

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Kübra ŞEKER**

**SAVUNMA SANAYİNDE PROTOTİP ÜRÜN DEVREYE  
ALINMASINDA MODELLEME VE MALİYET  
OPTİMİZASYONU**

**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ADANA-2019**

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SAVUNMA SANAYİNDE PROTOTİP ÜRÜN DEVREYE ALINMASINDA  
MODELLEME VE MALİYET OPTİMİZASYONU**

**Kübra ŞEKER**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Bu Tez 03/12/2019 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından  
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....  
Dr. Öğr. Üyesi Melik KOYUNCU  
DANIŞMAN

.....  
Prof. Dr. Ali KOKANGÜL  
ÜYE

.....  
Dr. Öğr. Üyesi Esra KARAKAŞ  
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.

**Kod No:**

**Prof. Dr. Mustafa GÖK**  
**Enstitü Müdürü**

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## ÖZ

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### SAVUNMA SANAYİNDE PROTOTİP ÜRÜN DEVREYE ALINMASINDA MODELLEME VE MALİYET OPTİMİZASYONU

**Kübra ŞEKER**

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Melik KOYUNCU  
Yıl: 2019, Sayfa: 100  
Jüri : Dr. Öğr. Üyesi Melik KOYUNCU  
: Prof. Dr. Ali KOKANGÜL  
: Dr. Öğr. Üyesi Esra KARAKAŞ

Küreselleşen dünya üzerinde ülkelerin birbirleri ile dayanışmaları her geçen gün önem kazanıyor olmasına rağmen özellikle savunma alanında ülkeler özüne inmeli, savunmasının temelini kendi ülkesinde kurmalıdır. Savunma sanayii, genel sanayi politikalarının stratejik bir unsuru olup, ulusal güvenlik ve ülkelerin katma değeri yüksek ekonomiye sahip olması açısından kritik öneme sahiptir. Savunma sanayinin sivil sektörlerle benzer yanları olmasına rağmen, tek bir proje için çok büyük miktarda Ar-Ge ve yatırım gerektirmesi, yüksek kalite standartları, ileri teknoloji kullanımı, sınırlı sayıda alıcısı olan ve politik etkilere açık pazara sahip olması bakımından diğer sektörlerden ayrılmaktadır. Ülkelerin teknolojik alt yapısının gelişmesinde lokomotif rol almaktadır. Bu sebepten bu alanlardaki yatırımlar, ülkelerin stratejik hedefleri arasında yer almaktadır. Bu çalışmada, Yurt İçi Geliştirme ve Üretime Dayalı Savunma Projelerinin başarısının belirleyicilerinden biri olan hızlı ve düşük maliyetle üretimin yapılması için prototip ürünün bir simülasyon modeli oluşturulmuştur. Prototip ürünün seri üretim hattı modeli Arena 10.0 programı üzerinde modellenmiş olup, OptQuest modülü ile sistem kısıtlara için belirlenen senaryolar kapsamında maliyet minimizasyonu yapılmıştır. Model gerçek bir proje üzerinden örnek üretim çalışması ile tartışılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Savunma Sanayii, Prototip Ürün Devreye Alma, Proje Yönetimi, Üretim Yönetimi, Maliyet Optimizasyonu, İşgücü Atama, Simülasyon Model, OptQuest, Arena

## **ABSTRACT**

### **MSc. THESIS**

# **MODELING AND COST OPTIMIZATION OF PROTOTYPE PRODUCT PRODUCTION IN THE DEFENSE INDUSTRY**

**Kübra ŞEKER**

**CUKUROVA UNIVERSITY  
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES  
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING**

Supervisor : Assoc. Dr. Melik KOYUNCU

Year: 2019, Pages: 100

Jury : Assoc. Dr. Melik KOYUNCU

: Prof. Dr. Ali KOKANGÜL

: Asst. Prof. Dr. Esra KARAKAŞ

Although the solidarity of the countries in the globalizing world is gaining importance every day, especially in the field of defense, countries should descend to their essence and establish the basis of their defense in their own country. Defense industry is a strategic element of general industrial policies and it is critical for national security and countries having high added value economy. Although the defense industry has similar aspects to the civilian sectors, it differs from other sectors in that it requires a large amount of R & D and investment for a single project, high quality standards, the use of advanced technology, and a market with a limited number of buyers and open to political influences. It is the locomotive in the development of technological infrastructure of countries. Therefore, investments in these areas are among the strategic objectives of the countries. In this study, a simulation model of the prototype product has been developed for fast and low cost production, which is one of the determinants of the success of the Domestic Development and Production Based Defense Projects. The prototype product line model was modeled on the Arena 10.0 program, and the OptQuest module minimized the cost for the scenarios determined for the system constraints. The model was discussed through a real production project and the results were evaluated.

**Keywords:** Defense Industry, Prototype Product Commissioning, Project Management, Production Management, Cost Optimization, Workforce Assignment, Simulation Model, OptQuest, Arena

## GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Savunma ve güvenlik ihtiyacı tüm ülkelerin silahlı kuvvetler bulundurmasına ve zorunlu olarak savunma alanına yatırım yapmasına sebep olmaktadır. Gelişen ve ilerleyen teknolojinin etkisiyle sistemlerin modernize zorunluluğu, sürekli artan harcamalar yapılmaktadır.

Bilim ve teknoloji alanındaki gelişmelerden en fazla etkilenen savunma sanayi, diğer sanayi alanlarında lokomotif olarak rol almaktadır. Savunma alanında geri kalan ülkeler dışarıya daha fazla bağımlı hale gelmektedir, gelişmiş ülkeler ise askeri ihtiyaçlarını yurtiçinden karşılayarak yurt dışına olan bağımlılıklarını azaltmış ve yaptıkları ciddi yatırımlarla ortaya çıkan sistemleri savunma alanı dışında sivil alanda kullanılabilecek know-how' ları ülkelere kazandırarak refahını arttırmıştır.

Ekonomi araştırmalarında savunma alanına yapılan harcamaların ülke ekonomisinin büyümesi ile doğrudan ilişkili olduğu halen tartışılmaktadır. Ülkenin büyümesinde önemli ve kuvvetli bir etken olduğu kabul edilmektedir fakat ülke ekonomisine etkileri hususunda fikir birliğine henüz varılamamıştır.

Çalışma kapsamında savunma sanayisinde üretimi yapılan ürün, proje tipi üründür. Projede belirlenen miktar kadar üretilecek olup, siparişe göre üretime benzemektedir. Bu alana üretimi yapılan ürünlerin başlıca özellikleri aşağıdaki gibidir;

- Birim ürün fiyatı çok yüksektir,
- Ürün sabit konumdadır,
- Çalışan personeller ürünün çevresinde veya içerisinde çalışmakta ve hareket etmektedirler,
- Üretimin özel ve karmaşık olması sebebiyle faaliyetlerin planlanıp, iş emirlerinin hazırlanmasında özel yöntemlerin kullanılması gerekmektedir.

Simülasyon tekniğinin kullanılmasının amacı, gerçek sistemi girdi ve çıktılarıyla matematiksel olarak ifade etmek, sistemi oluşturulan model üzerinden tanıyıp araştırmak, farklı senaryolar model üzerinde deneyerek gerçek sistem üzerine aktarılmadan sonuçları değerlendirebilmektir. (Hançerlioğulları, 2006)

Simülasyon modelleme tekniği kullanım alanlarının bazıları aşağıdaki gibidir:

- Yeni askeri silah ve sistem taktiklerinin saptanması
- Otoyol, havaalanı, metro ve liman tasarım ve işletimi
- Ambulans / İtfaiye bulundurma noktalarının ve araç sayılarının belirlenmesi
- İletişim sistemleri
- Üretim hatlarının tasarım ve analizi
- Montaj hattı dengeleme
- İşgücü/ vardiya planlaması
- Malzeme taşıma sistemleri

Firma problemlerinin tanımlanması için hazırlanan sistem modeli çok karmaşık yapıdayken, kurulan model analitik ve nümerik olarak çözümü oldukça zor olduğu durumlar oluşabilir. Bu gibi durumlarda problemlerin çözülmesi adına simülasyon önemli bir model kurma ve çözme tekniği olarak kullanılmaktadır. (Halaç, 1991)

Simülasyon genel anlamda gerçeğin bilgisayar ortamında temsil edilmesi olarak tanımlanabilmektedir. En yaygın tanımı; herhangi bir sistemin işleyişini anlayabilmek ya da bu sistemin işleyişi ile ilgili farklı strateji, iş modellerinin değerlendirilmesi için gerçek sistemin bilgisayardaki modelinin oluşturulması ve model üzerinde iş modellerinin denenerek test edilmesi, deney yapılması olarak tanımlanmaktadır. (Erkut ve Baskak, 1997)

Simülasyon modelleme tekniğinin uygulanmasının en önemli sebepleri;

- Gerçek sistemi ya da işlem dizisi üzerinde gözlem yapmak çok masraflı veya olanaksız olabilir
- Gözlemlenen sistem oldukça karmaşık yapıda olduğu zaman, sistemi matematiksel denklemlerle tanımlama ve sistem işleyişi ile ilgili tahmin yapılmasına yardımcı olacak analitik çözüm elde edilmesi olanaksız olabilir
- İncelenen sistemin matematiksel modeli kurulabiliyor olsa bile, modelin çözülmesi için kullanılacak analitik teknikler yeterli olamayabilir
- İrdelenen sistemi tanımlayan matematiksel modellerin doğruluğunun ispatlanması adına yapılacak deneylerin yapılması imkansız ya da çok masraflı olabilmektedir. (Erkut ve Baskak, 1997)

Bu çalışmada, “Prototip ürünün seriye alınması” problemi incelenmiştir. Ürünün tasarım aşaması ve üretimi tamamlanarak ilk prototipi üretilmiştir. Bu kapsamda seriye alınması planlanan ürün için gerekli veriler, prototip ürün üretim süresince toplanmıştır. Seri üretime alınacak yeni ürünün planlanan teslimatı için üretim istasyonlarının belirlenerek, iş gücü ve kaynak atama probleminin incelenmesi durumu ortaya çıkmıştır.

Çalışma kapsamında öncelikli olarak savunma sanayii, savunma harcamaları ve üretim sistemi yöntemleri tanımlanmaktadır. İlk bölümde savunma sanayi kavramları açıklanmış, savunma harcamalarının gerekliliğinden, savunma sanayinin öneminden, savunma sanayi piyasasının özelliklerinden, küresel ölçekte savunma harcamalarından, savunma sanayi pazarının büyüklüğünden, savunma sanayini serbest piyasalardan ayıran özellikler ve savunma sanayi ürünlerinin hangi tip üretim şekline sahip olduğu incelenmiştir.

Çalışmanın uygulama kısmında seçilmiş firmanın prototip ürününün üretimi hakkında bilgi sahibi olmak ve belirlenen senaryolar için hattın yapısının

incelenmesi için modelleme çalışmaları yapılmıştır. Model kurulduktan sonra maliyeti minimize edecek iş gücü atamalarının yapılması için OptQuest paket programı kullanılmıştır. Bu program arayıcılığı ile belirsiz bekleme sürelerine sahip üretim sistemine farklı alternatif senaryolar için maliyetleri minimize edecek işgücü ve kaynak ataması gerçekleştirilmektedir.





## TEŞEKKÜR

Otomotiv ve Savunma sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin, alt yüklenici olarak prototip üretimini gerçekleştirdiği ürününün seri üretimine alınmadan önceki hazırlık olan optimum işgücü ataması ve maliyetlerin optimizasyonu yapılması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında savunma sanayinin önemini belirtilmiş, küresel savunma sanayi bu alanda yapılan yatırımlar, ülkelerin yatırımları, yapılan harcamalar, ülkemizin savunma harcamaları incelenmiştir.

Tez yazım süremde her zaman destek olan, yanımda olduklarını hissettiğim ve beni cesaretlendiren, sabrını ve desteğini esirgemeyen anneme, babama, kardeşlerime ve değerli dostlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisansım boyunca analitik düşünmeme katkı sağlayan, modelleme üzerine kurulu tez konusunu belirlememde ve yazmamda beni yönlendiren değerli eğitmenim Dr. Öğr. Üyesi Melik KOYUNCU' ya şükranlarımı sunarım.

Kübra ŞEKER

Kasım, 2019

## İÇİNDEKİLER

## SAYFA

|                                                                            |      |
|----------------------------------------------------------------------------|------|
| ÖZ .....                                                                   | I    |
| ABSTRACT.....                                                              | II   |
| GENİŞLETİLMİŞ ÖZET .....                                                   | III  |
| TEŞEKKÜR.....                                                              | VII  |
| İÇİNDEKİLER .....                                                          | VIII |
| ÇİZELGELER DİZİNİ .....                                                    | X    |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                                                      | XII  |
| SİMGELER VE KISALTMALAR.....                                               | XIV  |
| 1. GİRİŞ .....                                                             | 1    |
| 1.1. Savunma Sanayii.....                                                  | 7    |
| 1.1.1. Türk Savunma Sanayii Politikası ve Stratejisi Esasları (TSSPSE).... | 11   |
| 1.1.2. Savunma Sanayinin Özellikleri.....                                  | 13   |
| 1.1.2.1. Savunma Sanayinin Temel Askeri Özellikleri .....                  | 14   |
| 1.1.2.2. Gizlilik.....                                                     | 14   |
| 1.1.2.3. Emniyet ve Güvenilirlik .....                                     | 21   |
| 1.1.2.4. Değişen Tehditleri Karşılabilme ve İdame Ettirebilirlik .         | 21   |
| 1.1.2.5. Standardizasyon.....                                              | 22   |
| 1.1.3. Savunma Sanayi Ürünlerinin Özellikleri .....                        | 22   |
| 1.1.3.1. Yüksek Performans Gerektirmesi.....                               | 23   |
| 1.1.3.2. Karmaşık Yapıda ve İleri Teknoloji Merkezli Ürün Olması .         | 23   |
| 1.1.3.3. Ürün Kalitesinin Yüksek Olması.....                               | 24   |
| 1.1.3.4. Ürün Kullanım Süresinin Uzun Olması .....                         | 25   |
| 1.1.3.5. Maliyetin Yüksek Olması.....                                      | 26   |
| 1.1.4. Savunma Sanayi Piyasasının Özellikleri ve Firmalarının              |      |
| Sınıflandırılması .....                                                    | 26   |
| 1.1.4.1. Ana Yüklenici Firmalar .....                                      | 30   |
| 1.1.4.2. Alt (Yan) Firmalar.....                                           | 32   |

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1.4.3. Parça ve Malzeme Yapımcı Firmalar .....                                              | 32 |
| 1.1.5. Üretim Sistemlerinin; Üretim Miktarlarına veya Akışına Göre<br>Sınıflandırılması ..... | 33 |
| 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....                                                                    | 37 |
| 3. MATERYAL VE METOT .....                                                                    | 47 |
| 3.1. Materyal.....                                                                            | 47 |
| 3.1.1. Verilerin Toplanması .....                                                             | 53 |
| 3.2. Metot.....                                                                               | 59 |
| 4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....                                                                 | 75 |
| 4.1. Alternatif-I Senaryo Sonuçları.....                                                      | 75 |
| 4.2. Alternatif-II Senaryo Sonuçları .....                                                    | 80 |
| 4.3. Alternatif-III Senaryo Sonuçları .....                                                   | 80 |
| 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....                                                                 | 83 |
| KAYNAKLAR .....                                                                               | 87 |
| ÖZGEÇMİŞ .....                                                                                | 93 |
| EKLER.....                                                                                    | 94 |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

## SAYFA

|              |                                                                       |    |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 1.1. | 2017 Dünya Askeri Harcamaları .....                                   | 3  |
| Çizelge 1.2. | Savunma Ürünlerinin Tedarik Tipine Göre Ülkelerin<br>Kazanımları..... | 7  |
| Çizelge 1.3. | Sermaye Yapısına Göre Türk Savunma Sanayii.....                       | 17 |
| Çizelge 1.4. | Serbest Piyasa ve Savunma Piyasasının Özellikleri .....               | 28 |
| Çizelge 1.5. | TSKGV'nin Pay Sahibi Olduğu Şirketler.....                            | 31 |
| Çizelge 3.1. | Ana Faaliyet Zaman Etüdü Çizelgesi .....                              | 54 |
| Çizelge 3.2. | Yan Faaliyet Zaman Etüdü Çizelgesi .....                              | 55 |
| Çizelge 3.3. | Operatör Takip Çizelgesi.....                                         | 55 |
| Çizelge 3.4. | Kaynak Kapasiteleri.....                                              | 66 |
| Çizelge 3.5. | Simülasyonda Grupların Montaj Bekleme Sıralaması.....                 | 68 |
| Çizelge 3.6. | OptQuest Kapasite Atama .....                                         | 69 |
| Çizelge 4.1. | Alternatif OptGuest Atamaları.....                                    | 76 |
| Çizelge 4.2. | Alternatif I Senaryoların Maliyetleri .....                           | 79 |
| Çizelge 4.3. | MUDA Tablosu .....                                                    | 80 |
| Çizelge 4.4. | MUDA İyileştirme Tablosu .....                                        | 81 |



## ŞEKİLLER DİZİNİ

## SAYFA

|            |                                                                       |    |
|------------|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1.1. | 2017 Yılı Dünya Askeri Harcamalarında Ülkelerin Payları.....          | 4  |
| Şekil 1.2. | ABD Savunma Bakanlığı Programlarındaki Ortalama Maliyet Dağılımı..... | 6  |
| Şekil 1.3. | 2002-2017 Türk Savunma Sanayii Proje Adetleri.....                    | 8  |
| Şekil 1.4. | 2017-2018 Ar-Ge Harcamaları.....                                      | 9  |
| Şekil 1.5. | 2023 Teknoloji Öngörü Çalışması.....                                  | 10 |
| Şekil 1.6. | Güçlü Savunma Modeli.....                                             | 29 |
| Şekil 3.1. | Simülasyon Sürecinin Adımlarını Gösteren Akış Şeması.....             | 49 |
| Şekil 3.2. | Sistem ve Süreç Tasarımı Yaklaşımı.....                               | 51 |
| Şekil 3.3. | Proje Üretim Akışı.....                                               | 53 |
| Şekil 3.4. | Hatanın Maliyeti.....                                                 | 56 |
| Şekil 3.5. | Ürün Zaman Etüdü Formu .....                                          | 57 |
| Şekil 3.6. | Sistemin Akış Şeması.....                                             | 64 |
| Şekil 4.1. | Alternatif 1- Çözüm 1 Personel Atama .....                            | 76 |
| Şekil 4.2. | Alternatif 1- Çözüm 1 Proje Yatırımı.....                             | 77 |
| Şekil 4.3. | Alternatif 1- Çözüm 2 Personel Atama .....                            | 77 |
| Şekil 4.4. | Alternatif 1- Çözüm 2 Proje Yatırımı.....                             | 78 |
| Şekil 4.5. | Alternatif 1- Çözüm 3 Personel Atama .....                            | 78 |
| Şekil 4.6. | Alternatif 1- Çözüm 3 Proje Yatırımı.....                             | 79 |
| Şekil 4.7. | Yeni Ürün Devreye Alma Planı .....                                    | 82 |



## SİMGELER VE KISALTMALAR

|             |                                                                                    |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| AB          | : Avrupa Birliği                                                                   |
| ABD         | : Amerika Birleşik Devletleri                                                      |
| ASELSAN     | : Askeri Elektronik Sanayi                                                         |
| AR-GE       | : Araştırma Geliştirme                                                             |
| AQAP        | : Nato üyelerinin Kalite Güvence Yayınları (Allied Quality Assurance Publications) |
| BAB         | : Batı Avrupa Birliği                                                              |
| BM          | : Birleşmiş Milletler                                                              |
| BHE         | : Birleşik Arap Emirlikleri                                                        |
| BTYK        | : Bilim Teknoloji Yüksek Kurulu                                                    |
| DPT         | : Devlet Planlama Teşkilatı                                                        |
| GENESİS     | : Savaş Yönetim Dizgesi                                                            |
| GSMH        | : Gayri Safi Milli Hasıla                                                          |
| GSYİH       | : Gayri Safi Yurtiçi Hasıla                                                        |
| HAVELSAN    | : Hava Elektronik Sanayi                                                           |
| KDV         | : Katma Değer Vergisi                                                              |
| LPI         | : Düşük Yakalanma Olasılığı                                                        |
| MSB         | : Milli Savunma Bakanlığı                                                          |
| MSY 317-2 C | : MSB Savunma Sanayii Güvenliği Yönergesi                                          |
| NATO        | : Kuzey Atlantik Antlaşması Örgütü (North Atlantic Treaty Organization)            |
| NDA         | : Gizlilik Anlaşması ((Non-Disclosure Agreement)                                   |
| OFCD        | : Ekonomik Kalkınma Ve İşbirliği Ülkeleri                                          |
| OSSA        | : Ostim Savunma ve Havacılık Kümelenmesi                                           |
| OSTİM       | : Ankara Ortadoğu Sanayi ve Ticaret Merkezi                                        |
| ROKETSAN    | : Roket Sanayi Ve Ticaret Anonim Şirketi                                           |
| SASAD       | : Savunma Ve Havacılık Sanayi İmalatçılar Derneği                                  |
| SIPRI       | : Stockholm Uluslararası Barış Araştırmaları Enstitüsü                             |



|          |                                                                              |
|----------|------------------------------------------------------------------------------|
| SSM      | : Savunma Sanayi Müsteşarlığı                                                |
| STAMP    | : Stabilize Makinalı Tüfek                                                   |
| TAEK     | : Türkiye Atom Enerjisi Kurumu                                               |
| TÜMAS    | : Türkiye'nin Milli ve Askeri Statejisi                                      |
| TUSAŞ    | : Türk Havacılık Ve Uzay Sanayi Anonim Şirketi                               |
| TÜBİTAK  | : Türkiye Bilimsel Ve Teknolojik Araştırmalar Vakfı                          |
| TSK      | : Türk Silahlı Kuvvetleri                                                    |
| TSKGV    | : Türk Silahlı Kuvvetlerini Güçlendirme Vakfı                                |
| TSSPSE   | : Türk Savunma Sanayi Politikası ve Stratejisi Esasları                      |
| TTGV     | : Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı                                         |
| TZE      | : Tam Zaman Eşdeğer                                                          |
| N        | :: İstenen Gözlem sayısı                                                     |
| z        | : İstenen güvenilirlik düzeyindeki standart sapma sayısı                     |
| p        | : Örneklem içinde oluş oranı                                                 |
| q        | : Örneklem içinde olmama oranı                                               |
| h        | : Mutlak hata miktarı (Örneklem büyüklüğünün doğruluk sınırları, duyarlılık) |
| $\sigma$ | : Eleman dağılımının standart sapması                                        |
| $x_1$    | : boya personel sayısı                                                       |
| $x_2$    | : kalite personel sayısı                                                     |
| $x_3$    | : kaynak personel sayısı                                                     |
| $x_4$    | : montaj personel sayısı                                                     |
| $x_5$    | : lazer personel sayısı                                                      |
| $x_6$    | : lazer sayısı                                                               |
| $Wt_1$   | : platform parça kontrol kuyruğu bekleme zamanı (saat)                       |
| $Wt_2$   | : platform kontrol kuyruğu bekleme zamanı (saat)                             |
| $c_1$    | : <i>personelin işletme birim maliyeti</i>                                   |
| $c_2$    | : <i>lazer tezgahının işletme birim maliyeti</i>                             |

## 1. GİRİŞ

Savunma sanayi alanında cumhuriyetin ilanından sonra planlanan ekonomik kalkınma adımları ile Türkiye bu alanda önemli gelişmeler kaydetmiştir. Cumhuriyetin ilanının ardından geçen on yıllık dönemin sonunda, 1'nci ve 2'nci Sanayii Planları' nın uygulamış olup, savunma sanayii temelini oluşturmakta olan endüstrilere yönelik yatırımlar 1933-1939 yılları arasında başarılı bir şekilde sonuçlandırılmıştır. Yatırımlar başarılı olmuş savunma sanayii alanında havacılık sektöründe büyük ilerlemeler kat edilmiştir. Fakat özellikle 2'nci Dünya Savaşı'ndan sonraki dönemde ülkemizin, Kuzey Atlantik Antlaşması Örgütü' ne (NATO) katılmasının akabinde müttefik ülkeler tarafından ihtiyaçlarımızın bedelsiz ve kısa sürede temin edilebiliyor olması, bu alanda yapılan yatırımların atıl düşmesi ve verilen önemin azalmasına sebep olmuştur. (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, 2003)

Türkiye savunma sanayi alanında edindiği üretim yeteneklerini, Kuzey Atlantik Antlaşması Örgütü' ne (North Atlantic Treaty Organization (NATO)) katılması ve ardından Amerika Birleşik Devletleri (ABD) tarafından alınan Marshall yardımları ile 1950'li yıllarda noktalamıştır. 1974 yılında gerçekleşen Kıbrıs Barış Harekâtı sonrasında Türkiye müttefik olduğu ABD ve batı bloğu ülkelerin uyguladığı askeri ambargo sonrasında tekrar yatırım yapmaya başlamıştır. (Devlet Planlama Teşkilatı, 2000)

Özellikle son yıllarda Türk Silahlı Kuvvetlerinin ihtiyaçlarının yurtiçinden karşılanması hedeflenerek savunma sanayi alt yapısının geliştirilmesinin önemi artmıştır. Önemli ve stratejik yapıya sahip yeni savunma sanayi firmaları bu alana yapılan yatırımların arttırılması ile faaliyete geçirilmiştir. Oluşturulan yeni savunma konseptleri ile bu kuruluşlar ülkemizin savunma harcamalarını yurtiçinden karşılamayı ve ulusal savunma sanayisini üst seviyelere taşımayı hedeflemektedir.

Birçok yenilik, savunma sanayisinin geliştirilmesi sırasında ortaya çıkarak sivil alana da aktarılmıştır. 20'nci yüzyıl sonlarına doğru ortaya çıkan çoğu çarpıcı teknoloji, savunma alanında yapılan çalışmalar sonucunda ortaya çıkmıştır.

Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Makine İmalat Sanayi Özel İhtisas Komisyonu Raporu'na göre savunma sanayi aşağıdaki gibi sınıflandırmıştır.

- Mühimmat, patlayıcı madde ve kimya sanayi,
- Hafif ve ağır silah sanayi,
- Roket ve füze sistemleri,
- Tanklar, zırhlı araçlar ve aksamı,
- Motorlu araç sanayi,
- Havacılık ve uzay sanayi,
- Gemi inşa sanayi,
- Askeri elektronik ve elektromekanik sanayi,
- Optik ve elektro optik sanayi,

Yukarıdaki alanlara Ar-Ge, yan sanayi, danışmanlık hizmetleri ilavesi ile birlikte, sanayi kolları birbirlerini tamamlayarak ihtiyaç duyulan savunma ürünü üretilir.

Gelişmiş ülkelerin savunma sanayilerini kurarken göstermiş olduğu temel yaklaşım esasları aşağıdaki maddeler üzerine kurulmuştur:

- Ulusal egemenliğin şartıdır
- Genel olarak hükümetler savunma sanayisini destekleyip yönlendirmektedirler
- Savunma sanayi alanında üretilen teknolojilerin geliştirilmesi devlet politikası olarak desteklenmekte olup gizliliği yasal olarak korunmaktadır

- Savunma sanayisine alım yapılacak sistemlerin tedarik edilmesi serbest ticaret gibi değerlendirilmemektedir

Gelişmiş ülkeler bu yaklaşımları göz önünde bulundurarak savunma sanayisinde yabancı payını riskli bulmakta, yasalarla yabancılara hisselerin satılması ticaret yasalarına göre yasaklanmıştır.

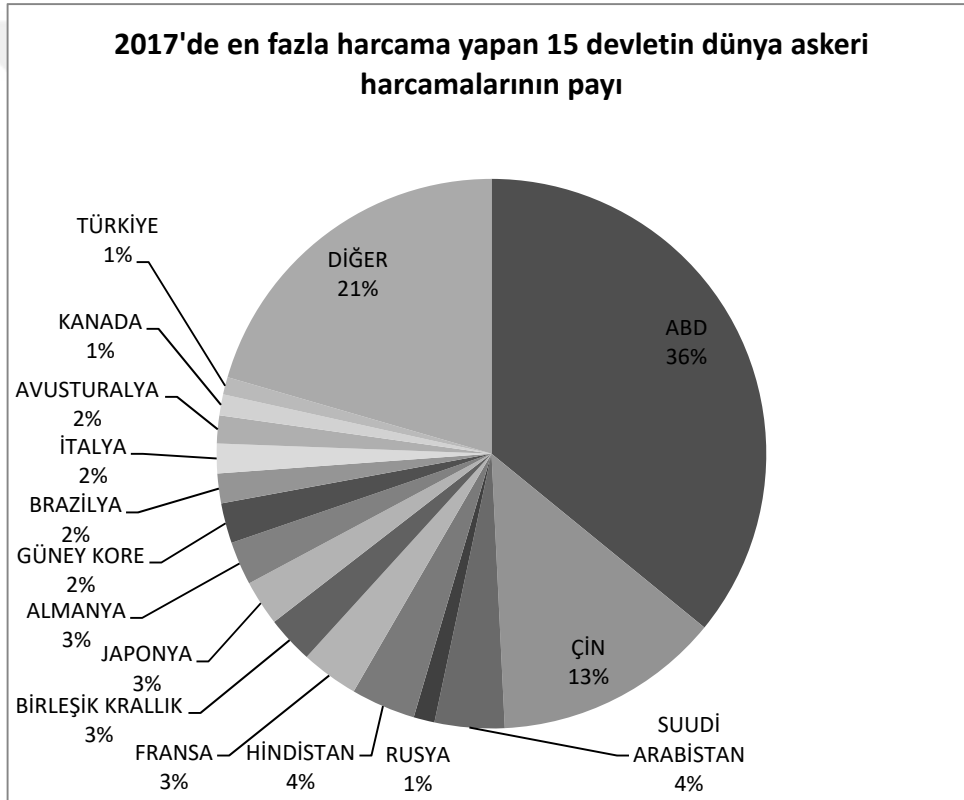
Stockholm Uluslararası Barış Araştırmaları Enstitüsü (SIPRI) ‘nin 2017 yılı için yaptığı bilimsel araştırmalarda; soğuk savaşın sonlanmasından sonra dünya askeri harcamalarının bugüne kadar ki en yüksek seviye olan 1.739 milyar \$ seviyesine yükselerek, küresel gayri safi milli hasıla (GSYİH) 'nın yüzde 2,2'sine veya kişi başına 230 \$ eşdeğer olduğu ön görülüyor.

2017 yılı dünya askeri harcamaları Çizelge 1.1.'de gösterilmiştir. Toplam küresel harcama 2017 yılında 2016 yılına göre %1,1 oranında artarak marjinal bir yükseliş göstermiştir.

Çizelge 1.1. 2017 Dünya Askeri Harcamaları (SIPRI, 2017)

| <b>DÜNYA ASKERİ HARCAMALARI, 2017</b>             |                            |                    |
|---------------------------------------------------|----------------------------|--------------------|
| <b>Bölge</b>                                      | <b>Harcama (Milyon \$)</b> | <b>Değişim (%)</b> |
| Afrika                                            | (46.6)                     | -0.5               |
| Amerika                                           | 695                        | 0.0                |
| Asya ve Okyanusya                                 | 477                        | 3.6                |
| Avrupa                                            | 342                        | -2.2               |
| Orta Doğu                                         | ...                        | ...                |
| <b>Dünya Toplam</b>                               | <b>1739</b>                | <b>1.1</b>         |
| ()=kesin olmayan tahmin, ...=veri kullanılamıyor. |                            |                    |

Son 23 yılda Doğu Asya askeri harcamaları sürekli artış göstermekte olup, 2017 yılında 2016 yılına göre %4,1 artış göstermiş, Batı Avrupa'da son 3 yıl içerisinde de artış görülmekte olup 2016'dan %1,7 artış göstermiştir. Doğu Avrupa, Orta Amerika ve Karayipler ve Afrika'da askeri harcamalar azalırken, Orta Doğu, Orta Avrupa ve Güney Amerika'da harcamalar artış göstermiştir. Şekil 1.1.'de dünya askeri harcamalarında ülkelerin harcama yüzdeleri görülmektedir.



Şekil 1.1. 2017 Yılı Dünya Askeri Harcamalarında Ülkelerin Payları

ABD, GSYİH' nın %3,1'ini, 610 milyar \$ olarak dünyadaki en büyük askeri harcaması yapmaya devam etmiştir.

Çin dünyanın en büyük 2. harcamasını yaparak 2016 yılına göre yatırımını %5,6 arttırarak, 2017 yılında askeri alana tahminen 228 milyar \$ harcama yapmıştır.

Suudi Arabistan 2016 yılına göre yatırımını %9,2 arttırarak 69,4 milyar \$ olarak dünyanın en büyük 3. harcamasını yapmıştır.

Rusya askeri harcamasını %20 oranında azaltarak 66,3 milyon \$ seviyesine gerileyerek 2017 yılında 4. en yüksek harcamayı yapmıştır.

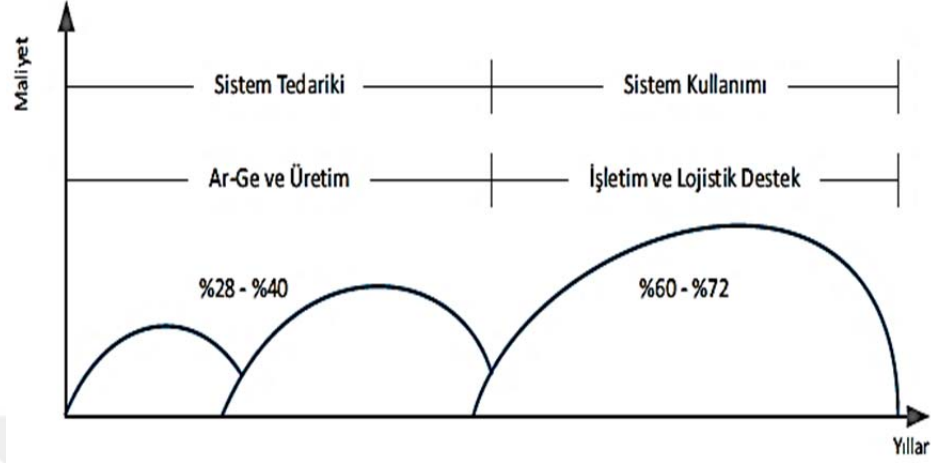
Bu 4 ülkeyi takip eden Hindistan 2017 yılında harcamalarını %5,5 arttırarak 63,9 milyon \$ seviyelerine çıkarmıştır.

Fransa savunmaya alanına en fazla yatırım yapan Avrupa ülkeleri arasında yer almaktadır. Avrupa'nın toplam savunma harcamaları 2017 yılında 2016 yılına göre % 2,2 gerilemiştir. Ancak Fransa 57 milyar 800 milyon \$ harcama yaparak 6'ncı sırada yer aldı.

Sırasıyla diğer büyük harcamaları yapan ülkeler ve harcama miktarları şöyledir; İngiltere 47 milyar 200 milyon \$, Japonya GSYH'nin sadece %0,9 unu savunmaya harcamaktadır, Almanya 1999 sonrası savunma harcamalarını en yüksek seviyeye çıkarak 44 milyar 300 milyon \$ seviyelerinde bütçe ayırmıştır.

Türkiye 2017 yılında savunma alanına 18 milyar 200 milyon \$'lık harcama yaparak 15'inci sırada yer almaktadır.

Ömür devri içerisinde, savunma sanayii sistemlerinin maliyetlerinde belirleyici dönemler olan sistem tedariki ve sistem kullanımı olmak iki ana dönem bulunmaktadır. Şekil 1.2.' de sistem ömrü içerisinde oluşan maliyetlerin dağılımı görülmektedir.



Şekil 1.2. ABD Savunma Bakanlığı Programlarındaki Ortalama Maliyet Dağılımı

Birinci dönem, ihtiyaçların karşılanacağı savunma sisteminin maliyetinin %95'inin belirlenmektedir. Konsept, fizibilite, proje tanımlama, mühendislik, araştırma, geliştirme, üretim ve kullanıma alma aşamalarından oluşur.

İkinci dönem, savunma sistemlerinin idame ettirildiği işletildiği dönemdir. Sistem ömür devri maliyetinin %60 ila %72'si bu aşamada oluşabilmekte olup, kullanım şekli ve sistem özelliklerine göre maliyetler ürün tedarik maliyetinin 2 ila 3 katına çıkabilmektedir. (SSM, 2011a)

Savunma Sanayi üretim süreçlerinin iyileştirilmesi, savunma sanayi projelerinin üretim zamanlarının kısalmasına ve daha az maliyetle üretilmesini sağlayacaktır. Savunma sanayi ihtiyaçlarına hızlı cevap verebiliyor olmak ülke savunmasının kuvvetli olmasını desteklemektedir.

Üretim hattının dengeli olması işgücünün dengeli dağıtılması üretim hızını etkileyen en önemli faktörlerdendir. Bu durum göz önüne alınarak dar boğazların belirlenmesi ve iyileştirme yapılması, farklı kısıtlar ve senaryolar için hattın incelenerek iyileştirmesi amaçlanmıştır.

### 1.1. Savunma Sanayii

Savunma sanayii, genel sanayi politikalarının stratejik bir unsuru olup, ulusal güvenliğimiz ve ülkelerin katma değeri yüksek ekonomiye sahip olması açısından kritik öneme sahiptir. Ülkemizin yerli ve milli sanayileşmesinde savunma sanayinin ayrıcalıklı yeri bulunmaktadır. Savunma sanayinin sivil sektörlerle benzer yanları olmasına rağmen, tek bir proje için çok büyük miktarda Ar-Ge ve yatırım gerektirmesi, yüksek kalite standartları, ileri teknoloji kullanımı, sınırlı sayıda alıcısı olan ve politik etkilere açık pazara sahip olması bakımından diğer sektörlerden ayrılmaktadır. Ülkelerin teknolojik alt yapısının gelişmesinde lokomotif rol almaktadır. Bu sebepten bu alanlardaki yatırımlar, ülkelerin stratejik hedefleri arasında yer almaktadır.

Gelişmiş ülkeler, özellikle savunma sanayi alanında yapılması planlanan Ar-Ge faaliyetleri devlet politikası olarak desteklemektedir. Ar-Ge alt yapısı, bilgili becerikli personel, haberleşme ağı ve bilişim teknolojilerinin kullanılması, doğal hammadde kaynaklarının bolluğu, ucuz işçilik gibi klasik rekabet gücünü etkileyen faktörlerin yerini almıştır. (Dinçtürk,2001)

Çizelge 1.2. Savunma Ürünlerinin Tedarik Tipine Göre Ülkelerin Kazanımları

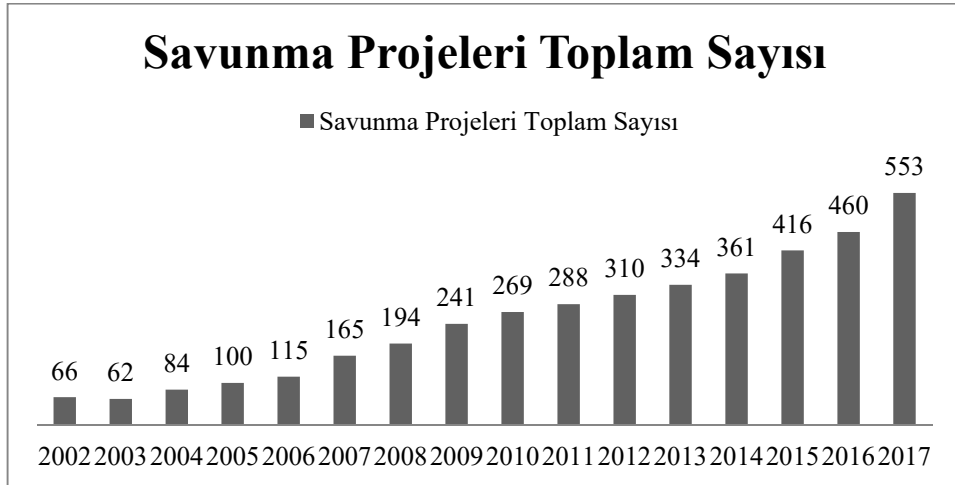
|                               | Tedarik Tipi   |                                 |                 |
|-------------------------------|----------------|---------------------------------|-----------------|
|                               | Yurt Dışı Alım | Yabancı Ortaklı Yerli Şirketler | Milli Şirketler |
| Ulusal Ekonomiye Katkı        | Yok            | Sınırlı                         | Yüksek          |
| İstihdama Katkı               | Yok            | Sınırlı                         | Yüksek          |
| Yan Sanayinin Desteklenmesi   | Yok            | Sınırlı                         | Yüksek          |
| Ulusal Teknolojinin Gelişmesi | Yok            | Sınırlı                         | Yüksek          |
| Rekabet Gücüne Katkı          | Yok            | Sınırlı                         | Yüksek          |
| Caydırıcılık                  | Yok            | Sınırlı/Riskli                  | Yüksek          |



Çizelge 1.2.'de tedarik tipine göre ülkelerin kazanımları özetlenmektedir. Savunma sanayiinde kullanılacak sistemlerin tedarikinin milli şirketlerden yapılması ülkeye; savunma, teknoloji, ekonomik ve sosyal katkısı en yüksek olan tedarik şeklidir.

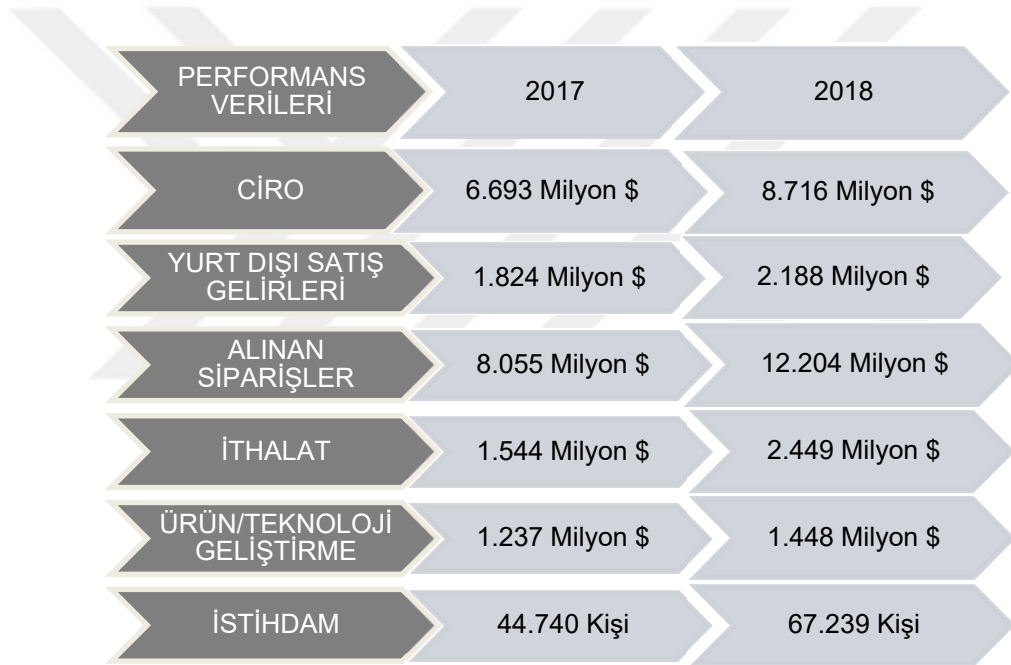
Son yıllarda ülkemizde, savunma sistemlerinde yerli ve milli ürün geliştirme modellerine öncelik verilmeye çalışılmaktadır. Yüksek teknolojiye sahip yüksek bütçeli yatırımların, satın alınmasındansa üretilmesi ihtiyaç duyulan sistemler üzerinde istenilen geliştirilmelerin herhangi bir engele maruz kalmadan yapılmasını mümkün kılmaktadır. Bu çerçevede, özgün ürünlerin üretilmesi kısıtsız kullanım haklarına sahip olunmasını sağlamaktadır. Savunma sanayiinde teknolojik ilerlemelerin yakından takip edilerek, gelişmelere ayak uydurabilmek Ar-Ge çalışmalarına verilmesi gereken önemin altını bir kez daha çizmektedir.

66 savunma projesi 2002 yılında yaklaşık %80 dışa bağımlılık oranı ile yürütölmekteyken; proje sayısı yaklaşık 9 kat artarak 553 adet ve ürünlerin yerlilik oranı %65 in üzerine çıkmıştır. Şekil 1.3.'de SSM 2002-2017 yılları arası savunma sanayi proje adetleri gösterilmektedir.



Şekil 1.3. 2002-2017 Türk Savunma Sanayii Proje Adetleri (Savunma Sanayi Müsteşarlığı, 2017)

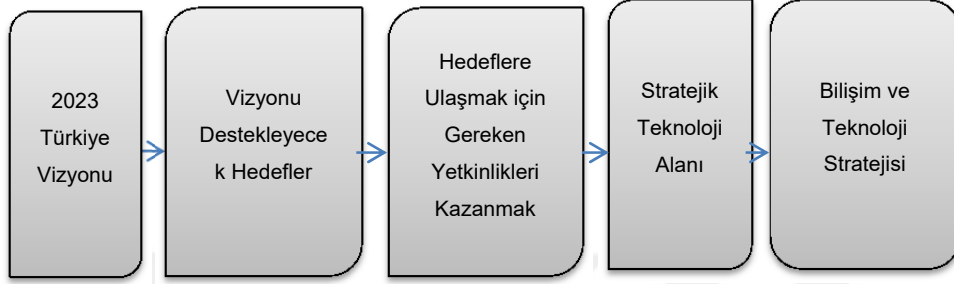
2017 ve 2018 Yılı Türk Savunma ve Havacılık Sanayi Performansına ait verilerde performans verilerine ait ciro, yurtdışı satış geliri ve istihdam verilerde ciddi artışlar olduğu görülmektedir. Döviz kazandıran hizmet gelirleri, alınan siparişler ve ürün teknoloji geliştirilmesi harcamalarında negatif bir durum ortaya çıktığı görülmektedir. Cirodaki artışla ithalattaki artış kıyaslandığında paralel olarak gelişme gösterdikleri değerlendirilmiştir (Savunma ve Havacılık Sanayi İmalatçılar Derneği, 2017). Bu yıllarda gerçekleşen Ar-Ge harcamaları, performans verilerine göre Şekil 1.4.'de gösterilmektedir.



Şekil 1.4. 2017-2018 Ar-Ge Harcamaları (Savunma Sanayicileri Derneği, 2016, 2017)

Savunma sanayinin, ilk adlandırılması silah sanayi (arms industry) olarak yapılmış sonrasında adlandırılma savunma sanayi (defence industry) olarak değiştirilmiştir. Bu değişiklik teknolojiadaki ilerlemeler sebebiyle tekil silahlardan, silah sistemlerine geçişler sonucunda olmuştur.

Sektör tanımı, günümüzde ayrı olarak tanımlanan havacılık sanayii ve uzay sanayiini de kapsayan savunma ve havacılık sanayii (Aerospace and Defence Industry) olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 1.5. 2023 Teknoloji Öngörü Çalışması

Ar-Ge'ye dayalı havacılık ve uzay sanayii ülke ekonomisine ve refahına doğrudan ve dolaylı yollardan katkıları bulunmaktadır. Tübitak Vizyon 2023 projesi savunma, havacılık ve uzay sanayii panel raporunda bulunana en önemli başlıklar aşağıdaki maddeler altında toplanmıştır (Tübitak Vizyon 2023 Panel Raporu 2003) . Şekil 1.5.'de teknoloji öngörü çalışmasının adımları, süreç akışı gösterilmiştir.

- i. Ülkeler için Ar-Ge'ye dayalı havacılık ve savunma sanayii vazgeçilmez unsurdur. İçerdikleri ileri teknoloji sebebiyle bu alanda yapılan yatırım oranlarının yüksek olması sebebiyle bu alanda yapılacak harcamalara ayrılacak kaynakların önemli bölümünün yurt içinde kalması, istihdam yaratılarak önemli know-how kazanımlarının artırılması, yurtdışına bağımlılığın ve beyin göçünün zaman içerisinde azaltılması hedeflenmektedir.
- ii. Ülkelerin teknolojik alt yapısının ve bilimsel geliştirilmesinde, araştırmaların sonuçlarının ürünlerin tasarımlarına ve üretim teknolojilerine dönüştürülerek ülkelerin dünya çapında ekonomik rekabet gücünün artmasını sağlayacak maliyet odaklı platformdur.

- iii. İleri teknolojiye sahip havacılık ve savunma sistemlerinin yerli ve milli olarak geliştirilmesi, bu sistemlerin etkin olarak kullanıldığı ve kabiliyetlerimizin içerisinde yer aldığıın garantisidir. Bununla birlikte etkinliğin en önemli faaliyetlerinden birisi olan gizliliğin korunması bu sayede sağlanmıştır. Böylece askeri alanda caydırıcılık ve uluslararası ilişkilerde yaptırım gücünün büyük ölçüde artırılması sağlanmaktadır.

Savunma ve havacılık sektöründe yapılan çalışmaların sonuçları yalnız kendi alanında yeteneklerin geliştirilmesine bağlı kalmayıp, aynı zamanda günlük yaşamı kolaylaştıracak ürün ve hizmetlerin oluşmasını da sağlamaktadır. (Tübitak Vizyon 2023 Panel Raporu, 2003)

#### **1.1.1 Türk Savunma Sanayii Politikası ve Stratejisi Esasları (TSSPSE)**

Türk Silâhlı Kuvvetleri'nin ihtiyaçlarının büyük oranda yurt içinden karşılanması hedefine ulaşılması için uygulanması gereken ilkeler, Savunma sanayii politikası ve stratejisi esaslarındandır.

Türkiye'nin belirlediği savunma sanayii politikası aşağıdaki esaslara dayanmaktadır:

- Yerli sektör ile birlikte yabancı sektöre de açık olma,
- Yapısının dinamik olması,
- Uluslararası rekabete ve ihracat potansiyeline sahip olması,
- Teknoloji üretebilen ve yeni teknolojilere adapte olabilen,
- Gelişen teknolojik ilerlemeler karşısında yenilenebilen,
- Türkiye ile müttefik veya dost ülkeler arasında dengeli bir iş birliği yapılmasını mümkün kılan ve politik durumlardan değişmesinden asgari düzeyde etkilenen,

- Ülkemizin sahip olduğu mevcut imkanları gerekli ölçüde kullanan ve entegre olmuş,
- Savunma sanayii yanında sivil alanda da üretim yapabilme kabiliyetine sahip,

Ülkemizin savunma sanayii stratejisi aşağıdaki esaslara dayanmaktadır:

- Türk Silahlı Kuvvetlerin ihtiyaçlarının istikrarlı ve güvenli bir şekilde karşılanarak ülkemizin güvenliğinin sağlanması,
- İleri teknolojiye sahip harp silâh ve vasıtalarının yerli imkânlarla yurt içinde üretilmesi, yerli, üretim için gerekli teknoloji altyapıları oluşturularak üretim tesislerinin kurulması ve mevcut ulusal savunma sanayii tesislerinin teşvik ve desteklenmesi,
- Türkiye'nin Millî Askeri Stratejisi ile Planlama ve Programlama Direktifi' nin kaynak alınması,
- Millî Olması Zorunlu Sistemler/Teknolojilerin muhakkak biçimde uzun vadede de olsa yurt içinde üretilmesi ve geliştirilmesi,
- Uzun vadede Kritik Sistemler/Teknolojilerin yurt içerisinde geliştirilmesi, üretilmesi mümkün olmayanlar için yurt dışından destek alınarak ortak üretime yapılması,
- Diğer Sistemler/Teknolojilerin ömür devir maliyetlerini sağlayan kaynaklardan tedarikinin gerçekleştirilmesi,
- Yurtiçi ve uluslararası rekabete açık olacak şekilde savunma sanayiinin geliştirilmesi,
- Yerli üretilen savunma teçhizatının yurtdışına ihraç edilmesi için Dış Ticaret Mevzuatına göre tanımlanan tedbirlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Yukarıda belirtilen prensipler çerçevesinde TSSPSE, Silâhlı Kuvvetlerimizin ihtiyaçları doğrultusunda ürünlerinin tamamının ülkemizde üretiminin mümkün olmaması ve kaynakların uygun şekilde kullanılması değerlendirildiğinden; millî olması zorunlu, kritik ve diğer sistemler / teknolojiler olarak sınıflandırılmıştır.

Yapılan sınıflandırma aşağıdaki sebeplerden dolayı yapılmıştır;

- Uzun vadede millî güvenliğimizi tehdit edebilecek teknolojilerin yurt içerisinde üretilip geliştirilmesi,
- Diğer sistemler ve gelişen teknolojiler için gerek duyulan teknolojik alt yapının ise ilk aşamada yabancı teknolojinin de yardımı ile özümzenmesini ve ikinci aşamada satın alınan teknolojinin bir üst düzeyde millî olarak üretilmesini sağlamaktır.

### 1.1.2 Savunma Sanayinin Özellikleri

Türk Savunma Sanayi Politikası ve Stratejisi Esasları (TSSPSE) 20 Haziran 1998 yılında kabul edilmiş olup, savunma sanayi özellikleri kapsamlı ve detaylı bir şekilde belirtilmektedir.

Bu esaslara göre; savunma sanayi, yetişmiş kalifiye insan gücü, yüksek teknolojiye sahip hassas ve nitelikli üretim yöntemleri, özel askeri kalite standartları ve akabinde sürekli yeni teknolojilerin takibinin yapılmasının gerektirilmesi sebebiyle Ar-Ge faaliyetlerine ihtiyaç gösterir. Bunlara ek olarak yüksek yatırım bedeli isteyen genellikle sınırlı ihtiyaca ve tek alıcıya yönelik üretim yapma bu nedenle sürekli üretimin sağlanması için dış pazarlara açılması gereken, gizlilik ve güvenlik gibi özel koşullara dikkat edilmesi gereken sanayi koludur (Resmi Gazete, 1998).

Türk Savunma Sanayi Politikası ve Stratejisi Esasları doğrultusunda, savunma sanayinin daha iyi anlaşılması için bu alanda üretilen ürünlerin özellikleri ve savunma piyasasının özellikleri incelenecektir.

**1.1.2.1 Savunma Sanayinin Temel Askeri Özellikleri**

Askeri alanda üretilecek ürünler, sivil alana üretimi yapılan ürünlerden temelde ayıran ülke güvenliği açısından önem arz etmekte olan özellikleri bulunmaktadır. Savunma sanayii alanında yapılan antlaşmalarda belirtilen ve doğrudan satın alma, müşterek proje programlarına katılım, teşvik veya yatırım yolu ile tedarik edilecek veya savunma sanayii, teknoloji ve teçhizatı sahasında araştırma, geliştirme, imalat ve montaj yapan gerçek ve tüzel kişilerle bu konularda çalışan şahıslara ait her türlü gizlilik dereceli bilgi, belge, proje, malzeme ve hizmetlerin ve bunlarla ilgili yerlerin güvenliğinin ve korunmasının sağlanmasına ilişkin yapılacak işlemlere hakim olması gerekmektedir (Milli Savunma Bakanlığı (Milli Savunma Bakanlığı, 2011).

**1.1.2.2 Gizlilik**

Savunma sanayi alanında üretimi yapılan askeri sistemlerin gizli olması sebebiyle ilgili belge, malzeme, bilgi içeriğine göre projelere tanımlanan gizlilik derecelerinden uygun olacak gizlilik derecesi tanımlanır. Proje kapsamında gizlilik derecesi ile belirlenmesine ihtiyaç duyulmayan belge, bilgi, malzeme ve proje “tasnif dışı” olarak tanımlanır.

Askeri sistemlerin, sistemlerin güçlü ve zayıf yanlarının sadece kullanıcısı tarafından bilinmesi özelliklerinin gizli olması gereklidir (Ziylan ve ark,1998).

Aksi durumda, ülkelerin sahip oldukları savunma silah ve sistemlerinin, imkân, kabiliyet ve içeriklerinin, kuvvetli, hassas ve zayıf taraflarının diğer ülkelere bilinmesi barış şartlarında caydırıcılık etkisinden taviz verilmesine sebep olurken, harp şartlarında ise büyük bir zafiyetlere yol açabilmesine sebep olacaktır.

Bu bağlamda; kripto bilgileri, telsiz frekansı atlama algoritması, güdümlü füzenin tanımlanan sistem özellikleri, sistemin titreşim/manyetik/akustik iz düşüm değerleri ya da yerli üretim silahın dakikada yapabileceği atış kapasitesi

gibi çoğaltılabilecek teknik özelliklerin tamamı gizlilik özelliği taşımaktadır. Bu ve benzeri sistemlerin içeriklerinin bilinmesi dâhilinde, silah sistemlerinin etkinlikleri karşı taraf tarafından azaltılarak önlemler alması durumunu ortaya çıkarmaktadır (Beyoğlu, 2006). Kritiklik derecesi göz önüne alındığında milli tasarım ürünlerin önemi daha da artmaktadır.

Gizlilik konusunda Milli Savunma Bakanlığı (MSB) tarafından hazırlanan Savunma Sanayin Güvenliği Yönergesi' nde tanımlanan kavramlar ve açıklamaları aşağıdaki gibidir;

**Savunma Sanayii Güvenliği:** Tüm ortamdaki gizlilik dereceli olarak tanımlanamam belgelerin, bilgilerin ve malzemelerin korunmasının sağlanarak, tesislerin ve personellerin güvenliğinin sağlanması için oluşturulmuş sistemdir.

**Son Kullanıcı Belgesi:** Ürünün tedarik edildiği üreticinin onayının alınarak üçüncü kişilere veya ülkelere verilebileceğinin alıcı tarafından taahhüt edildi, üretici ülkenin Savunma Sanayii Millî Güvenlik Makamı tarafından onaylanan bir belgedir.

**Şahıs Güvenlik Belgesi:** Şahsın görevi gereği bilmesi gereken gizlilik dereceli bilgiye nüfuz edebilmesini ve/veya bu gibi gizlilik dereceli bilgi ve belgelerin bulunduğu kontrollü oda ve bölgelere veya gizlilik dereceli yerlere giriş iznini gösteren belgedir.

**Tesis Güvenlik Belgesi:** Savunma Sanayii Millî Güvenlik Makamınca, bir tesiste bulunan/bulunabilecek gizlilik dereceli belge, bilgi ve malzemenin fizikî güvenliğinin sağlanabilmesi için, bulunduğu yer ve çevre şartları sebebiyle maruz kalabileceği dış ve iç tehditler değerlendirilerek, tesisin sahip olduğu koruma önlemlerinin, belirtilen gizlilik derecesine uygun bulunarak verilen bir belgedir.

**Üretim Müsaadesi Belgesi:** Savunma Sanayii Millî Güvenlik Makamınca, Kontrole Tâbi Harp Silâh ve Mühimmat Sanayii Listesi kapsamı dâhilinde üretim yapmak isteyen kuruluşların aranan şartları karşılaması durumunda verilen bir belgedir.



**Yabancı Şirket/Kuruluş:** Türkiye Cumhuriyeti sınırları dışında veya Türkiye Cumhuriyeti şirketler hukuku mevzuatına tâbi olmayan kuruluşlar/şirketlerdir.

**Yerli Şirket/Kuruluş:** Türkiye Cumhuriyeti sınırları içerisinde mal ve hizmet üretmek üzere ve Türkiye Cumhuriyeti şirketler hukuku mevzuatına tabi olan ve Sanayi ve Ticaret Bakanlığı (San.ve Tic.Bak.lığı) Sanayi Siciline kayıtlı kuruluşlar/şirketlerdir.

Millî kuruluşlar/şirketler ve yabancı ortaklı kuruluşlar/şirketler olarak iki ana gruba ayrılmaktadır. Bunlar;

**i. Millî Şirket/Kuruluş:** San.ve Tic.Bak.lığı Sanayi Siciline kayıtlı olan, şirketi idare ve temsil yetkililerinin tamamı Türk vatandaşı olan, anonim ve sermayesi paylara bölünmüş komandit şirketlerde ek olarak hisse senetleri nama yazılı ve ahara devri şirket idare meclisinin ve Milli Savunma Bakanlığı'nın iznine tabi olan kuruluşlardır.

**ii. Yabancı Ortaklı Şirket/Kuruluş:** Türkiye Cumhuriyeti sınırları dâhilinde, yabancı kurum veya kuruluşlarla ortak olarak mal ve hizmet üretmek için kurulan, Türkiye Cumhuriyeti şirketler hukuku mevzuatına tâbi olan ve Sanayi ve Ticaret Bakanlığı Sanayi Siciline kaydı bulunan şirketlerdir.

Sermaye yapısına göre Türk Savunma Sanayinde bulunan şirketler Çizelge 1.3'de özetlenmektedir. (Bulucu, 2011)

Çizelge 1.3. Sermaye Yapısına Göre Türk Savunma Sanayii

| <b>KAMU</b>                                   | <b>ÖZEL</b>                     |
|-----------------------------------------------|---------------------------------|
| <b>Askeri Fabr. ve Kuruluşlar</b>             | <b>Yabancı Ortaklı Firmalar</b> |
| KKK Bağlısı                                   | Alp havacılık                   |
| *ABMK'ler                                     | FNSS                            |
| *Elektro-optik sistemler BMK                  | Ayesaş                          |
| *800.Sıhhiye Veteriner Ana Depo ve Fabrika K. | Esdaş                           |
| DZKK Bağlısı                                  | Mercedes TR                     |
| *Amerkom                                      | MTU TR                          |
| *Gölcük Tersanesi K.                          | MAN TR                          |
| * İstanbul Tersanesi K.                       | Siemens                         |
| * İzmir Tersanesi K.                          | Selex                           |
| HVKK Bağlısı                                  | TEI                             |
| *HİBMK'ler                                    | YALTES                          |
| *Hava Basımevi ve Neşriyat Md.                | <b>Yerli Sermayeli Firmalar</b> |
| *Hava Levazım Ana Depo ve Dikimevi Md.        | Barış Elektrik                  |
| <b>Araştırma Kuruluşları</b>                  | BMC                             |
| UEKAE                                         | ETA Elektronik                  |
| BİLTEN                                        | Gate Elektronik                 |
| MAM Hema Dişli                                | Hema Endüstri                   |
| SAGE Hema Endüstri                            | Hema Dişli                      |
|                                               | Kale Kalıp                      |
| <b>KİT'ler</b>                                | Milsoft                         |
| MKEK                                          | İbrahim Örs                     |
| <b>KAMU</b>                                   | <b>ÖZEL</b>                     |
| <b>Askeri Fabr. Ve Kuruluşlar</b>             | <b>Yabancı Ortaklı Firmalar</b> |
| *Ağır Silah ve Çelik Fb                       | Otokar                          |
| * Çankırı Silah Fb.                           | RMK Marine                      |
| *Elmadağ Barut Fb.                            | Sarsılmaz                       |
| *Elmadağ Roket Fb.                            | Savronik                        |

Çizelge 1.3. Devamı

|                                         |                          |
|-----------------------------------------|--------------------------|
| *Gazi Fışek Fb.                         | Sedef Gemi               |
| *Kapsül Fb.                             | Transvaro                |
| * Makine Fb.                            | Vestel Savunma           |
| * Mühimmat Fb.                          | Yonca-Onuk               |
| *Nitroselüloz Fb.                       | <b>Temsilci Firmalar</b> |
| *Pirinç Fb.                             | -                        |
| *Silah Fb.                              |                          |
| <b>TSKGV ve Kamu Ortaklı Kuruluşlar</b> |                          |
| TSKGV Ağırlıklı                         |                          |
| *ASELSAN                                |                          |
| *ASPİLSAN                               |                          |
| *EHSİM                                  |                          |
| *ESDAŞ                                  |                          |
| *HAVELSAN                               |                          |
| *HAVELSAN TEKNOLOJİ RADAR               |                          |
| *İŞBİR                                  |                          |
| *ROKETSAN                               |                          |
| SSM Ağırlıklı                           |                          |
| *SSM                                    |                          |
| * TAI                                   |                          |
| * TEI                                   |                          |

**Proje (Savunma Sanayii):** Herhangi bir belge, bilgi, sistem, malzeme, araç, gereç veya hizmet ile ilgili yapılan eğitim, araştırma, geliştirme, alt yapı oluşturma, iletişim, üretim, alım, satım, bakım, depolama, onarım çalışmalarının bütünüdür. Proje belirtilen faaliyetlerin tamamının veya birkaçını içerebileceği gibi, sadece bir belgenin iletilmesi faaliyetini de kapsayabilir.

**Gizlilik Dereceli Bilgi, Belge ve Malzeme:** Gizlilik dereceli içeriğe sahip olan kriptografik bilgi her türlü bilgi, malzeme, belge, araç, gereç, mesaj, silâh, mühimmat, sistemler ve bunların parçaları, yazılımları veya donanımlarıdır.

**Gizlilik Dereceli Proje:** Savunma ihtiyacı olarak ihtiyaç makamlarınca belirlenen harp ekipman ve sistemleri ile mühimmat, silâh ve malzemelerini, ve bunların önemli kritik alt sistemlerini ilgilendiren gizlilik dereceli bilgi içermekte olan projedir.

**Gizlilik Dereceli Yer:** Gizlilik dereceli belge, bilgi ve malzeme bulunan veya uygun iletişim ortamı oluşturularak aktarılan veya gizlilik derecesinde bir proje çalışması yapılmakta olan bölgede koruyucu güvenlik tedbirleri alınan tesis veya bölgedir.

**Gizlilik Derecesi:** Herhangi bir bilginin, belgenin veya malzemenin korunması için belirlenen seviyenin gösterilmesi amacıyla oluşturulan sınıflandırmadır.

Proje makamı gizlilik derecesinin belirlemektedir. Aşağıda Milli Savunma Bakanlığı Savunma Sanayi Güvenliği Yönergesi - MSY 317-2 (C) yönergesi kapsamında gizlilik derecesi tanımı ve dereceleri tariflenmiştir.

**i. Millî Gizlilik Derecesi:** Bilmesi gereken kişiler dışındakilerin bilmesi durumunda, ulusal güvenlik ve ülke çıkarlarını tehlikeye düşürebilecek bilgi, belge ve malzemenin gizlilik derecesidir.

Millî gizlilik dereceleri dört sınıfa ayrılır.

**Çok Gizli:** İzinsiz açıklanması, millî güvenlik ve çıkarlarımıza yaşamsal zararlar verebilecek, yabancı devletler için faydalar temin edebilecek ve güvenlik bakımından ulusumuzu tehditlere açık edebilecek, belge, bilgi, malzeme, tesis ve yerlerin sınıflandırılması için kullanılır.

**Gizli:** İzinsiz açıklanması, millî güvenliğimize, saygınlığımıza ve çıkarlarımıza büyük zararlar oluşturabilecek, yabancı bir devlet için fayda

oluşturabilecek özellikteki bilgi, belge, malzeme, tesis ve yerlerini tanımlamak için kullanılır.

**Özel:** İzinsiz açıklanması, ulusumuzun saygınlığını ve çıkarlarını zedeleyebilecek ya da açıklanan bilgi sebebiyle şahsın zarar görmesine neden olabilecek veya yabancı devletler için fayda oluşturabilecek belge, bilgi, malzeme, tesis ve yerleri tanımlamak için kullanılır.

**Hizmete Özel:** Çok Gizli, Gizli veya Özel gizlilik dereceleriyle korunması gerekmeyen, fakat bilmesi gereken kişiler dışında bilinmesi istenmeyen belge, bilgi, malzeme, tesis ve yerleri tanımlamak için kullanılır.

- ii. **NATO Gizlilik Derecesi:** Kuzey Atlantik Anlaşması Teşkilâtı ile ilgili uygulamalar kapsamında kullanılmakta olup, “Kozmik Çok Gizli, Nato Gizli, Nato Özel ve Nato Hizmete Özel” olarak sınıflandırılmaktadır. Türk makamları veya kuruluşları arasında yapılacak yazışmalarda sadece Türkçe karşılıkları kullanılır.
- iii. **BAB Gizlilik Derecesi:** Batı Avrupa Birliği ile ilgili uygulamalar kapsamında kullanılmakta olup, “BAB Çok Gizli, BAB Gizli, BAB Özel ve BAB Hizmete Özel” olarak sınıflandırılmaktadır.

**Güvenlik Soruşturması:** Kişinin kolluk kuvvetleri tarafından aranıp aranmadığının, adli sicil kaydının olup olmadığının, yıkıcı ve bölücü faaliyetlerde bulunup bulunmadığının, yabancılar ile ilgisinin, ahlaki durumunun ve sır saklama yeteneğinin kayıtlardan ve yerinde araştırılmak üzere saptanması ve değerlendirilmesidir.

**Kontrollü Bölge:** Gizlilik dereceli projelerin çalışmalarının veya ekipman ve malzemenin bulunduğu tesisin, fizikî önlemler alınarak giriş-çıkışın kontrollü olduğu, tesis içerisindeki bilgilere dışarıdan ulaşılmasını önleyecek önlemlerin alınmış, yetkisiz kişilerin tesise girişine izin verilmeyen bölge olarak tanımlanır.

**Kontrollü Oda:** Tesisin Tesis Güvenlik Belgesi ile belgelendirildiği, gizlilik derecesine sahip belge, bilgi ve dokümanın içerisinde yer aldığı dosya, kaset, disket, harici bellek, dolap ve benzerleri ekipmanların korunabilmesi için taban, taban, kapı ve duvarları uygun şekilde takviye edilmiş, giriş-çıkışları kontrolü, içerideki bilgilere dışarıdan ulaşamayacak şekilde önlemleri alınmış, görevli kişiler dışında başkasının girişine izin verilmeyen, uygun alarm/ikaz sistemleri ile donatılmış oda olarak tanımlanır.

#### 1.1.2.3 Emniyet ve Güvenilirlik

Askeri sistemlerin kullanılacağı zaman doğru olarak çalışmasının güvencede ve garantide olmasının sağlanması gerekmektedir. (Ziylan ve ark, 1998). Elektronik yazılım tabanlı savunma sistemleri, otomatik olarak yazılım kontrolünde çalıştıkları göz önünde bulundurulduğunda bu sistemlerin güvenilirliği konusu oldukça önem arz etmektedir. Örneğin, hava araçlarında kullanılan yazılımların emniyetli olması ve bu sistemlere yabancı müdahalesinin engellenmesi gerekmektedir. Sisteme müdahale ile araçlar düşürülebilir, yanlış bilgi alınımı sağlanabilir, iç veriler dışarıya aktarılabilir ulusal güvenliğe zarar verecek durumlar oluşabilir. Savaşın olmadığı şartlarda çalışan sistemden toplanacak verilerle elde edilen sistem performansının savaş şartlarında da alınmasının emniyetinin ve güvenilirliğinin sağlanması ve garanti edilmesi önem arz etmektedir

#### 1.1.2.4 Değişen Tehditleri Karşılatabilme ve İdame Ettirebilirlik

Değişen tehditlere ve gelişen teknolojiye uyarlatabilme (esneklik) ve idame edilebilirlik askeri sistemler için hayati önem taşır. Geliştirilmekte ya da üretilmekte olan savunma sistemlerinin sadece geleceğin teknolojilerini değil, geleceğin tehdit algılamalarını da karşılayacak şekilde esnek olması gerekmektedir (Uslu, 2007).

Askeri sistemlerin geliştirilmesi genellikle ortalama beş ila on yıllık bir zaman almakta ve sistemlerin kullanım süreleri ise ortalama yirmi yıl olmaktadır. Askeri sistemlerin bu nedenle 25-30 yıllık zaman dilimi içerisinde oluşabilecek olan tehditlerin üstesinden gelebilecek yetenekte olmaları gerekmektedir (Devlet Planlama Teşkilatı, 2000).

Uzun ömür devri süresince sistemin idame edilmesi ve bunun güvence altında olması önemlidir. Bu maksatla silahlı kuvvetler, sistem ihtiyaçlarını bakım-onarım, eğitim, lojistik destek gibi hususları da kapsayacak şekilde tasarlamaktadır (Beyoğlu, 2006).

Gerek mevcut sistemlerin idame ettirilebilmesi ve gerekse savaş sırasında ortaya çıkan veya çıkabilecek yeni tehdit oluşumlarını bertaraf etmek üzere savunma sanayinde yazılım alanında milli ve güçlü bir kadronun yetiştirilmesi önem kazanmaktadır. Körfez Savaşı'nda bizzat savaş alanında sistemlerin idamesini çalışmasını desteklemek için çeşitli Amerikan şirketlerinin 4000'den fazla elemanı görevli olarak bulunmuştur (Ziylan ve ark, 1998).

#### **1.1.2.5 Standardizasyon**

Silahlı kuvvetlerin kullandığı sistemlerin işletme bakım maliyetlerinin düşürülmesi, eğitim ve lojistik destek kolaylıkları birlikler arası ve müttefik kuvvetler ile eşgüdüm ihtiyacı nedenleriyle (Beyoğlu, 2006), uluslararası standartlarda belirtilen standartlarda tasarlanması ve üretilmesi, üretilen malzemelerin hepsinin aynı performansı sergilemesi önem taşımaktadır.

#### **1.1.3 Savunma Sanayi Ürünlerinin Özellikleri**

Savunma sanayi ürünleri diğer sektör ürünlerinden farklıdır. Bu farklılığı meydana getiren temel husus, ihtiyacın ne zaman, nerede ve hangi koşullarda ortaya çıkacağının hemen neredeyse çoğu zaman önceden bilinmemesidir.

Bu doğrultuda caydırıcılık öne çıkmakta ve caydırıcılık fonksiyonunun layıkıyla yerine getirilebilmesi için bütün savunma ürünlerinin geliştirilerek

kendisinden bir önceki ve bir sonraki kuşakla sınırlanan döneme yetiştirilebilmesi ile mümkün olmaktadır. Tersı durumda, geç geliştirilen ürün kullanım imkânı bulamadan askeri değerini yitirebilir (Canbaş, 2004). Bu sebeple, savunma sanayinde ürünler genellikle barış zamanında geliştirilip, üretilir ve kullanım zamanına kadar beklemek üzere depolanırlar (Karakuş, 2006).

Depolanan savunma ürünlerinin ihtiyaç halinde güvenilir biçimde hizmete hazır olması zorunluluğu, her türlü çevre şartında yüksek performansa duyulan ihtiyaç ve yüksek teknoloji uygulamasının gerektirdiği hassas çalışmanın getirdiği karmaşık yapı, bu ürünler üzerindeki standardizasyon ve kalite güvenilirliği konularının önemle ele alınmasını gerekli kılar.

#### **1.1.3.1 Yüksek Performans Gerektirmesi**

Tek bir müşterisi bulunan (Savunma Bakanlığı) ve kamusal mal niteliği taşıyan savunma ürünlerine olan talep, silahlı kuvvetlerin büyüklüğü ve GSMH imkânlarının karışımından oluşan bir bileşim tarafından belirlenmekte olup, fiyattan çok, yüksek performans ihtiyacına bağlı bulunmaktadır (Canbaş, 2004).

Savunma sanayi ürünlerinin ağır çevre koşulları altında, çöl sıcaklığında, kumlu ortamda, kutup soğukunda, kar ve buz içirişinde kullanılması gerekli olabilir. Ürünlerin çalışma performansı tüm ortam şartlarında ve istenilen çalışma süresince değişiklik göstermemelidir. Bu sebepten dolayı, tasarım konseptinden itibaren tasarım, geliştirme, üretim süreci, testlerin tamamlanması, envantere kazandırma, idame ettirme aşamalarında, diğer sanayi ürünlerinden farklı yaklaşım gösterilmesi gerekmektedir (Devlet Planlama Teşkilatı, 2000).

#### **1.1.3.2 Karmaşık Yapıda ve İleri Teknoloji Merkezli Ürün Olması**

Son 50-60 yıl içerisinde gerçekleşen teknolojik gelişmeler, ülkelerin askeri alanda üstünlük kazanabilmesi bakımından, yüksek teknolojiye sahip savunma sanayi ürünlerinin geliştirilmesi ve üretilmesini öne çıkarmıştır (Devlet Planlama Teşkilatı, 2000).



Özellikle İkinci Dünya savaşından günümüze kadar olan dönemde yaşanan teknolojik gelişmeler, ülkelerin diğer ülkelere askeri üstünlük sağlaması için, yüksek teknoloji içeren savunma sanayi ürünlerini geliştirme ve üretme yeteneğini önem kazanmıştır. Daha hızlı, daha küçük, daha yetenekli, daha az güç ihtiyacı gerektiren silah sistemlerine gösterilen talep hızla artmaktadır (Dabağır, 2005).

Bu bağlamda, günümüzde savunma sanayi ürünleri, ana sistemden alt sistemlere kadar uzanan çeşitli düzeylerde ve farklı disiplinlerin ortak çalışması sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu sistemler, her biri tek başına farklı bir savunma sanayi ürünü olan algılayıcı sistemler (radar, sonar vb.), haberleşme unsurları, silah ve diğer karşı tedbir unsurları (top, füze, elektronik harp karıştırıcıları vb.), komuta ve kontrol sistemleri, taşıyıcı platformlar (tank, gemi, uçak vb.) gibi alt sistemlerin tümünün veya bir kısmının birleşmesinden oluşan sistemler topluluğudur (Kızıroğlu, 2007).

Karmaşık sistemler topluluğu olan savunma sanayi ürünleri, kapsamlı projelerle gerçekleştirilen, değişik boyut ve teknolojilerdeki tehditlere karşı koyabilmek için en uç ve ileri teknolojileri kullanmayı gerektiren ürünlerdir. Değişen tehdit boyutlarına ve yeni tehditlere karşı koyabilmek için yapılan doktrin değişimleri, silah sistemlerinin bütünleştirilmiş bir yapı içerisinde koordineli olarak kullanılmasını gerektirmektedir. Bu nedenle, bu ürünler en ileri teknolojilerle üretilmeye çalışılarak caydırıcı bir güç olma özelliği sürdürülmeye çalışılmaktadır (Karakuş, 2006).

#### 1.1.3.3 Ürün Kalitesinin Yüksek Olması

Savunma sanayi ürünlerinde kalite ve yüksek performans ön planda yer almaktadır. Bu nedenle savunma sanayi ürünleri, tasarım aşamasından başlayarak alıcı tarafından sisteme dâhil edilene kadar yoğun bir kalite denetimine tabi tutulur. Kalite denetiminin amacı, ürünün alımına esas teşkil eden sözleşme ve

şartnamedeki hükümler ve teknik özelliklerin tam olarak karşılanması ve ürünün ulusal ve uluslararası standartlara uygun olarak üretilmesidir (Karakuş, 2006).

Bununla beraber savunma sanayinde ürün standartları yanı sıra, kalite yönetim sisteminin de standartlara uygunluğu gerekmektedir. Savunma sanayinde çalışan kuruluşları NATO ülkelerinde AQAP'larda (Allied Quality Assurance Publications) tanımlanan kalite yönetim sisteminin özelliklerine sahip olmalıdır. Türkiye'de Milli Savunma Bakanlığı'nın yetkilendirildiği bir sertifikasyon sistemi ve ülkelerin savunma konularıyla ilgili resmi kuruluşları ile kalite yönetim sistemleri değerlendirilerek AQAP'lara uygunluğu değerlendirilmektedir (Devlet Planlama Teşkilatı, 2000).

#### 1.1.3.4 Ürün Kullanım Süresinin Uzun Olması

Savunma sanayi ürünlerinin tasarım aşamasından envantere kazandırılmasına kadar geçen sürede çok yüksek bütçeli olması, kullanıcı eğitimi, bakım onarım altyapısı ve teknik kadronun tekrar oluşturulmasındaki zorlukları savunma sanayi ürünlerinin uzun kullanım sürelerine sahip olmasını zorunlu kılmaktadır (Kızıroğlu, 2007). Bunların sonucunda, yedek parça desteği önem kazanarak 20 yıla kadar yedek parça desteği istenmekte olup, bazı durumlar da 30 yıldan fazla süreyle yedek parça temini söz konusu olmaktadır.

Yeni ürünlerin envantere girmesinin uzun yıllar alması ve ürünün uzun süre kullanımda kalacak olması, aynı zamanda tehditlerin sürekli olarak değişmesi ve teknolojik gelişmelerin akabinde; tasarımların üretimi aşamasında ve envantere kazandırıldıktan sonra ürünleri belli periyotlar dâhilinde iyileştirilmesi gerekmektedir (Ziylan ve ark,1998).

Örneğin; ABD Savunma Bakanlığı, yeni sistemleri satın almanın doğurduğu güçlükleri hafifletmek için genellikle, mevcut sistemleri değişen tehdit ve teknolojilere uygun olarak iyileştirme ve modernize etme politikasını tercih etmektedir. Çünkü yeni silah sistemleri, muazzam teknolojik ilerlemeler ve uzun

bir proje süreci gerektirmekte, ayrıca planlanandan daha kötü sonuçlar ortaya çıkabilmektedir (Karakuş, 2006).

F-16 ve B-52 bombardıman uçakları ile çok namlulu roketatar sistemlerinin modernize edilme süreçleri bu konuda verilebilecek güzel örneklerdendir. F-16 uçağının ilk modelleri olan A ve B tip modellerin üretimi esnasında, başlayan iyileştirme çalışmaları ile C ve D modelleri ortaya çıkarılmış, ilk modellerin üretimi durdurularak yeni modellerin üretimine geçilmiştir (Dabağır, 2005).

#### **1.1.3.5 Maliyetin Yüksek Olması**

Savunma sanayi ürünlerinin tasarım, geliştirme, test ve değerlendirme aşamalarında farklı disiplinlerde çok sayıda yetiştirilmiş insan gücü (özellikle mühendislik işgücü) istihdam edilmeli ve yüksek maliyetli üretim teçhizatı yatırımı yapılması gerekmektedir. Bu koşullar sebebiyle, maliyetler yükselmekte ve çalışmaların müşteri isteklerine göre ve müşteri mali desteği ile sürdürülebilmesine yol açmaktadır. Bazı projelerde ortaya çıkan maliyetler tek bir ülkenin karşılayabileceği boyutları aşabilmekte olup, devletleri ortak projelere yönelmektedir (Kızıroğlu, 2007).

Ürün maliyetini yükselten en önemli aşama ise ürünlerin, farklı senaryolar ve farklı çevre koşulları altında beklenen performansı sağlayabilmesi için test ve değerlendirme aşamasından geçiyor olmasıdır. Bu çalışmaların akabinde ürün özellikleri kesinleşerek seri üretime geçilmektedir (Devlet Planlama Teşkilatı, 2000).

#### **1.1.4 Savunma Sanayi Piyasasının Özellikleri ve Firmalarının Sınıflandırılması**

Savunma piyasası, savunma alanı ile ilgili ihtiyaçların karşılanması için çeşitli kuruluşlarda yapılan ticari faaliyetler, silah teknolojilerine dair araştırma

ve geliştirme çalışmaları ile silah sistemi, alt sistem ve parçaların üretiminin yapıldığı piyasayı oluşturmaktadır (Devlet Planlama Teşkilatı, 2000).

Savunma sanayi, genel ekonomik yapının parçası olup, ekonominin diğer sanayi kollarındaki faaliyetlere benzer özellikler göstermekle beraber muhteviyatından kaynaklanan farklılıklar da içermektedir. Yüksek teknoloji, yüksek kalite, iç pazarda tek müşteri bulunması, politik etkilere bağlı dış pazara sahip olması, büyük ve genellikle özgün yatırımlar, üst düzeyde güvenlik/gizlilik bu farklılıkları betimleyen öğelerden bazıları olarak sayılabilmektedir (Beyoğlu, 2006).

Bahsi geçen bu farklılıklardan dolayı, savunma piyasasında; tek bir alıcı söz konusudur. Sayıları çok fazla olmayan büyük ölçekli firmalar vardır, ürünler son derece özelleştirilmiştir, rekabeti azaltacak oranda piyasaya giriş ve çıkışı engelleri vardır, fiyatlar maliyet artı kar şeklinde oluşur, ulusal güvenlik kaygısı nedeniyle iç piyasa alımları birincil tercihtir (Gümüldaş, 2010).

Birçok sanayi dalının birleşmesiyle savunma sanayii oluşmakta olup, savunma sanayi ürünlerinin karakteristiğı, bu pazarda bulunan sanayi kuruluşları ve pazar özelliğı diğer sanayi kollarından oldukça farklıdır. (Çakmakoglu, 1999)

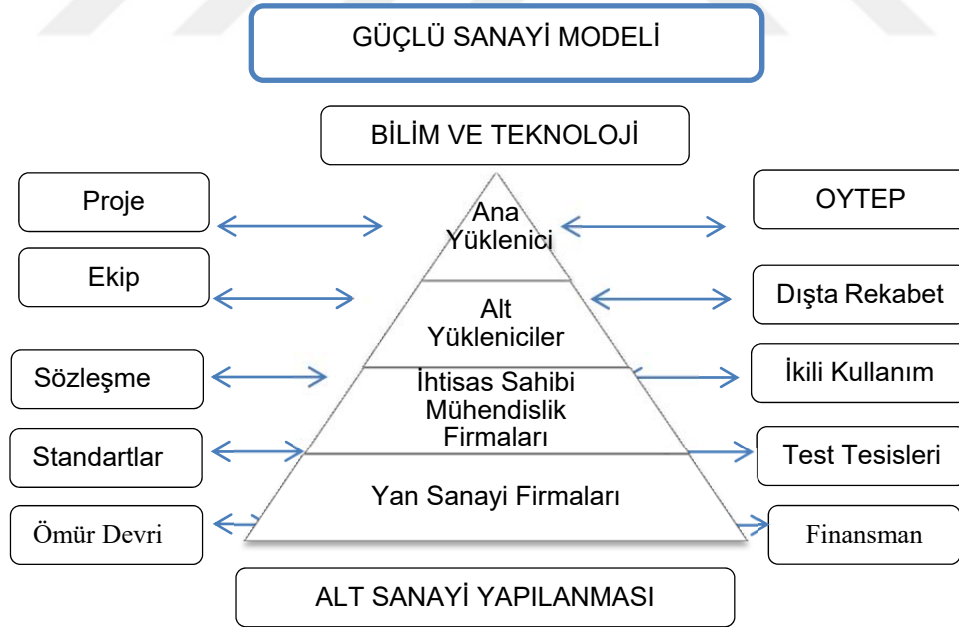
Bu bağlamda serbest piyasa ile savunma piyasası oldukça farklılıklar sergilemektedir. Aşağıdaki çizelgede serbest piyasa ve savunma piyasasının arasındaki farkları gösteren bazı özellikler verilmiştir.

Çizelge 1.4. Serbest Piyasa ve Savunma Piyasasının Özellikleri (Şimşek,1985)

| Savunma Piyasası                                                                                                                        | Serbest Piyasa                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Büyük az sayıda firma bulunmaktadır                                                                                                     | Çok sayıda küçük firma bulunmaktadır                                                    |
| Piyasaya giriş/çıkış için engeller bulunmaktadır                                                                                        | Piyasaya giriş/çıkış engeli bulunmamaktadır.                                            |
| Toplam maliyet göz önünde bulundurularak fiyatlar belirlenir                                                                            | Marjinal faydaya göre fiyatlar belirlenir                                               |
| Askeri ihtiyaçların karşılanması için istenilen performans için bir fiyat ödenir                                                        | Marjinal faydaya göre fiyatlar belirlenir                                               |
| Talebin azalması birim maliyetleri yükselmesine neden olur                                                                              | Talebin azalması fiyatların düşmesine neden olur                                        |
| Fazla kapasite büyüktür                                                                                                                 | Arz talebe göre ayarlanmaktadır.                                                        |
| İş gücü hareketli değildir                                                                                                              | İş gücü hareketlidir                                                                    |
| Getiri ölçeğe göre artmaktadır                                                                                                          | Sabit getiri veya ölçeğe göre azalan getiri söz konusudur                               |
| Üretime geçmek, yeni sistem geliştirmek zaman alır                                                                                      | Piyasa arz talep değişikliğine hızlıca uyum sağlar                                      |
| Zaman içerisinde seneden seneye kararsız davranış gösterebilir                                                                          | Piyasa zaman içerisinde dengeye ulaşır                                                  |
| Maliyetler her geçen sene artmaktadır                                                                                                   | Fiyatların genel denge içerisinde kendi dengesini bulacağı varsayılır                   |
| Sektörler ve firmalar arasında kar farklılıkları mevcuttur                                                                              | Kapital hareketliliği mevcuttur                                                         |
| Ağır borç ve bundan kaynaklı borç bulmada zorluklar vardır                                                                              | Değişen taleplere göre kapital malların hareketliliği söz konusu olmaktadır             |
| Devlet karar verici, düzenleyici, belirleyici vs. konumundadır                                                                          | Devletin müdahalesi bulunmamaktadır                                                     |
| Yıllık bütçelerle pazarın genişliği belirlenir                                                                                          | Alıcılar ve satıcılar tarafından piyasanın hacmi oluşturulur                            |
| Devlet otoritesiyle dönemsel harcamalar yapılır                                                                                         | Tasarruf ederek harcama seçim hakkına alıcı sahiptir                                    |
| Alıcı ihtiyaçlarını belirleyerek ürüne ait isteklerini belirler akabinde satıcı ürünün tasarlanması, geliştirilmesi ve üretimine başlar | Satıcılar potansiyel Pazar analizleri arayıcılıkla yeni ürünlerini geliştirirler        |
| Alıcı devamlı olarak satıcı ile iletişim halindedir, piyasa bireysellik özelliği gösterir                                               | Alıcılar ve satıcılar birbirlerinden bağımsız hareket ederler, piyasa bireysel değildir |

Silah sistem ve askeri donanımların üretiminin, çok geniş üretim alanlara yayılmış olması savunma sanayi firmalarının çeşitli kategorilere ayrılmasına neden olmaktadır. Bütün bu üretim alanlarında faaliyet gösteren firmalar, üretim sürecindeki rollerine göre ana yüklenici firmalar, yan firmalar ve parça yapımçı firmalar olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır.

Savunma alanında kabiliyetlerimizin geliştirilebilmesi, bu alana ayrılan yüksek bütçeli yatırımlar yapılırken benzer/tekrarlayan yatırımların yapılmamasının sağlanması ve kaynak kullanımının dengeli bir şekilde yapılması sağlanmalıdır. Savunma sanayii firmaları ve tedarikçileri arasındaki ilişki daha da geliştirilerek Türk Silahlı Kuvvetlerinin savunma alanındaki ihtiyaçlarının yurt içinden daha fazla karşılanabilmesi ve güçlü bir savunma sanayine sahip olabilmek için, uzun dönemde güçlü sanayi modeli olarak ifade edilen yapının uygun olduğu 2023 Savunma Havacılık ve Uzay Sanayii Panel Raporunda değerlendirilmiştir.



Şekil 1.6. Güçlü Savunma Modeli

Bu yapı da, piramidin tepesinde bulunan “Ana Yüklenici” firma tarafından sistem projeleri üstlenilmektedir. Ana Yüklenici firma, ana sistemlerin tasarımlarının tamamlanması ve ilerki dönemlerde modernizasyonunun yapılarak geliştirmesi, sistemlerin kalifikasyonu için ilgili testlerin tamamlanması, ihtiyaç halinde aksam üretimi yapılması ve montajının yapılması, alt yüklenicilerden gelen sistem birleşenlerinin montajının yapılarak sistem nihai montajının tamamlanmasından ve nihai ürün sertifikasyonu yaparken, sistemlerin ömür boyu idamesinden sorumludurlar. Bu modelle alt sektörlerdeki firmaların üretim, tasarım yeteneklerinin gelişeceği ön görülmektedir.

Alt yüklenici firmalar, ana sistemi oluşturan alt sistemleri geliştirerek, üretilen testlerini tamamlayarak ana yükleniciye teslim etmektedirler. Alt yüklenici bir alt seviyedeki alt yüklenicinin ana yüklenicisi olabilmektedir.

Piramidin üçüncü seviyede bulunan ihtisas sahibi mühendislik firmaları, ana sistemin geliştirilmesine yönelik küçük sistem bileşenlerini gerçekleştirebilecek bilgi, beceri ve tecrübeye sahiptirler. Bu firmaların zamanla çalıştıkları konu üzerinde araştırma, geliştirme tasarım yaparak tecrübe ve bilgi birikimlerinin artırılması amaçlanmaktadır.

Piramidin en altındakiler, sistemde kullanılacak parça ve aksamaların üretimini gerçekleştiren kuruluşlardır. Firmaların, askeri standartlara uygun ürünü üretirken üretim proseslerini ve kalite yönetim alt yapılarını geliştirmeleri desteklenmelidir.

#### 1.1.4.1 Ana Yüklenici Firmalar

Bu firmalar; uçak ve helikopter, füze, savaş gemisi, tank vb. ana silah sistemlerinin geliştirilmesi ve üretimini yapan firmalardır (Şimşek, 1989). Uçak ve füze üretiminde havacılık ve uzay sanayi firmaları, gemi yapımında tersaneler, tank ve zırhlı araç üretiminde otomotiv firmaları ana yüklenici firmalar konumundadır.

Elektronik ve bilişim teknolojilerindeki yoğun gelişmelere paralel olarak, bu alanda faaliyet gösteren firmalar da savunma sanayinin ana yüklenici firmaları arasında sayılabilir (Karakuş, 2006).

Ana yüklenici firmalar, silah sistemlerinin geliştirilmesi ve üretimini üstlendikten sonra, söz konusu sistemlerin motor, hidrolik, lançer, elektronik ve yazılım gibi alt sistem ve parçalarının üretimlerini sözleşmelerle alt (yan) firmalara devredebilirler. Bu şekilde oluşan firmalar ağının yönetimi ve sistemlerin bir araya getirilerek ana ürünün meydana çıkartılmasını ana yüklenici firmalar üstlenirler.

Türk Silahlı Kuvvetlerini güçlendirmek adına Türk Silahlı Kuvvetleri Güçlendirme Vakfı (TSKGV) şirketleri kurulmuştur. Bu şirketler savunma sanayini yöneten, yön verene ve sistem geliştirme kabiliyetine sahiptirler. Vakfın kuruluş amacı Türk Milli Harp Sanayisini geliştirmek, yeni harp sanayi dallarının kurulması ve silah araç gereçlerin satın alınmasıdır. TSKGV vakıf şirketlerinin hisselerinin çoğuna sahiptir. Özel olarak anılan bu şirketlerin gerçek sahibi Türk Devletidir (Bulucu, 2011).

Çizelge 1.5. TSKGV'nin Pay Sahibi Olduğu Şirketler (Hazine Müsteşarlığı Kamu İşletmeleri Raporu, 2008)

| ŞİRKET ADI                                             | TSKGV PAYI (%) |
|--------------------------------------------------------|----------------|
| İşbir Elektrik Sanayii A.Ş.                            | 99,76          |
| Havelsan Hava Elektronik Sanayii ve Ticaret A.Ş.       | 98,90          |
| Aspilsan Askeri Pil Sanayii ve Ticaret A.Ş.            | 97,70          |
| Aselsan Elektronik Sanayii ve Ticaret A.Ş.             | 84,58          |
| TAI TUSAŞ Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş.               | 54,49          |
| Roketsan Roket Sanayii ve Ticaret A.Ş.                 | 35,50          |
| TAPASAN Hassas Mekanik ve Elektronik San. Ve Tic. A.Ş. | 25,00          |
| Türktıpsan Sağlık Turizm Eğitim ve Ticaret A.Ş.        | 20,00          |
| DİTAŞ Deniz İşletmeciliği ve Tankerciliği A.Ş.         | 20,00          |
| NETAŞ Nortel Networks Netaş Telekomünikasyon A.Ş.      | 15,00          |
| Mercedes-Benz Türk A.Ş.                                | 5,00           |
| TEI Tusaş Motor Sanayii A.Ş.                           | 3,02           |
| HEAŞ Havaalanı İşletme ve Havacılık Endüstrileri A.Ş.  | 1,18           |
| HTR Havelsan Teknoloji Radar Sanayii ve Ticaret A.Ş.   | 0,01           |



**1.1.4.2 Alt (Yan) Firmalar**

Ana yüklenici savunma sanayi kuruluşları, her düzeydeki işi kendisi yapmamakta, birçok konuda da uzmanlaşmış yan sanayi kuruluşlarından yararlanmaktadır (Ziylan ve ark, 1998). Bu yan sanayi firmaları, yan sözleşme esasına göre bağımsız olarak çalışabildikleri gibi, dikey bir bütünleşme ile ana yüklenici firmaların bir birimi şeklinde de faaliyet gösterebilmektedir (Şimşek, 1989).

Savunma sanayi çalışma alanında çok sayıda küçük ölçekli şirketi bulunmaktadır ve belirli alanlarda (mikrotelefon, kablo, konektör, hassas mekanik parçalar, yazılım uzmanlığı, mikroelektronik prosesler, optik malzeme, kimyasal malzeme, gibi) bu kuruluşların uzmanlaştığı görülmektedir.

Bu şirketler (Ziylan ve ark,1998);

- Savunma sanayi sözleşmelerinde sorumluluk almakta olan ana yüklenici şirketlere bağımlıdırlar,
- Kalite güvence sistemleri düzeyi yeterlidir, son müşteri silahlı kuvvetlere ve ana yüklenici olan şirketin kalite isteklerine cevap verebilmektedir,
- Çoğunlukla uzmanlık alanları içerisinde geniş bir yelpazede üretim yapılarak sivil ve askeri piyasaya yönelik hizmet verilmektedir. Böylece savunma alanında oluşan sipariş dalgalanmalarından kendilerini korumaktadırlar.

**1.1.4.3 Parça ve Malzeme Yapımcı Firmalar**

Bu firmalar, silah sistemleri için gerekli olan ölçü aleti, yüksek kaliteli çelik, alüminyum, titanyum, elektrikli kablolar ve kimyasal maddeler gibi ürünlerin üretimini yaparlar. Söz konusu parça ve malzemelerin bazıları hem silah sistemleri hem de sivil ürünlerde kullanılırken, bazıları sadece silah sistemi üretiminde kullanılan ürünlerdir (Şimşek, 1989).

Ülkemizin başkenti olmasının yanı sıra Ankara, savunma sanayide öncü şirketlerin ve yan sanayi kuruluşlarının burda bulunması, ulaşımın yeterliliği, kolay hammaddeye ulaşılabilirlik, yedek parçaya ve ihtiyaç duyulan malzemelere elde etmedeki kolaylık sebebiyle savunma sanayimiz için merkez şehirimizdir.

### 1.1.5 Üretim Sistemlerinin; Üretim Miktarlarına veya Akışına Göre Sınıflandırılması

Üretim sistemleri, üretim yönetimlerine, mamul cinsine, üretim miktarı veya akışına göre sınıflandırılabilir;

- **Üretim Yöntemlerine Göre Sınıflandırma**

Birincil, analitik, sentetik, fabrikasyon ve montaj üretimi olarak sınıflandırılmaktadır. (Kobu, 2010)

Birincil Üretim; Doğada mevcut bulunan hammaddelerin işlenmesi veya kullanılması için çıkarılması durumu mevcuttur. Demir, bakır, altın gibi diğer madenleri ile kömür, petrol üretimi bu sınıfta yer almaktadır.

Analitik üretim; hammaddelerin parçalanarak mamul haline getirilmesidir. Şeker pancarından şeker üretilmesi, et endüstrisi örnek verilebilir.

Sentetik Üretim; birincil üretim sonucunda elde edilen ürünlerin farklı işlemler sonucunda yeni ürünleri oluşturmalarıdır. Alaşımlı çeliklerin üretimi, plastik, kompozit, cam üretimleri örnek verilebilir.

Fabrikasyon Üretim; hammaddelere şekil verme yoluyla gerçekleşen üretimdir. Hammaddenin şeklinin, üretim yöntemlerinden döküm, pres, kesme, delme, çekme, tornalama gibi yöntemlerle değiştirilerek mamul oluşturulmaktadır.

Montaj Üretimi; üretimi gerçekleşmiş çeşitli yarı mamul ve parçaların bir araya getirilmesiyle mamulün oluşturulduğu üretim şeklidir. Otomotiv, beyaz eşya, iş makinası, üretimi örnek verilebilir.

- **Mamul Cinslerine Göre Sınıflandırma**

Üretimi gerçekleşen ürünün adının üretim sistemin adı olduğu üretimdir. Demir- çelik üretimi, tekstil mamulleri üretimi, kimyasal madde üretimi, takım tezgâhı üretimi, otomobil üretimi, elektronik mamullerin üretimi örnek olarak verilebilmektedir. (Kobu, 2010)

- **Üretim Miktarına veya Akışına Göre Sınıflandırma**

Bu başlık altında üretim sistemleri, parti üretimi, sürekli üretim ve proje üretimi olarak incelenebilmektedir.

**Siparişe Göre Üretim;** müşteri istek ve gereksinimlerine göre özel üretimi gerçekleştirmektedir. En büyük avantajlarından biri ürün esnekliği yüksektir. Fakat müşteri tarafından sipariş geçildikten sonra müşteri üretim gerçekleşene kadar beklemek zorundadır. Bekleme süresinin kısa olması istenen durumdur, uzun olması durumda iş kaybedilebilmektedir. Bu yüzden firmalar siparişe göre üretim yapsalar dahi üretim sürelerini uzun tutmamak zorundadırlar. (Kağnıcıoğlu ve ark, 2012). Gemi, uçak, roket, büyük buhar kazanı, prototip makineler, prototip araçlar bu gruba girmektedir. Bu üretimin başlıca özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir. (Tekin, 2005):

- Talebin düzensiz olması
- Az miktarda çok çeşit ürün üretimi
- Partiler halinde girdi ve çıktının olması
- Kaliteli üretim
- Kalifiye iş gücü
- Yüksek adetlerde ara stok, düşük miktarda ürün stoku

**Parti Üretimi,** belirli bir ürünün belirli miktarlarda bir talebin karşılanması ya da özel bir talebin karşılanması için üretim yapılmasıdır. Bu

üretim şeklinde, ürün siparişe göre üretime göre daha standart hale gelmiş durumdadır. Genellikle orta büyüklüğe sahip üretim adetlerinde parti üretimlerinin gerçekleştiği söylenebilmektedir. Üretim esnasında genellikle bir işlem tamamlanmadan diğer işlem adımına geçilmemektedir. (Soba, 2006).

**Sürekli Üretim;** fabrika içerisindeki üretim alt yapısı sadece belirli bir ürünün üretilmesi için kullanılmaktadır. Üretim miktarı bu ürüne olan sürekli talepten dolayı, sürekli akış şeklinde yüksek adetlerde gerçekleşmektedir. Üretim sistemi bütünleşik olup, operasyonlar birbirine zincirleme bağlı olduğundan operasyon adımlarından birinin durması hattın durmasına sebep olmaktadır. Örnek üretim sistemleri olarak çimento, kâğıt üretimleri verilebilmektedir. (Kağnıcıoğlu ve ark, 2012)

Sürekli üretimin genel özellikleri aşağıdaki gibidir (Tekin, 2005):

- Üretim hattında düşük çeşit üründen yüksek miktarlarda üretim
- Talebin düzenli olması
- Devamlılık
- Üretim için özel makinaların bulunması
- Çok kalifiye olmayan işgücü
- Az miktarda ara ürün stoku, daha fazla miktarda ürün miktarı bulunmaktadır.

Proje Üretimi; aynı üründen belirli adetlerde ya da tek bir ürünün üretimi gerçekleştirilmektedir. İstenilen adetler tamamlandıktan sonra sistem ömrü tamamlanır. Köprü, tünel, baraj gibi büyük inşaat projeleri ile roket, uzay gemisi, savunma sanayine üretilen prototip araçlar bu gruba örnek olarak verilebilmektedir. (Yamak, 1994).

Proje tipi üretim, siparişe göre üretime ürünün bir kez üretilmesi bakımında benzemektedir. Fakat siparişe göre üretimden farklı olarak üretim

hattında akış bulunmamaktadır. Bu üretim şeklinin temel özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir (Kobu, 2010)

- Ürün sabit konumdadır.
- Birim ürünün fiyatı çok yüksektir,
- Çalışan personeller ürünün çevresinde veya içerisinde çalışmakta hareket etmektedirler,
- Üretimin özel ve karmaşık olması sebebiyle faaliyetlerin planlanıp, iş emirlerinin hazırlanmasında özel yöntemlerin kullanılması gerekmektedir.

Savunma sanayine üretimi gerçekleşen ürünlerin üretimi çoğunlukla proje bazlı olup belirli adetlerde üretimi gerçekleşmektedir. Bu ürünlerin müşterileri savunma bakanlıklarıdır. İhtiyaç makamının gereksinimlerine göre üretimi gerçekleşmektedir. Bu bakımdan hem proje üretimi hem de siparişe göre üretime benzemektedir. Savunma sanayine üretilecek ürünler kapsamında yetişmiş kalifiye insan gücü, yüksek teknolojik hassas nitelikli üretim yöntemlerinin kullanılması, özel askeri standartların kullanılması, yüksek miktarda Ar-Ge faaliyetlerine ihtiyaç duymaktadır. Bunlar göz önüne alındığında prototip ürünlerin üretilmesi uzun zaman almaktadır. Siparişe göre üretimde müşteriye teslimat süresi oldukça kısa tutulması istenen durum olmasına rağmen, savunma alanında üretilen ürünler için bu durum her zaman geçerli olamamaktadır.

İhtiyaçlara göre kalifiye edilmiş ürünlerin ilk aşamada üretimleri tamamlanıp silahlı kuvvetler bünyesinde envantere kazandırılması bakımından uzun zaman alabilmektedir. Ürünlerin kalifikasyonları tamamlandıktan sonra ihtiyaçlara göre seri ürün üretimi için ihaleye çıkılabilmektedir. Burada seri üretim kapsamında dondurulmuş tasarım için belirtilen adetlerde üretim yapılması talep edilebilmektedir. Bu bakımdan seri üretim olarak nitelendirilen üretim adetleri seri üretim şeklinde tanımlanan üretim sisteminden çok parti büyüklüğüne göre üretime benzemektedir.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Literatürde Savunma Sanayinin ülke ekonomisi üzerinde etkileri olduğu üzerine birçok çalışma bulunmaktadır. Çalışmaların büyük çoğunluğunda savunma harcamalarının ekonomik büyüme üzerine olumlu katkısının bulunduğu iddia edilmektedir. Bundan dolayı konu güncelliğini korumaktadır.

Savunma harcamalarını belirleyen birçok etken bulunmaktadır, bu etkenlerin önem dereceleri ülkeden ülkeye değişiklik göstermektedir. Bu alanda yapılan araştırmaların önemli çoğunluğunda savunma harcamaları ile ekonomik gelişmişlik belirli faktörlere dayandırılarak açıklanmaktadır. Bu faktörler arasında üretim yeteneği, yatırım verimliliği, tasarruf ve yatırım seviyesi, döviz kazanımı, ithalat ve ülkelerin gelişmişlik düzeyi yer almaktadır.

Gelişmiş ülkeler ile gelişmekte olan ülkelerde savunma harcamalarını etkileyen faktörlerinin farklı olduğu ortaya koyulmuştur. Savunma sanayini kurmuş, bu alanda üretim yapıp diğer ülkelere satan gelişmiş ülkelerin, savunma harcamalarının miktarını ülkenin ekonomik faktörlerine bağlı olmadığı değerlendirilmektedir. Gelişmekte olan ülkelerin savunma harcamaları gelir seviyeleriyle doğru orantılı olduğu değerlendirilmektedir. Bu ülkelerin çoğunda savunma sanayi kurulmamış olup, savunma ihtiyaçları savunma sanayini kurmuş gelişmiş ülkelere karşılanmaktadır.

Araştırmacılar ülkelerin bu alana yaptıkları harcamalar ile ülke gelişmişlikleri arasındaki ilişkiyi çeşitli ampirik yaklaşımlarla incelemişlerdir. Bunlardan bazıları ve inceleme yöntemleri aşağıda örneklenmiştir.

Benoit'in bu alandaki çalışması birçok araştırmaya teşvik edici unsur olmuştur. Çalışmasında oluşturduğu teorik modelinde savunma harcamalar ile ülkelerin büyümesi üzerine olumsuz etkisi olduğunu iddia etmiştir. Fakat Benoit (1978), 1950-1965 yılları arası 44 az gelişmiş ülkenin verileri üzerinde yaptığı tahminlemeler sonucunda genellikle en hızlı büyüme oranına sahip olan ülkelerin savunma bütçesi en yüksek ülkelerin olduğu, en düşük büyüme oranına sahip

olan ülkelerin savunma harcamaları en az olan ülkeler olduğunu değerlendirmiştir. Gelişmekte olan ülkelerin bu alandaki harcamalarını değerlendirirken fırsat maliyetini değerlendirirken, optimum ikameleriyle kıyaslamak yerine olması muhtemel ikameleriyle kıyaslanmasını belirtmiştir. Bu ülkelerin harcamaları gelecekte ülkenin üretimi arttıracak yatırımların yerine tüketime doğru yöneldiğini belirtmiştir. Bunlara ek olarak bu harcamaların makro düzeyde önemli büyümelere de sebep olduğunu ifade etmiştir. Ülkelerin kullanılmayan beşeri ve doğal kaynaklarının kullanılarak iç talebi harekete geçirdiğini, ileri teknoloji ve yetkin iş gücü gerektiren, ulusal kaynakları harekete geçiren savunma sanayi, ülkenin tüm sanayisinde çağdaş teknolojinin kullanımını hızlandıracağını belirtmiştir. Ek olarak savunma yatırımlarının bir noktaya kadar ülkedeki güvenlik algısını güçlendirmekte olduğunu ve akabinde ekonominin büyümesine zemin hazırladığını belirtmiştir. Savunma gereksinimleri için yapılan yol, liman, hava alanı, haberleşme alt yapıları gibi yatırımlar sivil amaçlı kullanılabilir. Silahlı kuvvetler doğal afetlerde önemli rol üstlenmekte olup elektrik elektronik, haberleşme ve topografik alanda yürüttüğü Ar-Ge çalışmaları kapsamında ülkenin bilimsel birikimine büyük ve önemli katkıların bulunduğunu belirtmiştir.

Aizenman ve Glick (2003), 1989-1998 yılları arasında 90 ülkenin verilerini kullanarak yürüttüğü çalışmada, askeri harcamalar, dış tehditler ve diğer kontroller arasında doğrusal olmayan bir etkileşim olduğunu deneysel olarak incelemişlerdir. Askeri harcamaların büyüme üzerinde doğrusal olmayan etkisinin olduğunu değerlendirmişlerdir. Ülkelerin büyümesi askeri bileşenler göz önüne alındığında bu alana yapılan yatırımın artmasıyla tehditlerin varlığına rağmen harcamaların etkisiyle artmaktadır. Savunma sanayi harcamalarının ülkenin ekonomik büyümesi üzerindeki etkisini olumlu bulmuştur. Ülkelerin düşük tehdit ortamında büyümesinin azalacağını ve yüksek tehdit ortamında büyümenin de artacağını savunmaktadır.

Knight, Loayza ve Villanueva (1996), 1972-1990 yılları arasında 124 ülkenin verilerini kullanarak yürüttüğü çalışmalarında, savunma sanayi alanındaki harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin kısa ve uzun dönem için incelemiştir. Askeri harcamaların azaltılması sonucunda ülkelerin ekonomik olarak büyümesini hızlandırabileceğini fakat ampirik çalışmasında belirsiz sonuçlar elde ettiğini belirtmektedir. Büyümeyi yavaşlattığı yönünde tahminlemesinde tutarlı sonuçlar elde edebilmek için kesit ve zaman serilerinden yararlanmıştır. Askeri harcamalar sermayelerin oluşumu ve kaynak tahsisini olumsuz etkileyerek büyümeyi yavaşlattığını öne sürmüştür. Çalışma sonuçlarına göre kısa dönemde olumlu sonuçlar alınabileceğini fakat uzun dönemde çalışmasında elde ettiği bulgularının olumsuz yönde olduğunu belirtmektedirler.

Köseoğlu (2010) gelişmiş savunma sanayiye sahip olan ülkelerin genel durumu ile sosyal politika harcamalarını araştırmıştır. Ulusal politika ve stratejilerin uygulanmasında savunma sanayinin etkisi, savunma sistemlerinde dışa bağımlılığın ülkelere getirdiği risklerin neler olduğu ve nasıl azaltılacağı, teknolojik gelişmenin ulusal refaha katkısını değerlendirmiştir. Çalışma kapsamında Savunma sanayi ele alınmış, Avrupa ve gelişmiş ülkelerin savunma sanayide durumu detaylandırılmış, ülkemizde savunma sanayinin durumu değerlendirilmiştir. Savunma ve sosyal politikalara harcamalarının etkileşimi, sivil sanayi ve istihdama, dış ticarete, dış politikaya, topluma olan psikolojik etkileri incelenmiştir. Milli Savunma Sanayi Politika ve Stratejisinin belirlenmesi için milli savunma sanayinin yeniden yapılandırılması çalışmasında bulunmuştur.

Korkmaz, vd.(2016), askeri alana yapılan harcamaların ulusun güvenliğini sağlamak açısından vazgeçilmez unsur olduğunu belirtmiştir. Bu sebepten askeri alana yapılan savunma harcamaları, birçok ülkedeki toplam kamu alanına yapılan harcamalar içerisinde önemli paya sahip olmasıyla ülkelerin ekonomisini etkilemektedirler.1961-2015 yılları arası Türkiye ile Amerika Birleşik Devletleri askeri harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştirler. Seçilen ülkelerin ihracat, ithalat ve GSMH oranları, savunama



alanına yapılan yatırımlar arasında nedensellik ilişkisinin olup olmadığı incelenmiştir. Çalışma kapsamında Granger nedensellik ve Johansen-Juselius eşbütünleşme analizlerinden yararlanılmıştır. ABD'nin ekonomik büyümesiyle askeri harcamalar arasında ilişki bulunamazken, ülkemiz için değişken arasında çift yönlü nedensellik olduğunu değerlendirmişlerdir.

Kentor ve Knick (2008), çalışmalarında 1990-2003 yılları arasında GSMH ile ekonomik büyüme ilişkisini ve istihdam oranlarını incelemişlerdir. Ekonomik büyüme üzerinde silahların ithalatının etkisinin pozitif yönde, savunma harcamalarının negatif yönde olduğunu belirtmişlerdir. Günümüzdeki savaşların eski dönemlerdekilere farklı olarak haberleşme ve bilgi teknolojilerinin gelişmesiyle insansız kara ve hava araçları, robotlar, görüntü sensörleri, yapay zekâ günümüz savaşlarının belirleyicileri olacağını ve ağırlıklı olarak kullanılacağını belirtmişlerdir. Ordular, yüksek sermayeli geleneksel istihdam yaratması ekonominin büyümesini olumsuz etkilemektedir, bu alana yapılacak yatırımların teknolojik üstünlüğün kaybedilmemesi için harcanması gerektiğini ve istihdamın verimli olabileceği alanlara kaydırılmasını savunmaktadırlar.

Karagöl ve Palaz (2004), 1955-2000 yılları arasında Türkiye'nin savunma harcamaları üzerine yaptıkları Granger nedensellik testinde, kısa dönemde harcamaların ekonomik büyümeye üzerinde doğru orantılı ilişkide olduğu ve üretim üzerinde pozitif etki gösterdiği, uzun dönemdeki sonuçların dengeli bir ilişki içerisinde olduğunu değerlendirilmiştir. Karagöl (2006), çalışmasında 1960-2000 dönemini ele almış, dış borçlarla savunma harcamaları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışma sonucunda savunma alanında yapılan harcamaların dış borçları birikimli olarak arttırdığını ortaya koymuştur.

Bazı araştırmalarda savunma harcamalarının, ekonomik büyüme üzerine etkisinin olmadığını ileri sürülmektedir. Karagianni ve Pempetzoğlu (2009), Daha önce ülkemiz için Karagöl ve Palaz (2004) tarafından yapılan çalışma ile aynı yöntem kullanılmıştır. Granger nedensellik testi ile, Türkiye'nin 1949-2004

yılları arasında yapılan savunma sanayi harcamalarının GSMH ile arsında bir ilişki bulamadıklarını belirtmişler. Granger nedensellik testi iki değişken arasında zamana bağlı olarak gecikmelide olsa bir ilişkinin varlığı mevcut ise, ilişkinin nedenselliğinin yönü istatistiksel açıdan belirlemede kullanılan testtir. Gözlenen ilişki güçlü olabilir fakat bu ilişki her zaman nedensellik anlamı taşıması her zaman mümkün olmayabilmektedir.

Odabaşoğlu (2012), “Türkiye Ve Avrupa Birliği Savunma Sanayi Gelişimi Çerçevesinde Türkiye’nin Seçilmiş Bazı Avrupa Birliği Ülkeleri İle Arasındaki Savunma Harcamaları-Ekonomik Büyüme İlişkisine Ampirik Yaklaşım” isimli yüksek lisans tezi çalışmasında, savunma sanayi alanına yapılan harcamaların ekonomiye olan etkileri, Türkiye’nin savunma harcamalarının ekonomik büyümeyle ilişkisi incelenmiştir. Çalışma içeriğinde; savunma sanayi, bu alana yapılan harcamalar, savunma sanayinin ekonomik etkileri, ülkemizin savunma politikası, AB savunma harcamaları çalışılmış. 1996-2009 yılları arasında seçilen ülkelerinin harcamaları ekonomik büyümeyle arasındaki ilişkisi incelenmiştir. Savunma sanayinin ekonomi üzerine etkilerini, AB ile Türkiye’nin savunma sanayi politikaları sonucunda geliştirme çalışmaları sonucunda ulaşılan mevcut durum, bulunan konumumuz yapısal ve ekonomik açıdan incelenmiştir. Türkiye’nin savunma harcama kaynaklarından ve savunma harcamalarının boyutlarının küresel ölçekte değerlendirilmesi yapılmıştır.

Özetlenen yukardaki çalışmalar değerlendirildiğinde, ekonomik büyüme ile savunma harcamalarının tek yönlü bir ilişki bulunmadığı görülmüştür. Yapılan çoğu araştırmanın pozitif ya da negatif sonucu bulunmaktadır, bazı araştırmalarda ilişki bulunamamıştır. İncelemelerin yapıldığı ülkeler, çalışma kapsamında ele alınan harcama dönemleri, ülkelerin gelişmişlik düzeyleri, ülkelerin coğrafik konumu ve komşuları, küresel savunma harcamalarının arttığı yıllar çalışmaların kapsamında etkili olduğu değerlendirilmiştir.

Tüm dünya ülkelerinde konunun güncelliğini korumakta olup bu alanda ülkemizde sorunların saptanması adına birçok çalışma yapılmaktadır. Yeni ürün

devreye alma, geliştirme, riskler ve olası problemlerin değerlendirilmesi adına gerçekleştirilen çalışmaların bir kısmı aşağıda özetlenmektedir.

Kara (2015), “Savunma Ve Havacılık Sanayiinde Yeni Ürün Geliştirme Projelerinde Risk Yönetimi Süreci Başlangıç Aşamasının Analizi” isimli yüksek lisans tezinde, ileri teknoloji kullanılan dünya çapında en fazla büyüme gösteren savunma sanayiinde ürün geliştirmesini incelemiştir. Çalışma kapsamında ülkemizin bu alanda özgün üretime geçmesiyle birlikte, konfigürasyon yönetimi, program yönetimi, Ar-Ge, eş zamanlı mühendislik, bilgi teknolojiler, gibi birçok alanda yetkinlik kazanırken diğer taraftan riskler ve problemlerin ortaya çıktığını değerlendirmiştir. Çalışma kapsamında yapısı bakımından diğer sektörlerden farklılık gösteren savunma sanayi incelenerek, bu alanda geliştirilen yeni ürün geliştirilmesi sırasında ortaya çıkması muhtemel riskler belirlenmeye çalışılmış, hata türleri belirlenerek etkilerinin analizi yapılarak risklerin olası etkileri azaltılmaya çalışılmıştır.

Dinçer (2015), savunma sanayinde mamullerin oluşması için gerekli kalemlerin tedarikinde karşılaşılan sorunları analiz ederek tedarik sürecinin iyileştirilmesine yönelik önerilerde bulunmuştur. Çalışmasında kullandığı verileri TSKGV şirketlerinden almıştır. İlk aşamada tedarik sürecini, satın alma fonksiyonu ve literatürde ortaya koyulan tedarik süreci problemleri ele alınmıştır. Akabinde TSKGV şirketlerinin tedarik birimlerinde yer alan personellerle görüşmeler yapılarak tedarik sürecinde karşılaşılan problemler incelenmiştir. Yapılan çalışma kapsamında elde edilen verilerden içerik analizi yapılarak savunma sanayide tedarik ve satın alma süreçlerinde iyileştirme önerileri getirilmiştir.

Savunma sanayi alanında yapılan çalışmalara ek olarak, çalışma kapsamında ele alınan problemle sivil sektörde de karşılaşılmaktadır. Literatürde bulunan simülasyon modelleme ve iş gücü atamaları incelenmiş olup bu alanda gerçekleştirilen çalışmalara örneklerin bazıları aşağıda tariflenmiştir.

Armaneri (2005), Bir montaj hattı üretim sisteminin optimal işgücünün belirlenmesinde Arena Process Analyzer (PAN) ve Optquest kullanmıştır. Üretim sisteminde ürünlerin hatta kaldıkları toplam zamanı azaltmak için üretimdeki çalışanların sayılarını arttırıp azaltarak çeşitli senaryolar geliştirilmiştir. Oluşturulan senaryolar için sistemin amaç fonksiyonunda en iyi sonuçları veren simülasyon, PAN kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Belirlenen simülasyon yapısı içerisindeki çalışan sayıları değiştirilerek, ürünün üretim sisteminde geçirdiği süreyi minimize edecek şekilde çalışanların üretim alanlarına dağılımı OptQuest programı ile belirlenmesi amaçlanmıştır.

Koruca (2010), kriz şartlarında farklı vardiya planları ve çalışma saatlerinin doğru seçilmesi için belirttiği önlemlerin sonuçlarını görebileceği bir simülasyon modeli üzerine çalışmıştır. Kriz şartlarında sektörde yaşanan talep daralması işletmelerinin kısa çalışma süresi ve üretime ara vermeleriyle ve personel işten çıkarmaları gibi önlemler alınmasına sebep olabilmektedir. Çalışma kapsamında, sıralanan önlemlerin sonuçlarının simülasyon desteği ile görülerek kriz ortamında çeşitli vardiya şartları için doğru strateji ve uygulamaların belirlenmesi için sesnek bir simülasyon destekli vardiya planı geliştirilmesi amaçlanmıştır. Mevcut durum için iş etüdü ve veri toplama çalışması yapılmış akabinde işletmenin 4 farklı vardiya planını geliştirilmiş, tanımlanan önlemlere en uygun vardiyanın seçilmesi değerlendirilmiştir.

Seçkiner (2005), bir mamul ve ya hizmet üretimi için ayrılan işgücünün azaltılması toplamdaki personel maliyetini düşürürken ürün veya hizmetin kalitesini düşmesine sebep olabileceğini, tam tersi durumda ise işgücü sayısındaki fazlalık ise işgücü maliyetlerini yükselteceğine değinmiştir. İyi hazırlanan iş çizelgesiyle işlemlerin zaman planlaması ve sıralaması, iş grubu ve personel ilişkilerinin dengelenmesi, planlanan zamanda ve yerde hizmetin gerçekleşmesi için personel odaklı çalışmanın yürütülmesinin mümkün olduğunu belirtmiştir. İşlemlerdeki verimsizlik ve fazla kaynak atamalarından kaynaklı maliyet artışının

önüne geçilebilmesi için iyi bir iş gücü planı ve işlem zamanlamalarının, sıralamalarının yapılmasını değerlendirmiştir.

Azmat ve Vidmer (2004), “A case study of single shift planning and scheduling under annualized hours: A simple three-step approach” isimli çalışmaları kapsamında ele aldıkları üretim sistemi için minimum iş gücü ataması yapılmasını hedeflemiştirler. Personellerin görevlerini daha iyi bir şekilde yerine getirebilmesi için işgücü hesaplaması, fazla mesai ve iş dağıtımı aşamalarını içeren bir algoritma geliştirmişlerdir.

Jeong (2000), “ “Conceptual frame for development of optimized simulation-based scheduling system” isimli çalışmada, firmaların personel kaynaklarının en iyi şekilde kullanılabilmesi için geliştirdiği simülasyon tabanlı sistem algoritmasıyla personelin ya da iş yükünü dağıtılması gibi belirli bir amacı optimize etmeyen çalışan simülasyon tabanlı sistem mimarisi geliştirilmiştir. Önerilen yapıya göre bir simülasyon modeli ile birden fazla alternatif çizelgenin belirlenen sonlandırma kriterleri ve amaçlanan performans göstergesinin eniyilemesi hedeflenmiştir. Burada kullanılan sistem verileri ile veri tabanına dayalı simülasyon uygulaması ve geliştirilen iş süreç sistemi, uçak tamiri bakım işletmesinde test edilmiştir.

Yücel (2010), dinamik programlama ile işçilik maliyetlerinin minimizasyonu çalışmada bulunmuştur. Firmaların maliyetlerini aşağıya çekebilmek için inşaat sektöründe çalışan personellerin maliyetlerini minimize etmek amacıyla dinamik programlama yöntemini kullanmıştır. Dinamik programlamanın kullanım alanları üretim planlaması, yatırım planlaması, kaynakların dağıtımı, proje planlaması gibi oldukça geniş alanlara sahiptir. İşçilik maliyetlerini azaltmasına yönelik çalışmada bulunarak öneriler geliştirmiştir.

Eren (2012), analitik ağ prosesi ile yeni nesil koltuğun sunulacağı pazara ve ürün tipi seçimi üzerine çalışmıştır. Çalışmada ilk etapta ürün ve yeni ürün geliştirilmesi, karar verme süreci ve karar verme teknikleri ile ilgili bilgiler

verilmiştir. İkinci aşamada ise bir otobüs işletmesinde yeni tip koltuk kullanımı projesi ele alınmıştır. Yeni ürünün pazarı ve ürünün alternatif modelleri belirlenerek, hangisinin seçileceğine karar verebilmek için kriterler oluşturularak gruplandırılmıştır. Super Decision programında modelin analizi ve kriterlerin karşılaştırılması yapılmıştır. Sonuçlar analiz edilerek önerilerde bulunulmuştur.

Özkıran (2011), otomotiv sektöründeki bir işletmede montaj hattının analizi ve dengeleme çalışmasında bulunmuştur. Seçilen montaj hattının detaylı olarak incelemesi ve analizi yapılmıştır. Üretim aksamadan üretim hattında bulunan ara stok miktarının azaltılması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında insan makine diyagramları oluşturulmuştur. Sistemin dar boğaz istasyonlar belirlenerek bu istasyonlarda iyileştirme yapılmıştır. Montaj hattında çalışanlar arasındaki süreler incelenerek iş adımlarıyla bu değerler karşılaştırılış akabinde dengeleme yapılmıştır. Sistemin gözlemlenmesi benzetim modeli üzerinden gerçekleştirilmiştir.



### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

Savunma sanayinde Ar-Ge yoğun projeler ağırlıklı olarak çalışılmakta olup proje süreci içerisinde tasarımlar ve ihtiyaçlar sıklıkla değişebilmektedir. Bundan dolayı parçaların üretim maliyetleri artmakta, üretimi daha önceden tamamlanmış parçalarda tasarım değişikliğine gidilmesi durumu söz konusu olduğunda parçalar atıl duruma düşebilmektedir. Savunma alanında prototip üretimlerden seri üretime geçmiş çok az proje bulunmaktadır. Tasarım dondurulmadığı sürece tüm kalemler değişken olarak tanımlı kalmaktadır.

Bu alanda gizlilik ve güvenlik önem taşımaktadır. Tedarikçilerle bilgilerin ifşasını engelleyen “Gizlilik Anlaşması” imzalanması gerekmektedir. Bu belgenin imzalanmasının akabinde bir kısım bilgiler paylaşılabılır, firmanın bazı bilgileri, çizimler, teknik Ar-Ge dokümanları paylaşmaması önem arz etmektedir. Çalışma kapsamında kullanılan verilerin bir kısmı gizlilik sebebiyle paylaşılmamıştır.

Ar-Ge Projesi kapsamında üretimi gerçekleştirilen ürünlerin kabullerinin yapılmasında da çeşitli zorluklar yaşanmaktadır. Daha önce üretimi gerçekleştirmiş standart ürünlerin tersine ilk kez üretimi gerçekleştirilecek müşteri isteğine göre şekillenmiş Ar-Ge projesine yapılacak kabulleri ve kalite kontrolleri referans eksikliği nedeniyle zorlaşmaktadır, kabuller sonrasında öngörülemeyen riskler oluşmaktadır. Bunlara ek olarak da az adetler için alınmış ihracat lisansının ürünün seriye alınması akabinde yüksek adetler için alınamama durumu da mümkün olabilmektedir.

Bu araştırmada, savunma sektöründe Ar-Ge projesi olarak 1 adet üretimi gerçekleştirilen projenin, ürün geliştirilmesi ve adetli üretimi için üretim süreçleri adım adım incelenerek analizlerin yapılması ve öneriler geliştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışma başlangıcında üretim sisteminin tanımlaması ve doğru çalışma şeklinin belirlenmesi amacıyla üretimin gerçekleştiği firmanın çalışma şekli ve genel yapısı incelenmiştir. Savunma sanayine üretimi yapılan ürünlerin bir kısmı proje tipi üründür. Siparişe göre üretime benzer yapıda olup projede



belirlenen miktar kadar üretilmektedir. Faaliyetlerin planlanması, iş emirlerinin oluşturulmasında üretiminin uzun ve karmaşık yapıda olması sebebiyle özel yöntemlerin kullanılması gerekmektedir.

Firma proje durumun tanımlaması için oluşturulan sistem modeli çok karmaşık yapıdayken, kurulan model analitik ve numerik olarak çözümünün çok zor olduğu durumlarla karşılaşabilmektedir. Bu gibi durumlarda simülasyon önemli bir model kurma ve çözme tekniği olarak kullanılmaktadır. (Halaç, 1991)

Simülasyon genel anlamda gerçeğin temsil edilmesi olarak tanımlanabilmektedir. En yaygın tanımı; herhangi bir sistemin işleyişini anlayabilmek ya da bu sistemin işleyişi ile ilgili farklı strateji, iş modellerinin değerlendirilmesi için gerçek sistemin bilgisayardaki modelinin oluşturulması ve model üzerinde iş modellerinin denenerek test edilmesi, deney yapılması olarak tanımlanmaktadır. (Erkut ve Baskak, 1997)

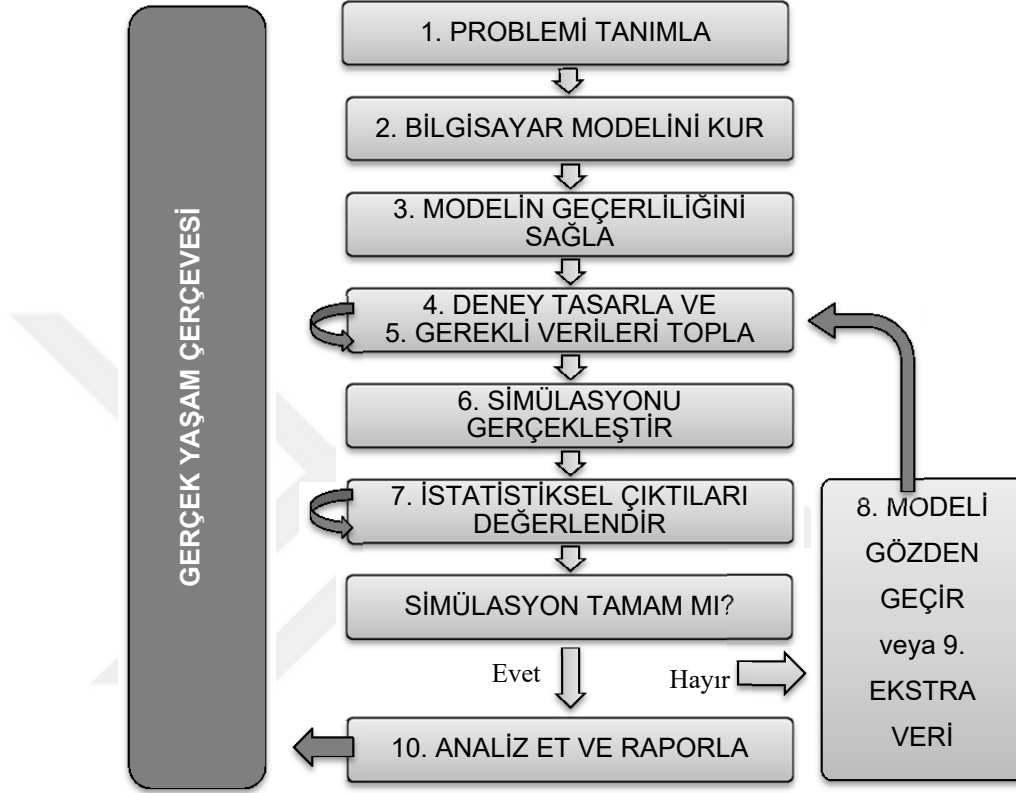
Çalışma kapsamında yöntem olarak simülasyon modelleme tekniğinden de faydalanılmıştır. Gerçek sistem davranışları bilgisayarda modellenerek sistem gereceğe uygun şekilde uyarlanarak; çalışan bir sistemi değiştirmeden sistem üzerinde ne gibi değişiklikler yapılabileceğine dair önemli fikir vermekte yardımcı olmaktadır.

Simülasyon tekniğinin kullanılmasının amacı, gerçek sistemi girdi ve çıktılarıyla matematiksel olarak ifade etmek, sistemi oluşturulan model üzerinden tanıyıp araştırmak, farklı senaryolar model üzerinde denenerek gerçek sistem üzerine aktarılmadan sonuçları değerlendirebilmektir. (Hançerlioğulları, 2006)

Simülasyon modeli geliştirilirken aşağıda belirtilen adımlar izlenmektedir. (Sarıaslan, 1986). Bu adımlar;

- Sistemin incelererek analiz edilmesi,
- Modelin formüle edilmesi,
- Model mantığının doğrulanması
- Deney tasarlama
- Sonuçların analizi ve yorumlanması

Şekil 3.1.'de simülasyon sürecinin akış şeması gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Simülasyon Sürecinin Adımlarını Gösteren Akış Şeması (Monks, 1996)

Simülasyon modelleme yönteminin de avantajları ve dezavantajları vardır. Avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir. (Karaca, 2007):

- Karmaşık sistemlerin çoğu analitik olarak değerlendirilebilirken matematiksel modellerle doğrulanamamaktadır. Bu durumlar için tek araştırma yöntemi olarak simülasyon tekniği bulunmaktadır.
- Gerçek sistemin değişen/ değişecek koşullara göre tahminin kolaylıkla yapılmasını sağlamaktadır.

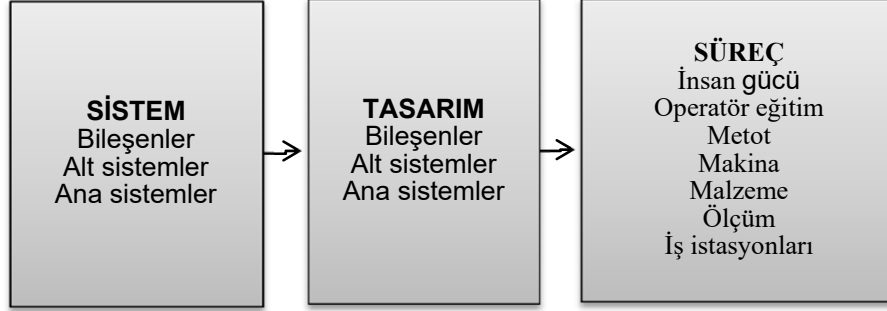
- Analizi yapılan durumlar içerisinde, hangisinin istenilen sonuçlara en iyi karşılık geldiğini değerlendirilmesini kolaylıkla sağlamaktadır.
- Sistem için elde edilecek verilerin toplanması pahalı değildir.
- Sistem için kullanılacak veriler detaylı olmadığı durumlarda kullanılabilecek en uygun yöntem simülasyondur.

Dezavantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Monks, 1996):

- Deterministik problemlere uygulanamamaktadır
- Sonucunda çözüm yöntemi önermeyebilir
- Karmaşık ve kapsamlı yapıdaki sistemlerin modellerinin kurulması uzmanlık gerektirmektedir.
- Optimum çözümü sağlamaz, tanımlı sistemi değerlendirir

Günümüzde simülasyon uygulaması için geliştirilen farklı programlar bulunmaktadır. ARENA 10.0 paket programı ile çalışma gerçekleştirilmiştir. Sistemin mevcut durumunda, darboğazların belirlenerek firmanın kısıtları dahilinde minimum maliyetli ve optimal iş gücü ataması yapılması farklı senaryolar için OptGuest modülü ile maliyet minimizasyonu yapılmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarına göre amaç fonksiyonuna ve firma yatırım stratejisine uygun olacak çözüm uygulamaları elde edilmesi amaçlanmıştır.

Çalışma kapsamında ilk olarak işletme yapısı ve üretim süreçleri incelenmiştir. Süreçlerin incelenmesine sistem bileşenleri, alt ve ana sistemleri belirlenmiş akabinde süreçler gözden geçirilmiştir. Sistem ve Süreç Tasarımı Yaklaşımı Şekil 3.2.'de özetlenmiştir. Süreçler kapsamında insan gücü, üretimde kullanılan metotlar, makineler, kullanılacak malzemeler, kalite kapıları, üretimin yapılacağı alanlar, iş istasyonları, üretim hatları, ilgili prosesler, ölçümler, operasyonları gerçekleştirecek operatörlerin eğitimleri belirlenmiştir.



Şekil 3.2. Sistem ve Süreç Tasarımı Yaklaşımı

Sistem bileşenleri, alt ve ana sistemler belirlenip tasarlandıktan sonra gerçekleştirilecek süreçler belirlenmiştir. Belirlenen ana ve alt sistemler için gerçekleştirilecek ana ve yan faaliyetler tüm operasyonlar için belirlenmiştir.

Araştırmada verilerin toplanması sürecinde nicel araştırma türlerinden biri olan zaman etüdü ve nitel araştırma türlerinden bireysel tecrübe ile uzman görüşleri alınmıştır.

Bir operasyonun süreleri çeşitli faktörlerin etkisiyle farklılıklar gösterebilmektedir. Zaman ölçümünün amacı bu değişikliklerin alınan zaman içerisinde değerlendirilerek gerçek süreye en yakın olan süreyi bulmaktır. Yapılan bir gözlem için gerçeğe yakınlığı hakkında tahmin yürütmek olası değildir. Yapılan belirli sayıdaki gözlem sonucunun akabinde belirli güvenlik sınırları içinde tahminleme yapılabilmektedir. İstatistiksel yaklaşımda, örnekleme işlemleri için gözlemler alınmaktadır. Alınan gözlemler arasındaki değişkenlik yeterince gözlem yapıldıktan sonra hesaplanabilmektedir. Genel çerçevede, alınan gözlem değerleri arasındaki fark geniş ise yapılan gözlem sayısını arttırmak gerektiği söylenebilmektedir. (Kobu,2003)

Literatürde gözlem sayısının hesaplanması aşağıdaki formüllerle yapılmaktadır.

N : İstenen Gözlem sayısı

z: İstenen güvenilirlik düzeyindeki standart sapma sayısı

p: Örneklem içinde oluş oranı

q: Örneklem içinde olmama oranı

h: Mutlak hata miktarı (Örneklem büyüklüğünün doğruluk sınırları, duyarlılık)

$\sigma$  : Eleman dağılımının standart sapması

$$\sigma = \sqrt{\frac{pq}{N}}$$

$$p + q = 1$$

$$q = 1 - p$$

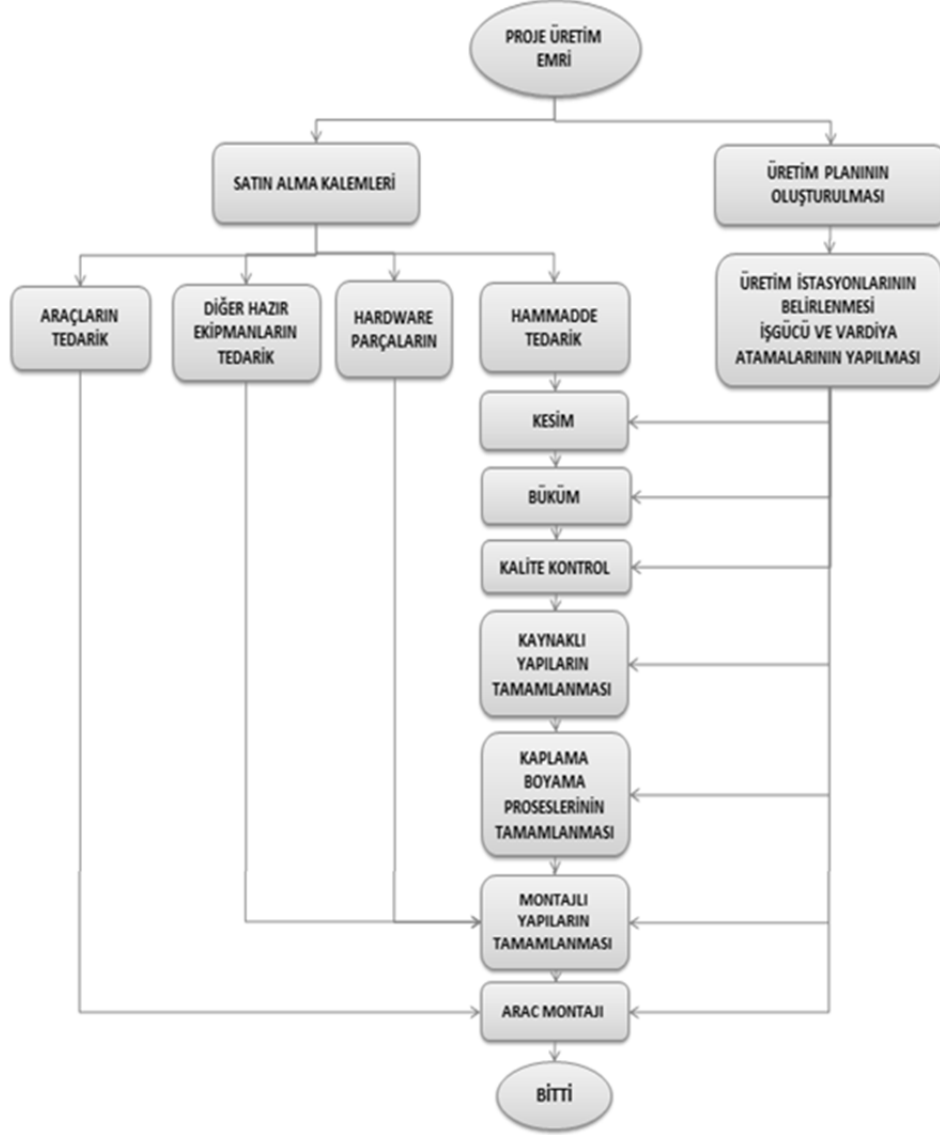
$$p + (1 - p) = 1$$

$$\sigma = \frac{h}{z}$$

$$N = \frac{z^2 p (1 - p)}{h^2}$$

İncelemenin yapıldığı ürün prototip ürün olmasından dolayı yeterli miktarda gözlem bulunmamakta, operasyon adımları için tek gözlem sonucu bulunmaktadır. Tek gözlem sonucu ile yapılan çalışmanın sonucunun gerçek sistemi ne kadar tahminlediği belirlenememesine rağmen, ele alınan problemler için çözüme yaklaşım sergilemesi bakımından çalışma önem arz etmektedir.

Firmanın üretim sürecinin analizi kapsamında yapılan gözlemler sonucunda elde edilen, üretim emri açıldığında gerçekleşecek iş akışı Şekil 3.3.'deki şema üzerinde özetlenmektedir.



Şekil 3.3. Proje Üretim Akışı

### 3.1.1. Verilerin Toplanması

Yapılan çalışma genel olarak ele alındığında, işletmenin genel yapısı, üretim sistemi ve çalışma yöntemi, çalışmanın yapılacağı üretim hattının yapısı, malzeme akışı incelenmiştir. Gözlemler sonucunda elde edilen verilerden üretim

hattı analiz edilerek üretim şeması, malzeme akış şeması çizilmiş ve insan makine-diyagramları oluşturulmuştur. Yapılan analizin bu aşamasından sonra zaman etüdü çalışması yapılarak süreç hakkında daha fazla bilgi sahibi olunması adına iş adımları belirlenmiş ve bu iş adımlarının her birinde harcanan sürelerin belirlenmesi adına zaman etüdü çalışması yapılmıştır. Üretim esnasında operasyon adımları belirlenerek ana faaliyetler ve yan faaliyetler belirlenmiştir.

Belirlenen ana faaliyetler kapsamında oluşan alt faaliyetler için iş etüdü yapılarak süreç adımları ve zaman etüdü verileri alınmıştır. Ana faaliyetler ürüne direk katma değer sağlayan faaliyetlerdir. Çizelge 3.1.'de ana faaliyetlerin sürelerinin alındığı örnek zaman etüdü çizelgesi yer almaktadır.

Çizelge 3.1. Ana Faaliyet Zaman Etüdü Çizelgesi

| <b>ANA FAALİYET</b>       | <b>Dakika</b> |
|---------------------------|---------------|
| GÖNYELEME HAZIRLAMA PUNTA | 45            |
| KAYNAK                    | 120           |
| ISITMA                    | 45            |
| <b>TOPLAM</b>             | <b>210</b>    |

Belirlenen ana faaliyetler kapsamında oluşan alt faaliyetlerin tamamlanabilmesi için yapılması gereken yan faaliyetler süreç içerisinde ayrılmıştır. Bu faaliyetlerin ürüne katma değeri bulunmazken yapılması zorunlu olan iş adımlarıdır. Bu faaliyetlere örnek olarak süreç içerisinde işlemlere başlamadan makinaların ve ekipmanların hazırlanması, malzemelerin taşınması ve yerleştirilmesi verilebilir. Çizelge 3.2. 'de örneklenen benzer operasyonlar için iş etüdü yapılarak süreç adımları ve zaman etüdü verileri alınmıştır.

Çizelge 3.2. Yan Faaliyet Zaman Etüdü Çizelgesi

| <b>YAN FAALİYET</b>                      | <b>Dakika</b> |
|------------------------------------------|---------------|
| HAZIRLIK                                 | 15            |
| TAKIMLARI TOPLAMA-TEMİZLİK               | 20            |
| ÖLÇME-KAYNAK KONTROLÜ-DOĞRULTMA KONTROLÜ | 75            |
| PENETRANT VE MANYETİK TEST               | 120           |
| TAŞIMA YERLEŞTİRME                       | 30            |
| KAYNAK ÖNCESİ VE SONRASI TEMİZLİK        | 30            |
| <b>TOPLAM</b>                            | <b>290</b>    |

Zaman etüdü formu oluşturulurken; üretim departmanının projeye tahsis ettiği çalışanların üretim prosesleri için ayırdığı zaman, Çizelge 3.3.'de operatör takip çizelgesi üzerinden takip edilmektedir. Bu çizelgeler üzerinden operasyonlarda görevli personellerin çalışma süreleri incelenerek iş yükünün dengelemesi yapılmaktadır. Üretim adımları içerisinde bir operasyonun gerçekleştirilebilmesi için birden fazla operatörün çalışmasının gerektiği prosesler bulunmaktadır.

Çizelge 3.3. Operatör Takip Çizelgesi

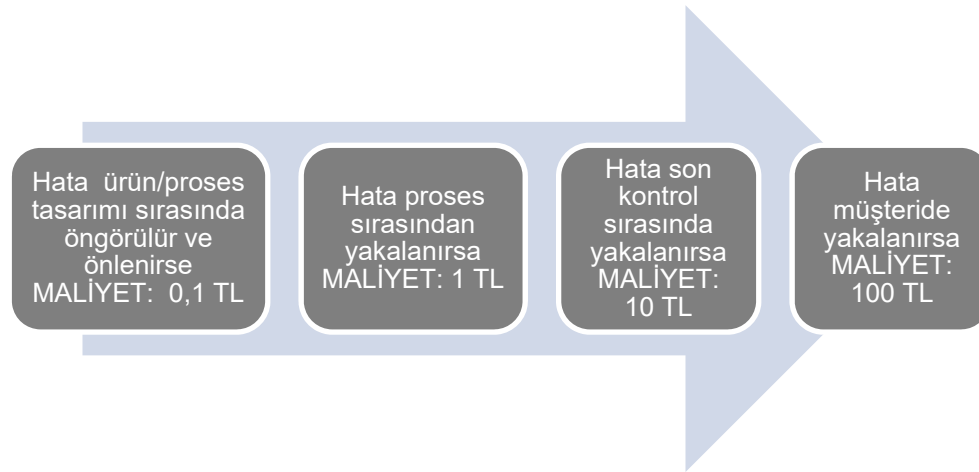
| <b>YAPILAN İŞLEM SIRASI</b>                  | <b>1.OPERATÖR</b> | <b>2.OPERATÖR</b> | <b>3.OPERATÖR</b> | <b>TOPLAM</b> |
|----------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------|
|                                              | <b>Dakika</b>     | <b>Dakika</b>     | <b>Dakika</b>     | <b>Dakika</b> |
| PLATFORM KAYNAK                              | 6000              | -                 | -                 | 6000          |
| PLATFORM ISIL İŞLEM VE DOĞRULTMA             | 120               | 120               | -                 | 240           |
| KALİTE PENETRANT VE MANYETİK TEST            | 650               | -                 | -                 | 650           |
| YARDIMCI ŞAŞİ ADAPTASYONU                    | -                 | 250               | 250               | 500           |
| ÜST SAC VE DESTEK PARÇALARI PLATFORMA KAYNAK | 100               | 100               | 100               | 300           |
| <b>TOPLAM</b>                                | <b>6770</b>       | <b>470</b>        | <b>350</b>        | <b>7690</b>   |



Savunma alanına üretimi gerçekleşen ürünlerin üretimi esnasında kalite kontrol faaliyetlerinin önemi oldukça büyüktür. Bu bakımdan üretim sırasında bir sonraki aşamaya geçilmeden tanımlanan kalite kontrol faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Kalite kontrol faaliyetlerine ayrılan ciddi süreler mevcut olup bir sonraki aşamaya kalite onayı gelmeden geçilememektedir.

Hatasız ürün kabulü için ürün kabulleri esnasında oldukça kapsamlı incelemelerde bulunmaktadır. Tespit edilen hataların düzeltilmesi talep edilmektedir. Kabul esnasında tespiti yapılamayan hatanın maliyeti, teslimattan sonra firmalara maddi açıdan daha külfetli olmaktadır. Üstelik şirketlerin prestijleri açısından olumsuz durum ortaya çıkmaktadır.

Savunma sanayi ürünlerinin kritikliği göz önünde bulundurularak; hatalı proseslerden kaynaklanabilecek hatanın; sistematik olarak tespitinin yapılması, diğer proseslere geçmeden tespit edilmesi hatalardan kaynaklanabilecek maliyetlerin azaltılması ve ürün geliştirme ve proses durumunun belgelendirilmesi gerekmektedir. Savunma ve Havacılık Sanayinde projelerin maliyetlerinin büyüklüğünden dolayı sıfır hataya yakın bir şekilde üretiminin yapılması arzu edilmektedir. Hatanın maliyetinde on katı kuralı Şekil 3.4.'de anlatılmaktadır.



Şekil 3.4. Hatanın Maliyeti

Ürüne ait zaman etüdü sonuçlarının yer aldığı tablonun bir kısmı Şekil 3.5.' de yer almaktadır. Üretim esnasında elde edilmiş bu gözlem süreleri Arena programının girdisini oluşturmaktadır.

| Zaman Etüd Formu(1 Çalışan) |         |                                        |                        |            |                      |          |            |
|-----------------------------|---------|----------------------------------------|------------------------|------------|----------------------|----------|------------|
| BÖLÜM: ÖZEL PROJELER        |         |                                        | İSTASYON:              |            | GÖZLEMİ YAPAN :      |          | KAYNAKÇI : |
| YAPILAN İŞLEM: KAYNAK       |         |                                        | GÖZLEM BAŞLAMA TARİHİ: |            | GÖZLEM BİTİŞ TARİHİ: |          |            |
| Saat                        | Sıra No | İstasyonda Yapılan İşler               | ZAMAN (SAAT)           | ZAMAN (DK) | FAALİYET TÜRÜ        | Açıklama | ad kaynak  |
| 08:00                       | 1       | KAYNAK İÇİN HAZIRLIK                   | 01:00                  | 60         | YF                   |          |            |
| 09:00                       | 2       | KAYNAK ÖNCESİ SİRALLE YÜZEY TEMİZLİĞİ  | 00:30                  | 30         | YF                   |          |            |
| 09:30                       | 3       | KAYNAK ÖNCESİ SİRALLE YÜZEY TEMİZLİĞİ  | 00:12                  | 12         | YF                   |          |            |
| 09:45                       | 4       | KAYNAK                                 | 00:05                  | 5          | AF                   |          | 4 nokta    |
| 09:57                       | 5       | KAYNAK SONRASI SİRALLE YÜZEY TEMİZLİĞİ | 00:07                  | 7          | YF                   |          |            |
| 10:02                       | 6       | ARGE DURUŞ                             | 03:25                  | 205        | EF                   |          |            |
| 10:09                       | 7       | KAYNAK ÖNCESİ SİRALLE YÜZEY TEMİZLİĞİ  | 00:14                  | 14         | YF                   |          |            |
| 13:34                       |         |                                        |                        |            |                      |          |            |
| 13:48                       |         |                                        |                        |            |                      |          |            |

Şekil 3.5. Ürün Zaman Etüdü Formu

Bu çalışmada üretim süreci Arena 10.0 simülasyon programı ile sadeleştirilmiş üretim süreçlerinin modeli oluşturulmuştur. Zaman etüdlerinden ve uzman görüşlerinden belirlenen zamanların sonucunda elde edile gerçek veriler ile simülasyon koşumu gerçekleştirilmiştir.

Üretim esnasında parçaların kuyrukta bekleme süresini azaltmak, personel kullanım oranlarını arttırmak yada eksik kalan personel sayısı var ise kaynak arttırımına gitmek çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

Ürünün en kısa sürede tamamlanması beklenirken personel maliyetlerinin de en düşük seviyede tutulması maliyetlerin azaltılması arzu edilen bir durumdur. Yetersiz personel kadrosuyla istenilen üretimi miktarını tayin edilen zamanda yetiştirmek mümkün değildir. Süreçlerin ve uygun personel kadrosunun sağlanmasının akabinde kaliteli hızlı üretim gerçekleştirilebilir.

Üretim hattı üzerinde yapılan gözlemlerin modele aktarılarak, olası üretim senaryolarının denenmesi ve olası iyileştirmelerin sonuçlarının neler olacağının gözlemlenebilmesi adına simülasyon model kullanılarak gerçek sistemle benzer yapının tasarlanması amaçlanmıştır.

Üretim sistemlerinin simülasyon uygulaması süreçlerin verimliliğinin artmasına, proseslerde geçen sürelerin azalmasına ve üretim maliyetlerinin düşürülmesini sağlamaktadır. Bunlara ek olarak firmaların yeni yatırım yapmadan önce mevcut kaynaklarının yeterliliğini analiz ederek yatırım yapılması gereken kaynakların belirlenmesinde belirleyici rol üstlenmektedir. (Klingstam, 1999)

Bir üretim firmasında mevcut işleyişin modellenerek simüle edilmesi sonucu elde edilecek verilerin, performansın ölçüldüğü kriterlere göre değerlendirilmesi yapılabilir. (Koruca, 2008)

İşgücü planlanması ve personel kadrolarının oluşturulması sürecinde, yapının karmaşıklaşması problemin zorluk derecesini arttırmakta buda beraberinde uygulamada kullanılan karar destek ve yönetim sistemlerinin yetersiz kalmasına sebep olmaktadır. Bu tarz süreçlerin çözümü için simülasyon destekli uygulamalara ihtiyaç duyulmaktadır. (Koruca, 2010).

Simülasyon sonuçlarına göre farklı senaryolara göre personel kadroları planlanabilir vardiya durumları gözden geçirilebilir. Elde edilecek sonuçlar içerisinden en uygun olan alternatifle ilerleme sağlanabilir.

Çalışmanın bu kısmında üretim hattının modellenmesi ve çalışma kısıtlarına göre sistemin Opt Guest kısıtlarıyla çalıştırılarak farklı senaryolar için sonuç alınması ve sonuçların karşılaştırılması yer almaktadır. Zaman etüdü sonuçları kullanılarak istasyonlardaki işlem süreleri modele aktarılmıştır.

Firmanın üretim süreci ARENA 10.0 programı yardımıyla yukarıda belirtilen amaçlara yönelik incelenerek ön görü çalışmasında bulunulmuştur. Modelde bulunan parametreler; ana faaliyetler, alt faaliyetler, proses süreleri, prosese ait hazırlık süreleri, personel, iş akış planı, işlemlerin gerçekleştiği iş

istasyonları, işlemler arası görevlendirme, personel atamaları veri tabanı modüllerinde tanımlanmıştır.

### 3.2 Metot

Üretim sisteminin analizi ve iş etüdü çalışmalarının sonucunda modeldeki iş istasyonları gerçek sisteme mümkün olduğunca uygun, yapılan sadeleştirme ve fabrika içerisindeki işleyişten kaynaklanan beklemler dışında gerçek sistemle paralel çalışacak şekilde modelleme yapılması hedeflenmiştir. Model tasarlanırken bazı varsayımlar kullanılmıştır. Bunlar;

- Kritik süreçler tek başlık altında toplanmış, alt süreçler ve yan faaliyetler ana sürecin, faaliyetin altında yer almıştır.
- Kesimi yapılan her parçanın üretim ve kalite kontrol süresi aynı alınmıştır.
- Gelişler arası sürenin sabit olduğu
- Hammadde ve satın alma kalemlerinin mevcut olduğu
- Süreçler arası beklemlerin ve taşımadan kaynaklı zaman kayıplarının olmadığı varsayılmıştır

Proje aşamasından üretim aşamasına geçmekte olan ürünlerin üretimi aşağıdaki akış çerçevesinde gerçekleşmektedir.

Ürün ağacı tamamlanmış ve üretim planının aşamaları önceden belirlenmiş olan ürünün; satın alma kalemlerinin termininin uzunluğundan dolayı üretimde geç kalınmaması adına hammadde ve satın alma kalemlerinin tedariki şirket politikası olarak öncelikli yapılmaktadır.

Üretim planının hazırlanmasında Satınalma Departmanından gelecek termin bilgisine göre ana üretim planı proje yöneticisi tarafından güncellenmektedir. Güncellemeler sonrasında üretim süreci lazer kesim prosesi ile başlamaktadır. Parçaların tamamı %100 kalite kontrol prosesine tabi tutulmaktadır.

Kalite Departmanının onayından geçen parçalar Üretim Departmanına sevk edilmektedir.

Gönderilen parçaların kaynak grupları tamamlanıncaya kadar üretim alanında beklemektedir. Parçalar tamamlanınca üretim alanında kaynak işlemlerinin başlaması için kaynak personeli ataması gerçekleştirilmektedir.

Kaynaklı yapıların üretilmesi esnasında 2 grup için fikstür kullanılmaktadır. Fikstur kullanılan yapılarda fazla miktarda kaynak girdisi bulunmaktadır. Kaynak işleminin fazla olması nedeniyle malzemeye yüksek oranda ısı girişi olmakta buda kullanılan malzemelerin verilen toleransların dışında kaynak çekmesine sebep olabilmektedir. Kaynak çekmelerinin azaltılması adına 2 büyük kaynaklı grup olan; platform ve deflektör için ayrıca fikstür tasarımı ve üretimi prototip araçların üretimi esnasında gerçekleştirilmiştir. Fikstürler kaynak prosesi için bir kısıttır. Buradaki proses tamamlanmadan diğer araçların kaynaklı grupları kaynatılmak için fikstürlerin boşa çıkmasını beklemesi gerekmektedir.

Kaynak işlemlerinin tamamlanmasının akabinde kalite kontrol faaliyetleri devreye girmektedir. Kalite Departmanı kontrollerini askeri standartlardan MIL-STD-810G kapsamında detayları verilen test ve muayene koşullarına ve TS-9001 standartlarına göre gerçekleştirmektedir. Kalite sürecinden sonra oluşan kalite çıktılarına göre proje aksiyon alınmaktadır.

Kaynağı ve kesimi tamamlanan parça grupları teknik resimlerinde ve sistemde tanımla olan kaplamalarına göre gruplara ayrılıp kaplama prosesi için firma dışına gönderilmektedir.

Kaplama sonrasında firmaya giriş yapan kalemlerin Giriş Kalite Kontrol işlemleri yapılmaktadır. Bu kapsamda kaplamaya gönderilen kalemlerin yanında test plakaları da gönderilmektedir. Bu test plakalarına Test ve Muayene Merkezinde kaplama niteliklerine göre uygunluk kontrolü yapılmaktadır.

Giriş Kalite Departmanında muayenesi tamamlanan kalemler üretim alanına gönderilmektedir. Giriş Kalite Departmanından gönderilen kalemler Boyahane alanına sevk edilmektedir. Boya Prosesinin tamamlanmasının akabinde

ürünler tekrar boya kalitesinin incelenmesi için Kalite Departmanının incelemesi için serbest bırakılmaktadır. Buradan gelecek boya raporuna göre ürünler üzerinde aksiyonalar alınmaktadır. Kalite raporuna göre üretime malzemeler yönlendirilmektedir.

Boya süreci tamamlanmış kaynaklı yapılar ve parçalar için montaj safhasına geçilmektedir. Montaj gruplamalarının tamamlanmasının ardından parçalara montaj personellerinin ataması gerçekleşmektedir. Montajlar için öngörülen zaman ve öncelik sırasına göre modelde montaj personelinde atamalar gerçekleşmektedir. Tüm ekipmanlarının montajlanmasının ardından araç Final Kalite kontrol için hazır duruma gelmektedir.

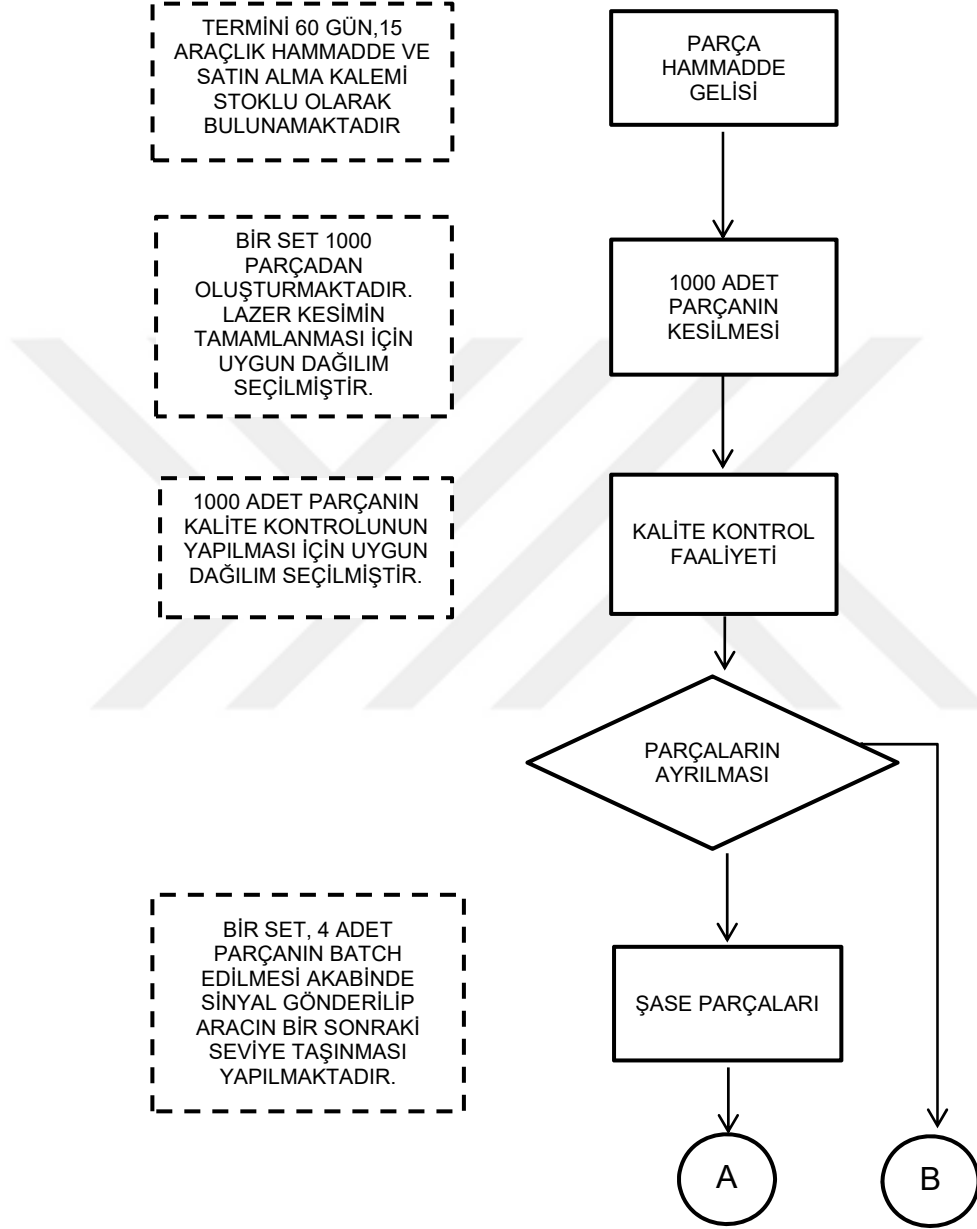
Üretim hattının simülasyon modelinde, prototip ürünün başlıca ekipmanları aşağıdaki gruplardan ve parçalardan oluşacak şekilde ve bekleme süreleri ilgili proseslerin içerisinde yer alacak şekilde sadeleştirilmiştir.

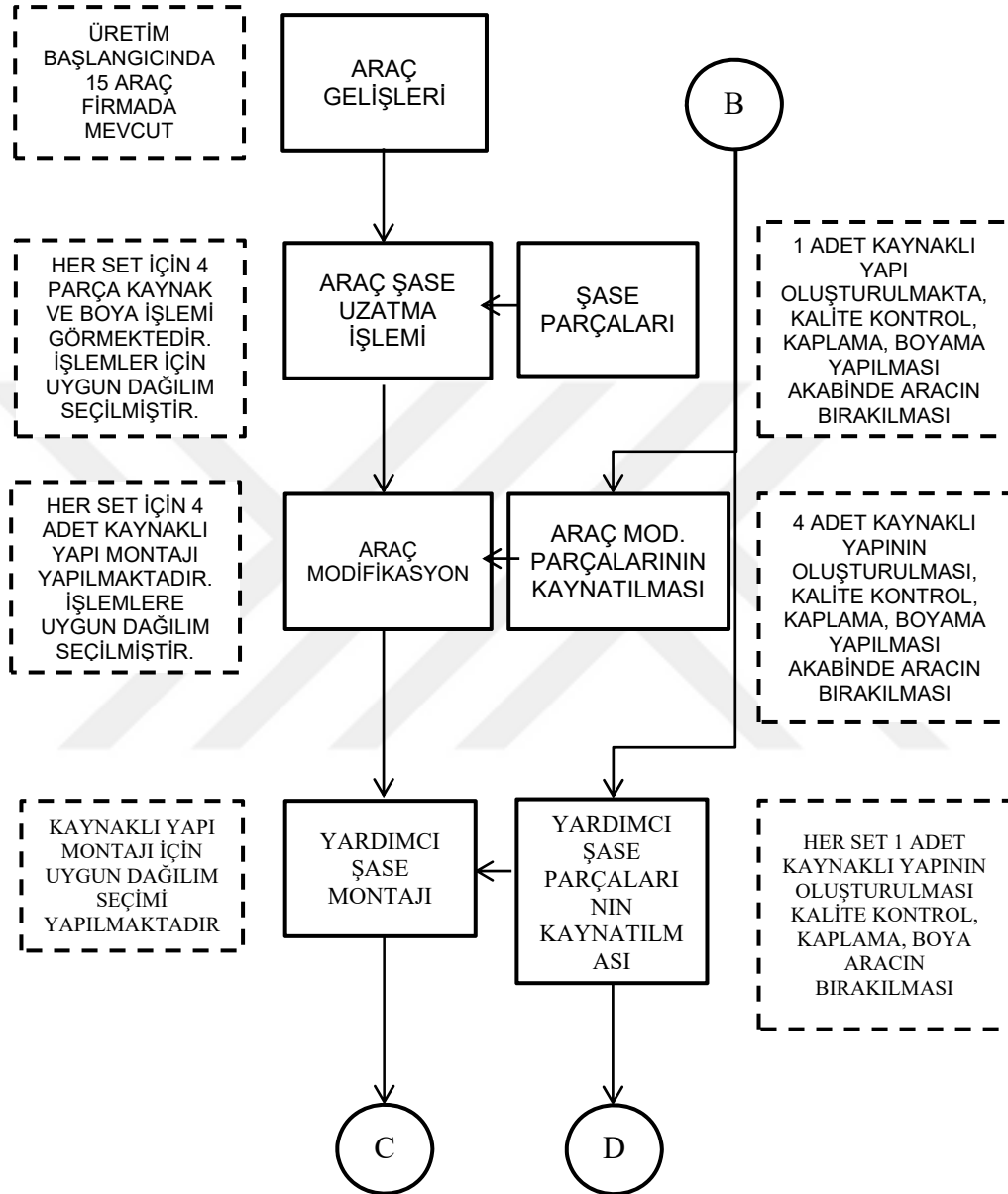
Üretim hattı sadeleştirilmiş şekilde aşağıdaki başlıklar altında incelenmiştir;

- Şase Modifikasyon
- Araç Modifikasyon
- Yardımcı Şase
- Platform
- Deflektor
- Ekipmanlar
- Birim Dolapları

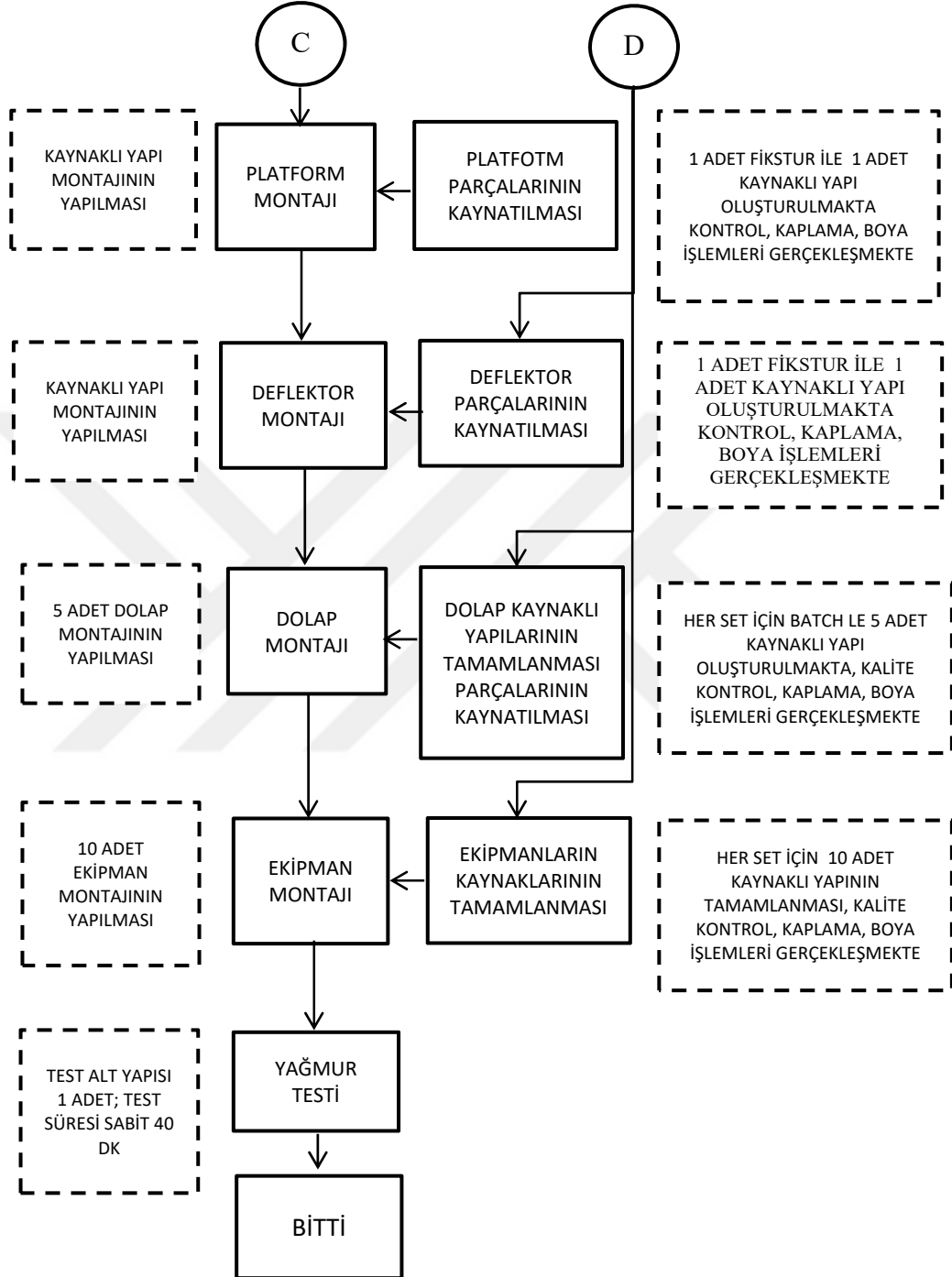
Modellenen ürünün iş akış şeması Şekil 3.6. 'da ifade edilmektedir.

## Model Akışı









Şekil 3.6. Sistemin Akış Şeması

Modeli kurulurken kullanılan modüllerde yapılan işlem adımları ve tanımlamaları aşağıdaki gibidir.

Parçalar, sac plakalarından oluşan hammaddelerin kesimi ile oluşmaktadır. Siparişi geçilen hammadde miktarı parça miktarına göre belirlendiğinden hammadde termini parçaların terminiyile aynı süreyi temsil etmektedir.

Modelde 9 adet create modülü ile 3 farklı entity ( varlık) tanımlanmıştır. Bunlar;

Tip 1: parca; aracın parçalarını oluşturulması için tanımlanan varlıktır. Araç başı parça kullanımı 1000 adet olarak sistem modellenmiştir, 15 araç için sisteme 7 adet create modülü ile toplam 15.000 parça girişi olmaktadır.

Tip 2: pfikstur; platformun kaynatılması için simülasyonun başlangıcında var olacak 1 adet fikstür için oluşturulan varlıktır.

Tip 3:deffikstur; deflektörün kaynatılması için simülasyonun başlangıcında var olacak 1 adet fikstür için oluşturulan varlıktır.

Modelde create modülüyle sisteme giriş yapacak maksimum veri adeti belirlenmiştir. Parçaların oluşması için 60 gün terminli hammaddelerin temin edilmesi gerekmektedir. Hammaddeler önceden sipariş geçildiğinden simülasyon başlangıcında entityler hazır kabul edilmiştir, belirlenen değer aşıldığında yeni entity oluşmamaktadır.

Parçalar önceden belirlenen grupların parça adetlerine kaynak ve ya montaj gruplarına göre batch modülü ile gruplandırılmaktadır. Batch modülüne gelen entityler gerekli miktarda entity yığını oluşana kadar kuyrukta beklemektedir. Yığın oluştuktan sonra yeni bir varlık olarak modülden çıkarlar. Modelde geçici ve kalıcı olarak tanımlanan 17 adet batch modülü kullanılmıştır. “Temporary / Geçici” tanımlanan gruplar; hammadde gruplamasıyla lazer kesim öncesi üretim için geçici gruplamalar oluşturulmuştur. “Permenant / Kalıcı “ tanımlanan gruplar; kaynaklı yapılar ve montaj gruplarının oluşturularak proseslerde işleme tabi tutulabilmesi için oluşturulmuştur.

Model içerisinde toplam 15 adet assign modülü ile varlıkların sistem içerisinde geçirdiği toplam zamanı takip edilmiş ve varlıklara yeni bir özellik atayabilmek için kullanılmıştır.

Sisteme giren varlıkların sistemde ne kadar süre geçirdiğini takip etmek için atamalar yapılmıştır. Entity assign modülüne girdiğinde “GelisZamani” o anki mevcut simulasyon zamanı “tnow” olarak ayarlanır. Bu özellik daha sonra record modülü ile istatistik toplamak amacı ile kullanılmıştır.

Simulasyon modelinde yapılacak işlemleri gerçekleştirecek kaynakların tanımlamaları yapılmaktadır. Model içerisinde kaynaklar simulasyon çalışması boyunca değişmeyen sabit bir kapasite ataması yapılmıştır. Prosesler içerisinde gerçekleştirilecek operasyon atamalarının tamamlanması için, üretim esnasında projeye dâhil olabilecek kaynaklar Çizelge 3.4’ deki gibidir.

Çizelge 3.4. Kaynak Kapasiteleri

|   | KAYNAK ADI                     | TİPİ           | KAPASİTE |
|---|--------------------------------|----------------|----------|
| 1 | Lazer Tezgâh Sayısı            | Sabit Kapasite | 2        |
| 2 | Kalite Kontrol Personel Sayısı | Sabit Kapasite | 10       |
| 3 | Lazer Personel Sayısı          | Sabit Kapasite | 13       |
| 4 | Kaynak Personel Sayısı         | Sabit Kapasite | 20       |
| 5 | Boya Personel Sayısı           | Sabit Kapasite | 10       |
| 6 | Montaj Personel Sayısı         | Sabit Kapasite | 10       |

Model içerisinde sistemde bulunan operasyon adımları, personel atamaları, kaynak kullanımları ve öncelik atamaları proses modülleriyle yapılmıştır. Simülasyon modelinde operasyonların ve kaynak atamalarının gerçekleştirildiği toplam 35 adet proses modülü kullanılmıştır. “Delay” kullanımı ile hiçbir kaynak kullanımı yapılmadan gecikme işlemi gerçekleştirilmiştir. “Seize Delay Release” kaynak veya kaynakların bu modül ile atanacağını ve burada işlem süresinin

geçirileceğini gösterilmektedir. İşlem süresinin sonrasında atanan kaynak veya kaynaklar serbest bırakılmaktadır.

Simülasyon modelinde 17 adet batch modülü önceden gruplandırılmış varlık yığınlarının ayrılması için 7 adet separate modülü kullanılmıştır. Bütün halinde batch modülü ile oluşturulan entity sistemden atılırken, gruplanan bileşenler gruplanmadan önceki özelliklerini geri kazanırlar.

Route komutu kullanılarak gezen varlığın gideceği yeri belirlemek için station modülü kullanılmaktadır. Varlıklar hareket edene kadar bu alanda bekleme halindedir. Route modülü rota modülüdür, belirlenen istasyona bağlı varlığı sevk eder. Varlık rota modülüne girdiğinde, modüle atanan yeni istasyona varlık yönlendirilir.

Farklı kuyruklarda bekleyen varlıkların modül içerisinde belirlenen sayıda gruplayarak, bir araya getirilmesini sağlamak için match kullanılmıştır. Modülün kullanılabilmesi için, kuyruklarda bekleyen varlıkların ortak özellik tanımlaması yapılmıştır.

Sinyal yerleştirildiği yol üzerinden varlık geçmesi durumunda içerisinde tanımlı olan sinyali sisteme yansıtır. Sisteme kaç kez sinyal vereceği komut içerisinde sınırlandırılabilmektedir. Modelde toplam 2 adet signal komutu kullanılmıştır.

Varlıkları kuyrukta bekletmek için hold kullanılmıştır. Sistemdeki hat üzerinden geçen varlık sinyal için tutulmuş, sinyal modülü varlığa sonraki modüle geçmek için izin vermede kullanılmıştır. Bu modüllerle istem içerisindeki deflektor ve platform fikstürleri kaynak işlemleri tamamlanana kadar tutulması sağlanmıştır.

Simülasyon modelinde, sistemde varlıkların son bulunduğu 7 adet dispose modülü kullanılmıştır. Varlıklar sistemden atılmadan istatistikleri kayıt altına alınabilmektedir

Modelin çalıştırılması kısmında, çalıştırma parametrelerine istatistiğine ihtiyaç duyduğumuz birimler kuyruklar, işlemler, kaynaklar ve girdiler olduğu için bunlar işaretlenmiştir. Modelin çalıştırılması sonucunda proseslerde geçen süreler

ile gerçek sistem üzerinde paralellik olduğu gözlemlenmiştir. Gerçekleşen süreler, kontrol amaçlı modele eklenen “record” modülü sonuçlarıyla kıyaslanarak değerlendirildi.

Ürünün toplam çevrim zamanının uzun olması, üretim sürecinde operasyon adımlarından biri tamamlanmadan diğerine geçilmediğinden ve kalite kontrol faaliyetlerinin sık olması sebebiyle personel kullanımları düşük çıkmaktadır.

Parçaların araç üzerinde montajının gerçekleşmesi için erken biten parçalar diğer grupların tamamlanmasını beklemektedir Çizelge 3.5.’de grupların bekleme sürelerine göre sıralaması ifade edilmiştir. Gruplara ait parçaların araç montajına kadar geçen sürede bekleme süreleri karşılaştırıldığında en az bekleme yapan grubun platform parçaları olduğu tespit edilmiştir. Yani sistemde geçen maksimum süreyi bu grup oluşturmaktadır. Diğer gruplarda işlemler tamamlanmış dahi olsa montaj işlemi tamamlanamadığından proje tamamlanamamaktadır.

Çizelge 3.5. Simülasyonda Grupların Montaj Bekleme Sıralaması

**MONTAJ BEKLEME SÜRESİ SIRALAMASI**

**(Çoktan Aza)**

- |   |                                                                   |
|---|-------------------------------------------------------------------|
| 1 | Şase uzatma parçaları gruplanmadan önce sistemde geçirdiği süre   |
| 2 | Deflektor parçaları gruplanmadan önce sistemde geçirdiği süre     |
| 3 | Yardımcı şase parçaları gruplanmadan önce sistemde geçirdiği süre |
| 4 | Araç Mod. parçaları gruplanmadan önce sistemde geçirdiği süre     |
| 5 | Ekipman parçaları gruplanmadan önce sistemde geçirdiği süre       |
| 6 | Dolap parçaları gruplanmadan önce sistemde geçirdiği süre         |
| 7 | Platform parçaları gruplanmadan önce sistemdeki bekleme süresi    |

Sistemde bekleme süresi en fazla olan parçaların, operasyon adımı sonucu oluşan yapıların, üretim sürecinde en kısa zamanda tamamlanan yapılardır.

Simülasyon modelinin çalışmasının akabinde modelde optimum kaynak kullanımının sağlanması ve maliyetleri minimize etmek amacıyla OptGuest modelinde duyarlılık analizi yapılmıştır. Duyarlılık analizinde kısıtlayıcılar ve kaynak değerlerinde değişiklikler yapılarak, değişimin etki ve sonuçları incelenmiştir. Prosesler üzerinde çalışanların sayısı arttırılıp azaltılarak alternatif durumlar için sistemin durumu gözlemlenmiştir.

Optimizasyonda kullanılan kontrol parametrelerinde ve kaynak atamalara Çizelge 3.6.'daki gibi atanmıştır.

Çizelge 3.6. OptQuest Kapasite Atama

|   | KAYNAK ADI                     | TİPİ           | KAPASİTE  |                |           |
|---|--------------------------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
|   |                                |                | Alt Sınır | Ortalama Atama | Üst Sınır |
| 1 | Lazer Tezgâh Sayısı            | Sabit Kapasite | 1         | 1              | 2         |
| 2 | Kalite Kontrol Personel Sayısı | Sabit Kapasite | 1         | 5              | 10        |
| 3 | Lazer Personel Sayısı          | Sabit Kapasite | 1         | 7              | 13        |
| 4 | Kaynak Personel Sayısı         | Sabit Kapasite | 1         | 10             | 20        |
| 5 | Boya Personel Sayısı           | Sabit Kapasite | 1         | 5              | 10        |
| 6 | Montaj Personel Sayısı         | Sabit Kapasite | 1         | 5              | 10        |

Simülasyon analiz raporları incelendiğinde üretim süresini en etkileyen grubunun platform grubu olduğu tespit edilmiştir. Platform kısmında yapılacak iyileştirmenin tüm süreci olumlu etkileyeceği değerlendirilmiştir. Bu kapsamda üretiminin hızlanması adına parçaların operasyonlar öncesinde kalite kontrol kapısı üzerindeki bekleme süresi ve kaynaklı operasyonları tamamlandıktan sonra bir sonraki aşamaya geçmesinden önceki kalite kapsamında geçen bekleme süresi için kısıtlar oluşturulmuş, proseslerde minimum çalışması planlanan elemanların tahmini minimum sayısı belirtilerek, toplam çalışan miktarının minimize edilmesi amaçlanmıştır.

Sistemde kullanılan değişkenler aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

$x_1$ = boya personel sayısı

$x_2$ = kalite personel sayısı

$x_3$ = kaynak personel sayısı

$x_4$ = montaj personel sayısı

$x_5$ = lazer personel sayısı

$x_6$ = lazer sayısı

$c_1$ = personelin işletme birim maliyeti

$c_2$ = lazer tezgahının işletme birim maliyeti

$Wt_1$ = platform parça kontrol kuyruğu bekleme zamanı (saat)

$Wt_2$ = platform kontrol kuyruğu bekleme zamanı(saat)

Sistemin maliyetinin hesaplanmasında; projeye ayrılacak personel kaynaklarının her birinin işletmeye birim maliyeti 60.000 TL, tezgâhların kullanım maliyeti senelik 200.000 TL olarak varsayılmıştır. Alternatif senaryolar için belirlenen kısıtlamalar ve sınırlamalara göre sistemde projeye minimum yatırım yapılması amaçlanmıştır. Sistem içerisinde belirsiz olan bekleme sürelerinin, belirlenen sınırları aşmadan minimum sayıda personel ve tezgâh kullanımının yapılması amaçlanmıştır.

$$\min z = c_1 \sum_{i=1}^5 x_i + c_2 x_6 \text{ (Amaç Fonksiyonu)}$$

$$c_1 = 60.000 \text{ TL}$$

$$c_2 = 200.000 \text{ TL}$$

### 1. Alternatif Senaryo;

Simülasyon analiz raporları incelendiğinde üretim süresini en etkileyen grubunun platform grubu olduğu tespit edildikten sonra bu üretim hattı detaylı

olarak incelenmiştir. Üretiminin hızlanması adına parçaların operasyonlar öncesinde kalite kontrol kapısı üzerindeki bekleme süresinin azaltılması hedeflenmiştir. Burada beklemelerin azaltılması için, (3.2) numaralı denklemde kalitenin parçaları maksimum bekletme süresi olarak 50 saat ve daha az olacak şekilde kısıtlanmıştır. Bekleme süresinin belirlenmesinde şirket politikası olarak yürütülen kalite kontrol faaliyetlerinin sıklığı, diğer proseslerde çalışılıyor olma durumu, çalışan sayısı, parçaların ölçüm süreleri, göz önünde bulundurularak şirketin belirlediği zaman dilimi değişken olarak kullanılmıştır. Diğer bir kısıt kaynaklı operasyonları tamamlandıktan sonra bir sonraki aşamaya geçmesinden önceki kalite kapısında kalite kontrol faaliyetlerine başlamadan önce platformun soğuması için geçen bekleme süresinin tanımlanması olmuştur. Platform, kaynak kontrol faaliyetlerinden en az 2 saat önce soğuması için, beklemesi planlanmaktadır. (3.3) nolu denklemde bekleme süresini minimum 2 saat olacak şekilde kısıtlama yapılmıştır.

Sistemde beklemelerin gerçekleştiği boya, kalite kontrol, kaynak, proseslerinde çalışan sayısının azaltılması durumu değerlendirilmek istenmiştir. Bu kapsamda, maliyet minimizasyonu için minimum çalışması planlanan ekip büyüklüğü, (3.1) numaralı denklemde belirtildiği üzere 30 kişi ve daha fazla olma durumu 1. Senaryo için belirlenmiştir.

Yukarıdaki tanımlamalar kapsamında oluşturulan sistem kısıtlar ve sınırlamaları aşağıdaki gibidir.

$$\sum_{i=1}^4 x_i \geq 30 \quad (3.1)$$

$$Wt_1 \leq 50 \quad (3.2)$$

$$wt_2 \geq 2 \quad (3.3)$$



## 2. Alternatif Senaryo;

1. Alternatif senaryo kapsamında incelemesi yapılan platform üretim durumu için kısıtlardan çalışan sayısının daha aza indirildiğinde sistemin duruma nasıl tepki verdiği incelenmek istenmiştir. Amaç fonksiyonu ve diğer kısıtlar aynı bırakılarak, yazılan kısıtlardan çalışan sayısı değiştirilerek alternatif tekrar çalıştırılmıştır. Sistemde beklemlerin gerçekleştiği boya, kalite kontrol, kaynak, proseslerinde çalışan sayısının daha da azaltılması durumu değerlendirilmek istenmiştir. Bu kapsamda, maliyet minimizasyonu için minimum çalışması planlanan ekip büyüklüğü, (3.4) numaralı denklemde 30 kişi ve daha az olma durumu 2. Senaryo olarak belirlenmiştir. Platform, kaynak kontrol faaliyetlerinden en az 2 saat önce soğuması için, beklemesi planlanmaktadır. (3.6) nolu denklemde bekleme süresini minimum 2 saat olacak şekilde kısıtlama yapılmıştır. (3.5) numaralı denklemde kalitenin parçaları maksimum bekletme süresi olarak 50 saat ve daha az olacak şekilde kısıtlanmıştır.

Yukarıdaki tanımlamalar kapsamında oluşturulan sistem kısıtlar ve sınırlamaları aşağıdaki gibidir.

$$\sum_{i=1}^4 x_i \leq 30 \quad (3.4)$$

$$Wt_1 \leq 50 \quad (3.5)$$

$$Wt_2 \geq 2 \quad (3.6)$$

## 3. Alternatif;

1. Alternatif ve 2. Alternatif senaryo kapsamında incelemesi yapılan platform üretim durumu için kısıtlardan çalışan sayısının daha arttırıldığında sistemin duruma nasıl tepki verdiği incelenmek istenmiştir. Amaç fonksiyonu ve diğer kısıtlar aynı bırakılarak, yazılan kısıtlardan çalışan sayısı arttırılarak alternatif tekrar çalıştırılmıştır. Sistemde beklemlerin gerçekleştiği boya, kalite kontrol,

kaynak, proseslerinde çalışan sayısının daha da artırılması durumu değerlendirilmek istenmiştir. Bu kapsamda, maliyet minimizasyonu için minimum çalışması planlanan ekip büyüklüğü 46 kişi ve daha fazla olma durumu (3.7) numaralı denklemde sınırlanmış olup, Platform, kaynak kontrol faaliyetlerinden en az 2 saat önce soğuması için, beklemesi planlanmaktadır. (3.9) nolu denklemde bekleme süresini minimum 2 saat olacak şekilde kısıtlama yapılmıştır. (3.8) numaralı denklemde kalitenin parçaları maksimum bekletme süresi olarak 50 saat ve daha az olacak şekilde kısıtlanacak şekilde. 3. Senaryo belirlenmiştir.

Yukarıdaki tanımlamalar kapsamında oluşturulan sistem kısıtlar ve sınırlamaları aşağıdaki gibidir.

$$\sum_{i=1}^4 x_i \geq 46 \quad (3.7)$$

$$Wt_1 \leq 50 \quad (3.8)$$

$$Wt_2 \geq 2 \quad (3.9)$$



**4. BULGULAR VE TARTIŞMA**

Genel olarak mevcut üretim akışı incelendiğinde aşağıdaki tespitler yapılmıştır.

- Ürünlerin üretimi bir operasyon bitmeden diğerine geçilemediğinden kaynaklı çevrim zamanları çok zaman almaktadır.
- Üretime tahsis edilen insan kaynaklarının ve cihazların verimli kullanılmadığı tespit edilmiştir.
- Etkin kullanılamayan kaynaklar sebebiyle verim düşük
- Darboğaz kaynaklar tespit edilmesine rağmen sürecin işleyişinde yapılması gereken unsur olduğundan müdahale edilememektedir.

Projeye ayrılacak personel kaynaklarının her birinin işletmeye birim maliyeti 60.000 TL, tezgahların kullanım maliyeti senelik 200.000 TL olarak varsayılmıştır. Senaryolardan elde edilecek çalışan sayısı yeni ürün devreye alma planında ve kaynak kullanımlarının değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır.

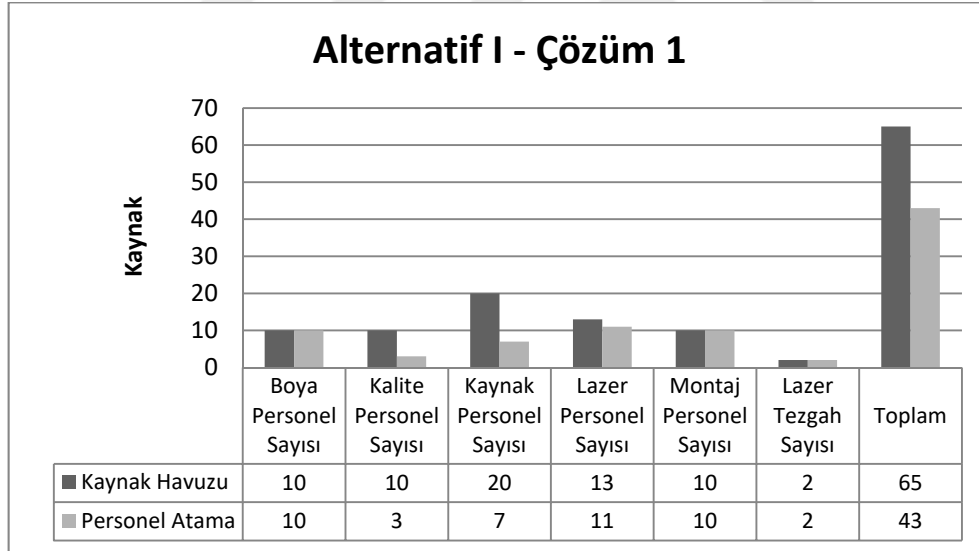
**4.1. Alternatif-I Senaryo Sonuçları**

Platform üretimini yazılan senaryo kısıtlara göre minimum kaynak ataması sonuçları Çizelge 4.1.1.'de özetlenmektedir.

Çizelge 4.1. Alternatif OptGuest Atamaları

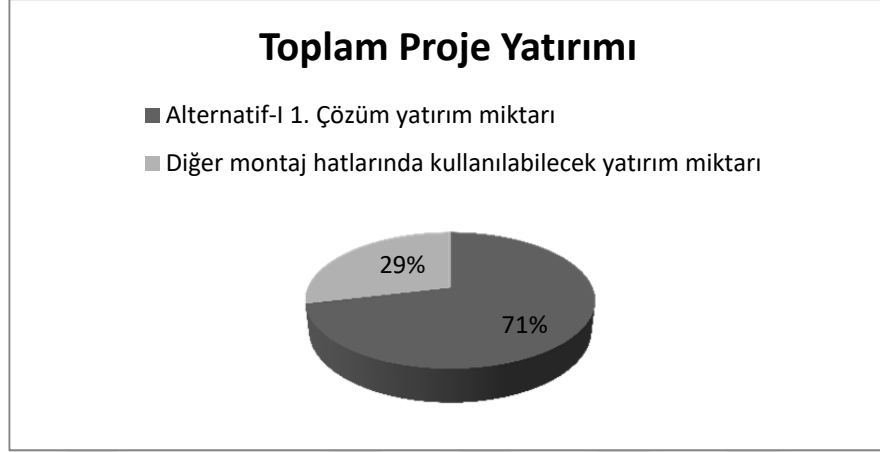
| KAYNAK ADI          |                  | Alternatif-I<br>1.Çözüm | Alternatif-I<br>2. Çözüm | Alternatif-I<br>3. Çözüm |
|---------------------|------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>En İyi Çözüm</b> |                  | 43                      | 44                       | 45                       |
| 1                   | Boya Personeli   | 10                      | 10                       | 10                       |
| 2                   | Kalite Personeli | 3                       | 3                        | 3                        |
| 3                   | Kaynak Personeli | 7                       | 7                        | 7                        |
| 4                   | Lazer Personeli  | 11                      | 12                       | 13                       |
| 5                   | Lazer Tezgah     | 2                       | 2                        | 2                        |
| 6                   | Montaj Personeli | 10                      | 10                       | 10                       |

Alternatif 1'e ait programın verdiği en iyi çözümlerden birincisinin mevcut kapasiteyle karşılaştırılması Şekil 4.1'de ifade edilmektedir.



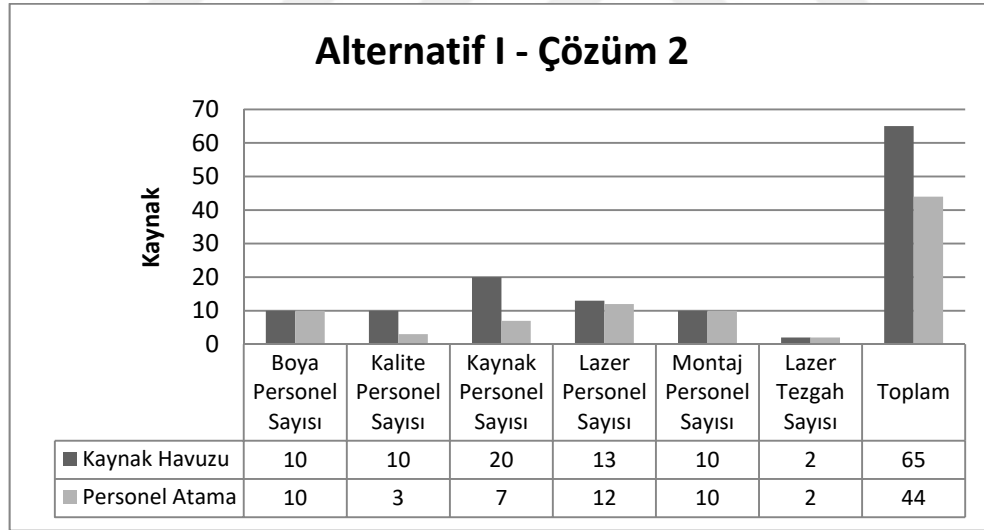
Şekil 4.1. Alternatif 1- Çözüm 1 Personel Atama

Proje atamasında belirlenen montaj hattında çalışacak personellerin toplam bütçe üzerinden kullanacağı kaynakların maliyetlerle olan ilişkisi Şekil 4.2.' de ifade edilmektedir.



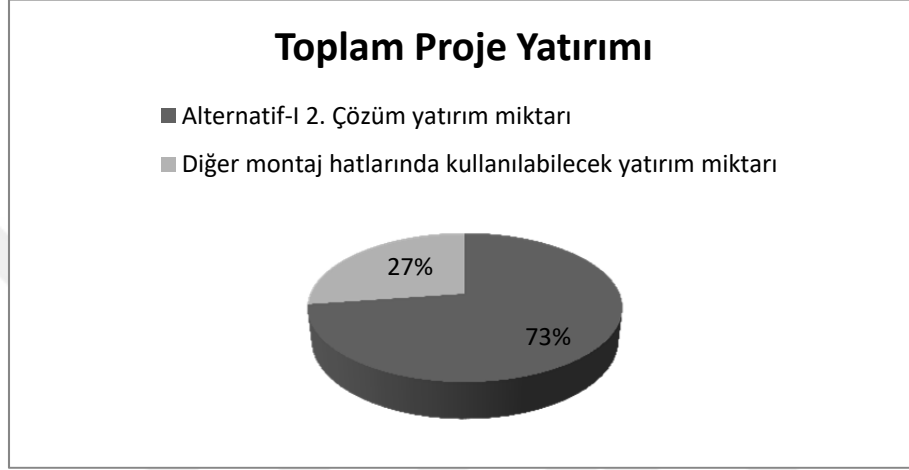
Şekil 4.2. Alternatif 1- Çözüm 1 Proje Yatırımı

Alternatif 1'e ait programın verdiği en iyi çözümlerden ikincisinin mevcut kapasiteyle karşılaştırılması Şekil 4.3.' de ifade edilmektedir.



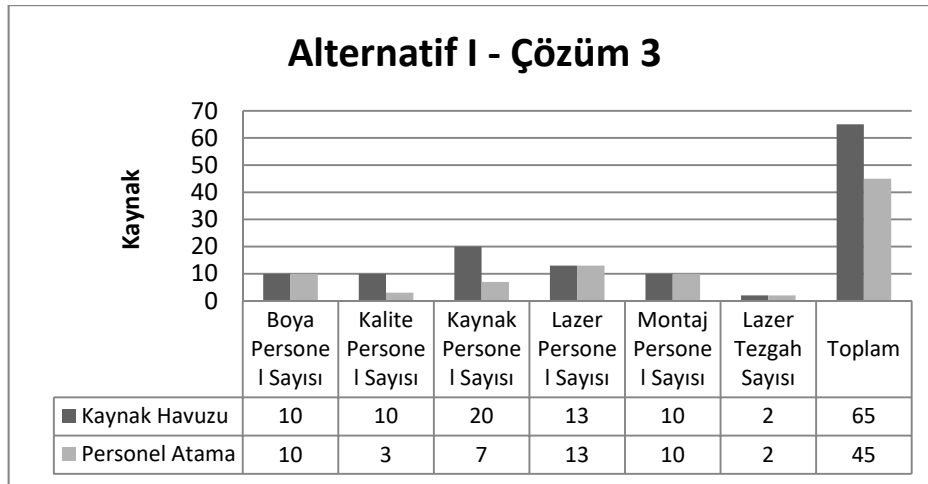
Şekil 4.3. Alternatif 1- Çözüm 2 Personel Atama

Proje atamasında belirlenen montaj hattında çalışacak personellerin toplam bütçe üzerinden kullanacağı kaynakların maliyetlerle olan ilişkisi Şekil 4.4.' de ifade edilmektedir.



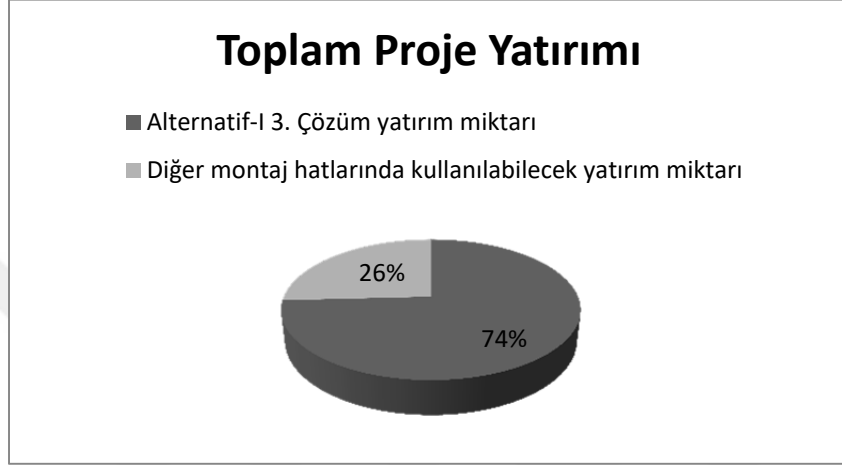
Şekil 4.4. Alternatif 1- Çözüm 2 Proje Yatırımı

Alternatif 1'e ait programın verdiği en iyi çözümlerden üçüncüsünün mevcut kapasiteyle karşılaştırılması Şekil 4.5.' de ifade edilmektedir.



Şekil 4.5. Alternatif 1- Çözüm 3 Personel Atama

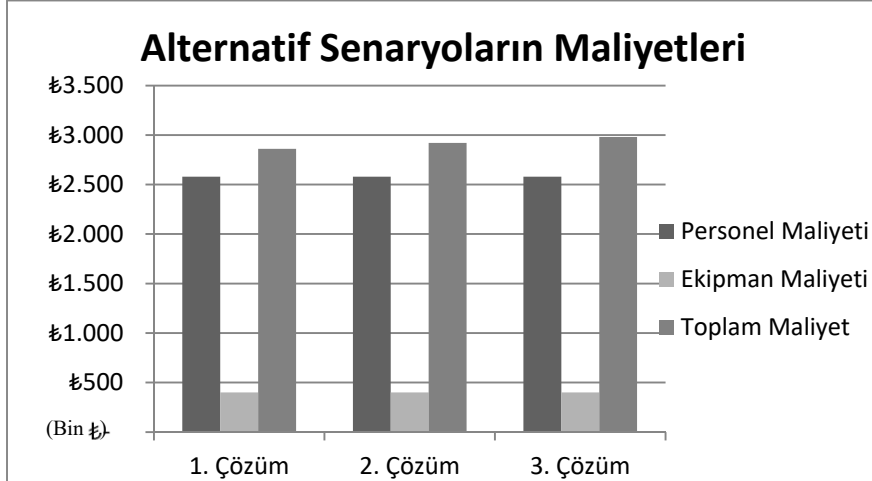
Proje atamasında belirlenen montaj hattında çalışacak personellerin toplam bütçe üzerinden kullanacağı kaynakların maliyetlerle olan ilişkisi Şekil 4.4.' de ifade edilmektedir.



Şekil 4.6. Alternatif 1- Çözüm 3 Proje Yatırımı

Çizelge 4.2 de alternatif senaryo için yapılması olası yatırım miktarları özetlenmektedir.

Çizelge 4.2. Alternatif I Senaryoların Maliyetleri





#### 4.2. Alternatif-II Senaryo Sonuçları

1. Alternatif senaryo kapsamında incelemesi yapılan platform üretim durumu için kısıtlardan çalışan sayısının daha aza indirildiğinde sistemin duruma nasıl tepki verdiği incelenmek istenmiştir. Bu senaryo birinci alternatifin sonuçlarının kıyaslanmıştır. İlk senaryoda çalışan sayısı eşitsizliği yön değiştirilerek optimizasyon çalıştırılmış, minimizasyon amaçlanmış fakat bu senaryoda sistem “feaseble” (uygun) sonuç elde edilememiştir.

#### 4.3. Alternatif-III Senaryo Sonuçları

1. Alternatif senaryo kapsamında incelemesi yapılan platform üretim durumu için kısıtlardan çalışan sayısının daha arttırıldığında sistemin duruma nasıl tepki verdiği incelenmek istenmiştir. Bu senaryo birinci alternatifin sonuçlarının kıyaslanmıştır. İlk senaryoda çalışan sayısı arttırılarak optimizasyon çalıştırılmış, minimizasyon amaçlanmış fakat bu senaryoda sistem “feaseble” (uygun) sonuç elde edilememiştir.

Yukarıda gerçekleştirilen çalışmalara ek olarak; süreç incelenirken sürecin ilerlemesine katkısı bulunmayan katma değersiz faaliyetler “ MUDA Faaliyetler” tespit edilmiştir. Bu faaliyetlerin kayıp zamanları Çizelge 4.3’ deki tabloda tutulmaktadır.

Çizelge 4.3. MUDA Tablosu

| <b>EK FAALİYET (Katma Değersiz)</b> | <b>%</b> |
|-------------------------------------|----------|
| MUDA TABLOSU                        | 9        |

Katma değersiz faaliyetlerin ortadan kaldırılması adına alınacak aksiyonlar, aksiyonların sorumluları, ön görülen iyileştirme faaliyetleri belirlenerek firmanın verimliliğinin arttırılması yönünde çalışmada bulunulmuştur. Tespit edilen gereksiz faaliyetler için alınacak önlem, ön görülen kazanç, sorumlularının kimler olduğu,

hangi kişiler tarafından, hangi departman tarafından değerlendirileceği, alınacak aksiyonların neler olduğu, hedeflenen ve işin tamamlanma sürelerinin tutulduğu tablolar oluşturulmaktadır. Benzer tablo Çizelge 4.4 ‘de örneklenmiştir.

Çizelge 4.4. MUDA İyileştirme Tablosu

| No | İLGİLİ SÜREÇ                                       | Dakika | ÖNGÖRÜLEN KAZANCI (%) | SORUMLU |
|----|----------------------------------------------------|--------|-----------------------|---------|
| 1  | HAZIRLIK                                           | 500    | 10                    | ÜRETİM  |
| 2  | TAKIMLARI TOPLAMA-<br>TEMİZLİK                     | 225    | 10                    | ÜRETİM  |
| 3  | ÖLÇME-KAYNAK<br>KONTROLÜ-<br>DOĞRULTMA<br>KONTROLÜ | 200    | 5                     | KALİTE  |
| 4  | PENETRANT VE<br>MANYETİK TEST                      | 700    | 5                     | KALİTE  |
| 6  | TAŞIMA YERLEŞTİRME                                 | 420    | 5                     | ÜRETİM  |

İş etüdü, sistem analizi sonuçlarından yola çıkılarak hazırlanan simülasyon akabinde gerçekleştirilen OptGuest ile minimizasyon çalışması sonuçları yeni ürün devreye alma planlarının girdilerini oluşturmaktadır. Yeni ürün devreye alma ekibi mevcut prosesleri yeni ürün için gözden geçirirken personel atamalarını gerçekleştirerek, üretim sisteminde kullanılacak takım ve tesis gereksinimlerinin tespitinin yapılması sağlamaktadır. Seri kontrol planının hazırlanması, proses yeterlilik çalışmasının planlanmasını, kalıp imalatının planlanmasını, üretim planının ve iş emirlerinin oluşturulmasını takip etmektedir. Şekil 4.7.’ de örnek yeni ürün devreye alma planı bulunmaktadır.

## 4.BULGULAR VE TARTIŞMA

Kübra ŞEKER

|                                                                                    |             | YENİ ÜRÜN DEVREYE ALMA P L A N I |           |                                                                                                                                                                       |                  | NO :   |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| REV.                                                                               | REV. TARİHİ | HAZIRLAYAN                       | ONAYLAYAN | ÜRÜN YAPILABİLİRLİK EKİBİ                                                                                                                                             |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 0                                                                                  |             |                                  |           | Müh. Müdürü-Müşteri Temsilcisi-Pis. Dök./ Pis. İm./<br>Ölçme/ Kal. Yön. /<br>Ekip. Yön. /Satin Alma / Bakım Onarım Süreci/ Üretim<br>Planlama ve Stok Sevkiyat Süreci |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| MÜŞTERİ ADI                                                                        |             | ORJ. PARÇA NO                    | PARÇA ADI | MOTOR TİPİ                                                                                                                                                            | BAŞLAMA TARİHİ : |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|                                                                                    |             |                                  |           |                                                                                                                                                                       | BİTİŞ TARİHİ:    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| YAPILACAK İŞLER                                                                    |             | SORUMLULAR                       | ARALIK    |                                                                                                                                                                       | OCAK             |        | ŞUBAT  |        | MART   |        | NİSAN  |        | MAYIS  |        |
|                                                                                    |             |                                  | 15 gün    | 15 gün                                                                                                                                                                | 15 gün           | 15 gün | 15 gün | 15 gün | 15 gün | 15 gün | 15 gün | 15 gün | 15 gün | 15 gün |
| Yeni Ürün Devreye Alma Süreç Ekibi'nin oluşturulması.                              |             | Mühendislik Müdürü               | P         | ×                                                                                                                                                                     |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|                                                                                    |             |                                  | O         | ×                                                                                                                                                                     |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Gelen Teknik Resim ve şartnamelerin ÜYF formundaki bilgilerle birlikte incelenmesi |             | YÜDA Süreç Ekibi                 | P         |                                                                                                                                                                       | ×                |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|                                                                                    |             |                                  | O         |                                                                                                                                                                       | ×                |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Eksik olan bilgilerin Müşteri Temsilcisi aracılığı ile Müşteriden istenmesi        |             | Müşteri Temsilcisi               | P         |                                                                                                                                                                       |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|                                                                                    |             |                                  | O         |                                                                                                                                                                       |                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Müşteri isteklerine göre Yasaklı Malzemeler Listesinin gözden geçirilmesi.         |             | YÜDA Süreç Ekibi                 | P         |                                                                                                                                                                       |                  | ×      |        |        |        |        |        |        |        |        |
|                                                                                    |             |                                  | O         |                                                                                                                                                                       |                  | ×      |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Yeni Ekipman, takım ve tesis gereksinimlerinin tespit edilmesi                     |             | YÜDA Süreç Ekibi                 | P         |                                                                                                                                                                       | ×                |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|                                                                                    |             |                                  | O         |                                                                                                                                                                       | ×                |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Ekip Fizibilite Değerlendirmesi                                                    |             | YÜDA Süreç Ekibi                 | P         |                                                                                                                                                                       |                  | ×      |        |        |        |        |        |        |        |        |
|                                                                                    |             |                                  | O         |                                                                                                                                                                       |                  | ×      |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Mevcut proseslerin yeni ürün için gözden geçirilmesi                               |             | YÜDA Süreç Ekibi                 | P         |                                                                                                                                                                       |                  |        | ×      |        |        |        |        |        |        |        |
|                                                                                    |             |                                  | O         |                                                                                                                                                                       |                  |        | ×      |        |        |        |        |        |        |        |
| Proses Akış Şeması hazırlanması                                                    |             | YÜDA Süreç Ekibi                 | P         |                                                                                                                                                                       | ×                |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|                                                                                    |             |                                  | O         |                                                                                                                                                                       | ×                |        |        |        |        |        |        |        |        |        |

Şekil 4.7. Yeni Ürün Devreye Alma Planı

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Savunma sanayi alanında yapılan harcamalar, ülkelerin ulusal egemenliklerinin devamının sağlanması adına iç ve dış tehditlere karşı ülke bütünlüğünü korumak için milli gelirden ayrılan paydır.

Dünyada savunma harcamaları teknolojinin gelişmesi, petrol savaşları ve terörizm gibi nedenlerden dolayı II. Dünya Savaşından günümüze kadar sürekli olarak arttığı görülmektedir. Geçmişten günümüze bu alana yapılan harcamalar, ülkelerin bütçelerinden ayırdıkları en büyük paylar arasında yer almış ve almaya devam etmektedir. Ülkelerin siyasi yapısı, jeostratejik konumu gibi nedenlerden dolayı harcamalar farklılık gösterebilmektedir.

Ülkemizin jeopolitik ve jeostatejik konumu itibariyle geçmişten günümüze iç ve dış tehditleri yüksek ülke konumundadır. Bu sebepten dolayı savunma alanına ayrılan bütçenin belirlenmesi politik ve stratejik amaçlara göre belirlenmesine sonucunu ortaya çıkmıştır.

Ülkelerin ileri teknoloji alt yapısını koruması için, büyük bir iç pazar ve dış satım performansını artırılarak maliyetlerin azaltılması gerekmektedir. Savunma sanayi firmaları bunu yakalayabilmek için askeri ürün üretimi yapılırken hem de sivil alan üretim yapmaktadır. Sivil ürünlerin pazarı daha büyük olup, ihracatında politik ve askeri engeller daha az bulunmaktadır. Askeri alanda sadece kendi ülkesinin iç pazarına üretim yapmakta olan firmalar pazarın küçük olması sebebiyle uzun vadede ayakta kalamaz.

Bu çalışmada, işletmelerde mevcut durum analizi ve kaynak planlaması için geliştirilen ARENA 10.0 simülasyon yazılım modülü gerçek bir işletmenin değerleri kullanılarak incelenmiştir. Geliştirilen üretim hattı modülünde, çalışma sisteminde yer alan prosesler ve iş gücü kaynakları atamasının yapılabilmekte olup, kaynak sayısı azaltılıp artırılarak modelin esnek çalışması sağlanabilmektedir. Bu durum kullanıcıya işe başlama ve çalışma süreleri arasında farklı kaynak

kullanımlarının gerçek iş yaşamındaki gibi farklı üretim senaryoları için sistemin modellenenebilmesi imkânı sunulmaktadır.

ARENA 10.0 yardımıyla tüm üretim süreci modellenmiş mevcut çalışma şeklini kapsayan model simüle edilmiştir. Arena yazılımı modülü ile kaynakların kullanım oranları belirlenerek performansları tespit edilmiştir.

Analizler sonucunda elde edilen verilerde kaynak kullanım oranları düşük çıkmıştır. Bu oranın düşük çıkmasındaki asıl sebep projenin tamamlanmasının uzun süreler alması, operasyonların birbirine bağlı olup biri bitmeden diğerine geçilememesi, her adımda kalite kontrol faaliyetlerinin yürütülmesinden kaynaklı toplam süre uzarken çalışanlar bu zaman içerisinde boş bekleme durumunda görülmektedir. Bunlar göz önünde bulundurulduğunda çalışanlar boş kaldığı sürelerde başka projelere yönlendirmesi önerilmiştir. Çalışan sayısının azaltılması OptGuest 'de alternatif senaryolarda denemesi yapılmış olumlu sonuç elde edilmemiştir.

Kaynak kullanım oranlarında iyileştirme yapılması için OptGuest modülünde maliyet minimizasyonu yapılmıştır. Başlangıç durumu ve OptGuest alternatif model simülasyon sonuçları incelendiğinde seriye alınması planlanan prototip ürün minimum kaynak ataması yapılarak belirtilen kısıtlara göre çalışması gereken personel sayısı belirlenmiştir. Senaryolar arasında maliyeti minimum yapan çözümün 1. Alternatif senaryonun 1. Çözümü olduğu değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme yapılırken kaynak ve personellerin kullanım oranları değerlendirilmiş, alternatif çözümlerdeki lazer personel çalışanlarının kapasite kullanımları karşılaştırılmıştır. Sonuçlar arasında büyük fark olmadığı saptanmış, bu bakımdan maliyetleri aşağı çekecek şekilde en az kullanılabilecek personelin ataması yapılması değerlendirilmiştir.

Alternatif senaryolar için proje ayrılan kaynakların ilgili montaj hattına belirlenen kısıtlar ve sınırlamalar çerçevesinde aktarıldığında, toplam yatırım bütçesinden ne ölçüde pay aldığı tespit edilmiştir.

Toplanan verilerden elde edilen sonuçlar yeni ürün devreye alma ekibinin yeni ürün devreye alma süreç girdilerini oluşturmaktadır. Ekip mevcut prosesleri yeni ürün için gözden geçirirken personel atamalarını gerçekleştirerek, üretim sisteminde kullanılacak takım ve tesis gereksinimlerinin tespitinin yapılması sağlamaktadır. Seri kontrol planının hazırlanması, proses yeterlilik çalışmasının planlanmasını, kalıp imalatının planlanmasını, üretim planının ve iş emirlerinin oluşturulmasını takip etmektedir.

Çalışmalara ek olarak üretim sisteminde ürüne katma değer sağlamayan gereksiz faaliyetler belirlenmiş ve aksiyon alacak birimler belirlenerek süreç iyileştirilmelerinde bulunulmuştur.



## KAYNAKLAR

- Aizenman, Joshua ve Reuven, GLICK, (2003), “Military Expenditure, Threats and Growth”
- Armaneri Ö.,(2005), “Bir Montaj Hattı Üretim Sisteminde Opimal İşgücü Dağılımının Arena Process Analyzer (Pan) ve Optquest Kullanılarak Belirlenmesi”
- Azmat, C. S., Widmer, (2004) M., “A case study of single shift planning and scheduling under annualized hours: A simple three-step approach”, European Journal of Operational Research, 175.
- Benoit, Emile (1978). Growth and Defence in Developing Countries. Economic Development and Cultural Change, 280.
- Beyoğlu, B. E. (2006), “Türk Savunma Sektörünün Yapısal Analizi ve Sanayileşme Model Önerisi”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kara Harp Okulu SBE, Ankara
- Bulucu,(2011) H. Savunma Sanayinde Sürdürülebilirlik Kavramı, SSM Dergisi-15 2011/2, 57-61.
- Canbaş, Ö., (2004), “ KOBİ’lerin Savunma Sanayi İçindeki Yeri ve Önemi” , Yayınlanmamış Uzmanlık Tezi, Milli Savunma Bakanlığı SSM, :13-14 Ankara
- Çakmakoglu, S. (1999) ,“Altyapısız Olmaz”, Ulusal Strateji Dergisi, 18
- Dabağır, C. (2005), “Savunma Sanayinin Durumu ve Dışa Bağımlılığın Azaltılması Yönünde Uygulanması Gereken Stratejiler ve Özel Sektörün Bu Konudaki Katkılarının İncelenmesi” , Harp Akademileri Komutanlığı SAE, İstanbul
- Devlet Planlama Teşkilatı; Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, (2000). Makina İmalat Sanayi Özel İhtisas Komisyon Raporu Ankara, Yayın No : DPT:2536–ÖİK:552,2000:98,100-101).



- Dinçer A.P., (2015), “Savunma Tedariğinde Karşılaşılan Sorunların Analizi Ve Tedarik Sürecinin İyileştirilmesine Yönelik Öneriler–TSKGV”
- Dinçtürk, Yıldırım (2001), “Yurtiçi Savunma Sanayiinin İmkan ve Kabiliyetlerinin Artırılması Maksadıyla; Üniversite, Sanayii ve TSK Arasındaki İlişkiler Nasıl Düzenlenmelidir?” , Harp Akademileri Komutanlığı, İstanbul
- Eren C., (2012), “Analitik Ağ Prosesi ile Yeni Nesil Koltuğun Sunulacağı Pazar ve Ürün Tipi Seçimi”, İstanbul
- Erkut, H., Baskak, M., (1997), “Stratejiden Uygulamaya Tesis Tasarımı”, İrfan Yayıncılık, İstanbul
- Jeong, K.-Y., (2000), “Conceptual frame for development of optimized simulation-based scheduling systems”, Expert Systems with Applications, 18, 299-306
- Halaç, O. , (1991), “Kantitatif Karar Verme Teknikleri”, 3. Baskı, Evrim Dağıtım, İstanbul
- Hançerlioğulları, A., “Monte Carlo Simülasyonu Metodu ve MCNP Kod Sistemi”, Kastamonu Eğitim Dergisi, vol:14, no:2, 545-556, (2006)
- Hazine Müsteşarlığı Kamu İşletmeleri Raporu, 2008
- GÜMÜŞDAŞ, E. (2010), “Türkiye’de Savunma Sanayii ve Savunma Harcamalarının Ekonomideki Yeri” , Yüksek Lisans Tezi, Niğde
- Kara N. (2015), “Savunma Ve Havacılık Sanayiinde Yeni Ürün Geliştirme Projelerinde Risk Yönetimi Süreci Başlangıç Aşamasının Analizi” , Ankara
- Karaca, S. (2007). Simülasyon Modellemesi İle Mobilya Üretiminde Sistem Analizi ve Optimizasyonu.
- Kağnıcıoğlu, H., Aydın, S., Hasgöl, S. ve Anagün, S. (2012). Üretim Yönetimi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.

- Karagöl, Erdal ve Serap, PALAZ (2004), “Does Defence Expenditure Deter Economic Growth in Turkey A Cointegration Analysis”, Defence and Peace Economics, Vol:15, No:3, 289-298p.
- Karagianni, Stella, Maria, Pempetzoglu, (2009), “Defence Spending and Economic Growth in Turkey: A Linear and Non-Linear Granger Causality Approach”, Defence and Peace Economics, Vol:20, No:2, 139-148p.
- Karakuş, A., (2006), “Türk Savunma Sanayisinin Gelişimi, Türkiye’nin Savunma Harcamalarının Boyutları ve Bazı Nato Ülkeleri ile Karşılaştırmalı Ekonometrik Analizi”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kara Harp Okulu SBE, Ankara.
- Kentor, Jeffrey ve Edvard, Kick, (2008), “Bringing The Military Back In: Military Expenditures And Economic Growth 1990 To 2003” Journal of World-Systems Research, Volume XIV, Number 2, 142-172s.
- Kızıroğlu, Ahmet. M. (2007), “Savunma Sanayi ve Özelleştirme Açısından Değerlendirilmesi”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü
- Knight, Malcolm, Norman, Loayza, Delano, Villanueva, (1996), Military Spending Cuts and Economic Growth”, Wold Bank Policy Research
- Kobu, B. (2010). Üretim Yönetimi. İstanbul: Beta Basım
- Koruca, H.İ., (2010), “Simülasyon Destekli Vardiya Planlama Modülü Geliştirilmesi.”, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 25, No 3, 469-482
- Koruca, H. İ., Ozdemir, G., Aydemir, E., Cayirli, M., (2008), “The Simulation-Based Performance Measurement in An Evaluation Module for Faborg-Sim Simulation Software”, Proceedings of 6th International Symposium on Intelligent Manufacturing Systems, Sakarya
- Korkmaz, Ö. (2016), “Askeri Harcamalar ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Türkiye ve Amerika Birleşik Devletleri’ nin Karşılaştırmalı Analizi”, Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, (18):289-316 ISSN 1307-9832.

- Köseoğlu, A., (2010), “Milli Savunma Sanayiinde Yeniden Yapılanma ve Sosyal Politikalara Etkisi”, Doktora Tezi, 281s.
- Klingstam, P., Gullander, P., (1999), “Overview of Simulation Tools for Computer-aided Production Engineering”, Computer in Industry, 38, 173-186.
- Milli Savunma Bakanlığı (MSB),  
(2011), “317-2(C) Savunma Sanayi Güvenliği Yönergesi “, Ankara.  
(2017), ”2017 Yılı Faaliyet Raporu”, Resmi İnternet Sitesi, Ankara.
- Monks, JG. (1996) , İşlemler Yönetimi. S. Üreten (Çev.). İstanbul: Nobel Yayın Dağıtım.
- Odabaşoğlu Ş. (2012), “Türkiye Ve Avrupa Birliği Savunma Sanayi Gelişimi Çerçevesinde Türkiye’nin Seçilmiş Bazı Avrupa Birliği Ülkeleri İle Arasındaki Savunma Harcamaları-Ekonomik Büyüme İlişkisine Ampirik Yaklaşım”, Doktora tezi
- Özkıran A. , (2011), “Otomotiv Sektöründeki Bir İşletmede Montaj Hattının Analizi ve Dengeleme Çalışması” , İzmir
- Resmi Gazete, (1998), Sayı:23378,1998:15
- Resmi Gazete, (1998), Sayı:23378, Md.3. Türk Savunma Sanayi Politikası ve Stratejisi Esasları,
- Sarıaslan, H. (1986). Sıra Bekleme Sistemlerinde Simülasyon Tekniği. Ankara: Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları.
- Savunma Sanayicileri Derneği (SASAD) Resmi İnternet Sitesi, (2018), “Performans Raporu I 2018”, Ankara, (2017), “Savunma ve Havacılık Sanayii Performans Raporu 2017”, Ankara,
- Savunma Sanayi Müsteşarlığı (SSM) Resmi İnternet Sitesi, (2007), “2006 Yılı Faaliyet Raporu”, Ankara (2008), Çok Taraflı İşbirliği Şube Müdürlüğü, “Avrupa Birliği komisyonu Tarafından Hazırlanan Savunma Paketi”, Ankara (2009) “2008 Yılı Faaliyet Raporu”, Ankara (2010) “2009 Yılı Faaliyet Raporu”, Ankara

- Savunma Sanayi Müsteşarlığı (SSM) Resmi İnternet Sitesi (2009) “2009-2016 Savunma Sanayii Sektörel Strateji Dökümanı”, Ankara, (2011a) “Savunma Gündemi/ Savunma Sanayiinde Sürdürülebilirlik ve Rekabetçilik” ISSN 1307-8380 /2 Sayı15, Ankara (2011b) “2011. Performans Programı”, Ankara (2016) “Türk Savunma ve Havacılık Sanayii Performans Raporu-2016”, Ankara, (2017) “Türk Savunma ve Havacılık Sanayii Performans Raporu-2017” , Ankara,
- SIPRI, Yearbook Summary, (2017), “Armaments, Disarmament and International Security”, Yearbook Summary, (2018), “Armaments, Disarmament and International Security”,
- Seçkiner (2005), “Seçkiner, S. U., Kurt, M., “Bütünleşik Tur Rotasyon Çizelgeleme Yaklaşımı İle İşyükü Minimizasyonu”, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak., Ankara.
- Soba, M., (2006), “Esnek Üretim Sistemlerinin İşletme Performansına Etkileri ve Vestel Elektronik A.Ş. Örneği.”, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Afyonkarahisar.
- Şahin, Hüseyin, (2006), Türkiye Ekonomisi, Ezgi Kitabevi, Bursa.
- Şimşek, Muammer (1989), Üçüncü Dünya Ülkelerinde ve Türkiye’de Savunma Sanayi, SAGEB Yayınları, Ankara.
- Tekin, M. (2005). Üretim Yönetimi. Konya: Günay Ofset.
- Türk Silahlı Kuvvetleri Güçlendirme Vakfı (TSKGV), (2010), Resmi İnternet Sitesi, “Tanıtım Kitabı 2010-2011”, Ankara.
- Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), (2003), Resmi İnternet Sitesi, “Vizyon 2023 Projesi Savunma, Havacılık ve Uzay Sanayii Panel Raporu ”, Ankara.
- Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği [TOBB] Resmi İnternet Sitesi, (2008), “Türkiye Savunma Sanayi Sektör Raporu 2007”, Ankara.

- Uslu, F. Ş. (2007), “Türkiye’de Savunma Sanayi Harcamalarının Finansmanı” , Ankara.
- Yamak, O. (1994). Üretim Yönetimi Sistemler, İlkeler ve Teknikler. İstanbul: Alfa Basım Yayım.
- Yücel, İsmail Hakkı, (1997), “Bilim-Teknoloji Politikaları ve 21. Yüzyılın Toplumu” , Devlet Planlama Teşkilatı Yayını, ( 10.10.2011)
- Yücel M., Ulutaş A., (2010), “Dinamik Programlamanın İşçilik Maliyetlerinin Minimizasyonunda Uygulanması”
- Ziylan, Aytekin, Şemsi, Batmaca, Raşit, Por, İnci, Uysal, Mehmet, Zaim, Yücel, Tatar, Ünal, Er, (1998), Savunma Sanayi ve Tedarik, TÜBİTAK Yayınları, Ankara

## ÖZGEÇMİŞ

Kübra ŞEKER, 1990 yılında Adana'da doğdu. İlköğrenimini Gazi İlköğretim Okulu'nda, orta öğrenimini Hacı Ahmet Atıl Lisesi'nde, lisansını 2013 yılında Çukurova Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümünü, 2014 yılında Çukurova Üniversitesi Otomotiv Mühendisliği Bölümünü tamamladı. Yüksek Lisansını bu tez çalışması ile Çukurova Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde tamamlamıştır. Şu anda özel bir firmada Askeri Proje Mühendisi olarak çalışmaktadır. İyi derecede İngilizce bilmektedir.

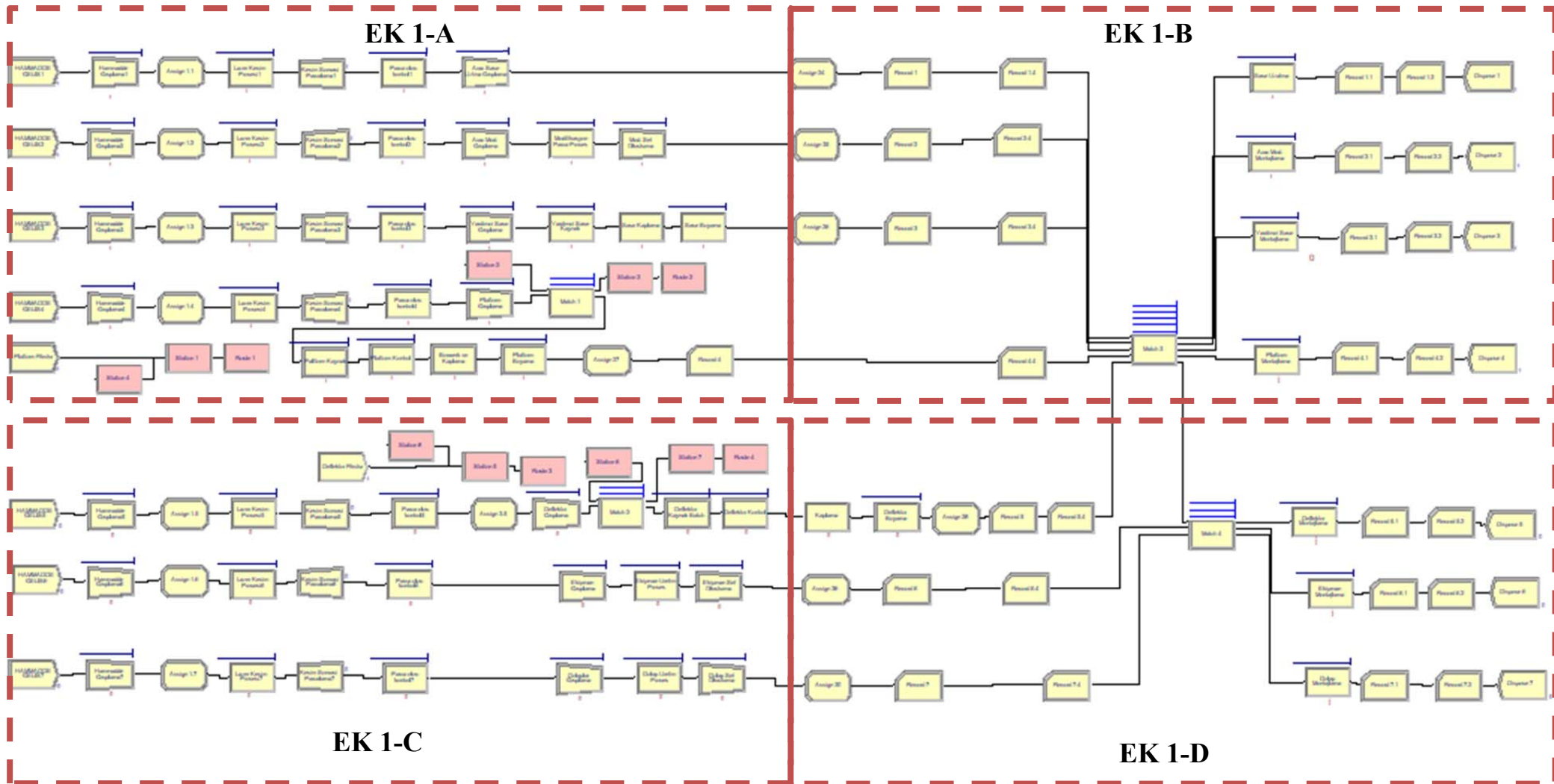


# **EKLER**

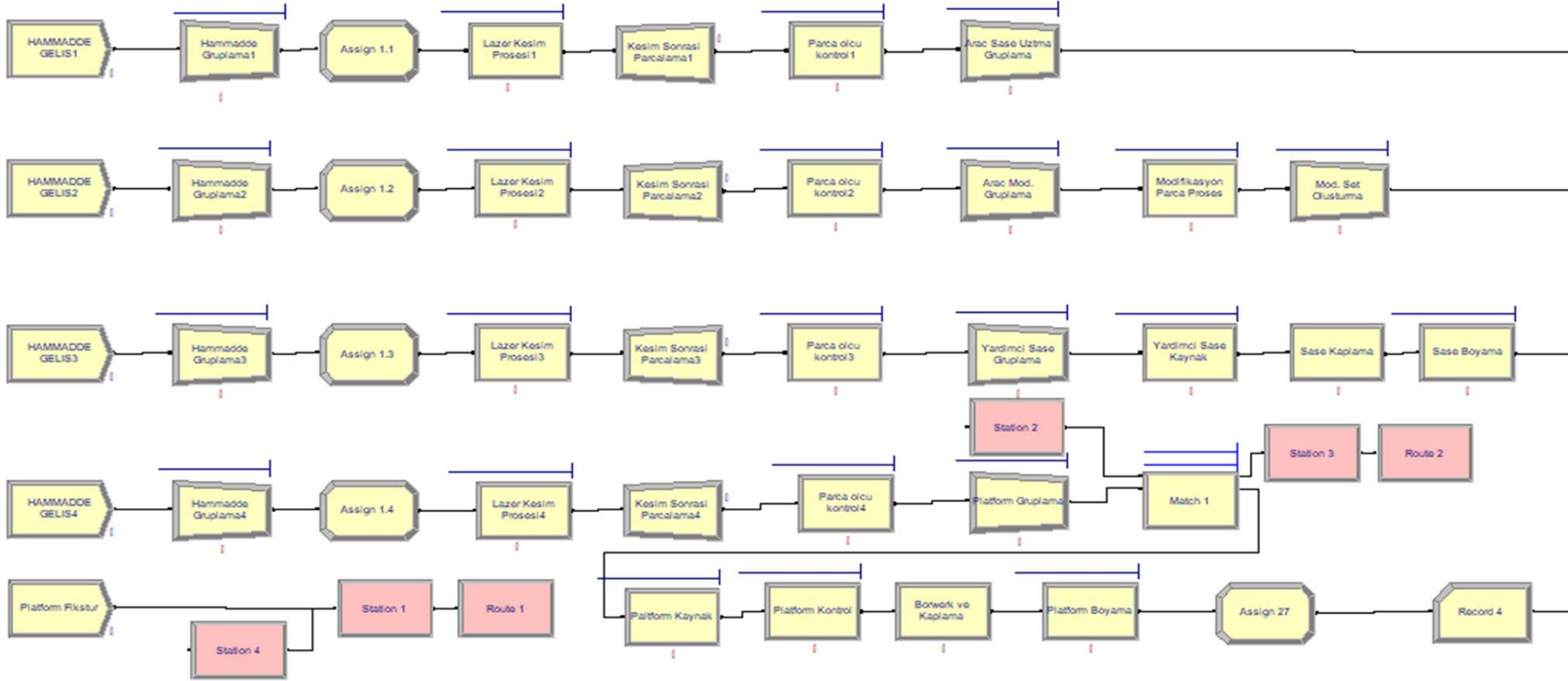


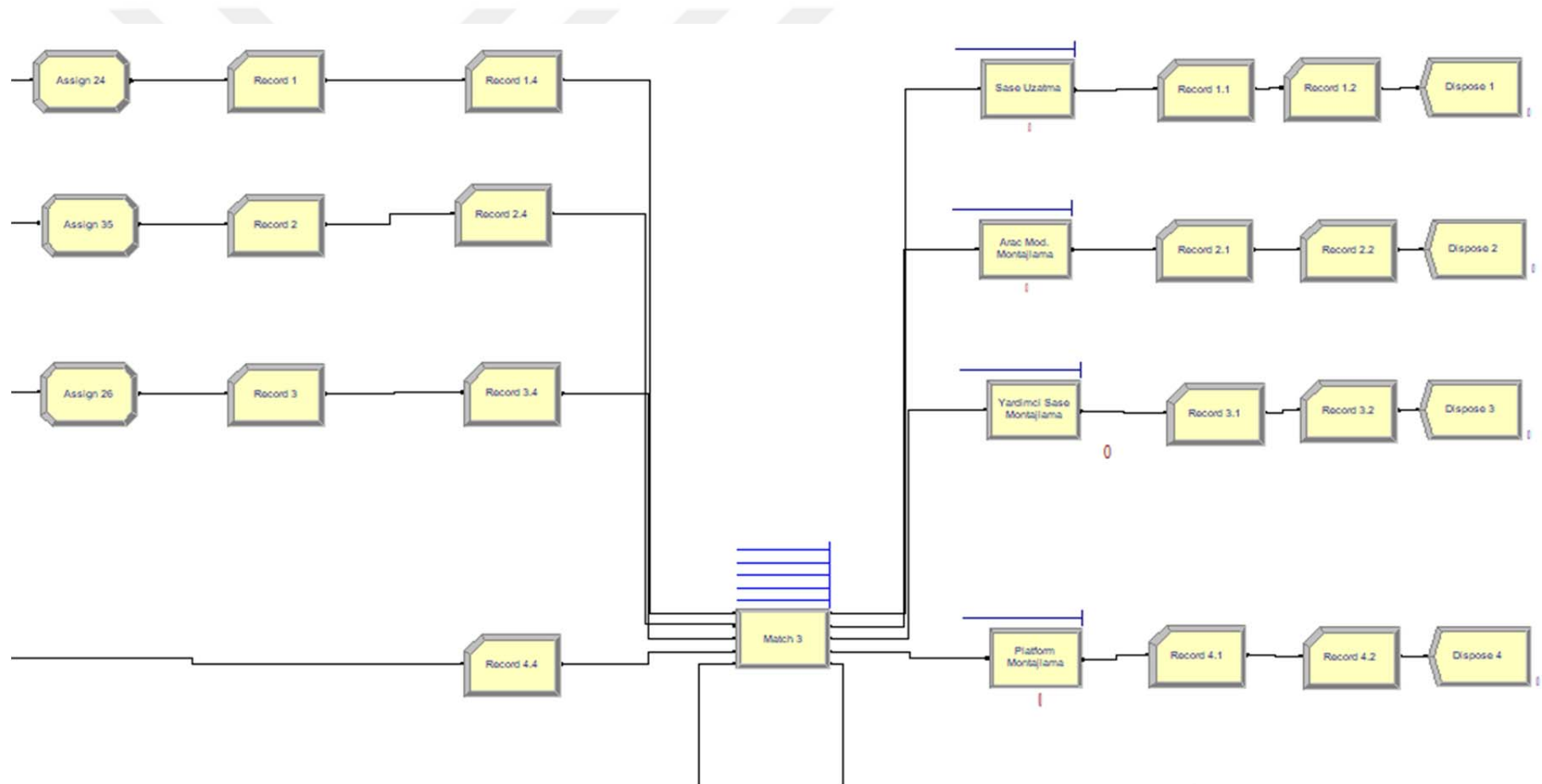


# EK 1

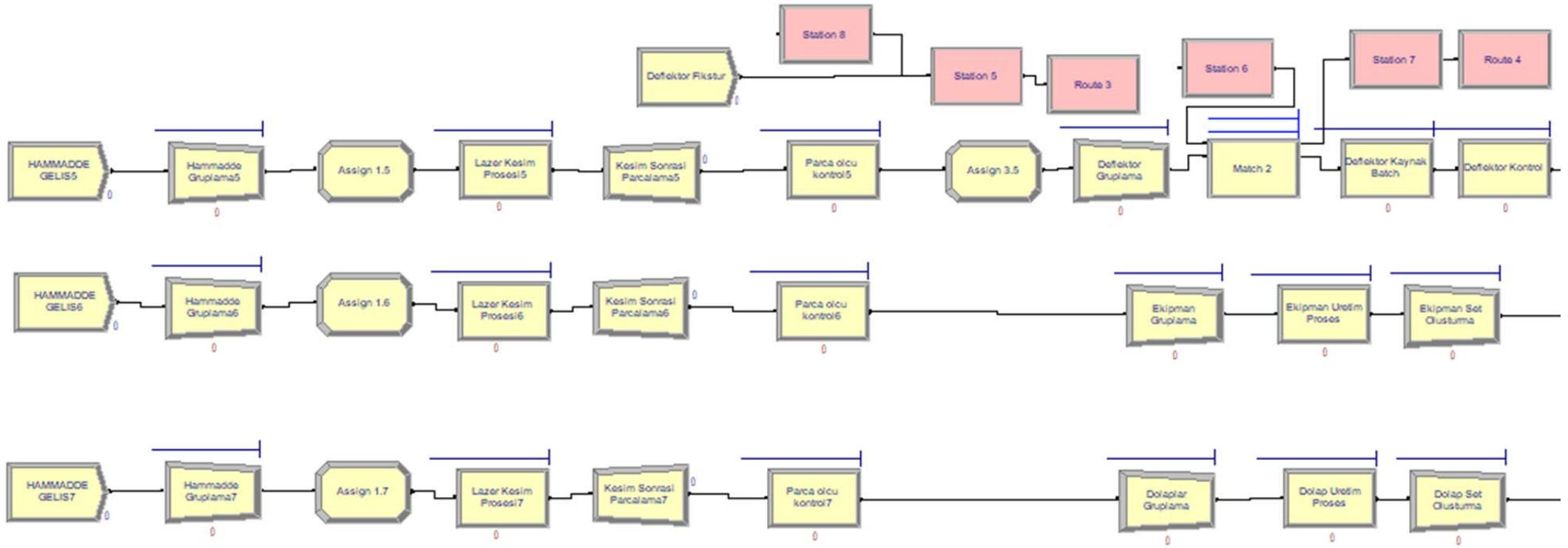


## EK 1-A





# EK 1-C



## EK 1-D

