

# Değişik Sürüş Şartları Altında Bir Yolcu Otobüsünün Motor Odası Sıcaklık Dağılımının Belirlenmesi

Serkan Mezarıcıoğlu<sup>1</sup>

## ÖZ

Bu çalışmada, değişik sürüş şartları altında 12 m'lik bir yolcu otobüsünün motor odasındaki sıcaklık dağılımı incelenmiştir. Detaylı inceleme için motor odası, mekanik yerleşim planı ve bölgenin termal şartları dikkate alınarak altı bölgeye ayrılmıştır. Sıcaklıkların belirlenmesi için, 14 termal çift takılan test aracı üç farklı şart altında test edilmiştir. Bunlar; sabit yüksek hız, rampa tırmanma ve durağan, test şartlarıdır. Çalışma sonucunda, üç farklı sürüş şartı altında her bir bölgenin sıcaklığı belirlenmiş ve aşağıdaki çıkarımlar yapılmıştır. Motor odası sıcaklığı araç rampa tırmanma durumundayken artmaktadır. Motor odasındaki sıcaklık artışı ayrıca moturun etrafındaki bölgelerin de sıcaklığını etkilemektedir. Bazı bölgelerin maksimum sıcaklıkları rampa tırmanma şartında gözlemlenirken, bazı bölgelerin maksimum sıcaklıkları rölanti test şartında gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Motor odası sıcaklık dağılımı, otobüs, sürüş şartları

## Determination of Engine Room Temperature Distribution of a Coach Under Different Driving Conditions

### ABSTRACT

In the current study, temperature distribution of engine room of a 12-m coach in different driving conditions was examined. For detailed investigations, engine room was subdivided into six regions by considering the mechanical component layout and thermal condition of the regions. For determination of the temperatures, a test vehicle, which was equipped with 14 thermocouples, tested under three different test conditions. These are constant high speed, uphill climbing and stationary test conditions. At the end of the study, the temperatures of each region under three different driving conditions were determined and the following inferences were obtained. The temperature of the engine room is increased when the vehicle is in uphill climbing condition. The temperature increase in engine room also affects the temperature of the regions around the engine. While the maximum temperature of some regions was observed in uphill climbing condition, the highest temperature of some regions was observed in the idle test condition.

**Keywords:** Engine room temperature distribution, coach, driving conditions



## 1. GİRİŞ

Değişik sürüş şartları altında, çevresel değişikliklerin bir aracın motor odası ve gövde altı bileşenleri üzerine olan etkisi otomotiv sektöründe önemli bir konudur [1].

Termal koruma binek otomobil geliştirme sürecinde giderek önem kazanmaktadır. Sıkıca paketlenmiş motor odası ve aşırı artmış olan motor gücü talebi kapsamlı test ve analizleri gerektirmektedir [2].

Otobüs yolcularının konforunu etkileyen önemli bir faktör, motor odasından yolcu kompartımanına transfer edilen ısı miktarıdır. Özellikle yaz aylarında, bu ısı yolcuların konforunu olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle, aracın yolcu kompartımanındaki motor odası sıcaklık dağılımının bilinmesi bu incelemeler açısından çok önemlidir.

Tüm mühendisler, aracın altındaki sıcaklık dağılımının, yolcu kompartımanı içinden daha yüksek olduğunu ve bu nedenle bir miktar ısının motor odasından yolcu kompartımanına transfer edildiğini bilir. Ancak, literatürde bir yolcu otobüsünün motor odasının sıcaklık dağılımı hakkında net bir bilgi bulunamamıştır. Bu çalışmada, değişik sürüş şartları altında bir yolcu otobüsün, motor odası sıcaklık dağılımının belirlenmesi için deneysel bir yöntem izlenmiştir.

Literatürde, motor odası sıcaklık dağılımı için otobüs ile ilgili neredeyse hiçbir bilgi bulunamamasına rağmen, binek otomobiller ve kamyonlar için yapılmış birçok çalışmaya rastlanmıştır.

Fournier ve Digges, dört değişik model otomobilin motor odası sıcaklık dağılımını, bu çalışmadakine benzer bir test prosedürü ile incelemiştir. Çalışmalarında, dört değişik aracın motor odasına 11 adet ısı çift yerleştirilerek, araçların motor odası sıcaklık dağılımı, durağan, sabit hız ve rampa tırmanma olmak üzere üç değişik şart altında ölçülmüştür [3].

Fournier and Bayne, çalışmalarında kullandıkları motor odası sıcaklık ölçümü için test şartları ve spesifikasyonlarını detaylı bir şekilde açıklamıştır [4].

Benzer şekilde Binner ve arkadaşları, çalışmalarında bir spor otomobilin motor odası sıcaklık dağılımını maksimum hız ve düşük hızda rampa tırmanma şartları altında incelemiştir [2].

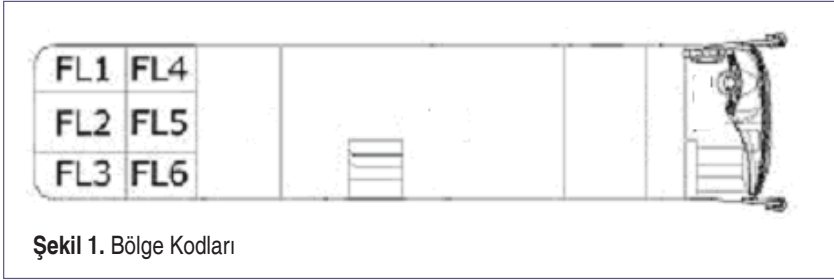
Ekeroth ve Martinsson, çalışmalarında bizim de çalışmamızda kullandığımız rampa tırmanma şartına benzer şekilde, 30 km/h hızla rampa tırmanan bir kamyonun motor odası sıcaklığının nümerik simülasyonu üzerine yoğunlaşmıştır [5].

Winnard ve arkadaşları tarafından yürütülen çalışmada, hafif ticari araç olarak kullanılan bir kamyonun motor odası termal yönetimi, dinamometre ve üfleyiciler kullanılarak yol şartları simüle edilen bir düzenekte incelenmiştir. Bu çalışmanın da amacı kaput altı sıcaklıkların nasıl düşürülebileceğinin araştırılmasıydı [6].

## 2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada, bir uzun yol otobüsünün motor odası sıcaklık dağılımı değişik kullanım şartları altında, motor odasındaki ısı kaynağı olarak kabul edilebilecek motor, şanzıman, egzoz ünitesi ve benzeri gibi komponentleri de dikkate alarak test edilmiştir. Test aracının bazı karakteristik özellikleri şöyle sıralanabilir: 410 HP, 12,6 lt, altı silindirli dizel motor ve altı ileri manuel şanzımana sahiptir.

Yolcu kompartımanının motor odası üzerindeki bölümü, o bölgedeki mekanik komponentler dikkate alınarak altı farklı bölgeye ayrılmıştır. Bölgelerin kod ve isimleri Şekil 1 ve Tablo 1’de detaylı olarak gösterilmektedir.



**Tablo 1.** Bölgelerin İsim ve Kodları

Bölge Adı	Bölge Kodu
Radyatör Bölgesi	FL1
Motor Bölgesi	FL2
Egzoz Bölgesi	FL3
Arka Sol Bagaj Kompartımanı	FL4
Şanzıman Bölgesi	FL5
Akü Odası	FL6

Motor odası sıcaklık dağılımı içerisinde barındırdığı komponentlerin çalışma şartlarından kaynaklanan sıcaklıklarına bağlıdır. Örneğin motor, şanzıman ve egzoz ünitesinin sıcaklığı, aracın hızı ve performansına göre değişecektir.

İncelemeler sonucunda test kriterlerinden bir tanesinin aracın hızı olduğu açıkça görülmüş ve testlerden bir tanesinin yüksek hızda, bir tanesinin ise durağan olarak yapılması gerektiğine karar verilmiştir. Ayrıca diğer bir kriter de aracın performansdır. O hâlde, testlerden biri düz bir yolda gerçekleştirilirken, diğerinin rampa tırmanırken



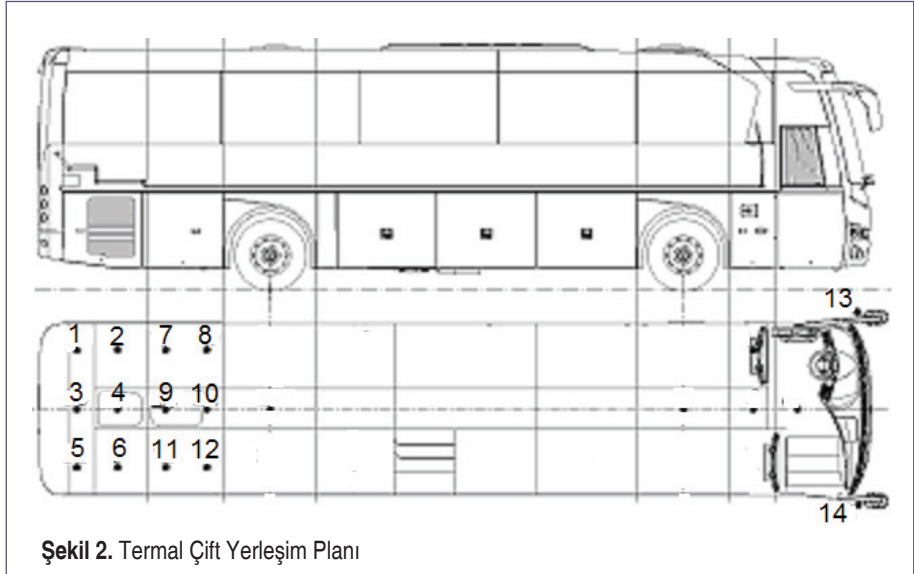
gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Tüm bu değerlendirmelerin sonucu olarak, motor odası sıcaklık belirleme testlerinin üç farklı şart altında yapılmasına karar verilmiştir. Bunlar; sabit yüksek hızda otoban test şartı, zorlanmış performans altında rampa tırmanma test şartı ve motor rölantide çalışırken yapılacak olan durağan test şartıdır.

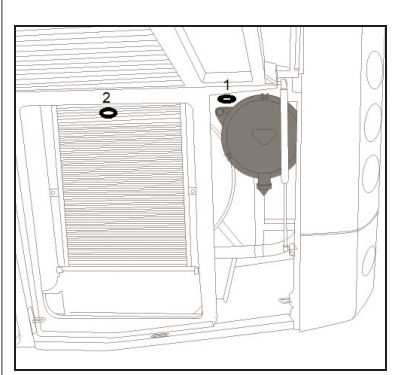
Yüksek hız test şartında; test aracı 100 km/h sabit hızda, son vites basamağında, düz, eğimsiz bir otoyolda kullanılmış, 50 km boyunca sıcaklıklar kaydedilmiştir. Rampa tırmanma test şartında; test aracı, yaklaşık %15 eğime sahip olan bir rampayı 30km/h hızla çıkmaya zorlanırken ölçümler alınmıştır. Durağan test şartında ise araç direk güneş ışığına maruz kalacağı bir yere park edilip, rölantide çalışırken motor odası sıcaklık ölçümleri alınmıştır. Bu ölçümler ortalama 35 °C dış ortam sıcaklığı ve ortalama 601,5 W/m<sup>2</sup> güneş radyasyonu altında gerçekleştirilmiştir.

Tüm test şartlarında, sıcaklıklar istikrarlı olana kadar bir süre beklenmiş, yüksek hız ve durağan test şartlarında 30 dk rampa tırmanma şartında 10 dk data kaydı yapılmıştır. Tüm test şartlarında ortalama dış ortam sıcaklığı 35 °C olarak kaydedilmiştir.

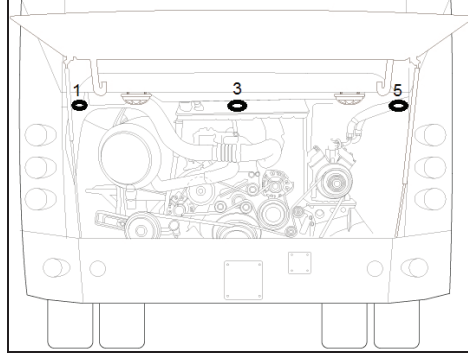
Tüm test şartlarında, sıcaklıklar daha önceden belirlenmiş ve aracın motor odasında uygun bölgelerine yerleştirilmiş olan K tipi ısı çiftleri [7] vasıtasıyla ölçülüp kaydedilmiştir. Şekil 2’de ısı çift yerleşim planı gösterilmektedir. Ayrıca yerleştirilen bazı ısı çiftlerinin yerleşim noktaları Şekil 3, 4 ve 5’te gösterilmektedir.

Burada 13 ve 14 numaralı ısı çiftleri dış ortam sıcaklığını ölçmek üzere aracın dış aynaları üzerine her iki tarafa yerleştirilmiştir.

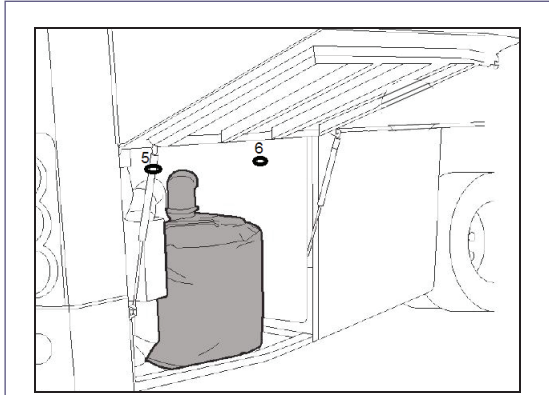




**Şekil 3.** Radyatör Bölgesi Sıcaklığı Kaydetmek için Kullanılan 1 ve 2 Nolu Isıl Çift Konumları



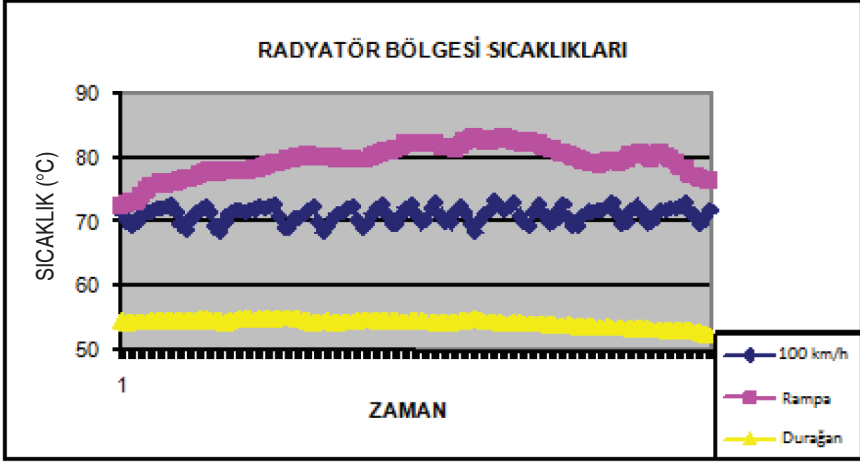
**Şekil 4.** Motor Odası Sıcaklığını Kaydetmek için Kullanılan 1, 3 ve 5 Nolu Isıl Çift Konumları



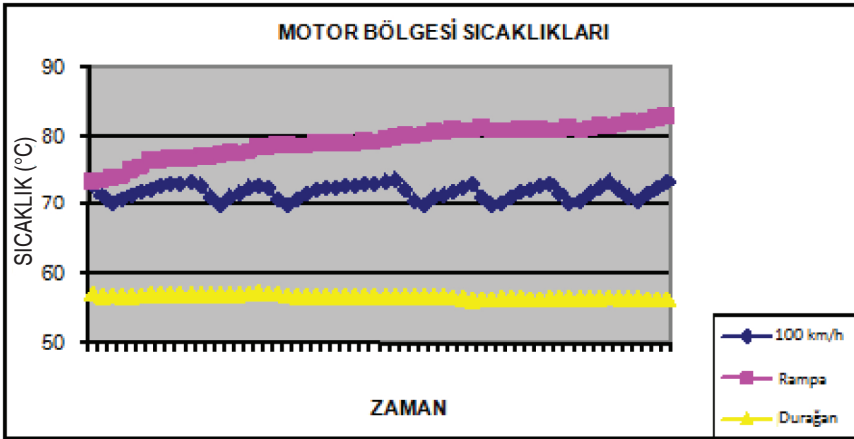
**Şekil 5.** Egzoz Bölgesi Sıcaklığı Kaydetmek için Kullanılan 5 ve 6 Nolu Isıl Çift Konumları

### 3. SONUÇ VE TARTIŞMA

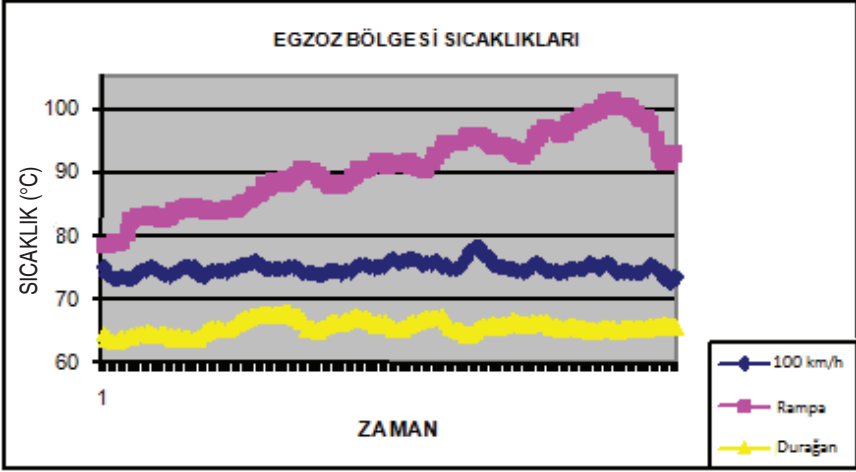
Isıl çiftlerden alınan dataların incelenmesinden sonra, her bir bölge için, her bir test şartı altında hesaplanan ortalama sıcaklık değerleri grafiklerde gösterilmektedir (Şekil 6-11).



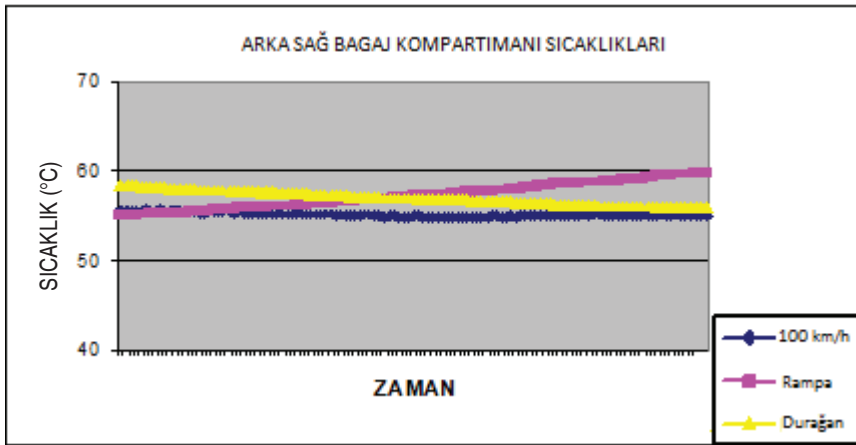
Şekil 6. Radyatör Bölgesi Sıcaklık Grafiği (FL1)



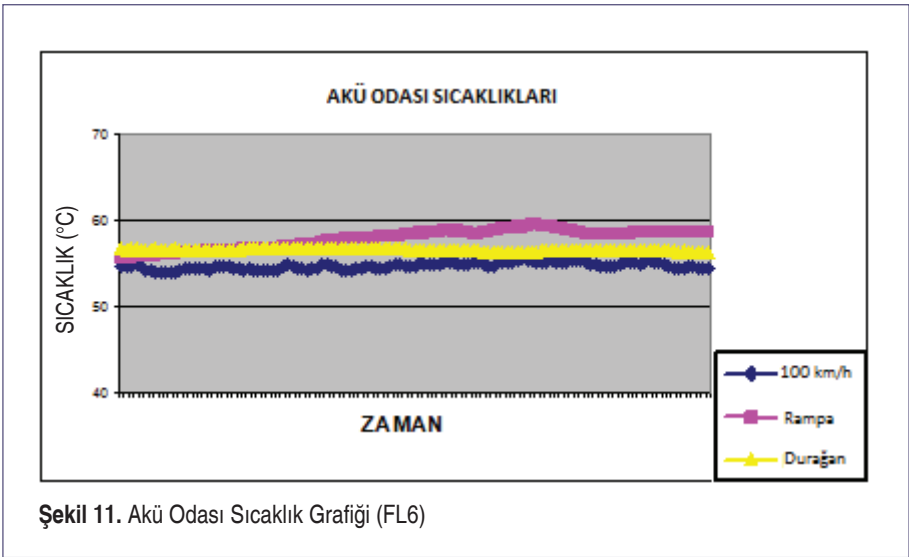
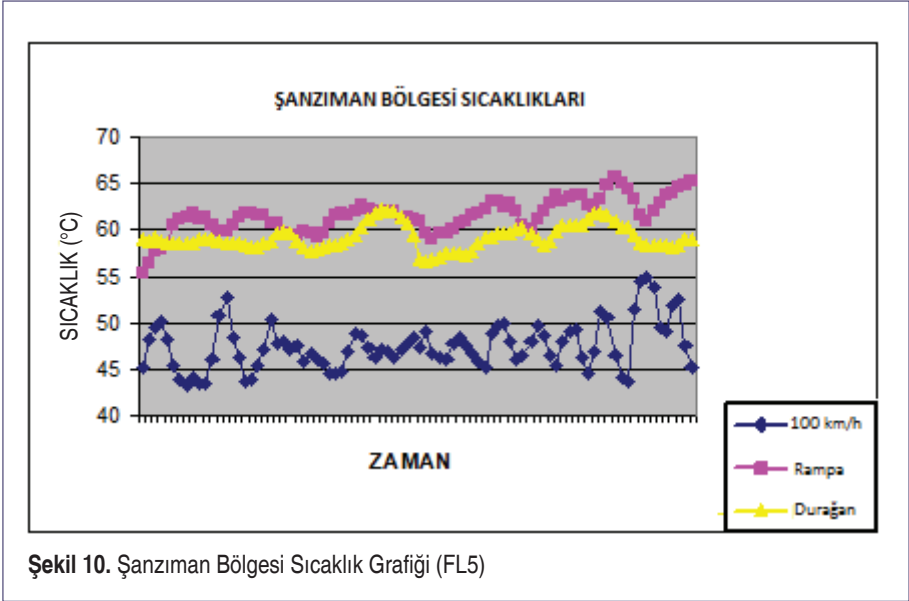
Şekil 7. Motor Bölgesi Sıcaklık Grafiği (FL2)



Şekil 8. Egzoz Bölgesi Sıcaklık Grafiği (FL3)



Şekil 9. Arka Sol bagaj Kompartımanı Sıcaklık Grafiği (FL4)



Test datası incelemeleri sonucunda, tüm bölgelerin her bir test şartında ortalama sıcaklık değerleri hesaplanmış ve Tablo 2’de verilmiştir.



**Tablo 2.** Motor Odasındaki Ortalama Sıcaklık Değerleri

Bölge Adı	Yüksek Hız	Rampa	Durağan
	Sıcaklık (°C)	Sıcaklık (°C)	Sıcaklık (°C)
Radyatör Bölgesi	71,2	79,5	54,3
Motor Bölgesi	72,0	80,4	56,3
Egzoz Bölgesi	74,8	90,5	66,7
Arka Sol Bagaj Komp.	55,1	57,3	57,0
Şanzıman Bölgesi	47,5	61,5	59,2
Akü Odası	54,7	57,8	56,6

Durağan hâldeki bölgesel sıcaklıkları referans kabul edilerek, aracın yüksek hızda kullanımı ve rampada zorlanması durumunda oluşan sıcaklık değişimleri yüzde olarak Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3.** Durağan Sıcaklıklar Referans Kabul Edilerek Diğer Durumlardaki Sıcaklık Değişim Yüzdeleri

Bölge Adı	Yüksek Hız	Rampa
	Sıcaklık Değişimi	Sıcaklık Değişimi
	(%)	(%)
Radyatör Bölgesi	31,1	46,4
Motor Bölgesi	27,9	42,8
Egzoz Bölgesi	12,1	35,7
Arka Sol Bagaj Komp.	-3,3	0,5
Şanzıman Bölgesi	-19,8	3,9
Akü Odası	-3,4	2,1

Tablo 2 ve 3'teki sonuçlar incelendiğinde, bazı bölge sıcaklıklarının araç hızı ve yol şartlarından yüksek oranda etkilendiği, diğer taraftan bazı bölgelerin ise çok etkilenmediği görülmektedir.

Test sonuçların incelendiğinde, motor bölgesi ortalama sıcaklığın rampa tırmanışı sırasında durağan durumdaki sıcaklığa göre yaklaşık 24,1°C (%42,8) yükseldiği görülmektedir. Bunun sebebi şöyle açıklanabilir. Bir araç rampa tırmanmaya zorlandığında, yakıt tüketimi ve buna bağlı olarak motorda üretilen ısı miktarı artmaktadır. Bu durumda Radyatör bu ilave ısıyı alarak motoru daha fazla soğutmalıdır. Bu nedenle radyatör bölgesinin sıcaklığının da durağan duruma göre yaklaşık 24,1°C ve yüksek hız durumuna göre yaklaşık 8,4°C yükseldiğini görüyoruz.

Benzer şekilde, tüm şartlar altında en yüksek sıcaklığa sahip olan egzoz bölgesi sı-



caklığının da rampa tırmanma şartında yüksek hız durumuna göre yaklaşık 16 °C, durağan duruma göre 23,8°C (%35,7) yükseldiği görülmektedir.

Araç kullanım şartının değişimi ile ortalama sıcaklık değişiminin pek değişmediği bölgelere arka sol bagaj kompartımanı ve Akü odasını gösterebiliriz. Çünkü bu bölgelerde araç performansına bağlı olarak ısı üretecek komponentler yoktur. Ancak, bu bölgelerin etrafındaki ısı kaynakları, bölgelerin sıcaklıklarının kısmen yükselmesine neden olmuştur.

Aracın rampa tırmanması durumunda şanzıman bölgesinde de sıcaklık artışı olduğu gözlemlenmektedir. Diğer taraftan, yüksek hız ve durağan test şartları altındaki ortalama sıcaklıklar karşılaştırıldığında, durağan test şartındaki sıcaklık değerinin, yüksek hız sıcaklık değerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun sebebi şanzıman etrafındaki hava akışıdır.

#### 4. SONUÇ

DeneySEL verilerin incelenmesi ile açıkça görülmüştür ki; bir otobüsün motor odası sıcaklık dağılımı, araç hızı, yol şartı, ve ortam sıcaklığından direk olarak etkilenmektedir.

Motor, egzoz ünitesi, radyatör vb. ısı kaynaklarını barındıran bölgelerde, rampa tırmanma durumunda görüldüğü gibi güç ihtiyacı ile ortalama sıcaklıklar artmaktadır. Ayrıca, bu artışlar kendisine komşu olan, ancak ısı kaynağı içermeyen bölgelerin de sıcaklıklarında artışa sebep olmaktadır.

#### KAYNAKÇA

1. **Apolloni, M.** 2006. "Derivation of a 1-D Thermal Model of Vehicle Underhood Temperatures on the Basis of Test Data Using an Evolutionary Algorithm," Diploma Thesis, Swiss Federal Institute of Technology, Department of Mechanical Engineering, p. 114.
2. **Binner, T., Reister, H., Weidmann, E. P. and Wiedemann, J.** 2006. Aspects of Underhood Thermal Analyses. Progress in Vehicle Aerodynamics IV, Numerical Methods, Expert Verlag, Renningen. p.15.
3. **Fournier, E., Digges, K.** 2004. Underhood Temperature Measurements of Four Vehicles, Motor Vehicle Fire Research Institute, Biokinetics and Associates, Ltd., Report R04-13, p. 20.
4. **Fournier E., Bayne, T.** 2007. Underhood Temperature Measurements. SAE 2007-01-1393.
5. **Ekeroth, F., Martinsson, A.** 2011. "Numerical Simulations of the Underhood Flow of a Heavy Truck Using PANS," Msc. Thesis, Chalmers University of Technology, Division of Fluid Mechanics, p. 47.
6. **Winnard, D., Venkateswaran, G., Barry, R. E.** 1995, Underhood Thermal Management by Controlling Airflow, Society of Automotive Engineers, Paper 951013.
7. [www.te-direct.com/technical/technical-archives/thermocouples/](http://www.te-direct.com/technical/technical-archives/thermocouples/), son erişim tarihi: 5 Ağustos 2017.