

32 Feet Uzunluğunda Bir Otobüsün Maksimum Yük Altındaki Durumunun Farklı Aks Türlerine Göre Sonlu Elemanlar Yöntemiyle İncelenmesi

Fatih Karpat^{1*}, Mehmet Kıvanç Turan¹, Gülbiye Meriç², Yakup Sevgi²

¹Makine Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Türkiye

²Güleryüz Karoseri Otomotiv Sanayi ve Tic. A.Ş., Türkiye

*karpat@uludag.edu.tr

(Geliş Tarihi: 23 Aralık 2023, Kabul Tarihi: 25 Aralık 2023)

(3rd International Conference on Scientific and Academic Research ICSAR 2023, December 25-26, 2023)

ATIF/REFERENCE: Karpat, F., Turan, M. K., Meriç, G. & Sevgi, Y. (2023). 32 Feet Uzunluğunda Bir Otobüsün Maksimum Yük Altındaki Durumunun Farklı Aks Türlerine Göre Sonlu Elemanlar Yöntemiyle İncelenmesi. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 7(11), 420-424.

Özet – Artan nüfus yoğunluğuna bağlı olarak özellikle büyük şehirlerde trafik büyük bir problem durumuna gelmiştir. Bu problemin ana sebebi son yirmi yılda binek taşıt kullanımına yönelik talebin artmasıdır. Bu durum trafikteki taşıt sayısının katlanarak artmasına sebep olmuştur. Her ne kadar yeni yolların yapılması, mevcut yolların geliştirilmesiyle trafik yoğunluğu azaltılmak istense de toplu taşıma taşıtlarının kullanım oranının artması bu problemin çözümünde en ideal yoldur. Bu çalışmada 32 feet uzunluğunda bir otobüsün maksimum yük altındaki durumu farklı aks tiplerine göre sonlu elemanlar yöntemi ile ele alınmış olup, sonlu elemanlar analizi için LS-Dyna yazılımı kullanılmıştır. Çalışmada Z ve H olmak üzere iki farklı tip aks kullanılmıştır. Sonlu elemanlar modeli için ilk olarak yapıda kullanılan geometrilerin orta düzlemi oluşturulmuştur. Sonraki adımda malzeme tanımlama işlemine geçilmiştir. Malzeme tanımlama işleminden sonra mesh yapısının oluşturulmasına geçilmiştir. Bu çalışmada 10 mm boyutunda kare elemanlar kullanılmıştır. Sonraki adımda taşıttaki ağırlıklar tanımlanmıştır. Bu noktada koltuk ağırlıkları, oturan ve ayaktaki yolcu ağırlıkları, motor ve dişli kutusu ağırlıkları, klima sistem ağırlıkları, cam ağırlıkları tanımlanmıştır. Analiz sonuçları gerilme ve deformasyon verileri üzerinden değerlendirilmiştir. Z aks'ın kullanıldığı çalışmada gerilmenin ön ve arka süspansiyon bağlantı bölgeleri civarında yoğunlaştığı görülmektedir. Arka gövdede maksimum gerilme 215 MPa olarak gerçekleşirken ön gövdede ise 221 MPa'dır. Maksimum deformasyon ise otobüsün çatı bölgesinde yaklaşık 14 mm olarak gerçekleşmiştir. H aks tipinde de Z aks tipine benzer şekilde gerilmeler süspansiyon bağlantı bölgeleri yakınında yoğunlaşmıştır. Arka gövdede maksimum gerilme 237 MPa iken ön gövdede 210 MPa'dır. Maksimum deformasyon yine çatı bölgesinde gerçekleşmiş olup yaklaşık 18 mm'dir.

Anahtar Kelimeler – Otobüs, Statik Analiz, Gerilme, Aks, Sonlu Elemanlar Yöntemi

I. GİRİŞ

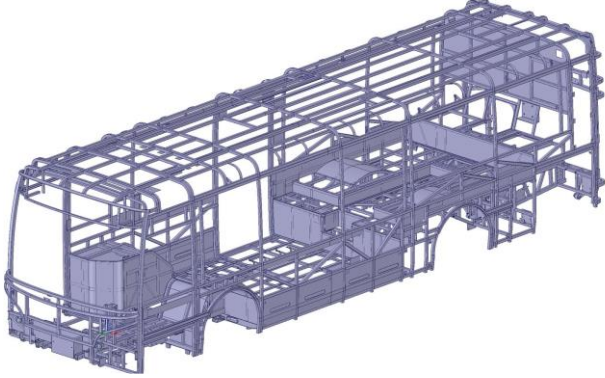
21. yüzyıl itibariyle sanayileşmenin de etkisiyle ülkelerdeki nüfus dağılımları ekonomik olarak büyük olan şehirlerde yoğunlaşmıştır. Bu göç dalgasının çok hızlı gerçekleşmesi şehir planlaması açısından sorunlar oluşturmuş olup özellikle trafik

sıkışıklığını günlük hayatın sıradan bir unsuru haline getirmiştir. Büyük şehir belediyeleri yeni yollar yaparak, mevcut yollardaki şerit sayısını artırarak bu problemi ortadan kaldırmaya çalışsa da istenen sonuçlara ulaşamamıştır. Büyük şehirlerdeki nüfus artışının yanı sıra binek taşıt

kullanımın da artması da trafik oluşumu için bir başka büyük etkidir. Bu nedenler göz önüne alınca toplu taşıma kullanımının yaygınlaşması en uygun çözüm olarak görülmektedir. Otobüsler şehir içi ulaşım için en yaygın kullanılan toplu taşıma araçlarından biridir. Bu araçlar ayakta yolcu taşımanın da etkisiyle yüksek yüklerle maruz kalmaktadır. Bu sebeple dinamik ve statik analizlerinin titizlikle yapılması gerekmektedir. Toplu taşıma araçlarında yolcu sayısının fazlalığı tasarım ve analizlerde hata olasılığını minimize etmeyi mecbur kılmaktadır. Ustaoglu ve ark.[1] yaptıkları çalışmada otobüslerde plastik yakıt tankının kullanımını ele almıştır. Kim ve ark.[2] yaptıkları çalışmada pencere sütununun optimum tasarımına odaklanmıştır. Gunter ve ark.[3] çalışmalarında okul otobüsünün acil çıkış kapısının tasarımını iyileştirmiştir. Zhong ve ark.[4] yaptıkları çalışmada otobüs ağırlığı azaltmak amacıyla topoloji ve boyut optimizasyonu uygulamıştır. Bu çalışmada iki farklı aks tipinin statik analiz sonuçlarına etkisi incelenmiştir. Çalışma nümerik olarak gerçekleştirilmiş olup sonlu elemanlar analizi için Ls-Dyna yazılımı kullanılmıştır.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

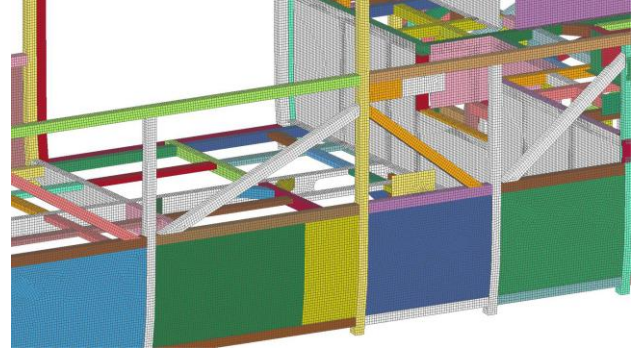
Çalışmaya ilk olarak tasarımın oluşturulması ile başlanmıştır. Şekil 1'de otobüsün tasarımı gösterilmektedir.



Şekil 1. Otobüsün üç boyutlu görünümü

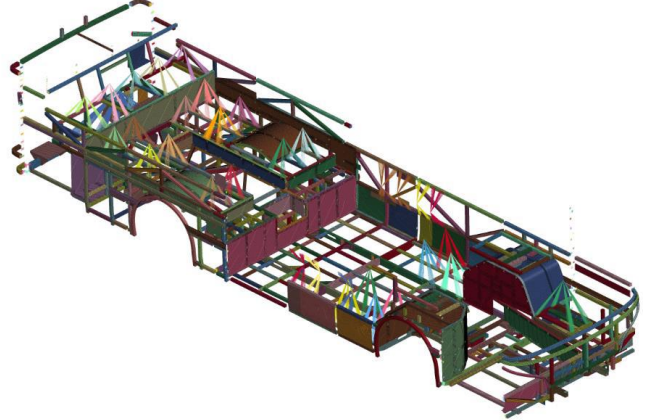
Otobüs yapısı iki farklı aks tipi için genel hatlarıyla sabit tutulmuştur. İlk analiz için Z aks kullanılırken ikinci analiz için H aks kullanılmıştır. Otobüs genel hatlarıyla ele alındığında yapının profil ve sac parçalardan oluştuğu görülmektedir. Bu sebeple parçaları temsilen orta düzlemlerinin oluşturulmasına karar verilmiştir. Böylece analizler iki boyutlu elemanlar ile gerçekleştirilebilecektir. Sonraki aşamada parçalarının malzemesi tanımlanmıştır. Malzeme tanımını takiben mesh

yapısının oluşturulmasına başlanmıştır. Bu çalışmada 10 mm kenar uzunluğuna sahip kare elemanlar kullanılarak mesh yapısı oluşturulmuştur (Şekil 2).



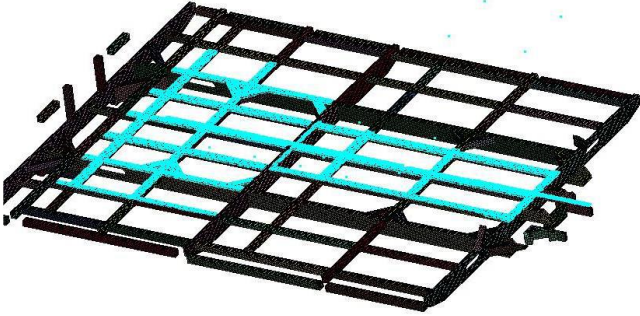
Şekil 2. Mesh yapısı

Sonraki adımda otobüsteki yüklerin tanımlamasına başlanmıştır. İlk olarak oturan yolcu yükünün tanımlaması için yolcu ve koltuk ağırlığı bir arada oluşturulmuştur. Her bir yolcu/koltuk ağırlığı toplam 88 kg olarak tanımlanmıştır (Şekil 3).



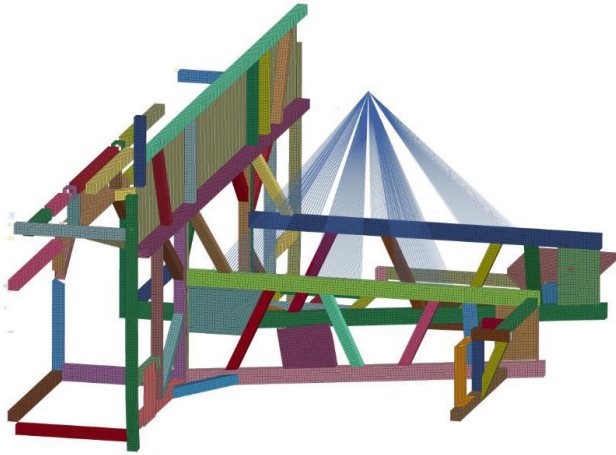
Şekil 3. Oturan yolcu/koltuk ağırlığı

Sonraki adımda otobüsteki ayakta yolcuların ağırlıkları tanımlanmıştır (Şekil 4).



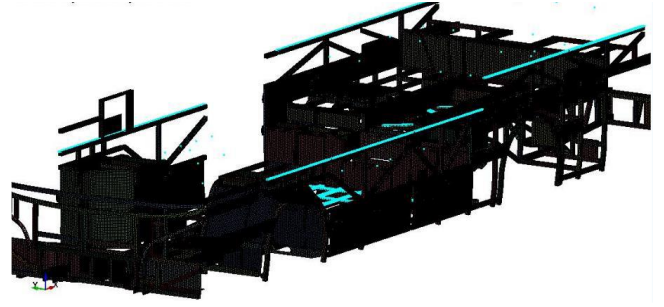
Şekil 4. Ayaktaki yolcu ağırlıkları

Yolcu ağırlıklarının tanımlama işleminin tamamlanmasının ardından motor ve dişli kutusu yükü 650 kg olarak tanımlanmıştır (Şekil 5).



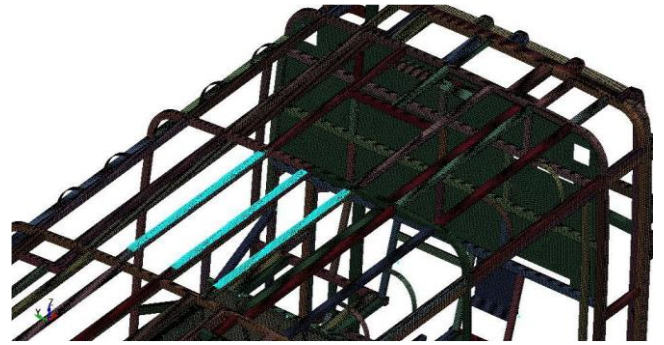
Şekil 5. Motor ağırlığı

Sonraki adımda cam ağırlıkları tanımlanmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Cam ağırlığı

Son olarak klima ekipmanlarının ağırlığının tanımlanmasıyla yükleme işlemleri tanımlanmıştır (Şekil 7).

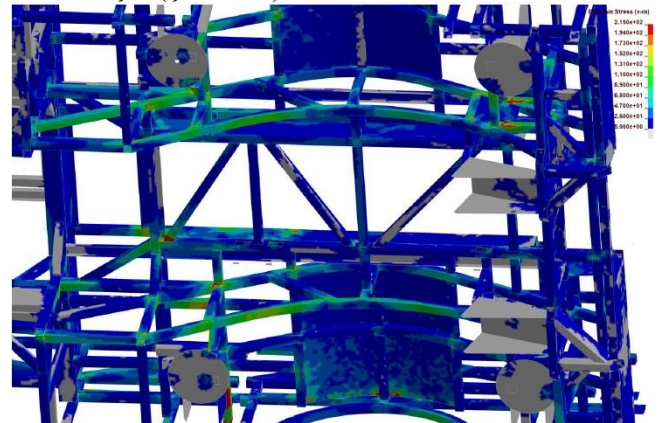


Şekil 7. Klima ağırlığı

Otobüs süspansiyon gövde bağlantı bölgelerinden sabitlenerek sonlu eleman modeli oluşturulmuştur.

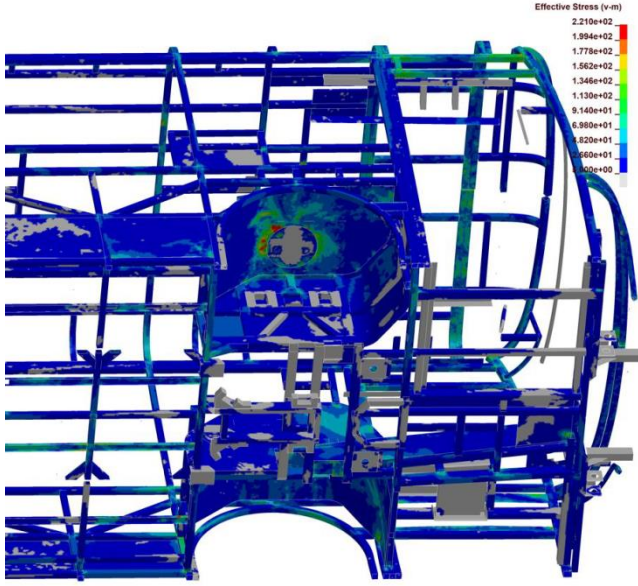
III. BULGULAR

Sonuçlar aks tipine göre ön ve arka gövde olarak ele alınmıştır. İlk olarak Z aks sonuçlarını incelenmiştir. Burada önce gerilme sonuçları (Şekil 8, Şekil 9) sonra deformasyon sonuçları incelenmiştir (Şekil 10).



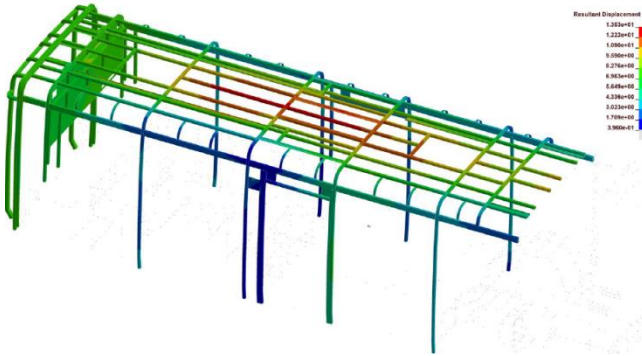
Şekil 8. Z aks arka gövde gerilme sonucu

Z aks'ın kullanıldığı yapıda arka gövdede süspansiyon bağlantı bölgeleri yakınında gerilmenin yoğunlaştığı ve maksimum gerilmenin 215 MPa olduğu görülmüştür (Şekil 8).



Şekil 9. Z aks ön gövde gerilme sonucu

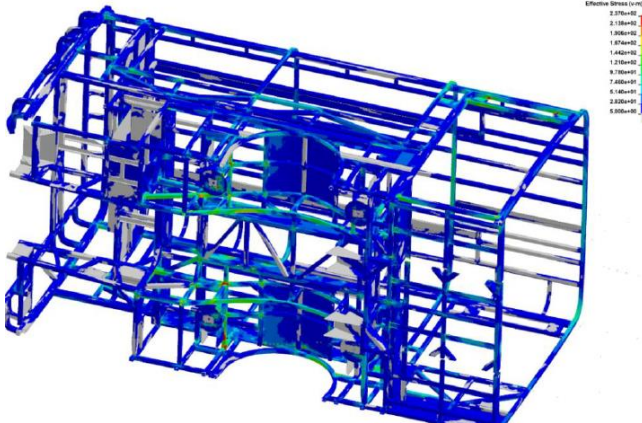
Z aks'ın kullanıldığı yapıda ön gövdede süspansiyon bağlantı bölgeleri yakınında gerilmenin yoğunlaştığı ve maksimum gerilmenin 221 MPa olduğu görülmüştür(Şekil 9).



Şekil 10. Z aks deformasyon sonucu

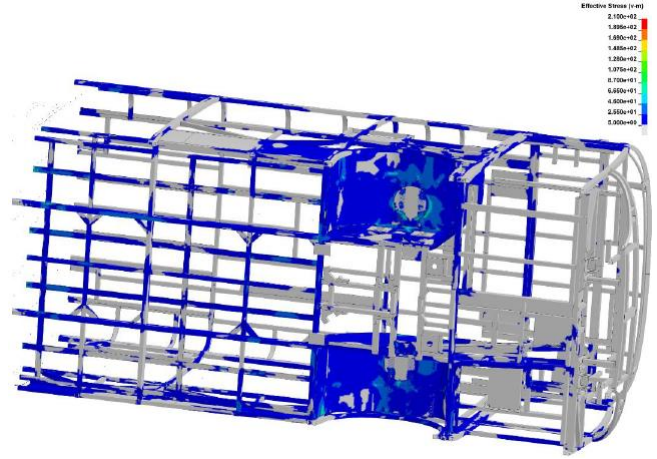
Z aks'ın kullanıldığı yapıda maksimum deformasyon tavan bölgesinde yaklaşık 14 mm olarak gerçekleşmiştir.

İkinci olarak H aks sonuçları ele alınmıştır(Şekil 11, Şekil 12, Şekil 13).



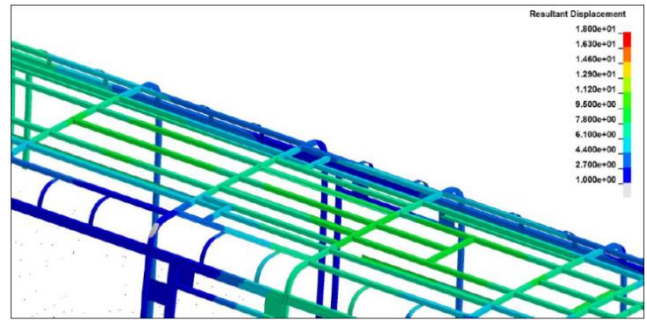
Şekil 11. H aks arka gövde gerilme sonucu

H aks'ın kullanıldığı yapıda arka gövdede süspansiyon bağlantı bölgeleri yakınında gerilmenin yoğunlaştığı ve maksimum gerilmenin 237 MPa olduğu gözlenmiştir (Şekil 11).



Şekil 12. H aks ön gövde gerilme sonucu

H aks'ın kullanıldığı yapıda ön gövdede süspansiyon bağlantı bölgeleri yakınında gerilmenin yoğunlaştığı ve maksimum gerilmenin 210 MPa olduğu gözlenmiştir (Şekil 12). Son olarak H aks için deformasyon sonucu ele alınmıştır.



Şekil 13. H aks deformasyon sonucu

Maksimum deformasyon tavan bölgesinde yaklaşık 18 mm olarak gerçekleşmiştir (Şekil 13).

IV. TARTIŞMA

Sonuçlar incelendiğinde iki yapıda da gerilmenin süspansiyon bağlantı bölgeleri civarında önemli oranda arttığı gözlenmektedir. Fakat Z aks'ın kullanıldığı durumda gerilme ön gövdedeki süspansiyon bağlantı bölgeleri yakınında daha yoğun iken H aks'ın kullanıldığı durumda ise arka gövdedeki süspansiyon bağlantı bölgeleri yakınında daha fazladır. Z aks'ın kullanıldığı yapıda ön ve arka gövde süspansiyon bağlantı bölgelerindeki maksimum gerilmeler arasında çok büyük bir fark yok iken H aks'ın kullanıldığı yapıda yaklaşık %13'lük bir fark bulunmaktadır.

Maksimum deformasyon her iki aks için de tavan bölgesinde gerçekleşirken H aks'ın kullanıldığı durumda deformasyonun daha fazla olduğu gözlenmiştir. Tüm sonuçlar ele alındığında statik yükleme altında yapıda kalıcı bir hasar ve/veya deformasyon gerçekleşmesi beklenmemektedir. Fakat dinamik yükleme altında iki aks tipinin dayanım ve kullanım ömrü açısından farklılıklarının çıkması çok olasıdır. Bu sebeple statik analizlere ek olarak dinamik analizlerinde gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

V. SONUÇLAR

Otobüsler özellikle şehir içi ulaşımın önemli bir parçasıdır. Binek taşıtlara göre kullanım sıklığı ve kullanım süresi farklılığı nedeniyle statik ve dinamik analizlerinin daha ayrıntılı yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada farklı aks kullanımının gerilme ve deformasyon üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda gerilme ve deformasyon değerlerinde kayda değer farklılıkların gerçekleştiği gözlenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] H. B. Ustaolu *et al.*, “Static and dynamic analysis of plastic fuel tanks used in buses,” *Procedia Eng.*, vol. 101, no. C, pp. 509–517, 2015, doi: 10.1016/j.proeng.2015.02.061.
- [2] M. H. Kim, M. W. Suh, and D. H. Bae, “Optimum shape design of the bus window pillar member based on B-spline,” *J. Mech. Sci. Technol.*, vol. 14, no. 11, pp. 1179–1186, 2000.
- [3] L. Gunter, J. Davis, Y. Abulhassan, R. Sesek, S. Gallagher, and M. Schall, “School bus rear emergency door design improvements to increase evacuation flow,” *Saf. Sci.*, vol. 121, pp. 64–70, 2020, doi: 10.1016/j.ssci.2019.09.007.
- [4] W. Zhong, R. Su, L. Gui, and Z. Fan, “Multi-objective topology and sizing optimization of bus body frame,” *Struct. Multidiscip. Optim.*, vol. 54, no. 3, pp. 701–714, 2016, doi: 10.1007/s00158-016-1431-4.