

ENGELLİLER İÇİN ÖZEL TASARLANMIŞ TİCARİ ARAÇLARDA DÖNER TABLA TASARIM VE GELİŞTİRME PROJESİ

Harun Doğan^{*}, Cüneyt Üzüm^{*}, Alper Altınır^{*}, Soner Zıvalı^{*},

^{*}HEXAGON STUDIO, KOCAELİ

ÖZET

Bu çalışmada, engelliler için özel olarak tasarlanmış olan ticari araçlarda kullanılacak olan döner tabla sistemi anlatılmaktadır. Araç içi döner tabla sistemi, tekerlekli sandalyeye sahip engelli kişilerin, yine engelliler için tasarlanmış olan araç rampa sistemini kullanarak araca binmelerini müteakiben, tekerlekli sandalyelerin yönünü araç gidiş istikametine doğru kolayca çevirmesini ve aracını, araç gövdesine güvenli bir şekilde sabitleyebilmesini sağlayan bir dişli çark mekanizmasından ibarettir. Buradaki öncelikli amaç, engelli olan kişiyi, yolculuk boyunca baş dönmesi, mide bulantısı gibi problemlerden uzak tutmak, hızlanma ve yavaşlama sırasında oluşan ivmeli hareketlere karşı dirençli olabildiğini ve dolayısıyla güvenli seyahat edebilmesini sağlamaktır.

Anahtar kelimeler: Araç İçi Döner Tabla Uygulaması, Döner Tabla, Tek Eksen Pozisyoner.

COMBINED RIDE AND ATTITUDE CONTROL OF VEHICLES EQUIPPED WITH HYDRO-PNEUMATIC SUSPENSION

ABSTRACT

In this study, a kind of rotary table mechanism, which is located at interior of special designed commercial vehicles for disabled persons, is explained. This interior rotary table system is used for positioning the front of the wheelchair to the vehicle movement direction easily, right after entering the vehicle interior by using special designed ramp system for disabled persons with wheelchair. Also this system provides that people are able to lock their wheelchair to the basement of the vehicle. The main purposes of the design of interior rotary table system is preventing kind of giddiness and sicknesses due the travelling at wrong direction with the vehicle, and stay safe and durable across the acceleration and deceleration forces during a period of their journey.

Keywords: Interior Rotary Table Application, Rotary Table, Single Axis Positioned.

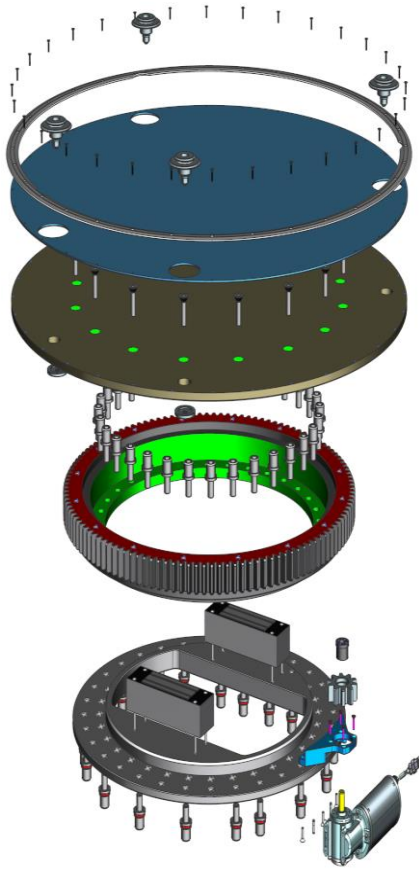
1. GİRİŞ

Bu çalışmada tasarımı ve geliştirilmesi yapılan sistem aslında temelinde endüstriyel alanda yaygın olarak kullanılmakta olan, parçaların veya sistemlerin uygun olarak pozisyonlanmasını sağlayan döner tabla uygulamalarından esinlenerek ortaya çıkarılmıştır. Döner tablalar, bünyesinde bir tahrik motoru, motor sürücü devresi, kumanda paneli, halka dişli pinyon mekanizması ve bu sistemi taşıyan uygun gövde yapısından oluşmaktadır. Döner tabla tasarımı şekil 1'de gösterilmiştir.

Tasarımı ve geliştirilmesi yapılan döner tabla sistemini emsallerinden farklı yapan, ilk kez bir araç içine uygulanması ve bu sayede engelli kişilere ait tekerlekli sandalyelerin aracın hareket yönüne uygun olarak döndürülmesini sağlamasıdır. Belirtilen sistemdeki döner tabla mekanizması daha önceden belirtilen bileşenlere ek olarak, döner tabla sisteminin sabitlenmesini sağlayan manyetik kilit sistemleri ile tekerlekli sandalyenin araç tabanına emniyetli bir şekilde bağlanmasını sağlayan "Q-Strait" adı verilen güvenlik bileşenlerini içermektedir.

Engelli kişiler için özel tasarlanmış olan araçlarda, döner tabla sistemine ek olarak elektrikli rampa sistemi de bulunmaktadır. Engelli kişi, araç içerisine bu rampa sistemini kullanarak giriş yaptıktan sonra araç içerisinde

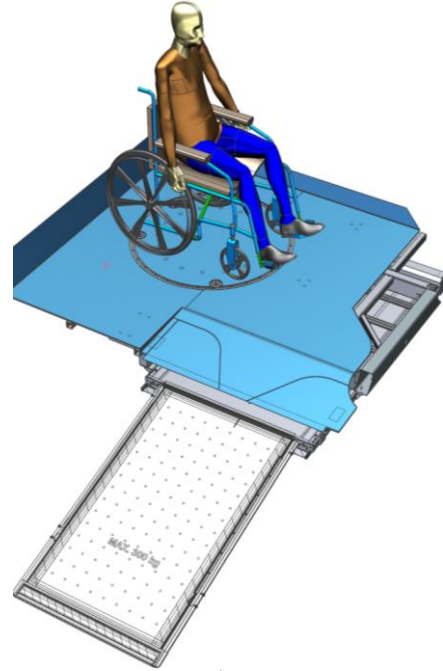
yol olarak kendisi için özel hazırlanmış, “Q-Straint” içeren ve döner tabla mekanizmasına bağlanmış olan araç içerisindeki bölüme doğru hareket eder. Belirtilen alana ulaştıktan sonra refakatçisi olan kişi yardımıyla tekerlekli sandalyenin “Q-Straint” bağlantıları emniyet kemerleri yardımıyla yapılır. Daha sonrasında refakatçi kişi tarafından, kumanda panelindeki uygun yön tuşlarına basarak kişinin araç yönüne uygun şekilde pozisyonlanması sağlanır. Uygun pozisyona erişildiğinde ise manyetik frenler devreye girerek döner tablanın pozisyonda kilitlenmesini sağlar. Bu şekilde engelli yolcu, seyahate çıkmaya hazır hale getirilmiş olur.



Şekil 1. Döner Tabla Tasarımı

2. DÖNER TABLA MEKANİZMASININ BOYUTLANDIRILMASI

Döner tabla mekanizması boyutlandırılırken analitik hesaplamalar ile birlikte yapısal analiz çalışmalarından faydalanılmıştır. Mekanizma sisteminin hareketi doğru bir şekilde uygulayabilmesi için gereken kuvvet ve güç hesabı analitik yollar ile; aracın hareket halindeki veya kaza gibi şok durumlarındaki dayanım özelliklerinin tespiti ise yapısal analiz yazılımları aracılığıyla yapılmıştır. Döner tabla tasarımının araç içerisindeki genel yapısı şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Döner Tablanın Araç İçerisindeki Genel Yapısı

3. MEKANİK HESAPLAMALAR

Döner tabla mekanizmasının boyutlandırılmaya başlamasında ilk çıkış noktası döndürülecek olan yükün ağırlığı, döner tabla mekanizması üst tablasının büyüklüğü ve tablanın dönüş hızının tayin edilmesidir. Döner tabla mekanizması, engelli araç sistemlerini içeren “ECR107” standardında belirtildiği üzere maksimum 350 kg taşıma kapasitesine göre tasarlanmıştır. Döner tabla mekanizmasının üst tablası, yine aynı standartlarda belirtilen tekerlekli sandalye boyutlarını kapsayacak ve güvenli bölgede kalacak büyüklükte 1000 mm olarak belirlenmiştir. Ayrıca, dönüş sırasında hem yolcunun az etkilenmesi, hem de aracın elektrik tesisatının kapasitesine uygun bir motor büyüklüğü seçilebilmesi için dönüş hızı ise 4 d/dk olacak şekilde bir varsayımda bulunulmuştur.

Döner tabla mekanizmasının motor seçimi yapılırken mekanizmanın ilk dönüşe başlama anında yenmesi gereken sürtünme kuvveti, motorun pik tork limitinin; dönüş anında gereken dinamik tork ihtiyacı da motorun nominal tork limitinin altında kalacak şekilde seçilmiştir.

Araç içerisindeki elektrik tesisatı, döner tabla mekanizmasına 12V ile besleme yapabilmektedir. Bu şartlar altında ise, 12V beslemeli 190W gücündeki redüktörlü bir elektrik motorunun sisteme uygun olacağı belirlenmiştir.

4. YAPISAL ANALİZLER

Döner tablanın sanal doğrulaması yapılırken; döner tabla mekanizmasının gövde bağlantıları ile döner tablanın dönmesini sağlayan motorun bağlandığı braket incelenmiştir.

Döner tabla, üzerinde emniyet kemerleri bağlantı noktalarının olması sebebiyle ECE R-107 regülasyonuna tabi olmaktadır. Regülasyon gereği olarak, tabla üzerinde belirlenen noktalardaki tekerlekli sandalye ve yolcu emniyet kemeri bağlantıları incelenmiştir.

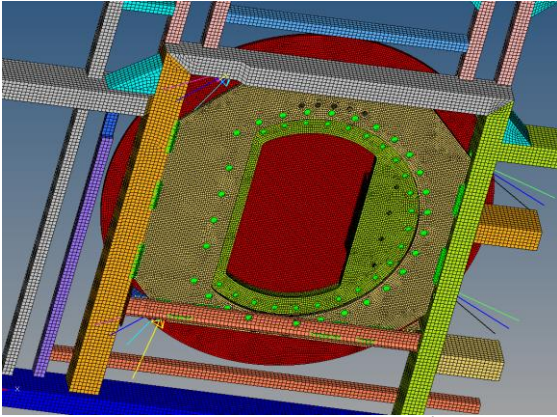
4.1. ECE R-107 Regülasyonu - Tekerlekli Sandalye Çekme Analizleri

4.1.1. Öne Doğru Çekme

Regülasyonda tariflendiği üzere aracın önüne doğru yapılan çekme için, 17.150 N'luk kuvvet, tekerlekli sandalyeyi gövdeye bağlayan iki arka bağlantıya uygulanmıştır. Yine regülasyonda tanımlanan 2 nokta emniyet kemeri kuvveti olan 11.100 N 'da aynı iki arka bağlantıya uygulanmıştır. Emniyet kemeri kuvvetinin yönü için yatayla 33°,45° ve 57° olmak üzere 3 farklı yükleme alternatifi kullanılmıştır. Sanal testlerde 3 alternatif ile de yükleme yapılmıştır.

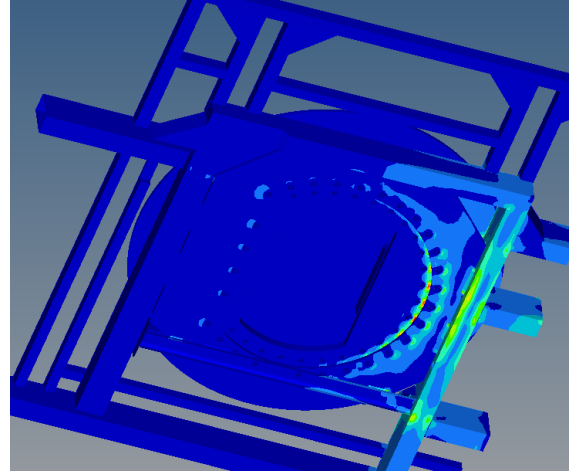
4.1.2. Arkaya Doğru Çekme

Regülasyonda tariflendiği üzere aracın arkasına doğru yapılan çekme için, 8100 N'luk kuvvet, tekerlekli sandalyeyi gövdeye bağlayan iki ön bağlantıya uygulanmıştır. Emniyet kemeri kuvvetinin yönü için yatayla 33°,45° ve 57° olmak üzere 3 farklı yükleme alternatifi kullanılmıştır. Sanal testlerde 3 alternatif ile de yükleme yapılmıştır.



Şekil 3. Döner Tablanın Araç Gövdesi İle Birlikte Sonlu Elemanlar Modeli

Önden ve arkadan çarpma senaryoları için belirlenmiş kuvvetler, bağlantı noktalarına sonlu elemanlar yöntemi ile uygulanarak döner tablanın regülasyona uygunluğu incelenmiştir (şekil. 3-4). Sanal analizler fiziksel testler ile desteklenerek onay kuruluşu nezdinde döner tabla ECE R-107 regülasyonu gerekliliğini yerine getirmiş ve sertifikasyonu sağlanmıştır.

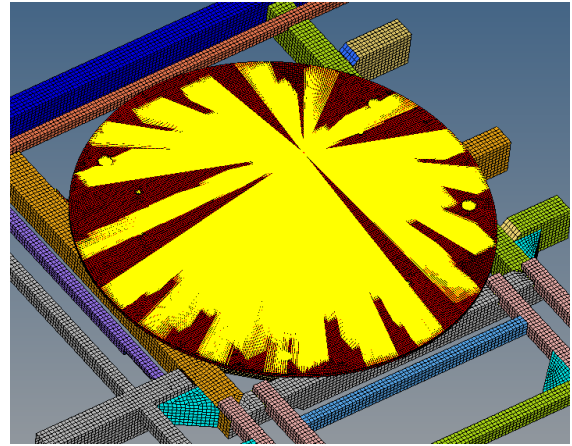


Şekil 4. Döner Tablanın ECE R-107 Regülasyonu Analiz Sonucu

4.2. Yol Koşullarına Göre Statik Analizler

Bu analiz çalışmasında, tümsek geçişleri, çukurdan geçme, viraj, frenleme vb. yol koşullarında araca, dolayısıyla döner tabla sistemine etki eden G kuvvetleri altındaki davranışlar incelenmiştir.

Tekerlekli sandalye ve yolcu ağırlığı, döner tabla üzerine uygulanarak döner tablanın ve bağlantılarının yol koşullarındaki davranışları incelenmiştir (şekil 5).

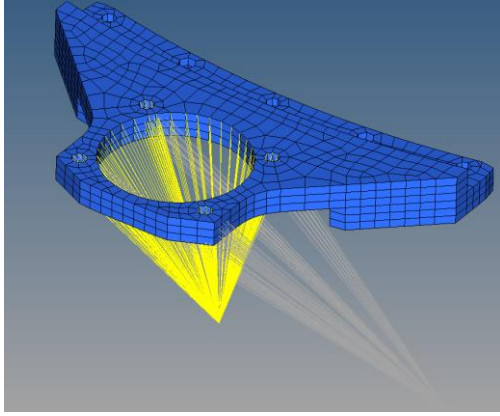


Şekil 5. Döner Tablanın Statik Analiz Modeli

4.3. Motor Bağlantı Braketi

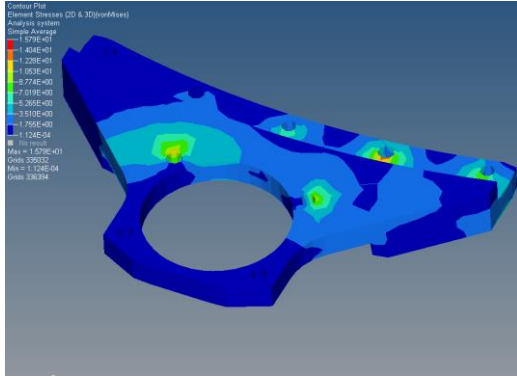
Döner tablanın eksenini etrafında dönmesini sağlayan tahrik motorunun bağlandığı braket kritik parça olarak değerlendirilmiş ve sanal doğrulaması yapılmıştır.

Döner tabla sisteminde, motor torku ve motor ağırlığı altında tasarlanan braket şekil 6' da görülmektedir.



Şekil 6. Döner Motor Braketi Statik Analiz Modeli

Analiz sonuçlarına göre (şekil 7) sanal doğrulaması sağlanan braket, tüm döner tabla sistemi ile birlikte fiziksel teste hazır hale getirilmiştir.



Şekil 7. Döner Tabla Motor Braketi Statik Analiz Sonuçları

5. FİZİKSEL TESTLER

5.1. Ömür Çevrim Testi

Döner tabla sistemi, test fikstürü üzerinde 7.500 çevrimi yüksüz, yüklü, asimetrik yüklü, sıcak ve soğuk koşul olmak üzere $\pm 180^\circ$ hareket edecek şekilde çevrim testine tabi tutulmuştur. Her bir test koşuluna ilişkin çevrim sayısı Tablo-1, görülmektedir.

Döner Tabla dayanıklılık testi için hazırlanan test düzeneği Şekil-8'de görülmektedir.



Şekil 8. Döner Tabla Test Fikstürü

Tablo 1 Test Çevrim Özet Tablosu

Test Şartı	Hedef Çevrim	Gerçekleşen Çevrim
Yüksüz Ömür Testi	11,11%	34,89%
Yayıllı Yük Ömür Testi	22,22%	54,67%
Sıcak Koşul Ömür Testi	33,33%	44,33%
Yayıllı Yük ile Eğim Ömür Testi	11,11%	13,00%
Asimetrik Yükleme Ömür Testi	22,22%	34,89%
Soğuk Koşul Testi	Fonksiyonel Kontrol	Fonksiyonel Kontrol
Toplam	100,00%	168,71%

Test edilen döner tabla sistemi, soğuk koşul dışındaki tüm çevrimleri başarı ile gerçekleştirmiştir. Soğuk koşul testinde -20°C 'de şartlanan sistem, çalışması sırasında başlangıç konumuna göre tek seferde $\pm 180^\circ$ hareket edememiş ve ikinci kez butona basarak 180° 'lik açığı tamamlamaktadır. Bu nedenle testi şartlı geçmiştir.



Şekil 9. Döner Tabla Eğim Koşulları Görseli

5.2. R107 Testi

Test, ECE R107'de 3 noktalı emniyet kemeri için tanımlı olan koşullara göre döner tabla zemininde bulunan Q-Straint'ler ile gerçekleştirilmiştir. Bu koşullar regülasyonca belirlenmiş olan araç eksenine göre +x yönünde tekerlekli sandalye yolcusu için göğüs ve bel noktasından 11.100N, tekerlekli sandalye alt noktadan da 17.150N'luk kuvvet ile -x yönünde ise sadece tekerlekli sandalye üzerinden 8.100N'luk bir kuvvet ile çekme işlemi gerçekleştirilmiştir.(şekil-10)



Şekil 10. Döner Tabla Referans Tekerlekli Sandalye (ISO 10542) Çekme Testi

Test sırasında +x ve -x yönünde regülasyonun tanımladığı zaman ve tolerans içerisinde emniyet kemeri ve tekerlekli sandalye üzerinde uygulanan çekme işlemi sonrasında emniyet kemeri ve döner tabla üzerinde herhangi bir deformasyon gözlemlenmemiştir.

KAYNAKLAR

1. CALC Software, (2014), “**Mechanical, Industrial and Technical Calculations**”, Stolicni 1205/6; 405 02 Decin; Czech Republic
2. Han Makina, “**Döner Tabla Rulmanı Uygulaması**”, <http://www.hanmakina.com/katalog/uygulamalar.pdf>, İMES San. Sitesi B Blok 204 Sok. No:38 34776 - Y.Dudullu - İSTANBUL / TÜRKİYE
3. Altair Engineering Inc., (2011), “**Altair RADIOSS**”, AltairHyperworks, 1820 Big Beaver Rd Troy, MI 48083 USA
4. Status of United Nation Regulation, ECE 107-05. (2015). “**Uniform Prpvisions Concerning the Approval of : Category M2 or M3 Vehicles With Regard to Their General Construction**”, 27:5, 111-113.