



Dış Geri Görüş Ayna Sistemlerinde Bilgi Tabanlı Mühendislik Yaklaşımıyla Sanal Görüş Alanlarının Belirlenmesi

Levent GÜRKAN¹, İbrahim UTANIR²

¹ Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş. Ar-Ge Merkezi, Bursa, TURKEY, ORCID ID 0000-0002-7115-5582

² Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş. Ar-Ge Merkezi, Bursa, TURKEY, ORCID ID 0000-0002-3350-1122

Corresponding Author: Levent GÜRKAN, levent.gurkan@tofas.com.tr,

Özet

Otomotiv endüstrisinde, dış geri görüş ayna sistemleri, aracın pek çok elemanında olduğu gibi homologasyon kurallarına tabiidir. Bu kurallar Avrupa' da ECE R46-04 ve Amerika' da FMVSS 111 kodları ile isimlendirilmiştir. Her iki düzenleme de kendi içerisinde farklı kurallardan oluşmaktadır. Bu nedenle, ayna camı üzerindeki müşteri gözüyle görünen alan, önemli bir güvenlik konusudur. Ayna cam yüzeyi, belirlenen kurallar çevresinde araç arkasında görünebilen minimum alana sahip olmalıdır. Ayna bileşenlerinin üretilip, tip onaylarının alınarak araçlarda kullanılabilmesi için kendilerinin sağlaması gereken şartların dışında, araç üzerinde iken sağlamaları gereken iki aşamalı regülasyon testlerini de geçmeleri beklenmektedir. Çalışmada, dış geri dönüş aynasının tasarım beklentileri ve yasal kısıtları, araç geliştirme sürecinin başlangıç aşamasında karşılamak amacıyla bilgi tabanlı mühendislik yaklaşımı kullanılarak bir sistem geliştirilmiştir. Geliştirilen sistemde, aynaya ait geometriler parametrik olarak tasarlanmıştır. Geliştirilen sistem her yeni ürün projesinde kullanmak için kendini otomatik güncelleyen bir yapıda geliştirilmiştir. Bununla birlikte, ayna camı pozisyonu, cam yüzey alanının bulunması, cam dönme eksenini ve müşteri gözünden yansıyan görüş alanının bulunmasına yardımcı olmaktadır.

Article Info

Research Article

Received: 14/05/2020

Accepted: 16/06/2020

Anahtar Kelimeler

Görüş analizinin sanal alanı (FOV), Görüş alanı simülasyonu, sanal ortamlar, bilgi tabanlı mühendislik (KBE), parametrik tasarım

Öne Çıkanlar

Görüş analizinin sanal alanı (FOV), Görüş alanı simülasyonu, sanal ortamlar, bilgi tabanlı mühendislik (KBE), parametrik tasarım

Defining of Virtual Field of View Limitations by Knowledge-Based Engineering for Exterior Rearview Mirror System

Abstract

In automotive industry, exterior rear-view mirror systems have to include homologative regulation for minimum visible area on glass surface. These regulations called E/ECE/324 Regulation no: 46 in EMEA (Europe, the Middle East and Africa) region and FMVSS 111 in NAFTA (North American Free Trade Agreement) region. Both of regulations contain different limitation. From this point of view, the visibility of the surroundings from inside a car is a major security topic. It is expected that the mirror components will be produced and received type approvals and pass two stage regulation tests that they must provide on the vehicle. According to vehicle boundaries, all inputs are parameterized in early phase of vehicle development process and it allows to redesign exterior rear-view mirror system by knowledge-based engineering. By the way, it's mathematized by customer deployment and to ensure optimum solution. In additionally, solution helps to find exterior mirror position, rotation axis, glass surfaces, field of view area behind of driver and homologation verification. This paper shows how virtual analysis can be used for combined regulation and how these two topics interrelate in early phase of vehicle development.

Keywords

Virtual field of view analysis (FOV), field-of-view simulation, virtual environments, knowledge-based engineering (KBE), parametric design.

Highlights

Virtual field of view analysis (FOV), field-of-view simulation, virtual environments, knowledge-based engineering (KBE), parametric design.

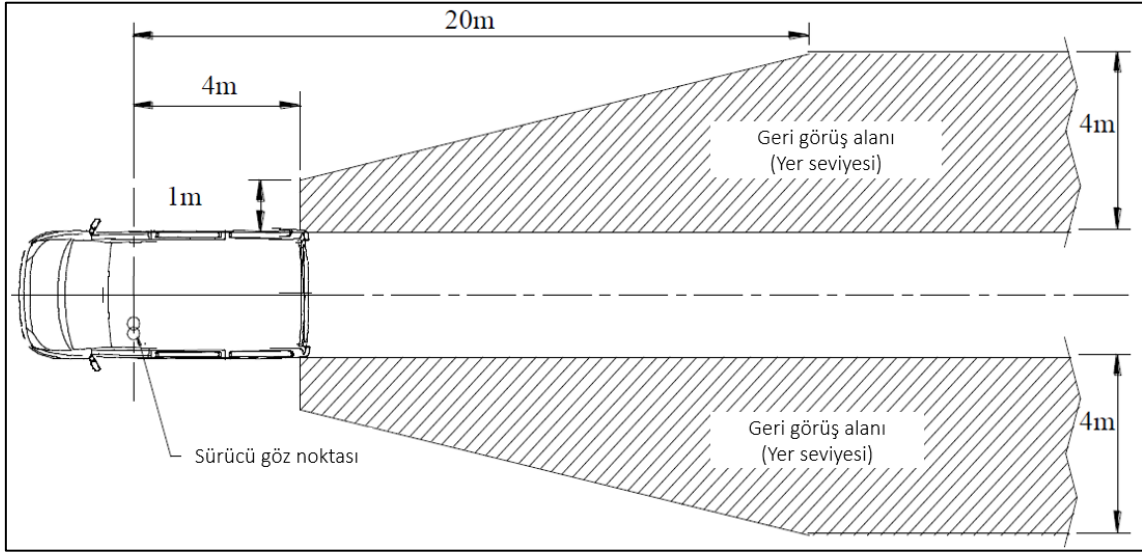
1. Giriş

1940'lı yıllarında, birden fazla şeritli yollar bulunmuyordu ve her yönde tek şerit bulunmaktaydı. Sürücüler sadece yanlarındaki ve arkasında oluşan trafiği fark etmeliydiler. Bu nedenle çoğu araçta 1960'ların sonuna kadar iç dikiz aynasının yanında isteğe bağlı olarak dış geri görüş aynası eklenmekteydi, Anonim (2019).

Dış geri görüş aynaları, sürücüye çevresel görüşü sağlayan optik aynalardır. Dış geri görüş aynaları ön yan kapılarda bulunur. Günümüzde kullanıcı kolaylığı sağlamak için aynalarda, manuel cam ayarlama, otomatik cam ayarlama, otomatik katlanma ve kör nokta uyarı sistemleri bulunabilir.

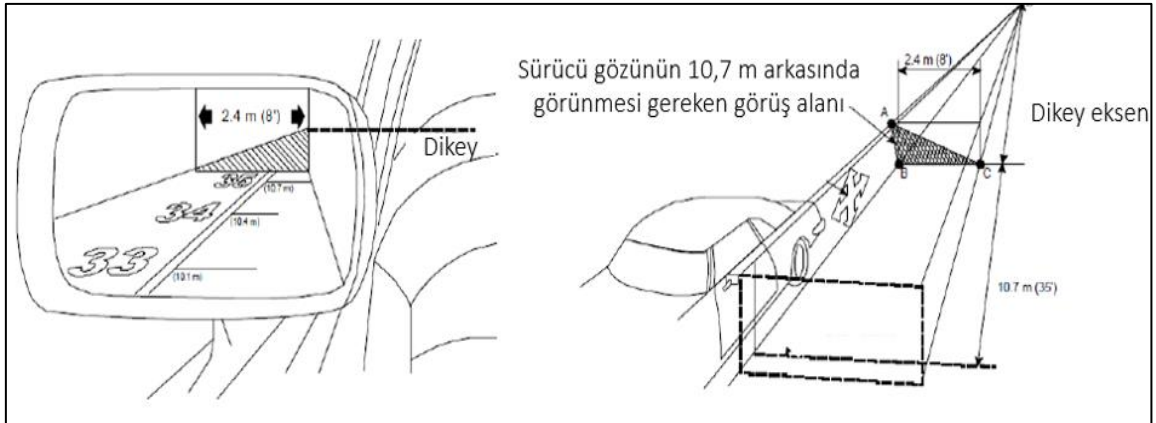
Günümüz otomotiv sektöründe geri görüş aynalarının gösterdiği sanal alan, sürücü ve yaya güvenliğini ilgilendirdiğinden oldukça kritiktir. Bu güvenlik faktörü Avrupa bölgesinde ECE R46-04 yönetmelik ile kontrol edilmektedir. Amerika bölgesinde ise FMVSS 111 yönetmelik ile standart geri görüş alan sağlanması kontrol edilmektedir.

Avrupa yasal zorunluğundaki binek kara taşıtları için (Class III) geri görüş ayna camında görülmesi istenen minimum alan E/ECE/324/Rev.1/Add.45/Rev.5 – Regülasyon 46 içerisinde tanımlanmıştır. (Şekil 1)



Şekil 1. ECE R46 – Minimum geri görüş alanı

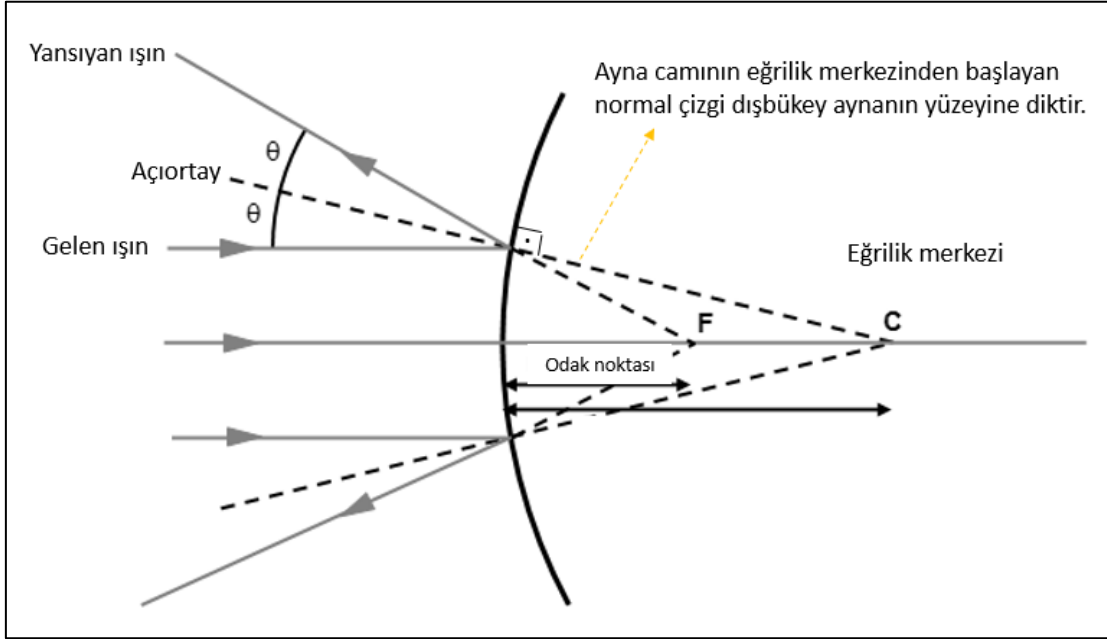
Amerika yasal zorunluğundaki binek kara taşıtları için ayna camı üzerinde görülmesi istenen minimum alan TP-111V-01 (FMVSS 111) kodlu ve 08 Şubat 2018 tarihli yönetmelik ile tanımlanmıştır, Şekil 2 .(U.S. Department of Transportation, 2018.



Şekil 2. FMVSS 111 – Minimum geri görüş alanı

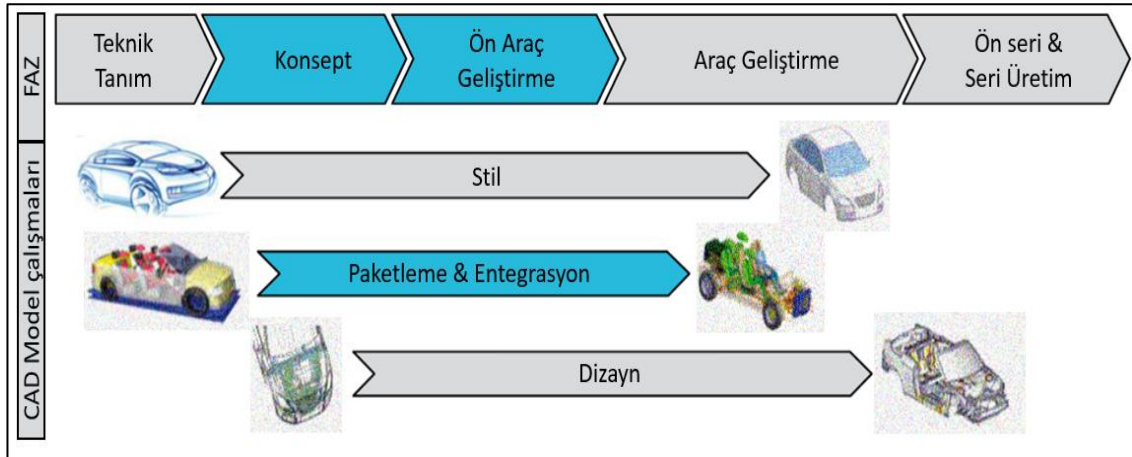
Otomobillerdeki geri görüş aynalarının gösterdiği alan, araç mimarisi, dış ayna geometrisi ve sürücü konumuyla ilgilidir. Bu çalışmada, araç model geliştirme fazının erken safhalarında ve kavram geliştirme fazında Siemens NX CAD programı içinde çalışan ve dış geri görüş aynalarından yansıyan sanal görüş alanını benzetim etmek amacıyla bir sistem geliştirilmiştir.

Bu sistem, otomobillerde kullanılmakta olan tümsek ve düz aynaya, gözden çıkan ışının ayna yüzeyine yansıtılarak sürücünün arkasında görünen alanın limitlerini belirlemektedir. Bu sistem, Şekil 3’de görüldüğü gibi optik yansıma prensiplerini (gelen ışının ayna camı içerisindeki sapma açısı ihmal edilmiştir) kullanmaktadır.



Şekil 3. Optik yansıma prensibi

Geliştirilen bu sistem sayesinde araç geliştirme fazında (Şekil 4) yapılan doğrulamalar, konsept ve erken araç geliştirme fazlarında yapılmasını sağlayarak oldukça önemli zaman tasarrufu sağlanmıştır. Bununla birlikte araç stiline girdi oluşturarak tasarımın ilerleyen aşamalarında oluşabilecek hataların minimize edilmesi sağlanmıştır.



Şekil 4. Araç geliştirme fazları

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde parametrik tasarım ve dış geri görüş ayna tasarımı konularında yapılan çalışmalar bulunmaktadır. Xing ve arkadaşlarının (2014) yaptıkları çalışmada parametrik ve birleştirici CAD (bilgisayar destekli tasarım) temelli yeni bir tasarım metodolojisi geliştirmişlerdir. Bu yeni metodolojinin faydaları, tasarım geliştirme süresinin azalması ve oluşturulan parametrik modellerin tersinir (gelen ışın dan yansıyan ışına ve yansıyan ışından gelen ışına geometri kontrolü) olarak kullanılabilmesidir.

Premananth ve arkadaşlarının (2015) yaptıkları çalışmada ise ayna kör noktalarının tespiti ile ayna pozisyonu, boyutu ve ayna tasarımı için metodoloji geliştirerek minimum görüş alanı optimizasyonu tekrarlı itarasyonlar ile sağlanabilmektedir.

Utandır'ın yapmış olduğu çalışmada (2016) bilgi tabanlı mühendislik yaklaşımını araç gövdesi mühendislik kesitleri ve düğüm noktalarında kullanmıştır. Çalışmada, yeni bir aracın gövde geliştirme sürecinin stil yapılabilirlik çalışmalarında kullanılmak amaçlı 72 mühendislik kesiti geliştirilmiştir.

Severin ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada ise ayna sanal görüş alanlarının CAD yardımıyla belirlenebildiği ve ürün geliştirme süreçleri içerisinde fiziki paketlenme yapılmadan zaman ve maliyet avantajı sağlanabilmektedir.

Utandır'ın (2020) yapmış olduğu çalışmada araç kapısı iç panel sacının iskeletine ait tam parametrik CAD model verisi oluşturulmuş. Bu sayede parçaya ait kalıplanabilirlik analizleri, sayısal analizleri ve teknoloji analizler 2,5 ay öncesinde yapılarak parçanın tasarım süreci iyileştirilmiştir. Çalışma Fiat Egea sedan projesinde kullanılmış olup, tasarım modifikasyon süresinde %80 mertebelerinde zaman kazancı sağlandığı görülmüştür.

Bu çalışmada dış aynalar için tasarımın ilerleyen aşamalarında yapılan kontrollerin, konsept fazına çekilmesini sağlayan bir yöntem tanıtılmaktadır. Bu sayede araç tasarımının daha erken dönemlerinde dış aynanın öncelikli sağlanması gereken yasal zorunluluklar kontrol edilebilmektedir. Ayna geometrisi, ayna pozisyonu, tümsek ayna cam eğrilik çapı optimize edilmektedir. Bu sayede geçmişte elde edilen bilgi ve kazanımlar, çoklu itarasyonlar yapılmadan hızlı bir şekilde optimize edilmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, araç üzerine takılan parçalardan olan dış geri görüş aynası üzerine çalışılmıştır. Bu parçanın belirlenmesinin nedenlerinden biri, parçanın fiziksel olarak üretim onaylarının alınıp araç üzerine takılabilmesi için oldukça fazla doğrulama ve kısıt bulunmaktadır. Bu kısıtların getirmiş olduğu olumsuzluklar ise projenin fiziksel doğrulama fazında görülmektedir. Kısıtlardan bazıları aşağıda sıralanmıştır.

1. Ayna cam yüzeyinde görünür alan için Avrupa ve Amerika pazarlarındaki ihtiyaçları karşılaması (ECE R46-04 ve FMVSS 111 sağlanarak tasarlanması),
2. Sürücü gözüyle görülecek alanın bulunması,
3. Müşteri beklentilerine uygun görüş alanı ve analizinin oluşturulması,
4. Ayna stili, malzeme, titreşim, aerodinamik, ömür testleri vb.,
5. Araç seyahat halindeyken ayna titreşim frekansı,

Geliştirilen sistem yukarıda bahsedilen ilk iki maddeyi kapsamaktadır.

Araç gövdesine ait bir dış geri görüş aynasının yansıttığı alanın analiz edilmesi oldukça karmaşık bir işlemdir. Bununla birlikte ayna görüş alanının stil ve ergonomi

hedeflerinden dolayı, analiz ve değişiklik taleplerine cevap verme süresinin mümkün olan en kısa süreye düşürülmesine ihtiyaç duyulmuştur. Çalışmada, ihtiyaçların karşılanması için bilgi tabanlı mühendislik yaklaşımıyla yeni bir dış geri görüş ayna tasarımı sistemi geliştirilmiştir.

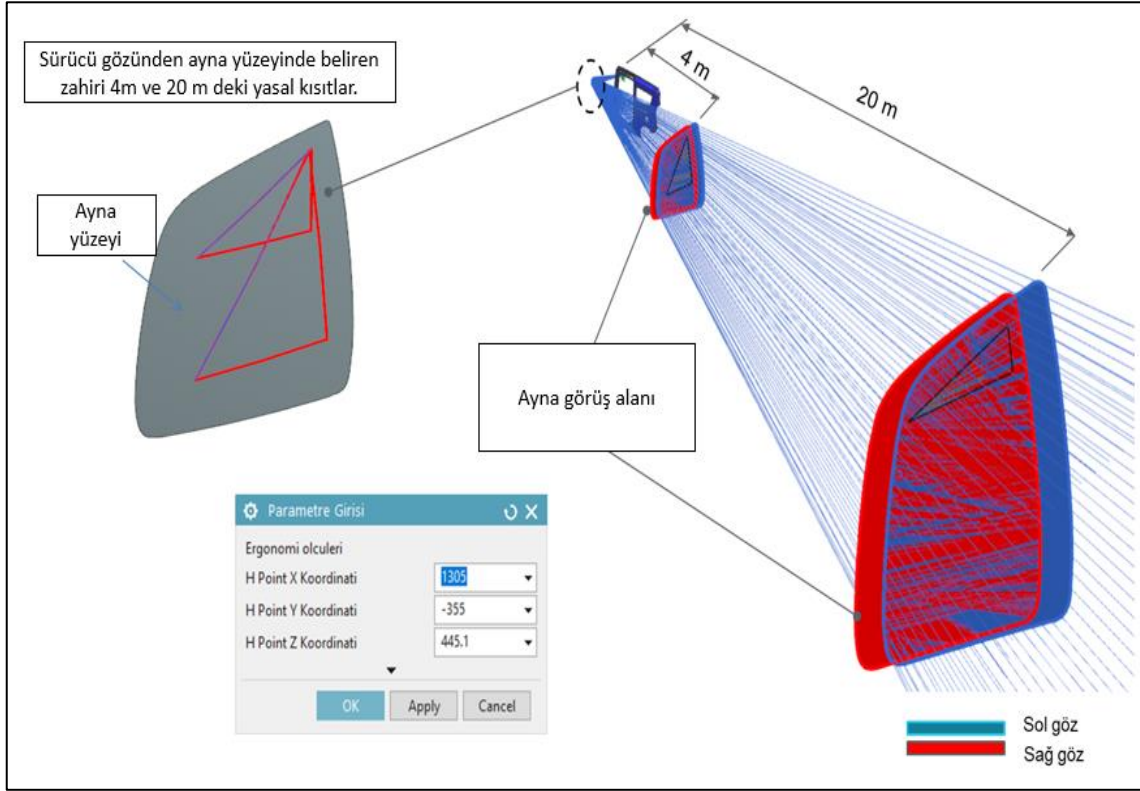
Bilgi tabanlı mühendislik yaklaşımı, tasarım kalitesini arttırmak (daha fazla analiz ve optimizasyon fırsatları yakalayarak) için parçayı oluşturan geometrik şekiller arasında kurulan parametrik (yeni projelerde tekrar kullanılabilen parça tasarımı/sistem) ilişkiler zinciridir.

Geliştirilen sistem, NX tasarım ortamının montaj modelleme yapısı içinde; girdi (input), işlemci (processor) ve çıktı (Output) çalışma dosyalarından oluşmaktadır (Şekil5). Girdi dosyası içinde, tasarımda ihtiyaç duyulan H point (Sürücü koltuğu referans noktası), ayna stili (geometri), yer düzlemi, araç yan paneli geometrileri yer almaktadır. Çıktı (Output) dosyasında sürücü gözünden çıkan ışınların, ayna camı yüzeyine yansması ile oluşan görüş alanı geometrileri yer almaktadır. Bu dosyada Avrupa veya Amerika yasal zorunluluklarında belirtilen kısıtların isterine göre güncel geometrilere ulaşılabilmektedir. İşlemci dosyası (processor) içinde ise girdi dosyasındaki geometriler kullanılıp parametrize edilmiştir. Aynı zamanda çıktı (Output) dosyasındaki geometrilerin oluşmasını sağlayan yardımcı geometriler de bu dosya içerisinde yer almaktadır. Örneğin, sürücü göz noktası, ayna camı dönme merkezi, ayna camı eğrilik çapı vb.



Şekil 5. Geliştirilen Sistemin Montaj Yapısı

Şekil 5’de görülen 3 CAD dosyası, geliştirilen geometrik ve ölçüsel ilişkiler ile birbiri ile eş zamanlı olarak senkronize çalışmaktadır. Input dosyası içinde olan bu geometriler, geliştirilen senkronizasyon ile yeni projeler de kullanılması sağlanmıştır. Bunun için yapılmak istenen ayna analizine ait tasarım girleri, parametre giriş penceresinde yapılmaktadır. Ardından analize girdi taşkil edecek ayna stili modeli,input dosyasına tanıtılmalıdır. Son olarak, geliştirilen parametrik yapı çalıştırılarak analiz işlemi tamamlanmış olur. Her üç dosya birbiriyle senkronize çalışmaktadır. Yeni bir araç projesinde kullanılmak istendiğinde sırasıyla Input, Processor ve Output dosyaları güncellenmektedir. Şekil 6’da sisteme ait analiz çıktısı görülmektedir.



Şekil 6. Geliştirilen sistem ve analiz görüntüsü

3. Bulgular ve Tartışma

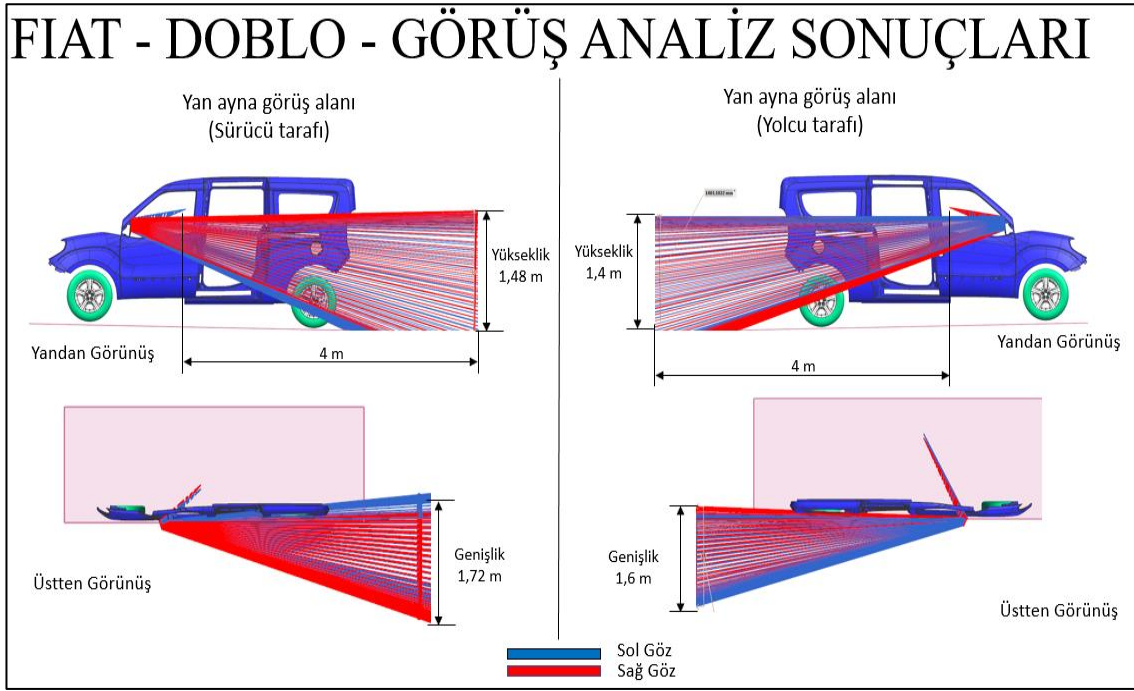
Geliştirilen bu sistem, tasarım girdilerine ait CAD geometrileriyle, eş zamanlı senkronizasyon (associative link) yaklaşımıyla çalışan bir sistemdir. Eş zamanlı senkronizasyonun sebebi her stil ya da geometrik girdi datası değişikliğinde, FOV görüş alanını güncellenmektedir. Geliştirilen sistemin avantajını belirlemek için aynı tasarım aktivitesi birde geleneksel tasarım (konvansiyonel) yöntemleri kullanarak yapılmıştır. CAD programlarının tasarımcılara sunduğu standart komutlar kullanılarak yapılan tasarımı ifade etmektedir. Uygulamalar sonunda görülen avantajlar Çizelge 1' de sunulmuştur.

Çizelge 1. Uygulama süresine ait çıktılar

Değişiklik nedeni	Yeni metot (saat)	Geleneksel yöntem (saat)
Ayna stil değişikliği	0,5	9
Ergonomi değişikliği	0,25	4,5

Yapılan çalışma ile ilgili uygulama Şekil 7' de görülmektedir. Bu uygulamada geliştirilen sistemin çalışması için ergonomi biriminden koltuk referans noktası alınmıştır. Bu noktadan çıkış yapılarak standard sürücü göz pozisyonu belirlenmiştir. Bu veriler ışığında gözden çıkan ışın optik kurallarına göre ayna camına yansıtılarak ve ardından ayna camından yansıyan ışın ile araç arkasında bulunan geometrik görül alanı tespit edilmiştir.

Geliştirilen sistemin ihtiyaç duyduğu geometri ve veriler sisteme aktarılarak, optik ışınma sistem içerisinde sağlanmıştır



Şekil 7. Geliştirilen sistem ve analiz görüntüsü

4. Sonuç

Bu çalışmada, geleneksel modelleme tekniği dışında yeni bir kavram ve tasarım metodu geliştirilmiştir. Bu sistem Siemens NX programında geliştirilerek ECE R46-04 ve FMVSS 111 yasal zorunlulukların doğrulanmasında kullanılmaktadır. Ayrıca müşteri istekleri de eklenerek parametrize edilebilmektedir. Çalışma sonucunda yapılan uygulamalar sonucunda %94 mertebelerinde zaman tasarrufu sağlanmıştır. Bu çalışma sayesinde yeni projelerin araç geliştirme erken fazından itibaren kullanılmak üzere kurgulanmıştır. Bununla birlikte analiz sonucunda elde edilen dış geri görüş alanı ve araç stil yüzeyüne göre ayna geometrisi optimize edilmiştir.

Geliştirilen bu sistem, literatürde yer alan çalışmalardan farklı olarak; ayna görüş analizinde yer alan geometrilerin senkronizasyon biçimi ile ilgilidir. Şöyle ki, belirlenen her bir geometriye isim atanarak bu değişikliği yapılması sağlanmıştır.

5. Kaynaklar

Anonim, 2019. Wikipedia, Wing Mirror, http://en.wikipedia.org/wiki/Wing_mirror.

E/ECE/324/Rev.1/Add.45/Rev.5 - Addendum 45: Regulation No. 46, 2013. *Uniform provisions concerning the approval of devices for indirect vision and of motor vehicles with regard to the installation of these devices.*

Premananth, S., Krishnan, H., Mohammed, R., and Ganesh, D., 2015. Optimizing OSRVM Package for Maximizing In-vehicle Visibility, *SAE Technical Paper*, 2015-01-2837.

Severin, S., Mario, H., Katharina, T., and Patrick, R., 2013. Conceptual Full-Vehicle Development supported by Integrated Computer- Aided Design Methods, *Article in Computer-Aided Design and Applications*, 10(1):159-172. August 2013, Austria.

U.S. Department of Transportation, 2018. National Highway Traffic Safety Administration, *Laboratory Test Procedure for FMVSS 111*, TP-111V-01.

Utandır, İ., 2016. Araç Gövdesi Mimari Kesitlerinin ve Düğüm Noktalarının Parametrik Tasarımı ve Optimizasyonu, *Polytechnic Journal*, 19 (3): 269-274.

Utandır, İ., 2020. Vehicle Door Inner Frame Part Design with Knowledge Based Engineering, *SAE International Journal of Passenger Cars: Mechanical Systems Journal*, JPCM-2020-0001R1.

Xing Y., Yu B., Yang F., 2014. Research of Parametric Design and Outside Rearview Checking Method of Passenger Vehicle, *Advanced Materials Research Vol. 988*, pp 611-616, Trans Tech Publications, Switzerland.