

SAVUNMA SEKTÖRÜNDE FAALİYET GÖSTEREN İŞLETMELERDE ENDÜSTRİYEL TASARIM SÜREÇLERİ

Aydın Öztoprak, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Endüstriyel
Tasarım Bölümü

Armağan Karahanoğlu, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi,
Endüstriyel Tasarım Bölümü

Savunma sanayi endüstriyel tasarım süreçleri, gizlilik, düşük imalat sayıları ve yüksek seviyede standardizasyon gibi gereklilikleri ile yazında yer alan endüstriyel tasarım süreçleriyle farklılaşmaktadır. Sektörde endüstriyel tasarım süreçlerine dair araştırmalar bulunmakla beraber, ülkemizde faaliyet gösteren sektör kuruluşlarında yürütülen endüstriyel tasarım süreçlerine dair güncel bir araştırma, bilgimiz dâhilinde yapılmamıştır. Bu bağlamda sektörde faaliyet gösteren ürün geliştirme ve imalat firmalarının endüstriyel tasarım süreçlerinin incelenmesi ve ihtiyaçlarının belirlenmesi konusunda bir araştırma yapılmıştır [1]. Araştırmada tüm Türkiye’de yer alan savunma sektörü firmaları araştırma evreni olarak değerlendirilmeye beraber, Ankara ve çevresindeki firmalar örneklem olarak seçilmiştir. Bu seçimde savunma sanayinde temel alıcılara yakınlığı ve savunma sanayi, kurum ve kuruluşlarının yüzde 40’ının Ankara ve çevresinde yer alması etkili olmuştur. Ülkemizde savunma sektörüne yarı mamul seviyesinde imalat yapan birçok firma bulunmasına rağmen özgün ürün geliştiren firma sayısı yeterli seviyede değildir. Bu araştırma ile yarı mamul üreten bu firmaların daha yüksek katma değer yaratacak özgün ürün geliştirme aşamasına geçmek için ihtiyaçlarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Araştırma kapsamında firmaların endüstriyel tasarım faaliyetleri ve bu alandaki ihtiyaçları yüz yüze, yarı yapılandırılmış mülakatlar ile araştırılmıştır. Bu bildiride, araştırma sonucu elde edilen savunma sektöründe endüstriyel tasarım faaliyetlerinin yürütülmesi için ihtiyaçlar, Ankara özelinde sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Endüstriyel tasarım; endüstriyel tasarım süreci; ürün geliştirme; savunma sanayi.

GİRİŞ

Endüstriyel tasarım, ürünlerin, hizmetlerin ve bu ürün ve hizmetlerin yarattığı deneyimlerin belirli süreçler çerçevesinde tanımlanması ve bu tanımlar çerçevesinde üretilebilmesi için gerekli bilginin oluşturulması olarak tanımlanabilir. Bu geniş tanım çerçevesinde, tasarlanan ürün ve hizmetlerin özelliklerine göre, birçok farklı yöntem kullanılmakta (Roozenburg ve Eckels, 1995), ve ürün ve hizmetlerin üretimi için gerekli bilgi çeşitli süreçler dâhilinde oluşturulmakta-

dır. Bu süreçler, genellikle ürün ve hizmetlerin daha kaliteli ve daha hızlı pazara sunulması için kullanılmakta ve geliştirilmektedir (Eppinger vd., 1994). Son yıllarda daha kaliteli kavramı kullanıcıların ürün ve hizmet sonucu yaşadıkları deneyimlerin ölçülmesi (Hassenzahl ve Tractinsky, 2006) ile değerlendirilmekte ve bu amaçla son kullanıcı araştırmaları endüstriyel tasarım süreçlerinde sıklıkla kullanılmaktadır. Endüstriyel tasarım yazınında, daha kaliteli ürün ve hizmetler üretmek üzere kullanıcı araştırmaları (Albert ve Tullis, 2013), endüstriyel tasarım yöntemleri (Aldoy ve Evans, 2011) ve yaratıcılık yöntemleri (Le Masson vd., 2011) konularında çok sayıda araştırmaya rastlanmaktadır.

Endüstriyel tasarım süreçleri pazara hızlı sunulan ve yenilikçi kullanım deneyimleri vaat eden ürünlerin gelişimini destekleyecek şekilde planlanmaktadır. Ancak, geliştirilen bu süreçler tüm ürün grupları için aynı derecede kabul görmemektedir. Savunma sanayi ürün gruplarında uygulanacak endüstriyel tasarım süreçleri, savunma sanayi ürünlerinin kullanım ortamları, kullanıcı grupları ve katı standartlar sebebiyle değişime uğramaktadır.

Savunma sanayi ürünleri endüstriyel tasarım faaliyetleri, kullanım kalitesinin artırılması yönünde yoğunlaşmakta, pazara hızlı sunum geri planda kalmaktadır. Kullanım senaryolarında, kullanıcının dikkatinin farklı uyarılara dağıldığı ve yüksek stres altında çalıştığı ön görülmekte ve standartlar bu senaryolara göre oluşturulmaktadır. Birçok alt sistem, sistem ve platformun birlikte çalışmasının öngörüldüğü senaryolarda ürün kullanımından doğan hataların en aza indirilmesi için özelleşmiş endüstriyel tasarım süreçlerine ihtiyaç duymaktadır.

Savunma sanayiinde uygulanan endüstriyel tasarım süreçleri ve standartları, İkinci Dünya Savaşı sonucu elde edilen deneyimlerle, savunma sanayiinde üretici ve ihracatçı birçok ülke tarafından kullanılmıştır ve geliştirilerek kullanılmaya devam edilmektedir. Yüz binlerce bileşenden oluşan karmaşık platformların iş birliği bir ortamda tasarlanması, uzun proje süreleri, düşük imalat sayıları, ve üst seviyelerde tutulan gizlilik gibi konular endüstriyel tasarım süreçlerinde göz önünde tutulmaktadır. Bunlara ek olarak, savunma sanayiinde kullanıcıların çoğunlukla belirli bir demografik yapıda olması ve birçok ürünü kullanım esnasında ilk defa deneyimlemesi gibi kullanım özellikleri de endüstriyel tasarım süreçlerini etkilemektedir.

Yurt dışında 1950'li yıllarda başlayan savunma sanayiinde endüstriyel tasarım faaliyetleri ve süreçleri uygulamalarının ülkemizdeki geçmişi milli savunma sanayimizin gelişimi ile paralellik göstermektedir. Son on yılda ise ülkemiz savunma sanayiindeki üretimi artırmış, ithalatı ise azaltmıştır. Türkiye, son on yılda küresel ihracattaki payını yüzde 0,4'den yüzde 1,2'ye çıkartmış, savunma sanayii ithal eden ülkeler sıralamasında ise üst sıralardan 11. sıraya kadar gerilemiştir (TOBB Türkiye Savunma Sanayi Meclisi, 2011). Benzer biçimde son on yılda AR-GE çalışmalarında da artış olmuş ve sektör firmalarında, öz kaynaklardan AR-GE'ye ayrılan pay yaklaşık %10 olarak gerçekleşmiştir, ancak AR-GE çalışmaları sonu-

cu geliştirilen teknolojilerin özgün ürüne dönüşme oranının yeterli seviyede gerçekleşmediği belirtilmiştir (Savunma Sanayii Müsteşarlığı, 2015). Teknolojilerin özgün ürüne dönüşmesindeki yetersiz oran, ürün geliştirme ve endüstriyel tasarım süreçlerinin incelenmesi ve bu süreçlerdeki ihtiyaçların belirlenmesi gerekliliğini doğurmuştur.

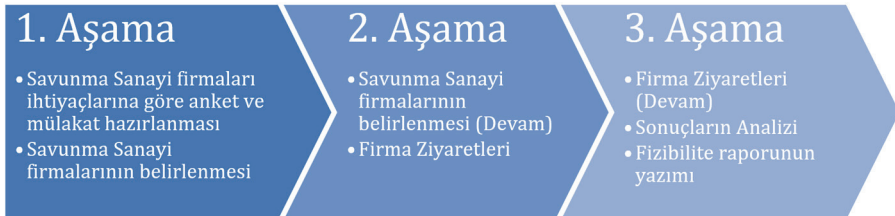
Bu amaçla savunma sanayiine yönelik alt bileşen, bileşen ve platform ürün tasarımı ve/veya üretimi yapan firmaların endüstriyel tasarım ve ürün geliştirme süreçlerinin incelenmesi için bir çalışma kurgulanmıştır. Bu çalışma doğrultusunda araştırma kapsamına giren tüm firmalar örneklenmiş ve bu örneklem dahilindeki tüm firmalardan yüz yüze, yarı yapılandırılmış mülakat yöntemi ile veri toplanmıştır.

YÖNTEM

Savunma sanayinde endüstriyel tasarım faaliyetleri ve bu faaliyetler için gereksinimlerin incelenmesi için, öncelikle bu faaliyetleri yürüten firmalar ve bu firmaları temsil eden örneklem belirlenmiştir. Daha sonra bu firmalarla irtibata geçilerek araştırma konusu ve içeriği anlatılmış, çalışmaya katılmaya davet edilmişlerdir. Çalışmaya katılmayı kabul eden firmalarda, üst düzey yöneticilerle yüz yüze yarı yapılandırılmış mülakatlar yapılmış ve sonuçlar raporlanmıştır. Katılımcıların dikkatini toplamak amacıyla mülakatlar kısa tutulmaya çalışılmış ve katılımcıdan en kısa ve hızlı cevap alacak şekilde soru formu oluşturulmasına dikkat edilmiştir. Mülakat sorularını hazırlarken, savunma sanayinde endüstriyel tasarım sürecinin alt basamakları listelenmiştir. Her basamak için gerekli bilginin alınabileceği sorular listelenmiş, bunun için daha önce yapılan benzer çalışmalardaki sorular dikkate alınmıştır. Araştırma kapsamında,

- Savunma sanayinde endüstriyel tasarım faaliyetleri ne ölçüde yürütülmektedir?
- Endüstriyel tasarım faaliyetlerini yürütmek için gereklilikler nelerdir?
- Endüstriyel tasarım faaliyetlerini yürütmek için ihtiyaçlar nelerdir?

sorularına yanıt aranmıştır. Araştırma üç aşamalı olarak planlanmış, ilk aşamada mülakat soruları ve örneklem içinde yer alacak firmalar belirlenmiş, ikinci aşamada mülakatlar gerçekleştirilmiş, üçüncü aşamada ise sonuçlar analiz edilmiştir. Bu aşamalar Resim 1’de gösterilmiştir.



Resim 1. Araştırma süreci

Örneklem

Araştırma evreni olarak, Türkiye’de savunma sanayiine hizmet veren tasarım ve imalat firmaları belirlenmiş ve bu firmaları temsil eden bir örnekleme yapılmıştır. Örneklem oluşturulurken araştırmacılara yakınlığı, merkezi konumu, savunma sanayi genel alıcılarının konumu (Savunma Sanayi Müsteşarlığı, 2015) ve firmaların yüzde 40’ının Ankara ve çevresinde yer alması (TOBB Türkiye Savunma Sanayi Meclisi, 2011) sebebiyle Ankara ili araştırma bölgesi olarak seçilmiştir.

Savunma Sanayii Müsteşarlığı, Savunma ve Havacılık Sanayii İmalatçılar Derneği ve sektörel fuar katılım listelerinden derlenen firma listesinden, ilk etapta 120 firma örneklem olarak belirlenmiştir. Örneklem seçilirken belirlenen tüm firmaların İnternet siteleri ziyaret edilerek faaliyet alanları araştırılmıştır. Belirlenen tüm firmalara, araştırmayı anlatan ve görüşme talep eden bir e-posta atılmıştır. Bu e-postalardan sekizi alıcı e-postanın çalışmaması nedeniyle geri dönmüştür. İlk etapta gönderilen e-postalara olumlu geri dönüş yapan beş firma olmuş ve bu firmalarla görüşme tarihleri netleştirilmiştir. İlk e-postanın üzerinden beş iş günü geçtikten sonra tekrar bir hatırlatma e-postası atılmıştır. Bu e-postalara olumlu geri dönüş yapan firma sayısı ise sekiz olmuştur. İlk beş mülakattan sonra bu sekiz firma ile de görüşmeler yapılmıştır. İkinci e-postadan beş iş günü sonra ise geri dönüş yapmayan firmalara tekrar e-posta atılmıştır. Bu aşamada olumlu geri dönüş yapan firma sayısı ise yedi olmuştur. Sonuç olarak, Ankara merkezli, toplamda 20 firma ile üst düzey yönetici seviyesinde görüşmeler yapılmıştır.

Araştırma Yapısı

Örneklemin oluşturulmasını takiben, mülakat formları hazırlanmıştır. Mülakat formları bilgilendirme bölümü, firma bilgileri, firma faaliyetleri, ürün geliştirme faaliyetleri, firma faaliyetlerinde endüstriyel tasarımın yeri, ve endüstriyel tasarım faaliyetleri ve ihtiyaçları, olmak üzere altı bölüm olarak hazırlanmıştır. Mülakat soruları hazırlanırken katılımcıların kolaylıkla anlayabileceği, kısa ve öz cümlelerle cevaplandırılacak sorular tercih edilmiştir. Mülakat formlarının hazırlanmasını takiben iki pilot çalışma gerçekleştirilmiş ve mülakat formu tekrar düzenlenmiştir.

Katılımcı firmaların ürün geliştirme süreçlerinde endüstriyel tasarım faaliyetlerinin yerini sorgulamak amacıyla endüstriyel tasarım süreci alt basamakları listelenmiş ve bu basamaklarda firmaların ihtiyaçlarını belirtmeleri istenmiştir. Her basamak için gerekli bilginin alınabileceği sorular listelenmiş, bunun için daha önce yapılan benzer çalışmalardaki sorular dikkate alınmıştır.

Mülakatlarda 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 görüşme-

ler kodlanarak Microsoft Excel yazılımına aktarılmış ve tanımlayıcı istatistiksel analizler yapılmıştır.

SONUÇLAR

Araştırmaya katılan toplam 20 firmanın kuruluş yıllarının 1957 ile 2015 arasında değiştiği ve bu firmaların ortalama yaşının $O=19,85$ olduğu görülmüştür. Katılımcı firmaların faaliyet alanları, savunma sanayine yönelik doğrudan üretimin yanı sıra, ürün geliştirme faaliyetleri, ürün analizi ve ürün mekanik testleri ve kullanıcı arayüzü testleri olarak değişkenlik göstermiştir. Bu firmalarda çalışan sayıları ise yedi ile 2000 arasında değişmektedir. Mühendislik tasarımı 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 beş olmuştur.

Araştırmanın ikinci aşamasında, firmalara savuna sanayii alanındaki firma faaliyetleri sorulmuştur. Buna göre, 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), ve sistem tasarım\geliştirme (11 firma) faaliyetleri yaptıkları görülmüştür (Tablo 1). En üst seviye üretim ve geliştirme faaliyeti olan sistem imalatı (dokuz firma), platform tasarım\geliştirme (altı firma) ve platform imalatı (dört firma) faaliyetlerini gerçekleştiren firma sayısının ise, diğer alt faaliyetleri yürütenlere 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 ise (Tablo 2), en sık karşılaşılan üretim yöntemi talaşlı imalat olmuştur (11 firma). Yüzey

işlemleri yapabilen firma sayısı on iken, hassas döküm yapabilen firma sayısı ise oldukça azdır (iki firma).

Tablo 2. Üretim yöntemleri

Üretim Yöntemleri	Firma Sayısı
Talaşlı imalat	11
Yüzey işlemleri	10
Sac / metal kesim işleme birleştirme	8
Soğuk metal şekillendirme	5
Kompozit imalatı	4
Hızlı prototipleme	4
Lazer \ plazma kesim	4
Plastik enjeksiyon	3
Elektro kimyasal şekillendirme	3
Hassas döküm	2

Yıllık üretim miktarına bakıldığında, katılımcı firmaların üçünün üretim yapmadığı, ancak yazılım geliştirme veya ürün testi yaptığı, sekizinin yılda 1-100 birim, beşinin 100-10.000 birim, dördünün ise 10.000 birimden fazla sayıda üretim yaptığı görülmüştür (Tablo 3).

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 4). Buna göre, en fazla 101-1000 bileşen üreten firma (altı firma) bulunmaktadır. Son yılda 1000'den fazla bileşen üreten firma sayısı beş iken, 1-10 bileşen üreten firma sayısı üç 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 üç firma yine sistem üretmediğini ama yazılım/kullanıcı testi yaptığını belirtmiştir. Geri kalan firmalar yılda en az bir sistem ürettiklerini belirtmişlerdir (Tablo 5).

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

Firmalara ayrıca, üretim ve tasarım sürecinde kullandıkları yazılımlar sorulmuştur. Buna göre hemen hemen tüm firmalar ofis yazılımlarını kullanırken (19 firma), dokuz firma AutoCAD (Inventor), dokuz firma SolidWorks, sekiz firma NX (Unigraphics), sekiz firma ise CATIA yazılımlarını kullandıklarını belirtmişlerdir. Bu yazılımların yaygınlığını ve sıklığını anlamak, sektör için gerekli bilgisayar destekli tasarım becerilerini 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, Dors, ERP, CPM, Geomagic, Jack, tecm center, MASTA (FEA), KissSoft, Matlab, National Instruments, Labview, Eclipse, Mic. Visual Studio, PLC Programı, Dors, JRE, SVN, Sketch, Adobe Publishing Suite, Test Stand, Labview, C++, C#, ve FPGA gibi yazılım ve yazılım geliştirme araçları ile çeşitli sistem mühendisliği araçları kullandığını belirten firmalar da olmuştur.

Ürün Geliştirme Faaliyetleri

Katılımcı firmalara, firma bünyesinde ürün geliştirilip geliştirilmediği ve geliştiriliyorsa ne sıklıkla geliştirildiği sorulmuştur (Tablo 7). Bu soruya bir 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 çoğunluğunun, yılda üçten 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, sektörde geliştirilen ancak büyük oranda endüstriyel tasarım süreçlerinin uygulanmadığı ürün miktarını anlamak açısından önemlidir.

Tablo 7. Özgün ürün geliştirmekte midir?

Sıklık	Firma Sayısı
Hayır.	1
Birkaç yılda bir.	1
Yılda bir.	2
Yılda iki veya üç.	4
Yılda üçten 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 etmek olduğu görülmüştür (Tablo 8). Endüstriyel tasarımın ürün geliştirme sürecine kullanıcı ihtiyaç ve istekleri araştırılarak yapıldığı düşünüldüğünde, savunma sanayii alanında endüstriyel tasarım faaliyetlerinin yerinin önemli olduğu söylenebilir. Ayrıca savunma sanayiinde temel alıcı kamu kurumları olduğu için alıcı ile kullanıcı arasındaki bağ kopmaktadır. Bu sebeple kullanıcı ihtiyaçlarının savunma sanayii ürün geliştirme süreçlerine katılması savunma sistemlerinin verimli kullanımını açısından önemlidir.

Tablo 8. Yeni ürünlere nasıl karar verilmektedir (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, 17 firmanın bütün ürün geliştirme süreçlerini firma bünyesinde gerçekleştirdiği, az sayıda firmanın ise nadiren de olsa dışarıdan hizmet alımı yaparak ürün geliştirdiği gö-

rülmüştür (Tablo 9). Bu durum mülakatlarda firma yöneticilerine sorulduğunda savunma sanayiinin 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 Geliştirme Süreçlerinde Endüstriyel Tasarımın Yeri

Firmalara daha önce endüstriyel tasarım faaliyeti yürütüp yürütmediği sorulduğunda 15 firma “yürütüldü” cevabını vermiştir. Bunlardan yedisi “mühendis ve teknikerler endüstriyel tasarım faaliyetlerinden sorumludur” cevabını verirken, sadece üç 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 yürütülmediğini göstermektedir. Ayrıca, firmalara kaç yıldır endüstriyel tasarım faaliyeti yürüttükleri sorulduğunda, beş firmanın 10 yıldan fazla süredir, beş firmanın 5-10 yıldır, ve dört 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
Evet.	15
Mühendis ve teknikerler endüstriyel tasarım faaliyetlerinden sorumludur.	7
Firma bünyesinde çalışan endüstriyel tasarımcılar bulunmaktadır.	3
Firma dışından endüstriyel tasarım hizmeti alınmıştır.	5

Tablo 11. Firmada kaç yıldır endüstriyel tasarım faaliyetleri yürütülmektedir?

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

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 yaklaşmaktadır. Endüstriyel tasarımı, ürünün insan ile 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.

Firmalara endüstriyel tasarım faaliyetlerinin firmaya katkıları sorulduğunda ise, firmalardan gelen yanıtlar şu şekilde olmuştur:

- Firma kurumsallaştı.
- Daha kolay öğrenilen arayüzler tasarlandı.
- Kullanıcı memnuniyetini artırabilir endüstriyel tasarımın fikrinsel altyapısı oluştu.
- Müşteri memnuniyeti arttı (dört firma).
- Pazar başarısı arttı.
- Bakış açısı değişti.
- Ürün geliştirme süreci değişti; ürünün hızlı ve kaliteli geliştirilmesine bağlı müşteri memnuniyeti arttı.
- Ürün isterleri şekillendi.
- Ürünü gösteren tasarımdaki detaylar ve farklılıklar ortaya çıktı.
- Tasarım ve patent tescilleri alındı; firma tanıtımına ve firmanın tanınırlığına katkı sağladı.
- Kullanıcı deneyimi konusunda farkındalık arttı.
- Kullanıcı beklentileri ürüne ve üretim süreçlerine yansıtıldı. Ergonomik ve üretime uygun tasarım sağlandı.

Firmalara ayrıca, endüstriyel tasarım faaliyetlerinden beklentilerinin neler olduğu sorulduğunda ise, şu cevaplar alınmıştır:

- Firma içi ürün geliştirme süreçlerini geliştirmeli.
- Daimlik sağlanmalı.
- Cihazlar şekil olarak iyi görünmeli, kullanıcı dostu olmalı, tasarım yükünü almalı.
- Ergonomi standartları, görsellik, malzemede yenilik, üretim kolaylığı sağlanmalı.
- Montaj kolaylığı, üretim kolaylığı, maliyet etkin tasarım sağlanmalı.
- Kavramsal tasarım, insan faktörü çalışmaları, alt sistem geliştirme sağlanmalı.
- Ürünlerin daha ergonomik yapılmalarını sağlanmalı.
- Tasarımı üretime dönüştürecek altyapı bulunmalı, realize edilebilir tasarım olmalı, gerçekçi olmalı. Tasarımların modüler olması sağlanmalı.

- Yenilikçi ve özgün yaklaşım sağlanmalı.
- Firma kültürünü oluşturulmalı.
- Farklılık yaratacak ürün geliştirmeli.
- Ergonomi, estetik görünüm, kullanıcı memnuniyeti sağlanmalı.

Firmalara, endüstriyel tasarımın firma performansına etkilerinin neler olduğu sorulduğunda, sekizer firma kullanıcı memnuniyetinin ve firma kârlılığın arttığını söylerken, beş firma satışların arttığını, üçer firma ise maliyetlerin düştüğünü ve ürün performansının arttığını belirtmiştir. İki 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

Endüstriyel Tasarım Faaliyetleri

Firmalara, bünyelerindeki endüstriyel tasarım faaliyetlerinin mevcut durumu ve ihtiyaçları sorulmuştur. Bu bölümde endüstriyel tasarım süreci ürün geliştirme standartlarına göre beşe ayrılmış, firma yetkililerine bu faaliyetlerin yürütülmesi ve faaliyetlere duyulan ihtiyaç sorulmuştur.

Endüstriyel tasarım sürecinin ilk aşaması olan gereksinim analizi ve ön hazırlık aşamasında, firmaların çoğunun kavramsal tasarım (18 firma), ve gereksinim analizi ve sistem teknik özelliklerinin belirlenmesi çalışması (17 firma) yaptığı görülmüştür. Firmaların çoğunun bu aşamada faaliyet gösterdiği, ancak özellikle kullanıcı araştırması ve kullanıcı gereksinimlerinin belirlenmesi (yedi firma), MIL-STD standartlarına uygun olarak güvenilirlik gereksinimlerinin belirlenmesi (yedi firma), ve MIL-STD standartlarına uygun olarak ergonomi gereksinimlerinin belirlenmesi (yedi firma) alanlarında desteğe ihtiyaçları olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 13).

Bu bölümün ikinci aşamasında firmalara endüstriyel tasarım faaliyetleri sorulmuştur (Tablo 14). 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), ve tasarım alternatiflerinin fotogerçekçi görüntülerinin hazırlanması (10 firma) faaliyetlerini gerçekleştirdiği görülmüştür. Buna ek olarak yedi firmanın sistem, alt sistem ve bileşen endüstriyel tasarımlarının yapılması, yedi firmanın

Tablo 13. Gereksinim analizi ve ön hazırlık

Faaliyet		Firma Sayısı
Kavramsal (ön) tasarım.	Mevcut	18
	İhtiyaç	3
Gereksinim analizi çalışması ve sistem teknik özelliklerinin belirlenmesi.	Mevcut	17
	İhtiyaç	4
Kullanıcı araştırması ve kullanıcı gereksinimlerinin belirlenmesi.	Mevcut	12
	İhtiyaç	7
MIL-STD standartlarına uygun olarak güvenilirlik gereksinimlerinin belirlenmesi.	Mevcut	13
	İhtiyaç	7
MIL-STD standartlarına uygun olarak insan mühendisliği gereksinimlerinin belirlenmesi.	Mevcut	13
	İhtiyaç	5
MIL-STD standartlarına uygun olarak ergonomi gereksinimlerinin belirlenmesi.	Mevcut	12
	İhtiyaç	7
MIL-STD standartlarına uygun olarak kullanılabilirlik gereksinimlerinin belirlenmesi.	Mevcut	14
	İhtiyaç	5

ise tasarım alternatiflerinin fotogerçekçi görüntülerinin hazırlanması konularında desteğe ihtiyaç duyduğu görülmüştür.

Tablo 14. Endüstriyel tasarım faaliyetleri

		Firma Sayısı
Platform ve sistem yerleşim tasarımı.	Mevcut	11
	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, firmaların özellikle metal prototipleme konusunda (dokuz firma) desteğe ihtiyaç duyduğu görülmüştür (Tablo 15).

Tablo 15. Prototipleme

		Firma Sayısı
Tasarım alternatiflerinin hızlı prototipleme yöntemi ile görselleştirilmesi.	Mevcut	5
	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 (yedi firma), son kullanıcı araştırması (11 firma) ve uzman değerlendirmesi (11 firma) konularında da desteğe ihtiyaç duyduğu görülmüştür (Tablo 16).

Tablo 16. Arayüz tasarımı

		Firma Sayısı
İnsan-makine yazılım arayüzlerinin tasarlanması.	Mevcut	12
	İhtiyaç	7
Son kullanıcı araştırması.	Mevcut	6
	İhtiyaç	11
Uzman değerlendirmesi.	Mevcut	5
	İhtiyaç	11

Firmaların çoğunun tasarım testlerini kendi bünyesinde gerçekleştirdiği görülmüştür (Tablo 17).

Tablo 17. Tasarım testleri

		Firma Sayısı
Sistem gereksinimlerinin mekanik test yöntemleri ile test edilmesi.	Mevcut	11
	İhtiyaç	6
Sistem gereksinimlerinin yazılım test yöntemleri ile test edilmesi.	Mevcut	12
	İhtiyaç	6
Kullanıcı araştırmaları ve sistem test/analiz sonuçlarına göre tasarım revizyonlarının yapılması.	Mevcut	15
	İhtiyaç	2

Tasarım sürecinin son aşaması olan sunum hazırlama ve görselleştirme faaliyetlerine bakıldığında ise, bunların fotogerçekçi görüntü hazırlama (11 firma), katalog ve basın için resim çekimi (11 firma), 3D animasyon hazırlanması (13 firma), ve tanıtım filmi hazırlanması (13 firma) olduğu görülmüştür (Tablo 18).

Tablo 18. Görselleştirme

		Firma Sayısı
Tasarımların üretim, teslimat, montaj, kullanım, bakım, onarım, geri dönüşüm kitaplarının hazırlanması.	Mevcut	12
	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-ihtiyaç 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 ihtiyaç duydukları anlaşılmıştır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan çalışmada mülakat sorularına verilen cevaplar sonucu, savunma sektörü firmalarında endüstriyel tasarım faaliyetlerinin durumu ve bu alanda sektör ihtiyaçları konusunda aşağıdaki çıkarımlar yapılmıştır.

- 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 (19/20) yılda en az bir özgün ürün geliştirme faaliyeti yürüttüğünü ve endüstriyel tasarım yaptığını belirtmiştir. Ancak iki 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 sektöründe 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 yaş ortalamasının 19,85 olduğu anlaşılmıştır. Yaklaşık 20 yıllık firmalar yeni kurulmuş birkaç çalışandan oluşan endüstriyel tasarım firmalarına güvenmemekte ve kurumsal iş birliği arayışına girmektedirler. Sektörde bu anlamda kurumsallaşmış arz bulunmaması sebebiyle her şirket kendi ürün geliştirme ve endüstriyel tasarım ekibini kurma yoluna gitmektedir.

- 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 zorlandıklarını, ürün geliştirme ve tasarım alanında uzman alt yüklenici 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 kullanıcısı farklı olan savunma sanayi sistemleri için bir açık olarak değerlendirilmiştir. Son yıllarda ilerleyen kullanım deneyimi, kullanılabilirlik ve kolay kullanım gibi kavramlar henüz savunma sanayi sistemlerine nüfuz etmemiş ve savunma sanayiinde endüstriyel tasarımının temel ergonomi seviyesinde kaldığı anlaşılmıştır.
- Savunma sanayiinde kullanıcı deneyimi çalışmalarına önemli ölçüde ihtiyaç bulunmaktadır.
- Araştırma 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 gerekliliklerin kullanıcılarla belirlenmesi ve ürünün kullanıcılarla test edilmesi savunma sanayii 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.
- 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 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.

NOTLAR

[1] Bu araştırma Ankara Kalkınma Ajansı 2015 Doğrudan Faaliyet Desteği kapsamında desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- Albert, W. ve Tullis, T. (2013). *Measuring the User Experience: Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics*. ABD: Morgan Kaufmann.
- Aldoy, N. ve Evans, M. (2011). A Review of Digital Industrial and Product Design Methods in UK Higher Education. *The Design Journal*, 14(3), 343-368.
- Eppinger, S.D., Whitney, D.E., Smith, R.P. ve Gebala, D.A. (1994). A Model-based Method for Organizing Tasks in Product Development. *Research in Engineering Design*, 6(1), 1-13.
- Hassenzahl, M. ve Tractinsky, N. (2006). User Experience - A Research Agenda. *Behaviour & Information Technology*, 25(2), 91-97.
- Le Masson, P., Hatchuel, A. ve Weil, B. (2011). The Interplay between Creativity Issues and Design Theories: A New Perspective for Design Management Studies? *Creativity and Innovation Management*, 20(4), 217-237.
- Roozenburg, N.F.M. ve Eekels, J. (1995). *Product Design: Fundamentals and Methods: Product Development: Planning, Design, Engineering*: Chichester: Wiley.
- Savunma Sanayii Müsteşarlığı (2015). *Savunma Sanayi Müsteşarlığı Faaliyet Raporu 2015*. <http://www.ssm.gov.tr/anasayfa/kurumsal/Faaliyet%20Raporlar/2015%20Y%C4%B1%C4%B1%20Faaliyet%20Raporu.pdf> adresinden erişildi.
- TOBB Türkiye Savunma Sanayi Meclisi (2011). *Türkiye Savunma Sanayi Sektör Raporu 2010*. Ankara: TOBB Yayınları. http://www.tobb.org.tr/Documents/yayinlar/Tobb%20Savunma%20rapor_2011.pdf adresinden erişildi.