



**anadolum**  
e K a m p ü s  
ve  
**anadolu mobil**  
dilediğin yerden,  
dilediğin zaman,  
öğrenme fırsatı!



(ekampus.anadolu.edu.tr)



(mobil.anadolu.edu.tr)

**ekampus.anadolu.edu.tr**



Takvim



Duyurular



Ders  
Kitabı (PDF)



Epub



Html5



Mobi  
Kitap



Sesli Kitap



Canlı Ders



Video



Ünite  
Özeti



Sesli Özet



Sorularla  
Öğrenelim



Alıştırma



Çözümlü  
Sorular



Deneme  
Sınavı



Tartışma  
Forumu



Çıkmış Sınav  
Soruları



Sınav Giriş  
Bilgisi



Sınav  
Sonuçları



Öğrenci  
Toplulukları



**AOS DESTEK**  
AÇIKÖĞRETİM DESTEK SİSTEMİ

**Açıköğretim Sistemi ile ilgili**  
merak ettiğiniz her şey AOS Destek Sisteminde...

- Kolay Soru Sorma ve Soru-Yanıt Takibi
- Sıkça Sorulan Sorular ve Yanıtları
- Canlı Destek (Hafta İçi Her Gün)
- Telefonla Destek

**aosdestek.anadolu.edu.tr**

AOS DESTEK Sistemi İletişim ve Çözüm Masası

**0850 200 46 10**

[www.anadolu.edu.tr](http://www.anadolu.edu.tr)

## Bölüm 1

### Temel Kavramlar

öğrenme çıktıları	1	<b>Önemli Kavramlar</b> 1. Bilgi, enformasyonu ve veri kavramlarını ayırt edebilme	2	<b>Bilgi İşleme Modeli ve Bilgi İşleme Süreçleri</b> 2. Bilgi işleme süreci ve aşamalarını örneklerle tanımlayabilme
	3	<b>Bilgisayarların Bileşenleri</b> 3. Bilgisayarları oluşturan bileşenleri sıralayabilme	4	<b>Bilgi İşleme ve Teknoloji</b> 4. Bilgi işleme sürecinde teknolojinin oynadığı rolü açıklayabilme
	5	<b>Sosyal Hayatta Teknoloji</b> 5. Teknolojinin sosyal yaşam üzerindeki etkilerini tartışabilme		

### Öğrenme çıktıları

Bölüm içinde hangi bilgi, beceri ve yeterlikleri kazanacağınızı ifade eder.

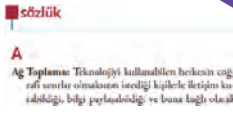
### Bölüm Özeti

Bölümün kısa özetini gösterir.



### Sözlük

Bölüm içinde geçen önemli kavramlardan oluşan sözlük ünite sonunda paylaşılır.



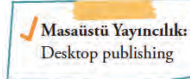
### Karekod

Bölüm içinde verilen karekodlar, mobil cihazlarınız aracılığıyla sizi ek kaynaklara, videolara veya web adreslerine ulaştırır.



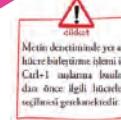
### Tanım

Bölüm içinde geçen önemli kavramların tanımları verilir.



### Dikkat

Konuya ilişkin önemli uyarıları gösterir.



**Neler Öğrendik ve Yanıt Anahtarları**  
Bölüm içeriğine ilişkin 10 adet çoktan seçmeli soru ve cevapları paylaşılır.



### Öğrenme Çıktısı Tablosu

ÖC1 Bilgi, enformasyonu ve veri kavramlarını ayırt edebilme		
Araştır	İlişkilendir	Anlat/Paylaş
1968 yılında Pablo Picasso bir girişiminde "Bilgisayarlar işe yaradı mı? Sizce evet mi hayır mı? Bu görüşe katılıyor musunuz? Eğer bu görüş bilgi teknolojilerinde yaşanan ilerlemeler ışığında hala geçerli midir?"	VEBB şeman ile teknolojik gelişmeler arasındaki ilişkileri değerlendirin.	Bilginin teknolojilerindeki gelişim ile artan bilgi üretimi arasındaki bağlantıyı anlatın.

### Araştır/İlişkilendir/Anlat-Paylaş

İlgili konuların altında cevaplayacağınız soruları, okuyabileceğiniz ek kaynakları ve konuyla ilgili yapabileceğiniz ekstra etkinlikleri gösterir.

### Yaşamla İlişkilendir

Bölümün içeriğine uygun paylaşılan yaşama dair gerçek kesitler veya örnekleri gösterir.

### Araştırmalarla İlişkilendir

Bölüm içeriği ile ilişkili araştırmaların ve bilimsel çalışmalarını gösterir.

# Entegre Lojistik Destek

Yazar

BÖLÜM 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Doç.Dr. Mehmet Hakan KESKİN

**T.C. ANADOLU ÜNİVERSİTESİ YAYINI NO: 3838**  
**AÇIKÖĞRETİM FAKÜLTESİ YAYINI NO: 2645**

Bu kitabın basım, yayım ve satış hakları Anadolu Üniversitesine aittir.  
“Uzaktan Öğretim” tekniğine uygun olarak hazırlanan bu kitabın bütün hakları saklıdır.  
İlgili kuruluştan izin almadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kayıt  
veya başka şekillerde çoğaltılamaz, basılamaz ve dağıtılamaz.

Copyright © 2019 by Anadolu University  
All rights reserved

No part of this book may be reproduced or stored in a retrieval system, or transmitted  
in any form or by any means mechanical, electronic, photocopy, magnetic tape or otherwise, without  
permission in writing from the University.

**Grafik Tasarım ve Kapak Düzeni**  
Prof.Dr. Halit Turgay Ünalın

**Dizgi ve Yayına Hazırlama**  
Süreyya Çelik  
Gözde Soysever  
Arzu Ercanlar  
Nihal Sürücü  
Yasin Narin  
Gülşah Sokum  
Gizem Dalmış

ENTE GRE LOJİSTİK DESTEK

E-ISBN  
978-975-06-3096-5

Bu kitabın tüm hakları Anadolu Üniversitesi'ne aittir.  
ESKİŞEHİR, Şubat 2019

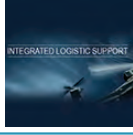
3314-0-0-0-1902-V01



# İçindekiler

## BÖLÜM 1

Kavramsal Boyut ve Arka Plan'Oluşum Süreci, Tanımlar, Gereksinimler, Oyuncular, Hedefler'



Giriş .....	2
Eld Konseptinin Oluşum Süreci .....	3
Eld Kavramı .....	4
Eld Unsurları .....	6
Eld Aktörleri .....	7
Eld Süreç Pratiği .....	8

## BÖLÜM 2

Sistem İhtiyaçlarını Değerleme ve Sistemin Tasarlanması



Giriş .....	19
Sistem İhtiyaçlarını Değerleme .....	19
İhtiyacın Belirlenmesi .....	19
Çevre Kısıtları .....	22
Kullanım Oranı .....	23
Destek Yapısı ve Maliyet .....	24
Sistem İhtiyaçlarını Değerleme Analizi .....	24
Sistemin Tasarlanması .....	25
Sistem Mimarlığı .....	26
Sistem Mühendisliği .....	28

## BÖLÜM 3

Sürdürülebilirlik



Giriş .....	41
Güvenilirlik .....	41
Güvenilirliğin Tasarımı .....	46
Arıza Raporlama, Analiz ve Düzeltme Eylem Sistemi .....	47
Güvenilirlikte Bakım .....	48
Desteklenebilirlik .....	52

## BÖLÜM 4

Yedek Parça Tedariği ve Yönetimi



Giriş .....	69
Yedek Parça Kavramı .....	70
Envanter Yönetim Stratejileri .....	75
Stok Maliyetleri .....	75
Envanter Yönetim Pratikleri .....	76
Envanter Yönetim Sistemleri .....	78
Envanter Miktar Tespit Yöntemleri .....	81
Yeniden Sipariş Noktası .....	83
ELD Süreçlerinde Satın Alma .....	85
Satın Alma Değişkenleri .....	86

**BÖLÜM 5****İdari Destek  
Faaliyetleri “Teknik  
Dokümantasyon,  
Eğitim, Tesisler”**

Giriş .....	101
Teknik Dokümantasyon .....	101
Eğitim .....	105
Eğitim Konsepti .....	107
Eğitim Program ve Planları .....	108
Eğitim İhtiyaçları .....	108
Eğitim Metotları .....	109
Eğitim Destek Malzemeleri .....	110
Tesisler .....	110

**BÖLÜM 6****Bakım Süreçleri**

Giriş .....	121
Bakım Konseptinin Oluşum Süreci .....	121
Bakım Onarım ve Arıza Kavramları .....	122
Bakımın Prensipleri .....	124
Bakım Yönetim Kararları .....	124
Eld Süreçlerinde Bakım Performansı .....	126
ELD Süreçlerinde Bakım Maliyetleri ....	128
Güven Merkezli Bakım .....	129

**BÖLÜM 7****Yönetim Destek  
Konuları**

Giriş .....	139
İnsan Kaynakları .....	139
İnsan Kaynaklarının ELD Sistemlerine Entegrasyonu .....	140
ELD Sistemlerinde İnsan Kaynağı İhtiyacı .....	142
ELD Sistemlerinde İnsan Kaynağı Planlaması .....	143
Bilgi Teknolojileri .....	145
Yazılımların Geliştirilmesi .....	145
Desteklenebilirlik .....	146
Dokümantasyon .....	148
Finans .....	148
Sistemin Ömrü .....	149
Maliyet Unsurları .....	149
Tedarik Maliyetleri .....	150
Operasyon ve Destek Maliyetleri .....	150

**BÖLÜM 8****Lojistik Destek  
Analizi ve Planı**

Giriş .....	161
Lojistik Destek Analizi Kavramı ve Hedefleri .....	161
Lojistik Destek Analizi Programı .....	162
Program Planlama ve Kontrol .....	163
Görev ve Destek Sistemlerinin Tanımı .....	169
Alternatiflerin Hazırlanması ve Değerlemesi (Görev Bölümü III) .....	175
Programın Uygulanması .....	182

## Önsöz

Sevgili Öğrenciler,

Entegre lojistik destek (ELD), lojistiğin önemi giderek artan uygulamalarından biridir. Yüksek teknoloji gerektiren kompleks sistemlerde kullanıldığından oldukça karmaşık bir içeriğe sahiptir. Bu nedenle kitap olabildiğince basitleştirilerek, giriş seviyesinde temel bilgileri verecek şekilde tasarlanmıştır.

Kitap, sekiz bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde kavramsal boyut verilmiştir. İçeriğin daha kolay aktarılabilmesi ve öğrenci tarafından kavranabilmesi için gereken tanımlar, bu bölümde yer almaktadır. ELD'nin konsept olarak bugünkü şekline nasıl dönüştüğünden bu bölümde bahsedilmiştir. İkinci bölümde ELD süreçlerinin tasarımının nasıl yapıldığı anlatılmıştır. ELD kapsamında üretilecek sistemin ihtiyacının belirlenmesi ve bu ihtiyacın giderilmesi aşamasında karşılaşılan kısıtların neler olabileceği bu bölümde yer almaktadır. Bu sayede sistemin tasarlanması ile ilgili prensiplerin neler olduğu ve izlenecek yol haritasının esasları belirlenmiştir. ELD kapsamında üretilecek sistemin öne çıkan özelliklerinden biri sürdürülebilir olmasıdır. Üçüncü bölümde bu amaca ulaşabilmek için sistemin güvenilirlik ve desteklenebilirlik seviyesinin üst düzeylerde olması adına neler yapılması gerektiğine değinilmiştir. Yedek parça desteğinde karşılaşılan sorunlar da lojistiğin çözüm üretmek için uzun yıllardır çalıştığı alanlardan biridir. Karmaşık sistemlerin gerek kullanılırken gerekse bakımı ve onarımında ihtiyaç duyacağı oldukça çok sayıda ve çeşitteki yedek parçaların nasıl yönetileceği dördüncü bölümde yer almaktadır. Ayrıca bu bölümde ELD sistemlerinin ihtiyaçların tanımlanmasından, bu ihtiyaçların tedarik ve satın alma süreçlerinden ve envanter döngüsünden ana hatları ile bahsedilmiştir. ELD sistemleri, niteliği gereği etkin bir idari destek yapısına ihtiyaç duyarlar. Tecrübeler bu ihtiyacın olması gerektiği gibi karşılanamaması durumunda kayda değer sorunlar yaşandığını göstermektedir. Sadece sisteme ait teknik dokümantasyonların hazırlanması bile oldukça maliyetli ve uzun zaman alan teknik bir süreçtir. Sistemi kullanacak ve bakım ile onarımını yapacakların ve sistemin ömür devri boyunca sorumluluk taşıyacakların eğitiminde de benzer durum söz konusudur. ELD tesisleri çatısı altında, sistemin bakımı, depolanması, kullanıcıların eğitimi gibi birbirinden çok farklı hizmetler yürütülür. İdari destek konuları başlıklı beşinci bölümde bu konular ele alınmıştır. Altıncı bölümde bakım yer almaktadır. Bakım süreçleri, akademik anlamda lojistiğin en çok ihmal edilen konularından olmasına rağmen, lojistik faaliyetlerin maliyeti en yüksek olanları arasında ilk sıralardadır. Üstelik bakım yetersizliği nedeniyle karşılaşılan arızalar, teknik, idari, hukuki nitelikte kayda değer sorunlar yaratır. Giderek karmaşıklaşan ve gelişen teknoloji nedeniyle tek başına bir disiplinde uzmanlaşarak sorunların üstesinden gelmeyi imkânsız hâle getirmiştir. Yedinci bölümde ELD gibi kompleks sistemlerin desteğinde hangi yönetim disiplinlerinden destek alınacağından bahsedilmiştir. İlk aşamada insan kaynakları ve bilgi teknolojilerinden bahsedilmiş daha sonra finansal konulara değinilmiştir. Son bölümde ilk yedi bölümde verilenler ışığında nasıl bir lojistik destek analizi yapılacağı ve bu analizin yapılması için gereken lojistik destek planının nasıl oluşturulacağı adım adım anlatılmıştır.

Çok kıymetli öğrenciler, bu kitap ELD ile tasarlanan sistemlerin ömür devri boyunca ihtiyaç duyacağı lojistik desteğin; belirlenmesi, tasarlanması, geliştirilmesi, üretimi, tedarik edilmesi, konumunun belirlenmesi, işletilmesi, desteği, kullanımdan kaldırılması gibi tüm unsurları içeren maliyet etkin olarak planlama ve bu planın pratiğe dökülmesini sağlayan yaklaşımların tümüne değinen temel bir kaynaktır. Bu nedenle bu kitap içeriğinin sizin gelecek için öngördüğünüz kariyerinize, (lojistik alanda olmasa bile) kayda değer katkı sağlayacak bilgiler içerdiğini göz önünde bulundurmanızda fayda vardır.

Kitabın öğrencilerle buluşmasını sağlayan Anadolu Üniversitesi çalışanlarına şükranlarımı sunuyorum, kitabın sizlere katkı sağlamasını diliyorum.

Yazar

Doç.Dr. Mehmet Hakan KESKİN

# Bölüm 1

## Kavramsal Boyut ve Arka Plan

### 'Oluşum Süreci, Tanımlar, Gereksinimler, Oyuncular, Hedefler'

#### öğrenme çıktıları

1 ELD Konseptinin Oluşum Süreci  
1 Entegre Lojistik Destek yaklaşımının oluşum süreçlerini ifade edebilme

2 ELD Kavramı  
2 Entegre Lojistik Destek kavramını tanımlayarak açıklayabilme

3 ELD Unsurları  
3 Entegre Lojistik Destek unsurlarını ifade edebilme

4 ELD Aktörleri  
4 Entegre Lojistik Destek pratiklerindeki oyuncular hakkında bilgi sahibi olmak

5 ELD Süreç Pratiği  
5 Entegre Lojistik Destek süreç pratikleri hakkında genel bilgi sahibi olmak

Anahtar Sözcükler: • Entegre Lojistik Destek • Lojistik Destek Analizi • Desteklenebilirlik  
• ELD Program Yönetimi Tedarik Döngüleri

# INTEGRATED LOGISTIC SUPPORT



## GİRİŞ

‘Entegre Lojistik Destek kavramı, Türkçe yazına İngilizce Integrated Logistics Support (ILS) kavramının doğrudan tercümesi ile girmiştir. Türkçe lojistik yazında bütünleşik lojistik faaliyetlerini tanımlamak için kullanıldığını da rastlamak mümkündür. Ancak akademik terminolojide, ABD ordusunun savunma ihtiyaçları doğrultusunda geliştirilen sistemlerin her an kullanıma hazır olabilmesi için geliştirilmiş lojistik destek sistemini adlandırmak için kullanılmaktadır. Bu konu hakkında en kapsamlı kitabın yazarı James V. Jones hem sanat hem de bilim olarak tanımlamaktadır. ELD’nin bilimsel yönünü ölçülebilen nicel verilere dayalı tasarımına dayandırılırken, sanatsal boyutunu farklı durumlara uygulanabilme esnekliği ile açıklamaktadır.

ELD yaklaşımı İkinci Dünya Savaşı’nda oluşmaya başlamıştır. ELD savaş sırasında ve savaşın hemen ardından yaşanan tecrübeler üzerine geliştirilmiştir. Günümüzdeki hâline dönüşmesi ise 1980’leri bulmuştur. Günümüzde savunma sanayi ağırlıklı olarak kullanılan ELD, kullanılması öngörülen bir sistemin tasarım aşamasından başlayarak, geliştirme, test, üretim, envantere giriş, kullanım süreci ve son olarak elden çıkarılması aşamalarına kadar tüm süreçlerin lojistik desteğinin bütünsel olarak ele alınmasıdır. ELD konseptinde sistemin performans, desteklenebilirlik, maliyet ve hazır olma durumunun birbirini bütünlemesi gerekmektedir.

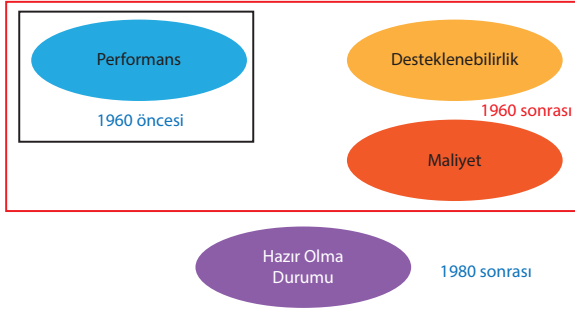
ELD pratiklerinin amacı, sistemlerin kullanımda bulunuş sürecini ömür devri anlayışı ile artırarak, sistemin kullanım esnasında lojistik destek ihtiyacını optimum seviyede karşılamak, sonuçta sistemin envanterde bulunduğu sürede maliyet etkin biçimde elde tutulmasını sağlamaktır. Böylece bir taraftan sistemin finansal yükünün azaltılması hedeflenirken, diğer taraftan desteklenebilirliğindeki sorunların daha tasarım aşamasında ortadan kaldırılması hedeflenmektedir.

## ELD KONSEPTİNİN OLUŞUM SÜRECİ

Lojistiğin yeniden ön plana çıkmasında İkinci Dünya Savaşı sırasında ve sonrasında yaşanan siyasi ekonomik ve sosyal gelişmeler etkili olmuştur. ‘Tedarik zinciri yönetimi’ olarak adlandırılan işletme lojistiği de bu dönemde daha fazla ilgi görmeye başlamıştır. İnsan ihtiyacının çeşitlenmesine ve hacim olarak artmasına bağlı olarak teknolojinin gelişmesi ile devasa tedarik zinciri pratikleri akademik olarak daha çok ilgi görmüş, üzerinde daha fazla çalışma yapılmıştır. Tedarik zincirlerine göre daha az bilinen bir lojistik konsept olan ELD kavramı yine bu dönemde ve yine savaş alanlarında yaşanan tecrübeler üzerine ortaya çıkmıştır. 1980’lerden sonra ivmelenerek birçok farklı projede uygulama alanı bularak günümüzdeki hâline dönüşmüştür.

İkinci Dünya Savaşı esnasında kullanılmak üzere üretim amaçlarına uygun olarak askerlere teslim edilen birçok savaş araç gereç ve silah sistemi, lojistik gereksinimleri karşılamadığı için etkin olarak kullanılamamıştır. Üstelik sistemlerin desteklenememesi, askeri idari ve ekonomik boyutlu birden fazla sorun yaşanmasına neden olmuştur. Bu sorunları ortadan kaldırmak ELD kavramının çıkış noktasını oluşturmuştur.

Sorun yaratan sistemlerin henüz tasarım aşamasında lojistiği de dikkate alarak bütünsel bir yaklaşımla şekillendirilmesi sadece kullanım sürecinde değil, sistemi oluşturan tüm alt sistem ve parçaların elden çıkarılmasına kadar olan ömür devri döngüsünü de göz önünde bulundurularak geliştirilmesini kapsaması ELD yaklaşımının temelini oluşturmaktadır. Burada önemli nokta, sistemin kullanım esnasında ölçülebilir performanslarını karşılamasının hedeflenmesidir. Bu noktanın konseptte tam anlamıyla yerleşmesi için 25 yıl kadar süreye ihtiyaç duyulmuştur. ELD 1965’lerden sonra yaygınlaşmış olsa da konseptin bütünüyle oturması 1980’leri bulmuştur. Bu sürede desteklenebilirlik hedeflerinin daha tasarım aşamasında ölçülebilir performans hedeflerine uygun hâle getirilmesi üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Silah sistemlerinin teknolojinin gelişmesine bağlı olarak sürekli değişmesi üstelik operasyonel ihtiyaçların artması bu süreci daha karmaşık hâle getirmiştir. Bu süreçte çevre konularını da içeren ömür devri yaklaşımının odak noktası olduğu Lojistik Destek Analizi (LDA) oluşum süreçleri de başlamıştır.



Şekil 1.1 ELD Kavramının Gelişimi

Lojistiğin ilk kitabının yazarı olan Bowersox 1980'lerin sonrasını 'Lojistik Rönesans' dönemi olarak ifade etmiştir. Bu ifadeyi lojistiğin birçok boyutu ile yaşadığı değişimi 'yeniden doğuşa' vurgu yapmak için kullanmıştır. Gerçekten ELD konseptinin günümüzdeki hâline evrilmesi de bu dönemden sonra olmuştur. Günümüzde savunma sanayi ağırlıklı olarak kullanılan ELD konsepti, öngörülen bir sistemin tasarım aşamasından başlayarak, geliştirme, test, üretim, envantere giriş, kullanım süreci ve son olarak elden çıkarılması aşamalarına kadar tüm süreçleri kapsar. Söz konusu sistemin performans, desteklenebilirlik, maliyet ve hazır olma durumu birbirini bütünler şekilde tasarlanır.

### Öğrenme Çıktısı

1 Entegre Lojistik Destek yaklaşımın oluşum süreçlerini ifade edebilme



Araştır 1

Entegre Lojistik Destek konseptinin oluşum sürecinin 1980'lerde başlamasının nedenlerini tartışınız.

İlişkilendir

Entegre Lojistik Destek süreçlerinin birbirini bütünlemesi gereğini aralarındaki ilişkiyi vurgulayarak açıklayınız.

Anlat/Paylaş

Entegre Lojistik Destek süreçlerinin çıkış noktasının askeri uygulamalar olmasının gerekçelerini anlatınız.

## ELD KAVRAMI

ELD, ihtiyaç duyulan sistemlerin ömür devri boyunca ihtiyaç duyacağı lojistik desteğin; belirlenmesi, tasarlanması, geliştirilmesi, üretimi, tedarik edilmesi, konumunun belirlenmesi, işletilmesi, desteği, kullanımdan kaldırılması gibi tüm unsurları içeren maliyet etkin olarak planlama ve bu planın pratiğe dökülmesini sağlayan yaklaşımların bütünüdür.



dikkat

### LOJİSTİK VE ENTEGRE LOJİSTİK DESTEK

#### Lojistik;

Birden fazla tanımı olsa da lojistik, genel olarak önceden belirlenmiş bir amaca ulaşmak için ihtiyaç duyulanların temini, üretimi, dağıtımı ve/veya tüketim için gereken süreçleri destekleyen eylemler olarak tanımlanabilir.

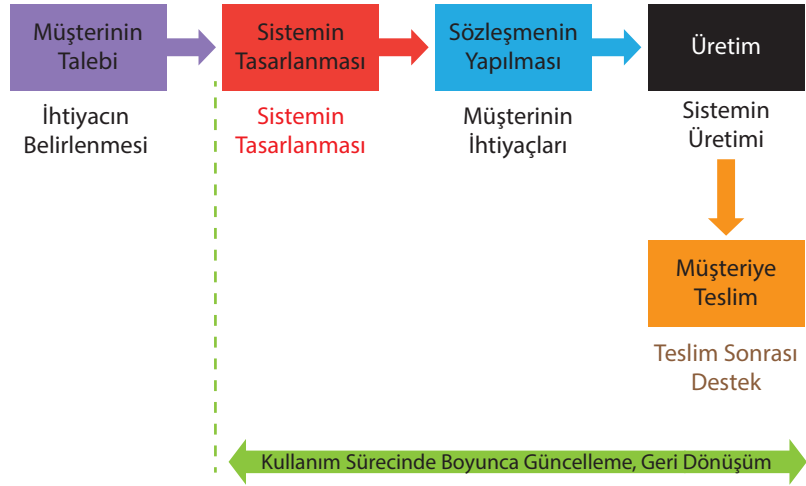
#### ELD;

ELD gerekli tüm eylemlerin bütünleşmiş yönetimidir. Bir başka ifade ile öngörülebilir hedefleri olan, hazır oluşu öne çıkaran, ağırlıklı olarak savunma sanayinin büyük bütçeli kapsamlı sistemlerinde kullanılan lojistiğin en gelişmiş uygulamalarından birisidir.



ELD pratiklerinin amacı, sistemlerin kullanımında bulunuş sürecini ömür devri anlayışı ile artırarak, sistemin kullanım esnasında lojistik destek ihtiyacını optimum seviyede karşılamak, sonuçta sistemin envantere bulunduğu sürede maliyet etkin biçimde elde tutulmasını sağlamaktır. Bir taraftan sistemin finansal yükünün azaltılması diğer taraftan desteklenebilirliğinde sorunların daha tasarım aşamasında ortadan kaldırılması hedeflenmektedir. ELD süreçleri dinamik süreçlerdir. Kullanım esnasında elde edilen tecrübeleri,

sistemin geliştirilmesi ve yeni versiyonlarının tasarlanması sürecine girdi sağlayarak, sistemin bir bütün olarak hazır bulunuşu için tüm gereksinimlerin belirlenmesine imkân sağlar. Sisteme ihtiyacı olanların (bir başka ifade ile müşterinin) talep ettiği teknik desteğin maliyet yükünü azaltmayı hedefler. Alan pratiği çok karmaşık olsa da en genel hâli ile tipik bir ELD sürecinin genel yapısı Şekil.2'de gösterilmiştir. Bu süreçlerin detayları ve uygulama biçimleri kitabın sonraki bölümlerinde detaylandırılacaktır.



Şekil 1.2 ELD Sürecinin Genel Yapısı



dikkat

ELD, teknik ve yönetsel eylemler disiplinli, bütünlük ve döngüsel yapıda bir yaklaşımla;

- Bir sistem ve ekipmana destek gereksinimlerini entegre etmek,
- Hazır bulunuş hedeflerine ulaşmak için gerekenlerin tespit etmek ve destek gereksinimlerini geliştirmek,
- Gereken desteği sağlamak,
- Gereken desteğin maliyetini minimize etmek şeklinde ifade edilebilir.

Bu yaklaşım en genel hâli ile aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- Lojistik desteği tanımla,
- Lojistik desteği tasarla,
- Lojistik desteği temin et,
- Lojistik desteği icra et.



ELD konsepti ile geliştirilen Altay Tank Projesi

## Öğrenme Çıktısı

## 2 Entegre Lojistik Destek kavramını tanımlayarak açıklayabilme

## Araştır 2

Entegre Lojistik Destek ile ilgili temel kaynak hangisidir? Araştırınız.

## İlişkilendir

Entegre Lojistik Destek ile lojistik arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

## Anlat/Paylaş

Entegre Lojistik Destek'in unsurları nelerdir? Anlatınız.

## ELD UNSURLARI

ELD yaklaşımının temel bileşenleri aşağıda sıralanmıştır;

- Bakım Planlaması,
- İşgücü ve İnsan Faktörleri,
- Desteklenebilirlik (Lojistik Destek Analizi)
- Malzeme ve Tedarik Destek Ekipmanı
- Eğitim ve Eğitim Ekipmanı
- Güvenilirlik ve İdame Edilebilirlik
- Teknik Bilgi ve Dokümantasyon
- Bilgisayar ve Bilgisayar Kaynakları Yönetimi
- Tesisler

- Paketleme, Elleçleme, Depolama ve Ulaştırma
- Test Edilebilirlik Mühendisliği ve Destek ve Test Ekipmanı (D&TE)

Her birisinin sistemin bütünü içindeki fonksiyonu sistemin tüm lojistik destek yapısının tümüne göre ele alınır ve uygulanır. ELD, yukarıda belirtilen tüm unsurları kapsayan sözleşme çalışmalarını da içeren, tasarım ve üretim ile paralel olarak devam eden ve satış sonrası desteği kapsayan komple bir süreçtir. Bahsedilen her bir unsur tüm yapıyı kapsayacak şekilde, her birinin pratiği ve çıktıları diğerlerini bütünlendirdir. Bu unsurların detayları kitabın ilerleyen bölümlerinde yeri geldikçe detaylandırılacaktır.

## Öğrenme Çıktısı

## 3 Entegre Lojistik Destek unsurlarını ifade edebilme

## Araştır 3

Entegre Lojistik Destek unsurları arasında idame edilebilirlik neden bulunmaktadır? Araştırınız.

## İlişkilendir

Entegre Lojistik Destek unsurlarının bir biri arasındaki ilişkiyi bir örnek ile açıklayınız.

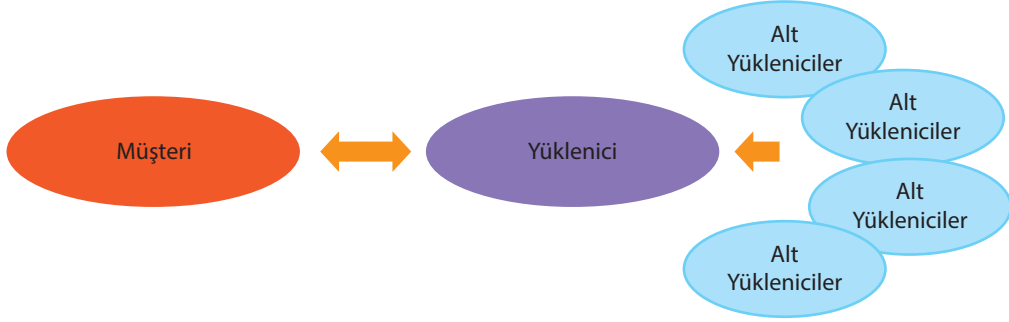
## Anlat/Paylaş

Entegre Lojistik Destek unsurlarından işgücü ve insan faktörünün önemini kısaca anlatınız.



## ELD AKTÖRLERİ

Çok büyük ve karmaşık bir yapıda olsa da ELD süreçlerinde müşteri ve yüklenici olmak üzere iki temel aktör (**Şekil 1.3**) vardır. ELD yapısı gereği yüklenici birden fazla alt yüklenici ile sözleşme gereksinimlerini yerine getirmeye çalışır. Pratikte daha çok savunma sektöründe uygulama alanı bulan ELD yapısında müşteriler bir ülkenin Hava Kuvvetleri, Savunma Sanayi Müsteşarlığı veya Savunma Bakanlığı olabilmektedir.



Şekil 1.3 ELD Aktörleri

ELD aktörlerinin süreçten beklentileri farklıdır **Tablo 1.1**'de bu beklentiler gösterilmiştir.

Tablo 1.1 ELD Aktörlerinin Süreçten Beklentileri

Müşterinin Beklentileri	Yüklenicinin (Hizmet Sağlayıcının) Beklentileri
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En düşük maliyetle sisteme sahip olmak,</li> <li>• Desteklenebilirliği ve ikmalî geliştirmek için dizayn karar sürecinde etkili olmak,</li> <li>• Maliyet ve destek kriterlerini tanımlamak ve limitlerini belirlemek,</li> <li>• Destek kaynaklarını geliştirmek ve tanımlamak.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kar maksimizasyonunu sağlamak,</li> <li>• Gelir bütçesinin maksimizasyonu,</li> <li>• Teknik kapasitenin artırımı,</li> <li>• Pazar payının artırımı,</li> <li>• Müşteri beklentilerini karşılamak,</li> <li>• Sektörel itibarını yükseltmek.</li> </ul>

### Öğrenme Çıktısı

4 Entegre Lojistik Destek pratiklerindeki oyuncular hakkında bilgi sahibi olmak



Araştır 4

Entegre Lojistik Destek kapsamındaki tedarik döngülerindeki ana oyuncuların birisini seçerek süreçteki misyonunu açıklayınız.

İlişkilendir

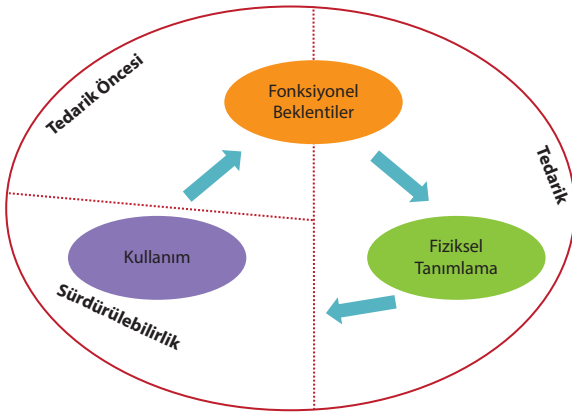
Entegre Lojistik Destek kapsamındaki ana oyuncuların süreçten beklentileri arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

Anlat/Paylaş

Entegre Lojistik Destek uygulamalarında alt yükleniciler ile yükleniciler arasındaki ilişki ne olabilir? Anlatınız.

## ELD SÜREÇ PRATİĞİ

ELD süreçleri bir bütün olarak aslında aktörler tarafından beklenen hedeflerin karşılanması amacıyla oluşturulan büyük ölçekli bir hizmet alım süreci olarak da görülebilir. Bu noktadan hareketle ELD döngüsü klasik tedarik zincir yapısına benzetilebilir. Ancak ikisi arasında kayda değer farklılıklar bulunmaktadır. Kitabın ilerleyen bölümlerinde detaylandırılacak olan tedarik sürecinin lojistik ile bütünleşmiş hâli en yalın şekli ile aşağıda gösterilmiştir. (Şekil 1.4)

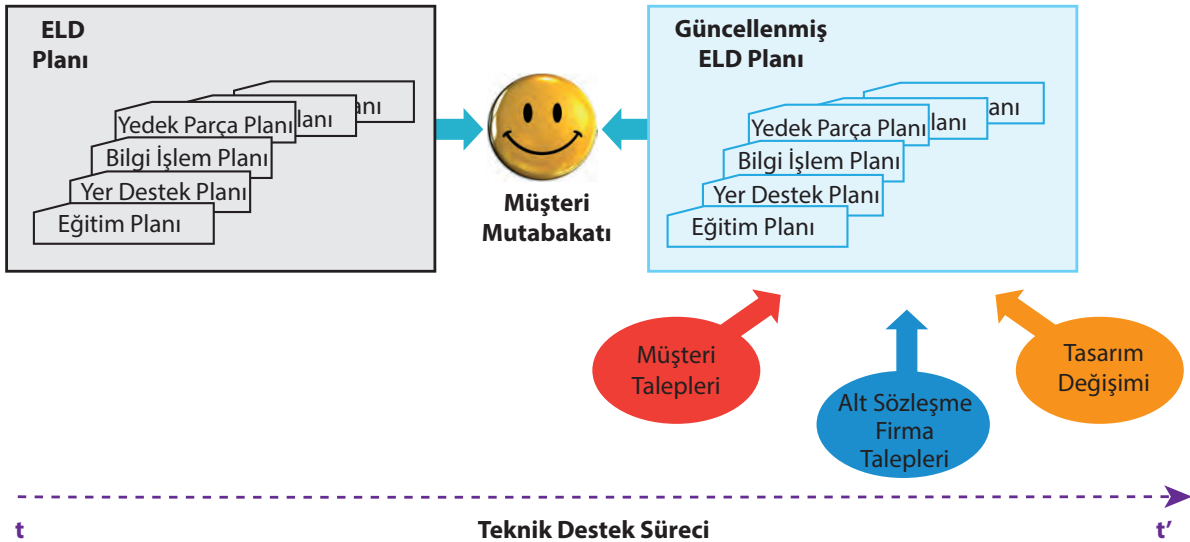


Şekil 1.4 Lojistik Tedarik Safhalarının Bütünleşik Hâli

Pratikte ihtiyaç sahibi, bir başka ifade ile süreçteki müşteri bir çağrı dosyası hazırlayarak ELD sürecini fiziksel olarak başlatır. Aslında sürecin başlangıç noktası ihtiyacın belirlenmesidir. Süreç ELD unsurlarının her birisinin usulüne uygun olarak yerine

getirilmesi ile son bulur. ELD'nin en belirgin farklarından birisi sürecin sistemin teslim edilmesinden sonra da devam etmesidir. Sistemin tüm bileşenleri ömür devri içindeki performansları ölçümlenebilir şekilde tasarlanır. Sistemin bütün olarak hazır bulunuşluk seviyesinin maksimize edilmesi hedeflenir. Bu detaylar, taraflar arasında yapılan sözleşmede netleştirilir. Her aşamada önceden konulan standartlara ulaşılması için gereken tedbirler alınır. ELD'nin ana gayelerinden biri olan tarafların bir araya gelmesini sağlamaktır. Bu sayede geri bildirimlerle süreçteki oyuncuların karşılıklı faydası sürekli optimize edilerek iyileştirme devam eder. Müşteri (kullanıcı ve tedarik makamı), yüklenici firmadan sözleşmede belirlenen ELD hizmet ve ürünlerinin zamanında ve sözleşme fiyatına ek maliyet getirmeden istenilen kalite ve sürede temin edilmesini bekler. Yüklenici firma ise sözleşmede belirlenen ELD hizmet ve ürünlerinin müşteriye zamanında ve istenen kalitede teslim edilmesi ile kazanç sağlar. Projelerin tasarım aşamasından başlamak üzere, müşteri ve yüklenici firmanın sözleşme kapsamında yer alan ELD faaliyetlerinde birlikte çalışması önem taşır.

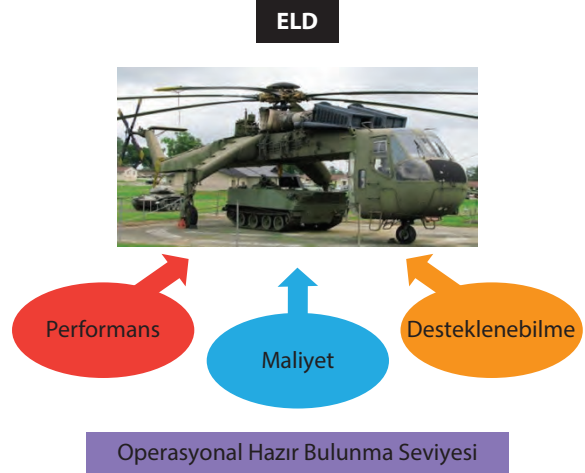
ELD projelerinde mutabık kalınan sözleşme tarafların süreçteki sorumluluklarının belirlenmesini sağlar. Bununla birlikte ayrıca bir süreç takvimi ve ELD uygulama planı hazırlanır. İlk aşamada oluşturulan uygulama planı, sürecin her aşamasında karşılıklı uzlaşılarak yenilenir. Şekil 1.5'te görüldüğü gibi değişim talebinin kaynağı doğrudan müşteri olabileceği gibi üretim aşamasında ana yükleniciye destek olan alt yüklenicilerden de gelebilir.



Şekil 1.5 ELD Plan Süreci Dinamizmi

Yapılan araştırmalarda ağırlıklı olarak savunma sanayinde üretilen askerî amaçlı kullanılan sistemlerde ömür devri maliyetinin yaklaşık dörtte üçünün sistemin kullanılması esnasında ortaya çıktığı görülmektedir. 50 yıla yakın kullanılması öngörülen silah sistemlerinin desteklenebilirlik maliyetlerinin çok yüksek tutarda olduğuna ve hazır olunuş seviyelerinde beklenen seviyenin çok altında kaldığına sıkça rastlamak mümkündür. Bu sorunların aşılmasında ELD etkin bir konsept olarak giderek askerî amaçlardan daha farklı alanlarda kullanılmaya başlanmıştır. Bu nedenle ilk başta düşük maliyetli gibi görünen sistemler yerine ELD konsepti ile tasarlanmış sistemlerin tercih edilmesinin nedeni diğerlerine göre maliyet etkin olmalarıdır.

Envantere dâhil edilmiş bir sistemin başarı ölçütü, performans hedeflerini karşılaması, maliyetinin optimum seviyede olması, lojistik açıdan desteklenebilir; bunların sonucu olarak da önceden belirlenmiş ömür devri boyunca her an kullanıma hazır bulunması olarak ifade edilir. Bu üç temel hedeften birisi diğerine üstün değildir. Birbirini bütünlemesi gerekir. Muharebe sahasında askerî amaçlı kullanılan bir helikopterin arıza yapmaması, yapması hâlinde maliyet etkin biçimde arızanın giderilmesinin mümkün olması gerekmektedir. Yakıtının veya yedek parçalarının ihtiyaç duyulduğunda temini de önem taşımaktadır. Aksi hâlde helikopter kendisinden beklenen görevi yerine getiremez. Telif edilemez kayıplarla karşılaşılabilir.



Şekil 1.6 ELD ile Hedeflerinin Yalın Gösterimi



### Araştırmalarla İlişkilendir

250 adet Altay tankının Türk Silahlı Kuvvetleri envanterine girmesi planlanıyor. Savunma Sanayii Müsteşarlığı'nın talebi üzerine, ana yüklenici ALTAY tankının seri üretimi için en son teklifini verdi. Projede ana yüklenici olarak görev alan şirketin son teklifi 250 adet ALTAY'ın seri üretimi ve bunların entegre lojistik destek faaliyetlerini kapsıyor. Teklifte birlikte en son teknoloji ürünü alt sistemlere sahip ALTAY tankının vakt kaybetmeden seri üretimine başlanacak. Modern ana muharebe tanklarının bir an önce Türk Silahlı Kuvvetleri envanterine girmesi hedefleniyor.

**Kaynak:** Muhtelif Görsel ve Yazılı Medya haberleri



### Yaşamla İlişkilendir

JIT felsefesinin ön planda olduğu rekabetin acımasız baskısı altında serbest pazarda ayakta durmaya çalışan işletmelerin kullandıkları her türlü malzeme ve sistemden öncelikli beklentileri en yüksek seviyede hazır bulunuşluğa sahip olması, ayrıca bunu en düşük maliyet ile gerçekleştirmesidir.

Pazar ekonomisinin maliyet düşürme baskısı altında işletmeler, kullandıkları tüm sistemlerin sadece sahip olma maliyetleri ile değil aynı zamanda işletme maliyetleri ile de ilgilenmek durumunda kalmışlardır.

Günlük hayatta kullanılan otomobilleri seçerken birçok kişinin satın alma maliyeti kadar, aracın km'deki yakıt tüketimi, bakım masrafı gibi kullanırken karşılaştığı maliyetleri dikkat etmesi bu konuda verilecek güzel bir örnek olabilir.

Siz de benzer başka örnekler bulunuz.

Öğrenme Çıktısı

5 Entegre Lojistik Destek süreç pratikleri hakkında genel bilgi sahibi olmak

Araştır 5

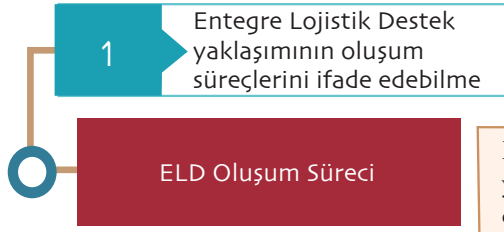
Entegre Lojistik Destek süreci hangi aşamada başlar, bu aşamada başlamasının gerekçesini açıklayınız.

İlişkilendir

Entegre Lojistik Destek konseptinde performans, maliyet etkinlik ve desteklenebilirlik arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

Anlat/Paylaş

Entegre Lojistik Destek sözleşmelerinin süreçteki önemini anlatınız.



ELD kavramı savaş alanlarında yaşanan tecrübeler üzerine ortaya çıkmıştır. 1980'lerden sonra ivmelenerek birçok farklı projede uygulama alanı bularak günümüzdeki hâline dönüşmüştür. İkinci Dünya Savaşı esnasında kullanılmak üzere üretim amaçlarına uygun olarak askerlere teslim edilen birçok savaş araç gereç ve silah sistemi lojistik gereksinimleri karşılanamadığı için etkin olarak kullanılamamıştır. Üstelik sistemlerin desteklenememesi askerî idari ve ekonomik boyutlu birden fazla sorun yaşanmasına neden olmuştur. Bu sorunları ortadan kaldırmak ELD kavramının çıkış noktasını oluşturmuştur.

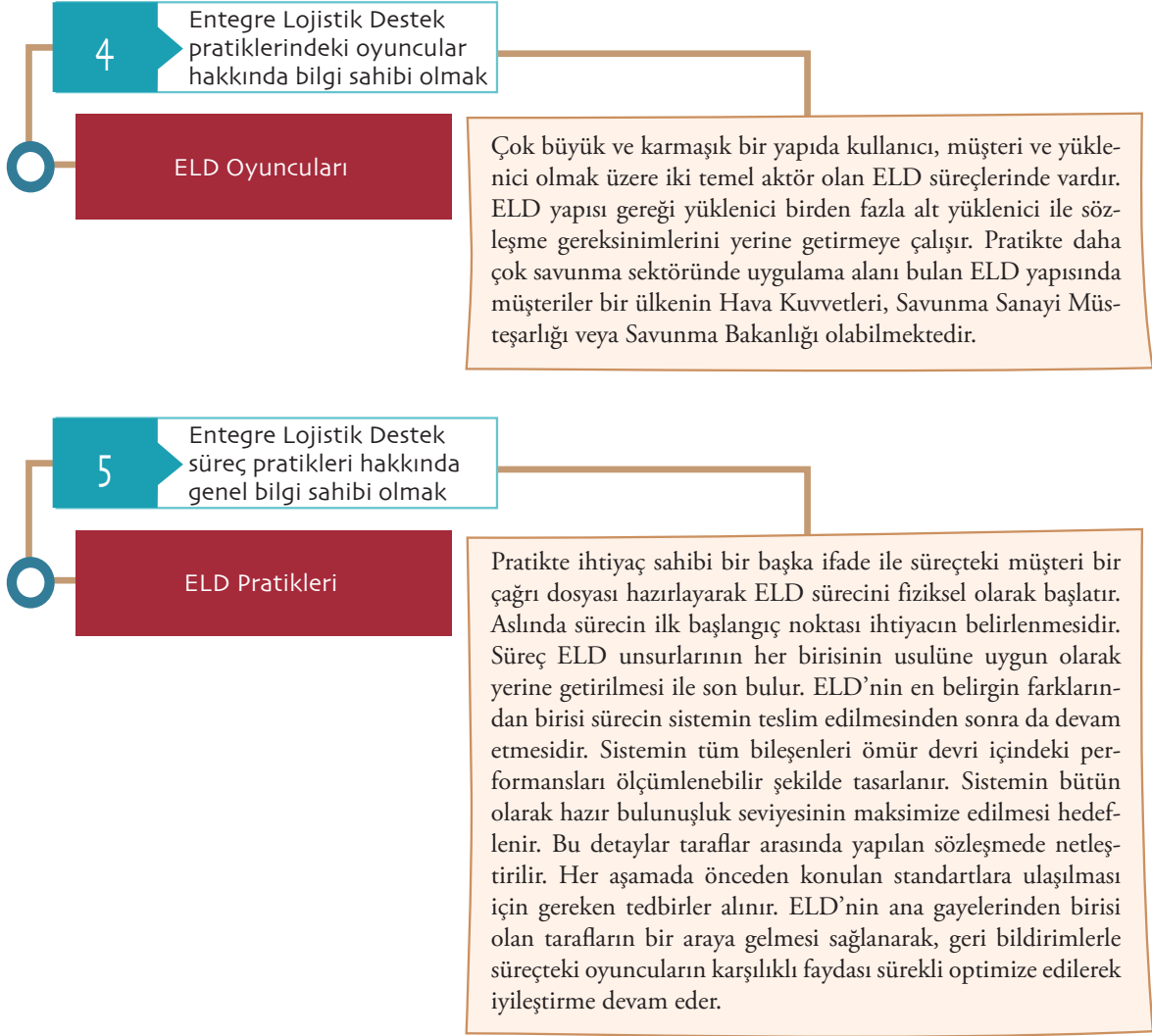


ELD, ihtiyaç duyulan sistemlerin ömür devri boyunca ihtiyaç duyacağı lojistik desteğin; belirlenmesi, tasarlanması, geliştirilmesi, üretimi, tedarik edilmesi, konumunun belirlenmesi, işletilmesi, desteği, kullanımdan kaldırılması gibi tüm unsurları içeren maliyet etkin olarak planlama ve bu planın pratiğe dönülmesini sağlayan yaklaşımların bütünüdür.



ELD, konseptinin temel unsurları aşağıda sıralanmıştır:

- Bakım Planlaması,
- İşgücü ve İnsan Faktörleri,
- Desteklenebilirlik (Lojistik Destek Analizi)
- Malzeme ve Tedarik Destek Ekipmanı
- Eğitim ve Eğitim Ekipmanı
- Güvenilirlik ve İdame Edilebilirlik
- Teknik Bilgi ve Dokümantasyon
- Bilgisayar ve Bilgisayar Kaynakları Yönetimi
- Tesisler
- Paketleme, Elleçleme, Depolama ve Ulaştırma
- Test Edilebilirlik Mühendisliği ve Destek ve Test Ekipmanı (D&TE)



1 Aşağıdakilerden hangisi ELD'nin oluşum süreci hakkında doğrudur?

- A. ELD ilk olarak sağlık sektöründe uygulama alanı bulmuştur.
- B. ELD, insanlık tarihi kadar eskidir.
- C. ELD, 1980'lerden sonra ivmelenerek günümüzdeki haline dönüşmüştür.
- D. ELD, Birinci Dünya Savaşında başlamıştır.
- E. ELD lojistikten önce var olan bir kavramdır.

2 Lojistiğin ilk kitabının yazarı olan Bowersox 1980'lerin sonrasını nasıl ifade etmiştir?

- A. Lojistik Rönesans
- B. Lojistik Reform
- C. Lojistiğin Bitişi
- D. Lojistiğin Dağılımı
- E. Lojistiğin Yayılımı

3 Aşağıdakilerden hangisi ELD'nin tanımıdır?

- A. Genel olarak önceden belirlenmiş bir amaca ulaşmak için ihtiyaç duyulanların temini, üretimi, dağıtımı ve/veya tüketim için gereken süreçleri destekleyen eylemler olarak tanımlanabilir.
- B. İhtiyaç duyulan sistemlerin ömür devri boyunca ihtiyaç duyacağı lojistik desteğin; belirlenmesi, tasarlanması, geliştirilmesi, üretimi, tedarik edilmesi, konumunun belirlenmesi, işletilmesi, desteği, kullanımdan kaldırılması gibi tüm unsurları içeren maliyet etkin olarak planlama ve bu planın pratiğe dökülmesini sağlayan yaklaşımların bütünüdür.
- C. İhtiyaçlarının tam zamanında gereken yere ulaştırılması
- D. İstenilen yedek parçaların bir bütün olarak ihtiyaç sahibine teslim edilmesi
- E. Sistemlerin üretim süreçlerindeki lojistik eylemlerin tümü

4 ELD yaklaşımı en genel hali ile özetlendiğinde aşağıdakilerden hangisi **doğru olmaz**?

- A. Lojistik desteği tanımla
- B. Lojistik desteği tasarla
- C. Lojistik desteği temin et
- D. Lojistik desteği icra et
- E. Lojistik desteği ulaştır

5 Aşağıdakilerden hangisi ELD unsurlarından **değildir**?

- A. Bütçe Planlaması,
- B. İşgücü ve İnsan Faktörleri,
- C. Desteklenebilirlik (Lojistik Destek Analizi)
- D. Malzeme ve Tedarik Destek Ekipmanı
- E. Eğitim ve Eğitim Ekipmanı

6 Aşağıdakilerden hangisi ELD oyuncularını listesi doğrudur?

- A. Alt Yüklenici, Perakendeci
- B. Müşteri, Yüklenici, Alt yüklenici
- C. Müşteri, Yüklenici, Toptancı
- D. Müşteri, Yüklenici, Üst yüklenici
- E. Perakendeci, Müşteri, Yüklenici, Toptancı

7 ELD yapısında çok genel anlamı ile kaç tip oyuncu vardır?

- A. 2
- B. 3
- C. 4
- D. 5
- E. 6

8 Aşağıdakilerin hangisi ELD aktörlerinden müşterilerin beklentileri arasında **yoktur**?

- A. En düşük maliyetle sisteme sahip olmak,
- B. Desteklenebilirliği ve ikmalî geliştirmek için dizayn karar sürecinde etkili olmak,
- C. Maliyet ve destek kriterlerini tanımlamak ve limitlerini belirlemek,
- D. Destek kaynaklarını geliştirmek ve tanımlamak.
- E. Kar maksimizasyonunu sağlamak,

9 Aşağıdakilerin hangisi ELD aktörlerinden Yüklenicinin (Hizmet Sağlayıcının) beklentileri arasında **yoktur**?

- A. Destek kaynaklarını geliştirmek ve tanımlamak.
- B. Gelir bütçesinin maksimizasyonu,
- C. Teknik kapasitenin artırımı,
- D. Pazar payının artırımı,
- E. Müşteri beklentilerini karşılamak,

10 Pratikte ihtiyaç sahibi bir başka ifade ile süreçteki müşteri bir çağrı dosyası hazırlayarak ELD sürecini fiziksel olarak başlatır. Aslında sürecin ilk başlangıç noktası aşağıdakilerin hangisidir?

- A. LDA'nın yapılması
- B. Üretim aşamasına geçiş
- C. İhtiyacın belirlenmesi
- D. Teknik dokümanların hazırlanması
- E. Sözleşmenin imzalanması

1. C

Yanıtınız yanlış ise "ELD'nin Oluşum Süreci" konusunu yeniden gözden geçiriniz.

6. B

Yanıtınız yanlış ise "ELD Oyuncuları" konusunu yeniden gözden geçiriniz.

2. A

Yanıtınız yanlış ise "ELD'nin Oluşum Süreci" konusunu yeniden gözden geçiriniz.

7. A

Yanıtınız yanlış ise "ELD Oyuncuları" konusunu yeniden gözden geçiriniz.

3. B

Yanıtınız yanlış ise "ELD Kavramı" konusunu yeniden gözden geçiriniz.

8. E

Yanıtınız yanlış ise "ELD Oyuncuları- Müşteriler" konusunu yeniden gözden geçiriniz.

4. E

Yanıtınız yanlış ise "ELD Kavramı" konusunu yeniden gözden geçiriniz.

9. A

Yanıtınız yanlış ise "ELD Oyuncuları- Yükleniciler" konusunu yeniden gözden geçiriniz.

5. A

Yanıtınız yanlış ise "ELD'nin Unsurları" konusunu yeniden gözden geçiriniz.

10. C

Yanıtınız yanlış ise "ELD Pratikleri" konusunu yeniden gözden geçiriniz.

1

## Araştır Yanıt Anahtarı

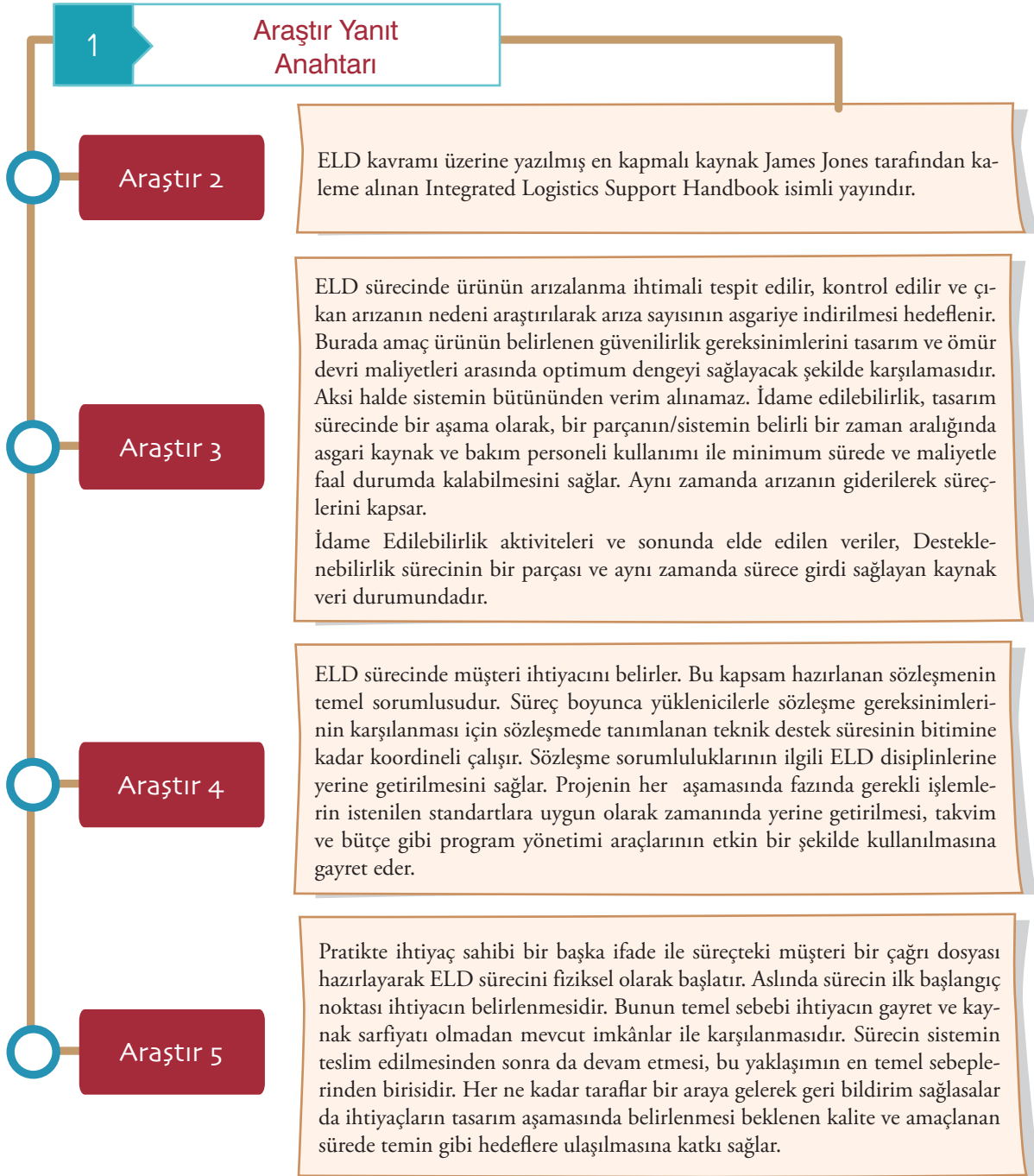
Araştır 1

Tedarik zincirlerine göre daha az bilinen bir lojistik konsept olan ELD kavramı yine bu dönemde ve savaş alanlarında yaşanan tecrübeler üzerine ortaya çıkmıştır. 1980'lerden sonra ivmelenerek birçok farklı projede uygulama alanı bularak günümüzdeki hâline dönüşmüştür. Bunun temel sebepleri aşağıda sıralanmıştır.

- Teknolojinin gelişmesi: Bilgisayarların işlem kapasitelerinin artması, bilyonlarca cep telefonlarına sığacak kadar küçülmesiyle, saniyelerle ifade edilen hızlarda bilgi, ürün ve para transferinin mümkün hâle gelmesi.
- 89'da Berlin duvarının yıkılması: Soğuk savaşın bitmesinin simgesi olan bu gelişmenin iki kutuplu siyasi sistemin sonunu getirmesi, siyasi anlamda sağın sola zaferini ilan etmesi, beraberinde batı dünyasının kapitalist düşüncesinin tüm küresel ekonomik sisteme hâkim olması.
- Siyasi ve ekonomik işbirlikleri: NAFTA, AB, APEC gibi uluslararası işbirlikleri sayesinde hedef pazarların hacim olarak büyümesi.
- Küresel ekonomik sistem: 18. yüzyılın sonrasında Adam Smith ile başlayan serbest ticaret söylemlerinin 1950'lerden sonra hayata geçirilmesinin mümkün olmasıyla ulusal sınırların ticaret önünde engel olma niteliğini yitirmesi.
- Çok uluslu işletmeler: Çok uluslu işletmelerin sayılarının, fonksiyonlarının ve iş hacimlerinin artması, okyanusları ve ulusal sınırları aşan lojistik destek sistemlerine ihtiyaç duymaları ile birlikte, önceleri yeterli olan amatör lojistik destek sistemleri yerine profesyonel tedarik çözümlerine ihtiyaç duymaya başlamaları.
- Küresel rekabet baskısı: Yukarıda sıralananların etkisiyle üreticilerin dünyanın hemen her yerindeki tüm pazarlara ulaşma imkânına kavuşmaları, bununla birlikte işletmelerin kendilerinden çok uzaklarda üretim yapan rakiplerinden daha düşük maliyetle, daha kaliteli ve daha hızlı üretmek için profesyonel lojistik destek sistemleri geliştirmek zorunda kalmaları.

**Kaynak:** M.Hakan Keskin, Tedarik Zinciri Yönetimi Arka Planı, Gelişimi ve Güncel Uygulamaları, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, 2015, s.14.





## Kaynakça

- Defense Systems Management College (1986) **Integrated Logistics Support Guide. AD-A171 087**, Virginia: Technical Management Department (Code SE-T).
- Jones V. James (2006) V.** Integrated Logistics Support Handbook, (3<sup>rd</sup> Edition) New York: McGraw-Hill.
- Keskin, M. Hakan (2018). **Lojistik El Kitabı, Küresel Aktörlerin Lojistik Pratikleri, Kavramlar, Prensipler, Uygulamalar** (III. Baskı) Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Keskin, M. Hakan (2018). **Tedarik Zinciri Yönetimi, Arka Planı, Gelişimi ve Güncel Uygulamaları** (II. Baskı) Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Military Standards (1985) MIL-STD-2155(AS): **Failure Reporting, Analysis and Corrective Action System**, AMSC N3637, Department of Defense, United States of America.
- Military Standards (1976) MIL-STD-1390C: **Level Of Repair**, Department of Defense, United States of America.
- Military Standards (1991) MIL-STD-1388-2B: **DOD requirements for a Logistic Support Analysis Record**, Department of Defense, United States of America.





## Bölüm 2

# Sistem İhtiyaçlarını Değerleme ve Sistemin Tasarlanması

### öğrenme çıktıları

**1 Sistem İhtiyaçlarını Değerleme**  
1 ELD süreçlerinde sistem ihtiyaçlarının belirlenmesini bilme

**2 Çevre Kısıtları**  
2 ELD süreçlerinde sistemin çevre ile etkileşimini açıklayabilme

**3 Kullanım Oranı**  
3 ELD süreçlerinde kullanım oranının önemini kavrama

**4 Sistem Mimarlığı**  
4 ELD süreçlerinde sistem mimarlığının işlevini bilme

**5 Sistem Mühendisliği**  
5 ELD süreçlerinde sistem mühendisliğini önemini kavrama

**Anahtar Sözcükler:** • Sistem İhtiyaçları • Çevre Kısıtları • Kullanım Oranı • Sistem Dizaynı • Sistem Mimarlığı • Sistem Mühendisliği



## GİRİŞ

ELD süreçlerinin tasarım aşaması sistemin ön-görüldüğü şekilde fonksiyonlarını yerine getirmesi adına çok önemli bir aşamadır. Bu aşamada yapılan hataların sürecin ilerleyen aşamalarında telafisi daha güç, bazen imkânsız sonuçlar doğurabilir. Bu nedenle ilk aşamada sistemden beklenenler ve sistemin gereksinimleri ortaya konulur. Bir başka ifade ile sistemin ne maksat ile kullanılacağı belirlenir. Ardından sistemin hangi çevresel koşullarda, hangi zaman aralıklarıyla ve hangi sıklıkla kullanılacağı konusunda ELD sürecindeki tüm taraflar arasında uzlaşma sağlanır. Sistemin kullanılması esnasında destek yapısına bağımlılığı, sürdürülebilirliğinin sağlanması için önemlidir. Sistemin kullanıcıya olan parasal yükü de tasarım aşamasında ele alınan konulardandır. Oldukça karmaşık bir yapıda olan bu süreçler için klasik yöntemler tasarım aşamasında henüz kesinleştirilememiş bazı belirsizlikler nedeniyle yetersiz kalabilmektedir. Bu nedenle sadece sistem mühendisliğinin klasik yaklaşımlarını kullanmak yerine sistem mimarlığı gibi farklı metodolojiler kullanılmaktadır.

## SİSTEM İHTİYAÇLARINI DEĞERLEME

ELD süreçlerinin tasarımında sistemlerden beklenenler ve sistemin gereksinimlerini belirlemek ilk aşamada yapılmaktadır. Sistemin gereksinimlerini belirlemek için aşağıdaki kriterlerin açık olarak tanımlanması gerekir;

- *İhtiyacın Belirlenmesi:* Sistemin ne maksat ile kullanılacağı,
- *Çevre Kısıtları:* Sistemin hangi çevresel koşullarda kullanılacağı,
- *Kullanım Oranı:* Sistemin hangi aralıkları ile hangi sıklıkla kullanılacağı,
- *Destek Yapısı:* Sistemin kullanılması esnasında destek yapısına bağımlılığı,
- *Maliyet:* Sistemin kullanıcıya olan maliyeti.

Sistemin gereksinimlerini belirlerken yapılacak hatalar, sistemin beklenen şekilde oluşturulmasını ve çalışmasını engeller.

## İhtiyacın Belirlenmesi

Sistem ihtiyaçlarını değerlendirme sürecinde ilk adım, ihtiyacın belirlenmesi aşamasıdır. Burada cevabı verilmesi gereken soru 'sistem ne olacak?' değil 'sistem ne maksat ile kullanılacak?' sorusudur. **Tablo 2.1**'de ihtiyacın belirlenmesi aşamasında yanıtlanması gereken sorular sıralanmıştır. Bu soruların yanıtları verilirken ELD kapsamında oluşturulacak sistem özelinde 'desteklenebilirlik mühendisliği (supportability engineering)'nin temeli oluşturulur. Böylece sistemin başarısı için gereken bilinmesi gereken asgari kriterler belirlenmiş olur. **Tablo 2.1**'deki soruların cevaplarının verilmesi sanıldığı kadar kolay değildir. Bunun en temel nedeni tüm soruların yanıtlarının ELD süreçlerinden sorumlu tek bir kişi veya tek bir birim tarafından verilememesidir.

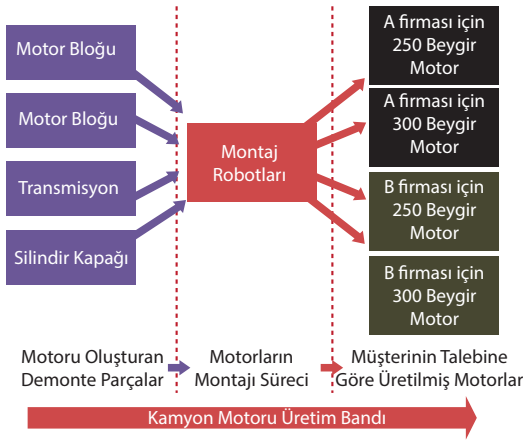
Tablo 2.1 Kritik Öne Söylenmiş Sorular

- Kullanıcılar gerçekte sistemi nasıl kullanacaklar?
- Minimum performans ihtiyaçları nelerdir?
- Kullanıcılar sistemin başarısızlığını nasıl ölçeceklerdir?
- Kullanıcılar sistemin başarısını nasıl ölçeceklerdir?
- Sistem hangi koşullar altında kullanılacaktır?
- Herhangi bir ekonomik kısıt veya kriter var mıdır?
- Sistemin niteliklerinin limitleri nelerdir?
- Sistemin kullanım limitleri nelerdir?
- Sistem hangi sıklıkla kullanılacaktır?
- Sistem nerede kullanılacaktır?
- Herhangi bir çevresel kısıt veya kriter var mıdır?
- Herhangi bir ikmal destek limit var mıdır?

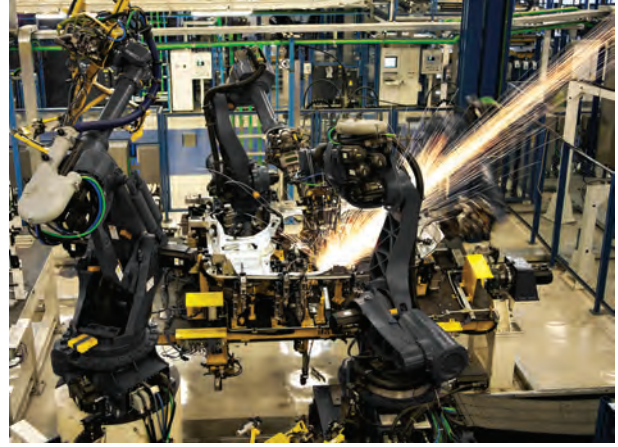


Daha önce yaşanan tecrübeler, ELD süreçlerindeki oyuncuların, süreçteki misyonlarına bağlı olarak aynı soruya farklı yanıtlar verebildiğini göstermektedir. Bu durumun doğal sonucu olarak ELD süreçlerindeki sistemlerin amaçları ve parametreleri konusunda karmaşa olabilmektedir. Bu karmaşayı gidermenin tek yolu süreçteki tüm paydaşlar arasında olası tüm uyumsuzluklar konusunda konsensüs sağlanmasıdır.

'Sistem ne olacak?' sorusu bir başka ifade ile 'nasıl bir sistem isteniyor?' sorusunun yanıtı diğerleri arasında en önemli olanıdır. Bunun nedeni sistemin nasıl kullanılacağı, buna bağlı olarak nasıl destekleneceği sorularının cevap verilmesine imkân sağlar. Bu konuyu daha anlaşılabilir yapmak için örnek vermek fayda sağlayabilir. Bir kamyon üretim fabrikasında motor montaj süreçlerinde kullanılan bir robotu ele alalım. Motorlardan beklenen beygir gücüne, torkuna veya aynı üretim bandından farklı markalara farklı tipte motor monte edilecek olmasına bağlı olarak süreç oldukça karmaşık ve kompleks bir yapıya sahiptir.



Şekil 2.1 Kamyon Motoru Üretim Süreci

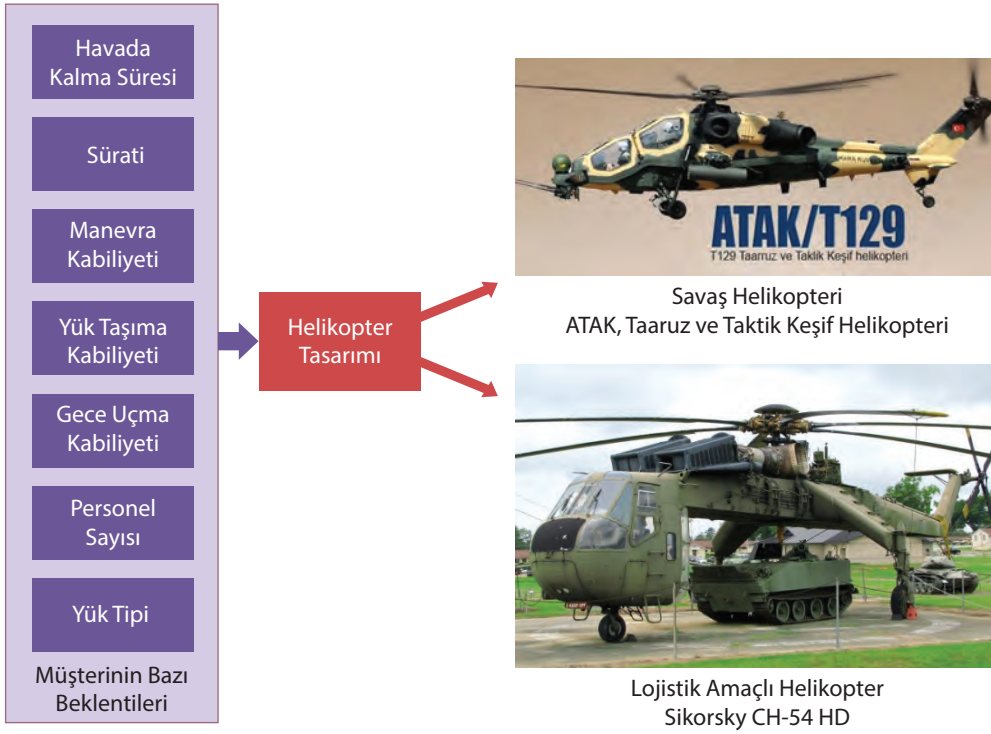


Resim 2.1

Motorlar hem maliyet hem de itibar açısından kamyon üretim endüstrisinin ve pazarının en önemli bileşenlerinden olduğundan robotların hiç sorunsuz kendisinden beklenen performansı karşılayacak şekilde çalışması gerekir.

Aynı fabrikada (Lyon (Fransa)'da bulunan Renault Truck Fabrikasında hem Volvo hem de Renault markası ile motor montajı yapılmaktadır. Her iki marka da müşterilerinden aldıkları siparişlere bağlı olarak farklı beygir gücünde motor üretimi talep etmektedir.) birden fazla marka için motor üretilebilmektedir. Robotların bu motorların ayırt edici özelliklerine göre farklı üretim yapabilecek özelliklere sahip olması beklenir. Pazarın dinamiklerine göre yani gelen müşteri taleplerine göre üretimin karşılaması gereken rakamlar, her banttan günde kaç motor üretiminin tamamlanması gerektiğini belirler. Bu rakam, bandın üzerindeki o bantta vardiyada olan tüm çalışanların görebileceği büyük dijital panoda görülür. Bu rakam, montaj robotundan beklenen performansın sayısal ifadesidir. O gün için dijital göstergede 24 motor hedefi görünüyorsa montaj robotundan beklenen, bu asgari hedefi karşılamaktır. Ancak süreç hangi müşterinin Montaj robotu ELD kapsamında tasarlanacaksa ilk aşamada tecrübelerle belirlenecek maksimum motor sayısına ulaşacak şekilde tasarlanması gerektiği açıktır.





Şekil 2.2 Helikopter Üretim Gereksinimleri

Bir başka örnek olarak bir helikopter verilebilir. Günümüzde helikopterler yangın söndürmeden ambulans hizmetine, hava taksiden, yük taşımaya kadar çok farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Savaşta kullanılmaya başlanmasının ardından askerlerin vazgeçemediği savunma aracı hâline gelmiştir. Ancak helikopterlerin üretimi ve kullanımı oldukça pahalıdır. Bir savaş helikopteri hem kompleks hem de oldukça karmaşık bir sistemdir. Müşterinin talebine göre tank veya lastik tekerlekli zırhlı araçları etkisiz hâle getirmek için kullanılabilen gibi hava desteği gerektiren piyade hedeflerine yönelik olarak da kullanılabilir. Savaşlarda kullanılan helikopterler, yük taşımak, personel nakletmek gibi lojistik destek amaçlı olabileceği gibi doğrudan ateş gücü sağlayan taarruz helikopterleri de olabilir. Kullanım amaçlarında belirlenen öncelik helikopterlerin tasarımında etkili olacaktır. Yakıt ikmali yapmadan ne kadar havada kalabilmesi gerektiği, sürati ve manevra kabiliyeti, hangi tip mühimmat ile havalanması gereği, yük taşıma kapasitesi, geceleri veya görüş imkânı olmayan durumlarda kullanılabilmesi, kendini hava savunma silahlarına karşı koruma kabiliyeti, hedef tespit sistemlerine sahip olması, mürettebat sayısı gibi niteliklere verilecek öncelikler tasarımı bütünüyle değiştirebilir.

## Öğrenme Çıktısı

1 ELD süreçlerinde sistem ihtiyaçlarının belirlenmesini bilme



Araştır 1

ELD süreçlerinde sistem ihtiyaçlarını değerlendirme sürecinde ilk adım neden ihtiyacın belirlenmesi aşamasıdır?

İlişkilendir

'Sistem ne olacak?' ile 'sistem ne maksat ile kullanılacak?' sorusu arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

Anlat/Paylaş

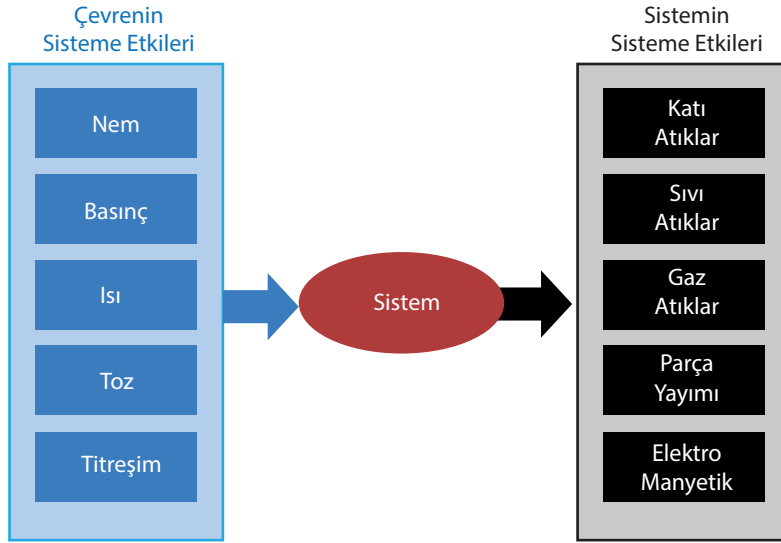
Kritik öneme sahip başlama sorularının yanıtlanmasının zorluğunun en temel nedeninin ne olduğunu anlatınız.

## ÇEVRE KISITLARI

Sistemin hangi çevresel koşullarda kullanılacağı tasarımı doğrudan etkiler. Sistemin hangi çevresel koşullarda çalışacağı sistemin operasyonel beklentilerini belirlerken açık olarak belirlenmelidir. Farklı çevre koşulları sistem üzerinde farklı etkiler yaratır. Çevre kısıtlarını, sistemin çalışacağı öngörülen çevrenin sisteme etkisi ve sistemin çalıştığı çevreye etkisi olmak üzere **Şekil 2.3**'de görüldüğü gibi iki farklı biçimde ele almak gerekir.



Resim 2.2



Şekil 2.3 Çevrenin sisteme etkisi ve sistemin çalıştığı çevreye etkisi

Sistemin çalışacağı öngörülen çevredeki sıcaklık, nem, iklim, basınç, titreşim, elektromanyetik etkiler, toz, gibi faktörler sistemin çalışmasına doğrudan etki ederler. Normallerin çok üzerinde sıcak havanın hâkim olduğu iklimlerde çalışacak sistemlerin çok daha etkili klimalarla donatılması gerekir. Tam tersi durumlarda ise ısıtıcılar sisteme dâhil edilecektir. Nem oranının yüksek olduğu bölgelerde sistemin metal aksamı çürümeye karşı etkin korumaya ihtiyaç duyacaktır. Nemin düşük olması ise lastik aksamın bozulmasına ve yapıştırıcıların etkisini yitirmesine neden olur. Çöllerde çalışması gereken sistemlerde kumlar ve küçük tozlar nedeniyle filtreler daha çabuk elden çıkarlar. Deniz kenarına yakın yerlerde nemden başka tuzun da yıpratıcı etkisi dikkate alınır. Havacılık sektöründe yüksek irtifalarda çalışmak, aşırı basınç ve atmosferin yoğunluğunun değişiminden kaynaklanan etkilere maruz kalınır. Aşırı ve/veya sürekli sarsıntı, malzeme yorgunluğunun daha çabuk görülmesine ve vidalarla birbirine tutturulmuş malzemelerin gevşemesine neden olur.





dikkat



ELD ile üretilen bir nükleer denizaltı bu konuda güzel bir örnek olabilir. Nükleer güç ile çalışan bir denizaltının nükleer atığı fiziki olarak çok küçük boyutlarda olabilir. Ancak bu atıkların kontrolü, depolanması ve elden çıkarılması oldukça karmaşık ve yüksek maliyetli bir süreçtir.

Sadece çevre, sisteme etki etmez aynı zamanda ELD kapsamında üretilen sistemler de çevreye zarar verir. Sistemin çalıştığı çevreye etkisi, sistemin tasarımı aşamasında dikkate alınır. ELD kapsamında üretilen kapsamlı ve kompleks sistemler birçoğunun kayda değer çevre etkilerine neden olurlar. Sistemlerin kullanılması esnasında ortaya çıkan her türlü atığın kontrolü, depolanması ve elden çıkarılmasının maliyeti sistemin toplam maliyetine eklenir. Konu sadece ekonomik boyutlu değildir. Bazı sistemlerin kullanılması esnasında yaydıkları gazlar, dumanlar, tozlar, parçacıklar, kokular hatta ses sadece çevreyi kirletmekle kalmaz aynı zamanda yasal ve idari olarak da sorun yaşanmasına da neden olur.

### Öğrenme Çıktısı



2 ELD süreçlerinde sistemin çevre ile etkileşimini açıklayabilme

Araştır 2

ELD süreçlerinde sistemin hangi çevresel koşullarda çalışacağı neden önemlidir?

İlişkilendir

Sistemin çalıştığı çevreye etkisi ile çevrenin sisteme etkisi arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

Anlat/Paylaş

Sistemin hangi çevresel koşullarda çalışacağı sistemin operasyonel beklentilerini belirlemekteki ELD süreçlerindeki önemini anlatınız.

### KULLANIM ORANI

Sistemin hangi aralıklar ve hangi sıklıkla kullanılacağı, birçok analiz, test ve tecrübe sonucunda tespit edilir. İlk akla geldiği gibi kullanım oranı sadece zamana dayalı olarak tespit edilmez. Zamana ilave olarak mesafe, hacim, ağırlık, süreç gibi kriterlerle de kullanım oranı tespiti yapılmaktadır. Bu kriterlere başkaları da eklenebilir. **Tablo 2.2**'de bu kriterlerin bazılarının kullanım biçimlerine örnekler verilerek konu daha da somutlaştırılmıştır.

Tablo 2.2 Kullanım Oranı Kriterleri

Bir Taarruz Helikopteri Örneği		
Zaman	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yıl</li> <li>• Ay</li> <li>• Saat</li> <li>• Dakika</li> <li>• Saniye</li> </ul>	Helikopterin kaç yıl maliyet etkin görev yapacağı, helikopter motorunun kaç dakikada uçuşa hazır hâle geleceği gibi zaman bazlı kullanım oranı kriterleri.
Mesafe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kilometre</li> <li>• Metre</li> <li>• Santimetre</li> <li>• Milimetre</li> </ul>	Helikopterin bir depo ile tam yüklü iken bir yılda kaç km edeceği, helikopterin ne kadar mesafeden hedefi vuracağı gibi mesafe bazlı kullanım oranı kriterleri
Hacim	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kilo litre</li> <li>• Hektolitre</li> <li>• Dekalitre</li> <li>• Litre</li> <li>• mililitre</li> </ul>	Helikopter motorunun kaç litre yakıt tüketeceği, iç hacminin ne kadar olacağı, ne kadar soğutma sıvısı veya yağı kullanacağı gibi hacim bazlı kullanım oranı kriterleri
Ağırlık	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ton</li> <li>• Kilogram</li> <li>• Gram</li> </ul>	Helikopterin bir seferde taşınması beklenen mühimmatın veya personelin toplam ağırlığı gibi ağırlık bazlı kullanım oranı kriterleri
Süreç	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Üretilen Birim</li> <li>• Sayısı</li> <li>• Transfer Sayısı</li> <li>• Sorti Sayısı</li> </ul>	Bir helikopterin bir sortide kaç atış manevrası yapacağı, belli sürelerde kaç kere sorunsuz iniş yapabileceği gibi süreç kriterleri



Ancak hangi kriterin kullanılacağından belirlenmesinden daha önemlisi, belirlenen kriterler üzerinde ELD kapsamındaki satın alma veya tedarik sürecindeki tüm aktörlerin uzlaşmış olmasıdır.

## Destek Yapısı ve Maliyet

ELD kapsamında üretilen tüm sistemlerin yüksek maliyetli olması nedeniyle sistemin kullanıcıya olan maliyeti oldukça önemli bir bileşendir. Maliyet etkinlik sürecin her aşamasında dikkate alınır. Benzer şekilde sistemin kullanılması esansında destek yapısına bağımlılığı, ELD süreçlerinde önemli yer tutar. Bu nedenle bu konu '*Yedek Parça Tedariği ve Yönetimi*' (Bölüm 4) başlığı altında ayrı bir bölüm olarak ele alınmış, tekrara düşmemek için burada detay bilgi verilmemiştir.

## Sistem İhtiyaçlarını Değerleme Analizi

Sistem ihtiyaçlarını değerlendirme analizi aslında performans, destek ve sistemin sahibine maliyeti üçgeninde şekillendirilir. Bu bölümde detayları verilenler ışığında, genel olarak aşağıdaki başlıklar altında bir analiz çalışması yapılabilir. **Tablo 2.3**'de sistem ihtiyaç çalışmasının ana başlıkları için örnek bir çizelge yapılmıştır.

Tablo 2.3 Sistem İhtiyaçlarını Çalışmasının Ana Başlıkları

Sistem İhtiyaç Çalışması	
1.0	Genel
1.1	Kapsam ve Amaç
1.2	Sistemin Tanımlanması
1.3	Sistem Görev Profili
2.0	Sayısal Desteklenebilirlik Faktörleri
2.1	Operasyon İhtiyaçları
2.2	Desteklenen Sistemlerin Sayısı
2.3	Ulaştırma Faktörleri
2.4	Bakım Faktörleri
2.5	Çevre Faktörleri
3.0	Değiştirilen Sistemin Özeti
3.1	Operasyon İhtiyaçları
3.2	Desteklenen Sistemlerin Sayısı
3.3	Ulaştırma Faktörleri
3.4	Bakım Faktörleri
3.5	Çevre Faktörleri
4.0	Operasyon Hâlindeyken Yeni Sistemin Desteklenebilirliği
4.1	Bakım Kabiliyetleri
4.2	İkmal (Yedek Parça) Desteği
4.3	Personel
4.4	Tesisler
4.5	Destek Ekipmanı
4.6	Test Ekipmanı
4.7	Teknik Bilgi
5.0	Diğer Ulaşılabilir Destek Bilgileri

Bu başlıklara yenileri eklenebilir, isimleri değiştirilebilir ancak temelinde hedeflenen ELD ile desteklenecek sistemin daha üretime başlamadan tasarım aşamasında performans, destek ve sistemin sahibine maliyetinin belirlenmesidir.

### Sistemin Tasarlanması

ELD ile desteklenecek sistemin tasarımı sistemin fonksiyonel ihtiyacının belirlenmesi ile başlar ve fiziksel dizaynın son hâlini verilmesi ile son bulur.



dikkat

Aşağıda sistemin tasarımı aşamasında kullanılan üç farklı kavramın tanımı verilmiştir.

#### Sistem Mimarlığı

Sistemlerin kapsamını, yapılandırılmasını ve bu yapıyı sertifikate etmeyi odak noktası yapan kompleks sistemleri yaratma ve oluşturma sanatıdır.

#### Sistem Mühendisliği

Hızla gelişmekte olan teknolojiyi öğrenen, kullanan, geliştiren, belirli maliyet ve zaman kısıtları içinde karmaşık sistemleri modelleyen, bu tür sistemlerin iyileştirilmesini, üretimini, kontrolünü ve tasarımını yapan bir bilim dalıdır.

#### Dizayn Mühendisliği

Talep ve bu talebe uygunluk ve sonuçta fonksiyonellik özellikleri olan fiziksel varlıkların (ELD için sistemlerin) ihtiyaç duyduklarını karşılayan bir bilim dalıdır.

### Öğrenme Çıktısı

3 ELD süreçlerinde kullanım oranının önemini kavrama



#### Araştır 3

ELD süreçlerinde kullanım oranı sadece zamana dayalı olarak tespit edilmez. Başka hangi kriterler kullanılır? Araştırınız.

#### İlişkilendir

Sistem ihtiyaçlarını değerlendirme analizi aslında performans, destek ve sistemin sahibine maliyeti üçgeninde şekillendirilir. Bu üçü arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

#### Anlat/Paylaş

ELD süreçlerinde ağırlık kriterini kullanarak bir kullanım oranı örneğini anlatınız.

## SİSTEM MİMARLIĞI

Bir sistemi oluşturmanın ilk adımı, nihayetinde müşteriye teslim edilecek herhangi bir sistemin kabul edilebilir limitlerini belirlemektir. Sistem sürecinde sistem mimarlığının rolü sistemin taşınması gereken özelliklerin oluşturulmasıdır. Sistem mimarlığını bir bilim dalından çok bir sanat olarak kabul etmek gerekir. Analitik değildir. Tüme varım yaklaşımı ile kompleks sistemleri oluşturulmasında kullanılır. Sistem mimarlığının kullandığı yollar, daha çok bütünü kavrama vizyon, sezgi ve duygulardan oluşan usullerle şekillenir. Bir sistemin yenilenmesi veya daha önce olmayan bir sistemin oluşturulması için en etkili yöntemlerden birisi olarak kabul edilir. Yeni bir sistemin tedarikinde sistem mimarlığının tercih edilmesinin nedenleri aşağıda sıralanmıştır;

- Artık kullanılmayan eski sistemden elde edilemeyen veri ve tecrübeler,
- Çok fazla bilinmeyen olması nedeniyle bilimsel yöntemlerin kullanılamaması,
- Çok fazla olasılık,
- Analiz ve veri toplamak için çok kısıtlı zaman.

Birçok yeni sistem, daha önce var olan eski ve demode olmuş bir sistemin yerine geçmek için oluşturulmuştur. Uzun süre kullanıldıkları için bu eski sistemlerin yerine geçecek yeni sistemleri oluşturmak için

yapılacak analizlerde kullanılmak üzere kayda değer tecrübe ve çok sayıda veri bulunur. Ancak eski sistemin kullandığı ortamın tamamen değişmesi, yeni sistemden beklentilerin eskisinden çok farklı olması gibi nedenlerle yeni sistem oluşturulması için gerekenler bulunmayabilir. Bilimsel analiz, gerçekleri analiz ettiğinden, limitlerin konulmadığı durumlarda detaylı bilimsel analiz yapmaya kalkışmak neredeyse imkânsızdır. Sistem tasarımının ilk aşamalarında bilinmeyen birçok konu bulunduğundan faraziyeler üzerinden hareket edilir. Bu nedenle sistem mimarlığı yeni sistemin limitlerini oluşturmakta kullanılır. Çok daha basit bir anlatım ile sistem mimarlığı sistem tasarımının en başında kabaca bir yön belirleme sorununa çözüm olarak kullanılır. ELD süreçlerinde oluşan zaman hassasiyetini en aza indirmeye de fayda sağlar.

**Ölçülemeyen Kriterler;** Tasarım sürecinde dikkate alınması gereken birçok faktör vardır. Bunların bazılarının bilimsel olarak ölçülmesi ve analiz edilmesi neredeyse imkânsızdır. Sistem mimarlığı aşağıda sıralanan bu tip kriterlerin sisteme etkisini belirlemede oldukça etkilidir;

- *Politik kabuller*, Tasarlanan sistemin özellikle savunma amaçlı askerî bir sistem olması durumunda egemen siyasi yapının desteğini alması gerekir. Aksi takdirde süreç, bir şekilde bir aşamada kesintiye uğrayabilir.
- *Çevresel etkiler*, Sistemlerin çevreye, çevrenin sisteme etkilerin bu bölümde daha önce bahsedilmişti.
- *Kamuoyunun yaklaşımı*, Toplumda güvenilir olmadığı algısı taşıyan sistemlerin çoğunlukla başarılı olarak gerçekleştirilemediği veya kullanılmadığı görülmüştür.
- *Algılar veya gerçekler*, Kullanıcının tasarlanan sistemden beklentileri ile gerçekte sistemin nasıl bir yapıda olacağı arasında fark olmaması gerekir.
- *Güvenlik*, Tasarlanan sistemin kullanım esnasında hiçbir güvenlik zafiyeti yaratmaması gerekir. Olası tüm güvenlik açıkları tasarım aşamasında ele alınmalıdır.
- *Emniyet*, Sistemin emniyetli bir yapısı olmalıdır. Sistemin başka maksatlarla kullanılmasının önüne geçilmelidir. Sistemin kullanıcılarına hiçbir şekilde tehdit oluşturulmaması gerekir.
- *Temin edilebilirlik, Değer veya parasal karşılık*, Tasarlanan sistemin sahip olunabilecek

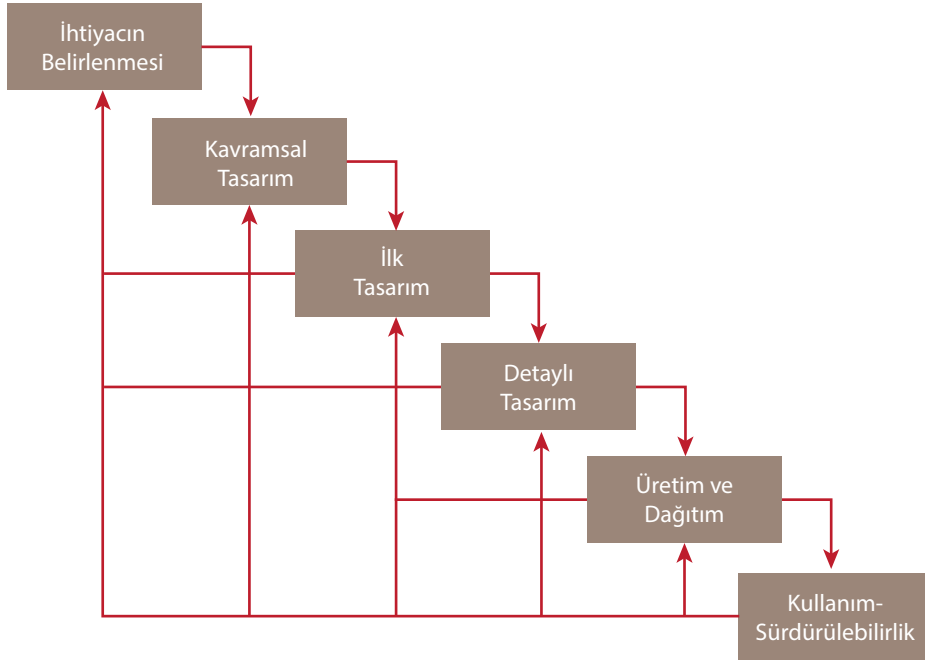
bir maliyeti olması gerekir. Ulaştırma ihtiyacı olan bir kişi gidip bir otomobil almak yerine en uygun taşıma aracını seçerek maliyet etkin biçimde bu ihtiyacını giderir. Bu örneğe benzer şekilde tasarım aşamasında sistemin tüm süreçleri bu mali kriter dikkate alınarak oluşturulur.

Yukarıda sıralanan bu faktörler tedarik sürecinin ilk aşamalarından itibaren dikkate alınmalıdır. Alınmaması durumundan kayda değer zaman ve kaynak kaybına neden olur.

**Sistem Mimarlığı Metodolojileri;** Sistem mimarlığı metodolojileri, nitel veya nicel metotlar olabilir. Bunların kullanılması hâlinde sistemin parametrelerini belirlemek mümkün olabilecektir;

- *Normatif (kuralcı) metodoloji*,
- *Rasyonel (analitik teknikler) metodoloji*,
- *Uzlaşma metodolojisi*,
- *Deneye dayalı metodoloji*,

Normatif metodoloji, ticaret ve sanayi odaları, yetkili organizasyonlar tarafından belirlenmiş veya ISO standartları gibi uluslararası kabul görmüş daha önce belirlenmiş parametrelere ulaşılabildiğinde kullanılır. Bu metodolojinin sistemin mümkün olan süreçlerinde kullanılmasının ardından, analitik tekniklere geçilir. Bu aşamada parametrelerin ölçülebilir noktalarının tespiti için sistem seviye karakteristikleri analiz edilir. Kavramsal modelleme yapılırken uygun faraziyelerden ve kullanım projeksiyonlarından faydalanılır. Modelleme sonuçları, sistem için hem minimum hem de maksimum limitlerin belirlenmesinde kullanılır. Böylece sistemden ne isteniyor sistem neyi karşılıyor belirlenmiş olur. Üçüncü aşamada sistem mimarlığında sistem ile ilgili tüm aktörlerden bilgi toplanır. Tüm aktörlerden kasıt kullanıcılar, mühendisler, uzmanlar, üreticiler, kalite kontrolcileri ve finansçılardır. Sistem mimarlığı, bu aktörlerden aldığı girdilerle sistem parametreleri seti oluşturur. Sonuçta nitel ve nicel parametrelerin daha somut biçimde oluşturulması ve tüm gurupların bu parametreler üzerinde uzlaşılması aşamasına geçilir. Son adım, sürece (*Bu süreçte uygulanan metodoloji deneye dayalı (heuristic yaklaşım)'dır. Bu yaklaşımda, modelin henüz gerçek hayattaki gibi olmadığı, tüm ciddi sorunların sürecin başında yapılacağı gibi genel yaklaşımlardan bahsedilir.*) kabul edilebilir ortak anlayışın uygulanmasıdır. Bu aşamada gelecekte karşılaşılabilecek sorunların çözümüne katkı sağlayabilecek geçmiş tecrübelerden ve alınan derslerden katkı alınır.



Şekil 2.4 Sistem Döngüsü

## Öğrenme Çıktısı

4 ELD süreçlerinde sistem mimarlığının işlevini bilme



Araştır 4

ELD süreçlerinde sistem mimarlığına neden ihtiyaç duyulduğunu araştırınız.

İlişkilendir

Sistem mimarlığı ile sistem mühendisliği arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

Anlat/Paylaş

Tasarım sürecinde dikkate alınması gereken faktörlerden bilimsel olarak ölçülmesi ve analiz edilmesi neredeyse imkânsız olanlarını kısaca anlatınız.

## SİSTEM MÜHENDİSLİĞİ

Süreçler ihtiyacın tanımlanması ile başlar. İhtiyacın tam anlamı ile ortaya konulmasının ardından proje kavramsal tasarım aşamasına geçilir. Bu aşama sistem mimarlığı ile başlar, sistem mühendisliği (*En genel hali ile farklı mühendislik dallarının birbirleriyle en uyumlu şekilde çalışmasını ve süreç ihtiyaçlarını optimize etmeyi hedefleyen çok disiplini içinde barındıran bir bilim dalıdır. Bu çalışmanın içeriği gereği detaya giremediğinden 'Sistem Mühendisliği' ile ilgili yayınlanmış çok sayıda kaynaktan faydalanmak daha doğru olacaktır.*) ile devam eder. Sistem gelişim döngüsü **Şekil 2.4**'te gösterilmiştir.

Tablo 2.4 Tasarım Süreçlerindeki Tasarlanan Parametreler

İlk Tasarım Aşamasında Belirlenen Kriterler	Detaylı Tasarım Aşamasında Belirlenen Kriterler
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elde edilebilirlik,</li> <li>• Hayat döngüsü maliyeti,</li> <li>• Bakım planı,</li> <li>• Destek kaynakları,</li> <li>• Personel kullanımı,</li> <li>• Güvenilirlik tespiti,</li> <li>• Test edilebilirlik,</li> <li>• Standardizasyon,</li> <li>• Erişebilirlik,</li> <li>• Sorun teşhisi,</li> <li>• Müşterek çalışma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operasyonel kullanım,</li> <li>• Ömür devri maliyeti,</li> <li>• Bakım ihtiyaçlarının tanımlanması,</li> <li>• İkmal destek ihtiyaçlarının belirlenmesi,</li> <li>• Personel gereksinimleri,</li> <li>• Güvenilirlik öngörüsü,</li> <li>• Bakım yapılabirlik öngörüsü,</li> <li>• Test edilebilirlik öngörüsü,</li> <li>• Standardizasyon,</li> <li>• Erişebilirlik,</li> <li>• Sorun teşhisi.</li> </ul>
Üretim ve Dağıtım Aşamasında Belirlenen Kriterler	Kullanım Aşamasında Belirlenen Kriterler
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kaynak üretimi ve teslimi,</li> <li>• Öngörü güncellemesi,</li> <li>• Ömür devir maliyeti,</li> <li>• Tasarım değişimini ele almak,</li> <li>• Teslim sonrası değerlendirmeyi planlamak.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teslim sonrası değerlendirme,</li> <li>• Hizmet sürecinde bilgi toplama,</li> <li>• Trend analiz,</li> <li>• Tasarım değişim değerlemesi,</li> <li>• Modifikasyon planı.</li> </ul>

Sırası ile kavramsal tasarımı ilk tasarım aşaması ve detaylı tasarım aşaması izler. Sonra üretime geçilir ve müşteriye ürünün müşteriye teslimi yapılır. Sistem döngüsünün mantığı gereği ürün müşteriye teslim edildikten sonra da sistemin amacına uygun şekilde fonksiyonunu yerine getirilebilmesi için sistem ömür devri boyunca desteklenir ve böylece sistemin sürdürülebilirliği sağlanır. **Tablo 2.4**'de tasarım süreçlerinde belirlenen parametreler gösterilmiştir.



## Yaşamla İlişkilendir

Sistem döngüsünün mantığı gereği ürün müşteriye teslim edildikten sonra da sistemin amacına uygun şekilde fonksiyonunu yerine getirilebilmesi için sistem ömür devri boyunca desteklenir ve böylece sistemin sürdürülebilirliği sağlanır.

Kullandığınız otomobilin ömür devri süreleri farklı olan akü, fren diski, porya, radyatör gibi parçalarının arıza yapmaları durumunda otomobilinizi kullanmanıza ve diğer parçaların ömür devri sürelerine etkisini araştırınız.







## Araştırmalarla İlişkilendir

Sistem mühendisliği zaman ve maliyet gibi kısıtları dikkate alarak karmaşık sistemlerin modellenmesi ve iyileştirilmesini sağlamaya çalışan birden çok disiplini içinde bulunduran bir bilim dalı. Türkiye’de üniversitelerde ne zamandan beri sistem mühendisliği bölümleri var, mezunları hangi alana yönelik eğitim alıyorlar ve nerelerde istihdam ediliyorlar. Araştırınız.



### Öğrenme Çıktısı

5 ELD süreçlerinde sistem mühendisliğini önemini kavrama



#### Araştır 5

ELD süreçlerinde tasarım aşamasında sistemden beklenen hangi kriterler belirlenir?

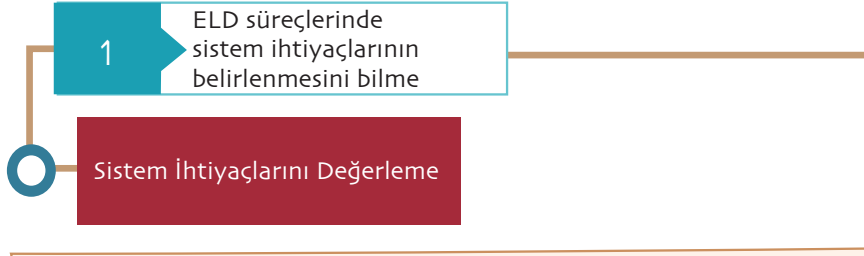
#### İlişkilendir

İlk tasarım aşaması ile detaylı tasarım aşaması arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

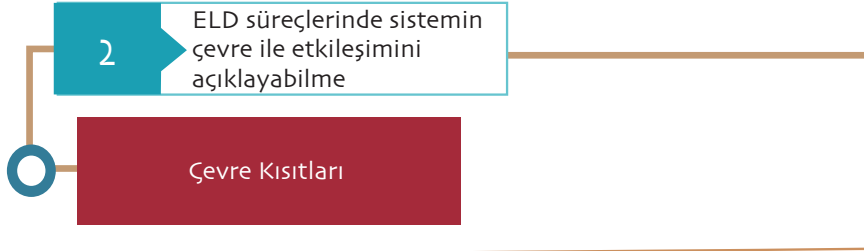
#### Anlat/Paylaş

ELD süreçlerinde sistemin kullanımı esnasında hangi kriterlerin sürekli gözden geçirilmesi gerektiğini anlatınız.





ELD süreçlerinin tasarım aşaması sistemin öngörüldüğü şekilde fonksiyonlarını yerine getirmesi adına çok önemli bir aşamadır. Bu aşamada yapılan hataların sürecin ilerleyen aşamalarında telafisi daha güç, bazen imkânsız sonuçlar doğurabilir. Bu nedenle ilk aşamada sistemden beklenenler ve sistemin gereksinimlerini ortaya konulur. Bir başka ifade ile sistemin ne maksat ile kullanılacağı belirlenir. Ardından sistemin hangi çevresel koşullarda kullanılacağı, hangi aralıkları ile hangi sıklıkla kullanılacağı konusunda ELD sürecindeki tüm taraflar arasında uzlaşma sağlanır. Sistemin kullanılması esnasında destek yapısına bağlılığı, sürdürülebilirliğinin sağlanması için önemlidir. Sistemin kullanıcıya olan parasal yükü de tasarım aşamasında ele alınan konulardandır. Oldukça karmaşık bir yapıda olan bu süreçler için klasik yöntemler tasarım aşamasında henüz kesinleştirilememiş bazı belirsizlikler nedeniyle yetersiz kalabilmektedir. Bu nedenle sadece sistem mühendisliğinin klasik yaklaşımlarını kullanmak yerine ona ilave olarak sistem mimarlığı gibi farklı metodolojiler kullanılmaktadır. ELD süreçlerinin tasarımında sistemlerden beklenenler ve sistemin gereksinimlerini belirlemek ilk aşamada yapılmaktadır. Sistemin gereksinimlerini belirlemek için ihtiyacın belirlenmesi, çevre kısıtları, kullanım oranı, destek yapısı, maliyet gibi belirsizliklerin açık olarak tanımlanması gerekir. Sistemin gereksinimlerini belirlerken yapılacak hatalar, sistemin beklenen şekilde oluşturulmasını ve çalışmasını engeller.



Sistemin hangi çevresel koşullarda kullanılacağı tasarımı doğrudan etkiler. Farklı çevre koşulları sistem üzerinde farklı etkiler yaratır. Çevre kısıtlarını sistemin çalışacağı öngörülen çevrenin sisteme etkisi ve sistemin çalıştığı çevreye etkisi olmak üzere iki farklı biçimde ele almak gerekir. Sistemin çalışacağı öngörülen çevredeki sıcaklık, nem, iklim, basınç, titreşim, elektromanyetik etkiler, toz, gibi faktörler sistemin çalışmasına doğrudan etki ederler. Normallerin çok üzerinde sıcak havanın hâkim olduğu iklimlerde çalışacak sistemlerin çok daha etkili klimalarla donatılması gerekir. Tam tersi durumlarda ise ısıtıcıların sisteme dâhil edilecektir. Nem oranının yüksek olduğu bölgelerde sistemin metal aksamı çürümeye karşı etkin korumaya ihtiyaç duyacaktır. Nem düşük olması ise lastik aksamın bozulmasına ve yapıştırıcıların etkisini yitirmesine neden olur. Çöllerde çalışması gereken sistemlerde tozlar ve küçük parçacıkları filtreler daha çabuk elden çıkarlar. Deniz kenarına yakın yerlerde nemden başka tuzun da yıpratıcı etkisi dikkate alınır. Havacılık sektöründe yüksek irtifalarda çalışmak, aşırı basınç ve atmosferin yoğunluğunun değişiminden kaynaklanan etkilere maruz kalınır. Aşırı ve/veya sürekli sarsıntı, malzeme yorgunluğunun daha çabuk görülmesi ve vidalarla birbirine tutturulmuş malzemelerin gevşemesine neden olur. Sadece çevre sisteme etki etmez aynı zamanda ELD kapsamında üretilen sistemler de çevreye zarar verir. Sistemin çalıştığı çevreye etkisi sistemin tasarımı aşamasında dikkate alınır. ELD kapsamında üretilen kapsamlı ve kompleks sistemler birçoğunun kayda değer çevre etkilerine neden olurlar. Sistemlerin kullanılması esnasında ortaya çıkan her türlü atığın kontrolü, depolanması ve elden çıkarılmasının maliyeti sistemin toplam maliyetine eklenir. Konu sadece ekonomik boyutlu değildir. Bazı sistemlerin kullanılması esnasında yaydıkları gazlar, dumanlar, tozlar, parçacıklar, kokular hatta ses sadece çevreyi kirliletmekle kalmaz aynı zamanda yasal ve idari olarak da sorun yaşanmasına da neden olur.

3

ELD süreçlerinde kullanım oranının önemini kavrama

Kullanım Oranı

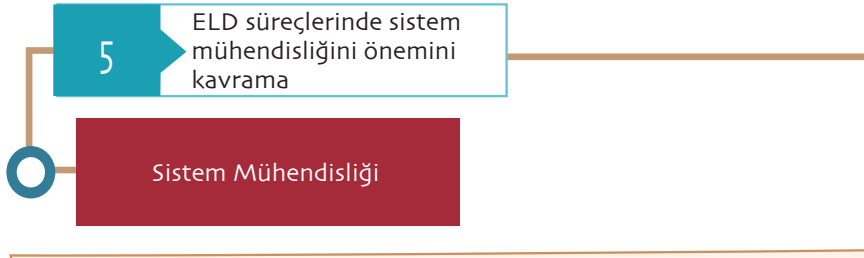
Sistemin hangi zaman aralıkları ve hangi sıklıkla kullanılacağı; birçok analiz, test ve tecrübe sonucunda tespit edilir. İlk akla geldiği gibi kullanım oranı sadece zamana dayalı olarak tespit edilmez. Zamana ilave olarak mesafe, hacim, ağırlık, süreç gibi kriterlerle de kullanım oranı tespiti yapılmaktadır. Bu kriterlere zaman (yıl, ay, saat, dakika, saniye); mesafe (kilometre, metre, santimetre, milimetre); hacim (kilo litre, hektolitre, dekalitre, litre, mililitre); ağırlık (ton, kilogram, gram) ve süreç (üretilen birim sayısı, transfer sayısı, sorti sayısı) gibi başkaları da eklenebilir. Ancak hangi kriterin kullanılacağına belirlenmesinden daha önemlisi, belirlenen kriterler üzerinde ELD kapsamındaki satın alma veya tedarik sürecindeki tüm aktörlerin uzlaşmış olmasıdır.

4

ELD süreçlerinde sistem mimarlığının işlevini bilme

Sistem Mimarlığı

Sistem mimarlığı bir sistemin yenilenmesi veya daha önce olmayan bir sistemin oluşturulması için en etkili yöntemlerden birisi olarak kabul edilir. Yeni bir sistemin tedarikinde sistem mimarlığının tercih edilmesinin nedenleri artık kullanılmayan eski sistemden elde edilemeyen veri ve tecrübeler, çok fazla bilinmeyen olması nedeniyle bilimsel yönetmelerin kullanılmaması, çok fazla olasılık, analiz ve veri toplamak için çok kısıtlı zaman şeklinde sıralanabilir. Birçok yeni sistem, daha önce var olan eski ve demode olmuş bir sistemin yerine geçmek için oluşturulmuştur. Uzun süre kullanıldıkları için bu eski sistemlerin yerine geçecek yeni sistemleri oluşturmak için yapılacak analizlerde kullanılmak üzere kayda değer tecrübe ve çok sayıda veri bulunur. Ancak eski sistemin kullanıldığı ortamın tamamen değişmesi, yeni sistemden beklentilerin eskisinden çok farklı olması gibi nedenlerle yeni sistem oluşturulması için gerekenler bulunmayabilir. Bilimsel analiz, gerçekleri analiz ettiğinden, limitlerin konulmadığı durumlarda detaylı bilimsel analiz yapmaya kalkışmak neredeyse imkânsızdır. Sistem tasarımının ilk aşamalarında bilinmeyen birçok konu bulunduğundan faraziyeler üzerinden hareket edilir. Bu nedenle sistem mimarlığı yeni sistemin limitlerini oluşturmakta kullanılır. Çok daha basit bir anlatım ile sistem mimarlığı sistem tasarımının en başında kabaca bir yön belirleme sorununa çözüm olarak kullanılır. ELD süreçlerinde oluşan zaman hassasiyetini en aza indirmeye de fayda sağlar. Tasarım sürecinde dikkate alınması gereken birçok faktör vardır. Bunların bazılarının bilimsel olarak ölçülmesi ve analiz edilmesi neredeyse imkânsızdır. Sistem mimarlığı politik kabuller, çevresel etkiler, algılar veya gerçekler, güvenlik, emniyet, temin edilebilirlik, değer veya parasal karşılık gibi kriterlerin sisteme etkisini belirlemede oldukça etkilidir. Yukarıda sıralanan bu faktörler tedarik sürecinin ilk aşamalarından itibaren dikkate alınmalıdır. Alınmaması durumundan kayda değer zaman ve kaynak kaybına neden olur. Sistem mimarlığı metodolojileri, normatif (kuralcı) metodoloji, rasyonel (analitik teknikler) metodoloji, uzlaşma metodolojisi, deneye dayalı metodoloji gibi nitel veya nicel metotlar olabilir. Bunların kullanılması hâlinde sistemin parametrelerini belirlemek mümkün olabilecektir.



En genel hâli ile farklı mühendislik dallarının birbirleriyle en uyumlu şekilde çalışmasını ve süreç ihtiyaçlarını optimize etmeyi hedefleyen çok disiplinli içinde barındıran bir bilim dalıdır. ELD süreçlerinde ihtiyaçların bilimsel usullerle tespit edilmesini sağlar. İhtiyacın tam anlamı ile ortaya konulmasının ardından kavramsal tasarım aşamasına geçilir. Bu aşama sistem mimarlığı ile başlar, sistem mühendisliği ile devam eder. Sırası ile kavramsal tasarımı ilk tasarım aşaması ve detaylı tasarım aşaması izler. Sonra üretime geçilir ve müşteriye ürünün müşteriye teslimi yapılır. Sistem döngüsünün mantığı gereği ürün müşteriye teslim edildikten sonra da sistemin amacına uygun şekilde fonksiyonunu yerine getirebilmesi için sistemin ömür devri boyunca desteklenir ve böylece sistemin sürdürülebilirliği sağlanır. İlk tasarım aşamasında belirlenen kriterler; elde edilebilirlik, hayat döngüsü maliyeti, bakım planı, destek kaynakları, personel kullanımı, güvenilirlik tespiti, test edilebilirlik, standardizasyon, erişebilirlik, sorun teşhisi, müşterek çalışma şeklinde sıralanır. Detaylı tasarım aşamasında ise operasyonel kullanım, ömür devri maliyeti, bakım ihtiyaçlarının tanımlanması, ikmal destek ihtiyaçlarının belirlenmesi, personel gereksinimleri, güvenilirlik öngörülleri, bakım yapılabilirlik öngörülleri, test edilebilirlik öngörülleri, standardizasyon, erişebilirlik, sorun teşhisi gibi faktörler belirlenir. Üretim ve dağıtım aşamasında belirlenen kriterler, kaynak üretimi ve teslimi, öngörü güncellemesi, ömür devir maliyeti, tasarım değişimini ele almak, teslim sonrası değerlendirmeyi planlamaktır. Son olarak kullanım aşamasında teslim sonrası değerlendirme, hizmet sürecinde bilgi toplama, trend analiz, tasarım değişim değerlemesi, modifikasyon planı gibi kriterler belirlenir.

1 ELD süreçlerinde sistemin ilk aşamada tasarımında sistemden beklenenler ifade edilir. Aşağıdakilerden hangisi bunlardan birisi **değildir**?

- A. İhtiyacın Belirlenmesi; Sistemin ne maksat ile kullanılacağı
- B. Çevre Kısıtları; Sistemin hangi çevresel koşullarda kullanılacağı
- C. Kullanım Oranı; Sistemin hangi aralıkları ile hangi sıklıkla kullanılacağı
- D. Destek Yapısı; Sistemin kullanılması esnasında destek yapısına bağımlılığı
- E. Bakım; Kimlerin bakım yapacağı

2 Sistemin tasarımına etki eden sıcaklık, nem, iklim, basınç, titreşim, elektromanyetik etkiler, toz, gibi faktörler hangi başlık altında toplanır?

- A. Çevre
- B. Dış etki
- C. Dış tasarım
- D. Sistem mimarlığı
- E. Sistem mühendisliği

3 Sistemlerin kullanılması esnasında ortaya çıkan her türlü atığın kontrolü, depolanması ve elden çıkarılmasının maliyeti sistemin toplam maliyetine eklenir. ELD kapsamında sistemin bu durumuna ne ad verilir?

- A. Çevrenin sisteme etkisi
- B. Sistemin çevreye etkisi
- C. Sistemin havaya etkisi
- D. Havanın sisteme etkisi
- E. Sistemin güvenlik etkisi

4 Sistemin hangi zaman aralıkları ve hangi sıklıkla kullanılacağı, birçok analiz, test ve tecrübe sonucunda tespit edilir. İlk akla geldiği gibi kullanım oranı sadece zamana dayalı olarak tespit edilmez. Zamana ilave olarak mesafe, hacim, ağırlık, süreç gibi kriterler de kullanılır. Bu sayede sistemin hangi özelliğinin tespiti yapılır?

- A. Kullanım devri
- B. Kullanım maliyeti
- C. Kullanım zamanı
- D. Kullanım yükü
- E. Kullanım oranı

5 Sistem ihtiyaçlarını değerlendirme analizi hangi üç kriter üzerinde yapılır?

- A. performans, insan kaynakları ve sistemin sahibine maliyeti
- B. güvenlik, destek ve sistemin sahibine maliyeti
- C. performans, personel ve sistemin sahibine maliyeti
- D. performans, destek ve sistemin sahibine maliyeti
- E. performans, destek ve tesisler

6 ELD süreçleri ile üretimi tasarlanan bir helikopterin bir depo yakıt ile (tam yüklü iken) kaç km kat edeceği hangi kullanım oranı kriterlerdendir?

- A. Mesafe
- B. Süreç
- C. Hacim
- D. Ağırlık
- E. Döngü

7 Yıl, Ay, Saat, Dakika, Saniye gibi kullanım oranı kriterler aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Ağırlık
- B. Süreç
- C. Zaman
- D. Mesafe
- E. Tüketim

8 Aşağıdakilerden hangisi yeni bir sistem için sistem mimarlığının tercih edilmesinin nedenlerinden birisi **değildir**?

- A. Artık kullanılmayan eski sistemden elde edilemeyen veri ve tecrübeler
- B. Çok fazla bilinmeyen olması nedeniyle bilimsel yönetmelerin kullanılmaması
- C. Çok fazla olasılık
- D. Analiz ve veri toplamak için çok kısıtlı zaman
- E. Yeterli bilimsel verilere sahip olmak

9 Tasarım sürecinde dikkate alınması gereken birçok faktör vardır. Bunların bazılarının bilimsel olarak ölçümlenmesi ve analiz edilmesi neredeyse imkânsızdır. Sistem mimarlığı bu tip kriterlerin sisteme etkisini belirlemede oldukça etkilidir. Aşağıdakilerden hangisi bunlardan birisi **değildir**?

- A. Politik kabuller
- B. Satın Alma
- C. Çevresel etkiler
- D. Kamuoyunun yaklaşımı
- E. Güvenlik

10 Sistem mimarlığı metodolojileri, nitel veya nicel metotlar olabilir. Bunların kullanılması halinde sistemin parametrelerini belirlemek mümkün olabilecektir. Aşağıdakilerden hangisi bu metodolojilerdir?

- A. Anormal, Rasyonel, Uzlaşma ve Deneye dayalı metodoloji
- B. Normatif, İrrasyonel, Uzlaşma ve Deneye dayalı metodoloji
- C. Normatif, Rasyonel, Uzlaşma ve Deneye dayalı metodoloji
- D. Normatif, Rasyonel, Uzlaşma ve Tecrübeye dayalı metodoloji
- E. Anormal, İrrasyonel, Uzlaşma ve Deneye dayalı metodoloji

1. E

Yanıtınız yanlış ise “Tasarım Aşaması” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

2. A

Yanıtınız yanlış ise “Çevre” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

3. B

Yanıtınız yanlış ise “Çevre” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

4. E

Yanıtınız yanlış ise “Kullanım Oranı” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

5. D

Yanıtınız yanlış ise “Sistem İhtiyaçlarını Değerleme Analizi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

6. A

Yanıtınız yanlış ise “Kullanım Oranı” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

7. C

Yanıtınız yanlış ise “Kullanım Oranı” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

8. E

Yanıtınız yanlış ise “Sistem Mimarlığı” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

9. B

Yanıtınız yanlış ise “Sistem Mimarlığı” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

10. C

Yanıtınız yanlış ise “Sistem Mimarlığı” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

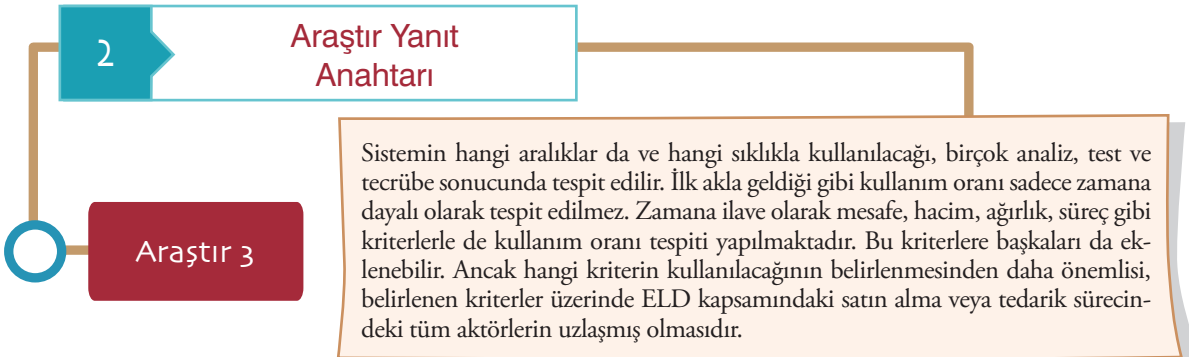
2

### Araştır Yanıt Anahtarı

Araştır 1

Sistem ihtiyaçlarını değerlendirme sürecinde ilk adım ihtiyacın belirlenmesi aşamasıdır. Burada cevabı verilmesi gereken soru ‘Sistem ne olacak?’ değil ‘Sistem ne maksat ile kullanılacak?’ sorusudur. Bu soruların yanıtları verilirken ELD kapsamında oluşturulacak sistem özelinde ‘desteklenebilirlik mühendisliği’ nin temeli oluşturulur. Böylece sistemin başarısı için gereken bilinmesi gereken asgari kriterler belirlenmiş olur. Bu soruların cevaplarının verilmesi sanıldığı kadar kolay değildir. Bunun en temel nedeni tüm soruların yanıtlarının ELD süreçlerinden sorumlu tek bir kişi veya tek bir birim tarafından verilememesidir. Daha önce yaşanan tecrübeler, ELD süreçlerindeki oyuncuların, süreçteki misyonlarına bağlı olarak aynı soruya farklı yanıtlar verebildiğini göstermektedir. Bu durumun doğal sonucu olarak ELD süreçlerindeki sistemlerin amaçları ve parametreleri konusunda karmaşa olabilmektedir. Bu karmaşayı gidermenin tek yolu süreçteki tüm paydaşlar arasında olası tüm uyumsuzluklar konusunda konsensüs sağlanmasıdır. ‘Sistem ne olacak?’ sorusu bir başka ifade ile ‘Nasıl bir sistem isteniyor?’ sorusunun yanıtı diğerleri arasında en önemli olanıdır. Bunun nedeni sistemin nasıl kullanılacağı, buna bağlı olarak nasıl destekleneceği sorularının cevap verilmesine imkân sağlar. Bu konuyu daha anlaşılabilir yapmak için örnek vermek fayda sağlayabilir. Bir kamyon üretim fabrikasında motor montaj süreçlerinde kullanılan bir robotu ele alalım. Motorlardan beklenen beygir gücüne, torkuna veya aynı üretim bandından farklı marka motor monte edilecek olmasına bağlı olarak süreç oldukça karmaşık ve kompleks bir yapıya sahiptir. Motorlar hem maliyet hem de itibar açısından kamyon üretim endüstrisinin ve pazarının en önemli bileşenlerinden olduğundan robotların hiç sorunsuz kendisinden beklenen performansı karşılayacak şekilde çalışması gerekir.





2

## Araştır Yanıt Anahtarı

### Araştır 4

Yeni bir sistemin tedarikinde sistem mimarlığının tercih edilmesinin nedenleri; artık kullanılmayan eski sistemden elde edilemeyen veri ve tecrübeler, çok fazla bilinmeyen olması nedeniyle bilimsel yöntemlerin kullanılmaması, çok fazla olasılık, analiz ve veri toplamak için çok kısıtlı zaman şeklinde sıralanır. Birçok yeni sistem, daha önce var olan eski ve demode olmuş bir sistemin yerine geçmek için oluşturulmuştur. Uzun süre kullanıldıkları için bu eski sistemlerin yerine geçecek yeni sistemleri oluşturmak için yapılacak analizlerde kullanılmak üzere kayda değer tecrübe ve çok sayıda veri bulunur. Ancak eski sistemin kullanıldığı ortamın tamamen değişmesi, yeni sistemden beklentilerin eskisinden çok farklı olması gibi nedenlerle yeni sistem oluşturulması için gerekenler bulunmayabilir. Bilimsel analiz gerçekleri analiz ettiğinden, limitlerin konulmadığı durumlarda detaylı bilimsel analiz yapmaya kalkışmak neredeyse imkânsızdır. Sistem tasarımının ilk aşamalarında bilinmeyen birçok konu bulunduğundan faraziyeler üzerinden hareket edilir. Bu nedenle sistem mimarlığı yeni sistemin limitlerini oluşturmakta kullanılır. Çok daha basit bir anlatım ile sistem mimarlığı sistem tasarımının en başında kabaca bir yön belirleme sorununa çözüm olarak kullanılır. ELD süreçlerinde oluşan zaman hassasiyetini en aza indirmeye de fayda sağlar

### Araştır 5

Süreçler ihtiyacın tanımlanması ile başlar. İhtiyacın tam anlamı ile ortaya konulmasının ardından proje kavramsal tasarım aşamasına geçilir. Bu aşama sistem mimarlığı ile başlar, sistem mühendisliği ile devam eder. İlk tasarım aşamasında belirlenen kriterler elde edilebilirlik, hayat döngüsü maliyeti, bakım planı, destek kaynakları, personel kullanımı, güvenilirlik tespiti, test edilebilirlik, standardizasyon, erişebilirlik, sorun teşhisi, müşterek çalışma şeklinde sıralanabilir.

## Kaynakça

- Defense Systems Management College (1986) **Integrated Logistics Support Guide. AD-A171 087**, Virginia: Technical Management Department (Code SE-T).
- Jones V. James (2006) **V. Integrated Logistics Support Handbook, (3<sup>rd</sup> Edition) New York:McGraw-Hill**
- Keskin, M. Hakan (2018). **Lojistik El Kitabı, Küresel Aktörlerin Lojistik Pratikleri, Kavramlar, Prensipler, Uygulamalar** (III. Baskı) Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık
- Keskin, M. Hakan (2018). **Tedarik Zinciri Yönetimi, Arka Planı, Gelişimi ve Güncel Uygulamaları** (II. Baskı) Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık
- Military Standards (1985) MIL-STD-2155(AS): **Failure Reporting, Analysis and Corrective Action System, AMSC N3637**, Department of Defense, United States of America
- Military Standards (1976) MIL-STD-1390C: **Level Of Repair**, Department of Defense, United States of America
- Military Standards (1991) MIL-STD-1388-2B: **DOD requirements for a Logistic Support Analysis Record**, Department of Defense, United States of America

# Bölüm 3

## Sürdürülebilirlik

### öğrenme çıktıları

- Güvenilirlik**
  - 1 ELD süreçlerinde sistemin güvenilir olmasının detaylarını kavrayabilme
- Güvenilirliğin Tasarımı**
  - 2 ELD süreçlerinde güvenilirliğin tasarımını bilme
- Arıza Raporlama, Analiz ve Düzeltme Eylem Sistemi**
  - 3 ELD süreçlerinde arıza ve arıza oranının yerini ve önemini bilme
- Güvenilirlikte Bakım**
  - 4 ELD süreçlerinde güvenilirlik kapsamında bakımın yerini kavrayabilme
- Desteklenebilirlik**
  - 5 ELD süreçlerinde bir sistemin desteklenebilir olmasının nasıl tasarlanacağını bilme

Anahtar Sözcükler: • Güvenilirlik • Bakımlı Olma • Test Edilebilirlik • Desteklenebilirlik



## GİRİŞ

Güvenilirlik ve desteklenebilirlik, ELD kapsamında bir sistemin sürdürülebilir şekilde tasarlanmasının ayrılmaz bileşenlerindedir. Güvenilir özelliklere sahip olmayan ayrıca yeterli ve uygun destek imkânları bulunmayan bir sistemin sürdürülebilir bir sistem olmasına imkân yoktur. ELD kapsamında güvenilirlik, sistemi oluşturan bir malzeme sistemin ömür devri boyunca ne derece sorunsuz kullanılabileceğini tespit etmekte kullanılır. Güvenilirliğin tespiti için sayısal değerlere ihtiyaç vardır. Bu değerler, matematik hesaplarda ve istatistik analizlerde kullanılacak şekilde olmalıdır. Bu değerlerin tespiti ve sisteme entegre edilmesi için kullanıcının (bir başka ifade ile sistemi sipariş eden müşterinin) talebi doğrultusunda belirlenen sistemin sınırları içinde bir güvenilirlik sınırı çizilir. ELD kapsamındaki bir sistemin güvenilirliğin tasarımı ve gelişimi, birbirine benzemeyen ama birbirini bütünleyen dokuz farklı analizle yapılır. Bir sistemin başarısının, bir başka ifade ile kendisinden beklenenleri yerine getirmesi; *performans*, *desteklenebilirlik* ve *malîyet* olmak üzere üç temel kritere bağlıdır. Diğerlerinden farklı olarak desteklenebilirlik daha çok sistem kullanıma girdikten sonra ön plana çıkar ve sisteme daha tasarım aşamasından itibaren dâhil olur. Desteklenebilirlik en genel anlamı ile önceden tanımlanmış bir ortamda bir sistemin görevini yapabilme kabiliyetini sürdürmek ve ihtiyaçlarını karşılamak için yapılması gerekenlerin ölçümlenmiş rakamsal ifadesidir. Ölçümlenmek için sayısal değerlerle ifade edebilmek gerekmektedir. Desteklenebilirliğin önemli bileşenlerinden birisi de standardizasyondur.

## GÜVENİLİRLİK

Güvenilirlik kavramı olarak sistemin bütünü ve onu oluşturan tüm bileşenlerin tasarlandığı şekilde çalışır hâlde olmasını ifade eder, ancak sistemler bir şekilde arıza yaparlar. Arıza sayısının azaltılması sistemin kullanılma zamanını artırır, arıza için ayrılacak kaynaklardan tasarruf sağlar. Daha basit bir anlatımla güvenilirlik, sistemi oluşturan bir malzemeye sistemin ömür devri boyunca ne derece güvenilebileceğini tespit etmekte kullanılan sayısal bir değerdir. Bu nedenle güvenliğin tespiti için sayısal değerlere ihtiyaç vardır. Bu değerler, matematik hesaplarda ve istatistik analizlerde kullanılacak şekilde olmalıdır. Bu değerlerin tespiti ve sisteme entegre edilmesi için kullanıcının bir başka ifade ile sistemi sipariş eden müşterinin talepleri ile sistemin belirlenen sınırları içinde bir güvenilirlik sınırı belirlenir, bu sınırlar içerisinde kalınır.

Güvenilirlik en genel biçimiyle sistemi oluşturan bir parçanın veya malzemenin belirlenen koşullarda, belirlenen zaman aralıklarıyla spesifik fonksiyonunu yerine getirme olasılığıdır. Konsept olarak, çok sayıda faktöre bağlıdır. Güvenilirlik seviyelerinin belirlenmesi (*ELD süreçlerinde bu faktörlerin uygulanması için, arıza modları (failure modes), etkiler (effects), hassas analiz (criticality analysis) terimlerinin İngilizce karşılıklarının baş harflerinden oluşan FMECA adı verilen bir uygulama kullanılır. Bu uygulama ELD kapsamında sistem mühendisliği süreçlerine mühendislik disiplinlerini entegre etmek için en etkin araçlardan birisi olarak kabul edilir.*), tasarım aşamasında sistemden beklenenlerin ortaya konulması ile mümkün olur.



dikkat

Bu bölümde bahsedilen konunun daha iyi anlaşılabilmesi için bazı tanımları gözden geçirmekte de fayda bulunmaktadır.

Arıza	Arıza bu sınırlar içinde sistemin kendisinden beklenenleri yapmasına engel olan ve karşılaşılmak istenmeyen bir durumlar	
Arıza Oranı ( $\lambda_1$ )	Sistemin faal hâlde bulunduğu sürenin belli bir zaman diliminde öngörülen arıza sayısı	
Arızalar Arasındaki Hedef Zaman	İki arıza arasında geçmesi öngörülen zaman	
Görev Arıza Oranı ( $\lambda_M$ )	Sistemin bir bütün olarak arıza yapması nedeniyle belli bir zaman diliminde operasyonun öngörülen durma sayısı	
Kritik Arızalar Arasındaki Hedef Zaman (MTBCF)	Görevi durduran arızalar arasındaki öngörülen zaman aralığı	
Görev Güvenilirliği	Özel bir operasyon veya kullanım esnasında sistemin bir bütün olarak fonksiyonel özelliklerini tamamen yitirmeden işlevini yerine getirme olasılığı	
Hata	Fiziksel süreçlerde arızaya neden olan fiziksel kimyasal süreçler, dizayn hataları, kalite sorunları, kısmi hatalı uygulamalar.	
Arıza Modu	Arızanın oluş ve görünüş biçimi	
Arıza Etkisi	Arıza modunun sistemim fonksiyonlarını yerine getirmesine etkisi	

Aynı sistemde kullanılacak aynı parçanın sistem üzerinde kullanılacağı yer, ondan beklenen güvenilirlik seviyesini değiştirebilir. Örneğin, bir uçakta lastik contanın kullanılması ele alalım; aynı niteliklere ve biçime sahip lastik conta uçağın dışında bir yerde kullanılacaksa farklı, içinde kullanılacaksa farklı dış etkilere maruz kalacaktır. Aynı lastik contanın kullanılması örneğinde olduğu gibi birbir aynı olan iki parçanın bile güvenilirlik limitleri farklı belirlenebilir.

Daha önce ifade edildiği gibi bir sistemin güvenilirliği, kendisinden beklenen performans olasılığının rakamsal ifadesidir. Bu nedenle, güvenilirlik tamamı ile istatistiksel verilere dayalı olarak tespit edilir. Bu veriler;

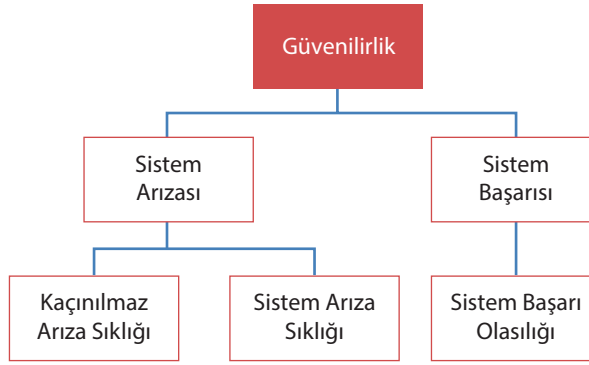
- *Benzer ekipmandan kullanım esnasında gelen veriler;* Sistemin kullanılan benzer bileşenlerinden alınan geri dönüşler oldukça faydalıdır. Ancak kullanıcıların daha önce kullandıkları ekipmanın yeni tasarımına aşina olmaları gerekir. Yeni tasarlanan versiyonun eski tasarımdan daha farklı bir ortamda kullanılması da gelen verileri olumsuz etkiler.

- *Test ve deneme bilgilerinden yapılan çıkarımlar;* Sistem üzerinde yapılan düzenli testler ile denemeler kullanılan benzer bileşenlerinden alınan geri dönüşlerden daha faydalı veriler sağlar. Ancak laboratuvar ortamında sağlanan veriler, gerçek hayattaki verilerle sağlanan veriler, gerçek hayattaki verilerle uyumlayabilir. Yine de başka veri olmadığı durumlarda oldukça kullanışlıdır.
- *Asıl parçalardan alınan veriler;* Sistemi oluşturan parçaların her birisinin güvenilirliğine bağlı olarak oluşturan bir güvenlik seviyesidir. Detayları ileride ayrı bir başlık altında verilecektir.

Güvenilirlik istatistiği, veri olmasını dikkate almadan, sistemin gelecekte çalışacağı spesifik ortamda sistemin güvenilirliğini öngörmeye çalışır.

Sistemin güvenilirlik istatistiği ile ilgili yaklaşımın kısımları **Şekil 3.1**'de gösterilmiştir. Sonuçta *başarılı, potansiyel olarak başarılı, potansiyel olarak başarısız veya başarısız* gibi çıktılar verebilir. Bu çok farklı sonuçların her birisi diğeri ile çelişkili olabilir, ancak sistemin bütününe güvenilirliğinin tespiti için kayda değer fayda sağlar.





Şekil 3.1 Güvenilirlik İstatistiği

**Arıza Oranı ( $\lambda_1$ ):** Arıza oranı; sistemin, sistemi oluşturan bir bileşenin veya sistemin tek bir parçasının faal halde bulunduğu sürenin ‘belli bir zaman diliminde yapacağı öngörülen’ arıza sayısını ifade eder. Sayısal bir değerdir. **Örnek 3.1**'de bu sayının nasıl hesaplandığı gösterilmiştir.

**örnek 3.1**

Arıza Oranının Hesaplanması

Bir sistem durmadan 1000 saat çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Bu sistemin 1000 saatlik süre içerisinde 8 defa arızalandığı, bu nedenle işlevini yerine getiremediği bilgisi alınmıştır. Bu veriler ışığında arıza oranını bulunuz.

Arıza Sayısı= 8 ve

Toplam Ölçümlenmiş Kullanım Sayısı= 1000 ise;

$$\lambda_1 = \frac{\text{Arıza Sayısı}}{\text{Toplam Ölçümlenmiş Kullanım Sayısı}}$$

Arıza oranı verilen değerlerin formülde yerine konularak hesaplanabilir;

$$\lambda_1 = \frac{8}{1000} = 0,008$$

Arıza oranı belirlenen çalışma (bu örnekte 1000 saat) saatinde 0,008 olarak bulunmuş olur. Gerçek hayattaki sistemlerde arıza oranları çok daha küçük rakamlardır. Kullanım süreleri milyon saatlerle ifade edildiğinden arıza oranları da  $8 \times 10^{-9}$  gibi oldukça küçük sayılar olurlar. ELD kapsamındaki sistemler birden çok bileşenden oluşurlar. Doğal olarak her birisinin arıza oranı da farklı olacaktır. Bu farklılığın sistemin tümüne etkisini belirlemek gerekir. Aşağıdaki formül ile sistemin bütününe arıza oranını tespit edilir;

$$\text{Sistem } \lambda = \sum_{s=1}^n \lambda_s$$

Bileşen A	Bileşen B	Bileşen C
$\lambda_a = 0,009$	$\lambda_b = 0,007$	$\lambda_c = 0,006$

$$\text{Sistem } \lambda_s = \lambda_a + \lambda_b + \lambda_c = 0,009 + 0,007 + 0,006 = 0,022$$

$$\text{Sistem } \lambda_s = 0,022$$

**Arıza Aralarındaki Ortalama Zaman;** Güvenilirliğin bir başka ifadesi, *arıza aralarındaki ortalama zaman* (MTBF) (Arıza aralarındaki ortalama zaman, literatürde İngilizce (*mean time between failures*) karşılığının kısaltması olan MTBF ile ifade edildiğinden bu çalışmada Türkçe kısaltmasının yerine İngilizce kısaltmasının kullanılması tercih edilmiştir.)'dır. Arıza oranına benzer şekilde hesaplanır. **Örnek 3.1**'deki verileri kullanarak MTBF aşağıdaki şekilde bulunur.

$$MTBF = \frac{\text{Arıza Sayısı}}{\text{Toplam Ölçümlenmiş Kullanım Sayısı}}$$

$$MTBF = \frac{1000}{8} \quad MTBF = 125$$

Arıza oranı ile MTBF arasındaki matematiksel ilişkiye dikkat ediniz.

$$MTBF = \frac{1}{\lambda_1} \quad \lambda_1 = \frac{1}{MTBF}$$

Güvenilirliğin ifadesinde arıza oranını hesaplariken aynı arıza oranına sahip bileşenlerin etkisini dikkat almak gerekir. Aşağıda arıza oranı  $\lambda_B = 0,007$  olan Bileşen B'den bir sistemde iki tane olması durumunda sistemin bütünü arıza oranının nasıl etkilendiği gösterilmiştir.

Bileşen A	Bileşen B		Bileşen C
	Bileşen B <sub>1</sub>	Bileşen B <sub>2</sub>	
$\lambda_a = 0,009$	$\lambda_{b1} = 0,007$	$\lambda_{b2} = 0,007$	$\lambda_c = 0,006$

$$\text{Sistem } \lambda_{s1} = \lambda_a + (\lambda_{b1} + \lambda_{b2}) + \lambda_c = 0,009 + (0,007 + 0,007) + 0,006 = 0,029$$

Daha basit bir anlatımla, birden fazla aynı malzemenin arıza oranının hesaba katılması ile sistemin bütünü arıza oranının düştüğüne, sistem  $\lambda_s$ 'in 0,022 iken, sistem  $\lambda_{s1}$ 'in 0,029 olduğuna dikkat ediniz.

Sistemin güvenilirliğinin bir başka kriteri sistemin hiçbir arıza ile karşılaşmadan kendisinden beklenen görevini yerine getirmesidir. Bu durum görevin başarı ile icra edilmesi olarak ifade edilir. Görevin başarılı olma olasılığının nasıl tespit edilebileceği **Örnek 3.2**'de gösterilmiştir. Görevin başarılı olma olasılığı yüzde 1.00'den yüzde 100.00'e kadar herhangi bir değer olabilir

**Örnek 3.2**

Görevin Başarılı Olma Oranının Hesaplanması

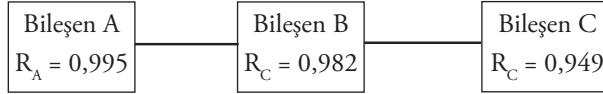
e	doğal logaritma sayısı (2,7183);
$\lambda$	bir ürünün arıza oranı;
t	sistemin kullanım süresi;
$R_T$	sistem güvenliği ( <i>arıza yapmadan çalışacağı zaman</i> ) ise;

Görevin başarılı olması oranı;

$$R_t = e^{-\lambda t}$$

şeklinde ifade edilir.

Bu denklemden bulunan sayı bir sistemin arıza yapmadan çalışacağı zamanın sayısal ifadesi olacaktır. Daha anlaşılır hâle getirmek için üç bileşenden oluşan bir sistemin güvenilir çalışma süresi aşağıda tespit edilmiştir. Sistemin öngörülen 8 saatlik çalışma süresini arızasız tamamlama olasılığı bulunmak için her birinin farklı güvenilirlik seviyeleri olduğundan kabul ile üçünün güvenilirlik seviyeleri çarpılarak sistemin bütünsel güvenilirliği tespit edilir.



Sistemin toplam güvenilirliği ( $R_T$ ) bileşenlerinin çarpımı ise;  $R_T = R_A \cdot R_B \cdot R_C$  şeklinde ifade edilir. Değerler yerine konulursa;

$$0,995 \cdot 0,982 \cdot 0,949 = 0,92725$$

Üç değer çarpımı ile elde edilen sayı (0,92725) sistemin güvenliğini ifade eder.

Bu örnekte ELD kapsamında 8 saat çalışma süresine sahip olarak tasarlandığı kabul edilen; Sistemin güvenilirlik derecesi yüzde 92,725'dir.

**Öğrenme Çıktısı**

1 ELD süreçlerinde sistemin güvenilir olmasının detaylarını kavrayabilme

**Araştır 1**

ELD süreçlerinde bir sistemin güvenilirliği, kendisinden beklenen performans olasılığının rakamsal ifadesidir. Bu nedenle, güvenilirlik tamamı ile istatistiksel verilere dayalı olarak tespit edilir. Bu veriler nelerdir? Araştırınız.

**İlişkilendir**

Bir malzemenin güvenilirliği ile arıza oranı arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

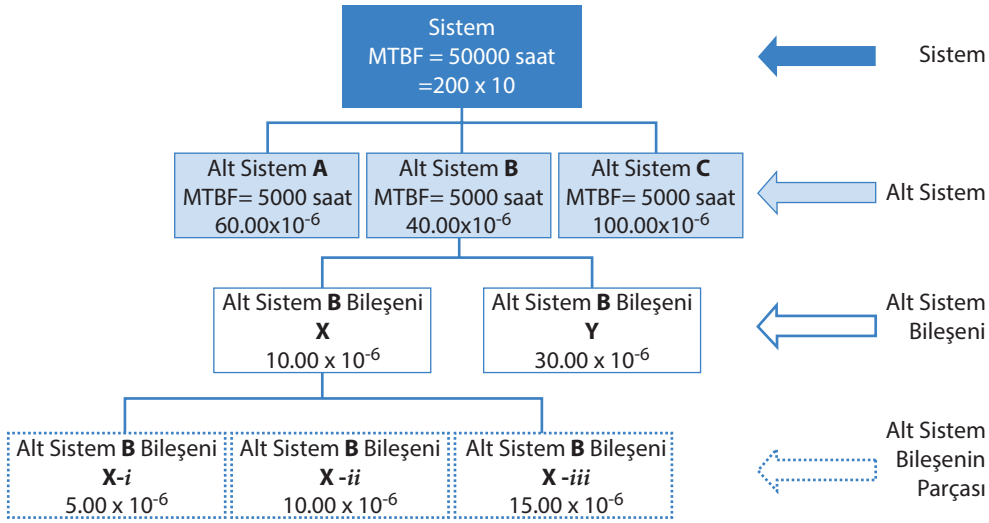
**Anlat/Paylaş**

Güvenilirlik seviyelerinin tasarım aşamasında ortaya konulmasının nedenini anlatınız.

## GÜVENİLİRLİĞİN TASARIMI

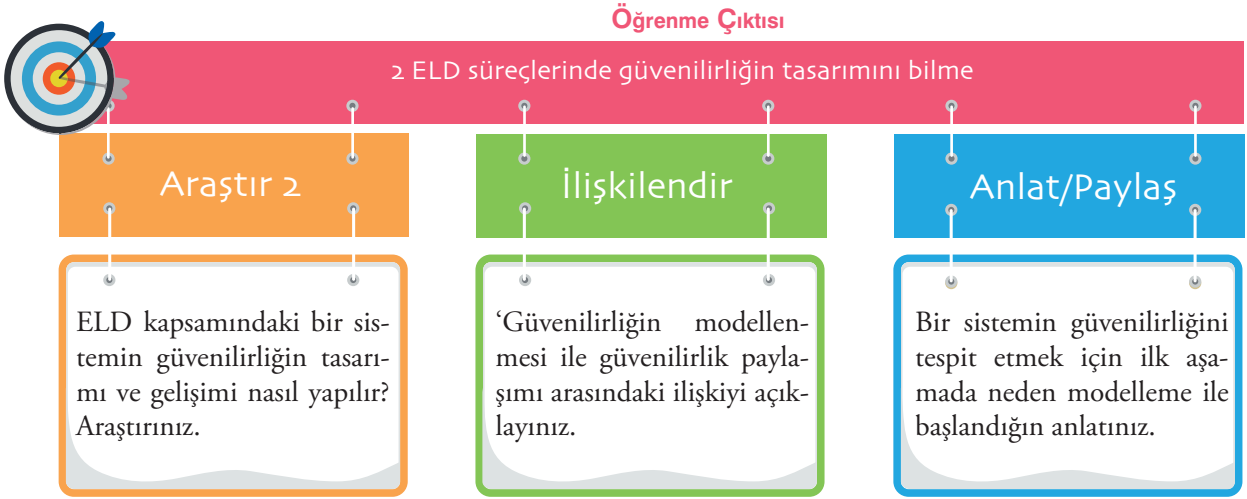
ELD kapsamındaki bir sistemin güvenilirliğin tasarımı ve gelişimi birbirine benzemeyen ama birbirini bütünlükten dokuz farklı analizlerle yapılır. İlk dördü hemen her projede kullanılsa da diğerleri genellikle spesifik projelerde kullanılır.

1. *Güvenilirliğin Modellenmesi*; Daha önce bahsedildiği gibi güvenilirlik sayılarıyla ifade edilen bir istatistik değeridir. Bu nedenle bir sistemin güvenilirliğini tespit etmek için ilk aşamada modelleme ile başlanır. Modellemenin temel amacı, arıza oranını ve sistemin başarılı çalışma oranını öngörmektir.
2. *Güvenilirlik Paylaşımı*; Sistemin güvenilirlik seviyesinin birinci aşamada ifade edilen modelleme ile belirlenir. Sistemi oluşturan parçaların güvenlik seviyelerinin her birisi bütünü etkilemek adına önem taşır. Bu etki *örnek çözümler*'de gösterilmiştir. Bu maksatla ilk aşamada modellemeye esas olacak şekilde sistem mümkün olacak en küçük bileşenlerine ayrılır. Bu güvenlik dağılımının tespitine yönelik bir örnek **Şekil 3.2**'de gösterilmiştir. Şekilde MTBF'si 5000 saat olarak belirlenmiş bir sistemin güvenilirlik dağılımı gösterilmiştir.



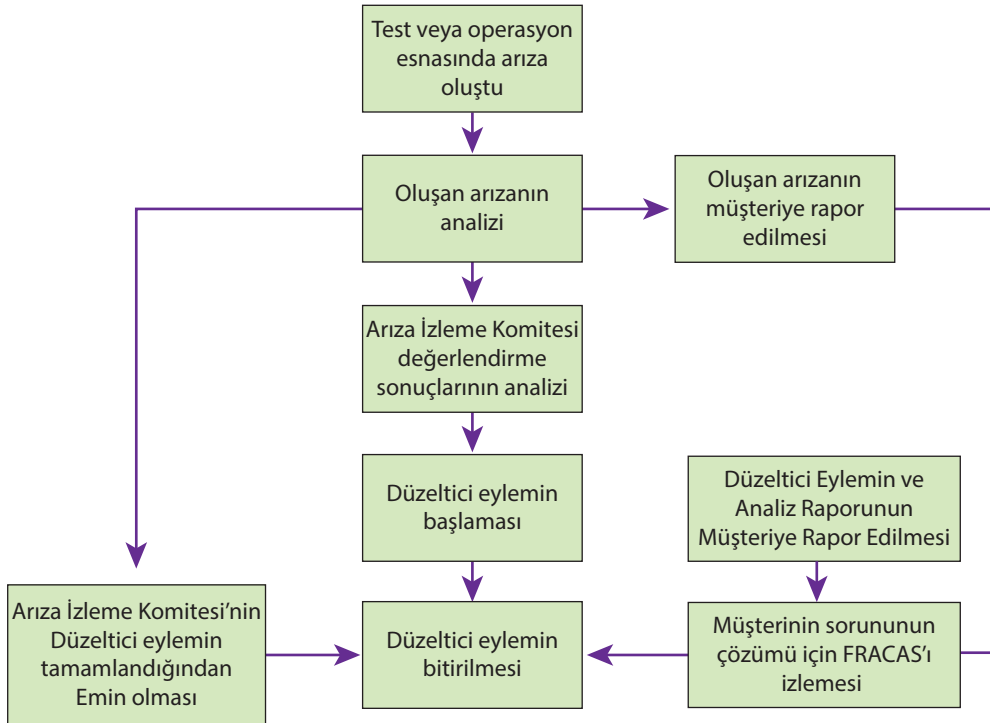
Şekil 3.2 Güvenilirlik Paylaşımı

3. *Güvenilirliğin Öngörüsü*; Sistemin güvenilirliğinin öngörüsü için kullanılacak metotlar sistemin tasarımına ve çalıştığı koşullara göre değişir. Genellikle iki farklı usul kullanılır. Bunlardan ilki *parça sayısı güvenilirlik öngörüsü*, diğeri ise *parça stres analizi öngörüsü* dür. İlki daha önce bahsedilen şekilde yapılırken ikincisi daha detaylı veriler ve analizler üzerine yapılır.
4. *Arıza Modlarının Etkileri ve Kritik Analizi*; Sistemin güvenilirliğinde arıza modlarının sistemin çalışmasındaki fonksiyonları ve bunların her birisinin analizi yapılır.
5. *Saklı Anahtar Analizi*; Daha çok elektronik sistemlerde kullanılır. Çok karmaşık elektronik devrelerin güvenlik analizine özel tasarlanan bir analiz biçimidir.
6. *Tolerans Analizi*; İklim koşullarına bağlı olarak ısı ortalamalarının değişmesi ve yüksekliğe bağlı olarak basıncın değişmesi sistemlerin hassas parçalarında toleransları analiz edilir.
7. *Parça Kontrol Programı*; Sistemin güvenilirliğinin sağlanması için sistem oluşturan parçaların belli kalitede olmasını sağlamak için alınan tedbirler bütünüdür.
8. *Güvenilir Kritik Parça Analizi*; Güvenilir kritik parça analizinin, parça kontrol programından farkı sistemin fonksiyonlarını yerine getirmesinde kritik önemi olan parçalar için yapılır.
9. *Lojistiğin (test etme, depolama, paketlenme, elleçleme, ulaştırma, bakım) Etkileri* Sistemin güvenilirliğinin sağlanması kapsamında lojistik desteğin kesintisiz olması için depolama, paketlenme, elleçleme, ulaştırma ve bakım gibi ihtiyaçların sorunsuz karşılanması için yapılan analizlerdir.



## ARIZA RAPORLAMA, ANALİZ VE DÜZELTME EYLEM SİSTEMİ

ELD kapsamındaki bir sistemin çalışması esnasına gelen veriler ile üretici testlerinden gelen verilerin analiz edilmesi önemlidir. Bunun için FRACAS (FRACAS, Arıza Raporlama, Analiz ve Düzeltme Eylem Sistemi kavramının İngilizcesi olan *Failure Reporting, Analysis and Corrective Action System* terimlerin baş harflerinden oluşan bir kısaltmasıdır. Literatürde İngilizce karşılığının kısaltması kullanıldığından bu çalışmada İngilizce kısaltmasının kullanılması tercih edilmiştir.) adı verilen bir metot uygulanır. Bu metodun akış şeması **Şekil 3.3**'te gösterilmiştir. Süreç sistemin üretilmesi ile başlar ömür devri boyunca tekrarlanarak devam eder. Sistemin desteklenmesi sürecinde destek imkânlarının yönetilmesine kayda değer katkı sağlar.



Şekil 3.3 FRACAS Akış Şeması

## Öğrenme Çıktısı

3 ELD süreçlerinde arıza ve arıza oranının yerini ve önemini bilme

## Araştır 3

ELD süreçlerinde arıza aralarındaki ortalama zamanın önemi nedir, nasıl belirlenir? Araştırınız.

## İlişkilendir

'Arıza oranı ile MTBF arasındaki matematiksel ilişkiyi açıklayınız.

## Anlat/Paylaş

Sistemin hiçbir arıza ile karşılaşmadan kendisinden beklenen görevini yerine getirmesinin önemini anlatınız.

## GÜVENİLİRLİKTE BAKIM

Daha önce bir sistemin başarısının, bir başka ifade ile kendisinden beklenenleri yerine getirmesinin performans, destek ve maliyet olmak üzere üç temel kritere bağlı olduğundan bahsedilmişti. Diğerlerinden farklı olarak desteklenebilirlik daha çok sistem kullanıma girdikten sonra ön plana çıkar. Ancak sisteme entegre olma süreci daha tasarım aşamasında başlar. Desteklenebilir bir yapı kurmak için süreçteki tüm oyuncuların katkıda bulunması gerekir. Ayrıca söz konusu yapının güvenilir, bakım yapılabilir ve test yapılabilir olmasına dikkat edilir. Desteklenebilirlik en genel anlamı ile önceden tanımlanmış bir ortamda bir sistemin görevini yapabilme kabiliyetini sürdürmek ve ihtiyaçlarını karşılamak için yapılması gerekenlerin ölçümlenmiş rakamsal ifadesidir.



## dikkat

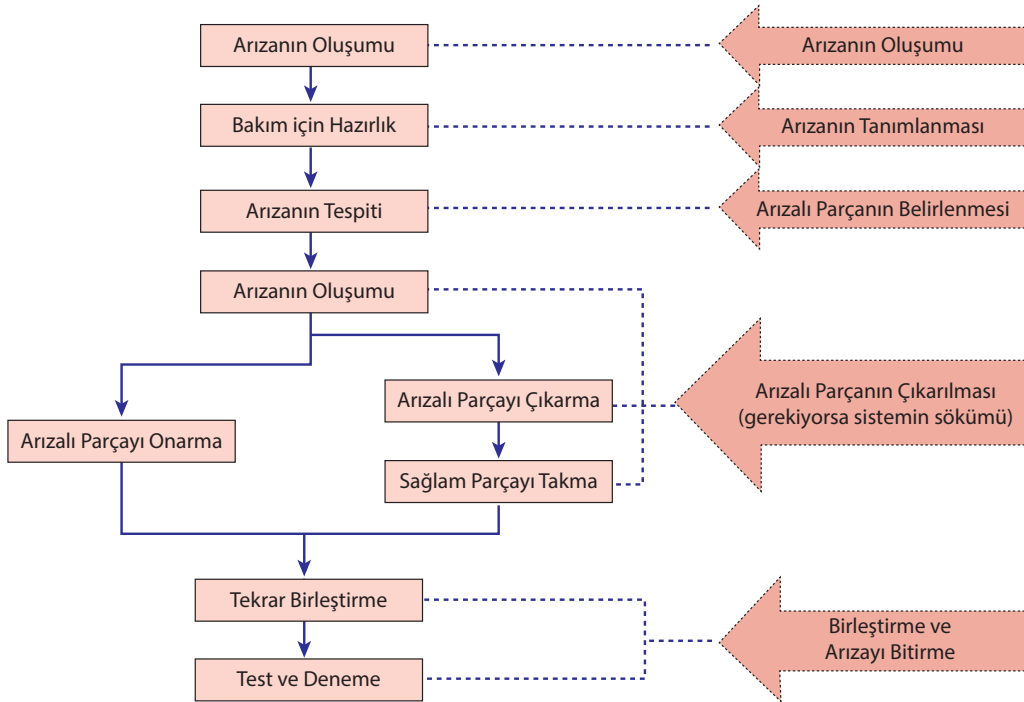
Ölçümlemek için sayısal değerlerle ifade edebilmek gerekmektedir. Gerçek anlamda geri bildiri alabilmek için ise bu değerlerin sistemin kullanıma girmesi beklenir. Bir sistemin desteklenebilmesi için olması gereken kriterler aşağıda sıralanmıştır;

- Kolay bakım yapılır olmak;
- Maliyet etkin bakım yapılır olmak,
- Bakımın emniyetli olması,
- İnsan gücüne minimum ihtiyaç duymak
- Var olan personeli optimum kullanmak,
- Minimum teste ve test ekipmanına ihtiyaç duymak,
- Var olan ekipmanı destek malzemesine maksimum seviyede kullanmak,
- Yeni ve ilave kaynaklara minimum ihtiyaç duymak,
- Mevcut tesisleri maksimum seviyede kullanmak,
- Var olan yedek parçaları maksimum seviyede kullanmak,
- Kolay biçimde yer değiştirebilmek veya taşınabilmek için hazır olmak,
- Standart taşıma araçları ile taşınabilmek,
- Var olan destek sistemlerine uygun olmak.



Bu kriterlerin geçerliliği ile ilgili sorun yoktur. Sorun bu kriterlerin gerçek hayattaki karşılıklarının sayısal ifade edilebilecek şekilde ölçümlenebilmesidir. Bir sistemin güvenilir niteliğe sahip olmasında bakımın önemi çok fazladır. Bakım bu kitapta ayrı bir başlık altında verilmiştir. Bu başlık altında, güvenilir bir sistem oluşturmak adına güvenilirliğin bir bileşeni olan bakım kavramına kısaca değinilmiştir.

Güvenilir bir sistemin bakımının da kolay bir şekilde yapılması beklenir. Bakım yapılmasının kolaylığından anlaşılan, mümkün olan en kısa zamanda basit tekniklerle ekonomik biçimde bakım yapılabilir. 'En kısa zamanda' ifadesi bakımın en kısa zamanda yapılmasını bir başka ifade ile hız faktörünün öne çıkmasını gerektirir. Şekil 3.4'te verilen bakım algoritması bakımın akışının ana hatlarını göstermektedir. Bir sistemin kolay yapılır bir bakım sistemine sahip olabilmesi için şekilde verilen algoritmanın sorunsuz çalışmasını sağlamak gerekir.



Şekil 3.4 Bakım Algoritması

Şekil 3.4'te verilen bakım algoritmasında basitçe gösterilen adımlar aslında gerçek hayatta oldukça karmaşıktır. İlk aşama olan arızanın tespit edilmesi bile başlıca bir problem sahasıdır. Bu aşamada en sık karşılaşılan sorunlar, geç kalınması veya yanlış tespitlerde bulunulmasıdır. Benzer şekilde arızalı parçanın tespit edilmesi, sistemden sökülüp çıkarılması karmaşık sistemler söz konusu olduğunda sanıldığından daha güçtür.

Bir sistemin hem bakımının yapılırken hem de bakım yapıldıktan sonra güvenli olması gerekir. Burada bakımın güvenli olması, bakımı yapan bakımcı teknik personelin ve bakım sonrasında sistemin kullanıcılarına zarar vermemesinin sağlanması anlamında kullanılmaktadır. Tasarım aşamasında sistemin çevreye ve sağlığa zarar vermeyen güvenli malzemelerden oluşmasına dikkate edilir. Zorunlu olmadıkça radyoaktif, zehirleyici, kostik gibi özellikler taşıyan malzemelerin kullanılmasından kaçınılır. Bir sistem tasarlanırken sistemin bakımının minimum seviyede insan ile yapılmasına özen gösterilir. Bu amaca ulaşılabilmesi için beş kriter esas alınır;

- Her bir bakım faaliyeti ne kadar sıklıkla tekrarlanacaktır?
- Her bir bakım faaliyetinin icrası ne kadar zaman alacaktır?

- Her bir bakım faaliyetinin icrası için ne kadar bakımçı personele ihtiyaç vardır?
- Aynı bakım tesisinde kaç bakım faaliyeti icra edilecektir?
- Her bir bakım faaliyetinin frekansı nedir, bir başka ifade ile tekrarlanma sayısı kaçtır?

Bakım iş gücünün hesaplanması ve işçilik saati hesaplaması bakım tasarımında önemli yer tutar. Bu hesaplamaların nasıl yapılacağı **Örnek 3.3**'te gösterilmiştir.



dikkat

İlk aşama olan arızanın tespit edilmesi bile başlıca bir problem sahasıdır. Basit bir arızanın tespit edilmesi bile çoğunlukla kolay değildir. Bu aşamada geç kalınması veya yanlış tespitlerde bulunulması çözümlenmesi gereken ve en sık karşılaşılan sorunlardandır. Bunun daha anlaşılır olması için günlük hayatta karşılaşılabileceğimiz bir motor arızası örnek olarak seçilmiştir.



Bir otomobilin motorundaki pistonlarının yatağında sıkışarak çalışmaz durma gelmesinden önce, (bu arızanın oluşmasını engellenmek üzere) birçok önlem alınmıştır. Genelde bu tip bir arıza motor yağının (zamanında değişmemesi nedeniyle) niteliğini yitirmesinden veya olması gerektiğinden daha fazla eksilmesinden kaynaklanır. Bu tip bir arızanın engellenmesi için sürücünün önünde aracın motor yağının değişmesi gerektiğini veya eksildiğini gösteren ikaz lambaları yanar. Bu lambalar vasıtası ile yapılan ikaz yeterli olmaması durumunda, motor yağının işlevini yerine getirmemesi nedeniyle, motorun ısınmasına bağlı olarak motoru soğutması beklenen radyatörün içinde bulunan soğutma suyu aşırı ısınır ve kaynamaya, ardından eksilmeye başlar.

Dikkatsiz bir sürücünün bile motordan çıkan beyaz renkli su buharını görmesi beklenir. Sürücünün motoru durdurmadan yoluna devam etmesi durumunda motor yağının işlevini yerine getirmemesi ve soğutma suyunun kalmaması nedeniyle motorun ısınmasına bağlı olarak silindir kapak contası da yanar. Silindir kapak contasının yanması ile birlikte, motor aşırı ısınır ve pistonların çevresindeki segmanlar motor yatağına sıkışır.

Sistemin tasarımında insan gücünü minimize ederken yenilenen sistemde eski sistemin bakımını yapan bakım personelinin kullanım verimini de en üst düzeye çıkarmaya gayret edilir. Bunu sağlamak için mevcut personelin becerisinin ve tecrübelerinin neler olduğunun ve bunların yeni sisteme nasıl entegre edileceğinin çok iyi bilinmesi gerekir.

**örnek 3.3**

Bakım İş Gücünün ve Bakım İçin Gereken Zamanının Hesaplanması  
Örnek Çözümde Kullanılan Kısaltmalar

MBTF Arıza aralarındaki ortalama zaman,  
MTTR Arızanın giderilmesi için gereken zaman (*mean time to repair*)  
MLH İşçilik Saati Ortalaması (*mean labour hours*),  
MA Bakım Eylemi (*maintenance action*),  
OH Operasyon Saati (*operation hour*),

$$\text{Tahmin Edilen Arıza Sayısı} = \frac{\text{Desteklenen Sistem Sayısı} \times \text{Kullanma Oranı}}{\text{MBTF}}$$

Bir bakım tesisinden desteklenen sistem sayısının kullanma oranı ile çarpımının MBTF'ye bölümü ile arıza sayısı ile ilgili bir öngörü yapılabilir. Arıza sayısının, MTTR ve görev için gerekli personel sayısı ile çarpımını bize gereken iş saati sayısını verir. Daha basit bir şekilde;

$$\text{Bakım İş Saati Sayısı} = \text{Arıza sayısı} \times \text{MTTR} \times \text{Görev İçin Gerekli Personel Sayısı}$$

olarak formüle edilir. Daha anlaşılır olabilmesi için konu bir örnek ile açıklanabilir. Bir bakım yerinde 85 sistemin bakımının yapıldığını ve bu sistemin yılda 2750 saat kullanıldığını kabul edelim. MTBF sayısı 250 saat MTTR ise 2,25 saattir. Her bir bakım için ihtiyaç duyulan bakım personel sayısı 1,5'dir. Bu kabullerden hareket ile;

$$\text{Tahmin Edilen Arıza Sayısı} = \frac{85 \times 2750}{250}$$

ise tahmin edilen arıza sayısı 935 olarak bulunur. Bu değeri formülde yerine koyarak bakım iş saati sayısı bulunur;

$$\begin{aligned} \text{Bakım İş Saati Sayısı} &= 935 \times 2,25 \times 1,5 \\ \text{Bakım İş Saati Sayısı} &= 3155,6 \text{ olarak bulunur.} \end{aligned}$$

Bir başka ifade ile sistemin tümünün bakımı için gerekli olan işçilik saat sayısının 3156 saat olduğu bulunmuş olur. Bir sonraki aşamada *her bir bakım eylemi için gereken zaman* bulunabilir.

MLH / MA = MTTR x Her Bir Bakım Eylemi İçin Gereken Ortalama İnsan Sayısı ise ve değerler formülde yerine konulursa;

MLH / MA = 2,25 x 1,25 ise MLH / MA = 2,825 olarak bulunur.



**dikkat**

Anlaşılır ve ölçülebilir gerçekleri, sayısallaştırarak veya başka biçimler hâline getirerek kullanıcıya desteklenebilir bir sistem oluşturmada fayda sağlayabilecek bazı hususlar aşağıda sıralanmıştır. Tasarım aşamasında bu kriterlere öncelik verilmesi gerektiğine dikkat ediniz. Sistemin niteliğine göre bu kriterlere yenileri eklenebileceği gibi bazıları gereksiz olabilecektir.

- Arızayı yüzde 100 doğrulukla tespit etme,
- Hatasız sorun tespit prosedürü,
- Tek bir arızalı parçanın yüzde 100 doğrulukla tespit edilmesi,
- FMECA arıza modlarının yüzde 100'ünün test ekipmanları ile tespit edilmesi,
- Her arızanın tespitinden sonra yedek parça bulunması,
- Herhangi bir parçanın değişmesi için diğer parçaların sökülmemesi,
- Modüler dizayn,
- Tüm değişebilenlerin uygun biçimde sisteme bağlanması,
- İrtibatların renk kodları ile belirlenmesi,
- Bakımda güvenliğin sağlanması,
- Söküm takım işlem süreçlerinde sorun yaşanmaması,
- Tespit testleri kullanarak arıza doğrulaması,
- Sistem tasarımında tehlikeli maddelerin kullanılmaması,
- Var olan insan sayısının artırılmaması,



- MLH/MA'nın artırılmaması,
- MLH/MO'nun artırılmaması,
- Sadece var olan alet ve avadanlığı kullanmak,
- Sadece var olan tesisleri kullanmak,
- Kabul edilmiş standartlara uygun parçaları kullanmak,
- Taşıma için hazırlık süresini azaltmak,
- Mevcut taşıma imkânlarını kullanmak.

### Öğrenme Çıktısı

4 ELD süreçlerinde güvenilirlik kapsamında bakımın yerini kavrayabilme



#### Araştır 4

Bir sistemin desteklenebilmesi için olması gereken kriterler nelerdir? Araştırınız.

#### İlişkilendir

ELD süreçlerinde bakım ile maliyetin arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

#### Anlat/Paylaş

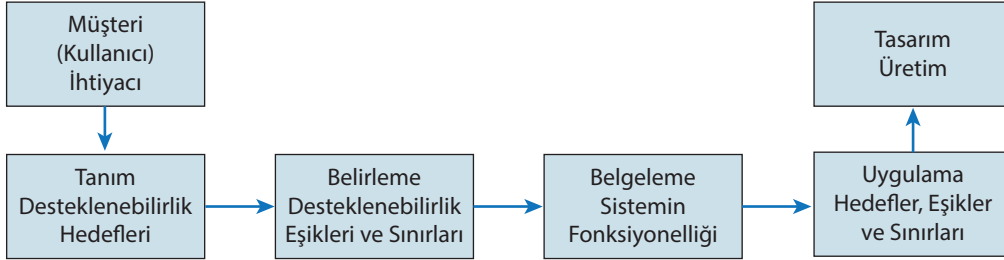
ELD süreçlerinde güvenilirlik kapsamında bakımın yerini anlatınız.

## DESTEKLENEBİLİRLİK

Sistemin desteklenebilir olması onun tümünün veya bir bileşenin veya tek bir parçasının önceden tanımlanmış bir ortamda, belirlenmiş bir kullanıcı profili ile görevini yerine getirme kabiliyetini sürdürülebilirliği sağlayacak şekilde desteklenmesinin ölçümlenebilmesidir. Sistemin desteklenebilir olması sonuç itibari ile son tasarım çözümünde kullanılacak şekilde hedefler, eşikler ve kısıtlar olarak üç ana sınıfta toplanır. Desteklenebilirliğin başarısı aşağıda sıralananların analizi ve hayata geçirilmesi ile mümkündür;

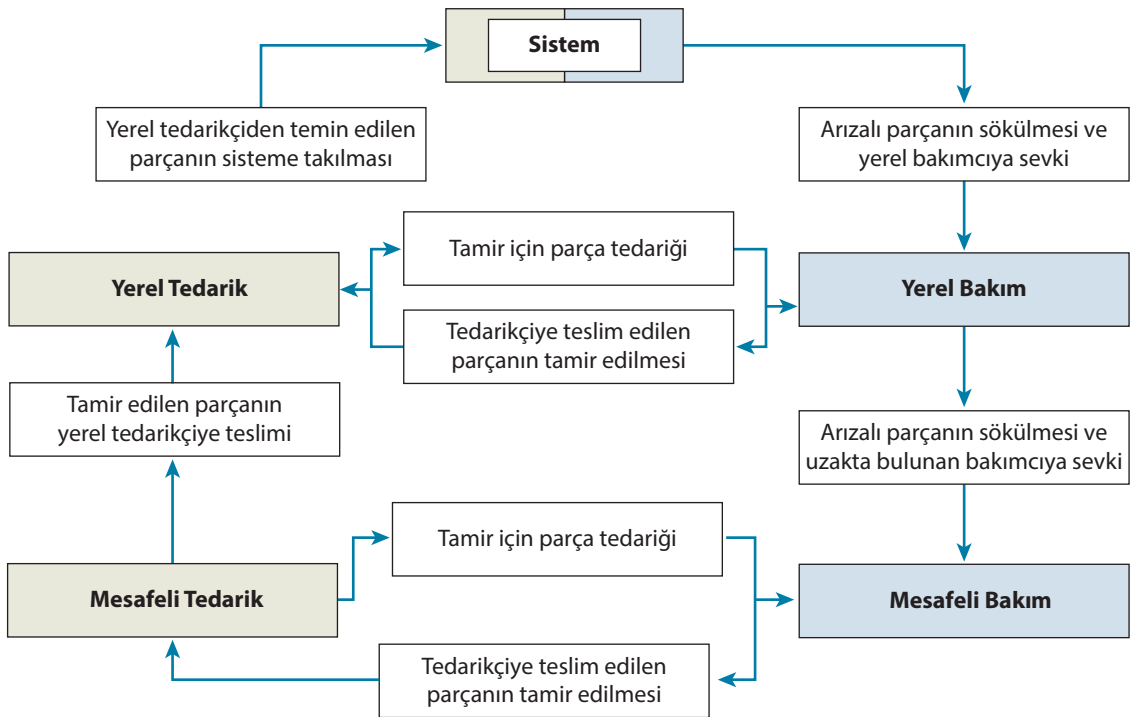
- Destek ihtiyaçlarının tanımlanması,
- Destek tasarım özelliklerinin formüle edilmesi,
- Desteklenebilirlik hedeflerinin, eşiklerinin ve kısıtların belirlenmesi,
- Tasarım karakteristiklerinin uygulanmasına yardımcı olmak,
- Destek kaynak ihtiyaçlarının tanımlanması,
- Destek kaynak miktarının tanımlanması.

Aslında desteklenebilirliğin tespiti için sistemin ömür devri boyunca birbiri ile ilgisi olmayan birçok analiz metodu kullanılır. Hangisi olduğu fark etmeksizin hepsinin ortak amacı sistemin ihtiyaçlarının karşılanabilirliğini ve maliyetini optimize etmektir. **Şekil 3.5**'te basitçe gösterilen destek süreci üzerinde bunu gerçekleştirmek yapılması gerekenler görülmektedir. Şekilde ilk kutuda müşterinin talebi tasarım sürecinin ilk girdisini oluşturur. Bu aşama bir analiz süreci değil bilgi, öngörü ve beklenti toplama sürecidir. Desteklenebilirlik süreçleri şekilde içinde tanım yazan sol alttaki kutudan sonra sürece dahil olur.



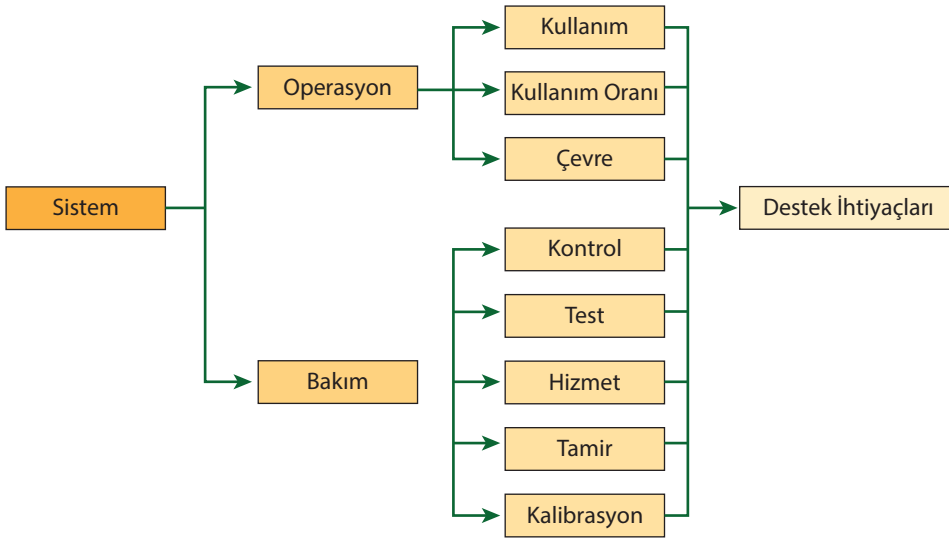
Şekil 3.5 Fonksiyonel Destek Analizi

Fonksiyonel destek analizinin basitleştirildiği **Şekil 3.5**'ten biraz daha detaylı olarak hemen bütün sistemlere uygulanabilecek destek faaliyetlerinin bakım özelinde temel felsefesini **Şekil 3.6**, göstermektedir.



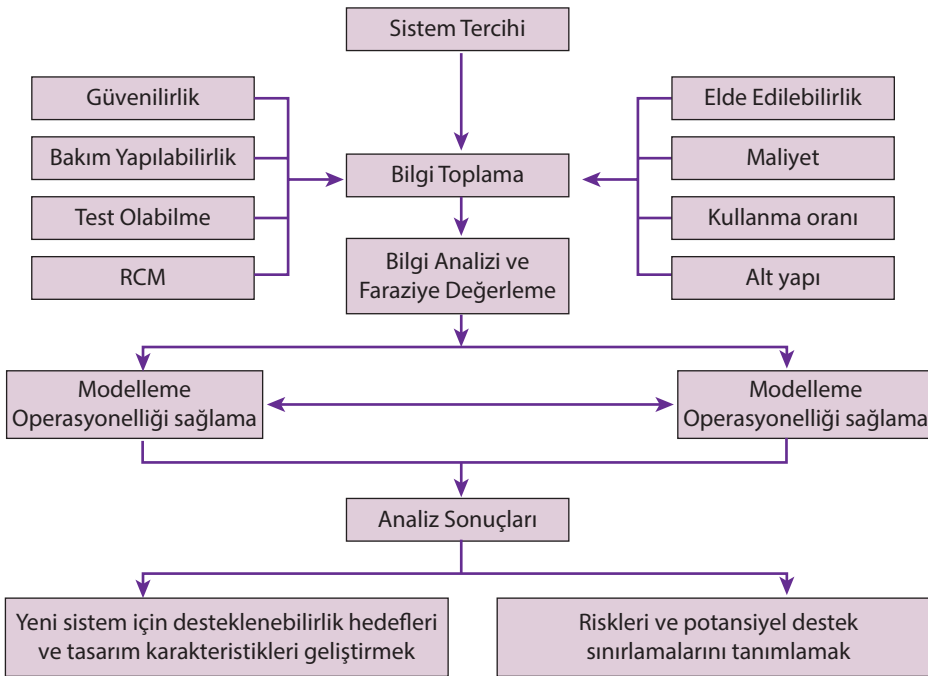
Şekil 3.6 Bakım Destek Felsefesi

Bir başka ifade ile **Şekil 3.6**'da bir sistemin bir parçasının arızalanması üzerine bakımının yapılırken izlenen yol genel hatları ile verilmiştir. Şeklin sağ tarafı bakım sürecini sol tarafı ise burada gösterilen bakım sürecinin nasıl desteklendiğini göstermektedir. Şekildeki *yerel* ve *mesafeli* kavramları yapılan faaliyetin sisteme olan mesafesini belirtmek için kullanılmıştır.



Şekil 3.7 Destek Fonksiyonu Tanımı

Bir sistemin desteklenebilir olmasının mantığı Şekil 3.7’de basitleştirilerek aktarılmıştır. Şekilde bir sistemin desteklenebilirliğinin algoritması görülmektedir. Burada Şekil 3.5 ve Şekil 3.6’daki süreçlerin Şekil 3.7’deki süreçlere dahil edildiğini gözden kaçırmamak gerekir. Şimdiye kadar anlatılanların ELD süreçlerinde sisteme nasıl etki ettiğini anlamak için daha bütünsel bir bakış açısına ihtiyaç vardır.



Şekil 3.8 Sistemin Tasarımında Desteklenebilir Yapısına Bütünsel Yaklaşım

Burada Şekil 3.8’de gösterilen süreçlerin daha önce bahsedilen tüm süreçleri kapsadığını gözden kaçırmamak gerekir. Şimdiye kadar anlatılanların ELD süreçlerinde sisteme nasıl etki ettiğini anlamak için daha bütünsel bir bakış açısına ihtiyaç vardır. Teorik olarak anlatılanları daha anlaşılır kılmak ve konuyu somutlaştırmak adına bir örnek kullanılabilir. Tasarlanan bir sistemin MTBF’sinin 1500 saat olduğunu



kabul edelim, bir başka ifade ile sistemin yaptığı iki arıza arasındaki zamanca mesafe 1500 saat olsun. Sistem kullanılmaya başlandıktan sonra MTBF'sinin 950 saat olarak gerçekleşmeye başlarsa, yani sistem (1500-950=) 650 saat daha çabuk arıza yapmışsa bir sorun var demektir. Tüm sürecin gözden geçirilmesi gerekir. Tam tersi durumda yani MTBF'nin artması bir başka deyiş ile sistemin tasarım aşamasında öngörülenden daha uzun süre arıza yapmadan çalışması durumunda da süreçte hata var demektir. Her iki durumda da süreçlerde yapılan hatalardan kaynaklanan yanlış çıktılar sorunlara neden olur. İlkinde daha erken oluşan arıza müşteriye öngörülmemiş zaman ve maddi maliyeti yaratacaktır. Diğerinde ise sistem gereksiz yere daha yüksek maliyetli olacak şekilde tasarlanmış demektir. Konu sadece sistemin MTBF'si ile sınırlı düşünülmemelidir. İşçilik saatleri, arıza giderme süreleri, parça maliyetleri birim arıza giderme maliyeti gibi birçok kriterde de aynı durum söz konusu olabilir. Bunların neler olabileceği ile ilgili bazı örnekler **Tablo 3.1**'de görülebilir.

**Tablo 3.1** Sistemde Tasarlanan ile Gerçekleşenlerin Mukayese Kriterleri

Sistem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desteklenen sistem sayısı</li> <li>• Faaliyet alan sayısı</li> <li>• Bakım ve destek yeri sayısı</li> </ul>	Güvenilirlik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MTBF</li> <li>• MTBF/MA</li> </ul>
Sistem Kullanımı	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Görev süresi</li> <li>• İcra süresi</li> </ul>		
Maliyet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemin birim maliyeti</li> <li>• Onarım başına yedek parça ortalama maliyeti</li> <li>• STE maliyeti</li> <li>• Personel başına onarım maliyeti</li> </ul>		
Bakım yapılabilir olmak	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MTTR- İlk seviye</li> <li>• MTTR- İkinci seviye</li> </ul>		
Desteklenebilir olmak	<ul style="list-style-type: none"> <li>• İdari ve lojistik gecikme</li> <li>• Yedek parça güvenilirlik seviyesi,</li> <li>• Bakım yeterlilik seviyesi.</li> </ul>	Test edilebilir olmak	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otomatik arıza tespiti ve izolasyon yüzdesi,</li> <li>• Manuel arıza tespiti ve izolasyon yüzdesi,</li> <li>• Otomatik test ekipmanı ihtiyaçları.</li> </ul>

**Tablo 3.1**'de detaylandırılan bazı kriterler mevcut sistemin yerine geçecek yeni sistemin tasarımındaki desteklenebilir yapısında doğrudan etkili olurlar. Her ne kadar tabloda idari ve lojistik gecikme, yedek parça güvenilirlik seviyesi, bakım yeterlilik seviyesi *desteklenebilir olmak* başlığı altında verilmiş olsa da diğerlerinin de desteklenebilir ile ilgili olduğuna dikkat ediniz. *Maliyet* başlığı altında verilmiş olan sistemin birim maliyeti, onarım başına yedek parça ortalama maliyeti, personel başına onarım maliyeti gibi farklı maliyetlerin optimize edilmesi geliştirilecek sistemin desteğinin sağlanmasını kolaylaştıracağına dikkat ediniz.

Desteklenebilirliğin önemli bileşenlerinden birisi standardizasyondur. Standardizasyon gerek kullanılan sistemde gerekse geliştirilen yeni sistemde kullanılan tüm ekipmanların belli normlar içinde olmasını ifade eder. Bir sistemin tasarımında standardizasyonun sağlanmasının birçok kayda değer faydası bulunur. Her şeyden önce destek için kullanılanların çeşidini azaltarak destek için gereken alt yapının birçok anlamda küçülmesini sağlar.

Bir sistemin tasarımında hangi konularda standartlaşma sürecine girileceği **Tablo 3.2**'de gösterilmiştir. Bu norm kriterlerinin her birinin zorunluluk değil yol gösterici olacağına dikkat ediniz.

Tablo 3.2 Standardizasyon Alanları

Donanım (Hardware)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistem bileşenleri</li> <li>• Malzemeler</li> <li>• Uygunluk</li> <li>• Erişim</li> <li>• Sağ/sol değişimi</li> </ul>	
Yazılım (Software)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kullanılan lisan</li> <li>• Modüller</li> <li>• Anlaşmalar</li> <li>• Kodlama</li> </ul>	
Kaynaklar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yedek parçalar</li> <li>• Alet-avadanlık</li> <li>• Destek ekipmanı</li> <li>• Test ekipmanı</li> <li>• Tesisler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Doküman</li> <li>• Personel</li> <li>• Eğitim</li> <li>• Paketleme</li> <li>• Ulaştırma.</li> </ul>

Donanım standardizasyonunda, sistem bileşenleri, malzemeler, uygunluk, erişim ve sağ/sol değişimi gibi alanlarda kullanılanlarda benzeştirme yapılır. Sistem bileşenlerinin standardizasyonu kapsamında birden fazla üründen oluşan transmisyonlar, yakıt pompaları, iklimlendirme araçları (araç kaloriferi, klima, vb.) şalterler, göstergeler gibi malzemeler sistemin başka yerlerinde birden fazla kullanıldığında aynı olacak şekilde tasarlanır. Böylece maliyet, ölçek ekonomisi sayesinde maliyet düşürülür. Benzer ürünlerde bakım süreleri de kısalmış, kontroller kolaylaşır. Donanım standardizasyonuna benzer şekilde yazılım standardizasyonu da ömür devri boyunca sistemin desteklenebilir olmasında çok sayıda kolaylık sağlar. Sistemin mümkün olan her yerinde sistemin ömür devri boyunca aynı yazılım ile desteklenmesi sağlanır. Karmaşık sistemleri desteklemek için kullanılan yazılımların maliyeti oldukça yüksek olduğundan yazılım standardizasyonu ömür devri boyunca kayda değer boyutta maliyet tasarrufu sağlar. Kaynak standardizasyonun özellikle bakım ve onarımda kullanılan yedek parçalarda nasıl

yapıldığı ve önemi gibi detaylara, bir sonraki bölümde (*Bölüm 4- Yedek Parça Tedariği ve Yönetimi*) değinilmiştir. Standardizasyonun sağlanması için parça numarası, stok numarası, kodlandırma gibi teknikler kullanılmaktadır. Tüm gayretlere rağmen sistemin sürdürülebilirliğinin sağlanması için standart dışı malzeme kullanımı da gerekebilir. Bu tür malzemelerin bir defa kullanılmasının ardından ömür devri boyunca tekrar kullanılması gerektiğinde tekrar temin edilmesi bu teminin öncelikle aynı normda olmasının sağlanması gerekir. Sistemin bakımında veya desteğinde kullanılacak alet-avadanlık, destek ve test ekipmanının standart olması süreçleri kısaltır, maliyeti düşürür. Tesislerde personel standardizasyonun sağlanması da pek çok kolaylık sağlar. Sistemin bakımı veya başka maksatlı desteklemek için kullanılan tesislerin kapı genişlikleri, yükseklikleri, ısıtma ve soğutma sistemleri, çatı yapısı gibi özellikleri sistemin sürdürülebilirliğinde önemli yer tutar. Benzer şekilde sistemin desteği için kullanılan malzemelerin sistemin lojistik desteğin paketleme, ulaştırma gibi eylemlerinde maliyetleri düşürür.



## Yaşamla İlişkilendir

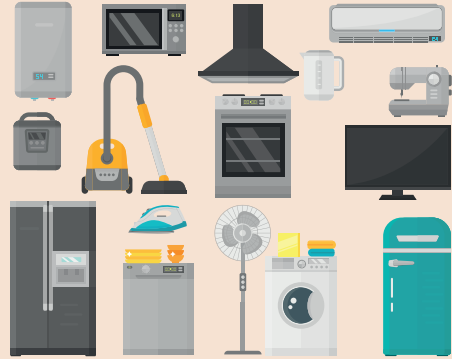


Diğer otomobillerin aksine kaplumbağa olarak bilinen Volkswagen araçların baskı balatalarının değişimi için arabanın motorunun indirilmesi gerekmektedir. Burada bir tasarım hatası vardır. Çünkü motorun ömür devri baskının ömür devrinden kısadır. Siz de günlük hayatta kullandığınız buna benzer hatalı tasarımları bulunuz. Bunların kullandığınız sistemin ömür devri süresine ve size kullanım maliyetinize olumsuz etkilerini tespit etmeye çalışınız.



## Araştırmalarla İlişkilendir

İşyerinizde, evinizde veya başka ortamlarda çok uzun süredir kullandığınız sistemlerin, araç ve gereçlerin ortak özelliklerini araştırınız. Bunların bu kadar uzun ömür devri ile sürdürülebilir bir yapıda olmalarının gerekçesini bulunuz.



## Öğrenme Çıktısı

5 ELD süreçlerinde bir sistemin desteklenebilir olmasının nasıl tasarlanacağını bilme

### Araştır 5

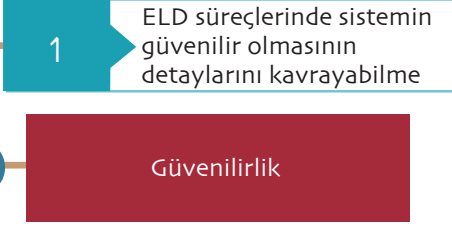
ELD süreçlerinde sistemlerin desteklenebilirliğin başarısı hangi kriterlerin hayata geçirilmesine bağlıdır. Araştırınız.

### İlişkilendir

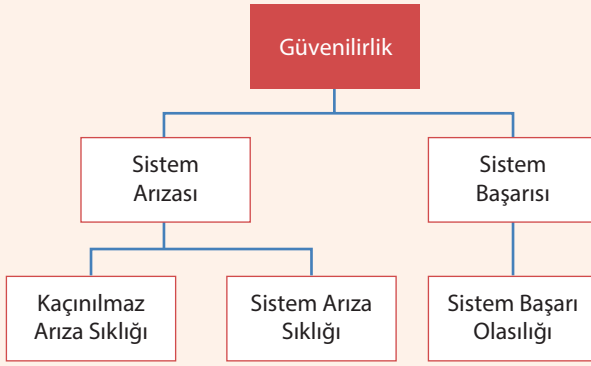
Desteklenebilirliğin sağlanması için sistemin ömür devri boyunca birbiri ile ilgili olmayan birçok analiz metodu kullanılır. Bunlar arasındaki ilişkiyi kısaca açıklayınız.

### Anlat/Paylaş

Sistemin desteklenebilir olmasının son tasarım çözümünde kullanılacak şekilde hedefler, eşikler ve kısıtlar olarak üç ana sınıfta toplanmasının nedenlerini anlatınız.

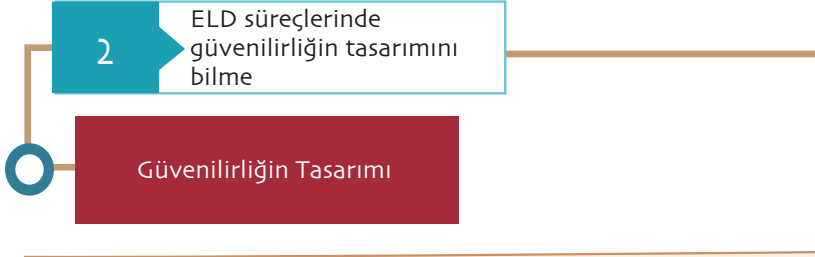


Güvenilirlik kavramı olarak sistemin bütünü ve onu oluşturan tüm bileşenlerin tasarlandığı şekilde çalışır hâlde olmasını ifade eder, Arıza sayısının azaltılması sistemin kullanılma zamanını artırır, arıza için ayrılacak kaynaklardan tasarruf sağlar. Bir malzemenin güvenilirliğini öngörebilmek için matematik veya istatistikten faydalanılır. Daha basit bir anlatımla güvenilirlik sistemi oluşturan bir malzemeye sistemin ömür devri boyunca ne derece güvenilebileceğini tespit edilir. Güvenliğin tespiti için sayısal değerlere ihtiyaç vardır. Bu değerler, matematik hesaplarla ve istatistik analizlerde kullanılabilir şekilde olmalıdır. Bu değerlerin tespiti ve sisteme entegre edilmesi için kullanıcının talepleri ile sistemin belirlenen sınırları içinde bir güvenilirlik sınırı belirlenir. Güvenilirlik en genel biçimiyle sistemi oluşturan bir parçanın veya malzemenin belirlenen koşullarda, belirlenen zaman aralıklarıyla, spesifik fonksiyonunu yerine getirme olasılığıdır. Konsept olarak, çok sayıda faktöre bağlıdır. Güvenilirlik seviyelerinin belirlenmesi, tasarım aşamasında sistemden beklenenlerin ortaya konulması ile mümkün olur. Aynı sistemde kullanılacak aynı parçanın sistem üzerinde kullanılacağı yer, ondan beklenen güvenilirlik seviyesini değiştirebilir. Birebir aynı olan iki parçanın bile güvenilirlik limitleri farklı belirlenebilecektir.



Daha önce ifade edildiği gibi bir sistemin güvenilirliği, kendisinden beklenen performans olasılığının rakamsal ifadesidir. Bu nedenle güvenilirlik tamamı ile istatistiksel verilere dayalı olarak tespit edilir. Bu veriler;

- *Benzer ekipmandan kullanım esnasında gelen veriler;* Sistemin kullanılan benzer bileşenlerinden alınan geri dönüş oldukça faydalıdır. Ancak kullanıcıların daha önce kullandıkları ekipmanın yeni tasarımına aşina olmaları gerekir. Yeni tasarlanan versiyonun eski tasarımdan daha farklı bir ortamda kullanılması da gelen verileri olumsuz etkiler.
- *Test ve deneme bilgilerinden yapılan çıkarımlar;* Sistem üzerinde yapılan düzenli testler ile denemeler kullanılan benzer bileşenlerinden alınan geri dönüşlerden daha faydalı veriler sağlar. Ancak laboratuvar ortamında sağlanan veriler, gerçek hayattaki verilerle uyumlayabilir. Yine de başka veri olmadığı durumlarda oldukça kullanışlıdır.
- *Asıl parçalardan alınan veriler;* Sistemi oluşturan parçaların her birisinin güvenilirliğine bağlı olarak oluşturan bir güvenlik seviyesidir.



ELD kapsamındaki bir sistemin güvenilirliğin tasarımı ve gelişimi dokuz birbirinden farklı ama birbirini bütünleyen analizlerle yapılır. İlk dördü hemen her projede kullanılsa da diğerleri spesifik projelerde kullanılır.

1. *Güvenilirliğin Modeldenmesi*; Güvenilirlik sayılarla ifade edilen bir istatistik değeridir. Bu nedenle bir sistemin güvenilirliğini tespit etmek için ilk aşamada modelleme ile başlanır. Modellemenin temel amacı, arıza oranını ve sistemin başarılı çalışma oranını öngörmektir.
2. *Güvenilirlik Paylaşımı*; Sistemin güvenilirlik seviyesinin birinci aşamada ifade edilen modelleme ile belirleyebilmek için sistemi oluşturan parçaların güvenlik seviyelerinin önem taşıdır. *Örnek çözümler*'de bileşenlerin sistemin tümüne etkisi görülmüştür. Bu aşamada modellemeye esas olacak şekilde sistem mümkün olacak en küçük bileşenlerine ayrılır. Bu güvenlik dağılımına ait bir örnek bölümde verilmiştir. Tekrar gözden geçiriniz
3. *Güvenilirliğin Öngörüsü*; Sistemin güvenilirliğinin öngörüsü için kullanılacak metodlar sistemin tasarımına ve çalıştığı koşullara göre değişir. Genellikle iki farklı usul kullanılır. Bunlardan ilki *parça sayısı güvenilirlik öngörüsü*, diğeri ise *parça stres analizi öngörüsü* dür. İlki daha önce bahsedilen şekilde yapılırken ikincisi daha detaylı veriler ve analizler üzerine yapılır.
4. *Arıza Modlarının Etkileri ve Kritik Analizi*; Sistemin güvenilirliğinde arıza modlarının sistemin çalışmasındaki fonksiyonları ve bunların her birisinin analizi yapılır.
5. *Saklı Anahtar Analizi*; Daha çok elektronik sistemlerde kullanılır. Çok karmaşık elektronik devrelerin güvenlik analizine özel tasarlanan bir analiz biçimidir.
6. *Tolerans Analizi*; İklim koşullarına bağlı olarak ısı ortalamalarının değişmesi ve yüksekliğe bağlı olarak basıncın değişmesi sistemlerin hassas parçalarında toleransları analiz edilir.
7. *Parça Kontrol Programı*; Sistemin güvenilirliğinin sağlanması için sistem oluşturan parçaların belli kalitede olmasını sağlamak için alınan tedbirler bütünüdür.
8. *Güvenilir Kritik Parça Analizi*; Güvenilir kritik parça analizinin, parça kontrol programından farklı sistemin fonksiyonlarını yerine getirmesinde kritik önemi olan parçalar için yapılır.
9. *Lojistiğin (test etme, depolama, paketleme, elleçleme, ulaştırma, bakım) Etkileri* Sistemin güvenilirliğinin sağlanması kapsamında lojistik desteğin kesintisiz olması için depolama, paketleme, elleçleme, ulaştırma ve bakım gibi ihtiyaçların sorunsuz karşılanması için yapılan analizlerdir.

ELD kapsamındaki bir sistemin çalışması esnasına gelen veriler ile üretici testlerinden gelen verilerin analiz edilmesi önemlidir. Bunun için FRACAS adı verilen bir metod uygulanır. Bu metodun akış şeması için bölümü tekrar gözden geçiriniz

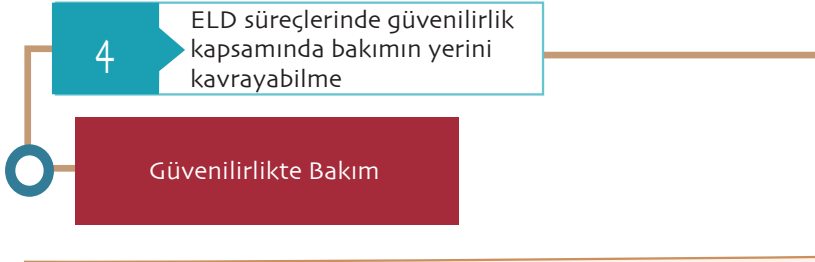
3

ELD süreçlerinde arıza ve arıza oranının yerini ve önemini bilme

Arıza Raporlama, Analiz ve Düzeltme Eylem Sistemi

Arıza oranı, sistemin, sistemi oluşturan bir bileşenin veya sistemin tek bir parçasının faal hâlde bulunduğu sürenin belli bir zaman diliminde yapacağı öngörülen arıza sayısını ifade eder. Sayısal bir değerdir. Bu sayının nasıl hesaplandığına bölümde bir kez daha gözden geçiriniz. Güvenilirliğin bir başka ifadesi, *arıza aralarındaki ortalama zaman* (MTBF)'dir. Arıza oranı ile MTBF arasındaki matematiksel ilişkiye dikkat ediniz. Güvenilirliğin ifadesinde arıza oranını hesaplarken aynı arıza oranına sahip bileşenlerin etkisini dikkate almak gerekir. Daha basit bir anlatımla, birden fazla aynı malzemenin arıza oranının hesaba katılması ile sistemin bütününe arıza oranının düşer. Sistemin güvenilirliğinin bir başka kriteri sistemin hiçbir arıza ile karşılaşmadan kendisinden beklenen görevini yerine getirmesidir. Bu durum görevin başarı ile icra edilmesi olarak ifade edilir. Görevin başarılı olma olasılığının nasıl tespit edilebileceği bölümde gösterilmiştir. Tekrar gözden geçiriniz. Görevin başarılı olma olasılığı yüzde 1.00'den yüzde 100.00'e kadar herhangi bir değer olabilir. Ancak gerçek hayatta kabul edilebilir değer genelde yüzde 95.00 ile yüzde 99.00 arasında olması beklenir.





Bir sistemin başarısının, bir başka ifade ile kendisinden beklenenleri yerine getirmesi performans, destek ve maliyet olmak üzere üç temel kritere bağlıdır. Diğerlerinden farklı olarak desteklenebilirlik daha çok sistem kullanıma girdikten sonra ön plana çıkar. Ancak sisteme entegre olma süreci daha tasarım aşamasında başlar. Desteklenebilir bir yapı kurmak için süreçteki tüm oyuncuların katkıda bulunması gerekir. Ayrıca söz konusu yapının güvenilir, bakım yapılabilir ve test yapılabilir olmasına dikkat edilir. Desteklenebilirlik en genel anlamı ile önceden tanımlanmış bir ortamda bir sistemin görevini yapabilme kabiliyetini sürdürmek ve ihtiyaçlarını karşılamak için yapılması gerekenlerin ölçümlenmiş rakamsal ifadesidir. Bu kriterlerin geçerliliği ile ilgili sorun yoktur. Sorun bu kriterlerin gerçek hayattaki karşılıklarının sayısal ifade edilebilecek şekilde ölçümlenebilmesidir. Bir sistemin güvenilir niteliğe sahip olmasında bakımın önemi çok fazladır. Bakım bu kitapta ayrı bir başlık altında verilmiştir. Bu başlık altında, güvenilir bir sistem oluşturmakta güvenilirliğin bir bileşeni olan bakım kavramına kısaca değinilmiştir. Güvenilir bir sistemin bakımının da kolay bir şekilde yapılması beklenir. Bakım yapılmasının kolaylığından anlaşılan, mümkün olan en kısa zamanda basit tekniklerle ekonomik biçimde bakım yapılabilmesidir. *'En kısa zamanda'* ifadesi bakımın en kısa zamanda yapılmasını bir başka ifade ile hız faktörünün öne çıkmasını gerektirir. Bir sistemin kolay yapılı bir bakım sistemine sahip olabilmesi için şekilde verilen algoritmanın sorunsuz çalışmasını sağlamak gerekir. Bakım algoritmasında basitçe bahsedilen adımlar aslında gerçek hayatta oldukça karmaşıktır. İlk aşama olan arızanın tespit edilmesi bile başlıca bir problem sahasıdır. Bu aşamada en sık karşılaşılan sorunlar, geç kalınması veya yanlış tespitlerde bulunulmasıdır. Benzer şekilde arızalı parçanın tespit edilmesi, sistemden sökülüp çıkarılması karmaşık sistemler söz konusu olduğunda sanıldığından daha güçtür. Bir sistemin hem bakımının yapılması hem de bakım yapıldıktan sonra güvenli olması gerekir. Burada bakımın güvenli olması, bakımı yapan bakımcı teknik personelin ve bakım sonrasında sistemin kullanıcılarına zarar vermemesinin sağlanması anlamında kullanılmaktadır. Tasarım aşamasında sistemin çevreye ve sağlığa zarar vermeyen güvenli malzemelerden oluşmasına dikkate edilir. Zorunlu olmadıkça radyoaktif, zehirleyici, kostik gibi özellikler taşıyan malzemelerin kullanılmasından kaçınılır. Bir sistem tasarlanırken sistemin bakımının minimum seviyede insan ile yapılmasına özen gösterilir. Bu amaca ulaşılabilmesi için beş kriter esas alınır;

- Her bir bakım faaliyeti ne kadar sıklıkla tekrarlanacaktır?
- Her bir bakım faaliyetinin icrası ne kadar zaman alacaktır?
- Her bir bakım faaliyetinin icrası için ne kadar bakımcı personele ihtiyaç vardır?
- Aynı bakım tesisinde kaç bakım faaliyeti icra edilecektir?
- Her bir bakım faaliyetinin frekansı nedir, bir başka ifade ile tekrarlanma sayısı kaçtır?

5

ELD süreçlerinde bir sistemin desteklenebilir olmasının nasıl tasarlanacağını bilmek

Desteklenebilirlik

Sistemin desteklenebilir olması onun tümünün veya bir bileşenin veya tek bir parçasının önceden tanımlanmış bir ortamda, desteklenmesinin ölçümlenebilmesidir. Sistemin desteklenebilir olması sonuç itibari ile son tasarım çözümünde kullanılacak şekilde hedefler, eşikler ve kısıtlar olarak üç ana sınıfta toplanır. Desteklenebilirliğin başarısı aşağıda sıralananların analizi ve hayata geçirilmesi ile mümkündür;

- Destek ihtiyaçlarının tanımlanması,
- Destek tasarım özelliklerinin formüle edilmesi,
- Desteklenebilirlik hedeflerinin, eşiklerinin ve kısıtların belirlenmesi,
- Tasarım karakteristiklerinin uygulanmasına yardımcı olmak,
- Destek kaynak ihtiyaçlarının tanımlanması,
- Destek kaynak miktarının tanımlanması.

Aslında desteklenebilirliğin tespiti için sistemin ömür devri boyunca birbiri ile ilgisi olmayan birçok analiz metodu kullanılır. Hangisi olduğu fark etmeksizin hepsinin ortak amacı sistemin ihtiyaçlarının karşılanabilirliğini ve maliyetini optimize etmektir. ELD süreçlerinde sisteme nasıl etki ettiğini anlamak için daha bütünsel bir bakış açısına ihtiyaç vardır. Teorik olarak anlatılanları daha anlaşılır kılmak ve konuyu somutlaştırmak adına tasarlanan bir sistemin MTBF'sinin 1500 saat olduğunu kabul edelim, bir başka ifade ile sistemin yaptığı iki arıza arasındaki zamanca mesafe 1500 saat olsun. Sistem kullanılmaya başlandıktan sonra MTBF'sinin 950 saat olarak gerçekleşmeye başlarsa yani sistem  $(1500-950=)$  650 saat daha çabuk arıza yapmışsa bir sorun var demektir. Tüm sürecin gözden geçirilmesi gerekir. Tam tersi durumda yani MTBF'nin artması bir başka deyiş ile sistemin tasarım aşamasında öngörülenden daha uzun süre arıza yapmadan çalışması durumunda da süreçte hata var demektir. Her iki durumda da süreçlerde yapılan hatalardan kaynaklanan yanlış çıktılar sorunlara neden olur. İlkinde daha erken oluşan arıza müşteriye öngörülmemiş zaman ve maddi maliyeti yaratacaktır. Diğerinde ise sistem gereksiz yere daha yüksek maliyetli olacak şekilde tasarlanmış demektir. Konu sadece sistemin MTBF'si ile sınırlı düşünülmemelidir. İşçilik saatleri, arıza giderme süreleri, parça maliyetleri birim arıza giderme maliyeti gibi birçok kriterde de aynı durum söz konusu olabilir. *Maliyet* başlığı altında verilmiş olan sistemin birim maliyeti, onarım başına yedek parça ortalama maliyeti, personel başına onarım maliyeti gibi farklı maliyetlerin optimize edilmesi geliştirilecek sistemin desteğinin sağlanmasını kolaylaştıracağına dikkat ediniz.

1 Bir sistemin bütününün ve onu oluşturan tüm bileşenlerin tasarlandığı şekilde çalışır halde olmasını ifadesi aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Yeterlilik
- B. Güvenilirlik
- C. Desteklenebilme
- D. Onarılabilmek
- E. Tamir edilebilme

2 Sistemin faal halde bulunduğu sürenin belli bir zaman diliminde öngörülen arıza sayısı aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Arıza Maliyeti
- B. Arıza Oranı
- C. Arıza Gideri
- D. Arıza Tekrarı
- E. Arıza Dilimi

3 Bir sistemin güvenilirliği, kendisinden beklenen performans olasılığının rakamsal ifadesidir. Bu nedenle, güvenilirlik tamamı ile istatistiksel verilere dayalı olarak tespit edilir. Aşağıdakilerden hangisi bu verilerdir?

- A. Benzer ekipmandan kullanım esnasında gelen veriler, Dokümanlardan yapılan çıkarımlar, Asıl parçalardan alınan veriler
- B. Başka ekipmandan kullanım esnasında gelen veriler, Test ve deneme bilgilerinden yapılan çıkarımlar, Asıl parçalardan alınan veriler
- C. Benzer ekipmandan kullanım esnasında gelen veriler, Bilimsel makalelerden yapılan çıkarımlar, Asıl parçalardan alınan veriler
- D. Benzer ekipmandan kullanım esnasında gelen veriler, Test ve deneme bilgilerinden yapılan çıkarımlar, Bakım tesisinden alınan veriler
- E. Benzer ekipmandan kullanım esnasında gelen veriler, Test ve deneme bilgilerinden yapılan çıkarımlar, Asıl parçalardan alınan veriler

4 MTBF neyi ifade eder?

- A. Arıza Aralarındaki En Hızlı Süreç
- B. Arıza Aralarındaki En Yavaş Süreç
- C. Arıza Aralarındaki Minimum Zaman
- D. Arıza Aralarındaki Ortalama Zaman
- E. Arıza Aralarındaki Maksimum Zaman

5 
$$\frac{\text{Arıza Sayısı}}{\text{Toplam Ölçümlemiş Kullanım Sayısı}}$$

formülü ile ne hesaplanır?

- A. Arıza tekrarı
- B. Arıza maliyeti
- C. Arıza oranı
- D. Arıza performansı
- E. Arıza desteği

6 Sistemin güvenilirliğinin bir başka kriteri sistemin hiçbir arıza ile karşılaşmadan kendisinden beklenen görevini yerine getirmesidir. Bu durum görevin başarı ile icra edilmesi olarak ifade edilir. *Possion, Gamma, Weibull* gibi çok farklı kuram kullanılabilir. Görevin başarılı olma olasılığı yüzde 1.00'den yüzde 100.00'e kadar herhangi bir değer olabilir. Ancak gerçek hayatta kabul edilebilir değerlerin genelde kaç olması beklenir?

- A. Genelde yüzde 95.00 ile yüzde 99.00 arasında
- B. Genelde yüzde 85.00 ile yüzde 99.00 arasında
- C. Genelde yüzde 75.00 ile yüzde 99.00 arasında
- D. Genelde yüzde 65.00 ile yüzde 99.00 arasında
- E. Genelde yüzde 55.00 ile yüzde 99.00 arasında

7 
$$\frac{\text{Toplam Ölçümlemiş Kullanım Sayısı}}{\text{Arıza Sayısı}}$$

formülü ile ne hesaplanır?

- A. MTBF
- B. MTRR
- C. MTKR
- D. MTGN
- E. MTPR

8 ELD kapsamındaki bir sistemin güvenilirliğin tasarımı ve gelişimi dokuz birbirinden farklı ama birbirini bütünleyen analizlerle yapılır. İlk dördü hemen her projede kullanılsa da diğerleri spesifik projelerde kullanılır. Bu ilk dört kriterden birisi aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Parça Kontrol Programı
- B. Saklı Anahtar Analizi
- C. Tolerans Analizi
- D. Güvenilirliğin Modellenmesi
- E. Güvenilir Kritik Parça Analizi

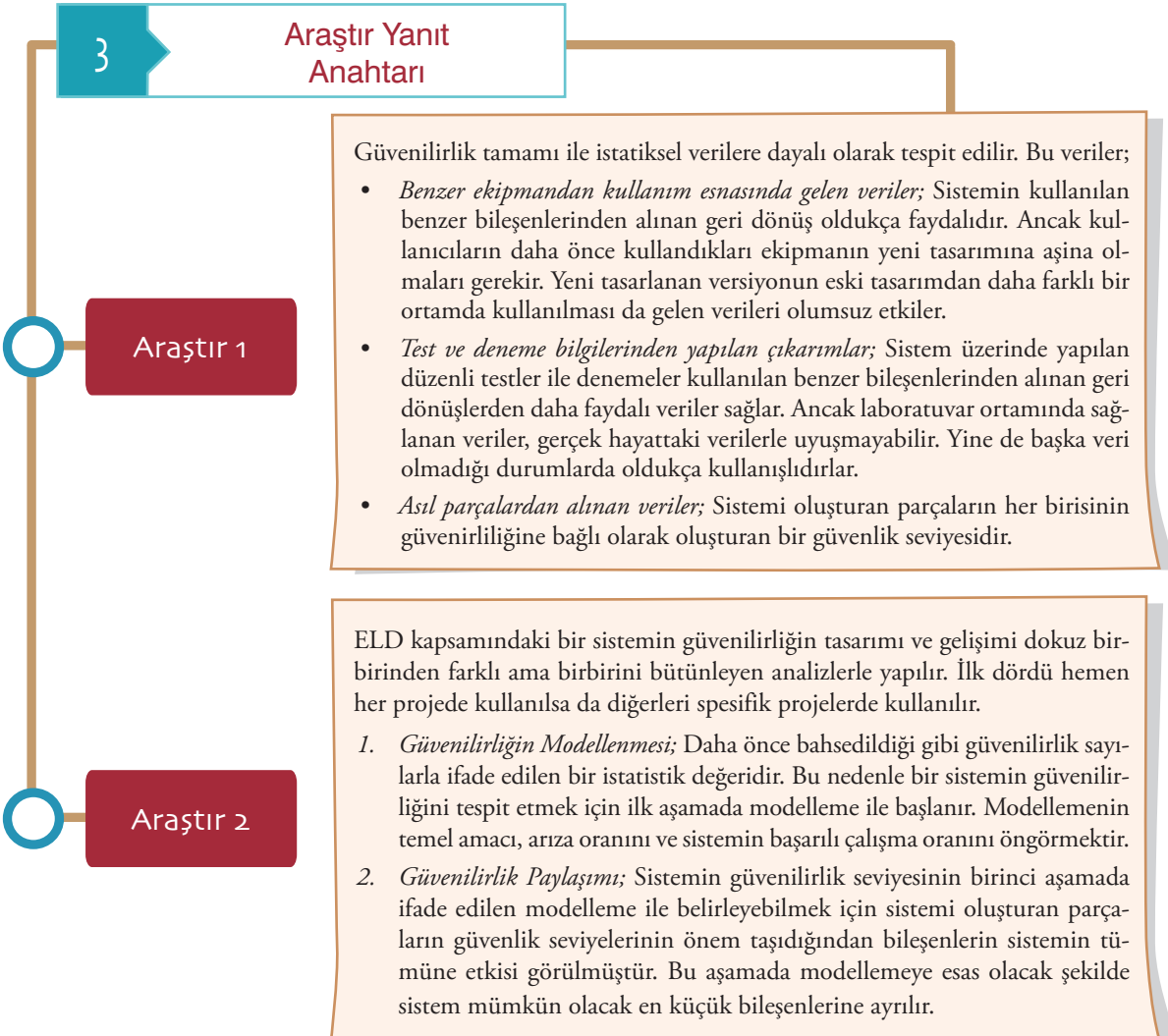
9 Desteklenebilirliğin başarısı bazı hususların analizi ve hayata geçirilmesi ile mümkündür. Aşağıdakilerden hangisi bunlardan birisi değildir?

- A. Destek ihtiyaçlarının karşılanması
- B. Destek tasarım özelliklerinin formüle edilmesi
- C. Desteklenebilirlik hedeflerinin, eşiklerinin ve kısıtların belirlenmesi
- D. Tasarım karakteristiklerinin uygulanmasına yardımcı olmak
- E. Destek kaynak ihtiyaçlarının tanımlanması

10 Desteklenebilirliğin önemli bileşenlerinden birisidir. Gerek kullanılan sistemde gerekse geliştirilen yeni sistemde kullanılan tüm ekipmanların belli normlar içinde olmasını ifade eder. Bir sistemin tasarımında sağlanmasının birçok kayda değer faydası bulunur. Burada aşağıdakilerden hangisinden bahsedilmektedir?

- A. kodifikasyon
- B. transformasyon
- C. kalibrasyon
- D. diagnostik
- E. standardizasyon

1. B	Yanıtınız yanlış ise “Güvenilirlik” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	6. A	Yanıtınız yanlış ise “Sistemin Güvenilirliği” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
2. B	Yanıtınız yanlış ise “Arıza ve Arıza Oranı” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	7. A	Yanıtınız yanlış ise “Örnek Çözümler” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
3. E	Yanıtınız yanlış ise “Güvenilirliğin İfadesi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	8. D	Yanıtınız yanlış ise “Güvenilirliğin Modellenmesi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
4. D	Yanıtınız yanlış ise “Arıza Aralarındaki Ortalama Zaman” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	9. A	Yanıtınız yanlış ise “Desteklenebilirlik” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
5. C	Yanıtınız yanlış ise “Örnek Çözümler” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	10. E	Yanıtınız yanlış ise “Standardizasyon” konusunu yeniden gözden geçiriniz.



3

### Araştır Yanıt Anahtarı

#### Araştır 3

Arıza oranı, sistemin, sistemi oluşturan bir bileşenin veya sistemin tek bir parçasının faal halde bulunduğu sürenin belli bir zaman diliminde yapacağı öngörülen arıza sayısını ifade eder. Sayısal bir değerdir.

$$\lambda_1 = \frac{\text{Arıza Sayısı}}{\text{Toplam Ölçümlenmiş Kullanım Sayısı}}$$

formülü ile hesaplanır. Güvenilirliğin bir başka ifadesi, *arıza aralarındaki ortalama zaman* (MTBF) dir. Arıza oranına benzer şekilde hesaplanır.

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Toplam Ölçümlenmiş Kullanım Sayısı}}{\text{Arıza Sayısı}}$$

#### Araştır 4

Ölçümlemek için sayısal değerlerle ifade edebilmek gerekmektedir. Gerçek anlamda geri bildiri alabilmek için sistemin kullanıma girmesi beklenir. Bir sistemin desteklenebilmesi için olması gereken kriterler aşağıda sıralanmıştır;

- Kolay bakım yapılır olmak;
- Maliyet etkin bakım yapılır olmak,
- Bakımın emniyetli olması,
- İnsan gücüne minimum ihtiyaç duymak
- Var olan personeli optimum kullanmak,
- Minimum teste ve test ekipmanına ihtiyaç duymak,
- Var olan ekipmanı destek malzemesine maksimum seviyede kullanmak,
- Yeni ve ilave kaynaklara minimum ihtiyaç duymak,
- Mevcut tesisleri maksimum seviyede kullanmak,
- Var olan yedek parçaları maksimum seviyede kullanmak,
- Kolay biçimde yer değiştirebilmek veya taşınabilmek için hazır olmak,
- Standart taşıma araçları ile taşınabilmek,
- Var olan destek sistemlerine uygun olmak.

#### Araştır 5

Sistemin desteklenebilir olması sonuç itibari ile son tasarım çözümünde kullanılacak şekilde hedefler, eşikler ve kısıtlar olarak üç ana sınıfta toplanır. Desteklenebilirliğin başarısı aşağıda sıralananların analizi ve hayata geçirilmesi ile mümkündür;

- Destek ihtiyaçlarının tanımlanması,
- Destek tasarım özelliklerinin formüle edilmesi,
- Desteklenebilirlik hedeflerinin, eşiklerinin ve kısıtların belirlenmesi,
- Tasarım karakteristiklerinin uygulanmasına yardımcı olmak,
- Destek kaynak ihtiyaçlarının tanımlanması,
- Destek kaynak miktarının tanımlanması.

Aslında desteklenebilirliğin tespiti için sistemin ömür devri boyunca birbiri ile ilgisi olmayan birçok analiz metodu kullanılır. Hangisi olduğu fark etmeksizin hepsinin ortak amacı sistemin ihtiyaçlarının karşılanabilirliğini ve maliyetini optimize etmektir.



## Kaynakça

- Campbell John Dixon (1995). Uptime Strategies for Excellence in Maintenance Management, Productivity Press.
- D.N.Prabhakar Murthy, Khairy A.H.Kobbacy (2008). **Complex System Maintenance Handbook**, London: Springer.
- Jihong Yan (2015). Machinery Prognostics and Prognosis Oriented Maintenance Management, Singapore: Wiley.
- Jones V. James (2006) V. Integrated Logistics Support Handbook, (3<sup>rd</sup> Edition) New York:McGraw-Hill
- Keskin, M. Hakan (2018). **Lojistik El Kitabı, Küresel Aktörlerin Lojistik Pratikleri, Kavramlar, Prensipler, Uygulamalar** (III. Baskı) Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık
- Keskin, M. Hakan (2018). **Tedarik Zinciri Yönetimi, Arka Planı, Gelişimi ve Güncel Uygulamaları** (II. Baskı) Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık
- Moubray John (1992). **Reliability-Centered Maintenance, Second Edition**, New Jersey: Industrial Press Inc.
- Wireman, Terry (2004). Benchmarking Best Practices in Maintenance Management, Industrial Press.

# Bölüm 4

## Yedek Parça Tedariği ve Yönetimi

### öğrenme çıktıları

#### Yedek Parça Kavramı

- 1 Yedek parça, envanter, parça numarası, stok numarası, stok (malzeme) yönetimi kavramlarını tanımlama

#### Envanter Yönetim Stratejileri

- 2 Envanter yönetim stratejileri ve stok maliyeti kavramlarını ifade edebilme

#### Envanter Yönetim Pratikleri

- 3 Envanter yönetim pratiklerini bilme

#### Envanter Miktar Tespit Yöntemleri

- 4 Envanter miktar tespit yöntemlerini, testere ağız modelini bilmek ve yeniden sipariş noktasını hesaplama

#### Eld Süreçlerinde Satın Alma

- 5 ELD süreçlerinde satın alma esaslarını bilme

Anahtar Sözcükler: • Tedarik • Envanter • Stok Yönetimi • Testere Ağız Modeli • Yeniden Sipariş Noktası



## GİRİŞ

ELD süreçlerinin sürdürülebilir olması, sistemin ihtiyaçlarının tam zamanında sağlanmasına bağlıdır. ELD tarafından desteklenen sistemler karmaşık olduğu kadar maliyetlidirler. Bu nedenle sistemin ihtiyaçlarının karşılanmasının ekonomisi, maliyetlerin düşürülmesi adına önem taşımaktadır. Bu nedenle satın alma sisteminin etkin kurulması, ikmal kanallarının sorunsuz çalışması ve yedek parça desteğinin zamanında ve düşük maliyetle karşılanması için, çalışan ve maliyet etkin bir yapı oluşturulmalıdır. Envanter yönetimi, satın alma ve yedek parça tedariki ELD süreçlerinin hemen her aşamasında farklı biçimde yer alır. Sistemin karmaşık doğası gereği çok değişik tip ve özellik de yedek parçanın temin edilmesi gerekmektedir. Bu desteğin sistemin ömür devri boyunca kesintisiz karşılaşılabilesinin sağlanması çözümleri gereken bir başka sorundur. Envanter ve yönetimi (*Yedek Parça tedariki ve yönetimi, birçok disiplinin ilgi alanına girer. Bu nedenle başlığında 'envanter yönetimi', 'üretim yönetimi', 'yöneylem araştırması', 'tedarik zinciri' veya 'lojistik' bulunan, bir başka ifade ile bu konularla ilgili yazılmış tüm kaynaklarda 'yedek parça tedariki ve yönetimi' ile ilgili bir bölüm vardır. 'Envanter Yönetimi', 'Stok Yönetimi' veya 'Malzeme Yönetimi' gibi farklı başlıklar altında olsa da [içeriklerin sayısal sözel ağırlığında değişiklik olmakla birlikte] bu bölümlerin hemen hepsi aynı içeriğe sahiptir.*) temelinde en basit hâli ile genel olarak 'Ne', 'Nasıl', 'Ne Kadar' ve 'Ne Zaman' olmak üzere dört basit soruya yanıt bulmaya çalışır. Ancak bu sorular oldukça karmaşık süreçlerle cevaplanır.



dikkat

<p><b>Ne?</b></p>	<p>EDL tarafından desteklenen sistemlerin ihtiyacı olan 'koruyucu yağ'dan, küçük boyutlu bir 'entegre devre'ye, bir 'vida'dan, iş makinasının 'transmisyon'una kadar geniş bir yelpazedeki çok sayıda farklı malzemenin hem ihtiyaç sahibi hem de tedarikçi tarafından aynı yaklaşımla tanımlayabilmek için 'ne sorusu'na cevap vermek büyük önem taşımaktadır. Üstelik bu malzemelerin dış görünümü kendisine benzeyen çok sayıda malzeme arasından ayırt edilmesi gerekebilmektedir.</p>	
<p><b>Nasıl?</b></p>	<p>ELD yapısının maliyetleri içerisinde en üst sıralarda yer aldığından maliyetleri düşürebilmek için optimum stok seviyesinin nasıl tespit edildiği bilinmelidir. Stok yönetiminin farklı biçimleri vardır. Bunları bilmek kadar hangi yöntemin uygun olduğunu belirleyebilmek gereklidir.</p>	
<p><b>Ne Kadar?</b></p>	<p>On binlerce kalem malzemedan oluşan stokların, tedarik süreçlerimizi sorunsuz destekleyeceği miktarının ne kadar olacağını bulunması gereklidir. Hatalı hesaplar, yanlış öngörüler elde çok sayıda kullanılmaz malzeme kalmasına depoların gereksiz yere demode olmuş ikmal maddeleri ile dolmasına neden olmaktadır.</p>	
<p><b>Ne Zaman?</b></p>	<p>Envanter bütünlemesinin tam zamanında olmaması sistemde duraksamalara ve buna bağlı olarak idari, mali ve hukuki maliyetlere neden olacağından ELD süreçlerinin aksamaması için yedek parçalara ne zaman ihtiyaç duyulacağı ve buna bağlı olarak ne zaman sipariş verileceği bilinmelidir.</p>	

## YEDEK PARÇA KAVRAMI

ELD kapsamındaki sistemleri çalışır durumda tutmak için kullanılan çok sayıdaki yedek parçanın spesifik olarak nasıl ifade edileceği önemli bir sorundur. Bu sorunun nasıl aşılacağına geçmeden önce yedek parça kavramının içinin doldurmak gerekir. Yedek parça kavramı olarak sistemin bakım ve onarım süreçlerinde kullanılan tüm malzemeleri ifade eder. Sistemin işletilmesi esnasında kullanılan yağlayıcı sıvılar, pas gidericiler, boyalar veya toner-kartuş gibi malzemeler de yedek parça olarak kabul edilir. Bu malzemelerden bazıları tekrar kullanılabilirken bazıları bir veya birkaç defa kullanıldıktan sonra kullanım dışı kalabilmektedir.

Bu tip malzemeler ELD süreçlerinde oldukça yüksek maliyetlere sahiptirler. Bu nedenle 'ne sorusu'nun hatasız cevaplanmasını gerekir. ELD kapsamında kullanılan yedek parçaların temininden tüketimine kadar tüm süreçler literatürde (*Oldukça önemli bir soru olan 'Ne?' sorusunun cevabı ile sadece lojistik disiplini ilgilenir. 'İşletme' ve 'Endüstri Mühendisliği' gibi envanter yönetimi ile ilgilenen diğer disiplinlerin temel kaynakları olan kitaplarda 'Ne?' sorusunun cevabını bulmak mümkün değildir.*) envanter yönetimi olarak adlandırılır. Bazı kaynaklarda 'envanter yönetimi' yerine eş anlam yüklenerek 'stok yönetimi' veya 'malzeme yönetimi' de kullanılmaktadır. *Envanter*, en genel anlamıyla sistemin işletilmesi için sahip olunması gerekenlerin tümüdür. Bu tanım, envanterin yedek parça olarak tanımlanan malzemeleri de içeren daha kapsamlı bir kavram olduğunu göstermektedir.



dikkat

Bir CNC torna tezgâhının ayarlanması için gerekli olan bir kalibrasyon cihazı yedek parça değildir, ancak envanter listesinde yer alır.

Aynı CNC için kullanılan yağlama ve soğutma sıvıları hem yedek parça listesinde hem de envanter listesinde bulunur.



Lojistikten farklı olarak 'İşletme' ve 'Endüstri Mühendisliği' gibi envanter yönetimi ile ilgilenen diğer disiplinler sadece işletmelerin alıp sattığı ürünlerin optimum stok seviyelerini tespit etme ve sipariş miktarlarını belirleme gibi yöntemler üzerinde çözümler üretmeye çalışırken lojistikçiler bunlara ilave olarak, demirbaş olarak ifade edilen ve üretim süreç maliyetlerinde önemli yer tutan envanter ile de çözüm üretmek durumundadırlar. Bunun nedeni makine ve tezgâhlar, otobüs midibüs gibi taşıma araçları, forkliftler, konteynırlar gibi elleçleme ekipmanları, raf sistemleri ve paketleme makinaları gibi demirbaş malzeme başlığı altında sınıflandırılan malzemelerin toplam maliyetlerde oranının oldukça yüksek olmasıdır. ELD kapsamındaki sistemleri çalışır durumda tutmak için kullanılan malzemelerin sınıflandırılması aşağıdadır. 'Tüketilemeyen (Demirbaş) Malzemeler' ile 'İdari ve Güvenlik

Malzemeleri' bazı kaynaklarda yapılan sınıflandırmalarda yer almaz. Bu tarz bir sınıflandırma yapılmasının asıl amacı, yedi farklı stok türünün farklı biçimde yönetim süreçlerine tabi olmasıdır;

- **Hammadde ve Yarı Mamuller;** ELD sürecinin tasarımı takip eden aşaması olan temin süreçlerinde ihtiyaç duyulan stoklardır. ELD desteğindeki sistemin üretimini üretimin aksamamasını sağlayacak ve ürünün maliyetini minimize edecek şekilde temin ettikleri hammadde ve yarı mamuller bu başlık altında ele alınır.
- **Üretim Sürecinde olan Malzemeler;** Tüm ELD süreçlerinin üretim aşaması bölümünde bulunan imalat sürecindeki malzemelerdir. İmalat sürecinde birbirini tamamlayan demonte malzemeler dâhil olmak üzere, nihai ürün oluşturulan tüm ürünlerin oluşturduğu stoklardır.



- **Son (Nihai) Ürün;** Bu sınıftaki envanter müşterisini bekleyen ürünlerdir. Bu bekleme genelde işletmenin kontrolündeki depolarda veya üretim tesislerinde olur.
- **Dağıtım Envanteri;** ‘Dağıtım Lojistiği’ olarak ifade edilen süreçte, ELD süreçlerini yönetenlerin müşteriye en kısa sürede ve en ekonomik usulle ulaştırmaya çalıştığı ürünlerden oluşan stoklardır. Bu sınıftaki envanter, müşteriye olası en yakın konumda tutulmaya çalışılır.
- **Bakım Onarım ve İşletme Parçaları;** (MRO/ Maintenance, Repair an Operating Supplies) Nihai ürünlerin üretim sürecinde kullanılmayan, ancak üretim süreçlerinde kullanılan her türlü makine ve teçhizatın bakım ve onarımı için kullanılan ürünlerden oluşan envanterdir.
- **Demirbaş (Tüketilemeyen) Malzemeler;** Toplam üretim maliyetlerinde önemli yer tutan makine, tezgâh ve teçhizat ile üretim süreçlerini destekleyen hizmetler için gerek duyulan otobüs, midibüs gibi taşıma araçları, forkliftler, konteynırlar gibi elleçleme ekipmanları, raf sistemleri ve paketleme makinaları gibi yüksek maliyetli demirbaş malzemelerinden oluşan envanterdir.

İdari ve Güvenlik Malzemeleri yukarıda bahsedilen ürünlerden başka yangın söndürme cihazları gibi envanterinde bulundurulmak zorunda olunan malzemelerdir. Tüm envanterde oldukça küçük bir oranda olduğundan literatürde bu tür envantere yer verilmediği görülür.



dikkat

Farklı lojistik süreçlerde farklı envanter yönetim sistemine tabi olan malzemelerin ELD süreçlerindeki benzerliğine dikkat ediniz.



Stok Türü	Lojistik Süreçteki Yeri	ELD Süreçlerindeki Yeri
1. Hammadde ve Yarı Mamuller	Temin Tedarik Lojistiği	ELD Tasarım ve Temin Süreçleri
2. Üretim Sürecinde Olan Malzemeler (Work in Process/WIP)	İmalat Lojistiği	ELD Temin Aşamaları
3. Son (Nihai) Ürün	Dağıtım Lojistiği	Müşteriye Teslim Süreci
4. Dağıtım Envanteri	Tüketim Lojistiği	Sistemin Kullanım Süreçleri
5. Bakım Onarım ve İşletme Parçaları	Tüm Lojistik Süreçleri	Tüm ELD Süreçleri
6. Tüketilemeyen (Demirbaş) Malzemeler	Tüm Lojistik Süreçleri	Tüm ELD Süreçleri
7. İdari ve Güvenlik Malzemeleri	Tüm Lojistik Süreçleri	Tüm ELD Süreçleri

Stok yönetimine esas olacak şekilde yapılan bu sınıflandırmadan başka yedek parça sınıflandırmaları (veya tanımlamaları) da bulunur Bunlardan bazıları fikir vermesi adına Tablo 4.1'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1 Stokların Sınıflandırılması ve ELD Süreçlerindeki Yeri

<b>Döngü Stoğu</b>	Döngü stoğu, envanterdeki hızlı çalışan diye tabir edilen ve depolardaki stoklarda çok kısa kalan ve hızla bütünlünen malzemeleri ifade etmek için kullanılır.
<b>Güven (Emniyet) Stoğu</b>	Emniyet stoğu işletmelerin stoksuzluk maliyeti ile karşılaşmamak için kullanım ihtiyacına ilave olarak envanterlerine dâhil ettikleri malzemeleri ifade etmek için kullanılır.
<b>Ayrıştırılmış Stok</b>	Ayrıştırılmış stok tüm üretim sürecinde her üretim bandı veya makine için kullanılmak üzere sınıflandırılmış malzemeleri ifade etmek için kullanılır.
<b>Transit Stok</b>	Transit stoğu veya ulaştırma stoğu olarak ifade edilen malzemeler, üretimi tamamlanmış nihai ürünlerdir. Ancak tedarik zinciri içerisinde bulunan aktörler arasında hareket hâlinde dirler, henüz müşteri ile buluşmamışlardır.
<b>Beklenti (Sezon) Stoğu</b>	Beklenti stoğu, dönemsel üretim için yapılmış ancak teslimat veya üretimde kullanılmak için bekleyen malzemeleri ifade etmek için kullanılır.
<b>Ölü Stok</b>	Ölü stoklar, daha önce gereğinden fazla temin edilmiş ancak farklı gerekçelerle elden çıkarılamamış, bu nedenlerle işletme tarafından kullanılamayan stokları ifade etmek için kullanılır. Bu tip stoklar başka işletmeler tarafından kullanılabilirdiği gibi tamamen demode olmuş, bozulmuş veya elde çıkarılması gereken durumda olabilir.

Parça/Ürün numarası; 'Ne?' sorusunun cevabını vermek için ELD süreçlerini desteklemek maksadıyla kullanılan çok sayıdaki malzemenin her birisinin 'spesifik' olarak nasıl tanımlanacağını bilmek gerekir. ELD'ye tabi olan sistemin ölçeğine bağlı olarak stoklardaki yüzbinleri bulan farklı her bir malzeme çeşidine ve bu ürünlerin imalatı için kullanılan her bir yarı mamul veya hammaddeye bir parça/ürün numarası verilir. Bu sayede, bir malzeme için sayfalar dolusu tanımlama yapmak yerine kullanımı oldukça kolay birkaç harf/sayı dizisinden oluşan bir yeni bir tanımlama yaparak olası birçok sorunu çözülmüş olur. Bu harf/sayı dizisi, ELD destek süreçlerinde kullanılan iş taleplerinin (iş siparişlerinin/iş emirlerinin) işlenmesi, yazılım sistemlerine aktarılması veya envanter listelerine eklenmesi gibi işlemlerde kullanılır. İlave bilgi gerekirse malzemelerin adı, (gerekirse yeni-kullanılmış-arızalı-tamir edilemez vb), durumu gibi açıklamalar eklenir.



dikkat



LENOVO  
G500 59-414978 1005M  
ASUS  
X550JK-XO012D GTX850M  
ACER  
E1-522-45004G50Mnkk  
MSI  
GE70 Apache 2PC-460XTR


Parça numarası, envanter sisteminin temelini oluşturduğundan, siparişlerde malzemenin parça numarası ile isminin aynı olmaması durumunda lojistikçiler 'malzemenin ismi'ne değil, 'parça numarası'na göre' işlem yaparlar.

**Kaynak:** Keskin, M. Hakan (2018). Tedarik Zinciri Yönetimi, Arka Planı, Gelişimi ve Güncel Uygulamaları (II. Baskı) Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık



Parça/ürün numarası sayesinde dış görünüşü birbirine benzeyen (veya aynı olan), ancak nitelikleri (veya markası) farklı olan ürünleri birbirinden ayırmak ve envanter sisteminde takip edebilmek ve işlemek mümkün hâle gelir. Böylece tüm ELD süreçlerini desteklemek için gereken çok sayıda kalem malzemeden herhangi birisinin nasıl ifade edileceği sorunu çözülmüş olur. Bir başka ifade ile 'bir ürünün spesifik olarak nasıl tanımlanacağı sorusu'na cevap verilmiş olunur.




Tablo 4.2 Parça/Ürün Numarası

<b>PARÇA/ÜRÜN NUMARASI</b>		
Hızla gelişen teknolojiye bağlı olarak çeşitlenen ve karmaşılaşan ürün çeşitlerini tanımlamak ve birbirinden ayırmak için sayfalar dolusu tanımlamalara ihtiyaç duyulmaya başlandı.		
	Model Bilgileri:	Seri-C50-B Model C50-B-15V
	Kapasite	Soğutma Kapasitesi 44000 Btu/h Voltaj 380-415 Isıtma Kapasitesi (Btu/h) 50000
	Enerji Verimliliği	Soğutucu Akışkan R410a Enerji Sınıfı-Isıtma B Enerji Sınıfı-Soğutma A Isıtmadaki Enerji Verim Oranı (W/W) 3,41 Soğutmadaki Enerji Verim Oranı (W/W) 3,21 Isıtmada Çekilen Enerji (W) 4250.0 W
	Hava Kalitesi	Özel Filtreler Yıkanebilir Toz Filtresi 2 Yönlü Otomatik Hava Kontrolü (Yukarı-Aşağı) Var 4 Yönlü Otomatik Hava Kontrolü Var Nem Alma Var
	Ölçüler	Dış Ünite (GxYxD) mm 950x1380x330 İç Ünite (GxYxD) mm 590x1850x440
	Konfor	Hızlı Soğutma (Jet Cool) Var Gösterge Dijital Gösterge Çoklu Programlama Özelliği 7 Saat Rahat Uyku (Sleep Mode) Var İç Ünite Soğutma Çalışma Aralığı (°C) 16~32 Dış Ünite Soğutma Çalışma Aralığı (°C) -5~48 İç Ünite Isıtma Çalışma Aralığı (°C) 16~30 Dış Ünite Isıtma Çalışma Aralığı (°C) -10~24
	Lojistik süreçlerde binlerle ifade edilen sayıdaki malzemeden oluşan envanterindeki tek bir salon klimasını tanımlamak için klimanın fotoğrafının sağındaki sütunda verilen tüm özellikler, tek bir kod ile ('A7215D' harf ve rakam dizini ile) belirtilmektedir.	

**Stok Numarası;** Parça/ürün numarası, herhangi bir yapı içindeki tüm süreçlerde işlevini sorunsuz yerine getirirken ELD gibi birden çok aktörün olduğu yapılarda sorun parça numarası ile çözülmez. Aynı özellikte ürünleri üreten işletmelerin sayısı birden fazla olduğundan, tek bir ürün tipi için kullanılan parça/ürün numara sayısı birden fazla olmaktadır. Bu nedenle aynı niteliklere sahip ürünleri işaret eden ancak üretici firmayı belirtmeyen uluslararası başka bir numara sisteminin kullanılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Bu ihtiyaç, stok numarası sistemi ile giderilmiştir.

Stok numarası sisteminde her ürün için tek bir numara vardır. Örneğin yaşağıdaki dış lastik için markasının ne olduğunu belli etmeyen bir tanımlama dizini kullanılır. İlk bakışta, bir önceki örnek olan diz üstü bilgisayara göre daha az özellik taşıdığı düşünülen sıradan bir dış lastiği diğerlerinden ayıran çok sayıda özelliği bulunabilir.

Tablo 4.3 NATO Stok Numarası

Dış Lastik Stok Numarası												2610-27-322-4304 Dış Lastik			
2	6	1	0	-	2	7	-	3	2	2	-	4	3	0	4
<b>FSG</b>				<b>Ülke Kodu</b>											
<b>FSCG</b>				<b>NIIN</b>											
Malzemenin teknik olarak ait olduğu gurubu ve sınıfı ifade eder. Türkçesi 'Federal Tedarik Grup Kodu' dur. NATO İkmal sınıflandırma kodu olarak da bilinir.				Türkçesi 'Ulusal Ürün Tanımlama Numarası' dır. Son yedi rakam her ürün için verilmiş tanımlama kodudur.											
				Malzemenin üretildiği ülkeyi ifade eder.											
NATO stok numarası;															
<ul style="list-style-type: none"> <li>• İlk aşamada NATO üyesi ülkeleri tarafından standart olarak kabul edilmiş 13 haneli kod sistemidir.</li> <li>• Her bir ürün için ayrı olarak belirlenir.</li> <li>• Ülke kodu farklı ülkelerde üretilmiş aynı malzemeyi ifade eder. '00' ise malzeme ABD'nde, '27' ise Türkiye'de üretilmiş olduğu anlaşılır.</li> </ul>															

**Kaynak:** Keskin, M. Hakan (2018). Tedarik Zinciri Yönetimi, Arka Planı, Gelişimi ve Güncel Uygulamaları (II. Baskı) Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık

Bu özelliklere sahip dış lastiği üreten çok sayıda firma bulunduğu göz önüne alınırsa lastik üreticisi kadar yukarıdaki dış lastiği doğrudan tanımlayan parça/ürün numarası olması doğaldır. Ürünü tanımlamak için bu numaralardan birisinin tercih edilmesi durumunda, lastiğin üreten firmalardan sadece bir tanesinin ürettiği lastik belirtilmiş olmaktadır. Rekabetin sağlanmasının ön koşul kabul edildiği özellikle BM, NATO gibi uluslararası örgütlerin satın alma süreçlerinde, ülke seviyesinde askeri alımlarda veya büyük ölçekli çok uluslu işletmelerin tedarik süreçlerinde, ürünlerin tanımlanması için stok numarası adı verilen bir sistem kullanılmaktadır.



dikkat

Parça numarası kullanmak, üretici firmanın belirtilmeden, sadece ürünün belirtilmesi gereken hâllerde işlevsel olamamakta, sorun yaratmaktadır. Tüm firmaların eşit koşullarda teklifini sunmasının beklendiği, tedarik ve satın alma süreçlerinde parça/ürün numarası kullanılmamaktadır.



Bahsedilen aktörlerin, üretici firmalardan ürün tedarik etmek için açtığı (satın alma) ihalelerde uluslararası seviyede rekabetin sağlanması ve ihalenin olası en düşük fiyatla sonuçlanabilmesi için aynı ürünü üreten tüm firmaların ihaleye katılmasına, bir başka ifade ile tedarikçi sayısının olabildiğince artırılmasına gayret edilir.



## ENVANTER YÖNETİM STRATEJİLERİ

Stok yönetiminde 'Nasıl?' sorusunun cevabını vermek için ilk aşamada envanter yönetiminin iki seviyede incelemek gerekir. Bunlardan ilki envanterin yönetiminin stratejik hedefleri diğeri ise pratikte envanter yönetiminin pratikleridir. ELD envanter yönetim stratejilerinin temel hedefi sürdürülebilir bir yedek parça destek sistemini maliyet etkin biçimde çalıştırmaktır.

ELD kapsamında stok yönetim stratejilerinin yanlış seçimi ve uygulama hatalarının nihai sonucu 'yetersiz stok seviyesi' veya 'ihtiyaç fazlası stok seviyesi'den birisidir. Bu sonuçlardan önce yapılan yanlışların görülmesinde yardımcı olan bazı işaretler aşağıda sıralanmıştır;

- Depolarda kullanılmayan malzeme kalem sayısının ve miktarının artması,
- Sistemin yapısında kayda değer bir değişim olmamasına rağmen, stok için ayrılan kaynaklarda artış olması,
- Depolardan sevk edilen ürün iadelerinde artış yaşanması,
- Depolarda yer kapasitesinde artan yetersizlikler,
- Ürün elleçleme miktarında artış olması,
- Dağıtım merkezleri arasında hareket hâlinde olan transit stokların miktarlarında kayda değer değişimler yaşanması.

## Stok Maliyetleri

Gerek 'yetersiz stok seviyesi', gerekse 'ihtiyaç fazlası stok seviyesi' oluşması fark etmeksizin, her iki sonuç da stok yönetiminde yapılan hataların doğal bir sonucudur. Bir başka ifade ile envanter yönetim gayretlerinin temel amaçlarından birisi olan optimum stok seviyesinin sağlanamadığını gösterir. Her iki sonuçta da ELD süreçlerinde gereksiz maliyetlerle karşılaşılır.

ELD süreçlerinde stoklar 'Temin/Tedarik Maliyetleri' ve 'Bulundurma/Taşıma Maliyetleri' başlığı altında iki farklı tipte maliyet oluşturur;

- **Temin/Tedarik Maliyetleri;** ELD süreçlerini desteklemek için ihtiyaç duyulan malzemeleri satın alırken oluşan maliyetlerdir. Literatürde 'Açık Maliyetler' veya 'Sermaye Maliyeti' olarak da ifade edilir.
- **Bulundurma/Taşıma Maliyetleri;** Tedarik maliyetlerine ilave olarak, malzemelerin satın alınmasını takip eden elden çıkarılması ile biten tüm süreçlerde oluşan maliyetlerdir. Genel olarak, aşağıdaki şekilde sınıflandırılırlar;
  - Depolama maliyeti; Birim malzeme başına hesaplanan, malzemenin stoklarda bulundurulması için gereken depoların (inşası, kiralanması, satın alınması, işletilmesi gibi maliyetleri), elleçleme imkânlarının, depo işletim sistemlerinin (raf sistemleri, barkod sistemleri gibi) ve depolama ile ilgili demirbaş ürünlerin amortisman giderlerinden oluşan maliyetlerdir.

- İdari maliyetler; Birim malzeme başına düşen beyaz yaka maaşları, olası hukuki sorunların bedeli, depo çalışanlarının aylık ücretleri, diğer işçilik giderleri, sigorta prim ödemeleri, vergiler gibi idari faaliyetlerden kaynaklanır.
- Depolama esnasındaki hırsızlık, eksilme, hasar ve yıpranmalar; Birim malzeme başına düşen ve depoda bulunan malzemenin çalışanlar, ambalajlama hataları, istifleme, ürünün doğasından ve sistemden kaynaklanan hatalar nedeniyle oluşan hasar bedelidir.
- Demode olma veya bozulma maliyetleri; Stok yönetim stratejileri ve pratiklerinde yapılan tercih hataları bazı ürünlerin işletmeler tarafından kullanılmayacak duruma gelmesine neden olur. Demode olma veya bozulma maliyetleri genellikle ihtiyaçtan daha fazla miktarda envantere dâhil edilen ve belli zaman içinde tüketilmesi gereken ürünlerin kullanılmaz duruma gelmesiyle oluşan maliyetlerdir.
- Envanter kontrol maliyetleri Stok yönetim stratejileri ve pratiklerinin uygulanması esnasında oluşan maliyetlerdir. Envanter sayımları ve ürünlerin durum tespitleri, muayene ve tetkik masrafları, envanter kontrol yazılım ücretleri, envanter kontrolü ve kayıt altına alma ödemeleri gibi maliyetlerdir.

### Öğrenme Çıktısı

2 Envanter yönetim stratejilerini ve stok maliyetleri kavramlarını ifade edebilme



Araştır 2

ELD kapsamında stok yönetim stratejilerinin yanlış seçiminin neden olduğu sonuçlar nelerdir? Araştırınız.

İlişkilendir

Temin/Tedarik Maliyetleri' ve 'Bulundurma/Taşıma Maliyetleri' arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

Anlat/Paylaş

Tedarik maliyetlerine ilave olarak, malzemelerin satın alınmasını takip eden elden çıkarılması ile biten tüm süreçlerde oluşan maliyetlerin genel olarak nasıl sınıflandırıldığını anlatınız.

## ENVANTER YÖNETİM PRATİKLERİ

Envanter yönetim pratikleri ELD karar vericileri tarafından belirlenen stok yönetim stratejileri doğrultusunda pratikte uygulanan usullerdir. 'Envanter yönetim pratikleri' toplam ELD maliyetlerinin en büyük bölümlerinden birisini oluşturan stokların optimum seviyesini belirlemek adına önemlidir. Stok seviyelerinin tespitinin yanı sıra sipariş zaman aralıklarının ve miktarlarının nasıl belirleneceği de 'envanter yönetim pratikleri'nin amaçları arasındadır. ELD'ye tabi sistemlerin yedek parça desteği için on binlerle hatta yüz binlerle ifade edilen farklı malzemelerin yönetiminde yüksek matematik kullanılarak hazırlanmış algoritmalara dayalı yazılımlar kullanılır. Ancak görel olarak daha küçük ölçekte kullanılan daha basit yöntemler de bulunmaktadır. Envanter yönetim pratikleri gözle kontrol yöntemi, çift kutu yöntemi, minimum-maksimum yöntemi,

bütçe dağıtım yöntemi, ABC yöntemi, bakım sistemi, geleneksel yöntem şeklinde sınıflandırılırlar;

- **Gözle Kontrol Yöntemi;** Çok basit bir anlatımla, depoda bulunan ürünlerin stok seviyelerinin çıplak gözle (herhangi bir teknik veya teknolojik destek ekipmanı kullanmadan) kontrol edildiği yönetim sistemidir. Oldukça basit ve ucuzdur. Envanter kalem miktarının 100-150'yi aşması ve fiziksel olarak ürünlerin bulundurulduğu yerin kontrol noktasından mesafesinin artması durumunda kullanılmaması gibi dezavantajı vardır. Ayrıca sağlıklı sonuçlar beklemek doğru olmaz. Başarısı kontrolü yapanın iş tecrübesi ve kişisel becerisi ile sınırlıdır.
- **Çift Kutu Yöntemi** Artık çok az tercih edilen bu yöntemde üretim veya hizmet süreçleri için gerekli olan ürünlerden iki takım iki

ayrı kutu (cuk) içerisine konulur. Bu sistemde kutuların yerine raf da kullanılabilir. Birinci kutudaki stoklar bittiğinde bütünleme yapılır. İki katı stok yapılmasını gerektirdiğinden rasyonel değildir.

- **Minimum-Maksimum Yöntemi** Bu sistemde maksimum ve minimum stok seviye miktarları önceden belirlenir. Envanterdeki ürün miktarı minimum seviyenin altına düştüğünde, ürünün miktarı maksimum olacak şekilde sipariş geçilir. Minimum stok seviyesinin 10 adet, maksimum stok seviyesinin 100 adet olan bir ürünün envanterdeki miktarı 8'e düştüğünde, 92 adet sipariş verilir. Minimum-maksimum sistemi, ekonomik olmayan miktarların sipariş verilmesine engel olur. Yöntemin sağlıklı işlemesi, maksimum ve minimum stok miktarlarının etkin belirlenmesine bağlıdır.
- **Bütçe Dağıtım Yöntemi** Bu sistemde envanter miktarları tahsis edilen bütçeye bağlı olarak belirlenir. Bu yöntem doğası gereği ELD süreçlerinde etkin olarak kullanılacak bir yöntem değildir.
- **Geleneksel (Klasik) Stok Hesaplama Yöntemi** Klasik envanter miktar hesaplama yöntemi, bilinen en eski yöntemlerden birisidir. Yöntem, envanteri oluşturan malzemelerin stok miktarlarının, söz konusu malzemenin kullanılacağı ana malzeme sayısı ile çarpılması esasına dayanır. Bu yöntem 1950'li yıllarda ABD ordusu ve aralarında Türk ordusunun da olduğu birçok NATO ülkesi tarafından askeri amaçlı olarak uzun yıllar kullanılmıştır. ABD ordusunun kullandığı versiyonda her araç için kullanılacak yedek parça miktarları, araç sayısı ile standart olarak belirlenmiş bir katsayının çarpılması ile tespit ediliyordu. Standartların belirlenmesinde yapılan hatalar nedeniyle tedarik maliyeti çok yüksek olan mühimmat, akaryakıt, araç-silah yedek parçalarının ABD ordusu envanterinde birikmesine neden olmuştur. Savunma maliyetlerinin bütçe harcamalarındaki önemli payı nedeniyle bu sistem önce katsayıların azaltılması yolu ile değiştirilmiştir, sonra da tamamen yeni sistemlerin oluşturulması ile terk edilmiştir. Ancak hâlen bazı ordularda belli malzemeler için uygulanmaya devam edilmektedir. Yöntem

basitliği nedeniyle katsayıların belirlenmesinde bilimsel yöntemler kullanılması durumunda etkin olarak kullanılabilir. Hâlâ bazı küçük ölçekli işletmeler tarafından kullanılmaktadır. Üretim bandına girecek ham maddelerin depolama maliyetinin düşük olduğu bölgelerde özellikle bu sistem tercih edilmiştir.

- **Bakım Planına Göre Envanter Hesaplama Yöntemi** Günümüzde gelinen noktada bakım planları artık tasarım aşamasında ele alındığından, bakım ve onarım için kullanılacak malzemelerin stok miktarları kullanılacağı malzeme üretilmeden önce belirlenir. Bir helikopter motorunun kaç saat uçuş ömrü olduğu ve bu ömrünü doldururken kaçınıcı uçuş saatinde hangi parçaların değişeceği tespit edilerek üreticiler tarafından bakım sorumlularına bildirilebilmektedir. Klasik anlayıştan farklı olarak parçaların arıza yapmalarını beklemeden proaktif olarak önceden belirlenmiş zaman aralıkları ile değiştirilmesidir. Daha yüksek maliyetlere sahipmiş gibi görünen bu sistem sayesinde, çok büyük masraflara ve telafi edilemeyecek kayıplara yol açabilecek arızaların önüne geçilmekte, işletim güvenliği bir bakıma teminat altına alınmaktadır. Sistemin sağladığı bir diğer avantaj ise stok kontrol maliyetlerinde öngörülemeyen dalgalanmalardan olumsuz etkilenmenin önlenmesi ile daha maliyet-etkin bir envanter yönetimi uygulanabilmesidir. İlk uygulamaları daha çok işletme maliyeti yüksek uçak, helikopter gibi hava araçları olan bu sistem; giderek çok daha etkin biçimde kullanılmaya başlanmıştır.
- **ABC Yöntemi** ABC yöntemi, İtalyan bilim adamı Pareto (1848-1923) tarafından geliştirilmiş 80/20 oranına dayanır. Literatürde ABC analizi olarak da anılan yöntem lojistik sektöründe envanter yönetiminde kullanılır. ABC yönteminin esası, eldeki değerlerin 80/20 kuralına göre üç farklı grupta sınıflandırılarak analiz edilmesine dayalıdır. Bu analiz sonunda envanter yönetimi için gereken kısıtlı kaynakların daha etkin kullanılmasına imkân sağlanmaya çalışılır. İşletmenin en tecrübeli elemanları A grubuna tahsis edilir. B grubundaki stokların değeri A grubuna göre daha düşüktür.





### Envanter Yönetim Sistemleri

'Nasıl?' sorusunun cevabını bulmak bir başka ifade ile en doğru stok yönetim sistemini tespit etmek için malzemelerin sınıflandırılmasından da faydalanılır:

- **Hammadde ve Yarı Mamul Stokları;** Tüm ELD süreçlerinin tasarımdan sonraki aşaması olan temin süreçlerini destekleyen 'Tedarik Lojistiği' nin temel hedefi, ürünün maliyetini minimize edecek şekilde hammadde ve yarı mamulleri temin etmeye çalışmaktır. ELD kapsamında temin edilecek hammadde ve yarı mamuller, tedarikçilerden JIT felsefesine uygun olarak tam zamanında temin edilebilecek olsaydı, stoklarda bu tip malzemeler bulunmazdı. Ancak gerçek hayatta bu mümkün olmadığından bu aşamada hammadde ve yarı mamul stokları bulundurulur. Bu stokların elde tutulmasını ve seviyesini belirleyen üç temel kriter bulunur:
  - **Kümeleme;** Tedarikçilerden alınan miktar indirimleri, işlemenin satın alma (çok sayıda alım dosyasının hazırlanması, satın alma süreçlerin takibi gibi) idari kapasitesinin çok sayıda küçük miktartlı alım için yeterli olmaması, tüm süreçlerde ölçek ekonomisinden faydalanma gibi nedenlerden dolayı hammadde ve yarı mamuller büyük miktarlarda toptan satın alınır. Miktarlar sipariş döngüleri arasındaki ihtiyaçları karşılayacak seviyeden aşağı olamayacağı için döngü stoğu (cycle stock) olacak şekilde miktar kümeleri şeklinde belirlenir.
  - **Emniyet Stoğu;** Talep ve sipariş miktarı planlanan üretim miktarını aştığı durumlarda tedarikçiler hammadde ve

yarı mamulleri temin edemeyebilirler. Eğer stoklarda üretim emniyet stoğu yoksa hammadde ve yarı mamul yokluğu nedeniyle üretim durur. Bu nedenle üretim sürecinin gerektirdiği miktara ilave olarak emniyet stoğu olarak önceden belirlenen hammadde ve yarı mamul stoklara dâhil edilir.

- **Demode Olma;** Talepteki ve dizayndaki değişimler bazı hammadde ve yarı mamullere artık ihtiyaç duyulmamasına neden olabilir. Bu nedenle bu tip envanterin elden çıkarılması gerekir.

Birbiri ile ilişkili ve çelişen bu faktörleri göz önünde bulundurarak, oldukça etkin bir hammadde ve yarı mamul stok yönetimi uygulanmalıdır. Küme miktarlarını ölçek ekonomisinden faydalanabilmek için artırmak emniyet stoğu miktarını artırarak ilk iki faktörde olumlu sonuç verebilir. Ancak büyük miktarlarda hammadde ve yarı mamulü envantere dâhil etmek aynı zamanda demode duruma düşerek kullanılmayacak hâle gelme ile ilgili olan üçüncü kriter ile çelişir. Hammadde ve yarı mamullerine ait stok yönetiminde yeknesak bir yönetim anlayışı yerine, her çeşit ürünün (*pazardaki durumu, tedarikçi sayısı, temin süresi gibi*) dinamiklerine göre farklı stratejiler uygulanır. Ancak özellikle öngörülebilirlik seviyesini artırmak, döngü süreç zamanlarını düşürmek ve planlamaları gerçeklere uygun yapmak, hammadde ve yarı mamullerine ait daha etkin bir stok süreci uygulanmasının ön koşuldur.

- **Üretim Sürecindeki Stoklar;** Üretim sürecinin, JIT felsefesine göre her ne kadar teorik olarak ifade edilse de pratikte 'sıfır stok' ile üretim yapılamaz. Tüm üretim sürecinin ikinci aşaması olan imalat sürecinde kullanılan malzemelerden oluşan ve nihai ürünün bileşeni olan malzemelerden oluşan stoklardır. Yokluğu doğrudan imalat sürecine etki ettiği için kritik seviyenin altına düşmesine müsaade edilmemelidir. Beş farklı statüde bulunurlar:
  - **Sıra Bekleyen;** Bu statüdeki malzemeler, insan, makine veya ulaştırma ekipmanı gibi bir üretim birimini beklemektedirler.
  - **İşleme Tabi Tutulan;** Bu statüdeki malzemeler üretim birimi tarafından işleme tabi tutulmaktadır.



- **Küme Oluşturmak İçin Bekleyenler;** Bu statüdeki malzemeler bir başka işlem için bir küme oluşturmak üzere beklemek durumundadır. Bekleme süresi tamamlandıktan sonra herhangi bir sipariş için küme oluşturulduğunda bu statüdeki malzemeler sıra bekleyen statüsüne geçerler.
- **Transit Durumda Olanlar;** Bu statüdeki malzemeler (insan, makine veya ulaştırma ekipmanı gibi) elemanlar arasında hareket hâlinindedir.
- **Bütünü Oluşturmak İçin Bekleyenler;** Bu statüdeki malzemeler bir toplama işlemi için diğer ürünlerin gelip nihai ürünün bütünü oluşturmak için beklemektedir. Bir kitin tüm parçaları geldiğinde bu statüdeki malzemeler, ürün oluşuncaya kadar geçen sürede **Sıra Bekleyen** statüsüne geçerler.

Bu tip envanter için göz önünde bulundurulması gereken iki önemli kriter bulunmaktadır. Bunlardan ilki bu envanter tiplerinde en büyük oran sıra bekleyen statüsünde olanlarla küme oluşturmak için bekleyenler statüsünde olanlardır. Her birisi, niteliğinden dolayı farklı envanter yönetim politikası gerektiren 'Üretim Sürecinde olan Malzeme' envanterinde bu iki sınıf malzeme için aşağıda sıralananlara dikkat ederek daha hassas bir envanter politikası uygulanmalıdır;

- Üretim sürecindeki stok seviyesini düşürmek için yapılması gerekenlerin başında, döngü zamanlarını ve beklemleri azaltmak gelir. İlk aşamada bütünü ve kümeyi oluşturmak için bekleyen stok miktarları azaltılır. Bunda başarılı olabilmek için mevcut

ekipmanın daha etkin olanlarla değiştirilir veya mevcut ekipmana sayıca ilaveler yapılır.

- Çekme sistemine geçiş yapılması bir başka katkı sağlayan usuldür.
- Üretim planları yapılırken kapasite sınırlarının dikkate alınması, üretim sürecindeki stok miktarlarında yetersizlik yaşanmasına veya aşırı stok oluşmasına engel olur.
- Üretim ilgili tüm yapıda ölçek olarak daha küçük oluşumlara gidilmesi, süreçlerde kullanılan malzeme ve ekipmanda kalitenin artırılması, çalışanların iş yükünün optimize edebilmesi gibi düzenlenmeler üretim sürecindeki stok seviyesini düşürür.
- Bakım onarım sistemlerinin güvenilirliğinin artırılması ile sistemin sürdürülebilirliğine yönelik artan güven, stok seviyesinin aşağıda tutulması için fayda sağlayan bir başka faktördür.
- Süreçlere ait miktarlar, hareket etmesi gereken miktarların aynı olması gerekmez. Bu nedenle işlemi bitmiş bir ürünün, henüz bitmemiş diğer ürünlerle birlikte sürecin tamamlanmasını beklemesi gereksiz stok oluşmasına neden olur.
- Ürün Arabası paylaşımı olarak ifade edilen sistem ile aynı kapasite ile daha kısa sürede malzeme taşınması mümkün olabilir. **Şekil 4.1**'de 12 farklı yüklemeye istasyonunun da malzeme götüren ürün arabalarının yüklenmesi için üç farklı dizayn opsiyonu verilmiştir. Çalışanla, makine ve insan gücünün daha az hareketini gerektiren portakal renkle gösterilen optimum opsiyondur.



Şekil 4.1 Çalışan, makine ve insan gücünün daha az hareketi için opsiyonlar

- Üretim tesisleri tüm süreçlerde ürün akışlarının kolaylaştırarak şekilde dizayn edilir. Hücresel yapıda dizayn edilmiş bir tesiste ürünlerin birimler arasında bekleme yapmadan hızlı bir biçimde hareket etmesine imkân sağlanır. Bu akışkanlık üretim sürecinde stok oluşmasına engel olur.
  - **Nihai Ürün Stokları;** Bu sınıftaki stoklar ELD süreçlerinde müşterilere teslim hazır üretim süreci tamamlanmış ürünlerden oluşur. Ürünün müşteri ile buluşmasını sağlamak üzere işletmenin kontrolündeki depolarda veya üretim tesislerinde bekleyen ürünlerdir. Bu tip ürünleri bulundurmamak için beş gerekçe bulunmaktadır:
    - **Müşteri talebini karşılamak;** Üretim döngü zamanlarından daha kısa dağıtım hedef zamanına ulaşmak için, sipariş üzerine üretim yapmak yerine stokları bütünlemek üzerine üretim yapılır. Piyasa fiyatları, pazar dinamiklerine göre belirlenen (çatı kaplama, kereste gibi inşaat malzemeleri, karbonat, mısır yağı gibi gıda malları, rezistanslar, kapasitörler gibi elektronik malzemeler vb.) ürünlerde rakiplerden üstün olmak için dağıtım ve teslimatta üstün olmak gerekir. Bu nedenle bu ürünler, daha siparişi gelmeden, (olası müşteri taleplerini karşılamak üzere) stoklamak üzere üretilir. Müşteri taleplerini daha çabuk karşılamak için sipariş üzerine (make to order) üretim yapmak veya stokları bütünlemek üzere üretim yapmak yerine, sipariş üzerine toplama sistemi daha etkin kullanılabilir.
    - **Küme üretimi;** Projeksiyon hataları, değişen pazar dinamikleri gibi sebeplerle üretim için önceden belirlenen miktarlar, müşteri talebinden fazla olduğu durumlarda fazla üretim nihai ürün envanterine katılır.
    - **Üretimin değişkenliği;** Üretimin değişken yapısı, zamanlamada hata yapılmasına ve ürünlerin teslimat için beklemesine neden olabilir. Bekleme sürecine giren ürünler nihai ürün envanterinde kabul edilir.
    - **Dönemsellik;** Belli dönemler veya sezonlar için yapılan üretimlerde ürünler nihai ürün envanterinde beklerler.
- Nihai ürün envanterinin oluşumuna neden olan faktörler birbirleri ile etkileşim hâlinindedir. Örneğin müşteri talebini maksimize etmek amacıyla depolamak için yapılan üretim ve sezonunda satışa sürerek kâr etmek için bekleyen nihai ürünler öngörü hatası yapılması durumunda kullanılmayacak ürün birikmesine neden olabilir.
- **Tahminleme prosedürünün iyileştirilmesi** Belli dönemler veya sezonlar için yapılan tahminlemedeki olası hataların nihai ürün envanterinde yığılmalara neden ve stoksuzlukla karşılaşılmasına neden olması kaçınılmazdır. Bu nedenle daha gerçekçi öngörülerde bulunulabilmesi için tahminleme süreçlerinin iyileştirilmesi gerekir.
  - **Dinamik hedef zamanının belirlenmesi** Planlamalarda hedef üretim zamanlarının önceden belirlenmiş olması, pratikte meydana gelen değişimlere uyum sağlamayı güçleştirir. Bu nedenle değişen duruma uyum sağlayan dinamik ve esnek hedef zamanlar oluşturulması nihai ürün stok seviyelerini düşürür.
  - **Döngü zamanının ve/veya değişkenliğinin azaltılması** Döngü süreçlerinin kısa tutulması, nihai ürün envanter seviyelerini düşürür. Döngü süreçlerinde yaşanan değişimlerin de envantere olumsuz yönde etkisi olması kaçınılmazdır. Sürekli aynı miktarla yapılan üretim, nihai ürün envanterinde istikrarı ve dolayısı ile azalmayı beraberinde getirir.
  - **Ürün kombinasyonları oluşturma** Müşteriye daha kısa sürede ürün teslim edilmesi gerektiği durumlarda nihai ürün envanter seviyesinin artırılması gerekir. Ancak birbirini bütünleyen malzemelerde farklı kombinasyonlar yaparak nihai ürün çeşidi azaltılabilir. Sonuçta daha verimli süreçlere geçilebilir ve stok seviyeleri düşürülebilir.
- **Bakım Onarım ve İşletme Parça Stoğu;** Üretim süreçleri sonunda elde edilen ürünlerin imalatında kullanılmayan, ancak üre-

tim süreçlerinde kullanılan her türlü makine ve teçhizatın bakım ve onarımı için kullanılan ürünlerden oluşan envanterdir.

- **Bakım Onarım Hizmeti;** Bakım onarım parçalarının stokta tutulmasının asıl amacı, bir bakım ve onarım sistemlerinin üretim süreçlerini aksatmamasını sağlamak için desteklemektir.
- **Satın Alma ve Üretim Hedef Zamanları;** Tüm bakım onarım parçaları talep edildiği anda temin edilebilseydi bu tür bir stok oluşturmaya gerek kalmayabilirdi. Tedarik süreçlerinin zamanca artması bakım onarım parçalarına ait stokların artmasına neden olur.
- **Küme Bütünlemesi;** Ölçek ekonomisi sağlamak için bakım onarım parçaları tedariki büyük miktarlarda yapılabilir. Bu tercih stok seviyelerinin yükselmesine neden olacağından depolama ve stoklarda bulundurma maliyeti ile ölçek ekonomisinden sağlanan tasarruf mukayese edilmelidir.



dikkat

ELD süreçlerinde kullanılan her türlü makine ve teçhizatın bakım ve onarımı için kullanılan ürünlerin talebinin tam olarak öngörülememesi en önemli sorundur. Bu yüzden önleyici yaklaşıma dayalı bakım sistemleri ve buna bağlı olarak envanter politikaları izlenir. Acil durumlar için gerekebilecek kritik önemde malzemeler için ayrı bir yaklaşım gerekir. Bu nedenle daha çok MRP sistemleri ile desteklenirler.

Demirbaş Malzeme Envanteri; Genelde ilk kuruluş aşamasında temin edilerek envantere dâhil edilirler. İlk kuruluş maliyetlerinin en büyük bölümünü oluşturduklarından tüm imkânlar daha düşük maliyetle tedarik edilmeleri için ölçek ekonomisinden faydalanılır. Yüksek teknoloji gerektiren ekipmanların, gelişen teknoloji nedeniyle yeni versiyonları ile değiştirilmesi gereği ölçek ekonomisini sağlarken elde edilen indirimlerle mukayese edilmelidir. Dış kaynak kullanımına giderek demirbaş maliyetini üçünü taraf tedarikçilerle paylaşmak, leasing yöntemleri, uzun süreli hizmet alımı veya taşeron kullanma gibi yöntemlerle demirbaş envanter miktarlarını düşürmeye çalışırlar.

### Öğrenme Çıktısı

3 Envanter yönetim pratiklerini bilme



Araştır 3

Literatürde geçen envanter yönetim pratikleri nelerdir? Araştırınız.

İlişkilendir

En doğru stok yönetim sistemini tespit etmek ile malzemelerin sınıflandırılması arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

Anlat/Paylaş

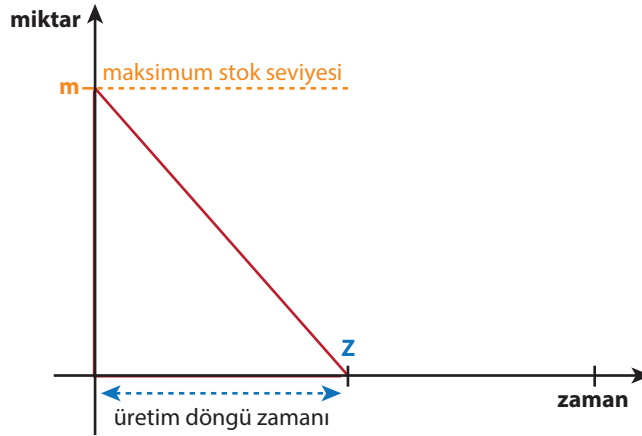
JIT felsefesine göre her ne kadar teorik olarak ifade edilse de pratikte 'sıfır stok' ile üretim yapılamamasının nedenlerini anlatınız.

## ENVANTER MİKTAR TESPİT YÖNTEMLERİ

'Ne kadar?' sorusunun cevabı; ELD sürecinde stokları oluşturan her bir kalemin kaç tane olması, daha teknik bir ifadeyle o malzeme için optimum stok seviyesinin ne kadar olacağına tespit edilmesi ile verilir. Bundan başka stoklarda eksilen malzemeler için ne zaman ve kaç tane sipariş verileceği sorularına da bu kapsamda cevap aranır. 'Ne kadar?' sorusuna yanlış cevap verilmesi, depolarda ihtiyaç fazlası malzeme birikmesine neden olabileceği gibi üretim sürecini destekleyecek miktarda ürünün zamanında hazır edi-

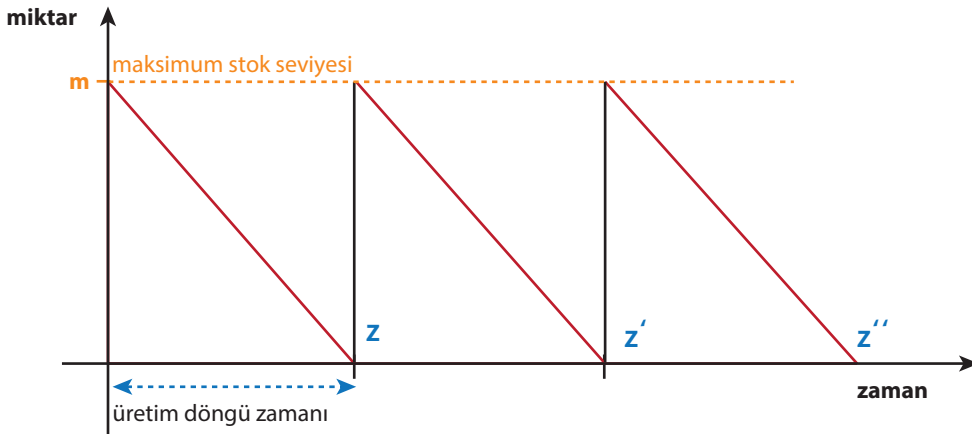
lememesine ve sürecin aksamasına da neden olabilir. Bu sorunun cevabı, 'talebin niteliğine bağlı olarak' iki farklı biçimde verilir. Talebin öngörülebildiği veya değişken olmadığı sistemlerde 'deterministik yöntemler', talebin öngörülemediği değişken olduğu sistemlerde ise 'stokastik/olasılıklı' yöntemler kullanılır.

**Deterministik yöntemler;** en basit hâli ile stokta bulunan tek bir ürünün tipik hareketlerinin gösterildiği grafik Şekil 4.2 üzerinde incelenebilir. Talebi sabit olan herhangi bir üretim sürecinde  $z$  ile ifade edilen zaman döngüsü içerisinde  $m$  ile ifade edilen miktarda üretim için çizilen grafik en yalın hâli ile tek bir ürünün üretim sürecini göstermektedir.  $z$  süresinde  $m$  miktarda malzeme tüketilerek talep karşılanmaktadır.



Şekil 4.2 Envanterde bulunan tek bir ürünün tipik hareketi

Talebin öngörülebilir özelliği nedeniyle envanter kontrolü kapsamında nihai ürün için gereken ürünün stok seviyesi değişmeyecektir. Her bir  $z$  süresi başlamadan önce maksimum stok seviyesini ifade eden  $m$  miktarda malzeme üretim sürecine zamanında girecek şekilde stoklar hazır bulundurulacaktır.  $m$  miktarda malzemenin kullanılarak  $z$  süresi içinde tamamen tüketilmesi,  $m$ 'den  $z$ 'ye doğru çizilen (ve miktar/ zaman dik üçgeninin hipotenüsünü oluşturan) **kırmızı** çizgi ile gösterilmiştir.



Şekil 4.3 Testere Ağız Modeli

Dik üçgen biçiminde oluşan yapı, üretim süreci sayısı kadar tekrarlanacak ve testere ağızına benzeyen bir yapı oluşturacaktır. Bu nedenle literatürde testere ağızı (jigsaw) modeli olarak anılır. Burada bu yaklaşımın uygulanırken talebin üretim süreci boyunca değişmediği, pazar dinamiklerinin ihmal edildiği, işçilikle ilgili girdilerin veya diğer amortisman maliyetlerinin dikkate alınmadığı gibi belli kabuller üzerinden hareket edildiğini hatırlamak gerekir.

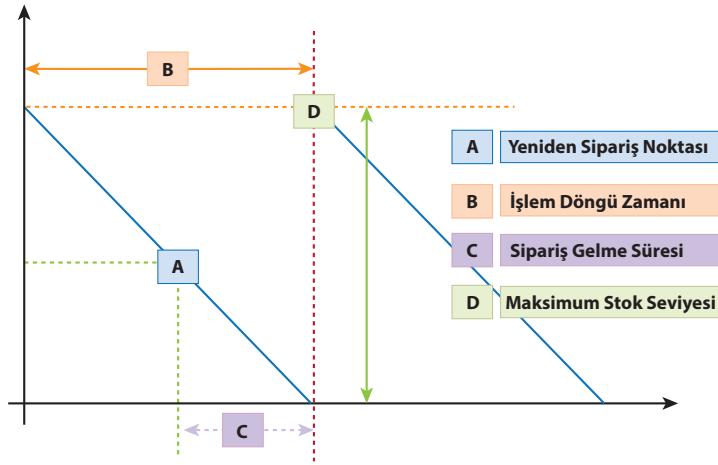
**Olasılıksal (stokastik) yöntemler;** Pratikte talebin değişmemesi ve ihmal edilen faktörlerin üretim sürecine etki etmemesi mümkün değildir. Bu nedenle talebin düzensiz olduğu bir yaklaşımla envanter tespitine ihtiyaç duyulur. Bir önceki modelde düzenli kabul edilen talebin zamanında ve/veya miktarlarında değişim olması durumuna yönelik çözümler üretilmesi gerekir. Bu nedenle pratikte yaşananlara daha yakın, olasılıklı modellerin genel yaklaşımı şekilde ifade edilmiştir. Burada her yeniden sipariş noktası (YNS)'nın (A ve B ile gösterilen mesafeler) diğerinden farklı olduğuna bütünleme seviyelerinin de (C ve D ile gösterilen mesafeler) her döngü zamanda değiştiğine dikkat etmek gerekir.

### Yeniden Sipariş Noktası

'Ne Zaman?' sorusunun cevabı 'Yeniden Sipariş Noktası' veya 'Ekonomik Sipariş Noktası' olarak ifade edilen üretim sürecinde belirlenecek zamanın tespit edilmesiyle verilir. Sipariş noktasının doğru tespit edilememesi durumunda, envanter bütünlemesinin olması gerekenden erken veya geç yapılması sonucu doğabilir. Envanter bütünlemesinin erken yapılması, depoların gereksiz işgal edilmesi, gereksiz kaynak tahsisatı, geç yapılması ise üretim sürecinin aksamasına neden olacaktır. 'Yeniden Sipariş Noktası'nın yeri Tablo 4.4'te gösterilmiştir. Sipariş miktarında veya zamanında değişiklik olabileceğine dikkat ediniz.



Tablo 4.4 Yeniden Sipariş Noktasının Hesaplanması



<b>A</b>	Yeniden Siparişin Verildiği Nokta
<b>B</b>	Siparişin Tamamlandığı Nokta
<b>t</b>	Üretim Döngü Zamanı (z-t) (10 gün, 1 ay, 3 ay, 1 yıl gibi)
<b>x</b>	Maksimum Ürün (Tüketim) Stok Seviyesi $(y-s) + (x-y) = (x-s)$
<b>y</b>	Ortalama Ürün (Tüketim) Stok Seviyesi $(z-s) + (y-z) = (y-s)$

- Ekonomik Sipariş Noktası süreçte A noktası ile ifade edilir. A'nın konumunu C belirler. Çünkü C bütünleme süresinin ifadesidir.
- Stok miktarı A noktasına düştüğünde tekrar D noktası seviyesine tamamlamak için sipariş verilir.

### NE ZAMAN SİPARİŞ VERİLECEK?

<b>YSN:</b> Birim mal olarak ekonomik sipariş seviyesi	<b>DEĞİŞKEN</b>	Her 30 günde 200 adet sipariş alan bir işletmenin;
<b>D:</b> Birim mal günlük ortalama talebi	200 adet sipariş miktarında değişiklik olmamasına rağmen, belli dönemlerde 30 günlük sipariş periyodu yerine 20 veya 45 günlük periyotlarla sipariş alabilmesi durumu.	
<b>T:</b> Sipariş zaman döngüsü uzunluğu		
<b>SS:</b> Emniyet Stok Seviyesi	30 günlük sipariş periyoduna değişiklik olmamasına rağmen, belli dönemlerde 200 adet sipariş miktarının 150 veya 300 gibi miktarlarda değişmesi durumu.	
<b>DL x TL:</b> Ortalama talep		
<b>YSN = DL x TL + SS</b> Sipariş Miktarı		
Sipariş Zamanı		

5 günlük performans döngüsü ve günde 40 birim ürün talebi olduğunu ve emniyet stok seviyesinin 25 adet olması hâlinde:

**ÇÖZÜM:**  $D = 40$  birim /gün;  $T = 5$  gün ise ve  $D \times T$  formülünde verilen değerler yerine konulursa;

Yeniden Sipariş Noktası  $= 40 \times 5 + 25 = 225$  birim olacaktır.

Bir başka ifade ile bu ürünün envanter seviyesinin 225'e düşmesi hâlinde işletme yeniden sipariş verecektir.



## Öğrenme Çıktısı

4 Envanter miktar tespit yöntemlerini, testere ağız modelini bilmek ve yeniden sipariş noktasını hesaplama



## Araştır 4

'Yeniden Sipariş Noktası' veya 'Ekonomik Sipariş Noktası' olarak ifade edilen üretim sürecinde belirlenecek zamanın yanlış tespit edilmesinin sonuçlarını araştırınız.

## İlişkilendir

Talebin öngörülebildiği veya değişken olmadığı sistemlerde 'deterministik yöntemler' ile talebin öngörülemediği değişken olduğu sistemlerde kullanılan 'stokastik/olasılıklı' yöntemler arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

## Anlat/Paylaş

'Ne kadar?' sorusuna yanlış cevap verilmesinin, depolarda ihtiyaç fazlası malzeme birikmesine neden olabileceği gibi üretim sürecini destekleyecek miktarda ürünün zamanında hazır edilememesine ve sürecin aksamasına da neden olabilmesinin nedenlerini anlatınız.

## ELD SÜREÇLERİNDE SATIN ALMA

ELD süreçlerinin ihtiyaç duyduğu malzemelerin zamanında ve yeteri kadar temin edilmesi ancak sağlıklı ve sürdürülebilir satın alma sistemine sahip olunması ile mümkündür. Bu nedenle satın almanın, ELD yapılarının başarısında kayda değer etkisi vardır. Satın alma süreçleri; özellikle envanter yönetim süreçleri ile depolama süreçleri ile yakından etkileşim hâlinindedir. Aşağıda satın alma yapısını oluşturan unsurlar sıralanmıştır;

- **Satın Alma Sistemi;** İhtiyaç duyulan mal ve hizmetlerin satın alınabilmesi için etkin bir satın alma sistemi oluşturulur. Satın alma sisteminin oluşturulması iki boyutlu bir süreçtir. İlk aşamada sistemin üretim stratejisine uyumlu bir satın alma stratejisi belirlenir; ikinci aşamada ise bu stratejiye bağlı olarak, satın alma süreçlerini yürütecek organizasyon oluşturulur.



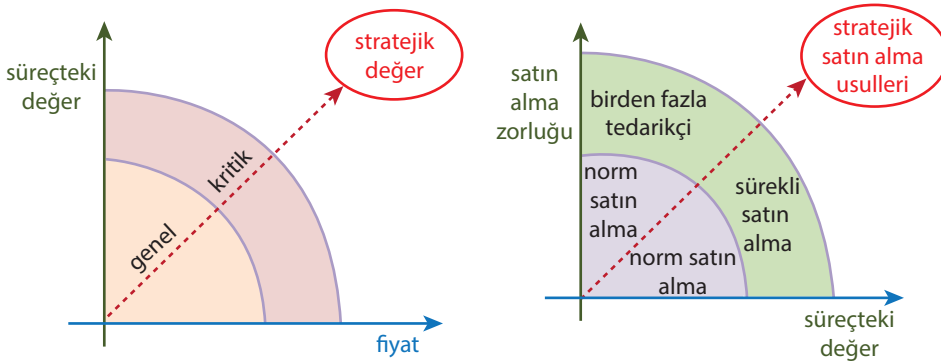
- **Satın Alma Stratejisi;** Satın alma stratejileri işletmenin genel stratejilerine uygun olarak işletmenin en üst düzey karar organı olan 'İşletme Yönetim Kurulu' tarafından görevlendirilen 'Satın Alma Yöneticileri' tarafından belirlenir. Satın alma stratejileri en üst düzeyde alınan satın alma faaliyetlerinin tümünü biçimlendiren tercihlerdir. Bu seviyede, satın alma süreçlerinde uyulması gereken temel prensiplerin belirlenmesinden başka, hangi tür mal veya hizmetlerin satın alınacağı, kiralana-

çağı veya dış kaynak kullanılarak temin edileceği gibi genele yönelik spesifik olmayan kararlar alınır. İşletmenin envanter ve depolama yönetim stratejilerinin satın alma stratejileri ile entegrasyonu için uyulması gereken ilkeler ortaya konulur.

- **Satın Alma Organizasyonu;** Satın almanın en üst düzeydeki kararlarının alınmasından sorumlu olan yöneticiler, 'İşletme Yönetim Kurulu' üyeleri arasından belirlenebileceği gibi aynı zamanda tamamen profesyoneller arasından seçilerek görevlendirilen kişiler de olabilir. İşletmenin tüm satın alma süreçlerinden sorumlu olan 'Satın Alma Yönetimi', 'İşletme Yönetim Kuruluna düzenli olarak genel faaliyet raporları sunar, bilgi verir. Satın alma ile ilgili 'İşletme Yönetim Kurulundan alınması gereken onayları almaktan, 'Satın Alma Yönetimi' sorumludur. İşletmenin ölçeğine faaliyet alanının genişliğine bağlı olarak, satın alma faaliyetlerini icra edecek 'Satın Alma Bölümleri' oluşturulur. Satın alma bölümlerinden bağımsız, doğrudan 'İşletme Yönetim Kuruluna veya işletme sahibine bağlı bir denetleme yapısı oluşturulur. Bu mekanizmanın işlevi ve ölçeği işletmenin faaliyet türüne, biçimine ve doğal olarak ölçeğine bağlıdır.
- **Satın Alma Altyapısı;** Satın alma süreçlerini desteklemek için kullanılan her türlü fiziksel yapıya, satın alma altyapısı denir. Satın alma süreçlerinde ihtiyaç duyulan geçici depolama yerleri, teslim alınan ürünlerin testlerinin yapılmasına yarayan ekipman, özel tartılar ve muayene gereçleri satın alma altyapısını oluştururlar.

### Satın Alma Değişkenleri

Ürünlerin satın alma süreçlerinde sınıflandırılmasında envanter yönetirken kullanılanlardan farklı kriterlere ihtiyaç duyulur. Bir başka ifade ile satın alma ihtiyacı duyulanların bazı özellikleri satın alınma süreçlerini etkiler. Pareto sınıflandırılmasında olduğu gibi satın almaya tabi olacak malzemeler için alınacak satın alma kararları, fiyatları ve ELD süreçlerindeki değerine göre değişir. Geleneksel satın alma süreçlerinde dikkate alınmayan fiyat konusuna, çağdaş satın alma süreçlerinde farklı yaklaşımlar. Şekil 4.5'te, satın alınanın fiyatı ile süreçteki değeri arasındaki ilişki gösterilmiştir. Malzemelerin ELD sürecindeki öneminin artmasına bağlı olarak, piyasadaki satış fiyatı değişirse de malzemenin süreçteki değeri artar. Şekilde sarı ile gösterilen bölümde hem piyasadaki satış değeri düşük hem de ELD süreçlerindeki değeri az olan malzeme sıradan usuller ile satın alınır. Ancak malzemenin değerinin stratejik olarak artması ile birlikte daha koyu renkli bölümde görüldüğü gibi daha farklı ve özel satın alma süreçleri uygulanır.



Şekil 4.5 Satın Alma Süreçlerinde Stratejik Değer ve Satın Alma Biçimi İle İlişkisi

Benzer durum malzemelerin satın alınmasında yaşanan zorluğa bağlı olarak da görülebilir. Sağdaki grafikte malzemenin satın alma zorluğu ile süreçteki değeri arasındaki ilişki verilmiştir. Yeşil bölge her iki kriterde artış yaşandığında görece olarak artışın değişimine göre satın alma yaklaşımlarının değişimi gösterilmiştir. Satın alma zorluğunun artışı malzeme için daha fazla tedarikçi ile çalışılan satın alma süreçlerinin tercih edilmesine neden olur. Süreçteki değer artışı ise söz konusu malzemenin stoksuzluk maliyetinden

kaçınmayı gerektirir. Bu nedenle bu türdeki malzemeler için sürekli satın alma gayreti içinde olunur.

## Satın Alma Süreçleri

İşletme bünyesinde bir satın alma sistemi oluşturulduktan sonra, satın alma süreçleri belirlenir. Genel olarak satın alma süreçleri aşağıda sıralanmıştır;

- **Satın alma ihtiyacının tespit edilmesi;** Satın alma ihtiyaçlarını malzemeyi kullananlar veya tasarım aşamasında sistemi tasarlayanlar belirler. İhtiyaçlar, tipine göre 'belli dönemlerde sürekli' olarak veya 'ani beliren ihtiyaca göre spontane' olarak malzemeyi kullananlar tarafından bağlı bulunulan birime bildirilir. Farklı alt birimlerden gelen bu talepler, satın alma bölümüne ulaştırılmadan önce bu müdürlük/amirlik tarafından konsolide edilir. Bir başka ifade ile farklı birimlerden gelen aynı tip malzemeler birleştirilir, daha önce talep edilip henüz karşılanamayan diğer ihtiyaçlara eklenir. Oluşturulan ihtiyaç listesi yılın belli dönemlerinde veya üretim sürecinin herhangi bir aşamasında birim yöneticisi tarafından onaylanarak satın alma bölümüne gönderilir. Bu işlemler diğer ana birimler tarafından da yapılır.
- **Satın alma ihtiyacının doğrulanması;** Satın alma birimlerine listeler hâlinde gelen satın alma ihtiyaçlarının doğrulanması iki farklı birimle koordineyi gerektirir.

**Envanter Birimleri ile Koordine;** Bunlardan ilki envanter yönetiminden sorumlu birimlerle yapılacak koordine. Envanter birimleri, satın almadan gelen listelerini, işletmenin stok kontrol sistemine göre gözden geçirirler. Bu işlem sonrasında satın alma süreçlerinde yaşanabilecek iki önemli sorun giderilir;

- *Depoda var mı?* Bunlardan ilki, ihtiyaç listelerinde bulunan malzemelerin işletme envanterinde bulunan, bir başka ifadeyle, işletme depolarında olan bir malzeme olmadığının teyit edilmesidir. Bu sayede, mevcut olduğu halde farklı gerekçelerle işletme bünyesinde ihtiyaç duyulan birime, yere veya personele ulaştırılmamış malzemelerin satın alınarak gereksiz stok oluşmasının önüne geçilir.

- *Bilgileri doğru mu?* Diğeri ise satın alınacak malzemelerin stok kontrol bilgilerinin teyit edilmesidir. Satın alınacak malzemelerin stoklarının yönetilmesinde kullanılan ve işletme tarafından verilen parça numarası, adı gibi listede yazılı bilgilerle uyumlu olduğu teyit edilir. Bu sayede, satın alma süreçlerinin daha sonraki aşamalarında yaşanacak olası uyumsuzlukların, adli ve idari sorunların önüne geçilir, zaman ve kaynak tasarrufu sağlanır.

**Teknik Yönetim Birimleri ile Koordine;** Satın alma birimleri, envanter birimlerinden gelen stok kayıtlarına göre düzeltilmiş listeleri, teknik açıdan kontrol edilmesi için 'teknik müdürlük', 'teknik destek', 'teknik üretim' gibi farklı isimlerle anılan teknik yönetimden sorumlu birimlere gönderirler. Bu koordine sayesinde satın alma süreçlerinde daha sonra yaşanabilecek birçok önemli sorun giderilir;

- *Teknik açıdan uygun mu?* Bunlardan ilki olan "teknik açıdan uygun mu?" sorusuna cevap verebilmek için satın alma süreçlerinde yer alan tüm aktörler tarafından hiçbir tereddüde bırakılmayacak şekilde malzemenin teknik özelliklerini içeren ve 'teknik şartname' adı verilen teknik dokümanlar satın alma listelerine eklenir.
- *Teknik açıdan gerekli mi?* Teknik birimlerde görevli ve üretim süreçlerinin teknolojik anlamda tasarlayan mühendislerin de arasında olduğu teknik destek birimlerinde görevli personel, ihtiyaç listelerinde değişiklik yapılmasına gerek duyabilir. Malzemeyi kullananlar tarafından başlatılan satın alma süreçlerinde teknik bilgi ve tecrübe yetersizliğinden kaynaklanabilecek olası hatalar da engellenmiş olur.
- *Teknik numune gerekli mi?* Teknik şartnamelerin temin edilememesi veya yeterli olmadığı durumlarda teknik şartnamelerde belirtilmek kaydı ile satın alınacak ürün için 'satın alma numunesi' adı verilen ve miktarı önceden belirlenmiş sayıda numune malzeme satın alma birimine verilir.
- **Satın alma ihtiyacının bütçelendirilmesi;** Satın alma ihtiyaçlarının hem teknik hem stok yönetimi açısından teyidinin yapılmasının ardından, ihtiyaçların birim fiyatlarının ve buna bağlı olarak satın alınması

gerekenlerin toplam tutarının belirlenmesi aşamasına geçilir. Toplam tutarının belirlenmesinin başta satın alma için ayrılacak bütçeyle alınacak malzemelerin tutarı arasında denge sağlamak başta olmak üzere birçok fayda sağlar. Satın alma ihtiyaçlarının birim fiyatlarının tespit edilmesi için 'pazar araştırması' adı altında birçok farklı usul uygulanır. Bazı malzemelerin birim fiyatları ölçek ekonomisine bağlı olarak azalırken kimi malzemelerin fiyatları ölçekten bağımsızdır. Bazılarının fiyatı ise sezona göre değişirken bazı malzemelerin fiyatları pazar dinamiklerine göre şekillenir. Tüm bu aktörlerden gelen farklı fiyatların ürün bazında analiz edilir. Rasyonel olmayanlar [aşırı yüksek veya düşük olanlar] elimine edilir ve 'yaklaşık birim fiyatlar' tespit edilir. Yaklaşık birim fiyatlarının tespit edilmesi ile birlikte 'yaklaşık (satın alma) maliyeti' belirlenmiş olur. Böylece satın alma ihtiyaçlarının bütçelendirilme süreci tamamlanır.

- **Satın alma yetkilerinin ve usulünün belirlenmesi;** Bütçelendirilme sürecinin ardından, satın alma yetkilerinin belirlenmesine ve satın alma usullerinden hangisinin tercih edileceği aşamasına geçilir.
- **Satın alma dokümantasyonunun hazırlanması ve onayı;** Satın alma sürecinin bu aşamasında, satın alma pratiklerinin başlatılabilmesi için onay alınır. İşletme adına satın alma olurunun (onayını) verecek kişi satın alınacakların tipine ve tutarına bağlı olarak değişir. Ancak işletmenin ölçeği ve tipine göre de onay alınacak kişilerin işletme içindeki konumlarında farklılıklar görülür.

- **Tedarikçilerin belirlenmesi ve seçimi;** Satın alma süreçlerinin üzerinde en çok çalışılan alanlarından birisi satın alınacakların kimden satın alınacağını belirlenmesi aşamasıdır.
- **Malzemelerin teslim alınması;** Mal ve hizmetlerin teslim alınması aşaması, satın alma süreçlerinde satın alınacak malzemenin işletmeye fiziksel anlamda gelmesi anlamında ilk somut gelişmedir. Tedarikçiler, teknik şartnamede yazılı niteliklere uygun biçimde hazırladıkları malzemeleri, idari şartnamede yazılı olan tarihte ve yerde işletmeye teslim ederler.
- **Satın alınan malzemelerin muayene ve teknik kontrollerinin yapılması;** Geçici teslimatın tamamlanmasının ardından, 'kesin kabul' için gerekli olan muayene ve kontrollerin yapıldığı aşamaya geçilir. Teknik özellikler arttıkça, kesin kabuller için gerekli teknik muayeneler, ancak belli ekipmanla veya özel laboratuvar tahlilleri desteğinde yapılabilir.
- **Satın alınan malzemelerin kesin kabulleri, ödemelerin yapılması ve envantere dâhil edilmesi;** Kesin kabul sürecinde, tedarikçiye idari şartnamede belirtilen koşullara göre ödeme yapar. Ödemelerin geciktirilmesi, noksan yapılması veya hiç yapılmaması, işletmenin tedarikçiler arasında ticari itibarını düşürür, sonraki alımlarda nitelikli tedarikçi bulmasını güçleştirir. Satın alma birimi, 'kesin kabul koşulları'nın oluştuğunu envanter ve depolama birimlerine de bildirir. Bildirimin alınmasını müteakip, mümkün olan en kısa sürede envanter birimi, satın alınan malzemeleri stok yönetim sistemine dâhil eder ve ihtiyacı sahibi birimlere ulaştırır.



## Yaşamla İlişkilendir

Evde sabah kahvaltısı hazırlamak için bir pazar günü buzdolabını açtınız. Hazırlamayı düşündüğünüz kahvaltı için hiç olmayan veya yeterli miktarda olmayan bir şey var mı? Dolapta kullanım süresi dolmuş bozulmuş yiyecek veya içecek var mı? Noksan bir şey var mı? Evde etkin bir envanter yönetiminin bütçeye ve ev halkının mutluluğuna etkileri neler olabilir, bu durumun ELD ile desteklenen bir yapıdaki benzerliklerini belirleyiniz?







## Araştırmalarla İlişkilendir

### Parça Numarası ve Stok Numarası

- BM bünyesinde misyonlarında kullanılmak üzere envanterinde bulundurduğu hizmet araçlarının iki yıl içerisinde değiştirileceği öngörülen 450 bin adet dış lastiği satın alarak envanterine katmayı planlamaktadır.
- Araçların üzerinde hâlen kullanılan dış lastiklerin, Pirelli firması tarafından **11-00-20 SRLER** parça numarası ile üretilen lastikler olduğu tespit edilmiştir.
- BM'in satın alma bölümünün sorumluları tedarikçi sayısını ve dolayısı ile rekabeti artırmak ve satın alma maliyetini düşürmek için **11-00-20 SRLER** parça numarası ile üretilen lastiklerle aynı teknik özelliklere sahip lastik üreten tüm firmaların ihaleye girmesine sağlamak durumundadırlar.
- Pazarda araçların üzerindeki Pirelli marka ve **11-00-20 SRLER** parça numarası ile üretilen lastiklerle aynı teknik özelliklere sahip lastik üreten birçok firma bulunduğu tespit edilmiştir.



- Bu firmalardan Dunlop söz konusu lastik için 11-20-20SPTGM kullandığı parça numarasını kullanırken, bir başka firma olan CUP SNC ise 1100R20GSTR4-16R kullanmaktadır.
- BM'in (tüm bu firmaların ihaleye girebilmesi için) envanterine katacağı dış lastiklerin özelliklerini tanımlamak için Pirellinin ve diğer üretici firmaların kullandığı parça numaralarından başka bir numaralandırma sistemine ihtiyacı bulunmaktadır.
- Bu numara sistemi, '(NATO) Stok Numarası' sistemidir.
- BM dış lastik ihale dosyasını hazırlarken;
  - Lastik üreticisi firmalardan herhangi birisinin kullandığı parça numarasını tercih etmesi durumunda sadece tek bir firmayı işaret etmiş olacaktır,
  - Bunun yerine, aynı lastiğin genel olarak tanımlayan 2610-27-322-4304 stok numarasını tercih etmesi durumunda tüm tedarikçilerin ihaleye girmesini imkân vermiş olacaktır.

**Kaynak:** Keskin, M. Hakan (2018). Tedarik Zinciri Yönetimi, Arka Planı, Gelişimi ve Güncel Uygulamaları (II. Baskı) Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık

## Öğrenme Çıktısı

5 ELD süreçlerinde satın alma esaslarını bilme

## Araştır 5

'ELD süreçlerinde satın alma yapısını oluşturan unsurlar nelerdir? Araştırınız.

## İlişkilendir

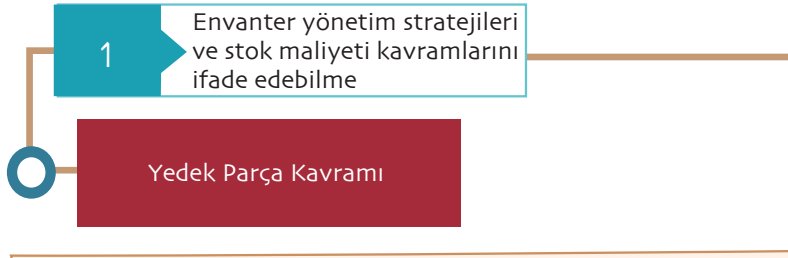
Satın alma sistemi ile satın alma stratejisi arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

## Anlat/Paylaş

Ürünlerin satın alma süreçlerinde sınıflandırılmasında envanter yönetirken farklı kriterlere ihtiyaç duyulmasının nedenlerini anlatınız.







Yedek parça kavramı olarak sistemin bakım ve onarım süreçlerinde kullanılan tüm malzemeleri ifade eder. Bu malzemelerden bazıları tekrar kullanılabilirken bazıları bir veya birkaç defa kullanıldıktan sonra kullanım dışı kalabilmektedir. Bu tip malzemeler ELD süreçlerinde oldukça yüksek maliyetlere sahiptirler. Bu nedenler 'ne sorusu'nun hatasız cevaplanması gerekir. Bir CNC torna tezgâhının ayarlanması için gerekli olan bir kalibrasyon cihazı yedek parça değildir, ancak envanter listesinde yer alır. Aynı CNC için kullanılan yağlama sıvıları hem yedek parça listesinde hem de envanter listesinde bulunur. ELD kapsamındaki sistemleri çalışır durumda tutmak için kullanılan malzemelerin Hammaddede ve Yarı Mamuller; Üretim Sürecinde olan Malzemeler; Son (Nihai) Ürün; Dağıtım Envanteri; Bakım Onarım ve İşletme Parçaları; İdari ve Güvenlik Malzemeleri şeklinde sınıflandırılır. 'Tüketilemeyen (Demirbaş) Malzemeler' ile 'İdari ve Güvenlik Malzemeleri' bazı kaynaklarda yapılan sınıflandırmalarda yer almaz. Bu tarz bir sınıflandırma yapılmasının asıl amacı yedi farklı stok türünün farklı biçimde yönetim süreçlerine tabi olmasıdır. Stok yönetimine esas olacak şekilde yapılan bu sınıflandırmadan başka Döngü stoğu, Emniyet stoğu, Ayrıştırılmış stok, Transit stoğu veya Ulaştırma stoğu, Beklenti stoğu, Ölü stoklar gibi yedek parça sınıflandırmaları da bulunur. ELD'ye tabi olan sistemin ölçeğine bağlı olarak stoklardaki yüzbinleri bulan farklı her bir malzeme çeşidi için ve bu ürünlerin imalatı için kullanılan her bir yarı mamul veya hammadde için bir parça/ürün numarası verilir. Bu sayede malzemeler için sayfalar dolusu tanımlar yerine kullanımı oldukça kolay birkaç harf/sayı dizisinden oluşan bir yeni bir yapı olarak olası birçok sorunu çözmüş olur. ELD destek süreçlerinde kullanılan iş taleplerinin (iş siparişlerinin/emirlerinin) işlenmesi, yazılım sistemlerine aktarılması veya envanter listelerine eklenmesi gibi işlemlerde, malzemelerin sadece adı, numarası ve miktarı kullanılır. Parça/ürün numarası sayesinde dış görünüşü birbirine benzeyen (veya aynı olan), ancak nitelikleri (veya markası) farklı olan ürünleri birbirinden ayırmak ve envanter sisteminde takip edebilmek ve işlemek mümkün hâle gelir. Böylece tüm ELD süreçlerini desteklemek için gereken çok sayıda kalem malzemedan herhangi birisinin nasıl ifade edileceği sorunu çözülmüş olur. Bir başka ifade ile 'bir ürünün spesifik olarak nasıl tanımlanacağı sorusu'na cevap verilmiş olunur. Parça/ürün numarası, herhangi bir yapı içindeki tüm süreçlerde işlevini sorunsuz yerine getirirken ELD gibi birden çok aktörün olduğu yapılarda sorun, parça numarası ile çözülmez. Aynı özellikte ürünleri üreten işletmelerin sayısı birden fazla olduğundan, tek bir ürün tipi için kullanılan parça/ürün numarası sayısı birden fazla olmaktadır. Bu nedenle stok numarası kullanılır. Stok numarası sisteminde her ürün için tek bir numara vardır.

2

Envanter yönetim stratejileri ve stok maliyeti kavramlarını ifade edebilme

Envanter Yönetim Stratejileri

Envanter yönetim stratejileri;

Envanter yönetiminin iki seviyede incelemek gerekir. Bunlardan ilki envanterin yönetiminin stratejik hedefleri diğeri ise pratikte envanter yönetiminin pratikleridir. ELD envanter yönetim stratejilerinin temel hedefi sürdürülebilir bir yedek parça destek sistemini maliyet etkin biçimde çalıştırmaktır. ELD kapsamında stok yönetim stratejilerinin yanlış seçimi ve uygulama hatalarının nihai sonucu 'yetersiz stok seviyesi' veya 'ihtiyaç fazlası stok seviyesi'den birisidir. Depolarda kullanılmayan malzeme kalem sayısının ve miktarının artması, Sistemin yapısında kayda değer bir değişim olmamasına rağmen, stok için ayrılan kaynaklarda artış olması, depolardan sevk edilen ürün iadelerinde artış yaşanması, depolarda yer kapasitesinde artan yetersizlikler, Ürün elleçleme miktarında artış olması, dağıtım merkezleri arasında hareket halinde olan transit stokların miktarlarında kayda değer değişimler yaşanması gibi bazı işaretlerin görülmesi; envanterin yönetiminin stratejik hedefleri veya envanter yönetiminin pratiklerinde yanlış seçim yapıldığını gösterir.

Stok maliyetleri;

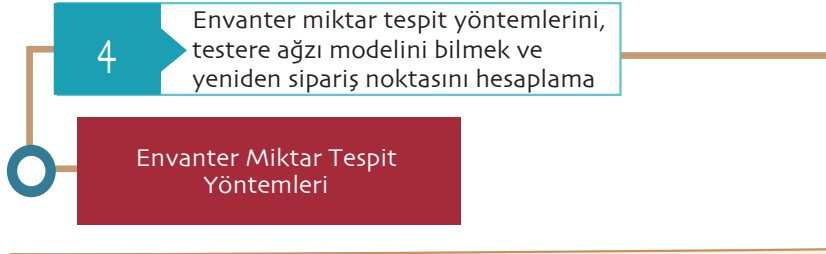
Gerek 'yetersiz stok seviyesi' gerekse 'ihtiyaç fazlası stok seviyesi' oluşması fark etmeksizin, her iki sonuç stok yönetiminde yapılan hataların doğal bir sonucudur. Her iki sonuçta da ELD süreçlerinde gereksiz maliyetlere neden olur. ELD süreçlerinde stoklar 'Temin/Tedarik Maliyetleri' ve 'Bulundurma/Taşıma Maliyetleri' başlığı altında iki farklı tipte maliyet oluşturur. ELD süreçlerini desteklemek için ihtiyaç duyulan malzemeleri satın alırken oluşan maliyetler, temin/tedarik maliyetleridir. Malzemelerin satın alınmasını takip eden elden çıkarılması ile biten tüm süreçlerde oluşan maliyetler stok maliyetleri olarak adlandırılır. Depolama maliyeti; (Birim malzeme başına hesaplanan, malzemenin stoklarda bulundurulması için gereken tüm maliyetlerdir); İdari maliyetler; (Birim malzeme başına düşen idari faaliyetlerden kaynaklanır.); Depolama esnasındaki hırsızlık, eksilme, hasar ve yıpranmalar; (Birim malzeme başına düşen ve depoda bulunan malzemenin çalışanlar, ambalajlama hataları, istifleme, ürünün doğasından ve sistemden kaynaklanan hatalar nedeniyle oluşan hasar bedelidir.) Demode olma veya bozulma maliyetleri; (Demode olma veya bozulma maliyetleri genellikle ihtiyaçtan daha fazla miktarda envantere dâhil edilen ve belli zaman içinde tüketilmesi gereken ürünlerin kullanılmaz duruma gelmesiyle oluşan maliyetlerdir); Envanter kontrol maliyetleri (Stok yönetim stratejileri ve pratiklerinin uygulanması esnasında oluşan maliyetlerdir.) şeklinde sınıflandırılırlar.

3

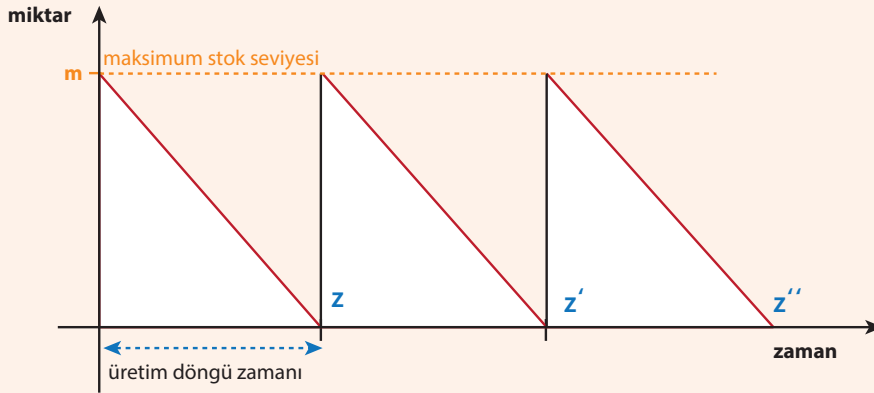
Envanter yönetim pratiklerini bilme

Envanter Yönetim Pratikleri

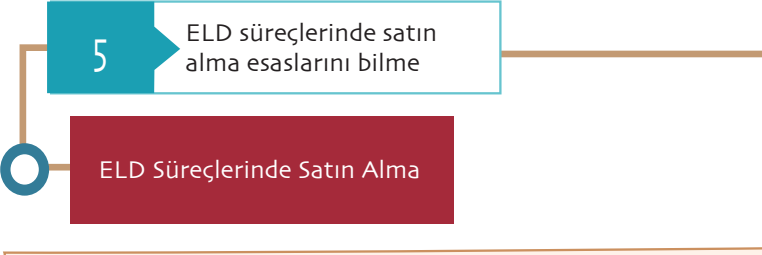
ELD karar vericileri tarafından belirlenen stok yönetim stratejileri doğrultusunda pratikte uygulanan usullerdir. Stok seviyelerinin tespitinin yanı sıra sipariş zaman aralıklarının ve miktarlarının nasıl belirleneceği de 'envanter yönetim pratikleri'nin amaçları arasındadır. ELD'ye tabi sistemlerin yedek parça desteği için on binlerle, hatta yüz binlerle ifade edilen farklı malzemelerin yönetiminde yüksek matematik kullanılarak hazırlanmış algoritmalara dayalı yazılımlar kullanılır. Ancak görece olarak daha küçük ölçekte kullanılan daha basit yöntemler de bulunmaktadır. Envanter yönetim pratikleri gözle kontrol yöntemi, çift kutu yöntemi, minimum-maksimum yöntemi, bütçe dağıtım yöntemi, ABC yöntemi, bakım sistemi, geleneksel yöntem şeklinde sınıflandırılırlar.



ELD sürecinde stokları oluşturan her bir kalemin kaç tane olması, daha teknik bir ifadeyle o malzeme için optimum stok seviyesinin ne kadar olacağını tespit edilmesi gerekir. Bundan başka stoklarda eksilen malzemeler için ne zaman ve kaç tane sipariş verileceği sorularına da bu kapsamda cevap aranır. Hata yapılması depolarda ihtiyaç fazlası malzeme birikmesine neden olabileceği gibi, üretim sürecini destekleyecek miktarda ürünün zamanında hazır edilememesine ve sürecin aksamasına da neden olabilir. Sonuçta 'talebin niteliğine bağlı olarak' iki farklı biçimde sonuca ulaşılır. Talebin öngörülebildiği veya değişken olmadığı sistemlerde 'deterministik yöntemler', talebin öngörülemediği değişken olduğu sistemlerde ise 'stokastik/olasılıklı' yöntemler kullanılır. Deterministik yöntemler; en basit hâli ile stokta bulunan tek bir ürünün tipik hareketlerinin gösterildiği grafik aşağıdadır. Talebi sabit olan herhangi bir üretim sürecinde  $z$  ile ifade edilen zaman döngüsü içerisinde  $m$  ile ifade edilen miktarda üretim için çizilen grafik en yalın hâli ile tek bir ürünün üretim sürecini göstermektedir.  $z$  süresinde  $m$  miktarda malzeme tüketilerek talep karşılanmaktadır. Talebin öngörülebilir özelliği nedeniyle envanter kontrolü kapsamında nihai ürün için gereken ürünün stok seviyesini değiştirecektir. Her bir  $z$  süresi başlamadan önce maksimum stok seviyesini ifade eden  $m$  miktarda malzeme üretim sürecine zamanında girecek şekilde stoklar hazır bulundurulacaktır.  $m$  miktarda malzemenin kullanılarak  $z$  süresi içinde tamamen tüketilmesi,  $m$ 'den  $z$ 'ye doğru çizilen (ve miktar/ zaman dik üçgeninin hipotenüsünü oluşturan) kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.



Dik üçgen biçiminde oluşan yapı, üretim süreci sayısı kadar tekrarlanacak ve testere ağızına benzeyen bir yapı oluşturacaktır. Bu nedenle literatürde testere ağızı (jigsaw) modeli olarak anılır. Burada bu yaklaşımın uygularken talebin üretim süreci boyunca değişmediği, pazar dinamiklerinin ihmal edildiği, işçilikle ilgili girdilerin veya diğer amortisman maliyetlerinin dikkate alınmadığı gibi belli kabuller üzerinden hareket edildiğini hatırlamak gerekir.



ELD süreçlerinin ihtiyaç duyduğu malzemelerin zamanında ve yeteri kadar temin edilmesi ancak sağlıklı ve sürdürülebilir satın alma sistemine sahip olunması ile mümkündür. ELD yapılarının başarısında satın alma yapısını oluşturan unsurlar satın alma sistemi; (Satın alma sisteminin oluşturulması iki boyutlu bir süreçtir. İlk aşamada sistemin üretim stratejisine uyumlu bir satın alma stratejisi belirlenir, ikinci aşamada ise bu stratejiye bağlı olarak, satın alma süreçlerini yürütecek organizasyon oluşturulur.), satın alma stratejisi (Satın alma stratejileri en üst düzeyde alınan satın alma faaliyetlerinin tümünü biçimlendiren tercihlerdir.), satın alma organizasyonu (Satın almanın icrasından sorumlu kişiler.), satın alma altyapısı (Satın alma süreçlerini desteklemek için kullanılan her türlü fiziksel yapıdır.) şeklinde sıralanır. Ürünlerin satın alma süreçlerinde sınıflandırılmasında envanter yönetirken kullanılanlardan farklı kriterlere ihtiyaç duyulur. Satın almaya tabi olacak malzemeler için alınacak satın alma kararları, fiyatları ve ELD süreçlerindeki değerine göre değişir. Malzemelerin ELD sürecindeki öneminin artmasına bağlı olarak, piyasadaki satış fiyatı değişmese de malzemenin süreçteki değeri artar. Şekilde sarı ile gösterilen bölümde hem piyasadaki satış değeri düşük hem de ELD süreçlerindeki değeri az olan malzeme sıradan usuller ile satın alınır. Ancak malzemenin değerinin stratejik olarak artması ile birlikte daha koyu renkli bölümde görüldüğü gibi daha farklı ve özel satın alma süreçleri uygulanır. Benzer durum malzemelerin satın alınmasında yaşanan zorluğa bağlı olarak da görülebilir. Sağdaki grafikte malzemenin satın alma zorluğu ile süreçteki değeri arasındaki ilişki verilmiştir. Yeşil bölge her iki kriterde artış yaşandığında görece olarak artışın değişimine göre satın alma yaklaşımlarının değişimi gösterilmiştir. Satın alma zorluğunun artışı malzeme için daha fazla tedarikçi ile çalışılan satın alma süreçlerinin tercih edilmesine neden olur. Süreçteki değer artışı ise söz konusu malzemenin stoksuzluk maliyetinden kaçınmayı gerektirir. Bu nedenle bu türdeki malzemeler için sürekli satın alma gayreti içinde olunur. İşletme bünyesinde bir satın alma sistemi oluşturulduktan sonra, satın alma süreçleri belirlenir. Genel olarak satın alma süreçleri satın alma ihtiyacının tespit edilmesi, satın alma ihtiyacının doğrulanması, teknik yönetim birimleri ile koordine, satın alma ihtiyacının bütçelendirilmesi, satın alma yetkilerinin ve usulünün belirlenmesi, satın alma dokümantasyonunun hazırlanması ve onayı, tedarikçilerin belirlenmesi ve seçimi, malzemelerin teslim alınması, satın alınan malzemelerin muayene ve teknik kontrollerinin yapılması, satın alınan malzemelerin kesin kabulleri, ödemelerin yapılması ve envantere dâhil edilmesi şeklinde sıralanır.

1 Envanter yönetimi temelinde en basit hali ile genel olarak dört basit soruya yanıt bulmaya çalışır. Aşağıdakilerden hangisi bu sorulardan birisi **değildir**?

- A. Ne? B. Nasıl?  
C. Ne Kadar? D. Ne Zaman?  
E. Nereye?

2 On binlerce kalem malzemeden oluşan stokların, tedarik süreçlerini sorunsuz destekleyeceği miktarının ne kadar olacağıın bulunması gereklidir. Hatalı hesaplar, yanlış öngörüler elde çok sayıda kullanılmaz malzeme kalmasına depoların gereksiz yere demode olmuş ikmal maddeleri ile dolmasına neden olmuş ise hangi sorunun cevabı **yanlış tespit edilmiştir**?

- A. Ne? B. Nasıl?  
C. Ne Kadar? D. Ne Zaman?  
E. Nereye?

3 ELD kapsamında sistemin işletilmesi için sahip olunması gerekenlerin tümüne ne ad verilir?

- A. Lojistik Destek  
B. Envanter  
C. Yalın Üretim  
D. Tedarik Zinciri Yönetimi  
E. Depo Yönetimi

4 ELD kapsamında stok yönetim stratejilerinin yanlış seçimi ve uygulama hatalarının nihai sonucu 'yetersiz stok seviyesi' veya 'ihtiyaç fazlası stok seviyesi'den birisidir. Bu sonuçlardan önce yapılan yanlışların görülmesinde yardımcı olan bazı işaretler vardır. Aşağıdakilerden hangisi bu işaretlerden birisi **değildir**?

- A. Depolarda kullanılmayan malzeme kalem sayısının ve miktarının artması,  
B. Sistemin yapısında kayda değer bir değişim olmamasına rağmen, stok için ayrılan kaynaklarda artış olması,  
C. Depolardan sevk edilen ürün iadelerinde artış yaşanması,  
D. Depolarda yer kapasitesinde artan yetersizlikler,  
E. Ürün elleçleme miktarında azalma olması,

5 ELD süreçlerini desteklemek için ihtiyaç duyulan malzemeleri satın alırken oluşan maliyetlerdir. Literatürde 'Açık Maliyetler' veya 'Sermaye Maliyeti' olarak da ifade edilen maliyet aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Satış Maliyetleri  
B. Temin/Tedarik Maliyetleri  
C. Pazarlama Maliyetleri  
D. Üretim Maliyetleri  
E. Ters Lojistik Maliyetleri

6 İtalyan bilim adamı Pareto (1848-1923) tarafından geliştirilmiştir. 80/20 oranına dayanır ve lojistik sektöründe envanter yönetiminde kullanılır. Temelinde eldeki değerlerin 80/20 kuralına göre üç farklı grupta sınıflandırılarak analiz edilmesine dayalıdır. Bu analiz sonunda envanter yönetimi için gereken kısıtlı kaynakların daha etkin kullanılmasına imkân sağlanmaya çalışılır. Bu envanter yönetim sistemi aşağıdakilerden hangisidir?

- A. 123 yöntemi  
B. Minimum-medium-maksimum yöntemi  
C. Yeşil-sarı-mavi yöntemi  
D. ABC yöntemi  
E. XYZ yöntemi

7 Tüm ELD süreçlerinin tasarımdan sonraki aşaması olan temin süreçlerini destekleyen 'Tedarik Lojistiği'nin temel hedefi, ürünün maliyetini minimize edecek şekilde hammadde ve yarı mamulleri temin etmeye çalışmaktır. ELD kapsamında temin edilecek hammadde ve yarı mamuller, tedarikçilerden JIT felsefesine uygun olarak tam zamanında temin edilebilecek olsaydı, stoklarda bu tip malzemeler bulunmazdı. Ancak gerçek hayatta bu mümkün olmadığından bu aşamada hammadde ve yarı mamul stokları bulundurulur. Bu stokların elde tutulmasını ve seviyesini belirleyen üç temel kriter bulunur, bu kriterler aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Kümeleme, Ters Lojistik Stoğu, Demode Olma  
B. Dağıtım Stoğu, Emniyet Stoğu, Demode Olma  
C. Kümeleme, Sermaye Stoğu, Demode Olma  
D. Kümeleme, Emniyet Stoğu, Toptancı Stoğu  
E. Kümeleme, Emniyet Stoğu, Demode Olma

8 'Yeniden Sipariş Noktası' veya 'Ekonomik Sipariş Noktası' olarak ifade edilen envanter yönetim sürecinde asında belirlenen aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Zaman
- B. Yer
- C. Stok Tipi
- D. Tedarikçi
- E. Depo

9 ELD süreçlerinin ihtiyaç duyduğu malzemelerin zamanında ve yeteri kadar temin edilmesi ancak sağlıklı ve sürdürülebilir satın alma sistemine sahip olunması ile mümkündür. Aşağıdakilerden hangisi satın alma yapısını oluşturan unsurlardır?

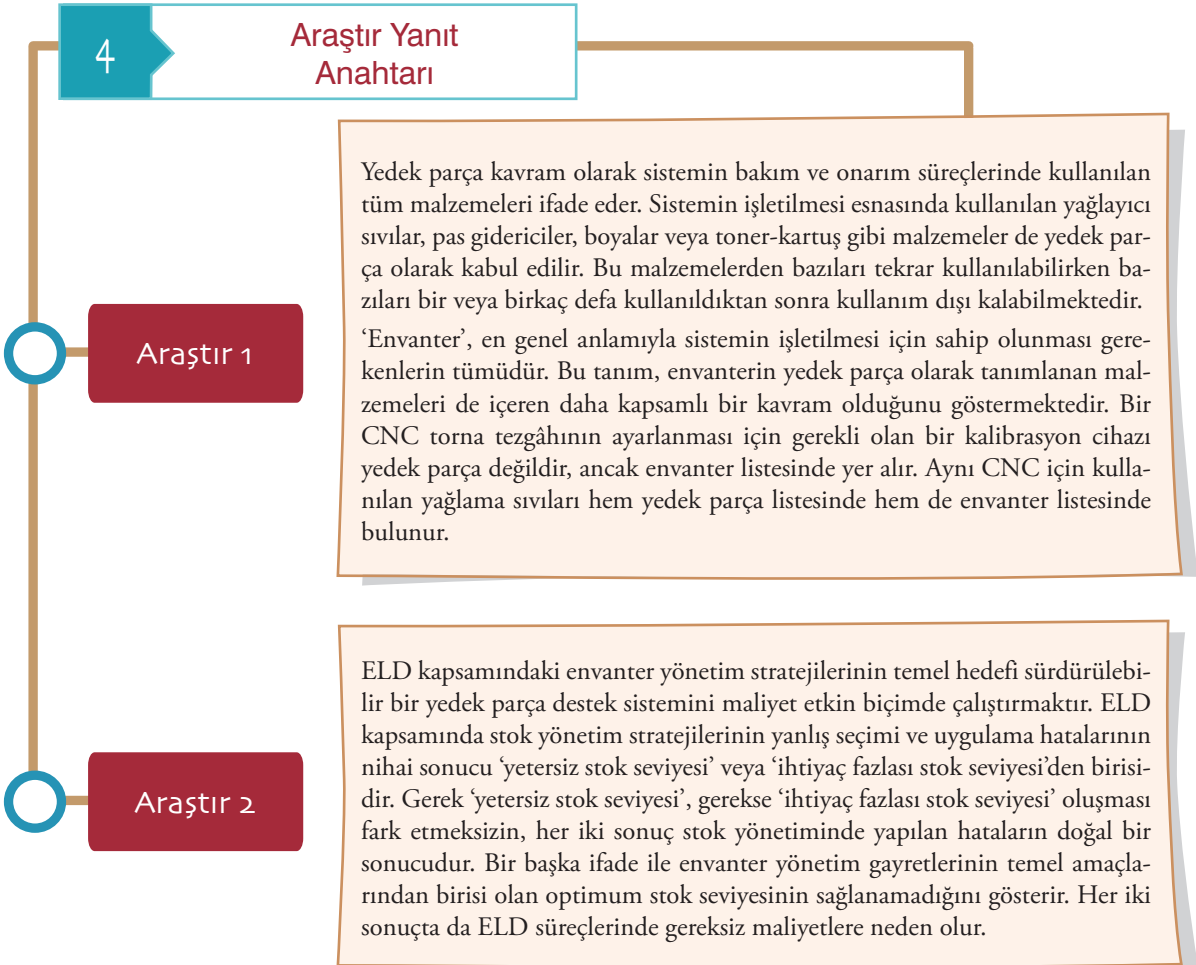
- A. Satın Alma Sistemi, Stratejisi, Organizasyonu, Altyapısı
- B. Satın Alma Bütçesi, Stratejisi, Organizasyonu, Altyapısı
- C. Satın Alma Sistemi, Dinamiği, Organizasyonu, Altyapısı
- D. Satın Alma Döngüsü, Stratejisi, Organizasyonu, Altyapısı
- E. Satın Alma Sistemi, Stratejisi, Organizasyonu, Üstyapısı

10 İhtiyaçlar, tipine göre 'belli dönemlerde sürekli' olarak veya 'ani beliren ihtiyaca göre spontane' olarak malzemeyi kullananlar tarafından bağlı bulunulan birime bildirilir. Farklı alt birimlerden gelen bu talepler, satın alma bölümüne ulaştırılmadan önce bu müdürlük/amirlik tarafından konsolide edilir. Bir başka ifade ile farklı birimlerden gelen aynı tip malzemeler birleştirilir, daha önce talep edilip henüz karşılanamayan diğer ihtiyaçlara eklenir. Oluşturulan ihtiyaç listesi yılın belli dönemlerinde veya üretim sürecinin herhangi bir aşamasında birim yöneticisi tarafından onaylanarak satın alma bölümüne gönderilir. Bahsedilen faaliyetler hangi satın alma sürecinde yer alır?

- A. Satın alma ihtiyacının doğrulanması
- B. Satın alma ihtiyacının tespit edilmesi
- C. Satın alma ihtiyacının bütçelendirilmesi
- D. Satın alma yetkilerinin ve usulünün belirlenmesi
- E. Satın alınan malzemelerin muayene ve teknik kontrollerinin yapılması



1. E	Yanıtınız yanlış ise “Envanter Yönetimi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	6. D	Yanıtınız yanlış ise “Envanter Yönetim Pratikleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
2. C	Yanıtınız yanlış ise “Yedek Parça Kavramı” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	7. E	Yanıtınız yanlış ise “Envanter Yönetim Sistemleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
3. B	Yanıtınız yanlış ise “Yedek Parça Kavramı” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	8. A	Yanıtınız yanlış ise “Yeniden Sipariş Noktası” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
4. E	Yanıtınız yanlış ise “Envanter Yönetim Stratejileri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	9. A	Yanıtınız yanlış ise “Satın Alma Süreçleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
5. B	Yanıtınız yanlış ise “Envanter Yönetim Maliyetleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	10. B	Yanıtınız yanlış ise “Satın Alma Süreçleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.



4

### Araştır Yanıt Anahtarı

#### Araştır 3

ELD karar vericileri tarafından belirlenen stok yönetim stratejileri doğrultusunda pratikte uygulanan usullerdir. Stok seviyelerinin tespitinin yanı sıra, sipariş zaman aralıklarının ve miktarlarının nasıl belirleneceği de 'envanter yönetim pratikleri'nin amaçları arasındadır. ELD'ye tabi sistemlerin yedek parça desteği için on binlerle, hatta yüz binlerle ifade edilen farklı malzemelerin yönetiminde yüksek matematik kullanılarak hazırlanmış algoritmalara dayalı yazılımlar kullanılır. Ancak görece olarak daha küçük ölçekte kullanılan daha basit yöntemler de bulunmaktadır. Envanter yönetim pratikleri gözle kontrol yöntemi, çift kutu yöntemi, minimum-maksimum yöntemi, bütçe dağıtım yöntemi, ABC yöntemi, bakım sistemi, geleneksel yöntem şeklinde sınıflandırılırlar.

#### Araştır 4

'Ne Zaman?' sorusunun cevabı 'Yeniden Sipariş Noktası' veya 'Ekonomik Sipariş Noktası' olarak ifade edilen üretim sürecinde belirlenecek zamanın tespit edilmesiyle verilir. Sipariş noktasının doğru tespit edilememesi durumunda, envanter bütünleşmesinin olması gerekenden erken veya geç yapılması sonucu doğabilir. Envanter bütünleşmesinin erken yapılması, depoların gereksiz işgal edilmesi, gereksiz kaynak tahsisatı, geç yapılması ise üretim sürecinin aksamasına neden olacaktır.

#### Araştır 5

ELD süreçlerinin ihtiyaç duyduğu malzemelerin zamanında ve yeteri kadar temin edilmesi ancak sağlıklı ve sürdürülebilir satın alma sistemine sahip olunması ile mümkündür. Bu nedenle satın almanın, ELD yapılarının başarısında kayda değer etkisi vardır. Satın alma süreçleri, özellikle envanter yönetim süreçleri ile depolama süreçleri ile yakından etkileşim hâlinindedir. Aşağıda satın alma yapısını oluşturan unsurlar sıralanmıştır;

**Satın Alma Sistemi;** İhtiyaç duyulan mal ve hizmetlerin satın alınabilmesi için etkin bir satın alma sistemi oluşturulur.

**Satın Alma Stratejisi;** En üst düzeyde alınan satın alma faaliyetlerinin tümünü biçimlendiren tercihlerdir. Bu seviyede, satın alma süreçlerinde uyulması gereken temel prensiplerin belirlenmesinden başka, hangi tür mal veya hizmetlerin satın alınacağı, kiralanacağı veya dış kaynak kullanılarak temin edileceği gibi genelle yönelik spesifik olmayan kararlar alınır. İşletmenin envanter ve depolama yönetim stratejilerinin satın alma stratejileri ile entegrasyonu için uyulması gereken ilkeler ortaya konulur.

**Satın Alma Organizasyonu;** Satın almanın en üst düzeydeki kararlarının alınmasından sorumlu olan yöneticiler, 'İşletme Yönetim Kurulu' üyeleri arasından belirlenebileceği gibi aynı zamanda tamamen profesyoneller arasından seçilerek görevlendirilen kişiler de olabilir.

**Satın Alma Altyapısı;** Satın alma süreçlerini desteklemek için kullanılan her türlü fiziksel yapıya satın alma altyapısı denilir.

## Kaynakça

- Bowersox Donald J., Closs David J. (2002). **Logistical Management: The Integrated Supply Chain Process**, Singapur.
- Bowersox Donald, Gloss David, J., Cooper M.Bixby, Bowersox John C. (2013), **Supply Chain Logistics Management : An Introduction to Supply Chain Management**, Palgrave, MacMillan.
- Brewer Ann M., Kenneth J Button, Hensher David A (2001). **Handbook of Logistics and Supply-Chain Management**, Thomson Learning.
- Coyle John, Bardi Edward, Langley C.John, (2003). **The Management of Business Logistics, A Supply Chain Perspective**, South-Western, Thomson Learning.
- Edward A. Silver, David F.Pyke and Rein Peterson (1998). **Inventory Management and Production Planning and Scheduling**, John Wiley & Sons.
- Keskin, M. Hakan (2018). **Lojistik El Kitabı, Küresel Aktörlerin Lojistik Pratikleri, Kavramlar, Prensipler, Uygulamalar** (III. Baskı) Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Keskin, M. Hakan (2018). **Tedarik Zinciri Yönetimi, Arka Planı, Gelişimi ve Güncel Uygulamaları** (II. Baskı) Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Lambert Douglas M., (1976). **The Development of an Inventory Costing Methodology** (Chigago, IL: National Council of Physical Distribution Management.
- Leeuw Sandeer de, vanGoor Ad R., and vanAmstel Rien Ploos, (1999). **The Selection of Distribution Control Techniques**, The International Journal of Logistics Management 10, no.1.
- Rushton, Alan, Croucher, Baker Phil Peter (2010), **The Handbook of Logistics and Distribution Management**, Fourth Edition, London:Kogan Page.
- Silver Edward A., Pyke David F. and Peterson Rein (1998), **Inventory Management and Production Planning and Scheduling**, John Wiley & Sons.
- Stock James R., Lambert Douglas M., (2001). **Strategic Logistics Management**, Fourth Edition, McGraw Hill.
- Stock James R., (1998). **Development and Implementation of Reverse Logistics Programs**, Oak Brook, IL: Council of Logistics Management.
- Viale J.David, (1996). **Basics of Inventory Management (From Warehouse to Distribution Center)**, A Fifty Minutes Series Book, Crisp Learning.
- Wallace J. Hopp, Mark L. Spearman, (2000). **Factory Physics**, Second Edition, New York: McGrawhill.

# Bölüm 5

## İdari Destek Faaliyetleri “Teknik Dokümantasyon, Eğitim, Tesisler”

### öğrenme çıktıları

#### Teknik Dokümantasyon

- 1 Teknik dokümantasyon ve kullanıcı el kitapları hakkında bilgi sahibi olabilme
- 2 Yedek parça kataloglarının işlevini bilme

#### Eğitim

- 3 ELD süreçlerinde eğitimin yerini ve önemini bilme

#### Eğitim Konsepti

- 4 Eğitim konsepti, programı, planları, metotları ve eğitim destek malzemeleri hakkında bilgi sahibi olabilme

#### Tesisler

- 5 Eğitim tesislerinin tasarımını ve seçimini bilebilme

Anahtar Sözcükler: • Yedek Parça Kataloğu • Kullanıcı El Kitabı • Eğitim Konsepti • Eğitim Tesisi



## GİRİŞ

ELD süreçlerinde idari destek faaliyetleri önemli yer tutar. Sistemlerin başarılmasının ön koşullarından birisi idari destek faaliyetlerini maliyet etkin olarak planlamak ve uygulamaktır. Üç başlık altında bu bölümde kısaca 'teknik dokümantasyon', 'eğitim' ve 'tesisler' konularına değinilecektir. Dokümantasyon faaliyetleri kitaplar, kataloglar, talimatlar, parça listeleri ile yürütülür. Bunlar sistemlerin tasarım, geliştirme ve kullanım süreçlerindeki kullanım, bakım, destek gibi faaliyetlerin tüm detaylarını kapsarlar. Detaylı bilgiler içerdiklerinden geniş içeriklere sahiptirler.

ELD süreçlerindeki eğitim kullanıcı eğitimi, bakım eğitimi, yönetici eğitimi ve eğitici eğitimi olarak dört ana sınıfta toplanarak tasarlanırlar ve süreçte dâhil edilir. ELD kapsamında geliştirilen eğitim süreçleri konsept, geliştirme, detaylı tasarım, üretim ve uygulama olmak üzere beş aşama ile tamamlanırlar.

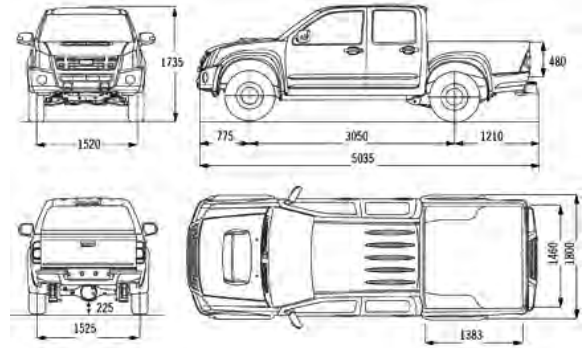
Genelde tesisler, sadece binaları değil onların içindeki süreçleri destekleyen ekipmanlar ile tesislerin üzerinde bulunduğu araziye de ifade etmek için kullanılırlar. Ancak ELD süreçlerinde kullanılan tesisler kavram olarak daha kapsamlı bir içeriğe sahiptir. ELD süreçlerinde kullanılan tesisler, faaliyetlerin yer aldığı tesisler fonksiyonlarına ve bina tiplerine göre sınıflandırılırlar.

## TEKNİK DOKÜMANTASYON

ELD süreçlerinin yönetilmesinde dokümantasyon faaliyetlerinin önemi büyüktür. Dokümantasyon faaliyetlerinin en etkin araçları kitaplar, kataloglar, talimatlar, parça listeleridir. Bunlar sistemlerin tasarım, geliştirme ve kullanım süreçlerindeki kullanım, bakım, destek gibi faaliyetlerin tüm detaylarını kapsarlar. Bu nedenle ELD yayınları kullanıcılar, bakımıcılar veya destek ekibinden olması fark etmeksizin, tüm ELD aktörleri tarafından anlaşılacak şekilde oluşturulurlar. Oldukça detaylı bilgiler içerdiklerinden geniş içeriklere sahiptirler. Bu nedenle çok farklı tipte olurlar. Tek bir sistem için bile çok sayıda ve farklı tipte teknik kullanım el kitabı, yağlama talimatı, depo yerleşim kitapçığı, alet avadanlık listesi, yedek parça kataloğu olur. Ancak teknik dokümanlar, en genel hâli ile kullanıcı el kitapları, bakım talimatları ve yedek parça katalogları olmak üzere üç temel sınıfa ayrılırlar.

**Kullanıcı El Kitapları;** ELD süreçleri kapsamında tedarik edilen sistemler için çoğunlukla birden fazla kullanıcı el kitabına ihtiyaç duyulur. Kullanıcı el kitapları, sistemi oluşturan bir malzemenin kullanılması ve bakımı için kullanıcı ve teknik (bakım) personelin ihtiyaç duyduğu tüm bilgileri kapsarlar. **Tablo 5.1**'de verilen tipik içerik başlıkları bir kullanıcı el kitabı hakkında fikir verebilir. Bu başlıklara bakıldığında günlük hayatta kullandığımız televizyon, cep telefonu, bilgisayar, mutfak robotu gibi birçok aletin kutusu içinde çıkan kullanım kılavuzlarına benzediğine dikkat ediniz.

Her kullanıcı el kitabının, doğal olarak bir kapağı olur. Kapakta (ve kapağı takip eden ilk sayfalarda); sistemin adı, tipi, parça (veya stok) numarası, kitabın basıldığı yer, yayınlayan kurum/kuruluş, basıldığı yıl veya kaç tane basıldığı gibi hem sistem hakkında hem de kitap hakkında künye bilgileri bulunur. Aynı zamanda sistemin bir fotoğrafı veya **Resim 5.1**'de olduğu gibi grafik olarak çizilmiş bir teknik resmi konulur.



Resim 5.1 Tipik Bir Teknik Resim

Bunlardan başka kullanım kitabının kullanımının telif hakları, gizlilik kapsamı idari ve hukuki kısıtları ile ilgili detaylar da bu sayfalarda belirtilir.

Bu sayfaların ardından sistemin ilk kullanımında *dikkat edilmemesi* hâlinde kullanıcıya veya sisteme zarar verebilecek hususlara ait uyarıların bulunduğu bir ikaz sayfası eklenir. Kullanıcı el kitabının kullanımını kolaylaştırmak için içindekiler sayfası ve el kitabı kullanım bilgileri bulunur. Ayrıca kitapta geçen kısaltmalar da bu bölümdedir.

Tablo 5.1 Tipik Bir Kullanıcı El Kitabı İçeriği

SİSTEM ADI ve PARÇA (veya Stok) NUMARASI (veya sistemi oluşturan bir bileşen)		
<b>Kapak</b> (ve İç Kapak)	Sistemin adı	
	Parça (veya stok) numarası	
	Kitap Hakkındaki Bilgiler	Kitabı Basıldığı Yer
		Yayınlayan Kurum/ Kuruluş
		Kaçıncı Baskı Olduğu
	İdari ve Hukuki Hususlar	Kaç Tane Basıldığı
Telif Hakları		
Gizlilik		
<b>Giriş</b> Öncelikli İçerik Bilgileri	Kapsam ve Yetkiler	
	Uyarı Bilgileri	
	İçindekiler	
	El Kitabı Kullanım Bilgileri	
<b>Bölüm I</b> Sistem Hakkında	Kısaltmalar	
	Sisteme Ait Genel Bilgiler	
	Sistemin Tanıtımı Sistemin Kabiliyetleri Sistemin Ana Bileşenleri Yeni Modeller için Öncekilerden Farkı	Sistemin Karakteristikleri
Sistemin Kullanımına Ait Temel Prensipler		
<b>Bölüm II</b> Kullanıcılar için Uyarı ve Talimatlar	Kullanıcılar için Sistemin Kontrolleri ve Göstergeleri	
	Kullanıcılar için Koruyucu Bakım Kontrolleri ve Hizmeti	
	Normal Koşullarda Sistemin Çalıştırılması ve Kullanımı	
	Normal Olmayan Koşullarda Sistemin Çalıştırılması ve Kullanımı	
<b>Bölüm III</b> Bakım Ekibi için Uyarı ve Talimatlar	Kullanıcı Yetkisi Dışında Kalan Koruyucu Bakım Talimatları	
	Yağlama Talimatları	
	Destek Malzemelerinin Bakımı	
	Bakım Süreçleri	
<b>Eklere</b>	Arıza Tespit Süreçleri	
	(Varsa) Sistemi Bütünleyen Diğer Bileşenler	
	Kaynaklar	
	Sistemde Kullanılan Sarf Edilebilen Malzeme Listesi	
	Sistemde Kullanılan Sarf Edilemeyen Malzeme Listesi	
	Yetki Listeleri	
Diğer Hususlar		





Kapak ve giriş sayfalarının ardından genellikle sistem hakkında bilgiler veren bir bölüm, kullanıcılar için uyarı ve talimatlar içeren bir bölüm ile bakım ekibi için bilgiler veren bir bölüm olmak üzere üç bölümden oluşan ana metin bulunur. Birinci bölümde sisteme ait genel bilgiler verilir. Sistem hakkında sistemin tanıtımı, karakteristikleri, kabiliyetleri, ana bileşenleri, yeni modeller için önceliklerden farkı gibi detaylar için bu bölüme bakılır. Ayrıca sistemin kullanımına ait temel prensipler de yine bu bölümdedir.

İkinci bölümde, sistemi kullanılacak kişiler için uyarı ve talimatlar bulunur. Bu bölümdeki bilgilerden kullanıcılar sistemin kontrolleri ve göstergeleri, koruyucu bakım kontrolleri ve hizmeti, normal ve normal olmayan koşullarda sistemin çalıştırılması ve kullanımı ile ilgili fikir edinirler. Üçüncü bölüm bakım ekibinin faydalanması için konulmuş bilgilerden oluşur. Yağlama talimatları, destek malzemelerinin bakımı, bakım süreçleri arıza tespit süreçleri gibi konular bu bölümde verilmiştir. Son olarak sistem hakkında verilen tüm bilgileri destekleyen

ekler bulunur. Sistemi bütünleyen diğer bileşenler hakkında bilgileri içeren listeler, yardımcı olacağı düşünülen kaynak yayınlar, sistem kullanılması esnasında elde çıkan sarf edilebilen veya edilemeyen malzemelerin bulunduğu listeler ile sistemin hem kullanımı hem de bakımı gibi konularda belirlenen yetki sayfası bulunur.

**Bakım Talimatları;** ELD süreçleri kapsamında tedarik edilen sistemler için kullanıcı el kitabından başka sistemin bakımı için bakım talimatlarını içeren yayınlar da hazırlanır. Bakım talimatları, bakım süreçlerindeki faaliyetlerin tümünün nasıl yapılacağına detaylarını içeren yayınlardır. Yapı olarak kullanıcı el kitaplarına benzerler. Bu çalışmanın altıncı bölümünde detayların verildiği bakım sistemi farklı seviyelerde yapılacak şekilde tasarlanır. Bu nedenle her seviye için farklı seviyede bakım bilgisi sağlayan bakım talimatı hazırlanır. Bakım talimatlarının içeriği (*Kapak, Giriş ilk Bölüm ve Ekler gibi*) bazı bölümleri kullanıcı el kitapları ile benzer yapıdadır. Bakım talimatlarının içeriği **Tablo 5.2**'de (**Tablo 5.1**'deki içerikten sadece farklı olanlar) verilmiştir.

Tablo 5.2 Bakım Talimat Kitabı İçeriği

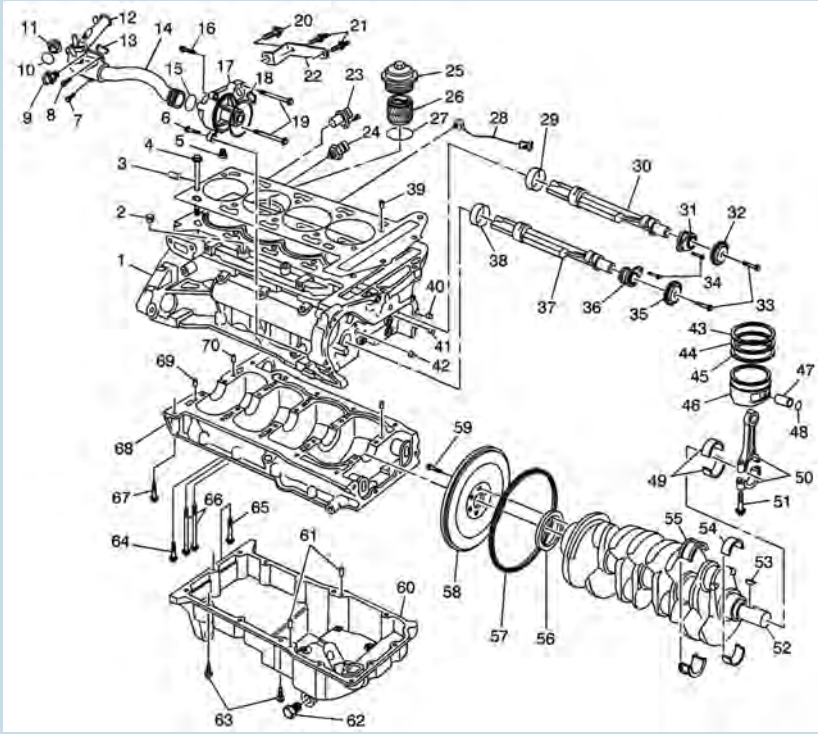
<p><b>Bölüm I</b> Sistem Hakkında</p>	
<p><b>Bölüm II</b> Bakım Talimat ve Süreçleri</p>	<p>Bakımda Kullanılan Yedek Parçalar</p> <p>Bakımda Kullanılan Alet Avadanlık</p> <p>Bakım Yetkileri</p> <p>Talep Üzerine Yapılan Bakım</p> <p>Önleyici Bakım Kontrolleri</p> <p>Arıza Tespit Süreçleri</p> <p>Bakım Prosedürleri</p> <p>Bakım için Beklerken Depolama</p> <p>Bakım Sonrası Tahliye</p>

Bakım talimatlarını içerdiği en önemli hususlardan birisi bu talimatlarda bakım yetkilerinin belirtilmiş olmasıdır. Bu yetkilerin bakımın yapılacağı yerden, bakım personelinin belirlenmesine, tahsis edilecek alt ve avadanlıktan, bakım sürelerine kadar birçok yönden bakımın tasarımını etkileyecek faktörler olduğuna dikkat ediniz.

**Yedek Parça Katalogları;** ELD süreçlerindeki sistemlerin hem kullanım esnasında hem de bakım ve onarım esnasında ihtiyaç duyulan yedek parçalara ait bilgilerini içeren listelerin bulunduğu kitaplar, lojistik sektöründe yedek parça kataloğu olarak anılırlar. Yedek parça katalogları, (bu çalışmanın dördüncü bölümünde detayları verilen) yedek parça yönetim süreçlerinde başvurulan en önemli araçlardır. Bu tip kataloglarda, yedek parçaların parça numarası, stok numarası, adı, sistemin neresinde kaç tane kullanıldığı, ne kadar sürede değiştiği veya

tekrar kullanılıp kullanılmayacağı, depolama süresi gibi bilgiler yer alır. Bir yedek parça kataloğu sayfası örneği **Tablo 5.3**'te verilmiştir. Tablodaki resimde sistemi oluşturan bir malzemenin parçalara ayrılmış şekli gösterilmektedir. Tablodaki örnek bileşen 62 farklı malzemeden oluşan bir motor bloğudur. Sistemin bunun gibi çok sayıda bileşenden olduğuna dikkat ediniz. Tablonun en solundaki sütunda bulunan numaralar malzemelerin katalogda ve bunun içindeki resimde kolay bulunmasını sağlamak için verilen numaralardır.

Tablo 5.3 Yedek Parça Kataloğu Sayfası



No	Parça No	Parça Adı	Miktarı
1	123564	Motor bloku, üst parça	1
2	756441	Pim, metal burgulu 0,02mm	2
3	556997	...	2
..	....	...	..
62	123477		1
125-2			

Soldan ikinci sütündeki parça numarası, söz konusu malzemeyi üreten firmanın verdiği numaradır. En sağdaki sütündeki miktar, herhangi bir malzemenin sadece bu bileşende kaç tane kullanıldığını ifade eder. Tek bir bileşen için bile çok sayıda sayfalar dolusu malzeme kullanılabilir. Sistemi oluşturan tüm bileşenlerin her birisi için benzer şekilde bir sayfa hazırlanması gerektiğine dikkat ediniz. Bu nedenle sadece bir sistemi oluşturan parçaların tümünü kapsayan bir katalog bile binlerce sayfadan oluşan hacime sahip olabilir.

1960'lardan sonra lojistik sistemlerin desteğinde bilgisayarların kullanılmaya başlaması ile birlikte bu tür çok hacimli kataloglar kullanım

kolaylığı için elektronik ortama aktarılmaya başlandı. Sürekli gelişen teknolojiye ve müşteri ihtiyaçlarına bağlı olarak sistemler değişiyor, doğal olarak kullanılan yedek parçalara ait bilgiler de değişiyordu. Değişime ayak uydurmak matbaalarda basılmış binlerce sayfalık kataloglarla mümkün değildi. Bunun çözümü için malzeme bilgileri de elektronik ortamda işlenmeye başlamıştır. Aşamalı olarak hard diskler, CD'ler gibi daha kullanışlı yapılara aktarılmaya başlandılar. Günümüzde neredeyse tamamen bu tip kataloglar tasarlanırsa da hâlâ bu tip yedek parça kataloglarının basılı versiyonlarının kullanıldığını göz önünde bulundurunuz.

### Öğrenme Çıktısı



- 1 Teknik dokümantasyon ve kullanıcı el kitapları hakkında bilgi sahibi olabilmek
- 2 Yedek parça kataloglarının işlevini bilmek

#### Araştır 1

Tipik bir kullanıcı el kitabı içeriğinde neler bulunur? Araştırınız.

Yedek parça katalogları ne maksatla kullanılırlar? Araştırınız.

#### İlişkilendir

Günlük hayatta kullandığımız bir aletin kullanım kılavuzu ile ELD sürecindeki bir malzemenin kullanıcı el kitabı arasındaki benzerlikleri açıklayınız.

Kullanıcı el kitapları ile yedek parça katalogları arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

#### Anlat/Paylaş

ELD yayınları kullanıcılar, bakımıcılar veya destek ekibi olmak üzere tüm aktörler tarafından anlaşılacak şekilde oluşturulmasının gereğini anlatınız.

1960'lardan sonra lojistik sistemlerin desteğinde bilgisayarların kullanılmaya başlamasının sonuçlarını yedek parça desteği açısından anlatınız.

## EĞİTİM

ELD süreçleri kapsamında tasarlanan bir sistemin sürdürülebilirliğin sağlanması için süreçteki tüm personelin uygun biçimde eğitilmesi gerekir. Diğer tüm eğitim süreçlerinde olduğu gibi ELD süreçlerindeki eğitimin amacı da sistemin başarılı şekilde kullanılması ve amacına ulaşılmasının sağlanmasıdır.

ELD süreçlerindeki eğitim kullanıcı eğitimi, bakım eğitimi, yönetici eğitimi ve eğitici eğitimi olarak dört ana sınıfta toplanarak tasarlanır ve sürece dâhil edilir. Bu süreçlerin her birisi **Tablo 5.4**'te gösterildiği gibi başlangıç (temel) eğitim ve idame (devam) eğitimi olarak ikiye ayrılır.

Tablo 5.4 ELD süreçlerindeki eğitim

Eğitim Süreç Çeşitleri							
Kullanıcı Eğitimi		Bakım Eğitimi		Yönetici Eğitimi		Eğitici Eğitimi	
Temel Eğitim Aşaması	Devam Eğitimi Aşaması	Temel Eğitim Aşaması	Devam Eğitimi Aşaması	Temel Eğitim Aşaması	Devam Eğitimi Aşaması	Temel Eğitim Aşaması	Devam Eğitimi Aşaması

Temel eğitim aşaması, sistemin sahada kullanılmaya başlanması ile birlikte ihtiyaç duyulacak eğitimin verildiği aşamadır. Diğer eğitim süreçlerine hazırlık niteliğindedir. Ancak özellikle ilk defa kullanılacak sistemlerde hassasiyetler yaşanabilir. Bu nedenle hedef kitlede oluşturulması öngörülen asgari kriterler net olarak ifade edilmeli ve daha tasarım aşamasında sisteme entegre edilmelidir. Yabancı dille eğitim yapan bir okulda hazırlık sınıfında İngilizce öğrenmeden akademik eğitime devam edilemeyeceğine benzer şekilde, temel eğitim aşaması başarılı olmadan idame aşamasına geçilmez. ELD kapsamında geliştirilen eğitim süreçleri **Tablo 5.5**'te gösterildiği gibi konsept, geliştirme, detaylı tasarım, üretim ve uygulama olmak üzere beş aşamada tamamlanır.

Tablo 5.5 ELD Kapsamında Eğitim Geliştirme Süreçleri

ELD Kapsamında Eğitim Geliştirme Süreçleri				
Konsept	Geliştirme	Detaylı Tasarım	Üretim	Uygulama
İlk Eğitim Planlama Aşaması		Hazırlık	Uygulama	
Sürdürülebilirlik Planlaması			Hazırlık	

Eğitimin konseptinin geliştirilmesi ilk eğitim planlama aşamasında yer alır. Ardından detaylı tasarım yapıldığı hazırlık aşamasına geçilir. Bu süreçlerin başarı ile tamamlanmasından sonra uygulamaya geçilir. Sistemin sürdürülebilirliğinin ilk planlama ve hazırlık aşamasını kapsadığına dikkat ediniz.

Sektörde idame eğitimi olarak da anılan devam eğitimi aslında sistemin kullanım aşamasında görevli olanların sistemi kullanırken hiçbir bilinmezle karşılaşmadan görevlerini başarmalarını sağlamak için verilir. Sistemin yenilenmesi ile veya belli sürelerle yinelenir. İdame eğitimi, görev yapacak personelin göreve başlamasından önce bitecek şekilde tasarlanır. Temel eğitimin bitmesi ile başlayan idame eğitimi teknik olarak ömür devir boyunca devam eder ve malzemenin elden çıkarılması ile son bulur.

Kullanıcı eğitimi, adından da anlaşılacağı gibi sistemi kullanacaklara yönelik eğitim iken sistemin kullanılması sürecinde tüm planlı (öngörülen) ve plansız (öngörülemeyen) faaliyetleri icra etmenin yanı sıra arıza durumunda neler yapması gerektiği gibi konuları da kapsar. Sisteme göre kullanıcıların teknik olarak belli yeteneklere veya belgelere sahip olmaları öngörülebilen. Bir taarruz helikopterini kullanacak bir pilotun

uçuş eğitimi olması veya belli uçuş saati tecrübesine sahip olması ya da uçuş lisanslarına sahip olması beklenir. Tüm bunların hiçbirisine sahip olamayan bir personelin kullanıcı eğitimine alınmasının çok farklı olacağına dikkat ediniz.

Bakım eğitimi, yeni sistemin bakımından sorumlu olacak teknik personelin hazırlanması için verilir. Daha önce helikopter bakım süreçlerinde görevli olsa da ekiplerin yeni üretilmiş veya sisteme yeni entegre olmuş yeni bir taarruz helikopteri için de bakım eğitimi alması gerekir. Bu eğitimin niteliği bakım personelinin görevlendirileceği bakım seviyelerine göre belirlenir. Fabrika (veya depo) seviyesinde yapılacak bakım için verilen eğitim ile birinci kademe seviyede yapılacak bakım için verilecek eğitim farklıdır. Karmaşık sistemlerin kontrolü için kullanılan test ekipmanları temelde birbirlerine benzerler ancak kullanım detayları nerdeyse tamamen farklıdır. Bunlar da bakım eğitimine dâhil olurlar.

ELD süreçlerinde yöneticilerin misyonu, sistemin sürdürülebilirliğini sağlamaktır. Bu nedenle yönetici eğitimi hem kullanıcı eğitimi hem de bakım eğitimi süreçlerini daha genel olarak kapsar. Bu eğitimi almayan bir yönetici, sistemi kullananların veya bakımını yapanların görev kriterlerini yerine getirdiklerinden emin olamaz. Yöneticilerin bakım yeterliliklerinin bir teknisyen seviyesinde olması beklenemez. Bu nedenle yöneticilere verilecek bakım eğitimi kullanıcı seviyesinde yapılacak bakımın detayları diğer bakım faaliyetlerinin prensipleri ve ana hatlarını kapsayacak şekilde tasarlanır.

Eğitim süreçlerinde en çok göz ardı edilen ancak diğer tüm eğitim süreçlerinin başarısını doğrudan etkileyen eğitim eğiticilerin eğitimidir. Eğiticilerin yeterli bilgiye sahip olmaları sadece eğitim süreçlerini değil tüm ELD süreçlerini de olumsuz etkiler, buna bağlı olarak sistemin sürdürülebilir olmasını engeller.



## EĞİTİM KONSEPTİ

ELD süreçlerinde eğitimlerin daha ilk aşamalarda tasarlanması gereklerinden bahsedilmişti. Eğitimlerin tasarımından müşteri değil sistemi satanlar sorumludurlar. Ancak süreç, eğitimin doğası gereği müşteri yürütülür. ELD kapsamında bir eğitimin tasarımında etkili olan faktörler aşağıdadır;

- *Eğitilecek personel sayısı*; Personel sayısı eğitim verilecek sınıfların belirlenmesi, maliyeti gibi konularda etkili olur.
- *Eğitimin verileceği süre*; Eğitimin verileceği süre sistemin üretim süreçleri ve kullanıma geçiş dinamikleri ile uyumlu olmalıdır. Eğitim süresinin artması personelin verimli zamanının azalmasına neden olur.
- *Eğitimin verileceği yer*; Eğitimin verileceği yerinin bulunulan bölgeden uzak olması, otel transfer ücretleri gibi idari ve mali problemler yaratabilecektir. Eğiticilerin eğitilenlerin bulunduğu bölgeye götürülmesi de her zaman mümkün olmamaktadır. Eğitimin ülke dışında verilmesi zorunlu olduğu durumlarda vize alınması sınır geçişleri gibi problemler yaşanacaktır.



- *Eğitimin öncelikleri;* Eğitimin öncelikleri sistemde kimin önce eğitileceğinin belirlenmesi kadar neyin öncelikle öğretilmesi gerektiğini de belirlemek gerekir.
- *Eğitimde kullanılacak teknoloji ve destek malzemeleri;* Eğitimde kullanılacak teknoloji eğitilenler tarafından kullanılabilir seviyede seçilmelidir. Teknoloji maliyetini göz önünde bulundurularak hem yazılım hem de donanımda optimum seçenekler arasından tercih yapılır.
- *Eğiticilerin kalitesi;* Eğiticilerin kalitesi artması ilave maliyet getirir. Üstelik bulunması ve tüm süreci destekleyecek şekilde sürece dâhil edilmeleri her zaman mümkün olmayabilir.
- *Eğitimin İçeriği;* Verilecek eğitimin amacı, hangi eğitim tesisinde, hangi derslikte, ne zaman ve ne süre ile (hafta, gün ve saat gibi detaylı olarak) verileceği gibi detaylar bulunur.
- *Eğitim Destek Konuları;* Eğitimin içeriği dışındaki neredeyse tüm konular bu başlık altında verilir. Ön hazırlık ihtiyaçları, personel ihtiyacı, eğitim yardımcı malzemesi ihtiyacı, teknik ve idari yayınlar, tesislerin kullanımı, eğiticilerin ve eğitilenlerin ulaştırılması gibi detayları bu başlık altında belirtilir.
- *Diğer Hususlar;* Eğitimin geçerlilik süresi, ne zaman tekrarlanacağı, başarılı olmaması durumunda yapılacaklar, nasıl bir başarı veya bitirme belgesi verileceği gibi diğer başlıklar altında bahsedilmeyen tüm detaylara bu başlık altında yer verilir.

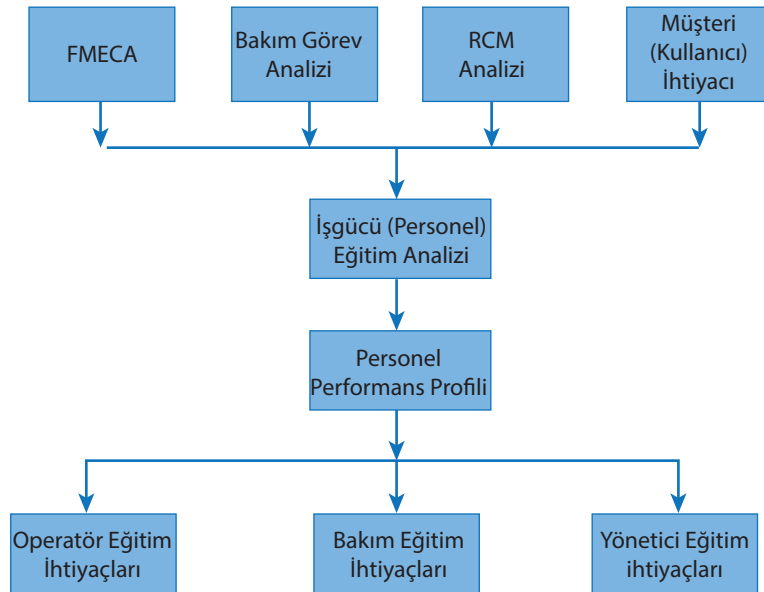
## Eğitim Program ve Planları

ELD süreçlerinde eğitimlerin programları, doğal olarak eğitimin planlanması ile başlar. Tipik bir eğitimin planının genel yapısı aşağıdadır;

- *Eğitimin Kapsamı;* Bu başlık altında genel olarak verilecek eğitimin içeriğinin neler olacağı ve bu içeriğe nelerin dâhil edilip nelerin dâhil edilmeyeceği belirlenir. Aynı zamanda bu eğitimin ELD süreçlerinde kimleri kapsadığı, kimleri kapsam dışında bıraktığı da bu başlık altında ifade edilir.

## Eğitim İhtiyaçları

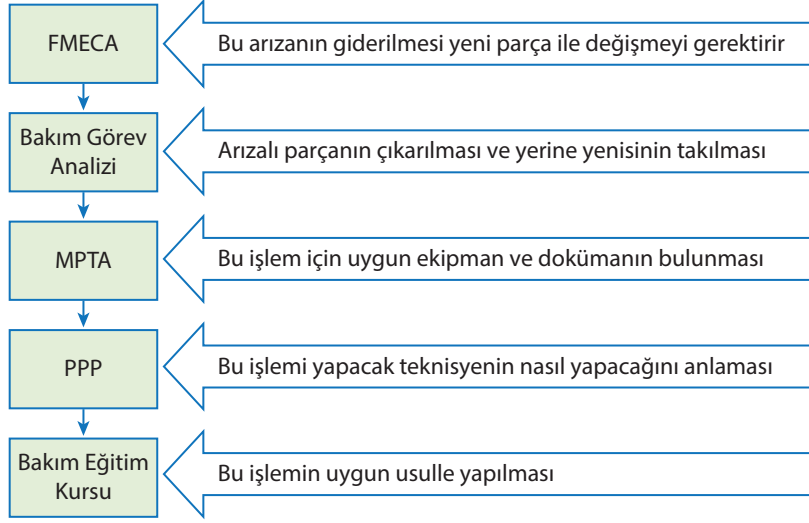
Eğitim süreçlerinin başarılı olması, eğitim ihtiyaçlarının detaylı ve doğru şekilde belirlenmesine bağlıdır. Eğitim ihtiyaçlarının belirlenmesi detaylı analizlere ihtiyaç duyar. ELD tarafından desteklenen oldukça karmaşık sistemlerin eğitimlerinde karşılaşılabilecek sorunları giderilememesi hâlinde bu sorunlar kayda değer maliyetlere neden olurlar.



Şekil 5.1 ELD Kapsamında Eğitim İhtiyaçlarının Belirlenme Süreçleri



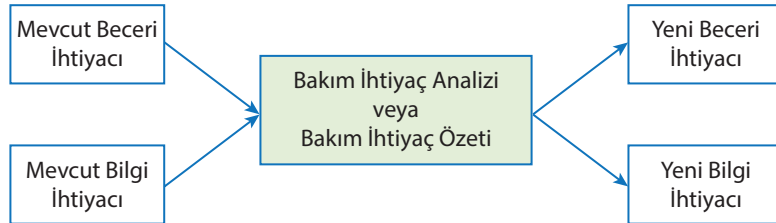
**Şekil 5.1**'de gösterildiği gibi ELD süreçlerinde eğitim ihtiyaçların tespit süreci FMECA\* (*FMECA, arıza modları (failure modes), etkiler (effects), hassas analiz (criticality analysis) terimlerinin İngilizce karşılıklarının baş harflerinden oluşan bir kısaltmadır. Detayları için Sürdürülebilirlik başlıklı üçüncü bölüme bakınız.*), bakım görevlerinin analizi, güven merkezli bakım (RCM) süreçlerinin analizi ve müşteri ihtiyaçlarının analizi ile başlar. ELD kapsamında eğitim ihtiyaçlarının belirlenme süreçleri bu kitabın son bölümünde detayları verilen LSA (*Logistics Support Analysis/Lojistik Destek Analizi*) süreçlerinin ayrılmaz ve önemli bir parçasıdır. Sistemden gelen verilerin işlenmesinin ardından MPTA (*İşgücü Personel ve Eğitim Analizi /Manpower, Personel and Training Analysis*) aşamasına geçilir. Böylece eğitim süreçlerinde kullanılacak personel performans profili (PPP) belirlenecek hâle gelir.



Şekil 5.2 ELD Kapsamında Eğitim İhtiyaçlarının Oluşumu

Bu aşamalar kullanıcılar, bakım personeli ve süreç yöneticileri eğitimi temel esasların belirlenmesine yardımcı olur. Ancak eğitim planlamasının uygulamaya geçebilmesi için **Şekil 5.2**'deki süreçlerden geçilmesi gerekir.

Bir eğitim programının yapılırken ilk etapta analizlerden gelen veriler kullanıldığından bahsedilmişti. Ancak **Şekil 5.3**'te gösterildiği gibi süreçlerin dinamik yapısı ve kullanım esnasında gelen tecrübeye dayalı veriler eğitimin içeriğinde değişiklikler yapılmasına neden olur. Burada önemli olan eski ile yeni arasındaki açığı iyi tespit ederek, yeni bilgi ihtiyacını karşılayacak eğitim program içeriği hazırlayabilmektir.



Şekil 5.3 Bakım İhtiyaç Analizi

## Eğitim Metotları

Eğitim süreçlerinde uygulanan metotlar normal eğitimde kullanılanlardan farklı değildir. Klasik anlatım metodu, uygulamalı eğitim, görev başı eğitimi, uzaktan eğitim gibi eğitim usullerinden herhangi birisi uygulanabilir. Bunların hangisinin tercih edileceği eğiticiye bırakabilir ya da önceden bu şekilde verilecek denilebilir. Önemli hangi metodun kullanıldan daha çok sistemin işlevlerini maksimum seviyede tutacak uygulanabilir bilgilerin eğitime katılanların öğrenebileceği şekilde verilmesidir.

## Eğitim Destek Malzemeleri

Eğitim süreçlerinde kullanılması en ideal eğitim destek malzemesi sistemin kendisidir. Ancak ELD süreçlerinin desteklediği malzemeler çok pahalı olduğundan pratikte maliyet etkin olmadığından tercih edilmez. Ayrıca konu savunma sanayi ise bir denizaltının veya zırhlı aracın eğitim süreçlerine katılması da mümkün olmayabilir. Bunun yerine daha çok simülatörler, maketler ve görsel destekli ekipmanların kullanılması tercih edilir.



### Öğrenme Çıktısı

4 Eğitim konsepti, programı, planları, metotları ve eğitim destek malzemeleri hakkında bilgi sahibi olabilme

#### Araştır 3

ELD kapsamında eğitim program ve planları nasıl hazırlanır? Araştırınız.

#### İlişkilendir

Eğitim programları ve planları arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

#### Anlat/Paylaş

ELD süreçlerinde eğitim ihtiyaçlarının tespit sürecinin neden FMECA, bakım görevlerinin analizi, RCM'in analizi ve müşteri ihtiyaçlarının analizi ile başladığını anlatınız.

## TESİSLER

Genelde tesisler, sadece binaları değil onların içindeki süreçleri destekleyen ekipmanlar ile tesislerin üzerinde bulunduğu araziye de ifade etmek için kullanılır. Ancak ELD süreçlerinde kullanılan tesisler kavram olarak daha kapsamlı bir içeriğe sahiptir. Kullanım ihtiyaçlarına bağlı olarak sabit binalara ilave olarak veya onlar olmaksızın mobil tesislerde kullanılmaktadır. ELD süreçlerinde kullanılan tesisler, faaliyetlerin yer aldığı tesisler fonksiyonlarına ve bina tiplerine göre sınıflandırılır (**Tablo 5.6**).

Tesisler içinde verilen hizmete bağlı olarak fonksiyonlarına göre bakım tesisleri, eğitim tesisleri, depolama tesisleri, kolaylık (*yaşam alanları*) tesisleri, idari ofislerin bulunduğu tesisler şeklinde sıralanırken bina tiplerine göre, kalıcı sabit tesisler, mobil tesisler, genel maksat tesisleri, özel tesisler, paylaşılan tesisler, dedike tesisler gibi sınıflandırılır.

Tablo 5.6 Tesis Sınıflandırılması

Fonksiyonlarına Göre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operasyon Tesisleri</li> <li>• Bakım Tesisleri</li> <li>• Kolaylık Tesisleri</li> <li>• Eğitim Tesisleri</li> <li>• Depolama Tesisleri</li> <li>• Bina İnşa</li> </ul>	
Bina Tipine Göre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kalıcı Sabit Tesisler</li> <li>• Mobil Tesisler</li> <li>• Genel Maksat Tesisleri</li> <li>• Özel Tesisler</li> <li>• Paylaşılan Tesisler</li> <li>• Dedike Tesisler</li> </ul>	

Tesislerin tiplerinin belirlenmesinde fonksiyonların kayda değer etkisi bulunur. Maliyetleri yüksek olduğu için çok farklı tesis seçim ve inşaa usulü kullanılmaktadır. Kolaylık tesisleri olarak da anılan yaşam alanları için kullanılan tesisler otellere benzerler. Çalışan başına düşen yaşam alanı, yeşil alan temizlenme yerleri, dinlenme bölgeleri, çalışma düzenindeki konuma göre belirlenmiş yerleşim biçimi, odalara yerleştirilecek kişi sayısı gibi oldukça farklı çalışma koşullarının idari, sosyal ve yasal zorunluklarının dikkate alınması gerekir.

Kolaylık tesislerine benzer şekilde depo tesislerini oluşturan binaların belirlenmesi bölgenin tedarik zincirlerinin dinamikleri ile birlikte depo yönetim esasları dikkate alınarak yapılır. **Şekil 5.4'**te bunlardan bazıları verilmiştir. Depoların yerden yüksekliğini kamyonların kapak açacağı yükseklikte olması gerekir. Tavan yüksekliği en azından forkliftlerin ulaşabileceği maksimum yükseklikte olmasına dikkat edilir. Yapı olarak depo binaları diğerlerinden bu yönleri ile farklıdır.



- Depolama operasyonlarının belirlenmesi,
- Depo yerinin tespiti,
- Optimum depolama alanının (ve/veya hacminin) tespiti,
- Depolama tesisinin veya arazisinin zemin etüdü,
- İnşaa, kiralanması veya dış kaynak kullanım kararının verilmesi,
- Depo ulaştırma imkânlarının analizi,
- Çalışan sayısı.

Şekil 5.4 Depo Binasının Seçimine Etki Eden Faktörler

Bakım tesislerinde yapılacak bakım faaliyetinin cinsine göre tesis tercih edilir. Elektronik malzeme için kurulacak bakım tesisi ile uçak bakımı için kurulacak bakım tesisi **Şekil 5.5'**te görüldüğü gibi biçim olarak da farklı olacaktır.



Uçak Bakım Hangarı



Elektronik Malzeme Bakım Yeri

Şekil 5.5 Tesis Çeşitleri

ELD süreçlerinde eğitim tesisleri bazı büyük ölçekli sistemlerin ve simülasyonların olduğu tesisler istisna kabul edilirse diğer eğitim merkezlerine benzerler. Bu tip binaların içinde eğitim yardımcı malzemeleri ve görsel eğitim materyalleri bulunur. Yukarıda bahsedilen tüm tesis tipleri kalıcı sabit tesisler olabileceği gibi müşterinin talebine bağlı olarak desteklenen sistemin özelliklerine uygun şekilde aynı sabit tesisler mobil hâle getirilip taşınabilir tesisler hâline dönüştürülebilirler.



Sabit Askeri Lojistik Tesisler



Taşınabilir Askeri Lojistik Tesisler

Şekil 5.6 Sabit ve Mobil Tesis Örnekleri



## Yaşamla İlişkilendir

ELD kapsamında kullanılan kullanıcı el kitapları günlük hayatta kullandığımız televizyon, cep telefonu, bilgisayar, mutfak robotu, gibi birçok aletin kutusu içinde çıkan kullanım kılavuzları ile aynı işleve sahiptir. Kullandığımız alet teknolojik olarak karmaşıklaştıkça kitabın hacminin arttığına dikkat ediniz.



Siz de gündelik hayatınızda kullandığınız ve tüm fonksiyonları, kullanım ve bakımını nasıl yapacağınızı bildiğiniz bir alet için bir kâğıda kullanım kılavuzu içerik taslağını yazınız, daha sonra bu yazdıklarınızı gerçek kılavuzda yazan ile karşılaştırınız.







## Araştırmalarla İlişkilendir

Eğitim kullanılan ülkenin veya bölgenin eğitim gelenekleri, eğitim felsefesi ve sosyal dinamikler göz önünde bulunarak tasarlanır. Sürecin ilerlemesine bağlı olarak bunlar da değişime uğrayabilir.

Uçak, helikopter, radar hava kontrol sistemleri, gemiler gibi çok uluslu ortamlarda kullanılacak ana dilden farklı dillerin kullanılması gereken sistemlerde müşterinin lisan sorununu sistemi teslim almadan önce çözmesi gerekir.

Kullanılabilir seviyede lisan öğrenme sürecinin sistemin üretim sürecinden uzun olma ihtimali oldukça yüksektir.

Buna benzer örnekler çoğaltılabilir. Bu tür yeteneklerin kazandıracak eğitim süreçlerinin niteliği ve uzunluğunun önemine dikkat ediniz.



## Öğrenme Çıktısı

5 Eğitim tesislerinin tasarımını ve seçimini bilme



### Araştır 4

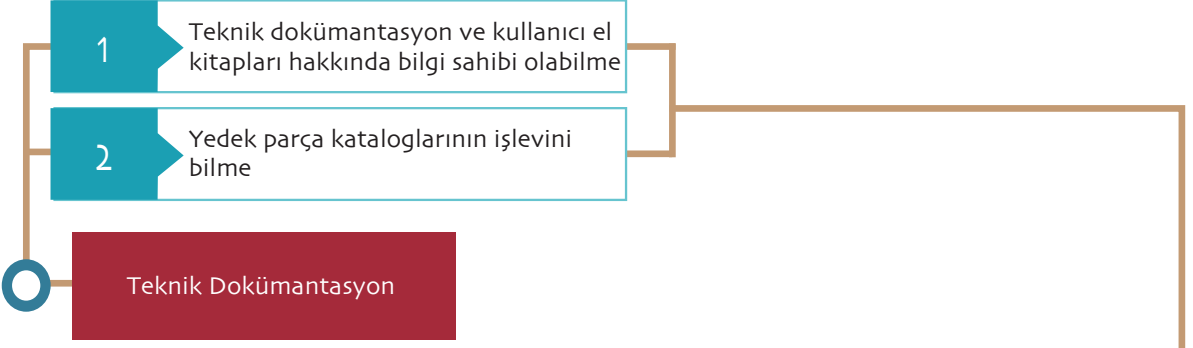
ELD kapsamında tesisler nasıl sınıflandırılır? Araştırınız.

### İlişkilendir

Sabit ve mobil tesislerin kullanım amaçları arasındaki farkı gerekçeleri ile açıklayınız.

### Anlat/Paylaş

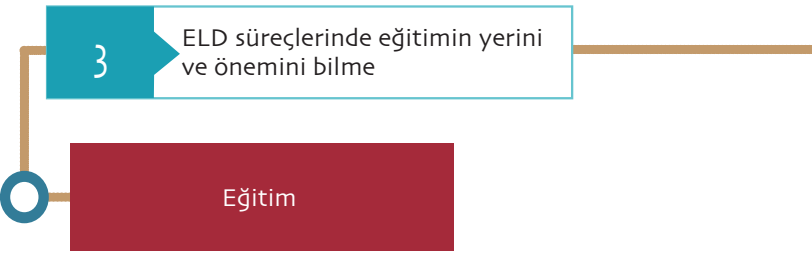
ELD süreçlerinde kullanılan tesislerin tiplerinin belirlenmesinde etkisi olan faktörleri anlatınız.



1 ELD süreçlerinin yönetilmesinde dokümantasyon faaliyetlerinin önemi büyüktür. Dokümantasyon faaliyetlerinin en etkin araçları kitaplar, kataloglar, talimatlar, parça listeleridir. Bunlar sistemlerin tasarım, geliştirme ve kullanım süreçlerindeki kullanım, bakım, destek gibi faaliyetlerin tüm detaylarını kapsarlar. Bu nedenle ELD yayınları kullanıcılar, bakımıcılar veya destek ekibinden olması fark etmeksizin, tüm ELD aktörleri tarafından anlaşılacak şekilde oluşturulurlar. Oldukça detaylı bilgiler içerdiklerinden geniş içeriklere sahiptirler. Bu nedenle çok farklı tipte olurlar. Tek bir sistem için bile çok sayıda ve farklı tipte teknik kullanım el kitabı, yağlama talimatı, depo yerleşim kitapçığı, alet avadanlık listesi, yedek parça kataloğu olur. Ancak teknik dokümanlar, en genel hâli ile kullanıcı el kitapları, bakım talimatları ve yedek parça katalogları olmak üzere üç temel sınıfa ayrılır.

ELD süreçleri kapsamında tedarik edilen sistemler için çoğunlukla birden fazla kullanıcı el kitabına ihtiyaç duyulur. Kullanıcı el kitapları, sistemi oluşturan bir malzemenin kullanılması ve bakımı için kullanıcı ve teknik (bakım) personelin ihtiyaç duyduğu tüm bilgileri kapsarlar.

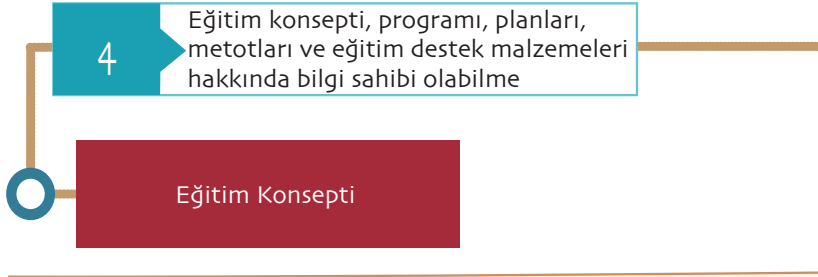
2 ELD süreçlerindeki sistemlerin hem kullanım esnasında hem de bakım ve onarım esnasında ihtiyaç duyulan yedek parçalara ait bilgilerini içeren listelerin bulunduğu kitaplar, lojistik sektöründe yedek parça kataloğu olarak anılırlar. Yedek parça katalogları, *(bu çalışmanın dördüncü bölümünde detayları verilen)* yedek parça yönetim süreçlerinde başvuru en önemli araçlardır. Bu tip kataloglarda yedek parçaların, parça numarası, stok numarası, adı, sistemin neresinde kaç tane kullanıldığı, ne kadar sürede değiştiği veya tekrar kullanılıp kullanılmayacağı, depolama süresi gibi bilgiler yer alır. Bir yedek parça kataloğu sayfası örneği ilgili verilmiştir, bakınız.



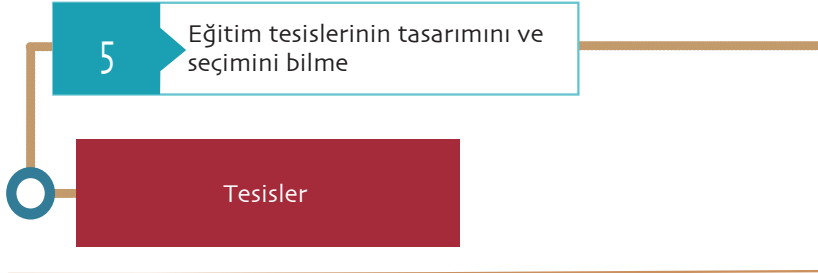
3 ELD süreçleri kapsamında tasarlanan bir sistemin sürdürülebilirliğinin sağlanması için süreçteki tüm personelin uygun biçimde eğitilmesi gerekir. Diğer tüm eğitim süreçlerinde olduğu gibi ELD süreçlerindeki eğitimin amacı da sistemin başarılı şekilde kullanılması amacına ulaşılmasının sağlanmasıdır.

ELD süreçlerindeki eğitim kullanıcı eğitimi, bakım eğitimi, yönetici eğitimi ve eğitici eğitimi olarak dört ana sınıfta toplanarak tasarlanır ve sürece dâhil edilir. Bu süreçlerin her birisi başlangıç (temel) eğitim ve idame (devam) eğitimi olarak ikiye ayrılır.





4 Eğitimin konsepti ve geliştirilmesi ilk eğitim planma aşamasında tamamlanır. Arıdan detaylı tasarımı yapıldığı hazırlık aşamasına geçilir. Bu süreçlerin başarı ile tamamlanmasından sonra uygulamaya geçilir. Sistemin sürdürülebilirliğinin ilk planlama ve hazırlık aşamasını kapsadığına dikkat ediniz. Sektörde idame eğitimi olarak da anılan devam eğitimi aşasında sistemin kullanım aşamasında görevli olanların sistemi kullanırken hiçbir bilinmezle karşılaşmadan görevlerini başarmalarını sağlamak için verilir. Sistemin yenilenmesi ile veya belli sürelerle yinelenir. İdame eğitimi, görev yapacak personelin göreve başlamasından önce bitecek şekilde tasarlanır. Teknik olarak ömür devir boyunca devam eder ve malzemenin elden çıkarılması ile son bulur. Kullanıcı eğitimi, adından da anlaşılacağı gibi sistemi kullanacaklara yönelik eğitim iken sistemin kullanılması sürecinde tüm öngörülen ve öngörülemeyen faaliyetleri icra etmenin yanı sıra arıza durumunda neler yapması gerektiği gibi konuları da kapsar. Sisteme göre kullanıcıların teknik olarak belli yeteneklere veya belgelere sahip olmaları öngörülebilir. Bakım eğitimi, yeni sistemin bakımından sorumlu olacak teknik personelin hazırlanması için verilir.



5 Genelde tesisler, sadece binaları değil onların içindeki süreçleri destekleyen ekipmanlar ile tesislerin üzerinde bulunduğu araziye de ifade etmek için kullanılır. Ancak ELD süreçlerinde kullanılan tesisler kavram olarak daha kapsamlı bir içeriğe sahiptir. Kullanım ihtiyaçlarına bağlı olarak sabit binalara ilave olarak veya onlar olmaksızın mobil tesislerde kullanılmaktadır. ELD süreçlerinde kullanılan tesisler, faaliyetlerin yer aldığı tesisler fonksiyonlarına ve bina tiplerine göre sınıflandırılır. Tesisler içinde verilen hizmete bağlı olarak fonksiyonlarına göre bakım tesisleri, eğitim tesisleri, depolama tesisleri, kolaylık (*yaşam alanları*) tesisleri, idari ofislerin bulunduğu tesisler şeklinde sıralanırken bina tiplerine göre, kalıcı sabit tesisler, mobil tesisler, genel maksat tesisleri, özel tesisler, paylaşılan tesisler, dedike tesisler gibi sınıflandırılır.

1 ELD süreçlerinin yönetilmesinde dokümantasyon faaliyetlerinin önemi büyüktür.

Aşağıdakilerden hangisi bu dokümanlardan birisi **değildir**?

- A. Kitaplar  
C. Talimatlar  
E. El notları
- B. Kataloglar  
D. Parça listeleri

2 Bir sistemi oluşturan herhangi bir bileşenin kullanılması ve bakımı için kullanıcı ve teknik (bakım) personelin ihtiyaç duyduğu tüm bilgileri kapsayan yayın hangisidir?

- A. Kullanıcı el kitapları  
C. Kullanıcı defteri  
E. Yedek parça listesi
- B. Kullanıcı bukletleri  
D. Bakım el kitapları

3 ELD süreçlerindeki sistemlerin hem kullanım esnasında hem de bakım ve onarım esnasında ihtiyaç duyulan yedek parçalara ait bilgilerini içeren listelerin bulunduğu kitaplara ne ad verilir?

- A. Ana malzeme kataloğu  
B. Sistem kataloğu  
C. Bileşen parça kataloğu  
D. Yedek parça kataloğu  
E. Tüketilemeyen malzeme kataloğu

4 Sürekli gelişen teknolojiye ve müşteri ihtiyaçlarına bağlı olarak sistemler değişiyor, doğal olarak kullanılan yedek parçalara ait bilgiler de değişiyordu. Değişime ayak uydurmak matbaalarda basılmış binlerce sayfalık kataloglarla mümkün değildi. Bunun çözümü için aşağıdakilerden hangisi yapılmıştır?

- A. Kataloglar imha edilmiştir.  
B. Kataloglar basılmaya devam etmiştir.  
C. Malzeme bilgileri raflarda saklanmaya başlanmıştır.  
D. Malzeme bilgileri elektronik ortamda işlenmeye başlamıştır.  
E. Kataloglar daha ince kâğıda basılmaya başlanmıştır.

5 ELD süreçlerindeki eğitim olarak dört ana sınıfta toplanarak tasarlanır ve sürece dâhil edilir. Bunlar aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Kullanıcı eğitimi, mesleki eğitim, yönetici eğitimi ve eğitici eğitimi  
B. Kullanıcı eğitimi, bakım eğitimi, yönetici eğitimi ve eğitici eğitimi  
C. Kullanıcı eğitimi, donanım eğitimi, mesleki eğitim ve eğitici eğitimi  
D. Sosyal eğitim, bakım eğitimi, yönetici eğitimi ve eğitici eğitimi  
E. Kullanıcı eğitimi, bakım eğitimi, yönetici eğitimi ve mesleki eğitim

6 Temel eğitim aşaması, sistemin sahada kullanılmaya başlanması ile birlikte ihtiyaç duyulacak eğitim verildiği eğitimdir. Bu tespitten aşağıdaki sonuçlardan hangisi çıkarılır?

- A. Diğer eğitim süreçlerinden sonradır.  
B. Diğer eğitim süreçlerine hazırlık aşaması niteliğindedir.  
C. Diğer eğitim süreçlerinden uzundur.  
D. Diğer eğitim süreçlerinden zordur.  
E. Diğer eğitim süreçlerinden kolaydır.

7 Aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?

- A. Eğitimin konseptinin geliştirilmesi ilk eğitim planma aşamasında tamamlanır.  
B. Devam eğitimi aşamasında sistemin kullanım aşamasında görevli olanların sistemi kullanırken hiçbir bilinmezle karşılaşmadan görevlerini başarımlarını sağlamak için verilir.  
C. Sistemin yenilenmesi ile veya belli sürelerle yenilenir.  
D. İdame eğitimi, görev yapacak personelin göreve başlamasından önce bitecek şekilde tasarlanır.  
E. Temel eğitimden önce başlar.

8 Aşağıdakilerden hangisi ELD kapsamında bir eğitimin tasarımında etkili olan faktörlerden **değildir**?

- A. Eğitilecek personel sayısı  
B. Eğitimin verileceği süre  
C. Eğitimin verileceği yer  
D. Eğitimin dengesi  
E. Eğiticilerin kalitesi

9 Sadece binaları değil onların içindeki süreçleri destekleyen ekipmanlar ile üzerinde bulunduğu araziye de ifade etmek için kullanılan terim Bunlar aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Tesisler  
B. Binalar  
C. Yapılar  
D. Mezanin  
E. Asma kat

10 Tesisler; Operasyon Tesisleri, Bakım Tesisleri, Kolaylık Tesisleri, Eğitim Tesisleri, Depolama Tesisleri, olarak hangi özelliklerine göre sınıflandırılmıştır?

- A. Çatı yapılarına göre  
B. Buldukları bölgeye göre  
C. Yapılış biçimine göre  
D. Fonksiyonlarına göre  
E. Zeminlerine göre

1. E	Yanıtınız yanlış ise “Teknik Dokümantasyon” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	6. B	Yanıtınız yanlış ise “Eğitim” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
2. A	Yanıtınız yanlış ise “Kullanıcı El Kitapları” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	7. E	Yanıtınız yanlış ise “Eğitim” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
3. D	Yanıtınız yanlış ise “Yedek Parça Kataloğu” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	8. D	Yanıtınız yanlış ise “Eğitim” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
4. D	Yanıtınız yanlış ise “Yedek Parça Kataloğu” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	9. A	Yanıtınız yanlış ise “Tesisler” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
5. B	Yanıtınız yanlış ise “Eğitim” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	10. D	Yanıtınız yanlış ise “Tesisler” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

5

## Araştır Yanıt Anahtarı

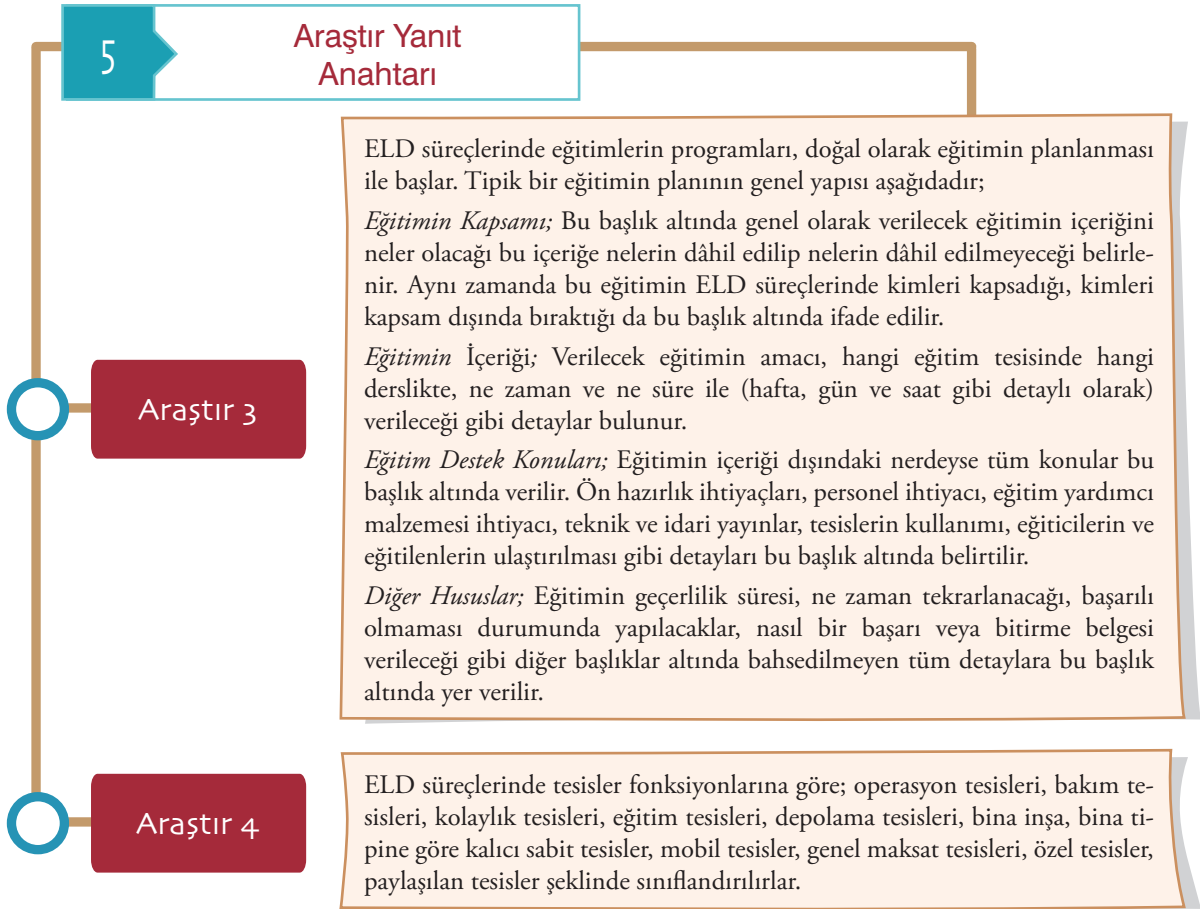
Araştır 1

Her kullanıcı el kitabının, doğal olarak bir kapağı olur. Kapakta (ve kapağı takip eden ilk sayfalarda); sistemin adı, tipi, parça (veya stok) numarası, kitabı basıldığı yer, yayınlayan kurum/kuruluş, basıldığı yıl veya kaç tane basıldığı gibi hem sistem hakkında, hem de kitap hakkında künye bilgileri bulunur. Aynı zamanda sistemin bir fotoğrafı veya grafik olarak çizilmiş bir teknik resmi konulur. Bunlardan başka kullanım kitabının kullanımının telif hakları, gizlilik kapsamı idari ve hukuki kısıtları ile ilgili detaylar da bu sayfalarda belirtilir. Bu sayfaların ardından sistemin ilk kullanımında *dikkat edilmemesi* hâlinde kullanıcıya veya sisteme zarar verebilecek hususlar da uyarıların bulunduğu bir ikaz sayfası eklenir. Kullanıcı el kitabının kullanımını kolaylaştırmak için içindekiler sayfası ve el kitabı kullanım bilgileri bulunur. Ayrıca kitapta geçen kısaltmalar da bu bölümdedir. Kapak ve giriş sayfalarının ardından genellikle sistem hakkında bilgiler veren bir bölüm, kullanıcılar için uyarı ve talimatlar içeren bir bölüm ile bakım ekibi için bilgiler veren bir bölüm olmak üzere üç bölümden oluşan ana metin bulunur. Birinci bölümde sisteme ait genel bilgiler verilir. Sistem hakkındaki sistemin tanıtımı, karakteristikleri, kabiliyetleri, ana bileşenleri, yeni modeller için öncekilerden farkı gibi detaylar için bu bölüme bakılır. Ayrıca sistemin kullanımına ait temel prensipler de yine bu bölümdedir. İkinci bölümde, sistemi kullanacak kişiler için uyarı ve talimatlar bulunur. Bu bölümdeki bilgilerden kullanıcılar sistemin kontrolleri ve göstergeleri, koruyucu bakım kontrolleri ve hizmeti, normal ve normal olmayan koşullarda sistemin çalıştırılması ve kullanımı ile ilgili fikir edinirler. Üçüncü bölüm bakım ekibinin faydalanması için konulmuş bilgilerden oluşur. Yağlama talimatları, destek malzemelerinin bakımı, bakım süreçleri arıza tespit süreçleri gibi konular bu bölümde verilmiştir. Son olarak sistem hakkında verilen tüm bilgileri destekleyen ekler bulunur. Sistemi bütünleyen diğer bileşenler hakkında bilgileri içeren listeler, yardımcı olacağı düşünülen kaynak yayınlar, sistem kullanılması esnasında elde çıkan sarf edilebilen veya edilemeyen malzemelerin bulunduğu listeler ile sistemin hem kullanımını hem de bakımı gibi konularda belirlenen yetki sayfası bulunur.

ELD süreçlerindeki sistemlerin hem kullanım esnasında hem de bakım ve onarım esnasında ihtiyaç duyulan yedek parçalara ait bilgilerini içeren listeleri içerirler. Lojistik sektöründe yedek parça kataloğu olarak anılırlar. Yedek parça katalogları, *(bu çalışmanın dördüncü bölümünde detayları verilen)* yedek parça yönetim süreçlerinde başvurulan en önemli araçlardır. Bu tip kataloglarda yedek parçaların, parça numarası, stok numarası, adı, sistemin neresinde kaç tane kullanıldığı, ne kadar sürede değiştiği veya tekrar kullanılıp kullanılmayacağı, depolama süresi gibi bilgiler yer alır. Bir yedek parça kataloğu sayfası örneği bölümde verilmiştir. Örnek sayfada sistemi oluşturan bir malzemenin parçalara ayrılmış şekli gösterilmektedir. Sistemin çok sayıda bileşenden oluştuğuna dikkat ediniz.

Araştır 2

ELD kapsamında geliştirilen eğitim süreçleri konsept, geliştirme, detaylı tasarım, üretim ve uygulama olmak üzere beş aşama ile tamamlanır. Eğitimin konseptinin geliştirilmesi ilk eğitim planlama aşamasında tamamlanır. Ardından detaylı tasarımın yapıldığı hazırlık aşamasına geçilir. Bu süreçlerin başarı ile tamamlanmasından sonra uygulamaya geçilir. Sistemin sürdürülebilirliğinin ilk planlama ve hazırlık aşamasını kapsadığına dikkat ediniz. Sektörde idame eğitimi olarak da anılan devam eğitimi aslında sistemin kullanım aşamasında görevli olanların sistemi kullanırken hiçbir bilinmezle karşılaşmadan görevlerini başarmalarını sağlamak için verilir. Sistemin yenilenmesi ile veya belli sürelerle yenilenir. İdame eğitimi, görev yapacak personelin göreve başlamasından önce bitecek şekilde tasarlanır. Temel eğitimin bitmesi ile başlayan idame eğitimi teknik olarak ömür devir boyunca devam eder ve malzemenin elden çıkarılması ile son bulur. Kullanıcı eğitimi, adından da anlaşılacağı gibi sistemi kullanacaklara yönelik eğitim iken sistemin kullanılması sürecinde tüm planlı (öngörülen) ve plansız (öngörülemeyen) faaliyetleri icra etmenin yanı sıra arıza durumunda neler yapması gerektiği gibi konuları da kapsar. Sisteme göre kullanıcıların teknik olarak belli yeteneklere veya belgelere sahip olmaları öngörülebilir. Bir taarruz helikopterini kullanacak bir pilotun uçuş eğitimi olması veya belli uçuş saati tecrübesine sahip olması veya uçuş lisanslarına sahip olması beklenir. Tüm bunların hiçbirisine sahip olamayan bir personelin kullanıcı eğitimine alınmasının çok farklı olacağına dikkat ediniz. Bakım eğitimi, yeni sistemin bakımından sorumlu olacak teknik personelin hazırlanması için verilir.



## Kaynakça

- DOD-STD 1685 **Comprehensibility Standarts for Technical Manuals.**
- Jones V. James (2006). **Integrated Logistics Support Handbook, (3rd Edition)** New York:McGraw-Hill.
- Keskin, M. Hakan (2018). **Lojistik El Kitabı, Küresel Aktörlerin Lojistik Pratikleri, Kavramlar, Prensipler, Uygulamalar** (III. Baskı) Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- MIL-M-63036A **Preparation of Operator's Technical Manual.**
- MIL-M-38807A **Technical Manuals: Preparation of Illustrated Parts Breakdown.**
- MIL-M 38784B **Technical Manuals: General Style and Format Requirements.**
- MIL-HDBK 63038-1 **Technical Manuals Writing Handbook.**
- MIL-HDBK 63038-2 **Technical Writing Style Guide.**
- MIL-STD 335 **Technical Manuals: Repair Parts and Special Tool List.**
- MIL-STD 1379D **Military Training Programs.**



# Bölüm 6

## Bakım Süreçleri

### öğrenme çıktıları

1 Bakım Konseptinin Oluşum Süreci  
1 Bakım konseptinin oluşum süreçlerini ifade edebilmek

3 Bakımın Prensipleri  
3 Bakımın prensiplerini ve bakım yönetim kararlarını ifade edebilmek

Güven Merkezli Bakım  
5 Güven Merkezli Bakım hakkında bilgi sahibi olmak ve ELD konseptindeki yerini bilmek

2 Bakım Onarım Ve Arıza Kavramları  
2 Bakım, onarım ve arıza kavramlarını tanımlayarak açıklayabilmek

4 ELD Süreçlerinde Bakım Performansı  
4 ELD süreçlerinde bakım performansı ve bakım maliyetleri hakkında genel bilgi sahibi olabilmek

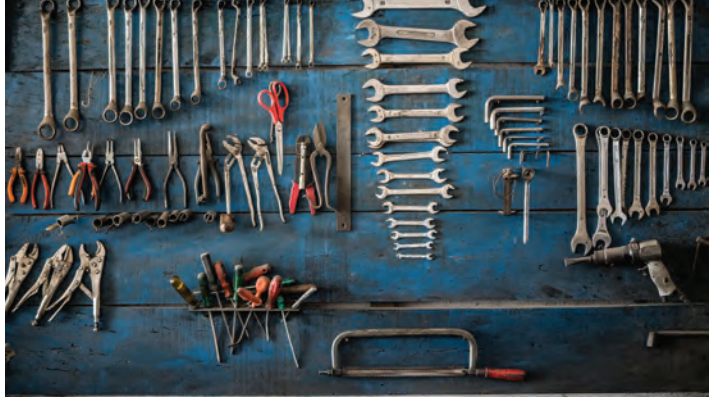
Anahtar Sözcükler: • Bakım • Onarım • Arıza • Güven Merkezli Bakım • RCM





## GİRİŞ

Doğası gereği karmaşık sistemleri desteklemek için oluşturulan ELD destek yapısının başarısı, optimize edilmiş bir bakım sistemine bağlıdır. Bakımın sistemin tasarım hedeflerine uygun biçimde planlanması ve uygulanması ELD sürecinin önemli bir bileşenidir. ELD süreçlerinde bakım her aşamada farklı biçimde yer alır. Bunun nedeni sistemin çok sayıda ve farklı tipte bileşenden oluşmasıdır. ELD süreçlerinde bakımın önemi çok sıradan mekanik bir aksamdaki küçük bir arızanın tüm sistemin durmasına neden olabilmesidir. Sistemin ömür devri boyunca bu tip arızalarla karşılaşılabilir. Çağdaş bakım konsepti, 1950'lerden sonra hızla bugünkü hâlini almaya başlamıştır. Bunun nedeni teknolojinin gelişmesine bağlı olarak bu dönemden sonra sistemlerin karmaşıklaşmasıdır. Bakım maliyetlerinin kayda değer biçimde artması sistemlerin sürdürülebilirliğini sağlamak adına bu dönemde daha çok sorun yaratmaya başlamıştır. Üstelik bakımsızlığın mali sonuçlarına, idari, sosyal ve hukuki boyutlu sorunlar da eklenince ELD süreçlerinde optimum maliyetle sürdürülebilir bir bakım sistemi oluşturmak kaçınılmaz hâle gelmiştir.



Resim 6.1

Bu geçişin temelinde malzemelerin kullanım süresinde yaşadığı yıpranmışlık vardı. Bu dönemde önleyici eylemlerin arızaların oluşmasına engel olacağı ve uzun vadede maliyet tasarrufu sağlanacağı düşünülmüştür. Buna bağlı olarak, üzerinde durulan konu, geçmişe ait bilgilere dayalı olarak, yeterli performans süresinin nasıl belirleneceği olmuştur. Ancak kısa süre sonra özellikle arıza tiplerini hakkında yeterli bilgi sahibi olunmaması, güvenilirlik konseptinin adı altında yeni bir yaklaşımın geliştirilmesine yol açmıştır.

1970'lerin sonunda 1980'lerin başına gelindiğinde, makine-teçhizat, öncesi ile mukayese edilemeyecek kadar karmaşık hâle gelmişti. Bu karmaşık yapı içerisinde basit bir parçanın arızası sistemin bütününde çok farklı arıza tiplerinin oluşmasına neden olabiliyordu. Tüm arıza tiplerine adapte edilebilecek kullanım süresine bağlı tek bir arıza modu olmadığından, kompleks sistemlerin güvenilirliğini artırmak için kullanılan önleyici bakım konseptinin kullanımı kısıtlanmaya başlandı. Artık önleyici bakım konsepti ciddi biçimde eleştiriliyor ve sorgulanıyordu. Bunun üzerine aşamalı olarak önleyici bakım teknikleri uygulanmasına geçişler görüldü. Önleyici bakım, ekonomik koşullara bağlı ve teknik uygulanabilecek alanlarla sınırlıydı. Bu daha önce sadece uçaklarda ve nükleer tesislerle sınırlı olarak kullanılan koşulları izleyebilen önleyici bakım ekipmanının daha ucuz ve erişilebilir hâle getirilmesine neden oldu.

Bu gelişmeleri 1980'lerin sonunda 1990'lerin başında 'eş zamanlı mühendislik' ve 'ömür devri mühendisliği' çalışmalarının başlaması takip etti. Böylece bakımın gelişim sürecinde yeni bir döneme girildi. Bakım ihtiyaçları, daha önceki dönemin

## BAKIM KONSEPTİNİN OLUŞUM SÜRECİ

Çağdaş bakım konseptinin bugünkü biçimine dönüşmesi İkinci Dünya Savaşı sonrasında ivmelenmiştir. Bunun temel nedeni teknik, idari, mali ve yasal anlamda oluşan çeşitli bakım maliyetlerinin, 20 yüzyılın ortalarından sonra kullanıcılar üzerinde kayda değer yük oluşturacak boyutlara ulaşmış olmasıdır.

Teknolojinin artan gelişimine paralel olarak bakımda ilk kayda değer değişimler 1950'lerden sonra görülmüştür. Bu dönemde hemen tüm bakım eylemleri 'düzeltici' nitelikte olmuştur. Bu dönemde bakım, mali boyutundan şikâyet edilen, ancak kaçınılmaz ve yönetilmesi mümkün olmayan bir konu olarak ele alınmaktaydı. 1960'lara gelindiğinde, mekanik aksamda görülen arızaların kullanım süresine veya tekrarına bağlı olduğu fark edilince önleyici bakım konseptine geçilmiştir.

koşullarında dizayn edilmiş ve üretilmiş ürünlerin baskısı altındaydı. Bundan kurtulmak için bakım ihtiyaçları tasarım ve üretim süreçlerinde dikkate alınmaya ve bu süreçlere entegre edilmeye başlandı. Bu entegrasyon beraberinde, sonraki olası olumsuz sonuçlarından kaçınmak için üretim sürecinin daha ilk aşamalarında bakımı dikkate alan bir yaklaşıma sahip olan proaktif bakım konsepti oluşumunu getirdi. Artık hem tasarımcılar hem de kullanıcılar bakım süreçlerinde sorumluluk taşıyorlardı.



## BAKIM ONARIM VE ARIZA KAVRAMLARI

Bakım, bir sistemi önceden belirlenen çalışma koşullarında faal hâlde tutulması için gerekli tüm yenileme ve onarım faaliyetleri olarak tanımlanabilir. Bakım, bir başka ifade ile olası bir arızadan önce sistemi faal durumda bulundurmak için gereken faaliyetlerin bütünüdür. ELD için bakım sistemi oluşturan tüm bileşenlerin kullanıcılarının onlarla yapmak istedikleri için hazır bulunmasını sağlayacak şekilde tasarlanır. Bakım yönetimi; doğru kişi, doğru malzeme, doğru avadanlık, doğru bilgi, doğru zaman, doğru müsaade gibi belli doğrulara göre tasarlanmalı ve uygulanmalıdır.

Bakım yönetimi ise bakıma göre biraz daha kapsamlı bir içeriğe sahiptir. Bakım yönetimi en yalın hâlde mevcut imkânların bakım ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde planlamasıdır. ELD kapsamında bakım yönetimi ELD süreçlerine uyumlu süreçler olarak tasarlanır. Bu nedenle bakım yönetiminde başarılı olmak için, ELD süreçlerine uyumlu olmak aranır.

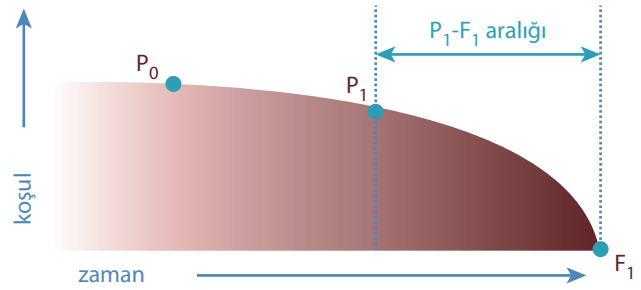


**dikkat**

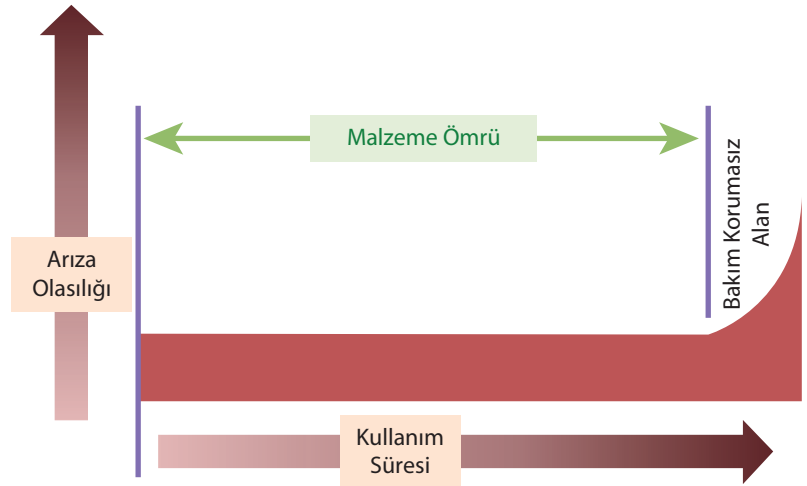
'Bakım' ve 'onarım' genel olarak aynı anlamda kullanılsa da farklı anlamlar ifade ederler. Onarım, bakım faaliyetlerinin bir alt bileşenidir. Bir başka ifade ile onarım arıza belirdikten sonra yapılan bakım faaliyetidir. Bakımın temel hedefi arıza ile karşılaşmamaktır.

Arıza bakım sistemin anahtar kavramıdır. ELD süreçlerinde sistemin sürdürülebilirliğinin önündeki önemli engellerden birisidir. Arıza sistemin işlevini yerine getirmesine engel olan tüm sorunlar olarak tanımlanabilir. Sistemin bütünü veya bileşenleri ömür devri sürecinde farklı dönemlerde farklı zaman aralıklarıyla farklı biçimde arızalanabilirler. Şekil 6.1'de klasik bir arızanın genel karakteristiği gösterilmiştir.

$P_0$  noktası arızanın yaşa bakmaksızın oluşmaya başladığı noktayı temsil ederken olası ilk arıza noktasının  $P_1$  noktası olduğu kabul edilmiştir.  $P_1$  noktası olarak ifade edilen potansiyel arıza noktasından kasıt; arızanın, olmak üzere veya olmaya henüz başladığı durumdur.  $F_1$  noktası ise arıza nedeniyle tamamen hizmet dışı kalınan anı ifade etmektedir. Bu yaklaşımla mavi renk kodu ile gösterilen  $(P_1-F_1)$  aralığı potansiyel arıza olasılığının başladığı andan fonksiyonun arıza nedeniyle tamamen yok olduğu ana kadar olan süreci ifade etmektedir.  $(P-F)$  aralığı teknik olarak koşula bağlı olarak yapılacak görevlerin sıklığının belirlenmesine yardımcı olur. Bir başka ifade ile koşullu bakım görevleri  $(P-F)$  aralığı içinde olmak durumundadır.  $(P-F)$  aralığı 'Arıza Gelişim Süreci' olarak da adlandırılmaktadır. Çalışma döngüsü, üretim birimi veya başlama bitiş döngüsü gibi sayılarla ifade edilmektedir. Arızanın tipine göre bu birim saat gibi küçük bir zaman birimi olabileceği gibi 10 yıl gibi



Şekil 6.1 Klasik bir arızanın genel karakteristiği



Şekil 6.2 Genel Arıza Tipolojisi

çok uzun bir zaman aralığı da olabilmektedir. ELD süreçlerinde arızanın kontrol altında tutulabilmesi için  $(P-F)$  aralığı içinde kalmak önemlidir. Ancak tespit edilen kontrol aralıklarının  $(P-F)$  aralığının çok küçük bir yüzdesini oluşturması durumunda gereksiz ve aşırı kontrollere yol açılacağı bunun da ilave maliyet getireceği göz önünde bulundurulmalıdır.

En çok karşılaşılan ve bu nedenle 'geleneksel (veya klasik)' olarak adlandırılan arıza tipi Şekil 6.3'te gösterilmiştir. Arıza olasılığı değişmeden sabit devam ederken ekonomik ömrünün dolmasının ardından arıza olasılığında ani bir artış olduğuna dikkat ediniz. ELD süreçlerinde bakım korumasız alanda bulunmaktan kaçınılması gerekmektedir.

### Öğrenme Çıktısı

2 Bakım, onarım ve arıza kavramlarını tanımlayarak açıklayabilmek



Araştır 2

Bakım ve onarım arasındaki farkı araştırınız.

İlişkilendir

Entegre lojistik destek ile arıza arasındaki ilişkiyi açıklayınız

Anlat/Paylaş

Bakım yönetiminin temel doğrularının bir tanesini anlatınız.

## BAKIMIN PRENSİPLERİ

Sadece ELD süreçlerinde değil genel olarak her alanda uyulması hâlinde bakım faaliyetlerinin etkinliğini artıracak kabul edilen bakım prensipleri aşağıda sıralanmıştır;

- Elastikiyet,
- Maliyet-etkinlik,
- Yetkili personel kullanmak,
- Teknik yetkilere uymak,
- Malzemeye yere yakın yerde olmak,
- En alt bakım kademesinde olmak,
- Teknik dokümanlara uygun olmak,
- Arşiv bilgisine sahip olmak,
- Güvenilirlik,
- Koordinasyon.

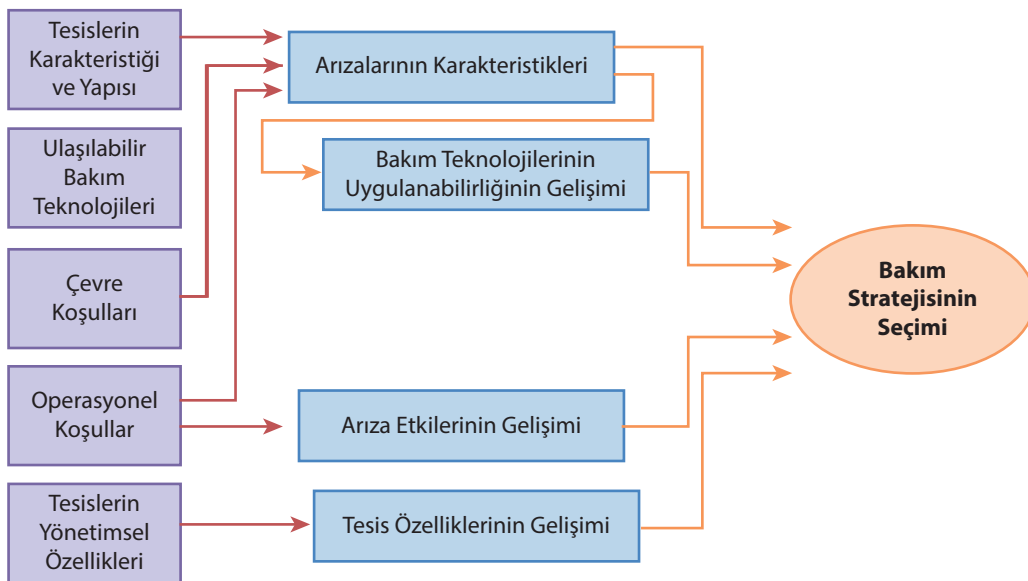
Bu prensiplerin hepsi biri diğerine değişilemeyecek kadar önemlidir ve üzerinde durulması gerekir, uyulması hâlinde kayda değer getiri sağlarlar. Bu nedenle ELD sistemlerinin tasarımında belirlenen bakım desteği bu prensiplere uyularak sağlanır. Elastikiyet değişen koşullara uyum sağlanmasına imkân verir. Maliyet-etkinlik, daha ekonomik bir sistem oluşturulmasına imkân sağlar. Yetkili personel kullanmak, sisteme hâkim olmayan bilgisiz kişilerin sisteme zarar vermesine engel olur. Teknik yetkilere uymak, yetki dışı müdahalelerin önüne geçer. Malzemeye yakın yerde olmak, ulaştırma tasarrufu sağlar. En alt bakım kademesinde olmak,

maliyet etkinliği imkânı doğurur. Teknik dokümanlara uygun olmak, üretim ve bakımın senkronizasyonun sağlanmasına yardımcı olur. Hatalı müdahaleleri önler. Arşiv bilgisine sahip olmak, ömür devri boyunca elde edilen tecrübelerin daha sonar kullanılmasını sağlar. Güvenilirlik, bakım sisteminin işlevselliğine olan inancı artırır. Koordinasyon ELD süreçlerindeki tüm taraflar arasında anlaşmazlıkları minimize eder.

## Bakım Yönetim Kararları

ELD süreçlerinin karmaşık yapısına bağlı olarak uygulanması gereken çok sayıda farklı bakım yaklaşımı bulunur. Sistemin ihtiyacına en uygun olanının seçilerek uygulanabilmesi ve seçilenlerin olumsuz yönlerinin bilinmesi gerekir. Her sistem için farklı, hatta aynı sistemin farklı bileşenleri için değişik yaklaşımlar tercih edilebilir. Sistemin ihtiyaçlarına en uygun bakım desteğini oluşturmak için bakım kararları; stratejik seviye, taktik seviye, operatif seviye olmak üzere üç farklı seviyede alınır.

Optimum bakım stratejisinin seçimi holistik bir bakış açısını gerektirmektedir. Holistik yaklaşımı ile ifade edilen bakım bütçesini ve çevre ile ilgili yasal düzenlemeleri göz önünde bulundururken işçi sağlığı ve iş güvenliği tedbirleri almayı, fiziksel olarak elde bulunan tüm varlıkların ömrü devirlerini maksimize etmeyi sağlamayı amaçlayan bütünsel bir bakış açısıdır.



Şekil 6.3 Bakım Stratejisinin Seçimi

Ölçeğin büyümesine bağlı olarak, üretim sistemlerinin ve onu destekleyen süreçlerin karmaşılaşması ve sürece etki eden faktörlerin çoğalması, sistemin tümüne yönelik optimum bakım çözümlerine ulaşılmasını zorlaştırmaktadır. Bu karmaşadan çıkmak ve sorunu daha kolay çözmek, sonuçta işletmenin ihtiyaçlarına en uygun bakım sistemini oluşturmak için bakım kararları stratejik, taktik ve icra seviyesi olmak üzere üç farklı seviyede sınıflandırılır. Stratejik seviyede, sistemin yapısına ve müşterinin talebine göre bakım sistemi oluşturulurken bir alt aşamada alınan stratejik karar temelinde taktik seviyede uygulanacak bakım politikaları seçilir. Bu seviyede bakım ihtiyaçlarının pratikte nasıl karşılanacağını cevabı tüm boyutlarıyla detaylı biçimde verilir. Son olarak icra da taktik bakım seçimine bağlı olarak bakımın ürün bazında teknik ekip tarafından uygulanabilmesi seviyesine kadar tüm detaylarına girilir. Üç seviyede de belirlenen seçimler ELD süreçlerinde tasarımdan ömür devrinin sonuna kadar dikkate alınır.

Stratejik seviyede, bakım sistemi, işletmenin genel üretim stratejisine göre en genel biçimde oluşturulur. Stratejik seviyede bakım ihtiyaçlarının karşılanması için sırası ile geliştirilmiş, önleyici bakım stratejisi, güven merkezli bakım stratejisi ve proaktif bakım stratejisi olmak üzere üç temel strateji bulunmaktadır. Güven merkezli bakım stratejisi geliştirildikten sonra, önleyici bakım stratejilerinin tamamen terk edilmemesinde olduğu gibi, proaktif bakım stratejilerine geçişten sonra da güven merkezli bakım stratejileri uygulamalarına devam edilmektedir. Stratejik seviyede bakım sisteminin temel prensiplerinin belirlenmesi, garanti sürelerinin genel yapısının belirlenmesi, bakım hizmetlerinin ücretlerinin genel yapısının belirlenmesi, bakım yetkili servis yapısının belirlenmesi, bakım süreçlerinin stok kontrol mantığının belirlenmesi, bakım tesisleşme felsefesinin oluşturulması, bakım sisteminin lojistik destek yapısının mimarisinin çizilmesi, dış kaynak kullanılacak alanların belirlenmesi, insan kaynağı felsefesinin belirlenmesi, bakım eğitiminin esaslarının belirlenmesi gibi bakım kararları alınır.

Taktik seviyede yapılan seçimler ile sistemin bakım ihtiyaçlarının gereken yerde uygulanacak şekilde tüm boyutlarıyla nasıl karşılanacağını cevabı detaylı biçimde verilir. Taktik seviyede uygulanabilecek farklı bakım politikası uygulamaları ve bunlara ait arıza bazlı bakım (failure-based maintenance/FBM), zaman bazlı bakım (time-based maintenance (TBM), koşul bazlı bakım (condition-based maintenance /CBM), fırsat bazlı bakım (opportunity-based maintenance /OBM), dizayn bazlı bakım (design-out maintenance /DOM) ve son olarak e bakım (e-maintenance) gibi farklı tercihler bu aşamada yapılır. Taktik seviyede bakım sisteminin idari yapısının oluşturulması, garanti sürelerinin ürün bazında belirlenmesi, bakım hizmet ücretlerinin pazar dinamiklerine göre belirlenmesi, bakım yetkili servis lokasyonlarının ve sayılarının belirlenmesi, bakım yetkili servis donanım ve teçhizatlarının tamamlanması, bakım süreçlerinde kullanılan stok kontrol sisteminin ve bakım yönetim yazılımının seçimi ve satın alınması, bakım tesislerin satın alınması, kiralanması veya inşası, dış kaynak kullanılacak alanlara ait yüklenicilerin seçimi ve sözleşmelerin yapılması, bakım sisteminde görev alacak personelin iş başı yapması, intibak eğitimlerin yapılması, teknik personelin teknik detay eğitimlerinin tamamlanması, teknik dokümantasyonun basımı ve dağıtılması gibi bakım kararları alınır.

Operatif seviyede bakım ihtiyaçları ürün bazında teknik ekip tarafından uygulanan bakım hiyerarşisi içinde en alt seviyedeki uygulamalar dâhil olmak üzere tüm detayları ile uygulanacak şekilde dizayn edilir. Bakım strateji ve politikalarının uygulama biçimlerinin seçimi ve buna bağlı olarak; bakım sisteminin idari yapısının denetimi, garanti sürelerinin uygunluğunun izlenmesi, bakım hizmet ücretlerinin bayi ile merkez teşkilat arasında paylaşımı, bakım sisteminde görev alacak personelin yeni çıkan ürünlere yönelik intibak eğitimlerin planlanması ve icrası, teknik dokümantasyonun yazılımların ve sistemin geliştirilmesi gibi bakım kararları alınır.





dikkat

Optimum bakım sistemi belirlenirken etkili olan bazı unsurlar aşağıda sıralanmıştır:

- Bakım yetki seviyelerini belirleyen bir yapının oluşturulması,
- Bakım performansının tespiti,
- İşletmenin kullandığı ürünlerin sahip olduğu arıza tipolojileri,
- Bakım sisteminde kullanılacak envanter kontrol sistemi ve yazılım,
- Bakım politikaları ile elde edilecek performansın öncelikleri, sınırları ve ölçütleri,
- Bakım maliyetleri.



### Öğrenme Çıktısı

3 Bakımın prensiplerini ve bakım yönetim kararlarını ifade edebilmek

#### Araştır 3

Bakım prensiplerine uyma-  
nın faydaları neler olabilir?  
Araştırınız.

#### İlişkilendir

Entegre Lojistik Destek  
konsepti ile bakımın mali-  
yet etkin olması arasındaki  
ilişkiyi açıklayınız.

#### Anlat/Paylaş

Bakım yönetim kararlarını  
kısaca anlatınız.

## ELD SÜREÇLERİNDE BAKIM PERFORMANSI

Bakım performansının dikkate alınması, ELD süreçlerinde maliyet etkinliğinin sağlanması açısından önem taşır. ELD karar vericileri, hedeflerine ulaşabilmek için planlamakla sorumlu oldukları sistemin bakım desteğinin performansını belirlemek durumundadırlar. Bakım performansının ölçülebilmesi adına iş standartlarının tespit edilmesi, çalışma oranlarının belirlenmesi ve iş hacimlerinin ortaya konulması gereklidir.

- İş zaman standartları; Bakım sürecinde yapılması planlan işlerin, standartlarını ifade etmektedir. Daha değişik bir ifade ile somut bir faaliyetin işi yapanın tecrübe ve becerisi dikkate alınarak, mevcut imkânlarla tamamlanması için gereken optimum sürenin belirlenmesidir. Ömür devri boyunca bu zaman aralıkları tecrübeler doğrultusunda

sürekli gözden geçirilir, gerektiğinde değiştirilmektedir.

- Çalışma ve etkinlik oranı; Bir sistemi oluşturan alt sistemlerin ve tüm parçaların çalışma süreçleri ELD kapsamında tasarlanmaktadır. Benzer şekilde bakım görevli tüm personelin net iş saatleri de ELD bakım sözleşmelerinde yer alır. Bakımla görevli personel direkt bakım personeli ve endirekt bakım personeli olarak ikiye ayrılır. Çalışma oranının hesaplanabilmesi için bakım faaliyetlerinin kayıt altında tutulması gerekmektedir. Etkinlik oranı ise eldeki işin gerçekleştirilmesi için tahmin edilen iş saatinin (standart iş saatinin) gerçek iş saatinde oranıdır.
- İş hacmi; ELD desteği için tasarlanan bakım desteğinde oluşan iş hacmi yukarıda bahsedilen unsurla dikkate alınarak planla-



maya alınmış işlerin bitirilebilme imkânını ifade etmektedir.

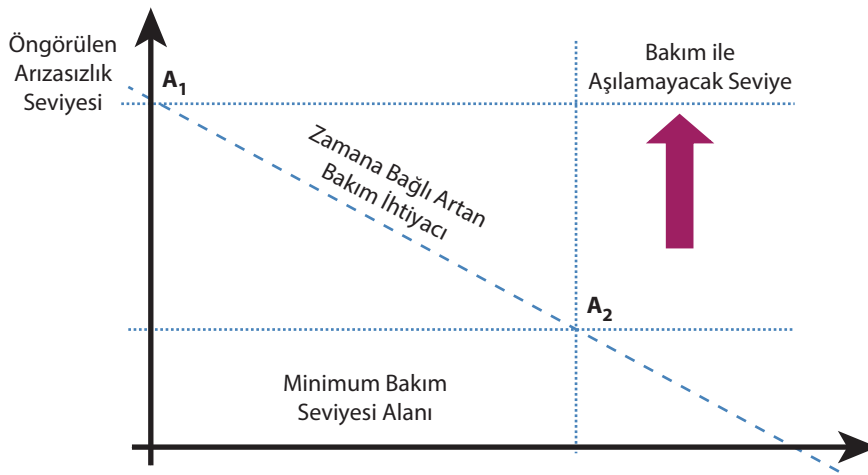
- Yedek parça desteğindeki aksamalar; Sistemin olası arızalarının giderilmesi veya süreli bakımlarının yapılması esnasında ihtiyaç duyulan yedek parçaların zamanında ve maliyet etkin temini ve ulaştırılması bakım performansını doğrudan etkilemektedir.
- Bakım personelinin eğitim ihtiyacı, ELD'nin en önemli bileşenlerinden olan insan kaynakları faaliyetleri kapsamında ele alınır. Bakımın etkinliğinin belli seviyelerde tutulması için kayda değer önem taşır.

ELD kapsamında bakım performans beklentisinde bakım uygulamasına tabi tutulan sistemin fonksiyonlarının önceliği belirlenir. Bakım performans önceliklerini belirlerken belli bazı kıstaslar kullanılır:

- Çevre faktörleri; Sistemin ELD süreçlerinde çevreye etkileri baştan belirlenir. Sistemin bir bileşeni olan bir motorun gaz tahliye borusundaki gaz sızıntısı sistemin devre dışı kalmasına neden olmasa da bu durum çevre ile ilgili olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir.
- Güvenlik faktörleri; ELD kapsamında tasarlanan bir sistemin kullanıcılara ve etrafındakilere zarar vermemesi gerekmektedir. Bir sistemin hareketini doğrudan engellemeyen ancak çalışmaması durumunda, süreçleri aksatan güvenlik zafiyeti yaratan ilk bakışta önemsiz gibi görünse de arıza olasılıkları ELD tasarım aşamasında dikkate alınmalıdır.

- Kontrol kapasite ve konfor faktörleri; Bir sistemin kullanılırken kontrol edilmesi zorunluluğu (hız limitine bağlı bir fonksiyon için hız göstergesi gibi), taşıma veya kullanım kapasitesi veya yasal hız limitlerinin aşıldığının tespit edilememesi gibi nedenlerden dolayı bakım önceliklerini değiştirebilir.
- Dış görünüm faktörleri; Bir sistemin dışında kullanılan boya emaye veya parlak nikelajın sadece görüntü değil, kamuflaj, radar koruma, havadan görülmeme, faaliyet gösterilen araziye uyum sağlamak, pastan koruma hijyen gibi başka fonksiyonları da olabilir. Doğrudan etkisi olmayan bir unsur gibi görünen bu gibi faktörler bakımın tasarımında dikkate alınmak durumundadır.
- Ekonomi ve maliyet etkinlik; Sistemin sürdürülebilirliği için yapılan tüm bakım maliyetlerinde gereksiz bakım masraflarından kaçınmak gerektiğinden bahsedilmişti. Bazı küçük arızaların sonuçları çok büyük boyutta maliyetlere neden olabilmektedir.

ELD süreçlerinde bakım performansı sınırlarını iyi belirlemek gerekir. Şekil.6.4'te  $A_1$  noktasından  $A_2$  noktasına azalan bir trendle giden bakım performans beklenti yaklaşımı ideal bir sistem üzerinden gösterilmiştir. Şekilde kullanım zamanına bağlı olarak  $A_1$  noktasından  $A_2$  noktasına doğru giderek artan bakım ihtiyacı görülmektedir. Şekilde bakım ile aşılamayacak seviyeden kasıt ne denli etkin bir bakım desteği olsa da sistemin sürdürülebilirliğinin sağlanamayacağı seviyedir.



Şekil 6.4 ELD süreçlerinde bakım performansı sınırları

ELD süreçlerinde bu seviyeler tasarım aşamasında belirlenir ve somut olarak tanımlanır. ELD süreçlerinde bakımı yönetenler bakım performans seviyesini zorlayan unsurlarını dikkate almak durumundadır. Minimum bakım seviyesine ulaşmaya çalışırken bu alanı büyütebilecek unsurları bertaraf etmeye çalışırlar. Pratikte ürün bazında  $A_1$  noktasından  $A_2$  noktasına azalan bir trendle giden bakım performans beklenti eğimi iç bükey veya dış bükey şeklinde olabileceği gibi doğrusal bir eğim de göstermeyebilir. Esas olan öngörülen bakım performans seviyesinin ELD felsefesine paralel olarak belli seviyelerde tutulmasıdır.

### ELD Süreçlerinde Bakım Maliyetleri

Bakımın faaliyetlerinin icrası kapsamında oluşan maliyetler dört sınıfta incelenebilir:

1. Bakım maliyetleri; Bu tip maliyetler operasyon maliyetleri içerisinde, hammadde maliyetleri ve üretim için ödenen işçilik maliyetinden sonra üçüncü sıradadır. Teknolojinin gelişmesi ile doğru orantılı olarak azalmaktadır. Genelde aşağıdaki üç şekilde oluşur:
  - Toplam Bakım Maliyeti kendi içinde üç farklı şekilde oluşabilir:
    - Tüm işletmeye yansıyan maliyet,
    - Tek bir iş birimine yansıyan maliyet,
    - Tek bir makineye ya da sisteme yansıyan maliyet.
  - Her Ürün Birimi Başına Düşen Maliyet
  - İşçilik Harcamalarının Parça Başına Tutarı
2. İşçilik maliyetleri; İşçiliğin maliyeti aşağıdaki unsurları içerir:
  - Bakım işçiliği maliyeti (toplam ve birim ürün başına)
  - Zamanın geri kazanılması (toplam harcanan zamanın yüzdesi olarak belli bakım görevlerinin yerine getirilmesinde harcanan zaman)
  - Fazla mesai (toplam harcanan zamanın yüzdesi olarak gereksiz harcanan zaman)
3. Yedek parça maliyeti; Bakım faaliyetleri arasında en yüksek tutan maliyetlerdendir.
  - Farklı kategorilerdeki işlerde bağlı ve gereksiz olarak harcanan zaman (proaktif görevler, modifikasyonlar, olası eylemler)
  - Karşılammamış siparişler (sipariş sayısına göre ve tahmini saate göre)
  - Bakım yüklenicilerine yapılan harcamanın oranı (fulltime çalışan işçilere ödenen ücretle karşılaştırılması)
4. Bakımın Kontrolünün Zaman Maliyetleri Bu konuda elde edilecek başarı yukarıda sıralananların hepsine olumlu etki edecektir:
  - Dönemlere göre yapılmış önleyici/koruyucu/arıza tespiti maksatlı bakım faaliyetlerinin toplam süresi,
  - Toplam saat içinde dönemlere göre yapılmış önleyici/koruyucu/arıza tespiti maksatlı bakım faaliyetlerinin yüzdesi
  - Önleyici/koruyucu/arıza tespiti maksatlı bakım faaliyetlerinin tamamlanma yüzdesi
  - Planlanmış saat ile planlanmamış saat oranı
  - Tahmin edilmiş sürede yapılan işlerin yüzdesi ve doğruluğu

## Öğrenme Çıktısı



4 ELD süreçlerinde bakım performansı ve bakım maliyetleri hakkında genel bilgi sahibi olabilmek

## Araştır 4

Entegre Lojistik Destek sürecinde bakım performansı neden önemlidir? Gereçeklerini açıklayınız.

## İlişkilendir

Entegre Lojistik Destek konseptinde performans, maliyet etkinlik ve desteklenebilme arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

## Anlat/Paylaş

Entegre Lojistik Destek sözleşmelerinde bakım maliyetlerinin yerini anlatınız.

## GÜVEN MERKEZLİ BAKIM

'Güven Merkezli Bakım (Reliability Centered Maintenance/RCM)'in ilk uygulaması 1960'lar da ABD havacılık endüstrisinde olmuştur. Daha sonra askeri havacılık sektörüne ve nükleer tesisler gibi yüksek risk taşıyan sektörlerde uygulanmaya başlanmıştır. Havacılık uygulamaları ile başlayan RCM'in 1990'lı yıllardan sonra diğer sektörlerde uygulanan versiyonu RCM II olarak anılır. 40'tan fazla ülkede, aralarında madencilik, üretim, petrokimya ve demiryolları sektörünün de olduğu 1000'den fazla alana uygulanmaya başlanmıştır. RCM II ile birlikte 'teknik olarak fizibil' ve 'yapmaya değer' terimlerinin yerini, 'uygulanabilir' ve 'etkili' terimleri almış, gizli arıza fonksiyonları üzerinde karar vermeye imkân sağlanmıştır.

RCM, şimdiye kadar geliştirilmiş en etkin bakım konseptlerinden birisidir. Savunma sektöründe kullanılması ile birlikte ELD uygulamalarına entegre edilmiştir. RCM makine ve teçhizatın fonksiyonel olmasından daha çok sistemin fonksiyonel olmasına odaklanır. Havacılık orijininin dolayı doğal olarak, güvenilir ve çevreye duyarlı olmak RCM için maliyetten daha değerlidir. RCM, mevcut değerlerin ömür devirlerini artırmaya ve daha etkin ve etkili bir bakım sistemi oluşturmaya yardımcı olur. Bir başka ifade ile RCM için (insana dayalı hataları azaltmak, daha fazla geçmişe ait bilgi ve analiz, gibi) bilgi yönetim felsefesi de denilebilir.

RCM, organizasyona ait uzman kişileri ve bilgileri kullanarak oluşturduğu stratejik çerçeveye fiziksel değerlerin ihtiyaçlarını, operasyonel ve üretim hedeflerine uygun olarak tespit eder ve gerçek sonuçları dikkate alarak performansı optimize etmeye çalışır. Genel olarak RCM'den beklenen faydalar **Tablo 6.1**'de gösterilmiştir.

Tablo 6.1 RCM'den Beklenen Faydalar

Kalite	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Artan tesis kullanımı (yüzde 2-10)</li> <li>• Kronik arızaların ve doğal güvenilirlik sorunlarının elimine edilmesi</li> <li>• Üretim ihtiyaçlarında esneklik</li> <li>• Bakım programının dokümanite edilmesi</li> <li>• Bakım programının sahiplenilmesi</li> </ul>
Hizmet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daha fazla takım çalışması</li> <li>• Müşteri ihtiyaçlarının anlaşılmasında gelişme</li> <li>• Bakımsızlıktan kaynaklanan plansız kesintiler nedeniyle üretimin daha az durması</li> </ul>
Maliyet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bakım programının optimizasyonu</li> <li>• Planlı bakım seviyelerinin düşmesi (yüzde 10 -50)</li> <li>• Bakım sözleşmelerinin daha iyi koşullarda yapılması</li> <li>• Yeni bakım teknolojilerinin uygulama ilkelerinin açıklığı</li> <li>• Pahalı ekipmanın uzayan ömrü</li> <li>• İkincil hasarın azalması</li> </ul>
Zaman	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daha kısa onarım zamanı</li> <li>• Kısalmış planlı tamir-bakım süreçleri</li> <li>• İki bakım arasındaki sürenin artması (yüzde 60-300)</li> </ul>

Her ne kadar önemli katkıları olsa da RCM uygulamalarının bazı sorunlara da neden olabilir. RCM konseptinde bakımsızlıktan kaynaklanan arızaların dört farklı sonucu olduğu kabul edilmektedir;

1. Arızaların gizli sonuçları; Doğrudan etkileri yokmuş gibi görünen ancak oluşmaları hâlinde sistemi genelde kayda değer sorunlarla karşı karşıya bırakır.

2. Arızaların güvenlik ve çevre sonuçları; Sistem bünyesinde çalışanların veya operasyon bölgesindeki ilgili veya ilgisiz kişilerin ölmeleri veya ciddi biçimde yaralanmaları sonucunu doğuran arızalardır. Çevre etkileri belli durumlarda bölgelerle sınırlı kalmaz, ulusal veya ulus ötesi olabilir.
3. Arızaların operasyonel sonuçları; Üretimin aksamasından kaynaklanan ve ürün kalitesine, müşteri hizmetlerine, üretim maliyetine ve doğrudan onarım maliyetine neden olan arızalardır.
4. Arızaların operasyonel olmayan sonuçları; Üretimi, çevreyi veya güvenliği engellemeyen sadece doğrudan onarım maliyetine neden olan arızalardır.

RCM analizi arıza modlarının etkileri ve kritikliğin analizi ile başlar. RCM kapsamında karar verirken; hangi bakım rutinleri hangi sıklıkta yapılmalıdır, hangi arızalar yeniden için zorunludur, hangi durumlarda arıza ile karşılaşılması sorunludur gibi sorulara cevap verilir. RCM uygulamalarında bakım yapılabilir ve ulaşılabilir olmasından daha çok güvenilir olması daha öncelikli bir hedeftir.



**dikkat**

RCM yedi temel soruya cevap arar:

1. Kullanılan sistemde bileşenlerin fonksiyonları ve bu fonksiyonlara bağlı performans standartları nelerdir?
2. Hangi durumlarda fonksiyonları yerine getirilemez?
3. Arızaların nedenleri nelerdir?
4. Her bir arızanın sonucu nedir?
5. Her bir arızanın oluşum koşulları nelerdir?
6. Her arızanın oluşumunu öngörmek ve engellemek için ne yapmak gerekir?
7. Proaktif bir önlem bulunamıyorsa ne yapılacaktır?



## Yaşamla İlişkilendir

Bakım performans önceliklerini belirlerken dikkate alınan etkenlerden birkaçını belirleyip bunların günlük hayatta kullandığınız cep tele-

fonu, bilgisayar, fırın veya bulaşık makinası gibi seçeceğiniz birisinde etkilerini belirleyiniz.



## Araştırmalarla İlişkilendir

Yaklaşık 20 yıl önce sıfır km. olarak alınan bir otomobil 1000 veya 5000 km. aralığında ilk bakımına girmek durumundayken bugün üretilen bir otomobil 30 bin km. sonra ilk bakıma

ihtiyaç duymaktadır. Bu durum tüm ürünler için geçerli değildir.

Siz de benzer başka örnekler bulunuz.

## Öğrenme Çıktısı

5 Güven Merkezli Bakım hakkında bilgi sahibi olmak ve ELD konseptindeki yerini bilmek

**Araştır 5**

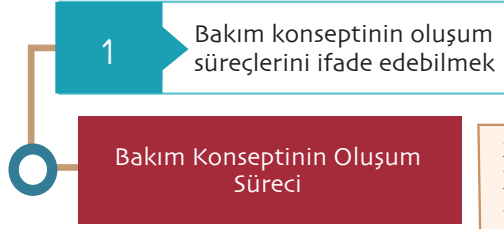
RCM'den beklenen faydalar neler olabilir? Araştırınız.

**İlişkilendir**

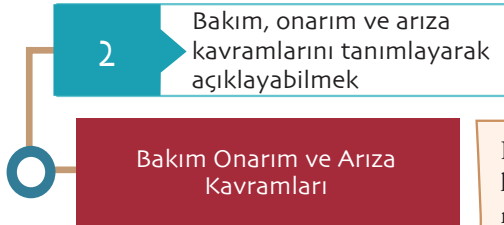
RCM ve RCM II arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

**Anlat/Paylaş**

Entegre Lojistik Destek neden havacılık sektöründen başlamıştır? Anlatınız.



20. yüzyılın ortalarından sonar teknolojinin artması, bakımın kullanıcılar üzerinde kayda değer yük oluşturacak boyutlara ulaşmış olması nedeniyle çağdaş bakım konseptinin bugünkü biçimine dönüşmesi İkinci Dünya Savaşı sonrasında başlamıştır. 1960'lara geldiğinde, mekanik aksamda görülen arızaların kullanım süresine veya tekrarına bağlı olduğunu fark edilince önleyici bakım konseptine geçilmiştir. Bu dönemde önleyici eylemlerin arızaların oluşmasına engel olacağı ve uzun vadede maliyet tasarrufu sağlanacağı düşünülmüştür. Ancak kısa süre sonra özellikle arıza tiyolojileri hakkında yeterli bilgi sahibi olunmaması, güvenilirlik konseptinin adı altında yeni bir yaklaşımın geliştirilmesine yol açmıştır. 1970'lerin sonunda kompleks sistemlerin güvenilirliğini artırmak için kullanılan önleyici bakım konseptinin kullanımı kısıtlanmaya başlandı. Artık önleyici bakım konsepti ciddi biçimde eleştiriliyor ve sorgulanıyordu. Bunun üzerine aşamalı olarak önleyici bakım teknikleri uygulanmasına geçişler görüldü. Bu gelişmeleri 1980'lerin sonunda 1990'lerin başında 'eş zamanlı mühendislik' ve 'ömür devri mühendisliği' çalışmalarının başlaması takip etti. Böylece bakımın gelişim sürecinde yeni bir döneme girildi. Daha sonra olası olumsuz sonuçlarından kaçınmak için üretim sürecinin daha ilk aşamalarında bakımı dikkate alan bir yaklaşıma sahip olan proaktif bakım konsepti oluşturuldu.



Bakım, bir sistemi önceden belirlenen çalışma koşullarında faal hâlde tutulması için gerekli tüm yenileme ve onarım faaliyetleridir. Bakım bir başka ifade ile olası bir arızadan önce sistemi faal durumda bulundurmak için gereken faaliyetlerin bütünüdür. Arıza sistemin işlevini yerine getirmesine engel olan tüm sorunlar olarak tanımlanabilir. Onarım ise arızayı gidermek için yapılan tüm faaliyetlerdir.

3

Bakımın prensiplerini ve bakım yönetim kararlarını ifade edebilmek

### Bakımın Prensipleri

Sadece ELD süreçlerinde değil genel olarak hemen her alanda uyulması hâlinde bakım faaliyetlerinin etkinliğini artıracak kabul edilen bakım prensipleri aşağıda sıralanmıştır;

- Elastikiyet,
- Maliyet-etkinlik,
- Yetkili personel kullanmak,
- Teknik yetkilere uymak,
- Malzemeye yere yakın yerde olmak,
- En alt bakım kademesinde olmak,
- Teknik dokümanlara uygun olmak,
- Arşiv bilgisine sahip olmak,
- Güvenilirlik,
- Koordinasyon.

Bu prensiplerin hepsi biri diğerine değişilemeyecek kadar önemlidir ve üzerinde durulması gerekir, uyulması hâlinde kayda değer getiri sağlarlar. Bu nedenle ELD sistemlerinin tasarımında belirlenen bakım desteği, bu prensiplere uyularak sağlanır.

4

ELD süreçlerinde bakım performansı ve bakım maliyetleri hakkında genel bilgi sahibi olabilmek

### ELD Süreçlerinde Bakım Performansı

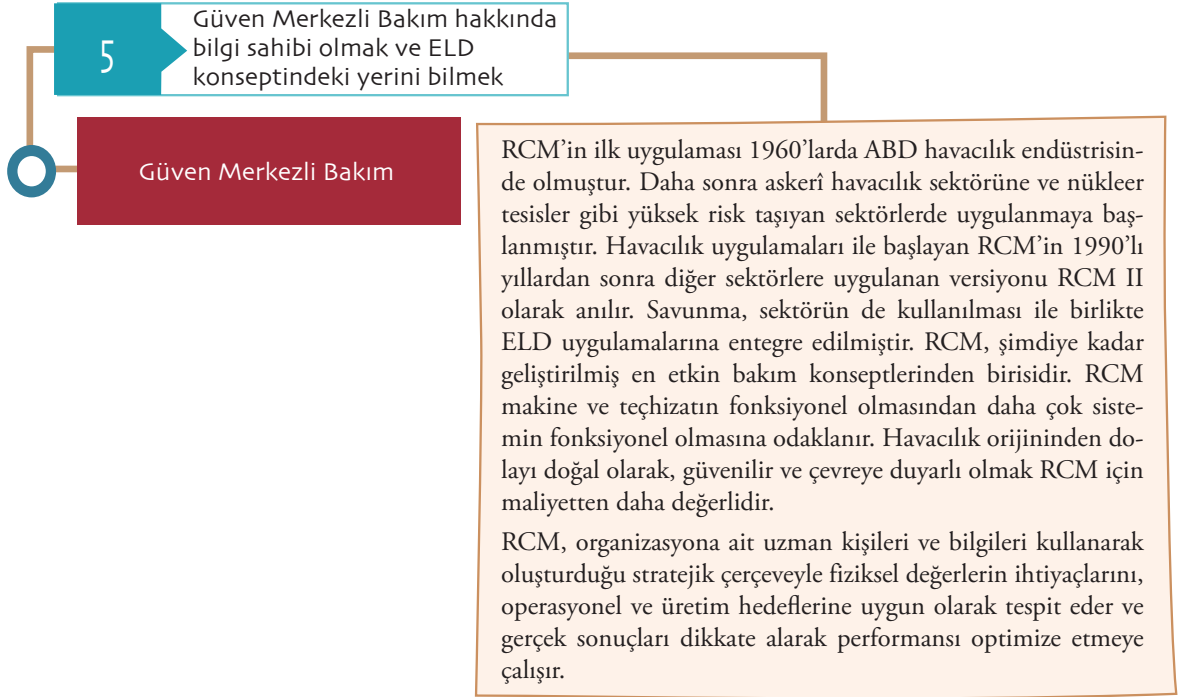
Bakım performansı;

ELD süreçlerinde maliyet etkinliğinin sağlanması açısından önem taşır. ELD karar vericileri, hedeflerine ulaşabilmek için planlamakla sorumlu oldukları sistemin bakım desteğinin performansını belirlemek durumundadırlar. Bakım performansının ölçülebilmesi adına iş standartlarının tespit edilmesi, çalışma oranlarının belirlenmesi ve iş hacimlerinin ortaya konulması gereklidir. ELD kapsamında bakım performans beklentisinde bakım uygulamasına tabi tutulan sistemin fonksiyonlarının önceliği belirlenir. Bakım performans önceliklerini belirlerken çevre faktörleri, güvenlik kontrol kapasite ve konfor faktörleri, dış görünüm faktörleri, ekonomi ve maliyet etkinlik gibi belli bazı kıstaslar kullanılır.

Bakım maliyeti;

ELD süreçlerinde bakım maliyetleri önemli yer tutar. Bakımın faaliyetlerinin icrası kapsamında oluşan maliyetler dört sınıfta incelenebilir. Bunlardan ilki doğrudan bakım maliyetleridir. Bu tip maliyetler operasyon maliyetleri içerisinde, hammadde maliyetleri ve üretim için ödenen işçilik maliyetinden sonra üçüncü sıradadır. Bir diğeri insan maliyetidir. İşçilik, maliyet olarak giderlere yazılır. Bakım faaliyetleri arasında en yüksek tutan maliyetlerden birisi yedek parça maliyetidir. Ayrıca bakımın kontrolünün zaman maliyetlerini de dikkate almak gerekir.





1 Çağdaş bakım konseptinin bugünkü biçimine dönüşmesinin ivmelenmesi hangi dönemde başlamıştır?

- A. Ortaçağda
- B. Vietnam Savaşında
- C. Kore Savaşında
- D. İkinci Dünya Savaşı sonrasında
- E. Antik çağlarda

2 Bir sistemi önceden belirlenen çalışma koşullarında faal halde tutulması için gerekli tüm faaliyetler denildiğinde aşağıdakilerden hangisi anlaşılır?

- A. Onarım
- B. Bakım
- C. Arıza giderme
- D. Göstergelerin kontrolü
- E. Motor yağının değişimi

3 Aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?

- A. Onarım bakımı da kapsayan bir kavramdır.
- B. Onarım arızayı gidermek için yapılan tüm faaliyetlerdir.
- C. Önleyici bakımda amaç onarıma gerek kalmayan bir bakım sistemi oluşturmaktır.
- D. Bakım onarımı da kapsar.
- E. Arıza sistemin işlevini yerine getirmesine engel olan tüm sorunlar olarak tanımlanabilir.

4 Aşağıdakilerden hangisi bakım prensiplerinden birisi **değildir**?

- A. Elastikiyet
- B. Yetkili personel kullanmak
- C. Teknik yetkilere uymak
- D. Malzemeye yakın yerde olmak
- E. En üst bakım kademesinde olmak

5 Aşağıdaki bakım prensiplerinden hangisi uyulması halinde ömür devri sürecinde bir sistemin kullanıcı tecrübelerinin ELD süreçlerine aktarılmasına imkân sağlar?

- A. Yetkili personel kullanmak
- B. Teknik yetkilere uymak
- C. En alt bakım kademesinde olmak
- D. Teknik dokümanlara uygun olmak
- E. Arşiv bilgisine sahip olmak

6 Bakım performans önceliklerini belirlerken hangi faktörler etkili olur?

- A. Çevre, güvenlik, kontrol, kapasite, konfor, dış görünüm, ekonomi ve maliyet etkinlik
- B. Çevre, ulusal güvenlik, reklam, insan kaynakları
- C. İnsan hakları, dış ticaret, kapasite, konfor
- D. Kullanıcı, müşteri, tedarikçi
- E. Ergonomi, iklim koşulları, maliyet

7 Yedek parça maliyeti, bakım faaliyetleri arasında en yüksek tutan maliyetlerdendir. Aşağıdakilerden hangisi yedek parça maliyeti arasında **değildir**?

- A. Bakım için kullanılan yedek parça ve malzeme maliyeti (toplam ve birim ürün başına)
- B. Stok döngüsü (stoklarda bakım için bekletilen yedek parça ve malzeme maliyetinin yıllık toplam bakım yedek parça ve malzeme maliyetine bölünmesi)
- C. Talep yapıldığında stokta bulunan malzeme miktarı
- D. Farklı cins ve kategoride bağlı ve gereksiz stoklar (tüketilebilir parçalar, işleyen yedek parçalar, garanti için bekleyen parçalar, ölü stoklar)
- E. Dönemlere göre yapılmış önleyici/koruyucu/arıza tespiti maksatlı bakım faaliyetlerinin toplam süresi

8 RCM, şimdiye kadar geliştirilmiş en etkin bakım konseptlerinden birisidir. RCM hangi gelişme ile ELD uygulamalarına entegre edilmiştir?

- A. Madencilik sektöründe kullanılması ile birlikte
- B. Petro-kimya sektöründe kullanılması ile birlikte
- C. Havacılık sektöründe kullanılması ile birlikte
- D. Savunma sektöründe kullanılması ile birlikte
- E. Uzay araştırmalarında kullanılması ile birlikte

9 RCM uygulamaları ile kalite, hizmet, maliyet ve zaman gibi bazı faydalar elde edilir. Aşağıdakilerden hangisi maliyet ile ilgili faydalardan **değildir**?

- A. Destek kaynaklarını geliştirmek ve tanımlamak.
- B. Bakım programının optimizasyonu
- C. Planlı bakım seviyelerinin düşmesi (yüzde 10 -50)
- D. Bakım sözleşmelerinin daha iyi koşullarda yapılması
- E. Pahalı ekipmanın uzayan ömrü

10 RCM yedi temel soruya cevap arar. Aşağıdakilerden hangisi bunlardan birisi **değildir**?

- A. Kullanılan sistemde bileşenlerin fonksiyonları ve bu fonksiyonlara bağlı performans standartları nelerdir?
- B. Hangi durumlarda fonksiyonları yerine getiremez?
- C. Arızaların maliyeti nedir?
- D. Her bir arızanın sonucu nedir?
- E. Her bir arızanın oluşum koşulları nelerdir?

1. D

Yanıtınız yanlış ise “Bakım Konseptinin Oluşum Süreci” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

2. B

Yanıtınız yanlış ise “Bakım Onarım ve Arıza Kavramları” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

3. A

Yanıtınız yanlış ise “Bakım Onarım ve Arıza Kavramları” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

4. E

Yanıtınız yanlış ise “Bakım Prensipleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

5. E

Yanıtınız yanlış ise “Bakım Prensipleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

6. A

Yanıtınız yanlış ise “Bakım Performansı” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

7. E

Yanıtınız yanlış ise “Bakım Maliyetleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

8. D

Yanıtınız yanlış ise “Güven Merkezli Bakım” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

9. A

Yanıtınız yanlış ise “Güven Merkezli Bakım” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

10. C

Yanıtınız yanlış ise “Güven Merkezli Bakım” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

6

### Araştır Yanıt Anahtarı

Araştır 1

Çağdaş bakım konseptinin bugünkü biçimine dönüşmesi İkinci Dünya Savaşı sonrasında ivmelenmiştir. Bunun temel nedeni, teknik, idari, mali ve yasal anlamda oluşan çeşitli bakım maliyetlerinin, 20 yüzyılın ortalarından sonra kullanıcılar üzerinde kayda değer yük oluşturacak boyutlara ulaşmış olmasıdır.

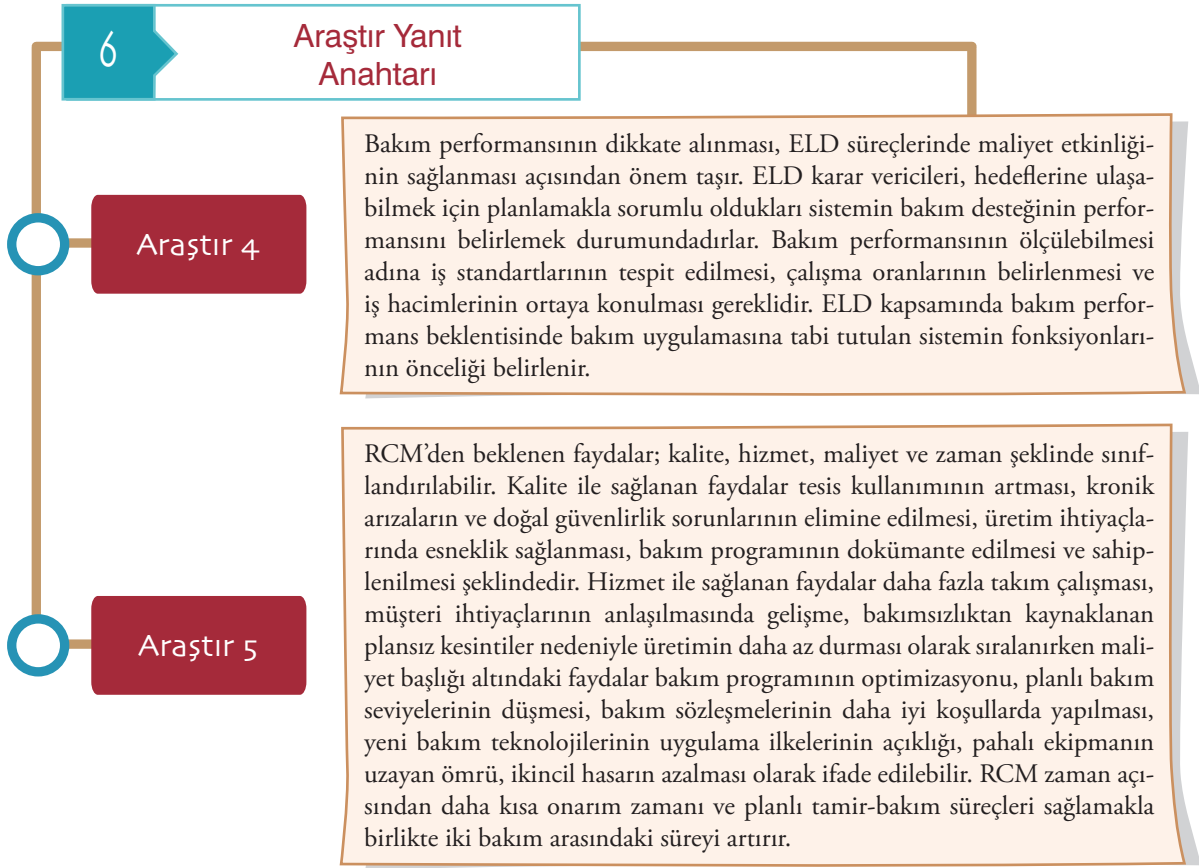
Teknolojinin artan gelişimine paralel olarak bakımda ilk kayda değer değişimler 1950’lerden sonra görülmüştür. Bu dönemde hemen tüm bakım eylemleri ‘düzeltici’ nitelikte olmuştur. Bu dönemde bakım, mali boyutundan şikâyet edilen, ancak kaçınılmaz ve yönetilmesi mümkün olmayan bir konu olarak ele alınmaktaydı. 1960’lara gelindiğinde, mekanik aksamda görülen arızaların kullanım süresine veya tekrarına bağlı olduğunu fark edilince önleyici bakım konseptine geçilmiştir.

Araştır 2

Bakım, olası bir arızadan önce sistemi faal durumda bulundurmak için gereken faaliyetlerin bütünüdür. Onarım arızanın belirmesinin ardından arızayı gidermek için yapılır. Onarım, bakım faaliyetlerinin bir alt bileşenidir. Bir başka ifade ile onarım, arıza belirdikten sonra yapılan bakım faaliyetidir.

Araştır 3

Sadece ELD süreçlerinde değil genel olarak hemen her alanda uyulması hâlinde bakım faaliyetlerinin etkinliğini artırır. Bu prensiplerin hepsi biri diğerine değişilemeyecek kadar önemlidir ve üzerinde durulması gerekir, uyulması hâlinde kayda değer getiri sağlarlar. Bu nedenle ELD sistemlerinin tasarımında belirlenen bakım desteği bu prensiplere uyularak sağlanır. Elastikiyet, değişen koşullara uyum sağlanmasına imkân verir. Maliyet-etkinlik, daha ekonomik bir sistem oluşturulmasına imkân sağlar. Yetkili personel kullanmak, sisteme hâkim olmayan bilgisiz kişilerin sisteme zarar vermesine engel olur. Teknik yetkilere uymak, yetki dışı müdahalelerin önüne geçer. Malzemeye yakın yerde olmak, ulaştırma tasarrufu sağlar. En alt bakım kademesinde olmak, maliyet etkinliği imkânı doğurur. Teknik dokümanlara uygun olmak, üretim ve bakımın senkronizasyonunu sağlanmasına yardımcı olur. Hatalı müdahaleleri önler. Arşiv bilgisine sahip olmak, ömür devri boyunca elde edilen tecrübelerin daha sonar kullanılmasını sağlar. Güvenilirlik, bakım sisteminin işlevselliğine olan inancı artırır. Koordinasyon ELD süreçlerindeki tüm taraflar arasında anlaşmazlıkları minimize eder.



## Kaynakça

- Campbell John Dixon (1995). **Uptime Strategies for Excellence in Maintenance Management**, Productivity Press.
- D.N.Prabhakar Murthy, Khairy A.H.Kobbacy (2008). **Complex System Maintenance Handbook**, London: Springer.
- Jihong Yan (2015). **Machinery Prognostics and Prognosis Oriented Maintenance Management**, Singapore: Wiley.
- Jones V. James (2006) **V. Integrated Logistics Support Handbook**, (3<sup>rd</sup> Edition) New York: McGraw-Hill
- Keskin, M. Hakan (2018). **Lojistik El Kitabı, Küresel Aktörlerin Lojistik Pratikleri, Kavramlar, Prensipler, Uygulamalar** (III. Baskı) Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık
- Keskin, M. Hakan (2018). **Tedarik Zinciri Yönetimi, Arka Planı, Gelişimi ve Güncel Uygulamaları** (II. Baskı) Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık
- Moubray John (1992). **Reliability-Centered Maintenance, Second Edition**, New Jersey: Industrial Press Inc.
- Wireman, Terry (2004). Benchmarking Best Practices in Maintenance Management, Industrial Press. (1998).
- Developing Performance Indicators of Managing Maintenance, Industrial Press Inc.



# Bölüm 7

## Yönetim Destek Konuları

### Öğrenme Çıktıları

#### İnsan Kaynakları

- 1 ELD süreçlerinde insan kaynaklarının yerini ve önemini bilme
- 2 ELD süreçlerine insan kaynaklarını entegre etmeyi bilme

#### Bilgi Teknolojileri

- 3 ELD süreçlerinde yazılım süreçlerinin yerini ve önemini bilme
- 4 ELD sistemlerinde yazılım desteği, yazılım tasarımı ve yazılım dokümantasyon süreçlerini kavrayabilme

#### Finans

- 5 ELD süreçlerinin finansal boyutunu anlayabilme

Anahtar Sözcükler: • İnsan Kaynakları • Bilgi Teknolojileri • Yazılım Desteği • Finansal Boyut





## GİRİŞ

ELD kapsamında üretilen bir sistemin sürdürülebilirliğin sağlanması ve bakımlı bir sisteme sahip olmak için insan kaynakları faktörlerinin çok iyi analiz edilmesi gerekir. Sistemin tasarımında öngörüldüğü gibi bu, kendisinden beklenenleri karşılayabilmesinin ön koşullarındandır. Sistemin kullanılacağı ortamda hem kullanımı hem de bakımı esnasında yapılması gerekenler lojistik akış süreçlerine dâhil edilir. Fonksiyonel ihtiyaçlarının net olarak belirlenmesinin ardından insan-makine ara yüzlerini oluşturmak mümkün olur. Bu ara yüzler kendi aralarında insan kaynakları yönetiminin dinamikleri açısından görevin başarılmasına yönelik olarak önceliklendirilir. Bir ELD sisteminin toplam insan kaynağı ihtiyacının belirlenmesi için sistemin tüm bileşenleri için yapılan analizlerin dikkate alınması gerekir. ELD sisteminin hangi bileşeninde olduğu fark etmeksizin iş gücü ihtiyacı dediği, taşeron ve yarı zamanlı çalışan olarak üç şekilde karşılanır. ELD süreçlerinde bilgi teknolojileri destek ihtiyaçlarının tasarımı esnasında ele alınır. Pratikte yazılımlardan daha çok donanımlara öncelik verildiği, yazılımların ihmal edildiği görülür ancak yazılımların süreçlerdeki etkinliği oldukça önemlidir. Yazılımlar, donanımların aksine bozulmazlar. Yazılımların teslim alınmasını müteakip donanımlar da olduğu gibi sürekli bakım yapılması gibi destek yapılmasını gerektirmez. Ancak sistemin lojistik des-


tek faaliyetlerini yazılımlar olmadan icra etmenin imkânı yoktur. Yazılımlar teknik olarak bilgisayarların kendisinden beklenenleri yerine getirebilmesi için oluşturulmuş bir başka ifade ile bilgisayara verilen talimatlardır. ELD kapsamında üretilen bir sistemin veya tedarik edilen bir bileşenin ömür devri boyunca oluşacak toplam maliyetin öngörülmesi tedarik süreçlerinde oldukça önemlidir. Finans konusu sistemin tasarımında, sistemin altyapısında ve sistemin desteğinde farklı opsiyonlar ve alternatifler için karar verilmesinde kayda değer katkı sağlar. ELD kapsamında üretilen bir sisteme sahip olmanın maliyetini öngörmek, ömür devri boyunca sistemin geliştirilmesi süreçlerinin ve bu süreçlerde kullanılan usullerin çok iyi kavranmasını gerektirir.

## İNSAN KAYNAKLARI

Tüm diğer süreçlerde olduğu gibi ELD süreçlerinin de insansız tasarlanması düşünülemez. Sistemleri oluşturan makineler, ne kadar akıllı olsa da ancak insanla tamamlanır. İnsan-makine ara yüzlerini oluşturmak ELD süreçlerimde çözülmesi gereken sorunların başında gelmektedir.

Bu nedenle sürdürülebilirliğin sağlanması ve bakımlı bir sisteme sahip olmak için insan kaynakları faktörlerinin çok iyi analiz edilmesi gerekir. Sistemin tasarımında öngörüldüğü gibi kendisinden beklenenleri karşılayabilmesinin ön koşullarındandır.

Tablo 7.1 İnsan Kaynakları Analizinde Kullanılan Bazı Veriler

	Çevre	<ul style="list-style-type: none"> <li>Çalışma Ortamı</li> <li>Çalışma yeri</li> </ul>
	Alan / Hacim	<ul style="list-style-type: none"> <li>İşin başarılması için gereken minimum yer (alan ve/ veya hacim)</li> <li>Elde bulunan mevcut yer (alan ve/ veya hacim)</li> <li>İşin icrası esnasında yapılan bireysel hareketlerin gerektirdiği yer (alan ve/ veya hacim)</li> <li>Sosyal faaliyetler için gereken yer</li> </ul>
	Bilgi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operatörlerin ulaşabileceği bilgi miktarı</li> <li>Görevin icrası için gereken bilgi miktarı</li> </ul>
	Zaman	<ul style="list-style-type: none"> <li>Görevin icrası için gereken zaman miktarı</li> <li>Görev performans sıklığı</li> <li>Görevin tamamlanması için müsaade edilen maksimum zaman</li> </ul>
	Kaynaklar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Görevin tamamlanması için gereken minimum personel miktarı</li> <li>Set tezgâh alet avadanlık ile diğer gereçler</li> </ul>
	Diğer Konular	<ul style="list-style-type: none"> <li>Güvenlik riskleri</li> <li>Ekip üyeleri arasında etki yaratan tepkilere olan ihtiyaç</li> <li>Personel performans limitleri</li> <li>Ekipman performans limitleri</li> </ul>

Sistemin kullanılacağı ortamda hem kullanımı hem de bakımı esnasında yapılması gerekenler lojistik akış süreçlerine dâhil edilir. Fonksiyonel ihtiyaçlarının net olarak belirlenmesinin ardından insan-makine ara yüzlerini oluşturmak mümkün olur. Bu ara yüzler kendi aralarında insan kaynakları yönetiminin dinamikleri açısından görevin başarılmasına yönelik olarak önceliklendirilir. Sistemin durmasına neden olabilecek, sistemin çalışması esnasında iş güvenliği tehdidi oluşturabilecek, sistemin güvenilirliğini azaltacak konular, doğal olarak öncelik listesinde ilk sıralarda yer alır. İnsan kaynakları analizinde kullanılan bazı veriler **Tablo 7.1**'de gösterilmiştir. Bu kriterlere yenisi eklenebilir veya değiştirilebilir. Ancak burada asıl önemli olan bu veya benzer kriterlerin insan-makine ara yüzlerini oluşturmak için kullanılmasıdır.

İnsan kaynakları süreçlerinin ELD ile tasarlanan sistemlerin üretim süreçlerine eklenmesinin tasarımı ve geliştirilmesine etki eden dinamikler **Tablo 7.2**'de sıralanmıştır. Tasarım sürecinde, insan makine-ara yüzlerinin sürekli olarak geliştirilebilecek ve sistemin değişimine ayak uydurabilecek şekilde oluşturulmasına dikkat edilir.

**Tablo 7.2** İnsan kaynakları süreçlerinin ELD ile tasarlanan sistemlerine etki eden dinamikler

- İnsan ile makine arasındaki (fiziksel, görsel, sesli) fiziksel ara yüzler,
- İnsan ile insan arasındaki (fiziksel, görsel, sesli) fiziksel ara yüzler,
- Kullanıcı veya bakım personelinin konforu,
- Ekipman elleçleme ihtiyaçları,
- Karşılaşılabilecek nem ısı gibi faktörler,
- Yağmur, çamur, kar gibi iklim koşulları,
- Titreşim ses gibi tezgâh, ekipman vb. çevre koşulları,
- Kullanılabilir yer (alan ve/ veya hacim),
- Eldiven, tulum, maske gibi iş donanımlarının işe etkisi,
- Görev ile ilgili ihtiyaçlar

İnsan kaynakları süreçlerinde insan-makine ara yüzlerinin başarısını en üst düzeye çıkarmak için dinamik simülasyonlar, modellemeler, görsel ve deneysel yardımcı malzemelerin kullanılması gibi çok farklı metotlardan destek alınır. Süreçlerin etkinliğinin ve ne derece başarılı tasarlandığının test edilmesi gerekir. Bu nedenle tasarım aşamasında sadece insan kaynaklarına yönelik

olmasa da sistemin diğer fonksiyonlarının başarısını test ederken kullanılan, geliştirme süreçleri testleri, performans testleri, bakım testleri gibi değerlendirme ve test süreçlerine insan kaynakları süreçleri de eklenir. Bu sayede sistemin öngörülen bir ortamda tasarlandığı biçimde bir operatör tarafından kullanılmasının mümkün olup olmadığı test edilir. Testler yapılırken sistemin yaptığı kritik hataların kullanıcılardan kaynaklanmaları tespit edilmeye çalışılır. Testlerden alınan sonuçlara göre sistemdeki insan kaynakları ihtiyaçları tekrar değerlendirilir ve bu doğrultuda gerekirse sistemin tasarımında değişimine gidilir. Sonuçta elde edilenler; lojistik destek analizi, eğitim ihtiyaçlarının ve teknik yayın gereksinimlerinin belirlenmesi için önemli bir girdi olur. Tüm İK faaliyetlerinin en üst düzeyde verim alınabilmesi için ELD süreçlerindeki tüm farklı disiplinler ile bütünleşik şekilde yürütülmesine dikkat edilir. Tecrübeler bu zincirde en zayıf halkanın, insan-makine ara yüzünde genellikle göz ardı edilenin insan boyutu olduğunu göstermektedir.

## İnsan Kaynaklarının ELD Sistemlerine Entegrasyonu

Tüm ELD sistemlerinin tasarım süreçlerinde sistemin kendisinden beklenenleri yerine getirebilmesi için insan kaynakları süreçleri tasarımın her aşamasında dikkate alınır. Bu sayede özellikle etkinliğin optimize edilebilmesi için işletim ve bakım ekipman ve teçhizatının güvenilirliği, emniyeti ve etkinliği göz önünde bulundurulur. İnsan kaynakları süreçlerinin tasarımına etki eden kriterlere aşağıda kısaca değinilmiştir;



**Resim 7.1** Sistem Basıncı İçin Tasarlanmış Göstergeler

*Kontroller ve Göstergeler*; Kullanımdaki birçok insan-makine ara yüzünde faaliyetler kontroller ve göstergeler marifeti ile yürütülür. Kontroller terimi sistemi kullanan operatörün sistemi yönlendirirken veya çalıştırırken ihtiyaç duyduğu cihaz, alet gibi gereçlerin tümüdür. Göstergeler ise kontrol cihazlarının, operatöre sistemlerinin kullanılması esnasında veri sağlarlar veya geri bildirimde bulunur-

lar. Hangi tipte nasıl bir kontrol mekanizmasının tercih edileceği önemlidir. Kullanıcı hareketlerini gereksiz olanları elimine ederek optimize etmek gerekir. Kontrol mekanizmalarının kullanımı kolay ve basit olmalıdır. Bunu sağlamak için kontrol mekanizmaları; kodlama, etiketleme ve tanıma gibi özel uygulamalar ile desteklenir.

Göstergeler, ses, görüntü veya bu ikisinin karışımı ile olacak şekilde tasarlanırlar. Görsel niteliklere sahip göstergeler; çok basit bir lambadan, çok karmaşık teknolojilere sahip x ray göstergelere kadar farklı yelpazelerde olabilirler. Ölçekler, sayaçlar, yazıcılar, plotterlar da bu sınıfta değerlendirilen görsel nitelikli göstergeler olarak kabul edilir. Gösterge tasarlanacak sistemin niteliğine göre ihtiyaç duyulan görüntünün ve bilginin kesin doğruluğu ve elde edilebilir olmasına göre gösterge tipi belirlenir.

Ses desteğinde çalışan göstergeler, kullanıcıyı ses çıkararak uyardıklarından ses ikazlarının kısa/uzun yüksek/alçak sesli, dur/ devam et gibi nasıl belirleneceği sistemin tasarımına dâhil edilir. Ciddi güvenlik sorunu yaratabilecek veya hayati tehlike oluşturabilecek durumlarda kullanılacak ses ikaz biçimi ile rutin kullanım ikazları arasında fark olması gerekir. Bu nedenle göstergeler sistemin ana tasarım sürecinde yer alır. Hangi tip gösterge kullanıldığının ötesinde, tüm sistem kontrol ve göstergelerin temel amacının sistemi kullanan operatörün işlerini kolaylaştırmak olduğu göz önünde bulundurulur.

*Çevre;* Sistemin kullanılacağı ve bakımının yapılacağı çevrenin sistemin tasarımına etki eden faktörlerden birisi olduğuna daha önce '*Sistem İhtiyaçları ve Tasarım*' başlıklı ikinci bölümde değinilmişti. Çevre konusu insan faktörünü sisteme entegre edilmesinde de etkin bir kriterdir.

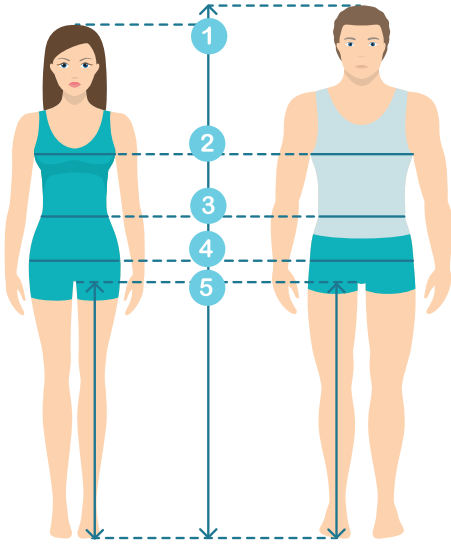
**Tablo 7.3** İnsan faktörünü özelinde sisteme entegre edilmesinde etkin çevre kriterleri

	<i>Tasarlanabilen Kriterler</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• İç sıcaklık</li> <li>• Aydınlatma</li> <li>• ...</li> </ul>
	<i>Tasarım Dışındaki Kriterler</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kar</li> <li>• Yağmur</li> <li>• Toz</li> <li>• Nem</li> <li>• ...</li> </ul>
	<i>Sistemden Kaynaklanan Kriterler</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Titreşim</li> <li>• Gürültü</li> <li>• Sallantı</li> <li>• ...</li> </ul>

Sistemin operatörünün belirlenen koşullarda fiziksel rahatlığı temin edilmiş ergonomik bir ortamda çalışmasının sağlanması gerekir. Çevre konusu tasarım süreçlerine **Tablo 7.3**'te gösterildiği gibi tasarlanabilen kriterler, tasarım dışındaki kriterler ve sistemden kaynaklanan kriterler olmak üzere üç farklı başlık altında entegre edilir. ELD kapsamında tasarlanacak bir iş dozer operatörünün daha rahat koşullarda çalışabilmesi için çalışma kabinin iç sıcaklığı veya aydınlatması göstergelerin konumu iç hacmi tasarım aşamasında belirlenebilir. Bu nedenle bu gibi kriterler, tasarlanabilen kriterler başlığı altında sınıflandırılır. Ancak bir dozer -40 derecede gibi çok soğuk havalarda karlı yolları açmada kullanılabileceği gibi çöl ikliminde çok aşırı sıcaklarda inşaat şantiyelerinde de kullanılabilir. Ancak bunların süreleri ve koşulları üretim aşamasında bilinemeyebilir. Uzun ömür devirli bu tür iş makineleri çok farklı ortamlarda kullanılabilirliklerinden onları kullanan operatörlerin uygun ortamda çalışacak olması tasarımda dikkate alınır. Bu tür kriterler öngörülmesinin güçlüğü nedeni ile tasarım dışındaki kriterler olarak sınıflandırılır. Son olarak sistemden kaynaklanan kriterler olarak bilinen ve operatörün iş makinasını kullanırken iş makinasının yarattığı titreşim, gürültü gibi çalışma ortamını olumsuz etkileyecek kriterler insan faktörünü sisteme entegre ederken kullanılır.

*Antropometri;* Türkçe karşılığı *insan vücudunu ölçme bilimi* olan antropometri sistemin tasarımında insan makine ara yüzünün oluşturulmasında kullanılır. Bu sayede bir sistem kullanıcısı için gereken minimum alan veya hacim bilimsel verilere göre tespit edilir.

Sistemin kullanılacağı ülkelere veya bölgelere göre istihdam edilecek insan ortalama boyutlarında farklılık olabilir. Türkiye’de veya Avrupa’da kullanılacak bir sistem operatörü için alınan ortalama boy verisi Kuzey Amerika’ya kısa Asya ülkelerine ise uzun gelebilir.



*Çalışma ortamı;* Sistemi kullanmak ve bakımını yapmak için optimum çalışma ortamı hacmini tespit etmek sistemin verimli kullanılmasında etkin faktörler arasında ilk sıralardadır. Sistemde görevi ve sorumluluğu olanların çalıştıkları ortamda gereksiz kısıtlarla karşılaşmalarını engellemek gerektiği gibi tasarım aşamasında çalışma ortamının güvenlik riskleri oluşturmayacak şekilde tasarlanmasına dikkat edilir. Kullanıcıların ayakta veya oturarak çalışacak olmaları eğer hareket etmeleri gerekiyorsa yürüme veya araçla dolaşma alanı belirlenmesi sistemin tasarımına doğrudan etkilidir.

*Bakım Yapılabilirlik;* İnsan kaynakları tasarımında olası tüm bakım görevlerinin en kısa sürede ve olabildiğince basit şekilde icra edecek şekilde tasarım yapılır. Bakım süreçlerinde insan kaynakları dinamiklerinin entegre süreçlerinde standardizasyon ve erişilebilir olmak iki önemli faktördür. Bir bakım personeli bakım esnasında istediği yedek parçaya zamanında ve istediği miktarda erişemese

tüm bakım görevlerini en kısa sürede yapma hedefine ulaşamaz. Sistemin standart olması bir sistemi oluşturan bileşenlerin ve onların ihtiyaç duyduğu parçaların aynı veya benzer niteliklere sahip olmasını sağlar.

*Kullanıcı-Bilgisayar Ara yüzü;* Hemen tüm alanlarda olduğu gibi ELD süreçlerindeki insan kaynakları tasarımlarında bilgisayarlar en etkin araçlardır. Sistemler neredeyse tamamen bilgisayarlar ve yazılımlar ile işletilir. Kullanıcı bilgisayar ara yüzleri sistemin tasarım aşamasında oluşturulur. Bu sayede sisteme veri girişi, veri görüntüleme, interaktif kontrol geri dönüşüm, acil müdahale, hata yönetimi, bilgi toplama gibi işlevlerin yapılması için kullanıcılara yetenek kazandırılması mümkün olur.

## ELD Sistemlerinde İnsan Kaynağı İhtiyacı


Bir ELD sisteminin toplam insan kaynağı ihtiyacının belirlenmesi için sistemin tüm bileşenleri için yapılan analizlerin dikkate alınması gerekir. ELD sisteminin hangi bileşeninde olduğu fark etmeksizin iş gücü ihtiyacı dedike, taşeron ve yarı zamanlı çalışan olarak üç şekilde karşılanır.

Dedike çalışan sistemin ait olduğu şirketin bordrolu çalışanıdır. Taşeron çalışanların doğrudan şirketin bünyesinde çalışmalarına üstelik sadece aynı şirkete hizmet vermelerine rağmen dedike çalışanlardan farkı, özlük haklarının ve idari sorumluluklarının sistemin ait olduğu şirkete dış kaynak hizmeti veren bir şirket tarafından karşılanmasıdır. Aynı üretim bandında her iki çalışanı aynı hizmeti yaparken görmek mümkündür. Yarı zamanlı çalışan tabiri sektör jargonunda sözleşmeli personel olarak anılır. Ancak aslında şirketlerde görev yapan tüm çalışanlar iş kanunu gereği sözleşme imzalarlar. Yarı zamanlı çalışanların çalışma saatleri diğerlerine göre esnektir. Daha kısa sürelerde çalıştıkları için yarı gün, haftada iki gün gibi belirlenmiş zaman aralıkları ile hizmet verirler.

ELD sistemlerinde iş gücünü karşılayacak olanlar sistemin ait olduğu şirkete karşı taşıdıkları sorumluluğa göre de sistemin çalıştırılması operasyonlarında tek bir cihaza veya sisteme ait görev ve sorumluluğu olanlar, birden fazla sistem için istihdam edilmiş olanlar ile ikmal, idari işler ve bakım gibi destek süreçlerinde görev ve sorumluluğu olanlar şeklinde üç farklı sınıfa ayrılırlar.

Bunlardan ilki ELD süreçlerinde Caterpillar dozer operatörü, M1 Tank şoförü veya Atak helikopteri pilotu gibi genel olarak spesifik bir alanda sadece tek bir sistem ile sınırlı olacak şekilde bir misyon tanımlanmış çalışanlardır. Diğer çalışan gurubu ise Caterpillar dozer operatörünün dozerden başka aynı zamanda kreyn kullanma sorumluluğu taşımasında olduğu gibi sistem bünyesinde birden fazla misyon taşıyabilenlerden oluşur. Son sınıfta yer alanlar adından da anlaşılacağı gibi doğrudan operasyonda yer almayan ancak sistemin işletilmesi için gerek duyulan ikmal, idari işler ve bakım gibi destek hizmetlerinde görev alanlardır.

Tablo 7.4 İşgücü ve Personel Planlaması

	Operasyon	Operatörler Kullanıcılar (Mürettebat)	Beyaz Yaka (Yönetici)
		Operasyon Destek Gözetim ve Denetçiler Yönetim ve Kontrol	Mavi Yaka
	Destek	Bakım altyapısı İkmal altyapısı	Beyaz Yaka (Yönetici)
		Toptan İkmal altyapısı	Mavi Yaka
	Eğitim	Operasyon Destek Yönetim	Beyaz Yaka (Yönetici)
		Taktik Kontrol Eğiticiler	Mavi Yaka

Hangi işgücü sınıfına ait olduğu fark etmeksizin ELD süreçlerinde ihtiyaç duyulan işgücünün planlanması için insan kaynakları süreçleri **Tablo 7.4**'te görüldüğü gibi operasyon destek ve eğitim olmak üzere üç ana kategoride ele alınır. Her kategoride yönetici pozisyonunda olan beyaz yakalar ile onların yönetiminde çalışan mavi yakalar bulunur.

### ELD Sistemlerinde İnsan Kaynağı Planlaması

ELD sistemlerinde insan kaynağı planlaması sistemin kullanılmaya başlamasından önce başlayan bir süreçtir. Bunun nedeni sistemin işletilmesi ve bakımının yapılabilmesi gerekli olan personelin temini ve eğitimi için zamana ihtiyaç duyulmasıdır.

Aksi takdirde sistemi kullanacak veya bakımını yapacak personel gereken koşullarda gibi temin edilemez ve niteliksiz veya yeterli eğitim almamış personelin kullanılması zorunluluk hâline gelebilir. Bu da sadece maliyet değil idari ve hukuki sorunlara da neden olur.

İnsan kaynağı ihtiyaçları belli durumlarda çok basit şekilde tespit edilirken belli durumlarda oldukça zor olabilmektedir. Örneğin 50 adet helikopter alımı için yapılacak insan kaynağı planlaması helikopter sayısının bir helikopterin uçurulması için gereken pilot, teknisyen gibi personelin sayısı ile çarpılarak tespit edilir. Ancak destek süreçlerinde görevlendirilecek personel için aynısını söylemek pek mümkün değildir. Bakım destek hizmetlerinde kaç kişinin istihdam edileceğinin tespitinde birden fazla girdi bulunur. Teknisyenlerin oluşturulacak bakım seviyelerine göre sayıları ve nitelikleri değişkenlik gösterebilir. Benzer şekilde günlük çalışma saatleri, sistemin kullanılacağı ülkedeki hukuki ve idari çalışma düzenlemeleri insan kaynağı planlamasını etkileyen faktörler arasındadır. Destek hizmetlerinde insan kaynağı hesaplaması için bir örnek **Tablo 7.5**'te verilmiştir.



Tablo 7.5 Destek Görevi başına Yıllık Adam/Saat Hesaplama Örneği

AS, Adam Saat,  
DG, Destek Görevi  
GS, Görev sıklığı  
GT, Görev zamanı;  
S, Görev sayısı ise;



$AS/DG = G/S \times G/T \times S$ 'dir.  
Daha basit bir ifade ile;

Destek görevi başına adam saat,  
Görev sıklığı, Görev zamanı ve Görev sayısının çarpımı ile hesaplanır.

### Öğrenme Çıktısı



- 1 ELD süreçlerinde insan kaynaklarının yerini ve önemini bilme
- 2 ELD süreçlerine insan kaynaklarını entegre etmeyi bilme

#### Araştır 1

Tüm diğer süreçlerde olduğu gibi ELD süreçlerinin de insansız tasarlanması düşünülemez. İnsan kaynakları analizinde kullanılan bazı verilerin neler olduğunu araştırınız.

ELD sistemlerinde iş gücünü karşılayacak olanlar sistemin ait olduğu şirkete karşı taşıdıkları sorumluluğa göre kaç farklı sınıfa ayrılırlar, bunlar nelerdir? Araştırınız.

#### İlişkilendir

ELD süreçleri ile insan kaynakları arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

Türkçe karşılığı insan vücudunu ölçme bilimi olan antropometri ile insan kaynakları arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

#### Anlat/Paylaş

Tasarım sürecinde, insan- makine ara yüzlerinin sürekli olacak şekilde oluşturulmasının gerekçelerini anlatınız.

ELD sistemlerinde insan kaynağı planlamasının neden sistemin kullanılmaya başlamasından önce başlaması gerektiğini gerekçeleri ile anlatınız.



## BİLGİ TEKNOLOJİLERİ

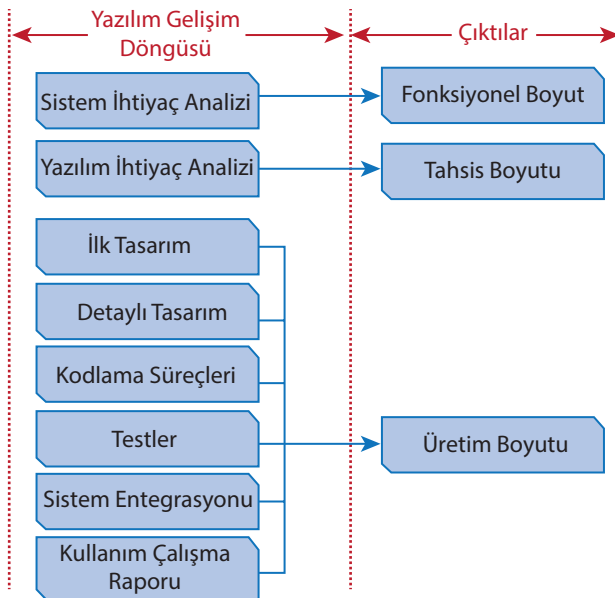
ELD süreçlerinde bilgi teknolojileri destek ihtiyaçlarının tasarımı esnasında ele alınır. Pratikte yazılımlardan daha çok donanımlara öncelik verildiği, yazılımların ihmal edildiği görülür ancak yazılımların süreçlerdeki etkinliği oldukça önemlidir. Yazılımlar, donanımların aksine bozulmazlar. Yazılımların teslim alınmasını müteakip donanımlar da olduğu gibi sürekli bakım yapılması gibi destek yapılmasını gerektirmez. Ancak sistemin lojistik destek faaliyetlerini yazılımlar olmadan icra etmenin imkânı yoktur. Yazılımlar teknik olarak bilgisayarların kendisinden beklenenleri yerine getirebilmesi için oluşturulmuş bir başka ifade ile bilgisayara verilen talimatlardır.

### Yazılımların Geliştirilmesi

Yazılımlar, ELD süreçleri desteğinde tasarlanan bir sistemin kendisinden beklenenleri karşılaması için sistemli bir mühendislik süreci ile geliştirilirler. Yazılım ve donanımların tedarikinde desteklenecek sistemin tüm operasyonel ve destek ihtiyaçlarının detaylarını bilen bir ekip kullanılmalıdır.

**Satın Alma Uzmanlığı (SAU);** Satın alma uzmanlığının amacı, spesifik bir uygulama için yazılım geliştirmek üzere gereken ihtiyaçları detaylı olarak sağlamaktır. Bu bilgiler sözleşmenin bir eki olarak veya kendi başına bir doküman da olabilir. Yazılımların geliştirme sürecinin donanımlardan farklı olmasının sebebi her birinin farklı yaklaşımlar gerektirmesidir. Donanımlar, kitabın diğer bölümlerinde bahsedildiği gibi ELD kapsamında üretilen sistemden kullanılması esnasında beklenen performans, üretildiği malzeme gibi somut kriterlere bağlıdır. Bunlar ELD için çok önemlidir. Yazılımlar ise sadece donanımların kullanılmasına yarar. Bu nokta tüm tasarım süresince dikkat edilmesi gereken önemli bir konudur. Bu nedenlerden dolayı her ne kadar donanım ve yazılım geliştirme süreçleri birbirinden yarı bağımsız şekilde devam etse de sonuçta her ikisi de ELD sisteminin başarısı için tasarlanır.

**Gelişim Döngüsü;** Yazılım geliştirme döngüsü SAU ihtiyaçlarını karşılamak üzere adım adım ilerleyen sıralı bir üretim döngüsüdür. Yazılım geliştirme planlamasının fonksiyonel boyutu, tahsis boyutu ve üretim boyutu olmak üzere üç jenerik zorluğu vardır. Fonksiyonel boyut, yazılımın son hâlden beklenen fonksiyonların gerçekleştirilmesi ile ilgilidir. Tahsis boyutu, fonksiyonel boyutta tanımlanan görevlerin sistemin bileşenlerine dağıtımı ile ilgilidir. Üretim boyutu ise müşteriye teslim edilecek hâle gelmiş yazılımı ifade eder. Bu üç boyutun süreçleri ve birbirleri ile ilişkisi **Şekil 7.1**'de gösterilmiştir.



Şekil 7.1 Yazılım Geliştirme Süreçleri

**Sistem Yazılım Döngüsü İhtiyaçları;** Sistemdeki yazılım bütünü için her bir elemanı için fonksiyonel, performans, ara yüz ve kalite gibi ihtiyaçlarını tanımlayarak sistem yazılım ihtiyaçlarının ilk analizi yapılır. Bu analiz, fonksiyonel boyutun oluşturulmasını sağlar.

**Yazılım İhtiyaç Analizi;** Fonksiyonel boyutun oluşturulmasının ardından yazılım bileşenlerini belirlemek için yazılım ihtiyaç analizi yapılır. Böylece satın alma için yazılım ihtiyaçları belirlenmiş olur. Bu süreç ELD sistemin tüm bileşenleri için yapılır ve yazılım geliştirme sürecinin tahsis aşaması da yapılmış olur.

**İlk Tasarım;** Yazılım bileşenlerini her birinin detaylı yazılım ihtiyaçlarını geliştirmek için ilk tasarımlar bu aşamada yapılır. Aynı zamanda bu aşamada yazılım ihtiyaçları dokümanite edilir. Bu ilk analiz aynı zamanda destek yazılımları ihtiyaçlarının belirlenmesine de katkı sağlar. İlk tasarım aşamasında yapılan yazılım destek kaynak planlaması **Tablo 7.6**'da gösterilmiştir.

Tablo 7.6 Yazılım destek kaynak planlaması

<b>Bölüm I</b> Destek Ortamı	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destek Yazılımı</li> <li>• Destek Ekipmanı</li> <li>• Tesisler</li> <li>• Personel</li> </ul>
<b>Bölüm II</b> Destek Operasyonları	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operasyonları Talimatları</li> <li>• Yönetim</li> <li>• Yazılım Modifikasyonu</li> <li>• Yazılım Entegrasyonu</li> <li>• Sistem ve Yazılım Jenerasyonu</li> <li>• Yazılım Kalite Değerlemesi</li> <li>• Düzeltici Eylem Sistemi</li> <li>• Konfigürasyon Yönetimi</li> <li>• Simülasyon</li> <li>• Rekabet</li> <li>• Yeniden Üretim</li> <li>• Operasyonel Dağıtım</li> </ul>
<b>Bölüm III</b> Eğitim Planlama ve Eğitim Verilmesi	<b>Bölüm IV</b> Teslim Sonrası Öngörülen Değişimler

*Detaylı Tasarım;* İlk tasarım sonuçları kullanılarak detaylı tasarım yapılır. Her bir yazılım bileşenin fonksiyonel ihtiyaçlarını tasarlamak üzere icra edilir. Detaylı tasarım aynı zamanda ara yüz ihtiyaçlarının, süreç girdi ve çıktılarının belirlenmesinde bir yol haritası görevi yapar. Detaylı tasarımın son hâli ELD operasyonunun bilgisayar diline göre yazılmaya hazır hâlidir.

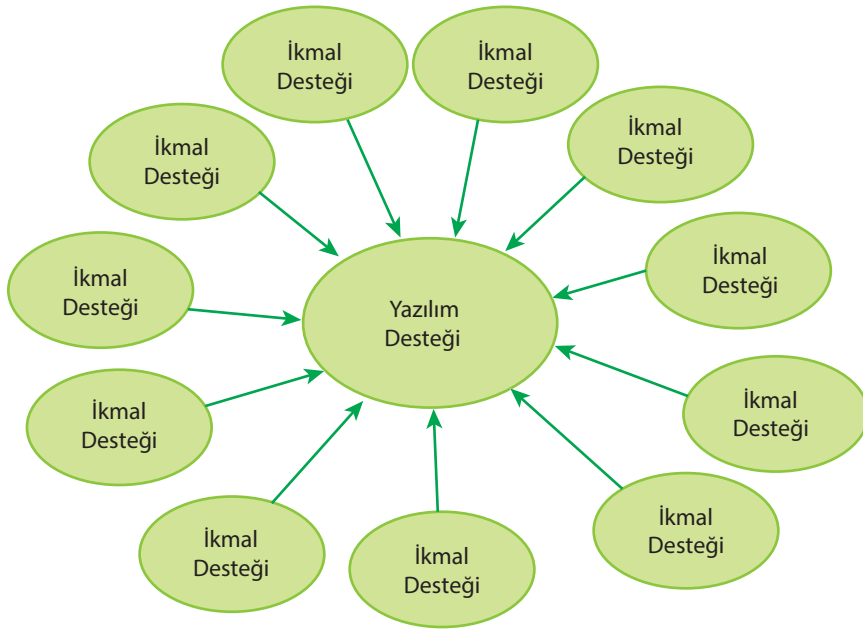
*Kodlama ve Birim Testi;* Bu aşamada detaylı tasarım sonuçları kodlanarak bilgisayar diline çevrilir. Bu sayede bilgisayarlar operasyonu kendi işlemcilerinde kullanabilir hâle gelerek ELD sisteminin yönetimine yardımcı olurlar.

*Donanım Yükleme Testleri* Yükleme testleri önceki aşamalarda yapılan kodlamaların doğruluğunu ve yazılımların etkin ve sorunsuz çalıştığını tespit etmek için yapılır.

*Değerlendirme* Donanım yükleme testleri ile birlikte bir seri kontrol mekanizması ile müşteriye yazılımların sorunsuz teslim edilmesi için yapılır.

## Desteklenebilirlik

ELD sistemlerinde yazılım desteği, pratikte donanım desteğinden farklıdır, ancak temelde her ikisinin de destekleme prensipleri benzerlik gösterir veya aynıdır. Yazılım desteğinde donanımda olduğu gibi güvenilirlik ve bakım yapılabilirlik kriterleri detaylı olarak ele alınır. Sistemin güvenli olmasının ön koşullarından birisi yazılımların da güvenilir olmasıdır. Diğer ELD disiplinleri ile yazılım süreçlerinin ilişkisi **Şekil 7.2**'de gösterilmiştir.



Şekil 7.2 Diğer ELD disiplinleri ile yazılım süreçlerinin ilişkisi

**Tasarım Kriteri;** ELD sistemlerinde yazılımlardan ihtiyaç duyulan fonksiyonları yerine getirmesi beklenir. Yazılım ve donanım ayrışması fiziksel tasarım sürecinin başlaması ile birlikte başlar. Aslında donanımlar yazılımları taşırlar. Bir başka ifade ile ELD donanımları tamamlandıktan sonra yazılımlar yüklenir ve kullanılmaya başlar. Bu nedenle yazılımların tasarımı donanıma bağlı olarak başlamalıdır. Diğer taraftan donanımların da yazılımı taşıma kapasitelerine sahip olması beklenir. Aşağıda yazılım tasarımına etki eden bazı faktörler sıralanmıştır;

- Uygulama ara yüzünü tamamlamak,
- Tek ve standart bir lisan kullanımı,
- Tek ve standart bir kodlama yaklaşımı,
- Tekrar kullanılabilir kodlar geliştirmek,
- Modüler kodlama yapısı oluşturmak,
- Programın girdi ve çıktılarını açık ve net olarak ifade etmek,
- Test kriterleri ve teşhis rutinleri,
- Birim geliştirme kayıtlarına sıkı bağlılık.

**Güvenilirlik;** Yazılım güvenilirliği ihtiyaç duyulduğunda kendisinden bekleneni yerine getirmesini ifade eder. Yazılım güvenilirliği donanımların güvenilirliğinden farklıdır. Yazılımlardaki gizli hatalar daha sonra ortaya çıkabilir. Bu nedenle çok detaylı analiz ve testlerle bu tür sorunlarla karşılaşmanın önüne geçilmeye çalışılır.

**Bakım ve Bakım Destek Ekipmanı;** Yazılım ve donanım ayrışması bakım süreçlerinde de kendisini gösterir. Yazılım bakımları tornavida ve pense ile yapılmadığından donanımdan farklı yaklaşımlara ihtiyaç duyulur. Kimi yazılımlarının bakımlarının kolay yapılabilir olması onların diğer yazılımlara tercih edilme sebebidir. Yazılımların bakımından sorumlu olacak teknik personel, tasarım sürecine katılır.

**İnsan Kaynakları;** Yazılımları kullanacak personelin belirlenmesi ve yetiştirilmesi için makine-insan ara yüzleri oluşturulur. Böylece yazılımların kullanılması esnasında insandan kaynaklanan sorunların sayısının ve etkilerinin azaltılması amaçlanır.

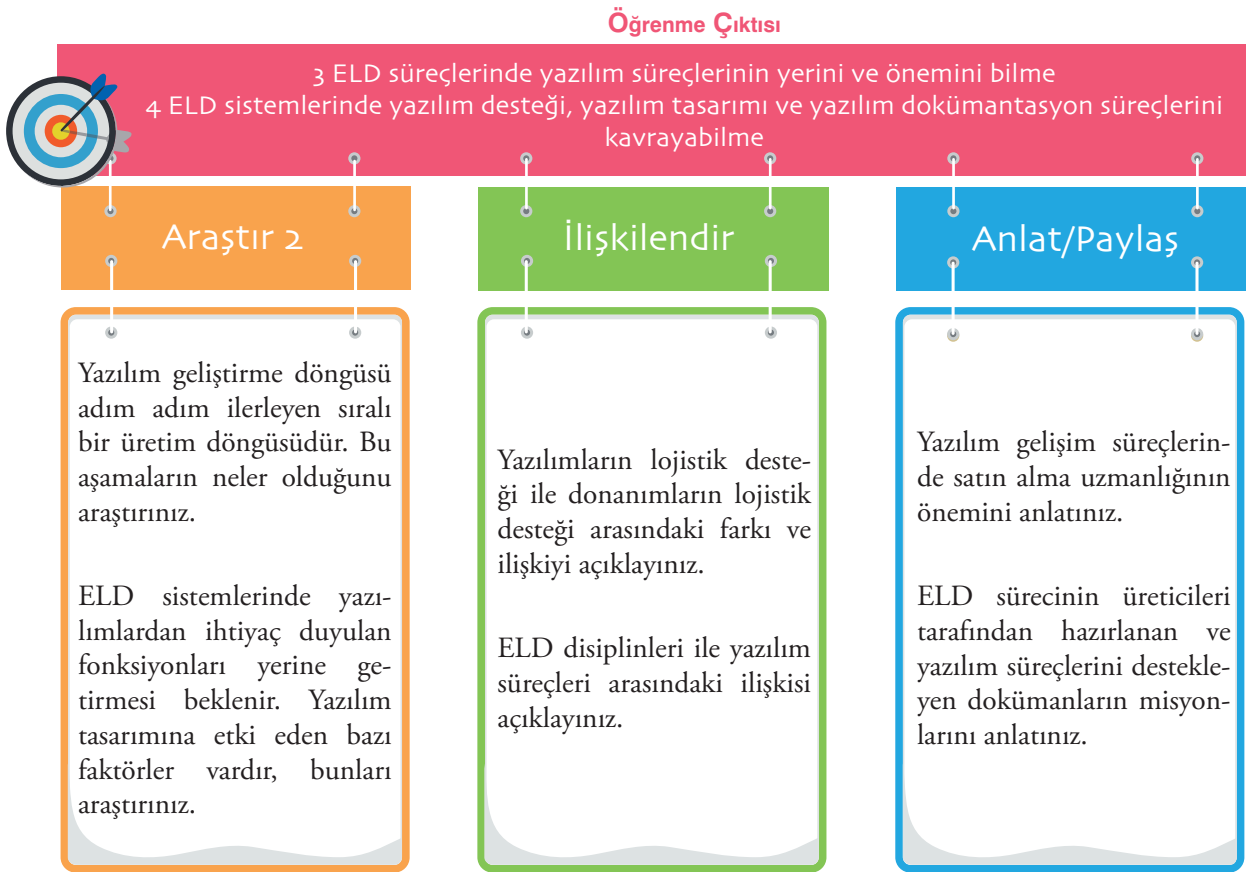
**Tesisler;** Yazılımların desteğinin yapılacağı tesisler bakım tesisleri, kolaylık tesisleri, ikmal tesisleri şeklinde teknik ve idari amaçlı olabilir. Bu tesislerin kullanım esasları donanım destek tesislerine benzerlik gösterir.

**Eğitim;** Yazılımları kullanan personel düzenli olarak eğitime tabi tutulur. Yetersiz eğitim, yazılımların gereken desteği vermesinin önündeki en önemli engellerdendir.

**İkmal Desteği** Yazılımların ikmal desteğinde kullanılan yedek parçalar, diskler, manyetik çipler, klipsler gibi küçük boyutlu elektronik malzemelerdir. Bir hard diskin arızalanması durumunda diskin yenisinin takılması kadar, yenisine arızalı olan verilerin aktarılması gibi farklı destek sorunları yaşanabilir.

## Dokümantasyon

ELD sürecinin üreticileri tarafından hazırlanan bazı dokümanlar, yazılımların operasyonel desteğinin nasıl yapılacağını anlatırlar. Bu dokümanlar tüm ELD disiplinleri tarafından kullanılan destek ihtiyaç planlamalarını içerirler. Tüm yazılım süreçleri için '*Bilgisayar Kaynakları Entegre Destek Dokümanı*' isimli tek bir doküman hazırlanır. Bu doküman, tüm yazılım destek süreçlerinin farklı boyutlarının detaylarını kapsar. Bu dokümandan başka bir de yazılım için teknik destek kitapları hazırlanır.



## FINANS

ELD kapsamında üretilen bir sistemin veya tedarik edilen bir bileşenin ömür devri boyunca oluşacak toplam maliyetin öngörülmesi tedarik süreçlerinde oldukça önemlidir. Finans konusu sistemin tasarımında, sistemin altyapısında ve sistemin desteğinde farklı opsiyonlar ve alternatifler için karar verilmesinde kayda değer katkı sağlar.

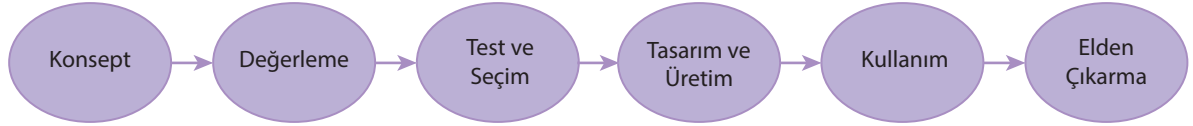
## Sistemin Ömrü

ELD kapsamında üretilen bir sisteme sahip olmanın maliyetini öngörmek, ömür devri boyunca sistemin geliştirilmesi süreçlerinin ve bu süreçlerde kullanılan usullerin çok iyi kavranmasını gerektirir. **Şekil 7.3**'te üç aşamalı ömür devri süreçleri bulunmaktadır.



Şekil 7.3 ELD Süreçlerinde Ömür Devri

Sistem öncesi tedarik aşaması fiili süreçlerin başlamasından önceki tüm tedarik süreçlerini kapsar. Sistem tedariki gibi sistem alındığı anda gerçekleştirilen tüm eylemleri kapsar ve sistem ile sistemin ilk desteklenme maliyetlerini içerir. Sistemin kullanımı, sahip olma, kullanma, destekleme ve elden çıkarma faaliyetlerinden kaynaklanan tüm maliyetleri içerir. Tecrübeler, en yüksek maliyetin kullanım esnasında oluştuğunu gösterse de maliyet ile ilgili radikal kararların büyük çoğunluğu tedarik öncesi alınır. Bundan dolayı sistemin satın alınmasından önce alınan satın alma kararları sistemin maliyetini düşürmek adına çok büyük önem taşır.



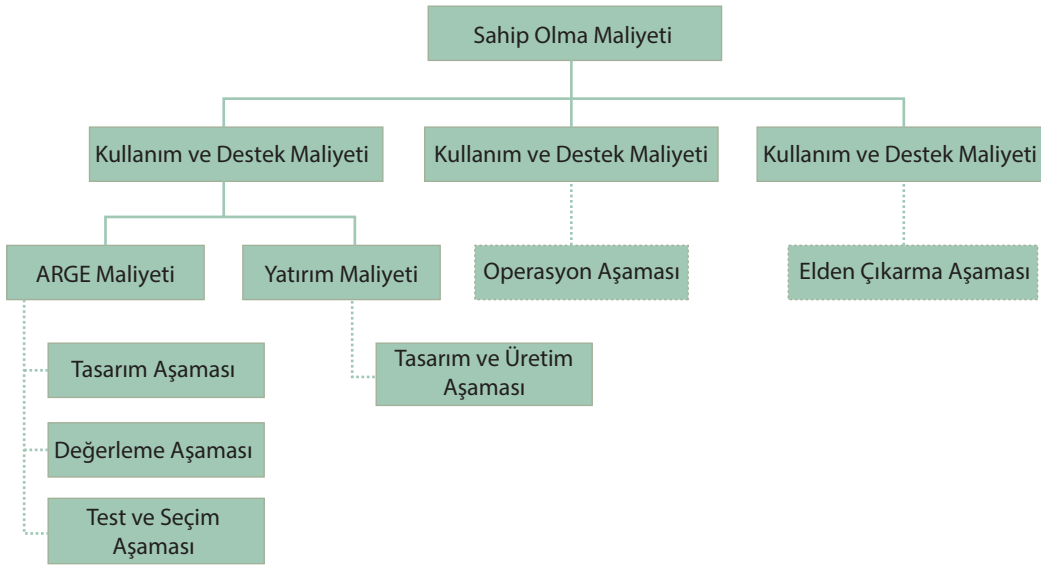
Şekil 7.4 Toplam Ömür Devri Süreçlerinin Aşamaları

ELD süreçlerinde satın alınacak sistem çoğunlukla piyasada hazır bulunmaz. Bu durumlarda üretici ve müşteri tasarım sürecini birlikte tasarladıklarından tedarik süreçleri ömür devri sürecine bağlı olarak değişir. Böyle durumlarda yaşanan karmaşayı en aza indirmek için ELD kapsamında üretilecek sistemin ömür devri aşamaları **Şekil 7.4**'te gösterildiği gibidir.

Ömür devri ihtiyacın belirlenmesi ile başlar, sistemin elden çıkarılması ile biter. İlk aşama olan konsept aşamasında daha önceki bölümlerde belirtildiği gibi nasıl bir sistem üretileceğinin tanımlandığı aşamadır. Değerleme aşamasında, konsept aşamasında belirlenen sistemin alternatifleri ele alınır. Alternatifler bir sonraki aşamada test edilir ve optimum sonuç veren opsiyon belirlenir. Ardından tasarım aşamasına geçilir ve sistem üretilmeye başlanılır. Üretimi biten sistem müşteriye teslim edilir ve kullanılmaya başlanır. Ömür devri bitince sistem elden çıkarılır.

## Maliyet Unsurları

ELD süreçlerinde satın alınacak sistemin toplam maliyeti, sistem bileşenlerin maliyetlerinin toplamı ile belirlenir. **Şekil 7.5**'te sistemin ömür devri aşamaları ile sistem bileşenleri arasındaki ilişki gösterilmiştir.



Şekil 7.5 Ömür Devri Aşamaları İle Sistem Bileşenleri Arasındaki İlişki

## Tedarik Maliyetleri

Sistemin oluşturulması sürecinde ilk aşama olan konsept aşamasından başlayarak tasarım ve üretim aşamasının sonuna kadar olan aşamalarda yer alan tüm eylemlerin maliyeti, tedarik maliyeti olarak adlandırılır. Bu süreçlerin maliyetinin fonlanmasını müşteri yapar. Genelde pratikte ARGE maliyeti ve yatırım maliyeti olarak iki farklı grupta toplanır. Sistemin her anlamda daha iyi seviyede olması için yapılan teknolojik ve idari geliştirmelerde oluşan maliyetler ARGE maliyetleridir. Yatırım maliyetleri, sistemin tüm kullanım ve destek maliyetlerini kapsarlar. Ömür devri maliyetinin tümünü kapsamadığına dikkat ediniz.

## Operasyon ve Destek Maliyetleri

Sistemin en yüksek maliyeti operasyon ve destek maliyetleridir. Doğrudan ve dolaylı maliyetler olarak ikiye ayrılır. Doğrudan maliyetler, sistemden kullanımı ile ortaya çıkan personel, yedek parça, değişen parça, destek ekipmanı, tesisler, bakım, eğitim, teknik veri, ikmal desteği, modifikasyon, tehlikeli maddelerin elden çıkarılması gibi maliyetlerdir. Dolaylı maliyetler ise bunların kullanılması ile ortaya çıkan maliyetlerin dışında kalan ve sistemin sahibinin katlanması zorunda olan maliyetlerdir.

Sisteme sahip olma maliyetinin öngörülmesi için ömür devri maliyeti, ömür devri içindeki maliyet ve tüm ömür devri maliyetinin öngörülmesi gerekir. ELD sistemleri çok karmaşık olduklarından öngörülen maliyetler ile gerçekleşen maliyetler arasında çok fark olabilir. Bu farkın azaltılması müşteri ile üretici arasındaki olası birçok sorunun yaşanmasının önüne geçilir.





## Yaşamla İlişkilendir

Bir araba satın alırken bilinçli bir müşteri almayı düşündüğü aracın sınıfına göre markalar arasında tercih yaparken an itibari ile söz konusu aracın kalitesine ve marka itibarına bağlı olarak en düşük fiyatlı olanı seçmez. Aynı zamanda aracın kullanım maliyeti, bakım maliyeti gibi satın alma süreçleri sonunda karşılaşacağı gelecek maliyetlerini de dikkate alır. Bu yapı ELD sistem tedariki mantığı ile bire bir örtüşür. Siz de günlük yaşamınızdan ELD sistem tedariki mantığına örnek gösterilebilecek seçim tercihleri belirleyiniz.



## Araştırmalarla İlişkilendir

Japonya'da üretilen birçok küçük ticari otomobil, Avrupa ve ABD de üretilenlere göre daha küçük hacimli şoför mahalline sahiptir. Yoğun trafikte ve mikro dağıtımda kayda değer fayda sağlamanın yanında bu tür araçların tasarımında Japonların antropometri bilimini kullanmış olma ihtimalini araştırınız.



## Öğrenme Çıktısı

5 ELD süreçlerinin finansal boyutunu anlayabilme



### Araştır 3

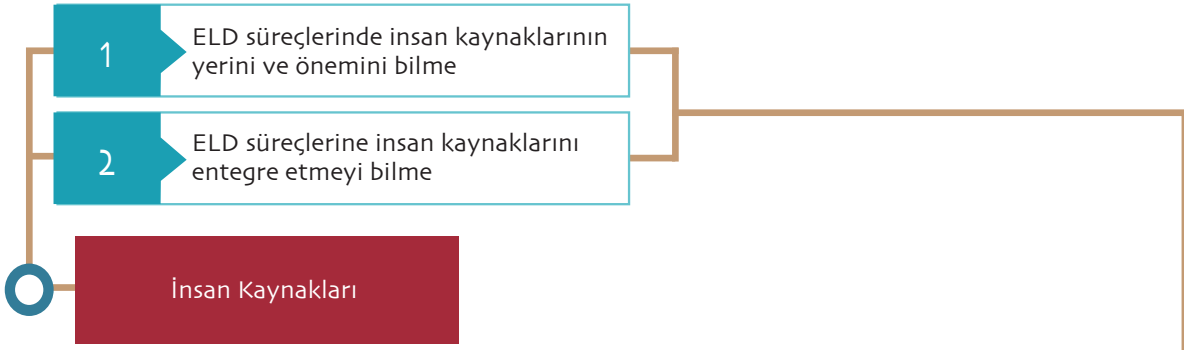
ELD kapsamında üretilen bir sisteme sahip olmak ne gibi ön koşullara sahip olmayı gerektirir? Araştırınız.

### İlişkilendir

Doğrudan ve dolaylı maliyetler arasındaki ilişkiyi ELD süreçlerindeki etkilerini vurgulayarak açıklayınız.

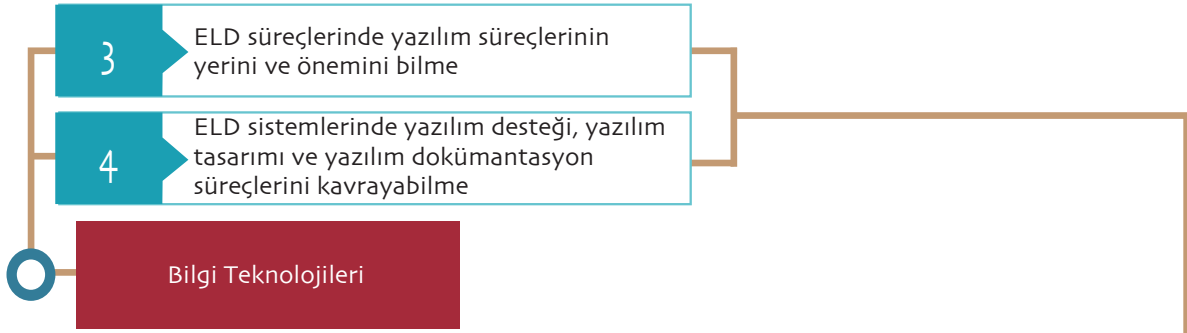
### Anlat/Paylaş

Sistemin maliyet dağılımında en yüksek maliyetin operasyon ve destek maliyetleri olmasının gerekçelerini anlatınız.



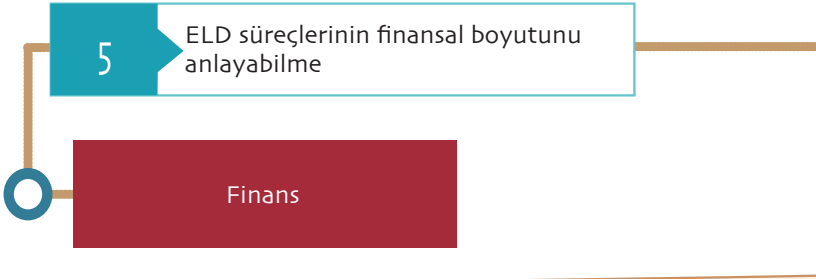
1 Tüm diğer süreçlerde olduğu gibi ELD süreçlerinin de insansız tasarlanması düşünülemez. Sistemleri oluşturan makineler, ne kadar akıllı olsa da ancak insanla tamamlanır. İnsan-makine ara yüzlerini oluşturmak ELD süreçlerinde çözülmesi gereken sorunların başında gelmektedir. Bu nedenle sürdürülebilirliğin sağlanması ve bakımlı bir sisteme sahip olmak için insan kaynakları faktörlerinin çok iyi analiz edilmesi gerekir. Sistemin tasarımında öngörüldüğü gibi kendisinden beklenenleri karşılayabilmesinin ön koşullarındandır. Sistemin kullanılacağı ortamda hem kullanımı hem de bakımı esnasında yapılması gerekenler lojistik akış süreçlerine dâhil edilir. Fonksiyonel ihtiyaçlarının net olarak belirlenmesinin ardından insan-makine ara yüzlerini oluşturmak mümkün olur. Sistemin durmasına neden olabilecek, sistemin çalışması esnasında iş güvenliği tehdidi oluşturabilecek, sistemin güvenilirliğini azaltacak konular, doğal olarak öncelik listesinde ilk sıralarda yer alır. İnsan kaynakları süreçlerinde insan-makine ara yüzlerinin başarısını en üst düzeye çıkarmak için dinamik simülasyonlar, modellemeler, görsel ve deneysel yardımcı malzemelerin kullanılması gibi çok farklı metotlardan destek alınır. Süreçlerin etkinliğinin ve ne derece başarılı tasarlandığının test edilmesi gerekir. Bu nedenle tasarım aşamasında sadece insan kaynaklarına yönelik olmasa da sistemin diğer fonksiyonlarının başarısını test ederken kullanılan geliştirme süreçleri testleri, performans testleri, bakım testleri gibi değerlendirme ve test süreçlerine insan kaynakları süreçleri de eklenir. Tecrübeler bu zincirde en zayıf halkanın, insan-makine ara yüzünde genellikle göz ardı edilen insan boyutu olduğunu göstermektedir.

2 Tüm ELD sistemlerinin tasarım süreçlerinde sistemin kendisinden beklenenleri yerine getirebilmesi için insan kaynakları süreçleri tasarımın her aşamasında dikkate alınır. İnsan kaynakları süreçlerinin tasarımına etki eden kriterlere aşağıda kısaca değinilmiştir; *Kontroller ve Göstergeler*; Kullanımdaki birçok insan-makine ara yüzünde faaliyetler kontroller ve göstergeler marifeti ile yürütülür. Kontroller terimi sistemi kullanan operatörün sistemi yönlendirirken veya çalıştırırken ihtiyaç duyduğu cihaz, alet gibi gereçlerin tümüdür. Göstergeler ise kontrol cihazlarının, operatöre sistemlerinin kullanılması esnasında veri sağlalar veya geri bildirimde bulunurlar. *Çevre*; Sistemin kullanılacağı ve bakımının yapılacağı çevrenin sistemin tasarımına etki eden faktörlerden birisidir. Çevre konusu insan faktörünü sisteme entegre edilmesinde de etkin bir kriterdir. Sistemin operatörünün belirlenen koşullarda fiziksel rahatlığı temin edilmiş ergonomik bir ortamda çalışmasının sağlanması gerekir. ELD kapsamında tasarlanacak bir iş dozer operatörünün daha rahat koşullarda çalışabilmesi için çalışma kabinin iç sıcaklığı veya aydınlatması göstergelerin konumu iç hacmi tasarım aşamasında belirlenebilir. Bu nedenle bu gibi kriterler, tasarlanabilen kriterler başlığı altında sınıflandırılır. *Antropometri*; Türkçe karşılığı *insan vücudunu ölçme bilimi* olan antropometri sistemin tasarımında insan makine ara yüzünün oluşturulmasında kullanılır. Bu sayede bir sistem kullanıcı için gereken minimum alan veya hacim bilimsel verilere göre tespit edilir. *Çalışma ortamı*; Sistemi kullanmak ve bakımını yapmak için optimum çalışma ortamı hacmini tespit etmek sistemin verimli kullanılmasında etkin faktörler arasında ilk sıralardadır. Sistemde görevi ve sorumluluğu olanların çalıştıkları ortamda gereksiz kısıtlarla karşılaşmalarını engellemek gerektiği gibi tasarım aşamasında çalışma ortamının güvenlik riskleri oluşturmayacak şekilde tasarlanmasına dikkat edilir. *Bakım Yapılabilirlik*; İnsan kaynakları tasarımında olası tüm bakım görevlerinin en kısa sürede ve olabildiğince basit şekilde icra edecek şekilde tasarım yapılır. Bakım süreçlerinde insan kaynakları dinamiklerinin entegre süreçlerinde standardizasyon ve erişilebilir olmak iki önemli faktördür. *Kullanıcı-Bilgisayar Ara yüzü*; Sistemler neredeyse tamamen bilgisayarlar ve yazılımlar ile işletilir. Kullanıcı bilgisayar ara yüzleri, sistemin tasarım aşamasında oluşturulur. Bu sayede sisteme veri girişi, veri görüntüleme, interaktif kontrol geri dönüşüm, acil müdahale, hata yönetimi, bilgi toplama gibi işlevlerin yapılması için kullanıcılara yetenek kazandırılması mümkün olur.



3 ELD süreçlerinde bilgi teknolojileri destek ihtiyaçlarının tasarımı esnasında ele alınır. Pratikte yazılımlardan daha çok donanımlara öncelik verildiği, yazılımların ihmal edildiği görülür ancak yazılımların süreçlerdeki etkinliği oldukça önemlidir. Yazılımlar, donanımlarda aksine bozulmazlar. Yazılımların teslim alınmasını müteakip donanımlar da olduğu gibi sürekli bakım yapılması gibi destek yapılmasını gerektirmez. Ancak sistemin lojistik destek faaliyetlerini yazılımlar olmadan icra etmenin imkânı yoktur. Yazılımlar teknik olarak bilgisayarların kendisinden beklenenleri yerine getirebilmesi için oluşturulmuş bir başka ifade ile bilgisayara verilen talimatlardır. Yazılımlar, ELD süreçleri desteğinde tasarlanan bir sistemin kendisinden beklenenleri karşılaması için sistemli bir mühendislik süreci ile geliştirilirler. Yazılım ve donanımların tedarikinde desteklenecek sistemin tüm operasyonel ve destek ihtiyaçlarının detaylarını bilen bir ekip kullanılmasıdır. Satın Alma Uzmanlığı (SAU); Satın alma uzmanlığının amacı, spesifik bir uygulama için yazılım geliştirmek üzere gereken ihtiyaçları detaylı olarak sağlamaktır. Bu bilgiler sözleşmenin bir eki olarak veya kendi başına bir doküman da olabilir. Yazılımların geliştirme sürecinin donanımlardan farklı olmasının sebebi her birinin farklı yaklaşımlar gerektirmesidir. Donanımlar, kitabın diğer bölümlerinde bahsedildiği gibi ELD kapsamında üretilen sistemden kullanılması esnasında beklenen performans, üretildiği malzeme gibi somut kriterlere bağlıdır. Bunlar ELD için çok önemlidir. Yazılımlar ise sadece donanımların kullanılmasına yarar. Bu nokta tüm tasarım süresince dikkat edilmesi gereken önemli bir konudur. Bu nedenlerden dolayı her ne kadar donanım ve yazılım geliştirme süreçleri birbirinden yarı bağımsız şekilde devam etse de sonuçta her ikisi de ELD sisteminin başarısı için tasarlanır. Gelişim Döngüsü; Yazılım geliştirme döngüsü SAU ihtiyaçlarını karşılamak üzere adım adım ilerleyen sıralı bir üretim döngüsüdür. Yazılım geliştirme planlamasının fonksiyonel boyutu, tahsis boyutu ve üretim boyutu olmak üzere üç jenerik zorluğu vardır. Fonksiyonel boyut, yazılım son hâlinde beklenen fonksiyonların gerçekleştirilmesi ile ilgilidir. Tahsis boyutu, fonksiyonel boyutta tanımlanan görevlerin sistemin bileşenlerine dağıtımı ile ilgilidir. Üretim boyutu ise müşteriye teslim edilecek hâle gelmiş yazılımı ifade eder.

4 Yazılımlar, ELD süreçleri desteğinde tasarlanan bir sistemin kendisinden beklenenleri karşılaması için sistemli bir mühendislik süreci ile geliştirilirler. Satın alma uzmanlığının amacı, spesifik bir uygulama için yazılım geliştirmek üzere gereken ihtiyaçları detaylı olarak sağlamaktır. Bu bilgiler sözleşmenin bir eki olarak veya kendi başına bir doküman da olabilir. Yazılımlar sadece donanımların kullanılmasına yarar. Yazılım geliştirme döngüsü adım adım ilerleyen sıralı bir üretim döngüsüdür. Yazılım geliştirme planlamasının fonksiyonel boyutu, tahsis boyutu ve üretim boyutu olmak üzere üç zorluğu vardır. Fonksiyonel boyut, yazılımın son hâlinde beklenen fonksiyonların gerçekleştirilmesi ile ilgilidir. Tahsis boyutu, fonksiyonel boyutta tanımlanan görevlerin sistemin bileşenlerine dağıtımı ile ilgilidir. Üretim boyutu ise müşteriye teslim edilecek hâle gelmiş yazılımı ifade eder. *Sistem Yazılım Döngüsü İhtiyaçları*; Sistemdeki yazılım bütünü için her bir elemanı için fonksiyonel, performans, ara yüz ve kalite gibi ihtiyaçlarını tanımlayarak sistem yazılım ihtiyaçlarının ilk analizi yapılır. Bu analiz fonksiyonel boyutun oluşturulmasını sağlar. *Yazılım İhtiyaç Analizi*; Fonksiyonel boyutun oluşturulmasının ardından yazılım bileşenlerini belirlemek için yazılım ihtiyaç analizi yapılır. Böylece satın alma için yazılım ihtiyaçları belirlenmiş olur. Bu süreç ELD sistemin tüm bileşenleri için yapılır ve yazılım geliştirme sürecinin tahsis aşaması da yapılmış olur. *İlk Tasarım*; Yazılım bileşenlerini her birinin detaylı yazılım ihtiyaçlarını geliştirmek için ilk tasarımlar bu aşamada yapılır. Aynı zamanda bu aşamada yazılım ihtiyaçları doküman edilir. Bu ilk analiz aynı zamanda destek yazılımları ihtiyaçlarının belirlenmesine de katkı sağlar. *Detaylı Tasarım*; İlk tasarım sonuçları kullanılarak detaylı tasarım yapılır. *Kodlama ve Birim Testi*; Bu aşamada detaylı tasarım sonuçları kodlanarak bilgisayar diline çevrilir. Donanım Yükleme Testleri Yükleme testleri önceki aşamalarda yapılan kodlamaların doğruluğunu ve yazılımların etkin ve sorunsuz çalıştığını tespit etmek için yapılır. *Değerlendirme* Donanım yükleme testleri ile birlikte bir seri kontrol mekanizması ile müşteriye yazılımların sorunsuz teslim edilmesi için yapılır. Yazılım güvenilirliği ihtiyaç duyulduğunda kendisinden bekleneni yerine getirmesini ifade eder. Yazılımlardaki gizli hatalar daha sonra ortaya çıkabilir. Bu nedenle çok detaylı analiz ve testlerle bu tür sorunlarla karşılaşmanın önüne geçilmeye çalışılır. ELD sürecinin üreticileri tarafından hazırlanan bazı dokümanlar, yazılımların operasyonel desteğinin nasıl yapılacağını anlatırlar.



5 Finans konusu sistemin tasarımında, sistemin altyapısında ve sistemin desteğinde farklı opsiyonlar ve alternatifler için karar verilmesinde kayda değer katkı sağlar. ELD kapsamında üretilen bir sisteme sahip olmanın maliyetini öngörmek, ömür devri boyunca sistemin geliştirilmesi süreçlerinin ve bu süreçlerde kullanılan usullerin çok iyi kavranmasını gerektirir. Sistem öncesi tedarik aşaması fiili süreçlerin başlamasından önceki tüm tedarik süreçlerini kapsar. Sistem tedariki gibi sistem alındığı anda gerçekleştirilen tüm eylemleri kapsar ve sistem ile sistemin ilk desteklenme maliyetlerini içerir. Sistemin kullanımı, sahip olma, kullanma, destekleme ve elden çıkarma faaliyetlerinden kaynaklanan tüm maliyetleri içerir. Tecrübeler, en yüksek maliyetin kullanım esnasında oluştuğunu gösterse de maliyet ile ilgili radikal kararların büyük çoğunluğu tedarik öncesi alınır. ELD süreçlerinde satın alınacak sistem çoğunlukla piyasada hazır bulunmaz. Bu durumlarda üretici ve müşteri tasarım sürecini birlikte tasarladıklarından tedarik süreçleri ömür devri sürecine bağlı olarak değişir. Ömür devri ihtiyacın belirlenmesi ile başlar, sistemin elden çıkarılması ile biter. ELD süreçlerinde satın alınacak sistemin toplam maliyeti sistem bileşenlerin maliyetlerinin toplamı ile belirlenir. Genelde pratikte ARGE maliyeti ve yatırım maliyeti olarak iki farklı grupta toplanır. Sistemin her anlamda daha iyi seviyede olması için yapılan teknolojik ve idari geliştirmelerde oluşan maliyetler ARGE maliyetleridir. Yatırım maliyetleri, sistemin tüm kullanım ve destek maliyetlerini kapsarlar. Ömür devri maliyetinin tümünü kapsamadığına dikkat ediniz. Sistemin en yüksek maliyeti operasyon ve destek maliyetleridir. Doğrudan ve dolaylı maliyetler olarak ikiye ayrılır. Doğrudan maliyetler, sistemden kullanımı ile ortaya çıkan personel, yedek parça, değişen parça, destek ekipmanı, tesisler, bakım, eğitim, teknik veri, ikmal desteği, modifikasyon, tehlikeli maddelerin elden çıkarılması gibi maliyetlerdir. Dolaylı maliyetler ise bunların kullanılması ile ortaya çıkan maliyetlerin dışında kalan ve sistemin sahibinin katlanması zorunda olan maliyetlerdir. Sisteme sahip olma maliyetinin öngörülmesi için ömür devri maliyeti, ömür devri içindeki maliyet ve tüm ömür devri maliyetinin öngörülmesi gerekir. ELD sistemleri çok karmaşık olduklarından öngörülen maliyetler ile gerçekleşen maliyetler arasında çok fark olabilir. Bu farkın azaltılması müşteri ile üretici arasındaki olası birçok sorunun yaşanmasının önüne geçilir.

1 Tüm diğer süreçlerde olduğu gibi ELD süreçlerinin de insansız tasarlanması düşünülemez. Sistemleri oluşturan makinalar, ne kadar akıllı olsa da ancak insanla tamamlanır. İnsan-makine ara yüzlerini oluşturmak ELD süreçlerimde çözülmesi gereken sorunların başında gelmektedir.

Yukarıdaki açıklama ELD süreçlerinden hangisinin önemini belirtmek için yapılmıştır?

- A. İnsan Kaynakları
- B. Makine Yönetimi
- C. Ara yüzlerini oluşturma
- D. ELD süreçleri
- E. Yazılım süreçleri

2 Sistemin tasarımında öngörüldüğü gibi kendisinden beklenenleri karşılayabilmesinin ön koşullarındandır. Aşağıdakilerden hangisi bunlardan birisi **değildir**?

- A. Çevre
- B. Alan / Hacim
- C. Bilgi
- D. Zaman
- E. Arıza giderme

3 İnsan kaynakları süreçlerinin ELD ile tasarlanan sistemlerin üretim süreçlerine eklenmesinin tasarımı ve geliştirmemesine etki eden dinamikler aşağıda sıralanmıştır. Aşağıdakilerden hangisi bunlardan birisi **değildir**?

- A. İnsan ile makine arasındaki (fiziksel, görsel, sesli) fiziksel ara yüzler,
- B. İnsan ile insan arasındaki (fiziksel, görsel, sesli) fiziksel ara yüzler,
- C. Kullanıcı veya bakım personelinin konforu,
- D. Personel Maaşları
- E. Karşılaşılabilecek nem ısı gibi faktörler,

4 Tüm ELD sistemlerinin tasarım süreçlerinde sistemin kendisinden beklenenleri yerine getirebilmesi için insan kaynakları süreçleri tasarımın her aşamasında dikkate alınır. Bu maksatla aşağıdakilerden hangisi göz önünde bulundurulur?

- A. İşletim ve bakım,
- B. Elastikiyet
- C. Ekipman ve teçhizatının güvenilirliği,
- D. Emniyeti ve etkinliği
- E. Teknik yetkilere uymak

5 ELD sürecinde kullanımdaki birçok insan-makine ara yüzünde faaliyetler ..... ile yürütülür. Bunlar sistemi kullanan operatörün sistemi yönlendirirken veya çalıştırırken ihtiyaç duyduklarının tümüdür.

Yukarıdaki cümledeki (noktalı) boşluk aşağıdakilerden hangisi ile doldurulur?

- A. Kontroller ve Göstergeler
- B. Teknik yayınlar
- C. İşaret çubuğu
- D. Sinyal lambası
- E. İdari yayınlar

6 Sistemin operatörünün belirlenen koşullarda fiziksel rahatlığı temin edilmiş ergonomik bir ortamda çalışmasının sağlanması gerekir. Çevre konusu tasarım süreçlerine üç farklı başlık altında entegre edilir. Bunlar aşağıdakilerden hangileridir?

- A. Tasarlanamayan kriterler, Döngüsel kriterler ve Sistemden kaynaklanmayan kriterler
- B. Tasarlanamayan kriterler, Döngüsel kriterler ve Sistemden kaynaklanan kriterler
- C. Tasarlanabilen kriterler, Tasarım dışındaki kriterler ve Sistemden kaynaklanan kriterler
- D. Tasarlanabilen kriterler, Döngüsel kriterler ve Sistemden kaynaklanan kriterler
- E. Tasarlanamayan kriterler, Tasarım dışındaki kriterler ve Sistemden kaynaklanan kriterler

7 Türkçe karşılığı insan vücudunu ölçme bilimi olan ve sistemin tasarımında insan makine ara yüzünün oluşturulmasında kullanılan bilim dalı aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Antropometri
- B. Gastronomi
- C. Topoloji
- D. Jeoloji
- E. Antropoloji

8 'Spesifik bir uygulama için yazılım geliştirmek için gereken ihtiyaçları detaylı olarak sağlamaktır. Bu bilgiler sözleşmenin bir eki olarak veya kendi başına bir doküman da olabilir.' Cümlelerinde aşağıdakilerden hangisinden bahsedilmektedir?

- A. Pazarlama uzmanlığı
- B. Satın alma uzmanlığı
- C. Yazılım uzmanlığı
- D. Donanım uzmanlığı
- E. Kalite uzmanlığı

9 ELD sistemlerinde yazılımlardan ihtiyaç duyulan fonksiyonları yerine getirmesi beklenir. ELD donanımları tamamlandıktan sonra yazılımlar yüklenir ve kullanılmaya başlar. Bu nedenle yazılımların tasarımı donanıma bağlı olarak başlamalıdır. Aşağıdakilerden hangisi yazılım tasarımına etki eden bazı faktörlerden birisi değildir?

- A. Uygulama ara yüzünü tamamlamak
- B. Tek ve standart bir lisan kullanımı
- C. Tek ve standart bir kodlama yaklaşımı
- D. Tekrar kullanılabilir kodlar geliştirmek
- E. Modüler kodlama yapısından kaçınmak

10 'ELD kapsamında üretilen bir sistemin veya tedarik edilen bir bileşenin ömür devri boyunca oluşacak toplam maliyetin öngörülmesi oldukça önemlidir. Sistemin tasarımında, sistemin altyapısında ve sistemin desteğinde farklı opsiyonlar ve alternatifler için karar verilmesinde kayda değer katkı sağlar.' cümlelerinde aşağıdakilerden hangisinden bahsedilmektedir?

- A. Kar
- B. Faiz
- C. Finans
- D. Ekonometri
- E. Tasarruf



1. A	Yanıtınız yanlış ise “İnsan Kaynakları” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	6. C	Yanıtınız yanlış ise “Çevre” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
2. E	Yanıtınız yanlış ise “İnsan Kaynakları” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	7. A	Yanıtınız yanlış ise “Antropometry” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
3. D	Yanıtınız yanlış ise “İnsan Kaynakları” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	8. B	Yanıtınız yanlış ise “Satın Alma Uzmanlığı” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
4. B	Yanıtınız yanlış ise “İnsan Kaynakları” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	9. E	Yanıtınız yanlış ise “Yazılımlar” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
5. A	Yanıtınız yanlış ise “Kontroller ve Göstergeler” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	10. C	Yanıtınız yanlış ise “Finans” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

7

### Araştır Yanıt Anahtarı

#### Araştır 1

Tasarım sürecinde, insan makine-ara yüzlerinin sürekli olarak geliştirilebilecek ve sistemin değişimine ayak uydurabilecek şekilde oluşturulmasına dikkat edilir. İnsan kaynakları süreçlerinin ELD ile tasarlanan sistemlerin üretim süreçlerine eklenmesinin tasarımı ve geliştirilmesine etki eden dinamikler aşağıda sıralanmıştır.

- İnsan ile makine arasındaki (fiziksel, görsel, sesli) fiziksel ara yüzler,
- İnsan ile insan arasındaki (fiziksel, görsel, sesli) fiziksel ara yüzler,
- Kullanıcı veya bakım personelinin konforu,
- Ekipman elleçleme ihtiyaçları,
- Karşılaşılabilecek nem ısı gibi faktörler,
- Yağmur, çamur, kar gibi iklim koşulları,
- Titreşim ses gibi tezgâh, ekipman vb. çevre koşulları,
- Kullanılabilir yer (alan ve/ veya hacim),
- Eldiven, Tulum, maske gibi donanımlarının işe etkisi,
- Görev ile ilgili ihtiyaçlar

Sistemin operatörünün belirlenen koşullarda fiziksel rahatlığı temin edilmiş ergonomik bir ortamda çalışmasının sağlanması gerekir. Çevre konusu tasarım süreçlerine tasarlanabilen kriterler, tasarım dışındaki kriterler ve sistemden kaynaklanan kriterler olmak üzere üç farklı başlık altında entegre edilir. ELD kapsamında tasarlanacak bir iş dozer operatörünün daha rahat koşullarda çalışabilmesi için çalışma kabinin iç sıcaklığı veya aydınlatması göstergelerinin konumu iç hacmi tasarım aşamasında belirlenebilir. Bu nedenle bu gibi kriterler, tasarlanabilen kriterler başlığı altında sınıflandırılır. Ancak bir dozer -40 derecede gibi çok soğuk havalarda karlı yolları açmada kullanılabileceği gibi çöl ikliminde çok aşırı sıcaklarda inşaat şantiyelerinde de kullanılabilir. Ancak bunların süreleri ve koşulları üretim aşamasında bilinemeyebilir. Uzun ömür devirli bu tür iş makineleri çok farklı ortamlarda kullanılabilirliklerinden onları kullanan operatörlerin uygun ortamda çalışacak olması tasarımda dikkate alınır. Bu tür kriterler öngörülmelerinin güçlüğü nedeni ile tasarım dışındaki kriterler olarak sınıflandırılır. Son olarak sistemden kaynaklanan kriterler olarak bilinen ve operatörün iş makinasını kullanırken iş makinasının yarattığı titreşim, gürültü gibi çalışma ortamını olumsuz etkileyecek kriterler insan faktörünü sisteme entegre ederken kullanılır.

## Araştır Yanıt Anahtarı

### Araştır 2

Yazılım geliştirme döngüsü SAU ihtiyaçlarını karşılamak üzere adım adım ilerleyen sıralı bir üretim döngüsüdür. Yazılım geliştirme planlamasının fonksiyonel boyutu, tahsis boyutu ve üretim boyutu olmak üzere üç jenerik zorluğu vardır. Fonksiyonel boyut, yazılımın son hâlden beklenen fonksiyonlarının gerçekleştirilmesi ile ilgilidir. Tahsis boyutu, fonksiyonel boyutta tanımlanan görevlerin sistemin bileşenlerine dağıtımı ile ilgilidir. Üretim boyutu ise müşteriye teslim edilecek hâle gelmiş yazılımı ifade eder.

*Sistem Yazılım Döngüsü İhtiyaçları;* Sistemdeki yazılım bütünü her bir elemanı için fonksiyonel, performans, ara yüz ve kalite gibi ihtiyaçlarını tanımlayarak sistem yazılım ihtiyaçlarının ilk analizi yapılır. Bu analiz fonksiyonel boyutun oluşturulmasını sağlar.

*Yazılım İhtiyaç Analizi;* Fonksiyonel boyutun oluşturulmasının ardından yazılım bileşenlerini belirlemek için yazılım ihtiyaç analizi yapılır. Böylece satın alma için yazılım ihtiyaçları belirlenmiş olur. Bu süreç ELD sistemin tüm bileşenleri için yapılır ve yazılım geliştirme sürecinin tahsis aşaması da yapılmış olur.

*İlk Tasarım;* Yazılım bileşenlerini her birinin detaylı yazılım ihtiyaçlarını geliştirmek için ilk tasarımlar bu aşamada yapılır. Aynı zamanda bu aşamada yazılım ihtiyaçları dokümanite edilir. Bu ilk analiz aynı zamanda destek yazılımları ihtiyaçlarının belirlenmesine de katkı sağlar.

*Detaylı Tasarım;* İlk tasarım sonuçları kullanılarak detaylı tasarım yapılır. Her bir yazılım bileşeninin fonksiyonel ihtiyaçlarını tasarlamak üzere icra edilir. Detaylı tasarım aynı zamanda ara yüz ihtiyaçlarının, süreç girdi ve çıktılarının belirlenmesinde bir yol haritası görevi yapar. Detaylı tasarımın son hâli ELD operasyonunun bilgisayar diline göre yazılmaya hazır hâlidir.

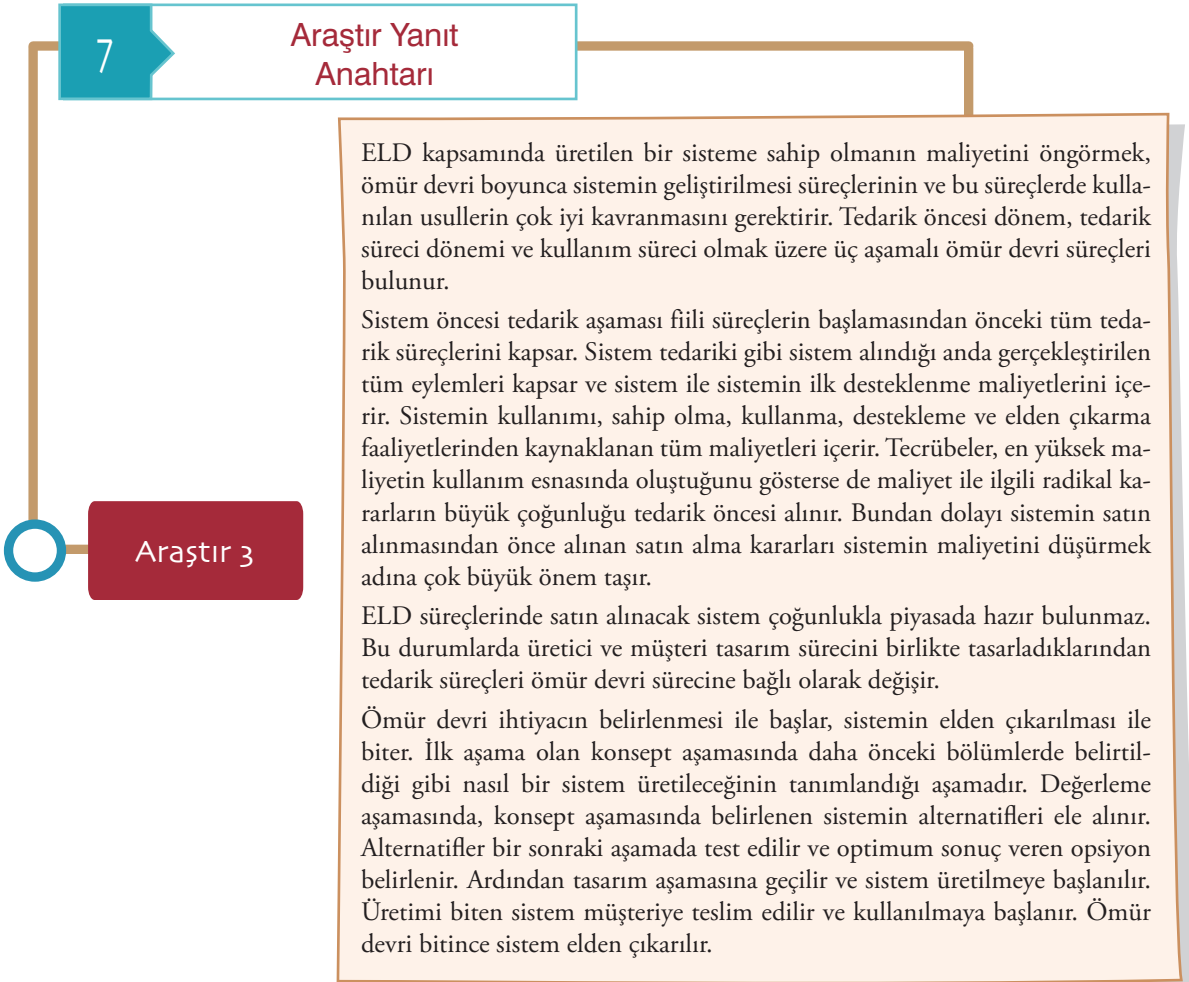
*Kodlama ve Birim Testi;* Bu aşamada detaylı tasarım sonuçları kodlanarak bilgisayar diline çevrilir. Bu sayede bilgisayarlar operasyonu kendi işlemcilerinde kullanabilir hâle gelerek ELD sisteminin yönetimine yardımcı olurlar.

*Donanım Yükleme Testleri* Yükleme testleri önceki aşamalarda yapılan kodlamaların doğruluğunu ve yazılımların etkin ve sorunsuz çalıştığını tespit etmek için yapılır.

*Değerlendirme* Donanım yükleme testleri ile birlikte bir seri kontrol mekanizması ile müşteriye yazılımların sorunsuz teslim edilmesi için yapılır.

ELD donanımları tamamlandıktan sonra yazılımlar yüklenir ve kullanılmaya başlar. Bu nedenle yazılımların tasarımı donanıma bağlı olarak başlamalıdır. Diğer taraftan donanımların da yazılımı taşıma kapasitelerine sahip olması beklenir. Aşağıda yazılım tasarımına etki eden bazı faktörler sıralanmıştır;

- Uygulama ara yüzünü tamamlamak,
- Tek ve standart bir lisan kullanımı,
- Tek ve standart bir kodlama yaklaşımı,
- Tekrar kullanılabilir kodlar geliştirmek,
- Modüler kodlama yapısı oluşturmak,
- Programın girdi ve çıktılarını açık ve net olarak ifade etmek,
- Test kriterleri ve teşhis rutinleri,
- Birim geliştirme kayıtlarına sıkı bağlılık.



## Kaynakça

- Jones V. James (2006) V. **Integrated Logistics Support Handbook, (3<sup>rd</sup> Edition)** New York: McGraw-Hill.
- Keskin, M. Hakan (2018). **Lojistik El Kitabı, Küresel Aktörlerin Lojistik Pratikleri, Kavramlar, Prensipler, Uygulamalar** (III. Baskı) Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Military Standards DOD-HDBK 743 **Antropometry**, Department of Defense, United States of America.
- Military Standards DOD-STD 2167 **Defence System Software Development**, Department of Defense, United States of America.
- Military Standards MIL-H-46855B **Human Engineering Requirements for Military Systems**. Department of Defense, United States of America.
- Military Standards MIL-HDBK759A **Human Factors Engineering Design for Army Material**, Department of Defense, United States of America.
- Military Standards MIL-STD 1472 **Human Engineering Design Criteria for Military Systems, Equipments and Facilities**, Department of Defense, United States of America.

# Bölüm 8

## Lojistik Destek Analizi ve Planı

### öğrenme çıktıları

#### 1 Lojistik Destek Analizi Kavramı ve Hedefleri

- 1 Lojistik destek analizi kavramını tanımlayarak açıklayabilme

#### 2 Lojistik Destek Analizi Programı

- 2 Lojistik destek analizi programı kavramını tanımlayabilme

#### 3 Program Planlama ve Kontrol

- 3 Lojistik destek planının ne için yapıldığını ve içeriğini kavrama

#### 4 Görev ve Destek Sistemlerinin Tanımı

- 4 Lojistik destek programının süreçlerini ve detaylarını bilme

#### 5 Programın Uygulanması

- 5 Lojistik destek programının uygulanmasının önemini ve usulünü bilme

**Anahtar Sözcükler:** • Lojistik Destek Analizi • Lojistik Destek Planı • Desteklenebilirlik • Sürdürülebilirlik  
• Lojistik Destek Tasarımı • Lojistik Destek Programı



## GİRİŞ

Lojistik destek analizi, entegre lojistik destek süreçlerinin en etkin araçlarından birisidir. İlk hedef lojistik destek kriterlerini oluşturmakla ilgilidir. Bu hedefe ulaşabilmek için sistemi oluşturan ekipman tasarım sürecinde değişiklik yapılır. İkincisi sistemin lojistik desteğini sağlarken karşılaşılabilecek sorunları tespit etmenin yanı sıra bu sorunların neden olabileceği maliyetleri engellemek ile ilgilidir. Üçüncü hedef tasarlanan sistemin kullanılmaya başlamasından elden çıkarılmasına kadar olan tüm süreçlerde sistemin kendisinden beklenenleri yerine getirilebilmesi için nelere ihtiyaç duyulacağını belirlemektir. Son hedefte beklenen bir veri tabanı oluşturulmasıdır. Sistemlerin ve diğer ekipmanların tasarımı ve geliştirilmesi için lojistik destek analizi programının oluşturulması ve uygulanması gereklidir. Burada asıl amaç, süreçlerdeki tüm tarafların sistemin performansı, desteklenebilirliği ve sahip olma maliyeti gibi hedefler arasında olası en üst seviyede dengenin sağlanmasıdır. Lojistik destek analiz süreçlerinde ELD süreçlerinin başarılmaları için en faydalı olduğu bilinen olaylar mantıklı bir sıra içinde birbirlerini takip ederler. Süreçlerin başarısı eğitim ve uygulamanın başarısına bağlıdır. Tedarik (satın alma) süreçlerindeki ölçümlenebilir desteklenebilirlik niteliklerini izleyebilmek önem taşır. Lojistik destek analiz programının, her bir spesifik tedarik program hedefini kapsamaması gerekir. Bu nedenle desteklenebilirlik hedeflerini gerçekleştirmek için planın nasıl uygulanacağını anlaması önemlidir.

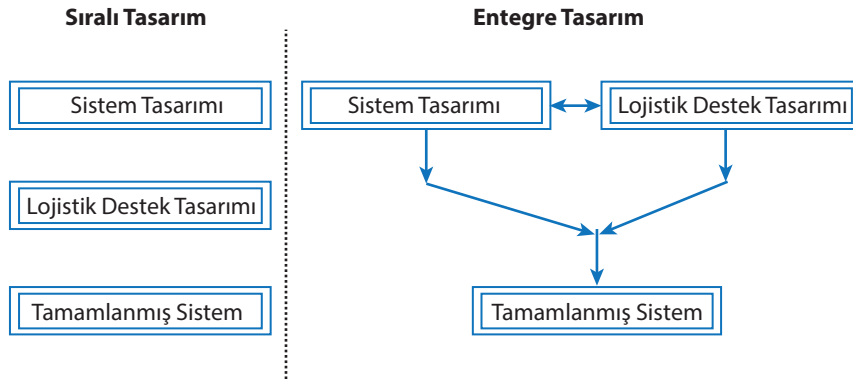
## LOJİSTİK DESTEK ANALİZİ KAVRAMI VE HEDEFLERİ

Lojistik destek analizi, entegre lojistik destek süreçlerinin en etkin araçlarından birisidir. LDA'nın

(ilk üçü bu kitabın daha önceki bölümlerinde detayları verilen) dört temel hedefi bulunur;

- Tasarım kararlarını etkileyecek lojistik destek kriterlerini oluşturmak,
- Destek problemlerini ve ilk maliyet nedenlerini tanımlamak,
- Sistem ömür devri boyunca gerek duyulacak lojistik destek kaynak ihtiyaçlarını belirlemek,
- Tek bir lojistik destek bilgi veri tabanı oluşturmak,

İlk hedef lojistik destek kriterlerini oluşturmakla ilgilidir. Bu hedefe ulaşabilmek için sistemi oluşturan ekipman tasarım sürecinde değişiklik yapılır. İkincisi sistemin lojistik desteğini sağlarken karşılaşılabilecek sorunları tespit etmenin yanı sıra bu sorunların neden olabileceği maliyetleri engellemek ile ilgilidir. Üçüncü hedef, tasarlanan sistemin kullanılmaya başlamasından elden çıkarılmasına kadar olan tüm süreçlerde sistemin kendisinden beklenenleri yerine getirilebilmesi için nelere ihtiyaç duyulacağını belirlenmesidir. Son hedefte beklenen bir veri tabanı oluşturulmasıdır. Oluşturulması beklenen veri tabanı klasik bir veri tabanından ziyade tüm ELD süreçlerini kapsayan ve her birini diğerini bütünler olacak şekilde tasarlanan tek bir veri tabanıdır. Lojistik destek analizine başlamadan önce ELD süreçlerinin kapsadığı her bir disiplin için veri toplanır, bu veriler analiz edilir ve daha sonra kullanılmak üzere depolanır. Ancak her bir süreç için ayrı ayrı icra edilen süreçlerin bazıları diğeri ile çelişebilir veya bir diğeri ile uyumsuzluk göstermesi sistemin sürdürülebilirliğine engel olabilir. Tek bir veri tabanı oluşturmak bu tür sorunların yaşanmasına engel olur.



Şekil 8.1 Sıralı ve Entegre Tasarım Uygulamaları

Lojistik destek analizinin başarılı olması yukarıda kısaca bahsedilen dört hedefi de kapsayan bir programın uygulanmasına bağlıdır. Bu uygulama **Şekil 8.1**'de gösterildiği gibi sıralı ve entegre olmak üzere iki farklı usulle yapılır. Şekilden de anlaşılacağı üzere ikisi arasındaki temel fark lojistik destek tasarımının hangi aşamada yapıldığıdır. Sıralı usul tercih edildiğinde ilk hedefin öncelikli olarak gerçekleşmemesi durumunda başarılı olunmasına imkân yoktur. Bu nedenle tüm sistemin kendisinden beklenenleri yerine getirmesi için entegre tasarım tercih edilir.

Lojistik destek analizlerinin, analizlerin yapılması ve elde edilenlerin kayıt altına alınması olmak üzere iki önemli bölümü vardır. Pratikte en sık karşılaşılan sorunlardan birisi gerçekte analiz bir tarafa bırakılıp verilerin kaydedildiği taraf olan dokümantasyon süreçlerine odaklanılmasıdır. Normalde lojistik destek analiz programları, kapsadığı her bir programın spesifik ihtiyaçlarını detaylı tanımlayacak şekilde oluşturulurlar. Bu sayede oldukça kompleks olan sistemlerin spesifik ihtiyaçlarının belirlenmesi ve karşılanması mümkün olur ve bürokratik işlemlerden daha çok analiz yapılmasına imkân sağlanır. Lojistik destek analizlerinin entegre lojistik süreçlerini planlamakta ve destek kaynak ihtiyaçlarının sağlanmasında kullanılan etkin bir yönetim olduğu kanıtlanmıştır.



## LOJİSTİK DESTEK ANALİZİ PROGRAMI

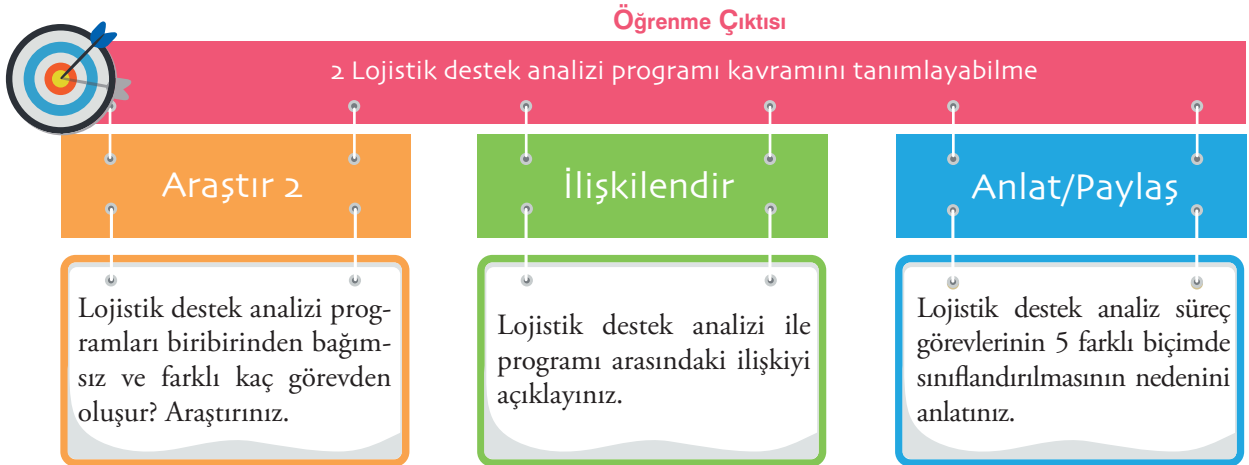
Sistemlerin ve diğer ekipmanların tasarımı ve geliştirilmesi için lojistik destek analizi programının oluşturulması ve uygulanması gereklidir. Burada asıl amaç, süreçlerdeki tüm tarafların sistemin performansı, desteklenebilirliği ve sahip olma maliyeti gibi hedefler arasında olası en üst seviyede dengenin sağlanmasıdır. Süreçlerin başarısı eğitim ve uygulamanın başarısına bağlıdır. Tedarik (satın alma) süreçlerindeki ölçümlenebilir desteklenebilirlik niteliklerini izleyebilmek önem taşır.



Tablo 8.1 Lojistik Destek Analiz Programının Görev Dağılımı

<b>Görev Bölümü I</b> <b>Program Planlama ve Kontrol</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alt Görev I: Erken Lojistik Destek Analiz Stratejisi</li> <li>• Alt Görev II: Lojistik Destek Planı</li> <li>• Alt Görev III: Program ve Tasarımın Gözden Geçirilmesi</li> </ul>
<b>Görev Bölümü II</b> <b>Görev ve Destek Sistemlerinin Tanımı</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alt Görev IV: Pratik Çalışması</li> <li>• Alt Görev V: Görev Yazılımı, Donanımı ve Destek Sistemleri Standardizasyonu</li> <li>• Alt Görev VI: Karşılaştırmalı Analiz</li> <li>• Alt Görev VII: Teknolojik Fırsatlar</li> <li>• Alt Görev VIII: Desteklenebilirlik ve Desteklenebilirlik ile İlgili Tasarım Faktörleri</li> </ul>
<b>Görev Bölümü III</b> <b>Alternatiflerin Hazırlanması ve Değerlemesi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alt Görev IX: Fonksiyonel İhtiyaçların Tanımlanması</li> <li>• Alt Görev X: Destek Sistemlerinin Alternatifleri</li> <li>• Alt Görev XI: Alternatiflerin Değerlemesi ve Birbirleri Arasındaki Mukayesesi</li> </ul>
<b>Görev Bölümü IV</b> <b>Lojistik Destek İhtiyaç Kaynaklarının Tanımlanması</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alt Görev XII: Görev Analizi</li> <li>• Alt Görev XIII: Erken Saha Analizi</li> <li>• Alt Görev XIV: Üretim Sonrası Destek Analizi</li> </ul>
<b>Görev Bölümü V</b> <b>Desteklenebilirliğin Değerlendirilmesi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alt Görev XV: Desteklenebilirlik Testi</li> <li>• Alt Görev XVI: Desteklenebilirlik Değerlemesi</li> <li>• Alt Görev XVII: Desteklenebilirlik Onaylanması</li> </ul>

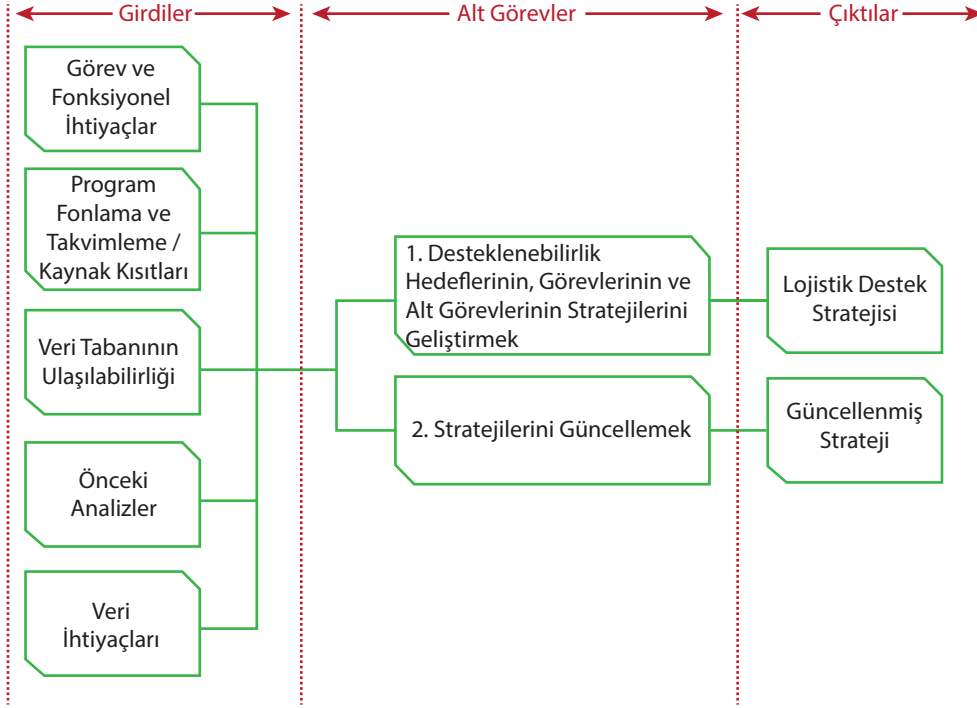
Lojistik destek analizi programları birbirinden bağımsız ve farklı 15 görevden oluşur. Bu 15 görev kendi içinde **Tablo 8.1**'de gösterildiği gibi program planlama ve kontrol, görev ve destek sistemlerinin tanımı, lojistik destek ihtiyaç kaynaklarının tanımlanması ve desteklenebilirliğin değerlendirilmesi olmak üzere beş ana bölümde toplanır.



## PROGRAM PLANLAMA VE KONTROL

Program planlama ve kontrol bölümü aslında strateji, planlama ve denetimler olmak üzere üç temel sütun üzerinde tasarlanır. Bu bölümde ilk aşamalarda uygulanacak lojistik destek analiz stratejileri bulunur, buna bağlı olarak lojistik destek planı yapılabilirken program ve tasarım denetimlerinin esasları da bu bölümde ortaya konulur. Birinci bölüm içeriğinin doğası gereği, diğer tüm aşamalarda geri dönüşlü içeriğine

bakılan bir bölümdür. Süreç içerisinde geliştirilecek diğer tüm stratejilerinden erken lojistik destek analiz stratejileri bölümünde bahsedilir. Bu bölümden tüm ELD aktörleri için sistemin herhangi bir sürecine başlamadan önce nelerin yapılması gerektiği ve nelerden kaçınılması gerektiği gibi veriler bulunur. **Şekil 8.2**'de ilk aşamada strateji süreçlerinin tasarımının nasıl yapıldığı en genel hâli gösterilmiştir.

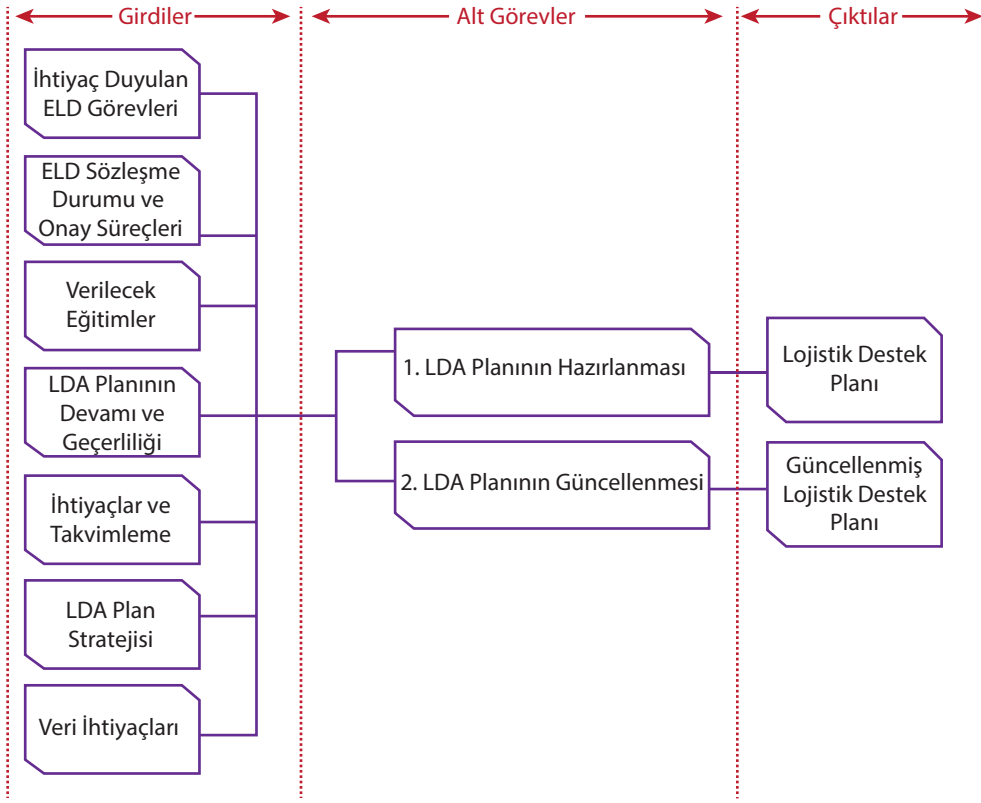


Şekil 8.2 İlk Aşamada LDA Strateji Süreçlerinin Tasarımı

Program planlama ve kontrol başlıklı bu bölüm ağırlıklı olarak üretici değil müşteri tarafından gelecek taleplere göre ve henüz taraflar arasında herhangi bir resmi sözleşme imzalanmadan önce oluşturulur. Şekilde girdiler bölümünde gösterilen görev ve fonksiyonel ihtiyaçlar, programların nasıl fonlanacağı ve bu işlemin nasıl bir takvime bağlanacağı, süreçlerde ne gibi kaynak kısıtları ile karşılaşılacağı, sistem hakkında elde edilen verilerin ulaşılabilirlik durumu, daha önce yapılan analizlerin sonucu ve oluşan yeni veri ihtiyaçları gibi konular ağırlıklı olarak müşteriler tarafından gelen talepler doğrultusunda oluşturulur. Bahsedilen bu girdilerin analizi sonucunda alt görevler de belirlenmiş olur.

Alt görevlerden birisi olarak geliştirilen strateji, sistemin oluşturulmasında oldukça etkin bir araçtır. Yeni oluşturulacak sistemin önerilen tasarımını, bakım konseptini ve sistemin nasıl kullanılacağına esaslarını içerir. ELD süreçlerindeki hangi görevlerin yerine getirilmesi gerektiğini gösterdiği için aynı zamanda yapılan yatırımın geri dönüşünün gerçekleşme oranı hakkında da fikir verir. ELD süreçlerinin nasıl fonlanacağı sorusuna cevap bulunabilmesi için sistemi geliştirmenin maliyetinin belirlenmesi gerekir. Bu bölümde alt görevlerden birisi de bu maksat ile oluşturulur. Sadece maliyetin miktarı değil aynı zamanda bu işlemin nasıl bir takvime bağlanacağı da belirlenir. Böylece ELD sisteminin bütçesi için gerekenler ana hatları ile ortaya konulmuş olur. Alt görevler bölümünün stratejilerin geliştirilmesi, maliyet konusundan sonra üçüncü ve son aşama stratejilerin güncellenmesi sürecidir. Bu süreç sistemi oluşturma için yapılan programda yol aldıkça gelişir. Değişim, stratejinin kendisinin güncellenmesini kapsayacağı gibi ana tasarım değişimlerini, fonlama yapısının değişimi gibi alt süreçleri de kapsar.

Program planlama ve kontrol başlıklı bu bölümün ikinci alt görevi lojistik destek planının yapılmasıdır. **Şekil 8.3**'te lojistik destek planının nasıl oluşturulduğu gösterilmiştir.



Şekil 8.3 Lojistik Destek Planının Yapılma ve Güncelleme Süreçleri

Lojistik destek planı, ELD süreçlerini ve usullerini yönetmek ve kontrol etmek için kullanılır. Plan süreçlerdeki her programının gerektirdiği sorumluluklarının detaylarını içerir. Lojistik destek planı hazırlanırken esas alınacak faktörler aşağıda sıralanmıştır;

- Uygulama yöntemlerine odaklanma,
- (Alt Görev II: Lojistik Destek Planı) detaylarını içermek,
- Mümkün olduğunca spesifik olmak,
- Spesifik olunamadığında genel yaklaşımı belirlemek,
- Neyin nasıl yapılacağını tanımlamak,
- Neyin yapılmayacağını ve nedenlerini tanımlamak,
- Müşterinin beklentilerinin ne olduğunu tanımlamak.

Bu faktörlerin lojistik destek planının içeriğinde noksatsız olarak yer alması planın başarılı bir şekilde icra edilmesinin ön koşuludur. *'Neyin nasıl yapılacağını tanımlamak'* faktörünün lojistik destek planında olması demek sistemin kullanılması ve bakımı esnasında yapılacakların planda net olarak belirlenmiş olmasının gereğini ifade eder.

Tablo 8.2 Lojistik Destek Planı

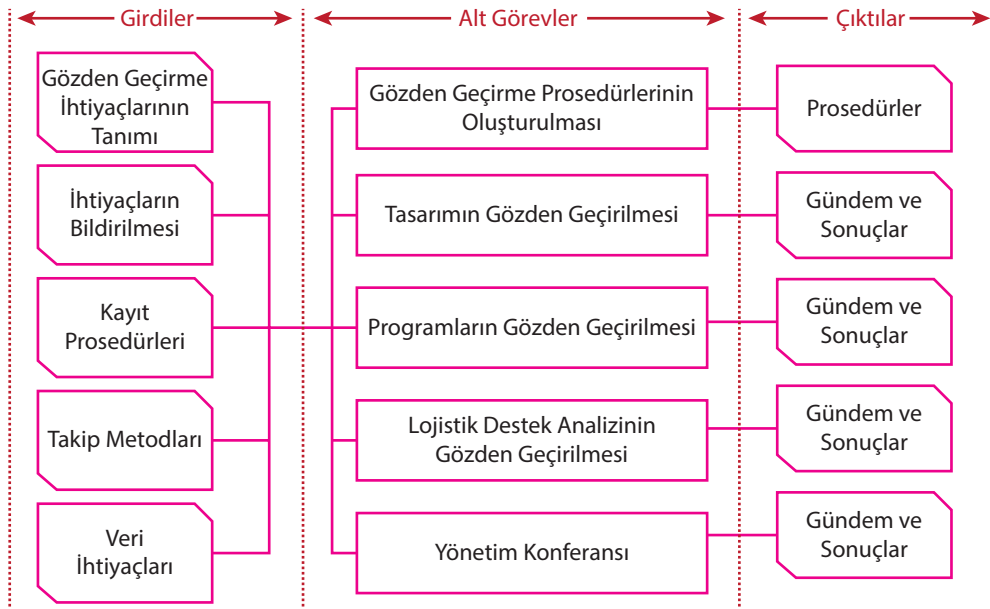
Lojistik Destek Planı	
<b>1.0 Giriş</b>	<b>1.1</b> Planının Amacı <b>1.2</b> Planının Kapsamı <b>1.3</b> Kaynaklar (Refreans Dokümanlar) <b>1.4</b> Plan Özeti <b>1.5</b> Planının Güncelleme Süreci
<b>2.0 Sistem Tanıtımı</b>	<b>2.1</b> Donanım ve Yazılım Tanıtımı <b>2.2</b> Destek Ekipman Tanıtımı
	<b>2.2.1</b> Genel Maksatlı Olanlar <b>2.2.2</b> Özel Destek Ekipmanları <b>2.3</b> Bakım Konsepti
<b>3.0 Lojistik Destek Analiz Süreci</b>	<b>3.1</b> Amaç ve Kapsam <b>3.2</b> Lojistik Destek Analiz Uygulaması <b>3.3</b> Lojistik Destek Analiz Süreçleri <b>3.4</b> Lojistik Destek Analiz Kayıtları <b>3.5</b> Lojistik Destek Analiz Kontrol Numaraları <b>3.6</b> Lojistik Destek Analiz Adaylarının Seçimi <b>3.7</b> Verilerin Otomasyon Eşliğinde İşlenmesi <b>3.8</b> Lojistik Destek Analiz Kayıtlarının Özetleri <b>3.9</b> Lojistik Destek Analiz Kayıtlarının Güncellenmesi <b>3.10</b> Lojistik Destek Analiz Kayıtlarının Dağıtımı
	<b>3.2.1</b> Sistem Seviyesinde Lojistik Destek Analizi <b>3.2.2</b> ELD Seviyesinde Lojistik Destek Analizi <b>3.2.3</b> Desteklenebilirlik Değerlemesi ve Onayı <b>3.3.1</b> Lojistik Destek Analizi Girdileri <b>3.3.2</b> Lojistik Destek Analizi Görevleri <b>3.3.3</b> Lojistik Destek Analizi Modelleme Teknikleri <b>3.4.1</b> Girdi Veri Sayfaları <b>3.4.2</b> Veri Sayfa Örnekleri
	<b>4.1</b> Lojistik Destek Analizinde Sorumluluklar <b>4.2</b> Müşteri Arayüzleri <b>4.3</b> Yüklenici Arayüzleri <b>4.4</b> Lojistik Destek Program Takvimi
	<b>4.1.1</b> Veri Sayfası Sorumluluğu <b>4.1.2</b> Girdi Veri Sorumluluğu <b>4.2.1</b> Organizasyon <b>4.2.2</b> ELD Organizasyonu <b>4.2.3</b> Lojistik Destek Analizi İletişimi <b>4.3.1</b> Müşteri Kontrolü <b>4.3.2</b> Yüklenici Kontrolü



Resim 8.1

Plan, ELD aktörlerinden müşteriden daha çok tedarikçinin sorumluluğunda olduğundan tedarikçinin tüm süreç uygulamalarının detaylarına sahip olması gerekir. Planın yapılabilmesinin ön koşulu, lojistik destek analiz programının tümünün detaylı biçimde tanımlanmış olmasıdır. Bir başka ifade ile kabul edilebilir bir plan her bir görevin nasıl başarılı olacağını açıklamasını, bu görevlerin başlama bitiş tarihlerini içeren bir takvimi, görevler için ihtiyaç duyulan verileri, LDA hedeflerine ulaşılması için elde edilenlerin nasıl kullanılacağı gibi hususları kapsar. Plan her disiplinden maksimum faydayı sağlayacak şekilde ELD süreçlerindeki stratejilerin her bir ELD eylemine entegre edilmesini sağlar. **Tablo 8.2**'de verilen bir lojistik destek planı içerik örneğinde planın lojistik destek analizinin tüm unsurlarını kapsadığına dikkat ediniz.

Lojistik destek planı, ELD programı değiştikçe doğal olarak planın kapsamındaki süreçler ve/veya usuller de güncellenir. ELD sistemleri için yapılan planların hazırlanması sürecinde bu değişimlere bağlı olarak bir araya gelirler, yaptıkları toplantılarda sistemin tümünü etkileyebilecek bazı değişikliklere gitme kararı alabilirler. **Şekil 8.4**'te lojistik destek planının yapıma ve güncelleme süreçleri en basit hâli ile gösterilmiştir.



Şekil 8.4 Lojistik Destek Planının Yapılma ve Güncelleme Süreçleri

Toplantı süreci başlamadan önce ilk aşamada gözden geçirme prosedürleri (*Alt Görev III: Program ve Tasarımın Gözden Geçirilmesi*) oluşturulur. Böylece toplantıların nasıl yapılacağı, gündemin nasıl belirleneceği, toplantı tutanaklarının nasıl ve kim tarafından kayıt altına alınacağı gibi konular taraflarca kabul edilir, onaylanır. Ayrıca toplantıların gündeminde ele alınacak konular belirlenir. Süreç içerisinde yapılacak

toplantıların gündeminde ele alınacak konulardan bazıları aşağıda sıralanmıştır;

- Her bir görev ve sistemin ara verdiği zaman başına lojistik destek analizi programının durumu,
- Önerilen tasarımın desteklenebilirlik analizi,
- Koşullara bağlı destek alternatifleri,
- Koşullara bağlı sistem alternatifleri,
- Gözden geçirme ve takas sonuçları,
- Analiz sonuçlarının karşılaştırılması,
- Alınan veya önerilen eylemlerin tasarımı ve yeniden tasarımı,
- Tasarım ihtiyaçlarına bağlı desteklenebilirliğin gözden geçirilmesi,
- Desteklenebilirlik hedeflerinin başarısına yönelik ilerleme,
- Desteklenebilirliği etkileyen tasarım sorunları,
- Desteklenebilirliği etkileyen tasarım sorunlarının analizi ve takvimlendirilmesi.

Tasarımın gözden geçirilmesi adı verilen ikinci aşamada, sistemin ilk tasarımı ve taraflardan gelen öneriler sonrasında yeni oluşan tasarımı ele alınır. Bu toplantılara daha çok sistem tasarımında sorumlu teknik personel ve mühendisler katılır. Tasarım süreçlerinde kullanım kadar bakım yapılabilirlik de göz önünde tutulur. Her ikisi içinde sistemin hedefleri, eşikleri ve kısıtları hem üreticilerin kapasitesi hem de müşteri beklentileri açısından ortaya konulur. Sistemin desteklenebilirliğinin sağlanması da bu sayede mümkün olur.

Programın gözden geçirilmesi adı verilen ikinci aşamada pratikte ayda bir yapılan toplantı süreçleri tasarlanır. Bu toplantılara genelde idari ve yönetim konularından sorumlu olanlar katılır. Tasarımın gözden geçirilmesi sürecinde çözülemeyen sorunlar bu toplantılarda sonuçlandırılır.

Lojistik destek analizinin gözden geçirilmesi adı verilen üçüncü aşamada gerçekleştirilecek süreçler daha çok üreticinin ev sahipliğinde yapılır. Bu aşamada yukarıda belirtilenlerden farklı olarak daha detaylı biçimde yapılan gözden geçirme süreçleri sonunda analizlerin sonucunda tasarlanan sistemin nasıl destekleneceği, süreçteki her faaliyetin mevcut durumu, teknik sorunların çözümü gibi konularda uzlaşma sağlanır ve süreç onaylanır.

Son olarak bir yönetim konferansı tasarlanır. Pratikte taraflar arasında sözleşme imzalanmasının ardından geçen 45 gün içinde yapılır. Amaç süreçteki oyuncuları yönlendirmektir. Amaç böyle olunca, bu tarz konferansın, yönetim için ayrı, teknik yayınlar için ayrı, destek ekipmanı için ayrı, eğitim için ayrı yapılması gerekir. Ancak gereksiz tekrarları önlemek, zaman ve kaynak tasarrufu sağlamak için tüm bu konuları kapsayan tek bir konferans düzenlenir. Genel olarak tipik bir yönetim konferansının özellikleri aşağıda sıralanmıştır;

- Tüm lojistik destek analizi gözden geçirme süreci ve sözleşmede belirtilen diğer faaliyetlerle birebir örtüşecek şekilde uyumlu olmalıdır.
- Her ELD disiplini ve görevi için tek tek yönetici ve yönlendirici hususlar içermelidir.
- Gerek ELD gerekse lojistik destek analizi için detaylı bir takvim oluşturulmasını sağlar.
- Nihai destek çözümünü karşılamak için, üretici tarafından kullanılacak üzere edilen verilerle birebir örtüşecek şekilde uyumlu olmalıdır.

Şekil 8.4'te gösterilen ve yukarıda kısaca değinilen alt görevlerin yerine getirilmesi sonucunda şekilde çıktılar olarak gösterilen sağdaki sütunda belirtilen ve net olarak ifade edilmiş usuller ile tabi olunacak gündem maddeleri belirlenmiş olur. Bu sonuçlara ulaşabilmek için gereken verilerin şekilde sol sütunda belirtilen girdilerden elde edildiğine dikkat ediniz.

### Öğrenme Çıktısı

3 Lojistik destek planının ne için yapıldığını ve içeriğini kavrama

Araştır 3

Oldukça karmaşık olan ELD süreçlerindeki sistemler hangi kriterlere göre belirlenir? Araştırınız.

İlişkilendir

Lojistik destek planının alt görevlerden ikisini seçerek aralarındaki ilişkiyi açıklayınız.

Anlat/Paylaş

Lojistik destek planının yapılma ve güncellenme süreçlerini anlatınız.



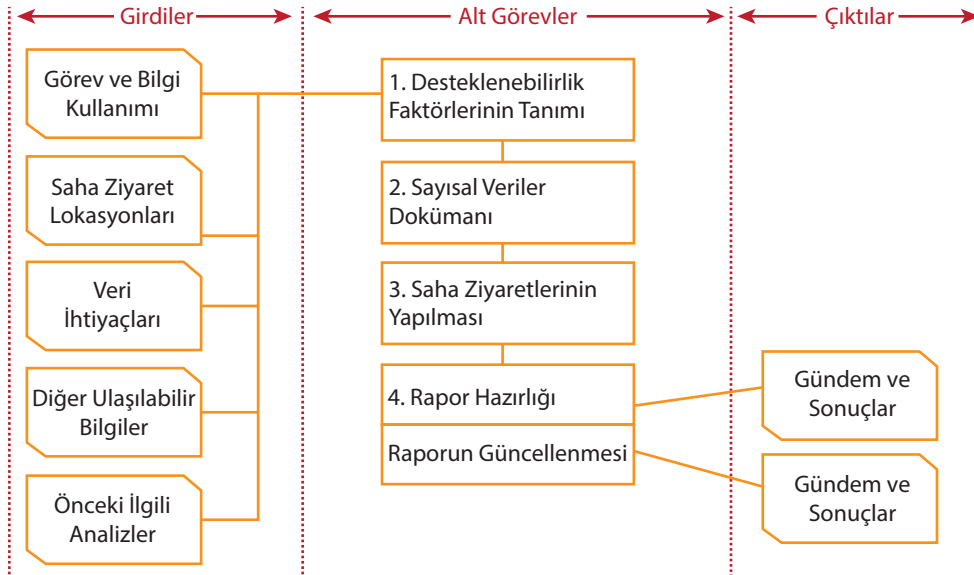
## GÖREV VE DESTEK SİSTEMLERİNİN TANIMI

Lojistik Destek Planının ikinci ana bölümü olan bu bölümde sistemin tasarımının desteklenebilirlik hedeflerini, eşiklerini ve kısıtlarını sayısal olarak ifade etmek ve optimum desteğini sağlamak maksatlı kullanılan analizlerini yapmak için gereken yeni sistemi veya ekipmanı oluşturmak için belirlenen görevler bulunur.

Pratik Çalışması (Alt Görev IV); Bu bölümün alt görevlerinden ilki, tedarik programında kullanılan ilk lojistik destek analizi görevidir. Müşterinin ağırlıklı olarak sorumlu olduğu noksatsız yapılması gereken önemli bir konudur. ELD planlamasının bütünü ve yeni sistemin hazırlık analizlerinin tamamını içerir. Daha kısa bir ifade ile bu bölümde yeni sistemin nerede nasıl ne zaman kullanılacağını tanımlar. Diğer analizlerde kullanılacak veriler sağlar. Her lojistik destek analiz programında yer alır. **Şekil 8.5**'te genel hâli ile gösterilmiştir. İlk aşamada desteklenebilirlik faktörleri tanımlanır. Bu aşamada yeni sistemin kullanımı ile ilgili desteklenebilirlik faktörleri sadece tanımlanmakla kalmaz aynı zamanda dokümanite edilir. ELD süreçlerindeki sistemler oldukça karmaşık olduklarından aşağıda sıralanan bazı kriterlere göre belirlenir;

- Yeni sistemin görevi,
- Mobil olmanın gerektirdiği ihtiyaçlar,
- Yer değiştirme senaryolarına bağlı ihtiyaçlar,
- Görev beklentileri (sorti sıklığı, kullanım süresi vb),
- Sistemin öngörülen ömür devri,
- Üzerine üretim yapıldığı konsept,
- Destek sistemleri ve makine-insan ara yüz kısıtları,
- Kullanım ve depolama ortamı,
- Sistem sayısı,
- Özel görev ve çevre ihtiyaçları,
- Bakım konsepti,
- Diğer sistem ve ekipmanlarla kullanım durumu
- Yerine konulacak mevcut sistem ve sistemin bakım ve destek durumu,
- Yeni sistemin bakım ve destek durumu.

Bu kriterler, desteğinde belirlenen desteklenebilirlik yapısı sayesinde sistemin fiziksel lojistik destek kaynak yapısı da belirlenmiş olur. Yeni sistemin özellikle güvenilirliği, bakım yapılabilirliği, test edilebilirliği, erişilebilirliği gibi özellikleri bu faktörlerin dâhil edildiği analizlerden elde edilen verilerle hayata geçirilir.

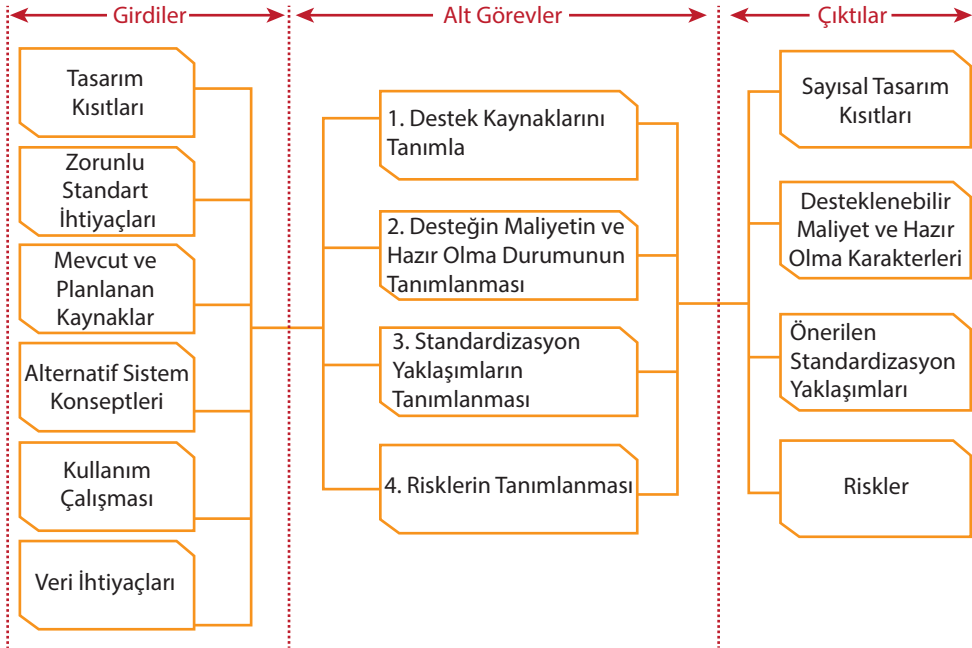


Şekil 8.5 Pratik Çalışması (Alt Görev IV)

Desteklenebilirlik faktörleri tanımlanmasının ve sayısal biçime dönüştürülmesinin ardından sahaya inilmesi aşamasına geçilir. Pratik çalışma sürecinin en belirleyici aşamalarından birisidir. Sistemi sahada kullananları ziyaret ederek veya tesisleri gezerek elde edilecek veriler kayda değer avantajlar sağlarlar. Bu nedenle müşteriler ELD süreçlerindeki diğer aktörlerin sahadaki durumu gözlemlenmelerini sağlayacak ziyaret planlamaları yaparlar. Ziyaret sahalari, sistemin kullanılacağı, bakımının yapılacağı, eğitimlerinin icra edildiği veya depolandığı yerlerdir.

Pratik çalışmasının son aşaması rapor hazırlanma aşamasıdır. Tüm yapılanları kapsayan ve ortak bir lisan yaklaşımı ile kaleme alınacak rapor sayesinde tüm yapılanlar ihtiyaç duyulduğunda erişilebilecek hâle getirilmiş olur.

Görev Yazılımı, Donanımı ve Destek Sistemleri Standardizasyonu (Alt Görev V); Bu alt görevin amacı ELD süreçlerinde tasarlanan sistemlerinde var olan ve kullanılacak donanım, yazılım ve destek sistemleri gibi lojistik destek araçlarının kullanımının maksimize edilmesi için gereken tasarım kriterlerini oluşturmaktır. Burada asıl amaç yeni lojistik destek araçları geliştirmek değil var olanların sisteme entegrasyonunu maksimize etmektir. Önceki tecrübeler bu amaca ulaşmakta en etkin araçların başında standardizasyon geldiğini göstermektedir. Standart bir yapı oluşturmak için gereken süreçler **Şekil 8.6**'da en genel hâli ile gösterilmiştir.



Şekil 8.6 Görev Yazılımı, Donanımı ve Destek Sistemleri Standardizasyonu (Alt Görev V)

Bu alt görevin başarılması için ilk aşamada sistemin lojistik desteğinde kullanılacak mevcut ve planlanan destek kaynakları tanımlanır. Bu tanımlama sürecinde kullanılacak bir model **Tablo 8.3**'te verilmiştir.

Tablo 8.3 Standart Ekipman Kullanımı

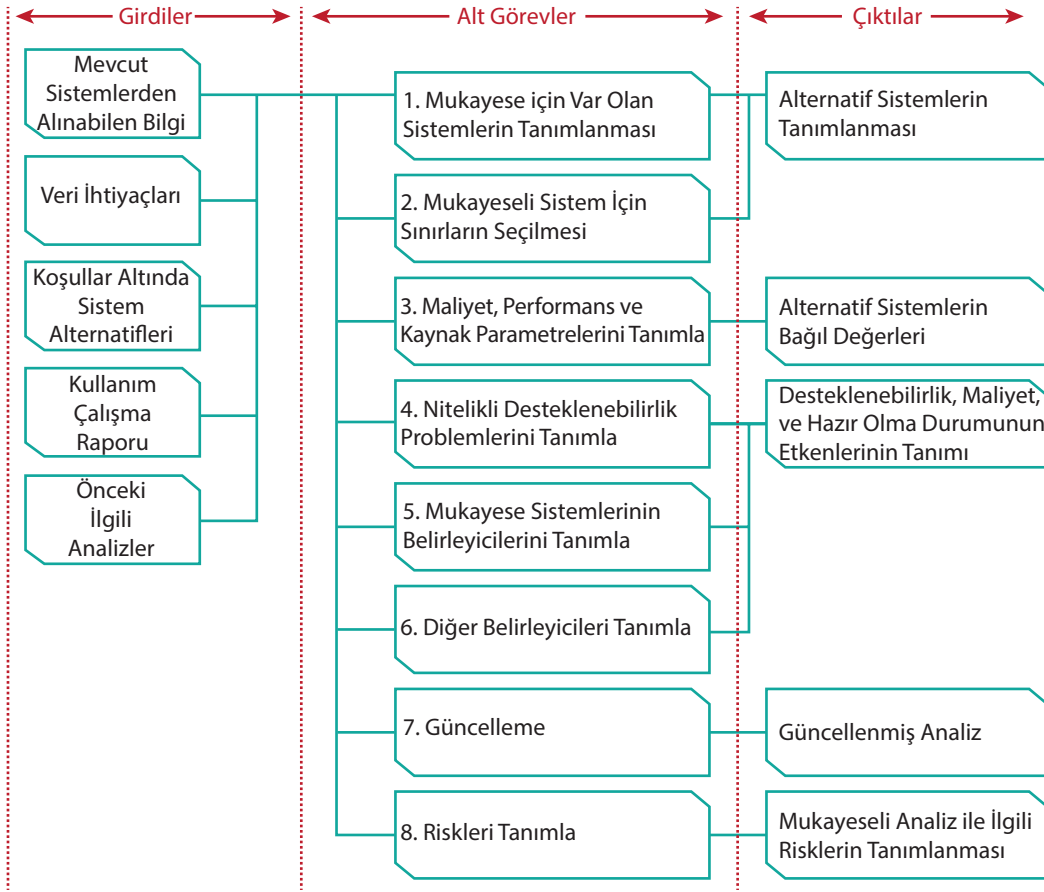
1.0 Genel	1.1 Amaç ve kapsam 1.2 Sistemin tanımı 1.3 Sistemin görev profili
2.0 Sayısal desteklenebilirlik faktörleri	2.1 Kullanım ihtiyaçları 2.2 Desteklenen sistem sayısı ve saha planı 2.3 Ulaştırma Faktörleri 2.4 Bakım Faktörleri
3.0 Değişecek sistemin özeti	3.1 Kullanım ihtiyaçları 3.2 Desteklenen system sayısı ve saha planı 3.3 Ulaştırma Faktörleri 3.4 Bakım Faktörleri
4.0 Yeni Sistem için var olan destek yapısı	4.1 Bakım yetenekleri 4.2 İkmal desteği 4.3 Personel 4.4 Tesisler 4.5 Destek ekipmanı 4.6 Test ekipmanı 4.7 Teknik veri
5.0 Elde olan diğer desteklenebilirlik verisi	

Desteğin, maliyetin ve hazır olma durumunun tanımlanması sürecinde; son tasarım kriterlerinin geliştirilmesi için gereken bilgilerin kullanımının bir sonraki adımı için yönlendirici standardizasyon kriterleri tanımlanır. Süreçte sistemin destek yapısı, maliyeti ve kullanım için hazır olma durumu, ürün ihtiyaçlarını karşılamak üzere alternatif standardizasyon yaklaşımları oluşturmak için girdi verisi olarak kullanılır. Tüm bu bilgiler ve veriler standardizasyon planlama paketinin tamamlanması için gereklidir. Bazı durumlarda mevcut teknoloji yeni sistemin desteğini ve standardizasyonu sağlamakta yetersiz olması verimliliği olumsuz yönde etkiler.

Bu nedenle bir sonraki alt görev olan standardizasyon yaklaşımların tanımlanması aşamasına geçilir. Burada mevcut alternatifler arasından en uygun standardizasyon yaklaşımı belirlenir. Mümkün olduğunca en uygun alternatifin seçilmesinde ömür devri süresi öngörüsü kullanılmalıdır. Sistemin doğasına bağlı olarak ömür devrinin evreleri dikkate alındığında her zaman en düşük maliyetli opsiyon tercih edilmesi gereken opsiyon olmayabilir.

Bir sonraki ve en son alt görev, risklerin tanımlanmasıdır. Bu aşamada tanımlanan riskler, kısıtlı kaynaklar, teknoloji ile ilgili problemler, var olan tesislerin aşırı doluluğu, zamanı dolmuş modası geçmiş potansiyeli olan ürünler gibi standardizasyon süreçleri ile ilgili risklerdir. Bu alt görevin asıl amacı analizi yapana bir standardizasyon alternatifi belirlerken karşılaşılabileceği riskleri ortaya koymaktır.

Karşılaştırmalı Analiz (Alt Görev VI); Mukayeseli analiz başlıklı bu aşamada amaç yeni sistemi geliştirirken var olan sistemden gelen tecrübelerden elde edilen verilerin kullanılmasının sağlanmasıdır. Eski sistemin analizinden elde edilen sistemin destek yapısı, maliyeti ve kullanım için hazır olma durumu gibi etkenleri yeni sistemin tasarımında kullanılabilmesine gayret edilir. Böylece daha önce yapılmış hatalardan kaçınılmaya çalışılır. **Şekil 8.7**'de karşılaştırmalı analiz yapılması için girdiler çıktılar ve süreçler basitçe gösterilmiştir.



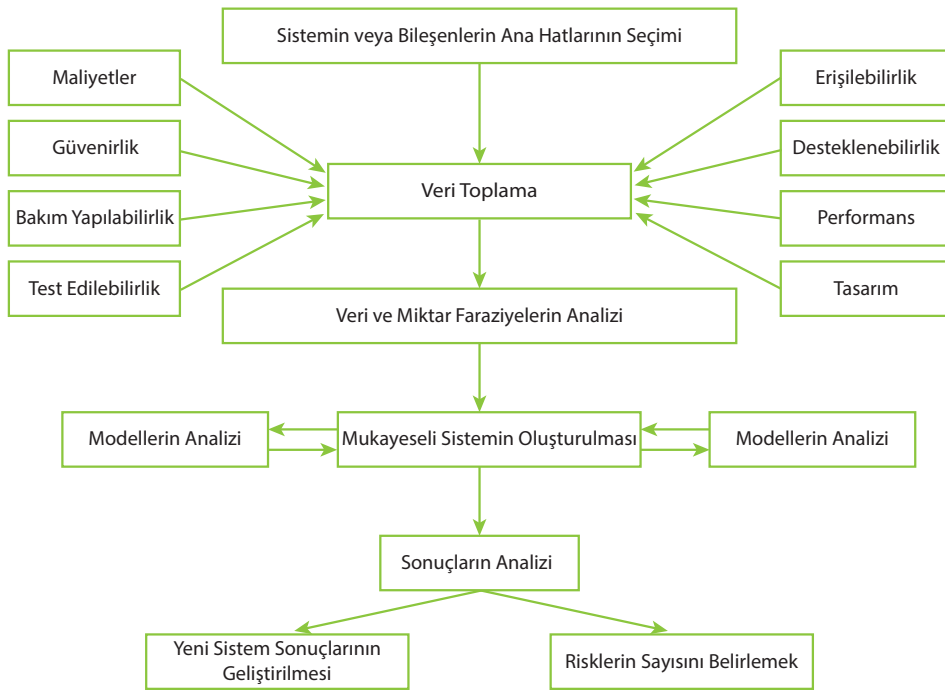
Şekil 8.7 Karşılaştırmalı Analiz

Karşılaştırmalı analiz görevinin ilk adımı mukayese için var olan sistemlerin tanımlanması ve seçimidir. Bu aşamada geliştirilecek sistem için kullanılacak mevcut bir sistem tespit edilir. Yoksa benzer sistemlere bakılır. Önerilen yeni sistemin birden fazla tasarım alternatifi bulunması hâlinde birden fazla alternatif gerekecektir. Mevcut sisteme en uygun veya yakın bir alternatifin bulunması başarı oranını o denli artıracaktır.

Bir sonraki adımda maliyet, performans ve kaynak parametreleri tanımlanır. Bunlar sistemi oluşturan bileşenlere veya sistemin tümüne ait olabilir. Burada tespit edilecek parametreler; yedek parçaların sayısı, yedek parçaların maliyeti, parça başına yılda yapılan onarım miktarı, kritik arıza yapan parçalar, yıllık destek maliyeti, işgücü ihtiyaçları, destek ekipman ihtiyaçları, eğitim ihtiyaçları, sistemin hız performansı, ömür devri maliyet parametreleri şeklinde sıralanabilir.

Maliyet, performans ve kaynak parametreleri tanımlandıktan sonra nitelikli desteklenebilirlik problemleri belirlenir. Bu aşamadaki veriler daha çok yeni sistemin oluşturulması esnasında saha ziyaretlerinden ve analizlerden elde edilse de aslında asıl girdiler var olan ve değiştirilecek sistemden alınan geri beslemelerdir.

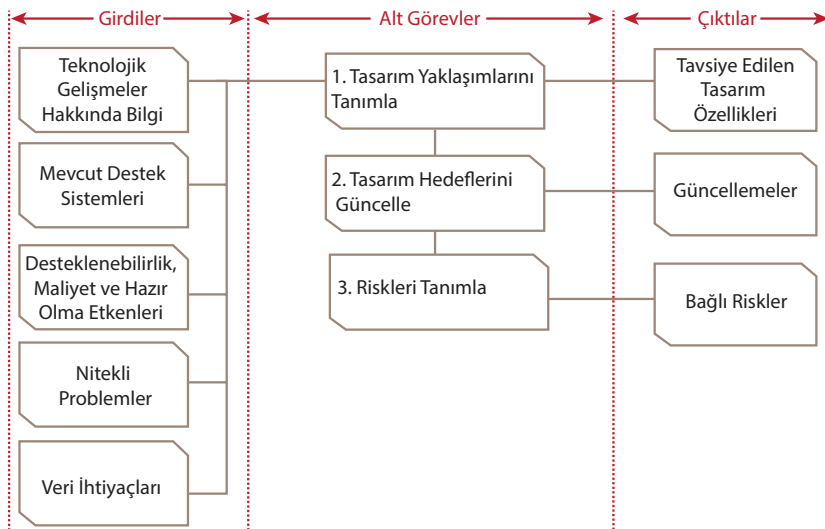
Karşılaştırılacak sistemlerinin belirleyicilerini tanımlama aşamasında; önceki her bir alt görevden çıkarılan sonuçları kullanarak yeni sistemin destek yapısı, maliyeti ve kullanım için hazır olma durumu gibi etkenleri tanımlanır. Şekil 8.8'de verilen sistemlerin karşılaştırma algoritması incelendiğinde sürecin nasıl işlediği görülebilir. Mümkün olan her alanda bu belirleyiciler tanımlanır.



Şekil 8.8 Sistemlerin Karşılaştırma Algoritması

En azından, en yüksek arıza oranına sahip olan bileşenler, ömür devri sürecinde öngörülenden daha fazla maliyetli elemanlar, destek kaynak ihtiyaçları, bakım problemleri gibi belirleyiciler ifade edilir. Bazı durumlarda başka karşılaştırılması gereken başka alt sistemler olabilir. Bu tip durumlarda diğer belirleyicileri tanımlanır. Yeni sistem veya mevcut sistem olması fark etmeksizin kullanılabilir daha yeni bilgilere ve verilere ulaşılması durumunda bir önceki analizlere bu bilgi ve veriler aktarılarak güncelleme yapılır. Son olarak oluşabilecek riskler tanımlanarak süreçlere dâhil edilir.

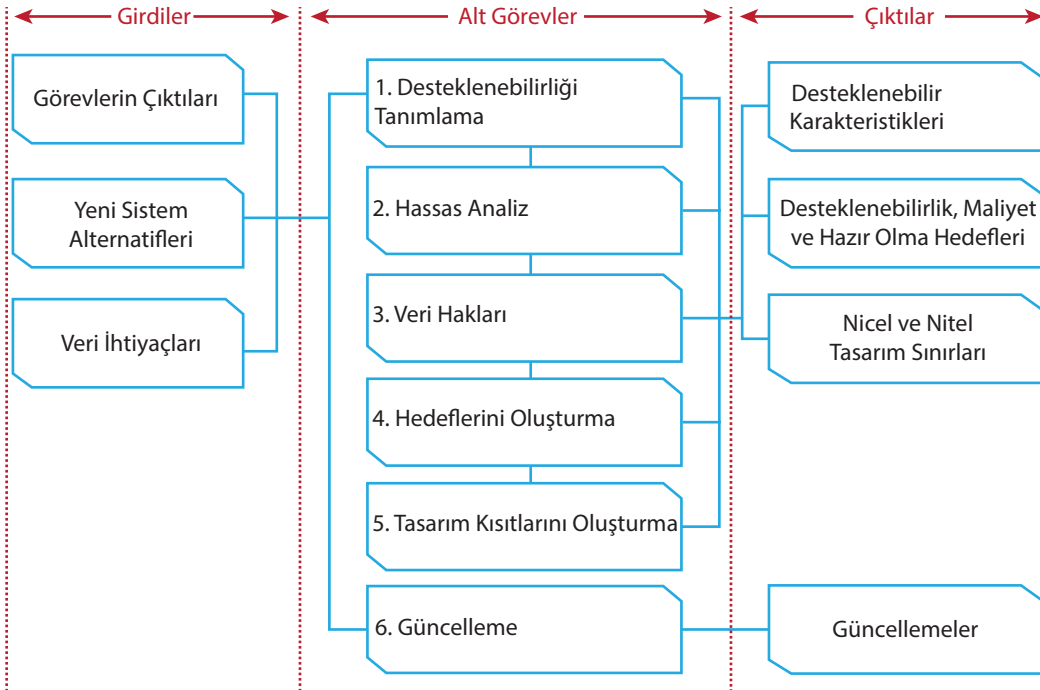
Teknolojik Fırsatlar (Alt Görev VII); Bu aşamada amaç, yeni sistemin desteklenebilirliğini geliştirmek için uygulanacak teknolojileri belirlemektir. Yeni sistemin ömür devri boyunca desteklenebilirliğinin başarı seviyesi burada elde edilecek başarıya bağlıdır. Şekil 8.9'da teknolojik seçimlerin hangi girdiler kullanılarak ve hangi aşamalardan geçilerek yapılacağını göstermektedir. Şekilde soldaki sütunda desteklenebilirlik, maliyet ve hazır olma etkenleri ve nitelikli problemler olarak ifade edilen girdilerin aslında bir önceki alt göreve ait olduğuna dikkat ediniz.



Şekil 8.9 Teknolojik Fırsatlar

Teknolojik fırsatlar başlıklı alt görevin ilk adımı tasarım yaklaşımının tanımlanmasıdır. Bu kapsamda ilk aşamada ihtiyaçlar belirlenir, ardından kullanılacak teknoloji seçimi yapılır. Teknoloji, doğası gereği sürekli gelişmektedir. Ancak her zaman son teknoloji maliyet etkin olmayabilir. Eskimiş teknoloji kullanımı ise sistemin ömür devrinin sonlarına doğru daha büyük maliyetlere neden olabilir. Bu nedenle sistemin oluşturulması esnasında kendisinden beklenen hedeflerin çok iyi analiz edilmesi, buna bağlı olarak seçilen teknolojinin bu hedeflerle uyumlu olması çok önemlidir. Teknolojik fırsatlar başlıklı alt görevin de daha önce bahsedilen alt görevlerdeki gibi gerektikçe güncellenmesi ve mümkün olduğunca risklerden arındırılması gerekmektedir.

Desteklenebilirlik ve Desteklenebilirlik ile İlgili Tasarım Faktörleri (Alt Görev VIII); Bu alt görevin asıl amacı, yeni sistemin desteklenebilirlik niteliklerini ve bir bütün destek seti oluşturmak için önceki görevlerin sonuçlarını kullanmaktır. Burada bahsedilen desteklenebilirlik nitelikleri bir sistemi oluştururken gerekli olan yönlendirici ilkeler olarak kullanılır. Bu alt görevin çıktıları daha sonra yapılacak sözleşmelerde veya ekipman tasarımında kullanılacak dokümanlarda da kullanılır. **Şekil 8.10**'da desteklenebilirlik ile ilgili tasarım faktörlerinin oluşum algoritması en basit hâli ile gösterilmiştir.



Şekil 8.10 Desteklenebilirlik ve Desteklenebilirlik ile İlgili Tasarım Faktörleri

Bu görevin sonuçları bu görevi icra edene göre iki farklı biçimde yer alır. Eğer icracı müşteri (çoğu ELD süreçlerinde müşteriler hükümetler veya devasa bütçeli şirketlerdir.) ise bu görevin çıktıları onaylanmış program dokümanlarında veya sözleşmelerde bulunur. Eğer icracı üretici ise son tasarım çözümünde yer alır.

Desteklenebilirlik ve desteklenebilirlikle ilgili tasarım faktörlerinin ilk basamağı desteklenebilirliğin tanımlanması, yani sayısal olarak ifade edilmesidir. Bunun için konseptler, güvenilirlik ve bakım parametreleri kullanım ve destek maliyetleri, yeni sistem için gereken lojistik destek kaynakları gibi faktörlerin sayı olarak ifade edilmesini gerektirir. Bu ihtiyaç lojistik destek analiz görevlerinin sonuçları kullanılarak giderilir. Böylece, olası fiziksel destek sonuçları elde etmek üzere yeni sistemin analizi yapılarak tüm ELD süreçlerinde kullanılmak üzere ilk veriler oluşturulur.

İkinci adımda hassas analizlerin yapılması aşamasına geçilir. Değişim ihtiyaçlarına sistemin gösterdiği tepkinin hassasiyet derecesinin bilinmesi gerekir. Her bir bileşenin değişimi kabul etme kapasitesi ve bu kapasitenin diğer bileşenlere etkisini tespit etmek için detaylı analizler yapılır.



Daha önce ifade edildiği gibi ELD disiplinlerinin her biri için yapılan analizler sonucunda oldukça büyük hacimli veriler elde edilir. Bu verilerin başkaları tarafından kullanılmasının önlenmesi ve ürünün bir parçası olarak ticari anlamda kullanılması gündeme gelebilmektedir. Bu nedenle sistemin tasarımı esnasında hangi verilerin tescilli olarak sınıflandırılacağı, hatta bazılarının kişisel veri hakları kapsamına alınacağı veya hangilerinin özel, hangilerinin tasnif dışı olacağını belirlemek gerekir.

Bir sonraki adımda desteklenebilirlik hedefleri oluşturulur. Bu adımda yeni sistemin destek maliyet, hazır olma durumu kapsamında belirlenen hedefleri oluşturulur. Bu hedefler daha önce bahsedilen arıza aralarındaki zaman aralığı, arıza giderme zamanı, arıza sayısı, revizyon zamanı, bakım ve destek faaliyetlerinde ihtiyaç duyulan işgücü gibi birçok istatistiği kullanır. Daha kısa bir ifade ile bu alt görevin amacı yeni sistemin desteklenebilirlik hedeflerini tanımlamaktır. Bu tanımlama süreci önceki bölümlerde anlatılanların kombinasyonu şeklinde gerçekleşir.

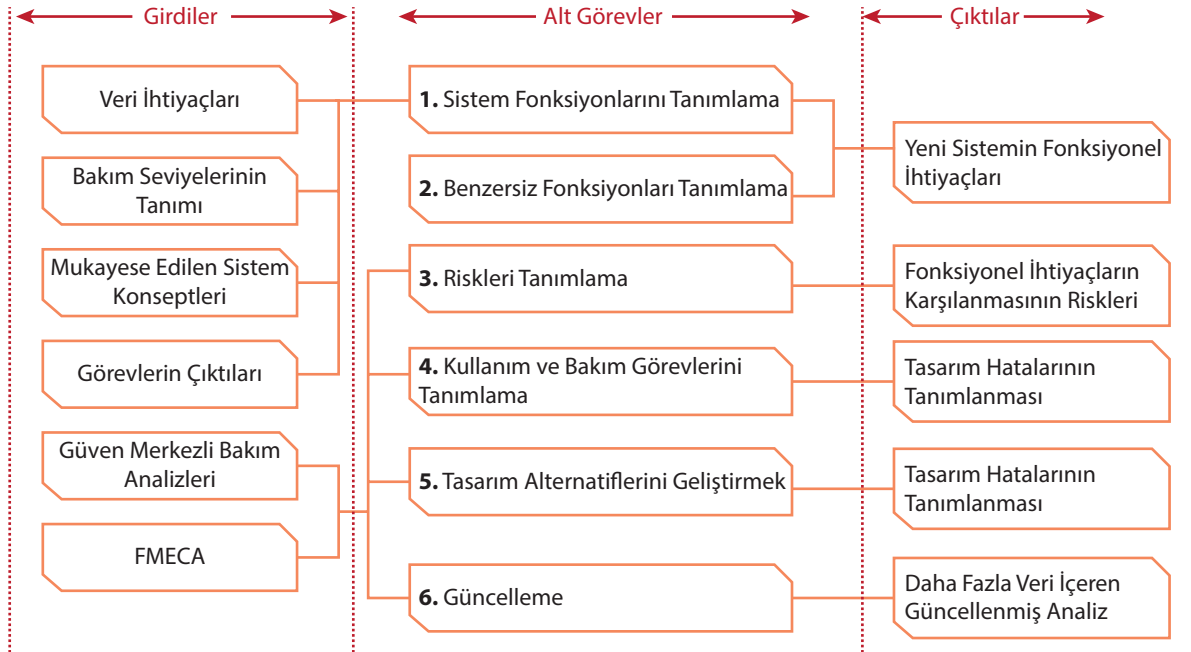
Desteklenebilirlik hedefleri oluşturulmasının ardından yeni sistem için tasarım kısıtları oluşturulur. Bu kısıtlar, oluşturulması ve gerçekleştirilmesi beklenen hedeflere göre oluşturulur. Bu kısıtların müşterinin taleplerinden de etkilendiğini belirtmek gerekir.

Son olarak daha önceki alt görevlerde olduğu gibi bu adımda da gerektiğinde güncelleme yapılır.

### Alternatiflerin Hazırlanması ve Değerlemesi (Görev Bölümü III)

Lojistik destek planının üçüncü bölümünde yeni ekipmanları destekleyecek yapıya en uygun alternatifler hazırlanır ve seçilir. Bu bölüm daha çok süreçlerin fiziksel analizi ve fonksiyonları üzerine yoğunlaşır. Bu bölümde hazırlanan yol haritasının tüm lojistik destek analiz süreçlerine uyum sağlama adına dikkat ediniz.

Fonksiyonel İhtiyaçların Tanımlanması (Alt Görev IX); bu alt görev çok farklı zamanlarda farklı biçimlerde olan iki bölümden oluşur. Bu görevin ilk bölümünde yeni ekipmanın göstermek zorunda olduğu performansı tanımlanır, ikinci bölümünde ise içinde bulunduğu ortamdaki ekipmanı desteklemek için gereken tüm uygulama ve bakım görevleri tanımlanır. İlk bölümde tasarım süreci boyunca görülen destek sorunlarının niteliklerini belirlemek için fonksiyonel destek ihtiyaçları tanımlanır. İkinci bölümde destek yapılarını için oluşturulan fiziksel destek faaliyetleri tanımlanır. Bu görev yeni ekipman için bütünsel bir lojistik destek paketi oluşturmada kayda değer öneme sahiptir. **Şekil 8.11**'de fonksiyonel ihtiyaçların tanımlanması süreçleri gösterilmiştir.



Şekil 8.11 Fonksiyonel İhtiyaçların Tanımlanması (Alt Görev IX)

Bu alt görevin başarısı; **Şekil 8.11**'de gösterilen ve sistem fonksiyonlarını tanımlama, benzersiz fonksiyonları tanımlama, riskleri tanımlama, kullanım ve bakım görevlerini tanımlama, tasarım alternatiflerini geliştirmek, güncelleme olmak üzere altı adımdan oluşan sürecin başarı ile tamamlanmasına bağlıdır.

İlk adım olarak sistem fonksiyonları belirlenir. Bu kapsamda örneğin ELD kapsamında üretilen bir uçağın kalkması, uçuşu, uçuş rotasını takip etmesi, inmesi, amacına uygun (*kargo uçağı paletli yük, yangın söndürme uçağı su, savaş uçağı mühimmat gibi*) taşınması, diğer uçaklarla veya yerle iletişim kurabilmesi, misyonuna göre fotoğraf/video çekmesi gibi burada bahsedilenden de fazla çok sayıda niteliğe sahip olması beklenir. ELD kapsamında ilk tasarımda genel olarak ifade edilen bu özellikler bu bölümde detaylı olarak ifade edilir.

Sistem fonksiyonları belirlendikten sonra ikinci adım olarak sistemin daha önceki versiyonlarında olmayan ve diğer sistemlerden tamamen farklı olan nitelikleri ortaya konulur. Bu tip niteliklerden kaynaklanan sorunların çözümü için elde mevcut tecrübe ve veri olmadığı için bu tip sorunların mümkün olan en erken seviyede tespit edilmesi daha etkin çözüm üretilmesine fayda sağlar.

Üçüncü adımda riskler tanımlanır. İlk iki adımda tespit edilen niteliklerden kaynaklanan riskler

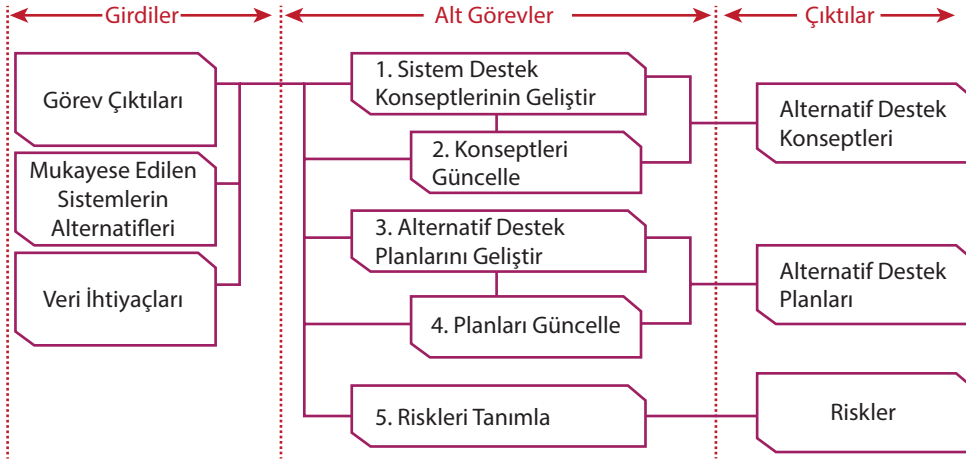
bu bölümde ifade edilir. Risklerin belirlenmesine bağlı olarak riskleri bertaraf etmek için sistemde modifikasyonlara gidilebilir.

Dördüncü adımda sistemin kullanılması ve bakımı için oluşan görevler ifade edilir. Sistemin karmaşıklık derecesine bağlı olarak bu görev listeleri çok geniş hacimde ve kapsamlı olabilirler. Görev listelerinin oluşumu için en verimli kaynak FMECA (Arıza modları, Etkiler, Kritik Analizler)'dir. Tüm sistemi kapsayacak şekilde ve hassas biçimde uygulanan FMCA analizi ile sistemin olası arızaları ve başarısızlıkları tespit edilir. Bu analize ilave olarak güvenilir bakım konseptinin (RCM) de girdi olarak kullanılır. Bu bölümün sonuçları LSAR'a kayıt edilir.

Tasarım alternatiflerinin geliştirilmesi bu alt görevin beşinci adımdır. ELD süreçlerindeki tüm disiplinlerin tasarım sürecine aktarılması esnasında oluşan mevcut veya olası sorunların çözümü için tasarım alternatifleri geliştirilir. Burada amacın, tasarımı yapanların sistemin desteklenebilirliğini sağlamayı öncelikli olarak belirlemiş olduğuna dikkat ediniz.

Altıncı ve son adım diğer alt görevlerde olduğu gibi sürecin değişimlere bağlı olarak güncellenmesidir.

Destek Sistemlerinin Alternatifleri (Alt Görev X); Yeni sistemin ihtiyaç duyduğu destek sistemlerinin alternatifleri geliştirme süreçleri **Şekil 8.12**'de gösterilen 5 adım hâlinde bu alt görevde belirtilir.



Şekil 8.12 Destek Sistemlerinin Alternatifleri (Alt Görev X)

İlk adım olarak sistem her olası destek alternatifleri belirlenir. Burada belirlenen sadece destek sistem alternatifleri değil aynı zamanda destek konseptleridir. Konseptlerin kapsama alanında gibi kullanılacak bakım sistem seviyeleri, dış kaynak kullanılacaksa sözleşmeler, müşteri ile üretici arasında imza altına alınan sözleşmeler, test ekipmanı gibi birçok unsur veya bunların tümünün veya birkaçının kombinasyonu bulunur. Bu alt görevin sonuçları daha çok müşteri tarafından kullanılır ve ELD planının bakım, ikmal, personel ve kaynak planlaması konseptleri bölümlerine dahil edilir.

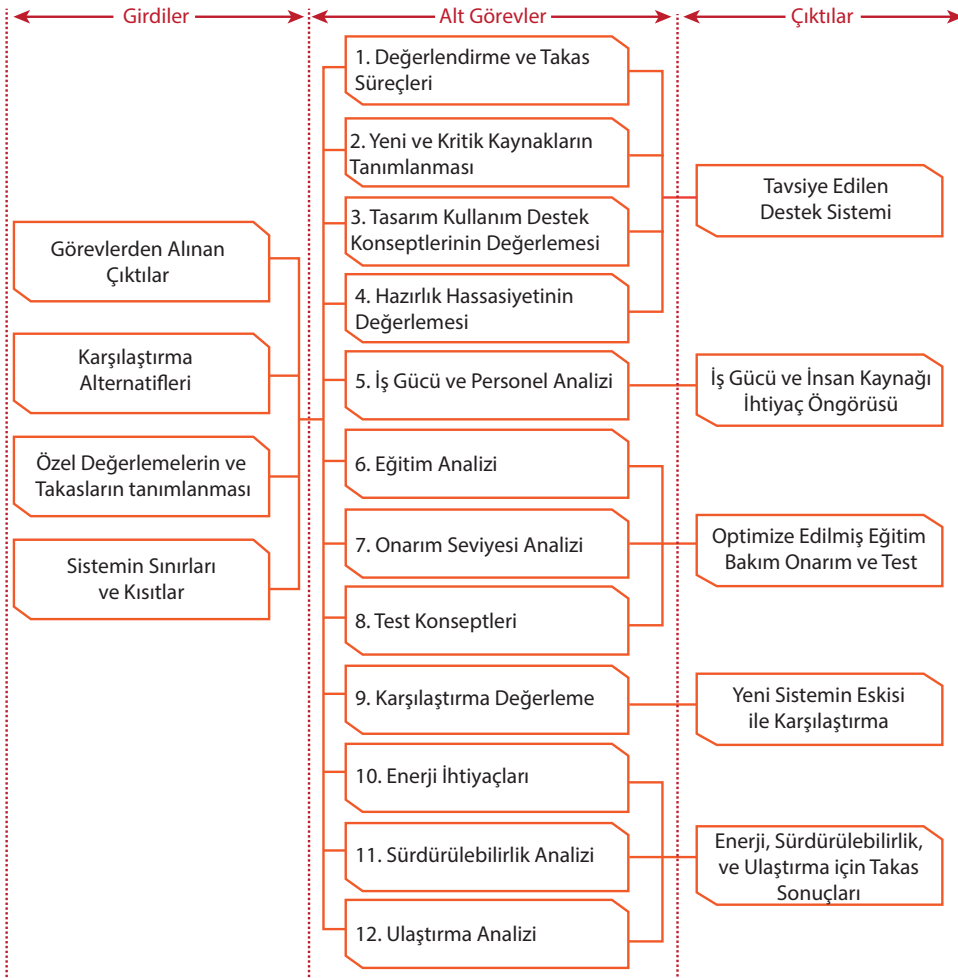
Bir sonraki adımda oluşturulan konseptlerin güncellenmesi yapılır. Önceki verilere tasarlanmış sistem, her bir alternatif konseptin avantaj ve dezavantajı tanımlandıktan sonra elde edilen verilere bağlı olarak güncellenir.

Üçüncü adımda alternatif destek planları geliştirilir. Hem alternatif konseptler hem de alternatif planlar geliştirilirken LDP'nın Alt Görev VIII (*Desteklenebilirlik ve Desteklenebilirlik ile İlgili Tasarım Faktörleri*, Alt Görev IX: *Fonksiyonel İhtiyaçların Tanımlanması*) ve Alt Görev XI (*Alternatiflerin Değerlemesi ve Birbirleri Arasındaki Mukayesesi*) süreçlerinin sonuçları bu bölümde girdi olarak kullanılır. Planda konseptin nasıl uygulanacağı ve her bir ELD elemanı için nasıl yerine getirileceği anlatılır. İlk aşamalarda genel olarak ve basit olarak geçen konseptlerin sisteme entegrasyonu giderek ilerleyen aşamalarda daha detaylı olarak ele alınır.

Dördüncü adım, planların güncellenmesidir. Planlar pratikte yılda bir defa güncellenir. Bu nedenle planlar bu dönemde gözden geçirilir ve gerekliliği uygun bulunursa güncellenir.

Altıncı ve son adımda mevcut ve alternatif konsept sistemlerin riskleri tanımlanır. Nitel veya nicel olarak ifade edilebilir, ancak asıl önemli olan alternatiflerin değerlendirilirken karar verme süreçlerinde kullanılabilir nitelikte olmasıdır.

Alternatiflerin Değerlendirilmesi ve Takas Analizi (Alt Görev XI); Alternatiflerin değerlendirilmesi ve takas analizi başlıklı bu görev lojistik destek analizi süreçlerinin en karmaşık ve kompleks görevlerinden birisidir. Tüm ELD disiplinlerini ve bunların tüm etkisi dikkate alınarak sistemini tüm sistemi kapsar. **Şekil 8.13**'te bu alt görevin 12 adımı gösterilmiştir.



Şekil 8.13 Alternatiflerin Değerlendirilmesi ve Takas Analizi (Alt Görev XI)

Değerlendirme ve takas süreçlerinin somutlaştırılması, alternatiflerin değerlendirilmesi ve takas analizi alt görevinin ilk adımıdır. Bu adımda kullanılan veriler ve bunların çıktıları için standart bir dil kullanılır. Bu sayede önerilen değişikliklerin tüm sisteme entegre edilmesi mümkün olur. Bu adımda yapılması gerekenler aşağıda sıralanmıştır;

- *En iyi alternatifi kullanmak üzere nitel ve nicel kriterleri tanımlayın,*
- *Takasa analizi veya gözden geçirme yapmak için uygun bir model seçin veya oluşturun,*
- *Mevcut koşullar altında her bir alternatif için ilk değerlendirmeyi ve takas analizini yapın ve en uygun olanı belirleyin,*
- *Her bir alternatif için hassasiyet analizi yaparak maliyet etkenlerini ve riskleri tanımlayın,*
- *Takas analizi veya gözden geçirme sonuçlarını dokümanete edin,*
- *Her yeni ve eldekenden daha doğru bilgi geldikçe takas analizini veya gözden geçirme sonuçlarını güncelleyin.*

Değerlendirme ve takas süreçlerinin somutlaştırılması süreçleri için önerilen bu adımların, başka lojistik süreçler için de kullanılabilir yol gösterici ilkeler olabileceğine dikkat ediniz.

Bu sürecin tamamlanmasının ardından alternatif destek sistemlerin değerlendirilmesi aşamasına geçilir. Bu adımda mevcut imkanlara ve var olan kısıtlara bağlı olarak, elde bulunan alternatifler arasından en uygun olanı tercih edilir.

En uygun alternatifin tespitinin ardından tasarım, uygulama ve destek konseptleri gözden geçirilir. Bu aşamada, ağırlıklı olarak üretici tarafından maliyet, takvim, performans, hazır olma durumu ve desteklenebilirlik gibi faktörler arasında bir denge oluşturulmaya çalışılır.

Bir sonraki adımda hazır olma durumunun hassasiyeti ele alınır. Sistemin hazır olma durumunun aslında lojistik destek analizinin nihai hedefi olduğuna dikkat ediniz. Hazır olma durumunu sadece kullanıma hazır olmaya indirgemek yanlış olacaktır. Onun ikinci yüzü sistemin destek yapısı ile ilgilidir. Ancak bu adımda hazır olma durumunun sadece kullanım ile ilgili olan boyutu ele alınır.

İşgücü ve personel analizi her alternatif için ayrı olarak yapılır. Her biri için gereken personel sayısı, nitelikli iş gücü ihtiyacı ve tecrübe gereksinimleri esas alınarak analiz yapılır. İşgücü maliyeti diğer

maliyet etkenleri arasında en yüksek olanlardan biri olduğundan analizler oldukça fazla önem taşır.

İşgücü analizinden elde edilen sonuçların ışığında eğitim ihtiyaçları analizi aşamasına geçilir. Her bir alternatif uygulanacak gibi eğitim analizine tabi tutulur. Eğitim analizleri, eğitimler formal, formal olmayan ve işbaşı eğitimi şeklinde üç farklı biçimde yapılır. Simülasyonlar ve diğer eğitim yardımcı malzemeleri de analizlere dahil edilir.

Her bir alternatif için onarım seviye analizleri (LORA, *level of repair analysis* teriminin kısaltmasıdır. Türkçesi onarım seviye analizidir. Ancak lojistik sektörde kısaltması ile anıldığından, bu çalışmada da LORA kullanılmıştır.) uygulanır. Bu sayede yeni sistemin optimum bakım ihtiyaçları belirlenmiş olur. LORA fiziksel destek analiz kararlarının en önemli bileşenlerinden birisidir. Bu aşamada sistemin veya bir bileşenin ne zaman arıza yapacağı ne zaman arızanın giderilerek (kimi durumunda arızanın tamir edilmeden yenisi ile değiştirilerek) tekrar kullanılabilirliği tespit edilir.

Teşhis ve test konseptleri, alternatif sistemlerden en uygun olanı tespit etmek için kullanılırlar. Otomatik manuel veya off-line test tiplerinden optimum sonucu olan tercih edilerek alternatiflere uygulanırlar.

Yeni sistem alternatiflerinin desteklenebilirlik hedeflerine ulaşımını gerçekleştirme fizibilitesini tespit etmek için bu adımda karşılaştırmalı değerlendirme yapılır.

Karşılaştırmalı değerlendirme yapılmasının ardından alternatif sistemlerin enerji ihtiyaçları ve buna bağlı olarak enerji maliyetleri tespit edilir. ELD kapsamında üretilen sistemlerin enerji tüketim miktarları oldukça yüksek seviyelerde olduğundan, ELD sistemlerinin enerji ihtiyaçları sistem maliyetinin önemli bileşenlerindedir. Bu nedenle fosil yakıtlardan başka güneş veya nükleer gibi alternatif enerji kaynaklarının kullanımının olasılığını tespit etmek için hassas analizler yapılır. Enerji tüketim oranları aynı zamanda sistemin desteklenebilirlik yapısını da etkiler. Bu nedenle sistemin ve alternatiflerinin kullanımı esnasında yakıtsız kalmasını engellemek için yapılacaklar da bu bölümde bulunur.

Bir sonraki adım sürdürülebilirlik analizinin yapılmasıdır. Bu adımda alternatif sistemlerin kullanımı esnasında dış etkilerden dolayı kullanım dışı kalması durumunun tespiti yapılır. Sistemin tüm

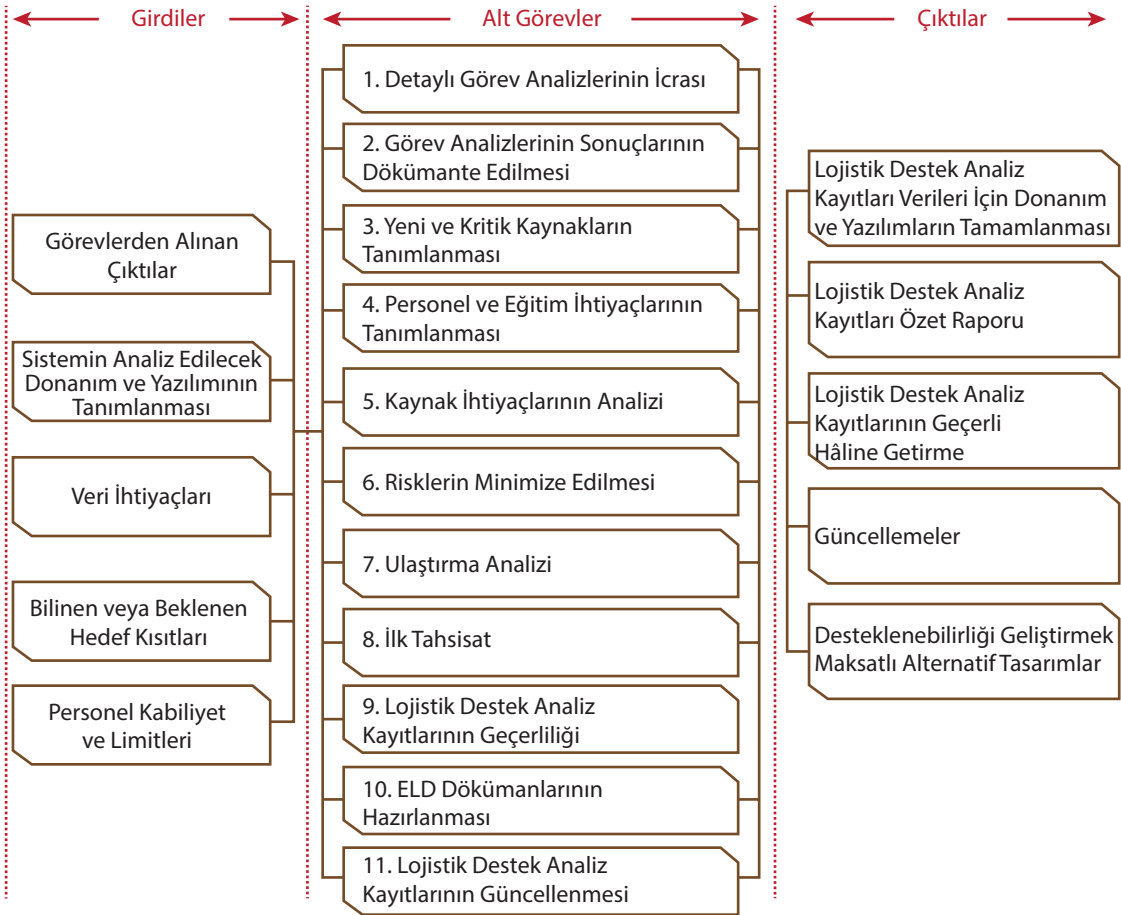
dış etkenlere rağmen tanımlanmış görevine devam edilebilmesi için ne gibi tasarım alternatifleri olabileceği de bu adımda belirlenir. ELD'nin genel hedeflerine uyumlu olarak burada da sistemin dış etkiler nedeni ile gördüğü hasar öncesindeki gibi faaliyetine devam etmesi amaçlanır.

Son olarak, ulaştırma ve destek tesisleri analizi yapılır. Sistemin mobil olması veya yer değiştirmeye uygun olmasının alternatifleri bu bölümde incelenir. Tesisler satın alınmaları durumunda doğal olarak yüksek sabit maliyetlere neden olurlar. Bu adımda bu tesislerin nasıl ve hangi şekilde kullanılacağına bakılır.

*Lojistik Destek İhtiyaç Kaynaklarının Tanımlanması (Görev Bölümü IV); Görev bölümü IV üç ana konuya odaklanır;*

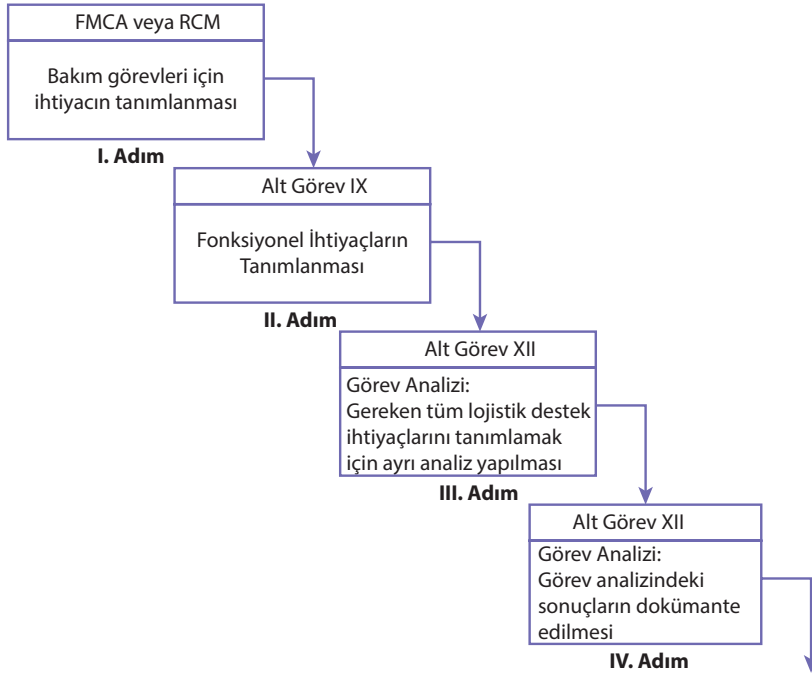
- Destek alternatiflerinin lojistik destek kaynak ihtiyaçlarının detaylı tanımı,
- Yeni sistemin mevcut sistem üzerindeki etkisinin analizi,
- Üretim sonrası sistemin desteği,

Görev Analizi (Alt Görev XII); Yeni bir sistemi desteklemek için gereken lojistik kaynakların tanımlanması ile bakım görevi analizi tamamlanır.



Şekil 8.14 Lojistik Destek İhtiyaç Kaynaklarının Tanımlanması (Görev Bölümü IV)

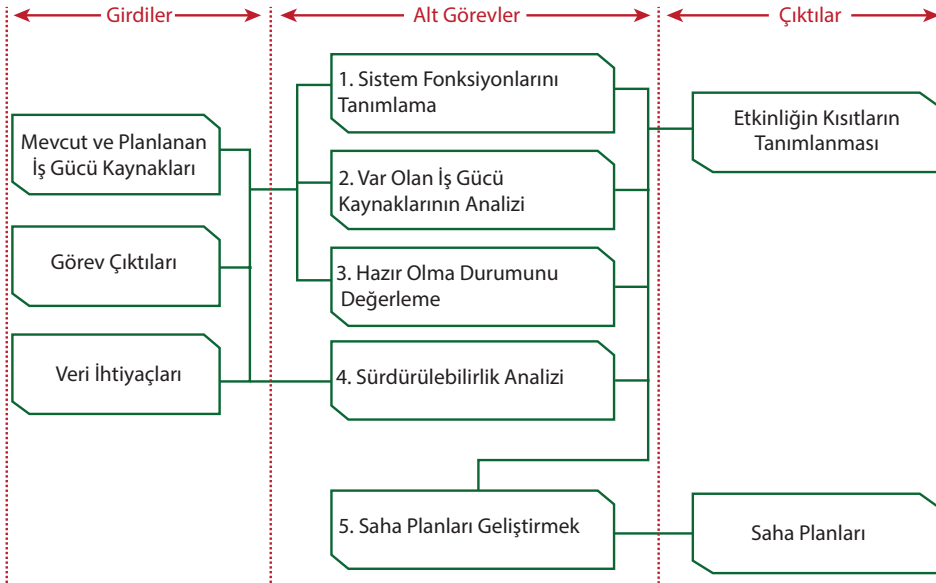
Görev analiz süreçleri manuel yapıldığı için lojistik destek analiz süreçlerinin maliyeti en yüksek olan sürecidir. Ancak başarılı biçimde tamamlanması hâlinde sisteme kayda değer katkı sağlar ve birçok sorunu ortadan kaldırır.



Şekil 8.15 Görev Analiz Süreci

Görev analizi Şekil 8.15'te gösterildiği detaylı görev analizlerinin icrası, görev analizlerinin sonuçlarının dokümanite edilmesi, yeni ve kritik kaynakların tanımlanması, personel ve eğitim ihtiyaçlarının tanımlanması, kaynak ihtiyaçlarının analizi, risklerin minimize edilmesi, ulaştırma analizi ilk tahsisat, lojistik destek analiz kayıtlarının geçerliliği, ELD dokümanlarının hazırlanması, lojistik destek analiz kayıtlarının güncellenmesi olmak üzere 12 alt görevin tamamlanmasını gerektirir. Bu süreçler Şekil 8.15'te gösterildiği gibi beş adımda gerçekleştirilir.

Erken Saha Analizi (Alt Görev XIII); Erken saha analizinin amacı sahada zaten mevcut olan diğer sistemlerle ilişkili olarak yeni sistemin analizini yapmaktır. Erken sıfatı içerik hakkında genelde yanlış izlenim edinilmesine neden olmaktadır. Aslında bu alt göreve saha öncesi sıfatı vermek daha doğru olabilir. Şekil 8.16'da erken saha analizinin algoritması gösterilmiştir.

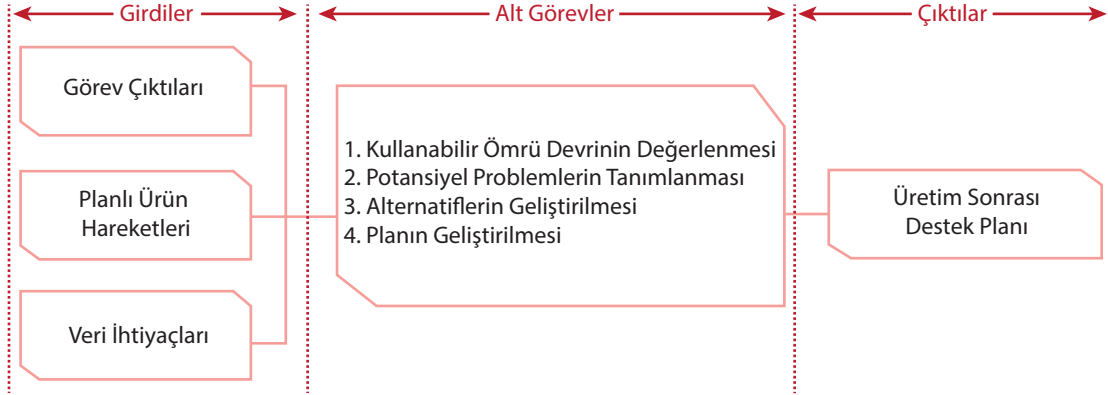


Şekil 8.16 Erken Saha Analizi (Alt Görev XIII)



Erken saha analizi mevcut sisteminde elde edilen verileri kullanır. İlk etapta mevcut sistemin fonksiyonları tanımlanır, ardından yine mevcut sistemin iş gücü kaynaklarının analiz edilir. Bu aşamaların ardından sistemin kullanılmaya hazır olma durumuna bakılır. Sistemin kendisinden beklenenleri yerine getirmeye devam edilebilmesi için sürdürülebilirlik analizi yapılır. Son olarak bu yapılanları yerinde görmek ve geliştirmek için saha ziyaret planları oluşturulur.

Üretim Sonrası Destek Analizi (Alt Görev XIV); ELD kapsamında üretilen sistemlerin üretildiği tesisler sistemin ömür devir boyunca işleme açık kalmayabilir. Genel olarak müşteri tarafından açılan tesisler vasıtası ile sistemin ömür devri boyunca kimi durumlarda 20 yıla yakın desteklenmesi sağlanır. Bu süreçler, Şekil 8.17’de gösterildiği gibi dört ana alt görevin icrası ile beş adımda gerçekleştirilir.

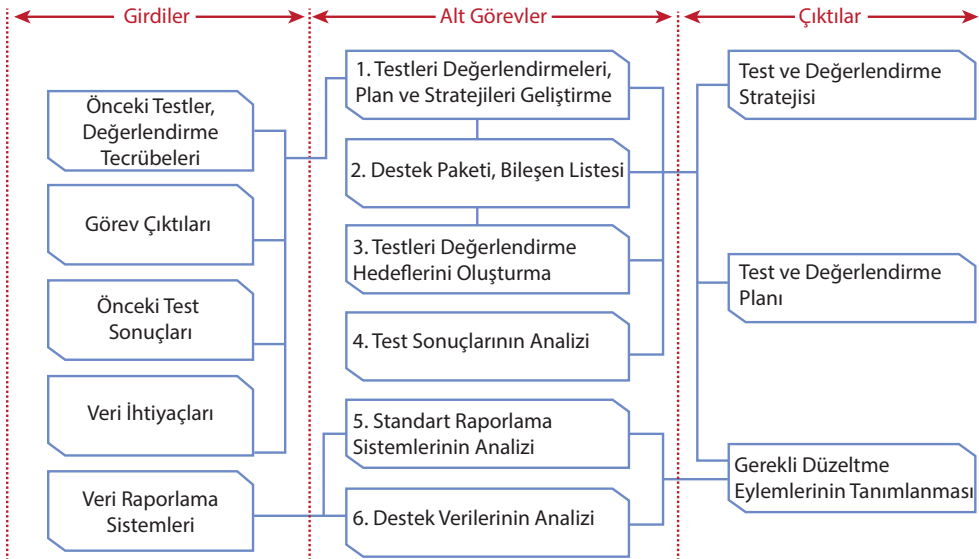


Şekil 8.17 Üretim Sonrası Destek Analizi (Alt Görev XIV)

Sistemlerin üretildiği tesisler sistemin ömür devir boyunca desteklenebilmesi oldukça güçtür. Değişmesi gereken parçalar, tamir edilebilecek parçalar, periyodik bakımlar, fabrika veya depo seviyesinde yapılması gereken bakımlar, yeniden üretim verilerin sağlanması gibi çok detaylı ihtiyaçların planlanmasını gerektirir.

## Desteklenebilirliğin Değerlendirilmesi (Görev Bölümü V)

Tüm ELD süreçlerinin etkinliği ve Lojistik Destek Analiz Programı'nın yeterliliği Görev Bölümü V'deki desteklenebilirliğin test edilmesi, (Alt Görev XV), değerlendirilmesi (Alt Görev XVI) ve onaylanması (Alt Görev XVII) olmak üzere üç alt görevin başarısı ile değerlendirilir. Burada bahsedilen üç alt görev sürekli devam eden gayretler ile icra edilir.



Şekil 8.18 Desteklenebilirliğin Test Edilmesi, Değerlendirilmesi, Onaylanması (Alt Görev XVII)

Bu süreçlerin nasıl icra edildiği **Şekil 8.18**'de gösterilmiştir. İlk aşamada mevcut plan ve stratejiler test edilir ve değerlendirilir. Alınan sonuçlara bağlı olarak mevcut versiyonlar ihtiyaçlar doğrultusunda geliştirilir. Bu aşamadan sonra, destek paketi ve bileşen listesi oluşturulması tavsiye edilir. Bu listeler teknik yayınlar, eğitim ekipmanları, bakım seviye yetkileri, personel ihtiyaçları gibi çok farklı destek gereksinimlerini içerir. Bu aşamadan sonra yapılan testlerin değerlendirmesi sonucunda oluşturulacak hedefler belirlenir. Elde edilen test sonuçlarının ELD süreçlerinde kullanılabileceği bazı alanlar aşağıdadır;

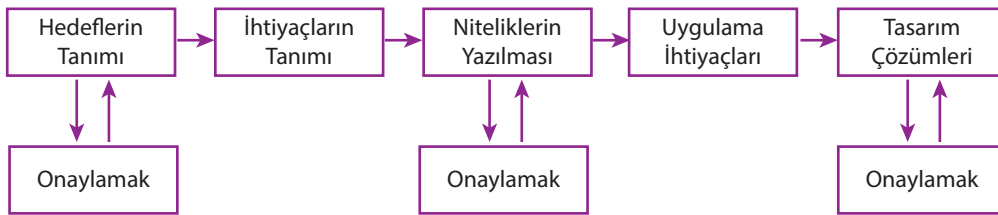
- *Hataların düzeltilmesi,*
- *Sistemin hazır olma durumu, maliyet ve kaynak projeksiyonlarının güncellenmesi,*
- *Hazır olma durumu hedeflerine ulaşmak için gereken geliştirmelerin tanımlanması,*
- *Sözleşmede yer alan hedeflerin tanımlanması,*
- *Gelecekteki projeler için veri tabanı oluşturmak.*

Testlerin değerlendirilmesinin ardından sırası ile standart raporlama sistemlerinin ve destek verilerinin analizi yapılır ve süreç tamamlanır.



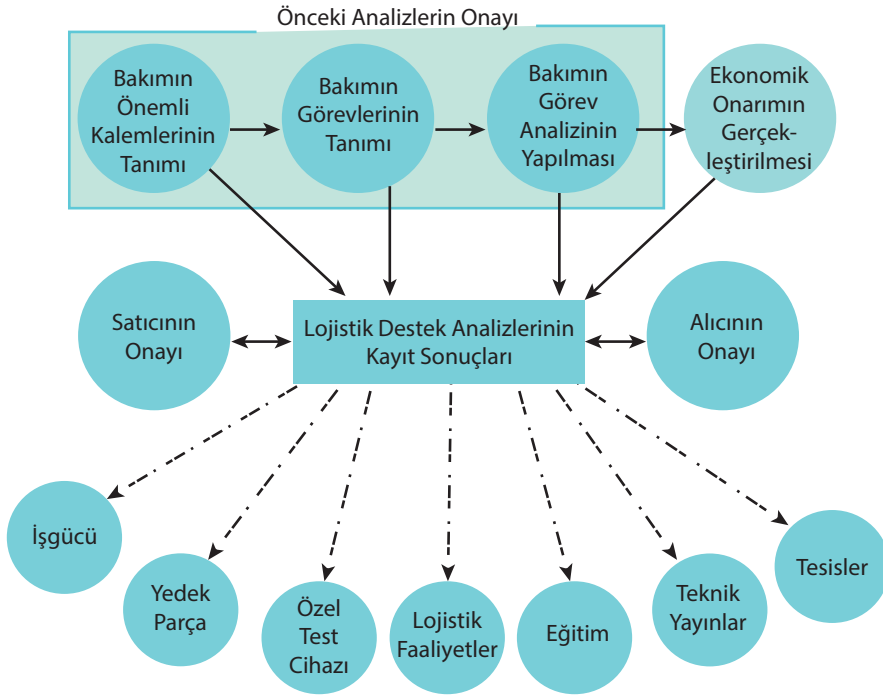
## PROGRAMIN UYGULANMASI

Lojistik destek analiz programının, her bir spesifik tedarik program hedefini kapsamaması gerekir. Bu nedenle desteklenebilirlik hedeflerini gerçekleştirmek için planın nasıl uygulanacağını anlaşılması önemlidir. Lojistik destek analiz süreci tasarım ve ELD süreçleri arasında hatta ELD disiplinlerinin kendi aralarında da bir bütün olacak şekilde tasarlanır. Sürecin algoritması **Şekil 8.19**'da gösterilmiştir.



Şekil 8.19 Fonksiyonel Desteklenebilirlik İçin Yapılan Analiz Program Süreçleri

Fiziksel destek analizi uygulaması tüm tedarik ve satın alma tipleri ile uyumlu olmalıdır. Çünkü satın almalar tasarım süreci bittikten sonra başlarlar. Sürecin akış biçimi ve nasıl işlediği Şekil.19'da olabildiğince basitleştirilerek verilmiştir.



Şekil 8.20 Fiziksel Destek Analizi

Kitabın son bölümü olan bu bölümün diğer bölümlerine göre daha geniş kapsamlı olmasının nedeni lojistik analiz planının detaylarını içermesidir. Oldukça karmaşık olan ELD süreçlerini ana hatları ile sahadaki uygulamalarını içerecek şekilde basitleştirilmeye çalışılmıştır.

### Öğrenme Çıktısı

5 Lojistik destek programının uygulanmasının önemini ve usulünü bilme



#### Araştır 5

Lojistik destek programının uygulaması nasıl olur? Araştırınız.

#### İlişkilendir

Fiziksel destek analiz süreçlerinde alıcı ve satıcının onayının diğer süreçlerle ilişkisini araştırınız.

#### Anlat/Paylaş

Lojistik destek programının uygulama zorluklarını anlatınız.



## Yaşamla İlişkilendir

Lojistik destek analizi, entegre lojistik destek süreçlerinin en etkin araçlarından birisidir.

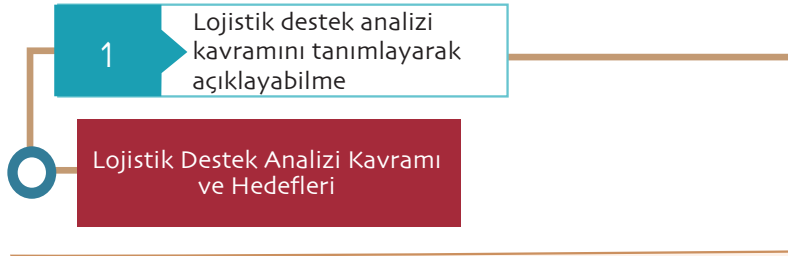
LDA'nın tasarım kararlarını etkileyecek lojistik destek kriterlerini oluşturmak, destek problemlerini ve ilk maliyet nedenlerini tanımlamak, sistem ömür devri boyunca gerek duyulacak lojistik destek kaynak ihtiyaçlarını belirlemek, tek bir lojistik destek bilgi veri tabanı oluşturmak gibi dört temel hedefi bulunur.

Siz de bu hedefleri kullanarak kendi belirlediğiniz bir alana yönelik bir analiz yapınız.

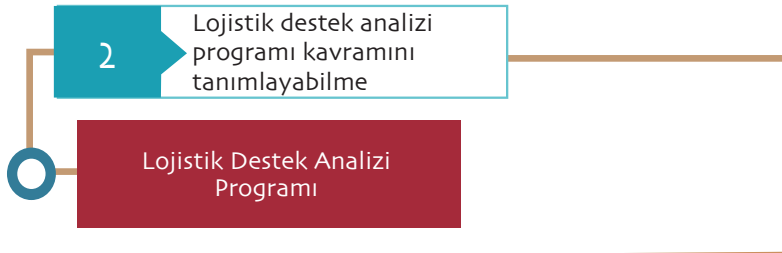


## Araştırmalarla İlişkilendir

Lojistik destek analizi programlarının içeriği ile günlük hayattan belirleyeceğimiz diğer programların içeriğinin benzer ve farklı yönlerini araştırınız.



Lojistik destek analizi, entegre lojistik destek süreçlerinin en etkin araçlarından birisidir. LDA'nın (ilk üçü bu kitabın daha önceki bölümlerinde detayları verilen) dört temel hedefi bulunur. İlk hedef lojistik destek kriterlerini oluşturmakla ilgilidir. Bu hedefe ulaşabilmek için sistemi oluşturan ekipman tasarım sürecinde değişiklik yapılır. İkincisi sistemin lojistik desteğini sağlarken karşılaşılabilecek sorunları tespit etmenin yanı sıra bu sorunların neden olabileceği maliyetleri engellemek ile ilgilidir. Üçüncü hedef tasarlanan sistemin kullanılmaya başlamasından elden çıkarılmasına kadar olan tüm süreçlerde sistemin kendisinden beklenenleri yerine getirilebilmesi için nelere ihtiyaç duyulacağını belirlemesidir. Son hedefte beklenen bir veri tabanı oluşturulmasıdır. Oluşturulması beklenen veri tabanı klasik bir veri tabanından ziyade tüm ELD süreçlerini kapsayan ve her birini diğerini bütünler olacak şekilde tasarlanan tek bir veri tabanıdır. Lojistik destek analizine başlamadan önce ELD süreçlerinin kapsadığı her bir disiplin için veri toplanır, bu veriler analiz edilir ve daha sonra kullanılmak üzere depolanır. Ancak her bir süreç için ayrı ayrı icra edilen süreçlerin bazıları diğeri ile çelişebilir veya bir diğeri ile uyumsuzluk göstermesi sistemin sürdürülebilirliğine engel olabilir. Tek bir veri tabanı oluşturmak bu tür sorunların yaşanmasına engel olur.



Sistemlerin ve diğer ekipmanların tasarımı ve geliştirilmesi için lojistik destek analizi programının oluşturulması ve uygulanması gereklidir. Burada asıl amaç, süreçlerdeki tüm tarafların sistemin performansı, desteklenebilirliği ve sahip olma maliyeti gibi hedefler arasında olası en üst seviyede dengenin sağlanmasıdır. Lojistik destek analiz süreçleri ELD süreçlerinin başarılması için en faydalı olduğu bilinen olayların mantıklı bir sıra içinde birbirlerini takip ederler. Süreçlerin başarısı eğitim ve uygulamanın başarısına bağlıdır. Tedarik (satın alma) süreçlerindeki ölçümlenebilir desteklenebilirlik niteliklerini izleyebilmek önem taşır. Lojistik destek analizi programları birbirinden bağımsız ve farklı 15 görevden oluşur. Bu 15 görev kendi içinde program planlama ve kontrol, görev ve destek sistemlerinin tanımı, lojistik destek ihtiyaç kaynaklarının tanımlanması ve desteklenebilirliğin değerlendirilmesi olmak üzere beş ana bölümde toplanır.

3

Lojistik destek planının ne için yapıldığını ve içeriğini kavrama

Program Planlama ve Kontrol

Lojistik destek planı hazırlanırken esas alınacak faktörler aşağıda sıralanmıştır;

- *Uygulama yöntemlerine odaklanma,*
- *Lojistik Destek Planı) detaylarını içermek,*
- *Mümkün olduğunca spesifik olmak,*
- *Spesifik olunmadığında genel yaklaşımı belirlemek,*
- *Neyin nasıl yapılacağını tanımlamak,*
- *Neyin yapılmayacağını ve nedenlerini tanımlamak,*
- *Müşterinin beklentilerinin ne olduğunu tanımlamak.*

Bu faktörlerin lojistik destek planının içeriğinde noksatsız olarak yer alması planın başarılı bir şekilde icra edilmesinin ön koşuludur. 'Neyin nasıl yapılacağını tanımlamak' faktörünün lojistik destek planında olması demek sistemin kullanılması ve bakımı esnasında yapılacakların planda net olarak belirlenmiş olmasının gereğini ifade eder.

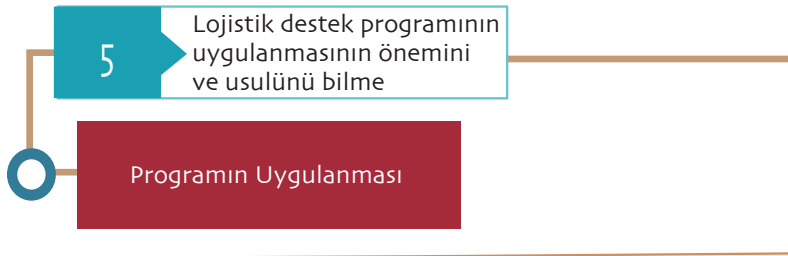
4

Lojistik destek programının süreçlerini ve detaylarını bilme

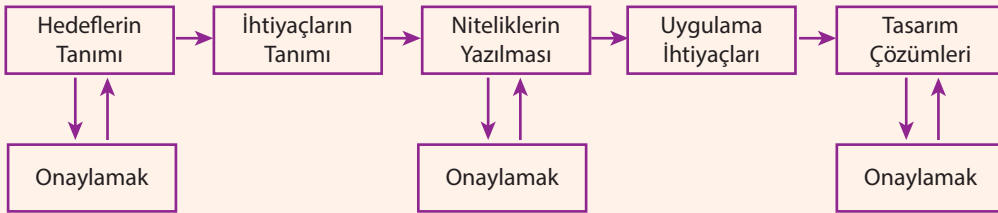
Görev ve Destek Sistemlerinin Tanımı

Sistemlerin ve diğer ekipmanların tasarımı ve geliştirilmesi için lojistik destek analizi programının oluşturulması ve uygulanması gereklidir. Burada asıl amaç, süreçlerdeki tüm tarafların sistemin performansı, desteklenebilirliği ve sahip olma maliyeti gibi hedefler arasında olası en üst seviyede dengenin sağlanmasıdır. Lojistik destek analiz süreçleri ELD süreçlerinin başarılması için en faydalı olduğu bilinen olayların mantıklı bir sıra içinde birbirlerini takip ederler. Süreçlerin başarısı eğitim ve uygulamanın başarısına bağlıdır. Tedarik (satın alma) süreçlerindeki ölçümlenebilir desteklenebilirlik niteliklerini izleyebilmek önem taşır.

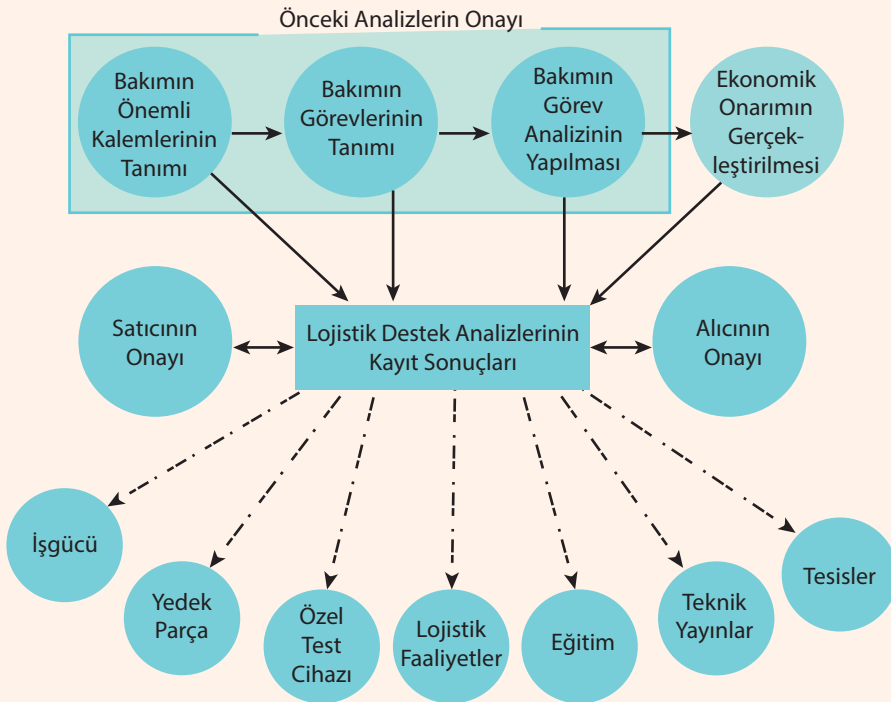




Lojistik destek analiz programının, her bir spesifik tedarik program hedefini kapsamaları gerekir. Bu nedenle desteklenebilirlik hedeflerini gerçekleştirmek için planın nasıl uygulanacağını anlaması önemlidir. Lojistik destek analiz süreci tasarım ve ELD süreçleri arasında hatta ELD disiplinlerinin kendi aralarında da bir bütün olacak şekilde tasarlanır. Sürecin algortiması aşağıda gösterilmiştir.



Fiziksel destek analizi uygulaması tüm tedarik ve satın alma tipleri ile uyumlu olmalıdır. Çünkü satın almalar tasarım süreci bittikten sonra başlarlar. Sürecin akış biçimi ve nasıl işlediği olabildiğince basitleştirilerek aşağıda verilmiştir.



1 Aşağıdakilerden hangisi lojistik destek analizinin dört temel hedefinden birisi değildir?

- A. ELD bakım süreçlerini icra etmek,
- B. Tasarım kararlarını etkileyecek lojistik destek kriterlerini oluşturmak,
- C. Destek problemlerini ve ilk maliyet nedenlerini tanımlamak,
- D. Sistem ömür devri boyunca gerek duyulacak lojistik destek kaynak ihtiyaçlarını belirlemek,
- E. Tek bir lojistik destek bilgi veri tabanı oluşturmak.

2 Lojistik destek analizinin başarılı olması yukarıda kısaca bahsedilen dört hedefi de kapsayan bir programın uygulanmasına bağlıdır. Bu uygulama aşağıdaki hangi iki usulle yapılır?

- A. Döngüsel-Entegre
- B. Sıralı-Sistematik
- C. Döngüsel-Sıralı
- D. Sıralı-Entegre
- E. Sistemetik-Doğrusal

3 Lojistik destek planı, ELD süreçlerini ve usullerini yönetmek ve kontrol etmek için kullanılır. Plan süreçlerdeki her programının gerektirdiği sorumluluklarının detaylarını içerir.

Alt Görev I: Erken Lojistik Destek Analiz Stratejisi,

Alt Görev II: Lojistik Destek Planı,

Alt Görev III: Program ve Tasarımın Gözden Geçirilmesi

Aşağıdakilerden hangisi yukarıda sıralanan alt görevlerinin ait olduğu görev bölümüdür?

- A. Görev Bölümü I Program Planlama ve Kontrol
- B. Görev Bölümü II Görev ve Destek Sistemlerinin Tanımı
- C. Görev Bölümü III Alternatiflerin Hazırlanması ve Değerlemesi
- D. Görev Bölümü IV Lojistik Destek İhtiyaç Kaynaklarının Tanımlanması
- E. Görev Bölümü V Desteklenebilirliğin Değerlendirilmesi

4 Lojistik destek planı, ELD süreçlerini ve usullerini yönetmek ve kontrol etmek için kullanılır. Plan süreçlerdeki her programının gerektirdiği sorumluluklarının detaylarını içerir. Lojistik destek planı hazırlanırken esas alınacak bazı faktörler vardır. Aşağıdakilerden hangisi bunlardan birisi **değildir**?

- A. Uygulama yöntemlerine odaklanma,
- B. Mümkün olduğunca spesifik olmak,
- C. Spesifik olunmadığında genel yaklaşımı belirlemek,
- D. Sistemin satış bedelini belirlemek,
- E. Neyin yapılmayacağını ve nedenlerini tanımlamak

5 Lojistik destek planının yapılıma ve güncelleme süreçleri kapsamında yapılması beklenen tipik bir yönetim konferansının bazı özellikleri ve faydaları aşağıda sıralanmıştır. Aşağıdakilerden hangisi bunlardan birisi **değildir**?

- A. Tüm lojistik destek analizi gözden geçirme süreci ve sözleşmede belirtilen diğer faaliyetlerle bire bir örtüşecek şekilde uyumlu olmalıdır.
- B. Her ELD disiplini ve görevi için tek tek yönetici ve yönlendirici hususlar içermelidir.
- C. Güncel siyasi konuları da kapsamalıdır.
- D. Gerek ELD gerekse lojistik destek analizi için detaylı bir takvim oluşturulmasını sağlar.
- E. Nihai destek çözümünü karşılamak için, üretici tarafından kullanılmak üzere edilen verilerle birebir örtüşecek şekilde uyumlu olmalıdır.

6 Görev Yazılımı, Donanımı ve Destek Sistemleri Standardizasyonu başlıklı alt görevin başarılması için ilk aşamada sistemin lojistik desteğinde kullanılacak mevcut ve planlanan destek kaynakları tanımlanır. Bu tanımlama sürecinde kullanılacak bir modelin ana başlıkları aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Sayısal desteklenebilirlik faktörleri, Değişecek sistemin özeti, Yeni Sistem için var olan destek yapısı, Elde olan diğer desteklenebilirlik verileri
- B. Sözel desteklenebilirlik faktörleri, Değişecek sistemin özeti, Yeni Sistem için var olan destek yapısı, Elde kalan diğer veriler
- C. Kavramsal desteklenebilirlik faktörleri, Değişecek parça özeti, Yeni Sistem için var olan destek yapısı, Elde olan diğer desteklenebilirlik verileri
- D. Soyut desteklenebilirlik faktörleri, Değişecek sistemin özeti, Yeni Sistem için var olan destek yapısı, Elde olan diğer desteklenebilirlik verileri
- E. Soyut desteklenebilirlik faktörleri, Geri besleme, Yeni Sistem için var olan destek yapısı, Elde olan diğer desteklenebilirlik verileri

7 Değerlendirme ve takas süreçlerinin somutlaştırılması, alternatiflerin değerlendirilmesi ve takas analizi alt görevinin ilk adımıdır. Bu adımda kullanılan veriler ve bunların çıktıları için standart bir dil kullanılır. Bu sayede önerilen değişikliklerin tüm sisteme entegre edilmesi mümkün olur. Bu adımda yapılması gerekenler aşağıda sıralanmıştır. Aşağıdakilerden hangisi bunlardan birisi **değildir**?

- A. En iyi alternatifi kullanmak üzere nitel ve nicel kriterleri tanımlayın,
- B. Takas analizi veya gözden geçirme yapmak için uygun bir model seç veya oluşturun,
- C. Mevcut koşullar altında her bir alternatif için ilk değerlendirmeyi ve takas analizini yapın ve en uygun olanı belirleyin,
- D. Bakım tesislerinin inşasını tamamlayın,
- E. Takas analizi veya gözden geçirme sonuçlarını dokümanete edin.

8 Lojistik Destek İhtiyaç Kaynaklarının Tanımlanması (Görev Bölümü IV) üç ana konuya odaklanır. Bunlar aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Destek kaynak ihtiyaçlarının karşılanması, Yeni sistemin satın alınması, Üretim sonrası sistemin desteği
- B. Destek alternatiflerinin lojistik destek kaynak ihtiyaçlarının detaylı tanımı, Yeni sistemin mevcut sistem üzerindeki etkisinin analizi, Üretim sonrası sistemin desteği
- C. Destek güçlerinin bulunması, Mevcut sistemin arızalarının giderilmesi, Üretim sonrası reklam yapılması
- D. Destek alternatiflerinin sıralanması, Yeni sistemin satın alınması, Üretim öncesi sistemin desteği
- E. Bakım alternatiflerinin tanımı, Yeni sistemin mevcut sistem üzerindeki maliyeti, Üretim sonrası bakım

9 Tüm ELD süreçlerinin etkinliği ve Lojistik Destek Analiz Programı'nın yeterliliği üç alt görevin başarısı ile değerlendirilir. Burada bahsedilen üç alt görev sürekli devam eden gayretler ile icra edilir. Bunlar aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Görev Bölümü V'deki desteklenebilirliğin test edilmesi, (Alt Görev XV), değerlendirilmesi (Alt Görev XVI) ve yayınlanması (Alt Görev XVII)
- B. Görev Bölümü V'deki desteklenebilirliğin ölçülmesi, (Alt Görev XV), değerlendirilmesi (Alt Görev XVI) ve geri gönderilmesi (Alt Görev XVII)
- C. Görev Bölümü V'deki desteklenebilirliğin test edilmesi, (Alt Görev XV), değerlendirilmesi (Alt Görev XVI) ve onaylanması (Alt Görev XVII)
- D. Görev Bölümü V'deki desteklenebilirliğin test edilmesi, (Alt Görev XV), değerlendirilmesi (Alt Görev XVI) ve basılması (Alt Görev XVII)
- E. Görev Bölümü V'deki desteklenebilirliğin sağlanması, (Alt Görev XV), değerlendirilmesi (Alt Görev XVI) ve onaylanması (Alt Görev XVII)

10 Lojistik analiz programının yapılması süreçlerinde testlerin değerlendirilmesiyle elde edilen test sonuçlarının ELD süreçlerinde kullanılabilmesi bazı alanlar vardır. Aşağıdakilerden hangisi bunlardan birisi **değildir**?

- A. Hataların düzeltilmesi,
- B. Sistemin hazır olma durumu, maliyet ve kaynak projeksiyonlarının güncellenmesi,
- C. Hazır olma durumu hedeflerine ulaşmak için gereken geliştirmelerin tanımlanması,
- D. Bakım planının esaslarını belirlemek
- E. Gelecekteki projeler için veri tabanı oluşturmak

1. A

Yanıtınız yanlış ise “Lojistik Destek Analizi Kavramı ve Hedefleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

2. D

Yanıtınız yanlış ise “Lojistik Destek Analizi Kavramı ve Hedefleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

3. A

Yanıtınız yanlış ise “Lojistik Destek Analizi Programı” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

4. D

Yanıtınız yanlış ise “Program Planlama ve Kontrol (Görev Bölümü I)” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

5. C

Yanıtınız yanlış ise “Pratik Çalışması (Alt Görev IV)” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

6. A

Yanıtınız yanlış ise “Görev Yazılımı, Donanımı ve Destek Sistemleri Standardizasyonu (Alt Görev V)” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

7. D

Yanıtınız yanlış ise “Alternatiflerin Değerlendirilmesi ve Takas Analizi (Alt Görev XI)” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

8. B

Yanıtınız yanlış ise “Lojistik Destek İhtiyaç Kaynaklarının Tanımlanması (Görev Bölümü IV)” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

9. C

Yanıtınız yanlış ise “Görev Bölümü V” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

10. D

Yanıtınız yanlış ise “Desteklenebilirliğin Test Edilmesi, Değerlendirilmesi, Onaylanması (Alt Görev XVII)” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

8

### Araştır Yanıt Anahtarı

Araştır 1

Lojistik destek analizi, entegre lojistik destek süreçlerinin en etkin araçlarından birisidir. LDA'nın (ilk üçü bu kitabın daha önceki bölümlerinde detayları verilen) dört temel hedefi bulunur;

- Tasarım kararlarını etkileyecek lojistik destek kriterlerini oluşturmak,
- Destek problemlerini ve ilk maliyet nedenlerini tanımlamak,
- Sistem ömür devri boyunca gerek duyulacak lojistik destek kaynak ihtiyaçlarını belirlemek,
- Tek bir lojistik destek bilgi veri tabanı oluşturmak,

İlk hedef lojistik destek kriterlerini oluşturmakla ilgilidir. Bu hedefe ulaşabilmek için sistemi oluşturan ekipman tasarım sürecinde değişiklik yapılır. İkincisi sistemin lojistik desteğini sağlarken karşılaşılabilecek sorunları tespit etmenin yanı sıra bu sorunların neden olabileceği maliyetleri engellemek ile ilgilidir. Üçüncü hedef tasarlanan sistemin kullanılmaya başlamasından elden çıkarılmasına kadar olan tüm süreçlerde sistemin kendisinden beklenenleri yerine getirilebilmesi için nelere ihtiyaç duyulacağı belirlenir. Son hedefte beklenen, bir veri tabanı oluşturulmasıdır. Oluşturulması beklenen veri tabanı klasik bir veri tabanından ziyade tüm ELD süreçlerini kapsayan ve her birini değerini bütünler olacak şekilde tasarlanan tek bir veri tabanıdır. Lojistik destek analizine başlamadan önce ELD süreçlerinin kapsadığı her bir disiplin için veri toplanır, bu veriler analiz edilir ve daha sonra kullanılmak üzere depolanır. Ancak her bir süreç için ayrı ayrı icra edilen süreçlerin bazıları biri diğeri ile çelişir veya bir biri ile uyumsuzluk göstermesi sistemim sürdürülebilirliğine engel olabilir. Tek bir veri tabanı oluşturmak bu tür sorunların yaşanmasına engel olur.

8

## Araştır Yanıt Anahtarı

### Araştır 2

Sistemlerin ve diğer ekipmanların tasarımı ve geliştirilmesi için lojistik destek analizi programının oluşturulması ve uygulanması gereklidir. Burada asıl amaç, süreçlerdeki tüm tarafların sistemin performansı, desteklenebilirliği ve sahip olma maliyeti gibi hedefler arasında olası en üst seviyede dengeyi sağlanmasındır. Lojistik destek analiz süreçleri ELD süreçlerinin başarılması için en faydalı olduğu bilinen olayların mantıklı bir sıra içinde birbirlerini takip ederler. Süreçlerin başarısı eğitim ve uygulamanın başarısına bağlıdır. Tedarik (satın alma) süreçlerindeki ölçümlenebilir desteklenebilirlik niteliklerini izleyebilmek önem taşır.

Lojistik destek analizi programları dört görevden oluşur, bunlar aşağıda sıralanmıştır;

- Görev Bölümü I Program Planlama ve Kontrol
- Görev Bölümü II Görev ve Destek Sistemlerinin Tanımı
- Görev Bölümü III Alternatiflerin Hazırlanması ve Değerlemesi
- Görev Bölümü IV Lojistik Destek İhtiyaç Kaynaklarının Tanımlanması
- Görev Bölümü V Desteklenebilirliğin Değerlendirilmesi

### Araştır 3

Lojistik destek planı, ELD süreçlerini ve usüllerini yönetmek ve kontrol etmek için kullanılır. Plan süreçlerdeki her programının gerektirdiği sorumluluklarının detaylarını içerir. Lojistik destek planı hazırlanırken esas alınacak faktörler aşağıda sıralanmıştır;

- *Uygulama yöntemlerine odaklanma,*
- *(Alt Görev II: Lojistik Destek Planı) detaylarını içermek,*
- *Mümkün olduğunca spesifik olmak,*
- *Spesifik olunmadığında genel yaklaşımı belirlemek,*
- *Neyin nasıl yapılacağını tanımlamak,*
- *Neyin yapılmayacağını ve nedenlerini tanımlamak,*
- *Müşterinin beklentilerinin ne olduğunu tanımlamak.*

Bu faktörlerin lojistik destek planının içeriğinde noksatsız olarak yer alması planın başarılı bir şekilde icra edilmesinin ön koşuludur. *'Neyin nasıl yapılacağını tanımlamak'* faktörünün lojistik destek planında olması demek sistemin kullanılması ve bakımı esnasında yapılacakların planda net olarak belirlenmiş olmasının gereğini ifade eder.

Lojistik destek planının içeriğinde aşağıda ana başlıklar altında oluşturulur;

- *Giriş*
- *Sistem Tanıtımı*
- *Lojistik Destek Analiz Süreci*
- *Lojistik Destek Analiz Programı*

8

### Araştır Yanıt Anahtarı

Araştır 4

ELD süreçlerindeki sistemler oldukça karmaşık olduklarından aşağıda sıralanan bazı kriterlere göre belirlenir;

- *Yeni sistemin görevi,*
- *Mobil olmanın gerektirdiği ihtiyaçlar,*
- *Yer değiştirme senaryolarına bağlı ihtiyaçlar,*
- *Görev beklentileri (sorti sıklığı, kullanım süresi vb),*
- *Sistemin öngörülen ömür devri,*
- *Üzerine üretim yapıldığı konsept,*
- *Destek sistemleri ve makine-insan arayüz kısıtları,*
- *Kullanım ve depolama ortamı,*
- *Sistem sayısı,*
- *Özel görev ve çevre ihtiyaçları,*
- *Bakım konsepti,*
- *Diğer sistem ve ekipmanlarla kullanım durumu*
- *Yerine konulacak mevcut sistem ve sistemin bakım ve destek durumu,*
- *Yeni sistemin bakım ve destek durumu.*



8

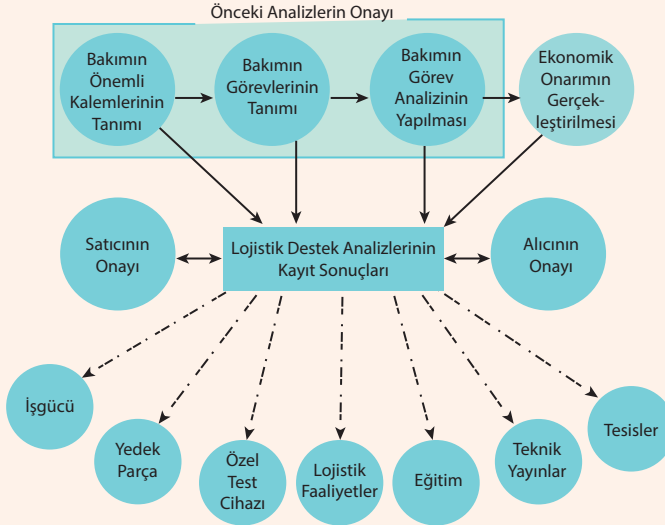
## Araştır Yanıt Anahtarı

Araştır 5

Lojistik destek analiz programının, her bir spesifik tedarik program hedefini kapsamaması gerekir. Bu nedenle desteklenebilirlik hedeflerini gerçekleştirmek için planın nasıl uygulanacağını anlamak önemlidir. Lojistik destek analiz süreci tasarım ve ELD süreçleri arasında hatta ELD disiplinlerinin kendi aralarında da bir bütün olacak şekilde tasarlanır. Sürecin algoritması aşağıda gösterilmiştir.



Fiziksel destek analizi uygulaması tüm tedarik ve satın alma tipleri ile uyumlu olmalıdır. Çünkü satın almalar tasarım süreci bittikten sonra başlarlar. Sürecin akış biçimi ve nasıl işlediği olabildiğince basitleştirilerek aşağıda verilmiştir.



Oldukça karmaşık olan süreç ana hatları ile sahadaki uygulamalarını içerecek şekilde basitleştirilmeye çalışılmıştır.

## Kaynakça

- Jones V. James (2006) V. **Integrated Logistics Support Handbook, (3<sup>rd</sup> Edition)** New York:McGraw-Hill
- Keskin, M. Hakan (2018). **Lojistik El Kitabı, Küresel Aktörlerin Lojistik Pratikleri, Kavramlar, Prensipler, Uygulamalar** (III. Baskı) Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık
- Military Standards, MIL-HDBK 502. **Acquisition Logistics**, Department of Defense, United States of America
- Military Standards, MIL-STD-1388-1A. **Logistics Support Analysis**, Department of Defense, United States of America
- Military Standards, MIL-STD-1478. **Task Performance Analysis**, Department of Defense, United States of America
- Military Standards, MRSA. Pamhlet 700-11. **Cost Estimating Methodology of Logistics Support Analysis (CELSA)** Department of Defense, United States of America