

# BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM PROGRAMI ÇİZEN'İN VERİMLİLİK ANALİZİ VE KULLANICI DENEYİMİ ARAŞTIRMASI İLE KULLANICI ODAKLI YALIN ARAYÜZ GELİŞTİRİLMESİ

Gül Çiçek Zengin Bintaş, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Endüstriyel Tasarım Bölümü

Önder Erkarıslan, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Endüstriyel Tasarım Bölümü

Günümüzde hızla gelişmekte olan yazılım dijital dönüşümün de en temel itici gücüdür. Özellikle maliyet ve zaman baskısı olan kalıp tasarımı gibi üretimin kilit noktasındaki faaliyetler için yapılan yazılımlar büyük önem arz eder. Ürünler istenilen özelliklerde ve ölçülerde Bilgisayar Destekli Tasarım (BDT) programları ile tasarlanmakta ve üretime hazırlanmaktadır. Bu programların yazılımlarında yapılan yenilik çalışmaları ile tasarım süreçlerinde büyük oranda verimlilik sağlanmakta ve tasarımdan kaynaklı hatalar en aza indirilebilmektedir. Türkiye’de BDT programlarının kullanılmaya başlanması Avrupa Birliği’ne üye ülkelere göre yaklaşık 20 yıl gecikmiştir (Kaftanoğlu, 2005). Yerli ve milli bir programın olmayışı ve lisanslama ücretlerinin yüksek olması, BDT programlarının tüm sektörlerde yaygınlaşmasını engellemiştir. Türkiye’de de 2010 yılından itibaren BDT geliştirme çalışmalarına başlanmış, sac kalıp tasarım sektörüne özgü yerli ve milli program ÇİZEN geliştirilmiştir. Endüstri 4.0 ile birlikte ürün talebinde, tasarlanmasında, üretilmesinde, geliştirilmesinde ve sunumunda tamamen insan odaklı, kişiselleştirilmiş teknoloji ve sistemler ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu çalışmada, Endüstri 4.0’ın gerekliliklerine uygun olarak sac kalıp tasarım sektörüne özgü geliştirilen ÇİZEN programı için kullanıcı deneyimi araştırması yapılmıştır. Araştırma sonucunda sac kalıp tasarımcılarının ihtiyaçları, beklentileri ve program deneyimleri net olarak belirlenmiş, yalın ve akıllı bir arayüz tasarlanmıştır. Araştırma kapsamında dört tanesi pilot olmak üzere 15 kullanıcı ile kullanıcı deneyim araştırması yapılmıştır. Çalışmada kullanıcılara önceden yapılandırılmış olan açık uçlu sorular sorulmuş; deneklere belirli görevler verilerek göz izleme cihazı ile programdaki odak noktaları, ısı haritaları ile ortaya çıkarılmıştır. Ön-Test çalışmalarının sonlanması ve göz izleme verilerinin elde edilmesi sonucunda Son-Test aşamasına geçilmiş, program hakkında genel görüşler alındıktan sonra Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği ve Sözsüz Resimsel Ölçek araştırması yapılmıştır. Araştırma sonuçlarından elde edilen veriler ile iki adet arayüz tasarlanarak tasarımcılara A/B testi yapılmış, hangi tasarımın daha iyi performans gösterdiği belirlenmiştir. Araştırma sonucunda B tasarımı tercih edilmiştir.

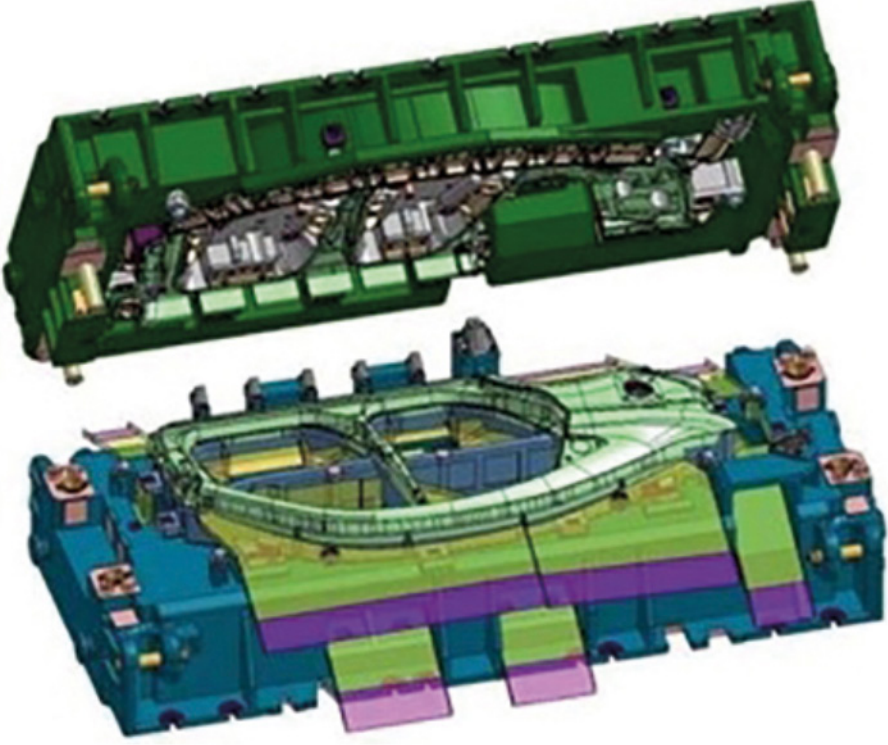
**Anahtar Kelimeler:** Bilgisayar destekli tasarım; kalıp tasarımı; kullanıcı deneyimi; göz izleme; arayüz tasarımı.

## GİRİŞ

Kalıp tasarımı ve kalıpcılık sektörü tüm ülkelerde imalat sanayinin tabanını oluşturur. Her gün kullandığımız cep telefonu, otomobil, televizyon, klima vb. ürünlerin tüm plastik ve metal parçalarının her birinin ayrı ayrı kalıp yardımıyla seri üretiminin gerçekleştirildiği düşünüldüğünde kalıp üretiminin teknolojiye ve ekonomideki yerini anlamamız kolaylaşır. Örneğin bir otomobil üretimi için 300-350 sac parça ve bunun için de yaklaşık 1200 kalıp yapılması gerekir (Resim 1). Bir kalıbın tasarlanma süreci parçanın boyutlarına ve özelliklerine göre 30 ila 400 saat arasında sürer. Son ürüne doğrudan etki yapmasıyla kalıp tasarımında ve imalatında oldukça ayrıntılı, hassas, teknik işçilikli, ileri teknoloji yazılımlarıyla bilgisayar ortamında modellemeye ihtiyaç duyulduğundan ve ağır sanayi makinelerinin kullanılmasını gerektirdiğinden dünyanın her ülkesinde yüksek maliyetli bir hizmettir. Kalıp tasarım sürecinde yapılan iyileştirmeler, büyük oranlarda kalıp teslim sürelerini etkilemektedir. Kalıp tasarım sürecinin olabildiği kadar hatasız ve verimli geçmesi parça maliyetlerini düşürmektedir. Ürün tasarımı kalıp üretiminin ilk aşamasıdır. İstenilen özelliklerde ve ölçülerde ürünün bitmiş hali BDT programları ile tasarlanır.

Endüstri 4.0 ile birlikte kalıp tasarımı ve üretimi sektöründe birçok ihtiyaç ve beklentiler ortaya çıkmıştır. Bunlar ürünün pazara çıkış süresinin kısalması, daha düşük maliyetle ve daha kaliteli, malzemenin ve ekipmanların yeniden kullanımına olanak tanıyan, yenilikçi, esnek, modüler, akıllı üretimdir (Bintaş ve Öz, 2017, s.30). Yeni ve yenilikçi ürün tasarımının önemi uluslararası piyasa koşullarında her geçen gün artmaktadır. Bu bağlamda rekabet artık son üründe değil, son ürüne giden süreçte yaşanmaktadır. Günümüzde piyasada yoğunlukla kullanılan BDT programları SolidWorks, Inventor, Catia, AutoCAD, VisiCAD, UG NX vb.'dir. Bu programların tamamı yabancı kökenlidir ve sektöre/firmalara göre özelleştirilmemiştir. Ülkemizde sac kalıp tasarımı ve üretimi yapan küçük ölçekli işletmelere yönelik yerli ve milli Çizen programı geliştirilmiştir. Süreç doğru tasarlandığında Çizen programı ve benzer akıllı tasarım uygulamaları firmaların piyasadaki konumlarını daha üst seviyelere taşımalarını sağlar. Kalıp tasarımı ile ilgili tüm parametreleri tek bir çatı altında toplayan bu uygulamalar beklenmeyen tüm sorunları ortadan kaldırır. Tasarımların istenilen süreden daha kısa bir zamanda sonlanmasına katkıda bulunur (Bintaş, 2011, s.308).

Türkiye Ulusal Kalıpcılar Birliği (UKUB) 2018 yılı resmi verilerine göre; ülkemizde 5.000 adet kalıp üreticisi firma ve 100.000 civarında çalışan sayısı bulunmaktadır. Bu sayının %35'ini 1.750 firma ve 35.000 çalışanıyla sac kalıpcılık sektörü oluşturmaktadır. UKUB tarafından bu sayıya tasarım ofislerinin dahil olmadığı belirtilmiştir. Ayrıca bu firmalar dışında ana ve otomotiv yan sanayilerinde de kalıp tasarım departmanlarında onlarca tasarımcı çalışmaktadır. Bu tasarımcıların karşılaştığı en büyük güçlük geleceği tahmin için mevcut bilgilerden yararlanılmamasıdır. Tasarımda tahminlerin doğruluğu derecesinde başarılı sonuca ulaşılır



**Resim 1.** Kalıp Tasarım Örneği (Otomobil Yan Çerçeve Kalıbı)

(Bayazıt, 1994, s.7). Tahminleri doğru yapabilmek için de sektöre özelleştirilmiş standart parça kütüphaneleri, kalıp setleri vb. akıllı uygulamalar içeren programlar kullanılması gerekir.

Literatürde kalıp tasarım ve imalat sürecini iyileştirmek ve maliyetleri azaltmak için yapılmış çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. 1997 yılında bir araştırma grubu hazırladıkları bir baz kalıp setine çeşitli montaj ilişkileri vermiş, bu ilişkileri parametrelere atamışlardır. Bu sayede kalıbı güncelleyebilmiş, yeni durumlara adapte edebilmişlerdir (Lee vd., 1997). 2001 yılında bir araştırma grubu hazırladıkları veri tabanı ile makina elemanlarını montajlamışlardır (Myung ve Han, 2001). Duffey ve Sun (2003) progresif kalıpların tasarımı için bilgisayar programcılığını kullanmışlardır. Kumar ve Singh (2004), bir kullanıcı arayüzü ile progresif kalıplarını AutoCAD ortamında çizimine yardımcı olacak iskelet oluşturulabilmiştir. Chu ve Song (2004), otomobil lastiğinin kalıp tasarımı hazırlanmadan önce gerekli eleman resmini, bir kullanıcı arayüzü ile tasarıma hazır hale getirebilmiştir. Lin ve Hsu (2006) çekme kalıbı setine kurallar atamış, bu sayede olabilecek yeni durumlara kalıp adapte edilebilmiştir. Pro/Engineering katı model tasarım prog-

ramında hazırlanan bu set, pres ile ilgili bilgilerle diğer kalıp tasarım için gerekli bilgileri BDT programının bir özelliği olan parametrelerden almaktadır.

Kim ve diğerleri (2007) hazırladıkları bir arayüz ile küçük ve basit bir kesme kalıbını kontrol etmeyi başarmışlardır. Yaptıkları çalışmada parametrik dizayn yaklaşımını kullanmışlardır. Skarka (2006) yaptığı çalışmada Catia programının özel bir eklentisi olan “Bilgi” modülünü kullanmıştır. Bu modül istenilen işlemler için kurallar yazılmasına olanak sağlamaktadır. Bintaş (2011) yaptığı çalışmada Catia programının özel bir eklentisi olan “Bilgi” modülünü kullanarak makrolar yazmış ve parametrik akıllı tasarım kütüphaneleri elde etmiştir. Göz izleme cihazı ile tasarım programlarında yapılan bazı çalışmalar da mevcuttur. Bir yat gövde tasarımının, göz takip cihazı ile tasarım parametreleri incelenerek görsel değerlendirmeler yapılmıştır. Bu değerlendirmeler sonucunda parametreler arasındaki ilişki kalitesini artırmak amacıyla dikkat çekici noktalar belirlenmiştir (Doğan vd., 2018).

Literatürde tasarım programı arayüzü geliştirilmesi konusunda benzer bir araştırma bulunmamaktadır. Ancak arayüz tasarımı konusunda çok fazla çalışma bulunmaktadır. Bunlar genellikle web arayüzü, grafiksel arayüz, mobil uygulama arayüzü tasarımları ile ilgilidir. Vujovic ve diğerleri (2018) modüler sağlık paneli monitörü arayüzü konusunda 60 yaş ve üzeri iki grupta kullanım araştırması yapmıştır. Sonucunda arayüzde sadelik ve basitliğin araştırma yapılan grupta başarılı olduğu görülmüştür. Başka bir çalışmada dil öğrenme amacıyla geliştirilen mobil uygulamaların arayüz tasarımlarının kullanımı araştırılmışlardır. İngilizce öğretmenlerine yapılan bu araştırma sonucunda kullanıcı odaklı bir arayüz tasarımı için gerekli öneri listesi ortaya çıkarılmıştır (Büyükbeşe, 2019).

Bu çalışma yerli ve milli Bilgisayar Destekli Tasarım programı Çizen’in arayüzünün yeniden tasarlanmasını amaçlar. Çalışmada kullanıcı deneyimi araştırması ile yenilikçi tasarım yöntemlerinin yeniden tasarlanması hedeflenmiştir. Bu bağlamda kalıp tasarımcılarının ihtiyaç ve beklentileri tespit edilmiş ve Çizen’in verimliliği analiz edilerek, rekabet özellikleri yüksek olan yalın arayüz önerileri geliştirilmesi amaçlanmıştır. Böylece gerek ülke bazında gerekse firma bazında teknik altyapı, BDT literatürü, ticari ve Ar-Ge kazanımlarına katkı sağlanacaktır.

Çalışmanın amacına ulaşabilmesi için oluşturulan araştırma soruları (i) verimlilik, (ii) yalınlık ve fonksiyonellik, (iii) Arayüz olmak üzere üç ana başlık altında toplanmıştır:

(i) Verimlilik

- Çizen’in diğer BDT programı (CatiaV5) ile karşılaştırıldığında komut bazında verimliliği nasıldır?
- Çizen’in diğer BDT programları karşısında kalıp tasarımı verimliliği nasıldır?

(ii) Yalınlık ve fonksiyonellik

- Sac kalıp tasarımında en çok kullanılan ve ihtiyaç duyulan komutlar hangileridir?
- Çizen'in komutları araştırma kapsamında belirlenen örnek modelin tasarımını oluşturmak için yeterli midir? Yeterli değil ise hangi komutları eklemek/düzenlemek gerekmektedir?

(iii) Arayüz

- Arayüzde yer alan komutların açıklamaları yeterli midir? Yetersiz ise öneriler nelerdir?
- Örnek modelin tasarımında kullanılan ikonların tasarımları komut fonksiyonlarını yansıtmakta mıdır?
- Arayüz tasarımı, kullanıcının yapmak istediklerini kolay ve anlaşılır biçimde gerçekleştirmesini sağlamakta mıdır?

## **ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ**

Araştırma üç kapsamda yapılmıştır. Bunlardan ilki verimlilik analizidir. Verimlilik analizinin yapılabilmesi için öncelikle karşılaştırılacak bir BDT programı tespit edilmiş, Çizen programının benzeri ve sac kalıp tasarımında Türkiye'de 2.500'ü aşkın lisanslı kullanıcısı olan CatiaV5 programı seçilmiştir. Verimlilik analizi kapsamında Çizen'de bulunan komutlarla CatiaV5 programındaki karşılıkları, uygulama adımı bazında analiz edilmiş sonuçlar tablolar halinde ortaya konulmuştur.

Araştırmanın ikinci kapsamı kalıp tasarımında en çok kullanılan komutlar ve kalıp tasarımcılarının tasarım mantığını tespit etmek ile ilgilidir. Bu tespit sayesinde Çizen'in arayüzünde kalıp tasarımına yönelik yalınlaştırma ve akıllı sistemlerin eklenmesi mümkün olacaktır. Bu kapsamda ayrıntılı çalışmaları içeren döküm kalıbı belirlenmiş ve CatiaV5, Solidworks, VisiCAD ve Çizen programında tasarlanmıştır. Tasarımlar videoya alınarak her aşaması analiz edilmiş ve programların sac kalıp tasarım mantığı ve yeteneği ortaya konmuştur. Buradan elde edilen veriler sonucunda kullanıcı deneyim araştırması için soru başlıkları oluşturulmuştur.

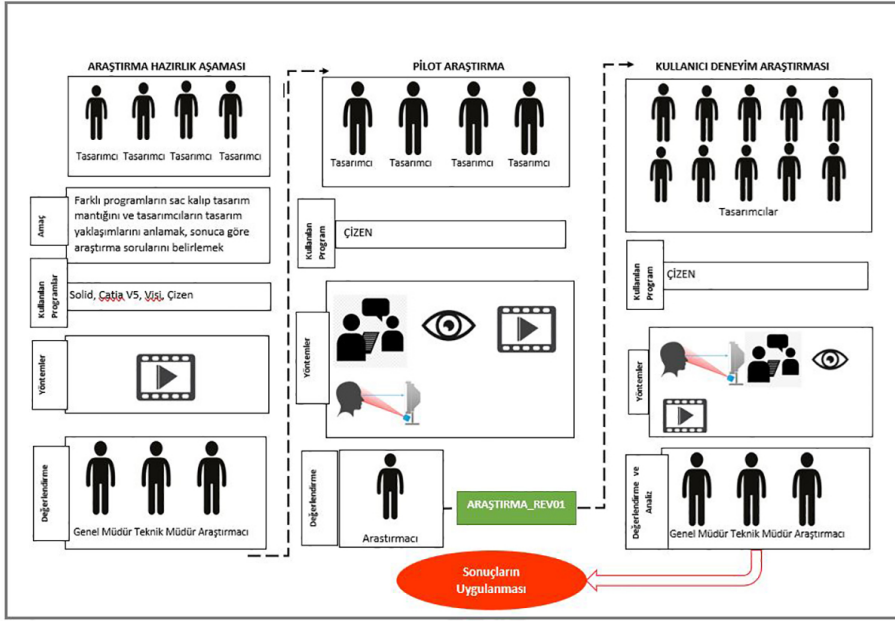
Araştırmanın üçüncü kapsamını Çizen-Kullanıcı deneyim araştırması oluşturmaktadır. Bu çalışma için önceden yapılandırılmış açık uçlu sorular sorulmuş ve bir model çizimi üzerinden 16 görev belirlenerek uygulama yaptırılmıştır. Uygulama göz izleme (Tobii X2 60 Eye Tracker cihazı) ile birlikte süreölçer ve gözlem yöntemleri kullanılarak yapılmıştır. Bu kapsamda kullanıcılardan modelin çap ve kalınlık değerlerinin parametreye bağlanması istenmiştir. Burada çizimin kaç dakikada tamamlandığı, zorlandığı noktalar, ağırlıklı olarak hangi komutta zaman kaybettiği vb. konular gözlemlenmiştir. Daha sonrasında da arayüz yönlendirmeleri, fare kullanımı, iki boyutlu ve üç boyutlu komutlarının yeterliliği,

model ağacının içeriği ve oluşumu hakkındaki görüşleri, parametrik modelleme yöntemi kullanımı, arayüzde bulunan özel üç boyutlu katalogları hakkında görüşleri istenmiştir. Son olarak da arayüzün genel görüntüsü, tasarımı ve kullanılabilirliği konusunda öneri ve görüşleri talep edilmiştir. Kalıp tasarım mantığını anlayabilmek için de tasarımı yaparken izledikleri işlem aşamaları, en çok kullandıkları komutlar ve zorlandıkları noktaları, tasarım değişikliklerindeki revizyonları nasıl yaptıkları ve ihtiyaç duydukları noktalar istenmiştir (Resim 2).

Araştırma soruları niteliksel ve niceliksel araştırma olarak tasarlanmıştır. Sorular, kullanıcının açıklamalarına ve program deneyimlerine odaklıdır. Yazar Dr. Zengin Bintaş'ın araştırma konusu programın geliştirme sürecinde görev alması, araştırmanın sınırlarının belirlenmesine ve ihtiyaç tespitinin yapılmasına ve araştırma sorularının oluşturulmasına büyük katkı sağlamıştır. Yazar Dr. Zengin Bintaş'ın da görev aldığı Tübitak 1511 Programı kapsamında yürütülen 1170281 numaralı "Tasarım 4.0" isimli projenin bir bölümü olarak kabul edilen kullanıcı deneyim araştırması, dördü pilot tasarımcı olmak üzere toplamda 15 kullanıcı ile yapılmıştır. Kullanıcılar Bursa'da sac kalıp tasarımı ve üretimi yapan firmalardaki tasarımcılar arasından gönüllük esas alınarak belirlenmiştir. Öncelikle Çizen'i geliştiren firma içerisinde dört tasarımcı ile pilot uygulama yapılmıştır. Pilot uygulama ile soruların amacına ulaşabilirliği test edilmiş ve iyileştirmeleri yapılmıştır. Kullanıcı deneyimi araştırması konusunda dünya lideri olan Nilson Norman grup yaptıkları 83 adet vaka analizi "kullanılabilirlik" çalışmasında beş kullanıcının optimum sonucu verdiğini görmüştür. Ancak bazı çalışmalarda sekiz bazılarında da 12 kullanıcı ile optimum sonucu elde ettiklerini tespit etmiştir (Nielsen, 2012). Bu nedenle araştırmaya 11 kullanıcı dahil edilmiştir. Ancak, göz izleme cihazı değerlendirmesinde cihazdan kaynaklanan problem nedeniyle dokuz kullanıcının verileri analiz edilebilmiştir. Göz izleme dışındaki araştırma kapsamında 11 kullanıcının sonuçları yer almaktadır. Araştırma 45 dakika ile 1,5 saat arasında sürmüştür. 13 Tasarım Odaklı Düşünme Yöntemi kullanılmıştır. Bunlar; mülakat, bağlamsal soruşturma, geleceği satın al, sesli düşünme, kritik yapma, sistem kullanılabilirlik ölçeği, rekabetçi ürün araştırması, potansiyel kullanıcı belirleme, deneyim diyagramı, kategori haritası oluşturma, problem ağacı analizi, değer-önceliklendirme grafiği, uzman görüş raporudur.

## **ARAŞTIRMA SONUÇLARI**

Çalışmada öncelikle araştırmacı tarafından Çizen ve Catia'nın menüleri karşılaştırılmış; komut tıklama bazında verimlilik analizi yapılmıştır. Araştırmada birçok veri toplama yöntemlerinden de faydalanılmıştır. Öncelikle kullanıcılardan demografik bilgilerin alındığı ve tasarım metodolojilerini tespit etmeye yönelik soruların yer aldığı ön test yapılmıştır. Örnek modelin tasarımı esnasında göz izleme cihazı kullanılarak sesli düşünme, gözlem, süreölçer ve video kayıtları kullanılmıştır. Örnek model tasarımının tamamlanmasından sonra kullanıcıların görüşlerinin alınması amacıyla mülakat yapılmış ve son test soruları uygulanmıştır.



Resim 2. Araştırma Planı

## Verimlilik Analizi Sonuçları

Analiz kapsamında Çizen ve CatiaV5 programında mevcut olan komutlar karşılaştırılmıştır. Analiz, komutların kaç adımda tamamlandığına bakılarak yapılmıştır (Tablo 1)

## Ön Test Araştırma Sonuçları

Ön test iki bölümden oluşmakta olup ilk bölümde kullanıcıların demografik bilgilerini elde etmek için altı soru yer almaktadır. Yanıtlardan kullanıcıların büyük çoğunluğunun 30 yaş altında, lisans mezunu ve üç yıl ve altında iş deneyimi olduğu görülmüştür. Araştırma sonuçlarını değerlendirirken yaş, tecrübe, mezuniyet ve kullandığı program deneyimleri göz önüne alınarak tasarım süreleri ve başarısı değerlendirilmiş ancak anlamlı bir sonuç elde edilememiştir.

Ön testin ikinci bölümü tasarımcıların tasarım metodolojilerini anlamak için kurulanmıştır ve 11 sorudan oluşmaktadır. Ancak 11 soruyu belirleyebilmek amacıyla öncelikle pilot kullanıcılar tarafından bir döküm kalıbı Catia, Visicad, Solidworks ve Çizen programında tasarlanmış ve tasarım sonucunda ortaya çıkan rapor ile ön test soruları oluşturulmuştur. Her programın kendine özgü üstünlükleri olduğu görülmüş ve bunlar raporlanmıştır.



**Tablo 1.** CatiaV5-Çizen Programı Verimlilik Analizi Sonucu

Karşılaştırılan Ortam	Sonuç
Genel Arayüz	Programların tasarım stili ve komutları benzer olmasına rağmen arayüz kullanma şekli, yerleştirme ve yeteneklerinde büyük farklılıklar tespit edilmiştir.
Aç ve Düzelt Araç Çubuğu	Çizen programında yeni dosya açma, yeniden açma, düzeltme ve dışa aktarma işlemleri Catia programına göre %50 daha hızlı olduğu görülmüştür.
Montaj Ortamı	Catia programında birçok komutta daha fazla özellik ve yeteneklerin olduğu tespit edilmiştir. Ancak Çizen programının işlemlerin gerçekleştirmesinde %50 daha hızlı olduğu görülmüştür.
Parça Ortamı	Catia programında delik açma, kenar ve köşe kırma komutlarının kullanıcı odaklı olduğu görülmüştür. Ancak komutların kullanım verimlilikleri Çizen programı ile benzerdir.
İki Boyutlu Eskiz Ortamı	Catia programında İki Boyutlu Eskiz ortamında birçok alternatifin olduğu görülmüştür. Ancak komutların kullanım verimlilikleri Çizen programı ile benzerdir.

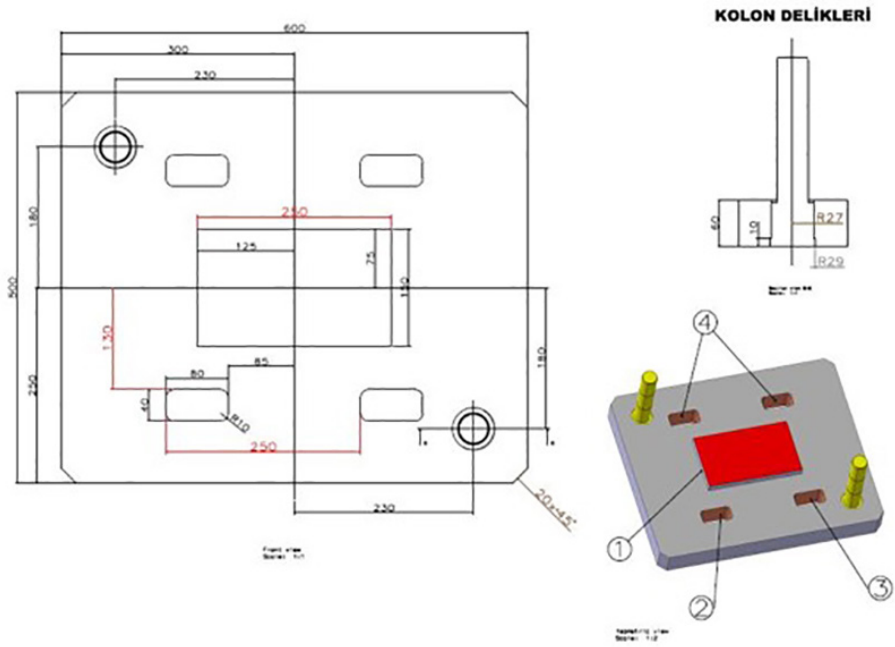
### Göz İzleme Cihazı, Mülakat ve Gözlem Sonuçları

Kullanıcılara kalıp alt plakası olan örnek bir modelin tasarımını tamamlamaları için 16 görev verilmiş, Çizen programında tasarımlar yaptırılmış ve programın arayüz deneyimi verileri elde edilmiştir (Resim 3). Tasarım esnasında kullanıcıların sesli düşünceleri sağlanarak programın kullanımı hakkındaki düşünceleri ve hisleri alınmıştır (Resim 4). Göz izleme cihazı araştırması maliyet unsuru nedeniyle 11 kullanıcı ile yapılmış, pilot kullanıcılar dahil edilmemiştir. Verilerin analizi esnasında cihazda kalibrasyon hatası nedeniyle iki kullanıcının verilerinin net olmadığı görülmüştür. Bu nedenle göz izleme verileri 9 kullanıcı üzerinden analiz edilmiştir.

Analiz sonuçlarını yorumlayabilmek için karşılaştırma yapılacak bir verinin bulunması gerekmektedir. Ancak literatürde karşılaştırılma yapılabilecek benzer bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle sonuçlar pilot kullanıcılar ile araştırma kapsamına dahil edilen kullanıcılar olarak karşılaştırılmıştır. Ayrıca programın diğer programlar karşısındaki verimliliğini görebilmek için benzer bir programda da karşılaştırılması gerekmektedir. Verimlilik analizi için karşılaştırılma yapılan Catia V5 programında da örnek model yaptırılmıştır. Araştırma süresinin uzun olmasından dolayı bu çalışma sadece pilot kullanıcılar ile yapılmış, görev tamamlama bazında tasarım süreleri Catia V5 ile karşılaştırılmıştır.

Araştırma sonucunda pilot kullanıcıların Çizen programında tasarımı ortalama olarak 12 dakika 17 saniyede, Catia programında 6 dakika 12 saniyede tamam-





Resim 3. Kalıp Alt Plakası Örnek Modeli



Resim 4. Göz İzleme Cihazı ile Kullanıcı Deneyim Araştırmasından Fotoğraflar

ladığı görülmüştür. 11 Kullanıcının ise görevleri ortalama olarak 34 dakika 32 saniyede tamamladığı görülmüştür.

Tablo 2'de görev bazlı olarak pilot kullanıcı ve kullanıcıların verilen örnek model tasarımını ortalama olarak tamamlama süreleri gösterilmektedir. Görev 2 dışında tüm görevlerde kullanıcıların zorlandıkları görülmüştür.

Göz hareketleri ve ısı haritalarının analizleri 9 kullanıcının sonuçlarını içermektedir. Analizde dört tip ölçev kullanılmıştır. Bunlar:

- Aralık süresi: kullanıcıların görev tamamlama sürelerini göstermektedir.
- Ziyaret süresi: görev anında arayüzdeki odaklanmaları göstermektedir. Odaklanmanın az olması görevin kolay tamamlanmasını göstermektedir.
- Ziyaret sayısı: arayüzdeki menülere/komutlara ziyaret sayısını göstermektedir.
- Tıklama sayısı: arayüzdeki menülere/komutlara tıklama sayısını göstermektedir.

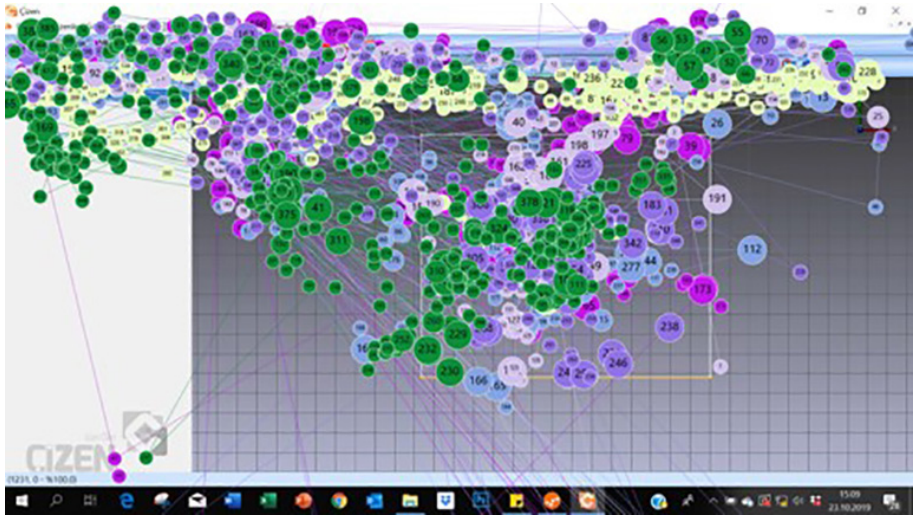
Kullanıcılara verilen 16 görevin analizi esnasında bazı görevlerin kendi içerisinde de görevlere ayrılması nedeniyle analiz 23 göreve yükseltilmiştir. Ayrıca bazı kullanıcılar arayüzü kişiselleştirerek menüleri sağ tarafa almış bu nedenle analizler 23 üst menü, 23 sağ menü olmak üzere 46 analiz olarak yapılmıştır. Ancak Görev 11 ve 16'nın sonuçlarının göz hareketi ve ısı haritalarının elde edilememesi ne-

**Tablo 2.** Kullanıcıların Görev Tamamlama Süreleri Karşılaştırma Tabloları

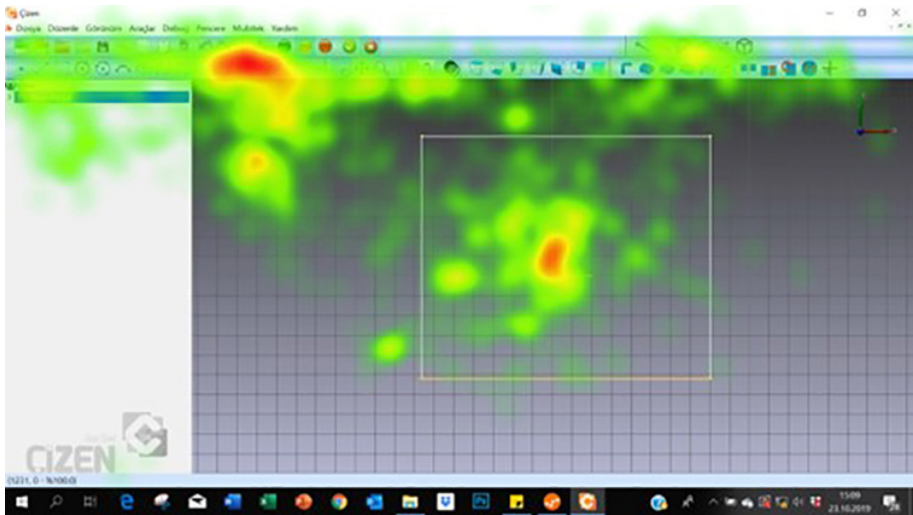
Görevler	Pilot Kullanıcı	Pilot Kullanıcı	Kullanıcı
	CATIA	ÇİZEN	ÇİZEN
Görev 1	0,31	0,65	4,68
Görev 2	0,59	1,05	1,25
Görev 3	0,11	0,36	1,79
Görev 4	0,37	1,00	2,18
Görev 5	0,46	1,71	2,31
Görev 6	0,32	0,33	2,23
Görev 7	0,11	0,17	1,2
Görev 8	0,08	0,29	3,3
Görev 9	1,33	2,02	2,19
Görev 10	0,34	0,78	2,11
Görev 11	0,50	0,14	0,47
Görev 12	0,92	2,12	5,72
Görev 13	0,26	0,51	1,27
Görev 14	0,20	0,62	1,73
Görev 15	0,23	0,40	1,08
Görev 16		0,02	0,41
<b>Toplam Süre</b>	<b>6 dakika 12 saniye</b>	<b>12 dakika 17 saniye</b>	<b>34 dakika 32 saniye</b>

deniyle 42 analiz sonucunda bulunmaktadır. Bu bildiri sadece Görev 1'e ait göz hareketleri ve ısı haritaları paylaşılmıştır (Resim 5 ve Resim 6).

Göz hareketleri analizi içerisinde gözün kısa ve hızlı hareketleri bulunmaktadır. Gözün çok fazla noktalarda bulunması kullanıcının işlemi yapmak için arayüzde fazla gezindiğini göstermektedir. Daha geniş aralıktaki göz hareketleri arayüz kullanımı hakkında daha fazla anlam taşımakta, arayüzde kullanılabilirlik sorunu olduğunu göstermektedir (Poole ve Ball, 2005). Analizdeki her bir renk bir



**Resim 5.** Görev 1 Göz Hareketleri



**Resim 6.** Görev 1 Isı Haritası

kullanıcıya aittir. Resimden de görüleceği üzere kullanıcıların göz hareketlerinde büyük aralıklar mevcuttur. Bu da görevi yapmakta zorlandıklarını göstermektedir.

Isı haritası bir göz izleme ölçeği olup verileri görselleştirmektedir (Bojko, 2013, s.17). Kullanıcıların arayüz ve menü üzerindeki odaklanmalarını göstermektedir. Kırmızı renkli alanlar en fazla odaklandıkları noktayı göstermektedir. Fazla alanda odaklanma görevi yapmak için fazla arama yaptığını göstermektedir. Resim 6'dan görüleceği üzere kullanıcılar arayüzün birçok yerine, menülere odaklanmıştır. Kullanıcıdan beklenen ise ilgili menüye giderek işlemi seçmesi ve tasarımı yapmasıdır.

### Son Test Sonuçları

Son testte altı açık uçlu soru, bir çoktan seçmeli ve sistem kullanılabilirlik ölçeği ile sözsüz resim ölçeği araştırması yapılmıştır. Açık uçlu sorulara verilen cevaplar detaylı incelenerek teknik altyapı, ikon-komut önerileri ve karşılaşılan problemler olmak üzere üç ana kategoride sınıflandırılmıştır. Sistem Kullanılabilirlik Ölçeğinde 11 kullanıcının ve 4 pilot kullanıcının sonuçları analiz edilmiş; en düşük

**Tablo 3.** Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği Sonucu Yorumlama Tablosu

Ölçek Puanı	Derece	Derece Tanımı
>80,3	A	Mükemmel
68-80,3	B	İyi
68	C	Kabul Edilebilir
51-68	D	Zayıf
<51	F	Çok kötü

**Tablo 4.** Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği Sonucu

Kullanıcı	Ölçek Puanı	Pilot Kullanıcı	Ölçek Puanı
Kullanıcı 1	60	p1	80
Kullanıcı 2	87,5	p2	82,5
Kullanıcı 3	92,5	p3	70
Kullanıcı 4	85	p4	90
Kullanıcı 5	82,5		
Kullanıcı 6	47,5		
Kullanıcı 7	47,5		
Kullanıcı 8	55		
Kullanıcı 9	52,5		
Kullanıcı 10	62,5		
Kullanıcı 11	80		
<b>Toplam</b>	<b>68,4</b>		

puanın 47,5 en yüksek puanın 92,5 olduğu görülmüştür. Literatürde değerlendirmenin doğru ve geçerli olabilmesi için, bu analiz sonucunun ortalama 68 puan veya üstünde olması gerektiği belirtilmiştir (Tablo 2). Bu puandan düşük olan sonuçlar sistemin/yazılımın tekrar baştan değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir (Alathas, 2018).

Bu çalışmada kullanıcılara yapılan ölçeğin sonucu 68,4 puan (Kabul Edilebilir) olarak çıkmıştır (Tablo 4). Pilot kullanıcıların dahil edilmesi ile ortalama 74,51 puana yükselmektedir.

## **DEĞERLENDİRME VE SONUÇ**

Bu çalışma verimlilik analizi, kullanıcı deneyimi araştırmasına hazırlık olması amacıyla farklı programlarda kalıp tasarım yeteneklerinin tespit edilmesi ve kullanıcı deneyimi olmak üzere üç başlık altında yapılan çalışmayı içermektedir. Verimlilik analizinde Çizen programı ile Catia V5 programı karşılaştırılmıştır. Beş bölümden oluşmak üzere 120 komut/özellik karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmada Çizen programının birçok işlemi daha kısa adımlarla tamamladığı görülmüştür. Ancak uygulamada tasarımların Çizen programında çok daha uzun sürdüğü tespit edilmiştir. Bu sonuç programın verimliliğinde bir sorun olduğunu göstermektedir.

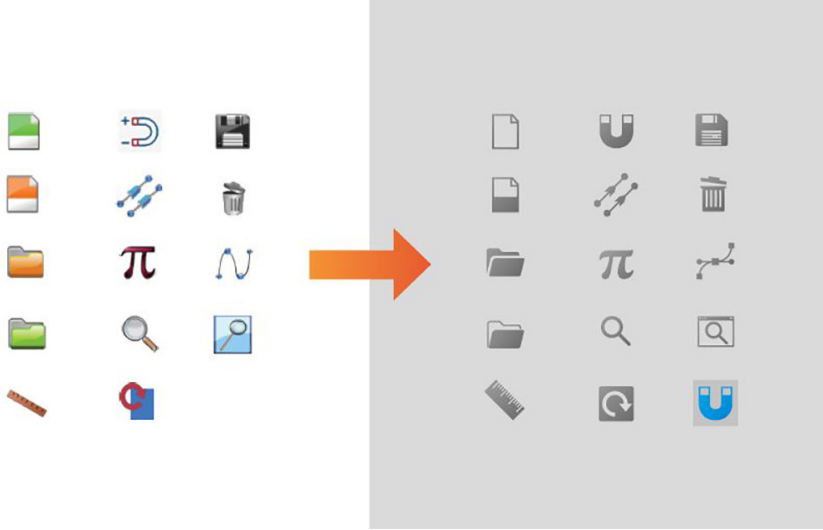
Araştırmanın ikinci aşamasında Solidworks, VisiCad, Catia V5 ve Çizen programında bir döküm kalıbı tasarlanarak programların kalıp tasarım yetenekleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Çizen ve Catia V5 programının benzer özelliklere, VisiCad programının farklı bir tasarım metodolojine sahip olduğu görülmüştür. Solidworks programının özellikle progresif kalıbı gibi karmaşık yapıdaki tasarımlarda yeteneklerinin yetersiz olduğunu tespit edilmiştir.

Çalışmada son olarak, ilk iki aşamada elde edilen veriler ışığında ön test, göz izleme ve son test olmak üzere kullanıcı deneyim araştırması yapılmıştır. Araştırmada kullanıcıların demografik özelliklerinin ve iş deneyiminin, tasarımı tamamlama süresine etkisinin olmadığı görülmüştür. Örnek modeli tasarlamak üzere kullanıcılara verilen 16 görevin neredeyse tamamında görevleri tamamlamada zorlandıkları, pilot kullanıcıların üç katı üzerinde bir sürede tasarımları yaptıkları tespit edilmiştir. Bu kabul edilebilir bir sonuç değildir. Göz izleme analizinde kullanıcıların ilgili menüleri ve ikonları bulmada zorlandıkları, tasarımı yaparken aynı ikona defalarca tıkladıkları, arayüzdeki açıklamaların yetersiz olduğu ve ikonların Türkçe isimlerinin anlaşılır olmadığı görülmüştür. Ayrıca pilot kullanıcılarla yapılan çalışmada; örnek modeli CatiaV5 programında neredeyse yarı sürede tamamladıkları belirlenmiştir. Bu sonuç Çizen'in diğer programlara göre tercih edilebilirliğini ve rekabet edebilirliğini düşürmektedir. Arayüz tasarımı aslında programın/sistemin geliştirilmesi esnasında kullanıcı görüşleri alınarak yapılmalıdır (Keş ve Kara, 2015, s.21). Ancak Çizen programında olduğu gibi birçok

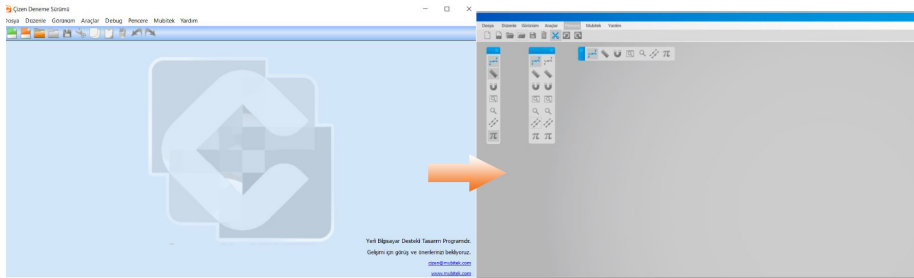
program ve sistem yazılımında arayüz tasarımı en son işlem olarak görülmektedir. Bu da kullanılabilirlik sorununu beraberinde getirmektedir.

Örnek modelin tasarımından sonra yapılan son test araştırmasında alınan öneriler, araştırma sorularında belirtilen ana başlıklar altında değerlendirilerek sınıflandırılmıştır. Bu çerçevede verimlilik konusunda 11, sadelik/fonksiyonellik konusunda 11 ve genel arayüz için ise 13 düzenlemenin yapılması gerektiği belirlenmiştir. Sistem kullanılabilirlik ölçeği sonucu “Kabul Edilebilir” olmasına rağmen göz izleme cihazı sonuçları ve görev tamamlama süreleri programda kullanılabilirlik sorunu olduğunu göstermektedir. Araştırmada ayrıca yazılım altyapısında da sorun olduğu görülmüştür. Bu sorunlar da rapor halinde ilgililere iletilmiştir.

Analiz sonuçlarından, tasarım trendlerine uygun, kolay anlaşılır, kullanıcı odaklı, görselliğin bir bütünlük içerisinde olduğu arayüz ve ikon tasarımı yapılmıştır.



**Resim 7.** Çizen Programı İkonları ve B Testi İkon Tasarımından Örnekler



**Resim 8.** Çizen Programı Arayüzü ve B Testi Arayüz Tasarımından Örnek

İkonlar 48x48 piksel boyutlarında Illustrator, arayüz ise Photoshop programında tasarlanmıştır. Arayüz, sadeliği sağlayabilmek amacıyla katı modellemeye eskiz ortamındaki ikonlar, eskiz ortamındayken katı modelleme ikonları aktif olmayacak şekilde kurgulanmıştır. Kullanıcılara A/B testi yapılarak tasarımlar hakkındaki görüşleri alınmış, B tasarımı tercih edilmiştir (Resim 7 ve Resim 8). Araştırma esnasında tespit edilen yazılım altyapısı problemleri ve programa eklenmesi istenilen tasarım yeteneği önerileri üzerinde ilgili firma Ar-Ge projesi kapsamında çalışmalarına devam etmektedir.

#### **KAYNAKÇA**

Alathas, H. (2018). *How to Measure Product Usability with the System Usability Scale (SUS) Score*. 14 Ağustos 2019 tarihinde <https://uxplanet.org/how-to-measure-product-usability-with-the-system-usability-scale-sus-score-69f3875b858f> adresinden erişildi.

Bayazıt, N. (1997). *Endüstri Ürünleri ve Mimarlıkta Tasarlama Metodlarına Giriş* (1.Basım). İstanbul: Ekim.

Bojko, A. (2013). *Eye Tracking The User Experience A Practical Guide to Research*. USA: Rosenfeld Media, LLC,.

Bintaş, M. ve Öz, C. (2017). Tasarım 4.0 Bölüm 2. *CADCAMCAE Dünyası Dergisi*, (47) 30-33.

Bintaş, M. (2011). *12. Otomotiv ve Üretim Teknolojileri Sempozyumu Sonuç Bildirisi*. <https://mmo.org.tr/haber/12-otomotiv-ve-uretim-teknolojileri-sempozyumu-sonuc-bildirisi> adresinden erişildi.

Büyükbeşe, A. (2019). *The User Interface Design of Mobile Assisted Language Learning Based Applications*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Yeditepe Üniversitesi, İstanbul.

Chu, C.H. ve M.C. Song. (2004). Computer Aided Parametric Design for 3D Tire Mold Production. *Computers in Industry*, 57(1), 11–25.

Doğan, K. M., Suzuki, H., ve Günpınar, E. (2018). Eye Tracking for Screening Design Parameters in Adjective-based Design of Yacht Hull. *Ocean Engineering*, 166, 262–277.

Duffey, M.R. ve Q. Sun. (2003). Knowledge-Based Design of Progressive Stamping Dies. *Journal of Materials Processing Tech.*, 28(1–2), 221–227.

Kaftanoğlu, B. (2005). *Bilgisayar Destekli Tasarım ve İmalat (CAD/CAM) Nasıl Başladı ve Gelişti?*. 19 Ekim 2019 tarihinde <http://www.turkcadcad.net/rapor/CADCAM-tarihcesi/index.html> adresinden erişildi.

Keş, Y. ve Kara, M. (2015). Mobil Oyun Geliştirme Sürecinde Arayüz Tasarımı. *Yıldız Journal of Art and Design*, 2 (2),18-26.

Kim, C.W., Park C.H., ve Lee, S.S. (2007). An Automated Design System of Press Die Components Using 3D CAD Library. *Lecture Notes in Computer Science* içinde (961–974). Springer.

Kumar, S. ve Singh, R. (2006). An Intelligent System for Automatic Modeling of Progressive Die. *Journal of Materials Processing Technology*, 194(1-3),176-183.

Lee, R.S., Hsu, Q.C., ve Su, S.L. (1997). Development of a Parametric Computer-Aided Die Design System for Cold Forging. *Journal of Materials Processing Technology*, 91(1), 80–89.



Lin, B.T. ve Hsu, S.H. (2006). Automated Design System for Drawing Dies, Expert Systems with Applications. *Expert Systems with Applications*, 34(3), 1586–1598.

Myung, S. ve Han, S. (2001). Knowledge-Based Parametric Design of Mechanical Products Based on Configuration Design Method. *Expert Systems with Applications*, 21(2), 99–107.

Nielsen, J. (2012). *How Many Users in a Usability Study?*, 25 Ekim 2019 tarihinde <https://www.nngroup.com/articles/how-many-test-users/> adresinden erişildi.

Skarka, W. (2006). Application of MOKA Methodology in Generative Model Creation Using CATIA. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 20(5), 677–690.

Poole, A. ve Ball, L. (2005). *Eye Tracking in Human-Computer Interaction and Usability Research: Current Status and Future Prospects*. 28 Ekim 2019 tarihinde [https://www.researchgate.net/publication/230786738\\_Eye\\_tracking\\_in\\_human-computer\\_interaction\\_and\\_usability\\_research\\_Current\\_status\\_and\\_future\\_prospects](https://www.researchgate.net/publication/230786738_Eye_tracking_in_human-computer_interaction_and_usability_research_Current_status_and_future_prospects) adresinden erişildi.

Vujovi, M., Ristanovi, M. R., Miloš, M. V. ve Perales Lopez, F.J. (2018). Health Monitoring Modular Panel Interface Design and Evaluation. *Thermal Science*, (22), 1259-S1270.