etkinliğinin sağlanması koordinasyon sağlanması şartına bağlıdır. Lojistik planlamacılar ile icracılar ve müşteriler arasında mutlaka koordinasyon sağlanmalıdır.

**Planlama:** Lojistikte amaç sürecin önceden planlanması ve plan ile fiilî uygulama arasındaki farkın belirlenerek süreç iyileştirmesi yapılmasıdır.

## **2.5 LOJİSTİKLE İLGİLİ DİĞER KAVRAMLAR**

### **2.5.1 Tedarik Lojistiği**

“Tedarik lojistiği” kavramı, lojistiği iki ana bölümde inceleyerek yeni bir yaklaşım getirenlerin kullandığı bir kavramdır. "Üretim lojistiği" olarak da kullanılmaktadır. Bu kavramla ifade edilen bir lojistik faaliyet sonucu elde edilen ürünün imalatının tamamlanıp tüketici veya kullanıcıya verilinceye kadar geçen süreçtir. Askeri açıdan yapılan bir tanıma göre, tedarik lojistiği yeni bir silah sistemi için personel ve malzeme lojistik desteği için gerekenlerin tümüdür.

Bu sürece araştırma, tasarım, geliştirme faaliyetleri de dahil edilmektedir. İhtiyaçların tespiti, kaynak planlaması, proje yönetimi, entegre lojistik destek planının hazırlanması, teknik ve idari şartnamelerin hazırlanması, araştırma, tasarım, geliştirme ve üretim, kalite güvencesi ve kontrolünün temini, güvenilirlik ve hata analizlerinin yapılması, emniyet standartlarının belirlenmesi, deneme ve testlerin icra edilmesi, dokümantasyon

faaliyeti, kodifikasyon, konfigürasyon kontrolü ve modifikasyon, muayene, test, kabul, teslim ve teslim faaliyetleri gibi konuları içerir.

### **2.5.2 İşletme ve İdame Lojistiği**

Lojistiği iki ana bölümde inceleyerek yeni bir yaklaşım getirenlerin kullandığı ikinci bir kavramdır. "Tüketim lojistiği" olarak da bilinir. Bu kavramla ifade edilmek istenen bir lojistik faaliyet sonucu elde edilen ürünün imalatının tamamlanıp tüketici veya kullanıcıya verildikten sonra başlayan ve elden çıkarılıncaya kadar geçen süreçtir.

İhtiyaç duyulan malzemenin depolanması, dağıtımı, nakledilmesi, bakımı, kullanılması ve envanterden çıkarılması, sistem yönetimi, malzeme yönetimi, teknik yönetim, katalog yönetimi, fon yönetimi, tedarik ve kontrat yönetimi, onarım, modernizasyon ve yenileştirme, sıhhi tahliye ve tedavi, istihkam, inşaat-eylak, lojistik eğitim faaliyetleri, güvenilirlik ve hata rapor sisteminin çalıştırılması, çevrenin korunması kirliliğinin önlenmesi ve atık maddelerin ekonomiye kazandırılması gibi konuları kapsar.

### **2.5.3 Üçüncü Parti Lojistik (3PL)**

3 PL; üretici, toptancı ya da perakendeci bir firmanın, lojistik hizmetler konusunda uzman bir firmaya, kendisine bir ya da birkaç lojistik fonksiyonu sağlaması için izin vermesi düşüncesine dayanmaktadır.

CSCMP tarafından yapılan tanıma göre 3 PL; "firmanın tüm lojistik operasyonlarını ya da bir kısmını uzman bir firmaya devretmesi ya da yaptırmasıdır. Lojistik Derneği (LODER) tarafından yapılan bir diğer tanımda ise 3 PL firmaları; "müşterilerinin tedârik zinciri içindeki temel lojistik faaliyetlerinden birkaçını üstlenen, ardışık olarak en az üç farklı faaliyet (örneğin depolama, nakliye ve stok yönetimi) konusunda uzman olan lojistik şirketlerdir" şeklinde tanımlanmaktadır. Waters (2003), 3 PL kavramını; "bir firmanın lojistik faaliyetlerini başka firmaları kullanarak yerine getirmesi", olarak tanımlanmaktadır.

Tüm bu tanımlar ışığında 3 PL kavramını; firmanın kendi bünyesinde yapmakta olduğu lojistik faaliyetlerin tümünü ya da bir kısmını maliyet tasarrufu, esas faaliyet konusuna odaklanma gibi bazı nedenlerden dolayı lojistik ve lojistik yönetimi konusunda uzmanlaşmış firma dışındaki bir lojistik sağlayıcıya devretmesi olarak tanımlamak mümkündür.

Herhangi bir 3 PL ilişkisinde üç taraf (parti) söz konusudur. Birinci taraf ya da birinci parti; üretici, toptancı veya perakendeci, ikinci parti; birinci partinin müşterisi, son olarak üçüncü parti ise; birinci parti ve onun müşterisi olan ikinci parti arasında nakliyecisi gibi hareket eden, lojistik faaliyetleri yerine getirirken kendisinin sahip olduğu veya olmadığı kaynakları kullanan aracı konumundaki 3 PL hizmet sağlayıcısıdır.

#### **2.5.4 Dördüncü Parti Lojistik (4PL)**

4PL tedarikçileri, kapsamlı tedarik zinciri çözümleri sunmak için, kendi organizasyonunun kaynaklarını, yeteneklerini ve teknolojisini, tamamlayıcı hizmet sağlayıcılarla bir araya getiren ve yöneten tedarik zinciri bütünleştiricileridir (Tanyaş, 2002).

4PL; dağıtım, nakliye, depolama gibi konularda uzmanlaşmış 3PL işletmelere sahiptir. 4PL kavramı, teknoloji, depolama faaliyetleri ve dağıtımın optimal bir şekilde bütünleştirilmesi üzerine, tedarik zincirinin yaratacağı tasarruflardan ve verimliliklerden yararlanılması için ortaya çıkmıştır. Bu kavramın özünde üçüncü parti lojistik anlayışında hakim olan dış kaynaktan yararlanma (outsourcing) kavramından farklı olarak işletme süreçlerinin de dış kaynak yardımıyla organize edilmesi (BPO: Business Process Outsourcing) durumu söz konusudur. Geleneksel dış kaynaktan yararlanma; iş, görev ve sorumlulukları konusunda uzman bir kuruma havale etme esasına dayanır. Böylelikle işletme esas katma değer yaratan çekirdek işlerine odaklanır. Dördüncü parti lojistik yaklaşımında ise dışarıdaki uzman firmanın bilgi, deneyim ve teknolojisi de alınarak işletme süreçleri yeniden tasarlanarak geliştirilir. Dördüncü parti lojistik hizmet



sağlama anlayışı ile firmalar her bir müşteriye sadece onu ilgilendiren, ona özgü olan problemlere terzi işi çözümler üretirler.

4PL şirketler farklı müşterilerin tedarik zinciri faaliyetlerini yürütmektedirler. Lojistik faaliyetlerini gerçekleştirilmede optimizasyonu sağlayacak en başarılı 3PL şirketleri seçilmekte ve 4PL şirketi bunlar arasındaki koordinasyonu sağlamaktadır. Koordinasyon sırasında bilgi teknolojisi oldukça önemli bir yere sahiptir. Tedarik zinciri yönetimindeki başarı ile 3PL işletmeleri arasındaki koordinasyon ve uyumun sağlanması bilgi teknolojisine dayanmaktadır.

4PL işletmeleri aşağıdaki hizmetleri sunabilmektedirler:

- i. Taşıma hizmetlerinin yanında dağıtım ve depolama gibi diğer lojistik faaliyetlerini de entegre bir biçimde sağlayabilmektedirler.
- ii. Lojistik alanındaki değişimlerle birlikte organizasyonel konulardaki gelişmeleri de birleştirilerek, işletme-yönetime sunabilirler.
- iii. 4PL sağlayıcılar, çalıştıkları firmaların işlerini kısa bir süre içinde öğrenerek firma müşterileri için daha iyi lojistik çözümler üretirler.
- iv. 4PL şirketleri güçlü teknoloji altyapılarıyla başarılı bir tedarik zinciri uygulaması meydana getirirler.

### **2.5.5 Tersine Lojistik**

Lojistik faaliyetlere üçüncü bir boyut ekleyen tersine lojistik, isminden anlaşılacağı gibi, üretim sektöründe son müşteriden satıcıya veya hizmet sunucuya geri gelen malların hareketi, depolanması ve elleçlenmesi ile uğraşırken askerî sektörde ise muharebe sahasında kullanılmayan hasarlı veya ihtiyaç fazlası ikmal maddeleri ile düşmandan ele geçen malzemelerin geri bölgeye aktarılması faaliyetlerini kapsar.

Tersine lojistik iadeleri, defoluları, kapları veya kutuları, raf ömrü dolmuş ürünleri, kullanım ömrü bittiren ürünleri ve paketleme malzemelerini içerir. Tersine lojistik

istenmeyen malzemelerin (kutular, şişeler gibi) geri dönüştürülmesine ve iadelerin veya defoluların diğer mağazalara (fabrika satış mağazaları, bitpazarları gibi) yeniden dönmesine yardım ettiği için çevreye duyarlı lojistik olarak da bilinir. Bu, çöpleri sıkıştırma, taşıma ve depolama maliyetinden tasarruf etmeye yardımcı olur. Geri dönüş lojistiğinin uygulama alanları çok fazladır.

Askeri lojistikte istihbarat ve taktik açıdan terine lojistik kavramı hayati öneme sahiptir. Savaşlarda ordu tarafından kullanılmayan mühimmat ve askerî teçhizatın muharebe sahasına en az getirilişi kadar geri götürülmesinin maddi maliyeti üzerinde önemli tartışmalar yapılmıştır. Zamanında dost bölgelere geri götürülmeyen malzemeler istihbari değer taşıyabileceği gibi düşmanın ele geçmesi hâlinde düşmana sağlayacağı avantajın riskini de beraberinde getirmektedir.

İşletmeler çevre yönetim sistemlerini oluştururken,

- i. Kaynak kullanımının, çevreye yönelik risk unsurları ve zararların, çevre kirlenmesinin, hurda oranlarının, kirlilik ve atıkların en aza indirilmesini,
- ii. Rekabet gücü ve verimliliğin artırılmasını,
- iii. Daha temiz çalışma ortamları oluşturulmasını hedeflemektedirler.

Tersine lojistik, istenmeyen malzemelerin (atık madde, kutu, şişe, kağıt vb.) geri dönüştürülmesi ve yeniden üretime kazandırılması ve iade ya da defoluların farklı satış kanallarında yeniden satışa sunulması ile değerlendirilmesi yönleriyle çevreye duyarlı lojistik olarak bilinmektedir. Özellikle günümüzde çevre koruma amaçlı yasal düzenlemelerin yanı sıra; modern işletme ve yönetim anlayışlarında, işletmelerin çevreye duyarlılık çalışmalarını, sosyal sorumluluk ilkelerinin uygulama örneği olarak görmeleri de, ters lojistik faaliyetlerinin üzerinde daha fazla durulmasını gerekli kılmıştır.

Tersine lojistik ile dağıtım planlaması açısından, kullanılmış ürünün son kullanıcıdan üreticiye doğru fiziksel hareketi, devamında, geri dönmüş ürünün üretici tarafından

yeniden kullanılabilir ürün hâline getirilmesi ve tekrar tüketiciye ulaştırılması fiziksel akışı ile tamamlanmaktadır.

#### **2.5.6. Sürekli Tedarik ve Ömür Devri Boyu Desteği (CALS)**

CALS, bir savunma sisteminin veya ürününün ömür devri boyunca bilgi ve verilerini; uluslararası standartlar, işlem akış yöntemleri ve ileri veri, enformasyon teknolojileri kullanarak yaratmayı, yönetmeyi, değiştirmeyi, saklamayı ve sonsuz defa kullanmayı amaçlayan sanayinin ana stratejisidir.

CALS, talep, tedarik, üretim, satış, destek ve idame konularını kapsayan kültürel bir değişikliktir. Verilerin daha hızlı ve güvenli değişiminde yardımcı bir araçtır. Teknik verilerin üretimi, erişimi, yönetimi, bakımı, dağıtımı ve kullanımı konuları üzerine odaklanmaktadır. Bu tür veriler mühendislik çizimlerini, ürün tanım verilerini, lojistik yönetimi bilgilerini, desteklenebilirlik analizi özet sonuçlarını, teknik kılavuz ve raporları, eğitim malzemelerini vb. içermektedir.

CALS; ihtiyaçların tespitinden itibaren tasarımı, üretimi, tedariki, depolanması, dağıtımı işletme bakım-onarım ve kullanımından kaldırılmasına kadar her safhada yapılan faaliyetlerin birbirleriyle ilişkili olarak belirlenen esaslar doğrultusunda en az düzeyde kağıt kullanımı ile bilgisayar ortamında yapılmasını sağlayan savunma sistemi yönteminde emniyetli bilgi paylaşımını sağlayan entegre bir lojistik strateji olarak güncelliğini korumaktadır. Hedef, büyük miktarlarda verinin zamanında ve geçmişe göre daha fazla doğruluk dereceleri ile entegrasyonunu ve işlenmesini sağlayan çerçevenin oluşturulmasıdır.

CALS çabası, daha çok geçmişteki veri hazırlama ve işleme çalışmalarının verimsizliği ve yüksek maliyeti nedeniyle 1985'te başlatılmıştır. Büyük ölçekli sistemlerin tasarım ve gelişiminde, sistemin ana elemanlarını açıklayan çeşitli tasarım çizimleri, malzeme ve parça listeleri, değişiklik ilanları ve teknik raporlar bulunmaktadır. Lojistik alanında veri gereksinimleri, bakım ve desteklenebilirlik analizlerini, lojistik destek analizi kayıtlarını (LDAK), yedek/onarım parçası tedarik verisini, tedarik dokümantasyonunu,

test ve destek ekipmanı gereksinim raporlarını ve tasarım verisini, teknik kılavuzları, kalibrasyon gereksinimleri verisini, eğitim verisini, uyarlama talimatlarını, saha verisini ve raporlarını vb. içermektedir. Bu verilerin kaynakları, kimisi yeni ürünlerin tasarım ve geliştirmesi ile ilgilenen, kimisi de yaygın ve standart raf ürünleri sunan dünyanın çeşitli yerlerindeki tedarikçiler olabilmektedir. Sistem tedarikinde gerekli çok sayıda veri kategorisi ve tipi, bu tür verileri temin eden çok sayıda tedarikçinin varlığı ile bir araya gelince,

- i. Uzun veri hazırlama ve işleme süreleri,
- ii. Tasarım, üretim ve/veya lojistik kararlarını zamanında destekleyecek verilerin temin edilememesi,
- iii. Veri hazırlamadaki fazlalıklar veya çalışmaların ikiye katlanması ve
- iv. Zamanında veri/dokümantasyon revizyonları ile sistemdeki değişiklik ve uyarlamaların “takip” edilememesi ile ilişkili sorunlar ortaya çıkmıştır.

CALS programının hedefleri veri hazırlama ve işleme çabalarının zamanında gerçekleştirilmesi, verinin içerik ve uyum bakımından kalitesinin artırılması ve maliyetin düşürülmesidir. Kısa vadede yaklaşım, elektronik veri tabanları kullanarak mevcut veriyi kağıt üzerinden dijital formata dönüştürmektir. Bilgisayar destekli teknolojilerin keşfedilmesi ile, bu dijital veri hem proje içinde hem de müşteri, yüklenici ve tedarikçi operasyonları arasında kolayca iletilebilecektir. Bu aşamada, en uygun uygulamalar sistem tasarım verisinin (veya ürün tanım verisinin) işlenmesini, lojistik yönetimi bilgilerinin ve eğitim malzemelerinin geliştirilmesini ve teknik yayınların (işletim ve bakım talimatları, kalibrasyon prosedürleri vs.) hazırlanmasını içermektedir. Uzun vadede hedef, bilgisayar destekli tasarım ve bilgisayar destekli üretim işlemleri ile sıkı bağlantılara sahip olan tam anlamıyla entegre bir teknik bilgi sisteminin elde edilmesidir.

CALS yaklaşımının süregelen uygulaması ile, aşağıdaki kazançların elde edilmesi beklenmektedir;

- i. Entegre elektronik veri tabanı konfigürasyonu kullanıldığında teknik verilerin dijital formatta hazırlanması daha az zaman alacak, veriler daha doğru ve yüksek kaliteli olacak ve geçmişteki gereksiz fazlalıkları ve kağıt miktarını ortadan kaldıracaktır.
- ii. Bilginin yerel alan şebekeleri ile ve tüm dünyadaki tedarikçilere dağıtıldığı paylaşımlı bir veri tabanının kullanılması sistemin (ve bileşenlerinin) ortak temel yapı tanımının çok sayıda farklı organizasyon gruplarına eş zamanlı olarak teminini mümkün kılacaktır. Hem iletişim gelişecek, hem de bilgi transferine ayrılan zaman önemli ölçüde azalacaktır.
- iii. Lojistik temin verisinin işlenmesi hızlı bir biçimde yapılabilecektir. Böylece sistem bileşenlerinin tedariki daha kısa sürelerde gerçekleştirilebilecek, tedarik maliyetleri de önemli ölçüde düşecektir.

### **3. ENTEGRE LOJİSTİK DESTEK**

#### **3.1 ENTEGRE LOJİSTİK DESTEK (ELD) KAVRAMI**

Entegre Lojistik Destek, bir sisteminin ömür devri boyunca, sistemin ve sisteme ilişkin lojistik desteğin tanımı, tasarımı, geliştirilmesi, üretimi, temini, konuşlandırılması, işletimi, desteği ve kullanımdan kaldırılması faaliyetlerini maliyet etkin olarak planlayan ve bu planın uygulanmasını sağlayan tüm idari ve teknik aktivitelerin belirli bir disiplin içerisinde gerçekleştirildiği süreçtir.

Başka bir tanımla ELD, bir cihaz/sistem/silah/platformun ömür boyu kullanımı için gerekli lojistik destek ihtiyaçlarını ve bu ihtiyaçların maliyet ve etkinliğini, sistem dizayn/tedarik edilmeden önce, lojistik destek analizleri ile belirlemek, sonuçların dizayna yansımalarını sağlamak, alternatifler içinde ömür boyu maliyeti esas alarak karar vermek, sistemin hizmete girişinde tüm lojistik destek ihtiyaçlarının hazır olmasını sağlamak ve sistemin ömür boyu içinde en efektif ve ekonomik destek sistemini idame etmek için ortaya konan planlama, bütçeleme ve fonksiyonellik kontrol mekanizmalarını içeren bir yönetim fonksiyonudur.

ELD yaklaşımı, desteklenebilirlik için karşılıklı yarar analizlerinin uygulandığı, destek elemanlarının sistem olarak ele alındığı, ön planlamaların yapılarak tasarıma odaklanılan tasarım odaklı tek nokta yönetiminin söz konusu olduğu bir yaklaşımdır.

#### **3.2 ENTEGRE LOJİSTİK DESTEK' İN TARİHÇESİ**

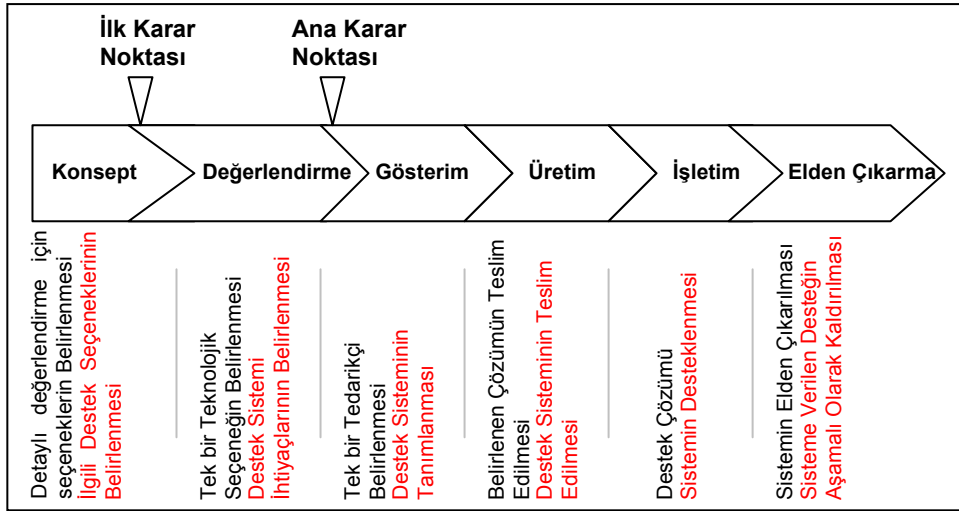
İkinci Dünya Savaşı esnasında ve sonrasında ülkeler savunma alanlarında yaşadıkları deneyimler sonucu, sahip oldukları savunma sistemlerinin tasarım olarak performans hedeflerini karşılayan, maliyet etkin ve desteklenebilir olmalarını fark etmişler bu da ELD kavramının ortaya çıkmasında ve gelişmesinde etkili olmuştur. Bu farkındalık sonrası Amerika'da, 1960'larda savunma sanayi projelerinde ELD çalışmalarına konsept olarak başlanılmıştır. Sisteme ait tüm destek hedeflerini dikkate alan bir

metodolojinin oluşturulması ve hayata geçirilmesi 1980'leri bulmuştur. 1980 sonrasında ise ELD faaliyetlerinin sistem ömür devri üzerindeki etkisinin nasıl sağlanacağı netleşmiş, sistemlerin tasarım aşamalarında Lojistik Destek Analizi (LDA) uygulamalarına başlanılmıştır. Günümüzde ELD faaliyetleri sistemin tasarım aşamasından başlayarak, geliştirme, test, üretim, envantere giriş, kullanım ve envanterden çıkış aşamalarına kadar devam etmektedir.

### 3.3 ENTEGRE LOJİSTİK DESTEK SÜRECİ

ELD, sözleşme çalışmaları ile başlayıp, tasarım ve üretim ile paralel olarak devam eden, satış sonrası desteği de kapsayan, sistemin elden çıkarılmasına kadar geçen bir süreçtir.

**Şekil 3.1: ELD'nin önemli kilometre taşları**



*Kaynak:* Bakım Yönetimine Sistem Mühendisliği Yaklaşımı

ELD aktivitelere yeni bir sistemin konsept geliştirme aşamasında başlanmalıdır. Ekipmanın ömür devri boyunca desteklenmesi için en üst seviyede strateji ve destek bütçesi ELD ile belirlenir. ELD program yöneticisi sistem tedarik projesinin bütün ELD aktivitelerinden sorumludur. Ana karar aşamasından önce destek sistemi ihtiyaçları belirlenmeli ve tedarik edilecek sisteme karar verilirken bu ihtiyaçlar göz önünde bulundurulmalıdır. Yüklenici açısından ELD Program Yönetimi süreci, Teklife Çağrı

Dokümanı (TÇD)'nin yüklenici firmaya ulaşması ile başlayıp, sözleşme gereksinimlerinin karşılanması için sözleşmede tanımlanan teknik destek süresinin bitimine kadar devam eder. Bu dönemde başarılı olabilmek için sağlanması gereken koşullar; sözleşme sorumluluklarının ilgili ELD disiplinlerine atanması, projenin her fazında gerekli işlemlerin istenilen standartlara uygun olarak zamanında yerine getirilmesi, takvim ve bütçe gibi program yönetimi araçlarının etkin bir şekilde kullanılması olarak özetlenebilir. ELD yönetiminin amacı, kullanıcı, tedarik makamı ve yükleniciyi bir araya getirmek ve ELD disiplinleri çerçevesinde aktiviteleri yönetmektir. Müşteri (kullanıcı ve tedarik makamı) için başarı, yüklenici firmadan sözleşmede belirlenen ELD hizmet ve ürünlerinin zamanında ve sözleşme fiyatına ek maliyet getirmeden istenilen kalite ve sürede temin edilmesi olarak tanımlanabilir. Yüklenici firma için ise başarı, sözleşmede belirlenen ELD hizmet ve ürünlerinin müşteriye zamanında ve istenen kalitede teslim edilmesi ile kazanç elde edilmesidir. Projelerin tasarım fazından başlamak üzere, müşteri ve yüklenici firmanın sözleşme kapsamında yer alan ELD faaliyetlerinde birlikte çalışması, geliştirme fazında ELD ürünlerini birlikte değerlendirmesi, her iki tarafın da başarıya ulaşabilmesi için gereklidir.

Projelerdeki ELD sorumluluklarının kapsam ve detayı, sözleşme yükümlülükleri esas alınarak ELD Proje takvimi ile birlikte ELD Planı içerisinde müşteriye sunulur. Konsept fazında oluşturulan ELD Planı, proje süresi boyunca güncellenebilir ve güncel plan tekrar müşteriye gönderilir.

### **3.4 ENTEGRE LOJİSTİK DESTEK'İN HEDEFLERİ**

ELD' nin ana amacı, ürünlerin kullanım süresini arttırırken destek ihtiyacını asgariye indirmek; böylece, uzun dönemde daha yüksek kazanımlara ulaşarak finansal fayda elde edilmesini sağlamaktır. ELD, bir taraftan ürünün tasarım çalışmalarına geri bildirimde bulunurken ürünün hazır oluşu ile ilgili destek gereksinimlerini belirler, diğer taraftan da müşterinin talep ettiği teknik desteği asgari maliyet ile sağlar. Bu nedenle ELD disiplinleri, askeri sistem tasarımlarında mühendislik çalışmalarının ayrılmaz bir parçası olup lojistik mühendisleri, tasarım mühendisleri ile birlikte çalışarak destek konularının tasarım çalışmaları süresince göz önünde bulundurulmasını sağlar.



Askeri anlamda diğer bir ifadeyle ELD; performans, maliyet ve destek parametreleri arasında optimum dengeyi kurmak suretiyle, Türk Silahlı Kuvvetleri envanterinde bulunan ve tedarik edilecek olan “Ana Muharebe Silah ve Araçları”nın Barış, Kriz ve Savaş dönemlerinde maliyet etkin desteklenebilirliğini sağlayarak ömür devri maliyetlerini düşürmeyi hedeflemektedir.

## 4. ENTEGRE LOJİSTİK DESTEK ELEMANLARI

### 4.1 TESİSLER

Sistemin sürekliliği ve desteklenebilirliği kapsamında gerekli olan bakım, depolama, eğitim, test ve operasyon faaliyetlerinin yürütülmesi için ihtiyaç duyulan her türlü sabit veya seyyar birimler ile bunların elektrik, su ve ekipman ihtiyaçlarının tespit ve temin edilmesi olarak tanımlanır. Tesis ihtiyaçları sistem daha tasarım aşamasında iken belirlenerek inşaat ve yenileme süreçlerinin sistemin operasyonel hale gelmesine kadar geçecek süre içinde tamamlanması sağlanmalıdır.

Tesisler fonksiyon veya kullanım, tip, özellik veya yapı durumlarına göre sınıflandırılır. Fonksiyon veya kullanıma göre sınıflandırılan tesisler; işletim, bakım, destek, eğitim, depo, tipe göre sınıflandırılan tesisler; sürekli, seyyar, genel amaçlı, özel, ortak, özellik veya yapıya göre sınıflandırılan tesisler; bina, seyyar barınak, rıhtım, çadır, iskele, alan, hazırlanmış zemin evi, gemi kompartmanı, uçak kompartmanı temel, özel kabiliyetli, özel kurulu ekipmanlı olarak adlandırılır.

#### 4.1.1 Tesisin Karar Unsurları

Tesis planlamaları yapılırken, tesis gereksinimlerine ilişkin analiz ve kararları etkileyen üç önemli konu ile karşı karşıya kalınmaktadır. Bunlar; tesisin amacı ya da görevi, ekonomik faktörler, sosyo-politik kriterlerdir.

Bu unsurlar, içerdikleri öğeler ve karar verme sürecini oluşturmak üzere diğer öğelerle nasıl etkileşime girdikleri hususları bakımından tek tek ele alınmalıdır.

#### 4.1.2 Tesisin Amacı

Tesisler, sistemlerde ömür devri boyunca ihtiyaç duyulacak işletim, bakım, ikmal, eğitim faaliyetleri veya görevleri çerçevesinde kapasite, sıklık, iş yükü, değişimler göz önünde bulundurularak ve bunların analizi sonucu ortaya çıkan mülkiyet varlıklarıdır.

Lojistik analizi alanına giren tesis türleri, amaç ya da görevlerine göre, üretim tesisleri, dağıtım merkezleri, hizmet merkezleri, stok depolama noktaları olarak tanımlanır.

**Üretim Tesisleri:** Üretim tesisinin görevi, hammaddeleri, çalışma stokunu ve üretim için gerekli bileşenleri almak ve bunları müteakiben müşteriye ulaştırılmak üzere bitmiş ürünler haline dönüştürmektir. Çalışma stoku için hammadde kaynakları ve kaynak satıcılara bağlı olarak imalat tesisinin yeri, üretim noktasından hammadde kaynaklarına ulaşım, üretim noktasından pazar bölgelerine ulaşım, imalat kaynakları, üretim malzemesi stok gereksinimleri ve sipariş işlemleri ve iletişim faktörleri arasında en yüksek karşılıklı yararlar analizini yansıtmaktadır.

**Dağıtım Merkezleri:** Dağıtım merkezleri, üretim veya tedarik noktalarından gönderilen kullanıma hazır ürünleri alır ve onlara ayrılan pazar destek alanları içindeki perakende satış yerlerindeki stokların ikmal için bunları yeterli miktarlarda stoklar. Dağıtım merkezlerine, ya tamamen imalatçı veya ana şirket tarafından sahip olunabilir ya da bu merkezler işletme hakkı alınarak veya malların üreticisi ile yapılan sözleşme kapsamında işletilebilir. Bu ara düzey faaliyet türü, az bir derecede de olsa, askeri bir depoya benzerlik gösterir, fakat görevin odak noktası tüketici pazar bölgesidir. Dağıtım merkezleri;

- i. Ürünün perakende satış noktalarına malzeme ikmal desteği,
- ii. Yedek parçaların ve onarım parçalarının depolanması,
- iii. Perakendecilerle yapılan toptan işlemler,
- iv. Perakende hizmet faaliyetleri kapsamı dışında kalan ara bakım olanakları sağlamaktadır.

Dağıtım merkezleri, tipik olarak coğrafi alanlardaki veya tanımlanan Pazar bölgelerindeki ürünle ilgili faaliyetleri desteklemektedir.

**Hizmet Merkezleri:** Bu tür lojistik tesisleri bir dağıtım merkezine benzemektedir. Fakat genellikle faaliyet alanı bakımından o kadar kapsamlı değildir. Bunlar tipik olarak, tanımlanan pazar bölgesinde müşteri ihtiyaçlarını karşılamak üzere üreticinin

sahip olduğu merkezlerdir. Bu merkezlerin odak noktası, dağıtım merkezlerindeki gibi depo türü işlemlerden çok, şirketin ürünlerini kullanan perakende düzeyinde müşterilerdir.

**Stok Depolama Noktaları:** Bu tür tesisler tanımlanan pazar bölgelerindeki dağıtım merkezleri ve hizmet merkezlerine sevk edilmek üzere üretim noktasından alınan mallar ve üretim çizelgelerini destekleyen hammaddeler ve çalışma stokları için bir depolama mağazası görevi görür. Stok depolama noktaları, üreticinin sahip olduğu ya da kamuya açık mağazalar olabilir.

#### **4.1.3 Yer Yönelim İlkesi/Ulaştırma-Üretim Karşılıklı Yararlar Analizleri**

Genel anlamda yer yönelimi ilkesi, bir sanayi faaliyetinin girdi kaynağına mı yoksa ürünün alıcılarına mı yakın olduğu konusunu etkileyen kuvvetler ve faktörleri kapsar. Bu ilke özellikle üretim malzemelerinin kaynakları, dağıtım merkezleri, hizmet merkezleri, stok depolama noktaları ve pazar merkezlerine bağılı olarak bir üretim tesisinin yerinin belirlenmesi amacıyla yapılacak analiz için geçerlidir. Lojistik bakış açısından birincil analitik faktörler, taşıma (transfer ) ve üretim ekonomileri ile tanımlanmaktadır. Yer yönelimi, bir ürünün imalatı ve dağıtımıyla bağılantılı üretim ve taşıma maliyetlerinin baskılarından kaynaklanır. Kent içindeki maliyet seviyeleri sonucunda üretim yerinin pazar merkezlerine yakınlığından kaynaklanabilecek olan üretim maliyetlerindeki artış, kullanıma hazır ürünlerin dağıtım noktalarına taşınmasında sağlanacak düşük maliyetler ile dengelenebilir. Yoğun nüfuslu merkezlerden uzak alanlarda kurulu üretim yerleri daha düşük üretim maliyetlerine sahip olabilir. Fakat bitmiş ürünlerin pazar merkezlerine ulaştırılması sırasındaki maliyetler daha yüksektir. Ürün taşıma maliyetlerinin hesaplanmasında, hem pazar merkezlerine hem de hammadde ve çalışma stokları kaynaklarına bağılı olarak üretim yerinin ekonomik etkileri göz önünde tutulmalıdır. Lojistik ekonomisi kuralları, üretim yerinin pazar merkezine mi yoksa üretim malzemelerinin kaynağına mı yakın olduğunun, üretim sürecinde kullanılan malzemelerin ağırlığının bu malzemelerin bitmiş ürün içindeki ağırlığına oranına, yani malzeme girdisi ağırlığının ne kadarının üretim sürecinde tüketildiğine bağılı olduğunu ileri sürmektedir. Girdi malzemelerinin

oranın kullanıma hazır ürün içinde tutulan malzemelere oranı yükseldikçe, üretim yerinin üretim malzemesi kaynağına yakın bir yere kurulması olasılığı da artar. Diğer taraftan, giren ve çıkan malzemelerin oranı ne kadar denk olursa, üretim yerinin pazar merkezlerine uygun bir mesafede olma olasılığı o kadar artar. Alkollü içki fabrikaları ve kıymetli maden çıkarma tesisleri, malzeme girdilerinin önemli bir yüzdesinin bitmiş ürünlerin işlenmesi sürecinde tüketildiği tesislere örnektir. Bu nedenle üretim yerleri malzeme kaynaklarının yakınına kurulur. Diğer bir durumda ise, ürünleri düşük ağırlıklı bileşenlerin bir araya getirilmesiyle işlenen ve üretim tesislerini muhtemelen pazar merkezlerine uygun mesafeye kuracak olan mücevher imalatçısı örnekleri vardır.

#### **4.1.4 Ekonomik Faktörlerin Yer Üzerine Etkisi**

Bir üretim tesisinin yer seçimini etkileyen baskın faktörler, ulaştırma ve üretim maliyetleridir. Her bir aday üretim yeri, üretim malzemeleri kaynakları ve pazar merkezleriyle ilgili olarak bu faktörlerin uygulanması yoluyla analitik incelemeye tabi tutulmaktadır.

Analizi yapan kişinin amacı, malzeme kaynakları ve pazar merkezleri arasındaki mesafe (ya da ulaştırma bölgeleri) bakımından en uygun yerin belirlenmesidir. Bu konuda aşağıdaki unsurlar göz önünde tutulmalıdır:

- i. Hammaddelerin ve çalışma stoklarını kaynaklardan üretim tesisine ulaştırma maliyetleri
- ii. Bitmiş ürünleri tesisten pazar merkezine ulaştırma maliyetleri
- iii. Tesis yerinin üretim maliyeti (işgücü, vergiler, elektrik, su giderleri, tesis maliyetleri, vb.)

#### **4.1.5 Sosyopolitik Kriterler**

Tesis yerinin belirlenmesi kararı konusunda ekonomik pragmatizm ve teknik gereksinimleri aşan gözle görülmez faktörler mevcuttur. Karar planlamacıları, nicel uygun maliyet analizlerinden çıkarılan sonuçları ya pekiştiren ya da bunlarla çelişen

sosyal ve politik konuları açıkça ele almak zorundadır. Bunlar genel olarak, politikacıların tutumları, yaşam kalitesi, işgücü dinamikleri, toplumun tavırları, çevre ve ekoloji ve yerel altyapının karşılama kapasitesi gibi konuları içermektedir. Nicel analizler başka adayların lehine olarak maliyet-kar göstergeleri ile sonuçlandığı zaman, bu niteliksel kriterler de belirli bir yerin lehine olmaktadır.

**Yaşam Kalitesi:** Dinlenme faaliyetleri için olanaklar, geniş çaplı okul sistemlerinin varlığı, ileri düzeyde eğitim sunan okullar ve kurumlara giriş ve uygun iklim, çalışanlar ve aileleri için önemli unsurlardır. Bu teşvikler, işe alma ve istikrarlı ve verimli bir işgücü sağlama açısından faydalı olmaktadır.

**İşgücü Dinamikleri:** Toplumdaki istikrar, çalışanların en az derecede iş değiştirmesini ve vasıflı personelin istihdam edilmesini teşvik ederek, bu suretle beceri geliştirme eğitimi için harcanan masrafları azaltmaktadır. Toplum istikrarı, işgücü istikrarının sağlanması, sadık ve verimli çalışanlardan oluşan bir taban oluşturulması için bir ön koşuldur.

**Toplumun Tavırları:** Yerel hükümet görevlileri tarafından sergilenen ilgisiz ve ters bir tutum, ekonomik etkinlik temelinde bir aday mahallin lehine gelişen analitik sonuçları zora sokmaktadır. Yeni bir ticari mesken için halk onayının ve desteğinin olmaması, toplumda huzursuzluğa yol açmaktadır. Böyle bir durum çalışanın moralini bozarak, istikrarlı ve vasıflı bir işgücü beklentilerini azaltmaktadır.

**Çevre ve Ekoloji:** Tesise ev sahipliği yapacak aday bir toplumla ilgili niteliksel konular arasında, faaliyetin sosyal ve coğrafi ortamlar üzerine muhtemel etkileri vardır (Örnek. Yerel gelenekler ve faaliyetler, toplum değerleri, ortam, arazi alanları, su yolları, bitki ve hayvan çeşitliliği, ekolojik senaryo ve nüfusun sosyal çevresiyle etkileşimi). Karar planlamacısı, tesisin yeri hakkında karar vermeden önce tüm ilgili konuları göz önüne alarak bir çevresel etki değerlendirme çalışması hazırlamalıdır.

**Yerel Altyapının Karşılama Kapasitesi:** Ev sahipliği yapacak toplumla, erişilebilir yol şebekeleri, trafik kontrolü, yerel ulaştırma ağıyla bağlantı, su kaynakları, enerji

hizmetleri, kanalizasyon ve boşaltım hizmetleri gibi gerekli fiziksel destek tesislerinin ve hizmetlerinin sağlanması konularında anlaşma sağlanması temel gereksinimdir. Karar planlamacısı, ayrıntılı altyapı gereksinimleriyle ilgili kapsamlı bir denetim listesi hazırlamalı ve tesisin uzun vadeli işlemleri ve görevinin sürdürülebilmesi için gerekli olan yerel tesislerin ve hizmetlerin mevcut olduğunu onaylamalıdır.

#### **4.2 PAKETLEME, TAŞIMA, DEPOLAMA, ULAŞTIRMA**

Sistem, cihaz ve ekipmanların uygun şekilde ambalajlanması, muamele, depolama ve taşınması için gerekli ihtiyaçların tespit ve temin edilmesi olarak tanımlanır. Paketleme, bir parçanın taşıma, depolama ve ulaştırma sırasındaki hasarlardan fiziksel korunmasıdır. Taşıma, müşteri ihtiyaçlarının giderilmesi amacı ile üretilen malların ihtiyaç duyulan bölge ve merkezlere zamanında ulaştırılmasıdır. Depolama, belirli nokta/noktalardan gelen ürünlerin/yüklerin teslim alınıp, belirli bir süre korunup, belirli noktaya/noktalara gönderilmek üzere hazırlanmasıdır. Bir başka deyişle; gereksinimleri gidermek üzere, hammadde, yarı ürün, bitmiş ürün ve diğer malzemelerin, belirlenmiş alanlarda ve belirli esaslara göre bulundurulmasıdır. Ulaştırma, bir ürünün bir veya birden fazla ulaştırma modu ile fiziksel hareketidir. Paketleme, taşıma, depolama ve ulaştırma çalışmaları, ürünün son kullanıcıya ulaştığında kullanıma elverişli olması için gerekli aktivitelerin planlanmasını, geliştirilmesini ve yönetilmesini amaçlar. Bu çalışmalar, müşteriye teslim edilen ürün için belirlenen desteklenebilirlik hedeflerine ulaşmada önemli paya sahiptir.

Ambalajlama, Taşıma, Depolama ve Ulaştırma işlevleri, askeri ve ticari piyasa sektörlerinde kritik roller oynamaktadır. Askeri eşyalar; en kötü iklim şartlarına ve malzeme muamele özelliklerinin etki ve şok seviyelerine dayanacak şekilde ve bölgelere taşınımlarda beklenmedik durum ve işlemlere maruz kalabileceği göz önünde bulundurularak paketlenmelidir. Askeri ambalajlama ve taşıma spesifikasyonları, zor işletim koşullarını, raf ömrü konusundaki sınırlamaları ve dünyanın her yerindeki iklim şartlarını göz önünde bulundurmalıdır. Askeri lojistik uzmanı bunlara ek olarak, belirtilen ambalajlama işlemleri tarafından önceden öngörülmesi gereken, malzeme destek kalıpları, palet konfigürasyonu, taşıma modları ve beklenmedik durum

bölgesindeki iletişim hatları ile karşı karşıya kalabilir. Askeri eşyaların paketlenmesi, uygun maliyet unsurlarına göre ayarlanarak, askeri görevlerin önceliği temelinde gerçekleştirilmelidir. Ticari ambalajlama için hayati öneme sahip belirleyici faktörler, maliyetin en aza indirilmesi ve ürün karlılığıdır. Askeri ambalajlama, taşıma, depolama ve ulaştırma prosedürleri ve uygulamaları ile ilgili olan standartlar, spesifikasyonlar ve kurum yönetmeliklerini anlatan bir dokümantasyon mevcuttur.

#### **4.2.1 Ambalajlama**

Ticari ürün ambalajlama kavramı, ürünlerin üretim yerinden alıcı müşterilere getirilmesi biçimindeki asıl geleneksel amacının ötesinde çok çeşitli amaçlar üstlenmiştir. Ambalajlama tasarımcıları, paketin koruma, ekonomi, uygunluk ve tanıtım bakımından ürüne neler katabileceği üzerinde çalışmalıdır. Ürün ambalajlama işleminin temel amacı, üreticiden alıcıya bir iletişim aracı olarak hizmet etme dışında, ürün güvenliği, taşınabilirliği ve depolanabilirliğini sağlamaktır. Çağdaş ticari bağlamda ambalajlama mühendisleri, temelde hükümet düzenlemeleri ve piyasa dinamiklerinden kaynaklanan çok sayıda konu ve unsuru göz önünde bulundurmaya zorludur.

##### **4.2.1.1 Ambalajlama süreci ve amaçları**

Ürün ambalajlama işleminin süreçleri ve amaçlarını tanımlayan en önemli unsurlar aşağıdaki şekildedir;

**Koruma:** Paketin içeriklerini sıcaklık uç değerleri, nem, kuraklık ve kendine özgü iklim elemanlarına; taşıma esnasındaki şok, sıkıştırma, delinme ve titreşim etkilerine ve sevkiyat sırasındaki muhtemel çalınmaya karşı koruyan tasarım özellikleridir.

**Etiketleme ve Tanıtma:** Ürünü açıkça tanıtan, ürün güvenlik bilgilerini sunan ve alıcıya üreticinin kalite standartları ve beklenti seviyelerini gerçekleştirme konusundaki iddiasını ilan eden işaretlemelerdir.



**Satış Tanıtımı:** Tüketiciyi ürünü alması için teşvik eden bir görüntü yöntemi ve ayırt edici işaretlerin birleştirilmesidir.

**Tüketici Güvenliği:** Alıcıya, eğer bu konuda herhangi bir ihlal yoksa, ürünün üretim yerinden çıktığı gibi aynen korunduğunu temin etmeyi sağlayan paketin kurcalanmasını engelleyici özelliklerdir.

**Depolanabilirlik:** Dağıtım merkezi veya perakende noktası tarafından alınması ve kullanıcıya sunulması arasında geçen en uzun raf ömrünü ya da aralığını sağlayan özelliklerdir.

**Taşınabilirlik:** Üreticiden dağıtım merkezlerine sevkiyat ve buradan perakende faaliyetlerine yeniden dağıtım için standart palet ve konteyner kullanma konfigürasyonlarını içeren tasarım özellikleridir.

**Çevre Faktörleri:** Ekolojik ve çevre düzenlemelerine uygunluk bakımından, kullanımdan sonra kolaylıkla atılmayı ya da geri dönüşümü öngören ürün ve ürün ambalajlama özellikleridir.

**Tüketici ile İletişim:** Ürünün satışını teşvik etmek amacıyla etiketleme ve işaretleme yapılması, garanti şartlarını ve varsa ürünün kullanımına ilişkin potansiyel tehlikeleri belirten açıklamaların eklenmesidir.

#### **4.2.1.2 Ambalajlama tasarımı**

Bir paketin tasarımı, ürünün ambalajlama amaçlarını gerçekleştirmek üzere şirket kadrosundan gelen girdilerin birleştirilmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Bu işlem için katkıda bulunan uzmanlık alanları aşağıdaki şekildedir:

**Üretim:** Bu öge, mevcut ürün özelliğinin ürün konfigürasyonuna yansıtılıp yansıtılamayacağı (Örnek. boyut, şekil ve yapı), konfigürasyonun müşteri siparişlerini

karşlamak üzere üretim kapasitesine etkileri ve yeni üretim tesislerinin gerekli olup olmayacağı konuları üzerinde durmalıdır.

**Satınalma:** Satınalma faaliyeti, ürünün mevcut boyutları, özellikleri ve türlere uygun olup olmadığını, standardizasyon olasılıklarını, alternatif ambalajlama maliyetlerini, satıcı için uygunluk olasılıklarını, boş konteynerların depolanması için koşulları ve nakliye maliyetleri üzerindeki etkileri değerlendirmektedir

**Mühendislik:** Paketin şekli gerekli dayanıklılığı sağlamalıdır. Paket özelliği en son malzeme teknolojisini içermeli ve ürün birimi başına gerekli olan malzemeyi en aza indirmelidir. Ayrıca en uygun paket konfigürasyonunun, ürünün kendisinin de tekrar tasarlanmasını gerektirip gerektirmediği belirlenmelidir. Güvenlik mühendisi, özel işaretler yoluyla tanımlanacak olan geçerli uyarılar ve güvenlik önlemlerini belirtmelidir.

**Yükleme ve Boşaltma:** Paket fiziksel hasara yol açmadan ideal olarak elle muameleye imkan vermelidir. Kaldırma ve taşıma ile ilgili uygun bilgiler tasarıma dahil edilmelidir.

- i. Kaba muamele ve sonucunda ortaya çıkan şoklardan koruma,
- ii. Kir, toz, nem ve diğer kirleticilere karşı koruma,
- iii. Çalınma ve kurcalanmanın engellenmesi,
- iv. Tehlikeli malzemelerin korunması,
- v. Basitleştirme ve daha etkin istifleme, ambarlama ve standart sevkiyat birimlerinin kullanılması yoluyla stok kontrolü,
- vi. Satış biriminin tanımlanması,
- vii. Ürün kimliğinin sunulması ve kalite, miktar, boyut, renk, vb. tanımlanması,
- viii. Sevkiyat konteynerları tarafından tedarik edilen “minyatür reklam panoları” vasıtasıyla pazarlamaya katkıda bulunulması,
- ix. Uygun, tekrar kullanılabilir konteynerlar vasıtasıyla müşteri tatmininin sağlanması,
- x. Boşaltım ve çok amaçlı kullanımlar bakımından çevre ile ilişki,
- xi. Üretim, pazarlama ve lojistik işlevlerinin kolaylaştırılması,

- xii. Ambalajlama, eşyaların taşındığı standart miktarları barındırmalı; bozuk paketler için taşıma kolaylığı sunmalı ve ambalajlama, tekrar ambalajlama, kapatma ve tekrar kapatmayı kolaylaştırmalıdır. Paket tasarımı, standart modüler yük konfigürasyonlarına uyumlu hale getirilebilmelidir.

**Depolama:** Ambalajlama, içindikilerin çalınmasının önüne geçecek biçimde yapılmalıdır. Özel depolama teçhizatı gerektirmemeli ve kare biçimli depolama yeri gereksinimlerini en aza indirmek için dayanıklılık, boyutlar ve yüzey özellikleri bakımından en uygun istif özelliklerine sahip olmalıdır.

**Pazarlama:** Pazarlama personeli özellikle aşağıdaki unsurlar üzerinde durmalıdır:

- i. Özel kullanım talimatlarına gereksinim
- ii. Kalite ve çeşit bakımından alıcı beklentileri
- iii. Müşterinin ürünü taşıma ve depolama kabiliyeti
- iv. Boşaltım kolaylığı
- v. Çevreye uygunluk

Tüketici eğilimlerinin değerlendirilmesi aşamasında pazarlama elemanları, ürün tanıtım kampanyaları için paketin tekrar tasarlanmasına gerek olup olmadığını belirlemelidir.

**Trafik Yönetimi:** Paket yönetimi ürünün paket olarak yoğunluğunu en uygun düzeye çıkarmalı, sevkiyat esnasında paketi gelecek hasarlara karşı korumalı ve taşıma sırasındaki çalınmaya karşı riski en aza indirmelidir. Paket, standart taşıyıcı ekipmanın boyutlarına göre tasarlanır ve boş ve tekrar kullanılabilir konteynerlerin kolayca geri dönüşünü öngörmek suretiyle en avantajlı taşıma ücretleriyle taşınır.

**Hukuki Danışmanlık:** Hukuk personelinin rolü, açıklamaların paketler ve ürünler üzerine yazılması veya yapıştırılmasını ve bunların garanti koşulları, güvenlik gereksinimleri, uyarı ifadeleri, kullanıcı önlemleri ve kamu hukuku ve ticaret

standartlarına göre gerekli olan ürünle ilgili diğer şartların açıkça aktarılması için uygun bir dilin kullanılmasını sağlamaktır.

#### **4.2.1.3 Ambalajlamanın ekonomik önemi**

Ambalajlamanın maliyet bakımından önemi, tipik ticari mallar için yapılan sanayi tahminleri ile yansıtılır. Paketleme ortalamaları ürün değerinin yaklaşık yüzde altısına eşittir. Bu istatistiği etkileyen belirli faktörler vardır. Örneğin sardalya ve tütsülenmiş ringa balığı gibi tenekelenmiş bazı gıda ürünleri için, tedarik kaynaklarında malların işlenmesi için kullanılan tenekeleme teknolojisi kaçınılmaz olarak ambalajlama maliyetini içeriğe oranla daha fazla arttırmaktadır. Orantısız ambalajlama maliyetlerine rağmen, bu ürünlerin tüm dünyadaki tüketici piyasalarındaki popülaritesi azalmamıştır. Ticari grupların benzer ürünleri çok çeşitli markalar altında pazarladıkları zaman ortaya çıkması gibi, aynı ya da benzer ürün gruplarındaki markaların çoğalması da birim ambalajlama maliyetlerini artırıcı bir etki gösterir. Aynı ürün için ambalajlama tasarımındaki çeşitlilik birim ambalajlama maliyetlerini yükseltir. Bu durum, tanıtım amaçlı olarak ve özel olaylar nedeniyle belli bir ürün için paket motifini sık sık değiştiren, kahvaltılık için tahıllı yiyecekler üreten imalatçılar ile örneklenebilir. Bu durumlarda, pazarlama stratejisi mühendislik ekonomisi unsurlarının önüne geçmektedir. Paketlerin ve konteynerlerin konfigürasyonlarında ve şekillerinde görülen çeşitlilik büyük miktardaki sevkiyat paketlerinin boyutlarını belirler fakat bu depolama veya taşıma, sevkiyat ve varış noktalarında boşaltım için en uygun maliyet sistemini sunamaz. Tüketici piyasalarında belli bir yer edinmiş olan çoğu üreticiler, paket tasarımını değiştirerek tüketicinin tanıdığı tasarımı kaybetmek yerine sıra dışı paket uygulamaları ve benzersiz imgelerle ürünlerini birleştirerek müşteri kimliklerini ve sadakati korumaktadır. Bu durumlarda, müşteri sadakatinin devam ettirilmesi ambalajlama konfigürasyonunun verimlilik düzeyinin artırılmasından kaynaklanacak maliyet tasarruflarına ağır basmaktadır.

## 4.2.2 Taşıma

Malzemelerin yüklenmesi ve boşaltılması alt disiplini sistemlerin tasarlandığı tesisler kapsamında malzemelerin etkin biçimde akışını sağlayarak lojistik sürecin verimliliğini arttırmaktadır.

### 4.2.2.1 Malzeme yükleme ve boşaltma sistemleri ilkeleri

Lojistik planlamacısı, malzeme yükleme ve boşaltma teknolojisine bağlı olarak aşağıdaki temel ilkeleri göz önünde bulundurmalıdır:

- i. Yükleme ve boşaltma en aza indirilmelidir.
- ii. Yükleme ve boşaltma yapılacak mesafe mümkün olduğunca kısa olmalıdır.
- iii. Kaldırma ve indirmeyi önlemek amacıyla malzemelerin yönleri yerleşim planı izin verdiği kadar aynı seviyede olmalıdır.
- iv. Malzemeler bir kere hareket ettirildikten sonra, mümkün olduğunca uzun taşınmalıdır.
- v. Taşıma yönleri ve iş hacmi izin verdikçe, malzemelerin yüklenmesi ve boşaltılması için mekanik ve otomatik araçlar kullanılmalıdır.
- vi. Malzeme yükleme ve boşaltma ekipmanı mümkün olduğunca standart olmalıdır.
- vii. Yerçekimi akışı (en ucuz enerji türü) uygulanabilir olduğu zaman kullanılmalıdır.
- viii. Mekanik sistemlerde, maksimum ağırlık sabit ekipmandan çok taşınmaya verilmelidir.

### 4.2.2.2 Malzeme yükleme ve boşaltma yöntemleri

Malzeme yükleme ve boşaltma sistemlerinin temel yöntemleri manuel sistemler, mekanik sistemler ve otomatik sistemlerdir.

**Manuel Sistemler:** Manuel sistemler, elle yükleme ve boşaltmaya izin veren küçük paketlere yerleştirilmiş çok çeşitli türden eşya olduğu zaman ve mekanik ve otomatik

sistemlerle yükleme ve boşaltmanın maliyet açısından bir karı bulunmadığı durumlarda uygun olmaktadır.

**Mekanik Sistemler:**Mekanik sistemler, forklift ve vinçlerin geniş oranda kullanım alanına sahip olduğu büyük sevkiyatları içeren faaliyetler için uygundur. Mekanik sistemler, paletli ve konteynerlı sevkiyatları yapabilme kabiliyeti nedeniyle, en yüksek derecede etkinlik sağlar.

**Otomatik Sistemler:** Otomatik malzeme yükleme ve boşaltma sistemleri, genelde sistemin belirli yüklerin taşınması için ayrıldığı ve sistem işlevlerinin önceden programlanabildiği, özel kişilerce işletilen tesislerde kullanılır. Bu sistemler, sürekli tekrarlayan, sık sık meydana gelen, yüksek oranda iş çıkarma hacmine sahip ve konteynerlarla yapılan malzeme yükleme ve boşaltma işlemleri için uygundur.

**Karışık Sistemler:** Çeşitli türlerde yük oranlarına sahip bazı tesisler, maliyet bakımından daha uygun bir potansiyele ulaşmak üzere manuel, mekanik ve otomatik sistemlerden oluşan bir kombinasyon kullanmayı daha avantajlı bulmaktadır. Bu durumlarda sistemin türü söz konusu alanların ihtiyaçlarına ve bu alanın ihtiyaçlarını karşılamak üzere belli bir sistem kullanarak elde edilecek maliyet kazançlarına göre belirlenmektedir.

#### **4.2.2.3 Malzeme yükleme ve boşaltma sistemlerinin ekonomik kullanımı**

Bir malzeme yükleme ve boşaltma sisteminin ekonomik avantajı, lojistik hizmet sistemine sağladığı katkılarla ölçülür. Bunlar;

- i. Malzeme akışında artan etkinlik,
- ii. Gelişmiş tesis kullanımı,
- iii. Gelişmiş güvenlik ve çalışma koşulları,
- iv. Lojistik hizmet işlevlerinin kolaylaştırılmasıdır.

İyi planlanmış ve iyi idare edilen bir malzeme akışı, tesisin faaliyetlerini desteklemek üzere gerekli eşyaların doğru zamanda doğru yerde olmasını sağlar. Herhangi bir lojistik hizmet işlevinde olduğu gibi, bir malzeme yükleme ve boşaltma sisteminin verimi, ekipmanın toplam lojistik sisteminin tasarımına etkin biçimde entegrasyonu ile artırılır. Malzemeler, geri almayı ve dağıtım noktalarına ulaşımı kolaylaştırmak bakımından, binaya göre değil, bina içindeki bölümlere ve belirtilen istifleme depolarına göre düzenlenmeli ve dizilmelidir. Malzeme tanıtımı için bar kodların ve önceden programlanmış akış kalıpları gibi bilgisayarlı tekniklerin kullanılmasını, malzeme gönderiminde düzenin yakalanmasını ve eşyaların uygun dağıtım noktalarına yönlendirilmesini sağlamaktadır.

#### **4.2.3 Depolama ve Ambarlama**

Ambar depolama tesisleri, üretim faaliyetlerini desteklemek üzere işletim malzemeleri için iskele alanları olarak; bitmiş ürünler ve değiştirme için kullanılan bileşenler için depolama noktaları olarak ve ürün hizmet merkezleri, dağıtım merkezleri ve perakende satış noktalarındaki stokların ikmalini sağlamak üzere onarım parçaları ve üretim tesislerinden gelen çıktılarının gözetiminin kabul edilmesi ve üstlenilmesi için stok ambarları olarak işlev görmektedir. Bir ambar ve depolama faaliyeti, yasal statüsü, mülkiyet türü, fiziksel işlevleri, depolanan malların türü ve lojistik sistem içindeki işlevsel rolü bakımından açıklanmaktadır.

##### **4.2.3.1 Ambarlama işlemleri**

Ambarlama işlemleri, lojistik sistemdeki rolleri, yüklenen ve boşaltılan mallar ve kamu ve özel depolama tesisleri olarak sunulan kapasite ve hizmetlerin niteliklerine göre değerlendirilmektedir.

##### **4.2.3.2 Depolama tesisinin lojistik sistemdeki rolü**

Bir depolama tesisinin rolü, aşağıdaki hizmet kategorilerinden birisi ile tanımlanmaktadır;

- i. Malların tekrar gönderilmesi, ikinci bir noktaya sevkiyat ya da sahiplerine bırakılması amacıyla bekletildiği geçici saklama ve koruma.
- ii. Belirtilen son noktalara tekrar sevk edilmek üzere belirlenen kargo modüllerine konulacak malların bir araya getirilmesi ve bir veya daha fazla ikinci varış noktasına tekrar dağıtım yapılmak üzere vagon ve kamyon sevkiyatlarının karıştırılması işlevlerini içeren malzeme yükleme ve boşaltma.
- iii. Depolama ve malzeme yükleme ve boşaltma rollerinin kombinasyonu.
- iv. Soğuk ve dondurulmuş depolama gibi özel depolama, tıbbi ve ilaç maddeleri gibi hassas malzemeler için hava geçirmez biçimde kapatılmış depolama ve petrol ürünleri için petrol çiftlikleri gibi kendine has büyük çaplı depolama tesisleri.

#### **4.2.3.3 Ambarlama işlevleri için gereken koşullar**

Ticari teşkilat, bu iş için hazırlanmış bir depolama tesisinin aşağıdaki koşullarla satın alınması veya kiralanması yoluyla en iyi biçimde işlev görebilir:

- i. Doğrudan kontrol gereklidir.
- ii. Özel tesisler, donanım ve yerleşim düzeni gereklidir.
- iii. Önemli düzeyde ürün kapasitesi ve doluluk oranı vardır.
- iv. Talep yıl boyunca nispeten istikrarlıdır.
- v. Piyasalar çok yoğundur.
- vi. Ürünleri müşterilere teslim edilmeden önce bir araya getirme, karıştırma ve işleme gibi bazı işlemler gerekir.

Bir lojistik ağ içinde kamu ve özel depolama tesislerinden oluşan bir kombinasyonun en uygun maliyet destekli kapasiteyi sağlayıp sağlayamayacağı saptanmalıdır.

#### **4.2.3.4 Ambar Tasarımı**

Bir depolama tesisinin tasarımı, yapımı ve alınması hususunda mevcut parametreler ve şartlar, genelde tesisin amacı, gerekli yerleşim düzeni, depolama ve koridor alanları,



planlanan stok yerleri, stok ikmal kalıpları ve planlanan yükleme boşaltma sistemlerine uygunluk bakımından değerlendirilmektedir.

Tesisin amacı, düzenli bir depolama, özel depolama, bir araya getirmeyi veya dağıtım noktası olarak üstlendiği rolü en iyi biçimde yerine getirmektir. Yerleşim düzeni, liman içi ve liman dışı yük akışının tesis içi işleme noktaları, iş istasyonları, iskele ve depolama alanları ile nasıl etkileşime gireceğine göre belirlenmektedir.

Depolama ve koridor alanları, gerekli koridor genişliklerini sağlayacak biçimde tasarlanmaktadır.

Stok yeri, malzemelerin taşınması ve geri alınması düzenine uygun olmalıdır. Stok ikmali, stok yeri ve tesis yerleşim düzeni ile ilgilidir ve bunları etkilemektedir. Malzeme yükleme ve boşaltma arasındaki uyum, malzeme yükleme ve boşaltma ekipmanlarını kurmadan önce tesis yerleşim düzenini, depolama ve koridor alanlarını, stok yeri noktalarını ve stok ikmal kalıplarını belirleyerek sağlanabilir.

#### **4.2.3.5 Ambarlama Ekonomisi**

Bir ticari depolama tesisinin yeri, aşağıda belirtilen üç coğrafi kategoriden birine girer:

- i. Üretim odaklı bir yer üretim tesisinin yakınında yer alır; malzeme için ilave işleme gerekli olduğu zaman kullanılır.
- ii. Piyasa odaklı bir yer piyasa merkezlerinin yakınında yer alır; müşteri taleplerine çabuk karşılık verme durumunda kullanılır.
- iii. Üretim ve piyasa unsurlarından hiçbirisi baskın olmadığına, üretim noktaları coğrafi olarak dağılmış olduğunda, piyasalar çok dağınık olduğunda ve şirketin amacı sadece genel dağıtım maliyetlerini azaltmak olduğunda orta bir yer seçilebilir.

Bu nedenle, yer belirleme kararı, üretim ve işleme noktaları ve piyasa merkezlerine bağlı olarak, her ambarın en uygun boyutu ve hacminin ve depolama yerlerinin belirlenmesi için işlevsel ambar maliyet belirleme standartlarına dayanmaktadır.

#### 4.2.4 Ulaştırma

Bir üretim tesisi açısından, malzemenin kaynaklardan üretim yerlerine ve bu yerlerden piyasa merkezlerine dağıtımı için ulaştırma kritik öneme sahiptir. Ulaştırma sanayinin büyüklüğünü ve karmaşıklığını öğretim amaçlı olarak özetlemek için, bu bölüm ulaştırma ile ilgili olarak yasal formlar, işletim modları, yardımcı kullanıcılar, ulaşım tesisleri, modlar arası hareket, düzenleyici ve ücret yapıları ve ekonomik unsurlar üzerinde durmaktadır.

##### 4.2.4.1 Ulaştırma modlarının avantajları

Lojistik yöneticisi belli ulaştırma gereksinimlerine ve ulaştırma modunun işletim özelliklerine göre, çeşitli ulaştırma modlarının avantajlarını değerlendirmelidir. Aşağıdaki bölümler her modun doğasından kaynaklanan avantajlarını belirtmektedir.

**Demiryolu:** Demiryolu ile ulaştırma şeklinin başlıca avantajları aşağıdaki şekildedir:

- i. Malların büyük miktarlarda taşınabilmesi,
- ii. Ulaştırmanın düşük birim maliyeti,
- iii. Güvenilir nakliye şekli,
- iv. Uzun taşıma mesafeleri,
- v. Önemli piyasalar ve tedarikçileri de kapsayan oldukça yaygın ray sistemi şebekesi,
- vi. Çok sayıda yardımcı hizmetler- aktarma, geçiş öncelikleri, depolama, vb.
- vii. Diğer taşıyıcılara mal ulaştırılması,
- viii. Özel ekipmanlar.

**Karayolu:** Kamyonla taşıma sanayi karayolu ile taşıma modunun en önemli unsurudur ve ulusal ekonomiye ciddi bir katkıda bulunmaktadır. Karayolu taşıması müşterilere;

- i. Esneklik, her yere gidebilirlik,
- ii. Hız, Türkiye dahilinde herhangi bir noktaya 1-2 gün içinde teslimat,
- iii. Sıklık, saatlik ve günlük olarak malları teslim alma ve teslim etme hizmeti,

- iv. Uygunluk, gönderici ve alıcının işyerlerinde yükleme ve boşaltma,
- v. Diğer taşıyıcılara mal ulaştırılması,
- vi. Ekipman çeşitliliği hizmetlerini sunmaktadır.

**Denizyolu:** Denizyoluyla taşıma nispeten daha yavaştır, fakat büyük malzeme yükleri ekonomik ücretlerle taşınabilir. Bu taşıma modunun avantajları;

- i. Toplu malların büyük miktarlarda taşınabilmesi,
- ii. Çok düşük birim maliyet,
- iii. Diğer yollarla sınırlı taşıma olanağına sahip olan kum, çakıl veya kabuk gibi düşük birim değerine sahip malların taşınabilmesi,
- iv. Uzun taşıma mesafeleridir.

**Boru Hattı:** Bu mod, diğer modları etkileyen iklim şartlarından ve diğer engellerden çok nadir etkilenmesi nedeniyle güvenilirlik bakımından eşsizdir. Boru hattı sisteminin sunduğu avantajlar;

- i. Sıvı veya gaz ürünlerinin toplu taşınması,
- ii. En düşük taşıma birim maliyeti,
- iii. Yüksek iş çıkarma kapasitesi ve hacmi,
- iv. Tüm modlar içinde en güvenilir olması,
- v. Uzun taşıma mesafeleridir.

**Havayolu:** Hava yoluyla yük taşıma seçeneği, hız en önemli faktör olduğunda ve maliyet ikinci bir unsur olduğunda kullanılan üst düzey bir taşıma hizmetidir. Hava yoluyla taşımanın avantajları aşağıdaki şekildedir:

- i. En yüksek taşıma hızı,
- ii. Herhangi bir noktaya gece hizmeti,
- iii. Artan kapasite

#### 4.2.4.2 Modlararası taşıma

Modlararası taşıma sistemleri, iki veya daha fazla taşıma şeklini içeren karışık, noktadan noktaya ve doğrudan taşıma hizmetleridir. Modların birleştirilmesi yoluyla mevcut kapasitelerin en yükseğe çıkarılması amacıyla taşıma sistemlerinin koordinasyonu:

- i. Pek çok modun doğasından kaynaklanan avantajlarını birleştirir.
- ii. Maliyet açısından uygundur.
- iii. Konteynerlama yoluyla zarar ve ziyan durumlarını azaltır.
- iv. Daha fazla nakliyeciyi ve kaynak/varış noktalarına hizmetlerin genişletilmesi yoluyla artan bir esneklik sağlar.
- v. Azalan yükleme, boşaltma ve depolama yoluyla artan verimlilik sağlar.

Düzenli olarak hizmet veren başlıca modlararası kombinasyonlar, karayolu-demiryolu, karayolu-denizyolu, karayolu-havayolu ve demiryolu-denizyolu şekilleridir. Bu karışık sistemlerde konteynerlama önemli bir unsurdur.

**Karayolu-Demiryolu:** Karayolu-demiryolu hizmeti, açık- vagon- üstü-römork ya da açık- vagon- üstü-konteyner şeklinde olabilir.

- i. Açık- vagon- üstü- römork: Bu kombinasyon, geleneksel karayolu römorklarının açık yük vagonları üzerine yerleştirilerek kullanıldığı düzendir.
- ii. Açık- vagon- üstü- konteyner: Bu yöntemde, modlararası konteynerlar karayolu römorkunun şasisinden ayrılır ve açık yük vagonu üzerine yerleştirilir.

**Karayolu-Denizyolu:** Bu kombinasyon, bazen “balık sırtı” olarak adlandırılan ve karayolu ve denizyoluyla taşıma işlemlerinin koordinasyonu ile gerçekleştirilen, modlararası karayolu ve denizyolu hizmetini içerir. Ro-Ro (Roll-on, roll-off) yöntemi, standart karayolu römorkları ve demiryolu vagonlarının, geniş yan ve arka kapıları yoluyla özel gemiler içine ve dışına doğrudan sürülmesini sağlamaktadır.

**Havayolu-Karayolu:** Bu taşıma şekli, önemli havayolu çıkış noktaları ve yeterli hava nakliye hizmetinden yoksun olan uzak bölgeler arasında teslim hizmeti sağlar. Bu hizmet, uçak gövdesinin üst ve alt konfigürasyonuna uygun olan ve nakliyeciler ve malları teslim alan kişilerin tesislerinde önceden yüklenebilen ve boşaltılabilen konteynerları sıklıkla kullanmaktadır.

**Demiryolu-Denizyolu:** Bu tür hizmet uzun yıllardır kullanılmaktadır. “Hidro-tren” demiryolu-denizyolu hizmeti, nakliye vagonları dizilerinin su üzerinden en son varış noktalarına en yakın olan limana taşındığı özel olarak yapılmış gemiler ve mavnaları kullanır. Uluslararası demiryolu-denizyolu hizmetlerinde, demiryolu kısmı genellikle bir veya daha fazla denizyoluna bağlanan bir “köprü” olarak kabul edilmektedir. Karayolu köprüsü terimi, öncesinde ve sonrasında bir su taşıması olan kara üzerinden taşımayı ifade etmektedir.

#### **4.2.4.3 Diğer modlararası özellikler**

Mavna ile teslim olarak bilinen gemi-mavna kombinasyonları, en yaygın olarak gemi yükün kaynağına ya da varış noktasına gidemediği zaman kömür, tahıl, şarap, petrol, kereste vb. büyük yüklerin sevkiyatı için kullanılmaktadır. Mavnalar, kara içi su yolu noktaları ve önemli okyanus terminalleri arasındaki konteyner sevkiyatları için besleyici hizmeti sunmaktadır. Bu alternatifin bir değişik biçimi, özel olarak yapılmış layterlerin (motorlu ya da yedekte çekilen küçük mavnalar) “ana” geminin sığmadığı limanlara veya bu işlemin limana girmek ve yükleyip boşaltmak için gerekli zamanı kazandırdığı bir yere yapılacak taşıma için özel olarak yapılmış gemilerin içine ya da dışına yüzdürüldüğü veya kaldırıldığı, gemi-üzeri-layter sistemidir. Boru hatlarını içine alan kombinasyonlar, bir terminalden aktarmada büyük miktarda depolama gerektirir ve bu yüzden modlararası taşıma olarak kabul edilmemektedir.

### **4.3 TEKNİK VERİ / DOKÜMANTASYON**

Teknik doküman, kullanım ve bakım kılavuz ihtiyaçlarının tespiti ve temini olarak tanımlanır. Teknik ve bilimsel veriler kullanım kılavuzları, bakım kılavuzları ve

sistemin desteklenmesi için gerekli diğer dokümanların geliştirilmesi için kullanılır. Teknik verilerin kapsamına giren unsurlardan bazıları aşağıda sıralanmıştır;

- i. Yedek parça bültenleri
- ii. Nakliye kılavuzları
- iii. Bakım ve kalibrasyon kılavuzları
- iv. Teknik çizim ve özellikler
- v. Parça listesi
- vi. Fabrika bakım prosedürleri
- vii. Ürün destek verileri
- viii. Tehlikeli madde kılavuzları
- ix. Yazılım dokümanları

Lojistik uzmanı tarafından kullanılan belgeler; teknik çizimler, montaj çizimleri, teknik el kitaplarının yanı sıra geliştirme, üretim ve sistemin kalite kontrolünde kullanılan spesifikasyonları da kapsamaktadır. Lojistiğin araştırılması, tasarımının geliştirilmesi, üretimi ve sistemin işletimi sırasında yardımcı görevi üstlenmesi nedeniyle, çalışma ömrü sırasında sistemin gelişimini kontrol eden ilgili teknik belgeler sistemin ispatlanabilmesi konusunda önemlidir. Lojistik mühendisleri, mühendislik belgelerine dönüştürülen bu tasarım özelliklerinin tanımlanmasına katkıda bulunur. Operasyonel lojistik müdürleri, planlayıcılar ve teknik uzmanlar bakım, envanter yönetimi ve tedarik konularının yanı sıra lojistik destek sisteminin, sistem tasarımının ve yapılandırmasının esas belgelerini değiştirecek olan daha sonraki tasarım düzenlemelerine uyarlanması işlemi gibi işlevsel amaçlı son ürün belgelerini kullanmalıdır.

#### **4.3.1 Spesifikasyonlar**

Mühendislik ve lojistik anlamda spesifikasyon, bir sistem veya ürünün geliştirilmesi, test edilmesi, tedarik edilmesi, üretimi, montajı, kurulması ve lojistik desteği için gerekli işlem ve malzemelerin tanımlandığı bir belgedir.

**Araştırma Spesifikasyonları:** Bu tür spesifikasyonlar sistemin genel teknik hedeflerini açıklar, ilgili alt sistem ve bileşenlerin işlevsel gereksinimlerini belirler, tasarım sınırlamalarını tespit eder ve ilgili alt sistemler, parçalar ve önemli bileşenler arasında bulunan işlevsel bağlantıyı tanımlar. Bu tür spesifikasyonlar temel kavramsal araştırma çalışmaları sırasında geliştirilen parametrelere bağlıdır ve gösterim ve doğrulama aşamasında sistemin karakteristiklerinin tanımını daha da genişletmek için kullanılır. Bu gibi bir spesifikasyonun amacı daha fazla başarı potansiyeli gösterebilecek ve sistemin daha fazla geliştirilmesi ve üretimi için temel teşkil edebilecek bir mühendislik modelinin oluşturulmasıdır. Etkili bir sistem seviye spesifikasyonu sistemin uygulanabilir olduğunu ve geliştirme kaynakları ve mühendislik konularında daha fazla yatırım yapılmasına değer olduğunu göstermelidir.

**Geliştirme ve Mühendislik Spesifikasyonları:** Geliştirme ve mühendislik spesifikasyonları bir parçanın, sistemin kullanım ömrünün, mühendislik geliştirme aşamaları boyunca tasarım ve mühendislik geliştirme gereksinimlerini açıklamaktadır. Bu tür bir spesifikasyon, ileri düzeyde bir geliştirme modeli veya üretimin teknik dayanağının teyit edilmesi amacıyla yapılan ön test için bir prototip ortaya koyar. Bu gibi bir spesifikasyonda, üretimin ayrıntılı tasarımı geliştirildiğinde sistemin beklenen karakteristikleri yeterli ayrıntılarıyla açıklanmalıdır.

**Ürün veya Tedarik Spesifikasyonu:** Ürün/Tedarik spesifikasyonunda sistemin üretim yapmasına veya bir üreticiden tedarik edilmesine imkan verecek tanımlayıcı ayrıntılı bilgiler bulunmaktadır. Ürün veya tedarik spesifikasyonu esas olarak işlevsel gereksinimlerine veya esas olarak fabrikasyon (ayrıntılı tasarım) gereksinimlerine yönelik olabilmektedir.

**İşlev Spesifikasyonu:** Bir ürünün işlev spesifikasyonu ürünün tüm işlevsel gereksinimlerini ara yüz ve değiştirilebilir özellikleri ile beraber açıklamaktadır. Bir parçanın katı kurallarla belirtilmiş fiziksel yapılandırma parametrelerinden ziyade taahhüt edilen işlevsel gereksinimlerine uygun şekilde üretilmesi üzerinde durulmaktadır.

**Ürün Fabrikasyon Spesifikasyonu:** Bu tür spesifikasyonda, önceden belirlenmiş bir teknik çizim setine uygun olarak sisteme dahil edilecek parçalar, ayrıntılar ve bileşenleri ayrıntılarıyla açıklanmaktadır. Bu spesifikasyon aynı zamanda, fabrikasyon, düzenleme ve montaj prosedürlerinin uygun olmasını sağlamak için gerekli ilgili test ve tetkiklerle beraber işlevsel gereksinimlerini de kapsamaktadır.

**Askeri Uygulama:** MIL-STD-490, Tip C spesifikasyonları olarak adlandırılmaktadır. Ürün spesifikasyonlarının askeri uygulamalar için olanlar arasında;

- i. Tip C1, Başlıca Parça Ürün Spesifikasyonu,
- ii. Tip C2, Kritik Parça Ürün Spesifikasyonu,
- iii. Tip C3, Kompleks Olmayan Ürün Spesifikasyonu,
- iv. Tip C4, Stok Parça Spesifikasyonu,
- v. Tip C5, Yazılım Ürün Spesifikasyonu yer almaktadır.

**İşlem Spesifikasyonu:** Askeri programlarda MIL-STD-490, Tip D olarak adlandırılan bu tür spesifikasyon bir ürün üzerinde gerçekleştirilen hizmetlere uygulanır. Bu tür işlemler, ısıl işlem, kaynak, kaplama, paketleme, mikro film oluşturma, işaretleme gibi işlemleri içerir. İşlem spesifikasyonu başarılı sonuçlar elde etmek için özel işlemler gerektiren üretim tekniklerini kapsamaktadır.

**Malzeme Spesifikasyonu:** Bu tür spesifikasyonlar MIL-STD-490 Tip E bir ürünün üretilmesinde kullanılan kimyasal bileşimler gibi hammaddelere, boyalar gibi özel karışımlar ve elektrik kabloları, bakır tüp gibi yarı işlenmiş malzemelere uygulanır.

#### 4.3.2 Teknik Çizimler

Teknik çizimler bir sistemin başlangıç noktasından üretimine kadar doğal ilerleme süreci boyunca fiziksel tasarımını tarif etmektedir. Toplam veri paketinin önemli bir unsuru olduğu için teknik çizimler sistem spesifikasyonlarında tanımlayıcı metinleri destekler ve sistem için işletim ve bakım talimatlarını oluşturan teknik kılavuzlara dahil edilecek bir referans esas olarak hizmet verir.



Teknik çizimler, sistemin gelişim aşamalarını yansıtan gösterdikleri ayrıntı seviyelerine göre geniş bir sınıflandırma alanına sahiptir. Teknik çizimlerin seviyeleri ve bağlantılı veri listeleri, kavramsal veya geliştirme amaçlı bir tasarımı, bir üretim prototipi veya parçaların çok miktarda üretimi için gerekli teknik çizimlerde bulunan en yüksek ayrıntı seviyesinde sınırlı bir üretim tasarımı tanımlayacak şekilde düzenlenebilir. Bu seviyeler genellikle aşağıdaki şekilde sınıflandırılır:

- i. Kavramsal tasarım çizimleri (Seviye 1)
- ii. Detay tasarım ve geliştirme amaçlı tasarım çizimleri (Seviye 2)
- iii. Üretim çizimleri (Seviye 3)

#### **4.3.3 Montaj Çizimleri**

Bir montaj çizimi bir parçanın bu parçayı destekleyen yapı veya bağlantılı parçalara monte edilmesi için gerekli yapılandırma yapısı ve tamamlama bilgilerini gösteren özel türde bir çizimdir. Bir montaj çizimi özel olarak tamamlanmış bir montajı gösterebilir. Özel tipte bir montajın montaj çizimleri montaj veya yapım şartlarını gösterecek şekilde değiştirilebilir.

Bir montaj çizimi aşağıdakileri içermektedir:

- i. Monte edilen parçalar kesintisiz çizgiler şeklinde; duvar ve yapı gibi parçalar ise kesik çizgiler şeklinde gösterilir.
- ii. Donanımın ekleneceği yerlerin boyutları gibi ara yüz montajı ve birleştirme bilgileri belirtilir.
- iii. Parçanın montajı ve bu parçanın ilgili parçalarla beraber işlev görmesi için gerekli birleştirme ekleri belirtilir.
- iv. Montaj yerinin ayrıntıları, delme planları ve şok montaj ve tampon ayrıntıları da dahil tesis planlarının hazırlanması için gerekli bilgiler verilir.
- v. Kanalların yeri, boyutu ve düzeni belirtilir.
- vi. Birimin ağırlığı belirtilir.

- vii. Kablo girişlerinin, uç birim borularının ve elektrik bağlantı parçalarının yeri, türü ve boyutları verilir.
- viii. Birbirine bağlama ve kablo tesisatı verileri belirtilir.
- ix. Uygulanacak listeler ve bir araya getirme çizimleri için referanslar belirtilir.
- x. Referans olarak verilen diğer belgelerde açıklanmadığında bütün yönlerde montaj, işletim ve hizmet için gerekli alan sınırlarını ortaya koymak için yeterince ayrıntılı olarak genel ve başlıca boyutlar; kapıların açılması veya takılan birimlerin sökülmesine imkan vermek için gerekli boşlukların büyüklüğü; dönme merkezleri, yükselme ve alçalma açıları da dahil her türlü hareketli parçanın hareket veya dönme açıklıkları belirtilir.
- xi. Bir montaj çizimi monte edilecek donanım ve eğer istenirse monte edilecek parçalar için gereksinimleri oluşturmak amacıyla bir parça listesi de içerebilir.

Bir montaj çiziminde özellikle parçanın takılacağı sistem ve tesisata fiziksel olarak bağlanması ile ilgili ayrıntılar belirtilmektedir.

#### **4.3.4 Teknik El Kitapları**

Teknik el kitapları sistem parçaları ve bileşenlerinin montajı, kurulması, işletimi, rutin bakımlarının yapılması, önleyici bakım, düzeltici bakım, onarım için kontrol edilmesi ve tanımlanması ile ilgili teknik bilgiler veren lojistik teknik veriler sınıfına girmektedir. Teknik el kitapları tüm mühendislik geliştirme aşamasının doğal bir sonucudur. Toplam veri paketinin bu unsuru gelişim amaçlıdır ve ürün tasarım çalışmalarının sistemin işletimi ve bakımını kontrol eden talimatların bir özeti şeklinde nihai sonuçlarını sentezler.

Teknik el kitapları;

- i. Lojistik sorumluları ve teknik uzmanlar tarafından kullanılan teknik ayrıntılar içeren donanım ve bileşen el kitapları,
- ii. Sistem seviye el kitapları,

- iii. Tipik alıcıya yönelik olan ve önemli lojistik görevler için gerekli teknik araçlar, aletler ve becerilere dikkat etmeksizin ortalama müşteriler tarafından üstesinden gelinebilecek işlem ve denetim noktalarını belirleyen tüketim broşürlerinden oluşmaktadır.

#### **4.4 DESTEK VE TEST EKİPMANI**

Sistemlerin kullanılmasında ve bakımında gerek duyulan ekipmanların tespiti ve temini olarak ifade edilir. Bu cihazlara kalibrasyon, test cihazları, ölçüm cihazları, alet ve avadanlıklar dahildir.

Destek ve Test Ekipmanları Kategorileri aşağıda olduğu gibidir:

- i. El aletleri ve ölçüm aletleri
- ii. Alet kitleri
- iii. Alet setleri
- iv. Yer Destek Ekipmanları
- v. Hava Yer Ekipmanları
- vi. Bakım Destek Ekipmanları
- vii. Genel amaçlı elektronik test ekipmanları
- viii. Özel amaçlı elektronik test ekipmanları
- ix. Otomatik test ekipmanları
- x. Fabrika test ekipmanları
- xi. Malzeme taşıma ekipmanları
- xii. Mobil Destek ve Test Ekipmanları
- xiii. Kurulu Destek ve Test Ekipmanları

Destek ve test donanımlarının genel içeriği, bir sistem, ürün veya tesisin belirtilen işlevini yerine getirmek amacıyla özelliklerini desteklemek ve artırmak için faydalanılan her türlü aletin genel bir tasvirini kapsar. Lojistik bakış açısından bu bölüm, donanımların hepsini (elle veya elektrikle çalıştırılan) kapsayan destek ve test donanımları ve sistem veya ürünün işletim ve bakımına destek vermek için kullanılan

yardımcı cihaz türlerini açıklamaktadır. Bunlar asıl sistemin önleyici ve düzeltici bakımını kolaylaştırmak için el aletleri, durum izleme donanımları, tanı ve çalışırılık denetimi donanımları, kalibrasyon ve ölçüm donanımları, bakım yardım modülleri, bakım tezgahları ve kontrol donanımlarını kapsamaktadır. Destek ve test donanımlarının kullanımının tasarlanmasında, ürün dağıtım sistemi içerisinde her bir lojistik destek seviyesinde kullanımının uygulanabilmesi hedeflenmelidir. Lojistik destek alt sistemi olarak destek ve test donanımlarının esas sisteme dahil edilmesinin temelinde destek ve muhtemel bakım kapasitesinin sağlayacağı faydanın belirtilen amacı, ekonomik yeterliliği ve nicel çözümlenmesi bulunmalıdır.

#### **4.4.1 Destek ve Test Donanımlarının Amacı**

Lojistik destek ve test donanımlarının amacı sistemin tasarlanan idame edilebilirlik parametrelerinin uygun maliyetli bir şekilde desteklenmesidir. Genel olarak ortalama önleyici bakım süresi ve ortalama düzeltici bakım süresi olarak belirtilmektedir. Belirtilen güvenilirlik parametreleri içerisinde elden çıkarma analizi ile bağlantılı olarak sistemin bakılabilirliği ele alındığında, yapılan değerlendirme bakım personelinin destek ve test donanımları olmadan harcadığı sürenin bakım teknikerlerinin destek ve test donanımlarını kullanarak harcadığı süre ile bağlantılı olmalıdır. Destek ve test donanımlarının uygulanması bakım iş gücünde ve sonuç olarak da kullanım ömrü harcamasında bir azalma sağlaması durumunda, lojistik sorumlusuna destek ve test donanımlarını kullanması önerilecektir. Destek ve test donanımları ile bağlantılı olarak planlanan ekonomik faydalara ulaşamaması durumunda destek ve test donanımlarına yatırım yapmanın yerine tamamen insan kaynaklarına itimat edilmesi mantıklı olacaktır. Etkin olan bu düşünceler dikkate alındığında destek ve test donanımları ile ilgili aşağıdaki özellik ve şartlar lojistik sorumlusu tarafından dikkate alınmalıdır:

- i. Destek ve test donanımları bakımın her üç seviyesinde (düzenleme, ara seviye ve depo) değerlendirilmelidir.

- ii. Standart donanım bulunuyorsa yeni tasarlanan donanımlar dikkate alınmamalıdır. Kolaylıkla temin edilebilen ve piyasa şartlarına göre test edilmiş standart donanımların kullanılması tercih edilir.
- iii. Seçilen destek ve test donanımları ana sistemle uyumlu olmalıdır.
- iv. Destek ve test donanımlarının güvenilirlik ve idame edilebilirlik özellikleri esas donanımın güvenilirlik ve idame edilebilirlik özelliklerine denk olmalıdır.
- v. Bağlantılı bakım görevleri, yedek parçalar, personel, eğitim, teknik veriler ve tesisler göz önüne alınarak destek ve test donanımlarının lojistik destek gereksinimleri tanımlanmalıdır.
- vi. Test ve bakım yazılım gereksinimleri açık bir şekilde tanımlanmalıdır.
- vii. Prensip olarak destek ve test donanımlarının tahsisi, esas sistemin desteklenmesi için gerekli minimum önemli kapasiteye göre yapılmalıdır.
- viii. Otomatik test şartları, maliyeti uygun ve teknolojik olarak uygulanmanın mümkün olduğu durumlarda esas donanıma dahil edilmelidir.
- ix. Arızaların gösterilmesini sağlamak için direk arıza sinyalleri (görsel veya işitsel gösterim cihazları) sisteme dahil edilmelidir.
- x. Sürekli başarımlar (performans) izleme özellikleri, uygun olduğu durumlarda sisteme dahil edilmelidir.
- xi. Otomatik test özelliğinin limitlerinin ötesindeki arızaların ortadan kaldırılmasına imkan vermek için sistem test noktaları sistem tasarımına dahil edilmelidir.
- xii. Sistemdeki test noktaları kolay erişilebilir olmalı ve tamamlanan bakım seviyesine uygun olmalıdır.
- xiii. Sınırlı erişim durumunda birbirini takip eden test adımları, sinyal akışları, benzer özelliklerin test edilmesi veya kullanım sıklığını kolaylaştırmak için sistem test noktaları işlevlerine göre gruplandırılmalıdır.
- xiv. Sistemde tamir edilebilir parçaların doğrudan test edilmesini sağlamak için test noktaları bulunmalıdır.
- xv. Test noktaları yeterli şekilde tanımlanmalı, etiketlenmeli ve aydınlatılmalıdır.
- xvi. Sistem seviyesinde, arızalı çalışmaların hepsi basit bir “devam etme” bildirimini ile tespit edilebilmelidir. Bu özellik sistem test edilmesinin kusursuzluğunu doğrular.
- xvii. Bakım yazılımı, doğru tanı verileri sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.

- xviii. Yedek destek ve test donanımlarının, esas sistemin etkinliği için görünen değeri dikkate alınmaksızın, bu tür yatırımların önerilen destek alt sisteminin beklenen fayda değerine göreceli olarak kaynakların giderleri açısından analitik olarak dikkatle incelenmelidir.

#### **4.4.2 Belirsizlik Grup Kavramı**

Tanı, sistemin test edilebilme özelliği değerinin önemli bir unsurudur. Sistemin tanı özelliğinin belirlenmesinde en bilinen referans esası, uygun şekilde tanımlanmış bir belirsizlik grubudur. Belirsizlik grubu ifadesi bir test biriminin, sistemin arıza yapmasında pay sahibi olan bir bileşen veya alt modül grubunu diğerlerinden ayırabileceği tanımlama seviyesini ifade etmektedir. Bu gruplandırma içerisinde tasarım mühendisi, arızalı çalışan belirli bir birimin diğerlerinden ayırmak veya bu amaçla bir dizi bakım yardım modülleri tanımlamak için özel direk test cihazları kullanma seçeneğine sahiptir.

##### **4.4.2.1 Bakım yardım modülleri**

Bakım yardım modülleri, uygun bir belirsizlik grubunu oluşturanlarla özdeş özellikle belirtilmiş bir dizi modül veya bileşenin arızalı modülü diğerlerinden ayırmak için kullanıldığı bir bakım uygulamasını ifade etmektedir. Bakım yardım modüllerinin her biri, grup içerisinde arızalı modül tespit edilene kadar belirsiz grupta karşılık gelen modülün yerini alır. Bakım yardım modülleri kavramı bir seri devreye bağlanmış ışıklar dizisi ile tasvir edilir, burada ışıklardan biri arıza yaparsa, ışıkların oluşturduğu tüm dizi de işlev yapamaz hale gelir. Tüm seri yeniden yanana kadar seride bulunan ampullerin her birinin, çalıştığı bilinen bir ampulle fiziksel olarak değiştirilmesi sonucu, yenisi ile değiştirildiğinde devrenin eski haline geldiği bir ampul arızalı bileşen olarak tespit edilir. Bakım yardım modüllerinin bir belirsizlik grubu içerisinde arızanın ayrılması için daha basit ve daha uygun bir metot olduğu şartlar bulunmaktadır. Tasarım kavramlarının hepsinde olduğu gibi fiyat ve fayda arasındaki dengenin analiz edilmesi sistemin test edilebilirlik özelliklerinin tespit edilmesinden önce tamamlanmalıdır. Tek başına yeterliliğin önemli olduğu sistemlerde, iç test edilebilme özelliği konusunda

sonuç olarak yapılacak yatırımlar ve sistem masrafındaki artış dikkate alınmaksızın yerleşik test unsurları mecburi tasarım özellikleridir.

#### **4.4.2.2 Tespit etkinlik ölçümleri**

Tespit etmeyi sağlayan donanımlarının etkinliği fayda ve güvenilirlik bakımından ölçülebilir. Bu ölçümlere; cihazlarının tespit edebildiği arıza türlerinin beklenen toplam arızalı çalışma türlerine oranı, belirsizlik grubu içerisindeki arızalı çalışmaların tespit edilmesinde test cihazının güvenilirliği gibi örnekler verilebilir.

Bu destek ve test donanımlarının güvenilirliği yüzde veya ondalık şekilde gösterilebilir. Sistem seviyesinde arızalı bir çalışmanın belirlenmesindeki başarı ihtimali olan sistem seviyesi güvenilirliği sistem seviyesi arıza göstergelerine bağlıdır. Sistemde tanımlandığı şekilde belirsizlik gruplarının ölçülmesi için kullanılan ayrı test cihazlarının güvenilirlik sonucunun belirlenmesi ile hesaplanabilir.

#### **4.4.3 Destek ve Test Donanımları ile İlgili Ekonomik Faktörler**

Destek ve test donanımları mecburi sistemin kendi kendine yeterliliğiyle veya ölçek ekonomileri veya alternatiflerin yarar mukayesesi ile yönlendirilir. Sistemin yerleşik test özelliği olan kendi kendine yeterlilik ihtiyaçları; erişebilirlik şartları, parçaların standardizasyonunun ele alınması vb. gibi açılardan en verimli idame edilebilirlik tasarımını sağlamak için tasarıma dahil edilir. Destek ve test donanımları esas sisteme olası bir alt sistem olarak düşünüldüğünde sistemin öngörülen işletimsel kullanılabilirlik parametrelerine bağıntılı olarak sistemin toplam güvenilirliği (arızalar arasındaki ortalama süre) ve idame edilebilirlik (ortalama önleyici bakım süresi ve ortalama düzeltici bakım süresi) şartlarına göre değerlendirilecek faydalar bulunmaktadır. Destek ve bakım donatımının sistem tasarımına daha fazla dahil edilmesi bakım personeline daha az ihtiyaç duyulması anlamına gelir, fakat yerleşik test veya yardımcı test cihazlarına yapılan yatırım harcaması artar. Destek ve test donanımına en az düzeyde yatırım yapılması alternatif bir yöntemdir fakat bu da bakım iş gücü kaynakları harcamasının artmasına neden olmaktadır.

## 4.5 BAKIM

Bakım, bir sistemin belirlenen seviyede çalışmasını devam ettirmek veya sistemi tekrar bu seviyeye geri getirmek için gerekli her türlü işlemi kapsayan lojistik bir faaliyettir. Sistemin asgari ömür devri maliyeti ile ihtiyaç duyulduğunda kullanıma hazır olması ve hedeflenen kullanılabilirlik seviyelerini yakalaması için yapılması gerekenleri ve destek ihtiyaçlarını tanımlamak olarak da adlandırılabilir.

Bakım; düzeltici bakım, önleyici bakım, hizmet olarak üç farklı tipte gerçekleştirilir. Düzeltici bakım; arızalı bir sistemi belirlenen işletim kapasitesine geri getirmek amacıyla ihtiyaç duyulan onarımları sonuçlandırmak için önceden programlanmamış gerekli faaliyetleri kapsamaktadır. Önleyici bakım; belirli arıza türlerinden kaçınmak için önceden programlanarak önemli bileşenlerin düzenli olarak tetkik edilmesi, servise alınması, yağlanması, temizlenmesi, şartlara göre izlenmesi, düzenli aralıklarla yenisi ile değiştirilmesi gibi işlemlerle yerine getirilen planlı bakım faaliyetlerini içermektedir. Hizmet ise ekipmanların yağlanması, taşıma için hazırlanması vb. şeklinde açıklanabilir.

Bakım seviyeleri, organizasyon seviyesi, ara seviye ve depo seviyesi olarak üç seviyede tanımlanır. Her seviyede bakım işlevleri tesisin kapasitesine veya geçerli ekonomik etkinlik kriterlerine göre kararlaştırılır veya izin verilir. Sistem bakım stratejileri ve planlanması, sistemin tasarım ve geliştirilmesi sürecinde ortaya konulan bakım kavramından ortaya çıkmaktadır.

Bakımı yerine getirmek için, teknik veri, tesisler, bakım planı, bakım el kitapları, aletler ve test ekipmanları, insan gücü, personel, kaynak, bilgisayar kaynakları desteği, paketleme, taşıma, depolama gibi lojistik destek elemanlarına ihtiyaç vardır.

### 4.5.1 Bakım Kavramı

Bakım; lojistiği, diğer sistem tasarım disiplinleri ile daha etkin bir şekilde bütünleştirmek için sistem gelişiminin ilk aşamalarında yapılır. Bakımın hangi seviyede,



kim tarafından yapılacağı ve bakımın diğer faaliyetler ile ilişkileri de dahil olmak üzere tüm etkileri dikkate alınmalıdır.

Aşağıdaki açıklamalar bir sistemin bakım stratejisinin geliştirilmesi ile ilgilidir. Bakım kavramının formüle edilmesi sırasında lojistik sorumlusu tarafından dikkate alınmalıdır.

- i. Bakım seviyeleri belirtilmeli ve tanımlanmalıdır.
- ii. Her bir bakım seviyesinde tamamlanacak işlevler belirtilmeli ve yeri belirlenmelidir.
- iii. Sistemde bulunan tamir edilebilir modüllerin onarımı, sökülmesi ve yenisi ile değiştirilmesi veya elden çıkartılması kararının verilmesi ile ilgili onarım prensipleri ve tasarım kriterleri, uygulanacak olan her bir bakım seviyesi için tanımlanmalıdır.
- iv. Uygulanacak her bir bakım seviyesinin toplam süre parametreleri belirtilmelidir.
- v. Depolama noktaları ve her bir bakım seviyesi yerleri arasındaki gerçek sipariş süreleri ve sevkiyat sürelerine dayalı olarak tedarik süresi maddeler halinde belirtilmelidir.
- vi. Her bir bakım seviyesi için destek ve test donanımı gereksinimi değerlendirilmeli ve tanımlanmalıdır.

#### **4.5.2 Bakım Seviyeleri**

Bakım işlemi, coğrafi yer, tesisatların türleri, gerçekleştirilen işlevler ve tek başına bir tesisatın genel olarak ürünü destekleyen lojistik duruma ne gibi bir katkıda bulunduğu konusundaki ekonomik etkinlik esasına göre tanımlanan üç seviyeli hiyerarşik bir altyapıyı kullanır. Bakım işleminin üç seviyesi; organizasyon seviyesi, ara seviye ve depo seviyesi olarak adlandırılır.

##### **4.5.2.1 Organizasyon seviyesi bakım**

Organizasyon seviyesi bakım, sistem operatörleri ile günlük olarak ilgilenen bakım personelinin kapsar. Bu seviyede bileşenlerin onarımı için sınırlı bir kapasite

bulunmaktadır ve bu nedenle arızalı parçaların büyük bir kısmı hangi durum uygunsu test edilmeleri, tamir ve elden çıkarılmaları için bir sonraki bakım seviyesine gönderilir. Sistemin tasarımının, organizasyon seviyesi bakım için belirtilen kısıtlamaları ve bakım işlevlerini dikkate alınması modüler ara yüzleri ve erişebilirliği yansıtmaları önemlidir.

#### **4.5.2.2 Ara seviye bakım**

Sistemin bakımının bu seviyesi, normalde ürün servis merkezlerinde, dağıtım merkezlerinde veya bazı durumlarda da, organizasyon seviyesi bakım kapasitelerini artırmak için çeşitli bölgelere gönderilebilen ve taşınabilir bakım ünitelerine sahip mobil bakım ekipleri tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu seviyede düzeltici bakım genellikle önemli modüllerin ve montaj parçalarının sökülmesi ve yenisi ile değiştirilmesini veya parçaların onarılmasını kapsar. Sistemin ayrıştırılması ve yeniden kurulmasını gerektiren programlanmış bakım bu seviyede tamamlanabilir.

#### **4.5.2.3 Depo seviyesi bakım**

Depo seviyesi bakım, en üst düzeydeki bakım seviyesidir. Normalde bir üretim noktasında, sistemi üreten tesisinde veya yetkili bir onarım tesisinde gerçekleştirilmektedir. Depo seviyesinde uzmanlık, destek ve test donanımları, yetkili tesisler, yedek parçaların çokluğu ve çeşitliliği gibi hususlar organizasyon ve ara bakım seviyelerinde bulunanlardan daha fazladır. Bakımın depo seviyesinde sistemin onarımı için elden geçirilmesi, sistemin yeniden tesis edilmesi ve seviyelerin hepsinde kullanılan destek ve test donanımlarının kalibrasyonunun yapılmasının yanı sıra oldukça karmaşık bakım görevlerinin başarılı bir şekilde tamamlanması gerçekleştirilebilir.

#### **4.5.3 İdame Edilebilirlik Niteliklerinin Ayırt Edilmesi**

Bakımı oluşturan alt işlemler, yapılan işlemlere olan katkılarını etkileyen kendine has doğal özelliklere sahiptir.

#### 4.5.3.1 Düzeltici bakımın özellikleri

Düzeltici bakım, bir onarım işlemidir. Bakım işleminin bu unsuru, sistemin tesadüfi olarak arızalı çalışması sonucu yerine getirilmesi gereken ve önceden programlanmamış bakım faaliyetlerinin hepsini kapsamaktadır. Düzeltici bakım döneminde yapılan faaliyetlerin sırası, arızanın tespit edilmesi ve belgelenmesini, arızanın yerinin belirlenmesini ve diğerlerinden ayrılmasını, arızalı parçaların demonte edilmesi ve sökülmesini, yeniden monte edilmesi ve kontrol edilmesini kapsamaktadır. Onarım işlemi aynı zamanda şüphelenilen bir bileşenin test ve değerlendirmesinin herhangi bir arızanın gerçekte hiçbir zaman meydana gelmediğini; arıza sinyalinin hatalı tanı, operatörün gösterge veya sinyalleri yanlış yorumlaması sonucu yanlışlıkla verilmiş olduğunu göstermesine neden olabilecek “yanlış arızalar” ihtimalini de göz önüne alır.

#### 4.5.3.2 Önleyici bakımın özellikleri

Önleyici bakım, bir sistemin belirtilen bir başarımlı seviyesinde çalışmaya devam etmesini sağlamak için gerçekleştirilen programlanmış her türlü bakım faaliyetlerini kapsamaktadır. Önleyici veya programlanmış bakım düzenli aralıklarla yapılan tetkikler, sistem veya şartların incelenmesi, önemli bileşenlerin düzenli aralıklarla sökülmesi ve yenisi ile değiştirilmesi, kalibrasyon işlemleri, dışarıda rutin bakımının yaptırılması, yağlanması ve temizlenmesi gibi işlemleri kapsamaktadır.

#### 4.5.3.3 Tasarımın etkileri

Bir sistemin tasarım nitelikleri, herhangi bir bakım seviyesinde bir parçanın kesin olarak tamir edilemez, kısmen tamir edilebilir veya tamamıyla tamir edilebilir olup olmadığını belirtir.

**Tamir edilemez parça:** Tamir edilemez bir parça, genel olarak modüler birleştirme ile yapılan veya yenisi ile değiştirme masrafı nispeten düşük olan ve bir arıza meydana geldiğinde atılacak olan parçadır. Hiçbir tamir işlemi yapılmaz ve ilgili parça, yedeği ile değiştirilir. Arızalı parça daha sonra atılarak elden çıkartılır veya diğer yerlerde

kullanılacak hale getirilir. Yenisi ile değiştirilen parçaların yeniden tedarik edilmesi haricinde herhangi bir ara seviye depolama seviyesi bakım desteği gerekli değildir. Bu uygulama için idame edilebilirlik tasarım kriterleri, parçanın atılmasından önce gerçekte bir arızanın meydana gelmiş olduğunu doğrulamak amacıyla güvenilirliği yüksek yerleşik birim kendi kendine test edebilme özelliği sağlamalıdır.

**Kısmen tamir edilebilir parça:** Bir parça kısmen tamir edilebilir parça olarak belirtildiğinde, bütünün bazı bileşenleri sökülme, yenisi ile değiştirmek ve atmak üzere teşhis edilir, diğer bileşenler ise bir hiyerarşik bakım seviyelerinin birinde veya daha fazlasında ekonomik açıdan tamir edilebilir kabul edilir ve bu nedenle yaygın olarak tamir edilebilir parça yönetim işlemleri kapsamında işleme alınır.

**Tamamıyla tamir edilebilir parça:** Bu bakım sınıfına dahil olan bir parça, belirtilen bir veya birden fazla bakım seviyelerinde tamamıyla tamir edilebilir olarak kabul edilir ve böylece özel amaçlı tesisatlar, destek ve test donanımları, özel amaçlı uzmanlık alanları, özel amaçlı teknik verilere yatırım yapılmasını ve ayrıca yedek ve tamir parçaları envanterinin desteklenmesini gerekli kılmaktadır.

#### **4.5.3.4 Bakım seviyesinin belirlenmesinde ekonomik faktörler**

Organizasyon, ara seviye ve depo seviyesine tahsis edilen parça bakım sorumlulukları temel olarak ekonomik etkinlik düşüncesi esasına göre belirlenmelidir. Bölge belirleme kararlarının büyük bir kısmında etkili olan tamir seviyesi ve ekonomik etkinlik prensipleri üzerinde durulmaktadır. Sistemin, bakım hiyerarşisindeki her seviyede yapılan faaliyetlere atfedilen sözleşmede belirtilen ayrıntılarının tanımı, Tablo 4.1’de gösterildiği gibi, düşük seviyeden daha yüksek seviyelere gidildikçe kapsam ve karmaşıklığın arttığını göstermektedir.

**Tablo 4.1: Bakım seviyeleri**

BAKIM SEVİYESİ	BAKIM SORUMLULUKLARI
Organizasyon Seviyesi	Bakım görevlerinin kapsamı sistem ve bazı alt sistemler ile ilgili sökme, yenisi ile değiştirme ve tamir (yetki verildiği şekilde) işlemlerini kapsamaktadır. Bu, iş kırılım yapısı genellikle 1. veya 2. seviyeye kadar genişlemektedir.
Ara Seviye	Organizasyon seviyesine tahsis edilen işlevlerin hepsinin yanı sıra alt malzemeleri de kapsamaktadır. Sistemin sözleşme karmaşıklığı genellikle iş kırılım yapısı 2. veya 3. seviyeye genişlemektedir.
Depo Seviyesi	Organizasyon ve ara seviyelere tahsis edilen işlevlerin hepsinin yanı sıra bileşenler, yedek ve tamir parçalarında kapsamaktadır. Sözleşme ayrıntılarına iş kırılım yapısı 3. veya 4. seviyeye genişleyen toplam sistem altyapısını kapsamaktadır.

*Kaynak:* Değişen ve Gelişen Çağda Lojistik

Tamamıyla veya kısmen tamir edilebilir birimlerde tamir edilebilir modüller şeklinde tanımlanan parçalarda arızalı parçaların düzenlenmesi için üç tane bakım seçeneği bulunmaktadır. Bunlar;

- i. Tamir,
- ii. Bir sonraki daha yüksek bakım seviyesine gönderme,
- iii. Kullanılamaz durumdaki parça için yürürlükte olan kriterlere göre kullanılamaz kararının verilmesi ve elden çıkarılmasıdır.

Aşağıdaki ilkeler bu işlem ile ilgilidir;

- i. Bir tamir edilebilirlik seviyesinin belirtilmesi, belirtilen seviyenin bakım hiyerarşisi içerisinde, parçanın tamir edilmesi yetki ve kapasitesine sahip en düşük seviye anlamındadır.
- ii. Organizasyon seviyesinde tamir edilebilir olarak belirtilen arızalı parçalar ara seviye ve depo seviyesinde de tamir edilebilir.
- iii. Organizasyon seviyesinde ara seviye olarak gösterilen ve ara seviyede tamir edileceği belirtilen arızalı parçalar aynı şekilde depolama seviyesinde de tamir edilebilir.

- iv. Depolama seviyesi anlam olarak depolama seviyesinde arızalı parçaların yanı sıra sadece depolama seviyesinde tamir edilebilir olduğu belirtilen parçaları da içine almaktadır.
- v. Bakım seviyelerinin her birinde, ilgili seviyede geçerli olan faktör, şart ve koşullara göre uygulanacak olan ve parçanın arızalı olduğu kararının alınacağı kriterler bulunmaktadır. Arızalı olduğuna karar verilmiş olan parça hurdaya atılabilir veya gelir kazanmak için parçadan başka bir şekilde yararlanılabilir.

#### **4.5.4 Hiyerarşik Bakım Seviyelerinde Yapılan Faaliyetler**

İdeal lojistik sistemde savunma sistemi ile ilgili bakım faaliyetlerinin hepsi organizasyon düzeyinde tamamlanmaktadır. Bu genellikle, hızlı kullanım süreleri, yedek ve tamir parçaları stokunun çok olmasını öngörür. Bakım süresi sırasında bulunmamasını ve kullanıma uygunsuz olma durumunu telafi etmek için esas parçaların geniş bir yedek stokunun bulundurulması ile desteklenmelidir. Sistem sorumlusu bu tür bir lojistik noktanın, satış yerlerinin normal olarak çok olması ve dağınık olması nedeniyle ekonomik olarak engelleyici olduğunu ve bu nedenle de mevcut olmadığını kabul eder.

##### **4.5.4.1 Organizasyon seviyesi bakım faaliyetleri**

Bakımın önemli olduğu bir parça bu seviyede tamir edilebilir olarak belirtilebilir. Eğer ekonomik faktörlere göre arızalı parçanın tamir edilmesi mümkün değilse ve parça kullanılamaz kararının verilmesi için kabul edilen kriterlere uygunsa atılır. Eğer arızalı parça, organizasyon seviyesinde tamir edilebilir olarak belirtilmezse ve kullanılamaz kararı verilmezse, değerlendirilmesi ve daha sonra elden çıkarılması için bir sonraki daha yüksek bakım seviyesine gönderilir. Parça ile ilgili bakım stratejisi organizasyon seviyesinin bu gibi tamir edilebilir parçaları ara seviye ve depo seviyesi imkanlarına bırakmasını şart koşabilir. Bu seviyede tamir edilebilir olarak belirtilen parçalar için sistemin, yanlış arıza bildirimlerinin verilmesi ihtimalini ortadan kaldırmak için sistemde oldukça güvenli tanı özelliklerinin bulunması önemlidir. Parçaların organizasyon

seviyesinde tamir edilebilir olarak belirtilmesi ile ilgili olarak, bakım prensiplerini desteklemek için yedek ve tamir parçalarının stoku bulunmalıdır.

#### **4.5.4.2 Organizasyon seviyesinde minimum stok gereksinimleri**

İhtiyat ve beklenmedik durum stoklarının hazırlanması haricinde organizasyon seviyesinde bakım için gerekli minimum stok gereksinimleri aşağıdakileri kapsamaktadır;

- i. Tamir edilebilir olduğu kararlaştırılan parçaların eski haline getirilmesi için gerekli olan yedek ve tamir parçaları,
- ii. Tamir edilebilir olduğu kararlaştırılan parçaların, parça tamir edilebilme oranı ve lokal toplam bakım süresi esasına göre yedek parça stoku,
- iii. Tamir edilebilir olduğu kararının verilmediği ve tamir edilemezlik oranı ve yeniden tedarik süresi esasına göre daha yüksek seviyelere gönderilmesi gereken parçalar için yedek parça stoku,
- iv. Kullanılamaz oranı ve yeniden tedarik süresi esasına göre, tamir edilebilir olduğu kararlaştırılan parçalar için yedek parça stoku.

İhtiyat stokları veya beklenmedik gereksinimlerle ilgili şartların yukarıda tanımlanan minimum seviyelere ek olduğu belirtilmelidir.

#### **4.5.4.3 Ara seviye bakım faaliyetleri**

Ara bakım seviyesindeki iş yükü, organizasyon bakım faaliyetlerinden gelen tamir edilebilir referanslarının yanı sıra uygulanmakta olan parça bakım prensipleri tarafından ara seviyede tamir için önceden belirlenmiş parçaları kapsamaktadır. Ekonomik elemelerde başarısız olan ve kullanılamaz kararının verilmesi şartlarına uyan tamir edilebilir parçalar atılır. Bakım sistemi disiplinine uygun olarak bu seviyede tamir için belirtilmemiş bu arızalı parçalar depo seviyesine gönderilmektedir.

#### **4.5.4.4 Ara seviyede minimum stok gereksinimleri**

Ara bakım seviyesindeki minimum stok gereksinimleri aşağıdakileri kapsamaktadır;

- i. Ara seviyede tamir edilebilir olarak belirtilen parçaların düzeltici bakımını desteklemek için yedek ve tamir parçaları,
- ii. Organizasyon seviyesi tamir edilebilme oranı, orta seviye faaliyeti içerisinde tamir edilebilme oranı ve orta seviye toplam bakım süresine göre tamir edilebilir olarak adlandırılan parçalar için yedek parça stoku,
- iii. Tamir edilebilme sınıfları ve tedarik süresine göre depo seviyesine gönderilen, tamir edilebilir olduğu belirtilmeyen parçalar için yedek parça stoku,
- iv. Kullanıma uygunsuzluk sınıfı ve yeniden tedarik süresine göre tamir edilebilir olduğu belirtilen parçalar için yedek parça stoku.

Bazı şartlarda ara seviye faaliyeti, iş yükü taleplerinde anormal dalgalanmaları ortadan kaldırmak amacıyla, kritik parçaların belirtilen bir stok gün sayısını tutabilir.

#### **4.5.4.5 Depo seviyesi bakım faaliyetleri**

Depo seviyesindeki iş yükü, organizasyon ve ara seviyede tamir edilebilir parçalar ve özel bir şekilde depo seviyesinde tamir edilebilir olarak belirtilen parçalar ile oluşturulmaktadır. Sistemin elden geçirilmesi ve yeniden yapılması sorumluluğu depoya verilmiştir. Deponun başka bir önemli işlevi de, organizasyon ve ara seviye faaliyetlerinin bağlı yapısından gelen talepleri karşılamak için yenisi ile değiştirilecek parça ve yedek parçaların ve tamir parçalarının yeterli bir envanterinin tutulmasıdır. Depo seviyesi toplam bakım süresi, organizasyon ve ara bakım seviyelerinden çok farklıdır. Depo varlıklarının azalması atölye programı süresinde bu varlıklara olan talebi karşılamak için hesaplanan bir envanter seviyesi ile dengelenir. Organizasyon ve ara seviyelerdeki durumun aksine depoya gelen kaynak, sistemin kullanılmaz parçalarını tekrar eski haline getirmek için gerekli tedarik ve idari sonuçlandırma süresi ve lojistik sistem gereksinimlerindeki ayarlamalarla ile belirlenmektedir.



#### **4.5.4.6 Depo seviyesi minimum stok gereksinimleri**

Depo seviyesinde minimum depo seviyesi stok ihtiyacı aşağıdakileri kapsar;

- i. Depo seviyesinde tamir edilebilir olarak belirtilen parçalar için yedek ve tamir parçaları,
- ii. Organizasyon ve ara seviyede tamir edilebilir parça sınıfları, depo içi “iş yönlendirmeli” tamir edilebilir parça kararları ve toplam depo süresine göre sadece depo seviyesinde tamir edilebilir olan parçalar için yedek parça stoku,
- iii. Sistemin elden geçirilmesi, yeniden yapılması için gerekli malların stoku,
- iv. Organizasyon, ara seviye ve depo seviyesi kullanılmaz sınıflarının toplamı ve parçaların parça satış bayileri ve üreticilerden tedarik edilmesi için tedarik ve idari sonuçlandırma süresine göre tamir edilebilir parça stokudur.

Depo seviyesi bakım yönetimi, lojistik destek ağı içerisindeki talep dalgalanmalarını karşılamak için, kritik ve çok önemli yedek parçaların artan envanter seviyelerine ihtiyaç duymaktadır.

#### **4.5.5 Tamir Etmek ve Elden Çıkarmak İçin Eleme Yapılması**

Bir sistemin modüler bir bileşenin tamir edilmesi veya atılması kararının alınması ekonomik ve ekonomik olmayan değerlendirmelere göre yapılır. Genellikle nihai karar her iki tür kriterin de elden çıkarma analizi yapılarak alınmaktadır.

##### **4.5.5.1 Tamir edilmesini destekleyen faktörler**

- i. Ekonomik kriterler,
- ii. Envanter: Değiştirilecek parçalar için envanter seviyelerinin ve depo saklama kapasitesinin sürekli aynı düzeyde tutulmasının masrafı engelleyici olabilir (özellikle iklim şartlarına göre kontrol edilen depolama işlemi gerektiren çevre şartlarına duyarlı parçalarda),

- iii. Nakil: Değiştirilecek parçaların sevkiyat masrafı parçanın birim fiyatına nispeten gereğinden fazla olabilir,
- iv. Ekonomik olmayan kriterler,
- v. Güvenilirlik veritabanı,
- vi. Piyasa uyumluluğu: Yüksek rekabete dayanan bir piyasa ortamında acil onarımların yapılmasını sağlamak ve uyumluluğu temin etmek için yerel şartlar, yerinde bir tamir kapasitesi gerektirebilir,
- vii. Ağırlık: Ağır parçalar; özel paketleme, kontrol ve nakledilmesi ihtiyacından ziyade yerel onarım tesislerine gerek duyabilir.
- viii. Hacim: Sınırlı depo alanı, büyük depolama hacmi gerektiren çok yer kaplayan parçaların yerleştirilmesini imkansız hale getirebilir.

#### **4.5.5.2 Elden çıkarılmasını destekleyen faktörler**

- i. Ekonomik kriterler,
- ii. Tasarım: Tasarım özelliği nedeniyle oldukça güvenilir olan bir parça nadiren arızalanacaktır. Bir onarım tesisinin bulundurulmasından ziyade bu gibi bir parçanın nadir olarak meydana gelen arızalanması durumunda yenisi ile değiştirilmesi ve atılması maliyeti daha uygun olacaktır.
- iii. Mühendislik: Bir elden çıkarma politikası, atılacak olan bir modülün içerisinde bulunan bileşenlere erişimin sağlanması ihtiyacını ortadan kaldırarak tasarım ve fabrikasyon konusunda tasarruf sağlayacaktır.
- iv. Birim üretim fiyatı: Yenisi ile değiştirilecek modüllerin üretim miktarlarındaki artış parçaların birim fiyatını azaltır.
- v. Ekonomik olmayan kriterler,
- vi. Modifikasyon: Ürünün geliştirilmesi ve terfisi birimsel bileşenlerin hepsinin yenisi ile değiştirilmesi ile kolay hale getirilir.
- vii. Uzmanlık: Sök ve yenisi ile değiştir prosedürleri uzman teknik personel ihtiyacını azaltır.
- viii. Tesisler: Elden çıkartma ilkeleri daha kritik, yüksek öncelikli teslimatlar için boş alan oluşturarak pahalı onarım tesis alanına duyulan ihtiyacı azaltır.

#### 4.6 İNSAN GÜCÜ VE PERSONEL

Sistemin işletimi ve idamesi için gerekli personelin tespiti ve temini olarak tanımlanır. İşgücü ihtiyaçları sistemin toplam kullanım ömrünün tamamı göz alınarak ilgili ELD elemanlarına göre belirlenir. İnsan mühendisliği insan-makine ara yüzünün başarılı bir şekilde oluşturulması için kullanılmalıdır. Lojistik destek görevlerinin ekonomik olarak gerçekleştirilmesi insan gücü ihtiyaçlarının belirlenmesinde ana kriterlerden biri olmalıdır.

İnsan gücü ve personelin entegrasyonunu amaçlayan bir program olan İnsan Gücü Personel Entegrasyonu (İGPE) insanın bakım, işletme ve öncelikle silah sistemleri ve ekipmanı konusundaki performansını ve güvenilirliğini artırmaya yönelik hazırlanmış bir idari ve teknik programdır. Ancak, her türlü ekipmana uygulanabilir. Sistem tasarımı, gelişimi, üretimi ve yeni versiyon hazırlanması süresince ele alınan tüm insan kaynakları amaçları ve sınırları konusuna verilen önem İGPE programının amacına ulaşmasında önemli rol oynar. İnsanlar uzmanlık konuları dahi olsa bazı konularda kısıtlı doğal ve fiziki yeteneklere sahiptirler. Bu nedenle, tasarımda insan faktörü kesinlikle hesaba katılmalıdır. Tasarımı geliştirmenin bir yolu personel özellikleriyle bütünleşmek, bir başka yolu ise terfinin ne kadar etkili yapıldığını belirlemek için tasarımı değerlendirmektir. Terfi değerlendirme sürecinin özünü, istenen kişilerin sayısını ve özelliklerini ve kaçının mevcut olabileceğini tahmin etmek oluşturmaktadır. İGPE programında insan kaynakları amaçları ve sınırları altı bölümde incelenir. Bunlar insan gücü, personel, eğitim, insan faktörleri, sistem emniyeti ve sağlık sorunlarıdır. İlk dört alan insan performansı ve güvenilirliğini doğrudan etkiler. Sistem emniyeti ve sağlık sorunları daha dolaylı olarak etkiler ancak sistem gelişimi boyunca göz ardı edilmeleri durumunda toplam sistem performansı olumsuz şekilde etkilenir.

İGPE çok yönlü bir programdır. Eğitim, test ve değerlendirme, lojistik ve malzeme geliştirme konularıyla ilgilenen insanların ve firmaların İGPE hakkında farklı bakış açıları vardır. Ancak, hepsi İGPE'den bir fayda sağlar. İGPE, kullanıcılar ve sistemi geliştirenler arasında bir koordinasyon sağlamaktadır. Eğitimciler, program geliştirenler, tedarik uzmanları, lojistikçiler, laboratuvar uzmanları ve mühendislik mesleklerinden kişiler İGPE ile ilgilendirilir. İGPE kavramı ilk olarak Amerikan ordusunda

kullanılmıştır. İGPE'nin başarısının nedeni askeri ve sanayi sektöründeki bu uzmanların ortak çabalarının sonucudur. Her ikisinin de farklı sorumlulukları olmasına rağmen, ilgi alanları İGPE gereksinimlerinin iletişimi ve tasarım çözümlerinin geliştirilmesi konularında çakışmaktadır. Askeri birimlerin sanayi ile yakın ve sürekli bir ilişki içinde bulunmaları ve bu ilişkiyi devam ettirmeleri gereklidir. Bu arada sanayi hem gereksinimler hem de sanayinin gereksinimlere tepkileri konusundaki görüşleri hakkında bilgilendirilmelidir. Aynı zamanda İGPE'nin sistem tasarımında büyük rol oynadığının kesinleşmesi için sanayide günlük bazda ortak bir çalışmanın yapılması gerekmektedir. Sanayi insan performansını ve güvenilirliğini artıran bir sistem tasarlamalı, kurmalı ve dolayısıyla toplam sistem performansını geliştirmelidir. Daha da ötesi, askeri birimler kısa dönem ve planlanan uzun vadeli tehditlere karşı hızlı ilerlemeler sağlayabilmek için mühendislik ve teknolojiye güvenmektedirler. İnsan gücünün en iyi dağılımını sağlayabilmek amacıyla insanların görev değişikliklerini mümkün olduğunca çok yapabilmek için teknolojiden faydalanılmaktadır. Ancak yeni sistem teknolojisi kendi başına bir çözüm değildir. Eğer sistem tasarımı önceden tanımlanmış İGPE hedef ve sınırları ile yönlendirilmez ise, ekipman, işletmen ve bakım elemanları, depo seviyesindeki sivil bakım elemanları ve kuvvet yapısı arasındaki uyumsuzluklar servisler için sorunlar doğuracaktır. Böylelikle, İGPE programının esas amacı insan performansını artırarak toplam sistem performansını optimize etmek amacıyla sistem tasarımını etkilemek olmaktadır. Gelişmiş ekipman kendi içinde insan gücü gereksinimlerini azaltamaz, çünkü gelişmiş teknoloji ve çok parçalı sistemler özellikle tamir ve bakım için üstün yetenekli personel gerektirebilir. Eğer personel istenen yeteneklere sahip değil ise, kuvvet yapısı, tayin seviyeleri veya eğitim zamanlarında artış tehlikeleri görülebilecektir.

#### **4.6.1 Entegre Lojistik Destek (ELD)/İnsan Gücü ve Personel Entegrasyonu**

ELD/İGPE destek konularını açıklayan, ürün ömür devri boyunca etkili ve ekonomik sistem desteğini garantiye alan, sistem gelişimi, tedarik ve işletim konularının ayrılmaz parçası entegre bir oluşumdur. ELD/İGPE'nin sistem mühendisliği ve tasarım konularına ana etkisi, lojistik destek ihtiyaçları ve sistem bakım konseptleri ile olur.

Lojistik destek gereksinimleri ve sistem bakım konseptleri İGPE, bakım ve Lojistik Destek Analizleri (LDA) tarafından sağlanmaktadır.

Ürün program kontrol yapısı içindeki ELD/İGPE koordinasyon ve entegrasyon faaliyetleri ELD değişim kararları ve entegrasyonu içermektedir. ELD entegrasyonu da LDA ara yüzleri olan güvenilirlik, bakım-onarım, İGPE test edilebilirlik, lojistik ve tasarım ile sağlanır. Aynı zamanda ELD/İGPE, tasarımın yeniden incelenmesi, lojistik tasarımın yeni bir bakış açısıyla incelenmesi ve tüm değişikliklerin bir lojistik değişim kurul temsilcisi tarafından değerlendirilmesi aktivitelerini kapsamaktadır.

#### **4.6.2 İnsan Gücü ve Personel Entegrasyonunun Temel Amaçları**

İGPE'nin temel amacı aşağıdaki konularda iyileştirme sağlamaktır;

- i. İnsan performansını gerekli sayan toplam sistem performansı: Toplam sistem performansı ekipman performansı ve insan performansının bir fonksiyonudur. Her ikisi de fiziki, sosyal ve işleme bağlı birtakım çevresel faktörlerden etkilenmektedir.
- ii. İnsan gücü ve personel kullanımı: Çoğu durumlarda personel ihtiyaçları malzeme sistem tasarımı tarafından zorla kabul ettirilmektedir. Bu amaçları başarıyla yerine getirebilmek için, İGPE konularının erkenden ve sürekli olarak malzeme tedarik sürecine dahil edilmesi gerekmektedir.

#### **4.6.3 Ömür Devri Sistem Yönetimi ve İnsan Gücü ve Personel Entegrasyonu**

##### **4.6.3.1 Ön konsept araştırma safhasında insan gücü ve personel entegrasyonu**

Tüm sistemlerde, İGPE ömür devrinin tüm safhalarında göz önünde bulundurulmalı ve her safhaya entegre edilmelidir. Bu safhada İGPE insan faktörünü insan gücü, halihazırda olan veya kazanılabilir yetenekler, kabiliyetler ve eğitim konuları açısından ele almaktadır.

#### **4.6.3.2 Konsept araştırma safhasında insan gücü ve personel entegrasyonu**

İGPE analizleri, konsept araştırma safhasından önce, teknik yaklaşım alternatifleri ile sonucunda oluşan İGPE etkilerinin karşılaştırılarak, temel yapının oluşturulması yeterli detayda sağlanmalıdır. İGPE ihtiyaç ve kısıtları, taleplere dahil edilmeli ve talep dokümanları için yerine getirilmelidir. İGPE verisi, olası ve tasarlanan İGPE ihtiyaçlarının belirlenmesi, personel desteği ve eğitim programlarının gelişimi, işletme ve örgütlenme konseptlerinin desteği konuları için geliştirilmelidir. Eğitim masrafları, işe alma ve ihtiyaç duyulan servis elemanlarının eğitim masraflarının dahil olduğu insan gücü ve personel masrafları, maliyet etkinlik analizlerine dahil edilmeli ve bu analizlerle geliştirilmelidir.

#### **4.6.3.3 Tanıtım ve değerlendirme safhasında insan gücü ve personel entegrasyonu**

İşlem gören sistemlerin miktarını destekleyen İGPE verisi ve personel ihtiyaçlarının tanımı bu safhada geliştirilmektedir. Başlangıç eğitim stratejisinin belirlenmesi, eğitim araçlarının ve destek malzemelerinin ve İGPE sisteminin güncellemeleri de bu safhada gerçekleştirilmektedir.

#### **4.6.3.4 Mühendislik ve üretim geliştirme safhasında insan gücü ve personel entegrasyonu**

Bu safhada önceki safhalarda sözü geçen tüm konulara devam edilerek ihtiyaç duyulan güncellemeler yapılmaktadır. Ek olarak, İGPE uygulamaları için gerekli mühendislik değişim önerileri de bu aşamada gözden geçirilmektedir.

#### **4.6.3.5 Üretim-işletim safhasında insan gücü ve personel entegrasyonu**

Bu safhada, İGPE faaliyetlerinin tamamlandığından ve malzemenin hizmete alınmaya hazır olduğundan emin olmak gerekmektedir. Malzemenin işletimi, bakım ve onarımı ve desteği için gerekli olan servis elemanlarının yeni ekipman eğitimi ve kurum eğitimi

için hazır bulundurulmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. İşgücü faaliyet alanlarının belgelenerek boş görünen faaliyet alanları için gerekli personelin yetenek ve kabiliyetleri belirlenmelidir. Sonuç olarak, ilk işe alımların ve çalışanın işte devam süreci için personel görev politikalarının belirlenmesi gerekmektedir.

#### **4.6.4 Çalışan Performansı ve Güvenilirlik**

Çalışan performansı ve güvenilirlik çakışan terimler olmalarına rağmen ayrı ayrı incelemenin faydası vardır. “Çalışan performansı”, belirlenen şartlarda çalışandan beklenen görevi veya görevleri belli standartlar dahilinde yerine getirme durumudur. “Çalışan güvenilirliği” ise sistemin işletilmesi, bakım onarımı veya destek aşamasında çalışanın hata yapma olasılığının belirlenmesidir. Hatalar Arası Ortalama Süre (HAOS) ve İlk Hataya Kadar Ortalama Süre (İHKOS) ile ölçülen ekipman güvenilirliği sistem sonuçlarını etkiler. Çalışan HAOS ve Çalışan İHKOS ile ölçülen çalışan güvenilirliği de sistem sonuçlarını etkiler. Bu yüzden güvenilirlik ve performans konularının ayrı ayrı incelenmesi görev başarısının olasılık tahminlerini sağlamaktadır.

#### **4.6.5 Tasarımın Sorgulanması**

Bir sisteme insan faktörünün dahil edilebilmesi için sistemin yeterlilik, dayanıklılık, ve maliyet-etkinlik açısından değerlendirilmesi gerekmektedir. İGPE bu etkiyi azaltmak için daha fazla veya nitelikli eleman alımı veya eğitim süresini uzatmak yerine sistem tasarımını geliştirmeyi amaçlamaktadır. İnsan performansı ve güvenilirlik engellerinin sistem konsept tasarımından önce ortadan kaldırılması gerekmektedir.

#### **4.6.6 İnsan Gücü ve Personel Entegrasyonu Programının Amaçları**

İGPE programının amacı, toplam sistem performansını en yüksek düzeyde tutmaktır. Diğer amaçlar arasında insan performansı ve güvenilirliği konularındaki yazılım-donanım tasarımlarının etkisini anlamak ve değişik seçenekler sunmak yer alır. Diğer amaçlar aşağıda sıralanmıştır:

- i. İnsan Kaynaklı Mühendislik, insan gücü, personel, eğitim, sistem güvenliği ve sağlığı riske atan faktörler gibi konuları hesaba katarak en yüksek toplam sistem performansı için malzeme sistem tasarımının etkilenmesi,
- ii. Çalışma için gerekli olan malzeme sistemlerinin ve konseptlerinin tam ekipmanlı personel ve kullanıma hazır bir ortamda bulunan malzemenin işletim ve bakımı ile ilgili kabiliyet ve kısıtlarla uyum içinde olması,
- iii. İşvereni yeterli, gerekli ve entegre bir eğitimi belirleme, tasarlama, geliştirme ve yürütme konularında destekleme,
- iv. İnsan kaynakları ve eğitim masraflarının dikkate alınarak alternatif sistemler için kavramsal safhalar boyunca ve diğer seçilmiş sistemler için ileriki safhalar boyunca asker-makine sistemlerinin toplam ömür devri maliyetlerinin kontrolünün sağlanması,
- v. Performans seviyeleri belirlemek amacıyla birleştirilmiş ve entegre bir İGPE veritabanının oluşturulması, bu seviyeleri sistem performansı ile karşılaştırması ve eğitimli personelin gelişiminin izlenmesi,
- vi. Kılavuzların, eğitimlerin, medya ve teknik yayınların gelişimi için İGPE verisinin sağlanması, bu yayınların içeriği ile personelin yeteneklerinin, eğitim ve öğreniminin karşılaştırılması,
- vii. Eğitimin ve eğitim araçlarının tasarlanması ve geliştirilmesi için güncel eğitsel teknoloji ile İGPE konseptlerinin uygulanması,
- viii. ELD sürecinin işgücü, personel ve eğitim ile ilgili hedeflerinin etkilenmesi,
- ix. Personelin uzun vadeli planlaması ile teknoloji merkezli bilgi sistemlerinin ve savaş geliştirme tekniklerinin entegre edilmesi,
- x. Belirli güç modernizasyon sistemleri için yeterli miktarda ve eğitimli personelin görevlendirildiğinin kesinleştirilmesi,

İGPE test ve değerlendirme gereksinim hedefleri, konuları ve kriterlerinin entegrasyonu test ve değerlendirme ana planı ile entegre olup olmadığının kesinleştirilmesi, test ve değerlendirmeden elde edilen İGPE bilgilerinin donanım tasarım çözümlerinde ve malzeme kurtarma karar sürecinde dikkate alındığının kesinleştirilmesidir.



#### 4.6.7 İnsan Gücü ve Personel Entegrasyonu Rol ve Görevleri Konusunda Yaklaşım

Malzeme tedarik sürecinin ana bileşenleri arasında savaş gelişimcileri, malzeme yöneticileri, araştırmacılar, eğitim gelişimi uzmanları, lojistikçiler ve endüstri mühendisleri bulunmaktadır. Programın icrası ve her programla sonraki sanayi konularının iç içe geçmesinin sağlanabilmesi için her bir parçanın programın birçok faktörüyle ilişki içinde olması gereklidir. Bunun sağlanabilmesi için de sürekli iletişim ve etkileşim istenir.

İGPE güncel görev sorumluluklarını azaltmaz ancak sistem performansını geliştirmek için birbiriyle etkileşim halinde ve karşılıklı birbirine bağlı süreçler yaratmaktadır. Gelişme sürecinin ilerleyen safhalarında, hükümetin ve sanayinin ortak çabalarıyla İGPE üretim safhasındaki değişiklik potansiyeline rağmen orijinal etkilerin kalıcı olduğunu kesinleştirmeyi amaçlar. İGPE, ana karar mekanizmalarına birçok seçenek (eğitim, insan gücü, personel ve ekipman konularıyla ilgili alternatifler) sunar. Hükümetin ve sanayinin aktif katılımı İGPE programının başarılı uygulanması konusunda temel oluşturmaktadır. Ayrıca bu sayede çok iyi tasarlanmış ve en iyi desteğe sahip sistem meydana gelmektedir. Bu arada tedarik, strateji ve çok parçalı sistemlere bağlı olarak bazı temel konuların uygulanması ve biçimlendirilmesi gerekir.

Bu amaçlar;

- i. Gelecek tasarımlar veya mevcut tasarımla ilgili değişikliklerle ilgili çalışan performansı ve güvenilirlik konularında tahminde bulunmak,
- ii. Amaç ve sınırları, hedef kitle tanımı gibi konuları içeren sözleşmenin İGPE gereksinimlerinin tasarım kararlarında etkili olması amacıyla tasarım mühendislerine bildirmek,
- iii. İGPE gereksinimlerinin nasıl uygulandığını gözlemlemek ve aksaklıklar hakkında üst yönetimi bilgilendirmek ve aksaklıklara çözümler önermek,
- iv. İGPE konularında önerilerde bulunmak üzere tasarıma katılmak ve İGPE programı ile ilgili gelişmelere değer biçmek,

- v. İGPE iş emrinde ve şartnamelerinde istenen çeşitli İGPE analizlerini yürütmek veya görev bir başka İGPE kuruluşu tarafından yürütülüyorsa ne şekilde yürütüldüğünü izlemek,
- vi. İGPE gereksinimlerinin tüm test değerlendirme planı ile uyumlu olduğunu kesinleştirmek için test ve değerlendirme planlarının hazırlanmasına katkıda bulunmak,
- vii. Analitik teknikler geliştirmek ve sözleşmeyle öngörülen İGPE programında yürütüldüğü şekilde kanıtlanmış analitik teknikleri kullanmaktır.

#### **4.6.8 İnsan Gücü ve Personel Entegrasyonu Program Yönetimi ve Organizasyon**

İGPE, programın başlangıç safhasından itibaren ve sistemin ömür devri boyunca geniş bir yönetim ve teknik güce ihtiyaç duymaktadır. İGPE yönetimi ve zamanlaması tedarik sürecinin başlarındaki çizelge aktivitelerini vurgulamaktadır. Bu aktiviteler İGPE Ortak Çalışma Grubu tarafından belgelenmektedir. İGPE ile ilgili çalışmaların ve analizlerin yürütülmesi için gereken kaynaklar tanımlanmış ve İGPE bazlı fon gereksinimlerinin temeli oluşturulmuştur. Teklife çağrı yoluyla sanayi sektörüne yerinde girdi sağlamak amacıyla malzeme geliştirme ofisinin İGPE elemanının izni için gerekli hazırlık da aynı derecede önem taşımaktadır. Gözden geçirme ve yorum amacıyla sanayiye taslak gereksinim ve teklife çağrı dokümanlarından sağlanmalıdır. Sanayi taleplerini erkenden talep etmek, tüm malzeme tedarik katılımcıları için uygun gereksinimlerin belirlenmesine yardım eder. Bunun kadar etkili bir başka İGPE aktivitesi ömür devri sistem tedarik faaliyetlerinin anlaşılması, İGPE girdilerinin tam vaktinde sağlanması ve sanayinin tasarım sürecindeki özel taleplerinin anlaşılmasına bağlıdır. Sanayi örgütlenme bakımından kendisini İGPE aktivitelerine hazırlamalıdır. Birçok firma şimdiden örgütlenmiş durumdadır ve bazı kişisel konularla ilgilenerek uzmanlaşma sağlamaktadır. Genelde, bu konulara insan-faktörü mühendisliği, eğitim, sistem güvenliği ve sağlık tehlikeleri dahil edilebilir. Sanayinin insan gücü ve personel konularına eğilmesi az rastlanır bir durumdur.

İGPE yönetimi, sistem mühendisliği departmanına, lojistik departmanına, eğitim grubuna, insan faktörü mühendislik grubuna, görev analizi bölümüne veya herhangi bir örgüt içinde görevlendirilmiş olabilir. Toplu liderlik faaliyetlerinin İGPE gereksinimleriyle paralel gittiği ve gereksinimlerde teknik çözümlerin bulunduğu ve bunun seçim sürecinde kritik bir faktör olduğu dikkate alınmalıdır. Sistem İnsan Gücü Personel Entegrasyonu Yönetim Planı (SİGPEYP), sistemin gelişimi boyunca İGPE aktivitelerinde ana planlama dokümanı olarak kullanılır ve tedarik süreci de istendiğinde güncellenir. Tüm tedarik sürecindeki ilk program yönetim dokümanıdır ve işletimsel ve organizasyonel hazırlık ile aynı çerçevede ve İGPE Ortak Çalışma Grubu tarafından hazırlanır. SİGPEYP, İGPE amaç ve sınırlarını, konuları, iş alanlarını, veri ihtiyaçlarını, veri kaynaklarını, analizleri, adımları ve İGPE'nin tedarik sürecinde göz önünde bulundurulduğundan emin olmak için verilen kararları sergiler. SİGPEYP başlangıç safhasında temel olarak alınabilecek ancak sistemin gelişimi ilerledikçe içerik ve belirginliği artacaktır. Sanayi yeni teknolojinin mühendisliği ve gelişimi konusunda büyük ilerlemeler kaydetmiştir. İGPE, müteahhitlerin çalışmalarına başlamadan önce göz önünde bulundurmaları gereken bir konudur. Müteahhitten İGPE'yi başarıyla sonuca ulaştırmak için bir plan geliştirmesi istenir. İGPE amaçları, sınır verileri ve analizler teklife çağrı dokümanında açıkça belirlenmelidir. Sanayi SİGPEYP'si bir planlama ve yönetim rehberi olarak kullanılmalıdır. İGPE Ortak Çalışma Grubu, sözleşme SİGPEYP'sini hazırlamakla yükümlü olacaktır. Sanayi SİGPEYP'si, servisin İGPE amaç ve ihtiyaçlarını başarıyla tamamlayabilmek için müteahhidin plan ve programlarını yansıtacak yapıda olmalıdır.

#### **4.6.9 İnsan Gücü ve Personel Entegrasyonu ve Ürün İle İlgili Gelişmeler**

Ürün ile ilgili gelişmelerin İGPE alanlarını etkileme konusunda çok önemli bir yeri vardır. Ayrıca, İGPE konuları konfigürasyon kararlarında da göz önünde bulundurulacaktır. Sistem tecrübeyle edinilmiş İGPE verisi için alanlara ayrılmıştır. Orijinal temel yapı üzerindeki değişiklikler tanımlanacak ve değerlendirilecektir. Ürün ile ilgili gelişmelerin kapsam ve doğası gereği orijinal İGPE amaç ve sınırlarında uyulmayacak durumların olup olmayacağı kararına varılmalıdır.

Ürün gelişiminin onay ve fonlama için devamına karar verildiğinde, Ürün Geliştirme Yönetimi Bilgi Raporu ürün gelişimi ile ilgili ana doküman ve rapor olacaktır. Ürün Geliştirme Yönetimi Bilgi Raporu önceliklendirme sürecinde kullanılan bir dokümandır.

#### **4.6.10 İnsan Gücü ve Personel Entegrasyonu ve Hazır Alım Tedariki**

Hazır Alım tedariki, sistem ve malzemelerin tedariki, konusunda bir metot olma bakımından önem kazanmaktadır. Hazır Alım tedarikleri parasal olarak çok tutmakta ve servis alanını kapsayan dağıtıma maruz kalmaktadır. Konsept formülasyon safhasının başlangıcında yeni sistem gelişimine göre bir alternatif tedarik stratejisi olarak daha çok tercih edilen Hazır Alım'ın kullanılabilirlik ve uygulanabilirliğini değerlendirmek için piyasa araştırmasının yapılması gerekmektedir. Değişikliklerin kabulü dışındaki durumlarda Hazır Alım'ın içindeki İGPE tasarımı etkileyemez, böylelikle Hazır Alım stratejisinin karar mekanizması tarafından onaylanması gerektiğinin kararı ciddi bir ayırım olarak göze çarpar.

Sonuçta oluşan Hazır Alım programı herhangi başka bir program gibi başlar, yani misyon alan analizi yoluyla hataların tanımıyla başlar, işletimsel ve organizasyonel plan ve İGPE ortak çalışma grubunca gelişimi tamamlanan SİGPEYP ile devam eder. SİGPEYP, İGPE amaç ve sınırları, konuları, ilgi alanları, analizleri ve takasları, pazar araştırması süresince Pazar yerindeki herhangi bir ekipmanın İGPE ihtiyaçlarının da dahil olduğu ihtiyaçları karşılayıp karşılamadığını belirlemek için kullanılır.

Ticari ekipman için pazaryeri verisi ve bilgisi İGPE ihtiyaçlarının karşılanıp karşılanmadığının belirlenmesi için uzmanlarca değerlendirilmesinin gerekliliği dikkate alınmalıdır. İGPE açısından bakıldığında, insan kaynaklı mühendislik analizi yürütülmelidir, böylelikle her İGPE alanındaki uzmanlar İGPE ihtiyaçları ile pazaryeri ekipmanının birbiriyle uyumunu değerlendireceklerdir. Halihazırda gelişmiş ekipmanı içeren Hazır Alım için, gelişim sürecinde büyük miktarda veri ve bilgi elde edilecektir. Burada yeniden istenen ve elde bulunan veri ve bilginin birbiriyle uyum içinde olması özellikle istenecektir. Eğer kritik İGPE konuları, soruları ve meseleleri yetersiz veri

veya diğer nedenlerle doğru şekilde y6nlendirilemez ise, hazır alım kararı verilmeden 6nce ek çaba sarf edilmesi, ayrıca insan g6c6 ve personel entegrasyonun finanse edilmesi gerekmektedir.

Etkili bir İGPE programının insan ve para kaynağına ihtiyaı vardır. İGPE program y6netimi, analizler, çalışmalar ve değerlendirmeler sonucunda elde edilen bilgi için daha çok para talep edecektir. İGPE program y6netimi bilgi ihtiyaçlarını belirlemede kullanılan ana dok6man SİGPEYP' dır. Bu dok6man ve insan kaynaklı m6hendislik, sistem g6venlik g6rev analizi gibi diğer çalışmalar s6zleşme fonu gerektirmektedir. İGPE g6rev ve analizlerini etkili bir şekilde planlanması ve b6tesinin hazırlanması hususu; ihtiyaçların tanımı, gerçek maliyet tanımlarının gelişimi ve bu fonların zamanında programa ve b6teye dahil edilmesinin konusudur. Program başlangıcından sonra y6r6t6len Sistem İGPE Y6netim Planında belirtilen konu ve analizler için, İGPE gereksinimleri sistem için gerekli olan ve ilgili y6netim birimince fon ayrılan g6rev ve analizlerle entegre edilecektir. İGPE b6tesi ayrı olarak belirlenemediğinden, ELD'de olduğu gibi İGPE b6tesi de t6m b6teye dahil edilecektir. Bu, İGPE topluluğunun Sistem İGPE Y6netim Planı g6rev ve analizlerinin s6zleşme performansı s6resince başarıyla tamamlandığından emin olmasını sağlar.

İGPE Ortak alışma Grubu, yeterli fon sağlanamadığı durumlarda g6rev ve analizlerin takasları ile ancak bu şekilde baş edebilecektir. Sanayi g6r6ř açısıyla bakıldığında, İGPE'in s6zleşme etkisini g6sterdiği d6ř6n6lebileceğinden g6rev ve analizlerin tipleri konusunda dikkatli davranılması gerekmektedir. M6teahhitler, Teklife ağrı Dok6manında belirtilen İGPE gereksinimlerine uygun şekilde cevap verebilmek için mevcut olan ve değerştirilmiş analitik araçlar hakkında bir liste hazırlayacaklardır. Bu teknikler uygun bir şekilde açıklandığı ve maliyet hesapları d6zg6n yapıldığı s6rece İGPE cevapları sadece değerlendirme s6recinde kalmayacaktır.

#### **4.6.11 Sistem Analizi ve İnsan G6c6 ve Personel Entegrasyonu**

Mevcut sistem analizleri, m6hendislik analizlerine, m6hendislik performans yeteneklerine, işletme performansına ve kuvvet tasarım yeteneklerine hitap eder.

Mühendislik analizleri parça sistem modelleri ve çevre modellerini içerir. Bu nedenle, donanımaya yönelik analizlere ek olarak personele yönelik değerlendirmeler -adam başına düşen iş ve eğitim analizleri de yürütülecektir. Eğer sisteme bir bütün olarak bakılırsa, bu analiz konularının birleştirilmesi ve bütün sistem değişkenlerine duyarlı olması gerektiği görülecektir. Entegre bir sistem belirli ölçülerde analitik bütünlük gerektirmektedir. Bağlantıya ek olarak, tutarlı girdi değişkenleri -kullanım oranları-kullanılmalıdır. Sonuç olarak, ve özellikle İGPE bakış açısıyla bakıldığında personel özellikleri ve performansının kuvvet etkinliğini belirlemede göz önünde bulundurulması önem arz etmektedir.

İGPE’de başarıya ulaşmak için, gelişimciler, eğitmenler, tedarik uzmanları, test ve değerlendirme uzmanları, lojistikçiler, laboratuvar uzmanları ve mühendisler kuvvet yapısı, askeri personel ve teknoloji arasındaki ilişkiyi anlamak, tahmin etmek ve kontrol etmek için uygun analitik teknikleri kullanmalıdırlar. İGPE süreci, SİGPEYP’de ele alındığı üzere, kullanılabilirlik ve bilgi ihtiyaçlarının tanımlanması konusunda temel göreve sahiptir. Tanım aşağıdaki konuları içine almaktadır;

- i. Performans gereksinimlerini içeren sistem yetenekleri,
- ii. Belirlenmiş tedarik stratejisi,
- iii. İlgili acenteler,
- iv. Önceki yardımlar ve kararlar.

Sistem yetenekleri İGPE konularını ve çözüm bekleyen konuları geliştirmede temel teşkil etmektedir. Bu, sistem geliştikçe ihtiyaç duyulan ve daha da geliştirilecek bilgi halini alacaktır. Ayrıca, tedarik stratejisi İGPE’nin teknik konularla ilgili parametrelerini tanımlamaktadır. Sonuç olarak, önceki yardım ve kararlar hedefleri, düzenli ve istikrarlı teknik sınırları ve planlama faktör bilgisini içerecektir. İGPE hedefleri, araştırılması ve analiz edilmesi gereken gereksinimleri tanımlayarak ihtiyaç duyulan bilgiye ekleme yapar. Tasarım sürecine entegre olmuş ve tanımlanmış İGPE gereksinimlerini garantiye almak için gerekli olan kritik bilginin önceliği olduğundan uygun kaynaklarla desteklenecektir. Temel İGPE bilgisini geliştirmede başarısız olunması durumunda, performans, desteklenebilirlik ve maliyet hedeflerine

ulaşılamama riski doğmaktadır. İGPE hedeflerinde en az etkiye sahip bilgi ihtiyaçlarının en az önceliği olmalıdır, çünkü bu bilgiyi geliştirmedeki başarısızlık daha az risk taşımaktadır.

#### **4.6.12 İnsan Gücü, Personel Entegrasyonu ve Hazır Olma**

Personel performansı ve güvenilirlik hazır olmanın temel konularıdır. Ekipmanın hazır olması güvenilirlik ve bakım konularının bir fonksiyonu olarak değerlendirilebilir. Bu iki nitelik, ekipman ve personel entegrasyonu ile yürütölür ve bu iki nitelik ekipmanla hedef kitlenin yetenekleri ile uyumludur. Bu konudaki ilerlemeler, personel yerine ekipman kullanımıyla, işgücü, personel ve eğitim gereksinimlerinde azalma sağlayacaktır. Eğitim statüsü, performans gereksinimlerini karşılayabilme üzerine kurulmuş olup eğitim gereksinimleri ve eldeki kaynakların bir fonksiyonudur. Eğitim stratejisi ve konsepti, ekipmanla bütünleşen eğitim sisteminin etkinliği ve desteklenebilirliği ile ilgili konuları içermektedir.

#### **4.6.13 İnsan Gücü ve Personel Entegrasyonu Alanları**

İGPE, sistem tedarik süreci boyunca insan gücü, personel, eğitim, insan faktörleri, sistem güvenliği, ve sağlık problemlerinin entegrasyonu yoluyla insan performansını ve güvenilirliğini artırır. Bir İGPE elemanı üzerindeki herhangi bir nicel veya nitel değişme, diğerleri üzerinde küçük ama önemli etkiler yaratmaktadır.

**İnsan Gücü:** İnsan gücü; temel insan kaynakları gereksinimlerini belirleme, hangi gereksinimlerin yetkililerce destekleneceği ve personel ihtiyaçlarının derece ve kabiliyetlere göre ne şekilde belirleneceği konularına değinmektedir. İnsan gücü ve personel alanları pek çok ortak noktada birleşmektedir. Aralarındaki fark; insan gücünün, insan kaynakları talebini belirlemeye odaklanması, personelin ise bu talebin tedarik, eğitim ve insanların görevlendirilmesi yollarıyla desteklenmesi konularıyla ilgilenmesidir. Sistemin kuvvetli ve zayıf yönleri açıkça tespit edilmeli ve ilave olarak, dayanıklılık ve desteklenebilirlik ile ilgili olarak sistemin insan kaynakları talebi konusunda uygun amaçlar ve sınırlar belirlenmelidir.

İmalatçı sistem tasarımının, öngörülen amaç ve sınırlamalara uyup uyulmadığını denetlemelidir. Ayrıca, istenen toplam sistem performansına istenen insan gücü gereksinimi ile ulaşılabileceğinden imalatçının görev, adam başına düşen iş, insan-insan ve insan-makine fonksiyon dağılımı ve tasarlanan sistemin işletimi konularına etki eden ana tasarım kararlarını hesaba katmasını gerektirecektir. Konular sadece ekipmanla ilgili konular olmayacak, ekipmanla ilgili olmayan konular da dikkate alınacaktır. Stres, aşırı iklim değişiklikleri ve sürekli işlemleri içeren işletme ile ilgili ortam da göz önünde bulundurulacaktır. Sonuçta, insan gücü gereksinimleri gerekli kriterleri karşılayabilmek için toplam sistem performansını sağlayan personel performansına göre hesaplanacaktır.

**Personel:** Yukarıda bahsedildiği üzere, insan gücü süreci yetkilendirilen ve istenen personel sayısını belirlemeye yaramaktadır. Bu yetkiler yetenek seviyesi olarak belirlenmektedir. Personelin yukarıdaki yetkiye sahip olabilmek için yeterli eğitim almış ve kalifiye olması özellikleri aranmalıdır. Sistem gelişimi boyunca, İGPE'nin amaçlarından biri sistem gereksinimleri ile kişisel servis elemanlarının ve sistemi çalıştıracak toplulukların uyumunu sağlamaktır. Bu arada bilinmelidir ki, insanlar fiziki, kabiliyet, kavrama ve uygulama yeteneklerine, deneyim ve geçmişlerine göre farklılık göstermektedir. Personel konusu, yeni sistemin gerektirdiği insan kalitesi de göz önünde bulundurularak incelenmelidir. Her yeni sistem belirli kalite gereksinim sınırları dahilinde tutulmalıdır.

**Eğitim:** Yüzeysel olarak incelediğimizde eğitim, personelin özellik isteyen işler yapmasına yardımcı olacak bir süreçtir. Performans standartları, servis elemanının işini ne şekilde yapması gerektiğini belirlemekte ve sonuçta, performans servis elemanının istenen işleri yerinde ve zamanında yapabilmesi konusunda ayna görevi görmektedir. İGPE konusu olarak, eğitim amaç ve sınırları sistem tasarımını olumlu yönde etkilemelidir. Geleneksel olarak, sistem uzmanları servisin eğitim kaynakları ile sınırlandırılmamıştır. Eğitim topluluğu, genel olarak tamamlanmış bir sistem tasarımı ile karşı karşıya kalmış ve tasarımın işletme ve bakım ihtiyaçlarını belirleyecek eğitim konseptini oluşturmaları istenmiştir. Eğitimin başlangıç noktası bir eğitim stratejisi oluşturulmasıdır. Bu strateji kim, ne, nerede ve ne zaman sorularının yanıtlarını vermelidir. 'Kim', hedeflenen kitlenin tanımında verilmiştir; 'nerede' eğitim transferi



hususları tarafından yönlendirilmektedir, 'ne' ekipmanla ilişkili ve diğer tüm personel konularını içerir, 'ne zaman' ise zamanlama ve yetenek çöküşünü anlatmaktadır. Eğitim konsepti, yerleşik eğitim, eğitim araçları ve kaynaklar gibi eğitim dağıtım seçeneklerini de göz önünde bulundurarak eğitimin nasıl başarıyla sonuçlandırılacağını açıklamaktadır.

Eğitim stratejisi ve konsepti eğitim amaç ve sınırlarının geliştirilmesinde temel oluşturmaktadır. Fonksiyon dağılımı süresince eğitim amaç ve sınırlarını başlangıçta belirleyen, eğitim stratejisi ve konsepti dikkate alınacaktır. Mübadele analizi süresince, maliyet, performans ve desteklenebilirlik konuları da hesaba katılmalıdır. Süreçte, tasarım kararları eğitim hususlarından etkilenmektedir.

**İnsan Kaynaklı Mühendislik:** İnsan Kaynaklı mühendislik ve İGPE arasındaki işlevsel karışıklığa açıklık getirmek gerekir; çünkü İGPE'nin bazı alanları insan kaynaklı mühendisliğin tanımı içinde gösterilmektedir. Öncelikle bilinmelidir ki, insan kaynaklı mühendislik İGPE kurulmadan önce uzun süredir kullanılan bir programdı. Esasen, insan kaynaklı mühendislik İGPE'nin içinde yer almayan bazı konulara yöneliktir. İGPE, insan kaynaklarına ve insan kapasitesine sistemin performansına bağlı olarak önem verir. İGPE insan kaynaklı mühendislik programından destek alır. Geniş bir açıdan bakılırsa, insan kaynaklı mühendislik tasarımlar doğrultusunda seçici bir işlemdir. İnsan kaynaklı mühendislik bir sistemin manuel, yarı otomatik veya otomatik olmasıyla ve sistem içindeki yönetimi sağlayan parçaların işlevsel dağılımı ile ilgilenir.

İnsan kaynaklı mühendislik, tasarım, gelişim, test, değerlendirme ve sistemlerin gelişimi ile ilgilenir ve parçaların sistemi yönlendirebilmesi için en uygun performans seviyesini düzenler. Bu, servis üyelerinin işini nasıl tasarladığını ve gerekli olan araçların görevini yerine getirmedeki kişisel kapasitelerini de içine alan sistematik bir araştırmadır. Esas önemli olan sistemin güvenilirliği, performansı, personel donanımı ve kullanıcının başarısıdır.

**Sistem Güvenilirliği:** Servislerin sorumluluklarından biri de personelin karşılaşabileceği problemlerin sistemden kaynaklanmadığını açıklamaktır. Sistem

karmaşık bir hal alınca ve sistem yoğun bir şekilde tabi tutulduğunda servis üyeleri sistem tehlikelerine maruz kalırlar. Sistem güvenlik programı tehlike güvenliğini ölçmek ve tanımlamak için bazı yolları izler. Bunlar;

- i. İşlevsel hazırlığı artırılır ve kazayı önlemek için görev performansı artırılır,
- ii. Güvenlik ve sağlık riskleri azaltılır ve normal olan bazı tehlikeler kabul edilir ve belgelenir,
- iii. Donanım kuruluşu, prosedüre uygun değişiklikler güvenliğe ve sistemin dayanıklılığına zarar vermez,
- iv. Yeni sistemlerde teknolojiyi geliştirmek için sistem güvenlik mühendisliğine ve yönetim prensiplerine başvurmak gerekmektedir.

Sistem güvenilirliğinin amacı; güvenlik önlemlerinin, performansı etkilememesi ve insan gücü ihtiyacını artırmaması, personel ve eğitim kaynaklarını etkilememesi için donanımlar sağlamaktır. Resmi belgelendirme olmadan hiçbir güvenlik rizikosunu kabul edilemez. İşlevsel ve gelişimsel testlerden önce sanayinin, bir sistemin potansiyel tehlikelerini özetleyen ve riskleri azaltıcı tavsiyeleri rapor halinde sunan bir görevi vardır.

**Sağlık Tehlikeleri:** Gelişen teknoloji ve karmaşık sistemler yüksek gürültü, aşırı baskı, şok, yüksek miktarda toksik atık, gaz, kimyasal madde ve diğer atıkları da beraberinde getirmiştir. Lazer gibi yeni teknoloji ürünlerinin zararlı birçok etkileri vardır. Sağlığa zararlı etkilerin değerlendirilmesi programı sistemin güvenilirliğini kontrol altında tutmak için çaba sarf eder ve aşağıdakileri göz önünde bulundurur;

- i. Personelin sağlığını korumak,
- ii. Sistemin etkinliğini ve bireylerin performansını artırmak,
- iii. Sistem tasarımındaki zorlukları azaltmak ve sağlık tehlikelerini kontrol altında tutmak,
- iv. Hazır olmayı engelleyici faktörleri azaltmak,
- v. Personel yaralanmalarından dolayı ortaya çıkan tazminat giderlerini en aza indirmek.

Sağlığa zararlı etkilerin değerlendirmesinin ana hedefi sağlık tehlikelerini kontrol altına alabilmek için mümkün olduğunca erken teğhiste bulunmaktır. Sağlığa zararlı etkilerin değerlendirmesi, bir aktiviteyle otomatik bir işlev üstlenmez. Görevleri sadece resmi istekle başlatır. Resmi sağlığa zararlı etkiler değerlendirmesi, İGPE'yi çevreleyen İnsan kaynaklı mühendislik analizinin bir parçası haline gelir.

#### **4.7 BİLGİSAYAR KAYNAKLARI**

Bilgisayar alt yapısı ile donanım, yazılım, yazılım geliştirme, ilgili doküman ve bunları kullanacak ve idame edecek personel ihtiyaçlarının tespit ve temin edilmesi olarak tanımlanır. Lojistiğin elemanları kapsamında yer alan bilgisayar kaynakları bir plan dahilinde takip edilmelidir. Bu kapsamda bilgisayar kaynakları planı, aşağıdaki gereksinimleri karşılamalıdır;

- i. Sistem desteği için gerekli bütün bilgisayar programları ve yazılımları, (Bunlar, otomatik durum gözlem programları, bakıma yönelik tanı rutinleri, lojistik veri içeren bilgi işlem sistemleri ve gereksinimleri vb.),
- ii. Bilgisayar dili gereksinimleri, özellikler ve mevcut programlarla uyumluluk gereksinimleri,
- iii. Yeni yazılım geliştirmek ya da almak için alım prosedürleri,
- iv. Yazılım konfigürasyon, işletim prosedürleri ve kalite koşulları,
- v. Yazılım değiştirme prosedürleri ve değişim yönetimi,
- vi. Yazılım gereksinimlerini karşılayacak donanım ve zellikleri.

Bu başlıklarda adı geçen gereksinimler, ömür devrinin tasarıma ait safhalarında belirlenirse, yazılım ve donanım geliştirme projelerinin lojistik ihtiyaçları oluşturulmuş olur. Desteğin teminine ait safhalarda belirlendiğinde ise, proje kapsamında temin edilecek olan Bilgisayar Kaynakları'nın içeriğini oluşturur.

## 4.8 TASARIM ARA YÜZÜ

Lojistik destek ile ilgili dizayn faktör/parametrelerinin hazırlık ihtiyaçları ve kaynak (personel ve parasal) ihtiyaçlarına olan etkilerinin ortaya konması ve ilgili diğer birimlerle koordine edilerek tespit edilmesidir.

Tasarım ara yüzünün belirlenmesi kapsamında idame edilebilirlik, güvenilirlik, desteklenebilirlik, standardizasyon, emniyet, kullanım kolaylığı, çevresel faktörler de dikkate alınmalıdır.

### 4.8.1 Hata Modları Etkileri ve Kritiklik Analizi (HMEKA)

Hata modları etkileri ve kritiklik analizi bir sistemin tüm potansiyel arızalarını ve arıza mekanizmalarını belirlemek, her potansiyel arızanın sistem güvenilirliği ve performansı üzerindeki etkilerini değerlendirmek ve her arızayı kritikliğine göre sınıflandırmak için yapılan bir analizdir.

#### 4.8.1.1 Temel hata modları etkileri ve kritiklik analizi terminolojisi

Hata modları etkileri ve kritiklik analizi işleminin ayrıntıları üzerinde durulmadan önce bu işlemin esasını oluşturan aşağıdaki referans terimler açıklanmıştır;

**Hata Modları ve Etkilerinin Analizi (HMEA):** Bir sistemdeki muhtemel hata modlarının her birinin sistem üzerindeki sonuç veya etkilerini belirlemek ve önem derecesine göre sınıflandırmak için analiz edildiği bir işlemdir.

**Hata Modu:** Bir hata gözleme yöntemidir ve genel olarak hatanın meydana gelme şeklini ve ekipmanın çalışması üzerindeki etkisini açıklamaktadır.

**Hatanın Etkisi:** Bir hata modunun bir parçanın çalışması, işlevi veya durumunda neden olduğu sonuçlardır. Hata etkisi yerel etkilere, bir sonraki seviye etkisine ve son etkilere göre sınıflandırılır.

- i. Yerel etkiler: Bir hata modunun analiz edilmekte olan belirli bir parçanın çalışması, işlevi ve durumunda neden olduğu sonuçlardır.
- ii. Bir sonraki daha yüksek seviye etkisi: Bir hata modunun, gözden geçirilmekte olan tasarlanmış seviyenin üzerinde bir sonraki daha yüksek tasarlanmış seviyesinde parçaların çalışması, işlevi veya durumunda neden olduğu sonuçlardır.
- iii. Son etki: Bir hata modunun en yüksek tasarlanmış seviyesi veya toplam sistemin çalışması, işlevi veya durumunda neden olduğu sonuçlardır.

**Hata Nedeni:** Hatanın temel nedeni olan veya hatayı meydana getiren bozulmaya neden olan fiziksel işlemi başlatan fiziksel veya kimyasal işlemler, tasarım kusurları, kalite kusurları, parçanın yanlış yerde kullanılması veya diğer işlemlerdir.

**Kritiklik Analizi:** Muhtemel hata modlarının her birinin önem derecesi ve meydana gelme olasılığının beraber değerlendirilmesiyle sınıflandırıldığı bir işlemdir.

**Kritiklik:** Bir hata modunun ve meydana gelme sıklığının sonuçlarının nispi bir ölçümüdür.

**Önem Derecesi:** Bir hata modunun sonuçlarıdır. Önem derecesi bir hatanın, eninde sonunda meydana gelebilecek hasar, ürünün hasar görme veya sistemin hasar görme derecesi ile belirlenen muhtemel en kötü sonucunu dikkate alır.

**Telafi Şartları:** Bir hatanın sistem üzerindeki etkilerini ortadan kaldırmak veya azaltmak için bir operatör tarafından yapılabilecek işlemlerdir.

**Düzeltilici İşlem:** Hata veya tasarım eksikliğinin nedenini düzeltmek için uygulanan ve onaylanan belgelenmiş tasarım, işlem veya malzeme değişikliğidir.

**Tasarlanmış Seviyeler:** Bir bütünün veya işlevin karmaşıklığını belirten veya açıklayan parça seviyeleridir. Seviyeler daha karmaşık bölümden (sistem) daha basit bölüme (parça) doğru sıralanır.

- i. Başlangıç tasarlama seviyesi: Toplam, genel parça seviyesidir ve hata modları etkileri ve kritiklik analizi'nin konusudur.
- ii. Diğer tasarlama seviyeleri: Parçanın daha basit bölümüne doğru düzgün sıralamasını belirten sonraki tasarlama seviyeleridir (ikinci, üçüncü, dördüncü, vb.).

**Çevre:** Depolama, işleme, nakil, test, montaj sırasında ve yedek durumda kullanılması ve belirtilen görevde çalıştırılması sırasında sistemleri veya ekipmanları etkileyen durum, hal, etki, gerilimler ve bunların kombinasyonudur.

**Ara yüzler:** Analiz edilmekte olan sistemin dışında ve ortak bir sınır veya hizmet sağlayan ve sistemin derecesi alçaltılmamış bir modda görevini yapması için güç kaynağı, soğutma, ısıtma, hava ile ilgili hizmetler veya giriş sinyalleri gibi gerekli olan sistemlerdir.

**Tek Hata Noktası:** Hata yapma olasılığı fazla veya alternatif işletim prosedürleri ile telafi edilmemiş bir sistemin de hata yapmasına neden olacak bir parçadır.

#### **4.8.1.2 Temel hata modları etkileri ve kritiklik analizinin yerine getirilmesi**

**Uygulama:** Hata modları etkileri ve kritiklik analizi, tasarımın değerlendirilmesinde yardımcı olmak ve düzeltici işlem önceliklerinin oluşturulması ve bir esas ortaya çıkarmak için tasarım aşamasından önce başlatılmalıdır. Bu analitik yaklaşım bir sistemdeki muhtemel hataların hepsini, belirtilen temel prosedürler içerisinde belgeler ve hata modunun analiz edilmesi ile hataların her birinin sistemin çalışması üzerindeki etkilerini belirler, tek hata noktalarını teşhis eder ve hataların her birini hatanın etkisinin önem derecesini sınıflandıran bir ölçeğe göre sıralar. Bu prosedür, birleştirildiğinde hata modları etkileri ve kritiklik analizini sağlayan iki yan analiz sonucudur. Bu iki analiz hata modları ve etkilerinin analizi ve kritiklik analizidir.

**Hata Modları Etkileri ve Kritiklik Analizinin Planlanması:** Hata modları etkileri ve kritiklik analizinin planlanması, çalışma tablosu formatlarının ve temel prosedürler ile

analiz tahminlerinin oluşturulmasını, analizin en düşük tasarlama seviyesinin tespit edilmesini, kodlama sisteminin açıklanmasını, hatayı neyin oluşturduğunun tanımlanmasını ve ilgili sistem tasarım ve güvenilirlik verileri cetvelinin hazırlanmasını kapsamaktadır.

**Çalışma Tablosu Formatları:** Analizin başlangıçtaki tasarlama seviyesi, çalışma tablolarının her birinde belirtilmeli ve sonraki tasarlama seviyelerinin her biri başka bir çalışma tablosu veya çalışma tablosu grubunda belge haline getirilmelidir.

**Temel Prosedür ve Tahminler:** Analiz eden ilk önce temel prosedürleri geliştirir ve tahminleri formüle eder. Prosedürle ilgili kurallarda hata modları etkileri ve kritiklik analizi yaklaşımı ve analiz edilecek en düşük tasarlama seviyesi belirtilmeli, başarımların kriterleri ve izin verilen limitler çerçevesinde parçada bir hata oluşmasına neyin sebep olduğu ile ilgili genel ifadeler yer almalıdır. Analizin başlatılmasından önce temel kuralların hepsi göz önünde bulundurularak tahminleri teşhis etmek ve kaydetmek için her türlü çaba sarfedilmelidir. Eğer tasarım ve başarımların gereksinimleri değişirse herhangi bir parça için temel kurallar ve tahminler eklenebilir.

**Tasarlama Seviyesi:** Tasarlama seviyesi hataların var sayıldığı sistem donanım veya işlevsellik seviyesine uygulanmaktadır. Aksi belirtilmediği sürece analiz eden, aşağıdaki prensipleri kullanarak analizin en düşük tasarlama seviyesini belirlemelidir;

- i. Sistem çalışması bozulma yapısında belirtilen en düşük seviye,
- ii. Parçaların ölümcül (Kategori 1) veya kritik (Kategori 2) bir önem sınıflandırmasına tahsis edildiği en düşük tasarlama seviyesi,
- iii. Parçaların orta (Kategori 3) veya az (Kategori 4) bir önem sınıflandırmasına tahsis edildiği belirtilmiş veya tasarlanmış bakım ve tamir seviyesi.

**Kodlama Sistemi:** Sistem fonksiyonları ve ekipmanlarının tutarlı olarak tespit edilmesi ve hata modlarının izlenmesi için analiz eden, sistemin bozulma yapısına veya benzer başka bir muntazam numaralandırma sistemine uygun bir kodlama sistemi kullanmalıdır. Kodlama sistemi, hata modlarının her birinin ve sistemle ilişkisinin belli

olmasını sağlamak için güvenilir ve işlevsel blok diyagram numaralandırma sistemi ile tutarlı olmalıdır.

**Tasarım Verileri ve Çizimler:** Tasarım verileri ve çizimler, sistemin işlevlerini yerine getiren parçaların her birini ve parça yapılandırmalarını belirtir. Sistem tasarım verileri ve çizimler genel olarak sistemin, sistem seviyesinde başlayan ve sistemin en düşük seviyesinde devam eden iç ve ara yüz işlevlerini açıklamaktadır. Tasarım verileri genellikle blok diyagramların güvenilirliğinin oluşturulmasını kolaylaştıran işlevsel blok diyagramları veya şemaları içerecektir.

**Güvenilirlik Verileri:** Muhtemel ve olası hata modlarının belirlenmesi için sistemin iç fonksiyonlarının her birini gerçekleştirmek üzere seçilmiş parça üzerinde güvenilirlik verilerinin analiz edilmesi gerekmektedir. Benzer kullanım şartları altında kullanılacak belirli bir ekipman üzerinde gerçekleştirilen güvenilirlik testlerinden elde edilen güvenilirlik verilerinin kullanılması her zaman tercih edilmektedir.

#### **4.8.1.3 Hata modları ve etkilerinin analizi (HMEA)**

Hata modları ve etkilerinin analizi, hata modları etkileri ve kritiklik analizinin ilk bölümüdür. Sistemin işlevsel bütünlüğünün sağlanması için tasarım işleminin bir parçası olarak başlatılmalı ve tasarım değişikliklerini yansıtacak şekilde güncellenmelidir.

**Hata Modları ve Etkilerinin Analizi İşlemi:** Hata modları ve etkilerinin analizi, yüksek risk taşıyan parçaları ve düzeltici işlemleri hazırlamak için başlanmış faaliyetleri değerlendirmek için kullanılmaktadır. Analiz, hata riskini en alt düzeye indirmek için gerekli özel test gereklerini, kalite denetim noktalarını, önleyici bakım işlemlerini, işletimsel tehditleri, hizmet süresini ve ilgili diğer bilgi ve faaliyetleri tanımlamak için de uygulanır. Hata modları ve etkilerinin analizinden ortaya çıkan ve tavsiye edilen işlemlerin hepsinin usul açısından değerlendirmesinin yapılması ve uygulanıp uygulanmayacağı veya hariç tutulup tutulmayacağı belirlenmesi gerekmektedir.



Aşağıda, hata modları ve etkilerinin analizinin gerçekleştirilmesi sırasında kullanılan temel adımlar yer almaktadır.

- i. Analiz edilecek sistemin tanımlanması: Bir sistemin tanımı, sistemin işlevlerinin teşhis edilmesi, tasarım seviyelerinin beklenen başarımının belirlenmesi, sistem sınırlarının ve hata tanımlarının belirlenmesini kapsamaktadır. Sistemin fonksiyonları, görevleri, görev aşamaları ve işletim durumlarının her biri için gerçekleştirilecek işlerin ve ayrıca işlemsel gereksinimlerin her birinin bir açıklaması kapsanmalıdır.
- ii. Blok diyagramların hazırlanması: Sistemin oluşmasında ortaya konulan parça yapılarının her biri için aralarındaki ilişkiyi gösteren işlevsellik ve güvenilirlik blok diyagramları elde edilmeli ve hazırlanmalıdır. Ayrıca, sistem arayüzlerinin hepsi gösterilmelidir.
- iii. Muhtemel parça ve arayüz hata modlarının hepsinin belirlenmesi ve mevcut işlev veya parça üzerindeki etkileri, sistem üzerindeki ve yerine getirilecek görev üzerindeki etkilerinin tanımlanması gerekmektedir.
- iv. Hata modlarının her birinin önem (risk) derecesi belirlenmelidir.
- v. Hata tespit metodlarının ve hata modlarının her biri için telafi edilmesi gereken hükümlerin belirlenmesi gerekmektedir.
- vi. Hatanın ortadan kaldırılması veya riskin kontrol edilmesi için gerekli düzeltici tasarım veya diğer işlemlerin belirlenmesi gerekmektedir.
- vii. Düzeltici işlemleri veya lojistik destek gereksinimleri gibi sistemin diğer niteliklerinin etkilerinin belirlenmesi gerekmektedir.
- viii. Analizlerin belge haline getirilmesi, tasarımla düzeltilemeyecek sorunların özetlenmesi ve hata risklerini azaltmak için gerekli özel kontrollerin belirlenmesi gerekmektedir.

**Önem Derecesi Sınıflandırmaları:** Önem derecesi sınıflandırmaları tasarım hatası veya parçanın hatalı bulunmasının muhtemel en kötü sonuçlarının nitel bir ölçümünü yapmak için kararlaştırılır. Bir önem derecesi sınıflandırması belirlenen hata modlarının her biri ve aşağıdaki zarar raporlarına göre analiz edilen parçaların her biri için belirlenebilir. Bir parça veya hata modunun zarar raporuna göre aşağıda belirtilen dört

kategoride belirlenebileceği durumlarda sistemin giriş veya çıkışları zarar esasına göre benzer zarar raporları geliştirilmeli ve hata modları etkileri ve kritiklik analizi temel prosedürlerine dahil edilmelidir.

- i. Kategori 1, ölümcül: Sistemin ölümüne veya tümüyle zarar görmesine neden olabilecek bir hatadır.
- ii. Kategori 2, kritik: Ciddi kişisel yaralanmalara, malın önemli şekilde hasar görmesine veya sistemin çalışmasını engelleyecek şekilde önemli derecede hasar görmesine neden olabilecek bir hatadır.
- iii. Kategori 3, orta: Küçük yaralanmalara, küçük derecede hasarlara veya sistemin kullanımında gecikmeye, zarara veya işlevlerinin azalmasına veya küçük hasarlara neden olabilecek bir hatadır.
- iv. Kategori 4, az: Herhangi bir yaralanmaya veya sistemin hasar görmesine neden olacak kadar ciddi olmayan fakat önceden programlanmamış bakım veya tamir işlemlerinin yapılmasına neden olacak bir hatadır.

**Analiz Yaklaşımı:** Tasarım karmaşıklığı ve mevcut verilerdeki değişim genellikle kullanılacak olan analiz yaklaşımını belirler. Hata modları ve etkilerinin analizinde iki yaklaşım vardır. Birincisi, parçaların ayrı ayrı listelendiği ve muhtemel hata modlarının analiz edildiği yaklaşımdır. Diğeri ise, parçaların hepsinin çıktılar olarak sınıflandırılabilen bir dizi işlevi gerçekleştirmek üzere tasarlandığını kabul eden işlevsellik yaklaşımıdır. Çıktılar listelenir ve hata modları analiz edilir. Karmaşık sistemlerde işlevsellik ve donanım yaklaşımları bir arada ele alınabilir. Hata modları ve etkilerinin analizi bir donanım analizi, işlevsellik analizi veya her ikisi bir arada olarak gerçekleştirilebilir ve sistemin hata modları ve etkilerinin analizi tamamlanana kadar en yüksek tasarlama seviyesinde başlatılıp aşağıdaki tasarlama seviyelerinde devam ettirilebileceği gibi parça veya bütün seviyesinde başlatılıp yukarıdaki tasarlama seviyelerinde de devam ettirilebilir.

**Donanım Yaklaşımı:** Donanım yaklaşımı normalde donanım parçalarının şema, çizim ve diğer mühendislik ve tasarım verilerinden tek bir şekilde tanımlanabildiğinde kullanılır. Tanımlanan hata modlarının her birine, düzeltici işlemlerin önem derecelerini

belirlemek için tasarım sırasında faydalanılacak bir önem derecesi sınıflandırması tahsis edilmelidir.

**İşlevsellik Yaklaşımı:** İşlevsellik yaklaşımı normalde sistem parçalarının tek bir şekilde tanımlanamadığı veya sistemin karmaşıklığının başlangıç seviyesinden aşağıya doğru olan tasarım seviyelerinde analiz yapılmasını gerektirdiği durumlarda kullanılır. İşlevsellik yaklaşımında normalde başlangıç tasarlama seviyesinden aşağıya doğru usulünden (yukarıdan aşağıya yaklaşımı) faydalanılır, fakat herhangi bir tasarım seviyesinden başlatılıp herhangi bir yöne devam ettirilebilir. Tanımlanan hata modlarının her birine, düzeltici işlemlerin önem derecelerini belirlemek için tasarım sırasında faydalanılacak bir önem derecesi sınıflandırması tahsis edilmelidir.

**Hata Modu Önem Derecesi Sınıflandırması ve Öncelikler:** Önem derecesi sınıflandırmaları, düzeltici işlem önceliklerinin belirlenmesinde bir esas teşkil etmek üzere hata modlarının her birine ve parçaların her birine tahsis edilir. Birinci öncelik, tanımlanan Kategori 1 (ölümcül) ve Kategori 2 (kritik) hata modlarının ortadan kaldırılmasına verilmelidir. Daha düşük bir tasarım seviyesindeki giriş veya çıkış kaybının daha yüksek bir tasarlama seviyesinin işlemsel başarısı için kritiklik arzettiği durumlarda, tanımlanan hata modlarının ortadan kaldırılması veya kontrol edilmesine yönelik işlem yapılmalıdır. Tanımlanan Kategori 1 ve Kategori 2 hata modları ortadan kaldırılamazsa veya kabul edilir bir seviyede kontrol edilemezse, alternatif kontroller ve tasarım önerileri geliştirilmelidir.

**Hata Modları ve Etkilerinin Analizi İşleminde Ardışık Adımlar:** Hata modları ve etkilerinin analizi yaklaşımında aşağıda açıklanan ardışık prosedürler kullanılmaktadır;

- i. Sistemin tanımı: Hata modları ve etkilerinin analizi işleminde ilk adım analiz edilecek sistemin tanımlanmasıdır. Birincil ve ikincil işlemsel hedeflerin açıklamasını içeren işlevsel modların her biri için işlevsel ifadeler geliştirilmelidir. İfadelerde, işlemsel modların her biri için sistem ve parça açıklamaları, beklenen işletim çevrimi, ekipmandan faydalanma faktörleri, her parçanın verimi, sistem ve parça hatasını oluşturan şartlar bulunmalıdır.

- ii. Misyona işlevleri ve işlem modları: Sistemin tanımında misyonların her birinin, gerçekleştirilecek görevleri belirten işlev şartlarına ve belirli işlevlerin gerçekleştirilmesi için işlevsel işlem moduna göre bir açıklaması bulunmaktadır. İşlemsel işlevler ve modlar, en yüksek sistem seviyesinden başlanıp analiz edilecek en düşük tasarlama seviyesine doğru tanımlanmalıdır. Belirli bir işlevin gerçekleştirilmesi için birden fazla metod bulunduğu takdirde alternatif işlem modları tanımlanmalıdır. Farklı ekipman veya ekipman grubunu kullanan çoklu işlevlerin hepsi de tanımlanmalıdır. Tasarım seviyelerinin her biri ile ilgili işlevler ve verimler de bir işlev-verim listesinde veya formunda sunulmalıdır.
- iii. Ortam profilleri: Misyona her biri için tahmin edilen ortam şartlarını gösteren ortam profillerinin tanımlanması gerekmektedir. Bir sistemden birden fazla ortamda faydalandığı takdirde, farklı ortam profillerinin her birinin açıklanması gerekir. Sistemin kullanımı, fazla çalışma süresi ve ekipmanları ile işlem gereksinimlerinden ve ortam profillerinin her birindeki işlem çevrimlerinden oluşturulabilir. Kullanım süresi gerilim ilişkisinin ve uygulanabilirliğinin ve işletim sistemindeki telafi şartlarının belirlenmesinde kullanılmaktadır.
- iv. İşlem çevrimi: Sistemin süre gereksinimlerinin nicel bir ifadesi oluşturulmalı ve sistemin tanımına dahil edilmelidir. İşlev – süre gereksinimleri, farklı işlem aşamalarında farklı işlem modlarında çalışan parçalar ve gerekirse sadece işlev gören parçalar için geliştirilmelidir.
- v. Blok diyagramlar: Bir sistemin işlevsel parçalarının çalışmasını, birbirleri arasındaki ilişkileri ve birbirlerinden bağımsızlıklarını gösteren blok diyagramlar, tasarım seviyelerinin hepsinde hata modu etkilerinin izlenebilmesini sağlamak için oluşturulmalıdır. İşlevsel akış ve işlemlerin birbirine bağlı olma ve olmama serilerini göstermek için işlevsellik ve güvenilirlik blok diyagramlarının her ikisi de gerekmektedir. Blok diyagramları sistemle bir arada oluşturulabileceği gibi sistemin tanımlanmasından sonra da oluşturulabilir ve sistemin önemli işlevlerinin ayrıntılı bir analizi şeklinde gösterilmelidir. Sistem için yapılan tanıma bağlı olarak, alternatif işletim modlarını göstermek için genellikle birden fazla blok diyagramı gerekmektedir. Parçanın bir bütün olarak girdi ve çıktıların hepsi diyagram üzerinde

gösterilmelidir ve açık bir şekilde tanımlanmalıdır. Blokların her biri işlevsel sistem analiz düzenini belirten birbirine tutarlı ve mantıklı bir parça numarası ile adlandırılmalıdır. Tasarlama seviyelerinin hepsinde takip edilebilirliği ve tasarımın izlenmesini sağlamak için işlevsel sistem analiz düzeninde oluşturulan düzenli bir numaralandırma sistemi gerekmektedir.

- vi. Fonksiyonel blok diyagramları: Bir fonksiyonel blok diyagramında bir sistemin fonksiyonel parçalarının, mühendislik verileri ve şemalarında tanımlanan çalışması ile aralarındaki ilişkiler gösterilir. Fonksiyonel blok diyagramlarında sistemin bir fonksiyon akış sırası ve analizin tasarlama seviyelerinin her birinin yanı sıra sistem tasarımları da gösterilir.
- vii. Güvenilirlik blok diyagramları: Bir güvenilirlik blok diyagramında, kullanım ömrü sırasında meydana gelen olayların her biri için bir sistem veya fonksiyon grubunun işlevlerinin hepsinin birbirine bağlılık veya farklılık serisi tanımlanır. Güvenilirlik blok diyagramında sistemin işlevsel olarak birbirine bağlılığının tanımlanması bulunacak ve bir işlevsel metot hata modları ve etkilerinin analizi için kullanılacaktır.
- viii. Tek nokta hatalarına hata modları ve etkilerinin analizi uygulanması: Tek parça hatalarının her biri, etkileri analiz edildiği için, sistemdeki tek hata olarak kabul edilecektir. Tek parça hatasının tespit edilemediği durumlarda analiz, tespit edilemeyen ilk hata ile birlikte, katastrofik veya kritik bir hata durumuna neden olabilecek ikinci bir hatanın etkilerinin belirlenmesi için genişletilecektir. Katastrofik veya kritik durumlara neden olabilecek pasif veya çok yönlü hataların da tanımlanması gerekmektedir.
- ix. Hata modları ve etkilerinin analizi çalışma tabloları: Hata modları ve etkilerinin analizi belgelerinin hazırlanması onaylanmış hata modları ve etkilerinin analizi çalışma tablosu sütunlarının doldurulması ile tamamlanır
- x. Tanıtım numarası: İzlenebilirlik için bir seri numarası veya referans kimlik numarası atanmalı ve çalışma tablosu üzerine yazılarak takip edilmelidir. Analiz yapan, sistem fonksiyonlarının ve ekipmanlarının birbirine uygun tanımlanmasını sağlamak ve hata modlarının her birinin ve sistemin fonksiyonları ile ilişkilerini tümüyle görülebilir uygun blok diyagramlarında belirtilmesini sağlamak üzere düzenli bir kodlama kullanılmalıdır.

- xi. Parça/fonksiyonelite tanımlaması: Hata modu ve etkileri bakımından analiz edilmekte olan parça veya sistemin adı veya tanımlanması listelenmelidir. Parça veya işlevi uygun bir şekilde tanımlamak için şema diyagramının sembolleri veya çizim numaraları kullanılabilir.
- xii. Fonksiyon: Sistemin parçası tarafından gerçekleştirilen fonksiyonun kısa bir anlatımı yapılmalıdır. Parçanın doğal işlevi ve ona bağlı parçalarla ilişkisi buna dahil edilmelidir.
- xiii. Hata modları ve nedenleri: Analiz edilen tasarım seviyelerinin her biri için önceden tahmin edilebilen hata modlarının hepsi tanımlanmalı ve açıklanmalıdır. Muhtemel hata modları, uygulanan blok diyagramları ve şemalarda tanımlanan parça çıktıları ve işlevsel çıktıların incelenmesi ile belirlenmelidir. Parça işlevlerinin hata modları, sistemin tanımlama ifadesinde belirtilen gereksinimler ve temel prosedürlerde bulunan hata tanımlamaları esasına göre ifade edilmelidir. İfade edilen hata modları ile ilgili en olası nedenler tanımlanmalı ve açıklanmalıdır. Bir hata modunun birden fazla nedeni olabileceği için hata modlarının her biri ile ilgili birbirinden bağımsız olası nedenlerin hepsi tanımlanmalı ve açıklanmalıdır. Çok yakın tasarım seviyelerindeki hata nedenleri de göz önüne alınmalıdır.
- xiv. İşletim modu: Hatanın meydana geldiği işletim modunun kısa bir açıklamasıdır.
- xv. Hata etkileri: Varsayılan hata modlarının her birinin parçanın çalışması, işlevi veya durumu üzerindeki sonuçları tanımlanmalı, değerlendirilmeli ve kaydedilmelidir. Hatanın etkisi, tetkik edilmekte olan hatadan etkilenen belirli bir blok diyagram unsuruna odaklanır. Tetkik edilmekte olan hata, analiz edilen tasarlama seviyesine ek olarak çeşitli tasarlama seviyelerini de etkileyebilir; bu nedenle, lokal, bir sonraki yüksek seviye ve son etkileri değerlendirilmelidir.
- xvi. Yerel (Lokal) etkiler: Lokal etkiler özellikle, varsayılan hata modunun değerlendirilmekte olan tasarım seviyesinde parçanın çalışması ve işlevine olan etkisi üzerinde yoğunlaşır. Parçayı etkilediği kabul edilen hataların her birinin sonuçlarının, ortaya çıkabilecek ikinci sıradaki etkilerle beraber açıklanması gerekmektedir. Lokal etkilerin tanımlanmasının amacı telafi şartlarının değerlendirilmesi ve düzeltici işlemlerin önerilmesi için bir esas oluşturmaktadır. Lokal etkinin hatanın kendisi olması mümkündür.

- xvii. Bir sonraki yüksek seviyenin etkileri: Bir sonraki yüksek seviyenin etkileri varsayılan hatanın, değerlendirilmekte olan tasarlama seviyesinden yukarıda bir sonraki yüksek seviyede parçanın çalışması ve işlevine olan etkisi üzerinde yoğunlaşır. Bir sonraki yüksek tasarım seviyesinde parçayı etkilediği kabul edilen hataların her birinin sonuçlarının açıklanması gerekmektedir.
- xviii. Son etkiler: Son etkiler, varsayılan hatanın sistemin çalışması, işlevi veya durumu üzerindeki etkilerinin hepsini değerlendirir ve tanımlar. Açıklanan son etkiler ikili bir hatanın sonucu olabilir. Örneğin, bir güvenlik aygıtının hata yapması sadece ana işlevin, güvenlik aygıtının ayarlanmış olduğu limitlerin ötesinde bulunması ve güvenlik aygıtının görevini yerine getirememesi durumlarında bir katastrofik son etkiye neden olabilir. İkili bir hatadan kaynaklanan bu son etkiler hata modları ve etkilerinin analizi çalışma tablosunda gösterilmelidir.
- xix. Hata tespit metodu: Hata modunun meydana gelmesinin operatör tarafından tespit edileceği metotların açıklamaları kaydedilmelidir. Görsel veya işitsel uyarı cihazları, otomatik algılama cihazları, algı aletleri, diğer özel göstergeler, veya hiç biri gibi, hatanın tespit edilme yöntemlerinin de tanımlanması gerekmektedir.
- xx. Telafi önlemleri: Tasarım önlemleri veya operatör tarafından yapılan işlemler olarak, hatanın etkisini ortadan kaldıran veya azaltan telafi önlemlerinin tanımlanması ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu prosedür, kusurlu çalışma veya hata durumunda parçanın gerçek davranışının kaydedilmesi için gereklidir. Varsayılan hatanın etkisini önlemek veya azaltmak için operatörün işlem yapmasını gerektiren telafi önlemlerinin tanımlanması gerekmektedir. Daha sonra ise hata meydana geldiğinde bir operatör tarafından gözlemlenen göstergeleri en iyi şekilde karşılayan telafi önlemleri belirlenmelidir. Bunun yapılması için operatörün yapacağı en doğru işlemlerin belirleneceği bir ara yüz sisteminin incelenmesi gerekebilir. Operatörün, olağan dışı bir göstergeye müdahale için yapabileceği her türlü yanlış işlemin sonuçları da göz önünde bulundurulmalı ve etkileri kaydedilmelidir.
- xxi. Önem derecesinin sınıflandırılması: Hata etkileri ile tanımlanan hata modlarının ve parçaların her biri için bir önem derecesi sınıflandırma kategorisi tahsis

edilmelidir. Daha sonra ise hata modunun etkilerinin uygun bir şekilde kategorize edilebilmesi için, çıktı kaybı veya azalması sonucu analiz edilmekte olan parçanın işlevsel durumu üzerindeki etkisinin tanımlanması gerekir.

- xxii. Hatırlatmalar: Çalışma tablosunda başka bir sütuna ait olan ve bu sütunu açıklayan ilgili herhangi bir hatırlatma bu sütunda belirtilmelidir.
- xxiii. Hata modları ve etkilerinin analizi raporu: Hata modları ve etkilerinin analizinin sonuçlarının, analiz seviyesini tanımlayan, sonuçları özetleyen, analizin gerçekleştirilmesinde kullanılan veri kaynaklarını ve teknikleri gösteren ve sistem tanımlama ifadelerini, sonuç olarak ortaya çıkan verileri ve çalışma tablolarını içeren bir raporda belge haline getirilmesi gerekmektedir. Çalışma tablolarının, analizin ilk önce en yüksek tasarım seviyesini daha sonra da sistemdeki daha düşük tasarım seviyelerini gösterecek şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Hata modları ve etkilerinin analizi raporu alternatif sistem tasarım yaklaşımlarının değerlendirilmesinde tasarım mühendisleri için önemli bir veri kaynağıdır.

#### **4.8.1.4 Kritiklik analizi**

Kritiklik analizinin amacı, olası hata modlarını, önem derecesi sınıflandırması ve meydana gelme ihtimalinin etkilerine göre, hata modları ve etkilerinin analizine uygun bir şekilde sıralamaktır.

**Analitik Yaklaşım:** Kritiklik analizi nitel veya nicel yaklaşım kullanılarak gerçekleştirilir. Özel parçaların yapılandırma ve hata sınıfı verileri, kullanılacak olan analiz yaklaşımını belirleyecektir. Özel hata sınıfı verileri mevcut olmadığında nitel yaklaşımın kullanılması uygundur. Hata olasılık seviyeleri, eğer kullanılırsa, sistemin daha iyi tanımlanması için modifiye edilmelidir. Parça yapılandırma verileri ve hata sınıfı verileri elde edildiğinde kritiklik numaralarının hesaplanması ve analize dahil edilmesi gerekmektedir.

**Nitel Yaklaşım:** Nitel yaklaşımda hata modları ve etkilerinin analizinde tanımlanan hata modları, özel parçaları yapılandırma veya hata sınıfı verileri mevcut olmadığında, meydana gelme olasılığına göre değerlendirilir. Bireysel hata modunun meydana gelme



olasılığı, uygun kritiklik analizi çalışma tablosu sütununa yazılacak nitel hata olasılık seviyesini oluşturan farklı ve mantıksal olarak tanımlanmış seviyelerde gruplandırılmalıdır. Meydana gelme olasılığı seviyelerinin genel olarak kabul gören aralığı aşağıdaki şekilde sıralanmakta ve tanımlanmaktadır;

- i. Seviye A (Sık): Parçanın çalışma aralığı sırasında yüksek bir meydana gelme olasılığı vardır. Yüksek olasılık, parçanın çalışma süresi sırasındaki tüm hata olasılığının 0.20'sinden daha büyük olan tek hata modunun meydana gelme olasılığı olarak tanımlanabilir.
- ii. Seviye B (Oldukça Olası): Parçanın çalışma süresi sırasında orta derecede meydana gelme ihtimali bulunmaktadır. Olası ifadesi, parçanın çalışma süresi sırasında toplam hata olasılığının 0.10'undan fazla fakat 0.20'sinden az olan tek hata modu meydana gelme olasılığı olarak tanımlanabilir.
- iii. Seviye C (Ara Sıra): Parçanın çalışma süresi sırasında ara sıra meydana gelme ihtimali bulunmaktadır. Ara sıra olasılığı, parçanın çalışma süresi sırasında toplam hata olasılığının 0.01'inden fazla fakat 0.10'undan az olan tek hata modu meydana gelme olasılığı olarak tanımlanabilir.
- iv. Seviye D (Uzak): Parçanın çalışma süresi sırasında meydana gelme ihtimali bulunmamaktadır. Uzak olasılık parçanın çalışma süresi sırasında toplam hata olasılığının 0.001'inden fazla fakat 0.01'inden az olan tek hata modu meydana gelme olasılığı olarak tanımlanabilir.
- v. Seviye E (Olasılığı Çok Az): Parçanın çalışma süresi sırasında meydana gelme ihtimali esas itibarıyla sıfır olan bir hatadır. Olasılığı çok az, parçanın çalışma süresi sırasında toplam hata olasılığının 0.001'inden az olan tek hata modu meydana gelme olasılığı olarak tanımlanabilir.

**Nicel Yaklaşım:** Nicel yaklaşım için kullanılan hata-sınıf verilerinin kaynağı sistem programları tarafından gerekli görülen diğer güvenilirlik ve idame edilebilirlik analizleri için kullanılan veri kaynakları ile aynı olmalıdır. Diğer analizler gerekli görülmediğinde veya hata sınıfı veri kaynağı başka bir şekilde belirtilmediğinde hata sınıfları ve hata sınıfı ayarlama faktörleri (Örnek. çevresel ve kalite faktörleri) çeşitli standartlardan veya mühendis ekibinin bildirdiği kararlardan elde edilebilir. Kritiklik rakamının

hesaplanması veya meydana gelme olasılık seviyesinin tahsis edilmesi ile belge olarak hazırlanması, onaylanmış kritiklik analizi çalışma tablosunun sütunları doldurularak yapılmaktadır. Hata modları ve etkilerinin analizi çalışma tablosundan alınan aşağıdaki bilgiler, kritiklik analizi çalışma tablosuna uygulanabilir;

- i. Tanıtım numarası
- ii. Parça / İşlevsellik tanımlaması
- iii. İşlev
- iv. Hata modları ve nedenleri
- v. İşletim modu
- vi. Önem derecesinin sınıflandırılması
- vii. Hatırlatmalar

**Hata Olasılığı/Hata Sınıfı Veri Kaynağı:** Hata modları meydana gelme olasılığına göre değerlendirildiğinde, meydana gelme seviyesinde hata olasılığının da belirtilmesi gerekmektedir. Kritiklik numaralarının hesaplanmasında hata-sınıf verileri kullanıldığında, hesaplamaların her birinde kullanılan hata sınıfı veri kaynakları verilmelidir. Bir hata olasılığı verilmişse ve liste halinde belirtilmişse, geriye kalan sütunlar gerekli değildir ve bir sonraki adım, kritiklik matrisinin oluşturulması olacaktır.

**Hata Etki Olasılığı ( $\beta$ ):**  $\beta$  değerleri, hata modunun meydana gelmesi halinde, hata etkisinin tanımlanan kritiklik sınıflandırmasına neden olacağı şartlı olasılığı gösterir.  $\beta$  değerleri analiz edilen, kaybın meydana geleceği şartlı olasılık yönünde kararını gösterir ve Tablo 4.2'ye uygun olarak belirtilmelidir.

**Tablo 4.2: Hata etkisi ve  $\beta$  değeri**

Hata Etkisi	$\beta$ Değeri
Gerçek Hasar	1.00
Muhtemel Hasar	$0.10 < \beta < 1.00$
Olası Hasar	$0 < \beta < 0.10$
Etkisiz	0

*Kaynak:* Değişen ve Gelişen Çağda Lojistik

**Hata Modu Oranı ( $\alpha$ ):** Tetkik edilmekte olan belirli bir hata modu ile ilgili  $\lambda_p$  parça hata sınıfı kesri analiz eden tarafından değerlendirilmekte ve kaydedilmektedir. Hata sınıfı oranı tanımlanan modda öge veya parçanın görevini yerine getirememesi ihtimalidir ve ondalık kesir olarak belirtilmektedir. Eğer belirli bir öge veya parçanın olası hata modlarının hepsi listelenmişse, bu parça veya ögenin  $\alpha$  değerlerinin toplamı 1'e eşit olacaktır. Bireysel hata modları çarpanları hata sınıfı kaynak verilerinden veya testlerden ve çalıştırma kaynaklarından elde edilebilir. Eğer hata modu verileri mevcut değilse  $\alpha$  değerleri, parçanın işlevlerinin analizine bağlı olarak analiz edenin kararını gösterecektir.

**Parça Hata Sınıfı ( $\lambda_p$ ):** Uygun güvenilirlik tahmininden elde edilen veya bildirilen bir mühendislik önerisi kullanılarak hesaplanan parça hata sınıfı  $\lambda_p$  listelenmektedir. Uygun olan durumlarda uygulama faktörleri ( $\Pi_A$ ), ortam faktörleri ( $\Pi_F$ ) ve gerekli olabilecek diğer  $\Pi$  faktörleri işletim gerilimlerindeki farklılıkları ayarlamak için çeşitli standartlardan veya referans malzemelerden elde edilen  $\lambda_p$  temel hata sınıflarına uygulanır.  $\lambda_p$  hesaplamasında faydalanılan  $\Pi$  faktörlerinin değerleri de listelenmektedir.

**Çalıştırma Süresi ( $t$ ):** Saat olarak çalıştırma süresi sistemin tanımından elde edilir ve çalışma tablosunda gösterilmektedir.

**Hata Modu Kritiklik Numarası ( $C_m$ ):** Hata modunun kritiklik numarası  $C_m$  değeri hesaplanır ve çalışma tablosunda listelenir.  $C_m$  değeri, parçanın, hata modlarının bir tanesi belirli bir önem derecesi sınıfı kapsamında olması nedeniyle kritiklik numarasının bir parçasıdır. Belirli bir önem sınıflandırması ve işletim aşaması için, bir hata modunun  $C_m$  değeri aşağıdaki formülle hesaplanabilir:

$$C_m = \beta \cdot \alpha \cdot \lambda_p \cdot t \quad (4.1)$$

Bu denklemde,

$C_m$  = Hata modunun kritiklik numarası

$\beta$  = Hata etki olasılığı

$\alpha$  = Hata modu oranı

$\lambda_p$  = parça hata sınıfı

t = uygulanan çalışma süresi, genellikle saat olarak belirtilmektedir.

**Parça Kritiklik Numaraları ( $C_r$ ):** Analiz edilmekte olan parça için ikinci kritiklik numarası hesaplamasıdır. Sistemin parçalarının kritiklik numaraları ( $C_r$ ) hesaplanır ve çalışma tablosunda listelenir. Bir parçanın kritiklik numarası parçanın hata modları sonucunda beklenen belirli bir türdeki sistem hatalarının sayısıdır. Belirli bir türdeki sistem hataları parçanın hata modlarının önem derecesi sınıflandırması ile ifade edilmektedir. Belirli bir önem derecesi sınıflandırması ve misyon aşaması için bir parçanın ( $C_r$ ) değeri, önem derecesi sınıflandırmasında hata modu kritiklik numaralarının ( $C_m$ ) toplamıdır. Aşağıdaki formül kullanılarak da hesaplanabilir:

$$C_r = \sum_{n=1}^j (\beta \cdot \alpha \cdot \lambda_p \cdot t)^n \quad n=(1,2,3,\dots,j) \quad (4.2)$$

Bu denklemden,

$C_r$  = parçanın kritiklik numarası,

n = parçalarda, belirli bir kritiklik sınıflandırması kapsamına giren hata modları,

J = parçanın, kritiklik sınıflandırması altındaki son hata modunu ifade etmektedir.

**Kritiklik Matrisi:** Kritiklik matrisi hata modlarının her birinin tanımlanması için bir yöntem sunar ve diğer hata modlarının hepsinin önem derecesine göre karşılaştırılmasını sağlar. Matris, önem derecesi sınıflandırma kategorisini ve meydana gelme olasılığı seviyesi veya parçanın hata modlarının  $C_r$  kritiklik numarasını gösteren parça veya hata modu tanı numaralarının matris yerlerine yerleştirilmesi ile oluşturulur. Ortaya çıkan matris ekranı, parça hata modlarının dağılımını göstermektedir ve düzeltici işlem önceliklerinin tayin edilmesi için araç sunmaktadır. Hata modunun kaydedildiği yerden çizilen bir çizgi üzerinde ilerlendiğinde, kritiklik artar ve düzeltici işlemin uygulanmasına olan ihtiyaç daha kaçınılmaz olur. Kritiklik matrisi,  $C_r$  kritiklik numarasının veya meydana gelme olasılığı seviyesinin dikey eksen için nasıl kullanılabileceğini göstermek için oluşturulmuştur.

## 4.9 İKMAL DESTEĞİ

Sistemin yedek parça stoklarını, depolama, kataloglama, dağıtım, tahsis, başlangıç yedekleri ve müteakip yedekler ile ilgili ihtiyaçlarının tespit ve temin edilmesidir. Sistemi desteklemek için gerekli malzemeyi tanımlayan, doküman eden, tedarik eden, yöneten ve kontrol eden lojistik teknik disiplindir.

İkmal desteği gereksinimleri, lojistik destek analizi sürecinde belirlenir. Bu kapsamda oluşturulacak plan, gereksinimleri açıklar ve sistem ömür devri boyunca sistemin hem ilk ara destek ve hem de uzun dönem desteği için yedek/onarım parçalarının, envanterin ve tüketilir malzemenin konuşlandırılması (parça tanımlanması, kataloglama, kaynak kodlaması), temini ve satın alınmasının metot/prosedürlerini kapsar. Ana hatları ile plan aşağıdakileri içerir;

- i. Her bakım seviyesi için gerekli yedek/onarım parçaları ve tüketilir malzemenin özet listesi,
- ii. Ana görev-merkezli malzemeleri, test ve destek malzemelerini ve yazılımları desteklemek için yeni (stok listesine dahil olmayan) yedeklerin ve tüketilebilir malzemenin tedarik ve alınması için plan,
- iii. Üretim ve test, paketleme ve servis, ulaşım ve ilgili konularla uğraşan tedarikçi gereksinimleri,
- iv. Ana görev-merkezli malzemeleri, test ve destek malzemelerini ve yazılımları desteklemek için genel ve standart hazır alınan yedeklerin ve tüketilebilir malzemenin tedarik ve alınması için gereksinimler, savunma sistemleri için devlet malı malzemeler ile ilgili özel koşullar,
- v. Sistemin devam eden bakım ve desteği için depo ve sorumluluk işleri, ilk kataloglama ve stoklama, envanter bakım ve kontrolü, değiştirilebilir parçaların tedarik, ilgili tesis gereksinimleri, kullanımı uygun olmayan parçaların ve artık malların düzenlenmesi,
- vi. Veri toplanması, analizi, ve tedarik devirlerini geliştirmek için yedek/onarım parçalarının ihtiyaç faktörlerin güncelleştirilmesi, sistem destek yetenekliliğinin

doğru değerlendirilmesi ve lojistik destek analizinin g¼ncelleřtirilmesi için gerekli geribildirim işlemine oluşturur.

- vii. İkmal Sistemi'nin bakım konseptini ve hazır olma hedeflerini destekleyecek nitelikte analiz edildiği ve tanımlandığı çalışmadır. Bu çalışmalarda bakım konsepti, sistemin bakım ve idamesi için gerekli olan ikmal desteğine ait nitelik ve miktarın belirlenmesinde kullanılmaktadır.
- viii. İkmal desteği planlamasında ilk aşama, ikmal desteği stratejisinin belirlenmesidir. Bu safhada, ilk aşama lojistik destek planının hazırlanması ile eşzamanlı gerçekleşir. Sistem geliştirme s¼recinin erken aşamalarında, desteğin uygun bir şekilde b¼telenmesi ve sağlanması için yapılan çalışmaları y¼nlendirir.
- ix. Bunu takiben, y¼klenici ara ikmal desteği ve ara d¼nem/geçiş d¼nemi İkmal Desteğinin tanımlanması gelir. Sistem/malzemenin, ¼m¼r devri boyunca organik veya y¼klenici tarafından desteklenme stratejilerine karar verilmelidir. Bu çerçevede, organik bir destek tercih ediliyor ise, y¼klenici ara ikmal desteği planı hazırlanır. ¼zellikle sistem geliştirme s¼recinin tam ¼lekli ¼retim ¼ncesi safhaları için, y¼klenici ara ikmal desteği tanımlaması yapılmalıdır.
- x. Sistemin ¼retim s¼reci devam ederken parti bazında kullanıma alınması aşamasında, kullanıcıda destek yetenekleri tam olarak kazanılmadığı için, y¼klenici ve kullanıcı arasında bakım, ikmal ve idame işlemlerinin ortaklaşa olarak y¼r¼t¼lebilmesine y¼nelik planlar da ara d¼nem/geçiş d¼nemi ikmal planı içerisinde hazırlanır.
- xi. Ara d¼nem/geçiş d¼nemi ikmal planı, destek sorumluluklarını ve y¼klenici ikmal desteği destek sorumluluklarını kullanıcıya transfer etmek için, gerekli t¼m hareket ve olayların dok¼mantasyonunu içerir.
- xii. Sistem tasarımının bitmesinden sonra, ¼retim ve konuşlandırma safhasına gelindiğinde, temin koşul s¼reci de başlar. Bu kapsamda, nihai ¼r¼n¼n belirli bir servis periyodunda, destek ve idamesi için gerekli olan malzeme aralığının hangi malzemeler ve derinliğinin her birinin miktarı belirlenmesi gerçekleştirilir. Bu programın uygulanması ise, bu s¼re sonrasında tanımlanan ihtiyaçların karşılanmasıdır.

#### 4.10 EĞİTİM

Sistem operatörleri ve bakım personelinin eğitimi, eğitim teknikleri, usul ve yönetimini tespit ve temin etmek; başlangıç, ferdi, görev başı ve müteakip yıllarda verilecek eğitimleri planlamak olarak tanımlanır. Sistemlerin işletilmesi ve idame edilmesi için aktif görev, rezerv ve sivil personelin eğitilmesi için kullanılan süreç, prosedürler, teknikler ve eğitim ekipmanlarıdır. Bunlar, birey ve takım eğitimini (başlangıcında ve devamında); yeni ekipman eğitimini; resmi, ve işbaşında eğitimini; ve, eğitim cihaz tedarik ve tesisat ve beceri geliştirme eğitimini de içeren, eğitim ekipmanı için lojistik destek planlamasını kapsar. Bir savunma sistemini çalıştırmak ve desteklemek için aktif ve yedek personelin mesleki eğitimi için kullanılan süreç, prosedür, teknikler kapsamında ferdi ve ekip eğitimini, yeni sistemin eğitimini kapsamaktadır.

Bakım ve destek personeli için yerine göre sayı, beceri seviyesi, iş sınıflandırması bakımından gereksinimler, desteklenebilirlik analizinde belirtilmiştir. Bu gereksinimler, kullanıcının organizasyonundaki sayı, beceri ve iş sınıfları ile karşılaştırılır ve sonuçlar personel eğitim planının geliştirilmesini sağlar . Bu kapsamda hazırlanacak olan plan aşağıdakileri içerir;

- i. Sistem kullanıcısının eğitimi (eğitim tipi, süresi, temel giriş gereksinimleri, kısa program/ders taslağı, ve sonuç beklentileri),
- ii. Bütün seviyeler için bakım personeli eğitimi (eğitim tipi, süresi, temel giriş gereksinimleri, kısa program/ders taslağı, ve sonuç beklentileri),
- iii. Eğitim malzemeleri, aletler, yardımcıları, simulatörler, bilgisayar kaynakları, ve operatör ve bakım personeli eğitimini destekleyecek veriler,
- iv. Başlangıç operatör ve bakım personeli eğitimi ve sistem ömür devri boyunca yeni gelen personel eğitiminin sağlanması için tasarlanan takvim.

Eğitim ekipman ve tesis gereksinimleri planı, lojistik yöneticisi ve eğitim sorumlusu tarafından, teknik eğitim malzemesinin veya eğitim aletlerinin, eğitim sorumlusu tesislerinde kurulması için hazırlanmalıdır. Eğer teknik eğitim malzeme veya araçları birden fazla eğitim alanında kurulacaksa, her bölge için ayrı bir plan gerekmektedir.

Plan üç ana elemandan oluşmaktadır. Bunlar, tesis gereksinimlerinin tanımlanması, eğitim ekipmanı yerleştirilmesi ve lojistik destek gereksinimleridir.





## 5. LOJİSTİK DESTEK ANALİZİ (LDA)

### 5.1 LOJİSTİK DESTEK ANALİZİ VE İLGİLİ SÜREÇLER

#### 5.1.1 Lojistik Destek Analizi Nedir?

LDA, ihtiyaç duyulan bir sistemi, görevlerini planlı seriler şeklinde inceleyen, sistemi kullanılabilir tutmak için destekleyen, tasarımı etkileyerek sistemi ve desteği etkin maliyet ile sağlamaya çalışan bir süreçtir. LDA; tedarik süreci sırasında sistem mühendisliği ve tasarım sürecinin bir parçası olarak üstlenilen bilimsel ve mühendislik çalışmalarının seçici bir şekilde uygulanmasıdır. LDA geliştirme aşamasında olan ekipman ve sistemlerin idame maliyetlerinde oluşabilecek aşırılıkları analiz etmek üzere bir yöntemdir. Analiz edilen sistemlerde belirlenen yüksek maliyet kalemleri daha sonra tasarımda yapılacak değişiklikler ve değiş tokuşlar ile azaltılabilir.

Lojistik destek analizi, ELD elemanlarını, destek sistemi tasarımına entegre etmeye yaramaktadır. LDA yardımıyla bakım planlaması oluşturulur. Bakım planının yapılabilmesi için lojistik destek sistemi elemanlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bakım planı sistem veya ekipman seviyesinde hazırlanarak, tedarik safhasında destek elemanlarının tedariki, seçilmesi ve geliştirilmesi için temel oluşturur. Bakım planı ömür devri maliyet analizinde temel girdi olarak kullanılır. Tasarımın tamamen ortaya çıkmasıyla beraber, deneme ve test aşamalarında, LDA sistemin desteklenmesi ve idamesi için gerekli lojistik kaynakların belirlenmesi için kullanılır. LDA'nın maliyet etkin olabilmesi için tasarımın desteklenebilirliğini arttırması; dolayısıyla ömür devri maliyetlerinde bir azalma sağlaması gereklidir.

#### 5.1.2 Lojistik Destek Analizinin Hedefleri

Lojistik destek analizinin hedefleri arasında; Gereksinimler ve tasarım arasında ekonomik etkileşimi sağlanması, ELD elemanlarının optimum seviyede entegrasyonu ve ayrıntılı ELD elemanı kaynak gereksinimlerinin belirlenmesi sayılabilir. Belirli bir durumda bu amaçların biri yada tümü geçerli olabilir. Daha seyrek olarak belirtilse de

dördüncü bir hedef olan risk değerlendirme/azaltma, LDA görevlerinin çoğunda tümleşik bir parça olarak yer almaktadır. Risk değerlendirme bugün tedarik politika ve prosedürlerinin önemli bir parçası durumundadır. Risk azaltma teknikleri içinde, teknoloji tanıtımı, prototip hazırlama (üretim süreçleri ve donanım ve yazılım sistemleri dahil olmak üzere), erken işletim değerlendirmeleri ve program ayarlamaları yer alabilir. Bunların dışında LDA ile çeşitli verilerin, sistematik olarak kaydedilmesi, depolanması, işlenmesi ve rapor edilmesi de amaçlanmaktadır.

### **5.1.3 Lojistik Destek Analizi Standartları**

LDA süreci iki temel askeri standart bünyesinde yer almaktadır; MIL-STD-1388-1A, “Lojistik Destek Analizi”; LDA hedeflerine ulaşılması için, yapısal bir mühendislik yaklaşımı oluşturmaktadır. MIL-STD-1388-2B, “ LDA için TSK gereksinimleri (LDAK)” ise, LDA hedeflerini destekleyen çeşitli verilerin, sistematik olarak kaydedilmesi, depolanması, işlenmesi ve rapor edilmesi için standart bir ortam oluşturmaktadır.

MIL-STD-1388-1A Lojistik Destek Analizinin proje boyunca yapılacak olan faaliyetlerini içermektedir. Bu faaliyetler Tablo5.1’de de gösterildiği üzere beş ana bölümde yürütülmektedir.

**Tablo 5.1: LDA görevlerinin analizi**

<b>Görev Bölümü</b>	<b>Görev Bölümleri Açıklaması</b>	<b>Görevler</b>
<b>Görev Bölümü 100</b>	Program Planlama ve Kontrolü Biçimsel Program Planlama ve İnceleme bilgilerini sağlamaktadır.	101. Erken Lojistik Destek Analiz Stratejisinin Geliştirilmesi 102. Lojistik Destek Analiz Planı 103. Program ve Tasarım İncelemeleri
<b>Görev Bölümü 200</b>	Görev ve Destek Sistemlerinin Tanımı: Lojistik gereksinimlerin belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır.	201. Kullanım Çalışması 202. Görev Donanım, Yazılım ve Destek Sistemi Standardizasyonu 203. Karşılaştırmalı Analizler 204. Teknolojik Olanaklar 205. Desteklenebilirlik ve Desteklenebilirlikle ilgili Tasarım Faktörleri
<b>Görev Bölümü 300</b>	Alternatiflerin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi: Gerçekleştirilecek İşletim ve Bakım Görevlerinin, İlgili Güvenlik Risklerinin ve Optimum Bakım Seviyesinin belirlenmesi için kullanılmaktadır.	301. Fonksiyon Gereksinimlerinin Belirlenmesi 302. Destek Sistemi Alternatifleri 303. Karşılıklı Yararlar Analizi ve Alternatiflerin Değerlendirilmesi
<b>Görev Bölümü 400</b>	Lojistik Destek Kaynak Gereksinimlerinin Belirlenmesi: Yeni Sistem için Bütün Destek Kaynaklarının ve Mevcut Kaynaklar Üzerindeki Etkisinin Saptanması ve Üretim Sonrası Destek için Planlar Geliştirilmesi Amacıyla Kullanılmaktadır.	401. Görev Analizi 402. Erken Hizmete Alma Analizi 403. Üretim Sonrası Destek Analizi
<b>Görev Bölümü 500</b>	Desteklenebilirlik Değerlendirmesi: Belirtilen Gereksinimlerin Karşılandığından ve Eksiklerin Giderildiğinden Emin Olunması için Kullanılmaktadır.	501. Desteklenebilirlik Testi, Değerlendirmesi ve Doğrulaması

*Kaynak: Değişen ve Gelişen Çağda Lojistik*

MIL-STD-1388 2B standardı ise MIL-STD-1388-1A standardında tanımlanan LDA faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan verilerin hiyerarşik ürün kırılımı bazında 518 ayrı verinin 104 ilişkisel tabloda tutulduğu tek bir veri tabanını tanımlar. Tüm destek verisinin tek bir veri tabanında tutulması çok önemlidir. Bu sayede, çok büyük sistemlerin değişiklikleri ile birlikte etkileşimli olarak yönetilmesi sağlanır.

#### **5.1.4 Sistem Mühendisliği Süreci ve Desteklenebilirlik Tasarım Etkileşimi**

Birçok uzman, LDA'yı Sistem Mühendisliği sürecinin bir parçası olarak değerlendirmektedir. Yeni tedarik politikası da LDA'nın Sistem Mühendisliği sürecinin bir parçası olduğunu belirtmektedir. LDA standardındaki görevler, Sistem Mühendisliği konseptinin lojistik analiz gereksinimlerine uygulanması ile tasarlanmıştır. LDA doğrudan Sistem Mühendisliği süreci ile ilişkilidir.

LDA görevleri, sistem mühendisliği çalışmaları için önemli bir desteklenebilirlik ve hazır olma durumu bilgisi sağlar. Bu görevler destek konularının yanı sıra mühendisliği de içerdiği için, mühendislik; bu görevlerde ELD/LDA ile işbirliği yapmalıdır.

LDA'nın, çeşitli Sistem Mühendisliği uzmanlık veya teknikleri ile ilişkili olduğu konusunda bir fikir birliği söz konusudur. Bunların en belirgin olanları, Güvenilirlik ve İdame Edilebilirlik, İnsan Mühendisliği, Güvenlik ve Konfigürasyon yönetimidir.

#### **5.1.5 Bakım Planlama Analiz (BPA) Süreci**

Bakım Planlama Analiz süreci, dört safhalı bir süreçtir. İlk süreç safhası, sistem/ekipman hatalarının belirlenmesi ve analizidir. Bu normal olarak "Hata Modları ve Etkileri Analizi" (HMEA) ile gerçekleştirilir. HMEA, önlenecek veya onarılabilecek hataları belirler. HMEA ile birlikte "Kritiklik Analizinin" (KA) gerçekleştirilmesi durumunda, sonuçta Hata Modları Etkileri ve Kritiklik Analizi (HMEKA) elde edilmiş olur. HMEA ve/veya HMEKA normalde güvenilirlik ve idame edilebilirlik grubu tarafından gerçekleştirilmektedir.

HMEKA ile belirlenen, kritik hatalar daha sonra Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB) mantığı ile analiz edilerek olası önleyici bakım görevleri belirlenmektedir. Hem HMEKA hem de GMB, hataların sonuçlarının yok edilmesi ya da azaltılması için bir tasarım değişikliği talebi ile sonuçlanabilir. GMB analizi, bir önleyici bakım göreviyle veya maddenin hata yapmasına izin verilerek bir düzeltici bakım görevi üretilmesiyle sonuçlanabilmektedir.

Bakım Planı Analizi sürecinde bir sonraki safha, HMEKA ve GMB analizleriyle belirlenen önleyici bakım ve düzeltici görevlerinin görev analizini içermektedir. Servis ve yağlama gibi ek görevler de belirlenmekte ve analiz edilmektedir. Bakım görevi analizi her bir görevi, gerekli beceri ve destek kaynaklarını ve görevin yapılacağı organizasyon seviyesini tanımlamaktadır. Görev analizi bakım seviyesinde, onarım gündeme geldiği için, normal olarak bir Onarım Seviyesi Analizi (OSA) gerçekleştirilmektedir. OSA, hem ekonomik hem de ekonomik olmayan faktörlere göre onarımın hangi seviyede yapılacağını belirlemektedir.

BPA süreci, LDA sürecinin bir alt kümesidir. LDA süreci, bir geliştirme programının erken safhalarında, listelenen çeşitli LDA görevlerinin gerçekleştirilmesi yoluyla, bakım konseptini belirlemektedir. OSA, bakım konseptinin belirlenmesinde de yardımcı olarak kullanılabilir.

## **5.2 LDA/ LDAK YÖNETİMİ**

LDA / LDAK konseptleri basit olmasına karşın, standartlar ve ara yüzler karmaşıktır. Gereksinimlerin hazırlanması ve görevlerin mali yönden etkili biçimde yerine getirilmesi için çok sayıda farklı becerilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, LDA'nın yönetimi karmaşık bir süreçtir. Hem ihtiyaç sahibi makam, hem de yüklenici ELD/LDA proje sorumlularının sorumlulukları çok farklıdır.

### 5.2.1 LDA Yönetiminin Prensipleri

Konsept olarak, LDA tedarik sürecinde ELD çalışmalarının temelini oluşturmaktadır. Eşzamanlı mühendislik ile, üretim ve destek konularının tasarımıyla daha önce entegrasyonu sağlanması hedeflenmektedir. LDA bu ihtiyaçların çoğunu karşılayacak potansiyele sahiptir. LDA güvenilirlik ve idame edilebilirlik ve/veya ELD eleman analizlerinin avantajını kullanarak, LDA'nın maliyetini azaltabilir ve kaliteyi artırabilir. LDA standartları, gereksinimlerin geliştirilmesi ve yürütme için daha geniş bir hareket alanına olanak tanımaktadır. "Görev 401" Görev Analizi, çoğu LDA görevi gereksinimlerin hazırlanması için daha ayrıntılı karakteristikleri içermektedir. Bu, yürütmede de bir dereceye kadar doğrudur. Hem gereksinim hem de yürütme bakımından, LDA'nın zamanlaması, LDA yönetiminde ana noktalardan biridir. LDA'nın yararlı olmasının anahtarı, etkilemeleri istenen üst seviyeli olaylara ve belgelere girdi olarak verilmek üzere, sonuçların zamanında hazır olmasıdır. Tüm çalışmalarda bir ekip yaklaşımı kullanılmalıdır. LDA gereksinimlerinin hazırlanması veya bütün LDA alt görevlerinin yerine getirilmesi için gerekli bütün detayları ancak belli sayıda kişi bilmektedir. Dolayısıyla etkili bir LDA bir ekip çalışmasıdır. Bu, ihtiyaç makamı ve yürüten kişi arasında olduğu kadar, organizasyonların her biri içindeki topluluklar arasında da geçerlidir. Verinin hazır olma durumu, hem ihtiyaç makamı ve yürüten kişi hem de her iki organizasyondaki topluluklar arasında önemli bir konudur. LDA, güvenilirlik ve idame edilebilirlik gibi çoğu program yönetim standartlarına göre ihtiyaç makamı ve yürüten kişi işbirliğini gerektirir. Gereksinim duyulan verinin iki organizasyon arasında bölünmüş olması seyrek görülen bir durum değildir. CALS teşebbüsü geliştikçe, ihtiyaç makamı, yüklenici ve topluluklar arasında gerekli veri değişimi de önemli ölçüde gelişmeli ve böylece gerçekleştirilen analiz hızlandırılmalı ve kalitesi artırılmalıdır. Veriye erişimdeki etkinlik genellikle analiz sonuçlarını etkilemektedir. Farklı organizasyonlar, değişen kapasitede hata veri sistemlerine sahiptir. Kusursuz veri mevcut olsa bile çok seyrek görülmektedir. Uygun ve yararlı analiz elde edilmesi için kusurlu verilere adapte olma çabası, çoğu projenin anahtar yönetim konusudur. Seçilen analiz yaklaşımı, mevcut kaynakların seviyesine, ilgili zamanlama konularına ve gerekli ayrıntı miktarına uygun olmalıdır. Tekrarlama LDA sürecinin normal bir parçasıdır. Yeni bilgiler veya daha ayrıntılı veriler elde edildikçe, analizin güncelleştirilmesi gerekmektedir. LDA'da görev etkileşimleri

genellikle görülmekte ve ek tekrarlama ihtiyacını gündeme getirmektedir. Önemli bir faktör değiştiğinde ve analizlerin sonuçları karar verme sürecini etkilediğinde, tekrarlama yararlı olmaktadır. Nicel yöntemlerin ve/veya modellerin kullanılması da LDA sürecinin kullanımını ve itibarını büyük ölçüde artırmaktadır. Bu yönetim prensipleri, genel olarak herhangi bir özel programda, LDA talebi ve yürütme çalışmaları için bir dereceye kadar geçerlidir.

### **5.2.2 LDA/LDAK'ın Programlanması**

LDA/LDAK'ın programlanması, genel plan program yapısı çerçevesinde, gerçekleştirilmelidir. Tasarıma etkisi olan görev ve alt görevlerin ne zaman tamamlanacağına, belirlenmesi önemli bir konudur. En yüksek etki için, her görev ana mühendislik inceleme ve karar verme noktalarıyla eşleşecek şekilde planlanmalıdır. İlk tasarımda yer alması maliyet etkinlik açısından daha etkilidir ve kabul edilme olasılığını artırmaktadır.

LDAK ve türevi ürünlerin, uygun şekilde planlanması, yüksek kaliteli ve zamanında LDAK verisi elde edilmesi açısından kritik önem taşımaktadır. LDA planının, ilgili verilerle uyumu pratikte yaygın bir sorundur. Planlama, ara ürün teslimlerini, son ürün teslimlerini ve güncelleştirmeleri dikkate almalıdır. Veri teslimi, ilgili veri maddesi açıklama ürününün geliştirildiği zamana uygun olarak gerçekleştirilmelidir. LDAK verisi ayrıntılı görev açıklaması, teknik el kitabının teslim tarihinden önce hazır olmalıdır.

### **5.3 LDA SÖZLEŞME GEREKSİNİMLERİNİN HAZIRLANMASI**

LDA görevlerinin biçimlendirilmesi, maliyet etkinlik yönünden etkili LDA için son derece önemlidir. Bundan dolayı standarttaki her bir görev ve alt görevin amacı, açıklaması, görev girdileri, görev çıktıları lojistik yöneticileri tarafından biçimlendirme sürecinin bir parçası olarak seçilerek veya reddedilerek ayrı bir varlık olarak sunulmaktadır.



### **5.3.1 100 Serisi Görevler: Program Planlama ve Kontrol**

Proje başlangıcından sonuna kadar yürütülecek tüm süreçlerin tarif edilmesidir. Lojistik Destek Analizinin hangi plana göre yürütüleceği, hedeflerin gözden geçirilme ve kontrol süreçleri tariflenmektedir.

#### **5.3.1.1 Görev 101: Erken bir LDA stratejisinin geliştirilmesi**

Erken Bir LDA Stratejisinin Geliştirilmesi görevi LDA'nın nerede ne kadar kullanılacağını değerlendirmektedir. Bu görev, iş tanımı ve diğer ELD planlama dokümanları gibi LDA gereksinimlerinin hazırlanması için zemin oluşturacak bilgiyi sağlamaktadır. Amacı, lojistik yöneticisinin LDA gereksinimlerini daha fazla ihtiyaç duyan ve daha kazançlı alanlara odaklamasını sağlamaktadır. Görev program desteklenebilirlik hedeflerinin, erken LDA görevlerinin ve alt görevlerinin ve önerilen yüklenicilerin belirlenmesini gerektirir. Mümkünse, konsept araştırmasından önce başlamalıdır. Yazılım ağırlıklı programlar, yazılım desteği ile ilgili konulara yer vermelidir. Üst seviyeli LDA hedeflerinin desteklenmesi bakımından, hangi görevlerin en üretken olduğu konusunda genel hükümlere varılabilirse de, vasat bir LDA çabası zayıf bir programı, büyük bir LDA çabasının iyi bir programı etkileyebileceğinden daha fazla etkileyebilir.

#### **5.3.1.2 Görev 102: Lojistik destek analizi planı (LDAP)**

LDAP, yüklenicinin LDA Teklife Çağrı Dokümanı (TÇD) gereksinimlerini nasıl gerçekleştireceğini ayrıntılarıyla göstermektedir. LDAP anahtar bir dokümandır. Normalde sözleşmenin bir parçası haline gelir ve yüklenici için hangi LDA'nın nasıl yapılacağını gösteren bir yol haritası gibidir. LDAP, yüklenicinin LDA çalışmaları konusunda hüküm verilmesi için kullanılan dayanaklardan biridir. Lojistik Yöneticisine, yüklenicinin LDA konusundaki yaklaşımını göstermektedir. Ayrıca Lojistik Yöneticisi ve yüklenici arasında, sözleşmedeki LDA gereksinimlerinin tam olarak anlaşılması amacıyla bir diyalog zemini de hazırlamaktadır. LDA planı düşük maliyetli LDA görevlerinden biridir. LDAP, LDA programının zamanında ve etkili olmasının

sağlanması, planın teklifin bir parçası olması durumunda, yüklenicinin kaynak seçimine yönelik tekliflerinin değerlendirilmesi, yüklenicinin gelişiminin incelenmesi amaçlarıyla kullanılabilir. LDAP anahtar bir dokümandır, çünkü normal olarak sözleşmenin bir parçasıdır ve çalışmaların takibi için bir zemin oluşturmaktadır.

### **5.3.1.3 Görev 103: Program ve tasarım incelemeleri**

Bu görev, yüklenici destek organizasyonunun dahili incelemelere ve hükümetin de program, tasarım ve LDA incelemelerine katılımına yönelik gereksinimleri belirlemektedir.

Bu incelemeler, Lojistik Yöneticisine yüklenicinin onaylanan LDAP'ı gerçekleştirirken kat ettiği yolu belirlemesi, tasarım desteklenebilirliği konusundaki gelişmeleri değerlendirmesi, sorunlu alanları ve konuları saptaması ve bu alan ve konulara ilişkin zamanında ve uygun önlemleri başlatması için iletişim kanalları sağlamaktadır. Tasarım ve LDA incelemelerinde tasarım ve lojistik personeli arasındaki diyalog, lojistik yöneticisi için önemli bir tasarım etkileşimi sağlama fırsatı anlamına gelmektedir.

Bu incelemelerin ürünü, sorunlu alan ve konulara yönelik olarak alınan önlemlerdir. Lojistik yöneticisi, uygun faaliyetlerin gerçekleştirildiğinden ve uygun program faaliyetine entegre edildiğinden emin olmak için periyodik takibini sürdürmelidir.

Bu görevdeki incelemeler, LDA çalışmasının yönetimi ve projede yer alan diğer faaliyetler ve personelle ara yüz oluşturulması için lojistik yöneticisine önemli bir bilgi kaynağı sunmaktadır. Bu incelemelere düzenli katılım bir zorunluluktur.

### **5.3.2 200 Serisi Görevler: Görev ve Destek Sistemlerinin Tanımlanması**

Sistemin kullanım amacı ile ilgili desteklenebilirlik faktörlerinin belirlenmesi ve hazır olma, güvenilirlik gibi hedeflerin oluşturulma süreci olarak özetlenebilir. ELD'nin diğer tüm süreçlerinin yürütülmesi için bu aşamanın tamamlanması gerekmektedir.

200 serisi görevler, mevcut sistemlerle karşılaştırma ve desteklenebilirlik, maliyet ve hazır olma durumu etkenlerinin analizi yoluyla, desteklenebilirlik hedeflerini ve desteklenebilirlikle ilgili tasarım amaçlarını, eşik noktalarını ve kısıtları belirlemektedir.

#### **5.3.2.1 Görev 201: Kullanım çalışması**

Bu görev; sistem konuşlandırması, kullanımı ve hedeflenen ortamını planlanan kullanımının tasarım ve destek konusundaki etkilerine ilişkin soruları yanıtlamaktadır. Kullanım Çalışması nispeten ucuz ancak kilit konumda bir görevdir. Kullanım ve kullanım ortamı konusunda mevcut bilgileri tek bir dokümanda bir araya getirerek geliştirmektedir. Böylece LDA görevleri ve gelecekteki ELD planlamasına yönelik bir temel oluşturarak, desteklenebilirlik tasarımı ve destek gereksiniminin formüle edilmesi için bir kırılım noktası sağlamaktadır.

Destek kaynaklarında ve destek yapılarında mevcut benzer sistemlere göre önemli değişiklikler olup olmadığının genel olarak belirlenmesi amacıyla, yeni sistemin muhtemel görev ve fonksiyonel gereksinimlerine ilişkin bilgiye ihtiyaç vardır. Kullanım Çalışması mümkünse ön konsept safhasında başlatılmalıdır, çünkü Görev 101 (Erken LDA Stratejisinin Geliştirilmesi) için yararlı bir girdidir. Sistem ve tasarım mühendisliği ve güvenilirlik ve idame edilebilirlik gibi diğer ihtiyaç makamı ve yüklenici grupları da genellikle planlamanın temeli olarak, kullanım çalışması ile ilgilenmektedir. Çalışma bu bakımdan, bütün bu gruplar arasında geniş kapsamlı olarak yaygınlaştırılmalıdır.

#### **5.3.2.2 Görev 202: Görev donanım, yazılım ve destek sistemi standardizasyonu**

Bu görevin amacı standardizasyon kullanımının programa sağlayabileceği desteklenebilirlik kazançlarını belirlemektedir. Standartların kullanılması, tasarım ve üretim için olduğu kadar lojistik açısından da yararlıdır. Üretim kazançları, ölçüğe göre ekonomi uygulaması sonucunda daha düşük maliyetlerle kendini göstermektedir. Lojistik kazançları ise, teknik el kitabı ve eğitim kursu geliştirme maliyetlerini, bir

elemanın envantere girilmesi maliyetlerini, azalan stok yelpaze ve derinliğini ve mevcut test ve destek ekipmanının kullanılabilmesini içermektedir.

Standardizasyona örnek olarak, standart elektronik modülleri, donanma standart bilgisayarları ve standart test ekipmanları verilebilir. Bu nedenle, standardizasyon önemli bir program konusu olarak ele alınmalıdır. Ancak, belirli bir standardizasyon teklifinin bir program için iyi olup olmadığı, bu programın kapsamı içerisinde değerlendirilmelidir.

### **5.3.2.3 Görev 203: Karşılaştırmalı analiz**

Bu görev, iki ana hedefe sahiptir. İlki, desteklenebilirlik hedeflerinin seçimi ve karşılıklı yararlar analizlerinden elde edilen hedef ve amaçların fizibilitesi konusunda karar verilmesi için temel bir işlevi görmektir. İkinci hedefse, benzer sistemlerin tarihçesinin incelenerek, bu tür sistemlerdeki desteklenebilirlik etkenlerinin ve nitel sorun bölgelerinin belirlenmesidir. Lojistik yöneticisi ve program yönetiminin, Görev 205 (Destekle İlgili Tasarım Faktörleri) ve Görev 303'te (Alternatiflerin Değerlendirilmesi ve Karşılıklı Yararlar Analizi) seçilen yeni sistem desteklenebilirlik hedefleri ve amaçlarının fizibilitesini seçmesi ya da değerlendirmesi için, rasyonel bir temel gereklidir. Bu tür amaçların belirlenmesi, güvenilirlik ve idame edilebilirliği ve ayrıca tasarım gruplarını ve program yönetimini ilgilendirmektedir. Bu tür hedefler ve amaçlar, lojistik yöneticisinin katkıda bulunduğu program kararlarıdır.

### **5.3.2.4 Görev 204: Teknolojik olanaklar**

Bu görev, hazır olma seviyesinin artırılması ve yeni sistemin işletim ve destek maliyetlerinin azaltılması amacıyla yeni ve mevcut teknoloji uygulamalarını belirlemekte ve değerlendirmektedir. Hazır olma seviyesinin ve desteklenebilirliğin artırılması için özel geçmiş sorunların ortadan kaldırılması konusunda, tasarım grubunun yardımını zorunlu kılmaktadır. Bu görev lojistik yöneticisi ve program yöneticisinin, teknoloji geliştikçe desteklenebilirliğin iyileştirilmesi amacıyla, özel yeni bir teknolojinin benimsenmesine yönelik planlı bir yaklaşım oluşturmasına yardımcı olur. Teklif edilen iyileştirmeler, alt görev 205.2.4 (Desteklenebilirlik Hedefleri ve İlgili

Riskler) ve alt görev 205.2.5 (Spesifikasyon Gereksinimleri) için birer girdi oluşturmaktadır. Görev 203'ün (Karşılaştırmalı Analiz) daha düşük kırılım seviyelerine güncelleştirilmesi, görev 204 (Teknolojik Olanaklar) için yeni olanak hedefleri oluşturmaktadır.

Bu görevin sonuçları, görev sistemleri için tasarım iyileşmelerini, destek ekipmanı ve eğitim cihazları gibi ELD elemanlarını içeren bir dizi teklif şeklindedir. Yeni teknoloji, yeni destek sıkıntılarını gündeme getirebileceği için, destek etkisi değerlendirilmeli ve tekliflerin uygulanması ya da reddedilmesi yönünde karar verilmelidir. Teklifler, uygulayıcı otorite bakımından farklılık göstermektedir. Bazıları yüklenici kontrolünde olmasına karşın, çoğunluğu hükümet onayı gerektirecektir. Hükümet onayı gerektiren teklifler için, lojistik yöneticisi tekliflerin uygun değerlendirme kanallarına girdiğinden emin olmalı, kararların verilmesini ve uygun uygulama faaliyetlerinin gerçekleştirilmesini izlemelidir.

### **5.3.2.5 Görev 205: Desteklenebilirlik ve desteklenebilirlikle ilgili faktörler**

Bu görev, yeni sistem için makul destek ve destekle ilişkili tasarım hedeflerinin, amaçlarının, kısıtlarının belirlenmesine ve konu ile ilgili risklerin saptanmasına yardımcı olmaktadır. Bu görevin ana noktası, önceki 200 serisi analizlerinden elde edilen sonuçları, hem tasarım hem de destek için özel gereksinimlere dönüştürmektir. Bilinen desteklenebilirlik tasarım gereksinimlerini alıp, bunları eğer daha önce yapılmamışsa tasarım gereksinimlerine dönüştürdüğü için, kilit konumda tasarım etkileşimine sahip bir görevdir. Bu görev, tasarım organizasyonunun, lojistik yöneticisinin desteklenebilirlik konusundaki kaygılarının yanıtlanması konusunda yardımcı olmasını gerektirmektedir.

Görev 205 destekle ilişkili tasarım amaçları ve Görev 303'teki (Alternatiflerin Değerlendirilmesi ve Karşılıklı yararlar analizi) karşılıklı yararlar analizleri için bir çıkış noktası sağlamaktadır. Son amaçlar veya eşik noktaları ve diğer desteklenebilirlik gereksinimleri (alt görev 205.2.3, Spesifikasyon Gereksinimleri) Görev 501'deki

(Desteklenebilirlik Testi, Değerlendirme ve Doğrulama) desteklenebilirliğin değerlendirilmesi için de temel oluşturmaktadır.

### **5.3.3 300 Serisi Görevler: Görev Hazırlama ve Alternatifleri Değerlendirilmesi**

200 Seri görevlerin tamamlanması sonrasında yapılan analizler ile her alt sistem alternatifi için işletim ve destek fonksiyonları bu aşamada belirlenmektedir. Maliyet, performans, hazır olma gibi desteklenebilirlik kriterlerine en uygun destek sisteminin tarifi bu faaliyetler ile yapılmaktadır. 300 serisi görevler destek sistemini yeni eleman için optimum duruma getirmekte ve maliyet, plan, performans ve desteklenebilirlik arasında en iyi dengeyi sağlayan yeni sistem konsept alternatiflerini belirlemektedir.

#### **5.3.3.1 Görev 301: Fonksiyonel gereksinimlerin belirlenmesi**

Bu görev, yeni sistemin işletilmesi ve desteklenmesi için gerekli fonksiyon ve görevleri belirlemekte ve sonuçta belirlenen sorunlara yönelik düzeltici faaliyeti tanımlamakta ve başlatmaktadır. Destek fonksiyonlarının saptanması, Görev 302'deki (Destek Sistemi Alternatifleri) destek sistemi alternatiflerinin geliştirilmesi için temel oluşturmaktadır. Fonksiyonların saptanması konsepti LDA'daki ile aynı değildir. Sistem mühendisliği, donanım ve yazılım tasarımı ve bazı güvenilirlik ve idame edilebilirlik analizleri, tasarlanan sistemin/ekipmanın gerçekleştirilmesi gereken fonksiyonların belirlenmesinde temel olarak fonksiyonel blok diyagramı tekniklerini kullanmaktadır. Görev 301'in ilk yarısı, işletim ve destek fonksiyonlarının karşılaştırmalı bir analizidir. Sistem seviyesinde bir fonksiyonel gereksinim belirlenmesi, Görev 201 (Kullanım Çalışması) ve Görev 203 (Karşılaştırmalı Analiz) için yararlı bir girdi oluşturmaktadır. Fonksiyonel gereksinimlerin belirlenmesi, yeni fonksiyonlar yeni destek sorunları yaratabileceği için özel dikkat gerektirebilen fonksiyonlar üzerinde odaklanılmasına da yardım etmektedir.

#### **5.3.3.2 Görev 302: Destek sistemi alternatifleri**

Bu görev, destek konsepti esnekliğinin mevcut olması durumunda yeni sistem alternatifleri için uygulanabilmekte ve destek sistemi alternatiflerini geliştirmektedir.

Farklı destek sistemi konseptleri, maliyet, hazır olma durumu ve insan gücü gereksinimleri bakımından önemli farklılıklar gösterebilmektedir. Görev 302, alt görev 302.2.2’de (Destek Sistemi Karşılıklı yararlar analizleri) daha ayrıntılı analiz edilmek üzere uygulanabilir destek konsepti alternatiflerini belirlemektedir. Ayrıca, alt görev 302.2.3’teki (Sistem Karşılıklı yararlar analizleri) destek sistemi ve görev/destek/işletim konsepti karşılıklı yararlar analizi çalışmalarına da zemin hazırlamaktadır. MIL-STD-1388-1A destek konseptini, ELD eleman konseptlerinin tasarım ve işletim konseptleri ile uyum içinde olduğu bir destek sisteminin, sistem seviyesinde eksiksiz açıklaması olarak tanımlamaktadır. Bir destek sistemi konsepti, bütün ELD elemanlarına yönelik olmalıdır. Destek konsept ve planları, sistem ve kullanıma yöneliktir. Bir konsept/plan, Görev 205 gereksinimlerini karşılamalı ve Görev 302’de belirtilen fonksiyonları yerine getirmelidir.

### **5.3.3.3 Görev 303: Alternatiflerin değerlendirilmesi ve karşılıklı yararlar analizi**

Bu görev, tercih edilen destek sistemi konseptinin belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Bu görev, LDA maliyet belirleyici görevlerden biridir. Bu alt görevlerin sonuçları, çeşitli tasarım/destek alternatiflerinin hazır olma durumu, desteklenebilirlik ve maliyet etkisi konusunda nicel ölçüler sunmaktadır. Bu sonuçlar, program yöneticilerini ve sponsorları daha fazla desteklenebilir bir sistem sağlayacak, faaliyetleri gerçekleştirmeye ikna etmek için gerekli bilgi tiplerini içermektedir. Örnek, bu bilgi tasarım değişikliklerine, daha etkili bir destek konseptine, daha etkili bir işletim konseptine ve/veya daha fazla destek maliyetine yol açmaktadır.

Görev 303 anahtar bir çalışmadır. Destek konseptinin seçilmesi, programın performans, destek ve işletim yönleri arasında en iyi dengenin kurulması, hazır olma durumu gibi özel desteklenebilirlik amaçlarının oluşturulması, tek tek ELD elemanları ile tasarım arasında en iyi dengenin kurulması konularında zemin hazırlar.

### **5.3.4 400 Serisi Görevler: Lojistik Kaynak Gereksinimlerinin Belirlenmesi**

Tasarlanan yeni sistemin kullanım esnasında lojistik destek kaynak gereksinimleri ve destek planları bu aşamada tamamlanmaktadır. 400 serisi görevler, işletim ortamında yeni sistemin lojistik destek kaynağı gereksinimlerini belirlemekte ve üretim sonrası destek planları geliştirmektedir.

#### **5.3.4.1 Görev 401: Görev analizi**

Bu görev yeni sistem/ekipman için gerek duyulan işletim ve bakım görevlerini analiz etmekte ve LDAK için ana veri kaynağını oluşturmaktadır. Bu analizlerin sonuçları, lojistik destek kaynaklarını nitel ve nicel olarak belirlemektedir. Bu görev, program için gerekli ayrıntılı destek kaynaklarını belirlemektedir. Uygun biçimde kullanıldığında, LDAK veri tabanı fazladan veri gereksinimlerini ortadan kaldırarak ve çeşitli veri ihtiyaçları için aynı verilerin kullanılmasını sağlayarak, bütün ELD elemanları arasında maliyet etkin yönden etkili bir tümleştirici olarak işlev görmektedir. Görev analizi, ayrıntılı ELD kaynak gereksinimlerinin doğru bir biçimde belirlenmesi için maliyet etkin yönden çok etkili bir araç sunmaktadır. Yeni ekipman ve eğitim gereksinimlerini önceden belirlediği için, daha iyi bir tedarik süresinin elde edilmesini sağlamaktadır. Ayrıca, yazılım işletim ve bakım görevlerinin belgelenmesi ve ayrıntılı yazılım destek gereksinimlerinin belirlenmesi amacıyla da kullanılabilir.

Görev analizi, her bir işletim ve bakım görevinin belgelenmesi amacıyla aşağıdaki verilerin belirlenmesine ve temin edilmesine yardımcı olmaktadır;

- i. Güvenlik tavsiyeleri, performans sıklığı, gerekli çalışma saati ve işin tamamlanması için gerekli zaman gibi görev açıklamaları/prosedürleri,
- ii. Kullanılacak bakım seviyeleri,
- iii. Sayı, beceri ve seviyeye göre gerekli personel
- iv. Gerekli yedek parçalar, onarım parçaları ve sarf malzemeleri,
- v. Aletler ve destek ekipmanı, test, ölçüm ve teşhis ekipmanı ve test programı setleri,
- vi. Eğitim malzemeleri, mantığı ve önerilen yerler dahil olmak üzere eğitim gereksinimleri,



- vii. Gerekli tesisler,
- viii. Sevkiyat gereksinimleri.

Görev analizi, ayrıca tasarım sorunlarında, işletim ve/veya destek maliyetinin düşürülmesinde, lojistik kaynak optimizasyonunda ve hazır olma durumunun iyileştirilmesinde kullanılabilecek bir bilgi kaynağıdır. Görev analizi ve LDAK veri tabanı, gerekli ayrıntılı destek kaynaklarını belirlemektedir. Ayrıca, LDAK veri tabanı, ayrıntılı seviyede benzersiz bir tasarım geri besleme kaynağıdır. Bu görevin sonuçları, Görev 402'nin (Erken Hizmete Alma Analizi) ve Görev 501'in (Desteklenebilirlik Testi, Değerlendirmesi ve Doğrulaması) girdisini oluşturmaktadır. LDAK uygun ELD eleman yöneticisine iletilmelidir. Tasarım sorunları ise mühendisliğe iletilmelidir.

#### **5.3.4.2 Görev 402: Erken hizmete alma analizi**

Bu görev yeni sistemin işletim organizasyonları, lojistik altyapısı ve ELD eleman kaynakları üzerindeki etkisini değerlendirmektedir. Yeni sistemlerin sunulması, işletim organizasyonları ve lojistik altyapısı üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir. Sistem/ekipman işletim organizasyonuna konuşlandırıldığında karşılaşılabilecek destek sorunlarının yapısına ilişkin erken bir değerlendirmeyi lojistik yöneticisine sağlamaktadır. Bu sorunların erken saptanması, problemlerin zamanında çözülmesini mümkün kılmakta ve böylece elemanın hazır olma durumunu ve desteklenebilirliğini geliştirmektedir. Bu görev, operasyon birimleri etkinleştirilmeden önce incelenmesi gereken konuları hedefleyen bir dizi alt görevden oluşmaktadır.

#### **5.3.4.3 Görev 403: Üretim sonrası destek analizi**

Bu görev, programın üretim bittikten sonra desteklenebilir olduğundan emin olunması için nelerin yapılması gerektiğini değerlendirmektedir. Bu görev olası üretim sonrası sorunlarını ve alternatif sonuçları belirleyip analiz etmekte ve en etkili çözümlerin uygulanmasına yönelik bir plan geliştirmektedir. Görev 403, üretim sonrası destek sorunlarının giderilmesi için plan ve uygulama geliştirilmesi konusunda lojistik yöneticisine yardımcı olmaktadır.

### **5.3.5 500 Serisi Görevler: Desteklenebilirlik Değerlendirmesi**

Desteklenebilirlik gereklerinin ve proje sonu genel değerlendirmelerin yapılması faaliyetlerini içermektedir. 500 serisi görevler, özel gereksinimlerin yerine getirilmesi ve eksikliklerin giderilmesi konusunda lojistik yöneticisine yardım etmektedir.

#### **5.3.5.1 Görev 501: Desteklenebilirlik testi, değerlendirme ve doğrulama**

Bu görev, destekle ilişkili gereksinimlerin ne kadar başarılı karşılandığını değerlendirerek, herhangi bir yetersizliğin nedenlerini belirlemekte ve mümkün olduğu kadar çabuk tedarik eksikliğini giderilmesine yönelik faaliyetleri geliştirmektedir. İlk dört alt görev, tedarik testi üzerinde yoğunlaşmaktadır. Son iki alt görev gerçek işletim verisini bir araya getirerek daha önce testlerde anlaşılmayan sorunları ortaya çıkarmaktadır. Test ve değerlendirmeden gelen desteklenebilirlik verileri ve saha geri besleme rapor sistemleri lojistik yöneticisinin, destek programını değerlendirmesine ve uygun faaliyeti gerçekleştirmesine yardımcı olur. Bu bilgi, gerçek sonuçların destek amaçlarıyla karşılaştırılmasına olanak tanımaktadır. Gerçek sonuçlar, tahminlere göre daha güvenilir ve analizlerin doğrulanması amacıyla kullanılabilirler. Bunlar ayrıca sorunları belirler ve düzeltici faaliyet için zemin oluşturmaktadırlar.

## **5.4 LOJİSTİK DESTEK ANALİZ KAYDI (LDAK)**

### **5.4.1 Lojistik Destek Analiz Kaydı Kavramı**

Lojistik Destek Analiz Kaydı (LDAK), LDA'nın uygulanmasından kaynaklanan bir veri deposudur. Lojistik kaynakların tipini, miktarını ve dağılımını belirlemekte ve bu kaynakların geliştirilmesinde kullanılan bilgilerin çoğunu içermektedir. LDAK geçmişte bu veri tabanının otomasyon hale gelmiş parçası olmuştur. LDAK veri tabanının hedefleri:

- i. Ayrıntılı ELD elemanı kaynaklarının belirlenmesi,
- ii. Fazla veri üretiminin önlenmesi,
- iii. Bütün ELD elemanlarının aynı veriyi kullanmasının sağlanması,

- iv. ELD verisinin özetlenmesine ve analizine olanak tanınması,
- v. Ayrıntı seviyesinde bir tasarım geri beslemesi kaynağı sağlanmasıdır.

MIL-STD-1388 2B standardı MIL-STD-1388-1A standardında tanımlanan LDA faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan verilerin hiyerarşik ürün kırılımı bazında 518 ayrı verinin 104 ilişkisel tabloda tutulduğu tek bir veri tabanını tanımlar. Tüm destek verisinin tek bir veri tabanında tutulması çok önemlidir. Bu sayede, çok büyük sistemlerin değişiklikleri ile birlikte etkileşimli olarak yönetilmesi sağlanır.

Her ne kadar MIL-STD-1388 serisi standartlar yürürlükten kaldırılmış olsa da halen yürürlükte olan ikizi İngiltere'nin Def.Std.00-60 dokümanı ile birlikte Lojistik Destek Analizi ve Kayıtları için en geçerli dokümandır.

#### **5.4.2 MIL-STD-1388-2B'ye Genel Bakış**

MIL-STD-1388-2B (Lojistik Destek Analiz Kaydı için Savunma Bakanlığı Gereksinimleri), standardın kendisini ve altı ekini içermektedir. Burada amaç standartta yeterli ölçüde ele alınan konuları yinelemek değil, standartta yer verilen konuları saptayarak bunlarla ilgili ayrıntılar sunmaktır.

Standardın ana bölümü, LDAK'la ilgili genel bilgileri içermektedir. Anahtar noktalardan biri, biçimlendirme konusundaki tartışmadır. LDAK, LDA gereksinimleri ile uyumlu bir seviyeye ve kadar biçimlendirilmelidir. Ayrıca MIL-STD-1388-2B standardının ilişkisel formatı, onu lojistik bilgisinin depolandığı kullanışlı bir veri tabanı haline getirmekte ve mühendislik tasarımı, üretim, ürün desteği ve diğer ayrılmış program fonksiyonları ile entegrasyonu kolaylaştırmaktadır. Standart veri sunuşlarına yönelik genel gereksinimlere de yer vermektedir. Bu, iki ana elemanı gündeme getirmektedir. Bu, iki ana elemanı gündeme getirmektedir bunlar; veri seçimi ve veri/rapor sunuş ortamıdır. Veri seçimi bu bölümünün ilerleyen kısımlarında ayrıntılı olarak ele alınmaktadır. MIL-STD-1388-2B standardı ile veri sunuşunun gerçekleştirilmenin tek pratik yolu, otomatikleştirilmiş araçlar kullanmaktır. MIL-STD-

1388-2B standardının kendisi ve A, B ve E ekleri sözleşme ile ilgili dokumana değinmektedir. C, D ve F ekleri ise bilgi verme amaçlıdır.

#### 5.4.3. MIL-STD-1388-2B Standardı Ek A: Lojistik Destek Analizi Kayıt İlişkisel Tabloları

Bu ek veri tablo yapısı, ilişkileri ve içeriği ile ilgili ayrıntılı gereksinimleri açıklamakta ve anahtar veri elemanlarını belirlemektedir. Tablo 5.2’de LDAK fonksiyonel alanları bulunmaktadır. Fonksiyonel alanlar her alan için tablo ve veri gereksinimlerini belirler.

**Tablo 5.2: MIL-STD-1388-2B tabloları**

Tablo	Fonksiyonel Alan
X	Çapraz Fonksiyonel Gereksinimler
A	İşletim ve Bakım Gereksinimleri
B	Güvenilirlik, Hazır Olma Durumu ve İdame Edilebilirlik; Hata Modları, Etkileri ve Kritiklik Analizi ve İdame Edilebilirlik Analizi
C	Görev Envanteri, Görev Analizi, Personel ve Destek Gereksinimleri
E	Destek Ekipmanı ve Eğitim Malzemesi Gereksinimleri
U	Test Altındaki Birim Gereksinimleri ve Açıklama
F	Tesislerle İlgili Konular
G	Personel Becerisi ile İlgili Konular
H	Paketleme ve Tedarik Gereksinimleri
J	Ulaştırılabilirlik Mühendislik Analizi

*Kaynak: Değişen ve Gelişen Çağda Lojistik*

Fonksiyonel alanlar, aşağıdaki bölümlerde gösterildiği gibidir;

**X Tabloları (Çapraz Fonksiyonel Gereksinimler):** Bu tablolar, birden fazla fonksiyonel alanı kesiştiren veya bağlayan verilere yer vermektedir. Bunlar, LDAK’da bir sistem oluşturulması için gereklidir. Bunlar, sistem için Son Ürün Kısaltma Kodu gibi temel ayar bilgilerini, onarım seviyesi analizi (OSA) verisini, bazı sözleşme

verilerini ve Lojistik Kontrol Numarası (LKN) yapısını içermektedir. Bu tablolar LDK için ana anahtarları oluşturmaktadır.

**A Tabloları (İşletim ve Bakım Gereksinimleri):** Bu tablolar beklenen işletim, işletim/bakım ortamı ve bakım gereksinimleri ile ilgili bilgileri içermektedir. Bu tablolar kullanıcının gereksinimlerini belgelemektedir. Veriler ihtiyaç makamı tarafından sözleşme spesifikasyonunda temin edilmelidir. Bu tablolar, yalnızca kendilerine işletim ve/veya bakım gereksinimleri yüklenmiş olan elemanlar için doldurulmaktadır.

**B Tabloları (Güvenilirlik, Hazır Olma Durumu ve İdame Edilebilirlik; Hata Modu, Etkileri ve Kritiklik Analizi ve İdame Edilebilirlik Analizi):** Bu tablolar, LDA adaylarının güvenilirlik, hazır olma durumu ve idame edilebilirlik karakteristiklerinin çoğunu içermektedir. Özellikle, lojistik tasarım konularını, eleman fonksiyonunu, bakım konseptini ve hata modları ve kritiklik analizi (HMEKA), idame edilebilirlik analizi ve güvenilirlik merkezli bakım (GMB) analizinin sonuçlarını içermektedir. Ayrıca lojistik analiz sonucunda bir elemanın potansiyel yeniden tasarımının belgelenmesi için açıklamalı bir veri elemanı da içermektedirler. B Tabloları, hata modları ile onarım görevleri arasında bağlantı sağlamaktadır. Sistemdeki onarılabılır her eleman için bu tablolara veri girilmektedir.

**C Tabloları (Görev Envanteri, Görev Analizi, Personel ve Destek Gereksinimleri):** Bu tablolar, işletim ve bakım görevleri için görev açıklamalarını içermektedir. Bu tablolarda bulunan her bir veri, her görev için gerekli personel, destek ekipmanı ve temin edilen elemanları gibi kaynakları içermektedir. Bu tablolar, görevler ve temin edilen destek elemanları arasında bağlantı sağlamaktadır.

**E Tabloları (Destek Ekipmanı ve Eğitim Malzemesi Gereksinimleri):** Bu tablolar mevcut veya yeni destek/test/egitim ekipmanı ile ilişkili verileri içermektedir. Bu tablolar, analiz edilen sistemin desteklenmesi için kullanılan destek ekipmanının her bir elemanı için tasarım/ELD bilgisinin belgelenmesi amacıyla doldurulmalıdır. Bunlar alternatif destek ekipmanının belgelenmesi için de kullanılabilir.

**U Tabloları (Test Altındaki Birim Gereksinimleri ve Açıklaması):** Test altındaki birim karakteristikleri bu tablolarda yer almaktadır. Burada, bakım görevi gereksinimleri ile hatadan izole edilmiş değiştirilebilir birim(ler) arasında doğrudan bağlantı sağlanır. Tablolar, test edilecek her onarılabilir parça için doldurulmaktadır.

**F Tabloları (Tesis Konuları):** Bu tablolardaki veri, teklif edilen özel ve/veya ilave tesisleri açıklamakta ve doğrulanmasını göstermektedir. Burada lojistik uzmanı bir temel yapı tesisini, mevcut tesislerdeki değişiklikleri, tesis tipini, inşaat maliyetlerini, çevreyle ilgili konuları ve yeni tesis gereksinimlerini açıklayabilir. Tablolar gerekli her yeni tesis veya değişiklik için doldurulabilir ve bu tür tesis veya değişiklikleri inşa gerektiren bir görevle ilişkilendirebilir.

**G Tabloları (Personel Beceri Konuları):** Bu tablolar, sistemin desteklenmesi için temel beceri bilgilerini ve yeni ya da değiştirilmiş beceri gereksinimlerini belgeleme olanağını sunmaktadır. Bu tablo becerileri, onlara gereksinim duyan görevlerle ilişkilendirir. G tabloları sistemin işletilmesi/bakımı için gerekli her bir yeni beceri için tamamlanmaktadır.

**H Tabloları (Paketleme ve Tedarik Gereksinimleri):** Bu tablolar, MIL-STD-1388-2A'da Parça Ana Dosyası olarak adlandırılan veri elemanlarından oluşmaktadır. Tedarik ve uygulama bilgisi, burada son ürünün her bir bileşeni için saklanmaktadır. Bu tablolar, paketleme verisini, parça etkinliğini ve tasarım değişikliği bilgisini de içermektedir. H tabloları sistem içindeki parça numaralı her eleman için doldurulmakta ve seri numarası ve konfigürasyonla takip ve kontrole olanak tanınmaktadır.

**J Tabloları (Ulaştırılabilirlik Mühendislik Analizi):** Bu tablolar ulaştırılabilirlik ve sevkiyat modu bilgilerini belgelemektedir. Bu tablolar normalde sadece son ürün için geçerlidir, ancak daha büyük bazı sistemlerde tablolar son ürünün bölünmüş parçaları için de hazırlanabilmektedir.

#### **5.4.4 Lojistik Kontrol Numarası (LKN) Yapısı**

Bir LKN'nin rolü, bir parça ya da alt parçayı bir üst parçaya göre belirlemektir. LKN parçanın kırılım ağacındaki sıra düzende bulunduğu yere karşı hassastır. Genel bir kural olarak, sistemdeki kullanımına bağlı olarak bir parça numarası bir veya daha fazla LKN'ye sahip olabilir, ancak bir LKN yalnızca bir parça numarasını göstermelidir. LDK fonksiyonel LKN'lerin kullanılmasına olanak tanısa da, programın bir noktasında fiziksel bir LKN yapısı geliştirilerek tedarik listelerinin üretilmesi sağlanmalıdır. LKN yapısı çeşitli tedarik listelerinin dizilişini belirleyecektir. LKN yapısı mümkün olduğunca erken geliştirilmelidir. Aynı zamanda esnek olmasına özen gösterilmelidir. 2B standardı çeşitli yapı tipleri ve bunların nasıl geliştirileceği konusunda iyi bir açıklama içermektedir. Burada, dikkat edilmesi gereken hususlar;

- i. Her seviye için mümkün olduğu kadar az karakter kullanılmalıdır.
- ii. Sistem seviyesinde yalnızca bir karakter kullanılmalıdır.
- iii. LKN seviyelerinde bir ya da daha fazla karakteri atlayarak ilerideki genişlemeye olanak tanınmalıdır.
- iv. LKN'nin bir elemanının bir üst parça için belirlenmesi amacıyla kullanıldığını ve LDK verisinin dosyalanmasını, sıralanmasını ve işlenmesini sağlayan araçlara yer verdiği unutulmamalıdır.

#### **5.4.5 LDK Raporları**

LDK, MIL-STD-1388-2B standart veri sistemini kullanan 48 standart rapor içermektedir. LDA yöneticisi hangi raporların gerekli olduğuna karar verdikten sonra, LDA raporları hakkında konuşurken ele alınması gereken iki konu vardır. Bunlardan birincisi, LDK'nin ilk safhaları anlamlı raporlar oluşturmaya yetmeyecek sınırlı veriler içerebilen büyüyen bir veri tabanı olduğudur. Bu gerçek anlaşılmalı ve raporlar sırf bir rapor hazırlamak amacıyla üretilmemelidir. Bir programın erken safhaları sırasında, özel raporlara güvenmek veya kaydedilen ilerlemeyi belirlemek için veri tabanını taramak en iyi yaklaşım olabilir. İkinci konu ise rapor seçim kriterlerinin belirlenmesidir. Anlamlı bir rapor üretmek amacıyla seçim kriterleri konusunda bilgi

sahibi olmak üzere bir raporu kimin kullanacağına veya inceleyeceğine karar vermek ELD eleman yöneticisinin işidir. Bu seçim kriterlerine ilişkin rehber, MIL-STD-1388-2B'de sunulmaktadır.

#### **5.4.6 LDAK'ın Kullanılması ve Kullanımları**

LDAK'ın kullanılması, hem kalite güvencesi olarak hem de ayrıntılı ELD kaynaklarının belirlenmesinde baz olarak kullanılabilmesi açısından benzersizdir.

LDAK dosyalarının yalnızca kendi içlerinde değil aynı zamanda HMEKA, çizimler gibi kaynak verileri ile teknik el kitapları, tedarik dokümantasyonu, destek ekipmanı tavsiyeleri gibi lojistik eleman ürünleri ile uyumlu olması önemlidir. Bu uyumluluğun sağlanması için, her lojistik eleman yöneticisi kendisine ait lojistik verisinin LDAK'da doğru biçimde yer almasını ve LDAK'ın lojistik ürünlerinin geliştirilmesi için kullanılmasını sağlamakla yükümlüdür. Lojistik yöneticisi LDAK'ın yöneticisi ya da idarecisi olduğu için, LDAK veri ve tablolarının kendileri arasında uyumlu olmasını ve programı maliyet etkinlik açısından en etkili biçimde destekleyecek şekilde kullanılmalarını ve geliştirilmelerini sağlamak sorumluluğu bu kişiye aittir.

LDAK verisinin çeşitli entegre lojistik destek elemanları, güvenilirlik, hazır olma durumu, idame edilebilirlik ve tasarımda yöneticiler ve mühendisler tarafından nasıl kullanılabileceğine ilişkin bazı örnekler aşağıda olduğu gibidir;

**İnsan gücü ve personel:** Bu lojistik elemanı, son ürünün desteklenmesi için gerekli becerilere sahip askeri ve sivil personelin hazır olma durumunu belirler ve planlar. LDA-001 (Beceri Uzmanlık ve Bakım Seviyesine Göre Adam Saatler) ve LDA- 003 (Bakım Özeti), insan gücü ve beceri seviyesi gereksinimlerinin sistem kısıtlarına göre takip edilmesinde kullanılabilir. Ayrıca, LDA-006 (Kritik Görev Özeti), görev başına saat sayısı ve yıllık saat sayısı gereksinimlerini aşan görevleri belirleyecektir. LDA-075 (LDAK İnsan Gücü Personel Entegrasyonu (İGPE) Özeti), donanım insan gücü gereksinimi analizlerinin gerçekleştirilmesinde baz alınan HMEKA verisini, görev özetlerini ve yeni/uyarlanmış beceri gereksinimlerini listeler.



**İkmal destek:** Bu ana ve ikincil elemanların tedariki, kataloglanması, alınması, depolanması, aktarılması, yayımlanması ve atılması gereksinimlerinin belirlenmesi için kullanılan bütün yönetim faaliyetlerini, prosedürlerini ve tekniklerini kapsar. Buna, ilk destek temini ve ayrıca ikmal destek de dahildir. Bu lojistik elemanın ana ürünleri tedarik listeleridir. Bu listeler, doğrudan LDA-036'nın (Tedarik Gereksinimleri) çıktısıdır. İkmal destek personeli yukarıda açıklanan ilişkilerden haberdar olmalıdır. Özellikle LDA-009 (Destek Elemanları Listesi), LDA-036 veri elemanlarının değerlendirilmesinde kullanılacak uygun bir formatı sunmaktadır. H tabloları (Paketleme ve Tedarik Gereksinimleri), ikmal desteğin ana alanıdır ve bu tabloların doğruluğu ve LDAK veri tabanının geri kalanı ile ilişkisi incelenmelidir. Bu bakımdan, çeşitli tedarik listelerinin sırasını belirleyen LKN yapısının incelenmesi önem kazanmaktadır.

**Paketleme, taşıma, depolama ve ulaştırma:** Bu eleman bütün ekipman ve destek elemanlarının ulaştırılması, korunması, paketlenmesi ve taşınması için gerekli karakteristikleri, faaliyetleri ve gereksinimleri içerir. LDA-085 (Ulaştırılabilirlik Özeti), son elemanını ulaştırma için bölgelere ayrılması gerektiğinde, son ürün ve kritik alt bileşenler için ulaştırılabilirlik mühendisliği gereksinimlerini belirler. Bu gereksinimler ilgili askeri hizmet ulaştırma organlarınca onaylanmalıdır. Paketleme, taşıma ve depolama gereksinimleri H tablolarında belgelenmektedir. LDA-025 (Paketleme Gereksinimleri Verisi) ve LDA-026 (Paketleme Geliştirme Verisi), bu verilerin incelenmesinde yararlı çıktılardır.

**Destek ekipmanı:** Son ürünün işletimi ve bakımının desteklenmesi için gerekli bütün ekipmandır ve destek ekipmanı için tedarik lojistik desteğini içermektedir. LDAK çeşitli destek ekipmanı listeleri üretmekte ve bunların çoğu eleman kategori kodları baz alınarak seçilebilmektedir. Destek ekipmanı personeli, inceleme için bu listelerden hangilerine ihtiyaç duyduklarını lojistik yöneticisine belirtmelidir. LDA-005 (Destek Elemanı Kullanım Özeti) ve LDA-009 (Destek Elemanı Listesi), bu inceleme için iyi araçlardır. LDA-070 (Destek Ekipmanı Gereksinim Verisi) ve LDA-02 (Test, Ölçüm ve Tanımlama Ekipmanı Teknik Açıklaması) yeni veya özel destek ekipmanı ve bunların desteğine yönelik gereksinimleri belirler. Destek ekipmanı personeli için yararlı

olabilecek diğer raporlar LDA-071 (Destek Elemanı Aday Listesi) ve LDA-076 (Kalibrasyon ve Ölçüm Gereksinimleri Özeti)'dir.

**Teknik veri:** Teknik veri, bir programla ilişkili olan kaydedilmiş bütün bilimsel/teknik verilerdir. Teknik veri ELD maliyet belirleyici etkenlerinden biridir ve CALS bağlantıları ile LDAK mali kazançları sağlanması için elverişli bir alandır. Bu; çizimleri, işletim ve bakım el kitaplarını, test ve kalibrasyon prosedürlerini ve benzerlerini içerir. Bilgisayar yazılımı ve finans dokümantasyonu genellikle teknik veri olarak değerlendirilmemesine karşın, yazılım dokümantasyonu teknik veridir. LDAK, teknik el kitaplarının geliştirilmesini desteklemek amacıyla kapsamlı verileri düzenleme olanağına sahiptir. LDA-019 (Görev Analizi Özeti), teknik el kitaplarında kullanılan bakım ve işletim görevlerinin kırılım noktasıdır. LDA-030 (Onarım Parçaları ve Özel Araçlar Listesi), LDA-040 (Yetki Listesi Elemanları Özet Listesi), LDA-080 (Parça Listesi) teknik el kitapları için standart formatta çıktılar üretmektedir. LDA-126 (Donanım Üretimi Kırılım Ağacı), konfigürasyon yönetimi için yararlı bir araç sunmaktadır.

**Tesisler:** Hem yeni hem de uyarlanmış tesisler dahil olmak üzere, son ürünün desteklenmesi için gerekli olan gerçek mal varlıklarını kapsar. Tesis planlamasının hedefi, gerekli tesislerin gerektiği zaman mevcut olmasının sağlanmasıdır. Destek tesislerinin tedarikindeki uzun süre nedeniyle, bu gereksinimler programda mümkün olduğunca çabuk saptanır. Bu gereksinimler ve bunların doğrulanması, LDAK F (Tesis Gereksinimleri) tablolarında yer almaktadır. LDA-012 (Tesis Gereksinimleri) ve LDA-077 (Depo Bakım Servis Arası Veri Özeti), bu inceleme için önemlidir. Onarım seviyesi analizi (OSA) raporları da incelenerek tesis gereksinimleri değerlendirilmelidir.

**Eğitim ve eğitim desteği:** Bu lojistik elemanı operatör ve bakım elemanlarının eğitimi için gerekli süreç, prosedür, teknik, eğitim aracı ve ekipmanı belirler ve planlar. LDA-011 (Özel Eğitim Araçları için Gereksinimler), LDA-014 (Eğitim Görev Listesi) ve LDA-075 (İnsan Gücü Personel ve Eğitim Raporu) bu gereksinimlerin bazılarını belirlemektedir. LDA- 014 eğitim görevlerini belirler ve bu konudaki tavsiyeler için

zemin oluşturur. Eğitim malzemeleri teknik el kitaplarıyla yakın bir ilişkiye sahiptir. LDAK bağlantıları burada mali açıdan önemli kazançlar sağlayabilir.

## **5.5 ELD FAALİYETLERİ KAPSAMINDA KULLANILAN DİĞER ÖNEMLİ ANALİZLER**

### **5.5.1 Güvenilirlik, Hazır Olma ve İdame Edilebilirlik Analizi (Reliability Availability Maintainability (RAM) Analysis)**

Güvenilirlik, Hazır Olma ve İdame Edilebilirlik bir sistemin, alt sistemin ve ilgili parçanın hata ve bakım ile ilgili lojistik parametrelerinin hesaplarının yapıldığı analizdir.

Güvenilirlik, bir sistemin belirlenmiş koşullar altında, belirli bir süre boyunca kendisinden beklenen faaliyetleri hata ile karşılaşmadan yerine getirme olasılığı olarak tanımlanabilir. Sistem ve alt sistemlerinin hata oranlarının ölçülebilir metriklerle ortaya konulması ve hata oranının istenen hedeflere göre geliştirilmesi için yürütülen faaliyetleri içermektedir. Güvenilirlik analizleri için kullanılan en temel parametreleri Hatalar Arası Ortalama Süre (HAOS), Kritik Hatalar Arası Ortalama Süre (KHAOS), Hata Oranı ( $\lambda$ ), Hataya Kadar Ortalama Süre (HKOS) ve Güvenilirlik (R) olarak özetlenebilir.

Güvenilirlik, bir malzemenin belirli şartlar altında belirlenmiş bir süre için fonksiyonunu yerine getirme olasılığıdır. “Arıza yapmadan ne kadar süre çalışır?” sorusunun cevabıdır.

Bir sistemin hata vermesi durumunda hızlı, kolay ve minimum maliyette onarılmasının tasarıma aktarılması için idame edilebilirlik analizleri yapılmaktadır. Güvenilirlik sistemin hatasız olmasını sağlamak için tasarıma girdi sağlarken, idame edilebilirlik hatanın oluşması durumunda, bu hatanın minimum süre zarfında giderilmesi için belirlenen esasların tasarıma yansıtılması için yürütülmektedir. Bu analizler ekipman,

personel, teçhizat ihtiyaçları gibi destek gereksinimleri konusunda girdi sağlayabilmektedir.

İdame edilebilirlik, önceden tanımlanmış yöntem ve kaynakları kullanarak, önceden tanımlanmış bakım/ onarım seviyelerinin her birinde, belirlenmiş yeteneklere sahip personel tarafından bakım yapıldığında, malzemenin onarılabilmek/belirli bir duruma getirilebilme yeteneğidir. “*Ne kadar hızlı onarılabılır?*“ sorusunun cevabıdır.

Bir sistem kullanıma girdiğinde kendisinden görevi yerine getirmesi beklenmektedir. Kullanıcının bakışında bir sistemin iyi olarak değerlendirilmesi öncelikli olarak sistemin ihtiyaç duyulduğunda kullanıma hazır olması ile ölçülür. Dolayısı ile sistemin kullanıma hazır olma oranı bu aşamada büyük önem arz etmektedir. Hazır olma (kullanılabilirlik) kavramı ilk olarak sürekli çalışır durumda olması gereken tamir edilebilir sistemler için geliştirilmiştir. Hazır olma çalışır veya bozuk konumda olabilen bir sistemin verilen rastgele bir t süresinde çalışır durumda olma olasılığıdır. Diğer bir deyişle hazır olma sistem güvenilirlik ve idame edilebilirlik değerlerini bir etkinlik endeksine dönüştürür. Hazır olma şu soruya cevap verebilmek için ortaya atılmıştır: “*Bu sistem ihtiyaç duyulduğu zamanda tatmin edici bir şekilde görevini yerine getirebilecek mi?*” Hazır olma, güvenilirlik ve idame edilebilirlik ile beraber değerlendirilir ve bir birlerine bağlıdır. Genelde hazır olma hedefinden yola çıkarak sistemin güvenilirlik ve idame edilebilirlik hedefleri oluşturulabilir.

Görev başarısı sistemin göreve hazır durumda olması ve görev sırasında kritik bir hata oluşmamasına bağlıdır. Görev gereksinimleri güvenilirlik ihtiyaçları ve değerlerini belirler. Sistemin kullanılabilirliği aynı zamanda yeterli bakım ve lojistik destek sağlanarak sistemin hızlı bir şekilde fonksiyonel hale getirilmesine bağlıdır. Sistemin bakım gereksinimleri idame edilebilirlik ihtiyaçları ve değerlerini belirler.

### **5.5.2 Onarım Seviyesi Analizi (OSA) (Level Of Repair Analysis- LORA)**

OSA, arızalı bir cihazın/malzemenin elden çıkartılma kararını destekleyen ya da bu malzemenin maliyet-etkin onarım seviyesini belirleyen bir analizdir.

Onarım seviyesi analizinin amacı onarım faaliyetlerini gerçekleştirmek için en az maliyetli bakım seviyesini belirlemek ya da elden çıkarma kararını vermek böylece ömür devri boyunca gerçekleşecek desteklenme maliyetlerini en aza indirmektir.

### **5.5.3 Güvenilirlik Merkezli Bakım (GMB) (Reliability Centered Maintenance-RCM)**

GMB analizi, HMEKA ile belirlenen arızaların oluşmasını geciktirmek/önlemek için yapılması gereken planlı bakımların analizidir.

GMB, sistem tasarımının olası arızalar, bu arızaların sonuçları, ve önerilen bakım süreçleri anlamında değerlendirildiği sistematik bir yaklaşımdır. Sistemin güvenilirliğini ve bunun sonucunda hazır olma durumunu arttırmak için düzenlenmiş önleyici bakım programıdır.

## **6. HAZIR OLMA DURUMUNUN DONANMAMIZDA UYGULANMASI**

### **6.1 MEVCUT DURUM HAKKINDA BİLGİ**

Donanmamız envanterinde bulunan yüzer unsurlar, sahip oldukları imkan ve kabiliyetler paralelinde kendilerine verilen görevleri yerine getirmek maksadıyla ülkemiz sahil kesmi boyunca farklı noktalarda konuşlandırılmaktadır. Farklı noktalarda konuşlandırılmış yüzer unsurların idame ettirilebilmesi için ihtiyaç duyulan planlı bakımlar ve acil arıza onarımları, yine birbirinden farklı noktalarda bulunan her biri farklı imkan ve kabiliyetlere sahip onarım kademelerince yürütülmektedir. Yüzer unsurlar, görevleri paralelinde birbirinden farklı en az denizde kalış sürelerine sahip olmakla beraber, belirlenmiş süreler dahilinde sahilden bakım ve parça desteği almadan kendi imkanları ile görevlerini yapmaktadırlar. Gemilerde oluşabilecek olası arızalar kapsamında ihtiyaç duyulacak yedek parçalar, gemiler üretilmeden önce başlanılan konsept çalışmalarından itibaren yapılan Entegre Lojistik Destek (ELD) faaliyetleri neticesinde belirlenmektedir. Bu faaliyetler sonucu sistemlerin ömür boyunca desteklenebilmeleri ve göreve en üst düzeyde hazır olmaları maksadıyla ihtiyaç duyulan yedek parçaların tespiti ve temini, sistemlerin tedarik süreciyle aynı anda gerçekleştirilmektedir. Burada belirlenen ve tedarik edilen yedek parçaların bir kısmı yüzer unsurların bakım, onarımları kapsamında gemi üzerlerinde stoklanırken, diğer bir kısmı da sahil yedeği olarak ilgili onarım kademelerinde ve yüzer unsurları destekleyen lojistik teşkillerinde stoklanmaktadır. Yüzer unsurları destekleyen lojistik teşkilleri de birbirinden farklı stok tutma birimi gibi imkan ve kabiliyetlere sahiptirler. Yapılan analizler sonucu çok düşük arıza olasılığına sahip ve çok yüksek stok bulundurma maliyetine sahip yedek parça/cihazlar için sıfıra yakın stok tutma politikası izlenmektedir. Envanterde bulunan yedek parça ve cihazlar haricinde ihtiyaç duyulan yedek parça ve cihazların tedariki yurt içinden ve yurt dışından yapılmaktadır. Tedarik faaliyetleri çerçevesinde yapılan harcamalar Genel Bütçeden karşılandığından bu faaliyetlerin tümü Kamu İhaleleri mevzuatı dahilinde gerçekleştirilmektedir. Mevzuat kapsamında yer alan yasal süreler ve uygulanması gereken usuller de tedarik faaliyetlerinin gerçekleşmesi sürecinde çok önemli etkiye sahiptirler. Yüzer unsurlar ile

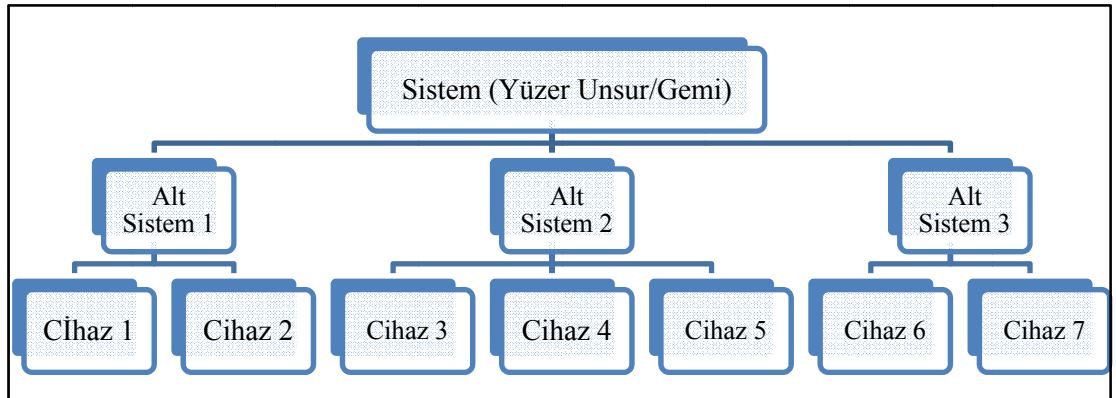
onarım kademeleri ve lojistik teşkilleri arasında koordinasyonun sağlanması amacıyla birbirine entegrasyonu sağlanmış bilgi sistemleri mevcuttur. Bu bilgi sistemleri sayesinde tüm arızalara ait bilgiler, teknik bilgiler, sipariş bilgileri, mevcuttaki yedek parçalara ait bilgiler bir veri tabanı dahilinde tutulmaktadır.

## 6.2 UYGULAMAYA YÖNELİK BİLGİ

Donanmamız envanterinde bulunan yüzer unsurların imkan ve kabiliyetleri çerçevesinde barış dönemlerinde başarılı kabul edilmeleri için harekate hazır olma durumlarının en az yüzde 90 seviyesinde olması beklenmektedir. Buradaki hazır olma durumuna belirli oranlar paralelinde personel gibi diğer etkenler de etki etmektedir. Yapılan bu çalışmada onarım ve yedek parça olarak sistemin faal olması (materyal hazırlık durumu) incelenmiş; hazır olma durumu, sistemin bir yıl içerisinde 2000 saat seyir yaptığı gerçeğine dayanılarak hesaplanmıştır. Yapılan çalışmada yüzer unsura ait tüm alt sistem ve cihazların hareket kabiliyeti bakımından aynı derecede öneme sahip oldukları varsayılmış, tüm cihazlar harekate hazır olma yönünden olmazsa olmaz olarak kabul edilmiştir.

Yapılan çalışmada Donanmamız envanterinde bulunan yüzer unsur bütünüyle bir sistem olarak ele alınmış, yüzer unsura ait alt sistem ve cihazların basite indirgenmiş hiyerarşik kırılımı aşağıda yer alan Şekil 6.1’de verilmiştir;

**Şekil 6.1: Gemiye ait alt sistem/cihazların basite indirgenmiş hiyerarşik kırılımı**



### 6.3 HAZIR OLMA DURUMU HESAPLARININ YAPILMASI

Her bir cihaz için ilgili bakım onarım kademesince bir Kurumsal Kaynak Planlama yazılımı olan Teknik Yönetim Bilgi Sistemi (TYBS) veri tabanından alınan bir yıllık işletimsel arıza istatistik değerleri aşağıdaki tabloda olduğu gibidir;

**Tablo 6.1: Cihazların istatistiki arıza değerleri**

Cihaz Adı	Cihaz 1	Cihaz 2	Cihaz 3	Cihaz 4	Cihaz 5	Cihaz 6	Cihaz 7
Arıza Sayısı	2	3	5	4	2	3	4

Yukarıda verilen arıza değerlerine istinaden,

Her bir cihazın hata oranı Formül 6.1'deki gibi hesaplanarak, Tablo 6.2'de olduğu gibi bulunmuştur;

$$\text{Hata oranı } (\lambda) = \text{Arıza Sayısı/Toplam Süre} \quad (6.1)$$

**Tablo 6.2: Cihazların hata oranları**

Cihaz Adı	Cihaz 1	Cihaz 2	Cihaz 3	Cihaz 4	Cihaz 5	Cihaz 6	Cihaz 7
Hata Oranı ( $\lambda$ )	0,001	0,0015	0,0025	0,002	0,001	0,0015	0,002

Buna göre cihazların meydana getirdikleri alt sistemlere ait hata oranları Tablo 6.3'de olduğu gibidir;

**Tablo 6.3: Alt sistemlere ait hata oranları**

Alt Sistem Adı	Alt Sistem 1	Alt Sistem 2	Alt Sistem 3
Hata Oranı ( $\lambda$ )	0,0025	0,0055	0,0035



Her bir sistem/alt sistemler/cihaz için Hatalar Arası Ortalama Süre (HAOS), Formül 6.2'deki gibi hesaplanarak, Tablo 6.4 ve Tablo 6.5'de sunulmuştur;

$$HAOS=1/\lambda \quad (6.2)$$

**Tablo 6.4: Cihazlara ait HAOS değerleri**

Cihaz Adı	Cihaz 1	Cihaz 2	Cihaz 3	Cihaz 4	Cihaz 5	Cihaz 6	Cihaz 7
HAOS (Saat)	1000	666,666	400	500	1000	666,666	500

**Tablo 6.5: Alt sistemlere ait HAOS değerleri**

Alt Sistem Adı	Alt Sistem 1	Alt Sistem 2	Alt Sistem 3
HAOS (Saat)	400	181,818	285,714

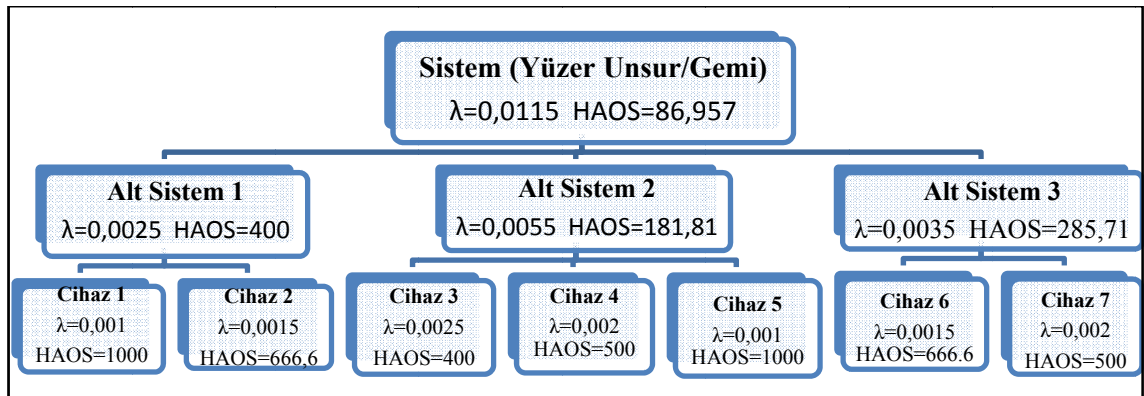
Her alt sistem ve cihaz yüzer unsurun harekate hazır olması için faal olmalıdır. Bu nedenle alt sistemler ile cihazların seri bağlı olduğu göz önünde bulundurulduğunda;

Ana sistemin arıza oranı ( $\lambda$ )=0,0115

Ana sistem için HAOS=86,957 saat elde edilir.

Tüm sistemin hata oranları ve HAOS değerleri hiyerarşisi Şekil 6.2'de olduğu gibidir;

**Şekil 6.2: Sistem/alt sistem/cihazların  $\lambda$  ve HAOS değerleri hiyerarşisi**



Sistem için söz konusu olan Ortalama Onarım Süresi, düzeltici bakımları kapsamaktadır. Düzeltici bakımlar planlanmamış arızalardan kaynaklandığından, her düzeltici bakım için idari ve lojistik gecikme süresi söz konusudur. Bir yıllık işletim süresince ortaya çıkan 23 adet arızaya ait onarım süreleri ile idari ve lojistik gecikme süreleri yine TYBS bünyesindeki veri tabanından alınmış, bu değerler Tablo 6.6,6.7,6.8’de verilmiştir;

**Tablo 6.6: Cihazlara ait onarım süreleri ile İLGS değerleri-1**

Cihaz Adı	Cihaz 1		Cihaz 2			Cihaz 3				
	1.	2.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	4.	5.
Arıza Sırası										
Onarım Süresi (dk)	380	360	320	360	340	300	320	280	300	330
İda/Loj. Gecikme Süresi (dk)	500	520	540	500	600	700	800	660	800	760

**Tablo 6.7: Cihazlara ait onarım süreleri ile İLGS değerleri-2**

Cihaz Adı	Cihaz 4				Cihaz 5		Cihaz 6		
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	1.	2.	3.
Arıza Sırası									
Onarım Süresi (dk)	310	330	300	280	400	420	320	350	330
İda/Loj. Gecikme Süresi (dk)	620	600	640	780	480	500	500	460	420

**Tablo 6.8: Cihazlara ait onarım süreleri ile İLGS değerleri-3**

Cihaz Adı	Cihaz 7			
Arıza Sırası	1.	2.	3.	4.
Onarım Süresi (dk)	320	340	360	300
İda/Loj. Gecikme Süresi (dk)	540	580	540	480

Tablo 6.6, 6.7, 6.8’de yer alan verilere istinaden,  
Ortalama onarım süresi (OOS) 23 değerin aritmetik ortalaması alınarak;  
333 dakika= 5,55 saat olarak hesaplanmıştır.  
Buna göre uygulanan toplam düzeltici bakım süresi (TDBS);  
(2000/86,957)\*5,55=127,64 saattir.

Yukarıda yer alan 23 adet planlanmamış arıza onarımı (düzeltici bakım) için söz konusu ortalama idari ve lojistik gecikme süresi ise yine Tablo 6.6, 6.7, 6.8’de yer alan verilere istinaden, 23 değerin aritmetik ortalaması alınarak;  
588 dakika=9,8 saat olarak hesaplanmıştır.  
Buna göre sisteme ait toplam idari ve lojistik gecikme süresi (İLGS);  
(2000/86,957)\*9,8=225,4 saattir.

Geminin yıllık işletim süresince her 400 saatte bir ilgili onarım kademesi tarafından periyodik bakım uygulamasına tabi tutulması planlanmıştır. Onarım kademesinin diğer yüzer unsurlara verdiği destek ve sahip olduğu imkanlar paralelinde, her bir periyodik bakım süresi iki günlük toplam mesai saatine karşılık gelen 16 saat olarak değerlendirilmiştir.

Koruyucu bakım uygulamaları planlı olduğundan burada herhangi bir idari ve lojistik gecikme süresi söz konusu değildir.

Buna göre sisteme uygulanan toplam koruyucu bakım süresi (TKBS);  
(2000/400)\*16=80 saattir.

Tüm bu bilgiler doğrultusunda sistemin harekate hazır olma durumu Formül 6.3’deki eşitliğe istinaden;

$$\text{Operasyonel Hazır Olma (A}_o\text{)}= \text{İS/İS}+\text{TKBS}+\text{TDBS}+\text{İLGS} \quad (6.3)$$

$$A_o=2000/2000+127,64+225,4+80$$

$A_o=0,822$  olarak hesaplanır.

## 6.4 UYGULAMAYA İLİŞKİN SONUÇ VE ÖNERİLER

Beklenen harekate hazırlık oranı yüzde 90 olmasına karşılık, yüzer unsur sistem olarak ele alındığında yüzde 82,2 oranında harekate hazır olma durumu tespit edilmiştir. Burada daha yüksek bir hazır olma oranına sahip olabilmek maksadıyla; toplam planlanmamış düzeltici bakım süresi ile tasarımdan tamamen bağımsız olan toplam idari ve lojistik gecikme süresinin en az düzeyde gerçekleşmesi gerekmektedir. Bu kapsamda;

- i. Meydana gelebilecek arızaların olasılığını en aza indirmek adına planlı koruyucu bakımların süreleri arttırılmalıdır. Böylece daha az düzeltici bakıma ihtiyaç duyulabilecek, her bir düzeltici bakım için ortaya çıkan idari ve lojistik gecikme sürelerinin toplamında da azalma görülecektir.
- ii. Karşılaşılan arızaların giderilmesinde kullanılan yedek parçalar ile onarım malzemelerinin kayıttaki ve fiili mevcutlarının doğruluğunun sağlanarak, sahil stoklarının ilgili lojistik teşkillerce uygun şekilde planlanması malzemelerin tedarik sürelerini azaltacak bu da idari ve lojistik gecikme sürelerinin daha az seviyelerde gerçekleşmesine olanak sağlayacaktır.
- iii. Yüzer unsurlara bakım ve onarım hizmeti sağlayan onarım kademeleri ile gerek yurt içi, gerekse yurt dışından toplu yedek parça/malzeme tedarik eden lojistik teşkillerin birbirine yakın olması da ulaştırma için geçen zamanı azaltacağından idari ve lojistik gecikme sürelerinde azalma sağlayacaktır.
- iv. Arızalar Arası Ortalama Süresi en küçük, Ortalama Onarım Süresi ise en yüksek olan alt sistem/cihazların maliyet analizlerine tabi tutulması neticesinde modernizasyon çalışmalarının yapılması veya teknolojik gelişmelere paralel olarak bahse konu cihazların yeni versiyonları ile değiştirilerek ana sisteme entegre edilmesi ekonomik açıdan daha avantajlı olabilecek; ayrıca sistemin faal durumda bulunma oranını da yükseltecektir.

## 6.5 İLERİ ARAŞTIRMA ALANLARI

Bu çalışmada sisteme ait tüm alt sistem/cihaz ve parçaların bir yıllık işletim süresince toplam 2000'er saat çalıştığı ayrıca her bir alt sistem/ cihazın aynı derecede kritiklik derecesine sahip olduğu kabul edilmiştir.

- i. Her bir düzeltici bakım için ortaya çıkan idari ve lojistik gecikme sürelerinin tedarik, ulaştırma vb. faaliyetler arasından hangilerinden, ne kadar süre ile kaynaklandığının belirlenmesi,
- ii. Birbirinden farklı her bir alt sistem/cihaz için gerçek çalışma sürelerinin tespit edilmesi ve,
- iii. İlgili yönetim birimlerince, yüzer unsurun konfigürasyonunda mevcut her bir alt sistem/cihaz/parça için hareket dahilinde önem derecelerinin tayin edilmesi ve kritiklik kat sayılarının belirlenmesi ile daha detaylı bir hazır olma durumu analizi yapılabileceği değerlendirilmektedir.

## 7. SONUÇ

Savunma sanayi projelerinin başarıya ulaşmasında Entegre Lojistik Destek faaliyetleri büyük önem taşımaktadır. Bu faaliyetlerin devamlılığının sağlanması adına ELD uygulamaları ve kullanılan standartların savunma sanayi projelerinde yaygınlaştırılarak kullanımı gerekmektedir. Böylece Türk Silahlı Kuvvetlerinin ihtiyaçları yerli sanayimizin ürettiği sistemler ile sağlanacak ve sanayimizin dünya çapında rekabet gücü artacaktır.

Burada müşteriler için başarı, yüklenici firmadan sözleşmede belirlenen ELD hizmet ve ürünlerinin zamanında ve sözleşme fiyatına ek maliyet getirmeden istenilen kalite ve sürede temin edilmesi olarak tanımlanırken yüklenici firma için ise başarı, sözleşmede belirlenen ELD hizmet ve ürünlerinin müşteriye zamanında ve istenen kalitede teslim edilmesi ile kazanç elde edilmesidir.

Günümüzde savunma sistemlerine ait ürün ve hizmetleri kapsayan başarılı bir Entegre Lojistik Destek süreci, tedarik makamı ve kullanıcının ortak çalışması doğrultusunda yürütülen faaliyetlerle gerçekleştirilebilir. Bunun paralelinde kullanıcıya verilecek ürün ve hizmet; istenilen kalitede, maliyet etkin ve zamanında sağlanarak, ürününün ömür devri boyunca bakım, işletim ve idamesi en yüksek performans ve en düşük maliyetle sürdürülebilir.

ELD isterleri, konsept aşamasından itibaren dikkate alınmalıdır. Projelerin hedef ve özelliklerine paralel olarak ihtiyaç sahibi tarafından yapılması gereken analizler sonucu belirlenen ELD isterleri, kolayca anlaşılabilir yapıda olmalı, genel ifadeler içermemelidir. ELD isterlerinin uygun olarak yerine getirilmesi için kullanıcı ile yüklenici arasında etkin bir iletişim kanalı kurulması ile kullanıcının ilgili imkan ve verilerine erişim büyük önem arz etmektedir. Kullanıcının aktif olarak katılmadığı ELD süreçleri eksik olacak, gereksiz olarak istenen ya da net olarak tanımlanmayan isterler ciddi maliyetler doğuracaktır.

## KAYNAKÇA

### *Kitaplar*

Blanchard B. S. & Fabricky W., 2005. *Systems engineering and analysis*. 4th edition. New Jersey: Prentice Hall

Blanchard, B. S., 1998. *Systems engineering management*. 2nd edition. New York: John Wiley & Sons

Jones J.V., 1995. *Integrated logistics support handbook*. 2nd edition. New York: Mc Graw Hill

Jones J.V., 2007. *Supportability engineering handbook*. New York: Mc Graw Hill

Langford J., 2007. *Logistics principles and applications*. 2nd edition. New York: Mc Graw Hill

Genelkurmay Başkanlığı, 2004. *Değişen ve gelişen çağda lojistik*. Ankara: Genelkurmay Basım Evi

Genelkurmay Başkanlığı, 2002. *Lojistik mühendislik ile başlayan lojistik değişim ve gelişim*. Ankara: Genelkurmay Basım Evi

Kapubağlı T. C., 2007. *Bakım yönetimine sistem mühendisliği yaklaşımı*. İzmir: K.K.K.lığı Lojistik Yönetim Okulu Komutanlığı

### ***Sürekli Yayınlar***

Göksu, N., Ovacılı, R., Özen, S., 2009, Hava Platformları Tedariğinde Entegre Lojistik Destek Uygulamaları. *Savunma Sanayii Gündemi Dergisi*. 2009/4, ss. 14-21.

Keşli, B. ve Tuna, C., 2009, Savunma Projelerinde Entegre Lojistik Destek Uygulamaları. *Savunma Sanayii Gündemi Dergisi*. 2009/4, ss. 22-28.

Bakıryol, T. ve Özen, S., 2009, Gemi İnşa Projelerinde Entegre Lojistik Destek. *Savunma Sanayii Gündemi Dergisi*. 2009/4, ss. 35-38.

Işın, Z., 2009, Ömür Devri Maliyet Analizi Yaklaşımı ve Savunma Projelerine Uygulamaları. *Savunma Sanayii Gündemi Dergisi*. 2009/4, ss. 39-43.

Baktır, E., 2009, Sistem Gerçekleştirme ve Lojistik. *Savunma Sanayii Gündemi Dergisi*. 2009/4, ss. 44-48.



### ***Diğer Yayınlar***

MEB, Ulaştırma Hizmetleri Lojistik Yönetimi, 2011,

[http://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/modul\\_pdf/840UH0012.pdf](http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/modul_pdf/840UH0012.pdf)

[Erişim tarihi 18 Eylül 2011]