

## YENİ ÜRÜN GELİŞTİRME SÜRECİNDE ROBUST TASARIM YAKLAŞIMININ İNCELENMESİ

**Serhat APAK<sup>1</sup>, Burhan ÖZUĞUR<sup>2</sup>, M. Hakan TEZCAN<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>[serhat.apak@robust.com.tr](mailto:serhat.apak@robust.com.tr) Robust Elektronik Yazılım Danışmanlık San Tic Ltd Şti,  
Gazi Üniversitesi KOSGEB Teknoloji Geliştirme Merkezi No:7 Teknikokullar 06500 Ankara

<sup>2</sup>[burhan.ozugur@robust.com.tr](mailto:burhan.ozugur@robust.com.tr) Robust Elektronik Yazılım Danışmanlık San Tic Ltd Şti,  
Gazi Üniversitesi KOSGEB Teknoloji Geliştirme Merkezi No:7 Teknikokullar 06500 Ankara

<sup>3</sup>[hakan.tezcan@robust.com.tr](mailto:hakan.tezcan@robust.com.tr) Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 06500 Ankara

### ÖZET

Ürün geliştirme çalışmalarında, başarılı tasarım sonuçları elde etmek ve toplam kalitede artış sağlamak genel tasarım hedefleri arasında yer almaktadır. Bu hedeflere ulaşma yöntemlerinden biri de robust tasarım yaklaşımıdır. Bu çalışmada robust tasarım yaklaşımı ile geliştirilen örnek bir ürün tasarımı uygulaması incelenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Ürün Geliştirme, Robust Tasarım

### ABSTRACT

Product development work, to ensure successful design results and the total increase in quality is among the overall design goals. One way to achieve these objectives, robust design approach. In this study, product design, robust design approach developed by the sample examined.

**Keywords:** Product Development, Robust Design

## 1. GİRİŞ

Yeni ürün geliştirme; üretim sistemlerinin devamlılığını sağlayan ana etkidir. Ürünlerin sahip olduğu tasarım ve teknolojiler sonucunda kullanıcı konforu ve işletme karlılığı doğrudan etkilenmektedir. Sağlam ve uzun ömürlü ürünlerin ortaya konulması ise hem kullanıcı hemde üreticilerin ortak hedefleri arasında yer almaktadır. Robust Tasarım Yaklaşımı; ürünlerin sağlam ve uzun ömürlü hale getirilmesi için uygulanması kabul görmüş bir teoremdir. Yeni ürün geliştirme süreçlerine, robust tasarım yaklaşımının dahil edilmesi ile ilk ürünler, hedeflere uygun biçimde ortaya konulabilmektedir.

Robust tasarım yaklaşımı ile ürün tasarımı süreci tamamlanan varyometre cihazının ürün geliştirme süreci örneklendirilmiştir. Varyometre cihazı, sivil havacılık sporlarında yükseklik değişimi ölçümlemek amacı ile kullanılmaktadır.

## 2. ÜRÜN GELİŞTİRME

### 2.1 Ürün Geliştirmenin İşletmelere Etkisi

Üretici işletmelerin sahip olduğu üretim sistemlerine etki edebilecek pek çok unsur bulunmaktadır. Bu unsurlar arasında rekabet, ürün yaşam döngüsü, değişken pazar özellikleri başta gelir. Rakip işletmelerin pazara sunacağı yeni ürünler ile pazarda tercih edilebilirliklerini arttırması planlanmış üretim sistemlerini olumsuz etkiler [1]. Ürün yaşam döngüsünün tahmin edilenden önce tamamlanması ve dolayısı ile pazar payının azalması yine üretim sistemini zayıflatır. Ekonomik koşullar ve genel değişkenler nedeni ile kullanıcıların mevcut ürünü tercih etmemesi ise üretim sisteminin durmasına sebebiyet verebilecek bir unsurdur.

Bütün bu unsurlar bir arada değerlendirildiğinde, yeni ürün geliştirme faaliyetlerinin kesintisiz devamlılığını sağlamak işletmenin üretim sistemini verimli çalıştırmasına katkı sağladığı görülmektedir ve dış etkenlerin olumsuz etkilerini ortadan kaldırdığı anlaşılmaktadır. Diğer yandan, güncel teknoloji kullanımı ve pazar odaklı ürünlerin geliştirilmesi işletmelerin katma değerini arttıran etkenlerdendir.

Yeni ürün geliştirme disiplini kazanan ve ürün geliştirme faaliyetlerini başarı ile projelendiren işletmelerin markalaşma, bilinirlik, güvenilirlik konularında olumlu sonuçlar elde ettiği gözlemlenmektedir [1-2].

### 2.2 Ürün Geliştirmede Proje Yönetimi

Yeni ürün geliştirme faaliyetlerinin dikkatli ve detaylı biçimde projelendirilmesi, başarılı ürün tasarımları elde etmede önem taşır. Talep ve hedeflerin belirlenmesinden ürünün pazara sunum süresine kadar yaşanacak süreç projelendirilmeli ve ayrıca kullanıcı geri bildirimleri de sürece dahil edilmelidir.

Üretici işletmenin amaçları açık ve net olarak belirlenmelidir. Bu amaçlar, işletmenin yatırım planları ve gelecek hedefleri doğrultusunda irdelenmelidir.

Pazar etkisi ve kullanıcı talepleri değerlendirilirken işletmenin geçmiş deneyimlerinden fayda sağlanabileceği gibi yeni ürün hedefine yönelik ayrıca bir anket çalışması veya pazar taraması yapılabilir.

Hedeflenen ürünün taşınması istenilen nitelik ve özellikler geniş bir bakış açısı ile değerlendirilmelidir. Bölgesel satış özellikleri, belgelendirme kriterleri, kalite testleri genel anlamda proje sürecinin şekillenmesinde etkili unsurlardır.

Üretim teknoloji ve yöntemleri için projelendirme esnasında çerçeve çizilmesi süreç yönetiminin aksamamasına sebep olacaktır [1,3]. İşletmenin sahip olduğu üretim yetenekleri ve ulaşılabilir tedarik kanalları, toplam maliyet unsuru ile birlikte değerlendirilmelidir.

Buluşçuluk ve yaratıcılık söz konusu olan projelerde telif ve tescil hakları ayrıca planlanmalıdır.

### 2.3 Yeni Ürün Geliştirme Süreci

Konsept Tasarım; yeni ürün geliştirme sürecinin temelini oluşturmaktadır. Analiz ve değerlendirmeler paralelinde, beyin fırtınası sonucunda yeni ürün konseptleri meydana getirmek ve eskiz halindeki bu konseptlerin incelenebilmesi için hazırlanan fotorealistik görsellerin tasarlanma işlemidir [4]. Konsept tasarımlar; marka projeksiyonuna uygun, kullanıcı ihtiyaçlarını karşılayan nitelikte, rakipler arasında pazarda hedeflenen noktaya ulaşabilecek ve efektif üretim sonuçları verecek özelliktedirler.

Ürün Tasarımı; görsel detay, fonksiyon ve özellikleri belirlenmiş ürünlerin, unsurlarıyla birlikte dijital ortamda tasarlanmasıdır. Ölçüsel orantı, hammadde çeşit ve rengi, iç donanım ve komponentlerin konumlandırılması, dış unsurlar ile etkileşimler bu süreçte dikkate alınmaktadır. Tasarım süreci, belli aşamalarda üretim ve satış gibi farklı disiplinler ile ilişkilendirilerek ürünün hedefe uygunluğu sağlanmaktadır. Ürün kalitesi ve maliyeti yanında öngörülen üretim hatlarında başarıyla üretilebilir olması gerekmektedir. Mevcut veya planlanan satış organizasyonunda efektif sonuçlar vermesi ise ana hedeflerde yer almaktadır.

Prototipleme, tasarım sürecinde kontrolleri sağlamak ve muhtelif geri bildirimler toplamak için ön prototipler, tasarımın üretilebilirliğini ve hedefe uygunluğunu test etmek için gerçek prototipler kullanılmaktadır. Bu prototipler tasarımın taşıdığı özellikleri yansıtabilmesi amacıyla, esnek, şeffaf, plastik özellikte, planlanan yüzey pürüzlülüğünde, değişik renklerde ve farklı mekanik özelliklerde elde edilebilir [5]. Tasarım sonuçlarını dijital ortamdan fiziksel ortama prototip ile taşımak, karar verme ve yönlendirme süreçlerine etkili olduğu gibi, üretim yatırımları gerçekleştirilmeden önce az adetli ön üretimler ile çeşitli ihtiyaçlar karşılanabilmektedir.

Mühendislik Analizleri, sistem tasarımı ve mühendislik analizlerinin raporlanması işlemleridir. Mekanik dayanım kriterleri, titreşim, ısı, rüzgar gibi etkilerin ürün veya ürünü oluşturan unsurlar üzerinde meydana getirdiği sonuçların bilgisayar yazılımları aracılığıyla irdelenmesini kapsar. Analiz sonuçları paralelinde tasarım iyileştirmeleri yapılarak, uluslararası kalite belgelerine uygunluk sağlamak gibi amaçlara ulaşılabilir.

### 3. ROBUST TASARIM

#### 3.1 Robust Tasarım Yaklaşımı

Robust Tasarım Kuramı, Taguchi tarafından Japonya'da geliştirilen bir kalite yaklaşımının temelidir ve günümüzde tüm dünyada başarı ile uygulanmaktadır [6]. Bu kuram, bütün ürünlerin istenilen hedef değerde üretilmesi gerektiğine işaret etmekte, hedeften sapmayla birlikte kayıplarında başladığını ve bu kayıpların ancak iyi bir tasarım ile giderilebileceğini belirtmektedir. Robust Tasarım adıyla anılan yüksek performanslı ürünlere ulaşmak için istatistiksel deney modelinde dayalı değişkenlerin hedef parametreleri üzerindeki etkileri belirlenerek ortogonal dizi, doğrusal grafikler, sinyal/gürültü oranı gibi kavramlar kullanılmaktadır.

Robust Tasarım Kuramının Felsefesi...

- Rekabetin arttığı ve pazar koşullarının değişken olduğu ortamda sürekli kalite geliştirme ve maliyetleri azaltma önem taşır.
- Ürün kalitesini iyileştirilirken ortaya çıkan sosyal etki gözardı edilmemeli ve bu dışsal maliyet minimize edilmelidir.
- Bir ürünün nihai kalite ve ömrü, ürünün ve imalat sürecinin mühendislik tasarımıyla belirlenir.

#### 3.2 İyi Tasarım Nasıl Olmalı?

Her ürünün kendine özel nitelikler taşıması hedeflenir ancak tüm ürünlerin taşıması istenen genel özellikler literatür çalışmalarında irdelenmiştir [7-9]. İyi bir tasarımın taşıması beklenen sekiz farklı temel özellik bulunmaktadır.

1. Kullanışlı  
Hedeflenen kullanım amacına uygun ve fonksiyonları hatasız çalışır olmalıdır. Ürün sadece kendi içerisinde değil, kullanım ortamının gerek duyduğu özellikleri de taşımalı, birlikte kullanıldığı diğer nesnelere renk, malzeme ve form açısından uyum sağlamalıdır.

2. Özgün  
Yatırımcı hedeflerini gerçekleştirebilecek nitelikte özgün, rekabetçi, ekonomik ve kalite standartlarını yerine getirebilen bir tasarım olmalıdır. Firmanın marka projeksiyonunu taşıyabilecek, kendine özgü yeni özellikler barındıran bir tasarım olmalıdır.
3. Üretilebilir  
Tercih edilen üretim sistem ve yöntemleri ile rahatlıkla üretilebilir nitelikte olmalı, üretilen nihai ürün hedeflenen kalite, maliyet gibi kriterlere uymalıdır.
4. Emniyetli ve güvenli  
Kullanım esnasında kazaya sebebiyet vermeyecek niteliklerle emniyeti sağlanmış ve genel güvenlik kurallarına uygun olmalıdır.
5. Ergonomik  
Tasarımın estetik formu; iç donanım, kullanıcı kullanımı ve fonksiyonel özellikler ile örtüşmeli, ergonomik olmalıdır. Tasarım sade ve yalın olmalı, her detayın arkasında bir sebep bulundurması gerekmektedir.
6. Tasarım Diline Sahip  
Ürün şekli ve ergonomik görüntüsüyle kullanıcıya, fonksiyonları ve kullanımı ile ilgili bilgi verebilecek bir iletişim kurabilmelidir. Ürün üzerinde kelime veya açıklayıcı bilgi/uyarı notu barındırmadan universal imgeler ile iletişim sağlanabilmeli, mümkünse kullanıcı klavuzuna ihtiyaç duyulmamalıdır.
7. Doğaya Duyarlı  
Üretim ve kullanım esnasında enerji ve doğal kaynak tüketimi en düşük seviyede olmalıdır. Fiziksel sağlamlık ve fonksiyonel kalıcılık ilkeleri ile ürünün kullanım ömrü en uzun şekilde gerçekleştirilmelidir. Minimalist boyut yaklaşımı ile malzeme sarfiyatında tasarruf ve hayatı yalınlaştırma önem taşımaktadır.
8. Sosyal  
Ürün fonksiyonları belirlenirken ve tasarım detayları oluşturulurken engelli ve yaşlı kullanıcılar başta olmak üzere özel durumu olan kullanıcılar dikkate alınmalıdır.

## 4. ÖRNEK UYGULAMA

### 4.1 Ürün Tanımı

Robust tasarım yaklaşımı ile ürün geliştirme süreci incelenen örnek uygulama için farklı parametreleri aynı anda üzerinde taşıyan varyometre cihazı tespit edilmiştir.

Varyometre cihazı sivil havacılık sporlarında yükseklik değişimini ölçümlemek amacı ile kullanılan elektronik bir cihazdır. Motorsuz hava araçlarının uçuşlarında, özellikle de yamaç paraşütü sporunda, deniz seviyesi ve/veya kalkış noktasına göre yüksekliği ve anlık yükseklik değişimini pilotlara bildirmek amacı ile kullanılır. Dahili elektronik donanımında basınç sensörü, dijital ekran, ses üretici, batarya gibi elektronik komponentleri barındırmaktadır. Küresel yer belirleme cihazı aracılığı ile yatay ekseninde koordinatlarını tespit eden pilotlar varyometre cihazı ile de düşey ekseninde yüksekliğini tespit ederek üç boyutlu konum bilgisi elde edebilmekte ve bu konum bilgisinin anlık değişimini irdeleyerek motorsuz uçuşlarda gerek duyulan uçuş yönlendirme tekniklerini kullanabilmektedirler.

Ürün fonksiyonlarının eksiksiz yerine getirilmesi ve bu fonksiyonların kusursuz kullanıcıya aktarılması, uçuş rotasını ve dolayısı ile uçuş güvenliğini doğrudan etkilemektedir. Ürün tasarımı

sürecinde karşılaşılabilecek başarısız sonuçlar, yamaç paraşütü kazalarına ve pilot can güvenliğinin ortadan kalkmasına sebebiyet verecektir.

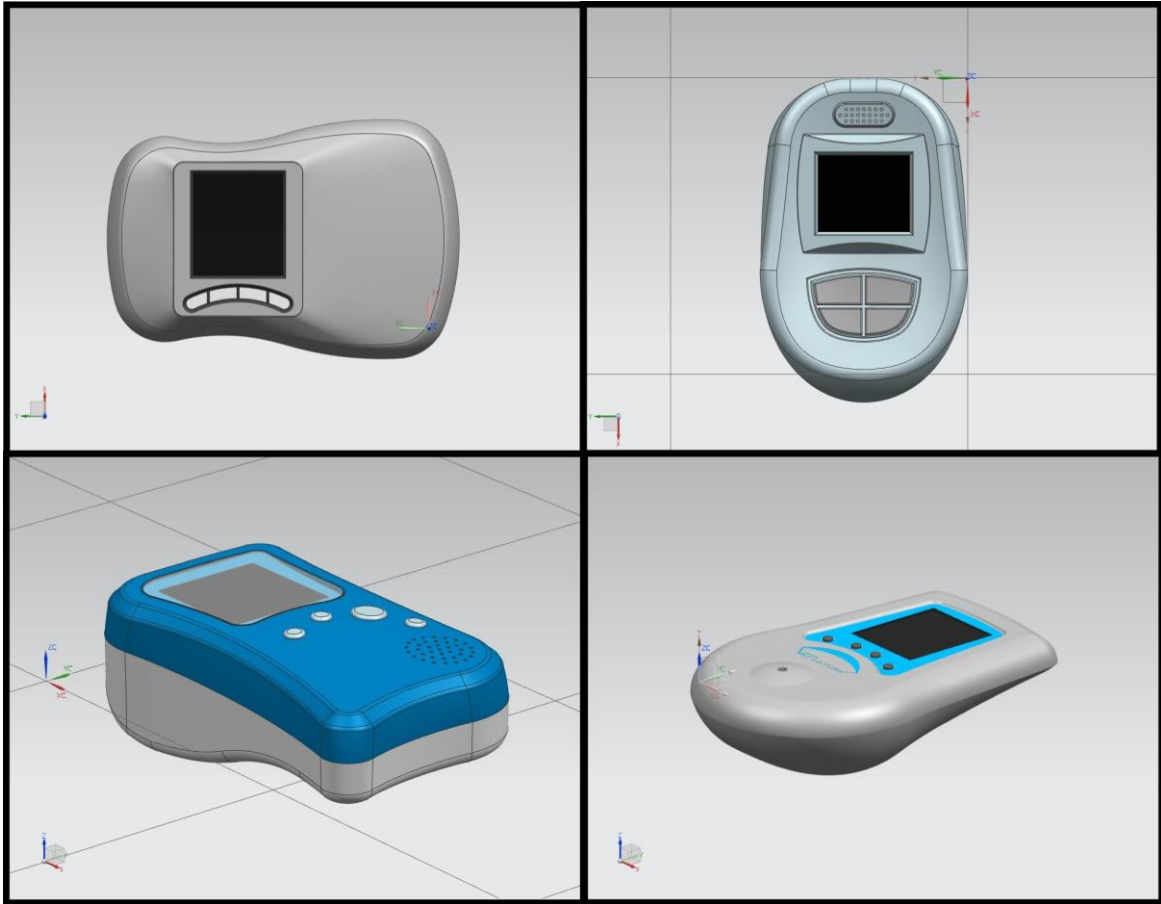
## 4.2 Hedeflerin Belirlenmesi ve Konsept Oluşturma

Sensör gibi hassas elektronik donanım unsurlarının bünyesinde barındırırken, yamaç paraşütü sporu gibi ağır dış ortam koşulları gerektiren koşullarda kullanılan cihazın tasarım hedefleri arasında sıvı ve toz sızdırmazlık, mekanik mukavemet, ergonomi ve estetik, kolay kullanılabilirlik yer almaktadır.

Konsept fikirler ortaya çıkarmak için; kullanıcı ihtiyaçları, pazar özellikleri, marka kimliği ve üretici firma hedefleri, planlanan ürünün gereklerine paralel olarak incelenir. Toplanan veriler önceden belirlenen kriterler dahilinde analiz edilerek yorumlanır. Bunlar genellikle; mevcut ürün portföyü, teknik özellikler, zaman ve bütçe, ürün maliyeti, kullanıcı ihtiyaçları, pazar eğilimleri, rakip ürünler gibi kriterlerdir. Yatırımcı firmanın üründen beklentileri tespit edilerek, analiz sonuçları ile değerlendirildiğinde vizyonu şekillendirecek konsept tasarımlar ortaya koyulur.

Konsept tasarımlar özgün, yenilikçi, beklentileri kapsayan özelliktedirler. Fonksiyonel, ergonomik ve form detaylarını da içeren bu konsept tasarımlar fotogerçekçi görseller ile irdelenebilir.

Varyometre cihazı için çeşitli kullanım ergonomilerine sahip versiyonlar türetilmiş ve bu versiyonlar eskiz çizimler ile tartışmaya açılmış, üzerinde analiz ve fikir fırtınası çalışmalarının devam etmesi istenilen versiyonlar sayısal ortamda görselleştirilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Konsept Oluşturma

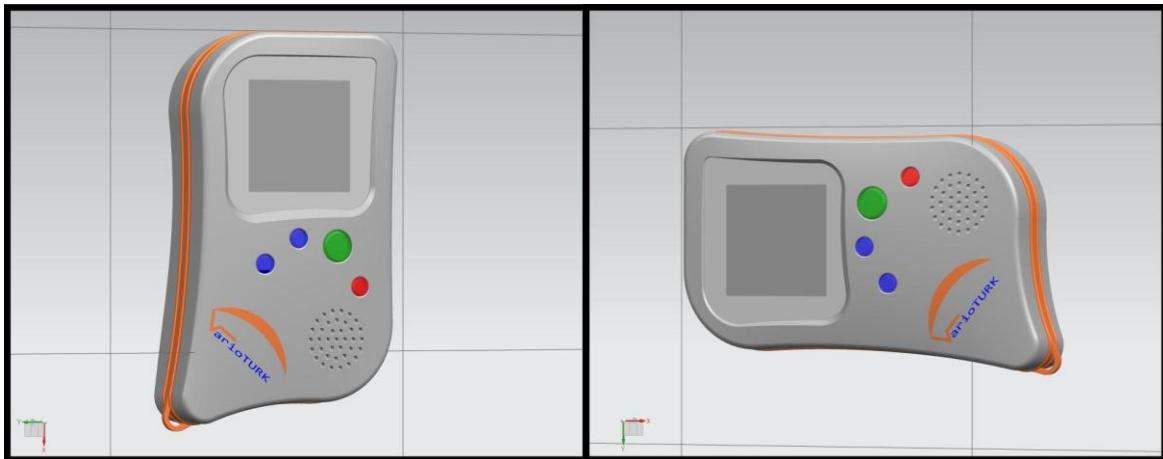
### 4.3 Robust Tasarım ve Ürün Geliştirme

Fotogerçekçi görseller kullanılarak konsept versiyonların hedefe uygunluğu kontrol edilir. Konsept değerlendirme sonucunda tespit edilen konsept tasarım, hedeflenen unsurları kapsayacak noktaya ulaşıncaya kadar tasarım geliştirme işlemine devam edilir. Üç boyutlu sanal ortamda irdelenebilen ve prototip modeller ile desteklenebilen tasarımlar değerlendirilir. Tasarım değerlendirme ardından ürün detayları inşa edilmiş olur. Bilgisayar destekli tasarım yazılımlarında detayları inşa edilen tasarımın ölçüsel, mekanik, ergonomik geliştirmeleri hedefler gözetilerek tamamlanmıştır (Şekil 2). Bu süreçte çevresel etkiler, kullanıcı etkileri ve üretim kaynaklı etkiler dikkate alınarak tasarım faaliyetleri devam ettirilmiştir.

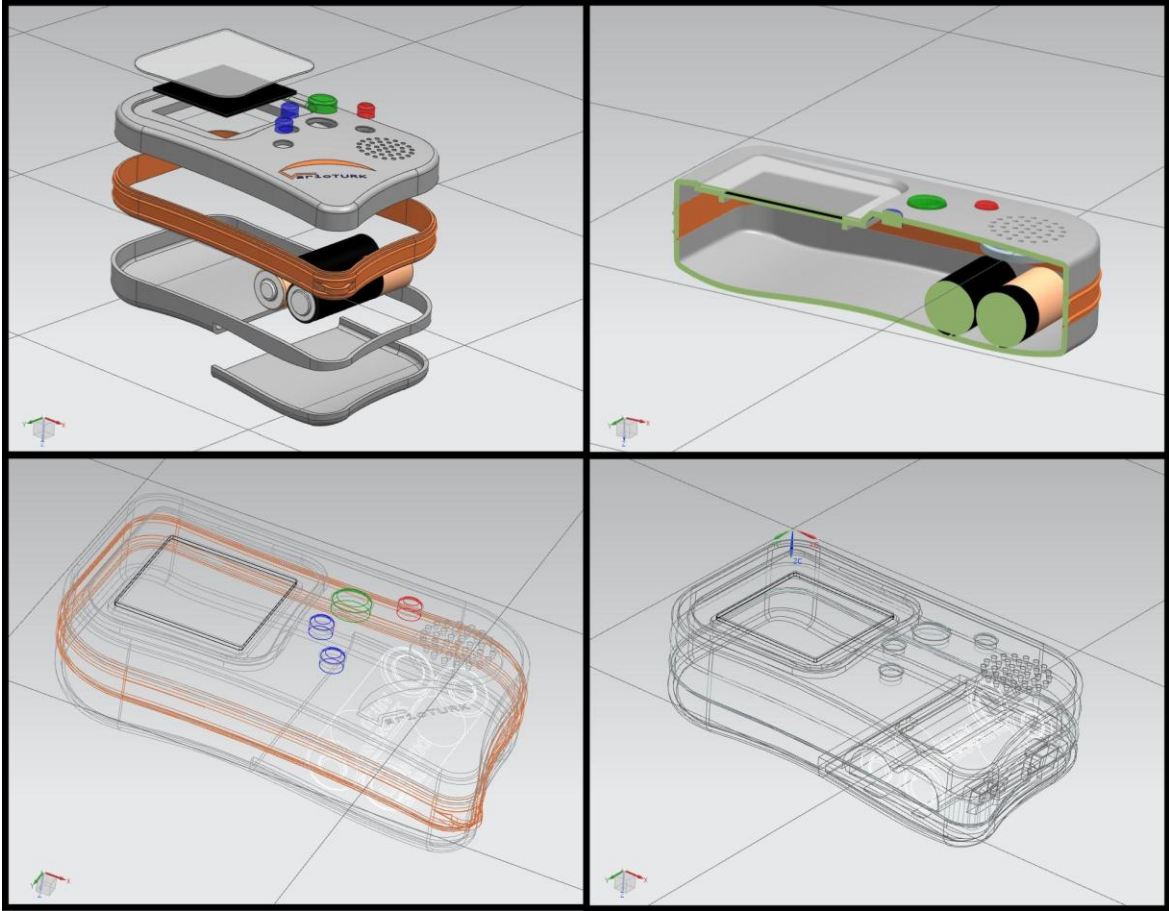
El tipi kullanımı planlanan ürünün, yatay ve dikey konumlarda tercihli kullanımına imkan sağlayabilecek fiziki yapı tercih edilmiştir. Bu sayede yamaç paraşütü uçuşları esnasında pilot el ile cihazı ergonomik olarak kavrayarak dikey konumda kullanabileceği gibi paraşüt konsolu üzerine yatay olarak cihazı sabitleyebilme opsiyonuna sahip olacaktır. Bu opsiyonel özellik, pazarda analiz edilen rakip ürünlerde bulunmamakta ve dolayısı ile yenilikçi ve rakabetçi bir katkı sağlamaktadır.

Kullanıcı bilgilendirmesini yazılı ve görsel olarak gerçekleştirme imkanı sağlayacak olan dijital ekran, yoğun güneş ışığı altında yansıma ve parlama oluşturmayacak nitelikte seçilerek, bilgilendirme mesajları ile grafiksel veri ve sayısal değerlerin yanlış anlamaya mahal vermeyecek biçimde pilota sunulması sağlanmıştır. Ekranda yayınlanan verileri pilotun işlemesine imkan sağlamak amacı ile dört adet operasyon butonu cihaz üzerine yerleştirilmiştir. Bu buton fonksiyonları; ekranda görüntülenen arayüz üzerinde iki farklı yön butonu ile tercih tespit etmeye ve onay, iptal işlemlerini gerçekleştirmeye imkan sağlamaktadır. Arayüz yazılımında geliştirilebilecek muhtelif değişkenler arasında tercih yapma ve bu tercihi onay ve iptal olarak işleme varyasyonları neticesinde değişken yani güncellenebilir arayüz yazılımı kullanımına imkan sağlanmıştır. Cihazın enerji beslemesi harici batarya ile planlanmış olup, uzun süreli uçuşlarda olası fazla enerji ihtiyacını değiştirilebilir piller ile karşılanması planlanmıştır. Böylece şarj edilebilir pil kullanımı ile taşınabilir ve yedeklenebilir enerji imkanı ortaya konulmuştur (Şekil 3).

Darbe dayanımı ve sızdırmazlık özellikleri estetik görüntüde olumsuz etki yaratmadan entegre edilmiştir. Ayrıca cihazın bir köşesinde taşıma bağlantısı yapılabilecek fiziki bölge oluşturulmuştur. Bu bölge kullanılarak, sarsıntılı uçuşlar ve değişken yer çekimi özellikleri ile karşılaşıldığında cihazın bağlantı noktasından sabitlenerek güvenlik artırılmıştır.



Şekil 2. Ürün Tasarımı



Şekil 3. Ürün Geliştirme

#### 4.4 Mühendislik Analizleri ve Prototipleme

Tasarımla tanımlanan ürün üzerinde, ihtiyaç duyulan mühendislik işlemleri ve sayısal analizler uygulanır. Sağlaması gereken kalite özellikleri, uyması gereken uluslararası standartlar gibi detaylar bu aşamada gerçekleştirilmektedir. Mühendislik çalışmalarında başlıca önceliği üretilebilirlik kriteri alır. Gerçeklenebilir tasarım datası ile prototip ürün elde edilerek ön test ve kontroller yapılır. Kontrollere paralel olarak tamamlanan düzeltmeler ardından seri üretim stratejisi dahilinde üretim hazırlıkları yapılır. Kalıp üretimi, malzeme tedariki, üretim bandının şekillendirilmesi gibi çalışmalar, tasarımın hedefe uygun olarak üretilebilmesini sağlamak amacıyla organize edilmektedir.

#### 4.5 Üretim ve Kontrol

Seri üretimin başlamasıyla yapılacak olan kontroller ile sistem iyileştirilmesi ve verimli bir üretim ile tasarımın üretilmesi hedeflenir. Ürün kullanıcılarından alınan geri bildirimler bu iyileştirmelerin şekillendirilmesinde etkin olan unsurlardan biridir. Diğer yandan, ürünün ticarileşme çalışmalarında karşılaşılan geri bildirimler de dikkate alınarak iterasyonlar tamamlanır ve yeni ürün geliştirme süreci sonlandırılır. Ürün geliştirme süreçlerinde, cihazı oluşturan tüm parçaların üretilebilirliği kontrol edilmiştir. Plastik enjeksiyon yöntemi ile üretimi gerçekleştirilecek olan gövde parçalarının mekanik dayanım analizleri ve dolun analizleri sonuçlarına göre iterasyonlar yapılarak ölçüsel belirlemeler tamamlanmıştır.

## 5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Ürün geliştirme sürecinde robust tasarım yaklaşımı kullanılarak, ergonomi, estetik, mekanik mukavemet, sızdırmazlık, ekonomi, üretilebilirlik gibi birbirinden çok farklı tasarım hedefleri taşıyan varyometre cihazının ürün tasarımı tamamlanmıştır.

Tasarım geliştirme faaliyetlerini yöneten ve gerçekleştiren tasarım biriminin ulaşmak istediği sonuçların başında talep sahibi yatırımcı ve kullanıcı ihtiyaçlarına uygunluktur. İncelenen örnek tasarım süreci sonunda elde edilen varyometre ürünü (Şekil 4), kullanıcı ve yatırımcı taleplerini karşılar nitelikte ve verimli bir ürün halinde ortaya konulmuştur.

Robust tasarım yaklaşımı ile uzun ömürlü, kullanıcı hatalarına meydan bırakmayan, dayanıklı bir ürün tasarımı sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 4. Varyometre Ürünü

## 6. KAYNAKÇA

- [1] ÖZUGUR, B., Hızlı Prototipleme Teknikleri ile Kompleks ve Mikro Yapıdaki Parçaların Üretilebilirliklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Eğitimi Ana Bilim Dalı, ANKARA, 21-95 (2002).
- [2] ÖZUGUR, B., KORKUT, İ., SEKER, U., Kompleks Yapıdaki Parçaların Üretiminde Hızlı Prototipleme Teknikleri ile Geleneksel ve Geleneksel Olmayan Yöntemlerin Karşılaştırılması, **4. Uluslar Arası İleri Teknolojiler Sempozyumu**, Konya, (1): 581-590 (2005).



- [3] APAK, S. Farklı Hızlı Prototipleme Cihazlarında Üretilen Parçaların Üretim Zamanı ve Maliyet Açısından Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Eğitimi Ana Bilim Dalı, ANKARA, 48-79 (2010).
- [4] APAK, S., KORKUT, İ., DÜNDAR, K., Hızlı Prototipleme Tezgahlarında Üretilen Parçaların Maliyet Araştırması, **4. Uluslar Arası İleri Teknolojiler Sempozyumu**, Konya, (2): 426-430 (2005).
- [5] APAK, S., ÖZUĞUR, B., KORKUT, İ., ŞEKER, U., DÜNDAR, K., Farklı Hızlı Prototipleme Cihazlarında Üretilen Parçaların Üretim Zamanı ve Maliyet Açısından Karşılaştırılması, **2. Ulusal Tasarım ve İmalat Kongresi**, Balıkesir, 354-363 (2010).
- [6] ÖZUĞUR, B., APAK, S., KORKUT, İ., ŞEKER, U., Kompleks Yapıdaki Parçaların Farklı Hızlı Prototipleme Cihazlarında Üretilebilirliğinin Karşılaştırılması, **2. Ulusal Tasarım ve İmalat Kongresi**, Balıkesir, 364-376 (2010).
- [7] GRIMM, T., User's Guide to Rapid Prototyping, **Society of Manufacturing Engineers**, USA, 24-345, (2004).
- [8] JACOBS, P. F., Rapid Prototyping&Manufacturing: Fundamental of StereoLithography, First Edition, ISBN:0-07-032433-6, **Society of Manufacturing Engineers McGraw-Hill Inc.**, Dearborn Michigan, 1-434, (1992).
- [9] EVANS, A. M., CAMPBELL, I. A. A., Comparative Evaluation of Industrial Design Models Produced Using Rapid Prototyping and Workshop-based fabrication Techniques, ISSN 1355-2546, **Rapid Prototyping Journal**, MCB University Press Limited, 9(5):344-355, (2003).