

Farklı Malzemelerden Üretilmiş Batarya Paketi Taşıyıcısının Performansının Mukavemet ve Maliyet Açısından İncelenmesi

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

¹Makine Mühendisliği Bölümü, Bursa Uludağ Üniversitesi, Türkiye

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

*karpat@uludag.edu.tr

(Geliş Tarihi: 16 Mayıs 2024, Kabul Tarihi: 25 Mayıs 2024)

(3rd International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences ICENSOS 2024, May 16-17, 2024)

ATIF/REFERENCE: Karpat, F., Turan, M. K. & Meriç, G. (2024). Farklı Malzemelerden Üretilmiş Batarya Paketi Taşıyıcısının Performansının Mukavemet ve Maliyet Açısından İncelenmesi. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 8(4), 357-363.

Özet – Çevre kirliliği günümüzde her geçen gün daha büyük bir sorun haline gelmektedir, gerek akademik kurumlar gerekse sivil toplum kuruluşları bu probleme dikkat çekmek adına çok büyük emekler vermektedir. Çevre kirliliği ana bir başlık olarak ele alınabileceği gibi toprak kirliliği, su kirliliği, hava kirliliği gibi alt başlıklar halinde de incelenebilir. Günümüzde bu kirlilik çeşitleri arasında hava kirliliği en tehlikeli tür olarak ele alınabilir. Zira insan sağlığına çok hızlı zarar verebilmektedir. Bu sebeple hava kirliliğini azaltacak çeşitli önlemlerin alınması elzemdir. İçten yanmalı motorlu taşıtlar petrol türevi yakıt tüketmeleri sebebiyle hava kirliliğine sebep olmaktadır. Bu noktada atılabilecek en önemli adım alternatif yakıt tüketen taşıtlara geçmektir. Günümüzde elektrikli taşıtlar bu açıdan büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada elektrikli bir otobüsün batarya paketi taşıyıcı için yapısal çelik ve alüminyum 6063-T6 malzeme kullanımlarının mukavemet ve maliyet açısından kıyaslaması yapılmıştır. Analizler için ilk olarak basit yapı bir batarya paketi taşıyıcısı tasarlanmıştır. Sonraki aşamada mesh örgüsü oluşturulmuş ve malzeme ataması gerçekleştirilmiştir. Son olarak yapının sınır koşulları ve yüklemeleri tanımlanarak simülasyon modeli tamamlanmıştır. Analiz sonuçları mukavemet açısından ele alındığında gerek yapısal çelik gerekse alüminyum alaşımı için kayda değer bir değişim gözlenmemiştir. Zira her iki malzeme için de gerçekleşen maksimum deformasyon miktarı 1 mm'den azdır. Hakeza her iki malzeme için elde edilen maksimum gerilme değerleri de yine oldukça yakındır. Her ne kadar alüminyum alaşımı özkütle avantajı sayesinde yapısal çeliğe kıyasla % 65,73 oranında daha hafif olsa da birim maliyetinin yüksek olması sebebiyle yapısal çeliğe kıyasla neredeyse 2,5 kat daha maliyetlidir.

Anahtar Kelimeler – Alüminyum, Yapısal Çelik, Batarya Paketi Taşıyıcısı, Mukavemet, Hava Kirliliği

I. GİRİŞ

Çevre kirliliği 21. Yüzyılın en büyük kritik ve çözülmesi elzem olan problemleri arasında ilk sıralarda yer almakta ve büyük önem arz etmektedir [1]. Bu problem öylesine büyüktür ki insanoğlunun varlığını bile tehdit etmektedir [2]. Birçok sivil toplum organizasyonu yıllardır bu probleme dikkat çekmeye çalışmakta ve hükümetleri bu konuda aksiyon almaya zorlamaktadır. Günümüzde çok sayıda hükümet çevre kirliliği problemi hakkında eylem programları oluşturarak bu problemin üstesinden gelmeye çalışmaktadır.

Çevre kirliliği su kirliliği, toprak kirliliği, hava kirliliği gibi alt başlıklara ayrılabilir[3]. Bu noktada özellikle hava kirliliği ön plana çıkmaktadır[4]. Hava kirliliğinin birçok farklı sebebi olsa da en önemli sebeplerinden biri içten yanmalı motorlu taşıtlardır. Bu taşıtlar petrol türevi yakıtlar tüketmeleri sebebiyle karbondioksit emisyonunu büyük oranda artırmaktadır. Buna ek olarak petrol türevi yakıtlar yenilemez türde yakıtlar oldukları için orta ve uzun vadede alternatif yakıtların kullanımına geçilmesi kaçınılmazdır. Bu noktada elektrikli taşıtlara geçiş her geçen gün artmaktadır ve birçok otomotiv üreticisi elektrik taşıt üretimini kısa ve uzun dönem iş planlarına eklemektedir. Elektrikli taşıtlar sıfır karbon emisyonu sayesinde içten yanmalı motorlara göre büyük bir avantaja sahiptir. Ek olarak günümüzde yapılan yeni çalışmalar sayesinde maksimum hız ve menzil problemleri de önemli ölçüde aşılmıştır. Elektrikli taşıt dendiğinde her ne kadar ilk olarak otomobil, hafif ticari taşıtlar gibi binek taşıtlar düşünülse de minibüs, midibüs, otobüs, tır, kamyon, kamyonet gibi orta ve büyük taşıtların da hesaba katılması ve bu taşıtların da elektrikli taşıt haline dönüştürülmesi elzemdir. Bu noktada günümüzde özellikle elektrikli otobüs üzerine (Şekil 1) birçok çalışma yapılmaktadır.



Şekil 1. Elektrikli otobüs[5]

Sinz ve arkadaşları [6] yaptıkları çalışmada çarpışmaya dayanıklı bir bataryanın elektrik bir otobüse eklenmesini kapsamlı olarak ele almıştır. Karpat ve arkadaşları [7] çalışmalarında elektrikli bir otobüsün maksimum yük altındaki durumunu incelemiştir. Wang ve arkadaşları [8] çalışmalarında elektrikli otobüse yandan çarpma durumunu ele almıştır. Savran ve arkadaşları [9] elektrikli taşıtlarda sürüş dayanım testinin mekanik yönden irdelemişlerdir. Önçağ ve arkadaşları [10] yaptıkları çalışmada İzmir şehrinde elektrikli ve dizel otobüslerin kullanımını ele almış çalışma sonucunda elektrikli otobüs kullanımının daha ekonomik olduğunu göstermişlerdir. Özcan ve Yüce [11] yaptıkları çalışmada elektrikli bir otobüsün hafifletilmesine odaklanmıştır. Valiyev ve Uçar [12] çalışmalarında iklimlendirme hava kanalı ele almıştır.

Bu çalışmada elektrikli otobüsleri için geliştirilmiş basit tasarımlı bir batarya paketi taşıyıcısında çelik ve alüminyum malzeme kullanımlarının mukavemet ve maliyet açısından kıyaslaması yapılmıştır. Çalışma nümerik olarak gerçekleştirilmiş olup analizler için ANSYS Workbench yazılımı tercih edilmiştir.

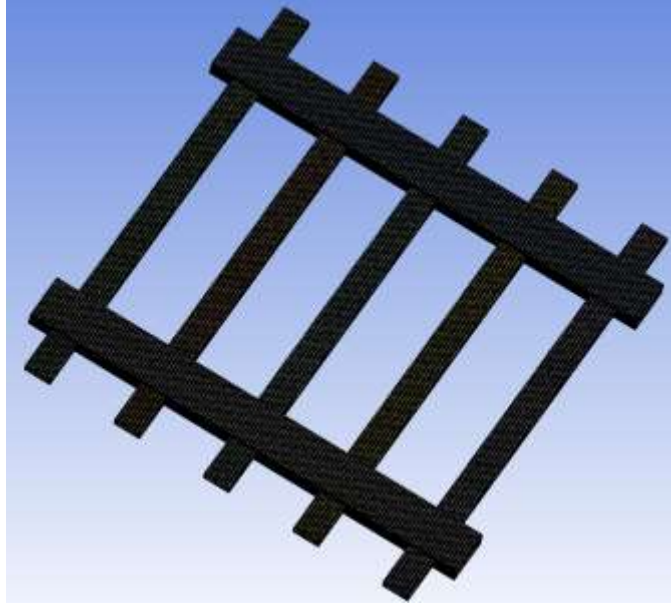
II. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada batarya paketi taşıyıcısı için yapısal çelik ve alüminyum 6063-T6 malzemeleri kullanılmıştır. Tablo 1’de kullanılan malzemelerin temel özellikleri verilmiştir.

Tablo 1. Malzeme verileri

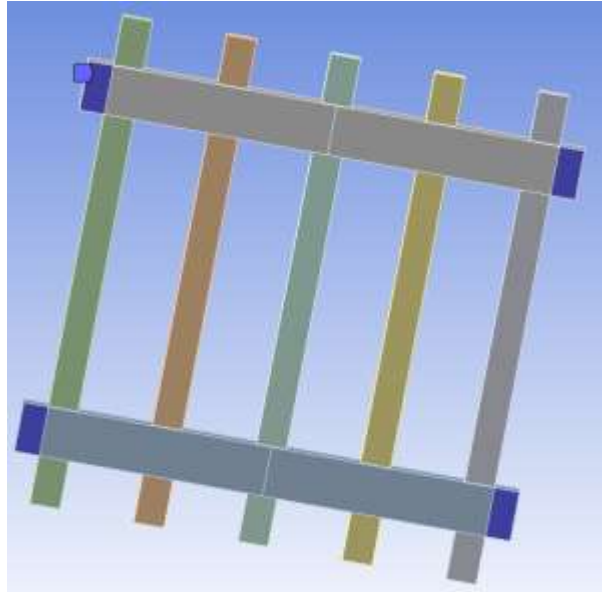
Malzeme	Yoğunluk (gr/cm ³)	Akma dayanımı (MPa)	Çekme dayanımı (MPa)
Yapısal Çelik	7,85	250	460
6063-T6	2,69	214,8	227,6

Sonraki aşama mesh yapısı oluşturulmuştur. Mesh metodu olarak Hex dominant metot tercih edilmiş olup mesh boyutu olarak ise 2 mm tercih edilmiştir. Toplam node sayısı 3418015 olup mesh sayısı 630711’dir. Şekil 2’de yapının mesh görüntüsü verilmiştir.



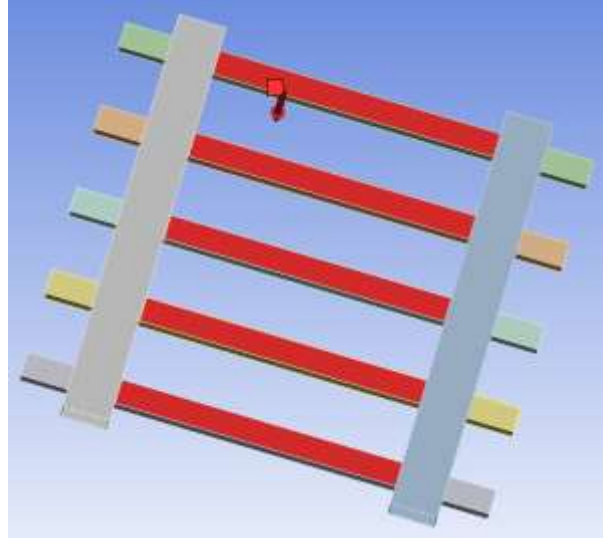
Şekil 2. Mesh yapısı

Mesh yapısının oluşturulmasının ardından sınır şartı ve yüklemenin tanımlanması işlemine geçilmiştir. Bu noktada batarya paketi taşıyıcısı şaseye bağlanacağı bölgelerden sabit destek (fixed support) ile sabitlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Sabit destek

Son aşama olarak batarya yapısının yükü 3000 N'luk bir kuvvet olarak tanımlanmıştır (Şekil 4.).



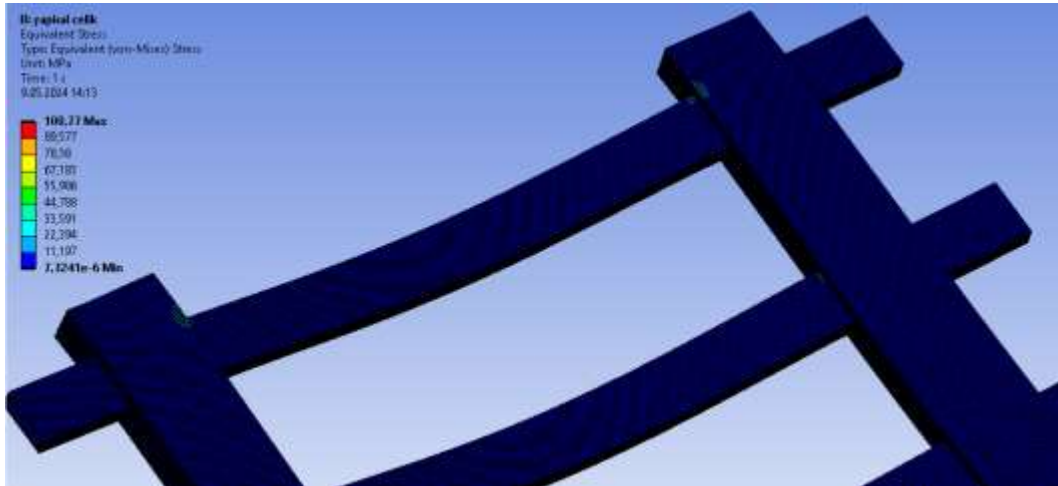
Şekil 4. Batarya yapısının yükü

III. BULGULAR

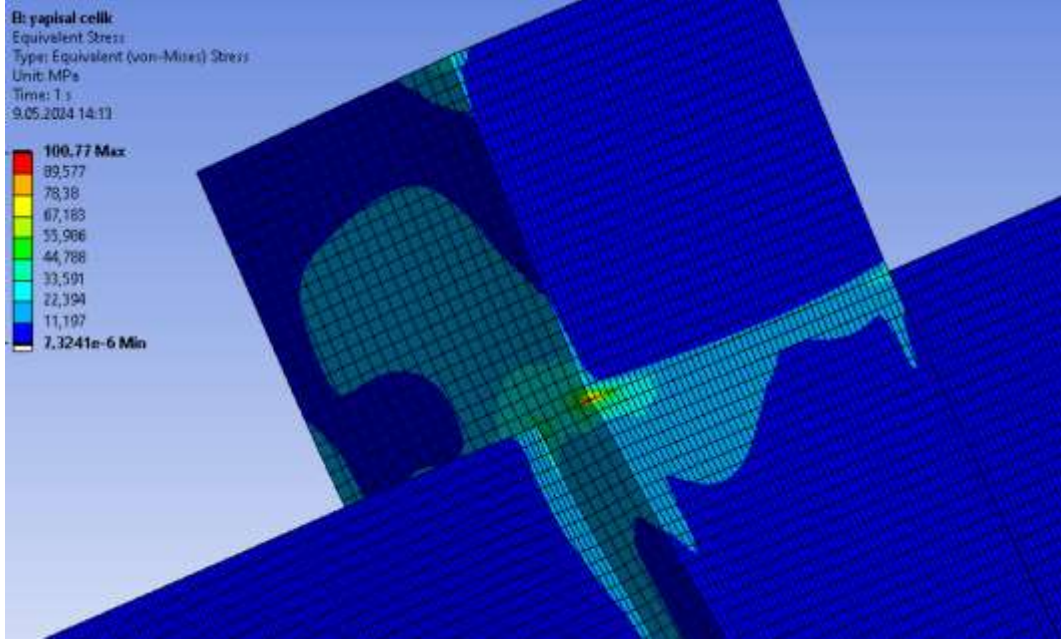
Yapısal çelik ile elde edilen sonuçlar şekil 5, şekil 6 ve şekil 7’de verilmiştir. Yapısal çelik kullanılarak oluşturulan batarya paketi taşıyıcısının toplam ağırlığı 38,43 kg’dır.



Şekil 5. Yapısal çelik deformasyon sonucu



Şekil 6.Yapısal çelik gerilme sonucu genel görünüm



Şekil 7. Yapısal çelik gerilme maksimum gerilme

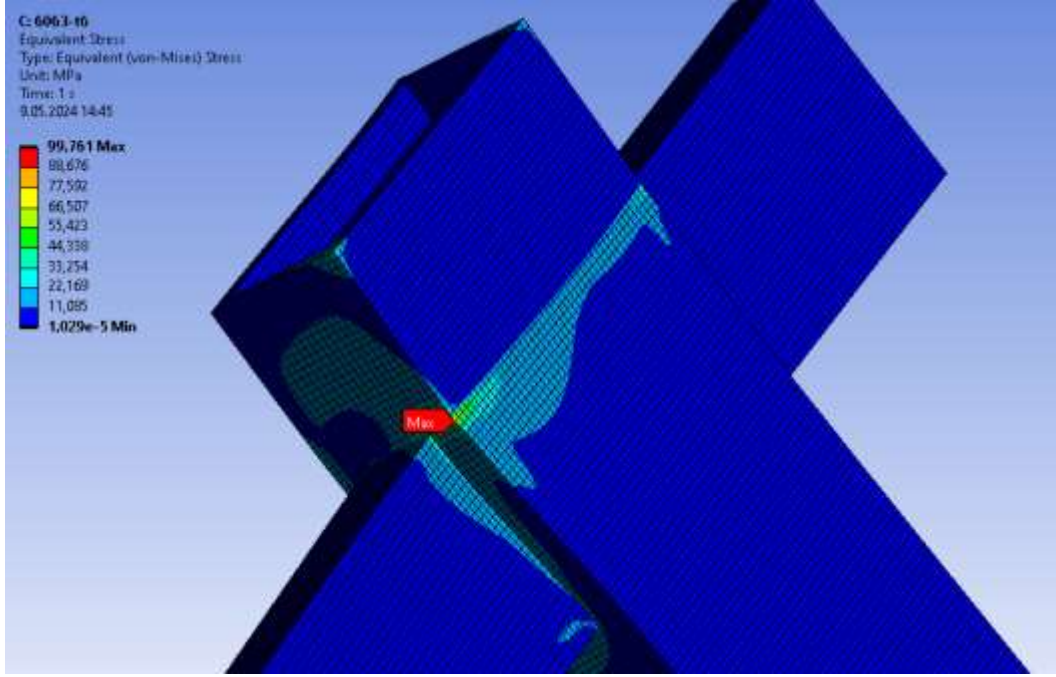
Alüminyum 6063 T-6 için elde edilen sonuçlar şekil 8, şekil 9 ve şekil 10'da verilmiştir.



Şekil 8. 6063-T6 deformasyon sonucu



Şekil 9. 6063-T6 gerilme sonucu genel görünüm



Şekil 9. 6063-T6 maksimum gerilme sonucu

Analizler sonucunda elde edilen değerlerin daha doğru yorumlanabilmesi için sonuçlar tablo 2’de ayrıntılı olarak sunulmuştur. Analiz sonuçlarına ek olarak birim maliyet hesabı da eklenmiştir. Bu noktada yapısal çeliğin maliyeti 40.000 TL/ton alüminyum 6063-T6’nın maliyeti ise 266.000 TL olarak alınmıştır.

Tablo 2. Analiz sonuçları

Malzeme	Deformasyon (mm)	Maksimum gerilme (MPa)	Toplam kütle (kg)	Maliyet (TL)
Yapısal çelik	0,22	100,77	38,43	1537,2
6063-T6	0,64	99,76	13,17	3503,22

IV. TARTIŞMA

Analiz sonuçları incelendiğinde alüminyum malzemede meydana gelen deformasyon miktarının yapısal çeliğe oranla yaklaşık olarak üç katına çıktığı gözlenmiştir. Her iki malzeme için de maksimum deformasyon orta bölgede gerçekleşmiş olup değerler arasında oransal büyüklükte fark olsa da sonuçlar mekanik açıdan büyük bir problem teşkil etmemektedir. Batarya paketi taşıyıcı gerilme olarak değerlendirildiğinde gerilmelerin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Her iki malzeme için de maksimum gerilme köşe bölgelerinde gerçekleştiği görülmektedir, bu değerler arasında yaklaşık 1 MPa’lık bir fark bulunmaktadır. Maksimum gerilmenin olduğu bölge lokal olarak incelendiğinde maksimum gerilmenin oldukça ufak neredeyse node büyüklüğünde bir bölgede gerçekleştiği görülmektedir. Yani bu bölge için bir tekillik durumunun oluştuğu söylenebilir. Maksimum gerilmenin olduğu bölgelerde yapılan incelemelerde gerilmenin 20 MPa ile 40 MPa arasında değiştiği görülmüştür. Bu sonuçlar ile batarya paketi taşıyıcısının her iki malzeme ile de yeterli mukavemeti gösterdiği söylenebilir. Buna ek olarak yapıda gerçekleşen düşük gerilmeleri baz alarak yapının yorulma bakımından da sürekli mukavim olacağı sonucuna varılabilir.

Sonuçlar toplam kütle açısından ele alındığında 6063-T6 malzemeden üretilen yapının yapısal çelik ile üretime oranla % 65,73 oranında daha hafif olduğu görülmektedir. Fakat alüminyum malzeme daha pahalı bir malzeme olduğu için toplam maliyet yapısal çeliğin maliyetine oranla neredeyse iki buçuk katına ulaşmıştır. Bu noktada kritik husus kütle tasarrufunun yaratacağı yakıt tasarruf miktarıdır. Bu noktada üretici batarya paketi taşıyıcısının kullanılacağı süreyi hesaba katarak bu süre zarfında toplam gerçekleştirilecek yakıt tasarruf miktarını hesaplamalı, bu miktar ile batarya paketi taşıyıcısının üretim

maliyetleri arasındaki farkı doğru şekilde ortaya koymalıdır. Bu konuyla ilgili bir başka hususta daha az kaynak tüketiminin de hesaba katılması gerektirir.

SONUÇLAR

Birçok bilim adamına göre çevre kirliliği çağımızın en büyük problemidir ve bu problemin üstesinden gelebilmek için derhal çeşitli aksiyonlar alınması gerekmektedir. Çevre kirliliği açısından en kritik türlerden biri hava kirliliğidir. Hava kirliliğinin başlıca sebepleri arasında içten yanmalı motorlu taşıtlar gösterilebilir. Günümüzde bu problemin aşılmasında en ideal çözüm aracı olarak elektrikli taşıtlar görülmektedir. Bu çalışma batarya paketi taşıyıcısı için yapısal çelik ve alüminyum 6063-T6 olmak üzere iki farklı malzeme kullanımının mekanik ve ekonomik değerlendirilmesi yapılmıştır. Çalışma neticesinde mekanik sonuçlarının birbirine oldukça yakın olduğu gözlenmiştir. Fakat özkütle farkından kaynaklı olarak toplam kütlede yaklaşık üç katlık bir fark olduğu görülmektedir. Her ne kadar alüminyum alaşımından yapılmış olan batarya paketi taşıyıcı daha hafif olsa da birim maliyetinin çok yüksek olması sebebiyle toplam maliyet çok daha fazla olmaktadır. Fakat bu başlangıç maliyetinin yakıt tasarrufu ile dengelenebileceği göz ardı edilmemelidir. Buna ek olarak daha malzeme tüketimi gerçekleştirileceği de önemli bir etken olarak hesaba katılmalıdır.

TEŞEKKÜR

The heading of the Acknowledgment section and the References section must not be numbered.

KAYNAKLAR

- [1] H. Jindal, S. Kumar, and R. Kumar, "Environmental Pollution and its Impact on Public Health: A Critical Review," *The Asian Review of Civil Engineering*, vol. 9, no. 1, pp. 11–18, 2020, doi: 10.51983/tarce-2020.9.1.2292.
- [2] S. Bećirović, S. Ibro, and B. Kalač, "Environmental pollution and waste management," *Balkan Journal of Health Science*, vol. 03, no. January, pp. 2–10, 2015.
- [3] J. İbadullayeva, K. Jumaniyazova, S. Azimzadeh, and S. Canıgür, "Çevre Kirliliğinin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri," *Türk Tıp Öğrencileri Araştırma Dergisi*, vol. 1, no. 3, pp. 52–58, 2019.
- [4] E. Kardeşoğlu, M. Yalçın, and Z. Işlak, "Hava kirliliği ve kardiyovasküler sistem," *TAF Preventive Medicine Bulletin*, vol. 10, no. 1, pp. 97–106, 2011, doi: 10.5455/pmb.20101208034634.
- [5] "EV ECOLINE." https://www.guleryuz.com/images/kataloglar/1696409335_ev_ecoline.pdf (accessed May 05, 2024).
- [6] W. Sinz *et al.*, "Integration of a crashworthy battery in a fully electric city bus," *International Journal of Crashworthiness*, vol. 17, no. 1, pp. 105–118, 2012, doi: 10.1080/13588265.2011.633420.
- [7] F. Karpat, M. K. Turan, G. Meriç, and Y. Sevgi, "Elektrikli Bir Otobüsün Maksimum Yük Altındaki Davranışı Üzerine Nümerik Bir İnceleme," pp. 495–500, 2023.
- [8] Z. P. Wang, J. Liu, H. T. Li, and L. Zhang, "Impact Safety Control Strategy for the Battery System of an Example Electric Bus," *Mathematical Problems in Engineering*, vol. 2015, 2015, doi: 10.1155/2015/123626.
- [9] E. Savran, B. Yıldırım Kılınç, U. Çandır, and F. Karpat, "Mechanical Evaluation of Road Durability Test in Battery Electric Buses," *International Journal of Automotive Science And Technology*, vol. 7, no. 1, pp. 63–69, 2023.
- [10] A. Ç. Önçağ, H. Üzkat, Z. C. Yeşil, and U. Eliyi, "Elektrikli otobüsler üzerine karşılaştırmalı bir değerlendirme: İzmir şehir içi saha analizi," *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, vol. 27, no. 1, pp. 43–51, 2021, doi: 10.5505/pajes.2020.99582.
- [11] A. Özcan and C. Yuce, "M3 Sınıfı Bir Elektrikli Otobüsün Farklı Senaryolar Altında Sonlu Elemanlar Analizleri ile Hafifletilmesi," *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, vol. 39, no. 1, pp. 9–22, 2024, doi: 10.21605/cukurovaumfd.1459322.
- [12] V. Valiyev, Elshad; Uçar, "Design of Hvac Air Ducts for Electric Buses and Flow Analysis With Cfd Method," *MAS Journal of Applied Sciences*, vol. 7, no. 7, pp. 422–432, 2021, doi: 10.52520/masjaps.87.