

Araç Gövdesi Mimari Kesitlerinin Parametrik Tasarımı

İbrahim UTANIR, Özgür ÖZTÜRK, Emre DORUK

TOFAŞ, Türk Otomotiv Fabrikası A.Ş. 16369 , BURSA
(Geliş / Received : 02.10.2015 ; Kabul / Accepted : 24.11.2015)

ÖZ

Bu çalışmada, yeni bir sistem geliştirilmiştir. Sistemde araç stil geliştirme sürecinin en önemli aşamalarından olan gövde yapılabirlik çalışmalarında, araç gövdesi mimari kesitlerinin, halihazırda kullanılan alışlagelmış tekrarlı yöntemlere kıyasla çok daha kısa sürede oluşturmak amacıyla parametrik tasarım tekniğine dayalı bir metodoloji geliştirilmiştir. Aynı zamanda bu metodolojinin kullanımı için, Unigraphics CAD programı ile bütünleşik çalışan bir yazılım geliştirilmiştir. Çalışma sonunda, TCAE/UG ortamında çalışan parametrikleştirilmiş kesit yazılımı, gövde yapılabirlik sürecini standartlaştırarak tasarımcıya hız kazandırmıştır. Sistemde bulunan kesit mimarileri mevcut araçlarda denenmiş ve başarılı bulunmuş kesitler olduğundan tasarımcı kaynaklı hatalar minimize edilerek sürecin güvenilirliği ve kalitesi artırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Parametrik tasarım, bilgi tabanlı mühendislik, stil yapılabirliği

Parametric Design of Vehicle Body Architectural Sections

ABSTRACT

In this study, a new system is developed. Aim of this project is to create a parametric modeling methodology to facilitate creating vehicle architectural 2D body sections by using a software which works in UniGraphics. These sections, which created parametrically by using this methodology, can also be modified easily with various of design changes, including vehicle dimensional changes, vehicle and component changes and also style changes etc. Development time was reduced, process was standardized consequently the design quality was improved and the development cost was reduced..

Keywords: Parametric design, knowledge based engineering, style feasibility

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Komple yeni bir gövdenin tasarımı, çok yoğun ve karmaşık bir faaliyetler zinciridir. Gövdeyi oluşturan parçaların fonksiyonlarını yerine getirmesinin garanti edilebilmesi, bir dizi sanal ve fiziksel doğrulamaları ve sonuçlara göre yeniden gözden geçirme ve müdahaleleri gerektirir. Bunun haricinde, monte edilebilirlik, kaynak edilebilirlik, kalıba hazırlanabilirlik gibi teknolojik yapılabirlik kriterleri de göz önünde bulundurulmak zorundadır [1, 2].

Ürün geliştirme süreci, başlangıcında gerçekleştirilen yapılabirlik çalışmaları, stil yüzeylerinin, homologasyon normları ve ilk ürün ağacında belirtilen temel hedefler açısından sorun yaratıp yaratmadığının, teknolojik olarak yapılabirliğinin, maliyet hedeflerine ulaşılabilirliğinin ve ürün ortaklaştırılması amacıyla kullanımı düşünülen parçaların yapılabirliğini görülmesi için yürütülen fizibilite çalışmalarıdır [3].

Yeni bir araç için stil geliştirme süreci kritik bir süreç olup, yapılabirlik (stilin endüstriyelmesi) çalışmasını yürüten ekip tarafından stil - yapılabirlik analizi - stil şeklinde bir döngü içerisinde yürütülmektedir. Yapılabirlik analizini yürüten tasarımcı ekip, stil bilgisinden hareketle araç gövdesi üzerindeki kritik kesit

analizlerini gerçekleştirerek, gövde ve alt sistem mimarilerini ve kesit geometrilerini tasarlar ve stil ekibine geribildirimde bulunur. Yapılabirlik sürecinde tasarımcı ekibin stil değişikliklerini çok hızlı analiz ederek stile geribildirimde bulunması gerekmektedir. Geri dönüşlerin sıkça yaşandığı söz konusu süreç bu yüzden projenin boyutuna bağlı olarak 4-5 ay gibi uzun bir zaman dilimini kapsamaktadır. Bu süreçte yapılan olası hatalı öngörüler genelde bir sonraki adım olan gövde alt sistem ve detay bileşen tasarım sürecinde veya ilk fiziksel testler sonucunda görülebilmekte ve maliyeti yüksek geri dönüşler yaşanabilmektedir [3, 4].

Bu çalışmada, araç gövde stilinin doğrulanması sırasında ihtiyaç duyulan mühendislik kesitlerinin daha hızlı ve daha kolay tasarımı yapabilecek bir sistem geliştirilmiştir. TCAE/UG ortamında çalışan bu sistemin temelinde “parametrik tasarım” metodolojisi bulunmaktadır. Bu metot ile parametrik hale getirilen gövde mühendislik kesitlerinin, gövde yapılabirlik sürecine etkisi incelenmiştir. Geliştirilen sistem Unigraphics NX programında çalışmaktadır [5]

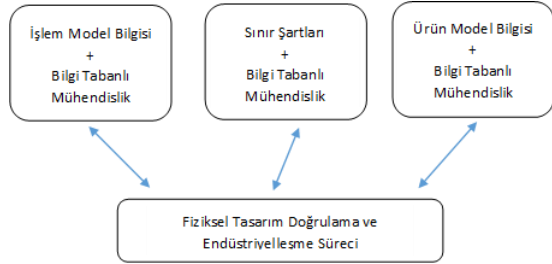
Bilgisayar destekli tasarım ve mühendislik uygulamalarında kullanılan metotlar; parametrik tasarım ve bilgi tabanlı mühendislik içermektedir. Bilgisayar destekli tasarım yapan yazılımların çoğu geometrik modellerde parametrik tasarım yapmaya imkan vermektedirler [6-7].

* Sorumlu Yazar (Corresponding Author)

e-posta: emre.doruk@tofas.com.tr

Digital Object Identifier (DOI) : 10.2339/2016.19.3 269-274

Bilgi tabanlı mühendislik, otomasyon veya mühendislik çözümlerinde sıklıkla kullanılan bir metottür. Tasarım uygulamalarında da geniş ölçüde kullanılabilir. Bilgi tabanlı mühendislik uygulamaları ile tasarımda kullanılan mevcut parametreler ve kesitler gelecek tasarımlarda kullanılabilir. Literatürde tasarımda kullanılan bilgi tabanlı metotlar QFD, CADET ve PRM'dir [8-10]. Bu metotlar tasarımların yeniden kullanılabilirliği üzerine yaklaşımlar getirmektedir. Şekil 1.1'de bilgi temelli mühendisliğin temelleri gösterilmektedir.

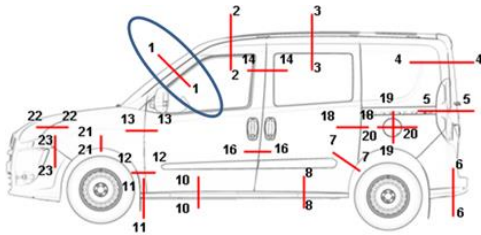


Şekil 1.1. Bilgi tabanlı mühendisliğin temelleri (Fundamental of knowledge based engineering)

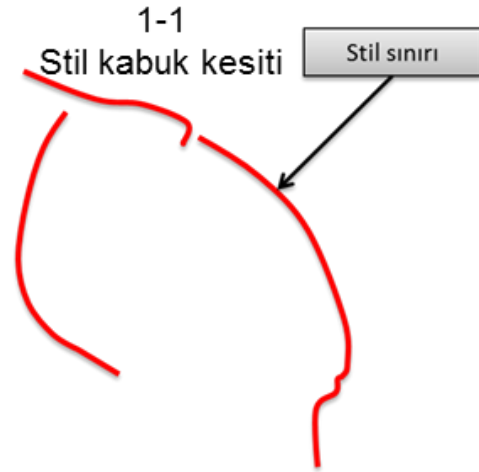
Literatürde var olan çalışmalar incelendiğinde parametrik tasarım ve yeniden kullanılabilir tasarım ile ilgili bir çok çalışma var olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada, araç gövdesi mimari kesitlerinin parametrik olarak modellenmesi ile aynı modellerin yeni geliştirilecek araç projesinde sürekli kullanılmasını sağlanabilen bir metodoloji geliştirilmiştir.

2. YAPILABİLİRLİK KESİTLERİ (FEASIBILITY CROSS-SECTION)

Mevcut gövde geliştirme sürecinin stil yapılabirlik aşamasında (tasarım başlangıç adımı-Step1 öncesi) bir araç gövdesi için yaklaşık 40 adet kritik yapılabirlik kesitinin oluşturulması ve doğrulanması için standart mimari kesitler veya geçmiş projelerden alınan kesitler kullanılmaktadır. Bu kesitler parametrik olmadıkları için temin edilmeleri, 3 boyutlu ortamda yerleştirilmeleri ve yeni stile göre uyarlanma aşamaları zaman almaktadır. Şekil 1.2 de (A direk) kesit görünüşü, bölgedeki tüm parçalarla birlikteki haliyle (kesit 1-1) görülmektedir. Projenin yapılabirlik çalışması esnasında çalışan proje sorumlusu ve tasarımcı tarafından diğer projelerdeki 1-1 kesitleri incelenerek mevcut tasarım yöntemleri kullanılarak optimum kesit oluşturulması beklenmektedir.



Şekil 1.2. Gövde mühendislik kesitlerinin kritik yerleri (Critical points of body cross-sections)



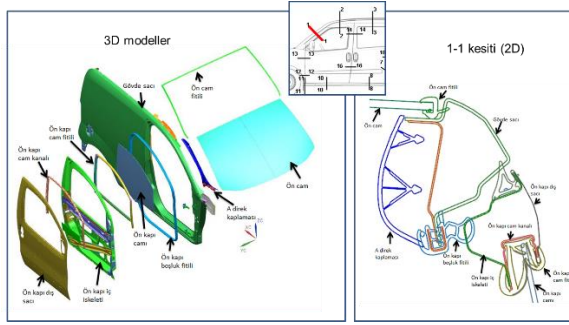
Şekil 1.3. Örnek stil kabuğuna ait içi boş kesit (An example for hollow cross-section of style shell)



Şekil 1.4. Örnek kesit detay gösterimi (Detail demonstration for sample cross-section)

Şekil 1.3'de örnek bir stil kabuğuna ait içi boş kesit görülmektedir. Şekil 1.4'de ise kesitin detay geometrisi gösterilmektedir.

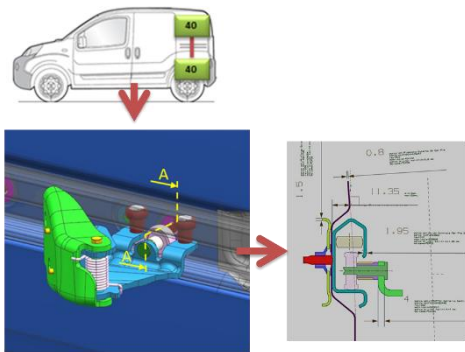
Bu işlemi bilinen yöntemlerle yaparken diğer projelerdeki kesitleri bulmak ve incelemek 6 aşamalı karmaşık bir süreç olup örneğin 1-1 kesitinin oluşturulması için geçen süre ortalama 2.5 saattir. Tasarımcı, tüm bileşenlerin numaralarını tek tek bulması ve bu montaj bileşenlerinin ayrı bir dosyada toplayarak açması gerekmektedir. Şekil 1.5 de 3D modellerden elde edilen kesitler görülmektedir.



Şekil 1.5. Örnek 3D CAD modeller ve kesiti (Sample of 3D CAD models and cross-sections)

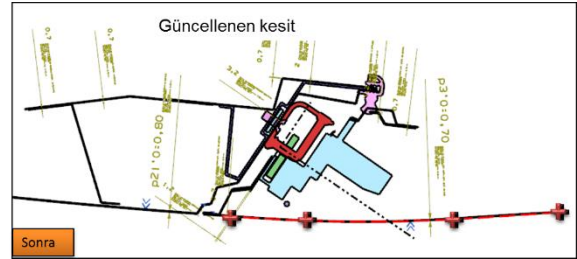
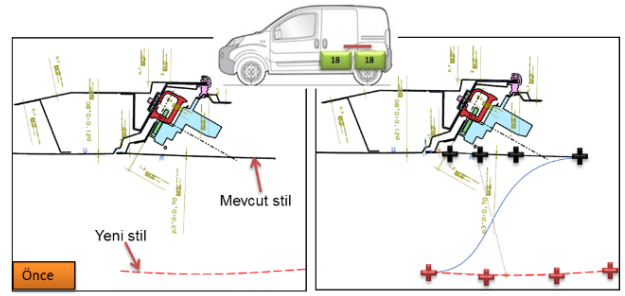
3. GELİŞTİRİLEN SİSTEM (DEVELOPED SYSTEM)

Metodolojinin temelinde standart mimari kesitlerin geometrik şeklini oluşturan ölçülerinin parametrik hale getirilmesi ve stil çalışmalarında bu şekilde gövde yapılabirlik çalışmalarının hızlandırılması yer almaktadır. Bir geometrik şeklin parametrik hale getirilmesi demek geometrik şekli oluşturan tüm ölçülerin yani parametrelerin tanımlanması ve tüm geometrinin bu ölçüler yani parametreler ile ilişkilerinin tanımlanmasıdır. Geçmişte tasarımı yapıp üretmekte olduğumuz mevcut modellerde edindiğimiz tecrübe ve bilgi birikimlerinden bundan sonraki projelerde de faydalanabilmek amacıyla bir yapılabirlik kesitleri parametrik hale getirme çalışması yapılmıştır. Bunun için her bir kesit, diğer kesitlerle geometri ve boyut açısından ilişkilendirilip, bu sayede geometrilerin anlamlı bir şekilde güncellenmesi sağlanmıştır. (Şekil 1.6).

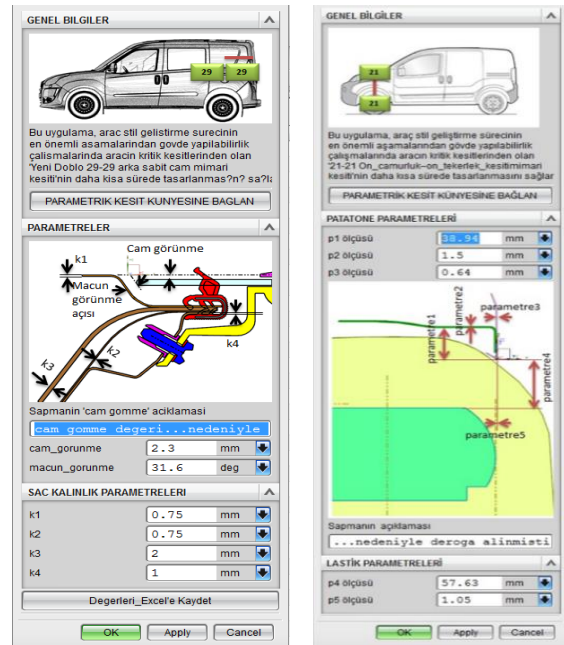


Şekil 1.6. Parametrik kesit (Parametric cross-section)

Bu çalışma ile değişken geometri veya denklemleri içeren tasarım problemlerinin çözümünde de büyük kolaylık sağlamaktadır. Aynı parametrik modeller, bundan sonra yapılacak olan diğer ürün geliştirme projelerinde tekrar kullanılabilir. Aynı zamanda stil bilgisi değiştiğinde kesiti oluşturan tüm geometriler anlamlı bir şekilde güncellenmektedir (Şekil 1.7).



Şekil 1.7. Parametrik kesit ve yeni stile adaptasyon (Parametric cross-section and new style adaptation)



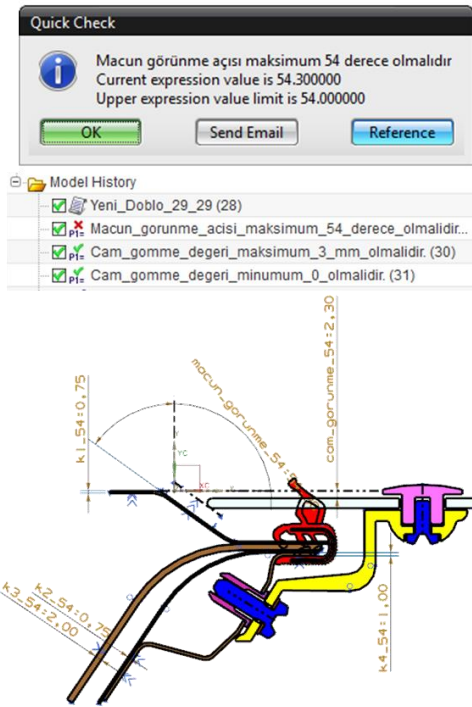
adaption)

Şekil 1.8. Tam parametrik kesit parametre giriş menüsü (Input menu of cross-section parameter)

Unigraphics içinde çalışan bir yazılım oluşturmak için kaynak kodlar yazılarak yazılım oluşturuldu. Böylelikle, her tasarımcının kolay ve hızlı bir şekilde ulaşabileceği bilgi bankası oluşturuldu. Geçmiş çözümlerden yararlanma imkanı sağlanmış oldu. Bunun için UG içerisinde yazılım geliştirme araçlarından olan "knowledge based engineering" ile yazılımı oluşturuldu. Oluşturulan yazılım, tasarımcı tarafından istenilen araç tipi ve bölge kesiti seçildiğinde, kesitin parametrik olarak uygun pozisyona hızlı bir şekilde otomatik olarak

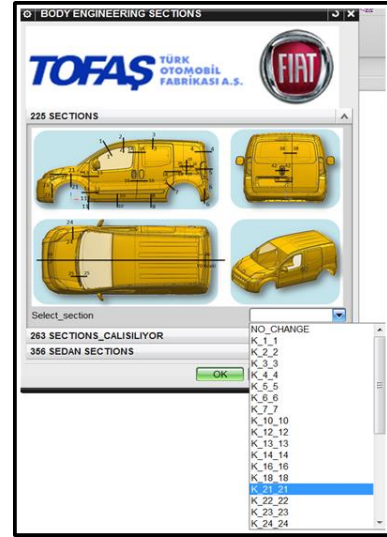
sanal ortamda konumlandırılması sağlandı. Böylece süreç karmaşası ve zaman kaybının önüne geçilerek, projenin ilerleyen aşamalarında ilgili bölgede yaşanabilecek hataların önüne geçilmesi sağlandı. Oluşturulan modül yazılımına ait kesit ara yüz örnekleri Şekil 1.8'de görülmektedir.

Bununla birlikte parametrik ölçülerin değişim kontrolleri yapabilmek amacıyla ilave kodlar geliştirildi. Bu kodlar yardımıyla değişken ölçülerin kullanıcı tarafından girilen değerlerin alt limit üst limit sınırları belirlenip UG içinde mesaj penceresi oluşturuldu. Giriş yapılan parametre değeri alt limit yada üst limit değerinden farklı olduğu takdirde tasarımcıyı yönlendirmektedir ve ürün ağacında hata mesajı yer almaktadır (Şekil 1.9).



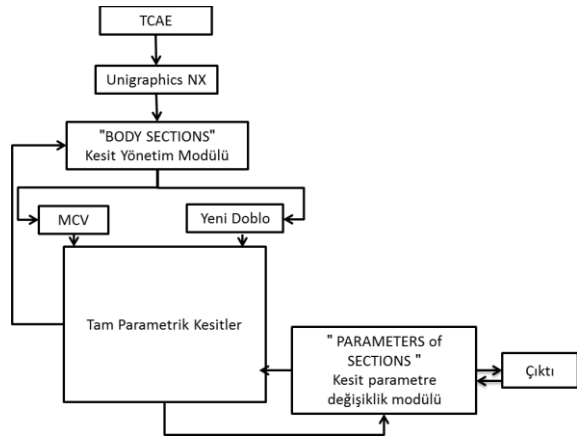
Şekil 1.9. Kullanıcı uyarı penceresi (User warning window)

Geliştirilen tüm kritik mühendislik kesitlerini montaj modelleme yöntemiyle yönetebilmek amacıyla bir ara yüz geliştirildi (Şekil 1.10). Bu sayede parametrik kesitler TCAE de hızlı bir şekilde UG tasarım ortamında eklenip çıkartılarak çalışabilecektir.



Şekil 1.10. TCAE kesit yönetme modülü (TCAE cross-section management module)

Sistem algoritmasında, ilk karar verilmesi gereken nokta sistemin çalışılacak stilin hangi mimariye uygun olduğunu belirlemektir. Geliştirilen sistemde MCV yada ticari araç stiline uygun olan kesitler bulunmaktadır. Stile en uygun kesit belirlendikten sonra parametre girişleri yapılabilir. Geliştirilen sistemin akış şeması Şekil 1.11'de görülmektedir.



Şekil 1.11. Geliştirilen sistemin yöntem tanımı (Method definition of developed system)

4. SİSTEM UYGULAMASI (SYSTEM IMPLEMENTATION)

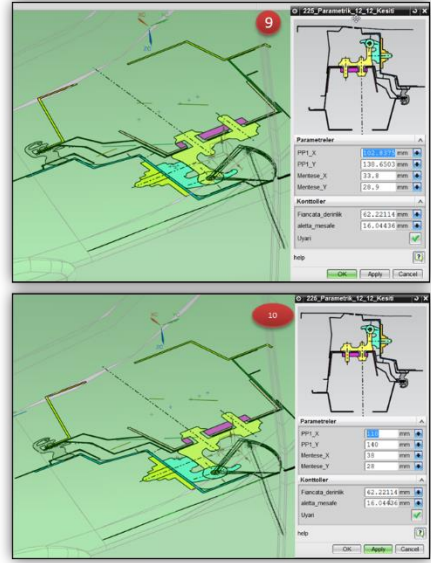
Şekil 1.12 ve Şekil 1.13’de geliştirilen sistem ve uygulama örneği görülmektedir. Bu uygulamada Ticari araç stiline, MCV kesiti uyarlanmıştır.

- 1- Stil dosyası (Ticari araç)
- 2- Çalışılacak kritik bölge (alt menteşe)
- 3- TCAE ara yüzü
- 4- Geliştirilen Kesit yönetim modülü (Body Engineering Sections)
- 5- Tam parametrik kesit çıktısının modele eklenmesi
- 6- Yeni stilden eğri oluşturma
- 7- Tam parametrik kesitin yeni stile göre güncellenmesi
- 8- Mühendislik kesitinin araç üzerindeki yeri
- 9- Geliştirilen kesit iç parametrelerine ait ara yüz (Parameters of Sections)
- 10- Güncellenen kritik ölçüler

İlk olarak ticari araç stil dosyası UG tasarım ortamında açılır. Sonra komponent yönetimi için geliştirilen ve TCAE ile entegrasyonu sağlanan “Body Engineering Sections” yazılımı çalıştırılır. Kullanıcı arayüzü yardımıyla çalışılacak bölge kesiti olan alt menteşe kesit numarası seçilir, otomatik olarak ekrana tam parametrik alt menteşe kesiti gelir. Ticari araç stil dosyasından ilgili bölgede stil çizgisi oluşturulur. Tam parametrik olarak geliştirilen alt menteşe kesitinin mevcut eğrisi, sürüklenerek ticari araç çizgisiyle eşleştirilir, kesit modeli ticari araç stiline uyarlanmış olur. Daha sonra her bir kesit iç parametrelerini tekrar düzenlemek için geliştirilen “Parameters of Sections” yazılımı çalıştırılır. İç parametreler kullanıcı ara yüzünden değiştirilerek kesit nihai duruma getirilir.



Şekil 1.12. Uygulama örneği-kesit seçimi (Example of application-selection cross-section)

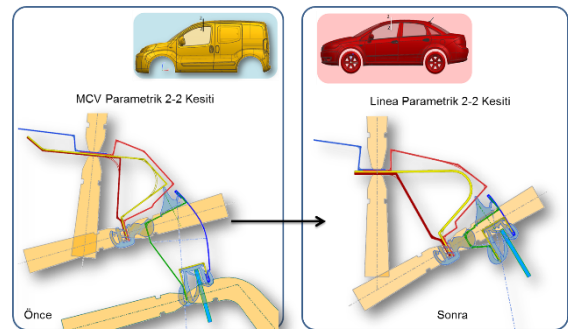


Şekil 1.13. Uygulama örneği-parametre değişimi (Example of application-changing parameter)

5. SONUÇLAR (RESULTS)

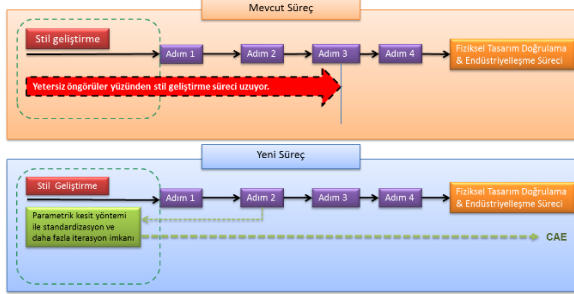
Bu çalışmada, 72 yapılabirlik kesiti geliştirilmiştir. Geliştirilen tam parametrik kesitler yeni bir aracın gövde geliştirme sürecinde stil yapılabirlik çalışmalarında kullanılabilir. Geliştirilen sistem TACE/UG bütünleşik çalışarak stil doğrulama çalışmalarındaki tasarım süreleri azaltılmıştır. Projede geliştirilen parametrik metodoloji sayesinde gerçekleştirilecek zaman tasarrufları, yapılabirlik süreçlerinde standardizasyon ve insan kaynaklı hataların minimuma indirilmesine doğrudan hizmet edecektir.

Ticari araç ve MCV modellerine göre oluşturulan parametrik kesitler sedan stiline göre denendi. Geri bildirimlere göre düzeltmeler yapıldı. MCV Parametrik kesitler kullanılarak sedan stil bilgisine göre yapılabirlik analizleri gerçekleştirildi. Çalışma sonucunda mevcut yöntemler kullanıldığı takdirde 9 saat süren fiziksel tasarım doğrulama ve endüstriyelleşme süreci, yeni geliştirilen yazılım ile 0.5 saate düşürülmüştür. Verim ~ %94 dür (Şekil 1.14).



Şekil 1.14. Sedan stiline göre uygulanmış MCV parametrik kesiti (Implementation parametric cross-section of MCV to sedan style)

Bununla birlikte ilk stil çalışmalarıyla başlayan ürün geliştirme sürecinde stilin yapılabilirliğini (endüstriyelendirilebilirliği) hızlı bir şekilde analiz edilmesini sağlayan ve CAD ortamında çalışan yazılım süreç yeniliği sağlanmıştır (Şekil 1.15).



Şekil 1.15. Yeni geliştirilen süreç (Newly developed process)

Adım-1: %70-80 civarında yapılabilir olduğu onaylanmış stil kabuk matematik modeli ve kritik gövde kesitleri

Adım-2: 3D matematik modeller

Adım-3: Prototip yapımında kullanılacak ve CAE tarafından doğrulanmış 3D matematik modeller

Adım-4: Seri imalat kalıplarının yapılacağı 3D matematik modeller

Tasarım sistemi ile geliştirme sürecinde araç gövdesi üzerinde kritik kesitler için parametrik bağlantıların kurulduğu, geometrik kısıtlamalar ile tasarım kurallarını içeren modüler bir sistemin olduğu, tasarımın sürecinde tasarım ve değişiklik süresini azaltan, tasarımın tarihçesini (ürün ağacı biçiminde) kaydederek aynı parametrik modelleri yeni geliştirilecek araç projesinde sürekli kullanılması sağlanabilen bir metodoloji geliştirilmiştir. Bununla birlikte kesit kütüphanesi kavramı oluşturularak, geçmiş tecrübelerden hızlı bir şekilde yararlanma imkanı sağlanmıştır. Bu sayede araç gövdesi stil yapılabilirlik sürecinde standartlaşma sağlanmıştır.

Yeni devreye alınacak araç modelleri için parametrik hale getirilmiş yapılabilirlik kesit kütüphanesi ve parametrik düğüm noktası modülleri oluşturuldu. Kesitlerin tümüne hızlı ve tam parametrik şekilde ulaşılma olanağı sağlandı. Proje ile yeni bir araç projesinde kullanılan mevcut tasarım programı Unigraphics NX altında çalışan bir sistem haline getirildi. Bununla birlikte düğüm noktalarına ait kesit ve süpürme yüzeyleri tam parametrik duruma getirilerek yazılım geliştirildi.

Bu çalışmada, araç stil geliştirme sürecinin en önemli aşamalarından olan gövde yapılabilirlik çalışmalarında, araç gövdesi mimari kesitlerinin ve düğüm noktalarının, halihazırda kullanılan alışlagelmiş tekrarlı yöntemlere kıyasla çok daha kısa sürede oluşturulmasına ve geometrik optimizasyonuna olanak tanıyan, parametrik tasarım tekniğine dayalı bir metodolojinin ve bu metodolojinin kullanımı için, Unigraphics CAD

programı ile bütünleşik çalışacak bir yazılım gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen metodoloji ve yazılım, araç geliştirme projelerinin tümünde kullanılmaktadır.

SEMBOLLER (SYMBOLS)

CAD: Computer Aided Design

TCAE/UG: Team Center Automotive Engineering/Unigraphics

2D: Two dimension

3D: Three dimension

MCV: Medium Commercial Vehicle

QFD: Quality Function Deployment

CADET: A flexible rule based system

PRM: Product Range Model

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGMENT)

Bu çalışma, 3110531 proje kodlu Araç Gövdesi Mimari Kesitlerinin Ve Düğüm Noktalarının Parametrik Tasarımı ve Optimizasyonu adlı proje kapsamında Tübitak desteği ile gerçekleştirilmiştir. Yazarlar Tübitak'a ve Tofaş Ar-Ge merkezine teşekkür etmektedirler.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Araç Gövdesi Mimari Kesitlerinin Ve Düğüm Noktalarının Parametrik Tasarımı Ve Optimizasyonu, TEYDEB 1501, Proje Kodu: 3110531.
2. Utanır İ., Durgun İ., Özgür Ö., "Unigraphics NX ile Parametrik Tasarım", 5. Otomotiv Teknolojileri Kongresi, Bursa, (2010).
3. Utanır İ., Durgun İ., Özgür Ö., M., "Tasarımda Otomasyon Teknikleri" 12. Otomotiv ve Üretim Teknolojileri Sempozyumu, Bursa, (2011).
4. Utanır İ., "Unigraphics NX2 Mekanik Modelleme ve Montaj", *Asil Yayın Dağıtım*, Ankara, (2005).
5. Güllü A., Utanır İ., Gülesin M., "Unigraphics NX ile Modelleme", *Asil Yayın Dağıtım*, Ankara, (2003).
6. Andrews, P., Shahin, T. and Sivaloganathan, S., "Design reuse in a CAD environment- Four case studies", *Computers & Industrial Engineering*, 37: 105-109, (1999).
7. Shahin, T.M.M., Andrews, P.T.J. and Sivaloganathan, S., "A design reuse system", *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 213: 621-627, (1999).
8. Rodgers, P.A., Caldwell, N.H.M., Clarkson, P.J. and Huxor, A.P., "The management of concept design knowledge in modern product development organizations", *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 14, 1. 108-115, 2001.
9. Rodgers, P.A., Huxor, A.P. and Caldwell, N.H.M. "Design Support Using Distributed Web-Based AI Tools", *Research in Engineering Design*, 11: 31-44, (1999).
10. Costa, C.A. and Young, R I M, "Product range models supporting design knowledge reuse", *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers - Part B - Engineering Manufacture*, 215: 323-338, (2001).