

SAVUNMA SANAYİ ENDÜSTRİYEL TASARIM MERKEZİ FİZİBİLİTE RAPORU

Şubat – Mayıs 2016

TOBB EKONOMİ VE TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ
ENDÜSTRİYEL TASARIM BÖLÜMÜ

Hazırlayanlar: Yrd. Doç. Dr. Armağan Kuru - Yrd. Doç. Dr. Aydın Öztoprak



SAVUNMA SANAYİ ENDÜSTRİYEL TASARIM İHTİYAÇ VE GEREKLİLİK ARAŞTIRMASI

ÖZET

Bu rapor Ankara Kalkınma Ajansı tarafından 2015 Doğrudan Faaliyet Desteği kapsamında desteklenen, Ankara ve çevresinde savunma sanayi sektöründe faaliyet gösterecek bir Endüstriyel Tasarım Araştırma ve Uygulama Merkezi'nin fizibilite çalışmasını projesinin çıktılarını içermektedir. Rapor kapsamında, savunma sanayi sektör firmalarının katma değerli ürün, alt sistem ve bileşen tasarlayıp üretebilmeleri için gerekli faaliyetlere ürün geliştirme konusunda destek olacak bir merkezin kurulum ve işletme maliyetleri ile yaratacağı değer ve pazar özellikleri araştırılması hedeflenmiştir.

Projenin özel amacı fizibilitesi yapılması planlanan merkezin TOBB ETÜ'de kurulması için gerekli fizibilite çalışmasının yapılmasıdır. Daha önce Ankara Kalkınma Ajansı desteği ile kurularak başarı ile faaliyete geçmiş olan Medikal Ürünler Tasarım Merkezi'nin savunma sanayi odaklı benzerinin fizibilite çalışması yapılmıştır. Özellikle Ankara ve çevresinin seçilmesinin sebebi savunma sektörünün büyük oranda Ankara ve çevresinde yer almasıdır.

Bu projede hedef gruplar savunma sanayi sektör firmalarıdır. Rapor sonucu ortaya çıkacak fizibilite raporunun doğrudan müşterisi yoktur ancak TOBB ETÜ'de kurulması öngörülen araştırma merkezi için karar destek süreçlerine katkı sağlayacaktır. Yüksek hacimli yatırım gerektiren bu merkez için veriye dayalı bir karar verme aracı olacaktır. Savunma Sanayi sektör firmalarının listesine Savunma Sanayi Müsteşarlığı'ndan, sektör fuarlarına katılım listelerinde ve faaliyet alanı savunma sanayi olan firmaların sanayi odalarındaki kayıtlarından ulaşılması hedeflenmiştir. Bu firmalar mikro ölçekten, 4000'den fazla çalışana sahip makro ölçeğe kadar farklılık göstermektedir. Hedef grupların bu özellikleri dikkate alınarak araştırma yöntemi geliştirilmiştir.

Bu projede nihai yararlanıcı TOBB ETÜ Rektörlüğü'dür. Bu çalışma sonucu ortaya çıkan fizibilite raporu savunma sanayi endüstriyel tasarım araştırma ve uygulama merkezi kurulması için veri oluşturacaktır. Ayrıca savunma sanayi sektör firmaları da diğer yararlanıcılardır. Bu firmalar ziyaret edilerek ihtiyaçları değerlendirilmiş, bu ihtiyaçlar doğrultusunda araştırma merkezi yapısı oluşturulmaya çalışılmıştır. Araştırma merkezi kurulduğunda bu firmaların katma değerli ürün ve değer yaratmak için ihtiyaçları uluslararası standartlar çerçevesinde sağlanacaktır.

Bu projede temel faaliyetler, araştırma ve analizdir. Bu faaliyetler kapsamında firma ihtiyaçlarını belirlemek amacıyla mülakat ve anket soruları hazırlanmıştır. Hazırlanan anket ve mülakat soruları Ankara ve çevresindeki savunma sanayi firmalarına yüz yüze görüşmelerle uygulanmıştır. Firma ziyaretleri sonucu toplanan veri sosyal bilimler araştırma ve analiz yöntemleri kullanılarak analiz edilmiş ve derlenmiştir.



TABLULAR

Tablo 1. Firma Faaliyetleri.....	5
Tablo 2. Üretim Yöntemleri.....	6
Tablo 3. Yıllık Üretim	6
Tablo 4. Son yıldaki bileşen üretimi.....	6
Tablo 5. Son yıldaki farklı sistem üretimi.....	7
Tablo 6. Kullanılan Yazılımlar	7
Tablo 7. Özgün ürün geliştirmekte mi?	8
Tablo 8. Yeni ürünlere nasıl karar veriliyor (Ortalama öncelik)	8
Tablo 9. Firmada ürün geliştirme süreci nasıl işlemektedir?	9
Tablo 10. Firmanızda daha önce Endüstriyel Tasarım faaliyetleri yürütüldü mü?.....	9
Tablo 11. Firmada Endüstriyel Tasarım faaliyetleri kaç yıldır yürütülmektedir?	10
Tablo 12. Endüstriyel Tasarımın firma performansına etkileri nelerdir?	11
Tablo 13. Ürünün kullanıcıya uygunluğu (ergonomi) analizi ve MIL-STD standartlarına uygunluğu	11
Tablo 14. Gereksinim Analizi ve Ön Hazırlık	12
Tablo 15. Endüstriyel Tasarım	13
Tablo 16. Prototipleme	13
Tablo 17. Arayüz tasarımı.....	14
Tablo 18. Tasarım Testleri.....	14
Tablo 19. Görselleştirme	15
Tablo 20. Proje Başına Endüstriyel Tasarım Faaliyetleri için Önerilen Bütçe ve Çalışma Süreleri.....	21

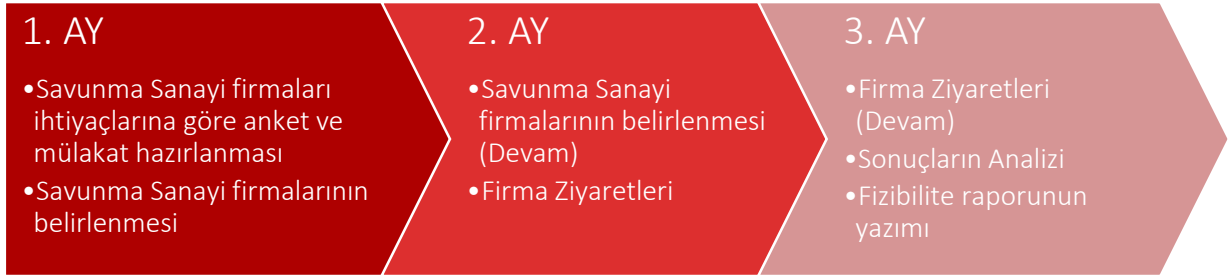


YÖNTEM

Proje sözleşmesinin TOBB ETÜ ve AKA arasında imzalanmasını takiben, öncelikle Ankara ve çevresindeki Savunma Sanayi'ne doğrudan ya da alt yüklenici olarak hizmet veren firmaların listesi oluşturulmuştur. Bu listede, büyük ölçekli firmaların yanı sıra, farklı biçimlerde savunma sanayine hizmet eden firmaların da bulunmasına özen gösterilmiştir.

PROJE TAKVİMİ

Üç ay süren projenin işleyiş ve ilerleyiş takvimi Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Proje Süreci

Buna göre, proje sözleşmesinin imzalanmasının ardından, bir ay süre ile savunma sanayi firmaları ihtiyaçlarına göre anket ve mülakat hazırlanması ve savunma sanayi firmalarının belirlenmesi ve görüşme yapılacak firmaların belirlenmesi çalışması yapılmıştır. Firmaları belirleme çalışması ikinci ay içinde de devam etmiş, bu süreçte görüşmeyi kabul eden firmalara ziyaretler gerçekleştirilmiştir. Üçüncü ay içinde ise firma ziyaretleri sonlandırılmış, sonuçlar analiz edilmiş ve fizibilite raporu son halini almıştır.

KATILIMCI FİRMALAR VE ÖRNEKLEM

Oluşturulan firma listesinde ilk etapta 120 firma listelenmiş ve belirlenen tüm firmalara, yapılacak çalışmayı anlatan ve görüşme talep eden bir eposta atılmıştır. Bu epostalardan 8'i alıcı epostanın çalışmaması nedeniyle geri dönmüştür. İlk etapta gönderilen epostalara olumlu geri dönüş yapan 5 firma olmuş ve bu firmalardan randevu talep edilmiştir. İlk epostanın üzerinden 5 iş günü geçtikten sonra tekrar bir hatırlatma epostası atılmıştır. Bu epostalara olumlu geri dönüş yapan firma sayısı ise 8 olmuştur. İlk 5 mülakattan sonra bu 8 firma ile de randevu alıp görüşülmüştür. İkinci epostadan 5 iş günü sonra ise geri dönüş yapmayan firmalara tekrar eposta atılmıştır. Bu aşamada olumlu geri dönüş yapan firma sayısı ise 7 olmuştur.

Sonuçta, 8 Mart 2016 – 15 Nisan 2016 tarihleri arasında Ankara Merkezli toplamda 20 firma ile üst düzey yönetici seviyesinde görüşmeler yapılmıştır.



ARAŞTIRMA YAPISI VE ANALİZLER

Firma listesi oluşturulduktan sonra, firmalarla yapılacak mülakatlarda sorulacak sorular çıkarılmıştır. Bu aşamada mülakatları yapan araştırmacının en kısa ve hızlı cevap alacak şekilde soru formu oluşturulmasına dikkat edilmiştir. Mülakat sorularını hazırlarken, Savunma Sanayi'nde Endüstriyel Tasarım Sürecinin alt basamakları listelenmiştir. Her basamak için gerekli bilginin alınabileceği sorular listelenmiş, bunun için daha önce yapılan benzer çalışmalardaki sorular dikkate alınmıştır. Bu projede sorulan sorular EK-1'de gösterilmektedir.

Epostalara olumlu geri dönüş yapan firmalar, yerinde ziyaret edilerek yüzyüze görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmelerde, firmaların endüstriyel tasarıma bakış açısı, ihtiyaç duydukları uzmanlık, makine-ekipman ve insan kaynağının yanı sıra, endüstriyel tasarım faaliyetlerine ayırmayı ön gördükleri finansal kaynak ve iş gücü miktarı üzerine sorular yöneltilmiştir. Görüşmeler, gizlilik gerekçesiyle sesli kayıt altına alınmamış, araştırmacılar tüm görüşmeleri soru formuna not almıştır. Yapılan görüşmeler Excel dosyasına aktarılarak, analizleri yapılmıştır.

DİĞER FAALİYETLER

Yapılan analizler sonucunda 21-23 Eylül 2016 tarihlerinde ODTÜ'de düzenlenmesi planlanan 2. Ulusal Tasarım Araştırmaları Konferansı'nda sunulmak üzere bir özet gönderilmiştir. Özet komite tarafından kabul edilmiştir. Rapor tesliminden makalenin tam metni üzerine çalışılmaya devam edilecektir. Konferansa gönderilen özet EK-2'de yer almaktadır.



ANKET VE MÜLAKAT VERİLERİ

FİRMA BİLGİLERİ

Görüşme yapılan toplam 20 firmanın kuruluş yılları 1957 ile 2015 arasında değiştiği görülmüştür, bu firmaların ortalama yaşı $O=19,85$ olmuştur. Görüşülen firmaların faaliyet alanları, savunma sanayiye yönelik doğrudan üretimin yanı sıra, ürün geliştirme, analiz ve ürün mekanik ve kullanıcı arayüzü testleri olarak değişkenlik göstermiştir. Bu firmalarda çalışan sayıları ise 7 ile 2000 arasında değişmektedir. Arayüz testleri yapan firmalar daha az çalışana ihtiyaç duyarken, platform geliştirme ve imalatı yapan firmaların daha fazla sayıda ve özellikle mühendis çalışan istihdam ettiği görülmüştür. Endüstriyel Tasarımcı çalıştırdığını belirten firma sayısı ise 5 olmuştur.

FİRMA FAALİYETLERİ

Araştırmanın ikinci aşamasında, firmalara savuna sanayi alanındaki firma faaliyetleri sorulmuştur. Buna göre (Tablo 1) görüşülen firmaların yoğunlukla alt sistem tasarım \ geliştirme (16 firma); alt sistem bileşeni tasarım \ geliştirme (15 firma); sayısal test \ analiz (15 firma); alt sistem imalatı (13 firma); yazılım geliştirme (13 firma); alt sistem bileşeni imalatı (12 firma); mekanik test \ analiz (12 firma); sistem tasarım \ geliştirme (11 firma) yaptığı görülmüştür. En üst seviye üretim ve geliştirme faaliyeti olan sistem imalatı (9 firma), platform tasarım \ geliştirme (6 firma) ve platform imalatı (4 firma) faaliyetlerini gerçekleştiren firma sayısı ise, diğer alt faaliyetlere göre daha az olduğu görülmüştür.

Tablo 1. Firma Faaliyetleri

Faaliyet	Firma Sayısı
Alt Sistem Tasarım \ Geliştirme	16
Alt Sistem Bileşeni Tasarım \ Geliştirme	15
Sayısal Test \ Analiz	15
Alt Sistem İmalatı	13
Yazılım Geliştirme	13
Alt Sistem Bileşeni İmalatı	12
Mekanik Test \ Analiz	12
Sistem Tasarım \ Geliştirme	11
Sistem İmalatı	9
Tanıtım \ Pazarlama \ Temsilcilik	7
Platform Tasarım \ Geliştirme	6
Platform İmalatı	4

Görüşülen firmaların sahip olduğu üretim yöntemlerine bakıldığında (Tablo 2) ise en sık karşılaşılan talaşlı imalat olmuştur (11 firma). Yüzey işlemleri yapabilen firma sayısı 10 iken, hassas döküm yapabilen firma sayısı ise oldukça azdır (2 firma).



Tablo 2. Üretim Yöntemleri

Üretim Yöntemleri	Firma Sayısı
Talaşlı İmalat	11
Yüzey İşlemleri	10
Sac/metal kesim işleme birleştirme	8
Soğuk Metal Şekillendirme	5
Kompozit İmalatı	4
Hızlı Prototipleme	4
Lazer \ Plazma Kesim	4
Plastik Enjeksiyon	3
Elektro Kimyasal Şekillendirme	3
Hassas Döküm	2

Yıllık üretim miktarına bakıldığında, görüşülen firmaların 3'ünün üretim yapmadığı, ancak yazılım geliştirme veya ürün testi yaptığı; 8'inin yılda 1-100 birim, 5'inin 100-10.000 birim, 4'ünün ise 10.000 birimden fazla sayıda üretim yaptığı görülmüştür.

Tablo 3. Yıllık Üretim

Birim sayısı	Firma Sayısı
1-100 birim	8
100-10.000 birim	5
>10000	4
Üretim yapmıyor	3

Yıllık üretim sayısına ek olarak firmalara son yılda ürettikleri bileşen sayısı da sorulmuştur (Tablo 3). Buna göre, en fazla 101-1000 bileşen üreten firma (6 firma) bulunmaktadır. Son yılda 1000'den fazla bileşen üreten firma sayısı 5 iken, 1-10 bileşen üreten firma sayısı 3 olmuştur.

Tablo 4. Son yıldaki bileşen üretimi

Bileşen Sayısı	Firma Sayısı
101-1000 bileşen	6
1000 bileşenden fazla	5
1-10 bileşen	4
Üretim yapmıyor	3
11-100 bileşen	2



Son yıldaki farklı “sistem” üretimi sorulduğunda ise, sadece 3 firma yine sistem üretmediğini ama yazılım/kullanıcı testi yaptığını belirtmiştir. Geri kalan firmalar yılda en az 1 sistem ürettiğini belirtmiştir (Tablo 4)

Tablo 5. Son yıldaki farklı sistem üretimi

Sistem Sayısı	Firma Sayısı
11-20 sistem	7
1-10 sistem	4
30'dan fazla sistem	4
Sistem üretmiyor	3
21-30 sistem	2
Toplam	20

Firmalara ayrıca, üretim ve tasarım sürecinde kullandıkları programlar sorulmuştur. Buna göre hemen hemen tüm firmalar ofis yazılımlarını kullanırken (19 firma), 9 firma AutoCAD (Inventor), 9 firma SolidWorks, 8 firma NX (Unigraphics), 8 firma ise CATIA yazılımlarını kullandığını belirtmiştir. Bu yazılımların yaygınlığını ve sıklığını anlamak, ileride kurulacak bir tasarım merkezinde bulunması gereken yazılımları ve maliyetlerini anlamak açısından önemlidir (Tablo 6).

Tablo 6. Kullanılan Yazılımlar

Yazılımlar	Firma Sayısı
Ofis Yazılımları (Word, Excel vs.)	19
AutoCAD (Inventor)	9
SolidWorks	9
NX (Unigraphics)	8
CATIA	8
ERP (Enterprise Resource Planning)	4
Resim/Vektör İşleme Yazılımları	3
ProEngineer	2
3D Max	2
Rhinoceros	1
CAM Yazılımı	1
IDEAS	1

Bunların yanı sıra; ANSYS, Software Development Environment, Redmine, Doors, ERP , CPM, Geomagic, Jack, tecm center, MASTA (FEA), KissSoft, Matlab, National Instruments, Labview, Eclipse, Mic. Visual Studio, PLC Programı, Doors, JRE, SVN, Sketch, Adobe Publishing Suite, Test Stand, Labview, C++, C#, FPGA gibi yazılım ve yazılım geliştirme araçları ile çeşitli sistem mühendisliği araçları kullandığını belirten firmalar da olmuştur.



ÜRÜN GELİŞTİRME FAALİYETLERİ

Yapılan görüşmelerde, firma bünyesinde ürün geliştirilip geliştirilmediği ve geliştiriliyorsa ne sıklıkla geliştirildiği sorulmuştur (Tablo 7). Bu soruya 1 firma hariç tüm firmalar “evet” cevabını vermiştir. Ürün geliştirme projesi olmadığını belirten firma ise, bunun sebebini “talep yoğunluğu ve organizasyonel sebepler” olarak belirtmiştir. Görüşme yapılan firmaların ortalama çoğunluğunun yılda 3’ten fazla özgün proje geliştirdiği görülmüştür. Bu durumda sadece ziyaret edilen firmalarda bile yılda 60’dan fazla özgün ürün geliştirme projesi yürütüldüğü, ziyaret talebine olumlu cevap vermeyen 80 firma da dâhil edildiğinde bu sayının 300’lü rakamlara eriştiği söylenebilir. Bu sayı, TOBB ETÜ’de kurulacak endüstriyel tasarım merkezi faaliyetlerinin yıl içerisinde entegre olabileceği proje sayısını ön görmek açısından önemlidir.

Tablo 7. Özgün ürün geliştirmekte mi?

Sıklık	Firma Sayısı
Hayır	1
Birkaç yılda 1	1
Yılda 1	2
Yılda 2-3	4
Yılda 3'ten fazla	12

Firmalara, geliştirilen yeni ürünlere nasıl karar verildiği sorulduğunda, firmaların en sık başvurduğu yöntemin kullanıcı ihtiyaçları ve isteklerini araştırmak; en az başvurduğu yöntemin ise rakip firmaları takip ederek olduğu görülmüştür (Tablo 8). Endüstriyel tasarımın, ürün geliştirme sürecine kullanıcı ihtiyaç ve istekleri araştırılarak yapıldığı düşünüldüğünde, savunma sanayi alanında endüstriyel tasarım faaliyetlerinin yerinin önemli olduğu söylenebilir. Ayrıca savunma sanayinde temel alıcı kamu kurumları olduğu için alıcı ile kullanıcı arasındaki bağ kopmaktadır. Bu sebeple geröek kullanıcı ihtiyaçlarının savunma sanayi ürün geliştirme süreçlerine katılması savunma sistemlerinin verimli kullanımı açısından önemlidir.

Tablo 8. Yeni ürünlere nasıl karar veriliyor (Ortalama öncelik)

Seçenek	Ortalama
Kullanıcı ihtiyaçları ve istekleri araştırılarak	1,06
Firma bünyesinde fikir alışverişi yaparak	2,31
Üretmekte oldukları ürünleri geliştirerek	2,81
Rakip firmaları takip ederek	3,81

Firmalara ürün geliştirme sürecini nasıl yürüttükleri sorulduğunda (Tablo9), 17 firmanın bütün ürün geliştirme süreçlerini firma bünyesinde gerçekleştirdiği; az sayıda firmanın ise nadiren de olsa dışarıdan hizmet alımı yaparak ürün geliştirdiği görülmüştür. Bu durum mülakatlarda firma yöneticilerine



sorulduğunda savunma sanayinin kendine özgü gizlilik ve güvenlik şartları sebebiyle güvenilir alt yüklenici bulmakta zorlandıkları, ihtiyaç duydukları uzmanlıkları Ankara ve çevresinden temin edemedikleri anlaşılmıştır.

Tablo 9. Firmada ürün geliştirme süreci nasıl işlemektedir?

Seçenek	Firma Sayısı
Bütün ürün geliştirme adımlarını firma bünyesinde gerçekleştirerek	17
Mühendislik tasarımını firma bünyesinde tamamlayıp Endüstriyel Tasarım hizmetini başka bir firmadan alarak	5
Başka bir firmadan bitmiş anahtar teslimi ürün geliştirme hizmeti alarak	2
Başka bir firmadan mühendislik tasarımı hizmeti alarak	1

ÜRÜN GELİŞTİRME SÜREÇLERİNDE ENDÜSTRİYEL TASARIMIN YERİ

Firmalara daha önce endüstriyel tasarım faaliyeti yürütüp yürütmediği sorulduğunda 15 firma “yürütüldü” cevabı vermiştir. Bunlardan 7’si “mühendis ve teknikerler endüstriyel tasarım faaliyetlerinden sorumludur” cevabını verirken sadece 3 tanesi “firma bünyesinde çalışan endüstriyel tasarımcı (lar) bulunmaktadır” cevabını vermiştir (Tablo 10). Bu cevaplar, firmalarda ürün geliştirme faaliyetleri yürütülse de, tasarım faaliyetlerinin çoğunlukla endüstriyel tasarımcılar tarafından yapılmadığını göstermektedir. Firmalar ayrıca kaç yıldır endüstriyel tasarım faaliyeti yürüttükleri sorulduğunda ise 5 firmanın 10 yıldan fazla süredir; 5 firmanın 5-10 yıldır; 4 firmanın ise 1-5 yıldır endüstriyel tasarım faaliyeti yürüttüğü görülmüştür (Tablo 11).

Tablo 10. Firmanızda daha önce Endüstriyel Tasarım faaliyetleri yürütüldü mü?

Seçenek	Firma Sayısı
<i>Evet</i>	15
Mühendis ve teknikerler Endüstriyel Tasarım faaliyetlerinden sorumludur.	7
Firma bünyesinde çalışan Endüstriyel Tasarımcı (lar) bulunmaktadır.	3
Firma dışından Endüstriyel Tasarım hizmeti alınmıştır.	5

Firmaların bu iki soruya verdiği cevaplardan endüstriyel tasarım ve ürün geliştirme faaliyetlerinin etkinliğinin firma yöneticilerince tam anlaşılamadığı görülmüştür. Bu firmalarda endüstriyel tasarıma sadece görsel özellikleri iyileştirme veya ürün dış kabuğunun tasarımı olarak yaklaşılmaktadır. Endüstriyel tasarımı ürünün insan etkileşiminin tüm aşamalarında kullanan firma sayısı örneklem içinde çok azdır (n=4). Ancak bu firmalar sektörün şemsiye kuruluşlarından ve büyük ölçekli firmalardır. Bu firmaların sektörde lokomotif rolü olduğu düşünüldüğünde yakın gelecekte endüstriyel tasarım faaliyetlerinin sektörde yaygınlaşacağı anlaşılmaktadır.



Tablo 11. Firmada Endüstriyel Tasarım faaliyetleri kaç yıldır yürütülmektedir?

	Firma Sayısı
Yanıtlamayan firma sayısı	6
10'dan fazla	5
5 - 10 yıl	4
1 – 5 yıl	4
Firmada tasarım yapacak kimse bulunmamaktadır.	1

Firmalara, Endüstriyel Tasarım faaliyetlerinin, firmaya katkıları sorulduğunda ise, firmalardan gelen yanıtlar şu şekilde olmuştur:

- Kurumsallaştı.
- Daha kolay öğrenilen arayüzler tasarlandı.
- Kullanıcı memnuniyetini arttırabilir, endüstriyel tasarımın fikirsel altyapısı oluştu.
- Müşteri memnuniyeti arttı (4 firma).
- Pazar başarısı arttı.
- Bakış açısı değişti.
- Ürün geliştirme süreci değişti. müşteri memnuniyeti artmıştır
- Ürün isterleri şekillendi.
- Ürünü gösteren tasarımdaki detaylar, farklılıklar ortaya çıktı.
- Tasarım ve patent tescilleri, firma tanıtımına katkı, firma kurumsallaştırma katkı sağladı.
- Kullanıcı deneyimi konusunda farkındalık arttı
- Kullanıcı beklentileri ürüne ve üretim prosesine yansıtmasıdır. Ergonomik ve üretime uygun tasarım sağlandı.

Firmalara ayrıca, firmanın Endüstriyel Tasarım faaliyetlerinden beklentiler nelerdir sorusu sorulduğunda ise, şu cevaplar alınmıştır:

- Firma içi ürün geliştirme proseslerini geliştirmeli
- Daimilik sağlanmalı
- Cihazlar şekil olarak iyi görünmeli, kullanıcı dostu olmalı, tasarım yükünü almalı
- Ergonomi standartları, görsellik, malzemede yenilik, üretim kolaylığı sağlamalı
- Montaj kolaylığı, üretim kolaylığı, maliyet etkin tasarım sağlamalı
- Kavramsal tasarım, insan faktörü çalışmaları, alt sistem geliştirmeler sağlamalı
- Ürünlerin daha ergonomik yapılmalı
- Tasarımın üretime dönüştürecek altyapısının bulunmalı, realize edilebilir tasarım olmalı, gerçekçi olmalı. Tasarımları modüler olması sağlanmalı
- Yenilikçi özgün yaklaşım sağlanmalı
- Firma kültürünü oluşturulmalı,
- Farklılık yaratacak ürün geliştirmeli
- Ergonomi, estetik görünüm, kullanıcı memnuniyeti sağlamalı



Firmalara, Endüstriyel Tasarımın firma performansına etkileri nelerdir? Sorusu sorulduğunda, 8'er firma kullanıcı memnuniyetinin ve karlılığın arttığını söylerken, 5 firma satışların arttığını, 3'er firma ise maliyetlerin düştüğünü ve ürün performansının arttığını belirtmiştir. 2 firma ise firma performansına etkisi olmadığını belirtmiştir (Tablo 12).

Tablo 12. Endüstriyel Tasarımın firma performansına etkileri nelerdir?

	Firma Sayısı
Kullanıcı memnuniyeti artmıştır	8
Kârlılık (yaratılan katma değer) artmıştır.	8
Firma satışları artmıştır.	5
Ürün maliyeti düşmüştür.	3
Ürün performansı artmıştır	3
Endüstriyel Tasarımın firma performansına etkisi olmamıştır.	2
Endüstriyel Tasarım firma performansını olumsuz etkilemiştir.	0
Diğer (Açıklayınız)	0

Firmaların üretmekte oldukları bir ürünün Endüstriyel Tasarımı için öngördüğünüz bütçe ne kadardır sorusuna 14 firma yanıt vermiştir. Buna göre bir ürünün Endüstriyel Tasarımı için ön görülen bütçe 80.000 TL ile 100.000 TL arasında değiştiği görülmüştür. Firmaların 4'ü bünyesinde tasarımlarına yönelik hızlı prototipleme tezgahı bulunduğunu, 8'i ise hızlı prototipleme haricinde prototip üretimine yönelik bir altyapı var bulunduğunu belirtmiştir.

ERGONOMİ VE KULLANILABİLİRLİK ÇALIŞMALARI

Katılımcı firmaların ergonomi ve kullanılabilirlik çalışmaları sorgulandığında 11 firma, bu çalışmaları gerçekleştirmek için firma bünyesinde personel bulunduğunu belirtmiş, 6 firma ergonomi analizi yapmadığını, 2 firma ise bunun için alt yüklenici kullandığını belirtmiştir (Tablo 13).

Tablo 13. Ürünün kullanıcıya uygunluğu (ergonomi) analizi ve MIL-STD standartlarına uygunluğu

	Firma Sayısı
Firma bünyesinde personel bulunmaktadır.	11
Kullanıcıya uygunluk (ergonomi) analizi yapılmamaktadır.	6
Firma kullanıcıya uygunluğu (ergonomi) analizi için alt yüklenici kullanmaktadır.	2
Yanıt vermeyen firma	1

ENDÜSTRİYEL TASARIM FAALİYETLERİ

Firmalara, ileride kurulabilecek bir Endüstriyel Tasarım merkezinin olası faaliyet alanlarını anlamak üzere, bünyelerindeki endüstriyel tasarım faaliyetlerinin mevcut durumu ve ihtiyaçları sorulmuştur. Bu



bölümde Endüstriyel Tasarım süreci NATO ürün geliştirme standartlarına göre 5'e ayrılmış, firma yetkililerine bu faaliyetlerin yürütülüp yürütülmediği ve ortalama proje başına ne kadar bütçe ayrıldığı sorulmuştur.

Endüstriyel Tasarım sürecinin ilk aşaması olan gereksinim analizi ve ön hazırlık aşamasında, firmaların çoğunun kavramsal tasarım (18 firma); gereksinim analizi çalışması ve sistem teknik özelliklerinin belirlenmesi çalışması (17 firma) yaptığı görülmüştür. Firmaların çoğunun bu aşamada faaliyet gösterdiği ancak özellikle kullanıcı araştırması ve kullanıcı gereksinimleri belirleme çalışması (7 firma); MIL-STD standartlarına uygun olarak güvenilirlik gereksinimleri belirlenmesi (7 firma); MIL-STD standartlarına uygun olarak ergonomi gereksinimleri belirlenmesi (7 firma) alanlarında desteğe ihtiyaç olduğu gözlemlenmiştir. Firmaların gereksinim analizi ve ön hazırlık faaliyetlerine proje başına ayrılacak bütçenin ise ortalama 65.000 TL olduğu görülmüştür.

Tablo 14. Gereksinim Analizi ve Ön Hazırlık

Faaliyet		Firma Sayısı	Ayrılan ortalama bütçe
Kavramsal (Ön) Tasarım	Mevcut	18	65000 TL
	İhtiyaç	3	
Gereksinim analizi çalışması ve sistem teknik özelliklerinin belirlenmesi	Mevcut	17	
	İhtiyaç	4	
Kullanıcı araştırması ve kullanıcı gereksinimleri belirleme çalışması	Mevcut	12	
	İhtiyaç	7	
MIL-STD standartlarına uygun olarak Güvenilirlik gereksinimleri belirlenmesi	Mevcut	13	
	İhtiyaç	7	
MIL-STD standartlarına uygun olarak İnsan Mühendisliği gereksinimleri belirlenmesi	Mevcut	13	
	İhtiyaç	5	
MIL-STD standartlarına uygun olarak Ergonomi gereksinimleri belirlenmesi	Mevcut	12	
	İhtiyaç	7	
MIL-STD standartlarına uygun olarak Kullanılabilirlik gereksinimleri belirlenmesi	Mevcut	14	
	İhtiyaç	5	

Bu bölümün ikinci aşamasında firmalara Endüstriyel Tasarım faaliyetleri sorulmuştur ((Tablo 15). Buna göre, firmaların çoğunun sistem, alt sistem ve bileşenlerin katı modellerinin oluşturulması (14 firma); platform ve sistem yerleşim tasarımı (11 firma); sistem, alt sistem ve bileşen endüstriyel tasarımlarının yapılması (10 firma); tasarım alternatiflerinin fotogerçekçi görüntülerinin hazırlanması (10 firma) faaliyetlerini gerçekleştirdiği görülmüştür. Buna ek olarak 7 firmanın sistem, alt sistem ve bileşen endüstriyel tasarımlarının yapılması, 7 firmanın ise tasarım alternatiflerinin fotogerçekçi görüntülerinin hazırlanması konularında desteğe ihtiyaç duyduğu görülmüştür. Firmaların bu kapsamdaki faaliyetlere ayrılacak bütçenin proje başına ortalama 30.000 TL olduğu görülmüştür.



Tablo 15. Endüstriyel Tasarım

		Firma Sayısı	Ayrılan ortalama bütçe
Platform ve Sistem Yerleşim Tasarımı	Mevcut	11	30000 TL
	İhtiyaç	5	
Sistem, alt sistem ve bileşen Endüstriyel Tasarımlarının yapılması	Mevcut	10	
	İhtiyaç	7	
Sistem, alt sistem ve bileşenlerin katı modellerinin oluşturulması	Mevcut	14	
	İhtiyaç	3	
Tasarım alternatiflerinin fotogerçekçi görüntülerinin hazırlanması	Mevcut	10	
	İhtiyaç	7	

Tasarımın bir diğer önemli faaliyeti olan prototipleme faaliyeti yapan firma sayısının görüşülen firmaların yarısından az olduğu (Tablo 16) , firmaların özellikle metal prototipleme konusunda (9 firma) desteğe ihtiyaç duyduğu görülmüştür. Prototipleme faaliyetleri için firmaların proje başına ortalama 30.000 TL bütçe ayracağı görülmüştür.

Tablo 16. Prototipleme

		Firma Sayısı	Ayrılan ortalama bütçe
Tasarım alternatiflerinin hızlı prototipleme yöntemi ile görselleştirilmesi	Mevcut	5	30000 TL
	İhtiyaç	5	
Plastik (PLA, ABS vb.) prototipleme	Mevcut	7	
	İhtiyaç	6	
Metal prototipleme	Mevcut	8	
	İhtiyaç	9	

Arayüz tasarımı konusunda, 12 firmanın insan-makine yazılım arayüzlerinin tasarlanması faaliyetlerini firma bünyesi içerisinde gerçekleştirdiği görülmüştür. Ancak firmaların çoğunun bu alanda desteğe ihtiyacının yanı sıra (7 firma), son kullanıcı araştırması (11 firma) ve uzman değerlendirmesi (11 firma) konularında da desteğe ihtiyaç duyduğu görülmüştür. Arayüz tasarımı faaliyetleri için firmaların proje başına ortalama 30.000 TL bütçe ayracağı belirlenmiştir.



Tablo 17. Arayüz tasarımı

		Firma Sayısı	Ayrılan ortalama bütçe
İnsan-makine yazılım arayüzlerinin tasarlanması	Mevcut	12	30000 TL
	İhtiyaç	7	
Son Kullanıcı Araştırması	Mevcut	6	
	İhtiyaç	11	
Uzman Değerlendirmesi	Mevcut	5	
	İhtiyaç	11	

Firmaların çoğunun tasarım testlerini kendi bünyesinde gerçekleştirdiği (Tablo 18), ancak tüm tasarım testleri için ayırabilecekleri bütçenin proje başına 165.000 TL olduğu görülmüştür.

Tablo 18. Tasarım Testleri

		Firma Sayısı	Ayrılan ortalama bütçe
Sistem gereksinimlerinin mekanik test yöntemleri ile test edilmesi	Mevcut	11	75000 TL
	İhtiyaç	6	
Sistem gereksinimlerinin yazılım test yöntemleri ile test edilmesi	Mevcut	12	60000 TL
	İhtiyaç	6	
Kullanıcı araştırmaları ve sistem test\analiz sonuçlarına göre tasarım revizyonlarının yapılması	Mevcut	15	30000 TL
	İhtiyaç	2	

Tasarım sürecinin son aşaması olan sunum hazırlama ve görselleştirme faaliyetlerine bakıldığında ise, fotogerçekçi görüntü hazırlama (11 firma); katalog ve basın için resim çekimi (11 firma); 3D animasyon hazırlanması (13 firma); tanıtım filmi hazırlanması (13 firma) olduğu görülmüştür. Firmaların bu faaliyetler için proje başına ayıracağı bütçe ise 30000 TL olmuştur (Tablo 19).



Tablo 19. Görselleştirme

		Firma Sayısı	Ayrılan ortalama bütçe
Tamamlanan tasarımların üretim, teslimat, montaj, kullanım, bakım, onarım, geri dönüşüm kitaplarının hazırlanması	Mevcut	12	30000 TL
	İhtiyaç	6	
Fotogerçekçi görüntü hazırlama	Mevcut	8	
	İhtiyaç	11	
Katalog ve basın için resim çekimi	Mevcut	8	
	İhtiyaç	11	
3D animasyon hazırlanması	Mevcut	4	
	İhtiyaç	13	
Tanıtım film hazırlanması	Mevcut	4	
	İhtiyaç	13	

Yapılan tüm faaliyet-ihhtiyaç analizleri sonucunda, firmaların en çok (1) görselleştirme; (2) arayüz tasarımı (3) Endüstriyel Tasarım; (4) Gereksinim Analizi ve Ön Hazırlık ve (5) prototipleme faaliyetleri için hizmet alımına ihhtiyaç duyduğu gözlemlenmiştir. Süreç içerisinde yer alan faaliyetler için ayrılacak bütçenin ise proje başına ayrılacak bütçenin 350.000 TL olduğu görülmüştür. Bu rakam kurulabilecek bir araştırma merkezini başarılı bir biçimde işletebileceği gibi makine teçhizat altyapısını yenileme ve insan kaynağı geliştirme açısından yeterli görülmektedir.

ÜRÜN GELİŞTİRME ÇALIŞMALARI İÇİN FİRMA İHTİYAÇLARI

Firmalara, ürün geliştirme çalışmaları sırasındaki ihhtiyaçlarının hali hazırda nasıl karşılandığı sorulmuş ve şu cevaplar alınmıştır:

- Üniversite ve Kosgeb'ten karşılanıyor. Maliyetler yüksek
- Standartlara bakarak firma bünyesinde karşılanmaktadır.
- Pazar araştırması sonucu ve ürün kalite iyileştirme çalışması kaynaklı olarak üretilmektedir.
- İlgili standartlara bakılmaktadır.
- Tasarım faaliyetleri firma bünyesinde mühendisler standartlara bakarak yürütülmektedir.
- Mühendisler standartlar üzerinden değerlendirme yapmaktadır.
- Endüstriyel tasarımcılar ergonomi çalışması yapmaktadır.
- MİL-810G Standartlarına uygunluk mühendisler tarafından denetlenmektedir.
- Ayrı bir ekip var. Bu ekip fonksiyonel testleri, gereksinim analizleri yapmaktadır.
- Müşteri ihhtiyaçları ve beklentileri doğrultusunda müşteri standartları isterse uygulanıyor.
- Firmada konuyla ilgili personel çalıştırılmamaktadır.



Bu noktada firmaların standartlara uygunluk ve belgelendirme için firma gereksinimleri ise şu şekilde sıralanmıştır:

- Belgelendirme ile ilgili mali destek gerekmektedir.
- TSE onaylı tüm testler yapılmış bunun için yaklaşık 10.000 TL ayrılmıştır; bunun için mali desteğe gerekmektedir.
- Standartlara uygunluk için hizmet alımı gerçekleştirilmektedir.
- Belgelendirme yapılmasa da standartlara uygunluk test edilmektedir (1472).
- Firma bünyesinde kalitesi bilgisi ve belgelendirme için personel bulunmaktadır.

Son olarak firma yetkililerine, firmalarında ürün geliştirme / endüstriyel tasarım faaliyetleri yürütülebilmesi için gereksinimleri sorulduğunda şu cevaplar alınmıştır:

- Desteklere ulaşmak için danışmanlık
- Ürün geliştirme için müşteri bulmak
- Pazar araştırması yapılmalı, ihtiyaç belirlendikten sonra geliştirme sürecine geçilebilir
- Maliyetleri yükseltmeden üretilebilir yöntemlerle tasarım yapılması
- Makine mühendisleri için tasarım eğitimi
- Genel tasarım kriterleri
- Estetik kaygı ile tasarım yapılması
- Firmada tasarım kimliği oluşturulmalı
- Stil sahibi, estetik görünüm, ürüne karakter katılması
- Standartlar eski, bağlayıcılığı yok.
- Otomotiv standartları çok kullanılıyor. SAE ürünün kalitesi açısından regülasyonlara uygulanmalıdır. Standartlara körü körüne bağlılık.
- Tasarım araçları ve insan kaynağına yönelik desteklerin artırılması
- Konusunda uzman insan kaynağına ihtiyaç var ve kurumsal olması önemli. Üretimle arasında arayüz olacak, üretim konusunda deneyimli olmalı
- Prototip atölyesi gerekiyor - düşük adetli üretime uygun
- Düşük adetli üretim sıkıntı yaratıyor
- Sac metal / Rapid prototype / Su jeti / Talaşlı İmalat / Lazer kesim"
- Büyük savunma sanayi firmalarının ürün geliştiren firmalara orta vadeli projeksiyon çizmesi gerekmesidir. Ürün geliştirme süreçlerine kullanıcıların dahil edilmesi.



DEĞERLENDİRMELER

Yapılan çalışmada mülakat ve anket sorularına verilen cevaplar sonucu savunma sektörü firmalarında endüstriyel tasarım faaliyetlerinin yürütülmesi ve kurulacak bir endüstriyel tasarım merkezinin kurulum ve işletme maliyetlerine göre aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

- **Sektörde endüstriyel tasarım farkındalığı bulunmaktadır ancak endüstriyel tasarım faaliyetleri etkili yürütülememektedir.**

Firmaların büyük çoğunluğu (19/20) endüstriyel tasarım faaliyetleri yürüttüklerini ve/veya yürütmek niyetinde olduklarını belirtmişlerdir. Ancak bu faaliyetlerin nasıl yürütüleceği ve hangi aşamaları kapsadığına dair yeterli bilgi birikimleri bulunmamaktadır. Firmaların büyük çoğunluğu (n=19) yılda en az bir özgün ürün geliştirme faaliyeti yürüttüğünü ve endüstriyel tasarım yaptığını belirtmiştir. Ancak 2 firma endüstri ürünleri tasarımcısı istihdam ettiğini belirtmiştir. Endüstriyel tasarım faaliyetleri mühendis ve/veya teknikerler tarafından yürütülmektedir. Tasarım faaliyetlerinin yeterli etkinlikte yürütülememesi sektörde kullanıcı şikâyetlerinden dolayı ürün revizyonlarına ve uzun proje zamanlarına sebep olmaktadır.

- **Savunma Sektörü'nde ürün geliştirme adımları genellikle firma bünyesinde yürütülmektedir.**

Firmaların büyük çoğunluğu (17/20) ürün geliştirme adımlarının tamamını firma bünyesinde tamamladıklarını belirtmişlerdir. Bunun sebebini, ürün geliştirme alanında kurumsallaşmış, güvenilir alt yüklenici bulamamaları olarak ifade etmişlerdir. Ziyaret edilen firmaların yaşları incelendiğinde firma yaşının ortalama 19,85 olduğu anlaşılmıştır. Yaklaşık 20 yıllık firmalar yani kurulmuş birkaç çalışandan oluşan endüstriyel tasarım firmalarına güvenmemekte ve kurumsal işbirliği arayışına girmektedirler. Sektörde bu anlamda kurumsallaşmış arz bulunmaması sebebiyle her şirket kendi ürün geliştirme ve endüstriyel tasarım ekibini kurma yoluna gitmektedir. Sektörde verimsizliğe yol açan bu durum; kurulması planlanan endüstriyel tasarım merkezi için fırsat olarak değerlendirilmektedir.

- **Savunma sektöründe makine/ekipman değil insan kaynağı ve bilgi birikimi açığı bulunmaktadır.**

Mülakatlarda Ar-Ge ve ürün geliştirme faaliyetlerinde bulunan firmaların ağırlıklı olarak üniversite mezunu ve mühendis istihdam ettikleri görülmüştür. Katılımcılar ürün geliştirme projelerinde özel uzmanlık gerektiren alanlarda yetişmiş eleman bulmakta zorlandıkları, ürün geliştirme ve tasarım alanında uzman altyüklenici sayısının ise yetersiz olduğunu belirtmişlerdir.

- **Endüstriyel tasarım faaliyetleri standartlara uygunluk ile sınırlıdır.**

Mülakatlarda endüstriyel tasarım ve ergonomi faaliyetlerinin müşterilerin talebi doğrultusunda MIL-STD standartlarına uygunlukla sınırlı tutulduğu ve farklı bir uygulamaya gerek görülmediği anlaşılmıştır. Bu durum müşterisi ve kullanıcı farklı olan savunma sanayi sistemleri için bir açık olarak değerlendirilmiştir. Son yıllarda ilerleyen kullanım deneyimi, kullanılabilirlik, kolay kullanım gibi kavramlar henüz savunma sanayi sistemlerine nüfuz etmemiş ve savunma sanayiinde endüstriyel tasarımının temel ergonomi seviyesinde kaldığı anlaşılmıştır.

- **Savunma sanayiinde endüstriyel tasarım faaliyetleri ürün geliştirme süreçlerine proje başlangıcından itibaren dahil olmalıdır.**



Anket ve mülakatlara verilen cevaplar, insan faktörünün ürün geliştirme süreçlerine çok geç dahil edildiğini ortaya çıkarmıştır. Bu durum literatürde proje sürelerinin, maliyetlerinin uzamasına sebep olacak faktörlerden biri olarak listelenmektedir. Bu sebeple ürün geliştirme süreçlerinde kullanıcı ihtiyaçlarının müşteri ihtiyaçları ile ayrıştırılarak tasarlanan sistem ve ürünlerin son kullanıcıların ihtiyaçlarına uygunluğu sağlanmalıdır. Katılımcılardan biri durumu anlatmak için *“Kullanıcı bizden bisiklet istiyor, satın alması için motorsikleti sipariş ediyor, proje hem uzun sürüyor hem de sonrasında motorsikleti bisiklete çevirmek için tekrar zaman kaybediyoruz”* benzetmesini kullanmıştır.

- **Savunma sanayiinde kullanıcı deneyimi çalışmalarına önemli ölçüde ihtiyaç bulunmaktadır.**
Proje sonucunda savunma sanayiinde ürünlerin genellikle müşteriler tarafından belirlenen özelliklere göre geliştirildiği, müşterilerin de genellikle son kullanıcılar olmadığı anlaşılmıştır. Askeri hiyerarşide üst makamlarda bulunan müşteriler sahadaki kullanıcıların isteklerini tam olarak ürün geliştirme ekibine yansıtamamaktadır. Bu durumda sahada yapılan revizyonlarla proje süreleri uzamakta, proje maliyetleri artmaktadır. İhtiyaç ve gereksinimlerin kullanıcılarla belirlenmesi ve ürünün kullanıcılarla test edilmesi savunma sanayi projeleri için kritik önem taşımaktadır.
Savunma sektöründe birçok ürün sadece eğitimlerde kullanılmakta ve çoğu zaman aktif görevde hiç kullanılmadan hurdaya ayrılmaktadır. Aktif görevde kullanılacak birçok ürünün kullanıcı performansı bilinmemektedir. Bu alanda yapılacak çalışmalar birçok ürünün kullanım performansını artırabileceği gibi, tasarımlarını da iyileştirecektir.
Kurulacak bir tasarım araştırma merkezinin bu alanda da faaliyet göstermesi kamu yararına olacaktır.
- **Savunma sanayiinde imalat sayıları düşüktür.**
Anket ve mülakatlara verilen cevaplardan firmaların genellikle yılda 100'den az sayıda ürün/sistem imalatı yaptıkları anlaşılmıştır. Bu sayılar cirosu bu kadar yüksek bir sektör için düşük kabul edilmekle beraber Ar-Ge odaklı sektör için olağandır. Buna paralel olarak kullanılan yazılım ve imalat teknolojilerine verilen cevaplar da sektörde genellikle sac/metal büküm ve talaşlı imalat yöntem ve araçlarının kullanıldığı anlaşılmaktadır.
Savunma sektörüne hizmet verecek bir endüstriyel tasarım merkezinin özellikle düşük hacimli üretim konusunda uzmanlaşması ve yeteneklerini bu alanda mükemmelleştirmesi gerektiği anlaşılmaktadır.



SAVUNMA SANAYİ ENDÜSTRİYEL TASARIM MERKEZİ GEREKLİLİKLERİ

FİZİKSEL GEREKLİLİKLER

Endüstriyel tasarım ve ürün geliştire merkezlerinin dünyadaki başarılı örnekleri incelendiğinde faaliyetlerin kavramsal tasarım, 3D modelleme, prototip imalatı ve kullanıcı deneyimi testleri şeklinde gruplandığı görülmektedir. Bu gruplama çerçevesinde savunma sanayine özelleşmiş bir tasarım merkezde yaratıcı düşünme ve fikir alışverişi için mekanlar, 3D modelleme için iş istasyonu bilgisayarlar, 3 boyutlu yazıcı ve talaşlı imalat makinelerinin öne çıktığı elektromekanik atölyesi ile kullanıcı araştırmalarının yürütülebileceği kullanıcı deneyimi araştırma laboratuvarlarının bulunması gerekmektedir.

Kavramsal tasarım ve tasarım gereklerinin belirlenmesi aşamasında kullanılmak üzere odak grubu çalışmalarının da yapılabileceği, tele konferans altyapısının bulunduğu yaratıcılığı ve inovasyonu destekleyici ofis ortamı hedeflenen personel sayısına göre düzenlenmelidir. Bu düzenlemede birlikte ve bireysel çalışmayı destekleyecek ofis mobilyası ve mefruşat tercih edilmelidir. Dünyada birçok tasarım ofisi ve tasarım merkezinin tercih ettiği ve literatürde yaratıcılığı tetiklediği belirtilen açık ofis yerleşim düzeni dikkate alınmalıdır.

Ürün geliştirme ve endüstriyel tasarım süreçlerinin imalat süreçleri ile birleştiği nokta olan bilgisayar destekli tasarım araçları her geçen gün gelişmekte ve çeşitlilik göstermektedir. Anket ve mülakatlarda savunma sanayiinde sıklıkla mühendislik tasarımına uygun yazılımların kullanıldığı, proje devamlılığının sağlanması ve verimlilik artışı için PLM yazılımlarından faydalandığı anlaşılmıştır. Bu sebeple bilgisayar destekli tasarım laboratuvarının çeşitli yazılım altyapıları ile uyumlu olacak biçimde düzenlenmesi gerekmektedir. Bu yazılımların kullanılacağı iş istasyonları ise yazılım gereksinimleri göz önüne alınarak düzenlenmelidir. Bilgisayar destekli tasarım laboratuvarında tasarımcıların bilgisayar başında uzun saatler geçirecekleri düşünüldüğünde ergonomik ofis mobilyası ile donatılması gerekmektedir.

Prototipleme endüstriyel tasarım sürecinde tasarım revizyonlarının etkinliğini ve ürün geliştirme sürecinin verimliliğini arttırmaktadır. Bu sebeple elektromekanik prototipleme yapılabilecek, 3 boyutlu yazıcı ve talaşlı imalat imkanlarının bulunduğu bir prototip atölyesi ürün geliştirme merkezinin en önemli gerekliliklerinden biridir. Bu atölyede tasarım fikirlerinin ilk örnekleri üretilerek uzman değerlendirmesine ve kullanıcı deneyimi değerlendirmesine alınarak proje sürecinin kısalması sağlanabilir.

Savunma sanayi ürün geliştirme süreçlerinde, geliştirme aşamasında kullanıcı deneyimi analizlerinin eksikliği birçok katılımcı tarafından ifade edilmiştir. Projesi tamamlanan birçok ürün gerçek kullanıcıları ile test edilmediği için sahada kabul görmemekte ve ciddi revizyonlara girerek proje zamanını ve bütçesini zorlamaktadır. Bu sebeple yazılım kullanıcı arayüzlerini, insan makine arayüzlerini ve kullanıcı deneyimini test edebilecek yazılım ve donanıma sahip bir deneyim laboratuvarı savunma sanayi ürün geliştirme merkezinde yer almalıdır.



Savunma sanayi endüstriyel tasarım ve ürün geliştirme merkezi dört ana bileşenle tanımlanmasına rağmen, bu bileşenlerin birbiri ile birlikte çalışması gerekmektedir. Bileşenler fiziksel olarak da birbirine yakın kurgulanarak, disiplinler arası çalışmaya imkan sağlanmalıdır.

İNSAN KAYNAĞI GEREKLİLİKLERİ

Araştırmaya katılan firmalar ürün geliştirme süreçlerini kendi bünyelerinde sürdürmelerinin temel nedeni olarak ürün geliştirme ve tasarım alanında güvenilir alt yüklenici bulunmamasını, savunma sanayiinde iş yapabilmek için, kalite güvence dokümanları ile belgelenmiş standartlarda çalışmak gerektiğini ve son olarak sektörde bu şekilde çalışan tasarım firma sayısının yetersiz olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca ankete katılan firmaların ortalama yaşı yaklaşık olarak 20 yıldır ve yeni kurulan firmalarla işbirliği için çekinceli oldukları belirtilmiştir. Tasarım ve ürün geliştirme merkezinin sektöre güven vermesi ve beklentileri karşılama amacıyla deneyimli insan kaynağı ile kurulması gerektiği anlaşılmıştır.

Savunma sanayi ürün geliştirme ve endüstriyel tasarım merkezinin faaliyetlerini yürütebilmesi için her biri alanında en az 10 yıl deneyimli endüstriyel tasarımcı, makine mühendisi, elektrik elektronik mühendisi ve bilgisayar mühendislerinden oluşan bir ekibe ihtiyacı bulunmaktadır. Ayrıca kullanıcı deneyimi testleri için de bu alanda uzmanlaşmış tasarımcı ve bilişsel bilim uzmanlarının istihdam edilmesi gerekecektir. Kurulacak merkezin ölçeğine hizmet kapasitesine göre bu disiplinlerden kaçır kişinin istihdam edileceği bir ölçek problemi olarak ortaya çıkmaktadır.

MADDİ GEREKLİLİKLER

Sonuçlardan da anlaşıldığı üzere, kurulacak bir endüstriyel tasarım merkezinin en önemli gideri, insan kaynağı olacaktır. Bunun yanı sıra, tasarım, hızlı prototipleme ve test ekipmanları da merkez için önemli bir gider kalemi olacaktır. Buna göre, bir endüstriyel tasarım merkezi için tahmini bütçe kalemleri şöyledir:



Tablo 20. Proje Başına Endüstriyel Tasarım Faaliyetleri için Önerilen Bütçe ve Çalışma Süreleri

	Çalışma Süresi	Bütçe
Gereksinim Analizi ve Ön Hazırlık Kavramsal (Ön) Tasarım Gereksinim analizi çalışması ve sistem teknik özelliklerinin belirlenmesi Kullanıcı araştırması ve kullanıcı gereksinimleri belirleme çalışması MIL-STD standartlarına uygun olarak <ul style="list-style-type: none">• Güvenilirlik gereksinimleri belirlenmesi• İnsan Mühendisliği gereksinimleri belirlenmesi• Ergonomi gereksinimleri belirlenmesi• Kullanılabilirlik gereksinimleri belirlenmesi	6 adam / ay	65000 TL
Endüstriyel Tasarım Platform ve Sistem Yerleşim Tasarımı Sistem, alt sistem ve bileşen Endüstriyel Tasarımlarının yapılması Sistem, alt sistem ve bileşenlerin katı modellerinin oluşturulması Tasarım alternatiflerinin fotogerçekçi görüntülerinin hazırlanması	6 adam / ay	30000 TL
Prototipleme Tasarım alternatiflerinin hızlı prototipleme yöntemi ile görselleştirilmesi Plastik (PLA, ABS vb.) prototipleme Metal prototipleme	1 adam/ay	30000 TL
Arayüz Tasarımı İnsan-makine yazılım arayüzlerinin tasarlanması Son Kullanıcı Araştırması Uzman Değerlendirmesi	3 adam/ay	30000 TL
Sistem gereksinimlerinin mekanik test yöntemleri ile test edilmesi	3 adam/ay	75000 TL
Sistem gereksinimlerinin yazılım test yöntemleri ile test edilmesi	3 adam/ay	60000 TL
Kullanıcı araştırmaları ve sistem test\analiz sonuçlarına göre tasarım revizyonlarının yapılması	3 adam/ay	30000 TL
Tamamlanan tasarımların üretim, teslimat, montaj, kullanım, bakım, onarım, geri dönüşüm kitaplarının hazırlanması Pazarlama / Tanıtım çalışmalarının desteklenmesi Fotogerçekçi görüntü hazırlama Katalog ve basın için resim çekimi 3D animasyon hazırlanması Tanıtım film hazırlanması	3 adam/ay	30000 TL
Toplam	30 adam/ay	350.000 TL



SONUÇ

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi bünyesinde, savunma sanayi endüstriyel tasarım ve ürün geliştirme merkezi kurulması kararına destek olması için yürütülen fizibilite çalışması sektörden alınan görüşler ve gereklilikler karşılaştırılarak tamamlanmıştır.

Endüstriyel tasarım ve ürün geliştirme merkezi için makine teçhizat giderleri ve mekân tahsisleri düşünüldüğünde kısa vadede kendini karşılayabilecek bir yatırım olacağı anlaşılmaktadır. Ancak böyle bir merkezin sürdürülebilir ve etkili olarak çalışması istihdam edilen insan kaynağı ile doğrudan ilişkilidir. Savunma sanayi firmalarından mülakat ve anketlerle alınan görüşler, merkezin sürdürülebilir bir yapıya bürünmesi için deneyimli personel tarafından yürütülmesi, bilimsel ve teknoloji ilerlemenin takip edilerek uygulanması gerekliliklerini öne çıkarmıştır. Bu sebeple merkezin ana gider kaleminin insan kaynakları olacağı, savunma sanayi projelerinin süreleri göz önüne alındığında ise böyle bir merkezin kurulmasını takiben en az 12 ay tüm personel giderlerinin Öz sermayeden karşılanması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Sonuç olarak tasarım merkezinin hedeflediği faaliyetlerde talep bulunduğu ve bir arz açığının söz konusu olduğu anlaşılmıştır. Savunma sanayi endüstriyel tasarım ve ürün geliştirme merkezinin kurulmasında kamu yararı bulunduğu ve orta vadede sürdürülebilir bir ekonomik modele kavuşacağı da anketlere verilen cevaplarla, makine teçhizat, personel gereksinimlerinin karşılaştırılması sonucu ortaya çıkmıştır. Ancak personel giderlerinin öz sermayeden karşılanacağı düşünüldüğünde merkezin kamu destekli, uzun vadeli bir projenin hayata geçirilmesi ile beraber kurulması, bu projenin tamamlanması ile de sektörde güvenilir bir konuma gelmesi önerilmektedir.



TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi
Söğütözü Cad. No:43 06580 Ankara

EK -1 MÜLAKAT SORULARI

Görüşme Tarihi: __ / __ / 2016 Sayfa | 23

Savunma Sanayi Endüstriyel Tasarım, İhtiyaç ve Gerekliklik Araştırması

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi Endüstriyel Tasarım Bölümü Öğretim Üyeleri olarak Ankara Kalkınma Ajansı destekli Savunma Sanayi Endüstriyel Tasarım Merkezi İhtiyaç ve Gerekliklik Fizibilite Araştırmasını yürütmekteyiz.

Projemiz, Ankara ve çevresinde Savunma Sanayi alanında faaliyet gösteren firmalarla görüşerek, Endüstriyel Tasarım, İnsan Mühendisliği ve bu konularda MIL-STD Standartlarına uyum için ihtiyaçları belirlemeyi hedeflemektedir.

Araştırmacılar **herhangi bir ortamda firma ismi ve bilgilerinin açıklanmayacağını**, çalışma sonuçlarının ticari amaçlarla kullanılmayacağını ve araştırma sonuçlarının çalışmaya katılan tüm firmalarla paylaşılacağını taahhüt etmektedir.

Çalışmamıza katıldığınız için teşekkür ederiz.



GENEL FİRMA BİLGİLERİ

Firma Adı:		
Kuruluş Yılı:		
Adresi:		
Web Sayfası:		
Eposta:		
Çalışan sayısı:	Endüstriyel Tasarımcı	
	Mühendis	
	Temel Bilimler (Fizik, Kimya, vs)	
	Üniversite Mezunu	
	Toplam	
Faaliyet Alanları:		

Yetkili Adı Soyadı:	
Ünvanı:	
Telefon:	
Fax:	
Eposta:	



FİRMA FAALİYETLERİ

Firmanızın savunma sanayi alanında faaliyetlerinden uygun olanları seçiniz.

<input type="checkbox"/> Platform Tasarım \ Geliştirme	<input type="checkbox"/> Platform İmalatı
<input type="checkbox"/> Sistem Tasarım \ Geliştirme	<input type="checkbox"/> Sistem İmalatı
<input type="checkbox"/> Alt Sistem Tasarım \ Geliştirme	<input type="checkbox"/> Alt Sistem İmalatı
<input type="checkbox"/> Alt Sistem Bileşeni Tasarım \ Geliştirme	<input type="checkbox"/> Alt Sistem Bileşeni İmalatı
<input type="checkbox"/> Sayısal Test \ Analiz	<input type="checkbox"/> Mekanik Test \ Analiz
<input type="checkbox"/> Yazılım Geliştirme	<input type="checkbox"/> Tanıtım \ Pazarlama \ Temsilcilik

Sayfa | 25

Firmanızda kullanılan üretim yöntemlerinden uygun olanları seçiniz.

<input type="checkbox"/> Hassas Döküm	<input type="checkbox"/> Kompozit İmalatı
<input type="checkbox"/> Talaşlı İmalat	<input type="checkbox"/> Hızlı Prototipleme
<input type="checkbox"/> Plastik Enjeksiyon	<input type="checkbox"/> Lazer \ Plazma Kesim
<input type="checkbox"/> Sac/metal kesim işleme birleştirme	<input type="checkbox"/> Elektro Kimyasal Şekillendirme
<input type="checkbox"/> Soğuk Metal Şekillendirme	<input type="checkbox"/> Yüzey İşlemleri

Firmanızdaki yıllık üretim miktarı için uygun olanını seçiniz.

<input type="checkbox"/> 1-100 birim
<input type="checkbox"/> 100-10000 birim
<input type="checkbox"/> 10000 birimden fazla

Firmanızda son yılda kaç farklı ürün üretilmiştir.

<input type="checkbox"/> Adet Farklı Bileşen	<input type="checkbox"/> Adet Farklı Sistem
--	---

Firmanızda kullanılan yazılımlardan uygun olanları seçiniz.

<input type="checkbox"/> Ofis Yazılımları (Word, Excel vs.)	<input type="checkbox"/> CATIA
<input type="checkbox"/> Rhinoceros	<input type="checkbox"/> 3D Max
<input type="checkbox"/> AutoCAD (Inventor)	<input type="checkbox"/> CAM Yazılımı (_____)
<input type="checkbox"/> SolidWorks	<input type="checkbox"/> Resim/Vektör İşleme Yazılımları
<input type="checkbox"/> NX (Unigraphics)	<input type="checkbox"/> IDEAS
<input type="checkbox"/> ProEngineer	<input type="checkbox"/> ERP (Enterprise Resource Planning)
<input type="checkbox"/> CRM (Customer Relationship Management)	<input type="checkbox"/> Diğer (_____)



ÜRÜN GELİŞTİRME FAALİYETLERİ

Firma bünyesinde **özgün** ürün geliştirilmekte midir?

<input type="radio"/> Evet	<input type="radio"/> Hayır
----------------------------	-----------------------------

Evet ise hangi sıklıkla?

Sayfa | 26

<input type="radio"/> Birkaç yılda 1	<input type="radio"/> Yılda 1	<input type="radio"/> Yılda 2-3	<input type="radio"/> Yılda 3'den fazla
--------------------------------------	-------------------------------	---------------------------------	---

Firma geliştirecek yeni ürünlere nasıl karar vermektedir? (1 en sık uygulama olmak üzere, 1 ile 4 arasında sıralayınız)

___	Kullanıcı ihtiyaçları ve isteklerini araştırarak.
___	Rakip firmaları takip ederek.
___	Üretmekte oldukları ürünlerini geliştirerek.
___	Firma bünyesinde fikir alışverişi yaparak.

Firmada ürün geliştirme süreci nasıl işlemektedir?

___	Başka bir firmadan bitmiş anahtar teslimi ürün geliştirme hizmeti alarak.
___	Başka bir firmadan mühendislik tasarımı hizmeti alarak.
___	Mühendislik tasarımı firma bünyesinde tamamlayıp Endüstriyel Tasarım hizmetini başka bir firmadan alarak.
___	Bütün ürün geliştirme adımlarını firma bünyesinde gerçekleştirerek.

Firmanın halihazırda yürümekte olduğu özgün Ürün Geliştirme projesi var mıdır?

<input type="radio"/> Evet	<input type="radio"/> Hayır
Belirtiniz _____	

Hayır ise, firmanın özgün ürün geliştirmemesinin başlıca sebebi nedir?



ÜRÜN GELİŞTİRME SÜREÇLERİNDE ENDÜSTRİYEL TASARIMIN YERİ

Firmanızda daha önce Endüstriyel Tasarım faaliyetleri yürütüldü mü?

- Hayır,
- Evet, (ise)
 - Mühendis ve teknikerler Endüstriyel Tasarım faaliyetlerinden sorumludur.
 - Firma bünyesinde çalışan Endüstriyel Tasarımcı(lar) bulunmaktadır.
 - Firma dışından Endüstriyel Tasarım hizmeti alınmıştır.

Sayfa | 27

Firmada Endüstriyel Tasarım faaliyetleri kaç yıldır yürütülmektedir?

- Firmada tasarım yapacak kimse bulunmamaktadır.
- 1 – 5
- 5 -10
- 10'dan fazla

Endüstriyel Tasarım faaliyetlerinin firmaya katkıları neler olmuştur?:

Firmanın Endüstriyel Tasarım faaliyetlerinden beklentiler nelerdir?

Endüstriyel Tasarım'ın firma performansına etkileri nelerdir?

- Firma satışları artmıştır.
- Ürün maliyeti düşmüştür.
- Kullanıcı memnuniyeti artmıştır
- Ürün performansı artmıştır
- Kârlılık (yaratılan katma değer) artmıştır.
- Endüstriyel Tasarım ın firma performansına etkisi olmamıştır.
- Endüstriyel Tasarım firma performansını olumsuz etkilemiştir.
- Diğer (Açıklayınız)



Üretmekte olduğunuz bir ürünün Endüstriyel Tasarımı için öngördüğünüz bütçe ne kadardır?

Ürün _____

- | | |
|--------------------------------------|---|
| <input type="radio"/> 5 - 10 bin TL | <input type="radio"/> 50 - 75 bin TL |
| <input type="radio"/> 10 - 20 bin TL | <input type="radio"/> 75 - 100 bin TL |
| <input type="radio"/> 20 - 50 bin TL | <input type="radio"/> 100 bin TL ve üzeri |

Sayfa | 28

Firma tasarımlarına yönelik hızlı prototipleme tezgahı var mıdır?

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| <input type="radio"/> Evet | <input type="radio"/> Hayır |
|----------------------------|-----------------------------|

Belirtiniz

Hızlı prototipleme haricinde prototip üretimine yönelik bir altyapı var mıdır, bu üretimler için alt yüklenici kullanılmakta mıdır?

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| <input type="radio"/> Evet | <input type="radio"/> Hayır |
|----------------------------|-----------------------------|

Belirtiniz

ERGONOMİ VE KULLANILABİLİRLİK ÇALIŞMALARI

Ürünün kullanıcıya uygunluğu (ergonomi) analizi ve MIL-STD standartlarına uygunluğu için görevli personel bulunmakta mıdır? Bu hizmetler için alt yüklenici kullanılmakta mıdır?

- | |
|---|
| <input type="radio"/> Firma bünyesinde personel bulunmaktadır. |
| <input type="radio"/> Firma kullanıcıya uygunluğu (ergonomi) analizi için alt yüklenici kullanmaktadır. |
| <input type="radio"/> Kullanıcıya uygunluk (ergonomi) analizi yapılmamaktadır. |

Bu konularda ihtiyaçlar nelerdir, hali hazırda nasıl karşılanmaktadır?

Standartlara uygunluk ve belgelendirme için firma gereksinimleri nelerdir?



ENDÜSTRİYEL TASARIM FAALİYETLERİ

Aşağıdaki faaliyetlerden firmanızda yürütülenleri, ihtiyaçlarınızı ve ayırdığınız/ayırabileceğiniz bütçeyi lütfen belirtiniz.

Gereksinim Analizi ve Ön Hazırlık	Mevcut	İhtiyaç	Bütçe
Kavramsal (Ön) Tasarım			
Gereksinim analizi çalışması ve sistem teknik özelliklerinin belirlenmesi			
Kullanıcı araştırması ve kullanıcı gereksinimleri belirleme çalışması			
MIL-STD standartlarına uygun olarak			
Güvenilirlik gereksinimleri belirlenmesi			
İnsan Mühendisliği gereksinimleri belirlenmesi			
Ergonomi gereksinimleri belirlenmesi			
Kullanılabilirlik gereksinimleri belirlenmesi			

Endüstriyel Tasarım	Mevcut	İhtiyaç	Bütçe
Platform ve Sistem Yerleşim Tasarımı			
Sistem, alt sistem ve bileşen Endüstriyel Tasarımlarının yapılması			
Sistem, alt sistem ve bileşenlerin katı modellerinin oluşturulması			
Tasarım alternatiflerinin fotogerçekçi görüntülerinin hazırlanması			
Prototipleme	Mevcut	İhtiyaç	Bütçe
Tasarım alternatiflerinin hızlı prototipleme yöntemi ile görselleştirilmesi			
Plastik (PLA, ABS vb.) prototipleme			
Metal prototipleme			
Arayüz Tasarımı	Mevcut	İhtiyaç	Bütçe
İnsan-makine yazılım arayüzlerinin tasarlanması			
Son Kullanıcı Araştırması			
Uzman Değerlendirmesi			
Tasarım Testleri	Mevcut	İhtiyaç	Bütçe
Sistem gereksinimlerinin mekanik test yöntemleri ile test edilmesi			
Sistem gereksinimlerinin yazılım test yöntemleri ile test edilmesi			
Kullanıcı araştırmaları ve sistem test\analiz sonuçlarına göre tasarım revizyonlarının yapılması			
Tamamlanan tasarımların üretim, teslimat, montaj, kullanım, bakım, onarım, geri dönüşüm kitaplarının hazırlanması			
Pazarlama\tanıtım çalışmalarının desteklenmesi			
Fotogerçekçi görüntü hazırlama			
Katalog ve basın için resim çekimi			
3D animasyon hazırlanması			
Tanıtım film hazırlanması			



TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi
Söğütözü Cad. No:43 06580 Ankara

ÜRÜN GELİŞTİRME ÇALIŞMALARI İÇİN FİRMA İHTİYAÇLARI

Sayfa | 30

Lütfen firmanızda ürün geliştirme faaliyetleri yürütülebilmesi için gereksinimlerini belirtiniz.

Lütfen diğer fikir ve görüşlerinizi paylaşınız.

Teşekkür Ederiz.



EK -2 ULUSAL TASARIM ARAŞTIRMALARI KONFERANSI'NA GÖNDERİLEN BİLDİRİ ÖZETİ

Savunma Sektöründe Ürün Geliştirme Süreçlerinde Endüstriyel Tasarım Faaliyetlerinin Yeri*

Aydın Öztoprak, Armağan Kuru

TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi

Endüstriyel Tasarım Bölümü

Savunma sektörü ürün geliştirme süreçleri, gizlilik, düşük imalat sayıları, uzun proje takvimleri ve yüksek seviyede standardizasyon gibi kendine özel gereklilikleri ile endüstriyel tasarım süreçleri için çeşitli ek basamaklar barındırmaktadır. Endüstriyel tasarım süreçleri İkinci Dünya Savaşı'nı takip eden yıllarda çok uluslu savunma sektörü firmaları için ürün geliştirme faaliyetlerinin bir parçası olmuştur. Sektördeki bu açığa karşın endüstriyel tasarım süreçlerinin savunma sanayi ürün geliştirme süreçlerindeki yerine dair güncel bir araştırma bulunmamaktadır.

Bu çalışma ile sektörde faaliyet gösteren ürün geliştirme ve imalat firmalarının endüstriyel tasarım süreçlerinin incelenmesi, ihtiyaçlarının belirlenmesi ve bu ihtiyaçların karşılanması için yapılması gerekenler konusunda bir araştırma kurgulanmıştır. Stratejik konumu ve savunma sanayinde temel alıcılara yakınlığı ile savunma sektörüne hizmet veren kurum ve kuruluşların yüzde 40'ı Ankara ve çevresinde yer almaktadır. Bu nedenle çalışmada tüm Türkiye'de yer alan savunma sektörü firmaları araştırma evreni olarak değerlendirilmeye beraber Ankara ve çevresindeki firmalar örneklem olarak seçilmiştir.

Kurgulanan araştırma ile sektör firmalarının yüksek kalitede imalat yetenekleri olmasına rağmen daha yüksek katma değer yaratacak özgün ürün geliştirme aşamasında yaşadıkları sorunların sebeplerinin ortaya çıkarılması hedeflenmektedir. Araştırma kapsamında ürün geliştirme, tasarım ve/veya imalat faaliyetleri yürüten firmalar çeşitli veri tabanlarında taranarak bu firmaların endüstriyel tasarım faaliyetleri, bu alandaki ihtiyaçları ve bu faaliyetler ve ihtiyaçlar için ayırdıkları kaynaklar yüz yüze yarı yapılandırılmış mülakatlar ile araştırılarak analiz edilecektir. Analizler sonucu savunma sektöründe endüstriyel tasarım gereklilikleri, savunma sektörü ürün geliştirme süreçlerinde endüstriyel tasarım ve kullanıcı gerekliliklerinin yeri gibi konularda bilgi üretimi amaçlanmaktadır. Makalenin sonuç bölümünde ise savunma sektöründe ürün geliştirme faaliyetlerinin artırılması için endüstriyel tasarım süreçlerinin kullanımı hakkında öneriler tariflenecektir.

*Bu araştırma Ankara Kalkınma Ajansı 2015 Doğrudan Faaliyet Desteği kapsamında desteklenmektedir.

SAVUNMA SANAYİ ENDÜSTRİYEL TASARIM MERKEZİ FİZİBİLİTE RAPORU

Şubat – Mayıs 2016

TOBB EKONOMİ VE TEKNOLOJİ ÜNİVERSİTESİ
ENDÜSTRİYEL TASARIM BÖLÜMÜ

Hazırlayanlar: Yrd. Doç. Dr. Armağan Kuru - Yrd. Doç. Dr. Aydın Öztoprak

Bu rapor, T.C. Kalkınma Ajansı'nın desteklediği TR51/15/DFD/0047projesi kapsamında hazırlanmıştır. İçerik ile ilgili tek sorumluluk TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi'ne aittir ve T.C. Ankara Kalkınma Ajansı'nın görüşlerini yansıtmaz.