

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ

**SAVUNMA SANAYİNDE ENDÜSTRİ 4.0 OLGUNLUK
PARAMETRELERİNİN TEREDDÜTLÜ BULANIK AHP
YÖNTEMİ İLE ÖNCELİKLENDİRİLMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

AHMET CAN ATAMAN

İSTANBUL, 2018

T.C.

BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MÜHENDİSLİK YÖNETİMİ

**SAVUNMA SANAYİNDE ENDÜSTRİ 4.0 OLGUNLUK
PARAMETRELERİNİN TEREDDÜTLÜ BULANIK AHP
YÖNTEMİ İLE ÖNCELİKLENDİRİLMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

AHMET CAN ATAMAN

Tez Danışmanı: DOÇ. DR. GÜL TEKİN TEMUR ASLAN

İSTANBUL, 2018

T.C.

BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MÜHENDİSLİK YÖNETİMİ

Tezin Adı: Savunma Sanayinde Endüstri 4.0 Olgunluk Parametrelerinin Tereddütlü
Bulanık AHP Yöntemi ile Önceliklendirilmesi
Öğrencinin Adı Soyadı: Ahmet Can Ataman
Tez Savunma Tarihi:

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

İmza

Dr. Öğr. Üyesi Yücel Batu SALMAN
Enstitü Müdürü

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

İmza

Doç. Dr. Gül Tekin TEMUR ASLAN
Program Koordinatörü

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

Jüri Üyeleri

İmzalar

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Gül Tekin Temur ASLAN

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Alper CAMCI

Üye
Doç. Dr. Bersam BOLAT

ÖZET

SAVUNMA SANAYİNDE ENDÜSTRİ 4.0 OLGUNLUK PARAMETRELERİNİN TEREDDÜTLÜ BULANIK AHP YÖNTEMİ İLE ÖNCELİKLENDİRİLMESİ

Ahmet Can Ataman

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Gül Tekin Temur ASLAN

Mayıs 2018, 75 sayfa

Teknolojik gelişmeler hayatın her alanında köklü değişimlere yol açmaktadır. Savunma sanayisi de bu köklü değişimlere uğrayan sektörlerden birisi konumundadır. Ülkelerin bağımsızlıkları ve siyasi güçleri adına büyük bir öneme sahip olan savunma yeterlilikleri, dışa bağımlı bir savunma sistemini istemeyen ülkelerin savunma sanayisine büyük yatırımlar yapmalarını zorunlu kılmaktadır. Özellikle gelişmiş ülkeler bu konuda büyük yol kat etmiş durumdadır ve değişen koşullar teknolojik gelişmelerin yakından takip edildiği savunma sistemlerine yönelimleri arttırmıştır. Bugün birçok savunma sistemi birer yazılım içermektedir ve belirli aralıklarla güncellenebilmektedir. Araştırma kapsamında da dijital dönüşümün savunma sanayisi üzerinde etkileri incelenmiştir. Öncelikle, konunun önemine değinilmek amacıyla, söz konusu gelişmelere yönelik bir giriş bölümü hazırlanmıştır. Ardından dijital dönüşüm çağında teknolojik gelişmelerin evriminden söz edilmiştir. Araştırmanın ana unsuru olan savunma sanayinin tanımına, önemine ve Türkiye'deki tarihsel sürecine yer verildikten sonra yöntem kısmında kullanılmış olan bulanık küme teorisine, AHP'ye, Bulanık AHP'ye ve Tereddütlü Bulanık AHP'ye yönelik tanımlara yer verilmiş ve sektörde 50. yıl katma değer üreten öncü bir firmada uygulama gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda yapılan yorumların yer aldığı sonuç bölümü ile birlikte çalışma tamamlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Savunma Sanayi, Endüstri 4.0, Dijital Dönüşüm, Tereddütlü
Bulanık AHP

ABSTRACT

RANKING INDUSTRY 4.0 MATURITY PARAMETERS IN DEFENSE INDUSTRY WITH A HESITANT FUZZY AHP METHOD

Ahmet Can Ataman

Master Thesis

Thesis advisor: Assoc. Prof. Dr. Gül Tekin Temur ASLAN

May 2018, 75 Page

Technological developments have led to radical changes in all areas of life. The defense industry is also one of the sectors that experiences these radical changes. Defense qualifications, which have a great proposition on the part of countries' independence and political powers, require large investments for countries that do not want an outsourced defense system. Developed countries, in particular, have made great strides in this respect, but the changing circumstances have increased their tendency towards defense systems, where technological developments are closely followed. Today, many defense systems are software based systems and can be updated at regular intervals. Within the scope of this research, the effects of digital transformation on the defense industry have been examined. For this purpose, an introduction was prepared to mention the importance of the subject. Then, under the title of digital transformation, the evolution of technological developments has been mentioned. The main elements and the importance of the defense industry were defined, and the historical process in Turkey was explained. Then, fuzzy set theory, AHP, fuzzy AHP and hesitant fuzzy AHP were explained and a real application was conducted in fifty years added-value producer in the sector is a pioneer company. This study was concluded by analyzing the results obtained from the findings of the case study.

Keywords: Defense Industry, Industry 4.0, Digital Transformation, Hesitant Fuzzy
AHP

İÇİNDEKİLER

TABLOLAR	5
1. GİRİŞ	6
2. ENDÜSTRİ 4.0	8
2.1 DİJİTAL DÖNÜŞÜM	8
2.1.1 Dijital Dönüşümde Türkiye.....	12
2.1.2 Türkiye'nin Dijital Dönüşümdeki Rekabeti.....	14
2.2 ENDÜSTRİ 4.0 OLGUNLUK MODELLERİ	21
2.2.1 IMPULS Modeli.....	22
2.2.2 Schumacher Modeli.....	24
3. SAVUNMA SANAYİ	25
3.1 SAVUNMA SANAYİNİN TANIMI VE ÖZELLİKLERİ	25
3.1.1 Savunma Sanayinin Tanımı.....	26
3.1.2 Savunma Sanayinin Pazar Özellikleri.....	26
3.1.3 Savunma Sanayi Ürünlerinin Özellikleri.....	29
3.1.4 Savunma Sanayi Firmalarının Özellikleri.....	31
3.1.5 Savunma Sanayinin Önemi.....	32
3.2 TÜRKİYE'DE SAVUNMA SANAYİ	35
3.2.1 1923-1950 Arası Dönem.....	35
3.2.2 1950-1974 Arası Dönem.....	36
3.2.3 1974-1985 Arası Dönem.....	36
3.2.4 1985 Dönemi Sonrası Savunma Sanayinin Örgütlenme Yapısı.....	38
3.2.5 Savunma Sanayinin Günümüzdeki Durumu.....	40
3.3 SAVUNMA SANAYİ 4.0	42
4. YÖNTEM	45
4.1 BULANIK KÜME TEORİSİ	45
4.2 AHP NEDİR?	45
4.2.1 Problemin Tanımı.....	46
4.2.2 Kriterlerin Tanımlanması.....	46
4.2.3 Alternatiflerin Belirlenmesi.....	46
4.2.4 Hiyerarşik Yapının Oluşturulması.....	46

4.2.5 Görece Önem Ölçeklerinin Belirlenmesi.....	46
4.2.6 Karar Vericilerin Tercihlerinin Belirlenmesi	47
4.2.7 Kriterlerin İkili Karşılaştırmalarının Yapılması	48
4.2.8 Öncelik Vektörlerinin Hesaplanması	49
4.2.9 Tutarlılık Analizi Yapılması	50
4.2.10 Kriterler Açısından Alternatiflerin; İkili Karşılaştırmalarının Yapılması, Yüzde Ağırlıklarının Hesaplanması	51
4.2.11 Genel Amaç için Alternatiflerin Görece Önem Değerlerinin Hesaplanması	51
4.3 BULANIK AHP	52
4.4 TEREDDÜTLÜ BULANIK AHP	53
4.4.1 Tereddütlü Bulanık Kümeler	53
5. UYGULAMA	57
5.1 ŞİRKET GENEL BAKIŞ	57
5.2 ANKETE DAHİL OLAN UZMANLAR.....	58
5.3 ENDÜSTRİ 4.0 SAVUNMA SANAYİ OLGUNLUK PARAMETRELERİ VE ALT KRİTERLERİ	59
5.4 UYGULAMA SONUÇLARI.....	62
6. SONUÇ VE YORUMLAR.....	68
KAYNAKÇA.....	73
EKLER	77
Ek A.1 Uzman Raporu 1.....	78
Ek A.2 Uzman Raporu 2.....	85
Ek A.3 Uzman Raporu 3.....	92

TABLolar

Tablo 4.1: Analitik Hiyerarşi Sürecinde Kullanılan Temel Ölçek	47
Tablo 4.2: İkili karşılaştırmalar Matrisi	48
Tablo 4.3: Normalleştirilmiş Matris	49
Tablo 4.4: Ağırlıklı Toplam Matris	50
Tablo 4.5: Görece Önem Değeri	51
Tablo 4.6: Bulanık Analitik Hiyerarşi	52
Tablo 4.7: Tereddütlü Bulanık AHP Dil Ölçeklendirmesi (Başar, 2017: 132)	56
Tablo 5.1: Endüstri 4.0 Savunma Sanayi Olgunluk Ana ve Alt Kriterleri	59
Tablo 5.2: Ana Kriterler Aralık Değeri	62
Tablo 5.3: Uzmanların Bütünleşik Bulanık Zarf Değeri	62
Tablo 5.4: Ana Kriterlerin İkizkenar Yamuk Bulanık Değeri	63
Tablo 5.5: Ana Kriterlere Ait Durulaştırılmış Değerler	63
Tablo 5.6: Ana Kriterler Geometrik Anlam Değeri	63
Tablo 5.7: Ana Kriterler Normalize Matris Değeri	64
Tablo 5.8: Ana Kriter Ağırlıkları	64
Tablo 5.9: Strateji Kriterinin Alt Kriterleri	65
Tablo 5.10: Yönetim ve Organizasyon Kriterinin Alt Kriterleri	66
Tablo 5.11: İnsan ve ARGE Kültürü Kriterinin Alt Kriterleri	66
Tablo 5.12: Ürün ve Teknoloji Kriterinin Alt Kriterleri	66
Tablo 5.13: Operasyon Kriterinin Alt Kriterleri	67

1. GİRİŞ

18. yüzyıl sonlarında, üretim hatlarında kullanılmak üzere, su ve buhar enerjili mekanik üretim tesislerinin devreye girişiyle 1. Endüstriyel Devrim fiilen başlamıştır. Üretim kapasitelerinin artışı, iş gücü artışının paralelinde gerçekleşmiştir. 20. yüzyılın başlangıcında, iş bölümüne dayalı, elektrik enerjili kitlesel üretimin devreye girişi izlenmiş ve 2. Endüstriyel Devrim'in temelleri atılmıştır. 1969 yılında ise ilk programlanabilir mantıksal denetleyici (PLC) ile imalat otomasyonunu ileri safhalara taşımaya başaran, elektronik ve bilgi teknolojilerinin bu hızlı gelişimini uzun yıllar geliştiren 3. Endüstri Devrimi'nin temelleri atılmıştır. Ve artık günümüzde, değer üreten firmaların odak noktasına, Endüstri 4.0 adı ile 4. Endüstriyel Devrim olarak günümüze ulaşmıştır.

Endüstri 4.0, rekabet gücünü sağlamak için, üretimde maliyeti azaltma ve verimliliği arttırmak amacı ile içinde bulunduğumuz zamanın sahip olduğu, gerçek zamanlı bilgi paylaşımı yapabilen, teknoloji faaliyet ve ürünlerini, aynı amaca yönelik bir arada hizmet ve iş gücü üretebilen, hem yazılım hem de donanım yapılarını en uygun şekilde kullanarak uygulamayı hedeflemektedir.

Dünyanın önde gelen tüm ülkelerinde ve birçok gelişmiş ülkede savunma amaçlı ayrılan bütçe, genel bütçenin çoğunluğunu oluşturmaktadır.

Dünya siyasetinin geldiği noktada iki ülke arasındaki ilişkiler çok sık ve kolay bir şekilde değişikliğe uğrayabilmektedir. Ülke savunması bu noktada ön plana çıkmaktadır. Sonuç olarak savunma sanayinde dışa bağımlı ülkeler adına büyük bir risk taşımaktadır. Siyasi olarak çatışma yaşayan iki ülkeden birinin savunma sistemlerini çatışma yaşadığı ülkeden satın aldığı varsayımı üzerinde durulduğunda savunma sistemlerini satmış olan ülke siyasal olarak da büyük bir avantaj elde etmiş olmaktadır. Bu da diğer ülkenin birçok konuda taviz vermesini zorunlu hale getirmektedir.

Türkiye de son yıllarda savunma sanayisindeki dışa bağımlılığını minimize etmek amacı ile önemli yatırımlar gerçekleştirmektedir.

Artan teknolojik gelişmeler, savunma sanayisinde de dijital dönüşüm adı verilen teknolojik dönüşümü zorunlu hale getirmiştir. Bu dönüşüm ile birlikte çok daha verimli, çok daha donanımlı ürün ve sistemlerin geliştirilmesi mümkün olmuştur.

Değişen koşullar neticesinde kara savaşlarının ikinci hatta üçüncü planda kalıp, teknoloji odaklı hava ve deniz savaşlarının ön plana çıkması savunma sanayisinde yaşanan dijital dönüşümün bir yansıması olarak karşımıza çıkmaktadır. Bugün ülkeler asker sayısı kadar değil teknolojik gücüne bağlı olarak sahip olduğu donanımsal güce göre sıralandırılmaktadır.

Yukarıdaki bilgilere dayanarak, gelecekte, savunma sanayi ürünleri, Endüstri 4.0 dijital dönüşümünü tüm süreçler dâhilinde tam olarak sindirmiş bir çalışma ortamında üretilmelidir. Dolayısıyla bir şirketin temel hedefi dijital olgunluk parametreleri çerçevesinde dönüşüm süreçlerini uygulamaya almak olmalıdır. Bu gelişmelere bağlı olarak savunma sanayi 4.0 adı verilen teknoloji merkezli bir yapı ortaya çıkmıştır. Bu da savunma sistemi satan ülkelerin elini çok daha güçlü bir hale getirmektedir.

Sonuç olarak, Endüstri 4.0 olgunluk parametrelerinin, bir savunma sanayi firması baz alınarak tekrar değerlendirilmesi ve bu parametrelerin birbiri arasında öncelik hesaplarının yapılması süreç için katkı sağlayacaktır.

2. ENDÜSTRİ 4.0

2.1 DİJİTAL DÖNÜŞÜM

Dijital dönüşüm ile birlikte temel amaç hızın, esnekliğin, kalitesinin ve ucuzluğun artırılmasıdır. Bu hedefler sanayinin uzun yıllar boyunca hedefleri arasında yer almasına karşın arzu edilen çözümler getirilememiştir. Küreselleşme ile artan rekabet, teknolojik gelişmeler ile birleşince dijital dönüşüm adı verilen dönüşüm yaşanmaya başlanmış ve sözü geçen amaçlara yönelik yenilikler ortaya çıkmıştır. Bugün, çok değil beş yıl öncesine nazaran bile hemen her alanda daha hızlı, daha esnek, daha kaliteli ve daha ucuz ürün ve hizmetlere sahip olduğu görülmektedir.

Dijital dönüşüm, hayatın birçok alanında yaşandığı gibi sanayi sektörü kapsamında da yaşanmış ve yaşanmaya devam etmektedir. Sanayi sektöründe meydana gelen değişim 4 temel unsur üzerinden şekillendiği görülmektedir. Bu unsurlar aşağıdaki gibidir (Acaralp, 2017:7);

- a) Tüketici taleplerinin değişmesi
- b) Daha bilinçli tüketici kitlelerinin oluşması
- c) Kısıtlı kaynak kullanımından dolayı sürdürülebilirlik hedeflerinin ön plana çıkması
- d) Bedensel gücün yerini zihinsel gücün alması.

Dünya sanayisinin önde gelen isimlerinden Henry Ford, yaklaşık 100 yıl önce “Müşterilerim istedikleri renkte otomobil seçebilir, seçtikleri renk siyah olmak şartıyla,” cümlesini kurmuştur. Bu cümle bile tek başına yaşanan değişimin önemli bir göstergesidir. 20. yüzyılın ikinci yarısına kadar ürün odaklı bir pazarlama sistemi mevcuttu. Bu durum küreselleşme ve artan rekabet ile birlikte yerini tüketici odaklı pazarlama sistemine bırakmıştır. Bu değişim ile birlikte de sanayi sektörü dâhil tüm sektörlerde hem üreticilerin, hem de tüketicilerin yaklaşımlarında değişim yaşanmıştır.

20.yüzyılın ikinci yarısında pazarlama stratejilerinde meydana gelen köklü değişim ile başlayan değişim süreci, dijital dönüşüm adı verilen teknolojileşme dönemi ile birlikte bugünkü haline kadar ulaşmıştır. Teknolojinin her geçen gün hızlı bir gelişim içerisinde olması, pazarlama stratejilerinin paralelinde üretim stratejilerinde meydana

gelen değişimi üst noktalara taşımış ve kitlesel özelleştirme adı verilen hızlı ama ucuz ürün ve hizmetleri ortaya çıkarmıştır.

Bugün gelinen noktada işletmeler teknolojiden aktif bir şekilde yararlanarak tüketici taleplerini yakından takip edebilmektedir. Bu sayede tüketici talepleri hakkında yoğun bir bilgi sahibi olup, bu doğrultuda ürün ve hizmetlerini geliştirebilme şansı yakalamaktadır. Bir örnek vermek gerekirse ise dünyaca ünlü bir ayakkabı markası, üretmekte olduğu ayakkabıları müşterilerinin ayak yapısına göre şekillendirebilme tekniğini bünyesinde barındırmaktadır. Bu da tam olarak kitlesel özelleştirmenin bir yansıması olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sanayi sektörünün dijital dönüşüm yaşadığı bu dönemde işletmeler ekonomik yapılarında, kişiselleştirme yönetimlerinde ve tedarik zincirlerinde yenilikler yaşamaya başlamıştır. Oldukça temel olan bu alanlardaki değişim, sektörün köklü bir değişim yaşadığının da doğrudan bir göstergesidir. Birçok işletme bugün satış kanallarına dijital satışı da eklemiştir. Yani tıpkı geçmişte olduğu bir markanın herhangi bir mağazasına gidip talep edilen ürün ya da hizmeti satın almak mümkün olduğu gibi internet bağlantısının olduğu herhangi bir yerden markanın sanal mağazasına giriş yaparak aynı ürün ve hizmeti satın almak mümkündür. Bu sayede hem markanın ulaşılabilirliği artmakta hem de tüketicinin konfor alanı genişlemektedir. Tam kanal stratejisi adının verildiği bu yeni satış tekniğinde, hem tüketici hem de marka önemli kazanımlar elde etmektedir. Tüketici açısından en temel kazanım zamandır. Bugünün çağında her şey çok hızlı yaşandığından insanlara zaman yetmemeye başlamıştır. Bu da zaman tasarrufu sağlayan seğeneklerin tercih edilirliliğini arttırmaktadır. Markalar ise tüketici ile çok daha kolay bir şekilde bir araya gelebilmekte ve etkileşim kurabilmektedir.

Dijital dönüşüm ile birlikte araştırma ve geliştirme çalışmalarının araştırma kısmında da çok büyük kazanımlar elde edilmiştir. Bugün, markalar tüketici ile doğrudan iletişim kurabilir hale geldiklerinden tüketici talep, eleştiri ve övgülerini de doğrudan takip edebilmektedir. Bu sayede tüketiciye sundukları ürün ya da hizmetin eksik yönlerini ve artı yönlerini çok daha zahmetsiz, çok daha kısa sürede tespit edebilme imkânına sahip hale gelmişlerdir. Bununla birlikte reklam çalışmalarında da dijital dönüşüm ile birlikte hem maliyet hem de alan olarak büyük kazanımlar sağlanmıştır.

Yaygın internet kullanımı ile birlikte reklam maliyetlerinde büyük bir düşüş yaşanmıştır. İnsanlar televizyon, radyo, gazete ya da çeşitli yayın organlarından daha çok internet bağlantısı gerçekleştirebildikleri mobil cihazları ile etkileşim içerisindedir. Bu da markaların vermiş oldukları reklamların sınırsızlığını arttırmaktadır. Marka tarafından verilmiş olan reklamın ulaşabileceği kitlenin ya da yerin sınırları ortadan kalkmaktadır.

Dijital dönüşüm ile birlikte sanayi sektöründe faaliyet gösteren işletmeler, geçmişte hiç olmadığı kadar dış dünya ile iletişim haline geçmiş ve tüketiciler ile yakın bir ilişki kurar hale gelmiştir. Oluşturan siber sistemler ile birlikte de daha şeffaf bir hal almışlardır. Nitekim bu şeffaflık beraberinde yeni veri tabanlarının oluşmasına da yol açmıştır. İlk kez 2008 yılında ortaya atılan “blockchain” teknolojisi, işletmelerin sahip oldukları veri tabanlarını tek bir ağdan toplamanın dışına çıkarak ağ bağlantısı olan her yerde veri tabanına erişim imkânı tanımıştır. Bu sayede hem işlem kolaylığı sağlanmış hem de veri tabanının güvenliği arttırılmıştır. İşletmeler için dijital dönüşüm ile birlikte büyük bir zafiyet haline dönüşen veri güvenliği adına büyük bir adım atılmış olmuştur. Bugün işletmeler veri güvenliği adına çok ciddi bütçeler ayırmaktadır. Bu hassasiyet, ARGE çalışmaları kadar işletmelerin üzerinde durduğu bir konu haline gelmiştir. Aradan geçen on yıllık dönemde blockchain teknolojisinin hâlâ tam anlamıyla yayıldığını söylemek mümkün değildir ancak işletmeler hızla bu teknolojiye geçiş yapmaktadır (Acaralp, 2017:8).

Sanayi sektöründe yaşanan dijital dönüşüm, dönüşümün yaşandığı birçok sektörde olduğu gibi sanayi sektöründe de insan gücünün yerini makine gücünün almasına yol açmaktadır. İnsan gücüne duyulan ihtiyaç gün geçtikçe azalmaktadır. Yaşanan dönüşüm ile birlikte beden gücünden zihin gücüne yönelim oluşmaktadır ve bu da kalifiye eleman ihtiyacının artmasına yol açmaktadır.

BCG tarafından İngiltere, Almanya ve Fransa’daki şirketlerle gerçekleştirilen araştırma, şirketlerin gelecekte veri bilimi (yüzde 49), yazılım geliştirme (yüzde 48) ve programlama (yüzde 46) gibi niteliklere daha çok ihtiyaç duyacağını; makine operasyonları ve kas gücüyle yapılan işlere duyulan gereksinimin ise azalacağını göstermektedir (Acaralp, 2017:8).

Bu noktada nitelikli insan kaynağının, dijital dönüşümle birlikte değişen ihtiyaçlara uyum sağlayacak şekilde hazırlanması gerekmektedir. Süreç boyunca insan kaynağının niteliğini artırma yönünde yapılan tüm çalışmaların mutlak ve nitelikli iş gücü artışında tetikleyici olması beklenmektedir. Bunun yanı sıra, mevcut iş gücünün yetkinliklerinin geliştirilmesi için uzun vadeli ve stratejik istihdam politikasını hayata geçirmek büyük önem taşımaktadır.

Dijital dönüşümün getireceği nitelikli iş gücü ihtiyacını karşılamak için, hem iş gücüne yeni katılacak kişilerin ihtiyaç duyulacak yeni niteliklere uygun olarak yetiştirilmesi, hem de mevcut iş gücünün geliştirilmesi gerekmektedir. Düşük yetkinliğe sahip iş gücünün yeniden eğitime tabi tutularak dijital teknolojilere hazır hale getirilmesi istihdamda dönüşümün en önemli gereksinimlerinden biri olarak ön plana çıkmaktadır. Özellikle makine-makine ve makine-insan operasyonlarını yürütecek ve denetleyecek çalışanların farklı fonksiyonlarda çalışabilecek şekilde eğitilmesi iş gücünün daha esnek olmasını sağlayacaktır.

Karar vericilerin dönüşümün gerçekleştirilmesi konusundaki etkisi göz önünde bulundurulduğunda, orta ve üst yönetim seviyesinde yer alan çalışanların dönüşümünün hayati önem taşıdığı ortaya çıkmaktadır. Sanayide dijital dönüşüm sonucunda yaşanacak paradigma değişimi, özellikle karar verici pozisyonlarda bulunan çalışanların sahip olması gereken yetkinliklerin de değişmesine sebep olacaktır. Hızlı biçimde bütün inovasyon taleplerine cevap verebilmek için şirketin bütün fonksiyonlarında dijitalleşme anlayışının benimsenmiş olması gerekmektedir. Bu doğrultuda, ilk olarak departman yöneticilerinin kendi disiplinlerinde sahip oldukları becerilerin yanı sıra teknoloji projelerine katkıda bulunmalarını sağlayacak yetkinliklere ve bilgi birikimine de sahip olmaları gerekecektir.

Sanayide dijital dönüşüm, detaylı operasyon tecrübesine sahip kıdemli yöneticiler ile teknolojik yetkinliği yüksek Y ve Z kuşakları arasında verimli bir işbirliği de gerektirmektedir. Bu noktada kuşaklar arasındaki yetkinlik farkının giderilmesi kritik bir öneme sahip olacaktır. Öte yandan, nitelikli iş gücü arzını yeterli seviyede tutmak için beyin göçüne de engel olunması gerekmektedir.

Teknolojiler son yıllarda giderek daha fazla demokratikleşmiş, geçmişte hiç olmadığı kadar kolay ulaşılabilir ve uygulanabilir duruma gelmiştir. Dijital dönüşümün alt

yapısını oluşturan sensörler, işlemciler ve benzeri bileşenler yıllar içerisinde giderek küçülmüş ve ucuzlamıştır. Sensör maliyetleri beş yıl öncesine göre yaklaşık yarı yarıya düşerken bulut altyapısı maliyetleri beş yıl öncesinin 20’de birine, bilgisayar işlemcisi maliyetleri ise 50’de birine inmiştir (Dinç, 2018: 5).

Bunun yanı sıra, gelişen internet ve sensör teknolojileri sayesinde daha önce hiç olmadığı kadar fazla veri üretilmeye başlanmıştır. Günümüzde sahip olduğumuz verilerin yüzde 90’ı sadece son iki yılda üretilmiştir. Bu verileri depolamanın maliyeti giderek düşerken, veri analizi için kullanılan işlemci gücü de giderek artmaktadır (Dinç, 2018: 5).

Teknolojilerin son yıllarda giderek daha fazla demokratikleşmesi sayesinde sanayide dijital dönüşüm teknolojileri, şirketler tarafından yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Sanayide dijital dönüşümü mümkün kılan 11 dijital teknolojinin entegre biçimde çalışması geleceğin fabrikalarının ve değer zincirinin de temelini oluşturmaktadır. Bu teknolojiler;

- a) Robot ve otomasyon
- b) Büyük veri ve analizleri
- c) Yapay zeka ve akıllı sistemler
- d) Yatay ve dikey entegrasyon
- e) Sensörler
- f) Simülasyon
- g) Endüstriyel internet
- h) Arttırılmış gerçeklik
- i) Eklemeli üretim
- j) Bulut
- k) Siber güvenlik

2.1.1 Dijital Dönüşümde Türkiye

Dijital dönüşümde Türkiye’nin rekabet gücünü ölçebilmek için öncelikli olarak mevcut yapısını ele almak gerekmektedir. Bu amaçla da üç temel nokta üzerinde durmakta yarar vardır. Bunlar (TÜSİAD, 2017: 12):

- a) Dünyanın öncü ülkeleri dijital dönüşüm yarışında hangi konumdadır?

- b) Türkiye sanayisi, dijital dönüşüm rekabetine girmeden önce hangi noktadadır ve nelere ihtiyaç duymaktadır?
- c) Türkiye sanayisi girmiş olduğu dijital dönüşüm rekabetinde hangi noktadadır ve nelere ihtiyaç duymaktadır?

Dünyanın önde gelen işletmeleri, dijital dönüşüme oldukça hızlı bir şekilde ayak uydurmuş ve teknoloji kullanımlarını arttırmışlardır. Dünya ekonominin ilk beşinde şu ülkeler yer almaktadır (TÜSİAD, 2017: 12):

- a) Amerika Birleşik Devletleri
- b) Çin Halk Cumhuriyeti
- c) Japonya
- d) Almanya
- e) Birleşik Krallık

Bu 5 ülke özelinde 2016 yılında yapılan bir araştırmada, işletmelerin dijital dönüşüm oranları incelenmiştir. Elde edilen bulgular neticesinde Çin Halk Cumhuriyeti gibi güçlü bir ekonomi içerisinde işletmelerin %97'sinin dijital dönüşümü tamamlayabildikleri bulgusu ortaya çıkmıştır.

20. yüzyılın ikinci yarısında, İkinci Dünya Savaşı sonrasındaki dönemde dünya üretim ekonomisinde köklü değişimler yaşanmıştır. Avrupa'da ve Amerika Birleşik Devletleri'nde artan işgücü maliyeti, yüksek nüfuslu Asya ülkelerinde düşük işgücü maliyetli üretim imkânlarının ortaya çıkmasını arttırmıştır. Bu da üretim ekonomisinin Avrupa'dan Asya'ya geçiş yapmasına yol açmıştır. Yarım asrı aşkın sürenin sonunda bugün gelinen noktada dünya üretim ekonomisinde Asya'nın çok güçlü olduğu görülmektedir. Nitekim dijital dönüşüme en hızlı uyum sağlayan ülkenin Çin Halk Cumhuriyeti olması da yine bu gücün bir yansımasıdır.

Türkiye'nin dijital dönüşüm rekabet gücünü artırma çabasındaki temel amaç katma değeri yüksek ürün üretimini arttırmaktır. Bunun için de teknoloji dönüşümünün gerçekleştirilmesi bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu teknolojilerin, üretim sistemlerine dâhil edilmesi kadar bu Türkiye'de üretilmesi de büyük önem taşımaktadır. Türkiye sanayisi, dijital dönüşümü gerçekleştirebilme adına dünyanın önde gelen ülkelerinin gerisinde kalmış olsa da gelişmiş ülkeler arasında kabul

edilebilir bir düzeye ve çabaya sahiptir. Bu girişimler içerisinde odaklanılmış iki temel unsur vardır. Bu unsurlar (TÜSİAD, 2017: 18):

- a) Dijital dönüşüm geçirmesine ihtiyaç duyulan işletmelerin mevcut durumları
- b) Dönüşümün gerçekleştirilebilmesi adına gerekli olan teknoloji tedarığının mevcut ekosistem içerisindeki durumu

Odaklanılmış iki temelden ilki olan dijital dönüşüm geçirmesine ihtiyaç duyulan işletmelerin mevcut durumları belirlenirken 4 unsur üzerinde durulmuştur.

Bu unsurlar (TÜSİAD, 2017: 18):

- a) İşletmelerin farkındalık düzeyleri
- b) İşletmelerin dijital dönüşümden fayda beklentileri
- c) İşletmeleri katma değerlerini arttırmaya yönelik uygulamaları gerçekleştirebilme oranları
- d) İşletmelerin dijital dönüşüm girişimleri içerisinde karşılaştıkları sorunlar

İkinci unsur olan teknoloji tedarığının mevcut ekosistem içerisindeki durumunu belirlemek için de iki unsur üzerinde durulmuştur. Bu unsurlar (TÜSİAD, 2017: 19).

- a) Teknoloji tedarikçilerinin mevcut ekosistemleri
- b) Teknoloji tedarikçilerinin karşılaştıkları sorunlar

2.1.2 Türkiye'nin Dijital Dönüşümdeki Rekabeti

Teknoloji kullanıcısı ve tedarikçisi şirketlerle yapılan araştırmadan iki temel bulgu ortaya çıkmıştır (TÜSİAD, 2017: 22):

- a) Türkiye'deki şirketlerin, sanayide dijital dönüşüm yolculuğunda karşılaşılan engeller açısından gelişmiş ülkelerden farklı olarak halen yatırım öncesi ve planlama döneminde olduğu görülmektedir.
- b) Sanayide dijital dönüşüm yarışında Türkiye'nin daha hızlı yol alması için gerekli olan teknoloji tedarikçileri ile şirketler arasındaki kopukluk ayrıca dikkat çekmektedir.

Türkiye'nin sanayide dijital dönüşüm yarışında hızlanması için sunulan çözüm önerileri bu bulgular üzerinden geliştirilmiştir.

Sanayide dijital dönüşüm yolculuğunda Türkiye'nin önünde olan ülkelerde dijital dönüşüm sürecindeki en büyük engeller nitelikli çalışan ve veri güvenliği eksikliği olarak gösterilmektedir. Hem nitelikli iş gücü hem de veri güvenliği unsurları sanayide dijital dönüşümün temel unsurları olarak tanımlanmaktadır.

Türkiye'de dijital dönüşüm yolculuğuna başlayan şirketler ise engel teşkil eden faktörleri büyük oranda yatırım perspektifinden değerlendirmektedir. Daha önce saptandığı gibi sanayide dijital dönüşümün temel bileşenleri olarak görülen Strateji ve Yol Haritası ile Yönetişim konularında şirketlerimiz yetkinliklerini düşük olarak değerlendirmektedir. Bu sebeple, sanayide dijital dönüşüm için ayırdıkları kısıtlı kaynağın yanında bu kaynakların da verimsiz ve yanlış projelerde kullanılması riskiyle karşı karşıya kalacaktır. Bu nedenle, şirket bazında stratejik yol haritalarının belirlenmesi ve bu yol haritalarına uygun fayda/maliyet oranı en yüksek uygulama alanlarının önceliklendirilmesi önemle ele alınması gereken unsurlar olmalıdır.

Gelişmiş ülkelerde bir numaralı engel olarak görülen kalifiye çalışan yetersizliği ise Türkiye'de yatırım maliyetleri ve yatırımın geri dönüş belirsizliğinden sonra gelmektedir. Dijital teknolojilerin etrafında şekillenen yeni üretim sistemlerinin etkin biçimde yönetilebilmesi için şirketlerin daha yetkin bir iş gücüne sahip olması gerekmektedir. Bu sebeple, mevcut iş gücüne değer yaratan ek yetkinliklerin kazandırılması için uzun vadeli eğitim programlarının oluşturulması büyük önem taşımaktadır. Farklı disiplinlerde uzman iş gücüne talebin artması nitelikli iş gücü için yeni istihdam fırsatları da yaratacaktır. Eğitim programlarının oluşturulması, yaygınlaştırılması ve çalışanların yetiştirilmesinin alacağı zaman düşünüldüğünde proaktif planlama yapmanın önemi ortaya çıkmaktadır. Bu durumun önceden fark edilmesi, Türkiye'nin iyi planlama yaparak problemi büyümeden engellemesine imkân verecektir.

Sanayide dijital dönüşüm uygulama alanları sistemlerin dış dünyayla bağlantılı biçimde çalışmasını gerektirmektedir. Sistemlerin yatay ve dikey olarak entegre çalışabilmesi için bağlantı standartlarının belirlenmesi kritik öneme sahiptir. Bağlantılı sistemleri desteklemek için özellikle sanayi bölgelerine yüksek hızlı internet altyapısının kurulması ve gelişen teknolojiler doğrultusunda sürekli olarak geliştirilmesi elzemdir.

Çarpıcı bir diğer farklılık gelişmiş ülkelerde büyük öncelikle belirtilen veri güvenliği riski temasının Türkiye sanayisi tarafından belirtilen engeller arasında ilk 5'e girememiş olmasıdır. Yetkinlik araştırmasında saptanan, şirketlerimizin veri güvenliği konusunda kendi yetkinliklerini yüksek olarak değerlendirmeleriyle birleştirdiğimizde, dijital dönüşümün ilerleyen aşamalarında şirketlerimizin karşılaştığı yeni engeller olacağı ve bu konularda önceden hazırlıklı olmak gerekliliği sonuçları değerlendirilebilir (TÜSİAD, 2016: 16).

Büyük resimde, Türkiye'deki şirketlerin, sanayide dijital dönüşüm yolculuğunda karşılaşılan engeller açısından gelişmiş ülkelere farklı olarak halen yatırım öncesi ve planlama döneminde olduğu görülmektedir.

Sanayide dijital dönüşümün temelinde yer alan 11 dijital teknolojiyle mümkün olan uygulama örnekleri, şirketlerin üretim süreçlerindeki problemleri çeşitli çözümler sunmaktadır. Fakat şirketlerin yetkinliklerinde farklılıklar olabileceği gibi şirketlerin önceliklendirdiği dijital teknolojiler konusunda da farklılıklar olabilmektedir.

Öncelikli olarak odaklanması gereken teknolojiler açısından, teknoloji tedarikçisi şirketlerle gerçekleştirilen araştırmadan çıkan cevaplar, teknoloji kullanıcıları şirketlerin tercihleriyle benzerlik göstermektedir. Bu durum, şirketlerin ilk olarak otomasyon konusunda yetkinliklerinin arttırdıktan sonra diğer teknolojilere yatırım yapmayı planladığına işaret etmektedir. Sonuç olarak, Robot ve Otomasyon uygulama seviyeleri, diğer teknolojilerin adaptasyon hızlarını da etkileyecek bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır (TÜSİAD, 2016: 17).

Tedarikçiler ve kullanıcılar önceliklendirdikleri teknolojiler bağlamında benzer tercihlere sahip olmalarına rağmen, araştırmaya göre teknoloji kullanıcıları yerli tedarikçiler yerine yabancı tedarikçileri tercih etmektedirler. Yerli tedarikçiler yerine yabancı tedarikçilerin tercih edilmesinin sebepleri olarak yerli tedarikçilerin olmaması/ bulunmaması ve yerli tedarikçilerin talep edilen kalite ve standartlara sahip olmaması gibi konular ön plana çıkmaktadır. Diğer taraftan da yerli tedarikçiler yeterli arzı bulamama engeli ile karşı karşıyadır.

Bu aşamada, yerli tedarikçilerin başarılı bir şekilde kurumsallaşmalarını, ölçeklenmelerini ve yetkinlik setlerini arttırmalarını sağlamanın yanında ekosistemde

daha görünür ve ulaşılır olmalarını sağlayacak mekanizmaların geliştirilmesi atılacak ilk adımlar olarak ön plana çıkmaktadır.

Araştırmaya göre dönüşüme hazır olmadığını düşünen şirketlerin aynı zamanda yönetim ve strateji yetkinliklerinde de yolun başında olmaları, teknoloji yatırım süreçlerini verimsizleştirerek bir yatırım darboğazı oluşmasına sebep olmaktadır. Bu noktada, Türkiye'nin üç adımdan oluşan kapsayıcı bir yol haritasına göre hareket etmesi elzemdir (TÜSİAD, 2016: 25).

- a) Türkiye'de öncelikle, şirketlerin önündeki engellerin belirlenerek yatırımlara yaşam suyu olacak hamleler yapılması gerekmektedir. Bu sayede, önu açılan yatırım süreçlerinin hızlandırılması mümkün olacaktır
- b) Ardından atılması gereken adım, teknoloji uygulama seviyesi arttıkça karşılaşılabilecek sorunları şimdiden saptayarak önlemini almak ve yatırımların sürdürülebilir olmasını sağlamak için geleceğe yatırım yapmak olmalıdır. Bunu gerçekleştirebilmek için insan kaynağı ihtiyacının öngörülmesi ve gelecekte karşılaşılabilecek veri güvenliği, bağlantı standartları ve ağ altyapısı gibi engellerin de tahlil edilmesi gerekmektedir
- c) Son olarak, Türkiye'deki inovasyon ekosisteminin geliştirilmesi ve sanayide dijital dönüşümün gerçekleştirilmesiyle yaratılan değer Türkiye'de kalması sağlanmalıdır.

Bunların yanında, dijital dönüşümü gerçekleştirebilmek için atılması gereken adımlar oluşturulacak programlar ve mekanizmalar ile desteklenmelidir.

Bütün yol haritası unsurlarının desteklenmesi için sürdürülebilir bir ekosistemin yaratılması son derece önemlidir. Bu doğrultuda özel sektörün, kamunun ve diğer paydaşların üzerine düşen önemli roller de bu çalışma kapsamında tanımlanmaktadır.

Türkiye'de sanayide dijital dönüşüm teknolojilerinin üretim sürecine dâhil edilebilmesi için önümüzdeki 10 yıllık süreçte yılda ortalama yaklaşık 15 milyar TL ve üzeri yatırım yapılması gerekliliği göz önünde bulundurulduğunda 4,1 dönüşümün etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmesinde en önemli aktörlerden birinin yatırım kararlarını veren şirketler olacağı ortaya çıkmaktadır. Teknoloji değişim hızının her gün arttığı bir gelecekte şirketlerin sürekli inovasyon başarısıyla öne çıkabilmek için atması gereken bazı adımlar vardır (TÜSİAD, 2016: 29):

Şirketler, dijital stratejilerini belirlemeli ve sanayide dijital dönüşüm yol haritasını bu doğrultuda şekillendirmelidir.

Araştırma sonuçlarına göre, şirketlerin oldukça küçük bir kısmının sanayide dijital dönüşüm stratejilerini belirlediği ve bu doğrultuda sorumlu yöneticiler için performans göstergeleri tanımlandığı görülmektedir. Stratejik hedefleri net olarak belirlenmemiş şirketler, diğer uygulama alanlarındaki yetkinlik seviyesini geliştirme süreçlerinde de problemler ile karşılaşmaktadır (TÜSİAD, 2016: 29).

Dönüşümü hayata geçirebilmenin ana unsurları olarak iki temel nokta öne çıkmaktadır (TÜSİAD, 2016: 29):

- a) Dönüşümün sorumluluğu en üst yönetime ait olmalıdır.
- b) Dönüşüm, süreçlerin dijital teknolojiler ile geliştirilmesinin yanında yeni iş modellerini ve yetkinlik geliştirme vizyonunu da kapsamalıdır.
- c) Dönüşüm aynı zamanda, iş yapış şekillerinin ve şirket kültürlerinin yeniden yapılandırılmasını; çevik (agile) çalışma biçimlerinin hayata geçirilmesini ve çok daha geniş ekosistemler ile çalışabilmeyi gerektirmektedir.

Dönüşüm yolculuğuna çıkmış olan şirketler, yıllar sürececek bir maratona başladıklarının farkına varmalı ve sürdürülebilir olmalarını sağlayacak stratejik bakış açısına sahip olmalıdır. Rekabet gücünü uzun vadeli korumak isteyen her şirket gibi Türkiye'deki şirketler de yolculuklarındaki fırsat ve engelleri öngörmeli, olası senaryolara hazırlanmalı ve stratejik yaklaşımlarını sanayide dijital dönüşümün etkilerini düşünerek oluşturmalıdır. Doğru yatırımları saptamak ve yatırımların geri dönüşünü kestirebilmek için gerekli ilk adım mevcut durum analizi yapılarak risklerin ve fırsatların değerlendirilmesi ve bu doğrultuda stratejik hedeflerin belirlenmesi olmalıdır.

Şirketler, sanayide dijital dönüşümü gerçekleştirmek için öncelikli olarak 3 soruya cevap aramalıdır (Dinç, 2018: 14).

- a) Neden dönüşmeliyim?
- b) Dönüşüm için neler yapmalıyım?
- c) Dönüşümü nasıl gerçekleştirebilirim?

Şirketler, öncelikli olarak dönüşüm ihtiyaçlarını belirlemeli ve stratejilerini bu doğrultuda geliştirmelidir. Mevcut durum analizi ile belirlenen gelişim alanları oluşturulan stratejiye paralel olarak önceliklendirilmelidir. Şirketler dijital dönüşüm yolculuğuna ancak bu adımlardan sonra sağlıklı olarak başlayabileceklerdir.

Şirketler, teknolojiler içerisinde kolay erişilebilen, hızlı uygulanabilen ve kar üzerinde en yüksek etkisi olan yatırımları önceliklendirmelidir.

Şirketlerin, en çok fayda sağlayabilecek yatırımları belirlemek için teknoloji uygulama örneklerini incelemesi ve yapılabilecek olan yatırımları şirket ihtiyaçlarına göre önceliklendirmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, yatırım yapılmak istenen teknolojilerin pilot projeler uygulanarak test edilmesi, şirketlerin uygulamalar için fayda/maliyet analizleri yapmasına olanak verecektir. Birçok ülkede (Örneğin Singapur, Almanya, Fransa) olduğu gibi, şirketler teknoloji enstitüleri bünyesinde ya da sektörel veya bölgesel olarak kurulan model fabrikalarda yer alan demo merkezleri sayesinde dijital teknoloji uygulama örneklerini inceleme ve faydalarını görme fırsatı bulabilmektedir.

Şirketler, yaratılan ek karı yeni yatırımların finansmanına yönlendirerek şirket içinde bir “inovasyon döngüsü” oluşturmalı ve yatırımların sürekliliğini sağlamalıdır.

Stratejik yönünü en iyi şekilde planlamış şirketlerin bile teknolojik gelişmelerin hızlandığı gelecekte yerlerini koruyabilmek için stratejik planlamadan fazlasını yapmaları gerekecektir. Rakiplerin yeni teknolojileri kullanarak birbirinden ayrılmaya çalıştığı bu yarışta oyuncuların kalıcı olmalarını belirleyen en önemli faktör doğru teknolojilere yatırım yaparak sürekli inovasyon yapma konusundaki başarı seviyeleri olacaktır.

Şirketlerin stratejilerine uygun ve fayda/maliyet oranı en yüksek teknoloji uygulamaları hakkında derinlemesine bilgi sahibi olmaları sanayide dijital dönüşüm projelerinin finansmanını da kolaylaştıracaktır. Teknoloji şirketlerinin yaptığı yatırımların arkasında stratejik bir yaklaşım ve fayda/maliyet odaklı bir değerlendirme olması, proje finansmanı sağlayacak kurumların risklerini azaltarak kredi değerlendirmelerinde pozitif bir etki yaratacaktır.

Şirketler dijital dönüşüm yolculuğunda ilerledikçe karşılaştıkları engeller de değişecektir. Bu doğrultuda, bugünden önlem alınması gerektiğini öngördüğümüz iki ana unsur bulunmaktadır (Dinç, 2018: 15):

- a) Mevcut insan kaynağının dönüşüme hazırlanması, konu hakkında uzman iş gücünün Türkiye'ye çekilmesi ve var olan insan kaynağının korunması
- b) Şirketlerin veri toplama ve değerlendirme stratejisine sahip olması ve gelecekte ihtiyaç duyulacak olan ağ altyapısı, bağlantı standartları ve veri güvenliği sistemlerine bugünden yatırım yapması

Sanayide dijital dönüşüm ile yaratılan değer Türkiye'de kalmasını sağlamak için atılması gereken öncelikli iki adım bulunmaktadır (Dinç, 2018: 15):

- a) Doğru teknolojilere yatırım yapılmasıyla tedarikçi ekosisteminin geliştirmesi
- b) Şirketlerin dönüşüm yolculuklarında oluşturulacak olan bir sanayide dijital dönüşüm rehberi ile desteklenmesi

Teknolojilerin yaygınlaşması, şirketlerin ihtiyaçlarının yazılım ve veri analitiği konularına kaymasına sebep olmaktadır. Geliştirmek için yüksek sermayeli yatırımlar gerektiren donanım teknolojilerinin yanında, pazara giriş bariyerleri görece daha düşük olan ve daha kısa sürede sanayide dijital dönüşüm yetkinliğinin artmasına olanak sağlayan yazılım teknolojilerinin yaygınlığı her geçen gün artmaktadır.

Yerli tedarikçi yetkinlikleri, teknoloji kullanıcısı şirketlerin öncelikleri ve teknoloji pazarına giriş zorlukları göz önünde bulundurulduğunda Türkiye'de odaklanılması gereken üç teknoloji bulunmaktadır (Dinç, 2018: 16):

- a) Yatay/Dikey Entegrasyon
- b) Büyük Veri Analizleri
- c) Endüstriyel İnternet

Sanayide dijital dönüşüm teknolojilerinde yerli tedarikçi oranının yüksek olması tedarikçilerin bu teknolojilerde güçlü olduğuna işaret etmektedir. Yatay/dikey entegrasyon, büyük veri analizleri ve endüstriyel internet teknolojileri şirketler tarafından en çok katkı sağlayacak teknolojiler arasında görülmelerinin yanı sıra

araştırmaya katılan şirketler ağırlıklı olarak bu teknolojilerin ürün ve hizmetlerini yerli tedarikçilerden karşıladıklarını belirtmektedir.

Aynı zamanda katkı beklentisi yüksek olan ancak yerli tedarikçiler tarafından sağlanamayan iki teknoloji bulunmaktadır. Bunlardan daha çok katkı sağlaması beklenen teknoloji Robot ve Otomasyon olmasına rağmen, bu teknolojileri geliştirmek yüksek sermayeli yatırım gerektirmektedir.

2.2 ENDÜSTRİ 4.0 OLGUNLUK MODELLERİ

Olgunluk modelleri, bir organizasyonun veya sürecin mevcut seviyesini kavramsallaştırmak ve ölçmek suretiyle olgunluk açısından istenen seviyeye göre karşılaştırmak için bir araç olarak konumlandırılır. Organizasyonların, dönüşüm için ne zaman ve nasıl eyleme geçmeleri gerektiğine karar vermelerine yardımcı olur. Ayrıca, gelişmiş olgunluk seviyesine ulaşmak için hangi eylemlerin göz önünde bulundurulması gerektiğini organizasyonlara öğretir. Ayrıca bir kuruluşun, mevcut durumunu ve ilgili iş alanındaki en iyi uygulamalarla kendini karşılaştırmak için olgunluk modellerinden elde edilen bilgilere ihtiyacı olmalıdır. Bu nedenle, bir olgunluk modelinin değeri, analiz ve konumlandırma kullanılabilirliği ile ölçülür. (Üstündağ ve Çevikcan, 2017 : 62)

Endüstri 4.0 metodolojileri, çeşitlendirmeye yönelik yeni fırsatları belirlemek için şirketleri yönlendirerek sürece dâhil olmada katkı sağlamaktadır. Sistematik olarak bu aşamaları yürütmek, bir şirketin kendi endüstri vizyonunu oluşturmasına ve Endüstri 4.0 senaryosundaki farklı şirketler arasındaki konumunu belirlemesine katkı sağlayacaktır.

Olgunluk modellerinin Endüstri 4.0'a uygulanması, kuruluşlara yardımcı olabilir. Bu metodolojiyi kendi kültürüne entegre eden firmalar üretim kapasitelerini yüksek oranda arttırarak, katma değerli üretim yapabilme yeteneklerini güçlendirmektedir. Şirkete özgü bir Endüstri 4.0 vizyonu ve spesifik proje planlamasının geliştirilmesi bu bağlamda yapılması gereken dönüşümün temel taşlarını oluşturmaktadır (Ganzarain ve Errasti 2016: 1119).

2.2.1 IMPULS Modeli

Altı ana kriter altında açıklanan bu modelde kriterlerin her biri uygun göstergelerle işlevselleştirilen alanlara ayrılmıştır. Bir şirketin Endüstri 4.0'a uygunluğunu ölçmede temeli oluştururlar. Bu kriterler şunlardır; (Lichtblau ve Stich, 2015)

- a) Strateji ve organizasyon
- b) Akıllı fabrikalar
- c) Akıllı operasyon süreçleri
- d) Akıllı ürünler
- e) Veri odaklı hizmetler
- f) Çalışanlar

2.2.1.1 Strateji ve organizasyon

Endüstri 4.0, dijital teknolojilerin kullanımıyla mevcut ürünleri veya süreçleri iyileştirmekten ibaret değildir. Tamamen yeni iş modelleri geliştirme fırsatı sunmaktadır. Bu nedenle, uygulanması büyük stratejik öneme sahiptir. Örneğin, Almanya'nın makine mühendisliği endüstrisi Endüstri 4.0'a ne kadar açık? Mevcut kültür nedir? Aşağıdaki dört kıstas bu gibi soruların cevaplanmasına yardım etmektedir (Lichtblau ve Stich, 2015: 2).

- a) Stratejinin uygulama durumu
- b) Gösterge sistemi aracılığı ile stratejinin işlevselleştirilmesi ve gözden geçirilmesi
- c) Yatırım faaliyetleri
- d) Teknoloji ve inovasyon yönetimi

2.2.1.2 Akıllı fabrikalar

Akıllı fabrikalar, üretim sistemlerinin doğrudan bilgi teknolojileri sistemleriyle ve akıllı ürünlerle doğrudan iletişim kurduğu akıllı bir fabrika konseptidir. Özellikle üretimde tüm süreçlerin entegrasyonu ve düzenlemesi yolu ile yüksek sayısallaşma sağlar. Fakat yüksek yatırım maliyetleri kilit bir zorluktur. Bilgi alışverişi ve iç içe kurulmuş akıllı sistemler, senkronize etkileşim ile maliyetleri azaltmaya yüksek oranda etki gösterir.

2.2.1.3 Akıllı Operasyon süreçleri

Bir tesisin içindeki tüm bileşenlerin ve sistemlerin entegrasyonu, Endüstri 4.0'ın gerçekleştirilmesinde ve değer zincirinin yatay ve dikey entegrasyonu için temel bir unsurdur. Entegre yatay değer zincirinin ardındaki temel fikir, tedarikçiden müşteriye tüm iç ve dış değer zinciri ortaklarının birbirine bağlanmasıdır. Sonuç, müşterinin ihtiyaçlarını karşılamaya odaklanarak tüm ürün yaşam döngüsünün çapraz-girişim planlaması ve kontrolüdür. Üretim sistemlerinin bu entegrasyonu, üretkenliği, kaliteyi ve esnekliği arttırmak için geniş bir potansiyel yelpazesi sunar. (Lichtblau ve Stich, 2015: 4)

2.2.1.4 Akıllı ürünler

Akıllı fabrikanın birçok özelliği ve veriye dayalı hizmetlerin potansiyel faydaları, belirli bir ürün hakkında kapsamlı bilgilerin kullanılabilirliğine dayanır. Akıllı fabrika, sipariş durumunu gerçek zamanlı olarak iletebilmek için hangi ürünün üretimde hangi konumda olduğunu bilmelidir. Ekipman üreticileri, müşterilere gerçek kullanıma dayalı tahmini bir bakım planı sunmak için bir ekipmanın ne kadar süre ve ne kadar yoğun kullanıldığı konusunda kapsamlı bilgiye ihtiyaç duyarlar. Bu senaryolar akıllı ürünlerin kullanımını gerektirir. Bilgi ve iletişim teknolojileri ile donatılmış fiziksel nesnelere çevreleriyle etkileşime girebilir, çevrelerini ve durumlarını sensörler üzerinden kaydedebilir ve operasyonda çeşitli eklenti işlevleri sunabilirler. (Lichtblau ve Stich, 2015: 4)

2.2.1.5 Veri odaklı hizmetler

Endüstri 4.0'ın bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanımı yanında bir başka özelliği de, mevcut iş modellerinin müşterinin yararını arttırmaya odaklanarak yeniden düşünülmesidir. Şirketler, geleneksel iş modellerini dijital ortama geçirme ve katma değerli veri toplama ve analizden elde edilen tamamen yeni iş modelleri geliştirme şansına sahiptir. (Lichtblau ve Stich, 2015: 6)

2.2.1.6 Çalışanlar

Çalışanlar, dijital iş yerindeki değişikliklerden en çok etkilenenlerdir. Çalışma ortamlarındaki doğrudan değişim, yeni beceriler ve nitelikler kazanmalarını

gerektirmektedir. Bu, şirketlerin uygun eğitim ve sürekli eğitim yoluyla çalışanlarını bu değişimlere hazırlamayı daha da önemli kılmaktadır.

2.2.2 Schumacher Modeli

Endüstri 4.0 uygulamalarında aşağıdaki sorunlar ortaya çıkmaktadır (Üstündağ ve Çevikcan, 2017: 67):

- a) Endüstri 4.0 kavramı hakkında stratejik rehberlik eksikliği ve algı sorunu
- b) Endüstri 4.0 proje sonlarındaki çıktı ve maliyetler hakkında belirsizlik
- c) Firmanın Endüstri 4.0 kapasitesinin değerlendirilmemesi

Schumacher ise modelinde Endüstri 4.0 olgunluk kriter ve alt kriterleri (Üstündağ ve Çevikcan, 2017: 67):

- a) **Strateji:** Yol haritası uygulama, gerçekleştirme için kaynak ulaşılabilirliği, iş modelleri adaptasyonu
- b) **Liderlik:** Lider azmi, yönetim kabiliyeti ve yöntemleri, merkezi tutarlılık
- c) **Müşteriler:** Müşteri verilerinden yararlanma, satış ve servislerin dijitalleşmesi, dijital medya yeterliliği
- d) **Ürünler:** Ürünlerin kişiselleştirilmesi, ürünlerin dijitalleşmesi, ürünlerin diğer sistemlere entegrasyonu
- e) **Operasyon:** Süreçlerin ayrılması, modelleme ve simülasyon, bölümler arası iş birliği
- f) **Kültür:** Bilgi paylaşımı, yeniliklere açık olmak ve çapraz şirket işbirlikleri, şirketteki bilgi teknolojileri varlığı
- g) **İnsan:** Çalışanlar için bilgi teknolojileri yeterliliği, çalışanların yeni teknolojiye açıklığı, çalışan bağımsızlığı
- h) **Yönetim:** Endüstri 4.0 iş mevzuatı, teknolojik standartların uygunluğu, fikri mülkiyetin korunması
- i) **Teknoloji:** Modern bilgi teknolojilerinin varlığı, mobil cihazların kullanımı, makine-makine arası haberleşmenin kullanımı

3. SAVUNMA SANAYİ

3.1 SAVUNMA SANAYİNİN TANIMI VE ÖZELLİKLERİ

Her ülke, milli egemenliğini ve bağımsızlığını koruma arzusu içerisindedir. Bu koruma içgüdüsünün bir yansıması olarak da her ülke savunma güçlerine önemli yatırımlar yapmakta, bütçelerinin önemli bir kısmını buraya aktarmaktadır. Sürekli gelişen dünyada, teknolojik gelişmelerin yakından takip edilmesi savunma sanayi adına da büyük önem taşımaktadır. Bu sebeple ülkeler sürekli olarak savunmalarını güçlendirmek ve modernleştirmek çabasına girmektedirler. Dünya genelinde ülkelerin savunma donanımları incelendiğinde birçok ülkenin savunma donanımlarını ithal ettiği görülmektedir. Özellikle gelişmekte olan ve gelişmemiş ülkelerde bu durum çok daha yaygındır. Dolayısıyla birçok gelişmiş ülke hem ulusal güvenliklerini sağlamak adına kendi ihtiyaçlarını kendi karşılamakta iken aynı zamanda diğer ülkelere savunma sanayisi ürünleri satarak ihracatını arttırmaktadır. Savunma sanayisine yapılan üretim bazlı yatırımlar hem ulusal ihtiyaçları karşılamakta hem de bir gelir kapısı haline dönüşmektedir (Aselsan, 1998: 2).

Uluslararası rekabet üst düzeydedir ve tarih boyunca ülkelerin sıklıkla savaş içerisinde oldukları görülmektedir. Bugünkü modern dönemde ile birçok ülkede yaşanan iç savaşın yanı sıra uluslararası savaşlar sürmektedir. Dolayısıyla yurtdışından alınan bir savunma teknolojisinin ya da ürününün değişen siyasal koşullar çerçevesinde güvenilmez bir hal alması da mümkündür. Yalnızca bu sebep bile ülkelerin kendi savunma teknolojilerini ve üretimlerini gerçekleştirmeleri adına kabul edilebilir bir sebep olarak karşımıza çıkmaktadır. Bahsedildiği üzere ithalatçı yerine ihracatçı bir ülke konumuna gelinebilme potansiyeline sahip olan bir sektör oluşu da savunma sanayisine yönelik yatırımların artmasında etkili olmaktadır. Nitekim Türkiye gibi gelişmekte olan birçok ülke bu yöndeki yatırımlarını son yıllarda arttırmış durumdadır.

3.1.1 Savunma Sanayinin Tanımı

Savunma sanayisine yönelik birçok farklı tanıma rastlamak mümkündür. Bu tanımlamalarda oluşan farklılığın temelinde ise savunma sanayisinin imalat sanayisi ile bir görülebiliyor olmasıdır. Bugün gelinen noktada ise savunma sanayisi imalat sanayisinden çok daha net bir şekilde ayırım göstermektedir. Savunma sanayisine yönelik yapılan tanımlamalarda en çok yer verilen ifadelerin başında “savunma bakanlığının ihtiyaç duyduğu ürün ve hizmetlerin sağlandığı sanayisi” tanımına rastlanmaktadır (Şimşek, 1989: 31). Yine yapılan tanımlamalarda savunma sanayisinin birçok üretim kolu ile işbirliği içerisinde olduğu ve büyük bütçelerin ayrıldığı bir ekonomik faaliyet alanı olduğuna dikkat çekilmektedir. Genel bir tanımlamada bulunmak gerekir ise savunma sanayisinin bir ülkenin savunma becerisini kazanmak adına ihtiyaç duyduğu tüm ürün ve hizmetlerin üretiminin gerçekleştirildiği üretim kolu ifadesinde bulunmak mümkündür (Şimşek, 1989: 31).

Bugün dünya ekonomisinin bir numarası olan Amerika Birleşik Devletleri'nin bütçe dağılımı incelendiğinde bütçede en büyük payı savunma sanayisinin aldığı görülmektedir. Bu da dünya siyasetinin en önde gelen, en güçlü ülkelerinden biri olan Amerika Birleşik Devletleri'nin bile savunma sanayisine verdiği önemi göstermektedir ki ülkeler adına savunma sanayisinin ne denli bir öneme sahip olduğu konusunda da önemli bir gösterge olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sebeple ülkelerin yapmış oldukları savunma sanayi yatırımları, ekonomik olduğu kadar siyasal da öneme sahiptir.

Savunma sanayisinin yapısı incelendiğinde çok yönlü bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. Yalnızca üretim ile savunma sanayisini açıklamak mümkün değildir. Aynı zamanda ihtiyaç duyulan hizmetlerin planlanması, gerekli hazırlıkların yapılarak altyapının oluşturulması da savunma sanayinin işlevleri arasında yer almaktadır.

3.1.2 Savunma Sanayinin Pazar Özellikleri

Savunma sanayi, bir ülkenin ulusal ve uluslararası güvenliği adına büyük önem taşıdığından ülkelerin çoğu tarafından büyük bütçeler ayrılmaktadır. Ayrılan bu bütçelere paralel olarak da satın alınan ya da üretimi gerçekleştirilen ürün ve

hizmetlerin maliyetinden çok işlevselliği ön planda tutulmaktadır. Söz konusu ürün ya da hizmetin ihtiyaç duyulan zamanda ihtiyaç duyulan niteliklere sahip olması birinci öncelik halindedir (TMMOB, 1991: 9).

Savunma sanayisi, ulusal olduğu kadar uluslararası pazara da sahiptir. Nihayetinde her ülke kendi savunma sanayi üretimini gerçekleştirmemektedir ve üretim değil satın alma yöntemi ile ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Savunma sanayi sektöründe faaliyette bulunan işletmelerin hedefinde de öncelikli olarak ulusal silahlı kuvvetler olduğu kadar uluslararası silahlı kuvvetler vardır. Ancak ülkelerin siyasi ilişkileri neticesinde üretimi gerçekleştirilen ülkeye ya da satışı gerçekleştirilen ülkeye bakılarak başka bir ülkenin söz konusu ürün ve hizmetleri satın almadığı görülebilmektedir. Bu da birçok sektörün aksine savunma sanayisinde uluslararası ilişkilerin pazar koşullarını belirliyor olmasına yol açmaktadır. Ürün ya da hizmetlerin üretim biçimlerinden teknoloji düzeylerine kadar birçok faktör bu ilişkiler neticesinde şekillenmektedir. Bu doğrultuda savunma sanayisinin pazar özellikleri incelenirken savunma sanayisinin yapısal özelliklerini ele almak gerekmektedir.

Savunma sanayisi, ülkelerin silahlı kuvvetlerinin ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik olduğundan ve suç unsurunun insanın olduğu her ortamda gerçekleşiyor olmasından dolayı silahlı kuvvetlerin savunma sanayisinden talepleri son bulmamaktadır. Ancak savunma sanayisinin temin ettiği ürün ve hizmetlerin güvenilirliğinin yanı sıra işlevselliği de büyük önem taşımaktadır. Tarihsel olarak savunma sanayisinin yapısı incelendiğinde tarih boyunca özellikli gelişmiş ülkeler tarafından büyük destek verildiği görülmektedir. Birçok ülke kendi savunma sanayisi ihtiyacını kendisi karşıladığından ve de hassasiyet düzeyi çok yüksek bir alan olduğundan uluslararası ticarete serbestlik tanınan bir alan olmamıştır. Savunma sanayisinin talep tarafında genellikle tek bir alıcı yer almakta iken arz tarafından birden fazla işletme yer almaktadır. Tek alıcı konumundaki devletin taleplerini karşılamak işletmelerin sürdürülebilirliği adına da büyük önem taşımaktadır. Nitekim arz tarafında yer alan işletmeler arasında fiyat rekabeti yaşansa da asıl belirleyici olan sundukları ürün ve hizmetlerin kalitesi olmaktadır (Akgül, 1986: 12).

Savunma sanayi pazarının ayırt edici bir diğer özelliği ise teknolojik yapısıdır. Savunma sanayisinde sürekli olarak son teknolojinin kullanımına yer verilmektedir. Savunma gibi bir ülkenin varlığı adına son derece kritik bir konuda en üst düzey donanımlara sahip olan ülkeler teknolojik olarak da hiçbir ülkenin gerisinde kalmama arzusu içerisinde hareket etmektedir. Bu da savunma sanayisinde kullanılan teknolojilerin birçok sektörün önünde olmasına yol açmaktadır. Bu durum şüphesiz maliyetlerin artmasına yol açmaktadır ancak bahsedildiği üzere savunma sanayisine büyük bütçeler ayrılmaktadır ve üretim ya da satın alma aşamasında maliyetten çok işlevselliğe önem verilmektedir (Akgül, 1986: 13).

Savunma sanayisinde sürekli olarak son teknolojinin kullanılıyor ya da daha doğru bir ifade ile talep ediliyor olması savunma sanayisi üretimi gerçekleştiren ülkelerde araştırma ve geliştirme çalışmalarına da büyük önem verilmesine ve büyük bütçeler ayrılmasına yol açmaktadır. Araştırma ve geliştirme çalışmalarına paralel olarak kalite kontrol, süreç yönetimi ve halkla ilişkiler alanında da yüksek kaliteye ihtiyaç duyulmaktadır ki bu da sektör genelinde yüksek istihdam ihtiyacını ortaya çıkartmaktadır (TMMOB, 1991: 12).

Savunma sanayisi kapsamında üretimi gerçekleştirilen ürün ve hizmetlerin hangi ülkelere hangi ulaşım yolları ile teslim edileceği yine uluslararası siyasi ilişkiler neticesinde şekillenmektedir. Bu sebeple savunma sanayisine ilişkin ürün ve hizmetlerin ticareti siyasi ilişkileri olumlu olan ülkeler arasında gerçekleşmektedir. İlişkilerin düzeyi farklılık gösterse de uluslararası çıkarları örtüşmeyen ya da siyasi çatışma içerisinde olan ülkeler arasında savunma sanayisi ticaretin gerçekleşmesi söz konusu değildir. Savunma sanayisi ihracatçıları incelendiğinde Amerika Birleşik Devletleri'nin ve Rusya'nın ön plana çıktığı görülmektedir. Türkiye ise özellikle son yıllarda yapmış olduğu yatırımlar ile sektöre ilişkin ithalatını düşürmekte ve gereksinimleri karşılayabilirliğini arttırmaktadır.

Savunma sanayisinin en temel özelliği yüksek güvenilirliğe bağlı olmasıdır. Savunma sanayisinde sunulan ürün ve hizmetlerde hata lüksüne yer yoktur ve bu sebeple de güvenilirliğe en çok ihtiyaç duyulan sektör konumundadır. Kurulan ana ve alt yapılarının oluşturulma süreçleri 5 ile 10 yıl arasında farklılık göstermektedir. Oluşturulan bu yapının işlevselliği ise ortalama 20 yıl sürmektedir. Bu sebeple

yapıların oluşturulmasına ayrılan bütçeler yüksek olduğu kadar, hassasiyet de üst seviyededir. Teknolojik gelişmelerde artan hız ile birlikte sunulan ürün ve hizmetler kadar oluşturulan yapılar da değişime uğramıştır. Günümüzde üretimi gerçekleştirilen ürün ve hizmetlerin geliştirilebilir olmasına çaba sarf edilmektedir. Bu sayede belirli aralıklarla yapılan geliştirmeler neticesinde çok daha uzun ömürlü ürün ve hizmetler oluşturulmaktadır (Çilingir, 1989: 117).

3.1.3 Savunma Sanayi Ürünlerinin Özellikleri

Savunma sanayi, birçok alt sistemin bir araya getirdiği ana sistemden oluşmaktadır. Bu alt sistemlerin her birinde farklı seviyelerde farklı ürün ve parçalar geliştirilmektedir. Örnek vermek gerekirse insansız hava araçları da, uzun namlulu silahlar da, çelik yelekler de ve hatta telsizler bile savunma sanayi kapsamında üretimi gerçekleştirilen ürünlerdir. Bu sebeple savunma sanayisinde yer alan ürünleri dar bir pencereye sıkıştırmak mümkün değildir ki bu yönde bir yaklaşım oldukça yanıltıcıdır. Buna paralel olarak savunma sanayi kapsamında üretimi gerçekleştirilen ürünlerin özellikleri de farklılık göstermektedir. Ancak şu bir gerçektir ki her bir ürün için son teknoloji kullanılmaktadır. Savunma sanayi kapsamında üretimi gerçekleştiren ürünlerin özelliklerine ilişkin yapılabilecek en ortak yorum budur. Buradan yola çıkarak, yürütülen projelerde, ürün çeşitliliği ve maliyet stratejilerinden ağır basan ürün çeşitliliği olacaktır. Savunma sanayi ürünleri kapsam olarak genişler. Maliyet bazında düşüncük ürünün yeteneklerini kısıtlayacaktır. Sistemin bütünüyle, saha gerekliliklerini karşılayarak sorunsuz çalışması için özelleşmiş tasarım ve yapıların mevcudiyeti söz konusudur. Uçtan uca birbirine entegre edilen bu modüller maliyet bazında değerlendirmelerin önüne geçmektedir.

Küreselleşme ile birlikte uluslararası rekabet çok daha artmış, ülkeler ekonomik güçlerinden siyasi güçlerine kadar birçok alanda rekabet içerisine girmiştir. Askeri güç de uluslararası rekabette ön plana tutulan alanların başında gelmektedir. Her ülke, askeri gücünü arttırmak ve diğer ülkelere adeta korku salarak siyasal güç elde etmek istemektedir. Bunun için de teknolojik gelişmeler yakından takip edilmekte ve son teknolojilerin kullanımı ile gerçekleştiren ürün ve hizmetlere sahip olmak istenmektedir (Ansal vd. 2006: 254).

Savunma sanayisi ile üretimi gerçekleşen ürün ve hizmetler, yüksek rekabet neticesinde son derece donanımlı ve yüksek teknoloji ürün ve hizmetler olmaktadır. Bu ürün ve hizmetlerin geliştirilebilmesi için de uzun süren araştırma ve geliştirme çalışmaları gerçekleştirilmekte, üretim departmanları oluşturulmakta, ihtiyaç duyulan kalifiye elemanlar temin edilmekte, üretimin ardından kalite kontrol denetimleri gerçekleştirilmekte ve nihayetinde üretilen ürün ya da hizmet kullanıma hazır hale gelmektedir. Bu süreç oldukça uzun bir zamana yayılmasının yanı sıra yüksek de maliyet içermektedir. Öyle ki bazı maliyetler o kadar yüksek olmaktadır ki söz konusu ülke bu maliyeti tek başına karşılamak istememektedir. Bunun için ya ayırmış olduğu bütçe yetersiz kalmaktadır ya da bu bütçenin ayrılması halinde farklı ürün ve hizmetlere yeterli bütçe ayıramayacak duruma düşülmektedir. Bu sebeple de siyasal olarak iyi ilişkiler kurmuş olduğu ve çıkarlarının çatışmadığı bir ülke ile işbirliği içerisine girerek ortak üretim gerçekleştirilmektedir. Bu sayede işbirliğine girmiş ülkeler kendi çıkarlarını gözetmenin yanı sıra siyasal işbirliklerini de arttırmaktadır. Savunma sanayi oldukça yüksek maliyetli ve sürekli olarak yenilenmesi, geliştirilmesi gereken bir alan olduğundan üretimi gerçekleştirilen ürün ve hizmetlerin uzun ömürlü olmasının yanı sıra teknolojik gelişmeler neticesinde yetersiz kalmayacak ya da geliştirilmeye uygun niteliklere sahip olmaları gerekmektedir (Ansal vd. 2006: 254).

Savunma sanayisinde üretimi gerçekleştirilen ürün ve hizmetler için yüksek standartlara sahip olmaları tek başına yeterlilik ifade etmemektedir. Bu ürün ve hizmetlerin aynı zamanda alıcının taleplerine de uygun olması gerekmektedir. Özellikle ihracatçı ülkeler için üretim aşamasında bu durum çok daha önemli bir hal almaktadır. Uluslararası ticaretin kolaylaşması ve ülkelerin ihtiyaç duydukları ürün ve hizmetleri temin edebilmeleri adına NATO'ya üye ülkeler tarafından konuya ilişkin standart geliştirilmiştir. Üretici ülkeler bu standartlara uygun ürün ve hizmetler geliştirerek uluslararası ticarete de ellerini güçlendirmektedir. Türkiye de NATO'ya üye ülke olarak bu standartları baz almakta ve üretici işletmelere Milli Savunma Bakanlığı tarafından geliştirilen sertifika sistemi ile talep ettiği standartları aktarmaktadır (Ansal vd. 2006: 257).

3.1.4 Savunma Sanayi Firmalarının Özellikleri

Son zamanlardaki teknolojik gelişmelere bağlı olarak savunma sanayini üretim sanayine benzetmek artık eskisi kadar doğru değildir. Bu durum özellikle son yıllarda değişim göstermiş olup savunma sanayisi ayrı bir sektör haline dönüşmüş olsa da bir ülkenin ulusal sanayisinden bağımsız düşünmek mümkün değildir. Savunma sanayi birçok sanayi kolu ile ilişki içerisindedir. Savunma sanayisinde faaliyet gösteren firmaların ölçek olarak dünya genelinde büyük çaplı oldukları görülmektedir. Şirket teknoloji dönüşümleri için yapılan yatırımların yüksek bütçeli olması gerekir ki bu noktada üretim süreçleri maksimum verimde çalışarak desteklemelidir (Yarman, 2002: 86).

Savunma sanayisinde faaliyet gösteren firmaların teşkilat yapıları incelendiğinde de büyük ölçekli olmalarına paralel olarak birçok alt birime ayrıldıkları, bu sayede yönetim faaliyetlerini kolaylaştırmayı amaçladıkları görülmektedir. Firmaların bünyesinde bulunan alt birimler kendi içlerinde bağımsız yönetim becerisine sahiplerdir ve bu sayede her birim kendi uzmanlık alanında nitelikli iş gücü ortaya koymaktadır. Bu durum firmanın genel ürün ve hizmet kalitesini arttırdığı gibi her birimin kendine has bilgilerinden de yararlanarak uluslararası faaliyetlerde büyük avantajlara sahip olmasına yol açmaktadır.

Büyük savunma projelerinin idaresinde alt birimlerin teşkilatlandırılması, sistem mühendisliği, sözleşmede belirtilen zamanlamanın uygulanması, maliyete bağlı performans değerlendirmesi, lojistik sistem uyumu gibi faaliyetler, tüm seviyelerdeki yöneticilerin özel eğitimini gerektirmektedir. 1940 Yılından itibaren atom bombası projesi ile uygulanmaya başlayan proje temelli yönetim şekli, nükleer denizaltı gibi benzer büyük projelerde de özel tekniklerin de geliştirilmesi ile savunma sanayi şirketlerinin uyguladığı önemli ve vazgeçilmez bir nitelik olmuştur. Savunma sanayi alanında faaliyet gösteren savunma şirketlerinde gerçekleştirilmek istenen projeler, projenin devamı süresince proje yönetim ekipleri oluşturulmak suretiyle yürütülmektedir. Savunma sanayi firmalarında proje yönetim ofisi, proje müdürü gibi proje temelli teşkilatlanmalara sebep olmaktadır (Yarman, 2002: 87).

Ülkelerin savunma güçlerinin temelinde savunma sistemleri yer almaktadır. Her ne kadar üst düzey ürün ve hizmet kullanılsa da doğru sistem kurulmamış ise o ülke için

savunma gücünün yüksek olduğundan söz etmek mümkün değildir. Güçlü bir savunma sisteminin temelinde ise güvenilirliğin ve gizliliğin yüksek olması yer almaktadır. Kurulan sistem dâhilinde bilgilerin dışarı sızması büyük önem taşımaktadır. Savunma sanayisi kapsamında üretimi gerçekleştirilen ürün ve hizmetler son teknolojiler kullanılarak, geniş araştırmalar neticesinde geliştirilen projeler olduğundan bu projelerin dışarıya sızdırılmaması son derece önemlidir.

Savunma sanayisi bir ülkenin dış ticaretinde de oldukça belirleyicidir. Yüksek maliyetli olan savunma sanayisi, üretim gerçekleştirilmeyip ithalat yolu ile karşılandığında söz konusu ülkenin ithalat rakamlarında ciddi bir artışa yol açmaktadır. Tersine durumda yani kendi savunma ihtiyaçlarını kendi sanayisi ile karşılayan bir ülke ise her şeyden önce ithalatını düşürmektedir. Yine yüksek bir maliyet söz konusudur ancak bu harcama ulusal sınırlar içerisinde gerçekleşmektedir ve dış ticaret dengesi adına önemli kazanımlar sağlamaktadır. Bunun yanı sıra eğer savunma sanayisi kapsamında üretimi gerçekleştirilen ürün ve hizmetlerin ihracatı da gerçekleştirilebilir ise ülkenin ihracat rakamlarına önemli kazanımlar sağlayarak ekonomik büyüme katkıları sağlar hale gelmektedir (Yarman, 2002: 89).

Küreselleşme ile birlikte küresel pazarların çok daha yaygın bir hal alması ile birlikte birçok işletme birleşme yöntemine giderek sermaye artırımının yanı sıra faaliyet alanlarını da genişletmeyi amaçlamıştır. Bugün birçok orta boyutlu ve büyük boyutlu işletme birleşerek daha büyük işletmeler haline dönüşmüşlerdir (Yarman, 2002: 89).

3.1.5 Savunma Sanayinin Önemi

Savunma sanayisi, hemen her ülkenin bütçesinde en çok paya sahip sektör konumundadır. Bu durum beraberinde birçok tartışmayı da getirmektedir. Savunma sanayisi, doğrudan bir yatırım aracı olmadığından, yani temel amaç ticaret olmadığından ki birçok ülke savunma sanayisinde dışa bağımlı konumdadır ekonomistler tarafından da konu üzerinde yoğun bir şekilde durulmaktadır. Birçok ekonomist, savunma sanayisine yapılan yatırımların azaltılması gerektiğini, aradaki fark ile ekonomik girdisi çok daha yüksek yatırımların yapılmasının mümkün olduğunu savunmaktadır. Bu bakış açısına karşıt olarak ise şüphesiz ulusal güvenliğin çok daha hassas bir konu olduğu ve yapılan yatırımların ekonomik

karşılığının bir önemi olmadığı düşüncesi ifade edilmektedir. Teknik olarak ele alındığında her iki tarafın da söylemin haklı olduğunu ifade etmek mümkündür.

Günümüz rekabet koşullarında uluslararası ilişkilerin ülkelerin gelecekları üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Günümüz tüketim dönemi olarak adlandırılmakta ve bir ürün ya da hizmetin işlevselliğinden çok yarattığı imaj ön planda tutulmaktadır. Savunma sanayi de biraz yarattığı imaja yönelik bir alandır. Dünyanın birçok yerinde iç savaş ve uluslararası savaş yaşanmaktadır. Ancak dünya geneline bakıldığında savaş yaşanan alanların ve ülkelerin azınlıkta olduğu görülmektedir. Dolayısıyla birçok ülke gündelik suçların dışında savunma sanayisinde ürettiği ya da satın aldığı ürün ve hizmetlere ihtiyaç duymamaktadır. Ancak savunma sanayisinin ve beraberinde askeri gücün yarattığı imaj, ülkelerin belki de bu ürün ve hizmetleri kullanmaya gereksinim duymamasında belirleyici olmaktadır. Bugünkü rekabet koşulları ve siyasal ortamı içerisinde birçok karar “masa başında” alınmaktadır ve masa başında alınan kararlarda da belirleyici olan ülkelerin sahip oldukları güçler ve bu güçlere paralel olarak oluşan imajlardır (Zaim, 2009: 66).

Ülkelerin savunma sanayilerini oluşturmada ve geliştirmedeki temel amaçları dışa bağımlılıklarını minimize ederek bağımsızlıklarını arttırmaktır. Savunma sanayisi ihtiyacını ithalat yolu ile gerçekleştiren bir ülkenin ithalatçı konumundaki ülke ile siyasal ilişkilerinde bağımsız hareket etmesi söz konusu değildir. Bu da ülkenin bağımsızlığı adına büyük bir sorun teşkil etmektedir. Nitekim siyasal alanda ülkelerin sahip oldukları ekonomik ve askeri gücün büyük önem taşıdığı göz önüne alındığında kendi savunma sanayisini oluşturan ve geliştiren bir ülkenin uluslararası saygınlığı da artmaktadır. Söz konusu ülke sahip olduğu savunma sanayisinden elde ettiği ürün ve hizmetleri kendi uygun gördüğü yer ve zamanda kullanma becerisini de kazanmış olmaktadır (Cicioğlu, 2004: 81).

Türkiye ise ekonomik ve siyasal gücünü arttırmak adına yerli savunma sanayisine yönelik yatırımlarını arttırmış durumdadır. Bu doğrultuda da araştırma ve geliştirme çalışmalarına ağırlık verilerek yeni ürün ve sistemlerin geliştirilmesi arzulanmaktadır. Bölgemizde ve dünyadaki ulusal çıkarlarımızı korumak, dünya üzerinde siyasal ve ekonomik varlığımız ile ulusal savunmamızı en üst düzeye

çıkartacak olan caydırıcı bir askeri gücü bulundurabilmek, ancak kendi milli savunma sanayimizi geliştirebilmemiz ölçüsünde olacağı açıktır (Zaim, 2009: 67).

Nitekim Türkiye özelinde konu ele alındığında özellikle Ortadoğu'da değişen siyasal koşullar ve dünya siyasetinde meydana gelen hızlı değişimler neticesinde tarafların sürekli olarak değişiyor olması savunma sanayisinde dışa bağımlılığın ortadan kalkmasını çok daha kritik bir hale dönüştürmektedir. Son yıllarda savunma sanayisine yapılan yatırımların da bu koşullar neticesinde artış gösterdiği fikrine kapılmak mümkündür ki uluslararası siyaset adına Türkiye'nin imajını ve gücünü arttırma adına doğru bir hamle olduğundan söz etmek de mümkündür.

Savunma sanayisinin yapısı incelendiğinde yıllar içerisinde özellikle etkinlik değerlendirmelerinde büyük değişim yaşandığı görülmektedir. Savunma sanayisinin etkinlik değerlendirmelerinde üzerinde durulan başlıca hususlar şunlardır (Zaim, 2009: 68):

- a) İsabet oranı
- b) Vuruş gücü
- c) Hız
- d) Dayanıklılık
- e) Menzil

Son yıllarda bu hususlara ilave olarak eklenen özellikler ise şunlardır (Zaim, 2009: 68):

- a) Güvenirlilik
- b) Yenilenebilirlik
- c) Uzaktan kontrol yetkinliği

Şüphesiz eklenen bu özelliklerin temelinde teknolojik gelişmeler yer almaktadır. Teknolojik gelişmeler ile birlikte beklentiler de değişim göstermiştir. Yazılım sistemlerinin savunma sanayisinde de yer alması ile birlikte insansız hava araçlarında çeşitlilik sağlanmıştır. Bu da üretilen ürünlerin eş zamanlı olarak kontrol edilebilir olmaları gerekliliğini ortaya çıkartmıştır. Bu yazılımların yenilenebilmesi ve güvenilir olmasının temel kriterler haline dönüşmesindeki başlıca sebep budur.

Geçmiş dönemlerin aksine bugün sayısal üstünlükten çok teknolojik üstünlük ülkelere savunma alanında avantaj sağlamaktadır. Geçmişte olduğu üzere kara savaşlarından çok hava savaşları yaşanmaktadır ki bu da askeri nüfustan ziyade askeri donanımın ön plana çıkmasına yol açmaktadır. Bu kapsamda isabetli, sürdürülebilir ve istikrarlı bir gelişmenin uzun vadede sağlanabilmesi, dünya üzerinde bağımsızlık ile stratejik çıkarların korunması, ülke savunma sanayinin geliştirilerek mümkün olan ileri milli teknoloji ürünleriyle silahlı kuvvetlerin teçhiz edebilmesine sıkı sıkıya bağlı olacağı değerlendirilmektedir (Zaim, 2009: 69).

3.2 TÜRKİYE’DE SAVUNMA SANAYİ

Türkiye’de savunma sanayiinin gelişmesini dört dönemde incelemek uygun olur. Bu dönemler;

- 1) 1923-1950 arası,
- 2) 1950-1974 arası,
- 3) 1974-1985 arası,
- 4) 1985 sonrası.

3.2.1 1923-1950 Arası Dönem

1923 – 1950 yılları arasındaki dönem Türkiye Cumhuriyeti’nin temellerinin atıldığı dönem olmanın yanı sıra büyük ekonomik zorlukların da yaşandığı bir dönemdir. Ülkenin Birinci Dünya Savaşı’ndan ve ardından Kurtuluş Savaşı’ndan çıkması sonucu erkek nüfusta meydana gelen büyük azalış, halkın ruhen ve zihinsel olarak yorgun olması başlı başına büyük bir sorundur. Ekonomik altyapısının olmaması, Osmanlı İmparatorluğu’ndan kalma borçların bir kısmının yeni cumhuriyete yüklenmiş olması, 1929 Ekonomik Buhranı’nın yaşanması ve İkinci Dünya Savaşı da şüphesiz istenilen ekonomik düzeye ulaşılamamasında etkili olmuş durumdadır. Tüm bu olumsuz koşullara rağmen Türkiye Cumhuriyeti hızlı bir sanayileşme sürecine girmiştir. Bu dönemde birçok şeker fabrikası ve tekstil atölyesi kurulmuş, savunma sanayisinin güçlenmesi adına yatırımlar gerçekleştirilmiştir. Sanayinin güçlenebilmesi için kalifiye elemana ihtiyaç duyulacağı bilinci ile teknik eğitimin büyük destek gördüğü eğitim programları geliştirilmiştir. Yaklaşık çeyrek asırlık bu dönemde gerek eğitim kurumlarında gerek kamu kurumları nezdinde savunma sanayisinin

geliştirilmesine büyük önem verilmiştir. Üniversitelerde tasarım bölümleri, uçak mühendisliği bölümleri açılmış, uçak ve motor fabrikaları kurulmuştur. Yine aynı dönemde rüzgar tünelleri inşa edilmiştir. Söz konusu rüzgar tüneli, özünde çok yüksek bir bütçe ihtiyacı duyulan bir husus olmasa da o günkü koşullarda devlet bütçesinin üçte biri bu tünelin inşası için harcanmıştır ki bu da savunma sanayisine verilen önemin bir göstergesidir (Vural, 2010: 47).

3.2.2 1950-1974 Arası Dönem

1950 – 1974 yılları arasındaki dönem Türkiye'nin daha çok iç çatışmalarının yaşandığı bir dönemdir. Çok partili döneme geçişin getirmiş olduğu siyasal sorunlar, bu dönem içerisinde bir askeri darbe ve bir askeri muhtıra olarak Türk siyaset tarihine yansımıştır. İkinci Dünya Savaşı sonrası uygulamaya konulan Marshall Planı neticesinde de ülke yönetimlerinin öncelikleri değişmiş ve savunma sanayisi arka planda bırakılmıştır. Nitekim büyük bir emek ve bütçe ile inşası gerçekleştirilen rüzgar tüneli, bu dönem boyunca hiç kullanılmamıştır. Bu da iki dönem arasındaki savunma sanayisine bakış açısı ve yapılan yatırımlarda meydana gelen farklılıkları göz önüne koymaktadır. (Vural, 2010: 49).

3.2.3 1974-1985 Arası Dönem

Yaklaşık 25 yıllık dönem boyunca savunma sanayisinin arka planda kalmasının ardından savunma sanayisini yeniden güçlendirmek adına “Savunma Sanayi Kurumu” kanunu tasarlanmış ve Milli Savunma Bakanlığı tarafından Türkiye Büyük Millet Meclisi'ne sunulmuştur. Kanun kapsamında Makine ve Kimya Endüstrisi Kurumu'nun Savunma Sanayi Kurumu'na bağlanması da yer almaktadır. Bu kanun tasarısı kurumların tüm sanayi kollarına hizmet vermesi gerektiği gerekçesi ile Makine ve Kimya Endüstrisi Kurumu'nun Savunma Sanayi Kurumu'na bağlanmasına karşı çıkılarak bekletilmiştir (Şahin, 2002: 23).

Kamu İktisadi Teşebbüsleri Kanunu kapsamında ele alınan konu 1980 yılında değerlendirmeye alınmış ve yapılan çalışmalar neticesinde de 1983 yılında Savunma Donanım Genel Müdürlüğü kurulmuştur. Bu müdürlük Milli Savunma Bakanlığı'na bağlı olarak faaliyete girmiştir. Müteakiben, Kasım 1983 tarihinde 101 Sayılı Savunma Donatım İşletmeleri Genel Müdürlüğü Kanun Hükmündeki Kararnamesi

ile 105 Sayılı MKEK Kanun Hükümündeki Kararnamesi çıkarılmıştır. Kasım 1985 tarihinde ise Savunma Donatım İşletmeleri Genel Müdürlüğü kaldırılmış ve yerine Savunma Sanayi Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı kurulmuştur (Şahin, 2002: 23).

11 yıllık dönemde savunma sanayisinin gelişim göstermesi adına özel sektöre teşvikte bulunulmuş ve özel sektör tarafından önemli yatırımlar yapılmıştır. Bu yatırımların başında ASELSAN gelmektedir. ASELSAN, silahlı kuvvetlerin kullanmakta olduğu telsizlerin üretimini gerçekleştirmek amacı ile 1975 yılında kurulmuştur. 5 yıllık bir hazırlık sürecinin ardından 1980 yılı itibari ile silahlı kuvvetlerin telsiz ihtiyacı ASELSAN tarafından karşılanmaya başlanmıştır. Ayrıca ASELSAN uluslararası ticarete de ihracatçı konumuna gelmiştir. Bu dönemde kurulmuş başlıca firmalar şunlardır:

- a) ASP İLSAN
- b) TUSAŞ
- c) HAVELSAN
- d) PETLAS
- e) SİDAŞ
- f) ASKALSAN
- g) OTOMARSAN

Savunma sanayide üretim çeşitliliğinin sağlandığı bu dönemde savunma sanayisinin önemli derecede güç kazandığından söz etmek mümkündür. 1980 Darbesi ile birlikte yatırımlar azalış göstermiş ve Amerika Birleşik Devletleri tarafından uygulanan ambargo neticesinde ülke yeni bir ekonomik zorluk dönemi içerisine girmiştir. Bu da yapılan yatırımların büyük ölçüde kesilmesine yol açmıştır ancak mevcut firmalar üretimlerine devam etmiş, süreç içerisinde ürün ve hizmet çeşitliliklerini de arttırmışlardır. Makine ve Kimya Endüstrisi Kurumu, bu dönemin sonunda mevcut yapısını geliştirmek adına modernizasyon süreci içerisine girmiş ve 4 yıl süren çalışmalar neticesinde çok daha modern bir hale bürünmenin yanı sıra çok daha geniş bir ürün yelpazesine sahip bir şekilde hizmetlerine devam etmiştir (Şahin, 2002: 27).

3.2.4 1985 Dönemi Sonrası Savunma Sanayinin Örgütlenme Yapısı

3228 Sayılı yasa ile 1985 yılında kurulan Savunma Sanayi Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı, Türkiye’de savunma sanayisi adına yeni bir dönemin başlamasına yol açmıştır. 1989 yılında adı Savunma Sanayi Müsteşarlığı olarak değiştirilen bu yapı, önemli çalışmalara imza atmıştır. Milli Savunma Bakanlığı’na bağlı olarak çalışan bu kurum, Türk Silahlı Kuvvetleri’nin teçhizat ihtiyaçlarını karşılamak adına hizmet vermiştir. Savunma sanayisinin modernleştirilmesinin yanı sıra savunma sanayi kapsamında ihtiyaç duyulan ürün ve hizmetlerin mümkün olan en üst düzeyde üretimi gerçekleştirmek ile görevlendirilen kurum, ithal edilmesi gereken ürün ve hizmetlerin satın alma işlemlerinden de sorumlu tutulmuştur. Savunma Sanayi Müsteşarlığı, kendi bünyesinde beş organı barındırarak özerk bir yapıda hızlı karar alma yetisine sahip bir şekilde görevini icra etmiştir. Müsteşarlığa bağlı olan beş organ şunlardır (Egeli, 2009: 66):

- a) Savunma Sanayi Yüksek Koordinasyon Kurulu,
- b) Savunma Sanayi İcra Komitesi,
- c) Savunma Sanayi Müsteşarlığı,
- d) Savunma Sanayi Destekleme Fonu,
- e) Denetleme Kuruluşu

Savunma Sanayi Yüksek Koordinasyon Kurulu, Başbakan’ın başkanlığında oluşturulan bir kuruldur. Başbakan dışında kurulda yer alan temsilciler şunlardır (Egeli, 2009: 68):

- a) Genel Kurmay Başkanı
- b) Ekonomiden Sorumlu Devlet Bakanı
- c) Milli Savunma Bakanı
- d) Dışişleri Bakanı
- e) Maliye Bakanı
- f) Gümrük Bakanı
- g) Sanayi ve Ticaret Bakanı
- h) Kuvvet Komutanları
- i) Jandarma Genel Komutanı
- j) Başbakanlık Müsteşarı

- k) Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarı
- l) Hazine Müsteşarı
- m) Dış Ticaret Müsteşarı

Savunma Sanayi İcra Komitesi de yine Başbakan'ın başkanlığında oluşturulan bir kuruldur ve karar verme yetkisine sahiptir. Savunma Sanayi Müsteşarı ise oluşturulan yapının gerçekleştirmiş olduğu uygulamalardan sorumlu olan organdır. Kurumun başlıca görevleri şunlardır (Egeli, 2009: 69):

- a) Alınan kararların uygulanmasını sağlamak, ihtiyaçları belirlemek, savunma sanayisini yapılandırmak.
- b) Başta özel sektör olmak üzere gerektiğinde kamu sektöründen yatırımları da teşvik etmek.
- c) Tedarikçiler ile görüşmeleri yürütmek ve sözleşmeler imzalamak, sözleşme koşullarının karşılanıp karşılanmadığını denetlemek.
- d) Üretimi gerçekleşen ürün ve hizmetlerin kalite kontrol denetimlerini gerçekleştirmek, gerekli yönlendirmelerde bulunmak.

Beşinci ve son organ olan Denetleme kuruluşu, ayrılan bütçeden yapılan harcamaları denetlemek ile görevlendirilmiştir. Bütçeden ayrılan tüm paylar, bu organın denetimindedir (Egeli, 2009: 70).

1985 – 2000 yılları arasındaki dönem incelendiğinde sanayi harcamalarına ayrılan 11.6 milyar doların yaklaşık 8 milyar dolarının savunma sanayisine ayrıldığı görülmektedir. Bu bütçe, oldukça yüksek olup savunma sanayisinin geliştirilmesi adına da önemli projelere fon sağlamıştır. Buna karşın araştırma ve geliştirme çalışmalarına ayrılan bütçe yalnızca yaklaşık 32 milyon dolardır. Bu da sürdürülebilirliğin sağlanamamasındaki ana unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Eğer 15 yıllık dönemde ayrılan bu ciddi bütçeden araştırma ve geliştirme çalışmalarına daha büyük bir bütçe ayrılmış olsaydı Türkiye, savunma sanayisinde bugün olduğu noktadan çok daha farklı bir yerde olabilirdi. Öyle ki dünyanın sayılı savunma sanayisi ihracatçılarından biri haline dönüşmek bile mümkün olabilirdi. 2002 yılında da yine savunma sanayisine büyük bir bütçe ayrılmıştır. Öyle ki sanayiye ayrılan yaklaşık 700 milyon dolarlık bütçenin yaklaşık 630 milyon doları tek başına savunma sanayisine ayrılmıştır. Ancak araştırma ve geliştirme

çalışmalarına ayrılan bütçe yine yalnızca 12 milyon dolar dolaylarında kalmıştır. Savunma sanayisinin uluslararası tanıtım çalışmalarına ise 6 milyon dolar dolaylarında bir bütçe ayrılmıştır.

3.2.5 Savunma Sanayinin Günümüzdeki Durumu

3238 Sayılı Yasa çerçevesinde uygulamaya aktarılan yeni savunma sanayi politikası ile savunma sanayi sektörüne yabancı sermaye akışının sağlanması ve ortak üretim projeleri kapsamında yabancı ülkelere modern savunma teknolojilerinin elde edilmesi sayesinde; özellikle havacılık, askeri elektronik, zırhlı araç, roket ve mühimmat alanlarında kayda değer yurtiçi üretim yetenekleri kazanılmış ve bu alanlarda önemli sayılabilecek bir alt yapı oluşturulmuştur. Kanun kapsamında savunma sanayisinin yeniden yapılandırılması ve bu süreçte ihtiyaç duyulan finansmanın sağlanması adına gerekli tüm hususlar kapsamında bir şekilde ele alınmıştır. Bu kapsamlılığı ile birlikte milli savunma sanayisinin temelinde bu kanun baz alınmıştır. Türk Silahlı Kuvvetleri'nin ihtiyaç duyduğu teçhizatların tedariki adına ihtiyaçları karşılamaya uygun kuruluşlar da yine bu kanun kapsamında gerçekleştirilen planlama doğrultusunda faaliyete geçmişlerdir (SASAD, 2009: 34).

Savunma sanayisinde ihtiyaç duyulan sistem ve yapının oluşturulması, üreticiler ile tüketiciler arasındaki ilişkinin kurulması, milli savunma sisteminin geliştirilmesi ve uluslararası pazarda ihracatçı konumuna gelinebilmesi adına Savunma Sanayi İmalatçılar Derneği kurulmuştur. Bu dernek 1990 yılında Ankara'da kurulmuş olup Milli Savunma Bakanlığı'nın önerisi ve desteği ile hayata geçmiştir. SASAD harp, silah, araç ve gereçlerini, yurtiçi ve yurtdışı pazarlar için üretmiş veya bu konuda bir yükümlülük almış imalatçı kuruluşların örgütüdür (SASAD, 2009: 34).

Milli savunma sanayinde ileri teknoloji kazanımına yönelik yapılan yatırımlarda yıllık kişi başına düşen 0,22 dolar yatırım, yaklaşık olarak 10 kat artarak 2,2 seviyesine çıktığı görülmektedir. Savunma sanayisindeki istihdam ise 200'den 25.000'e çıkmıştır. Statülerine göre sağlanan istihdam dağılımı ise şu şekildedir (SASAD, 2009: 35):

- a) İstihdamın yüzde 45'ini işçiler,
- b) İstihdamın yüzde 23'ünü idari personeller,

- c) İstihdamın yüzde 17'sini mühendisler,
- d) İstihdamın yüzde 15'ini teknisyenler oluşturmaktadır.

Savunma sanayisinde faaliyet gösteren işletmelerin gerçekleştirmiş olduğu satışlar incelendiğinde yaklaşık yüzde 1500'lük bir artış ile 100 milyon dolardan 1.5 milyar dolar seviyelerine çıkıldığı görülmektedir. Ülkemizin savunma sanayi sektörü savunma sanayi altyapısı gelişmiş ülkelerle kıyaslandığında ihtiyacımızı karşılamada yeterli değildir. Bunun en önemli sebebi milli kaynaklarımızdan savunma sistem ve teçhizat ihtiyacımızı tedarik etme düşüncesine uygun savunma sanayimizi yönlendiren bir sisteminin oluşturulamamış olmasıdır (SASAD, 2009: 35).

Soğuk savaşın son bulması ile birlikte dünyada savunma sanayisine yönelik harcamalarda da azalış yaşanmıştır. Öyle ki 1980'li yıllarda yaklaşık olarak 1.2 trilyon dolar olan savunma harcamaları, 1990'lı yılların sonunda 800 milyar dolara kadar gerilemiştir. 11 Eylül'ün yaşanması ise siyasal çatışmaları çok daha keskinleştirmiş, ülkelerin güvenlik kaygılarını arttırmıştır. Buna paralel olarak da 2001 yılında yaklaşık 840 milyar dolar olan savunma harcamaları 2004 yılına gelindiğinde yaklaşık 1 trilyon dolara ulaşmıştır. Uluslararası ticarete sanayinin diğer alanlarında her sektörde rekabete açıklık temel nitelik olmasına rağmen, savunma sanayine yönelik sistem ve teçhizat alımları gelişmiş ülkelerde bu düzenleme ve koşulların dışında bırakılmıştır. Bundaki ana unsur ise ülkelerin bağımsızlıklarını bağımlı bir savunma sanayi ile tehdit altına sokmama düşüncesidir. Bu sayede savunma sanayisi gelişmiş ülkeler ki bu ülkeler genellikle gelişmiş ülkelerdir, hem savunma ihtiyaçlarını karşılamakta hem de bu ihtiyaçlarını karşılamak için gerçekleştirmiş olduğu harcamaların ulusal sınırlar içerisinde kalmasını sağlamaktadır. Savunmasını güçlendirmiş olan bu ülkeler aynı zamanda ekonomileri adına da olumlu kazanımlar elde etmiş olmaktadır.

Türkiye de bu doğrultuda yatırımlarını gerçekleştirerek her geçen yıl savunma ihtiyaçlarını ulusal sınırlar içerisinde karşılama oranını arttırmaktadır. 2003 yılında Türk Silahlı Kuvvetleri'nin ihtiyaç duyduğu teçhizatların yalnızca yüzde 25'i ulusal sınırlar içerisinde üretilerek karşılanmakta iken bu oran 2005 yılında yüzde 44'ün üzerine çıkmıştır (SASAD, 2009: 37).

3.3 SAVUNMA SANAYİ 4.0

Savunma sanayi 4.0'ın temelinde Endüstri 4.0 yer almaktadır ki Endüstri 4.0 da sanayi devrimi ile başlayan bir gelişim sürecinin sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır. 18. yüzyılın sonunda gerçekleşen sanayi devrimi, makine kullanımının artmasını sağlamıştır. Teknolojik gelişmeler ile birlikte makineleşme de sürekli olarak gelişim göstermiş ve aşamalı olarak bugünkü haline kadar ulaşmıştır (SASAD, 2009: 42).

Sanayi Devrimi İngiltere'de gerçekleşmiş olup İngiltere'den Batı Avrupa'ya, daha sonra da Amerika Birleşik Devletleri'ne ve Japonya'ya sıçramıştır. Bu dönem insan gücünün emek kısmına duyulan ihtiyaç azalmış, maden kullanımı artış göstermiştir. Özellikle ulaştırma alanında büyük gelişmeler yaşanmıştır ve daha sonraları bu dönem Sanayi 1.0 olarak adlandırılmıştır (SASAD, 2009: 42).

Sanayi 2.0 aynı zamanda teknoloji devrimi olarak da adlandırılmaktadır ve seri üretim kabiliyetinin artış gösterdiği bir dönem olarak karşımıza çıkmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde kurulmuş olan Ford'un geliştirmiş olduğu üretim bandı tekniği bu dönemin öne çıkan gelişimi konumundadır. Yine bu dönemde elektrik enerjisi kullanımının arttığı görülmektedir (SASAD, 2009: 42).

Sanayi 3.0 seri üretimin dijital programların yardımı ile daha da seri bir hal alması ile gerçekleşmiştir. Sanayi devrimleri kademeli olarak gelişim göstererek ilerlemiştir. Bilgisayar ve internet kullanımının sanayi alanında aktif bir şekilde kullanılması ile birlikte sanayi 3.0 devrimi gerçekleşmiştir (SASAD, 2009: 42).

Günümüzde ise yeni bir endüstriyel devrime doğru ilerlenmektedir. Endüstri 4.0 olarak tanımlanan bu yeni devrim ile Siber-Fiziksel Sistemlere dayalı üretim ile kişiselleştirme, görselleştirme, hibritleştirme ve kendince en iyileştirme olarak tanımlanan kurgusal mükemmelliğe bir yolculuk başlamıştır (Brettel, Friederichsen, Keller ve Rosenberg, 2014: 23). Kısacası bu kavrama Endüstri 4.0 olarak sanal ve fiziksel sistemlerin entegrasyonu ile akıllı makineler ile birlikte yapay zeka denir. Endüstri 4.0 kavramı ilk olarak 2011 yılında Hannover Fuarı'nda 4. Sanayi/Endüstri devrimi (TÜSİAD, 2016: 32) vurgusu ile ifade edildikten sonra günümüz işletme dünyasına Ekim 2012'de Bosch Şirketinde yönetici olan Siegfried Dias ve SAP AG firmasında üst düzey yönetici olan Hennig Kagermann tarafından oluşturulan çalışma

grubunun hazırladıkları 4. Sanayi Devrimi öneri dosyasını Alman Federal Hükümeti'ne vermesi ve Nisan 2013 tarihinde Hannover Fuarı'nda bu çalışma grubunun Endüstri 4.0 raporunu sunmasıyla girmiştir. Rapora göre, Endüstri 4.0'ın başarıya ulaşabilmesi, donanım mimarisinin belirlenmesi ve standardizasyonu, karmaşık sistemlerin yönetilebilmesi, kapsamlı ve yüksek hızlı bir haberleşme altyapısının sağlanması, iş emniyeti ve güvenlik emniyetinin oluşturulması, çalışma organizasyonu ve tasarım, eğitim ve profesyonel gelişimin devamlılığı, mevcut mevzuatın uyarlanması, kaynakların verimli kullanılması referans olarak belirtilen sekiz önemli konunun gerçekleştirilmesini içermektedir (Landscheidt ve Kans, 2016: 8). Yine bu tarihte Alman Hükümetinin işletmelerin üretim süreçlerini bilgisayarlaştırma yönünde teşvik etme ve yüksek teknoloji ile donatması projesi olarak kabul edilen Endüstri 4.0 kavramı aynı zamanda dördüncü sanayi devrim olarak da adlandırılır.

Gelecek yüzyılın işletmeleri için vizyon olacak Endüstri 4.0'ın temel amacı bilişim teknolojisi ile endüstriyi bir araya getirmesidir. Yani bugünün klâsik donanımlarından farklı olarak düşük maliyetli, az yer kaplayan, az enerji harcayan, az ısı üreten, ancak bir o kadar da yüksek güvenilirlikte çalışan donanımlar ve bu donanımları çalıştıracak işletim ve yazılım sistemlerinin kaynak ve bellek kullanımı açısından tutumlu olmasıdır. Kısacası artan ürün çeşitliliğine adapte olabilmeye yeteneğine sahip, esnek, kaynakları verimli kullanan, müşterileri ve iş partnerlerini entegre eden akıllı fabrikalar oluşturmaktır. Bu fabrikalar ileri teknoloji, haberleşme ve akıllı sistemleri, internet ve bulut bilişim sistemi üzerinden bir ağla birbirlerine bağlayarak gerçekleştirebilir. Eğer bu fabrikalarda Endüstri 4.0 stratejisi gerçekleşirse üretim süresi, maliyetler ve üretim için ihtiyaç duyulan enerji miktarı azalacak, üretim miktarı ve kalitesi artacaktır (EBSO, 2015: 14). Günümüzde Endüstri 4.0 kavramını ele alan ülkeleri öncüler, potansiyeli olanlar, çekimserler ve gelenekselciler olmak üzere dört ana gruba ayırabiliriz.

Endüstri 4.0'ın öncülerini aşağıdaki ülkeler oluşturmaktadır (TÜSİAD, 2016: 33);

- a) Almanya,
- b) Finlandiya,
- c) İsviçre,

- d) İsveç,
- e) İrlanda.

Endüstri 4.0'a potansiyeli olan ülkeler (TÜSİAD, 2016: 33):

- a) Hollanda,
- b) İngiltere,
- c) Norveç,
- d) Belçika,
- e) Danimarka,
- f) Fransa

Endüstri 4.0 konusunda çekimser olan ülkeler (TÜSİAD, 2016: 33):

- a) İspanya,
- b) Estonya,
- c) İtalya,
- d) Portekiz,

Endüstri 4.0 kavramına geleneksel açıdan bakarak kendi teknolojilerini değiştirmeme konusunda ısrarcı olan ülkeler (TÜSİAD, 2016: 34):

- a) Çek Cumhuriyeti,
- b) Macaristan,
- c) Litvanya,
- d) Slovenya
- e) Slovakya

4. YÖNTEM

4.1 BULANIK KÜME TEORİSİ

Yaşam, birçok bilinmezi ve karmaşayı bünyesinde barındırmaktadır. İnsanlar, geçmişte olduğu gibi bugün de bu bilinmezlikleri ve karmaşayı minimize etmek adına çaba sarf etmektedir. Nitekim hayatta karşılaşılan pek çok farklı alandaki sorunun çözümü için çeşitli teoriler geliştirilerek çözüm yöntemlerinin elde edilmesi amaçlanmıştır. Bulanık küme teorisi de bu yöntemlerden birisidir (Ross, 1995: 12).

Zadeh (1965) bulanık kümeyi, sürekli dizi halindeki üyelik derecelerine sahip nesnelere oluşan bir sınıf olarak tanımlamıştır. Bu tip bir küme, her bir nesne ile arasında bir üyelik derecesi atayan bir üyelik fonksiyonu ile tanımlanır. Burada 0 sayısı, ilgili nesnenin kümenin üyesi olmadığını; 1 sayısı, ilgili nesnenin kümenin tam üyesi olduğunu ve bu iki değer arasındaki herhangi bir sayı ilgili nesnenin kümeye üyelik derecesini veya kısmi üyeliğini göstermektedir. Bulanık küme teorisi birçok çok kriterli karar verme yöntemi ile entegre bir şekilde kullanılmaktadır (Özkan, 2003: 11). Bu tez çalışmasında bulanık küme teorilerinden son zamanlarda sıkça kullanılan tereddütlü bulanık kümeler, geleneksel çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AHP ile entegre bir şekilde kullanılacaktır.

4.2 AHP NEDİR?

AHP yöntemi, birçok alternatif arasından en uygun alternatifin seçilmesini sağlamak adına geliştirilmiş bir yöntemdir. AHP yöntemi 11 adımlı bir yöntemdir. Bu adımlar aşağıdaki gibidir (Güngör ve İşler, 2005: 22):

- a) Problemin tanımı
- b) Kriterlerin tanımlanması
- c) Alternatiflerin belirlenmesi
- d) Hiyerarşik yapının oluşturulması
- e) Görece önem değerlerinin belirlenmesi
- f) Karar vericilerin tercihlerinin belirlenmesi
- g) Kriterlerin ikili karşılaştırmalarının yapılması

- h) Öncelik vektörlerinin hesaplanması
- i) Tutarlılık analizi yapılması
- j) Kriterler açısından alternatiflerin; ikili karşılaştırmaların ve yüzde ağırlıklarının hesaplanması
- k) Görece önem değerlerinin hesaplanması

4.2.1 Problemin Tanımı

AHP yöntemi kapsamında gerçekleştirilecek ilk adım problemin tanımlanmasıdır. Problem tanımının doğru gerçekleştirilmesi belirlenecek kriterlerin ve alternatiflerin doğru belirlenmesinde de etkindir ve çözüm getirilebilmesi adına da önemlidir.

4.2.2 Kriterlerin Tanımlanması

AHP yönteminin ikinci adımı kriterlerin belirlenmesidir. Bu kriterler, karar vericinin tercihleri üzerinde etkili olan ve problemin çözüme kavuşturulması adına da yardımcı olacak kriterler olmalıdır.

4.2.3 Alternatiflerin Belirlenmesi

Karar vericilerin sahip oldukları seçenekler aynı zamanda söz konusu problem için de birer alternatif konumundadır. Bu sebeple problemin çözümünde öne çıkan alternatifler belirlenmektedir.

4.2.4 Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

Önceki üç adım sonucunda elde edilen verilen hiyerarşik bir yapı oluşturacak şekilde tasarlanır. Oluşturulan hiyerarşik yapı amaç, kriter ve alternatifler halinde üç aşamadan oluşur.

4.2.5 Görece Önem Ölçeklerinin Belirlenmesi

Ele alınan problemin hiyerarşik yapısını oluşturduktan sonra hiyerarşiyi oluşturan elemanlar arasında ikili karşılaştırma yapılarak birbirlerine göre üstünlükleri ortaya koyulmalıdır. Bu üstünlükleri ortaya koyabilmek için ölçeklendirme işleminin yapılması gerekmektedir. Saaty'nin (1994) koymuş olduğu "1-9 ölçeği" AHP

yöntemi kullanan karar vericiler için ortak ölçek dili olarak kabul edilmektedir (Tablo 4-1).

Tablo 4.1: Analitik Hiyerarşi Sürecinde Kullanılan Temel Ölçek

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemli	İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunuyor
3	Birinin diğerine göre orta derecede daha önemli olması	Tecrübe ve yargı, bir faaliyeti diğerlerine orta derecede tercih ettiriyor
5	Kuvvetli düzeyde önemli	Tecrübe ve yargı, bir faaliyeti diğerlerine kuvvetli bir şekilde tercih ettiriyor
7	Çok kuvvetli düzeyde önemli	Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih ediliyor ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görünüyor
9	Kesin önemli	Bir faaliyetin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük bir güvenilirliğe sahip
2, 4, 6, 8	Ortalama (ara değerler)	Uzlaşma gerektiğinde kullanmak üzere iki ardışık yargı arasına düşen değerler

Kaynak: Keçek ve Yıldırım, 2010.

4.2.6 Karar Vericilerin Tercihlerinin Belirlenmesi

Belirlenen kriterler arasında Tablo 4.1’de mevcut olan ölçeklendirme kullanılarak, anket veya mülakat yolu ile karar vericilerin tercihleri belirlenir. Karar vericiler problemin amacını iyi anlayan ve konu hakkında yeterli düzeyde bilgi sahibi olan

kişiler tarafından seçilmelidir (Saaty, 2000: 17). Karar verici sayısı bir kişi olabileceği gibi birden fazla da olabilir. Birden fazla karar vericinin olduğu durumlarda, karar vericiler tarafından elde edilen verilerin geometrik ortalaması alınarak, elde edilen sonuç iki kriter arasındaki önceliği göstermektedir (Saaty, 2000: 19). Sonuçların geometrik ortalaması alınarak matrisler (Kriterlerin amaca göre karşılaştıran ve alternatiflerin kriterlere göre karşılaştıran) oluşturulur.

4.2.7 Kriterlerin İkili Karşılaştırmalarının Yapılması

Karar vericilerden elde edilen verilere göre kriterler için ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur. Oluşturulan matris de i 'inci kriter ile j 'inci kriterin önem derecesi a_{ij} olarak gösterilir. Ayrıca A matrisinde bulunan tüm değerler pozitif ($a_{ij} > 0, i, j = 1, 2, \dots, n$) ve köşegendeki değerleri 1 olan matristir. Ayrıca İkili karşılaştırma matrisinde, aynı iki kriterin birbirini üzerindeki önem derecesini " $a_{ij} = 1/a_{ji}$ " eşitliğinden yararlanarak matrise yerleştirilir. Ele almış olduğumuz problemin İkili karşılaştırma matrisi şu şekildedir;

Tablo 4.2: İkili karşılaştırmalar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5
K1	1	K1/K2	K1/K3	K1/K4	K1/K5
K2	K2/K1	1	K2/K3	K2/K4	K2/K5
K3	K3/K1	K3/K2	1	K3/K4	K3/K5
K4	K4/K1	K4/K2	K4/K3	1	K4/K5
K5	K5/K1	K5/K2	K5/K3	K5/K4	1
Toplam	T1	T2	T3	T4	T5

4.2.8 Öncelik Vektörlerinin Hesaplanması

Öncelik vektörü hesaplanırken öncelikli olarak yapılan ilk adım elde edilen A matrisini normalleştirilmiş matrise çevirmektir. Bu işlemi yaparken A matrisindeki her sütun kendi içerisinde toplanır. Her bir sütun değeri de sütunların toplamına bölünür ve normalleştirilmiş matris elde edilir.

A matrisindeki sütunların matematiksel toplam formülü;

$$b_1 \sum_{i=1}^n a_{ij} \quad (1)$$

A matrisindeki sütun elemanlarının o sütun toplamına matematiksel bölünme formülü;

$$c_{ij} = a_{ij}/b_i \quad (2)$$

A matrisinin normalleştirilmiş hali elde edilen C_{ij} 'lerin matris şekline getirilmesi ile gerçekleşmektedir. Ele aldığımız problemin normalleştirilmiş matrisi şu şekildedir.

Tablo 4.3: Normalleştirilmiş Matris

	K1	K2	K3	K4	K5	Öncelik
K1	K1/T1	K2/T2	K3/T3	K4/T4	K5/T5	Ö1
K2	K2/T1	K2/T2	K2/T3	K2/T4	K2/T5	Ö2
K3	K3/T1	K3/T2	K3/T3	K3/T4	K3/T5	Ö3
K4	K4/T1	K4/T2	K4/T3	K4/T4	K4/T5	Ö4
K5	K5/T1	K5/T2	K5/T3	K5/T4	K5/T5	Ö5

C matrisindeki her satırın ortalaması alınır ve ortaya öncelik vektörü çıkmış olur. Ele alınan problemin öncelik vektörü Tablo 4-3'te gösterilmiştir.

Elde edilen öncelik vektörü ile normalleştirilmemiş matris çarpılır ve her satırın toplamı iki kriter arasındaki ağırlıklı toplamı verir.

Tablo 4.4: Ağırlıklı Toplam Matris

	K1	K2	K3	K4	K5	Toplam
K1	K1*Ö1	K2*Ö1	K3*Ö1	K4*Ö1	K5*Ö1	D1
K2	K1*Ö2	K2*Ö2	K3*Ö2	K4*Ö2	K5*Ö2	D2
K3	K1*Ö3	K2*Ö3	K3*Ö3	K4*Ö3	K5*Ö3	D3
K4	K1*Ö4	K2*Ö4	K3*Ö4	K4*Ö4	K5*Ö4	D4
K5	K1*Ö5	K2*Ö5	K3*Ö5	K4*Ö5	K5*Ö5	D5

4.2.9 Tutarlılık Analizi Yapılması

Tutarlılık, ikili karşılaştırmalar sonucunda oluşan değerlerin birbirleriyle mantıksal veya matematiksel ilişkisidir (Keçek ve Yıldırım, 2010: 7). Yapılan karşılaştırmaların tutarlılığını hesaplamak için A matrisi ile öncelik vektörünün çarpılması ile D vektörü bulunur. Ele almış olduğumuz problemin D vektörü Tablo 4'te toplam sütununda belirtilmiştir.

D vektöründeki her satır öncelik vektöründeki (w) her satıra bölünerek e_i değeri elde edilir. Elde edilen e_i değerlerinin ortalaması ile (λ_{max}) temel değeri bulunur (Saaty, 1980: 22).

$$e_i = d_i / w_i \quad (3)$$

$$\lambda_{max} = e_i / n \quad (4)$$

Daha sonra tutarlılık göstergesi (CI) Tablo 4-5'te gösterilen Rastsal tutarlılık indeksi yardımı ile tespit edilir. Tutarlılık oranının (CR) düşük olması, karar vericinin ikili karşılaştırmalardaki kararlarının tutarlı olduğunu, yüksek olması ise tutarsız olduğunu gösterir (Adıgüzel vd., 2009).

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n-1) \quad (5)$$

$$CR = CI / RI \quad (6)$$

Elde edilen tutarlılık göstergesinin rassal tutarlılık indeks değerine bölünmesi ile tutarlılık oranı elde edilmiş olur. Tutarlılık oranı 0,1 den küçük ise yapılan ikili karşılaştırmaların doğru olduğu kabul edilir.

4.2.10 Kriterler Açısından Alternatiflerin; İkili Karşılaştırmalarının Yapılması, Yüzde Ağırlıklarının Hesaplanması

Her bir alternatifin kriterler açısından ikili karşılaştırmasını yapmak için Adım 7'de yapılan ikili karşılaştırma yapılır.

4.2.11 Genel Amaç için Alternatiflerin Görece Önem Değerlerinin Hesaplanması

Genel amaç ile alternatifler arasındaki ilişkiyi ortaya koyabilmek için Adım 10'da elde edilen öncelik vektörleri ile alternatif-kriter matrisi oluşturulur. Oluşturulan matris kriterler arasındaki ikili ilişkiler sonucunda elde edilen öncelik vektörleri ile çarpılır. Elde edilen matrisin satırları toplanarak her bir alternatifin görece önem değeri hesaplanmış olur.

Tablo 4.5: Görece Önem Değeri

	Görece Önem Değeri
Alternatif 1	G1
Alternatif 2	G2
Alternatif 3	G3
Alternatif 4	G4
Alternatif 5	G5

Görece önem değerlerine göre alternatif sıralanır ve bu sıralamaya göre tercihte bulunulur.

4.3 BULANIK AHP

Hayatta yalnızca somut nesnelere olmayıp soyut nesnelere de olduğu gibi alınan kararlar da somut etkenlerin yanı sıra soyut etkenler de belirleyici olmaktadır. Bu da alınması gereken kararlardan önce çok daha karmaşık bir durumun ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Bulanık AHP, bulanık mantık temeline dayanmaktadır. Bulanık mantık ise insan zihninin düşünme yapısına oldukça yakın bir teknik olarak karşımıza çıkmaktadır. AHP, bazı belirsizlik durumlarında karar verme adına yetersiz kaldığından bulanık mantık ile birleştirilmiş bulanık AHP metodu tercih edilmektedir.

Bulanık AHP'nin uygulandığı birçok problemde Chang (1996) tarafından önerilen genişletilmiş bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır. Süreçte kullanılan temel ölçek Tablo 4-6'da görülmektedir. Bu yöntemde α kesim seviyelerine ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu yöntem yapay derece değerlerini kullanmasının yanında basit seviye sıralaması ve karma toplam sıralaması ile öne çıkmaktadır. Bu yöntemin en avantajlı yanı hesap gereksiniminin az olması ve klasik AHP'nin adımlarını izleyerek ilave işlem gerektirmemesidir. Dezavantajı ise sadece bulanık üçgensel sayıları kullanmasıdır (Durdudiller, 2006: 42).

Tablo 4.6: Bulanık Analitik Hiyerarşi Sürecinde Kullanılan Temel Ölçek

Önem Derecesi	Tanım
1, 1, 1	Eşit önemli
2/3, 1, 3/2	Daha önemli
3/2, 2, 5/2	Çok daha önemli
5/2, 3, 7/2	Çok fazla önemli
7/2, 4, 9/2	Kesin önemli

Kaynak: Cheng, 1996.

4.4 TEREDDÜTLÜ BULANIK AHP

Zadeh tarafından geliştirilen klasik bulanık küme teorisi, her ne kadar insan kararlarının kesin olmayan yönünü üçgensel ya da yamuk aidiyet değerleri ile göz önünde bulundursa da, karar vericinin tek bir tercih yapmakta zorlandığı tereddütlü durumlarda yetersiz kalır. Bu yüzden Torra (2010) tereddütlü bulanık kümeleri (HFS) tanımlamıştır. Akabinde Rodriguez vd. (2012) bu kümeleri inceleyerek, dilsel ifadelerin içeriğini zenginleştirmek amacıyla tereddütlü bulanık dilsel terimler kümesini (HFLTS) önermişlerdir. Bu sayede uzmanlar iki alternatifini kıyaslarlarken daha esnek ve anlatımsal olarak daha zengin ifadeleri kullanabilmişlerdir. Örneğin, klasik bulanık ifadelerde bir alternatif diğerine göre “Çok Üstün”, “Orta Üstün”, “Eşit” gibi ifadelerle kıyaslanabiliyorken, HFLTS ile “En Azından Orta Üstün”, “Orta ve Çok Üstün Arası” ya da “En Fazla Orta Üstün” gibi ifadelerle de kıyaslanabilmesi mümkün hale gelmiştir. Bu ifadeler, tek bir bulanık dilsel ifade ile karar verilmesi zor ve tereddüt edilen durumlarda, insanların dilsel yapılarına daha uygunluk göstermektedir (Durdudiller, 2006: 48). Literatürde bu yöneme son zamanlarda sıkça rastlanmaktadır. Örneğin Ayhan (2017) çalışmasında, yaz okulu spor salonu seçimi için tereddütlü bulanık küme teorisinden yararlanmış ve iki çok kriterli karar verme yöntemini (AHP ve TOPSIS) bir arada kullanmıştır. Aynı zamanda Başar (2017), maliyet tahmini uygulamasında klasik ve tereddütlü bulanık ikili karşılaştırma yönteminden yararlanmışır.

4.4.1 Tereddütlü Bulanık Kümeler

Tereddütlü bulanık kümeler (HFSs), bir elemanın üyelik derecesini belirler. Hangisinin doğru olduğu konusunda tereddüt eden olası değerlerden gelir. Tereddütlü bulanık terim kümesinin (HFLTS), env (HS) zarfı, sınırları üst sınırı ve alt sınırı ile elde edilen dilsel bir aralıktır.

$$\text{env}(H_S) = [H_{S-}, H_{S+}], H_{S-} \leq H_{S+} \quad (7)$$

Alt ve üst aralıklar aşağıdaki gibidir;

$$H_{S+} = \max\{S_i\} = S_j, S_i \leq S_j \text{ ve } S_i \in H_S, \forall i \quad (8)$$

$$H_{S-} = \min\{S_i\} = S_j, S_i \geq S_j \text{ ve } S_i \in H_S, \forall i \quad (9)$$

n boyutlu OWA operatörü : $R^n \rightarrow R$ buradan;

$$OWA(a_1, a_2, \dots, a_n) = \sum_{j=1}^n w_j b_j \text{ olur.} \quad (10)$$

b_j , j . en büyük toplu argümanı ifade eder. a_1, a_2, \dots, a_n ve $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$, $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ ile ilişkili yükseklik vektörüdürler.

a ve d parametreleri, $\tilde{A} = (a, b, c, d)$ ile gösterilen ikizkenar yamuk bulanık üyelik fonksiyonlarıdır.(Öztayşi, 2015: 3)

$$a = \min\{a_L^i, a_M^i, a_M^{i+1}, \dots, a_M^j, a_R^j\} = a_L^i \quad (11)$$

$$d = \max\{a_L^i, a_M^i, a_M^{i+1}, \dots, a_M^j, a_R^j\} = a_R^j \quad (12)$$

$$b = \left\{ \begin{array}{l} a_M^i, \text{ if } i + 1 = j \\ OWA_{w^2}^2(a_m^j, \dots, a_m^{(i+j)/2}), i+j \text{ çiftse} \\ OWA_{w^2}^2(a_m^j, \dots, a_m^{(i+j+1)/2}), i+j \text{ tekse} \end{array} \right\} \quad (13)$$

$$c = \left\{ \begin{array}{l} a_M^{i+1}, \text{ if } i + 1 = j \\ OWA_{w^2}^2(a_m^j, a_m^{j-1}, \dots, a_m^{(i+j)/2}), i+j \text{ çiftse} \\ OWA_{w^2}^2(a_m^j, a_m^{j-1}, \dots, a_m^{(i+j+1)/2}), i+j \text{ tekse} \end{array} \right\} \quad (14)$$

α değerinin birim aralıkta ($[0,1]$) olduğunu varsayalım. Birinci ve ikinci ağırlıkların tipleri, α 'nın kullanıldığı denklem (15)'te ifade edilmiştir.

$\alpha_1 = \frac{g-(j-i)}{g-1}$ ve $\alpha_2 = \frac{(j-i)-1}{g-1}$ denklemlerinde (g değerlendirme puanlarının en üst sıradaki sayısıdır, j en yüksek değerlendirme derecesi ve i en düşük değerlendirme derecesidir.), birinci ağırlık ($W^1 = (w_1^1, w_2^1, \dots, w_n^1)$) denklem (15) kullanılarak hesaplanır.

$$w_1^1 = \alpha_2, w_2^1 = \alpha_2(1 - \alpha_2), \dots, w_n^1 = \alpha_2(1 - \alpha_2)^{n-2} \quad (15)$$

İkinci ağırlık ($W^2 = (w_1^2, w_2^2, \dots, w_n^2)$) denklem (16) kullanılarak hesaplanır.

$$w_1^2 = \alpha_1^{n-1}, w_2^2 = (1 - \alpha_1)\alpha_1^{n-2}, \dots, w_n^2 = 1 - \alpha_1, \quad (16)$$

\tilde{C} , ile ikili karşılaştırma matrisi ifade edilir.

$$\tilde{c}_{ij} = (c_{ij_l}, c_{ij_{m_1}}, c_{ij_{m_2}}, c_{ij_u})$$

$$\tilde{C} = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & \tilde{c}_{ln} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{c}_{nl} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (17)$$

$$\tilde{c}_{ji} = \left(\frac{1}{c_{ij_u}}, \frac{1}{c_{ij_{m_2}}}, \frac{1}{c_{ij_{m_1}}}, \frac{1}{c_{ij_l}} \right) \quad (18)$$

Tutarlılığı kontrol etmek için matris değerleri belirsizdir. $\tilde{d} = (l, m_1, m_2, u)$ sayısı dikkate alındığında net sayı ($\mu_{\tilde{d}}$) eşitlik 19'daki gibi hesaplanır.

$$\mu_{\tilde{d}} = \frac{l + 2m_1 + 2m_2 + u}{6} \quad (19)$$

Son olarak;

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (20)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad CR \geq 0.1 \quad (21)$$

CI , tutarlılık indeksini, λ_{max} matrisin özvektörünü, n kriter sayısını, RI rastgele indeksi ifade eder.

Her \tilde{r}_i , aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır.

$$\tilde{r}_i = (\tilde{c}_{i1} \otimes \tilde{c}_{i2} \dots \otimes \tilde{c}_{in})^{1/n} \quad (22)$$

Buradan, $\tilde{r}_1 \oplus \tilde{r}_2 \dots \oplus \tilde{r}_n$ değerinin, ağırlıklardaki sapmayı azaltmak için hesaplandığı görülür.

$$\tilde{w}_i = \tilde{r}_i \otimes (\tilde{r}_1 \oplus \tilde{r}_2 \dots \oplus \tilde{r}_n)^{-1} \quad (23)$$

$$D = \frac{c_l + 2c_{m_1} + 2c_{m_2} + c_u}{6} \quad (24)$$

Normalizasyon kriterlerin yerel ağırlıklarını elde etmek için bulanık ağırlıklara uygulanır. Alt kriterlerin global ağırlıklarını hesaplamak için, yerel ağırlıkları ait oldukları ana kriterlerin ağırlığı ile çarpılır.

Her bir kriterin puanını hesaplamak için adımlar uygulanır.

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j S_j, \quad \forall i \quad (25)$$

Burada w_j , j değerinin global ağırlığıdır.

Tablo 4.7: Tereddütlü Bulanık AHP Dil Ölçeklendirmesi (Başar, 2017: 132)

Dilsel Terimler	Sembol	Üçgensel Bulanık Sayı
Kesinlikle Çok Yüksek	KÇY	(7,9,9)
Çok Yüksek	ÇK	(5,7,9)
Aslında Yüksek	AY	(3,5,7)
Zayıf Derecede Yüksek	ZDY	(1,3,5)
Eşit Derecede Yüksek	EDY	(1,1,3)
Tam Eşit	TE	(1,1,1)
Eşit Derecede Düşük	EDD	(0.33,1,1)
Zayıf Derecede Düşük	ZDD	(0.2,0.33,1)
Aslında Düşük	AD	(0.14,0.2,0.33)
Çok Düşük	ÇD	(0.11,0.14,0.2)
Kesinlikle Çok Düşük	KÇD	(0.11,0.11,0.14)

5. UYGULAMA

Endüstri 4.0 olgunluk parametrelerinin bir savunma sanayi firması tarafından uygulanacağı düşünüldüğünde, bu parametrelerin yeniden değerlendirilip, konunun uzmanları tarafından tekrar yorumlanması ve bu parametrelerin sektör uzmanları tarafından önceliklendirilerek tekrar ilişkilendirilmesi uygulamanın temelini oluşturmaktadır. Savunma Departmanı'nda uzun yıllar çeşitli projelerde görev almış uzmanlar, Endüstri 4.0 süreci kapsamında değerlendirmelerini yapmışlardır.

5.1 ŞİRKET GENEL BAKIŞ

Bilgi ve iletişim teknolojileri alanındaki yenilikçi ve yaratıcı çözümlerle, ulusal ve uluslararası pazarda, servis sağlayıcılara ve kurumlara uçtan uca katma değerli çözümler, sistem entegrasyonu ve teknoloji hizmetleri sunmaktadır. Sahip olduğu yetkinlik, geniş bilgi ve güçlü deneyimiyle iş verimliliğinin artışı için çalışmalarını sürdüren şirket, bilişim teknolojileri alanındaki faaliyetlerini, ArGe biriminin katkılarıyla devam ettirmektedir. Aynı zamanda Türk Silahlı Kuvvetleri'nin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla, savunma iletişim ağının modernizasyonunda da önemli bir rol oynamaktadır.

Türkiye'nin ve bölgenin dijital dönüşümünde önemli bir görev üslenerek kamu, telekomünikasyon, finans ve genel sektörden önde gelen şirketlere geniş bir yelpazede hizmet vermektedir. Müşterilerinin bilişim sektöründeki gelişmeleri yakından takip etmesi ve teknolojiyi daha verimli kullanma ihtiyacı doğrultusunda, küresel teknoloji devleriyle stratejik iş ortaklıkları yapmakta, 200'den fazla küresel operatör için yazılım çözümleri geliştirmektedir.

Türkiye'nin ilk 500 bilişim şirketi araştırmasında, 2015 satış gelirleriyle "Sistem Entegrasyonu", "Sistem Entegrasyonu - Donanım", "Sistem Entegrasyonu - Yazılım", "Ağ Donanımı", "Yazılım İhracatı" ve "Kurulum Bakım Destek Hizmetleri" kategorilerinde sistem entegratörleri arasında lider olmuştur. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile Türk Patent Enstitüsü tarafından 2015 yılında En İyi Çıkış Yapan 3. Firma seçilmiştir. Aynı zamanda, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından, 2012, 2013 ve 2014 yıllarında, performans endeksi

değerlendirmesi sonucunda “Telekomünikasyon sektöründe en başarılı ArGe Merkezi” seçilmiş ve ArGe Personel İstihdamı” dalında da birinci olmuştur.

Son 7 yılda, ciro bazında, yıllık ortalama büyüme oranı (CAGR) yüzde 25 olan şirket; müşterilerine odak teknolojileri olan mobil geniş bant, siber güvenlik, bulut bilişim, iş uygulamaları ve büyük veri konularında çözüm sunmaktadır. Asya-Pasifik ülkelerinden Bangladeş, Pakistan ve Nepal’e; Türki Cumhuriyetlerden Azerbaycan, Türkmenistan, Özbekistan, Kazakistan’a; Kuzey Afrika’da Tunus, Cezayir, Fas ve diğer taraftan Suudi Arabistan gibi ülkelerdeki kurumlara teknoloji danışmanlığı, satış sonrası desteği gibi uçtan uca katma değerli çözümler sunmaktadır.

5.2 ANKETE DAHİL OLAN UZMANLAR

Savunma sanayi için değerlendirilen Endüstri 4.0 olgunluk parametrelerini yorumlayıp, anket değerlendirmelerini yapmak üzere bahsedilen şirkette çalışan 3 uzman ile iletişime geçilmiştir. Parametrelerin belirlenmesinde fikir ve görüşleri alınmıştır.

a) Uzman-1: Deniz Haberleşme Sistemleri Yazılım Tasarım Müdürü – Toplam tecrübe 19 yıl

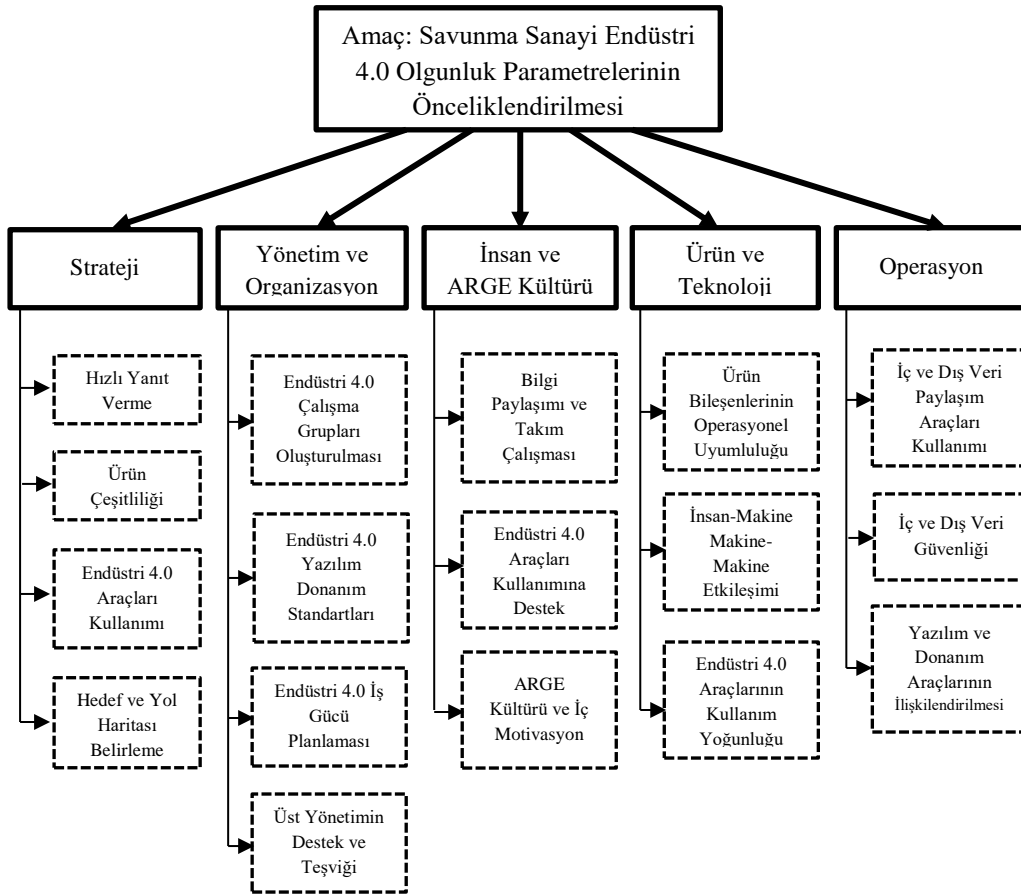
b) Uzman-2: Alt Seviye Yazılım Tasarım Müdürü – Toplam tecrübe 18 yıl

c) Uzman-3: Deniz Haberleşme Sistemleri Yazılım Takım Lideri – Toplam tecrübe 11 yıl

5.3 ENDÜSTRİ 4.0 SAVUNMA SANAYİ OLGUNLUK PARAMETRELERİ VE ALT KRİTERLERİ

Aşağıda olgunluk modeli hiyerarşisi yer almaktadır (Tablo 5-1). Burada yer alan kriterler, literatürde daha önce ele alınan olgunluk modelleri ve savunma sanayinde görev alan uzmanların görüşleri dikkate alınarak ortaya çıkarılmıştır.

Tablo 5-1: Endüstri 4.0 Savunma Sanayi Olgunluk Ana ve Alt Kriterleri



Bu çalışmada savunma sanayine ürün sunan bir şirkette çalışan uzmanlar tarafından anketler yorumlanmıştır.

Alt kriterlere ilişkin açıklamalar aşağıdaki gibidir:

Strateji alt kriterleri

a) Hızlı yanıt verme: Savunma sanayinde yapı gereği müşteri isteklerine olabildiğince hızlı yanıt verilmelidir. Herhangi teknik bir problem durumunda veya ek özellik gereken durumlarda çözüm minimum sürede uygulanmalıdır.

b) Ürün çeşitliliği: Askeri saha ihtiyaçları değişimi olabildiğince dinamik bir yapıdadır. Ürünün yetenekleri ona göre ayarlanmalı, çeşitliliği destekleyecek şekilde tasarlanmalıdır. Bu da beraberinde çözüm sunan hizmetleri artırmaktadır.

c) Endüstri 4.0 kullanım araçları kullanım stratejisi oluşturma: Belirli bir amaç için tasarlanan ve hizmet veren ürün, dönüşüm evresinde detaylı incelemeye sokulmalıdır. Uzmanlar tarafından hangi noktalara ne şekilde müdahale edilecek ise protokoller çerçevesinde planlanmalıdır.

d) Yeni hedef ve yol haritası belirleme: Şirketin o zamana kadar kazandığı özellikler değerlendirilerek ileride yer alacağı projeler belirlenmelidir. Teknik kapasitesi yeterli olduğu halde her sektör ve müşteriye hitap etmenin artıları ve eksileri uzmanlar tarafından detaylı değerlendirilmelidir.

Yönetim ve organizasyon alt kriterleri:

a) Endüstri 4.0 çalışma gruplarının oluşturulması: Halihazırda mevcut olan projelerin tamamlanması için gereken iş gücü ve zaman hesapları yapılmalıdır. Bunun yanında dönüşüm odaklı olarak gerekli entegrasyonların kimler tarafından, ne zaman ve hangi araçlar kullanılarak yapılacağı konu uzmanları tarafından ayrı bir proje şeklinde değerlendirilmelidir.

b) Endüstri 4.0'a uygun yazılım ve donanım standartlarının uygulanması: Ürüne ek özellik ekleme ve benzeri durumlarda, gerek donanım tarafında gerekse yazılım tarafında her süreç standartlara uygun şekilde tasarlanmalıdır.

c) Endüstri 4.0'a bağlı iş gücü planlaması: Dijital dönüşümün beraberinde getirdiği değişikliklere bağlı olarak çalışan ve yaptığı iş arasındaki ilişkiler tekrar değerlendirilmelidir ve buna bağlı olarak düzenlemeler yapılmalıdır.

d) Üst yönetimin yenilikçi faaliyetlere destek ve teşviği: Yeni bir bilgi öğrenme çalışan tarafından zaman zaman zor bir süreç olabilmektedir. Bu süreçte maksimum verim sağlanabilmesi için yönetimin çalışanlarını ek programlarla ve eğitimlerle desteklemesi uygun olacaktır.

İnsan ve ARGE kültürü alt kriterleri:

a) Bilgi paylaşımı ve takım çalışmasına yatkınlık: Savunma sanayinde yürütülen projeler kapsam olarak çok geniş olabilmektedir. Buna bağlı olarak çalışanlar iş bölümü ile ilgili sürece dahil edilir. Bunun yanında süreçler arasında bağlantı kurmak büyük resmi görebilmek adına katkı sağlayacaktır. Sonuç olarak çalışanlar arası iletişim ve bilgi paylaşımı yüksek önem taşımaktadır.

b) Çalışanların Endüstri 4.0 araçlarını kullanma yetkinliğine destek: Endüstri 4.0 beraberinde birçok alanda yeni, tam olarak bilinmeyen yapılar getirmektedir. Bu noktada yeni programlar, protokoller sürece dahil olacaktır. Çalışanların bu yapılara kısa zamanda entegre olması şirketin temel hedefleri arasına girmektedir.

c) ARGE kültürüne ilişkin iç motivasyon gelişkinliği: Savunma sanayi projeleri sonucunda, müşterinin ihtiyaçlarının yüksek oranda özel olmasından dolayı daha önce piyasada görülmemiş ürünler meydana getirilir. Bu süreçte çalışanlar bilgiye erişmede ve parçaları birleştirmede zorlanırlar ki bu süreç uzun sürebilir. Motivasyonu yüksek çalışanlar bu zorlukları, yüksek olmayanlara göre daha rahat göğüsleyebilmektedirler.

Ürün ve teknoloji alt kriterleri:

a) Ürün bileşenlerinin operasyonel uyumluluğu: Savunma sanayi ürünleri zorlu ortam şartlarında çalışabilmelidir. Sahaya sürülmeden önce bu testlerden başarı ile geçmesi gerekmektedir. Operasyonel uyumluluğu olmayan bir ürün savunma sektöründe sahaya entegre edilemez.

b) İnsan-makine ve makine-makine etkileşimi: Laboratuvar ortamında sistem üzerindeki çalışmalarda sistem yönetimi açısından önem taşımaktadır. Bilgi transferleri ve kullanıcı arası aktarım, hızı ve verimi arttıracaktır.

c) Endüstri 4.0 araçlarının kullanım yoğunluğu: Dijitalleşme süreci kapsam gereği iş gücünü azaltmaktadır. Buna bağlı olarak çalışan verimleri artacak bu da ürüne yansıtacaktır. Endüstri 4.0 araçları, ürün içerisinde ne kadar çok noktada yer alıyor ise o kadar olgun bir ürün meydana getirilmiştir denebilir.

Operasyon alt kriterleri

a) **İç ve dış veri paylaşım araçlarının kullanımı:** Yürütülen projelerin her aşamasının dokümanının hazırlanması veya modellemelerinin yapılması şirketin vazgeçilmezlerindedir. Zengin doküman havuzuna sahip bir şirkette çalışanların gerekli belgeye ulaşması özel araçlar sayesinde kolaylıkla yapılabilir. Bu durum dış paylaşım için de geçerlidir.

b) **İç ve dış veri kullanım güvenliğinin sağlanması:** Her şirket kendi verilerini korumak ve muhafaza etmek ister. Fakat savunma sanayinde bu durum daha ciddi efor gerektirir. Veri güvenliği kapsam olarak tam anlamıyla sağlanmalıdır. Şirket çalışanlarının da buna göre kendi sorumluluklarını yerine getirmesi gerekmektedir.

c) **Yazılım ve donanım araçlarının etkin ve verimli ilişkilendirilmesi:** Teknik olarak elektronik araç barındıran bir üründe donanım ve yazılım iç içe çalışır denebilir. Bu noktada Endüstri 4.0 kapsamında her iki tarafın özellikleri, yapabilecekleri değerlendirilerek çıkan sonuçlar neticesinde tasarım yapılmalıdır.

5.4 UYGULAMA SONUÇLARI

Uzmanların bir araya gelerek gerçekleştirdiği değerlendirme sonucunda elde edilen aralıklar verilmiştir (Tablo 5-2).

Tablo 5.2: Ana Kriterler Aralık Değerleri

	K1	K2	K3	K4	K5
K1	55	78	68	66	67
K2		55	46	34	35
K3			55	35	46
K4				55	56
K5					55

Tablo 5.3: Uzmanların Bütünleşik Bulanık Zarf Değerleri

	K1	K2	K3	K4	K5
K1	TE	ZDY-AY	EDY-AY	EDY	EDY-ZDY
K2		TE	EDD-EDY	ZDD-EDD	ZDD-TE
K3			TE	ZDD-TE	EDD-EDY
K4				TE	TE-EDY
K5					TE

Bulanık zarf değerlerine OWA operatörü uygulanarak, (a, b, c, d) kümesi şeklinde gösterilen ikizkenar yamuk dilsel değerler elde edilmiştir. Her bir ana kriterin, diğer kriterlerle karşılaştırmalı ikizkenar yamuk bulanık kümeleri aşağıda gösterilmiştir (Tablo 5.4).

Tablo 5.4: Ana Kriterlerin İkizkenar Yamuk Bulanık Değerleri

	K1	K2	K3	K4	K5
K1	(1,1,1,1)	(1,3,5,7)	(1,2.77,3.22,7)	(1,1,1,3)	(1,1,3,5)
K2	(0.14,0.2,0.33,1)	(1,1,1,1)	(0.33,1,1,3)	(0.2,0.33,1,1)	(0.2,0.92,1.07,1)
K3	(0.14,0.31,0.36,1)	(0.33,1,1,3)	(1,1,1,1)	(0.2,0.92,1.07,1)	(0.33,1,1,3)
K4	(0.33,1,1,1)	(1,1,3,5)	(1,0.93,1.08,5)	(1,1,1,1)	(1,1,1,3)
K5	(0.2,0.33,1,1)	(1,0.93,1.08,5)	(0.33,1,1,3)	(0.33,1,1,3)	(1,1,1,1)

Bütünleşik bulanık zarf değerlerinin durulaştırılması yoluyla elde edilen matris ise aşağıda verilmiştir (Tablo 5.5). Bu matris dikkate alınarak tutarlılık indeksi hesaplanmış ve 0,02 bulunmuştur. Bu değer 0,1'den küçük olduğu için, değerlendirmenin tutarlı olduğu söylenebilir.

Tablo 5.5: Ana Kriterlere Ait Durulaştırılmış Değerler

	K1	K2	K3	K4	K5
K1	1	4	3.33	1.33	2.33
K2	0.25	1	1.22	0.64	0.86
K3	0.3	0.81	1	0.86	1.22
K4	0.75	1.55	1.15	1	1.33
K5	0.42	1.15	0.81	0.75	

Her bir ana kriter için, matris elemanlarının her birisine yönelik geometrik ortalama hesaplanır (Tablo 5.6)

Tablo 5-6: Ana Kriterler Geometrik Anlam Değerleri

K1	1	1,528142136	2,171947631	3,743324423
K2	0,285738091	0,572923976	0,814296552	1,24573094
K3	0,316473893	0,779263171	0,826927332	1,551845574
K4	0,802741562	0,98580985	1,265053819	2,37144061
K5	0,467043677	0,791350539	1,015511278	2,141127368

Durulaştırılmış sayıların, en yüksek dilsel değer olan 9'a bölünmesiyle normalizasyonu yapılır (Tablo 5.7).

Tablo 5.7: Ana Kriterler Normalize Matris Değerleri

K1	0,1111111111	0,169793571	0,241327515	0,415924936
K2	0,031748677	0,06365822	0,090477395	0,138414549
K3	0,035163766	0,086584797	0,091880815	0,172427286
K4	0,089193507	0,109534428	0,140561535	0,263493401
K5	0,051893742	0,087927838	0,112834586	0,237903041

Normalize edilen matris değerlerinin her bir satırının ortalaması alınarak ağırlıklar bulunur.(Tablo 5.8)

Tablo 5.8: Ana Kriter Ağırlıkları

Ana Kriterler	Ağırlıklar
Strateji	0,343
Yönetim ve Organizasyon	0,119
İnsan ve ARGE Kültürü	0,145
Ürün ve Teknoloji	0,216
Operasyon	0,175

Savunma sanayi firması uzmanları tarafından yapılan değerlendirmede, ana kriter önceliklendirmesi sonucu çıkan sonuçlara göre strateji kriterinin diğerlerine oranla daha önemli olduğu görülmüştür. Ana kriter belirlemeleri dikkatle düşünülerek, uzmanların fikirleri doğrultusunda belirlenmiştir. Her biri büyük önem taşımakta, sonuca giden aşamaların gerçekleştirilmesinde büyük rol almaktadırlar.

Savunma sanayi ihtiyaçları gereği, üretilen ürünler detay alanlara hizmet vermektedir ve yoğun teknoloji içermektedir. Bu süreçte, projenin başından itibaren, her ayrıntısı dikkate alınarak, gerekli endüstri 4.0 araçları kullanılarak değerlendirilmeli ve yorumlanmalıdır. Bunun yapılabilmesi için teknik süreçlerin dağıtımı, tasarım faaliyetleri, uygulama süreçleri ve test süreçlerinin her biri kendisine özgü strateji barındırmalı ve sonucunda belirlenen hedefler göz önüne alındığında, bu çalışmalarını yansıtmalıdır. Bu noktada bahsedilmek istenen, belirlenen hedeflerin ne derecede

başarılı olarak gerçekleştirilmiştir. Projenin başarısını tamamı ile bu yansıtmaktadır. Sektör gereği tamamen sonuç odaklı çalışılması gereken bir yapıda strateji belirleme faaliyetleri başlı başına ayrıntılı olarak değerlendirilmesi gereken bir konudur. Çıkan sonuçlar da bunu göstermektedir.

Ürün ve teknoloji kriteri yapı gereği, proje bitiminde hayata geçirilen ürünü yansıtmaktadır. Bu aşama ürünü doğrudan etkilemektedir. Buna bağlı olarak da ikinci önemli kriter olarak karşımıza çıkmaktadır. Gerek yazılım gerekse donanım unsurlarının, endüstri 4.0 araçları ile paralel kullanılarak ürüne yansımaları büyük önem kazanmaktadır. Kullanım koşulları göz önüne alındığında, uzun yıllar çalışması gereken ve bu süreçte minimum arıza beklenen ürünler, içerik olarak kalite faktörlerine uygun olarak tasarlanmalı, test süreçleri kapsamlı tutulmalıdır.

Ana kriterlerin ağırlık değerleri ve tutarlılık hesapları yapıldıktan sonra aynı yöntem adımları alt kriterler için de uygulanır ve sonuçlar aşağıdadır.

Tablo 5.9: Strateji Kriterinin Alt Kriterleri

Alt Kriterler	Yerel Ağırlıkları	Global Ağırlıkları
Hızlı Yanıt Verme	0,212	0,073
Ürün Çeşitliliği	0,364	0,125
Endüstri 4.0 Araçları Kullanım Stratejileri	0,243	0,083
Yeni Hedef ve Yol Haritası Belirleme	0,179	0,061

Tablo 5.10: Yönetim ve Organizasyon Kriterinin Alt Kriterleri

Alt Kriterler	Yerel Ağırlıkları	Global Ağırlıkları
Endüstri 4.0 Çalışma Grupları	0,192	0,023
Endüstri 4.0 Yazılım-Donanım Standartları	0,186	0,022
Endüstri 4.0 İşgücü Planlaması	0,192	0,023
Üst Yönetim Yenilikçi Desteği	0,428	0,051

Tablo 5.11: İnsan ve ARGE Kültürü Kriterinin Alt Kriterleri

Alt Kriterler	Yerel Ağırlıkları	Global Ağırlıkları
Bilgi Paylaşımı ve Takım Çalışmasına Yatkınlık	0,083	0,012
Çalışanların Endüstri 4.0 Kullanma Yetkinliğine Destek	0,486	0,070
ARGE Kültürü Motivasyonu	0,430	0,062

Tablo 5.12: Ürün ve Teknoloji Kriterinin Alt Kriterleri

Alt Kriterler	Yerel Ağırlıkları	Global Ağırlıkları
Ürün Bileşenlerinin Operasyon Uyumluluğu	0,245	0,053
İnsan-Makine / Makine-Makine Etkileşimi	0,328	0,071
Endüstri 4.0 Araçlarının Kullanım Yoğunluğu	0,425	0,092

Tablo 5.13: Operasyon Kriterinin Alt Kriterleri

Alt Kriterler	Yerel Ağırlıkları	Global Ağırlıkları
İç ve Dış Veri Paylaşım Araçlarının Kullanımı	0,300	0,052
İç ve Dış Veri Güvenliğinin Sağlanması	0,333	0,058
Yazılım ve Donanım Standartlarının Etkin ve Verimli İlişkilendirilmesi	0,365	0,064

6. SONUÇ VE YORUMLAR

Savunma sanayi için belirlenen ve yorumlanan Endüstri 4.0 olgunluk parametreleri önceliklendirilmesi, tereddütlü bulanık AHP yöntemi kullanılarak tamamlanmıştır.

Ana kriterlerin sonuçlarına bakılacak olursa sıralama şu şekildedir;

- i. Strateji
- ii. Ürün ve Teknoloji
- iii. Operasyon
- iv. İnsan ve ARGE Kültürü
- v. Yönetim ve Organizasyon

Strateji parametresinin, diğerlerinin önüne geçerek en önemli kriter olduğu yukarıda görülmektedir. Bir savunma sanayi firmasının, strateji belirlerken, daha önce yapılan ve yapılması uygun olan projelere göre hareket etmesi uygun görülebilir. Zaman içerisinde tutum gereği deforme olmayan ve konuya özel ürün yaratabilme kabiliyetini korumak adına strateji kriteri önemli oranda değerlendirilmelidir.

Belli amaca yönelik üretilen, ileri teknoloji içeren ürünler barındırdığı özellik ve bileşenler göz önüne alındığında, kısa sürede değişiklik ve güncelleme yeteneklerine sahip olmalıdır. Operasyonel uyumluluk, insan-makine etkileşimi ve Endüstri 4.0 araçları kullanım yoğunluğu ürün kalite ve yeteneğini doğrudan etkilemektedir.

Operasyon süreçlerinde, yazılım ve donanım unsurlarının etkin ve verimli bir şekilde ilişkilendirilmesi gerekmektedir. Tam anlamıyla ürün bütünü oluşturduğu bu iki unsur, kendi içlerinde birçok standart ve protokolü barındırmaktadır. Standart ve protokoller veri paylaşım araçları ile maksimum seviyede ulaşılabilir olmalıdır. Bu noktada iç ve dış veri güvenlikleri şirket politikasının dikkat etmesi gereken en önemli özelliklerden biridir.

Savunma sanayi firmaları kendi içlerinde yürütülen projelerin kapsam ve çeşitliliğine bağlı olarak, verimi arttırmak adına, çalışanlarını aynı kültürün altında birleştirmeyi hedeflemektedir. Bilgi paylaşımının dinamik tutulması, Endüstri 4.0 araçlarının kullanımını arttırmaya yönelik destek çalışmaları ve motivasyon bu kültürün temelini oluşturan kriterlerdir. Uzun ve zahmetli çalışma temposu içerisinde, sürekli öğrenmenin zorunlu ve gerekli olduğu bir yapıda kültür, önemini göstermektedir.

Yönetim ve organizasyon adımları belirlenirken, dijital dönüşüme yönelik çalışmalar yapılarak, yeniliklerin takibi ve uygulanması amaçlanmalıdır. Endüstri 4.0 araçları süreçlerde yerini almalı, dönüşümü uygulamada kullanılmalıdır.

Alt kriterlerin global ağırlıklara göre sıralanması aşağıdaki gibidir:

- i. Ürün çeşitliliği (Strateji)
- ii. Endüstri 4.0 araçlarının kullanım yoğunluğu (Ürün ve Teknoloji)
- iii. Endüstri 4.0 araçları kullanım stratejisi oluşturma (Strateji)
- iv. Hızlı yanıt verme (Strateji)
- v. İnsan-makine ve makine-makine etkileşimi (Ürün ve Teknoloji)
- vi. Çalışanların Endüstri 4.0 araçları kullanım yetkinliğine destek vermek (İnsan ve ARGE Kültürü)
- vii. Yazılım ve donanım araçlarının etkin ve verimli ilişkilendirilmesi (Operasyon)
- viii. ARGE kültürüne ilişkin iç motivasyon gelişkinliği (İnsan ve ARGE Kültürü)
- ix. Yeni hedef ve yol haritası belirleme (Strateji)
- x. İç ve dış veri güvenliğinin sağlanması (Operasyon)
- xi. Ürün bileşenlerinin operasyonel uyumluluğu (Ürün ve Teknoloji)
- xii. İç ve dış veri paylaşım araçlarının kullanımı (Operasyon)
- xiii. Üst yönetimin yenilikçi faaliyetlere destek ve teşviği (Yönetim ve Organizasyon)
- xiv. Endüstri 4.0 çalışma grupları oluşturulması (Yönetim ve Organizasyon)
- xv. Endüstri 4.0 iş gücü planlaması (Yönetim ve Organizasyon)
- xvi. Endüstri 4.0 yazılım donanım standartlarının uygulanması (Yönetim ve Organizasyon)
- xvii. Bilgi paylaşımı ve takım çalışmasına yatkınlık (İnsan ve ARGE Kültürü)

Strateji kriteri ana kriterler arasında en yüksek ağırlığa sahiptir. Buna bağlı olarak üst sıralarda bu kriterin alt kriterleri karşımıza çıkmaktadır. Uzmanlar tarafından yapılan değerlendirme, şirket içerisindeki durumlar, yapılan çalışmalar ve yapılacak çalışmalar doğrultusunda dijital dönüşüm gereklilikleri göz önünde bulundurularak yapılmıştır.

Ürün çeşitliliği, hızlı yanıt verme ve Endüstri 4.0 araçlarının kullanım yoğunluğu savunma sanayi istekleri göz önünde bulundurulduğunda, diğer alt kriterlere göre

önemli konumda yer almışlardır. Üretilen ürün kapsamı ve bu ürüne gerektiğinde müdahalenin çabukluğu önem kazanmıştır. Çeşitlilik artışının verime bağlı olarak değiştiği göz önünde bulundurulursa, dijitalleşme için gerekli araçların kullanımı ve entegrasyonu ön plandadır. Şirketlerin de çalışma yapılarını buna göre güncellemesi, ürüne çözüm uygulama konusunda endüstri 4.0 araçlarını kendisine entegre ederek hızlanması gerekmektedir.

Savunma sanayi ürünleri kapsam olarak geniştir. Aynı projede birden fazla firma görev alabilir. Bu durum projelerin uçtan uca sahip olduğu kapasite hakkında bize bilgi verebilir. Ortak çalışma gereken durumlarda, sistem ile insan arasındaki bağlantı, konunun yüksek teknik bilgi de içerdiği göz önüne alınırsa büyük önem taşıdığı söylenebilir. Aşamaların farklı sistem entegrasyonu gerektirdiği durumlarda makineler arası haberleşme ve uyumluluk da büyük önem taşımaktadır. Bu gibi durumlarda savunma sanayi firmaları içerisinde bulunduğu konumu ve bu konunun gerektirdiği bilgi alışverişlerini maksimum verimle tamamlamalıdır. Endüstri 4.0 araçları sayesinde bilgi transferlerini hem makine-makine arasında hem de insan-makine arasında verimli olarak sağlayabilirler. Bu sayede çalışma zamanlarını proje hedeflerine bağlı olarak rahat yönetebilirler ve tahmin edilemeyen durum mevcut olduğunda hızlı harekete geçebilir, çözümü uygulayabilir.

Şirket, çalışan faaliyetlerini projeye verimli bir şekilde uygulayabilmek için, Endüstri 4.0'ın beraberinde getirdiği araçları bünyesine kısa zamanda entegre etmelidir. Daha sonra ise bu araçların kullanılabilirliğini arttırmada çalışanlarına gerekli eğitim programlarını sağlamalıdır. Araştırma ve geliştirmenin yoğun olarak uygulama gerektirdiği bu geçiş döneminde şirket bu uygulamaları misyon olarak belirlemeli, iş yoğunluğunun arttığı dönemlerde de göz ardı etmemelidir.

Savunma sanayinde üretilen ürünler belirli standartlara sahiptirler. Diğer sektörlerle göre bu durum daha katı ve vazgeçilmezdir. Yazılım ve donanım kapasite hesaplamalarını, proje daha aşama kaydetmeden yapmalıdır. Uzun yıllar süren büyük projelerde belirli bir aşamaya gelindikten sonra bazı yapıları değiştirmek pek de kolay olmamaktadır. Sonradan fark edilen hatalar maliyetli olabilir.

Savunma sanayi firmaları çalışan işe alımlarında olabildiğince seçici davranmalıdır. Mülakat aşamalarında adayların, işi ne kadar isteyip istemedikleri iyi ölçülmelidir. Çünkü savunma sanayi ürünleri içerik ve kapsam olarak farklıdır. Daha önce tasarımı

yapılmamış ürünlerin piyasada örnekleri bulunmamaktadır. Bundan dolayı da çalışanlar sıklıkla azim gerektiren zorlu aşamalardan geçmek durumunda kalmaktadır. Bu noktada iç motivasyon gelişkinliği sonuca ulaşmada büyük rol oynar.

Şirketler yeni hedef ve yol haritası belirlemede hassas davranmalıdır. Daha önce yapılan işlere entegrasyon ve bilgi kullanımını yapılacak işlerde önem gösterir. Teknik kapasitesi olsa dahi şirketler misyon ve vizyonuna göre hareket ederek her projeyi bünyesine kabul etmemelidir. Projenin gideceği yol ve şirkete katacağı değer iyi hesaplanmalı, sadece kar odaklı hareket edilmemelidir.

Şirketlerin yer aldığı kapsamlı projelerde, ürünlerin başarılı entegre edilmesi gereklidir. Saha şartlarına ve isteklere göre tasarlanan ürünler sorunsuz olarak verimli çalışmalıdır. Tüm şirket unsurları, operasyonel uyumluluk için gerekli test aşamalarını iyi organize etmeli ve uygulamalıdır. Doğrulama adımlarını eksiksiz tamamlamalı, ürünün çalışmasını engelleyecek tüm olasılıklar düşünülmelidir. Endüstri 4.0 araçları bu süreçlerde gerekli bölümlere yerleştirilmeli ve uygulamaya sokulmalıdır.

Savunma sanayinde yürütülen projelerde, belirli işlere belirli gruplar atanır. Her grup kendi arasında etkili ve verimli bilgi akışını destekleyen araçları barındırmalıdır. Şirket içerisindeki kaynakların, çalışanlara ulaştırılması Endüstri 4.0 araçlarıyla profesyonel olarak yapılmalıdır. Benzer işi yapan şirketler veya aynı projede görev alan şirketler birbirleri ile haberleşirken bu araçlardan yardım almalı, uygulamaya geçme aşaması hızlandırılmalıdır.

Endüstri 4.0 beraberinde birçok yeni unsuru getirmiştir. Bu da çalışanlar için kendisini geliştirmesi gereken konuların arttığını gösterir. Teknolojik ilerlemeler günümüz dünyasında hızlı öğrenmeyi ve yetkinlik kazanmayı gerektirir. Bu durum çalışanların üzerinde baskıyı artıracaktır. Şirket, çalışanlarının bu yetkinlikleri kazanması için gerekli teşvik mekanizmalarını geliştirmeli, çalışanlarını dinamik ve öğrenmeye açık tutmalıdır.

Endüstri 4.0 başlı başına değerlendirilmesi gereken kapsamlı bir konudur. İçerisinde yer alan her araç kendi içinde ayrı bir kapasiteye sahiptir. Şirketin bu sürece kendini entegre edebilmesi için uygulamaya geçmeden geniş bir hazırlık süreci

değerlendirmesi yapmalıdır. Hangi unsur, hangi aşamaya, hangi şekilde uygulanmalı? Bu sorunun cevabı aranmalı ve durum değerlendirmesi yapılmalıdır.

Yapılan durum değerlendirmeleri sonucu, yapılacak işlerin boyutuna uygun olarak çalışan tahsis edilmelidir. Çalışma grupları oluşturulmalıdır. Bu gruplar birbiri içinde ve birbirleri arasında dinamik olarak bağlantılı çalışmalıdır.

Kurulacak çalışma grupları, kapsamlı iş gücü planlaması yapılarak oluşturulmalıdır. Birçok yeni aracın mevcut olduğu bu geçiş döneminde, önceden yapılacak olan doğru hesaplar şirketi pozitif olarak etkileyecektir. Bu durum göz ardı edilmemelidir. Çalışanlar tahsis edilmeli ve araştırmalar sonucu çıkan sonuçlar yorumlanmalıdır.

Çalışanlar arası çıkar çatışmalarının önüne geçilmelidir. Bu durumun yürütülemediği şirketlerde, çalışanlar arası bilgi paylaşımı eksikliği görülür. Savunma sanayinde, araştırma ve geliştirme yapan firmalarda bu durum kabul edilmemelidir. Yardımlaşma, bilgi paylaşımı ve aktarımı şirket kültürü haline getirilmelidir. Çalışanlara, uzmanlar tarafından bu konunun önemini anlatan eğitimler verilmelidir. Savunma sanayindeki projelerin gizli tutulma politikası sonucu bilgi korunması ve güvenliği önem teşkil etmektedir.

Endüstri 4.0'a göre atılması gereken bazı adımlar ve planlamalar diğer parametrelere göre biraz daha geride kalmışlardır. Bunun sebepleri arasında şirket yetkililerinin değerlendirmelerinde, mevcut olan durumları düşük puanlaması gösterilebilir.

Dijital dönüşümü destekleyen, ilgi duyan yöneticiler üst kademelere getirilerek süreç hızlandırılmalıdır. Sadece yönetici mertebesinde değil, şirket geneli bu amaç için özveriyle çalışmalı, bilgi alışverişi yapmalı ve süreç dahilinde raporlamaları düzenli olarak sisteme girmelidirler.

Büyük projelerde zaman zaman, büyük resmi görmek zor olmaktadır. Karşılıklı olarak iletişim halinde, sistem düzeyinde düşünmek gereklidir.

Sektör içerisindeki diğer kuruluşların çalışmaları takip edilmelidir. Rekabet ortamında kısa sürede aksiyon alınmalı, çevik bir yapı oluşturulmalıdır.

KAYNAKÇA

Kitaplar

- Akgül, A. (1986). *Savunma Sanayi İşletmelerinin Yapısı ve Türk Savunma Sanayi*, Başbakanlık Basımevi, Ankara.
- Ansal, H., Çetindamar, D.ve Baktır, E. (2006). *Savunma Sanayinde Çift Amaçlı Teknoloji Kullanımı*, Savunma Teknolojileri Kongresi Kitabı.
- Gür, O. (1998). *TSK'nin Savunma Sanayi Yoluyla Ülke Gelişimine Katkısı*, Harp Akademileri Komutanlığı Yayınları, İstanbul.
- Özkan, M. M. (2003). *Bulanık hedef programlama*, Ekin Kitabevi, İstanbul.
- Ross, T. J. (1995). *Fuzzy logic with engineering applications*, McGraw-Hill, USA.
- Torra, V. (2010). *Hesitant fuzzy sets*, Int. J. Intell. Syst., Sayı: 25, Sayfa: 529–539.
- Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB) (1991). *1991 Sanayi Kongresi Savunma Sanayi Sektör Raporu*, 1991 Sanayi Kongresi Kitabı, MMO Yayın No: 149/3, Ankara.
- Yarman, F. (2002). *Ulusal Savunma Sanayilerinde Bilim–Teknoloji Tabanı*, Savunma Teknolojileri Kongresi Kitabı, Ankara.
- Üstündağ, A. ve Çevikcan, E.(2017). *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation*, Springer Series in Advanced Manufacturing, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Sürekli Yayınlar

- ASELSAN, (1998). *Sanayileşme ve Teknolojinin Önemi*, ASELSAN Dergisi, Sayı: 48.
- Ayhan, M. B. (2017). *Yaz Spor Okulu Seçiminde Bütünleşik Bir Tereddütlü-Bulanık AHP ve TOPSIS*, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Sayı:22, Sayfa:269-284
- Başar, A. (2017). *Klasik ve Sezgisel Bulanık İkili Karşılaştırma ile Yazılım Geliştirme Projelerinin Maliyet Tahmini: Uygulama Örneği*, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Chang, D. Y. (1996). *Application of the Extended Analysis Method on Fuzzy AHP*, European Journal of Operational Research.
- Çilingir, S. (1989). *Savunma Sanayi*, 1989 Sanayi Kongresi-Tartışmalar Kitabı, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, MMO Yayın No: 134/11, Ankara.
- EBSO (2015). *Sanayi 4.0 Uyum Sağlayamayan Kaybedecek*, Ege Bölgesi Sanayi Odası Dergisi, Ekim 2015.
- Güngör, İ. ve İşler, D. (2005). *Analitik Hiyerarşi Yaklaşımı ile Otomobil Seçimi*, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt 1, Sayı 2.
- Keçek, G., Yıldırım, E. (2010) *Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) Sisteminin Analitik Hiyerarşi Süreci ile Seçimi: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama*, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 15 (1).
- Landscheidt, S. ve Kans, M. (2016). *Method for Assessing the Total Cost of Ownership of Industrial Robots*, Procedia CIRP, 57.
- Saaty, T.L. (2000) *The analytic hierarchy and analytic network process*, MCDM 15th International Conference, Ankara, Turkey.
- Şimşek, M. (1989). *Üçüncü Dünya Ülkelerinde ve Türkiye’de Savunma Sanayi*, SAGEB Yayınları, Ankara.
- TÜSİAD (2016). *Türkiye’nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0*, Cilt 3, Sayı 576.

- TÜSİAD (2017). *Türkiye'nin Sanayide Dijital Dönüşüm Yetkinliği*, Cilt 12, Sayı 589.
- Ülger, F. (1997). *Türk Savunma Sanayi*, TOBB, Ankara.
- Vural, F. ve Yarman, T. (2010). 2. *Ulusal Savunma ve Kalkınma İçin Bilim ve Teknoloji Vizyonu, Teknolojinin Global Devrimi – 2023*, Eğitim Doktrin Komutanlığı Sunumu, Ankara.
- Zaim, M. (2009). *Türk Savunma Sanayiinde Gelecek Tartışmaları İçin Öneriler*, Savunma Sanayi Gündemi Dergisi , Savunma Sanayi Müsteşarlığı, Sayı: 8.
- Ziylan, A. (2000). *Savunma Sanayinde Teknoloji Politikası*, ASELSAN Dergisi , Sayı: 58.
- Ganzarian J., Errasti N. (2016). *Endüstri mühendisliği ve yönetimi*, Mondragon İspanya.

Diğer Yayınlar

- Acaralp, M. C. (2017). *İnsan Kaynakları Yönetiminde Endüstri 4.0 & Dijitalleşme Etkisi*, Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Proje Çalışması.
- Cicioğlu, H. S. (2004). *Türk Savunma Sanayinde Yerli Katkı Değerlendirme Teknikleri*, Savunma Sanayi Müsteşarlığı Uzmanlık Tezi, Ankara.
- Dinç, B. (2018). *Dijitalleşmenin Tüketici Alışkanlıklarına Etkisi*, Ekonomistler Platformu.
- Durdudiller, M. (2006). *Perakende Sektöründe Tedarikçi Performans değerlemesinde AHP ve Bulanık AHP uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Şahin, A. (2002). *1980 Sonrası Harcama Politikaları*, XVI. Türkiye Maliye Sempozyumu, Celal Bayar Üniversitesi İİ BF Maliye Bölümü, Manisa.
- Öztayşi, B. (2015). *A group decision making approach using interval type-2 fuzzy AHP for enterprise information systems project selection*, Journal of Multiple-Valued Logic and Soft Computing, Vol. 24, pp. 475-500.

EKLER

Ek A.1 Uzman Raporu 1

Savunma Sanayide Endüstri 4.0 Olgunluk Parametrelerinin Önceliklendirilmesi İçin Oluşturulan Ana Kriterlere Ait İkili Karşılaştırma Anketi

Ana Kriter	Kesinlikle Çok Yüksek	Çok Yüksek	Aslında Yüksek	Zayıf Derecede Yüksek	Eşit Derecede Yüksek	Tam Eşit	Eşit Derecede Düşük	Zayıf Derecede Düşük	Aslında Düşük	Çok Düşük	Kesinlikle Çok Düşük	Ana Kriter
K1) Strateji				X								K2) Yönetim ve Organizasyon
K1) Strateji			X									K3) İnsan ve Ar-Ge Kültürü
K1) Strateji					X							K4) Ürün ve Teknoloji
K1) Strateji					X							K5) Operasyon
K2) Yönetim ve Organizasyon					X							K3) İnsan ve Ar-Ge Kültürü
K2) Yönetim ve Organizasyon							X					K4) Ürün ve Teknoloji
K2) Yönetim ve Organizasyon								X				K5) Operasyon
K3) İnsan ve Ar-Ge Kültürü								X				K4) Ürün ve Teknoloji

K3) İnsan ve Ar-Ge Kültürü							X					K5) Operasyon
K4) Ürün ve Teknoloji						X						K5) Operasyon

Savunma Sanayide Endüstri 4.0 Olgunluk Parametrelerinin Önceliklendirilmesi İçin Oluşturulan Strateji Kriterlerine Ait İkili Karşılaştırma Anketi

Alt Kriter	Kesinlikle Çok Yüksek	Çok Yüksek	Aslında Yüksek	Zayıf Derecede Yüksek	Eşit Derecede Yüksek	Tam Eşit	Eşit Derecede Düşük	Zayıf Derecede Düşük	Aslında Düşük	Çok Düşük	Kesinlikle Çok Düşük	Alt Kriter
S1)Hızlı Yanıt Verme							X					S2)Ürün Çeşitliliği
S1) Hızlı Yanıt Verme					X							S3)Endüstri 4.0 Araçları Kullanım Stratejileri
S1) Hızlı Yanıt Verme					X							S4)Yeni Hedef ve Yol Haritası Belirleme
S2) Ürün Çeşitliliği				X								S3) Endüstri 4.0 Araçları Kullanım Stratejileri
S2) Ürün Çeşitliliği				X								S4) Yeni Hedef ve Yol Haritası

												Belirleme
S3) Endüstri 4.0 Araçları Kullanım Stratejileri						X						S4) Yeni Hedef ve Yol Haritası Belirleme

Savunma Sanayide Endüstri 4.0 Olgunluk Parametrelerinin Önceliklendirilmesi İçin Oluşturulan Yönetim ve Organizasyon Kriterlerine Ait İkili Karşılaştırma Anketi

Alt Kriter	Kesinlikle Çok Yüksek	Çok Yüksek	Aslında Yüksek	Zayıf Derecede Yüksek	Eşit Derecede Yüksek	Tam Eşit	Eşit Derecede Düşük	Zayıf Derecede Düşük	Aslında Düşük	Çok Düşük	Kesinlikle Çok Düşük	Alt Kriter
Y1)Endüstri 4.0 Çalışma Gruplarının Oluşturulması					X							Y2)Endüstri 4.0' a uygun yazılım ve donanım standartlarının uygulanması
Y1) Endüstri 4.0 Çalışma Gruplarının Oluşturulması						X						Y3)Endüstri 4.0'a bağlı iş gücü planlaması

Y1) Endüstri 4.0 Çalışma Gruplarının Oluşturulması							X					Y4)Üst yönetimin yenilikçi faaliyetlere destek ve tesviği
Y2) Endüstri 4.0' a uygun yazılım ve donanım standartlarının uygulanması							X					Y3) Endüstri 4.0'a bağlı iş gücü planlaması
Y2) Endüstri 4.0' a uygun yazılım ve donanım standartlarının uygulanması								X				Y4) Üst yönetimin yenilikçi faaliyetlere destek ve tesviği
Y3) Endüstri 4.0'a bağlı iş gücü planlaması							X					Y4) Üst yönetimin yenilikçi faaliyetlere destek ve tesviği

Savunma Sanayide Endüstri 4.0 Olgunluk Parametrelerinin Önceliklendirilmesi İçin
Oluşturulan İnsan ve Ar-Ge Kültürü Kriterlerine Ait İkili Karşılaştırma Anketi

Alt Kriter	Kesinlikle Çok Yüksek	Çok Yüksek	Aslında Yüksek	Zayıf Derecede Yüksek	Eşit Derecede Yüksek	Tam Eşit	Eşit Derecede Düşük	Zayıf Derecede Düşük	Aslında Düşük	Çok Düşük	Kesinlikle Çok Düşük	Alt Kriter
İ1) Bilgi Paylaşımı ve Takım Çalışmasına Yatkınlık									X			İ2) Çalışanların Endüstri 4.0 Araçlarını Kullanma Yetkinliğine Destek
İ1) Bilgi Paylaşımı ve Takım Çalışmasına Yatkınlık								X				İ3) Ar-Ge Kültürüne İlişkin İç Motivasyon Gelişkinliği
İ2) Çalışanların Endüstri 4.0 Araçlarını Kullanma Yetkinliğine Destek					X							İ3) Ar-Ge Kültürüne İlişkin İç Motivasyon Gelişkinliği

Savunma Sanayide Endüstri 4.0 Olgunluk Parametrelerinin Önceliklendirilmesi İçin
Oluşturulan Ürün ve Teknoloji Kriterlerine Ait İkili Karşılaştırma Anketi

Alt Kriter	Kesinlikle Çok Yüksek	Çok Yüksek	Aslında Yüksek	Zayıf Derecede Yüksek	Eşit Derecede Yüksek	Tam Eşit	Eşit Derecede Düşük	Zayıf Derecede Düşük	Aslında Düşük	Çok Düşük	Kesinlikle Çok Düşük	Alt Kriter
Ü1)Ürün Bileşenlerinin Operasyonel Uyumluluğu							X					Ü2)İnsan-Makine ve Makine-Makine Etkileşimi
Ü1) Ürün Bileşenlerinin Operasyonel Uyumluluğu								X				Ü3)Endüstri 4.0 Araçlarının Kullanım Yoğunluğu
Ü2) İnsan-Makine ve Makine-Makine Etkileşimi							X					Ü3) Endüstri 4.0 Araçlarının Kullanım Yoğunluğu

Savunma Sanayide Endüstri 4.0 Olgunluk Parametrelerinin Önceliklendirilmesi İçin
Oluşturulan Operasyon Kriterlerine Ait İkili Karşılaştırma Anketi

Alt Kriter	Kesinlikle Çok Yüksek	Çok Yüksek	Aslında Yüksek	Zayıf Derecede Yüksek	Eşit Derecede Yüksek	Tam Eşit	Eşit Derecede Düşük	Zayıf Derecede Düşük	Aslında Düşük	Çok Düşük	Kesinlikle Çok Düşük	Alt Kriter
O1) İç ve Dış Veri Paylaşım Araçlarının Kullanımı							X					O2) İç ve Dış Veri Güvenliğinin Sağlanması
O1) İç ve Dış Veri Paylaşım Araçlarının Kullanımı							X					O3) Yazılım ve Donanım Araçlarının Etkin ve Verimli İlişkilendirilmesi
O2) İç ve Dış Veri Güvenliğinin Sağlanması						X						O3) Yazılım ve Donanım Araçlarının Etkin ve Verimli İlişkilendirilmesi

Ek A.2 Uzman Raporu 2

Savunma Sanayide Endüstri 4.0 Olgunluk Parametrelerinin Önceliklendirilmesi İçin Oluşturulan Ana Kriterlere Ait İkili Karşılaştırma Anketi

Ana Kriter	Kesinlikle Çok Yüksek	Çok Yüksek	Aslında Yüksek	Zayıf Derecede Yüksek	Eşit Derecede Yüksek	Tam Eşit	Eşit Derecede Düşük	Zayıf Derecede Düşük	Aslında Düşük	Çok Düşük	Kesinlikle Çok Düşük	Ana Kriter
K1) Strateji			X									K2) Yönetim ve Organizasyon
K1) Strateji			X									K3) İnsan ve Ar-Ge Kültürü
K1) Strateji					X							K4) Ürün ve Teknoloji
K1) Strateji					X							K5) Operasyon
K2) Yönetim ve Organizasyon						X						K3) İnsan ve Ar-Ge Kültürü
K2) Yönetim ve Organizasyon								X				K4) Ürün ve Teknoloji
K2) Yönetim ve Organizasyon								X				K5) Operasyon
K3) İnsan ve Ar-Ge Kültürü							X					K4) Ürün ve Teknoloji

K3) İnsan ve Ar-Ge Kültürü							X					K5) Operasyon
K4) Ürün ve Teknoloji						X						K5) Operasyon

Savunma Sanayide Endüstri 4.0 Olgunluk Parametrelerinin Önceliklendirilmesi İçin Oluşturulan Strateji Kriterlerine Ait İkili Karşılaştırma Anketi

Alt Kriter	Kesinlikle Çok Yüksek	Çok Yüksek	Aslında Yüksek	Zayıf Derecede Yüksek	Eşit Derecede Yüksek	Tam Eşit	Eşit Derecede Düşük	Zayıf Derecede Düşük	Aslında Düşük	Çok Düşük	Kesinlikle Çok Düşük	Alt Kriter
S1)Hızlı Yanıt Verme								X				S2)Ürün Çeşitliliği
S1) Hızlı Yanıt Verme						X						S3)Endüstri 4.0 Araçları Kullanım Stratejileri
S1) Hızlı Yanıt Verme						X						S4)Yeni Hedef ve Yol Haritası Belirleme
S2) Ürün Çeşitliliği				X								S3) Endüstri 4.0 Araçları Kullanım Stratejileri

S2) Ürün Çeşitliliği					X						S4) Yeni Hedef ve Yol Haritası Belirleme
S3) Endüstri 4.0 Araçları Kullanım Stratejileri						X					S4) Yeni Hedef ve Yol Haritası Belirleme

Savunma Sanayide Endüstri 4.0 Olgunluk Parametrelerinin Önceliklendirilmesi İçin Oluşturulan Yönetim ve Organizasyon Kriterlerine Ait İkili Karşılaştırma Anketi

Alt Kriter	Kesinlikle Çok Yüksek	Çok Yüksek	Aslında Yüksek	Zayıf Derecede Yüksek	Eşit Derecede Yüksek	Tam Eşit	Eşit Derecede Düşük	Zayıf Derecede Düşük	Aslında Düşük	Çok Düşük	Kesinlikle Çok Düşük	Alt Kriter
Y1)Endüstri 4.0 Çalışma Gruplarının Oluşturulması					X							Y2)Endüstri 4.0' a uygun yazılım ve donanım standartlarının uygulanması
Y1) Endüstri 4.0 Çalışma Gruplarının Oluşturulması						X						Y3)Endüstri 4.0'a bağlı iş gücü planlaması
Y1) Endüstri 4.0 Çalışma Gruplarının Oluşturulması							X					Y4)Üst yönetimin yenilikçi faaliyetlere destek ve tesviği

Y2) Endüstri 4.0' a uygun yazılım ve donanım standartlarının uygulanması							X					Y3) Endüstri 4.0'a bağlı iş gücü planlaması
Y2) Endüstri 4.0' a uygun yazılım ve donanım standartlarının uygulanması									X			Y4) Üst yönetimin yenilikçi faaliyetlere destek ve tesviği
Y3) Endüstri 4.0'a bağlı iş gücü planlaması							X					Y4) Üst yönetimin yenilikçi faaliyetlere destek ve tesviği

Savunma Sanayide Endüstri 4.0 Olgunluk Parametrelerinin Önceliklendirilmesi İçin
Oluşturulan İnsan ve Ar-Ge Kültürü Kriterlerine Ait İkili Karşılaştırma Anketi

Alt Kriter	Kesinlikle Çok Yüksek	Çok Yüksek	Aslında Yüksek	Zayıf Derecede Yüksek	Eşit Derecede Yüksek	Tam Eşit	Eşit Derecede Düşük	Zayıf Derecede Düşük	Aslında Düşük	Çok Düşük	Kesinlikle Çok Düşük	Alt Kriter
İ1) Bilgi Paylaşımı ve Takım Çalışmasına Yatkınlık									X			İ2) Çalışanların Endüstri 4.0 Araçlarını Kullanma Yetkinliğine Destek
İ1) Bilgi Paylaşımı ve Takım Çalışmasına Yatkınlık									X			İ3) Ar-Ge Kültürüne İlişkin İç Motivasyon Gelişkinliği
İ2) Çalışanların Endüstri 4.0 Araçlarını Kullanma Yetkinliğine Destek						X						İ3) Ar-Ge Kültürüne İlişkin İç Motivasyon Gelişkinliği

Savunma Sanayide Endüstri 4.0 Olgunluk Parametrelerinin Önceliklendirilmesi İçin
Oluşturulan Ürün ve Teknoloji Kriterlerine Ait İkili Karşılaştırma Anketi

Alt Kriter	Kesinlikle Çok Yüksek	Çok Yüksek	Aslında Yüksek	Zayıf Derecede Yüksek	Eşit Derecede Yüksek	Tam Eşit	Eşit Derecede Düşük	Zayıf Derecede Düşük	Aslında Düşük	Çok Düşük	Kesinlikle Çok Düşük	Alt Kriter
Ü1)Ürün Bileşenlerinin Operasyonel Uyumluluğu								X				Ü2)İnsan-Makine ve Makine-Makine Etkileşimi
Ü1) Ürün Bileşenlerinin Operasyonel Uyumluluğu								X				Ü3)Endüstri 4.0 Araçlarının Kullanım Yoğunluğu
Ü2) İnsan-Makine ve Makine-Makine Etkileşimi						X						Ü3) Endüstri 4.0 Araçlarının Kullanım Yoğunluğu

Savunma Sanayide Endüstri 4.0 Olgunluk Parametrelerinin Önceliklendirilmesi İçin
Oluşturulan Operasyon Kriterlerine Ait İkili Karşılaştırma Anketi

Alt Kriter	Kesinlikle Çok Yüksek	Çok Yüksek	Aslında Yüksek	Zayıf Derecede Yüksek	Eşit Derecede Yüksek	Tam Eşit	Eşit Derecede Düşük	Zayıf Derecede Düşük	Aslında Düşük	Çok Düşük	Kesinlikle Çok Düşük	Alt Kriter
O1) İç ve Dış Veri Paylaşım Araçlarının Kullanımı							X					O2) İç ve Dış Veri Güvenliğinin Sağlanması
O1) İç ve Dış Veri Paylaşım Araçlarının Kullanımı						X						O3) Yazılım ve Donanım Araçlarının Etkin ve Verimli İlişkilendirilmesi
O1) İç ve Dış Veri Paylaşım Araçlarının Kullanımı						X						O4) Üst yönetimin yenilikçi faaliyetlere destek ve tesviği
O2) İç ve Dış Veri Güvenliğinin Sağlanması					X							O3) Yazılım ve Donanım Araçlarının Etkin ve Verimli İlişkilendirilmesi

Ek A.3 Uzman Raporu 3

Savunma Sanayide Endüstri 4.0 Olgunluk Parametrelerinin Önceliklendirilmesi İçin Oluşturulan Ana Kriterlere Ait İkili Karşılaştırma Anketi

Ana Kriter	Kesinlikle Çok Yüksek	Çok Yüksek	Aslında Yüksek	Zayıf Derecede Yüksek	Eşit Derecede Yüksek	Tam Eşit	Eşit Derecede Düşük	Zayıf Derecede Düşük	Aslında Düşük	Çok Düşük	Kesinlikle Çok Düşük	Ana Kriter
K1) Strateji				X								K2) Yönetim ve Organizasyon
K1) Strateji					X							K3) İnsan ve Ar-Ge Kültürü
K1) Strateji					X							K4) Ürün ve Teknoloji
K1) Strateji				X								K5) Operasyon
K2) Yönetim ve Organizasyon							X					K3) İnsan ve Ar-Ge Kültürü
K2) Yönetim ve Organizasyon							X					K4) Ürün ve Teknoloji
K2) Yönetim ve Organizasyon						X						K5) Operasyon
K3) İnsan ve Ar-Ge Kültürü						X						K4) Ürün ve Teknoloji

K3) İnsan ve Ar-Ge Kültürü					X						K5) Operasyon
K4) Ürün ve Teknoloji					X						K5) Operasyon

Savunma Sanayide Endüstri 4.0 Olgunluk Parametrelerinin Önceliklendirilmesi İçin Oluşturulan Strateji Kriterlerine Ait İkili Karşılaştırma Anketi

Alt Kriter	Kesinlikle Çok Yüksek	Çok Yüksek	Aslında Yüksek	Zayıf Derecede Yüksek	Eşit Derecede Yüksek	Tam Eşit	Eşit Derecede Düşük	Zayıf Derecede Düşük	Aslında Düşük	Çok Düşük	Kesinlikle Çok Düşük	Alt Kriter
S1)Hızlı Yanıt Verme							X					S2)Ürün Çeşitliliği
S1) Hızlı Yanıt Verme							X					S3)Endüstri 4.0 Araçları Kullanım Stratejileri
S1) Hızlı Yanıt Verme					X							S4)Yeni Hedef ve Yol Haritası Belirleme
S2) Ürün Çeşitliliği						X						S3) Endüstri 4.0 Araçları Kullanım Stratejileri
S2) Ürün Çeşitliliği				X								S4) Yeni Hedef ve Yol Haritası Belirleme

S3) Endüstri 4.0 Araçları Kullanım Stratejileri				X							S4) Yeni Hedef ve Yol Haritası Belirleme
---	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--

Savunma Sanayide Endüstri 4.0 Olgunluk Parametrelerinin Önceliklendirilmesi İçin Oluşturulan Yönetim ve Organizasyon Kriterlerine Ait İkili Karşılaştırma Anketi

Alt Kriter	Kesinlikle Çok Yüksek	Çok Yüksek	Aslında Yüksek	Zayıf Derecede Yüksek	Eşit Derecede Yüksek	Tam Eşit	Eşit Derecede Düşük	Zayıf Derecede Düşük	Aslında Düşük	Çok Düşük	Kesinlikle Çok Düşük	Alt Kriter
Y1)Endüstri 4.0 Çalışma Gruplarının Oluşturulması							X					Y2)Endüstri 4.0' a uygun yazılım ve donanım standartlarının uygulanması
Y1) Endüstri 4.0 Çalışma Gruplarının Oluşturulması						X						Y3)Endüstri 4.0'a bağlı iş gücü planlaması
Y1) Endüstri 4.0 Çalışma Gruplarının Oluşturulması								X				Y4)Üst yönetimin yenilikçi faaliyetlere destek ve tesviği

Y2) Endüstri 4.0' a uygun yazılım ve donanım standartlarının uygulanması					X						Y3) Endüstri 4.0'a bağlı iş gücü planlaması
Y2) Endüstri 4.0' a uygun yazılım ve donanım standartlarının uygulanması						X					Y4) Üst yönetimin yenilikçi faaliyetlere destek ve tesviği
Y3) Endüstri 4.0'a bağlı iş gücü planlaması							X				Y4) Üst yönetimin yenilikçi faaliyetlere destek ve tesviği

Savunma Sanayide Endüstri 4.0 Olgunluk Parametrelerinin Önceliklendirilmesi İçin Oluşturulan İnsan ve Ar-Ge Kültürü Kriterlerine Ait İkili Karşılaştırma Anketi

Alt Kriter	Kesinlikle Çok Yüksek	Çok Yüksek	Aslında Yüksek	Zayıf Derecede Yüksek	Eşit Derecede Yüksek	Tam Eşit	Eşit Derecede Düşük	Zayıf Derecede Düşük	Aslında Düşük	Çok Düşük	Kesinlikle Çok Düşük	Alt Kriter
İ1) Bilgi Paylaşımı ve Takım Çalışmasına Yatkinlik										X		İ2) Çalışanların Endüstri 4.0 Araçlarını Kullanma Yetkinliğine Destek

İ1) Bilgi Paylaşımı ve Takım Çalışmasına Yatkınlık										X		İ3)Ar-Ge Kültürüne İlişkin İç Motivasyon Gelişkinliği
İ2)Çalışanların Endüstri 4.0 Araçlarını Kullanma Yetkinliğine Destek						X						İ3) Ar-Ge Kültürüne İlişkin İç Motivasyon Gelişkinliği

Savunma Sanayide Endüstri 4.0 Olgunluk Parametrelerinin Önceliklendirilmesi İçin Oluşturulan Ürün ve Teknoloji Kriterlerine Ait İkili Karşılaştırma Anketi

Alt Kriter	Kesinlikle Çok Yüksek	Çok Yüksek	Aslında Yüksek	Zayıf Derecede Yüksek	Eşit Derecede Yüksek	Tam Eşit	Eşit Derecede Düşük	Zayıf Derecede Düşük	Aslında Düşük	Çok Düşük	Kesinlikle Çok Düşük	Alt Kriter
Ü1)Ürün Bileşenlerinin Operasyonel Uyumluluğu						X						Ü2)İnsan-Makine ve Makine-Makine Etkileşimi
Ü1) Ürün Bileşenlerinin Operasyonel Uyumluluğu							X					Ü3)Endüstri 4.0 Araçlarının Kullanım Yoğunluğu

Ü2) İnsan-Makine ve Makine-Makine Etkileşimi							X					Ü3) Endüstri 4.0 Araçlarının Kullanım Yoğunluğu
--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--	---

Savunma Sanayide Endüstri 4.0 Olgunluk Parametrelerinin Önceliklendirilmesi İçin Oluşturulan Operasyon Kriterlerine Ait İkili Karşılaştırma Anketi

Alt Kriter	Kesinlikle Çok Yüksek	Çok Yüksek	Aslında Yüksek	Zayıf Derecede Yüksek	Eşit Derecede Yüksek	Tam Eşit	Eşit Derecede Düşük	Zayıf Derecede Düşük	Aslında Düşük	Çok Düşük	Kesinlikle Çok Düşük	Alt Kriter
O1)İç ve Dış Veri Paylaşım Araçlarının Kullanımı					X							O2)İç ve Dış Veri Güvenliğinin Sağlanması
O1) İç ve Dış Veri Paylaşım Araçlarının Kullanımı								X				O3)Yazılım ve Donanım Araçlarının Etkin ve Verimli İlişkilendirilmesi
O1) İç ve Dış Veri Paylaşım Araçlarının Kullanımı							X					O4)Üst yönetimin yenilikçi faaliyetlere destek ve tesviği
O2) İç ve Dış Veri Güvenliğinin Sağlanması							X					O3) Yazılım ve Donanım Araçlarının Etkin ve Verimli İlişkilendirilmesi

