

ANKARAY HAFİF RAYLI TAŞITLARINDA OTURMA DÜZENİNİN YENİDEN TASARLANMASI

Murat Önder

Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü, Ankara
muratonder@gazi.edu.tr

ÖZET

Büyükşehirlerde en etkili toplu taşıma türlerinden birisi hafif raylı sistemlerdir. Yoğun yolculuk taleplerinin yaşandığı kentlerde, özellikle ulaşım kaynaklı çevre kirlenici etkilerinin yok denecek kadar az olması bu sistemlerin tercih edilebilirliğinde önemli rol oynamaktadır. Bu açıdan bakıldığında, kent merkezlerinde trafikten kaynaklanan hava kirliliğinin düşürülmesi, gürültü kirliliği ve küresel ısınma etkilerinin azaltılması açısından destek sağlayarak, insan sağlığının ve çevrenin korunması konusunda önem taşıyan bu sistemlerin kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Yıllardır Ankara kentinde hizmet vermekte olan hafif raylı sistemler, hızlı nüfus artışı ve sosyo-ekonomik gelişmelerle ve kent içi ulaşım altyapısının ve teknolojik imkânların çağdaşlaşmasıyla birlikte geliştirilme ihtiyacı ortaya çıkmış, hafif raylı sistem taşıtlarının iç düzenlemelerinin daha etkin kullanılması ve yeniden tasarlanması gereği doğmuştur. Taşıt iç mekânının konfor, güvenlik, eşitlik ve erişilebilirlik olarak kısaca belirtilebileceğimiz toplu taşımada hizmet parametrelerine ve günümüz koşullarına uygun şekilde tasarlanması, hem yolcuların memnuniyetini, hem de yolculuk kalitesini ve toplu taşımanın tercih edilebilirliğini etkileyen en önemli ölçütlerdir.

Ülkemiz kentsel ulaşım alanında kullanılan çoğu hafif raylı sistem taşıtının ulaşım konforunu ve güvenliğini etkileyen problemlerinin çözümü için kullanıcı beklentisinin tespiti ve bu beklentilerin karşılanması önem arz eder. Bu nedenle taşıtların oturma düzeninin günümüz şartlarına ve kullanım amacına göre yeniden tasarlanması gerekmektedir. Yeni araç içi tasarımlar oluşturulurken antropometrik ve ergonomik kurallara uygun olarak engelliler, yaşlılar, hamileler, hareket kısıtlılığı yaşayan ve dezavantajlı yolcuların kısıtları göz önünde bulundurulmalıdır. Böylece tüm yolcuların erişimine uygun, araç içi yolcu sirkülasyonunu ve sürekliliğini sağlayan yeterli genişlikte, kullanımı rahat tasarımlar elde edilebilecektir.

Bu çalışmada, kent içi ulaşımda hafif raylı sistem taşıtlarını kullanacak her kentli için, temel toplu taşıma hizmet parametrelerinin ön planda tutulduğu, taşıt içi yeni oturma düzeni tasarımı ve bu tasarıma uygun oluşturulan senaryolardan bahsedilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Toplu Taşıma Planlaması, Raylı Sistem Taşıt Tasarımı, Ürün Tasarımı, Yapısal Analiz

REDESIGNING THE LAYOUT OF THE SEAT OF ANKARAY LIGHT RAIL VEHICLES

ABSTRACT

One of the most effective public transport system in metropolitan cities are the light rail system. In urban areas of intense travel demand, availability of these systems plays an important role in the choice especially due to little or no effect depending on the transport of pollutants. In this situation, the reduction of air pollution from traffic in urban centers, by providing support in terms of noise pollution and reducing the effects of global warming, it is necessary to expand the use of these systems which are important for the protection of human health and the environment.

Light rail system, which has been serving for years in our city, with rapid population growth and socio-economic development and urban transport substructure and the modernization of advanced technological improves, have to use more efficient of internal distribution and it became necessary to redesign. The vehicle interior comfort, security, equality and accessibility can be briefly stated parameters of public transport services, and suitable designing the present conditions, passenger pleasure and quality of trip, the effect of preferring to public transport is a very important criteria.

It is very important to meet the user's expectations of determination and expectations for the solution of problems of influence the transport comfort and safety of many light rail vehicles which used in urban transport network in our country. Therefore, the vehicle must be redesigned seat arrangement according to the nowadays requirements and propose. While making a new vehicle inside design, anthropometric and ergonomic rules according to disabled passengers who have limitation of movement and disadvantaged passengers constraints should be considered. So, accessible for all passengers, suitable width for passenger circulation inside vehicle and providing the continuity, usable designs can be made.

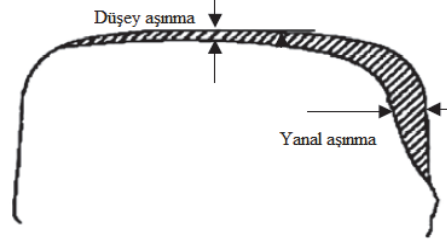
In this study, for all urban who use light rail vehicles in public transport, basic parameters of public transportation services is kept in the forefront, vehicle interior new seating arrangement design and mention about the scenario created according to this design.

Keywords: Public Transport Planning, Rail Vehicle Design, Product Design, Structural Analysis

1. GİRİŞ

Raylı toplu taşıma sistemleri kent içi yolcu taşımacılığında önemli bir yere sahiptir. Günümüzde lastik tekerlekli taşıma araçlarının raylı taşıma sistemlerini desteklemesi istenmektedir. Burada temel sorun raylı taşıma sistemlerinde hizmet veren taşıtların iç tasarımının değişen şartlar karşısında yetersiz kalmasıdır. Toplu taşıma taşıtlarının oturma düzeni ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. İşeri ve Arslan'ın yapmış olduğu çalışmada, İstanbul'da hizmet veren İETT otobüslerinin ergonomik açıdan inceleyerek müşteri beklentilerini ortaya koyan memnuniyet anketini ve alternatif tasarımı ortaya koyacak olan çok amaçlı matematiksel model oluşturulmuştur[1]. Öden ve Kuşçi ise mevcut taşıt iç yapısını inceleyerek, taşınan yolcu sayısının artırılması için alternatif tasarımlar oluşturmuşlardır [2]. Sadece oturma alanı tasarımı ve raylı sistemler özelinde düşünüldüğünde tek başına taşıt içi tasarım yapmak yeterli olmamaktadır. Bunun nedeni yeni yapılacak tasarım raylı sistemlerde taşınacak yolcu sayısını ve dağılımını değiştireceğinden dolayı, bu değişikliğin teker ray üzerine oluşturduğu etkinin de düşünülerek tasarımın göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Raylı taşıma sistemlerinde teker ve rayların üzerine gelen tekrarlı yükler, teker ve rayın aşınmasına neden olmaktadır. Bu duruma ek olarak yolcu taşıma hizmetinde kullanılmakta olan raylı sistemlerde, taşıt içi yolcu dağılımının değişken olması ve iki durak arasında hızlanma ve frenleme etkisinin oluşturduğu sürtünme kuvvetinden dolayı tekerin ray üzerindeki aşınma miktarı, normal hizmet veren raylı sistemlere göre fazla olmaktadır. Zaman içerisinde ray üzerinden geçen taşıt sefer sayısı ile ray ve teker üzerinde oluşan malzeme kayıplarından dolayı vagon içi titreşim ve gürültü seviyesi arttığı literatürde belirtilmiştir [3]. Teker ve raylardaki aşınma kayıpları temasın meydana geldiği noktalarda, düşey ve yanal olarak olduğu bilinmektedir. Şekil 1'de ray üzerindeki düşey ve yanal aşınma gösterilmiştir. Aşınma miktarlarını azaltmak için yapılan çalışmalar ile geliştirilen profiller ile kontak basıncının %50 azaltıldığı görülmüştür [4].



Şekil 1. Ray üzerindeki düşey ve yanal aşınma oluşumu[3]

2. YÖNTEM

Yapılan bu çalışmada birim zamanda taşınan yolcu sayısını artırmak ya da azaltmak önemli bir noktadır. Yolcu sayısının artması bir noktadan sonra taşıt yükünü artıracığı için tekerleğin aşınması ve raylara binen yükten kaynaklanacak olumsuz sonuçları ortaya çıkarabilecektir. Bu nedenle tekerlek ve dolayısıyla ray üzerine gelen kuvveti hesaplayarak izin verilen sınır içinde taşıt içi tasarımın yapılması gerekmektedir. Bu bağlamda mevcut durumun tekrar revize edilmesi sırasında oldukça fazla kısıt vardır ve her bir kısıt dikkatli bir şekilde incelenerek optimum çözüm bulunmalıdır. Bu çalışmada oluşturulan senaryoların teker ile rayın kontak ilişkisi incelenerek, düşünülen yük durumundaki yer değiştirme miktarlarına bakılıp literatür ile karşılaştırılacaktır.

Bu bağlamda taşıt içi tasarım yapılırken hedef kitlenin vücut ölçülerine ve tasarlanacak taşıtın fiziki ortamının tespit edilmesi ve daha sonra düşünülen tasarımın taşıt için uygun olup olmadığına anlamak için bilgisayar ortamında yapısal analiz ile karar verilmesi yoluna gidilmiştir. Taşıtlarda yolculuk kalitesini artıracak şekilde senaryolar oluşturulmuştur. Senaryolar oluşturulurken yolculuk kalitesini artırmak için hedef kitlenin antropometrik ölçüleri dikkate alınmıştır. Hedef kitlenin antropometrik verileri ile yolcuların oturma düzenine karar verilmiştir.

3. MEVCUT SORUNLAR VE METODOLOJİ

Özel otomobiller kentsel yolculuklarda kapıdan kapıya erişimi ve istenilen yere istenilen zamanda gidebilmeyi sağlayan en önemli ulaşım taşıtı olarak görülmektedir. Ancak kentsel ulaşım ve yolculukların geleceğinin özel otomobillerce işgal edilmesinin önüne geçmek ve toplu taşıma sistemlerinin özel

otomobillere kıyasla daha çok tercih edilmesini sağlamak gerekmektedir. Öncelikle sorunun kökenine inerek, kentsel yolculuklarda insanların neden toplu taşımayı tercih etmediklerinin değerlendirilmesi önem arz eder.

3.1. SORUNUN TANIMLANMASI VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİNİN ÜRETİLMESİ

Bu bağlamda aşağıda belirtilen nedenlerden dolayı kentsel yolculuklar doğrudan özel otomobile yönelmekte, kentlerde yolcu erişiminden çok, özel otomobil hareketlilikleri ön planda olmakta ve dolayısıyla toplu taşıma taşıtları kullanılmamaktadır. Özellikle çalışma konusu olan hafif raylı sistemler açısından bu sorunlar değerlendirildiğinde, diğer toplu taşıma taşıt türlerine kıyasla, yolcu taşıma kapasitesi en fazla olmasına rağmen neden raylı sistemlerin tercih edilmediğini açıklamak yerinde olacaktır. Bu çalışmada Ankaray Hafif Raylı Sistem Taşıtlarının oturma düzeni temel alınarak ve yolcuların beklentilerini ortaya koyan Ankara Toplu Taşıma Kullanıcıları Yolcu Memnuniyet Anketleri (2013) de değerlendirilerek sorunlar tanımlanmaya çalışılmıştır[5]. Bu sorunlar;

- Oturma düzeninden kaynaklanan rahatsızlıklar (ters koltuk)
- İniş ve binış esnasında kapı girişlerinde yaşanan zorluklar (kapı girişinden itibaren başlayan koltuklar)
- Yük taşıyan yolcuların yaşadığı sıkıntılar (valiz vb.)
- Çocuklu aileler için alan darlığı (puset, bebek arabası vb.)
- Engelli ve hareket kısıtlılığı bulunan yolcular için alan darlığı (tekerlekli sandalye)
- Kilolu ve çok uzun yolcular için alan darlığı (dar aralıklı ve sıkışık)
- Ayakta taşınan yolcuların homojen dağılım sorunu (kapı girişinde yığılma) olarak tespit edilmiştir.

Böylece yolcular için konforsuzluk, güvensizlik, erişim zorluğu ve engelliler için sıkıntı oluşturan bu sorunların üstesinden gelmek amacıyla Ankaray Raylı Sistem Taşıtlarının oturma düzeninin yeniden tasarlanmasına ihtiyaç duyulmuştur. Bu bağlamda kaliteli bir toplu taşımacılık ve toplu taşıma planlamasının yapılması için öncelikle toplu taşıma hizmet parametreleri göz

önünde bulundurulacak oturma düzeninin yeniden tasarlanmasına çalışılmıştır. Bu hizmet parametreleri;

- Hız
- Servis Sıklığı
- Mali etkinlik
- Eşitlik
- Erişilebilirlik
- Konfor
- Güvenlik
- Güvenilirlik
- Dakiklik, olarak adlandırılmaktadır.

Bu çalışmanın temelinde Ankaray taşıt içi oturma düzeninin yeniden ele alınmasında; Konfor, Güvenlik, Erişilebilirlik, Eşitlik ve Güvenilirlik parametreleri temel alınarak ve günümüz şartlarına göre gelişmeler göz önünde bulundurulacak değerlendirme yapılmıştır.

3.2. VERİLERİN TEMİNİ VE ANTROPOMETRİK ÖLÇÜLERİN BELİRLENMESİ

Taşıt içi tasarımının günümüz şartlarına uygun hale getirilmesi için yapılan bu çalışmada ilk olarak mevcut taşıt içi tasarımının yapısal analizi yapılarak aracın raylara olan etkisi incelenmiştir. Daha sonra insan ergonomisine uygun antropometrik veriler ile kullanıcı istekleri göz önüne alınarak senaryolar oluşturulmuş ve bu senaryoların tekrar yapısal analizi yapılarak en uygun tasarımlar yapılmıştır. Antropometrik ölçüler belirlendikten sonra, taşıt iç alanını gösterecek şekilde gövdenin ve rayların 3 boyutlu katı modellenmesi yapılarak çözüme hazırlanmıştır.

İlk olarak tasarımı yapılacak olan hedef kitlenin antropometrik ölçülerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bunun nedeni antropometrik ölçülerin toplumdan topluma farklılık göstermesidir. Modellemede kullanılacak olan antropometrik verilerin güncel olması gerekmektedir. Antropometrik veriler toplumdan

topluma değişiklik gösterdiği gibi toplum içinde de zaman ile değişebilmektedir. Literatür incelendiğinde, farklı kişi ve kurumların yapmış olduğu çalışmalar dikkate alınabilir. Bunlar içerisinde;

- Galip Akın'ın yapmış olduğu gibi Ankara'da rastgele örneklem metoduyla yaşları 20-60 yaşları arasında 250 erkek katılımcı üzerinde gerçekleştirdiği çalışmadan elde ettiği ölçümler çalışmalarda referans olmuştur [6].
- Türk Standartları Enstitüsünün 1999 yılında Makinelerde Güvenlik-İnsan Vücudu Ölçüleri - Antropometrik Veriler adıyla Türk standardı olarak kabul edilen TS EN 547-3 / Mart 1999 standardını çıkarmıştır [7].
- Türkiye Sağlık Bakanlığının Hacettepe Üniversitesi ile 2010 yılında yapmış olduğu çalışmada ise belirli yaş gruplarından örnekler seçerek ilgili grupların antropometrik ölçüleri tablo halinde verilmiştir [8].

Yukarıda belirtildiği üzere yapılan çalışmaları çoğaltmak mümkündür. Bu çalışmalarda genel olarak antropometrik ölçüler, %5, %50, %95 ve ortalama değerler tespit edilerek çizelgeler oluşturulmuştur. Bu antropometrik verilerden elde edilen değerler ile Ankaray'ın hizmet verdiği güzergâhı kullanım amacı dikkate alınarak senaryolarda belirlenmiştir. Yaşanan sorunlar göz önünde bulundurularak alınan mesafeler;

- Koltukların arasında boşluk mesafesinin ne kadar olacağına,
- Kalça – Diz Uzunluğuna,
- Koltuk derinliğine,
- Kalça genişliğine,
- İki oturma grubu arasındaki mesafeye, dikkat edilerek karar verilmiştir.

Ayrıca ayakta seyahat edecek olan yolcuların kapladığı alan ise literatürde metrekareye düşen yolcu miktarları referans alınarak belirlenmiştir. Bu sayı ise metrekareye 4 yolcu olacak şekilde alınmıştır. Fakat hattın geçtiği bölgelerdeki zirve saatlerdeki yani toplu taşıma kullanımının en yoğun olduğu ve yolcu sayısının en yüksek olduğu zaman aralığındaki yolcu yoğunluğu dikkate alındığında, metrekareye 6 yolcu olarak da ikinci bir hesaplama yapılmıştır.

3.3. ANKARAY TAŞIT İÇİ KULLANIM ALANI

Ankaray taşıt içi Şekil 2’de gösterilmiştir. Mevcut durumda Ankaray ile taşınabilen yolcu kapasiteleri Tablo 1’de verilmiştir. Ankaray taşıtları için verilen bu değerler, taşıtın yapısal modeli için kullanılacaktır. Bu şekilde mevcut tasarım, toplam koltuk sayısı, koltukların konumlandırılması, koltuklar arasında bırakılmış mesafeler gibi veriler ile önerilen yeni tasarımların karşılaştırılması sağlanacaktır. Dolayısıyla, Ankaray’a ait olan tasarımlar tespit edilmiş, ölçüleri hesaplanmış ve bilgisayar ortamına basitleştirilerek aktarılmıştır.



Şekil 2. Ankaray’ın mevcut iç görüntüsü[9]

Tablo 1. Ankaray’ın taşıma kapasitesi[9]

	4 kişi/m ²	6 kişi /m ²
Oturarak	60	60
Ayakta	162	242
Toplam	222	302

3.4. OTURMA DÜZENİ

Ankaray’da mevcutta iki tip koltuk düzeni kullanılmıştır. Birinci grup ikili oturma düzenine sahip, ikinci ise tekli oturma düzeni olarak düşünülmüştür. İkili koltuk grubundaki koltukların genişlikleri 450 mm, tekli koltuk grubunun genişliği ise 400 mm olarak tasarlanarak hizmete girmiştir. Ayrıca koltuklar

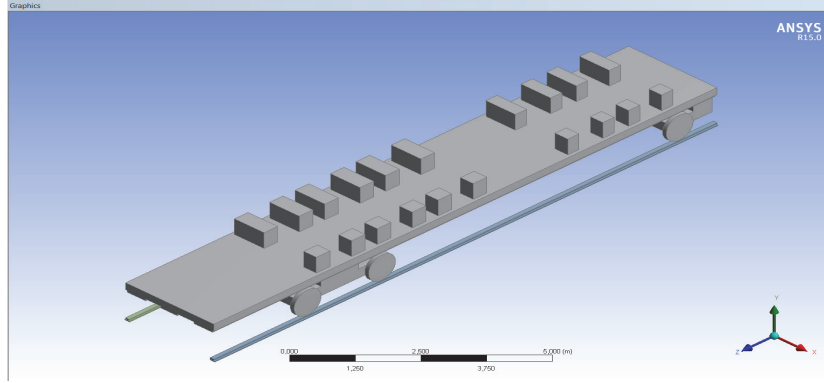
birbirine karşılıklı gelecek şekilde konumlandırılmış ve iki oturma grubu arasındaki mesafe 370 mm olarak düşünülmüştür. Taşıt içerisinde sadece kapı kenarlarındaki koltuklar kapı mekanizmasından dolayı diğer koltuklara göre 50 mm daha dar olarak yapılmıştır. Ankaray'ın hizmet verdiği güzergâhın kısa olması ve taşıt içi yolcu sirkülasyonunun çok olmasından dolayı koltuklar rahatlık açısından yeterli düzeyde tasarlanmamıştır. Bu nedenle kent içi hizmet veren bu taşıtların uzun yolculuklarda rahatsızlık vermesi doğaldır. Bunun nedeni kullanım şekline göre aşınmaya karşı dirençli olacak şekilde malzeme seçilerek üretilmesidir.

Ergonomik koltuk ölçüleri, açıları, profili, bel desteği ve oturma döşemesi yolcunun vücut duruşunu ve gövde, omuzlar, baş ve vücudun alt kısımlarını destekleyen mekanizmaları etkiler. Diğer bir deyişle vücudu taşıma işini desteklerle değil de bu işi bedendeki kaslara verilirse bir süre sonra kaslarda yorulma meydana gelir ve ağırlardan dolayı yolculuk kalitesi düşmüş olur[1, 10]. Şu anki mevcut durumda Ankaray'da kullanılmakta olan koltukların, yolcular üzerinde olumsuz etkisi olduğu düşünülmektedir. Buradaki temel sorunlar koltuk malzemesi, bel desteğinin yeterli etkiyi yaratmaması ve oturma açısının dik olması olarak sıralanabilir.

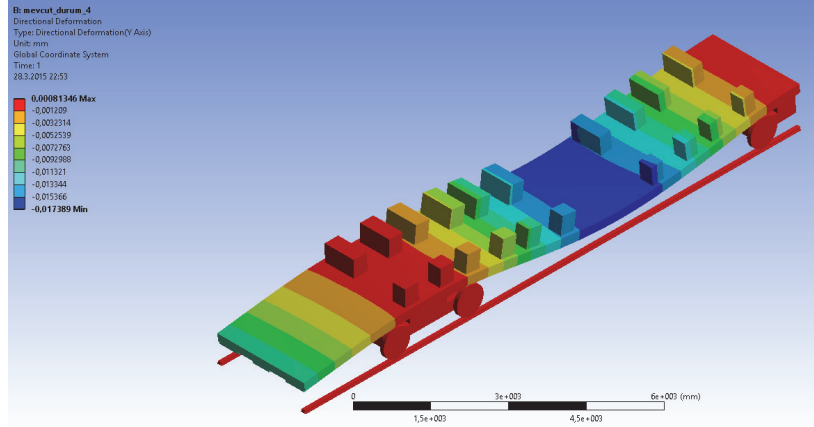
4. SONUÇ

Yeni senaryolar üretilmeden önce şu anki mevcut yüklemeye altında Ankaray'ın 3 boyutlu basitleştirilmiş modeli oluşturulmuş, Şekil 3'de gösterilerek yapısal analizi yapılmıştır. Taşıt normal şartlarda 3 vagon oluşmaktadır. Fakat işlem kolaylığı açısından bir vagonun yarısı modellenmiştir. Yüklemeye şartları olarak yolcuların ortalama ağırlıkları 70 kg olarak metrekareye 4 ve 6 yolcu olacak şekilde iki ayrı çözüm yapılmıştır. Analiz sonunda çıkan sonuçlar Şekil 4'de metrekareye 4 yolcu düşecek şekilde ve Şekil 5'de ise metrekareye 6 yolcu düşecek şekilde yapılan hesaplama verilmiştir. Şekil 4 ve 5'de kırmızı ile görülen yerler araç üzerindeki yolculardan kaynaklı kuvvetlerden dolayı y eksenindeki yer değiştirmeyi göstermektedir. Mevcut durumda y ekseninde tekerin ezilme miktarı metrekareye 4 yolcu olduğunda 0,00081346 mm, metrekareye 6 yolcu olduğunda ise 0,00120260 mm, olarak

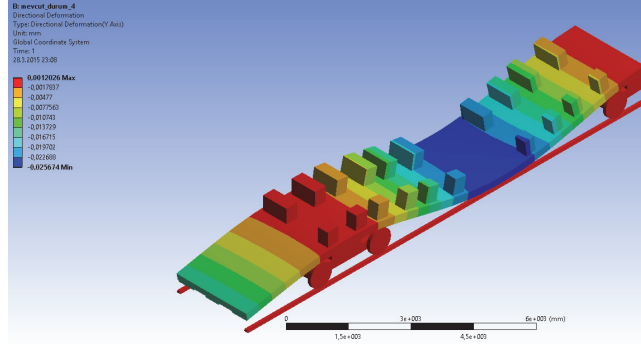
çıkmiştir. Şekil 5’de metrekareye 6 yolcu düşecek şekilde hesaplandığından ezilme miktarının daha fazla olduğu görülmektedir.



Şekil 3. Mevcut durumun 3 boyutlu modeli[9]



Şekil 4. m²'ye 4 yolcu olduğu durumdaki ezilme miktarı

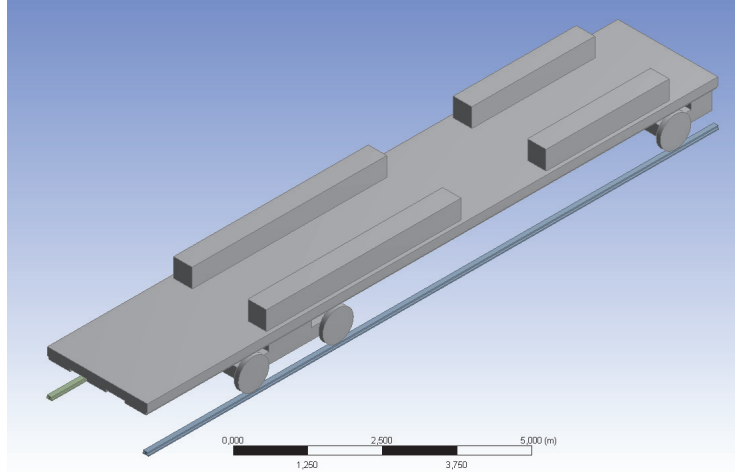


Şekil 5. m^2 'ye 6 yolcunun olduğu durumdaki ezilme miktarı

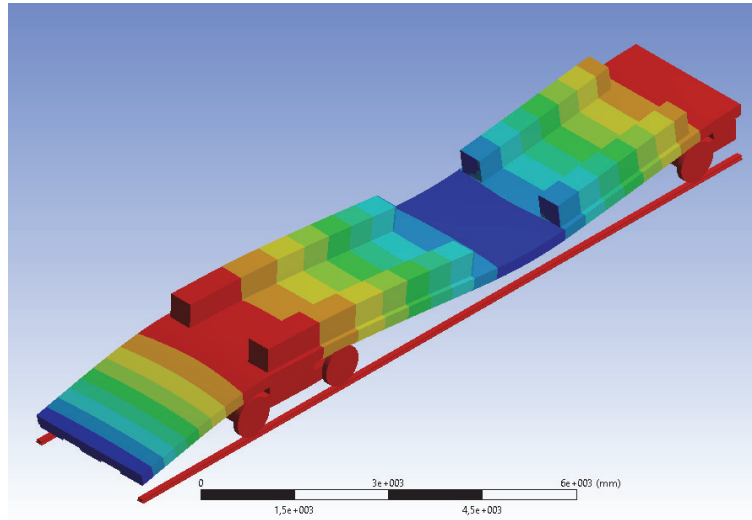
4.1 1. SENARYO

Mevcut durumun yapısal analizi yapıldıktan sonra senaryolar oluşturulmuştur. Senaryoların mevcut işletme şartlarını değiştirmeden yapılması gerekmektedir. Bundan dolayı düşünülen senaryoların yapısal analizi yapılarak tekerdeki ezilme miktarları incelenmiş ve uygun olan tasarımlar bulunmuştur.

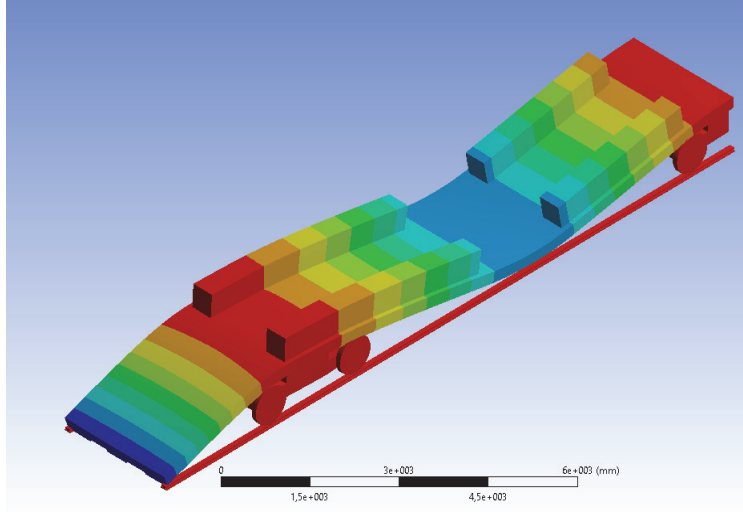
1. Senaryoda koltuk yapılarının şekli değiştirilmiştir. Daha önce yolcular tarafından beğenilmeyen karşılıklı oturma düzeni yerine sırt kısmı cama yaslanmış koltuk düzeni uygun görülmüştür. Bu şekilde oturma düzeniyle yolcu sayısı artırılmakla beraber ayakta alınan yolcu sayısının artırılması amaçlanmıştır. Bu senaryo ile metrekareye 4 yolcu olduğunda tekerin ezilmesi 0,00088655 mm, metrekareye 6 yolcu olduğunda ise 0,00123910 mm, olarak bulunmuştur. 1. senaryo ile yolcu sayısı %14 oranında artırılmıştır. Şekil 6'de 1. senaryo için oluşturulan model ile Şekil 7'de metrekareye 4 yolcu ile Şekil 8'de 6 yolcu olduğundaki yer değiştirme miktarları gösterilmiştir. Şekil 7 ile Şekil 8 karşılaştırıldığında, Şekil 8'de metrekareye 6 yolcu düştüğünden dolayı yük miktarı artmasıyla taşıttaki ezilme miktarı metrekareye 4 yolcu (Şekil 7) olan senaryodan fazladır. Taşıt üzerindeki ezilmenin en fazla olduğu noktanın teker ray bölgesinde olduğunu renk değişiminden daha net anlamaktayız.



Şekil 6. 1. Senaryoya ait 3 boyutlu model



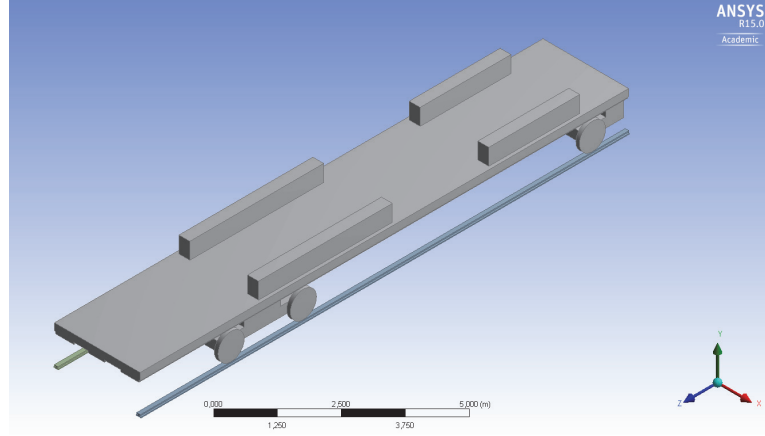
Şekil 7. 1. Senaryoda m^2 'de 4 yolcunun oluşturduğu ezilmenin gösterimi



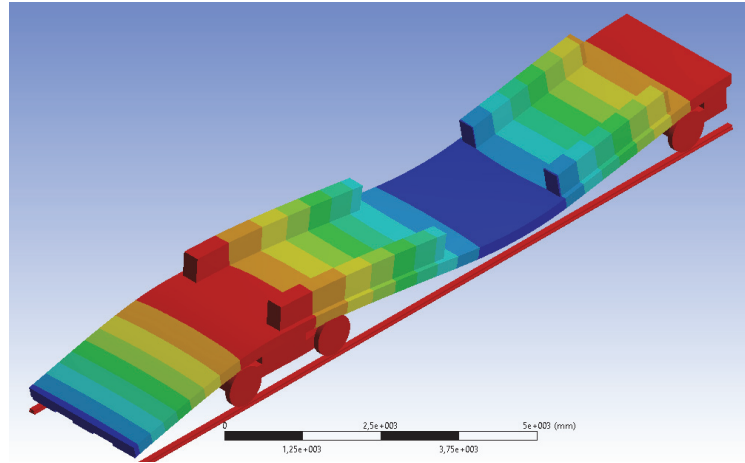
Şekil 8. 1. Senaryoda m^2 'de 6 yolcunun oluşturduğu ezilmenin gösterimi

4.2.2. SENARYO

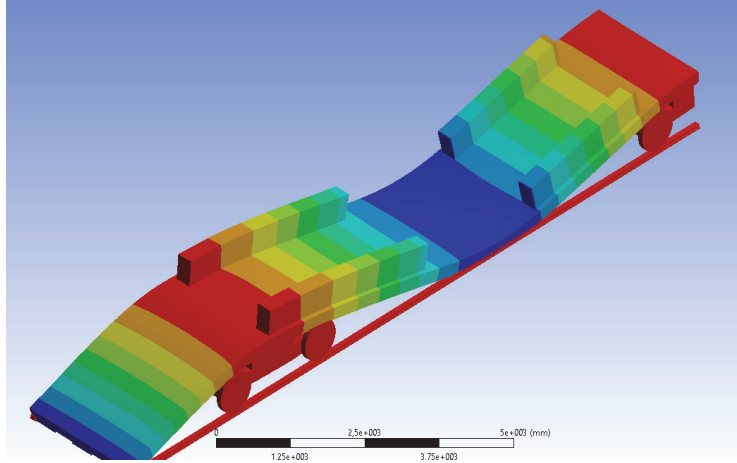
2. senaryoda ise Ankaray'ın hizmet verdiği güzergâhta, Ankara Şehirler Arası Otobüs Terminali (AŞTİ) bulunduğu için yanında eşyası/yükü bulunan yolcuların rahat inip binebilmesi için kapı kenarlarından birer koltuk eksiltilmiş, şekildeki tasarım yapılmış ve modellenmiştir. Ankaray taşıtlarının kapı genişliği 1400 mm olduğundan dolayı eşyası olan yolcular açısından sıkıntı olmaktadır. Bu senaryoda da kapı girişindeki genişliklerin artırılması ve oturma gruplarında ise iki farklı genişlikte oturma grubu düşünülmüştür. Dolayısıyla aşırı kilolu ve ayakta yolculuk yapamayacak yolcuların da konforu düşünülerek tasarım yapılmıştır. 2. senaryo ile metrekareye 4 yolcu olduğunda tekerin ezilmesi 0,00086273 mm, metrekareye 6 yolcu olduğunda ise 0,00128881 mm, olarak bulunmuştur. 2. Senaryo ile yolcu sayısı %10 oranında artırılmıştır. Şekil 9'da 1. senaryo için oluşturulan model ile Şekil 10 ve 11'de metrekareye 4 ile 6 yolcu olduğundaki teker ray üzerinde oluşturduğu ezilmelerin nasıl olduğu gösterilmiştir.



Şekil 9. 2. Senaryoya ait 3 boyutlu model



Şekil 10. 2. Senaryoya ait m^2 4 yolcunun oluşturduğu ezilmenin gösterimi



Şekil 11. 2. Senaryoya ait m^2 6 yolcunun oluşturduğu ezilmenin gösterimi

5. ÖNERİLER

Bu çalışma ile şehir için toplu taşıma taşıtlarından olan Ankaray'ın var olan tasarımı incelenmiş ve alternatif senaryolar ortaya koyulmuştur. Yeni senaryolar oluşturulurken yolcuların sıkıntıları göz önüne alınarak hizmet verdiği güzergâh üstünde kabul edilen sınırlar içerisinde hizmet kalitesinin artırılması amaçlanmıştır.

Bu çalışma, yolcuların antropometrik verilerinin değerlendirilmesi, yolcuların beklentilerini ortaya koyan bir anket çalışması ve elde edilen veriler ışığında yapısal analiz içeren model kurulumu ve çözümü aşamalarından oluşmaktadır.

Tablo 2. Karşılaştırma Tablosu

		Oturan Yolcu (kişi)	Ayakta Yolcu (kişi)	Toplam Yolcu (kişi)	Ray Üzerindeki Ezilme (mm)
Mevcut Durum*	4 kişi/ m^2	30	81	111	0,00081346
	6 kişi/ m^2	30	121	151	0,00120260
Senaryo 1	4 kişi/ m^2	36	91	127 (%14)	0,00088655
	6 kişi/ m^2	36	136	172 (%14)	0,00123910
Senaryo 2	4 kişi/ m^2	28	93	121 (%9)	0,00086273
	6 kişi/ m^2	28	139	167 (%10)	0,00128881

Tablo 2’de yapılan modellemenin sonuçları verilmiştir. Düşünülen senaryoların modellenmesi sonucu, toplam yolcu sayısını artırmakla beraber hizmet kalitesinin artırılması amaçlanmıştır. Literatür incelendiğinde 100.000 tren geçişi teker ile ray üzerindeki aşınmanın 4-11 mm arasında olduğu kabul edilmiştir[11]. Bu durumda Tablo 2’de verilen ezilme miktarları literatür ile karşılaştırıldığında yıllık ortalama 60.000 sefer yapan Ankaray raylı taşıma sisteminin bir tekerin oluşturduğu aşınma miktarı makul sınırlar içinde kaldığı görülmüştür. Bu hesaplama yöntemi ile yapılan tasarımın teker ray üzerine etkisi incelenmiş ray üzerine tasarımdan dolayı aşırı aşınmanın önüne geçilmiştir ve aşırı yüklemekten dolayı kaynaklanabilecek kazaların önüne geçilecektir.

Senaryo 1

- Mevcuda göre toplam yolcu sayısı % 14 oranında artırılmıştır
- Karşılıklı oturma üniteli koltuk düzeni yerine cama sırt dayamalı koltuk düzeni tercih edilmiştir
- Mevcuttaki ikili oturma üniteleri tekli oturma düzenine dönüştürüldüğü için mevcuda göre boş alan $\sim 2,6 \text{ m}^2$ artırılmıştır
- Koltuk sayısı artırılmıştır
- Koltuk genişlikleri bütün oturma üniteleri için 400 mm, derinlik 420 mm olarak belirlenmiştir

Senaryo 2

- Mevcuda göre toplam yolcu sayısı % 9-10 oranında artırılmıştır
- Karşılıklı oturma üniteli koltuk düzeni yerine cama sırt dayamalı koltuk düzeni tercih edilmiştir
- Kapı girişlerindeki koltuk sayısı 1’er azaltılarak mevcuda göre boş alan $\sim 3 \text{ m}^2$ artırılmıştır
- Koltuk sayısı azaltılmıştır

Koltuk genişlikleri kısa oturma ünitesi için 500 mm, uzun oturma ünitesi için de 425 mm; derinlik 420 mm olarak belirlenmiştir.

Sınır şartlarının ürün tasarımını etkilediği bu tip durumlarda problemin çözümünde bilgisayar destekli tasarım programlarını kullanmanın yararlı olduğu görülmüştür. Bu sayede tasarlanan ürünün üretilmeden önce bilgisayar ortamında tasarımı gerçekleştirilerek zamandan ve maliyetten fayda sağlanmıştır. Bu şekilde Ankaray için geliştirilen senaryolar ile Ankaray'ın tercih edilebilirliği ve yolculuk kalitesinin artırılması sağlanabilir.

KAYNAKÇA

1. İşeri, A., Arslan, N., 2007, 13. Ulusal Ergonomi Kongresi Bildiriler Kitabı, İETT Otobüslerinin Ergonomik Analizi, 13. Ulusal Ergonomi Kongresi, Kayseri.
2. Önden İ., Kuşçi M., 2010, Yolcu Otobüsü İç Alan Tasarımı ve Var Olan Tasarımın Değerlendirilmesi, 10. Üretim Araştırmaları Sempozyumu, Girne.
3. Uzbaş, B., 2013, "Demir Yolu İltisak Hatlarında Aşınma Kayıpları", Mühendis ve Makina, Cilt 54, Sayı 638, 39-45,
4. V.P. Essaoalov, A.V. Sladkovsky, Contact interaction and wear examination of the wheel-rail couple, in: Proceeding of the International Symposium on the Tribology of Friction Materials, vol. 2, Yaroslavl, USSR, 1991, pp. 288-293.
5. Ankara Metropolitan Alanı ve Yakın Çevresi Ulaşım Ana Planı: Yolcu Memnuniyet Anketi Çalışması, 2013, Ankara Ulaşım Ana Planı Proje Ofisi, Ankara.
6. Akin, G., 1998, Ekran önü çalışmaları ve ergonomi, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 39 (1-2): 323-332
7. Türk Standartları Enstitüsü, 1999, TS EN 547 - 3 Makinelerde Güvenlik - İnsan Vücudu Ölçüleri – Antropometrik Veriler.
8. Türkiye Sağlık Bakanlığı, 2010, Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması 2010,
9. Ankara Büyükşehir Belediyesi Raylı Sistemler Dairesi Başkanlığı, 2015, görseller.
10. Pheasant, S., Haslegrave, C.M., 2006, Bodyspace: Anthropometry, ergonomics, and the design of work, CRC Press, Taylor & Francis.
11. MEGEP, 2008, "Raylı Sistemler Teknolojisi", T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.

