

T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OTOMOBİL KABİNİNDE TERMAL PARAMETRELERİN VE ÇEVRE KALİTESİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN DENEYSEL ÖLÇÜMLERLE İNCELENMESİ

MEHMET ÖZGÜN KORUKÇU

DOKTORA TEZİ
MÜHÜRLENMİŞ ANABİLİM DALI

BURSA 2010



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OTOMOBİL KABİNİNDE TERMAL PARAMETRELERİN VE ÇEVRE KALİTESİNİN
DENENEN DENEYSEL ÖLÇÜMLERLE İNCELENMESİ

MEHMET ÖZGÜN KORUKÇU

PROF. DR. MUHSİN KILIÇ
(DANIŞMAN)

DOKTORA TEZİ
MÜHÜRLENMİŞ ANABİLİM DALI

BURSA 2010

T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OTOMOBİL KABİNİNDE TERMAL PARAMETRELERİN VE İÇ HAVA KALİTESİNİN
DEĞİŞİMİNİN DENEYSEL ÖLÇÜMLERLE İNCELENMESİ

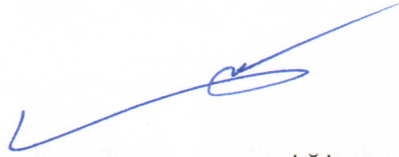
MEHMET ÖZGÜN KORUKÇU

DOKTORA TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 19/02/2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.



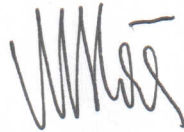
Prof. Dr. Muhsin KILIÇ



Prof. Dr. Abdulvahap YİĞİT



Prof. Dr. Erdoğan DİLAVEROĞLU



Doç. Dr. Murat HOŞÖZ



Doç. Dr. Ömer KAYNAKLI

ÖZET

Günümüzde, insanların büyük bir çoğunluğu, ulaşım aracı olarak otomobilleri kullanmaktadır. Otomobil teknolojilerinin gelişmesi ile birlikte, insanlar, otomobillerde, daha konforlu bir iç ortam istemeye başlamışlardır. Otomobil kabini içinde iç ortam koşullarının, sürüş konforu ve güvenliğini etkilediği bilinmektedir. Otomobil klimaları, kabin iç ortam koşullarını, gerek ısı konforu, gerekse iç hava kalitesi bakımından etkilemektedir.

Otomobil klimalarındaki, farklı hız düzeyi ve menfez seçimleri, kabin iç ortamında deyimlik hava hız ile sıcaklık dağılımlarına neden olmaktadır. Kabin iç ortam koşulları, farklı hava hız ve sıcaklık dağılımında deyimmektedir.

Otomobil klimasının, iç ortam koşullarına olan etkisini, doğal iklim koşullarında deneysel anlamda inceleyen çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışmada ise, gerçek iklim koşulları altında, farklı klima ve ısıtıcı modları için deneyler gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, kabin katı yüzey ve insan deri sıcaklıkları termografik yöntem kullanılarak ölçülmüştür. Kızılötesi kamera kullanılarak yapılan ölçümlerde, ısıtma ve soğutma süreçleri için, kabin katı yüzey ve insan deri sıcaklıklarının anlık sıcaklık dağılımları belirlenmiştir.

Termografik yöntem kullanımının yanı sıra, ısıtıcının, kabin içerisindeki CO₂ düzeyi, iç ortam sıcaklık ve bağıl nem değerlerine olan etkileri istatistiksel olarak incelenerek, SPSS 15 paket programı yardımıyla ANOVA ve MANOVA analizleri yapılmıştır. Deyimlik hava hız düzeyleri ve menfez seçiminin kabin iç ortam koşullarına olan etkileri incelenmiştir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçların, otomobillerde ısı konforu konusunda gerçekleştirilen sayısal hesaplamalı akışkanlar dinamiği ve kimyasal ile çevresi arasındaki termofiziksel etkileşimleri inceleyen matematiksel modellerin geliştirilmesine yardımcı olacaktır düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Otomobil Kliması, Isıl Konfor, Kızılötesi Termografi, CO₂ Düzeyi

INVESTIGATION OF THE THERMAL PARAMETERS AND INDOOR AIR QUALITY CHANGES IN AN AUTOMOBILE CABIN BY EXPERIMENTAL MEASUREMENTS

ABSTRACT

Nowadays, most of the people use automobiles to travel. With improvements in automobile technologies, people began to expect more comfortable indoor environment in automobiles. It is known that, automobile cabin conditions affect the driving comfort and safety. Automobile air conditioners affect both thermal comfort and air quality in an automobile cabin.

Different vent choices and modes cause different air velocity and temperature distribution in the cabin. Automobile cabin conditions change due to the different air velocity and temperature distributions.

Studies that are investigating the effects of air conditioner on automobile cabin environment in natural climate conditions are restricted. In this study, experiments were done under different natural climate conditions with different types of air conditioner modes. In the research, solid surfaces of the cabin and human facial skin temperatures were measured by using infrared thermography. Transient temperature distributions of cabin solid surfaces and human facial skin were obtained.

Besides using infrared thermography, effects of heater on CO₂ emission, temperature and relative humidity in the cabin were statistically investigated. ANOVA and MANOVA analyses were obtained by using SPSS 15 program. The effects of different air velocity levels and vent choices on cabin indoor environment were investigated.

The obtained results from this study will lead further studies in automobile thermal comfort studies and with this research; CFD studies and thermal comfort models with regard to thermophysical interactions between subjects and the ambient can be validated for transient conditions.

Key Words: Automobile Air Conditioner, Thermal Comfort, Infrared Thermography, CO₂ Emission

Ç NDEK LER

ÖZET	I
ABSTRACT	II
Ç NDEK LER	III
KISALTMALAR D Z N	VI
Ç ZELGELER D Z N	VII
EK LLER D Z N	X
S MGELER D Z N	XVII
1. G R	1
2. KAYNAK ARA TIRMASI	7
2.1 Isıl Konfor Üzerine Yapıımı Deneysel Çalı malar	7
2.2 Isıl Konfor Üzerine Yapıımı Teorik Çalı malar	16
2.3 ç Hava Kalitesi Üzerine Yapıımı Deneysel Çalı malar	21
2.4 Kızılötesi Kamera le Yapıımı Çalı malar	23
3. MATERYAL VE YÖNTEM	27
3.1 Isıl Konfor ve Isıl Konfor Modelleri	27
3.2 Deney Düzene i, Ölçüm Yöntemleri ve Ölçüm Cihazları	33
3.3 Deney Ko ulları ve Kullanılan Denekler	39
3.4 istatistiksel Analiz	47
3.4.1 Tek De i kenli Varyans Analizi (ANOVA)	49
3.4.2 Çok De i kenli Varyans Analizi (MANOVA)	49
3.4.3 Ba ımsız ki Örnek t-Testi	50
3.5 CO ₂ Ölçümü çin zlenilen Yöntem	52
3.6 Kızılötesi Kamera ile Yapılan Ölçümler çin zlenilen Yöntem	53
3.7 Isıtıcının Kabin ç Ortamına Etkilerinin ncelenmesi çin zlenilen Yöntem	54
3.8 Klimanın ve Isıtıcının ç Ortam Ko ullarına Olan Etkisinin ncelenmesi çin zlenilen Yöntem	55
4. ARA TIRMA SONUÇLARI	58
4.1. Kabin çerisinde CO ₂ Düzeyi Ölçümlerine li kin Sonuçlar	58

4.1.1 Ki i Sayısının CO ₂ Düzeyine Etkisi	58
4.1.2 Hava Çevrim Modunun CO ₂ Düzeyine Etkisi	60
4.1.3 Isıtma Periyodunun CO ₂ Düzeyine Etkisi	65
4.1.4 Deney Sonuçlarının Kar ıla tırılması	68
4.1.5 Menfez Seçiminin CO ₂ Düzeyine Olan Etkisi	72
4.2 Kızılötesi Kamera le Elde Edilen Sonuçlar	75
4.2.1 Isıtma Sürecinde Konsol Yüzey Sıcaklı ı için Yapılan Ölçüm Sonuçları	75
4.2.2 Isıtma Sürecinde Yüz Deri Sıcaklı ı için Yapılan Ölçüm Sonuçları	77
4.2.3 So utma Sürecinde Konsol Yüzey Sıcaklı ı için Yapılan Ölçüm Sonuçları	78
4.2.4 So utma Sürecinde Yüz Deri Sıcaklı ı için Yapılan Ölçüm Sonuçları	80
4.3 Isıtıcının ç Ortam Sıcaklı ı Ve Ba ıl Neme Etkisine li kin Sonuçlar	81
4.3.1 Hava Hızının Etkisi	81
4.3.1.1 Isıtma Süreci için Hava Hızının Etkisi	82
4.4 Kı aylarında Farklı Fan Hızı Düzeylerine li kin Etkilerin ncelenmesi	86
4.5 Yaz Aylarında Farklı Fan Hızı Düzeylerine li kin Etkilerin ncelenmesi	104
4.6 Güne I nımının Kabin ç Ortam Ko ullarına Etkisinin ncelenmesi	114
4.7 Farklı Menfez Seçiminin Kabin ç Ortam Ko ullarına Etkisinin ncelenmesi	122
5. SONUÇ VE ÖNER LER	130
5.1 Kabin çerisinde CO ₂ Düzeyi Ölçümlerine li kin Sonuçlar	130
5.2 Kabin çerisinde Kızıl-Ötesi Kamera Ölçümlerine li kin Sonuçlar	131
5.3 Isıtıcının Kabin ç Ortam Sıcaklı ı ve Ba ıl Neme Etkisinin ncelenmesine li kin Sonuçlar	132
5.4 Farklı Fan Hızı Düzeylerinin Kabin ç Ortamına Etkilerinin ncelenmesine li kin Sonuçlar	133
5.5 Güne I nımının Kabin ç Ortam Ko ullarına Etkisinin ncelenmesine li kin Sonuçlar	134

5.6 Farklı Menfez Seçiminin Kabin iç Ortam Koşullarına Etkisinin İncelenmesine İlişkin Sonuçlar	135
5.7 Öneriler	136
6. KAYNAKLAR	138
ÖZGEÇMİŞ	147
TEŞEKKÜR	148

KISALTMALAR D Z N

<i>ADPI</i>	Hava da ılımlı performans indeksi
<i>CFD</i>	Hesaplamalı akı kanlar dinami i
<i>ERF</i>	Etkin ı nım alanı
<i>HOTV</i>	Nemli ı alı ma sıcaklı ı
<i>HVAC</i>	Isıtma, havalandırma ve iklimlendirme
<i>PD</i>	Memnun olmayanların oranı
<i>PIV</i>	Parçacık görüntülemeli hız ölçme
<i>PMV</i>	Tahmini ortalama oy
<i>PPD</i>	Memnun olmayanların oranı
<i>RHF</i>	Azaltılmı etkin nem alanı
<i>TS</i>	Isıl duyum
<i>TSENS</i>	Isıl duyum
<i>TVF</i>	Isıl hız alanı

Ç ZELGELER D Z N

Çizelge 3.1 Testo 350 M/XL 454 ölçüm duyarlılığı.	36
Çizelge 3.2 Testo 454 üçlü prob ölçüm aralıkları.	36
Çizelge 3.3 Testo 454 CO ₂ probu ölçüm aralığı ve duyarlılığı.	37
Çizelge 3.4 Testo 454 yüzey termometre probu ölçüm aralığı.	37
Çizelge 3.5 Globe termometrenin DIN 33 403 normlarına göre kalibrasyon değerleri.	38
Çizelge 3.6 K ₁ Deneyle I grubunda yapılan deneylerin dış ortam koşulları.	40
Çizelge 3.7 K ₁ Deneyle II grubunda yapılan deneylerin dış ortam koşulları.	41
Çizelge 3.8 K ₁ Deneyle III grubunda yapılan deneylerin dış ortam koşulları.	42
Çizelge 3.9 K ₁ Deneyle IV grubunda yapılan deneylerin dış ortam koşulları.	43
Çizelge 3.10 Yaz Deneyle I grubunda yapılan deneylerin dış ortam koşulları.	44
Çizelge 3.11 Yaz Deneyle II grubunda yapılan deneylerin dış ortam koşulları.	45
Çizelge 3.12 Yaz Deneyle III grubunda yapılan deneylerin dış ortam koşulları.	45
Çizelge 3.13 K ₁ Deneyle V grubunda yapılan deneylerin dış ortam koşulları.	46
Çizelge 3.14 K ₁ Deneyle VI grubunda yapılan deneylerin dış ortam koşulları.	46
Çizelge 3.15 K ₁ Deneyle VII grubunda yapılan deneylerin dış ortam koşulları.	47
Çizelge 3.16 statistik testlerde elde edilen p değerlerine göre verilen kararlar ve önemlilik düzeyi.	48
Çizelge 3.17 ANOVA analiz denklemleri.	49
Çizelge 3.18 MANOVA analiz denklemleri.	50
Çizelge 3.19 ki grup arasındaki varyansların eşit olması durumunda, t değerinin hesaplanması.	51
Çizelge 3.20 ki grup arasındaki varyansların eşit olmaması durumunda, t değerinin hesaplanması.	51
Çizelge 3.21 Vücut bölgelerinin yüzey alanları.	57
Çizelge 3.22 Isıl konfor sorgulaması için yapılan anket.	57
Çizelge 4.1 Konsol menfezi için yapılan deneylerde ölçülen kütleli debi değerleri.	58
Çizelge 4.2 Ki i sayısına göre CO ₂ düzeylerinin ortalama ve %95 güven aralığındaki değerleri.	59

- Çizelge 4.3** Ki i sayısına göre de i en CO₂ düzeyleri için ba ımsız örnekli t-Testi sonuçları. 60
- Çizelge 4.4** Hava çevrim moduna göre CO₂ düzeyleri ortalama ve %95 güven aralı ndaki de erleri. 62
- Çizelge 4.5** Hava çevrim moduna göre de i en CO₂ düzeyleri için, ba ımsız örnekli t-Testi sonuçları. 62
- Çizelge 4.6** Havanın yalnızca kabin içerisinde dola tırıldı ı durumda, CO₂ düzeyi ortalama ve %95 güven aralı ndaki de erleri. 63
- Çizelge 4.7** Havanın yalnızca kabin içerisinde dola tırıldı ı durumda hava debileri için uygulanan Student-Newman Keul testi. 63
- Çizelge 4.8** Dı ortamdan hava alınması durumunda, CO₂ düzeyi ortalama ve %95 güven aralı ndaki de erleri. 64
- Çizelge 4.9** Dı ortamdan hava alınması durumunda, hava debileri için uygulanan Student-Newman Keul testi. 64
- Çizelge 4.10** Isıtma periyotları için ölçülen CO₂ düzeylerinin ortalama ve %95 güven aralı ndaki de erleri. 66
- Çizelge 4.11** Isıtma periyoduna göre de i en CO₂ düzeyleri için ba ımsız örnekli t-Testi. 66
- Çizelge 4.12** Isıtma periyodunun yirmi dakika olması durumunda, CO₂ düzeyi ortalama ve %95 güven aralı ndaki de erleri. 66
- Çizelge 4.13** Isıtma periyodunun yirmi dakika olması durumunda, hava debileri için uygulanan Student-Newman Keul test sonuçları. 67
- Çizelge 4.14** Isıtma periyodunun on dakika olması durumunda, CO₂ düzeyi ortalama ve %95 güven aralı ndaki de erleri. 67
- Çizelge 4.15** Isıtma periyodunun on dakika olması durumunda, hava debileri için uygulanan Student-Newman Keul test sonuçları. 68
- Çizelge 4.16** Deney durumları için ölçülen CO₂ düzeylerinin ortalama ve %95 güven aralı ndaki de erleri. 69
- Çizelge 4.17** Deney durumları için hava debilerine göre ölçülen CO₂ düzeylerinin ortalama ve %95 güven aralı ndaki de erleri. 70
- Çizelge 4.18** Deney durumları için ölçülen CO₂ düzeylerine göre uygulanan Student-Newman Keul test sonuçları. 71

Çizelge 4.19 Deney durumları için hava debilerine göre ölçülen CO ₂ düzeylerine uygulanan Student-Newman Keul test sonuçları.	71
Çizelge 4.20 Konsol ve ayaklar-cam menfezi için ölçülen kütleli debi değerleri.	72
Çizelge 4.21 Debi değerlerine göre elde dört deney grubu için edilen ortalama ve %95 güven aralığındaki CO ₂ düzeyleri.	73
Çizelge 4.22 Dört deney grubundaki debi değerleri için Student-Newman Keul testi sonuçları.	73
Çizelge 4.23 Menfez grupları için CO ₂ düzeyi ortalama değerleri.	74
Çizelge 4.24 Fan hız düzeylerine bağlı olarak kabin içerisinde ölçülen hava hız değerleri.	82
Çizelge 4.25 Isıtma sürecinde hava hızlarına göre MANOVA sonuçları.	84
Çizelge 4.26 Isıtma sürecinde MANOVA sonuçlarına göre kısmi eta kare değerleri.	84
Çizelge 4.27 Isıtma sürecinde sıcaklık için hava hızlarına göre elde edilen Student Newman Keul testi sonuçları.	85
Çizelge 4.28 Isıtma sürecinde bağıl nem için hava hızlarına göre elde edilen Student Newman Keul testi sonuçları.	85
Çizelge 4.29 Kış aylarında yapılan deneyler için ölçülen kütleli debi değerleri.	86
Çizelge 4.30 Yaz aylarında yapılan deneyler için ölçülen kütleli debi değerleri.	104

EK LLER D Z N

ekil 1.1 Dünya’da, 2008 yılı boyunca yapılan araç üretiminde ilk on sırayı alan ülkeler.	2
ekil 1.2 Otomotiv Sanayinin 2009 yılında, ülkemizdeki toplam üretim, ihracat ve pazar durumu.	3
ekil 3.1 Aracın ön yüzeylerinin çekimi için kızılötesi kameranın konumu.	54
ekil 3.2 Sürücü yüz deri sıcaklığı nın ölçümü için kızılötesi kameranın konumu.	54
ekil 3.3 Kullanılan deney aletlerinin kabin içerisindeki yerleşimi.	55
ekil 3.4 Araç kabini içerisindeki ısı çiftlerinin yerleşim planı.	56
ekil 4.1 Kişi sayısına göre ortalama CO ₂ düzeyleri.	59
ekil 4.2 CO ₂ düzeyinin, kişi sayısına ve zamana göre değişimi.	60
ekil 4.3 Hava çevrim moduna göre ortalama CO ₂ düzeyleri.	61
ekil 4.4 CO ₂ düzeyinin hava çevrim modu ve zamana göre değişimi.	62
ekil 4.5 Havanın yalnızca kabin içerisinde dolaştırıldığı durumda, CO ₂ düzeyinin hava debileri ve zamana göre değişimi.	63
ekil 4.6 Isıtma periyoduna göre CO ₂ düzeylerinin ortalamaları.	65
ekil 4.7 Deney durumları için ölçülen CO ₂ düzeyi ortalama değerleri.	69
ekil 4.8 Deneylerde ölçülen CO ₂ düzeylerinin zamanla değişimleri.	71
ekil 4.9 Ayaklar-ön cam menfezi ve konsol menfezi deneyleri için yapılan iki grupta elde edilen CO ₂ düzeyi ortalama ve standart hata değerleri.	74
ekil 4.10 Isıtma sürecinde kabin ön bölgesi için elde edilen kızılötesi görüntüleri.	76
ekil 4.11 Isıtma süreci için kabin ön bölgesinin ısı çift, nokta ve alan ağırlıklı sıcaklık ortalama değerinin, zamana göre değişimi.	76
ekil 4.12 Isıtma süreci için sürücünün yüz bölgesinin kızılötesi görüntüleri.	77
ekil 4.13 Isıtma süreci için sürücü yüz sıcaklığının ısı çift, nokta ve alan ağırlıklı sıcaklık ortalama değerinin zamana göre değişimi.	78
ekil 4.14 Soğutma süreci için kabinin ön bölgesinin kızılötesi görüntüleri.	79
ekil 4.15 Soğutma süreci için kabin ön bölgesinin ısı çift, nokta ve alan ağırlıklı sıcaklık ortalama değerinin zamana göre değişimi.	79
ekil 4.16 Soğutma süreci için sürücü yüzünün kızılötesi görüntüleri.	80

- ekil 4.17** So utma süreci için sürücü yüz sıcaklı ının ısı ı çift, nokta ve alan a ırlıklı sıcaklık ortalama de erinin, zamana göre de i imi. 81
- ekil 4.18** Isıtma süreci için araç kabin içerisinde fan hızı düzeylerine göre ölçülen menfez çıkı sıcaklı ı de erleri. 82
- ekil 4.19** Isıtma sürecinde elde edilen ortalama ve standart hata sıcaklık de erleri. 83
- ekil 4.20** Isıtma sürecinde elde edilen ortalama ve standart hata ba ıl nem de erleri. 83
- ekil 4.21** K₁ Deneyleri I kapsamında, 3°C ve %67 ba ıl nemde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için kabin iç ortam sıcaklık de erlerinin zamana göre de i imi. 87
- ekil 4.22** K₁ Deneyleri I kapsamında, 3°C ve %67 ba ıl nemde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için kabin iç ortam ba ıl nem de erlerinin zamana göre de i imi. 87
- ekil 4.23** K₁ Deneyleri I kapsamında, 3°C ve %67 ba ıl nemde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için ortalama ı nım sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi. 87
- ekil 4.24** K₁ Deneyleri I kapsamında, 3°C ve %67 ba ıl nemde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için denek ortalama deri sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi. 88
- ekil 4.25** K₁ Deneyleri II kapsamında, 3°C ve %58-69 ba ıl nemde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için kabin iç ortam sıcaklık de erlerinin zamana göre de i imi. 89
- ekil 4.26** K₁ Deneyleri II kapsamında, 3°C ve %58-69 ba ıl nemde, ikinci ve üçüncü klima düzeyi için kabin iç ortam ba ıl nem de erlerinin zamana göre de i imi. 89
- ekil 4.27** K₁ Deneyleri II kapsamında, 3°C ve %58-69 ba ıl nemde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için ortalama ı nım sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi. 89
- ekil 4.28** K₁ Deneyleri II kapsamında, 3°C ve %58-69 ba ıl nemde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için denek ortalama deri sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi. 90
- ekil 4.29** K₁ Deneyleri II kapsamında, 10°C ve %48-58 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için kabin iç ortam sıcaklık de erlerinin zamana göre de i imi. 91
- ekil 4.30** K₁ Deneyleri II kapsamında, 10°C ve %48-58 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için kabin iç ortam ba ıl nem de erlerinin zamana göre de i imi. 91
- ekil 4.31** K₁ Deneyleri II kapsamında, 10°C ve %48-58 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için ortalama ı nım sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi. 91

ekil 4.32 K₁ Deneyleri II kapsamında, 10°C ve %48-58 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için denek ortalama deri sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi. 92

ekil 4.33 K₁ Deneyleri III kapsamında, 7°C ve %70 ba ıl nemde, birinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için kabin iç ortam sıcaklık de erlerinin zamana göre de i imi. 93

ekil 4.34 K₁ Deneyleri III kapsamında, 7°C ve %70 ba ıl nemde, birinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için kabin iç ortam ba ıl nem de erlerinin zamana göre de i imi. 93

ekil 4.35 K₁ Deneyleri III kapsamında, 7°C ve %70 ba ıl nemde, birinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için ortalama ı nım sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi. 94

ekil 4.36 K₁ Deneyleri III kapsamında, 7°C ve %70 ba ıl nemde, birinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için denek ortalama deri sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi. 94

ekil 4.37 K₁ Deneyleri III kapsamında, 8°C ve %60 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için kabin iç ortam sıcaklık de erlerinin zamana göre de i imi. 95

ekil 4.38 K₁ Deneyleri III kapsamında, 8°C ve %60 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için kabin iç ortam ba ıl nem de erlerinin zamana göre de i imi. 96

ekil 4.39 K₁ Deneyleri III kapsamında, 8°C ve %60 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için ortalama ı nım sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi. 96

ekil 4.40 K₁ Deneyleri III kapsamında, 8°C ve %60 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için denek ortalama deri sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi. 96

ekil 4.41 K₁ Deneyleri IV kapsamında, 6°C ve %62-54 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için kabin iç ortam sıcaklık de erlerinin zamana göre de i imi. 98

ekil 4.42 K₁ Deneyleri IV kapsamında, 6°C ve %62-54 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için kabin iç ortam ba ıl nem de erlerinin zamana göre de i imi. 98

ekil 4.43 K₁ Deneyleri IV kapsamında, 6°C ve %62-54 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için ortalama ı nım sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi. 98

ekil 4.44 K₁ Deneyleri IV kapsamında, 6°C ve %62-54 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için denek ortama deri sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi. 99

ekil 4.45 K₁ Deneyleri IV kapsamında, 6°C ve %47 ba ıl nemde, birinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için kabin iç ortam sıcaklık de erlerinin zamana göre de i imi. 100

ekil 4.46 K₁ Deneyleri IV kapsamında, 6°C ve %47 ba ıl nemde, birinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için kabin iç ortam ba ıl nem de erlerinin zamana göre de i imi. 100

ekil 4.47 K₁ Deneyleri IV kapsamında, 6°C ve %47 ba ıl nemde, birinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için ortalama ı nım sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi. 101

ekil 4.48 K₁ Deneyleri IV kapsamında, 6°C ve %47 ba ıl nemde, birinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için denek ortalama deri sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi. 101

ekil 4.49 K₁ Deneyleri IV kapsamında, 0°C ve %67-49 ba ıl nemde ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için kabin iç ortam sıcaklık de erlerinin zamana göre de i imi. 102

ekil 4.50 K₁ Deneyleri IV kapsamında, 0°C ve %67-49 ba ıl nemde ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için kabin iç ortam ba ıl nem de erlerinin zamana göre de i imi. 103

ekil 4.51 K₁ Deneyleri IV kapsamında, 0°C ve %67-49 ba ıl nemde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için ortalama ı nım sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi. 103

ekil 4.52 K₁ Deneyleri IV kapsamında, 0°C ve %67-49 ba ıl nemde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için denek ortalama deri sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi. 103

ekil 4.53 Yaz Deneyleri I kapsamında, 35°C ve %31-37 ba ıl nemde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için kabin iç ortam sıcaklık de erlerinin zamana göre de i imi. 105

ekil 4.54 Yaz Deneyleri I kapsamında, 35°C ve %31-37 ba ıl nemde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için kabin iç ortam ba ıl nem de erlerinin zamana göre de i imi. 105

ekil 4.55 Yaz Deneyleri I kapsamında, 35°C ve %31-37 ba ıl nemde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için ortalama ı nım sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi. 106

ekil 4.56 Yaz Deneyleri I kapsamında, 35°C ve %31-37 ba ıl nemde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için denek ortalama deri sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi. 106

ekil 4.57 Yaz Deneyleri II kapsamında, 33°C ve %29-33 ba ıl nemde, ö le deneylerinde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için kabin iç ortam sıcaklık de erlerinin zamana göre de i imi. 107

ekil 4.58 Yaz Deneyleri II kapsamında, 33°C ve %29-33 ba ıl nemde, ö le deneylerinde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için kabin iç ortam ba ıl nem de erlerinin zamana göre de i imi. 108

ekil 4.59 Yaz Deneyleri II kapsamında, 33°C ve %29-33 ba ıl nemde, ö le deneylerinde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için ortalama ı nım sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi. 108

ekil 4.60 Yaz Deneyleri II kapsamında, 33°C ve %29-33 ba ıl nemde, ö le deneylerinde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için denek ortalama deri sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi. 109

ekil 4.61 Yaz Deneyleri III kapsamında, 30°C ve %50-57 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için kabin iç ortam sıcaklık de erlerinin zamana göre de i imi. 110

ekil 4.62 Yaz Deneyleri III kapsamında, 30°C ve %50-57 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için kabin iç ortam ba ıl nem de erlerinin zamana göre de i imi. 110

ekil 4.63 Yaz Deneyleri III kapsamında, 30°C ve %50-57 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı ortalama ı nım sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi. 111

ekil 4.64 Yaz Deneyleri III kapsamında, 30°C ve %50-57 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için denek ortama deri sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi. 111

ekil 4.65 Yaz Deneyleri III kapsamında, 33°C ve %31-%48 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için kabin iç ortam sıcaklık de erlerinin zamana göre de i imi. 112

ekil 4.66 Yaz Deneyleri III kapsamında, 33°C ve %31-%48 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için kabin iç ortam ba ıl nem de erlerinin zamana göre de i imi. 113

ekil 4.67 Yaz Deneyleri III kapsamında, 33°C ve %31-%48 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için ortalama ı nım sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi. 113

ekil 4.68 Yaz Deneyleri III kapsamında, 33°C ve %31-%48 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için denek ortalama deri sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi. 113

ekil 4.69 Yaz Deneyleri I kapsamında, 30°C ve 921-607 W/m² güne ışınlımında, ikinci fan hız düzeyinde yapılan deneyler için kabin iç ortam sıcaklık değerlerinin zamana göre değişimi. 115

ekil 4.70 Yaz Deneyleri I kapsamında, 30°C ve 921-607 W/m² güne ışınlımında, ikinci fan hız düzeyinde yapılan deneyler için kabin iç ortam bağıl nem değerlerinin zamana göre değişimi. 115

ekil 4.71 Yaz Deneyleri I kapsamında, 30°C ve 921-607 W/m² güne ışınlımında, ikinci fan hız düzeyinde yapılan deneyler için ortalama ışınlım sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişimi. 116

ekil 4.72 Yaz Deneyleri I kapsamında, 30°C ve 921-607 W/m² güne ışınlımında, ikinci fan hız düzeyinde yapılan deneyler için denek ortalama deri sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişimi. 116

ekil 4.73 Yaz Deneyleri II kapsamında, 33°C sıcaklık, %27-50 bağıl nem ve 838-512 W/m² güne ışınlımında, birinci fan hız düzeyinde yapılan deneyler için kabin iç ortam sıcaklık değerlerinin zamana göre değişimi. 117

ekil 4.74 Yaz Deneyleri II kapsamında, 33°C sıcaklık, %27-50 bağıl nem ve 838-512 W/m² güne ışınlımında, birinci fan hız düzeyinde yapılan deneyler için kabin iç ortam bağıl nem değerlerinin zamana göre değişimi. 118

ekil 4.75 Yaz Deneyleri II kapsamında, 33°C sıcaklık, %27-50 bağıl nem ve 838-512 W/m² güne ışınlımında, birinci fan hız düzeyinde yapılan deneyler için ortalama ışınlım sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişimi. 118

ekil 4.76 Yaz Deneyleri II kapsamında, 33°C sıcaklık, %27-50 bağıl nem ve 838-512 W/m² güne ışınlımında, birinci fan hız düzeyinde yapılan deneyler için denek ortalama deri sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişimi. 119

ekil 4.77 Yaz Deneyleri II kapsamında, 33°C ve 849-610 W/m² güne ışınlımında, üçüncü fan hız düzeyinde yapılan deneyler için kabin iç ortam sıcaklık değerlerinin zamana göre değişimi. 120

ekil 4.78 Yaz Deneyleri II kapsamında, 33°C ve 849-610 W/m² güne ışınlımında, üçüncü fan hız düzeyinde yapılan deneyler için kabin iç ortam bağıl nem değerlerinin zamana göre değişimi. 120

ekil 4.79 Yaz Deneyleri II kapsamında, 33°C ve 849-610 W/m² güne ışınlımında, üçüncü fan hız düzeyinde yapılan deneyler için ortalama ışınlım sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişimi. 121

ekil 4.80 Yaz Deneyleri II kapsamında, 33°C ve 849-610 W/m² güne ışınlımında, üçüncü fan hız düzeyinde yapılan deneyler için denek ortalama deri sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişimi. 121

ekil 4.81 D1 ortam sıcaklığı 16°C ve %47-67 bağıl nemde, birinci fan hız düzeyinde, farklı menfezlerde, kabin iç ortam sıcaklık değerlerinin zamana göre değişimi. 122

ekil 4.82 D1 ortam sıcaklığı 16°C ve %47-67 bağıl nemde, birinci fan hız düzeyinde, farklı menfezlerde, kabin iç ortam bağıl nem değerlerinin zamana göre değişimi. 123

ekil 4.83 D1 ortam sıcaklığı 16°C ve %47-67 bağıl nemde, birinci fan hız düzeyinde, farklı menfezlerde, ortalama ışınlım sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişimi. 123

ekil 4.84 D1 ortam sıcaklığı 16°C ve %47-67 bağıl nemde, birinci fan hız düzeyinde, farklı menfezlerde, denek ortalama deri sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişimi. 123

ekil 4.85 D1 ortam sıcaklığı 16°C ve %78 bağıl nemde, ikinci fan hız düzeyinde, farklı menfezlerde, kabin iç ortam sıcaklık değerlerinin zamana göre değişimi. 125

ekil 4.86 D1 ortam sıcaklığı 16°C ve %78 bağıl nemde, ikinci fan hız düzeyinde, farklı menfezlerde, kabin iç ortam bağıl nem değerlerinin zamana göre değişimi. 125

ekil 4.87 D1 ortam sıcaklığı 16°C ve %78 bağıl nemde, ikinci fan hız düzeyinde, farklı menfezlerde, ortalama ışınlım sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişimi. 125

ekil 4.88 D1 ortam sıcaklığı 16°C ve %78 bağıl nemde, ikinci fan hız düzeyinde, farklı menfezlerde, denek ortalama deri sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişimi. 126

ekil 4.89 D1 ortam sıcaklığı 32°C ve %32 bağıl nemde, üçüncü fan hız düzeyinde, farklı menfezlerde, kabin iç ortam sıcaklık değerlerinin zamana göre değişimi. 127

ekil 4.90 D1 ortam sıcaklığı 32°C ve %32 bağıl nemde, üçüncü fan hız düzeyinde, farklı menfezlerde, kabin iç ortam bağıl nem değerlerinin zamana göre değişimi. 128

ekil 4.91 D1 ortam sıcaklığı 32°C ve %32 bağıl nemde, üçüncü fan hız düzeyinde, farklı menfezlerde, ortalama ışınlım sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişimi. 128

ekil 4.92 D1 ortam sıcaklığı 32°C ve %32 bağıl nemde, üçüncü fan hız düzeyinde, farklı menfezlerde, denek ortalama deri sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişimi. 128

SİMGELER DİZİNİ

A_D	DuBois çıplak vücut yüzey alanı, m^2
$c_{p,b}$	Vücudun özgül ısısı, $kJ/(kgK)$
ET^*	Etkin sıcaklık, $^{\circ}C$
f_{cl}	Giysi alan faktörü
h_{cv}	Ta ınımla ısı geçi katsayısı, $W/(m^2K)$
h_e	Buharla mayla ısı geçi katsayısı, $W/(m^2kPa)$
h_{rd}	I ınımla ısı geçi katsayısı, $W/(m^2K)$
I_{cl}	Giysinin ısı direnci, clo
i_m	Toplam buhar geçirgenlik verimi
l	Boy, m
LR	Lewis oranı, $^{\circ}C/kPa$
m	Kütle, kg
\dot{m}	Kütleli debi, kg/s
M	Birim zamanda toplam metabolik enerji üretimi, W/m^2
p_a	Çevre ortamı subuharı basıncı, kPa
$p_{ET^*,s}$	ET^* sıcaklığı nda doymu havada subuharı basıncı, kPa
Q_{cd}	Deriden birim zamanda iletimle olan ısı kaybı, W/m^2
$Q_{cr,sk}$	ç bölmeden deriye birim zamanda olan ısı geçi i, W/m^2
Q_{cv}	Deriden birim zamanda ta ınımla olan ısı kaybı, W/m^2
$Q_{e,res}$	Solunumla birim zamanda olan gizli ısı kaybı, W/m^2
$Q_{e,rsw}$	Terleme nedeniyle birim zamanda olan ısı kaybı, W/m^2
$Q_{e,rsw,req}$	Terin deriden buharla masıyla konfor için gerekli birim zamanda olan ısı kaybı, W/m^2
$Q_{e,sk}$	Deriden birim zamanda buharla mayla olan toplam ısı kaybı, W/m^2

XVIII

Q_{rd}	Deriden birim zamanda \dot{Q} ınımla olan ısı kaybı, W/m^2
Q_{res}	Solunumla birim zamanda olan toplam ısı kaybı, W/m^2
Q_{sk}	Deriden birim zamanda olan toplam ısı kaybı, W/m^2
$Q_{s,res}$	Solunumla birim zamanda olan duyulur ısı kaybı, W/m^2
R_a	D ₁ hava tabakasının ısı direnci, $(m^2K)/W$
R_{cl}	Giysinin ısı direnci, $(m^2K)/W$
Rh	Ba ıl nem
S_{cr}	ç bölmede birim zamanda depolanan enerji, W/m^2
S_{sk}	Deride birim zamanda depolanan enerji, W/m^2
t	Zaman, s
T	Hava sıcaklığı, $^{\circ}C$
T_a	Ortam sıcaklığı, $^{\circ}C$
T_b	Vücudun ortalama sıcaklığı, $^{\circ}C$
$T_{b,c}$	Buharla ma ile denetim bölgesinin alt sınırı, $^{\circ}C$
$T_{b,h}$	Buharla ma ile denetim bölgesinin üst sınırı, $^{\circ}C$
T_{cl}	Giysinin ortalama yüzey sıcaklığı, $^{\circ}C$
T_{cr}	ç bölme sıcaklığı, $^{\circ}C$
T_o	Operatif sıcaklık, $^{\circ}C$
\bar{T}_{rd}	Ortalama \dot{Q} ınım sıcaklığı, $^{\circ}C$
T_{sk}	Deri tabakası sıcaklığı, $^{\circ}C$
$T_{sk,req}$	Isıl konforu sağlayan deri tabakası sıcaklığı, $^{\circ}C$
V	Hava hızı, m/s
w	Toplam deri ıslaklığı, l
W	Yapılan mekanik iş, W/m^2
	Toplam vücut kütesinin deri bölmesinde olan bölümü
η_e	Buharla ma verimi

$$1 \text{ clo} = 0,1548 \text{ (m}^2 \text{ }^\circ\text{C)/W}$$

$$1 \text{ met} = 58,15 \text{ W/m}^2$$

1.G R

Geçmi yüzyılın ba larında gerçekle en ve dünyamızı inanılmaz bir hızla de i tiren Sanayi Devrimi ile birlikte teknoloji de gittikçe geli mi ve ya amlarımızı kolayla tıran birçok makine ya da aygıt yapılmı tır. Ça lardan beri ya adı ı yerlerden, de i ik amaçlar için, ba ka yerlere gitme iste i olan insano lu, bu iste ini çe itli ula ım araçları ile sa lamı tır. Hiç ku kusuz ki, bu ula ım araçları içerisinde ilk sırayı otomobil almaktadır.

çten yanmalı dört zamanlı ilk motorun, 1885 yılında Nikolas Otto tarafından bulunmasının ardından, Karl Benz aynı yıl bilinen ilk modern otomobili yapmı ve patentini almı tır. O yıllarda, üretimin uzun ve yava olmasından dolayı, otomobiller pahalı ve lüks olarak kabul ediliyordu. Henry Ford'un babası oldu u, Eiji Toyoda ve Taiichi Ohno'nun geli tirdi i montaj hattı ve yalın üretim sistemi sonucunda otomobiller ucuzlamı ve artık günümüzde ya amımızın birer parçası olmu lardır ¹⁾.

Dünyada 600 milyonun üzerinde otomobil oldu u tahmin edilmekte ve yalnızca bu üretim hızında otomobil üretilmeye devam edilirse, 2030 yılında bu sayının iki katına çıkaca ı öngörülmektedir ²⁾.

Dünyada, 2008 yılı boyunca yapılan araç üretiminde ilk on sırayı alan ülkeler ekil 1.1'de gösterilmi tir. Görülece i üzere, otomobil üretiminde Japonya ilk sırayı alırken, ticari araç üretiminde A.B.D. ilk sırada yer almaktadır. Otomobil üretiminde Çin ikinci, Almanya üçüncü sıradadır. Ticari araç üretiminde ise, Çin ikinci ve Japonya üçüncü sıradadır. Toplam araç üretimine bakıldı nda ise, Japonya birinci, Çin ikinci ve A.B.D. üçüncü sırada yer almaktadır ³⁾.

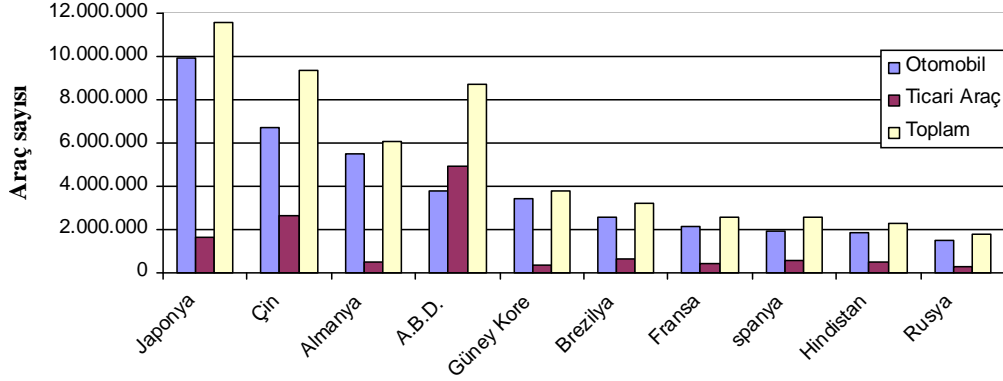
Ülkemizde ise ilk otomobil, ordunun binek otomobil ihtiyacını kar ılamak amacı da olan, yerli ve seri üretim hedefiyle ba lanan otomobil projesi, dönemin rakamlarıyla 1.400.000 TL ödenekle 4.5 ay gibi kısa bir süre içinde tamamlanmı tır. Devrim

¹⁾ <http://en.wikipedia.org/wiki/Automobile>

²⁾ <http://hypertextbook.com/facts/2001/MarinaStasenko.shtml>

³⁾ <http://www.oica.net/category/production-statistics>

arabaları adı verilen otomobiller, 1961 yılında Eski ehir Demiryolu Fabrikası'nda üretilmi tir ⁴⁾.



ekil 1.1 Dünyada, 2008 yılı boyunca yapılan araç üretiminde ilk on sırayı alan ülkeler.

Ülkemizde, en önemli parçası ithal olan motoru dı nda, toplu olarak üretilen ilk otomobil ise, Anadol'dur. Anadol'un ilk modelleri, ngiliz Reliant ve Ogle Design tarafından tasarlanmı tır. Bütün modellerinde kaportası cam elyaf ve polyesterden yapılan Anadol'da, Ford marka motorlar kullanılmı tır. Otosan Otomobil Sanayi A. . tarafından, 1966-1984 yılları arasında stanbul'daki fabrikada 62 bin 543 adet üretilmi tir ⁵⁾.

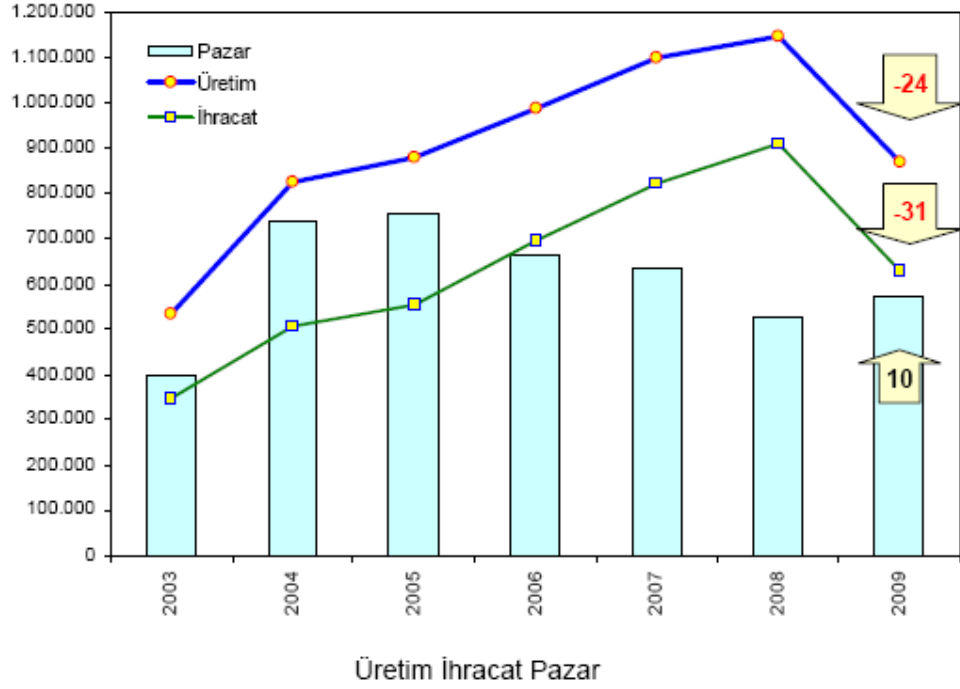
Otomobil Sanayii Derne i'nin, hazırladı ı bir basın bültenine göre, ülkemizde Otomotiv Sanayininin 2009 yılındaki, üretim, ihracat ve pazar durumu ekil 1.2'de gösterilmi tir ⁶⁾.

Otomobiller giderek ucuzladıkça ya da alım olanakları arttıkça, insanların ço u artık bir otomobilde ula ım sırasında farklı konfor ko ulla rını da aramaya ba lamı lardır. Bunların arasında; kabinin görselli i, koltuk kuma ları, motor gürültüsünü kabin içine daha az ileten yalıtım, sürü sırasında daha az titre im ve iç ortamın iklimlendirilmesi gibi birçok de i ik özellikler yer almaktadır.

⁴⁾ [http://tr.wikipedia.org/wiki/Devrim_\(otomobil\)](http://tr.wikipedia.org/wiki/Devrim_(otomobil))

⁵⁾ <http://tr.wikipedia.org/wiki/Anadol>

⁶⁾ <http://www.osd.org.tr/basinbulteni01.pdf>



ekil 1.2 Otomotiv Sanayinin 2009 yılında, ülkemizdeki toplam üretim, ihracat ve pazar durumu.

Otomobil klimaları, sürücü ve yolcuların sıcak ya da nemden rahatsız olmamalarını, böylece daha güvenli ve rahat yolculuk yapabilmelerini sağlar. Sıcaklığın 21°C ile 27°C arasında olduğu bir ortamda yapılan test sürüşünde, otomobil içine yerleştirilen hoparlörlerden zil çalması, korna sesleri, itfaiye sireni vb. gibi sesler verilerek, sürücünün bu sesleri zamanında duyup duymadığını kontrol etmek için bir pedala basması istenmiştir. Otomobil iç ortam sıcaklığı 27°C'ye ulaştığında sürücünün seslere gösterdiği tepki süresinin %20 ve daha da üzerindeki oranlarda arttığı saptanmıştır. Ayrıca, sürücüler, sıcaklık 27 °C iken 21 °C'de verilen sinyallere göre iki kat daha fazla sinyali dikkate almayarak, tepki göstermemişlerdir. Yüksek sıcaklıktan etkilenen sürücünün, 0.5 promil oranında alkol alan bir sürücüyle aynı durumda olduğu saptanmıştır. Birçok kazaya yol açan saniyelik uykunun %32'si yüksek sıcaklık nedeniyle meydana gelmektedir⁷⁾.

⁷⁾ <http://tr.wikipedia.org/wiki/Klima>

Otomobil içerisindeki yolcular için geli tirilen ilk ısıtma sistemleri, direksiyonun ısıtılması, daha önceden ısıtılmı bir tu lanın ya da ayakları ısıtmak için kullanılan ayak ısıtıcılarından olu uyordu. Egzos gazları yardımıyla havanın ısıtılması geli tirildi inde ise olu an kaçaklardan dolayı kötü koku ve hatta ölüm olayları da ya anmı tır. Motorun so utulması amacıyla kullanılan su ve etilen glikol çözültisi yardımıyla aç ı a çıkan ısıyı pompa ile termostat kullanarak suyu ısıtan ve bir elektrikli fan yardımıyla kabine gönderen sıcak su ısıtıcıları 1920'lerin ortalarında geli tirildi. Federal Motorlu Araçlar Güvenlik Standartları'nın yayınlandı ı 1968'de, araçlardaki ısıtma ve ön camdaki defrost sistemi zorunlu hale getirildi, (Bhatti 1999a).

Otomobiller için bilinen ilk so utma sistemi, 1884'de William Whiteley'in uyguladı ı buz kütlelerinin üzerine hava gönderilmesinden olu maktaydı. Kelvinator irketi 1930'da bagaja yerle tirilen 0.37 kW gücünde bir so utma sistemini Cadillac marka otomobile uygulamı tır. Tam anlamlı ısıtma ve so utma sistemi, Packard Motor Car Company tarafından 1939 yılında klimaların arabalara yerle tirilmesi sonucunda ortaya çıkmı tır. O zamanlarda bu tip bir klima iste e ba lıydı ve sonradan yerle tirilen bu klimanın maliyeti 274 USD idi. Sürü sırasında so utma sisteminin kontrolünü gerçekle tirmek olanaksızdı, sistemi kapatmak için sürücünün araçtan inerek kaput içerisindeki sistemi kapatması gerekiyordu. Nash Kelvinator irketi, maliyet açısından uygun, ısıtma ve so utma i lemlerinin bir arada oldu u ilk sistemi Nash 1954 modeli için iste e ba lı olarak piyasaya çıkartmı tır. Bu sistem, konsoldaki kontrolleri ile piyasadaki ilk sistem olma özelli ini ta ımanın yanı sıra, konsoldaki menfezlerden araç içerisinde sıcak ve so uk hava sa lıyordu. R12'nin yasaklanıp yerine R134a'nın getirilmesi ile birlikte 1978'de bu so utucu akı kanla çalı an Chevrolet marka bir araçla rüzgar tüneli testleri yapılmı tır. A.B.D.'de 1980'lerde üretilen arabaların %72'sinde klima varken, bu oran 1990'larda %94'e çıkmı tır, aynı oranın 1989'daki otomobiller ve hafif ticari araçlar içerisinde %66'dan yukarıda oldu u tahmin edilmektedir, (Bhatti 1999b).

Otomobil klimalarının, sürücü konfor ve güvenli ini do rudan etkilemesi nedeniyle, konuya ili kin ara tırma ve geli me çalı maları da yo unla mı tır. Otomobil kabini içerisinde yapılan ısıl konfor çalı maları, birbirini etkileyen birçok parametreden dolayı, sayısal hesaplamalı akı kanlar dinami i analizleri ya da laboratuvar ortamında yapılan deneylerden olu maktadır. Gerçek iklim ve sürü ko ullarında yapılan

çalı malar ise sınırlıdır. Bu çalı mada ise, deneylerin tamamı gerçek iklim ko ulları altında gerçekte tirilmi tir.

Çalı mada, ara tırma sonucu elde edilecek bulgular yardımıyla, otomobil kabini içerisindeki ısı konfor parametrelerinin belirlenmesi, araçların, ısıtma, so utma, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin iyile tirilmesinde ilerleme sa lanması amaçlanmı tir. Aynı zamanda, bugüne kadar yapılmı olan çalı maların ara tırma kapsamındaki ölçüm ile sayısal analizlere ve kullanılabilir matematiksel modellerin ilerletilmesinde yardımcı olunması da planlanmı tir. Ayrıca, ülkemizde en önemli sektörlerden biri olan otomotiv sektörüne yapılacak olan katkı ve var olan araçlardaki ısıtma, so utma, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin iyile tirilmesinin yanında, yeni tasarlanacak araçlardaki ısıtma, so utma, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin daha verimli ve etkin uygulanmasına yardımcı olunaca ı dü ünülmektedir.

Yapılan çalı mada, literatürdeki çalı malardan farklı olarak araç kabini içindeki ısı parametrelerin ölçülmesi ve yerel etkilerinin belirlenmesi yanında, kabinin katı yüzey sıcaklıkları ile ısı kazanç/kayıpları de i imlerinin, termografik analizler ile belirlenmesi amaçlanmı tir. Bu yöntemde, kızılötesi kamera ile araç iç yüzeylerinin sıcaklık de erlerin ve araç içindeki asimetrik ısı ko ulların daha net olarak belirlenebilece i dü ünülmü tür. Araçtaki ki inin vücudunun de i ik bölümlerindeki sıcaklı ın de i imi, kızılötesi kamera ile görsel olarak kayıt edilerek, termografik analizler gerçekte tirilmi tir. Deneyler, farklı ısı direnç de erlerine sahip giysi gruplarıyla ve farklı iklim ko ullarında gerçekte tirilmi tir.

Kabin içerisindeki sıcaklık da ılımlarının kızılötesi kamera ile ölçülmesinin yanı sıra, araç ısıtıcısının kabin içerisindeki CO₂ düzeyi, sıcaklık ve ba ıl nem de erlerine olan etkisi istatistiksel olarak incelenmi tir. Ayrıca, araç kliması ve ısıtıcısının farklı menfez hız düzeyleri, farklı güne ı nım de erleri ve farklı menfez seçiminin kabin iç ortam ko ullarına etkisi ara tırılmı tir.

Tezin ikinci bölümünde, öncelikle literatürde yer alan ısı konfor üzerine yapılmı deneysel ve teorik çalı malar tanıtılarak geni kapsamlı bir kaynak ara tırması yapılmı tir. Araç içerisinde yalnızca ısı konfor parametreleri ölçülmedi inden, iç hava kalitesi üzerine yapılmı deneysel çalı malar ve kızılötesi kamera ile yapılmı çalı malar da kaynak ara tırması kapsamında tanıtılmı tir.

Materyal ve yöntem bölümünde, ısıl konfor ve ısıl konfor modelleri, deneylerde kullanılan aygıtlar ve deneyler için kullanılan deney prosedürleri tanıtılmı tır. Yapılan deneylerde elde sonuçların istatistiksel analizlerinde kullanılan yöntemler ayrıntılı bir biçimde açıklanmı tır.

Ara tırma sonuçları bölümünde, kabin içerisinde CO₂ düzeyi ölçümleri, kızılötesi kamera ile elde edilen ölçümler, ısıtma sisteminin iç ortam sıcaklı ı ve ba ıl neme etkisi, kış ve yaz aylarında farklı fan hızı düzeylerine ili kin etkiler, güne ı ınımı ve farklı menfez seçiminin kabin iç ortam ko ulla rına etkilerinin incelenmesine ili kin sonuçlar sunulmu tur.

Tartı ma ve öneriler bölümünde ise, ara tırma sonuçlarında elde edilen sonuçlar ayrıntılı bir biçimde yorumlanarak, çalı manın ilerletilebilmesi yönünde çe itli öneriler sunulmu tur.

2. KAYNAK ARA TIRMASI

Otomobil veya daha geni anlamda ta ıtlardaki ısıl konfor ko ulları üzerinde yapılan çalı malar arasında Temming ve Hucho (1979), Burch ve ark. (1991a,b), Chakroun ve Al-Fahed (1997), Conceiçao ve ark. (2000) ve Türksoy (2002) sayılabilir. Ancak bu çalı malardan, Burch ve ark. (1991a,b) yalnızca ısıtma sürecindeki konfor ko ullarını ele almı lar, Chakroun ve Al-Fahed (1997), çe itli gölgeleme elemanlarının etkileri üzerinde durmu lar, Conceiçao ve ark. (2000) bir otomobil kabininde enerji dengesini olu turarak, çe itli bölgelere ili kin sıcaklıkların zamanla de i imini incelemi ler ve Türksoy (2002) ise, *CFD* tabanlı çalı masında; ta ıt içi geometrisini hava da ılımı açısından incelemi tir. Tüm bu çalı malarda, farklı çevresel ko ullar altında otomobil içinde ısıtma veya so utma süreçlerindeki ısıl ko ullar de erlendirilmi tir.

Yapılan kaynak ara tırmasında, ısıl konfor konusuna yönelik çalı malar deneysel ve teorik olmak üzere iki temel grupta incelenmi tir. Isıl konfor çalı malarına elli yıl öncesinde ba lanmı ise de, son yıllarda bu konudaki çalı maların hızlandı ı görülmektedir.

2.1 Isıl Konfor Üzerine Yapılmı Deneysel Çalı malar

Sürü sırasında, otomobil iç ortam ko ullarının ısıl konfor açısından iyi olmadı ı durumlarda sürücünün konsantrasyon kaybı ve sonrasında kazalara veya istenmeyen sonuçlara kadar gidebilecek olaylar ortaya çıkabilir. Daanen ve ark. (2003) sıcak, so uk ve nötr ko ulların sürü performansına etkisini deneysel olarak belirlemi ler. Toplam 50 denek, üç gruba ayrılarak sıcak (35°C sıcaklık, %50 ba ıl nem), so uk (5°C sıcaklık, %50 ba ıl nem) ve nötr (20°C sıcaklık, %50 ba ıl nem) olarak tanımlanan ortamlarda sürü performansları gözlenmi tir.

Aroussi ve Aghil (2000) çalı malarında, yolcu ta ıtlarının iklimlendirilmesindeki geli melerin, yalnızca yolcuların konforu için olmadı ını, aynı zamanda sürü güvenli i için de önemli oldu unu ve otomobil içinde hava akı ının belirlenmesi gerekti ini vurgulamı lar. Bu amaçla, otomobil yolcu kabini için 1/5 ölçe inde modelini olu turarak, hava akı karakteristi i, hacmin bo olması ve sürücünün olması

durumlarını, bir yandan, deneysel di er yandan da teorik olarak incelemi lerdir. Akı karakteristi inin deneysel ve teorik olarak belirlenmesi için, sırasıyla Parçacık Görüntülemeli Hız Ölçme (*PIV*) ve Hesaplamalı Akı kanlar Dinami i (*CFD*) teknikleri kullanılmı tır. Her iki yakla ım tekni i ile iç hacimde elde edilen yatay ve dikey hız da ılımlarının uyumlu oldu u sonucuna varılmı tır.

Lee ve Yoon (1998), otomobil içinin 1/10 ölçe inde modelini olu turarak, ısıtma ko ullarında otomobil içerisindeki sıcaklık ve hız da ılımını deneysel olarak incelemi tir. Deneylerde, torpido ve ayak hizasındaki menfezlerin açılıp kapatılması ile üç farklı hava da ılımı test edilmi tir. Birinci deneyde, torpidodaki dört adet menfez açılmı ve ayak hizasındaki iki menfez kapatılmı tır. kinci deneyde, ilkinin tersi olarak, ayak hizasındaki menfezler açılarak, torpidodaki menfezler kapatılmı tır. Sonuncu, ba ka bir deyi le, üçüncü deney ise, tüm menfezler açılarak gerçeikle tirilmi tir. Ancak bu üç deneyde de, menfezlerden otomobil içerisine gönderilen toplam hava debisi sabit tutulmu tur. Çalı mada, 20., 40. ve 60. saniyelerde otomobil içerisindeki sıcaklık da ılımları verilmi tir. kinci deneyde, birinciye göre otomobil içinde daha üniform sıcaklık da ılımı elde edilmi tir. Yalnızca ayak hizasındaki menfezlerin açık oldu u durumda, özellikle otomobilin arka bölgesindeki sıcaklık da ılımı düzgün olmamaktadır. Tüm menfezlerin açık oldu u üçüncü deneyde, kısa sürede otomobil içerisinde daha üniform bir sıcaklık da ılımı gerçeikle mi tir.

Chakroun ve Al-Fahed (1997), gölgede ve güne in altında park edilmi bir otomobil içinde farklı gölgeleme elemanları kullanarak yürüttü ü deneylerde olu an iç ısı ko ulları, konfor açısından kar ıla tırmı lardır. Güne in altına park edilmi otomobilin iç sıcaklı ı yakla ık 65°C'ye kadar çıktıktan sonra, klima devreye alınarak so utma süreci incelenmi tir. Bu süreçte ortam ko ullarının Tahmini Ortalama Oy (*PMV*) indeksine etkisi, Fanger'in önerdi i e itlikle hesaplanarak verilmi tir. Çalı mada, so utma sürecinde iç ısı ko ulların (hava sıcaklı ı, nemi, ortalama ı mm sıcaklı ı, hava hızı) de i imi verilmemi ve deneylerde denek kullanılmadı ından, vücut üzerindeki etkilerine (vücuttan olan duyulur ve gizli ısı kayıpları, deri sıcaklıkları ve ıslaklıklarına) de inilmemi tir.

Ueda ve ark. (1997), otomobil iç ortamının kontrolü için kullanılan ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme (*HVAC*) sistemlerinin geli tirilmesi üzerine çalı mı lardır. Geli tirdikleri yeni *HVAC* sistemi, iç ortam ko ullarının

de erlendirilmesinde, yüz deri sıcaklı ını referans alan bir modeldir. Yolcunun yüz deri sıcaklı ı, hava sıcaklı ı, hava hızı ve güne ı nımı gibi çevresel bazı bilgilerle hesaplanabilir. Yüz deri sıcaklı ı hesaplandıktan sonra, geli tirdikleri modelle yolcuların ısı duyum düzeyini belirlemi lerdir. Yolcuların ısı konfor düzeyine göre, ısı ortamı kontrol eden bu *HVAC* sistemi, hava sıcaklı ı, hava hızı ve güne ı nımı de erleri ile yüz deri sıcaklı ının ba langıç de erinden hareketle, bu sıcaklı ın zaman içerisinde de i im oranını ve yolcunun ısı duyum düzeyini belirlemektedir. Dolayısıyla, konfor düzeyinin belirlenebilmesi için, yolcunun yüz deri sıcaklı ının sürekli olarak ölçülmesine gerek duyulmamı tır. Ayrıca bu modelde, ba ıl nem de eri de ölçülmemi tir. Yapılan deneylerde, otomobil içerisindeki ortalama ba ıl nem de erinin dü ük oldu u ve hesaplamalarda %30 kabul edildi i belirtilmektedir. Klasik ve geli tirilen *HVAC* sistemlerinin performansının de erlendirilmesi amacıyla, so uk kı ko ullarında otomobilden kısa süreli ine çıkan ve daha sonra tekrar giren bir ki i üzerinde yapılan deneylerde geli tirilen sistem, ısıtma sisteminin gücünü artırarak yolcunun daha kısa zamanda konfor ko ullarına ula masını sa lamı tır. Klasik sistemde ise, otomobil iç sıcaklı ı kısa sürede azalmadı ından ısıtıcı gücünü artırmamı , böylece yolcunun ısınması ve konfor ko ullarına ula masının daha uzun zaman aldı ını ortaya koymu lardır.

Burch ve ark. (1991a,b), çok so uk kı ko ullarında ($\sim -20^{\circ}\text{C}$) otomobil içindeki konfor ko ullarını incelemi lerdir. nsan vücudunu; ba , gövde, kollar ve bacaklar olmak üzere, temel olarak dört kısma ayırımı lar ve bu bölgelerle ortam arasında gerçekleşen ısı ve kütle transferinin matematik modelini kurmu lardır. Vücut ile ortam arasındaki ısı ve kütle transferi için, Gagge modeli (anlık enerji dengesi modelini) temel alınımı , iletimle olan ısı kaybı da hesaba katılarak, normal ve ısıtmalı sürücü koltukları için, vücuttan olan ısı kayıplarını belirlemi lerdir. Çalışmada, ısıtma sürecinde vücut üzerindeki yerel hava hızları, otomobil iç sıcaklı ının zamanla de i imi verilmi ve bu süreçte ortam ko ullarının ısı duyum (*TS*) üzerindeki etkisi incelenmi tir. Modelden elde edilen ısı duyum sonuçları, deneklerin cevaplarıyla karşılaştırılmı tır. Otomobil içerisinde, standart ısıtma periyodunda deneklerin cevaplarıyla, modelden elde edilen ısı duyum verileri arasında yaklaşık ± 1 düzeyinde bir fark ortaya çıkmı tır. Çalışmada, ısıtma süreci ele alınımı , so utma süreci incelenmemi , ısıtma sürecinde vücut

sıcaklıklarının de i imi verilmemi , giysi dirençleri, ortamın ba ıl nemi ve hava hızlarının etkileri üzerinde durulmamı tır.

Temming ve Hucho (1979), özellikle sıcak iklimli bölgelerde, klima cihazının olmadı ı otomobillerde iç hacmin havalandırması üzerinde durmu tur. Test otomobiline 300 m³/h debide hava gönderilerek içeride 10 cm aralıklarla kızgın tel anemometresiyle hız ölçümleri alınmı tır. Yolcu kabinindeki hız da ılımları ve sabit hız e rileri çıkarılmı tır. Ç ortamdaki maksimum ısıl konforun iyi ve yeterli bir havalandırmayla sa lanabilece i vurgulanmı tır.

Tanebe ve ark. (1994), çıplak ve giyinik vücuttan olan ısı kayıplarını belirlemek için bir manken üzerinde deneysel çalı malar yapmı tır. Isıl mankene verilen gücün kontrolü, mankenin yüzey sıcaklı mının denetimiyle sa lanmı tır. Isıl manken, belirli bölümlere (sa -sol ayak, sa -sol baldır, sa -sol uyluk, pelvis, gö üs, sırt, sa -sol el, sa -sol ön kol, sa -sol üst kol ve ba olmak üzere toplam 16 kısma) ayrılarak her kısımdaki toplam ısıl direnç ($R_{cl} + R_a$), toplam ısı geçi katsayısı ($h_{cv} + h_{rd}$) ve duyulur ısı kaybı, oturma ve ayakta durma pozisyonları için bulunmu tur. 0.55 clo için ayakta durma pozisyonunda vücuttan olan ısı kaybı 45.3 W/m², oturma pozisyonunda 48.2 W/m² bulunmu tur. Deneyler farklı ortam sıcaklıklarında yapılmı , ancak deneyler süresince ortam sıcaklı ı sabit tutulmu tur. Ayrıca, çalı mada ortamdaki hava hızı, ba ıl nem, giysi ve metabolik aktivitenin etkisi incelenmemi tir.

de Dear ve ark. (1989), 12 insan ve 1 ısıl manken üzerinde yapmı oldukları deneysel çalı malarında; yün ve polyester esaslı giysilerin giyilmesi ile vücudun çıplak olması durumlarında, ortamdaki ani nem de i imlerinin ısıl konfora etkilerini ara tırmı lardır. Ba ıl nemin %20'den %80'e birdenbire çıkıp ve %80'den %20'ye dü mesine yönelik durumları incelemi lerdir. Vücuttan olan ısı kayıplarının yanı sıra, deri sıcaklı mının ve ısıl duyumun (*TSENS*) zamanla de i imi incelenmi tir. Nemin birdenbire artmasının birdenbire sıcaklık hissine, azalmasının ise birdenbire serinlik hissine neden oldu u ve yün gibi di er higroskopik tekstil ürünlerinin, nemin absorpsiyon ve desorpsiyonunun polyestere göre daha fazla izin verdi i sonucuna ula mı lardır.

Fountain ve ark. (1999), yüksek nemin ısıl konfor ko ullarına etkisini ara tırmı ve aktivite azaldıkça kabul edilebilir nem miktarının arttı ı sonucuna varmı lardır. Çalı mada, 1.2, 1.6 ve 4 met olmak üzere üç farklı aktivite düzeyi ve 0.5 ile 0.9 clo

olmak üzere iki giysi yalıtım de eri için, 20-26°C ET^* ile %60–90 ba ıl nem (9-15 g/kg özgül nem) aralı nda inceleme yapılmı , metabolik aktivitenin 1.6 met ve üzeri için hiçbir nem de erinde, memnun olmayanların yüzdesinin (PPD) %25 de erinin altına inmedi i ve aktivite azaldıkça kabul edilebilir nem miktarının arttı ı sonucuna varılmı tır.

Mehnert ve ark. (2000), tahmini ortalama deri sıcaklı mın belirlenmesi için yaptıkları deneysel çalı mada, 377 erkek denek kullanmı lardır. Deneylerde, ortam sıcaklı ı 20 ile 55°C, ortamdaki su buharı kısmi basıncı 0.2 ile 5.3 kPa, hava hızı 0.1 ile 2 m/s, metabolik aktivite 102 ile 620 W ve giysi yalıtımı $I_{cl} \leq 0.2$ clo ve $0.6 \leq I_{cl} \leq 1.0$ clo aralı ndadır. Verilen bu ko ullarda yapılan deneylerde, vücudun ortalama deri sıcaklı ı 30.7 ile 38.6°C arasında de i mi tir.

de Dear ve ark. (1997), 16 bölüme ayırdıkları ısıl manken üzerinde yapmı oldukları deneysel çalı malarda; her bölümün, ta nım ve ı nımla olan ısı geçi katsayılarını belirlemi lerdir. Hava hızının 0 ile 5 m/s arası incelenmi , oturma ve ayakta durma pozisyonları için do al ve zorlanmı ısı ta nım katsayıları bulunmu tur. I nımla olan ısı geçi katsayısı, oturma ve ayakta durma durumlarında tüm vücut için 4.5 W/m²K olarak ölçülmü tür. Yine, tüm vücut için oturma pozisyonlarında do al ta nımla ısı geçi katsayısı 3.3 W/m²K, ayakta durma pozisyonunda 3.4 W/m²K olarak bulunmu tur. Çalı mada, zorlanmı ta nımla ısı geçi katsayıları, tüm vücut ve vücudun 16 bölümü için verilmi tir.

Cho ve ark. (2001), iç ortam ko ullarının insan konforu ve fizyolojisine etkilerinden çok, bu ko ulların nasıl olu turulaca ı üzerinde durmu lardır. ki farklı iklimlendirme sistemini (klasik iklimlendirme ve bireysel kontrollü iklimlendirme sistemini) deneysel olarak test ederek, incelenen ortamın farklı koordinatlarında, hava hızı ve sıcaklık da ılımını ile bunların ısıl duyum üzerindeki etkisi verilmi tir. Bireysel kontrollü iklimlendirme sisteminde, ortam içeresinde hız ve sıcaklık da ılımı, klasik sisteme göre daha iyi çıkmı tır.

Yapılan kaynak ara tırması sonucunda; ısı ve kütle transferinin ortam içeresindeki sıcaklık ve nem da ılımına etkisini inceleyen çok az çalı ma yapıldı ı belirlenmi tir. Yo u ma ve küf, iç hava kalitesini etkileyen önemli etkenler arasındadır. Özellikle kı mevsiminde, nemin so uk yüzeylerde yo u ması yapı malzemelerine zarar verdi i gibi, insan sa lı ı ve konforunu da etkilemektedir. Büyük miktarda su buharı

üretimi olan banyo ve mutfak gibi ortamlarda, yalnızca nem de il, e zamanlı olarak ortama ısı transferi de gerçekleşir. Liu ve ark. (2002), çalı malarında; bir test odasında, sabit miktarda su buharı üretiminin, sıcaklık ve nem da ılımı karakteristi ine etkisini ara tırmı lardır. Üç de i ik havalandırma ko ulunda, oda içindeki sıcaklık ve nem da ılımı deneysel olarak çıkartılmı ve *CFD* tabanlı simülasyon sonuçlarıyla karşılaştırılmı tır.

Olesen ve ark.'nın (1988) 16 erkek denek üzerinde yürüttükleri deneysel çalı mada, toplam ısıl direnci aynı (1.3 clo) olan 5 farklı elbiseyi ısıl konfor açısından test etmişlerdir. Elbiselerde toplam ısıl direncin aynı olmasına karşın, vücut üzerindeki da ılımları oldukça farklıdır. Deneylerde ortam sıcaklığı, ortalama deri sıcaklığı 33.3°C olacak biçimde ayarlanmıştır. Sonuçlar, giysi yalıtım asimetrisinin deneklerin tercih ettiği ortam sıcaklığını önemli ölçüde etkilemediğini göstermiştir.

McCullough ve ark. (1989), ısıl manken kullanarak 22 farklı elbisenin ısıl direnç, giysi alan faktörü ve buhar geçirgenlik verimi değerlerini belirlemek için sıcak plaka yöntemini kullanarak, 39 farklı kumaşın ısıl ve buharlaşma dirençlerini, buhar geçirgenlik verimini bularak ayrıca, kumaşların kalınlıklarını da vererek, ayrıntılı bir veri tabanı oluşturmuşlardır. Vücudun çeşitli bölümleri üzerindeki giysilerden kaynaklanan kumaş ve hava tabakalarının ısıl ve buharlaşma dirençlerinin hesaplanması için gerekli süreç tanımlanmıştır. Çalı mada, iç ortamlarda kullanılan tipik giysilerin toplam buhar geçirgenlik verimi için, ortalama bir değer olarak 0.38 alınması önerilmiştir.

Giysilerin yalıtım özelliklerini belirlemede, en hassas yöntemlerden birinin, ısıl mankenler üzerinde deney yapılması olduğundan hareketle, McCullough ve ark. (1985), giysilerin (atlet, gömlek, pantolon, süveter vb.) ısıl dirençlerini, klima kontrollü odada ısıl manken üzerinde yürüttükleri deneylerle ölçmüşlerdir. Çeşitli ortamlarda kullanılan giysi gruplarına ilişkin değerler için, ayrıntılı çizelgeler hazırlanmıştır. Vücuttan olan duyulur ve gizli ısı kayıplarını belirlemede, bu veriler geniş ölçüde kullanılmaktadır.

İnsanların oturma ve ayakta durma gibi sabit bir pozisyonda olmasıyla yürüme gibi harekette bulunmaları arasında, giysilerin gösterdiği ısıl direnç açısından farklılık olduğunu dikkate alan McCullough ve Hong (1994), insanın ayakta durma ve yürüme durumlarında 24 farklı elbisenin ısıl direncini ölçmüşlerdir. İnsanın hareketliliği arttıkça, giysinin gösterdiği ısıl direnç azalmaktadır. Yapılan deneylerde, 24 farklı elbise

için yürüme hızının dakikada 90 adım olması durumunda, giysi yalıtım de erlerindeki azalma elbiseler arasında farklılık göstermekle beraber, %15 ile %58 arasında de i mi tir. Bu nedenle çalı mada, ısıl konfor uygulamalarında hareketli insanlar için, dinamik yalıtım de erlerinin kullanılmasının daha do ru sonuçlar verece ini vurgulamı lardır.

Chow ve ark. (1994), iklimlendirilmi ortamlarda hava karakteristi inin (hız ve hareketlerinin) ısıl konfor üzerindeki etkilerini deneysel olarak incelemi lerdir. Çalı mada, biri küçük (2.6 m x 4.1 m) ve di eri büyük olan (12.56 m x 22.36 m) iki kapalı ortamda, yerden yükseklikleri 0.1, 0.6, 1.1 ve 1.7 m olmak üzere, 4 farklı yükseklikte hız ölçümleri yapılmı tır. Ölçülen hız de erlerine ba lı olarak ısıl konforun de erlendirilmesi için, hava da ılımı performans indeksi (*ADPI*) ve memnuniyetsizlik oranı (*PD*) de erleri kullanılmı tır. Çalı mada, *ADPI* indeksinin ortam içerisindeki hava da ılım performansının belirlenmesinde, ortalama hava hızının da ısıl konforun de erlendirilmesinde yeterli olmadı ı sonuçlarına varılmı tır.

Buono (2000), gövde ve uzuv bölgelerindeki ter bezlerinin egzersiz süresince davranı mı incelemi tir. Gerçekle tirdi i deneylerde, 19 erkek denek, 30 dakika süresince egzersiz yapmı lardır. Deneylerde, egzersiz esnasında sol üstkol, gö üs, sırt, önkol, uyluk ve baldır olmak üzere vücudun toplam 6 bölgesinde aktif duruma geçen birim alandaki (cm^2) ter bezi adedi ölçülmü tür. Egzersiz boyunca artan vücut iç sıcaklı ıyla, aktif ter bezi sayısı incelenen 6 bölgede de do rsal olarak artmı tır. Uzuvlarda aktif ter bezlerindeki sıcaklık artı ı, gövdeye oranla daha fazla olmu tur. Uzuvlarda, ilk duruma göre %300-600 oranında aktif ter bezlerinde artı gerçekleşirken, gövdede %100-200 oranında olmu tur.

Berglund (1994), kuru termometre sıcaklı ı, çi noktası sıcaklı ı ve aktivitenin ısıl konfor ve hava kalitesinin algılanması üzerindeki etkilerini deneysel olarak incelemi tir. Isıtma-so utma sistemleriyle, havalandırma sistemlerinin amaçlarını, insanların cevaplarını, kriter alınan standartları ve ortamda istenilen ko ulların sa lanması için kontrol edilen parametreleri belirlemi tir. Yapılan deneylerde 20 denek üzerinde elde edilen sonuçlardan biri, ısıl konfor algısı üzerinde sıcaklı ın nemden daha etkili oldu udur. Kuru termometre sıcaklı ında 1°C 'lik de i iminin, ısıl konfor hissi üzerindeki etkisi, çi noktası sıcaklı ının 10.5°C de i imine e de erdir. Ayrıca, yapılan deneylerden aktivite arttıkça ortamın daha da sıcak algılandı ı belirtilmektedir.

Aktivitedeki 1 met'lik bir artı , ortamın 1.4°C daha sıcak algılanması anlamına gelmektedir. Ortamın sıcaklığı, nemi ve kişinin aktivitesi ısı konforunun yanı sıra hava kalitesinin algılanmasını da etkilemektedir. Hava kalitesinin algılanmasında, ortam sıcaklığındaki 1°C değişim, çin noktası sıcaklığındaki 6.6°C değişimden daha önemlidir.

Toftum ve ark. (1998a), deri ıslaklığının ısı konforuna olumsuz yöndeki etkisini, 40 insan üzerinde deneysel olarak incelemiştir. Deneylerde deri ıslaklığının kontrolü, giysinin buhar geçirgenliği ve çevresel koşulların ayarlanmasıyla sağlanmıştır. İnsanın deri ıslaklığı arttıkça ortamın kabul edilebilirliği azalmaktadır. Çalışmalarında, deri ıslaklığından dolayı memnun olmayanların oranının belirlenebilmesi için bir model geliştirilmiştir. Var olan modeller, kişisel ve çevresel etkenlerden hareketle ısı ve kütle transferi denklemlerinin çözümlenmesiyle belirlenmektedir. Geliştirilen modelle, insanların deri ıslaklığından kaynaklanan rahatsızlığı göz önünde bulundurarak, iç ortam koşullarında olabilecek en fazla bağıl nem değerinin belirleneceğini ortaya koymuştur.

Toftum ve ark. (1998b), solunan havanın sıcaklık ve neminin kabul edilebilirliği üzerinde durmuştur. Havanın, solunum yollarını yetersiz soğutmasının, insanlar tarafından algılanma durumunun tahminine yönelik bir model geliştirilmiştir. Deneylerde, 19 erkek ve 19 bayan toplam 38 denek, artlandırma odasında 20 ile 29°C sıcaklık ve %25 ile %90 bağıl nem arasında değişen 14 değişik hava koşulunda bulundurulmuştur. İç hava kalitesi ve solunum yollarında, tahmin ve buharla mayla yeterli soğutma yapıp yapılmadığını değerlendirilmiştir. Solunan havanın sıcaklık ve nemi arttıkça, ortam daha sıcak ve havasız algılanmakta, aynı zamanda kabul edilebilirliği azalmaktadır. Sıcaklık ve nemin artmasıyla, solunumla olan duyulur ve gizli ısı kayıpları azalmakta, bu da havanın bozuk ve kalitesiz algılanmasına neden olmaktadır. Yüksek sıcaklıktaki kuru hava, insanların kendilerini sıcak hissetmelerine karşın bozuk hissetmemelerine neden olmaktadır. Ancak, aynı sıcaklıktaki nemli hava sıcak ve bozuk hissedilebilir.

Tanebe ve ark. (1987), Japonların ısı konfor tercihlerini 172 örneği üzerinde yapmış olduğu deneylerle belirlemeye çalışmıştır. Deneyler, 3 saat süresince sabit aktivitede, 23 ile 31°C sıcaklıkta ve %40, %60 ve %80 bağıl nemde, toplam 11 değişik çevresel koşul altında giysi yalıtımı 0.6 clo alınarak gerçekleştirilmiştir. Grafiklerde, düzeltilmiş sıcaklık değeri kullanılmıştır. Düzeltilmiş sıcaklık, kişide aynı ısı davranışa

yol açan %50 ba ıl nem ve 0.1 m/s hava hızı ko ullarına sahip ortamın sıcaklı ıdır. Yapılan deneylerde, Japonlar için nötr sıcaklık 26.3°C bulunmu tur. Elde edilen veriler, Danimarkalı ve Amerikalı insanlar üzerinde yapılan di er çalı malarla kar ıla tırılmı ve sonuçların çok farklı olmadı ı görülmü tür. Japonlar, Danimarkalılardan 0.6°C, Amerikalılardan 0.7°C daha yüksek sıcaklı ı tercih etmektedirler. Bay ve bayan arasında da önemli bir farkın olmadı ı, yalnızca bayanların so u a kar ı daha duyarlı oldu u belirtilmektedir. Deri yüzeyinden buharla mayla olan ısı kayıpları incelendi inde ise, dü ük sıcaklıklarda cinsiyetler arasında önemli bir fark olmayıp yakla ık olarak e it oldu u belirtilmi tir. Ancak, yüksek sıcaklıklarda erkekler daha fazla terlemektedir. Isıl olarak, nötr bölgede buharla madan ötürü olu an ısı kayıpları 10-12 W/m²'dir.

Quanten ve ark. (2007), iklimlendirme yapılan ve yapılmayan iki araç içerisindeki ısıl konfor parametrelerini incelemi lerdir. iklimlendirme yapılan araç içerisindeki sıcaklık farkı 5-6 °C iken, iklimlendirme yapılmayan araç içerisinde bu de er 8-9 °C olarak belirlenmi tir. Ayrıca, sürücü ile beraber bir yolcunun kabin içinde olmasının ısıl rejimi iklimlendirme sisteminden ba ımsız olarak %15 oranında etkiledi i görülmü tür.

Hodder ve Parsons (2006), güne radyasyonunun araç içi ısıl konfora olan etkisini incelemi lerdir. Çalı malarında, 0, 200, 400 ve 600 W/m² olmak üzere dört de i ik güne ı ı ı simülasyonu kullanmı lar ve her düzey artı ı için ısıl konfor hissinin de +1 arttı ını bulmu lardır.

Brooks ve Parsons (1999), kapsüllü karbonla tırılmı kuma ların araç içi ısıl konfora etkisini incelemi lerdir. Kuma lar, sürücü koltu unun ısıtılmasında kullanılmı ve 5, 10, 15 ve 20°C kabin sıcaklıklarında, yakla ık olarak 0.9 clo de erinde giysi direnci ile yapılan deneyler sonucu, ısıl konfor hissi biraz so uk olarak belirlenirken, ısıl konforsuzluk hissi ise biraz konforsuz de erinden az olarak elde edilmi tir.

Kılıç ve Akyol (2009), otomobillerin ısıtma sürecinde farklı hava yönlendiricileri seçimlerinde (konsol üzerindeki 4 hareketli menfezin açık tutulması, ön cam altındaki ve ayak hizasındaki sabit menfezlerin birlikte açık tutulması) sürekli de i en ve kabin içinde düzensiz bir da ılım gösteren ısıl konfor parametrelerinin de i imini deneysel olarak incelemi , hazırladıkları simülasyon modelini kullanarak

sürücünün çevresi ile ısı etkileşimi, fizyolojik tepkileri (deri yüzey sıcaklıklarının değişimi) ve ısı konfor algılarını hesaplamalarıdır.

Akyol ve Kılıç (2010), otomobil kabini içerisindeki ısı yükleri dinamik olarak modellenmiştir. Geliştirilen modelde, güneşten gelen ısı yükü ile sürücü ve çevresi arasındaki ısı etkileşimleri hesaplanmıştır. Camların, geçirgenlik, yansımaya ve soğurma özelliklerinin de ısı konforuna olan etkisini incelemiştir.

2.2 Isı Konfor Üzerine Yapılan Teorik Çalışmalar

Öncelikle otomobil içinde, daha sonra genel hatlarıyla ısı konfor konusunda yapılan teorik çalışmalar ve elde edilen bulgular, yöntemlerine de kısaca değinilerek bu bölümde tanıtılmaktadır.

Türksoy (2002), *CFD* tabanlı çalışmada yükseklik ve koltuk arası uzaklıkları değiştirilerek, taht içi geometrisini hava dağılımı açısından incelemiştir. Taht içerisinde ön koltuk ile ön panel mesafesi, ön koltuk ile arka koltuk mesafesi ve taht yüksekliği olmak üzere, üç parametre belirlenmiş ve bu parametreler üzerinde değişiklikler yapılarak, hava akışının etkilenme durumu gözlenmiştir. Havanın menfezden çıkış hızı başlangıçta 6.5 m/s alınmış, ancak bu hızın arkada bulunan yolcular için yeterli olmadığı görüldükten sonra 8 m/s değerine çıkarılarak, aynı hesaplamalar bu hız değeri için tekrarlanmıştır. Çalışmada, havanın ortamdaki çıkış yerlerinin artırılması ve ortama giriş hızının 8 m/s olması durumunda, hava dağılımının daha iyi olduğu ve koltuk uzaklıklarında yapılacak değişikliklerin, ısı dağılımı önemli ölçüde etkilemediği vurgulanmaktadır.

Fujita ve ark. (2001), otomobil yolcu kabini kullanıldığında, ısı çevrenin belirlenmesi için, sayısal bir model geliştirmiştir. *CFD* tabanlı çalışmada, otomobil içerisindeki basit bir model oluşturularak, gösterge panelinden içeri gönderilen hava ile dışarı olan hava sızıntıları birleştirilmiştir. Otomobil içerisinde çeşitli bölgelerde simülasyondan elde edilen hava hız ve sıcaklıkları, deneysel ölçümlerle farklı iklimlendirme koşullarında ve geniş sıcaklık aralığında karşılaştırılmıştır. Ancak, çalışmada ısı konforu ile ilgili herhangi bir sonuçta bulunulmamış, çevresel ve kişisel konfor parametrelerinin ısı konfor ölçütleri üzerindeki etkilerine değinilmemiştir.

Conceiçao ve ark. (2000), ta it içerisindeki ısı etkile imlerin simülasyonunu olu turmu lardır. Model, otomobile giren ve çıkan ısı yükleri dikkate alarak, iç yüzeyler ve hava için enerji dengesi denklemlerini temel almaktadır. Çalı mada, ta it içerisindeki çe itli bölgelerin (tavan, cam, iç hava) sıcaklıklarının zamanla de i imi, çe itli deneysel çalı malarla kar ıla tırılarak verilmi tir.

Özdemir ve ark. (1997), yaptıkları çalı mada seyir halinde bir yolcu otobüsü içindeki ısı konfor ko ullarını incelemi lerdir. Bunun için, Fortran programlama dilinde hazırladıkları bilgisayar programı ile kabin içi sıcaklık da ılımını çıkarmı lardır. Otobüsün 80 km/h hızla gitmesi durumunda, -16°C ile -32°C arasında de i en dı ortam sıcaklı ında, 160 dakikalık seyir süresi için elde edilen sayısal sonuçlar ile yakla ık aynı ko ullardaki deneysel veriler kar ıla tırılmı tir. Kar ıla tırılan parametreler arasında cam, duvar, taban yüzey sıcaklıkları ve iç ortamda ba ve ayak hizası sıcaklıkları yer almaktadır.

Fanger (2001), binaların ısıtılması ve so utulması için kullanılan klima sistemlerinin, bazı durumlarda, ortamın konforlu olarak algılanmasına yeterli olmadığı ve var olan iklimlendirme anlayı ının sorgulanması gerekti ini vurgulamaktadır. Yapılan uygulamalarda, pek çok binada var olan standartlar ve yönetmeliklere uyulmu olmasına kar ın, hasta bina sendromu semptomlarından rahatsızlık duyuldu u ve yeni iklimlendirme anlayı ı çerçevesinde, be adet ilkenin varlı ı belirtilmektedir. Bunlar sırasıyla; verimlili i artırdı ı için daha iyi iç hava kalitesi, iç hava kalitesini dü üren kirlilik kaynaklarından kaçınılması, havanın ortamda bulunanlara serin ve kuru olarak verilmesi, temiz havanın bireysel solunum bölgesine verilmesi ve ısı ortamın bireysel bazda kontrolünün sa lanmasıdır. nsanların, her solumada solunum yolunun serinlemesinden ho landı ı ve bu hissin vücudun di er konfor algılarından on kat daha etkili oldu u, yapılan çalı mada vurgulanan hususlar arasındadır.

Toftum ve Fanger'in (1999) çalı malarında farklı ortam sıcaklıklarına ili kin ba ıl nemin deri ıslaklı ı üzerindeki etkisi ve deri ıslaklı ının da ısı konfor ölçütlerinden memnun olmayanların oranı (*PPD*) üzerindeki etkileri verilmi tir. Ayrıca, hava kalitesini algılamada, solunan hava sıcaklı ı ve neminin önemini vurgulayarak sınır de erleri vermi tir. Ortamın ba ıl nemi arttıkça, deri yüzeyinden ortama nem transferi zorla tı ından, deri ıslaklı ı artmakta ve deri ıslaklı ına ba lı olarak da, konforsuzluk artmaktadır. Vücut üzerindeki ortalama deri ıslaklı ı 0.54 iken, *PPD*

de eri %20 bulunmu tur. Bu de er, ortamda bulunan bireylerin %20'sinin, ortamı ısııl açıdan konforsuz buldu u anlamına gelmektedir. Solunum rahatlı ı için, 26°C sıcaklıkta ba ıl nemin %36'nın altında, 23°C sıcaklıkta %57'nin altında tutulması önerilmektedir. Ayrıca çalı mada, nemin insan sa lı ı üzerindeki etkilerine de kısmen de inilmi tir.

Yi it (1999), sürekli rejim enerji dengesi modelinde giysinin ısııl ve buharla ma direnci için verilen denklemlerden yararlanarak, vücut üzerindeki kuma ve hava tabakalarının direncini hesaplamı tır. Daha sonra, bulunan bu de erleri anlık enerji dengesi modelinde kullanarak, vücudun her kısmından olan duyulur ve gizli ısıı kayıplarını bulmu tur.

Yi it (1998a), vücudu 16 kısma ayırımı ve her kısmın üzerindeki kuma ve hava tabakalarından kaynaklanan ısııl ve buharla ma dirençlerini bulmu tur. Vücudun, göz önüne alınan kısımlarından olan ısıı kayıplarını farklı giysiler için incelemi tir. Fakat çalı mada, vücudun konfor bölgesinde olması için ısııl konfor parametrelerinin nasıl de i ti i ve birbiriyle olan etkile imleri belirtilmemi tir.

Yi it (1998b), di er bir çalı masında kı ko ullarında otomobil içindeki konfor artlarını incelemi tir. So uk kı ko ulları dü ünülerek, otomobil iç hacim sıcaklı ı 2°C'den ba latılmı ve ısııtma sisteminin performansına ba lı olarak iç hacim sıcaklı mın, dakikada 0, 0.125, 0.25 ve 0.5°C do rusal olarak artması ko uluyla, vücut iç bölme ve deri sıcaklıklarının de i imi verilmi tir.

Höppe ve Martinac (1998), kapalı ortamlarda ısııl konfor ko ullarını etkileyen çevresel ve ki isel toplam altı parametre ile bunun yanında, hava kalitesinin kapalı ortam konfor ko ulları üzerindeki etkilerini incelemi lerdir. Dinlenme, ayakta durma, hafif i ve a ır i olmak üzere, dört farklı aktivite düzeyi ve iki giysi yalıtımı, (0.5 ve 1.0 clo), için konfor sıcaklıkları ve hava hızının deri sıcaklı ı üzerindeki etkisi verilmi tir. ç ve dı ortamlar için hava kirletici maddelere, (O₃, SO₂, CO₂ ve HCHO), de inilerek, de i ik kullanım ko ulları, (sigara içilen ve içilmeyen ortamlar), için kirleticilerin ortamda bulunma oranları verilmi tir.

Butera (1998), ısııl konfor ko ullarını etkileyen parametreler ve vücut ile çevre arasındaki ısıı geçi mekanizmalarını açıklayarak, çevreyle gerçekte en ısıı ve kütle transferi denklemlerini özetlemi tir. Çalı masında ayrıca, insanın farklı aktivitelerde, (uyuma, oturma, ayakta durma, ko ma, otomobil kullanma, çalı ma vs.), vücudun üretti i ısıı, giysilerin ısııl dirençleri, insanla ve onu çevreleyen yüzeyler arasındaki görü

faktörü geni olarak ele alınmış, farklı hava hızı ve giysi durumlarında kişinin aktivitesiyle, *PMV* de erinin de i imini verilmiştir. Aktivitenin 58, 81, 116 ve 174 W/m², giysi yalıtımının 0, 0.25, 0.50, 0.75, 1.0 ve 1.5 clo olması durumları için, farklı hava hızı de erlerinde *PMV*'nin de i imi incelenmiştir.

Berglund (1998), nemin insan konforu ve sa lı ı üzerindeki etkilerini incelemi ve bu konuda yapılan çalı maları derlemiştir. Çalı mada nemin, ısı konforu do rudan veya dolaylı olarak birçok yönden etkiledi i belirtilmektedir. Bunlar, enerji dengesi, ısı duyum, deri nemi, rahatsızlık, giysilerin deriye dokunmasının getirdi i his, sa lık ve hava kalitesinin algılanmasıdır. Ortamdaki nem oranı, terleme ve solunum yüzeylerinden suyun buharlaşmasını ve deriden difüzyonunu etkilemektedir. Di er bir deyi le buharlaşma, enerji dengesine etki etmekte, böylece vücut sıcaklıklarını ve ısı duyumunu etkilemektedir. Terin, deriden buharlaşmasıyla olan ısı kaybının artması veya azalması durumunda, deri sıcaklı ı de i ir ve derideki sıcaklık algılayıcıları aracılı ıyla bu de i im do rudan hissedilir. İnsanlar, dü ük nemli ortamları daha serin olarak algırlar. Nemin %50'den %20'ye dü mesi durumunda, aynı deri sıcaklı ının ve konfor algısının korunması için ortam sıcaklı ının yakla ık 1°C artırılması gerekir. Ba ka bir deyi le, ba ıl nemdeki %30'luk de i imi tolere etmek için, ortam sıcaklı ı 1°C de i tirilmelidir. Ortamdaki nem oranı, insan sa lı ını da etkilemektedir. Çi noktası sıcaklı ının 0°C'nin altında olması durumunda, nemle ilgili ikayetler genelde burun, bo az, göz ve deri kuruması eklindedir. Dü ük nem, deri ve solunum yollarının kurumasına neden olur. Derinin a ırı kuruması, deride yıpranmaya, pürüzlülü e, rahatsızlı a ve derinin koruma fonksiyonunun zedelenmesine neden olur. ASHRAE Standart 55, insanların bulundu u mekanlarda çi noktası sıcaklı ının, 3°C'nin altına dü ürlmemesini önermektedir. Nem, insanların konfor algısını etkiledi i gibi, hava kalitesinin algılanmasına da etki etmektedir. Kuru ve serin hava, sıcak ve nemli havaya göre, daha temiz ve taze olarak algılanır. Oda temiz, kokusuz ve iyi havalandırılmış olsa bile, sıcaklık ve nemden dolayı havanın kalitesi ve tazeli i daha dü ük algılanır. Benzer sonuca Fang ve ark. (1996), yaptı ı deneylerde de ula ılmıştır. Azalan sıcaklık ve/veya nemle, hava daha kaliteli algılanmakta ve kabul edilebilirli i artmaktadır. Ba ka bir deyi le, kabul edilebilirlik havanın entalpisiyle önemli ölçüde ili kilidir.

İnsan vücudu, sürekli giri ve çıkı ların olduğu, açık bir termodinamik sistem olarak dü ünülebilir. Deriden ısı ve kütle geçi i söz konusudur. Kandjov (1998), insan

vücudunun ısı kararlılığını buharla mayla olan ısı geçi katsayısının (h_e) belirlediğini bulmuştur ve bu büyüklüğü etkileyen parametreleri incelemiştir. Isıl kararlılığın hava hızı, sıcaklık, rakım ve bağıl nemle olan ilişkilerini vermiştir. Deri ile çevre arasındaki sıcaklık farkının, hava hızı ve yüksekliğin artmasıyla ısı kararlılığı artmıştır, bunun için mesinin ise, ısı kararlılığını etkilemediği sonucuna ulaşmıştır.

Murakami ve ark. (1997), insanı ve içinde bulunduğu odayı modelleyerek, farklı çevresel koşullar altında manken üzerindeki hız ve sıcaklık dağılımını incelemiştir. Durgun hava, yatay üniform akı, yukarıdan aşağı ve aşağıdan yukarı üniform akı durumlarında, manken üzerindeki ısı transfer katsayıları belirlenmiştir. Durgun havada, manken üzerindeki ortalama ısı transfer katsayısı, $3.9 \text{ W/m}^2\text{K}$ olarak hesaplanmıştır. Burada, hava hızıyla olduğu gibi türbülans yoğunluğuyla da artmaktadır. Ancak, manken üzerindeki aşağıdan yukarıya doğru olan üniform akı transfer katsayısı, durgun havaya göre biraz daha küçük çıkmıştır. Bunun nedeni olarak, vücut üzerinde yükselen sıcak ve aynı zamanda kalın olan hava tabakasının bozulmaması ve sınır tabakadaki türbülans karakteristiği gösterilmektedir. Ayrıca, vücut üzerindeki ısı transfer katsayısının, büyük oranda vücudu saran hava tabakasının korunup korunmamasına bağlı olduğu vurgulanmaktadır.

Arıcı ve ark. (1996), insanın ısıl konforunu etkileyen temel dört parametreyi (hava sıcaklığı, hızı, bağıl nemi ve ortalama ısı transfer katsayısı) belirterek, bunların ilk üçünün klima cihazlarıyla kontrol edilebileceğini veya değiştirilebileceğini vurgulamıştır. Bu nedenle, çalışmada bu parametrelerin değişimi üzerinde durulmuştur. Geliştirdikleri model yardımıyla, otomobil iç hacminin 40°C 'den 10°C 'ye soğutulması sırasında, yolcu bölümünün sıcaklık değişimini belirlemiştir. Ancak çalışmada, ısıl konforu etkileyen parametreler veya konfor koşullarıyla ilgili herhangi bir sonuca varılmamıştır.

Horikoshi ve ark. (1985), çevresel ısıl koşulların insan üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yeni konfor ölçütleri türetmiştir. Çevresel dört parametrenin (hız, sıcaklık, nem, ısı transfer katsayısı) etkilerini tanıtan, düzeltilmiş nemli çalışma sıcaklığı ($HOTV$), ısı hız alanı (TVF) ve azaltılmış etkin nem alanı (RHF) indisleri, vücut ile çevre arasındaki ısı dengesi denklemlerinden çıkarılmıştır. TVF , ortam ile deri sıcaklıkları arasındaki farka bağlı olup hava hızının soğutma veya ısıtma etkisini gösterir. RHF , doymuş hava koşullarında vücuttan buharla mayla olan ısı

kaybını göstermektedir. Ortam ile ortalama giysi yüzey sıcakları arasındaki farka, Lewis sayısına (LR), deri ıslaklığına, ısı ta nım katsayısına ve giysinin buhar geçirgenlik verimine ba lıdır. $HOTV$ ise, etkin ı nım alanı (ERF) ile birlikte TVF ve RHF indisleriyle ifade edilir. Bu nedenle, $HOTV$ çevresel dört parametreye de ba lı olup bunların ortak etkilerini ifade eder.

Yukarıda verilen çalı maların yanısıra, Wissler (1988) yüksek basınçlı ortamlarda vücut ile basınçlı gaz arasındaki ısı transferini, Bulcao ve ark. (2000), deri ve iç bölme sıcaklıklarının ısı konfor üzerindeki etkilerini ayrı ayrı, birbirinden ba ımsız olarak ele almı tır. Isıl konfor ara tırmaları, yalnızca insanlar üzerinde yapılmamaktadır. Silanikove (2000), ısı stresini getiren hayvanlar üzerindeki etkilerini, Kadzere ve ark. (2001) ise, sa mal inekler ve süt verimi üzerindeki etkisini incelemi lerdir.

Kılıç ve Sevilgen (2008), bir oda içerisinde yer alan sanal manken ile çevre havası arasındaki ısı, kütle transferini modellemi lerdir. Hava akı ı, sıcaklık ve ba ıl nem da ılımı, duyulur ve gizli ısı kayıpları, vücut yüzeylerinden olan ı nım ve ta nımla ısı geçi i, yerel ve ortalama ısı ta nım katsayıları ile deri yüzey sıcaklık de erlerini hesaplamı lardır.

Kılıç ve Sevilgen (2009), ısıtma sürecindeki bir otomobil kabininin, geçici rejimde, üç boyutlu sayısal analizini incelemi lerdir. Gerçek ölçülerdeki bir araç kabininden yola çıkarak, araç içerisine gerçek boyutlarda bir sanal manken yerle tirmi lerdir. Manken üzerine uyguladıkları, sabit ısı akısı ve sabit yüzey sıcaklı ı sınır ko ulları ile araç içerisindeki hava hızı, sıcaklık da ılımı ve ısı transfer karakteristiklerini üç boyutlu olarak elde etmi lerdir.

Sevilgen ve Kılıç (2010), olası tüm ısı yüklerinin uygulanabildi i bir otomobil kabini içerisinde yer alan sanal manken ile çevre havası arasındaki ısı geçi ini geçici rejimde incelemi lerdir. Geli tirdikleri modelde, araç kliması için de i ken giri ko ullarını da hesaba katarak, korunum denklemlerini, sonlu hacim yöntemi kullanarak çözmü lerdir.

2.3 ç Hava Kalitesi Üzerine Yapılmı Deneysel Çalı malar

Araç kazalarının büyük ço unlu u sürücü kaynaklıdır. Güvenli bir sürü için, araç içerisindeki havanın, konfor ko ullarını da yerine getirmesi istenmektedir. Araç

içerisindeki hava kalitesini, bireysel konfor koşullarında tutmak gerçekten çok güçtür. Bunun yanı sıra, sıcaklık, hava hızı, bağıl nem, sigara dumanı, CO₂ ve CO gazları gibi diğer kenlerin de karmaşık göz önüne alınırsa, geçerli bir konfor koşulu ölçütünü yakalamak neredeyse olanaksız duruma gelmektedir. Kazaların temel nedenlerinden biri de, kusuz sürücünün dikkat eksikliği dir. Artan CO₂, sıcaklık ve buna bağlı olarak azalan bağıl nem miktarı, sürücü dikkatinin dağılmasına ya da direksiyon başında uyuklamasına neden olabilmektedir. Maycock'a (1997) göre, şirket sürücülerinin direksiyon başında uyuma ve kaza yapma oranları normal sürücülere göre daha fazladır.

Karbondioksit, insanların solumasından ve metabolizmalarının çalışmasından kaynaklanan renksiz ve kokusuz bir gazdır. Eğer, ortamda bir yanma olayı gerçekleşiyorsa, karbondioksit yalnızca insanlardan kaynaklanan ve iç hava kalitesini de etkileyen bir etkidir, (Wanner, 1993). İç ortamdaki hava kalitesi için, belirli standartlar ve prosedürler yayınlanmıştır. Bunlardan en çok kullanılanlardan biri de, ASHRAE 62.1 standardıdır. ASHRAE 62.1 standartlarına göre, insanlardan arıdan herhangi bir iç ortama girdiğinde, iç ortamdaki CO₂ miktarı dış ortama göre 700 ppm (milyonda bir parçacık) değerinin altında ise, o ortam insanların büyük bir çoğunluğu tarafından kabul edilebilir olarak tanımlanmaktadır, (Anonim, 2004). İç ortamdaki CO₂ miktarı, 700-3000 ppm arasında değişebilir. Ancak uygun olmayan havalandırmalar varsa, CO₂ miktarı 3000 ppm değerinin üzerine çıkabilir, (Arashidani ve ark., 1996). Ortalama CO₂ değerlerinde bile insanlarda havasızlık ve huzursuzluk hissedilebilir, (Pettenfoker, 1858). Griffiths ve Eftekhari (2007), doğal olarak havalandırılan sınıflarda CO₂ değerlerini incelemiştir. Çalışmalarında, öğrencilerin ve öğretmenlerin ortamı havalandırmaktan daha çok, ısı konforu için pencereleri açıp kapadıkları gözlenmiştir. Papakonstantinou ve ark. (2001), bir oditoryumda hava basma ve emme sistemleri için, CO₂ miktarının sayısal simülasyonu üzerine çalışmışlardır. Çalışmalarında ayrıca, farklı kişi sayıları da göz önünde bulundurulmuştur.

İç hava kalitesine yönelik, literatürde çok sayıda kaynak bulunmaktadır. Ancak, belirli standartlar uygun koşullar altında uygulanırsa, aynı çalışmalar araç içerisindeki iç hava kalitesinin de değerlendirilmesinde kullanılabilir. Cheng ve ark. (2006), ticari kamyonlar içerisindeki kabinler için, iç hava kalitesi ölçümü üzerine çalışmışlardır. Kamyon sürücülerinden %90'ının, dış havanın temiz olduğunu inancı ile camlarını açık tuttuğu gözlemlenmiştir. Kişiy boyunca ölçülen CO, NO, CO₂ değerleri, öngörülenlerin

altında bulunmu tur. Ancak ısı konfor ölçümleri, %93 oranında öngörülen ısı konfor de erlerinden farklı bulunmu tur. $PM_{2.5}$ de erleri ise, 66-835 mg/m^3 olarak ölçülmü ve öngörülen de erlerin 1 ile 13 katı arasında bulunmu tur.

Chan ve Chung (2003), bir otomobil içerisindeki iç ve dış ortam arasındaki hava kalitesinin yanı sıra, farklı havalandırma durumları ve sürüş koşulları için CO, NO ve NO_2 de erlerini ölçmü lerdir. Çalışmalarının sonucunda, iç ortam ile dış ortam hava kalitesi oranlarına, havalandırma durumunun yanı sıra, aynı zamanda, sürüş yapılan çevrenin de etkisi oldu unu bulmu lardır. Galatsis ve ark. (2000), araç içerisindeki havanın sürücünün yorgunlu una ve kazaların önlenmesine olan etkilerini incelemi lerdir. Çalışmalarının esas amacı, kabin içerisindeki O_2 ve CO_2 miktarının sürekli olarak izlenerek, olası bir yaşam tehlikesi durumunda sürücüyü uyarması, otomatik olarak motorun durdurulması ya da camların açılmasını sağlayacak tetikleyici mekanizmaları devreye sokmaktı.

Rees ve Connolly (2006), araç içerisinde içilen sigaranın kabin içi hava kalitesine olan etkisini incelemi lerdir. Çalışmalarında, 15 dakika boyunca 5 dakika sigara içilmeyen bölüm, 5 dakika sigara içilen bölüm ve 5 dakika sigara içilme sonrası bölüm olmak üzere, üç zaman dilimi için, camlar açık ve kapalı durumlarında, CO ve hava içerisindeki uçan parçacık sayısını ölçmü lerdir. Çapı, 2.5 mikrondan ($PM_{2.5}$) az olan parçacıkların ölçümünde, en yüksek düzey 271 mg/m^3 ve en yüksek CO emisyonu ise, 6 ppm olarak bulunmu tur. Bu süre içerisinde, CO emisyonunun sağlık açısından tehlikeli olmamasına karşın, $PM_{2.5}$ üst de eri 40 mg/m^3 sınırsız ve 250 mg/m^3 de eri de tehlikeli olarak verildi inden, ölçülen 271 mg/m^3 de eri tehlikeli olarak bulunmu tur.

2.4 Kızılötesi Kamera ile Yapılmış Çalışmalar

Kızılötesi termografi, askeri savunma, ormancılık, ilaç sektörü, mekanik ve elektrik sistemlerinin bakımı, arama-kurtarma çalışmaları ve binaların bakımında kullanılmaktadır. Kızılötesi sensörler aracılığı ile termografik sıcaklık ölçümü konusunda çok sayıda çalışma yapılmış, ancak bu çalışmalar genel olarak yapı binaları kusurları, enerji kayıp-kazanç miktarının belirlenmesi ya da ısıtma-havalandırma ve soğutma sistemlerindeki yalıtım yetersizliklerinin saptanması konularına odaklanmıştır.

Son 20 yılda, kızılötesi termografi, ta nınm ısı akısını ölçmek için termik akı analizlerinde ve karma ık geometriler üzerinden akı alanlarının incelenmesinde kullanılan bir yöntem olmu tur. Astarita ve ark. (2000), bu ölçüm tekni inin temellerini ve bazı özel durumlara ili kin yakla ımlar yapılabilece ini incelemi tir. Çalı malarında, de i ik kanat geometrileri üzerindeki akı ı termografik olarak analiz etmi lerdir. Ses hızının altında ve üstündeki akı lar için, kopma ve yeniden birle me bölgelerini belirlemi lerdir.

Akı alanını rahatsız etmemesi, dokunmaya gerek duymadan ve göreceli olarak çabuk görüntülemesi açısından, kızıl ötesi termografi tıp alanında, gö üs kanseri tanılmasında da kullanılmaktadır, (Ring ve Ammer, 2000).

Le Sant ve ark. (2002), büyük rüzgar tünellerinde kızılötesi termografi üzerine çalı mı lardır. Rüzgar tüneline gerçekte en akı sırasında, ısı akısı de erleri ve sınır tabakayı belirlemek üzerine de i ik öneriler sunmu lardır.

Moropoulou ve Avdelidis (2002), bina ve yapı malzemelerinin, ı nınm yayma katsayılarını, termografik yöntem ile belirlemi lerdir. Çalı malarında, ta , harç, mermer ve mozaik gibi yapı bile enlerinin ı nınm yayma katsayılarını bulmu lardır. Ayrıca, kullandıkları dalga boyu ve malzemelerin yüzey özelliklerini de göz önünde bulundurmu lardır.

Bina kabu unun termografik olarak incelenmesi ve yalıtım kusurlarının belirlenmesi, Chown ve Burn (1983) tarafından yapılmı tır. Çalı malarında, termografik yöntemin kullanılması ve uygulanması konusunda ayrıntılı bilgi vererek, duvar, yalıtım malzemeleri ve beton gibi yapı bile enlerini incelemi lerdir.

Balaras ve Argiriou (2002), bina kabu u, ısıtma-so utma-havalandırma sistemleri, mekanik ya da elektrik tesisatlardan olan ısı kayıplarını, termografik yöntem kullanarak belirlemi lerdir. Çalı malarında, yalnızca söz konusu olan sistemlerin ısı kayıpları saptanmamı , ayrıca termografik yöntem kullanımındaki hataların giderilmesi yönünde de çözüm önerileri getirilmi tir.

Avdelidis ve Moropoulou (2003), özel yapı malzemelerinin, farklı sıcaklık de erleri için, uzun ve kısa dalga boyu aralı ndaki ı nınm yayma katsayılarını bulmu lardır. Ayrıca, termografik yöntemin uygulanmasında; yayma katsayısı ölçüm tekniklerini açıklamı ve ı nınm yayma katsayısının önemini vurgulamı lardır.

Al-Kassir ve ark. (2005), ısıtma-soğutma-havalandırma sistemlerini, termografik yöntem kullanarak incelemiştir. Duvarların, ısı köprülerinin, boruların ve bağlantı elemanları ile elektrik sistemlerindeki kablo, devre ve yalıtımların değerlendirilmesini yapmışlardır. Termografik yöntemin, gözle görünemeyen birçok yalıtım hatasını yakalama amacı ile kullanılabilirliğini de göstermiştir.

Choi ve ark. (1997), kızılötesi termografi yöntemi ile ölçtükları deri yüzey sıcaklıklarını, 18 farklı deri yüzey sıcaklığı ölçme tekniği ile karşılaştırmışlardır. Denekten elde ettikleri kızılötesi görüntüler aracılığıyla, yerel, bölgesel ortalama ve vücudun ortalama deri sıcaklıklarını elde etmişlerdir.

Datcu ve ark. (2005), duvar yapı bileşenlerinden olan ısı akısının hesaplanmasında, gerçek cisimlerin yaydığı kızılötesi ışınımı da belirlemek için, bir kızılötesi ayna kullanmışlardır. Geliştirdikleri yöntem yardımıyla çevre ile hemen hemen aynı koşullardaki büyük duvar yüzey alanlarının kızılötesi kamera aracılığıyla daha doğru ölçülmesini sağlamışlardır.

Grinzato ve ark. (1998), bina kapısından olan ısı kayıplarını ve ısı köprülerinin belirlenebilmesi amacıyla kızılötesi kamera kullanmışlardır. Geçici rejimde yaptıkları deneyler ile yapı bileşenlerinin ısı ve nem yalıtımı eksikliklerinin belirlenebilirliğini göstermiştir.

Zaidi ve ark.(2006), aynı parkurda yüzen bir yüzücünün deri yüzme stillerindeki deri sıcaklığının değişimini incelemiştir. Çalışmaları sonucunda, yüzme stillerine göre deri yüzey sıcaklığı ortalamasında deri sıcaklıklarında artış olduğunu gözlemlemiştir.

Wu ve ark. (2008), bireylerin yüz bölgesinin tanınması için kızılötesi termografi yöntemi kullanarak, deri ısı transferi modeli geliştirmiştir. Kızılötesi görüntülerin, bireylerin fizyolojik ve psikolojik durumuna göre deri sıcaklığı gösterdiğini belirlemiştir.

E.Y.-K. Ng (2008), termografik yöntem kullanılarak, göğüs bölgesindeki tümörlerin belirlenebilirliği üzerine çalışmıştır. Kızılötesi görüntüler aracılığıyla, göğüs bölgesinde gözlenen bir anormallikte, bölgede tümör olma olasılığının %90 dolaylarında olduğunu belirtmiştir.

Literatürde, termografik yöntemin otomobil içerisinde kullanımına yönelik çalışmalar ve bunları yansıtan kaynaklar sınırlıdır. Bulunabilen çalışmalar, aşağıda özetlenmiştir.

İnsanı çevreleyen dış ortam sıcaklıklarındaki yüzeyler, özellikle araçlar gibi oldukça yüksek geçici rejim koşulları olan ortamlar, ısı konfor açısından oldukça önemlidir, (Kaynaklı ve ark., 2005).

İnsan, kendisini çevreleyen havanın ısı konfor koşulları açısından, uygun koşullarda olsa bile, çevresindeki sıcak veya soğuk yüzeylerden dolayı, ortamı sıcak veya soğuk hissedebilir, (Gameiro da Silva, 2002).

Otomobil içerisindeki ön cam bu sorunun çözülmesine yönelik yapılan ilk çalışmalardan biri, Carignano ve Pipplone (1990) tarafından yayınlanmıştır. Çalışmalarında, ön camdaki bu sorunu bilgisayar destekli bir kızılötesi kamera ile görüntüleyerek incelemiştir.

Burch ve ark. (2004), otomobil içine önden arkaya doğru yerleştirdikleri çok ince bir fiberglass tabaka aracılığı ile araç içerisindeki sıcaklık dağılımını görüntülemiştir.

Amin ve ark. (2007), otomobil kabini içine yerleştirdikleri düşük çözünürlükteki bir kızılötesi görüntüleme sistemi ile sürücülerin sürüş sırasındaki dış ortam ve davranışlarını izleyerek, sürüş güvenliğini artırılması konusunda çalışmışlardır.

Korukçu ve Kılıç (2009), ısıtma ve soğutma süreçleri için otomobil kabini içerisinde yer alan konsol katı yüzeyi ve sürücü deri yüzey sıcaklıklarını kızılötesi kamera ile ölçmüş, ayrıca dış ortam hava hız düzeyleri için çalışmalar yapmışlardır.

Araç içerisinde ısıtma-soğutma sürecinde oluşan geçici rejim koşullarında termografik yöntemin kullanımı, katı yüzeylerin, giysilerin ve görülebilen vücut bölümlerine ilişkin sıcaklık dağılımlarının belirlenmesini sağlamakta ve elde edilen bulgular, ısı konfor çalışmalarında kullanılabilir. (Gameiro da Silva, 2002).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Tezin bu bölümünde, ısı konforu, ısı konfor modellerinin açıklanması ile yapılan deneylerdeki ölçüm aygıtları ve özellikleri tanıtılmı tır. Deney aletlerinin özelliklerinin tanıtılmasının ardından, yapılan deneylerde izlenen yöntemler ayrıntılı biçimde açıklanmı tır.

3.1 Isıl Konfor ve Isıl Konfor Modelleri

İnsan vücudu ve bulunduğu çevre havası arasındaki etkileşimler için, ısı ve kütle transferinin temel bağıntıları kullanılmaktadır. Vücudumuz, metabolik olarak enerji üretip, bu enerjinin bir bölümünü kaslar aracılığıyla mekanik iş olarak harcarken, kalan enerji ise, deri yüzeyimizden iletim, taşınım, yansıma, buharlaşma ve solunum ile çevreye atılır ya da depolanarak vücut sıcaklığını artırır.

Isıl konfor kavramı kişisel tercihleri de içerisinde barındıran bir kavram olduğundan, literatürde birkaç farklı tanım yapılmı tır. Aybers'e (1978) göre, bir ortamda sıcaklık ve diğer hava koşullarından kaynaklanan bir rahatsızlığın olmaması durumu; Anonim (1993a), ısı çevreden hoşnut olunan düzey durumu; Anonim (1993b), iç vücut sıcaklığının düzenlenmesi için minimum fizyolojik çabaya gerek duyulması durumu; Anonim (1995), ısı çevreden tatmin olunan koşulları, ısı konforu olarak nitelendirmektedir. Isıl konfor, çevresel ve kişisel faktörlere bağlıdır.

Çevresel faktörler

- Hava sıcaklığı
- Hava hızı
- Havanın nemi
- Ortalama yalıtım sıcaklığı

Kişisel faktörler

- Yapılan aktivite
- Giysi

İnsanlar zamanlarının çoğunu, yapay olarak iklimlendirilmiş ortamlarda geçirmektedirler. Söz konusu ortamlardaki amaç, her bir bireyin kendisini ısı konfor koşullarında hissedebileceği bir ortam sağlayabilmektir. İnsanların zihinsel, fiziksel ve

algısal performansları, ısı konforda buldukları durumda genelde en üst seviyededir, (Özdemir ve ark. 1997, Fanger 2001, Türksoy 2002, Srinavin ve Mohamed 2003).

Vücut ile çevre arasındaki ısı etkileşimi için literatürde birkaç model olsa da, yaygın olarak iki model kullanılır. Bunlar, Fanger (1970) tarafından geliştirilen *Sürekli Rejim Enerji Dengesi Modeli* ile Gagge ve ark. (1971) tarafından geliştirilen *ki Bölmeli Anlık Enerji Dengesi Modeli*'dir.

Sürekli Rejim Enerji Dengesi Modeli

Bu model, vücudu bütün olarak ele alınarak enerji depolamasının ihmal edilebileceğini ve vücut sıcaklıklarının zamana göre sabit kaldığını kabul eder. Sürekli rejimde üretilen ısı enerjisi, ısı kayıplarına eşit olur ve enerji dengesi eşitlik (3.1) ile tanımlanabilir, (Anonim 1993a).

$$\begin{aligned} M - W &= Q_{sk} + Q_{res} \\ &= (Q_{cd} + Q_{cv} + Q_{rd} + Q_{e,sk}) + (Q_{s,res} + Q_{e,res}) \end{aligned} \quad (3.1)$$

Bağlamdaki M , metabolik ısı enerjisi üretimi olup sürekli pozitif değerdedir. Vücudun bütün hücrelerinde oluşan kimyasal tepkimeler sonucu ısının serbestlenme hızı olarak tanımlanabilir, (Semiz 1990). W , kaslar tarafından yapılan mekanik iş olup birçok iş için sıfıra yakındır, (Anonim 1993a). Q_{res} , solunum yoluyla çevreye olan toplam ısı geçişini göstermekte olup, duyulur ($Q_{s,res}$) ve gizli ($Q_{e,res}$) ısı geçişlerinin toplamıdır. Q_{sk} terimi, giyinik vücutta deriden olan toplam ısı kaybını vermektedir. Bu değer, deriden duyulur ($Q_{cd}+Q_{cv}+Q_{rd}$) ve gizli ($Q_{e,sk}$) ısı geçişlerinin toplamıdır. Q_{cd} , Q_{cv} ve Q_{rd} terimleri sırasıyla deriden çevreye olan iletim, taşınım ve yalıtım yoluyla olan ısı geçişlerini göstermektedir. $Q_{e,sk}$, deriden buharlaşma yoluyla olan toplam ısı kaybını göstermektedir. Bu kayıplar, vücut tarafından üretilen terin buharlaşması ve terin deriden difüzyon yollarıyla olan ısı kayıplarının toplamıdır. Buharlaşma sonucu vücuttan ısı kaybolacağından, $Q_{e,sk}$ her zaman pozitifdir, (Aybers 1978).

Vücudun enerji dengesini gösteren eşitlikteki bütün terimler, vücudun birim yüzey alanı için ifade edilmektedir. Genelde vücudun çıplak yüzey alanı için, oldukça iyi yaklaşımla sağlayan DuBois denklemi kullanılmaktadır. m vücudun kütlesi ve l boyu olmak üzere, vücudun çıplak yüzey alanı A da verilen denklem yardımıyla hesaplanır.

$$A_D = 0.202m^{0.425}l^{0.725} \quad (3.2)$$

Vücut ile çevre arasında kurulan ısı dengesi, ba ka bir deyi le, vücutta üretilen ısı ile çevreye olan ısı kayıplarının birbirini dengelemesi ısı konfor için gereklidir, ancak yeterli de ildir. Çünkü vücudun ısı dengesinin sa lanabilece i çok geni çevre ko ulları yer almaktadır. Bu geni çevre ko ulları arasında, dar bir bölgede ısı konfor sa lanabilmektedir. Belirli bir metabolik enerji üretiminde (M), ısı konforu sa layan vücudun deri bölmesi sıcaklı ı (T_{sk}) ve terleme ile olu an ısı kaybı miktarı ($Q_{e,rsw}$) a a ıda verilen deneysel ba ıntılarla bulunabilmektedir, (Anonim 1993a).

$$T_{sk,req} = 35.7 - 0.0275(M - W) \quad (3.3)$$

$$Q_{e,rsw,req} = 0.42(M - W - 58.15) \quad (3.4)$$

Belirli bir çevresel ko uldaki bir ortama girildi inde, vücudun denetim mekanizmalarının nasıl tepki verece ini belirlemek ve vücuttan olan toplam ısı kayıplarını hesaplamak oldukça karma ık ve zordur. Bu nedenle, vücuttan olan toplam ısı kaybını veren basitle tirilmi (indirgenmi) ba ıntılara ba vurulabilir. Bu ba ıntılardan yaygın olarak kullanılanlardan biri, e itlik (3.5) ile verilmi tir (Anonim 1993a, Culp ve ark. 1993). Ancak e itlik, vücudun üretmi oldu u terin tamamının buharla tı nı kabul edip giysilerin nem geçirgenli ini yok saymı tır. Bu varsayım iç ortamlarda giyilen giysiler ve orta düzeyde aktiviteler için iyi bir yakla ım sa lasa da terlemenin fazla oldu u yüksek aktivitelerde hassasiyet azalmaktadır, (Anonim 1993a, Kaynaklı ve Yamankaradeniz 2002a).

$$\begin{aligned} (M - W) = & 3.96 \times 10^{-8} f_{cl} \left[(T_{cl} + 273.15)^4 - (\bar{T}_{rd} + 273.15)^4 \right] \\ & + f_{cl} h_{cv} (T_{cl} - T_a) \\ & + 0.42 [(M - W) - 58.15] \\ & + 3.05 [5.73 - 0.007(M - W) - p_a] \\ & + 0.0014M (34 - T_a) \\ & + 0.0173M (5.87 - p_a) \end{aligned} \quad (3.5)$$

Ba ntıda yer alan, f_{cl} vücut üzerindeki giysilerden dolayı çıplak vücut yüzey alanındaki artı oranı, h_{cv} ta nımımla olan ısı geçi katsayısı, T_a ve T_{cl} sırasıyla ortam ve giysi yüzeyinin ortalama sıcaklı ıdır. \bar{T}_{rd} ise ortalama ı nım sıcaklı ıdır. Ortalama ı nım sıcaklı ı, sıcaklı ın düzgün de erde olmadı ı gerçek bir kapalı ortamda, insan vücudundan çevreye ı nımımla olan ısı geçi ine e de er bir ısı geçi i sa layan ve düzgün da ılımlı sıcaklı ı olan, sanal kapalı bir ortamın sıcaklı ıdır. \bar{T}_{rd} de eri, küresel termometre yardımıyla a a ıdaki ba ntı ile bulunabilir.

$$\bar{T}_{rd} = \left[(T_{küre} + 273)^4 + 2.5 \times 10^8 V^{0.6} (T_{küre} - T) \right]^{1/4} - 273 \quad (3.6)$$

E itlik (3.5)'deki terimler sırasıyla ı nım, ta nım, terin buharla ma ve difüzyonu, solunumla olan duyulur ve gizli ısı kayıplarını tanımlamaktadır. T_{cl} de eri, a a ıda verilen denklem yardımıyla hesaplanabilir.

$$T_{cl} = 35.7 - 0.0275(M - W) - R_{cl} \left[\begin{array}{l} (M - W) - 3.05[5.73 - 0.007(M - W) - p_a] \\ - 0.42[(M - W) - 58.15] - 0.0173M(5.87 - p_a) - 0.0014M(34 - T_a) \end{array} \right] \quad (3.7)$$

Ba ntıda yer alan R_{cl} de eri, giysinin ısıl direncini ve p_a de eri ise çevre ortamı su buharı basıncını tanımlamaktadır.

ki Bölmeli Anlık Enerji Dengesi Modeli

Vücut ile çevre arasındaki ısıl etkile imde yaygın olarak kullanılan di er model ise, *ki Bölmeli Anlık Enerji Dengesi Modeli*'dir. Bu model, vücudu iç içe iki silindir olarak kabul eder ve iç silindir iç organları, kasları ve kemikleri, dı silindir ise deri ve ona ba lı dokuları simgeler. Her iki tabaka arasında iletim ve kan akı ı yoluyla ısı geçi i söz konusudur. ç bölme ve deride birim zamanda depolanan ısıl enerji, bu tabakaların sıcaklıklarının zamanla de i mesine neden olur. Isıl model, her biri bir bölmenin ısıl dengesini gösteren birbirine ba lı iki denklemle ifade edilebilir, (Anonim 1993a, Butera 1998).

$$S_{cr} = M - W - (Q_{s,res} + Q_{e,res}) - Q_{cr,sk} \quad (3.8)$$

$$S_{sk} = Q_{cr,sk} - (Q_{cd} + Q_{cv} + Q_{rd} + Q_{e,sk}) \quad (3.9)$$

Vücutta birim zamanda depolanan ısı enerjisi, anlık iç enerji artışıdır. Bu artış, iç bölme ve deri için aşağıdaki bağıntılar kullanılır;

$$dT_{cr} / dt = S_{cr} A_D / ((1 - \alpha) m c_{p,b}) \quad (3.10)$$

$$dT_{sk} / dt = S_{sk} A_D / (\alpha m c_{p,b}) \quad (3.11)$$

Yukarıdaki bağıntılarda yer alan α , vücut kütlelerinin deri bölgesinde bulunan oranı, m vücut kütlesi, $c_{p,b}$ vücudun özgül ısı ve dt ise zamanı göstermektedir.

Isıl konfor hesaplamalarında en çok kullanılan modellerin yanı sıra, bağıntı modeller de vardır. Burch ve ark. (1991b), giysinin ısı kapasitesini ve vücuttan iletimle olan ısı kayıplarını da eklemiştir.

Huizenga ve ark.'nın (2001) çalışmaları göre, Stolwijk modeli iç ve deri bölmelerinin yanı sıra kas ve yağ bölmelerini de içermektedir. Modelde, vücut, baş, gövde, kollar, eller, bacaklar ve ayaklar olmak üzere temel olarak 6 kısımda, toplam olarak ise 24 bölmeden oluşacak biçimde incelenmektedir. Çalışmalarında vücut, Stolwijk modeli gibi 4 bölüme (iç bölme, kas, yağ ve deri tabakasına) ayırarak ele alınmıştır ve buna bir deri giysi tabakası eklenmiştir. Ancak bu model, giysilerin yanı sıra vücudun kas ve yağ dokusunun bazı ısı özelliklerinin bilinmesine gereksinim duymaktadır.

Isıl konfor ölçütleri

Klimlendirilmiş bir ortamın sıcaklığı, sayısal olarak belirlenebilmesine karşın, konfor hissi diğer fizyolojik duyumlar gibi niteliksel olarak değerlendirilir. Isıl çevrenin bir grup tarafından fizyolojik değerlendirilmesini sayısal olarak ifade etmek amacıyla birçok ısı konfor ölçütü kullanılmaktadır.

Etkin sıcaklık (ET^*), bulunulan ortamdan çevreye olan ısı kaybına eşit bir ısı kaybına yol açan, %50 bağıl nemdeki ortamın sıcaklığıdır. Böylece, farklı sıcaklık ve

nemde olsalar da aynı ET^* de erine sahip iki ortam, hava hızlarının aynı olması ko uluyla ki ide aynı ısı davranı na yol açar. Etkin sıcaklık a a ıda verilen denklem yardımıyla hesaplanabilir.

$$ET^* = T_o + w i_m LR(p_a - 0.5 p_{ET^*,s}) \quad (3.12)$$

Ba ntıda yer alan T_o , operatif sıcaklıktır ve ortalama ı nım sıcaklı ı ile çevre hava sıcaklı mın, kar ılıklı ısı geçi katsayılarına göre a ırlıklı ortalaması olarak tanımlanabilir. W de eri toplam deri ıslaklı ını ve i_m de eri ise toplam buhar geçirgenlik verimini göstermektedir. LR terimi, Lewis oranı olup, bir yüzey için ta ınılma ısı geçi katsayısı ile kütle geçi katsayısı arasındaki ili kiyi belirtir. $p_{ET^*,s}$ de eri, etkin sıcaklıktaki doymu havanın su buharı basıncını göstermektedir.

Tahmini Ortalama Oy (PMV) indeksi, ortamın geni bir insan kümesi tarafından de erlendirmesini tanımlamaktadır. Bu ölçüt a a ıda verilen denklem yardımıyla hesaplanabilir ve sonuç, 7 noktalı sayısal ölçe e göre de erlendirilir.

$$PMV = (0.303 \exp(-0.036M) + 0.028)L \quad (3.13)$$

PMV için, +3 çok sıcak, +2 sıcak, +1 ılık, 0 nötr, -1 serin, -2 so uk ve -3 çok so uk olarak belirlenebilir. Ba ntıdaki L de eri, vücut üzerindeki ısı yükü göstermekte olup, vücuttaki ısı üretimi ile, bulunulan ortamda konfor ko ullarını sa layan (3.3) ve (3.4) numaralı e itliklerle verilen T_{sk} ve $Q_{e,rsw}$ de erlerine sahip bir insanın ısı kaybı arasındaki fark olarak tanımlanmı tır. Ancak bu ortalama de ere bakarak, söz konusu ortamdaki insanların hangi oranda bu ortamı ısı çevre açısından konforlu bulduklarını veya bulmadıklarını tahmin etmek olanaksızdır. Bunun için memnun olmayanların yüzdesi (PPD) olarak adlandırılan ba ka bir ısı konfor ölçütü kullanılmaktadır.

Memnun Olmayanların Yüzdesi (PPD) indeksi, bir ortamda bulunan insanların, ortamı ısı açıdan konforlu bulmayanlarının oranını verir. PPD ile PMV arasındaki ili ki e itlik (3.14) ile verilmi tir.

$$PPD = 100 - 95 \exp[-(0.03353PMV^4 + 0.2179PMV^2)] \quad (3.14)$$

E itlik (3.13) incelendi inde, vücut üzerindeki ısı yükün dolayısıyla PMV 'nin sıfır olması durumunda bile %5'lik bir grubun ısı açıdan tatmin olmadığı görülmektedir. ASHRAE Standart 55-1992, bir ortamın konforlu nitelenebilmesi için ortamda bulunan insanların en fazla %10'unun çevrenin ısı koşullarından memnun olmaması koşullarını koymuştur, (Anonim 1993a).

Isıl konfor algısı için, iki bölmeli anlık enerji dengesi modelinde ısı duyumu ($TSENS$) yaygın olarak kullanılmaktadır. $TSENS$, 11 noktalı sayısal ölçüye göre değerlendirilir. $TSENS$ için, +5 dayanılmaz ölçüde sıcak, +4 çok sıcak, +3 sıcak, +2 ılık, +1 ılıkça, 0 nötr, -1 serince, -2 serin, -3 soğuk, -4 çok soğuk, -5 dayanılmaz ölçüde soğuk koşullarını göstermektedir. $TSENS$, aşağıda yer alan bağıntılar yardımıyla hesaplanabilir.

$$TSENS = \begin{cases} 0.4685(T_b - T_{b,c}) & T_b < T_{b,c} & (3.15) \\ 4.7\eta_e(T_b - T_{b,c})/(T_{b,h} - T_{b,c}) & T_{b,c} \leq T_b \leq T_{b,h} & (3.16) \\ 4.7\eta_e + 0.685(T_b - T_{b,h}) & T_{b,h} < T_b & (3.17) \end{cases}$$

$$t_b = (1 - \alpha)t_{cr} + \alpha.t_{sk} \quad (3.18)$$

$$t_{b,c} = \frac{0.194}{58.15}(M - W) + 36.301 \quad (3.19)$$

$$t_{b,h} = \frac{0.347}{58.15}(M - W) + 36.669 \quad (3.20)$$

Bağıntılarda yer alan T_b vücut sıcaklığı, T_{bc} ve T_{bh} de erleri sırasıyla vücut alt ve üst sıcaklık limitleri, η_e buharlaşma verimi (0.85 de erinde), α vücudun toplam kütlelerinin deri içerisinde yer alan oranı, t_{cr} vücut iç bölme sıcaklığı, t_{sk} vücut üzerinden ölçülen deri sıcaklığı, M metabolik aktivite, W kaslar tarafından yapılan mekanik işi göstermektedir.

3.2 Deney Düzenekleri, Ölçüm Yöntemleri ve Ölçüm Cihazları

Araştırma kapsamında yapılan deneyler, park edilmiş bir otomobil içerisinde, araç rölantide iken gerçekleştirilmiştir. Deneylerde kullanılan otomobil, 1600 cc motor

hacmine sahip 2005 model FIAT-Albea'dır. Araç içerisinde yapılan deneylerde, ısı konfor ve diğer koşulların belirlenmesi amacıyla araç ve vücut yüzey sıcaklıklarının ölçülmesi planlanmıştır.

Araç klimasında kullanılan kompresörün özellikleri aşağıdaki gibidir:

Nippon Denso 10p15

Silindir sayısı :10

Alçak basınç: 1.67 Mpa

Yüksek basınç: 3.53 Mpa

Solütucu akışkan: HFC- R134a

Kullanılan solütucu akışkan miktarı: 625 gr

Kullanılan yağ tipi: ND8

Strok hacmi: 177 cm³

Araç içerisinde yer alan yüzey sıcaklıklarının ölçülmesi için, K tipi ısı çifti ve vücut deri sıcaklığı ölçümü için ise, T tipi Physitemp marka ısı çifti kullanılmıştır. Araç ve vücut yüzey sıcaklık değerleri, Cole Palmer marka Digi-Sense model 12 Kanallı Termometre aracılığıyla alınarak, kaydedilmiştir. Kaydedilen veriler, aygıtın kendi yazılımı aracılığıyla bilgisayar ortamına aktarılabilir.

Cole Palmer Digi-Sense 12 Kanallı Termometre

Aynı anda, maksimum 12 noktadan sıcaklık ölçümüne yarayan bu aygıt, farklı ısı çiftleri ile de kullanılabilir.

Aygıtın çalışma gücü:

10-28 V DC 300 mA

9-20 V AC 500 mA

12 kanallı termometre ile kullanılabilen ısı çifti tipleri şunlardır:

- B tipi
- E tipi
- J tipi
- K tipi
- N tipi
- R tipi

- S tipi
- T tipi

Kanallar, istenildi inde ayrı ayrı açılıp kapanabilmektedir.

Veri Depolaması:

Aygıt, 4680 veri depolayabilip, saklayabilme özelli ine sahiptir.

Ölçüm aralı 1, 4 saniye ile 1 saat arasında de i ebilir.

Verilerin okunması:

12 kanaldan da aynı zamanda yazıcı aracılı ıyla çıktı alınabilir.

Anlık veya saklanmı veriler anında yazıcıya veya bilgisayara aktarılabilir.

Physitemp Isıl çift

T tipi olan ve deri üzerinden sıcaklık ölçümlerinde kullanılan bu ısıl çift, 12 kanallı termometreye ba lanabilmekte ve vücut üzerinde istenilen noktalardan ölçüm alınabilmesine olanak sa lamaktadır.

Isıl çiftlerin cevap hızı 0.15 saniyedir.

Maksimum 90 °C sıcaklı a kadar ölçüm yapılabilmektedir.

Araç içerisinde ısıl konfor ve di er ko ulların belirlenmesi için hava hızı, ba ıl nem ve CO₂ düzeyi de ölçülmü tür. Bu büyüklüklerin ölçülebilmesi için, Testo marka 350 M/XL 454 model veri kaydedici ve buna ba lı problemler kullanılmı tır.

Testo 350 M/XL 454

Aygıtın çalı ma gücü:

230 V/ 8V/ 1A

Yeniden arj edilebilir NiMh paket

4 adet kalem pil

Testo 454 'ün kolay eri ilebilen Türkçe menüsü aracılı ıyla, ölçüm yapılan yer, tarih ve saat ayarlanabilmekte ve istenirse ölçüm de erlerinin çıktısı, aygıtta monte edilmi olan yazıcı ile de anında alınabilmektedir.

Aygıtta 1 adet prob ba lanabilmektedir. Ekrandan ise, 6 adet ölçüm de eri aynı anda okunabilmektedir.

Bellek kapasitesi 1 Mb olan aygıt, gezici bir kaydedici tipinde olup tetikleyici, manuel ya da belirli bir zaman sonra ba latılabilme gibi program özelliklerine sahiptir.

DIN EN ISO 9001:2000 standartlarına göre kalibre edilmiş aygıtın ölçüm duyarlılığı ise Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Testo 350 M/XL 454 ölçüm duyarlılığı.

	Referans	Öngörülen Tolerans	Ölçülen Değer
Sıcaklık (°C)	-100	± 0.4	-100
	0.0	± 0.4	-0.0
	200.0	± 0.4	200.0
	900.0	± 1.0	900
Hız (m/s)	10.00	± 0.04	10
Bağıl Nem (%)	12.00	± 0.1	12

Ölçülen büyüklüklerin aynı anda birden çok olması ve Testo 350 M/XL 454 ana ünitesi tek başına bir ölçüm probu barındırdığından, diğer büyüklüklerin de ölçülebilmesi amacıyla, ek bir aygıt kullanılmıştır. Testo 454, ana ünite ile doğrudan veya bağlantı kabloları ile bağlanabilen bu aygıt, ölçüm problemlerinin sayısını artırmak için kullanılmıştır. Bu aygıtta, aynı anda 4 adet prob bağlanabilmektedir. Ölçüm problemlerinin değerleri ise, ana ünitenin ekranından okunabilmektedir.

Aygıtın ölçüm duyarlılığı, ana ünitenin ölçüm duyarlılığı ile aynıdır.

Aygıtta bağlanabilen problemler ve özellikleri aşağıdadır:

Üçlü (Hız-Sıcaklık-Bağıl nem) Prob

Üçlü prob yardımıyla ünitelerdeki soket sayısından tasarruf edilerek, hız, sıcaklık, bağıl nem ve son iki termofiziksel değere bağlı olarak çin noktası sıcaklığı aynı anda ölçülebilmektedir.

Testo 454 üçlü prob ölçüm aralıkları Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Testo 454 üçlü prob ölçüm aralıkları.

Büyüklük	Minimum değer	Maksimum değer
Sıcaklık	-20°C	+70°C
Bağıl Nem	0	% 100
Hız	0	10 m/s

CO₂ Ölçüm Probu

Bir ortamdaki CO₂ miktarını, ppm (milyonda bir birim) cinsinden ölçer. Normal olarak temiz havada CO₂ miktarı 350-450 ppm aralığında iken, bu değer şehir içerisinde 700 ppm'e kadar çıkabilmektedir. Testo 454 CO₂ probu ölçüm aralığı ve duyarlılığı Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.3 Testo 454 CO₂ probu ölçüm aralığı ve duyarlılığı.

Büyüklik	Minimum değer	Maksimum değer
CO ₂	0 ppm	9999 ppm
Referans (ppm)	Öngörülen Tolerans (ppm)	Ölçülen Değer (ppm)
84	± 5	82

Yüzey Termometre

Yüzey sıcaklıklarının hızlı ve doğru bir şekilde ölçülmesini sağlayan bu prob, ucunda birbirini dik şekilde kesen 2 adet ince sıcak telden oluşmaktadır. Probu yüzeye dokunması sırasında teller arasında oluşan termik gerilme yardımıyla yüzey sıcaklığı okunabilir. Testo 454 yüzey termometre probu ölçüm aralığı Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3.4 Testo 454 yüzey termometre probu ölçüm aralığı.

Büyüklik	Minimum değer	Maksimum değer
Sıcaklık	-200 °C	+300 °C

Küresel Termometre

NTC tipinde sensör ile çalışan küresel termometre, ortam içerisindeki ortalama 1 mm sıcaklığın belirlenmesinde kullanılmaktadır. Ortalama 1 mm sıcaklığı, sıcaklığın düzgün şekilde elde olmadığı gerçek bir kapalı ortamda insan vücudundan çevreye 1 mm ile olan ısı geçişine göre bir ısı geçişi sağlayan ve düzgün şekilde ılımlı sıcaklığı olan sanal bir kapalı ortamın sıcaklığıdır. Ortalama 1 mm sıcaklığı, küresel sıcaklığı, hava sıcaklığı ve hava hızından yararlanarak tahmin edilebilir. Küresel termometrenin DIN 33 403 normlarına göre kalibrasyon değerleri Çizelge 3.5'de verilmiştir.

Çizelge 3.5 Küresel termometrenin DIN 33 403 normlarına göre kalibrasyon değerleri.

Ölçüm aralığı (°C)	Doğruluk (°C)	Cevap Hızı
0... +80	± 1	Yaklaşık 30 dakika

Deneylerde, çok sayıdaki noktaya ilişkin sıcaklık değerlerinin aynı anda ölçülebilmesi ve anlık sıcaklık dalgalılarının belirlenmesi amacıyla, kızılötesi kamera kullanılmıştır.

Termografik yöntemin kullanılması için, 19 mm odak uzaklığı olan, FOV 45° lense ve 640 x 840 piksel çözünürlükte, Flir Thermacam SC640 kızılötesi kamera kullanılmıştır.

Flir Thermacam

Flir Systems tarafından üretilen kızılötesi kamera, kızılötesi ışınlar yardımıyla sıcaklık ölçümlerinde kullanılmıştır.

Bir nesnenin yaydığı ısı enerjisi, kızılötesi kamera aracılığıyla görüntüleme ve ölçme yöntemine kızılötesi termografi denilmektedir.

Mutlak sıfır sıcaklığının üstündeki her cisim, çevresine ışıma dalgaları yayar.

Kızılötesi ışınlar, insan gözünün algılayabileceğinden daha uzun dalga boyuna sahiptirler.

Thermacam'ın çalışma gücü:

Yüklenilebilir Li/Ion pil

7.2 V

4.4 Ah

Pil çalışma süresi 3 saatten fazla

90-260 VAC, 50/60 Hz, 12 VDC

Thermacam'ın görüntüleme performansı:

± 2.0 °C ya da ± 2% ölçüm değeri

30 °C'de <0.08 °C

Veri depolama ve aktarma:

Thermacam'den alınan ölçümler, istenildiğinde SD kart ile kolayca kişisel bilgisayara aktarılabilir.

Kızıl ötesi kamera ile ölçüm yapılırken, okunan veriler anında bilgisayar ortamına aktarılabilmektedir.

3.3 Deney Koşulları ve Kullanılan Denekler

Deneylerde yaklaşık 3 erkek denek kullanılmıştır. Denek özelliklerinin ortalamaları (S.S.); yaş = 25 (± 2.64) yıl, boy = 176 (± 10) cm, ağırlık = 79.67 (± 15.5) kg ve vücut kütle indeksi = 25.61 (± 2.42) kg/m² biçimindedir.

Denekler, ISO 9920 standartlarına göre, kış koşullarında normal giysi ısı direnci olarak, 1 clo (0.155 m²K/W), yaz koşullarında ise, 0.5 clo (0.0775 m²K/W) varsayılan kıyafetler giymi ve araç içerisindeki metabolik aktivite düzeyi, oturma durumunda olan bir kişi için, 1 met (58.2 W/m²) alınmıştır.

Otomobil içerisinde 2008 yılının kış aylarında gerçekleştirilen deneyler, dört grup altında toplanmıştır:

- 1- Konsol menfezinin çalıştırıldı ve ısıtıcının 30 dakika boyunca, en sıcak konumda tutulduğu, K1 Deneyleri I adlı grup.
- 2- Konsol menfezinin çalıştırıldı ve ısıtıcının önce 20 dakika boyunca en sıcak konumda, sonra 10 dakika boyunca orta konumda tutulduğu ve daha sonra da bu prosedürün tersinin izlendiği, K1 Deneyleri II adlı grup.
- 3- Ayaklar-ön cam menfezinin çalıştırıldı ve ısıtıcının önce 20 dakika boyunca en sıcak konumda, sonra 10 dakika boyunca orta konumda tutulduğu ve daha sonrada bu prosedürün tersinin izlendiği K1 Deneyleri III adlı grup.
- 4- Ayaklar-ön cam menfezinin çalıştırıldı ve ısıtıcının önce 20 dakika boyunca en sıcak konumda, sonra 10 dakika boyunca orta konumda tutulduğu ve daha sonra da bu prosedürün tersinin izlendiği, farklı denek ile yapılan K1 Deneyleri IV adlı grup.

K1 Deneylerinin I., II., III. ve IV gruplarına ilişkin olarak yapılan deneylerin dış ortam koşulları; sırasıyla Çizelge 3.6, 3.7, 3.8 ve 3.9 arasında verilmiştir.

Çizelge 3.6 K1 Deneylemleri I grubunda yapılan deneylerin dış ortam koşulları.

	Tarih	Zaman	Menfez	Seviye	Bağıl nem (%)	Dış Ortam Sıcaklığı (°C)
1	24.12.2007	Sabah	Konsol	1	47	7.1
2	24.12.2007	Öle	Konsol	2	46	9.9
3	24.12.2007	Akşam	Konsol	3	67	2.3
4	25.12.2007	Sabah	Konsol	3	69	1.6
5	25.12.2007	Akşam	Konsol	2	66	3.5
6	26.12.2007	Sabah	Konsol	1	65	-0.2
7	26.12.2007	Akşam	Konsol	3	71	-0.1
8	27.12.2007	Sabah	Konsol	2	60	5.9
9	28.12.2007	Sabah	Konsol	2	58	7.7
10	28.12.2007	Öle	Konsol	3	55	9.1
11	28.12.2007	Akşam	Konsol	1	46	5.6
12	31.12.2007	Sabah	Konsol	2	47	4.9
13	31.12.2007	Öle	Konsol	1	34	11.1
14	02.01.2008	Sabah	Konsol	3	59	8.4
15	02.01.2008	Öle	Konsol	2	61	8.7
16	02.01.2008	Akşam	Konsol	1	69	5.5
17	03.01.2008	Sabah	Konsol	2	59	6.7
18	03.01.2008	Akşam	Konsol	3	69	0.5
19	04.01.2008	Sabah	Konsol	3	47	4.5
20	04.01.2008	Öle	Konsol	1	55	4.4
21	04.01.2008	Akşam	Konsol	3	55	6.6
22	07.01.2008	Öle	Konsol	3	63	7.3
23	07.01.2008	Akşam	Konsol	1	61	7.1
24	08.01.2008	Akşam	Konsol	2	69	5.9

Çizelge 3.7 K1 DeneYleri II grubunda yapılan deneYlerin dı ortam ko ulları.

	20 dak.	Tarih	Zaman	Menfez	Seviye	Ba ıl nem (%)	Dı Ortam Sıcaklı ı (°C)
1	16.01.2008		Sabah	Konsol	1	57	8.1
2	16.01.2008		Ö le	Konsol	2	58	9.6
3	16.01.2008		Ak am	Konsol	3	71	4.3
4	17.01.2008		Sabah	Konsol	3	56	7.5
5	17.01.2008		Ö le	Konsol	1	48	10.2
6	17.01.2008		Ak am	Konsol	2	54	9.3
7	18.01.2008		Sabah	Konsol	2	47	10.4
8	18.01.2008		Ö le	Konsol	3	40	13.5
9	18.01.2008		Ak am	Konsol	1	51	9.8
10	22.01.2008		Sabah	Konsol	1	47	5.5
	10 dak.	Tarih					
1	22.01.2008		Ö le	Konsol	2	36	12.2
2	22.01.2008		Ak am	Konsol	3	43	9.5
3	28.01.2008		Sabah	Konsol	1	62	9.1
4	28.01.2008		Ö le	Konsol	3	56	9.7
5	28.01.2008		Ak am	Konsol	1	77	3.8
6	29.01.2008		Sabah	Konsol	3	69	2.7
7	29.01.2008		Ö le	Konsol	1	59	4.1
8	29.01.2008		Ak am	Konsol	2	61	3.2
9	31.01.2008		Sabah	Konsol	2	58	2.2

Çizelge 3.8 K1 DeneYleri III grubunda yapılan deneYlerin dı ortam ko ulları.

	20 dak.	Tarih	Zaman	Menfez	Seviye	Ba ıl nem (%)	Dı Ortam Sıcaklı ı (°C)
1	31.01.2008	Ö le	Ayak-Cam	2	45	6.4	
2	31.01.2008	Ak am	Ayak-Cam	1	51	3.6	
3	01.02.2008	Sabah	Ayak-Cam	2	48	4.5	
4	01.02.2008	Ö le	Ayak-Cam	3	36	8.5	
5	01.02.2008	Ak am	Ayak-Cam	3	47	6.1	
6	04.02.2008	Sabah	Ayak-Cam	1	45	12.5	
7	04.02.2008	Ö le	Ayak-Cam	1	37	15.5	
8	04.02.2008	Ak am	Ayak-Cam	2	47	10.8	
9	05.02.2008	Ak am	Ayak-Cam	3	53	11.3	
10	06.02.2008	Sabah	Ayak-Cam	3	68	5.2	
	10 dak.	Tarih					
1	06.02.2008	Ö le	Ayak-Cam	2	62	8.4	
2	06.02.2008	Ak am	Ayak-Cam	3	72	6.5	
3	07.02.2008	Sabah	Ayak-Cam	1	68	6.1	
4	07.02.2008	Ak am	Ayak-Cam	1	69	6.6	
5	08.02.2008	Sabah	Ayak-Cam	2	55	8.3	
6	08.02.2008	Ö le	Ayak-Cam	1	57	8.7	
7	08.02.2008	Ak am	Ayak-Cam	2	57	7.6	
8	11.02.2008	Sabah	Ayak-Cam	3	69	5.6	
9	11.02.2008	Ö le	Ayak-Cam	3	68	6.1	

Çizelge 3.9 K1 Deneyleleri IV grubunda yapılan deneylelerin dı ortam ko ulları.

	20dak.	Tarih	Zaman	Menfez	Seviye	Ba ıl Dı Ortam nem Sıcaklı 1 (%) (°C)
1	12.02.2008	Sabah	Ayak-Cam	1	62	5.9
2	12.02.2008	Ö le	Ayak-Cam	2	53	6.7
3	12.02.2008	Ak am	Ayak-Cam	3	57	5.2
4	13.02.2008	Sabah	Ayak-Cam	2	54	5.6
5	13.02.2008	Ö le	Ayak-Cam	3	64	3.8
6	13.02.2008	Ak am	Ayak-Cam	1	68	3.9
7	14.02.2008	Sabah	Ayak-Cam	3	68	4.4
8	14.02.2008	Ö le	Ayak-Cam	1	50	5.8
9	15.02.2008	Ak am	Ayak-Cam	2	52	7.1
10			Ayak-Cam			
	10dak.	Tarih				
1	15.02.2008	Sabah	Ayak-Cam	1	47	6.1
2	18.02.2008	Ö le	Ayak-Cam	2	67	-0.1
3	18.02.2008	Ak am	Ayak-Cam	3	66	-1.1
4	19.02.2008	Sabah	Ayak-Cam	2	50	-1.4
5	19.02.2008	Ö le	Ayak-Cam	3	49	0.4
6	19.02.2008	Ak am	Ayak-Cam	1	63	1.4
7	20.02.2008	Sabah	Ayak-Cam	3	47	5.9
8	20.02.2008	Ö le	Ayak-Cam	1	51	7.6
9	25.02.2008	Ak am	Ayak-Cam	2	40	10.1

Otomobil içerisinde 2008 yılı yaz ayları sırasında gerçekle tirilen deneyleler, u grup altında toplanmı tır:

- 1- Konsol menfezinin çalı tırıldı ı ve kızılötesi kameranın sol ön koltu a konulup, sürücünün yüz ve el bölgesinin çekiminin yapıldı ı, Yaz Deneyleleri I grubu.
- 2- Konsol menfezinin çalı tırıldı ı ve kızılötesi kameranın arka koltu a konulup, ön cam ve konsolun çekimlerinin yapıldı ı, Yaz Deneyleleri II grubu.
- 3- Ayaklar ve ön cam menfezinin çalı tırıldı ı ve kızılötesi kameranın sol ön koltu a konulup, sürücünün yüz ve el bölgesinin çekiminin yapıldı ı, Yaz Deneyleleri III grubu.

Yaz Deneylelerinin I., II. ve III. gruplarında yapılan deneylelere ili kin dı ortam ko ulları, sırasıyla izelge 3.10, 3.11 ve 3.12 arasında verilmı tır.

Çizelge 3.10 Yaz DeneYleri I grubunda yapılan deneYlerin dı ortam ko ulları.

	Tarih	Zaman	Menfez	Seviye	Ba ıl nem (%)	Dı Ortam Sıcaklı ı (°C)	Güne ı nımı (W/m ²)
1	25.06.2008	Ö le	Konsol	1	33	35.1	856
2	25.06.2008	Ak am	Konsol	2	38	32.1	408
3	26.06.2008	Sabah	Konsol	3	37	34.7	685
4	26.06.2008	Ak am	Konsol	1	39	31.9	413
5	27.06.2008	Sabah	Konsol	2	43	33.3	594
6	27.06.2008	Ö le	Konsol	3	40	34.1	861
7	30.06.2008	Sabah	Konsol	1	38	31.1	682
8	30.06.2008	Ö le	Konsol	2	34	31.3	921
9	01.07.2008	Sabah	Konsol	1	38	31.8	658
10	01.07.2008	Ö le	Konsol	2	32	33.7	883
11	01.07.2008	Ak am	Konsol	3	34	30.9	544
12	02.07.2008	Sabah	Konsol	2	31	33.9	678
13	02.07.2008	Ö le	Konsol	1	32	35.5	885
14	02.07.2008	Ak am	Konsol	3	33	32.2	589
15	03.07.2008	Ö le	Konsol	3	32	32.4	848
16	03.07.2008	Ak am	Konsol	1	35	30.2	597
17	04.07.2008	Sabah	Konsol	3	32	33.1	697
18	04.07.2008	Ak am	Konsol	2	28	32.1	607

Çizelge 3.11 Yaz Deneyleri II grubunda yapılan deneylerin dış ortam koşulları.

	Tarih	Zaman	Menfez	Seviye	Ba ıl nem (%)	Dı Ortam Sıcaklı ı (°C)	Güne ı nımı (W/m ²)
1	07.07.2008	Sabah	Ayaklar-Cam	1	31	33.8	777
2	07.07.2008	Ö le	Ayaklar-Cam	2	29	33.1	872
3	07.07.2008	Ak am	Ayaklar-Cam	3	31	32.3	610
4	08.07.2008	Sabah	Ayaklar-Cam	3	46	33.2	684
5	08.07.2008	Ö le	Ayaklar-Cam	1	27	34.5	838
6	08.07.2008	Ak am	Ayaklar-Cam	2	23	30.5	585
7	09.07.2008	Sabah	Ayaklar-Cam	2	29	36.5	640
8	09.07.2008	Ak am	Ayaklar-Cam	1	50	32.1	512
9	10.07.2008	Sabah	Ayaklar-Cam	2	38	33.2	691
10	10.07.2008	Ö le	Ayaklar-Cam	3	33	32.5	849
11	11.07.2008	Sabah	Ayaklar-Cam	1	33	34.2	665

Çizelge 3.12 Yaz Deneyleri III grubunda yapılan deneylerin dış ortam koşulları.

	Tarih	Zaman	Menfez	Seviye	Ba ıl nem (%)	Dı Ortam Sıcaklı ı (°C)	Güne ı nımı (W/m ²)
1	15.07.2008	Ak am	Konsol	1	31	34.1	505
2	21.08.2008	Ö le	Konsol	1	42	37.2	815
3	21.08.2008	Ak am	Konsol	2	48	33.1	454
4	22.08.2008	Ak am	Konsol	3	52	31.1	96
5	25.08.2008	Ö le	Konsol	3	51	36.9	758
6	26.08.2008	Sabah	Konsol	1	52	37.1	560
7	26.08.2008	Ö le	Konsol	2	42	37.5	757
8	27.08.2008	Sabah	Konsol	2	44	33.1	603
9	27.08.2008	Ö le	Konsol	2	43	32.5	793
10	27.08.2008	Ak am	Konsol	3	51	30.2	418
11	28.08.2008	Ö le	Konsol	2	47	35.5	765
12	28.08.2008	Ak am	Konsol	2	50	31.5	422
13	29.08.2008	Ö le	Konsol	3	50	32.4	730
14	29.08.2008	Ak am	Konsol	1	57	30.6	410
15	01.09.2008	Ö le	Konsol	1	48	28.7	832
16	11.09.2008	Sabah	Konsol	1	36	32.1	652
17	12.09.2008	Sabah	Konsol	2	53	29.2	600

Otomobil içerisinde 2009 yılının kış aylarında gerçekleştirilen deneyler üç grup altında toplanmıştır:

- 1- Konsol menfezinin çalıştırıldı ve ısıtıcının 30 dakika boyunca, en sıcak konumda tutulduğu, K1 Deneyleri V grubu.
- 2- Konsol menfezinin çalıştırıldı ve ısıtıcının 30 dakika boyunca, en sıcak konumda tutulduğu, farklı denek ile yapılan K1 Deneyleri VI grubu.
- 3- Ayaklar-ön cam menfezinin çalıştırıldı ve ısıtıcının 30 dakika boyunca, en sıcak konumda tutulduğu, K1 Deneyleri VII grubu.

K1 Deneylerinin V., VI. ve VII. gruplarına ilişkin yapılan deneylerin dış ortam koşulları, sırasıyla Çizelge 3.13, 3.14 ve 3.15 arasında verilmiştir.

Çizelge 3.13 K1 Deneyleri V grubunda yapılan deneylerin dış ortam koşulları.

	Tarih	Saat	Menfez	Seviye	Bağıl Nem (%)	Dış Ortam Sıcaklığı (°C)
1	30.12.2008	Öğle	Konsol	2	70	3.9
2	30.12.2008	Akşam	Konsol	3	69	4.1
3	31.12.2008	Sabah	Konsol	1	73	3.5
4	31.12.2008	Öğle	Konsol	1	73	4.9
5	02.01.2009	Sabah	Konsol	2	50	2.8
6	02.01.2009	Öğle	Konsol	3	42	4.6
7	05.01.2009	Akşam	Konsol	1	82	6.3
8	07.01.2009	Sabah	Konsol	3	59	9.9
9	12.01.2009	Akşam	Konsol	2	46	7.4

Çizelge 3.14 K1 Deneyleri VI grubunda yapılan deneylerin dış ortam koşulları.

	Tarih	Saat	Menfez	Seviye	Bağıl Nem (%)	Dış ortam Sıcaklığı (°C)
1	14.01.2009	Sabah	Konsol	1	40	8.7
2	14.01.2009	Akşam	Konsol	3	64	7.5
3	19.01.2009	Sabah	Konsol	2	59	8.5
4	19.01.2009	Öğle	Konsol	1	46	13.5
5	21.01.2009	Sabah	Konsol	3	51	13.8
6	16.02.2009	Öğle	Konsol	2	81	6.1
7	16.02.2009	Akşam	Konsol	1	67	5.7
8	17.02.2009	Akşam	Konsol	2	52	8.5
9	24.02.2009	Öğle	Konsol	3	59	7.6

Çizelge 3.15 Kı Deneyle VII grubunda yapılan deneylerin dı ortam ko ulları.

	Tarih	Saat	Menfez	Seviye	Ba ıl Nem (%)	Dı Ortam Sıcaklı ı (°C)
1	26.02.2009	Ö le	Ayaklar-Cam	2	75	5.9
2	26.02.2009	Ak am	Ayaklar-Cam	3	92	4.3
3	27.02.2009	Ö le	Ayaklar-Cam	3	76	6.5
4	27.02.2009	Ak am	Ayaklar-Cam	2	82	5.9
5	03.03.2009	Sabah	Ayaklar-Cam	1	95	10.6
6	03.03.2009	Ö le	Ayaklar-Cam	1	88	11.1
7	04.03.2009	Sabah	Ayaklar-Cam	2	76	10.8
8	17.03.2009	Sabah	Ayaklar-Cam	3	47	11.4
9	19.03.2009	Ak am	Ayaklar-Cam	1	91	4.1

3.4 istatistiksel Analiz

Deneysel çalı malardaki parametre sayısı ve elde edilen verilerin miktarı fazla oldu undan; verilerin ve sonuçların birbirlerine göre kar ıla tırılması güçle ir. Çok önemli sonuçlara yol açacak veriler, gözden kaçabilece i gibi, önemli olmayan parametreler yanıltıcı bir biçimde ön plana çıkabilir. Bu gibi durumları önlemek ve elde edilen verileri do ru bir biçimde de erlendirebilmek için, istatistiksel analiz yöntemlerinden yararlanılmı tır.

Do ada kar ıla ılan bütün olgular, belirli faktörlerden etkilenmektedir. ncelenecek olgu ve olayları, kendisini olu turan bütün faktörleri göz önüne alarak incelemek gerekir. Ayrıntılı olarak incelenen bir de i ken, do ada tek ba ına ba ımsız bir da ılım göstermez. Bir ya da daha fazla de i ken ile ili ki içerisindedir. Bir de i keni incelerken, bu de i ken ile birlikte de i en ya da ili kili tüm de i kenleri, sabit veya türde olarak kabul etmek ve kontrol altına almak mümkün de ildir. Bu ko ulların de i imini problem çözümüne katmak ve gerçekçi çözümlere ula mak için, çok de i kenli istatistiksel yöntemlerden yararlanmak gerekir, (Kan, 1998).

statistik testleri, kurulan hipotezde parametre kullanılıp, kullanılmamasına, parametre sayısına, örnek sayısına, örneklemin ba ımlı olup olmadı ına ve test edilecek de i ken sayısına göre farklı biçimlerde sınıflandırılır, (Özdamar, 2001).

Test edilen de i ken sayısına göre istatistik testleri ikiye ayrılır:

1. Tek de i kenli önemlilik testleri
2. Çok de i kenli önemlilik testleri

Kurulan hipotezin parametreye dayalı olup olmadığına göre iki gruba ayrılır:

1. Parametrik önemlilik testleri
2. Parametrik olmayan önemlilik testleri

Parametre sayısına göre üç gruba ayrılır:

1. Tek örneklem testleri
2. ki örneklem testleri
3. k-örneklem testleri

Örneklemin bağımlı olup olmadığına göre iki gruba ayrılır:

1. Bağımlı örneklem testleri
 - 1.1 Bağımlı iki örneklem testleri
 - 1.2 Bağımlı k-örneklem testleri
2. Bağımsız örneklem testleri
 - 2.1 Bağımsız iki örneklem testleri
 - 2.2 Bağımsız k-örneklem testleri

Değişkenin incelendiği araştırmalarda sayısal sonuçların sunulmasında p değeri önemlidir. p değeri, karşılaştırılan gruplar arasındaki değişimlerin istatistiksel bir ölçüsüdür. Araştırmacılar, genellikle p değerini vermek yerine, bu değeri anlamlılık düzeyi olan α 'dan büyük veya küçük ($p > \alpha$, $p < \alpha$) olduğunu belirtirler. α , bir dağılım üzerinde red ve kabul bölgelerini belirler. Bu değere, anlamlılık düzeyi de denir. Örnek olarak $p < 0.05$ olması, karşılaştırılan parametrelerin aralarında %5 hassasiyetle anlamlı olduğunu göstermektedir, (Kan, 1998).

Bir istatistiğin gözlenme olasılığına bakarak önemliliğini belirlemek için dört koşul vardır. Bunlar Çizelge 3.16'da verilmiştir, (Özdamar, 2002).

Çizelge 3.16 statistik testlerde elde edilen p değerlerine göre verilen kararlar ve önemlilik düzeyi.

Karar olasılığı	Karar	Önemlilik düzeyi
$p > 0.05$	Önemli değil	-
$p < 0.05$	Önemli	*
$p < 0.01$	Çok önemli	**
$p < 0.001$	leri düzeyde önemli	***

Yapılan deneysel çalışmalardan elde edilen veriler, istatistiksel analiz programı olan SPSS 15 aracılığı ile analiz edilmiştir.

3.4.1 Tek Değişkenli Varyans Analizi (ANOVA)

Birden fazla sayıda gruptan elde edilen veri setinde X değişkeninin genel değişiminin (genel varyans), bu değişime etkide bulunan özyüklerine göre ayırarak yapılan analiz, varyans analizidir. Varyans analizi, istatistiksel testlerde ANOVA adıyla geçer. Varyans analizi, normal dağılım gösteren, iki ya da daha fazla örnek ortalamasının (k toplum) aynı parametrik ortalamalı toplumlardan gelip gelmediğini Ortak varyans kullanarak test etmeyi amaçlar, (Kan, 1998). Bir deneyle, k tane toplumdaki çekilen örneklerin ortalamaları arasındaki farkın önemli olup olmadığını test eder. Çizelge 3.17'de denklemleri görülen varyans analizinin uygulanabilmesi için örneklerin seçildiği toplumlar normal dağılımlı olmalıdır, veriler ölçümlerle belirtilmelidir, örnekler rastgele seçilebilmelidir ve örnekler birbirinden bağımsız olmalıdır, (Özdamar, 2001).

Çizelge 3.17 ANOVA analiz denklemleri.

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi
Gruplar arası	$B = \sum_{k=1}^K \frac{T_k^2}{n_k} - \frac{T^2}{n}$	$g-1$
Gruplar içi	$W = \sum_{i=1}^{n_k} \sum_{k=1}^K x_{ik}^2 - \sum_{k=1}^K \frac{T_k^2}{n_k}$	$n-g$
Toplam	$B+W$	$n-1$

3.4.2 Çok Değişkenli Varyans Analizi (MANOVA)

Çok değişkenli istatistiksel analiz, incelenen olay ve çevresindeki çok sayıda faktörleri dikkate alınarak, olayın doğasındaki yapısına ilişkin bilgilere göre incelemek ve çözümlere ulaşmak için geliştirilmiş yöntemler bütünüdür. Çok değişkenli varyans analizi, MANOVA adı ile anılmaktadır. MANOVA testi, iki veya daha fazla bağımsız

ve bağımlı gruplarda çok de i kenli hipotezleri test etmek üzere geliştirilmiştir, (Özdamar, 2002)

MANOVA analiz denklemleri Çizelge 3.18’de verilmiştir.

Çizelge 3.18 MANOVA analiz denklemleri.

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi
Gruplar arası	$B = \sum_{i=1}^g n_i (\bar{x}_i - \bar{x})(\bar{x}_i - \bar{x})'$	$g-1$
Gruplar içi	$W = \sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x})(x_{ij} - \bar{x}_i)'$	$sd_2 = \sum_{i=1}^g n_i - g$
Toplam	$T=B+W$	$gsd = \sum_{i=1}^g n_i - 1$

3.4.3 Bağımsız iki Örnek t-Testi

statistiksel analiz yöntemlerinden biri olan t testi, iki örneklem grubu arasında ortalamalar açısından fark olup olmadığını araştırmak için kullanılır. T testi, bir gruptaki ortalamanın diğer gruptaki ortalamadan önemli derecede farklı olup olmadığını belirler. T testinde kritik nokta iki’dir. T testi, her zaman, iki farklı ortalamayı, ya da de eri kar ıla tırır. Özellikle, örneklem büyüklü ünün fazla olmadığı, örneklemin alındığı ana kütlelin standart sapmasının bilinmedi i ve ana kütlelin parametrelerinin hipotez testinde kullanılmadığı durumlarda tercih edilir.

T testi analizlerinde, gruplar arası farklılıkların anlamlılık düzeyleri incelenirken, tek yönlü veya çift kuyruklu olmaları söz konusudur. Çift kuyruk testinde, bir grubun ortalamasının di er grubun ortalamasından farkının, pozitif ya da negatif yönde olması önemsenmez. Ancak, tek kuyruk testinde, birinci grupla ikinci grubun ortalamalarının belirli bir yönde, (pozitif veya negatif), farklı olması beklenir. Örne in; bir reklam kampanyasının ba arılı olup olmadığı, satılardaki artışlarla, (pozitif) ili kilendirilebilir. Dolayısıyla, burada tek kuyruklu t testi uygulanmalıdır. Ara tırmanın amacına ba lı olarak, çift kuyruklu t testi de uygulanabilir. Örne in; ba arı de erlendirmelerinde ö rencilerin sınav notlarının artması (pozitif) veya azalması

(negatif) analizci için önemli olacağından tek kuyruk yerine, çift kuyruklu t testinin tercih edilmesi daha uygun olacaktır, (Kalaycı, 2006).

ki grup arasında varyanslar eşit ise, t değeri Çizelge 3.19 yardımıyla bulunabilir.

Çizelge 3.19 ki grup arasındaki varyansların eşit olması durumunda t değerinin hesaplanması.

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$s_p = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$sd = n_1 + n_2 - 2$$

ki grup arasında varyanslar eşit değil ise, t değeri Çizelge 3.20 yardımıyla bulunabilir.

Çizelge 3.20 ki grup arasındaki varyansların eşit olmaması durumunda t değerinin hesaplanması.

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$sd = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}}$$

Bağıntılarda yer alan \bar{x}_1 ve \bar{x}_2 grupların ortalaması, μ_1 ve μ_2 popülasyonların ortalaması, n_1 ve n_2 örneklerdeki veri sayısı, s_1 ve s_2 örneklerin standart sapması ve sd ise serbestlik derecesini göstermektedir.

3.5 CO₂ Ölçümü için Zelenilen Yöntem

Ki i sayısının etkisi

Ki i sayısının etkisinin incelenmesi için, ilk durumda bir ki i ısıtıcı çalıştırılmadan 30 dakika boyunca araç içerisinde oturmuştur, ikinci durumda ise iki ki i aynı deneyi tekrarlamıştır. Ki i durum arasındaki farkı belirlemek için bağımsız çift kuyruklu t-Testi uygulanmıştır.

Hava çevriminin etkisi

Araç içerisinde ısıtıcı için iki ayrı hava çevrim modu seçeneği vardır. Bunlardan birisi havayı yalnızca kabin içerisinde dolaştırmak, diğeri ise dış ortamdan hava almaktır. Ki i durum için ayrı hava debileri vardır. Havanın kabin içerisinde dolaştırılması durumunda hava debileri sırasıyla \dot{m}_1, \dot{m}_3 ve \dot{m}_4 iken, dış ortamdan hava alınması durumunda ölçülen hava debileri ise: $\dot{m}_1, \dot{m}_2, \dot{m}_3, \dot{m}_4$ ve \dot{m}_5 'dir. Araç içerisinde her iki durumun karşılaştırılması için bir ki i 30 dakika boyunca oturmuştur ve elde edilen sonuçlar için 2 yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. ANOVA uygulanırken, hava debileri, zaman ve hava debileri zaman kesimi faktörlerinin etkileri incelenmiştir.

Isıtma periyodunun etkisi

Genel olarak, araçlarda sürücüler ısıtıcıyı kendi tercihlerine göre ayarlamakta ve bu sırada hava debisi de değişmektedir. Isıtma süreci için iki ayrı durum incelenmiştir. İlk durumda, ısıtıcı ayarı 20 dakika boyunca en yüksek seviyede tutulurken son 10 dakika için orta seviyeye getirilmiştir. İkinci durumda ise, ilk durumun tam tersi bir süreç izlenmiştir. Isıtma sürecinin etkisi incelenirken ölçülen hava debileri $\dot{m}_1, \dot{m}_2, \dot{m}_3, \dot{m}_4$ ve \dot{m}_5 'dir. Ki i durum arasındaki farklılığı belirlemek için bir ki i araç içerisinde 30 dakika boyunca oturmuştur, elde edilen sonuçlara göre bağımsız örnekli t-Testi yapılmıştır; hava debileri, zaman ve hava debileri zaman kesimi faktörlerinin etkilerinin incelenmesi için ise ANOVA uygulanmıştır.

Bütün durumların karşılaştırılması

Deneyler sırasında elde edilen bütün durumlar, kişi sayısı, hava çevrim modu ve ısıtma süreci zamanı 3 yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır; deney durumu, hava debileri ve zaman faktörleri göz önünde bulundurulmuştur.

Menfezlerin karşılaştırılması

Konsol ve ayaklar-cam menfezleri için ölçülen CO₂ düzeylerine göre, 2 yönlü varyans analizi (ANOVA) ve t-Testi yapılmıştır.

3.6 Kızılötesi Kamera ile Yapılan Ölçümler için Kullanılan Yöntem

Kızılötesi kamera ile elde edilen görüntülerin incelendiği bu bölümde, araç kliması ve ısıtıcısı, konsol ve ayaklar-ön cam menfezleri aynı hız düzeyinde çalıştırılmıştır. Kabin içerisindeki hava sıcaklığı, hava hızı ve bağıl nem değerleri Testo 350 M/XL 454 aygıtı ile her 10 saniyede bir olacak biçimde ölçülmüştür ve kaydedilmiştir. Yüzey sıcaklıkları, 8 mm kalınlığında, FOV 32° lens ve 640 x 840 piksel çözünürlüğünde olan Flir Thermacam SC640 kızılötesi kamera ile her 10 saniyede bir ölçülmüştür. Yüz deri sıcaklıkları Physitemp marka T tipi, konsol yüzey sıcaklıkları ise, K tipi ısı çifti ile aynı anda ölçülmüştür ve Scanlink marka 12 kanallı termometreye kaydedilmiştir. Aygıtlarla ilgili ayrıntılı bilgiler, daha önceki bölümlerde verilmiştir.

Konsol yüzey sıcaklığının ölçülebilmesi için, kızılötesi kamera aracının arka koltuğunun ortasına yerleştirilen bir tripoda sabitlenmiştir. Deneylerde kızılötesi kamera ile her 10 saniyede bir olmak üzere görüntü alınmıştır. Eki 3.1'de, kızılötesi kameranın yerleştirildiği konum gösterilmiştir.



ekil 3.1 Aracın ön yüzeylerinin çekimi için kızılötesi kameranın konumu.

Sürücü yüz deri sıcaklığının ölçülebilmesi için, kızılötesi kamera ön sağ koltuğa yerleştirilmiştir ve sürücünün yüzüne odaklanmıştır. Kızılötesi kamera ile 10 saniyede bir görüntü alınmıştır. Sürücü yüz deri sıcaklığının ölçümü için kızılötesi kameranın konumu, ekil 3.2’de gösterilmiştir.



ekil 3.2 Sürücü yüz deri sıcaklığının ölçümü için kızılötesi kameranın konumu.

3.7 Isıtıcının Kabin İç Ortamına Etkilerinin İncelenmesi İçin Kullanılan Yöntem

Deneyler park edilmiş bir arabada, dış ortam etkilerinden bağımsız olacak biçimde laboratuvar içerisinde gerçekleştirilmiştir. Deneylerde üç farklı fan hızı düzeyi olan konsol menfezleri açılmıştır.

Deneylerde kabin içi bağıl nem ve sıcaklık ve bağıl nem ısıtma süreci için 15°C ve %45 de erinde alınmıştır. Sıcaklık ve bağıl nem gibi dış ortam koşulları Testo 350 M/XL 454 aygıtı ile her 10 saniyede bir ölçülmüş ve kaydedilmiştir.

Laboratuvar ortalama olarak iç ortam sıcaklığı ısıtma süreci için $10.5^{\circ}\text{C} (\pm 0.8)$ olarak ölçülmüştür.

3.8 Klimanın ve Isıtıcının İç Ortam Koşullarına Olan Etkilerinin İncelenmesi İçin Kullanılan Yöntem

Otomobil kliması ve ısıtıcısının kabin içerisindeki etkilerinin incelenmesi amacıyla, ısıtma ve soğutma süreçleri için farklı fan hız düzeylerinde, güneş ışınımının etkisinin incelenmesi için ise, farklı güneş ışınımı değerlerinde deneyler yapılmıştır. Ayrıca, ısıtma ve soğutma süreçlerinde menfez seçiminin kabin iç ortam koşullarına olan etkisi de incelenmiştir.

Klima ve ısıtıcısının iç ortam koşullarına etkilerinin incelenmesi sırasında kullanılan aletlerin kabin içerisindeki yerleşim planı ekil 3.3'de gösterilmiştir.



ekil 3.3 Kullanılan deney aletlerinin kabin içerisindeki yerleşimi.

Araç kabini iç ortam sıcaklığının ölçülebilmesi amacıyla K tipi ısı çiftleri kullanılmış ve ekil 3.4'de sekiz farklı noktadan ölçülen sıcaklık değerlerinin ortalaması alınmıştır;

- 1-sol arka koltuk diz yüksekli i
- 2-sol arka koltuk ba yüksekli i
- 3-sol ön koltuk diz yüksekli i
- 4-sa ön koltuk diz yüksekli i
- 5-sol ön koltuk omuz yüksekli i
- 6-iki koltuk arası ba yüksekli i
- 7- sol ön koltuk ba yüksekli i
- 8-sa ön koltuk ba yüksekli i



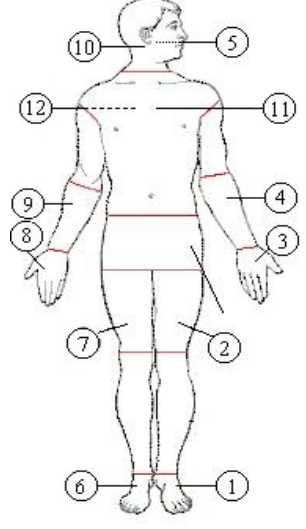
ekil 3.4 Araç kabini içerisindeki ısıt çiftlerin yerle im planı.

Vücut üzerinden ölçülen sıcaklıklar için, T tipi ısıt çiftler kullanılmı ve Çizelge 3.21' de görülece i gibi vücudun 12 farklı bölgesine yapı tırılmı tır;

- 1-sol ayak
- 2-sol bacak
- 3-sol el
- 4-sol kol
- 5-sol yanak
- 6-sa ayak
- 7-sa bacak
- 8-sa el
- 9-sa kol
- 10-sa yanak
- 11-gö üs
- 12-sırt

Çizelge 3.21 Vücut bölgelerinin yüzey alanları.

Vücut kısmı	Kısım numarası	Yüzey alanı [m ²]	Toplam vücut yüzey alanına oranı [%]
Sol ayak	1	0.062	3.5
Sol uyluk	2	0.16	9.1
Sol el	3	0.05	2.9
Sol önkol	4	0.062	3.5
Sol Yanak	5	0.09	5.2
Sa ayak	6	0.062	3.5
Sa uyluk	7	0.16	9.1
Sa el	8	0.05	2.9
Sa önkol	9	0.062	3.5
Sa Yanak	10	0.09	5.2
Gö üs	11	0.185	10.6
Sırt	12	0.204	11.7



Kaynak: B.W. Olesen ve ark., Clothing insulation asymmetry and thermal comfort, 1988, 32-51.

Araç içerisindeki deneyin ısı konfor koşullarını izlemek için her be dakikada bir Çizelge 3.22'deki anket soruları sorulmuş ve kaydedilmiştir.

Çizelge 3.22 Isıl konfor sorgulaması için yapılan anket.

-
- 1. Bu anki ısı konfor koşullarında kendinizi nasıl hissediyorsunuz?**
 Çok soğuk Soğuk Biraz Soğuk Normal Biraz Sıcak Sıcak Çok Sıcak
 - 2. Otomobil içerisinde ortam koşulları açısından değerlendiriniz.**
 Konforlu Az Konforlu Konforsuz Rahatsız Çok Rahatsız
 - 3. Burada ısı olarak nasıl bir ortamda olmayı tercih ederdiniz?**
 Çok soğuk Soğuk Biraz Soğuk Normal Biraz Sıcak Sıcak Çok Sıcak
 - 4. Bu ısı ortam koşullarını kişisel olarak tercih etme ya da reddetme olanağınız olsaydı hangisini tercih ederdiniz?**
 Kabul Red
-

4. ARA TIRMA SONUÇLARI

Çalı manın bu bölümünde, deneylerden elde edilen sonuçlar sunulmu tur. Bu bölümde, sırasıyla kabin içerisinde CO₂ düzeyi ölçümleri, kızılötesi kamera ile elde edilen ölçümler, ısıtıcının iç ortam sıcaklığı ve ba ıl neme etkisi, kış aylarında farklı fan hız düzeyleri, yaz aylarında farklı fan hız düzeyleri, güne ı nımı ve farklı menfez seçiminin kabin iç ortam koşullarına etkilerinin incelenmesine ili kin sonuçlar sunulmu tur.

4.1 Kabin çerisinde CO₂ Düzeyi Ölçümlerine ili kin Sonuçlar

Araç kabini içerisindeki CO₂ düzeyi ölçümlerine ili kin sonuçların sunuldu u bu bölümde, ısıtıcının farklı ki i sayısı, hava çevrim modu, ısıtma periyodu, deneylerden elde edilen bütün sonuçların kar ıla tırılması ve farklı menfez seçimi durumları ile elde edilen veriler istatistiksel olarak analiz edilmi tir.

Konsol menfezi için yapılan deneylerde ölçülen kütleli debi de erleri Çizelge 4.1’de verilmi tir.

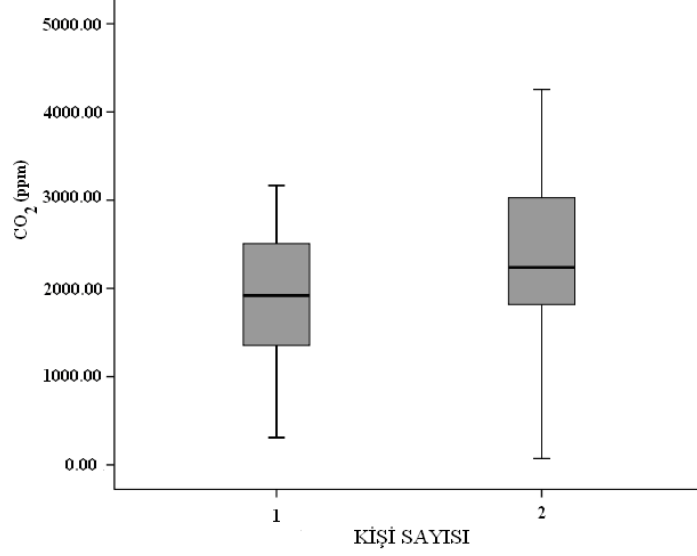
Çizelge 4.1 Konsol menfezi için yapılan deneylerde ölçülen kütleli debi de erleri.

Isıtıcı çalı mıyor \dot{m}_0 (0 kg/s)			
Konsol menfezi iç sirkülasyon			
	1. Hız düzeyi	2. Hız düzeyi	3. Hız düzeyi
Sıcaklık ortada	\dot{m}_1 (0.013 kg/s)	\dot{m}_3 (0.023 kg/s)	\dot{m}_4 (0.031 kg/s)
Konsol menfezi dı ortamdan hava alımı			
Sıcaklık sonda	\dot{m}_1 (0.009 kg/s)	\dot{m}_3 (0.021 kg/s)	\dot{m}_4 (0.033 kg/s)
Sıcaklık ortada	\dot{m}_2 (0.017 kg/s)	\dot{m}_4 (0.032 kg/s)	\dot{m}_5 (0.055 kg/s)

4.1.1 Ki i Sayısının CO₂ Düzeyine Etkisi

Deneylerde ki i sayısına ba lı olarak ölçülen CO₂ düzeylerinin ortalama ve standart hata de erlerinin grafi i ekil 4.1’de verilmi tir. Görülece i üzere, araç içerisinde iki ki i olması durumunda ölçülen CO₂ düzeyi, araç içerisinde bir ki i olması durumundan fazla çıkmı tir. Ölçülen CO₂ düzeylerinin ortalama ve %95 güven

aralı ındaki de erleri Çizelge 4.2’de gösterilmiştir. Ki i durumun kar ıla tırıldı ı ba ımsız örnekli t-Testi, Çizelge 4.3’de görüldü ü gibi, anlamlı derecede birbirinden farklıdır ($F = 6.42, p < 0.05$).



ekil 4.1 Ki i sayısına göre ortalama CO₂ düzeyleri.

Çizelge 4.2 Ki i sayısına göre CO₂ düzeylerinin ortalama ve %95 güven aralı ındaki de erleri.

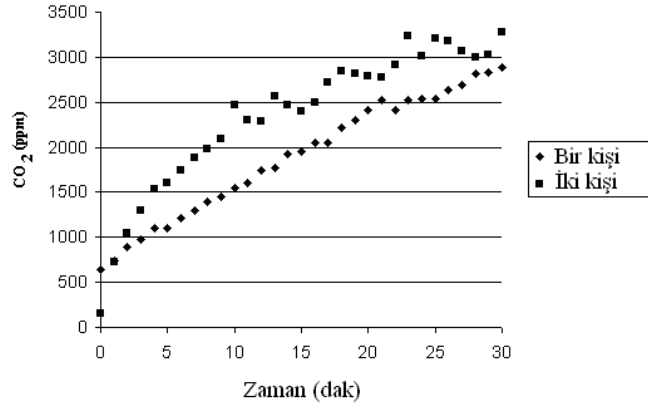
Ba ımlı de i ken: CO₂ düzeyi

Ki i	95% Güven Aralı ı			
	Ortalama	Std. Hata	Alt Sınır	Üst Sınır
1.00	1895.247	50.016	1796.253	1994.242
2.00	2350.871	50.016	2251.876	2449.866

Çizelge 4.3 Ki i sayısına göre de i en CO₂ düzeyleri için ba ımsız örnekli t-Testi sonuçları.

		Levene Varyansların E itli i Testi				Ortalamaların e itli i için t-testi				
		F	Anl.	t	Sd	Anlam lılık	Ort. Farkı	Std. Hata Farkı	95% Güven Aralı ı	
								Alt		Üst
CO ₂	Varyanslar e it	6.42	.012	-3.75	184	.000	-455.62	121.481	-695.29	-215.94
	Varyanslar e it de il			-3.75	167	.000	-455.62	121.481	-695.45	-215.79

CO₂ düzeyinin, ki i sayısına ve zamana göre de i imi, ekil 4.2'deki grafikte verilmi tir. Söz konusu CO₂ düzeyinin, iki durum için de zamanla arttı ı görölmektedir.



ekil 4.2 CO₂ düzeyinin, ki i sayısına ve zamana göre de i imi.

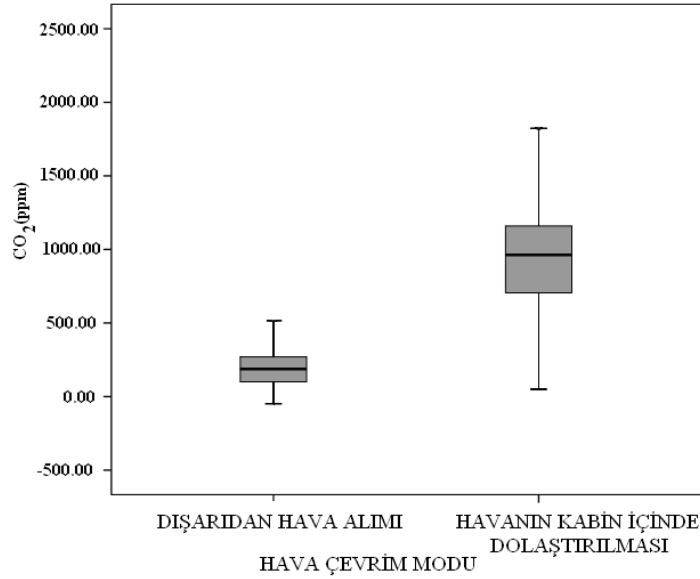
4.1.2 Hava Çevrim Modunun CO₂ Düzeyine Etkisi

Hava çevrim moduna ba lı olarak ölçülen CO₂ düzeylerinin ortalama ve standart hata de erlerinin grafi ekil 4.3'de verilmi tir. Havanın yalnızca kabin içerisinde dola tırılması durumunda, dı arıdan hava alınmasına göre, daha yüksek düzeyde CO₂ de erleri ölçölmü tür. Çizelge 4.4'de, hava çevrim modu için ölçölen CO₂ düzeylerinin ortalama ve %95 güven aralı ındaki de erleri gösterilmi tir. ki durumun kar ıla tırıldı ı ba ımsız örnekli t-Testi, Çizelge 4.5'de göröldü ü gibi, anlamlı

derecede birbirinden farklıdır ($F = 237.12, p < 0.05$). Hava çevrim modları için yapılan varyans analizinde (ANOVA), zaman faktörünün CO₂ düzeyine etkisinin olmadığı bulunmuştur ($F_{ZAMAN}[30, 29.272]=0.98, p > 0.05$).

Havanın yalnızca kabin içerisinde dolaştığı durum için yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, hava debileri ve zaman faktörlerinin CO₂ düzeylerine etkili olduğu bulunurken ($F_{DEB}[2, 57.514]=131.201, p < 0.05$) ve ($F_{ZAMAN}[30, 59.534]=29.998, p < 0.05$), hava debisi ve zaman etkilerinin keskinliği etkisiz bulunmuştur ($F_{DEB \times ZAMAN}[58, 604]=0.658, p > 0.05$).

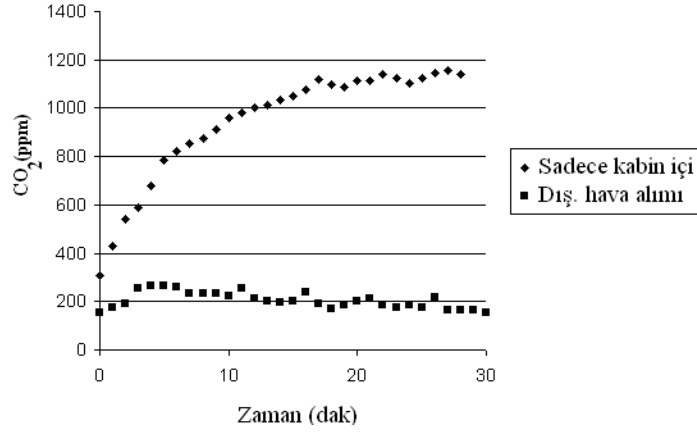
Havanın yalnızca kabin içerisinde dolaştığı durum için ölçülen CO₂ düzeylerinin ortalama ve %95 güven aralığındaki değerleri Çizelge 4.6'da gösterilmiştir. Çizelge 4.7, Student Newman Keul testi sonuçlarını göstermektedir. Çizelge 4.7'den görüleceği üzere, havanın yalnızca kabin içerisinde dolaştığı durum için üç alt grup oluşmuştur.



ekil 4.3 Hava çevrim moduna göre ortalama CO₂ düzeyleri.

ekil 4.4'de, CO₂ düzeyinin hava çevrim modu ve zamana göre değişimi grafik ile verilmiştir. Havanın yalnızca kabin içerisinde dolaştığı durumda, on beşinci dakikadan sonra CO₂ düzeyi yaklaşık olarak sabit kalmakta, dışarıdan alınan

hava alınması durumunda, kabin içerisindeki CO₂ düzeyinin de i med i görülmektedir.



ekil 4.4 CO₂ düzeyinin hava çevrim modu ve zamana göre de i mi.

Çizelge 4.4 Hava çevrim moduna göre CO₂ düzeyleri ortalama ve %95 güven aralı ndaki de erleri.

Ba ımlı de i ken: CO₂ düzeyi

Durum	95% Güven Aralı ı			
	Ortalama	Std. Hata	Alt Sınır	Ortalama
Dış. Hava alımı	208.727	9.045	190.980	226.474
Sadece kabin içi	970.196	7.940	954.616	985.776

Çizelge 4.5 Hava çevrim moduna göre de i en CO₂ düzeyleri için, ba ımsız örnekli t-Testi sonuçları.

		Levene Varyansların E itli i Testi		Ortalamaların e itli i için t-testi						
		F	Anl.	t	Sd	Anlamlılık	Ort. Farkı	Std. Hata Farkı	95% Güven Aralı ı	
								Alt	Üst	
CO ₂	Varyanslar e it	237.12	.000	-48.28	1282	.000	-750.92	15.552	-781.43	-720.41168
	Varyanslar e it de il			-51.06	985.01	.000	-750.92	14.705	-779.781	-722.06540

Çizelge 4.6 Havanın yalnızca kabin içerisinde dola tırıldı 1 durumda, CO₂ düzeyi ortalama ve %95 güven aralı ndaki de erleri.

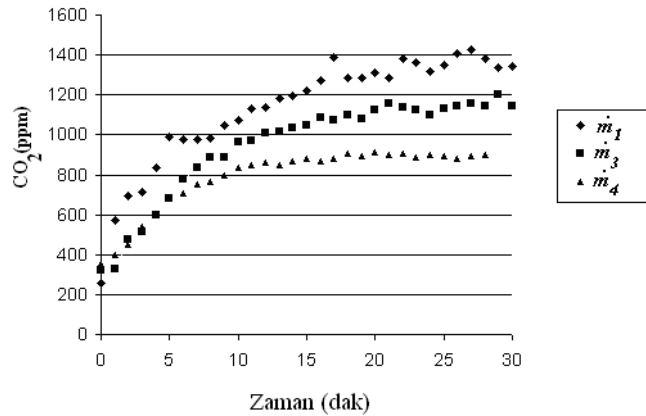
Ba ımlı de i ken: CO₂ düzeyi

Hava debisi	Ortalama	Std. Hata	95% Güven Aralı ı	
			Alt Sınır	Alt Sınır
\dot{m}_1	1132.959	16.671	1100.218	1165.699
\dot{m}_3	947.631	16.671	914.891	980.372
\dot{m}_4	820.330	15.201	790.476	850.183

Çizelge 4.7 Havanın yalnızca kabin içerisinde dola tırıldı 1 durumda hava debileri için uygulanan Student-Newman Keul testi.

Hava debisi	N	Alt grup		
		1	2	3
\dot{m}_4	261	820.329		
\dot{m}_3	217		947.631	
\dot{m}_1	217			1132.95

ekil 4.5, havanın yalnızca kabin içerisinde dola tırıldı 1 durumda, CO₂ düzeyinin, hava debileri ve zamana göre de i imini göstermektedir. Üç hava debisi de eri için de, CO₂ düzeyinin ilk on dakika içerisinde çok hızlı bir ekilde de i ti i ve on be inci dakikadan sonra sabit kaldı ı görülmektedir.



ekil 4.5 Havanın yalnızca kabin içerisinde dola tırıldı 1 durumda, CO₂ düzeyinin hava debileri ve zamana göre de i imi.

D₁ ortamdan hava alınması durumunda yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, hava debileri ve zaman faktörleri etkili bulunmuştur ($F_{DEB} [4, 133.131]=62.283, p < 0.05$) ve ($F_{ZAMAN}[30, 52.697]=2.991, p < 0.05$). Diğer yandan, hava debisi ve zaman faktörleri kesimi, anlamlı derecede etkili bulunmamıştır ($F_{DEB \times ZAMAN}[78, 476]=0.355, p > 0.05$).

Çizelge 4.8, havanın D₁ ortamdan alındığı durumda, CO₂ düzeyi ortalama ve %95 güven aralığındaki değerlerini ve Çizelge 4.9, Student-Newman Keul testi sonuçlarını göstermektedir. Çizelge 4.9'dan görüleceği üzere 3 alt grup oluşmuştur.

Çizelge 4.8 D₁ ortamdan hava alınması durumunda, CO₂ düzeyi ortalama ve %95 güven aralığındaki değerleri.

Bağımlı değişken: CO₂ düzeyi

Hava debisi	Ortalama	Std. Hata	95% Güven Aralığı	
			Alt Sınır	Üst Sınır
\dot{m}_1	261.643	14.102	233.933	289.353
\dot{m}_2	315.031	16.013	283.565	346.497
\dot{m}_3	207.706	15.886	176.491	238.921
\dot{m}_4	165.005	10.761	143.860	186.151
\dot{m}_5	115.700	16.409	83.457	147.943

Çizelge 4.9 D₁ ortamdan hava alınması durumunda, hava debileri için uygulanan Student-Newman Keul testi.

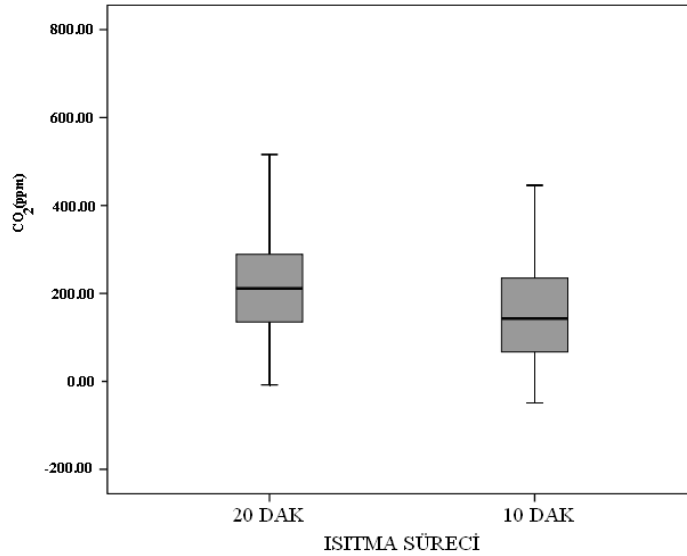
Hava debisi	N	Alt grup		
		1	2	3
\dot{m}_5	90	117.68		
\dot{m}_4	186		165.00	
\dot{m}_3	96		199.37	
\dot{m}_1	117			269.05
\dot{m}_2	100			298.83

4.1.3 Isıtma Periyodunun CO₂ Düzeyine Etkisi

Isıtma periyoduna ba lı olarak ölçülen CO₂ düzeylerinin ortalama ve standart hata de erlerinin grafi i, ekil 4.6'da verilmi tir. Isıtma periyodunun yirmi dakika oldu u durumda ölçülen CO₂ düzeyi, ısıtma sürecinin on dakika oldu u durumda ölçülen CO₂ düzeyinden daha yüksek çıkmı tır. Çizelge 4.10'da ısıtma periyotları için ölçülen CO₂ düzeylerinin ortalama ve %95 güven aralı ndaki de erleri gösterilmi tir. ki durumun kar ıla tırıldı ı ba ımsız örnekli t-Testi, Çizelge 4.11'de görüldü ü gibi anlamlı derecede birbirinden farklıdır ($F = 29.195, p < 0.05$).

Isıtma periyodu yirmi dakika olan durum için yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, kütleli debiler ve zaman faktörleri etkili bulunmu tur ($F_{DEB} [4, 58]=12.892, p < 0.05$) ve ($F_{ZAMAN}[30, 60.865]=3.651, p < 0.05$). Di er yandan, kütleli debi ve zaman faktörlerinin kesi imi etkisiz bulunmu tur ($F_{DEB \times ZAMAN} [58, 217]=0.455, p > 0.05$).

Isıtma periyodu yirmi dakika olan durum için ölçülen CO₂ düzeylerinin ortalama ve %95 güven aralı ndaki de erleri, Çizelge 4.12'de gösterilmi tir. Çizelge 4.13, Student Newman Keul testi sonuçlarını göstermektedir. Çizelge 4.13'den görülece i üzere, ısıtma periyodu yirmi dakika olan durum için üç alt grup olu mu tur.



ekil 4.6 Isıtma periyoduna göre CO₂ düzeylerinin ortalamaları.

Çizelge 4.10 Isıtma periyotları için ölçülen CO₂ düzeylerinin ortalama ve %95 güven aralığındaki değerleri.

Bağımlı değişken: CO₂ düzeyi

Isıtma periyodu	Ortalama	Std. Hata	95% Güven Aralığı	
			Alt Sınır	Üst Sınır
20 dak.	215.788	8.8	198.46	233.108
10 dak.	192.792	9.2	174.70	210.882

Çizelge 4.11 Isıtma periyoduna göre değişen CO₂ düzeyleri için bağımsız örnekli t-Testi.

		Levene Varyansların Eşitliği Testi				Ortalamaların eşitliği için t-testi				
		F	Anl.	t	Sd	Anlamlılık	Ort. Farkı	Std. Hata Farkı	95% Güven Aralığı	
									Alt	Üst
CO ₂	Varyanslar eşit	29.195	.000	2.102	587	.036	26.54982	12.63302	1.73840	51.36124
	Varyanslar eşit değil			2.050	443.801	.041	26.54982	12.95322	1.09255	52.00709

Çizelge 4.12 Isıtma periyodunun yirmi dakika olması durumunda, CO₂ düzeyi ortalama ve %95 güven aralığındaki değerleri.

Bağımlı değişken: CO₂ düzeyi

Hava debisi	Ortalama	Std. Hata	95% Güven Aralığı	
			Alt Sınır	Üst Sınır
\dot{m}_1	251.583	11.984	227.963	275.203
\dot{m}_2	250.800	17.366	216.571	285.029
\dot{m}_3	227.619	13.838	200.345	254.893
\dot{m}_4	191.667	11.389	169.219	214.115
\dot{m}_5	155.533	20.053	116.010	195.057

Çizelge 4.13 Isıtma periyodunun yirmi dakika olması durumunda, hava debileri için uygulanan Student-Newman Keul test sonuçları.

Hava debisi	N	Alt grup		
		1	2	3
\dot{m}_5	30	155.533		
\dot{m}_4	93	191.666	191.666	
\dot{m}_3	63		227.619	227.619
\dot{m}_2	40			250.800
\dot{m}_1	84			251.583

Isıtma periyodu on dakika olan durum için yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, yalnızca kütleli debiler faktörü etkili bulunmuştur ($F_{DEB}[4, 58]=139.87, p < 0.05$). Diğer yandan, zaman, kütleli debi ve zaman faktörlerinin keskinliği etkisiz bulunmuştur ($F_{ZAMAN}[30, 58]=1.364, p > 0.05$) ve ($F_{DEB \times ZAMAN}[58, 186]=0.122, p > 0.05$).

Isıtma periyodu on dakika olan durum için ölçülen CO₂ düzeylerinin ortalama ve %95 güven aralığındaki değerleri, Çizelge 4.14’de gösterilmiştir. Çizelge 4.15, Student Newman Keul testi sonuçlarını göstermektedir. Çizelge 4.15’den görüleceği üzere, ısıtma periyodu on dakika olan durum için iki alt grup oluşmuştur.

Çizelge 4.14 Isıtma periyodunun on dakika olması durumunda, CO₂ düzeyi ortalama ve %95 güven aralığındaki değerleri.

Bağımlı değişken: CO₂ düzeyi

Hava debisi	Ortalama	Std. Hata	95% Güven Aralığı	
			Alt Sınır	Üst Sınır
\dot{m}_1	313.515	33.537	247.354	379.676
\dot{m}_2	330.850	24.871	281.784	379.916
\dot{m}_3	145.455	33.537	79.293	211.616
\dot{m}_4	138.344	19.977	98.933	177.755
\dot{m}_5	98.767	24.871	49.700	147.833

Çizelge 4.15 Isıtma periyodunun on dakika olması durumunda, hava debileri için uygulanan Student-Newman Keul test sonuçları.

Hava debisi	N	Alt grup	
		1	2
\dot{m}_5	60	98.7667	
\dot{m}_4	93	138.3441	
\dot{m}_3	33	145.4545	
\dot{m}_1	33		313.5152
\dot{m}_2	60		330.8500

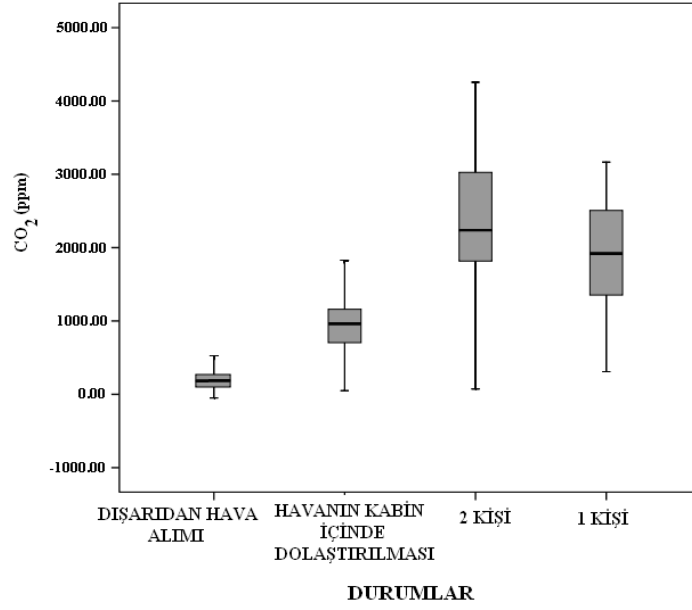
4.1.4 DeneY Sonuçlarının Kar ıla tırılması

Ki i sayısı, hava çevrim modu ve ısıtma periyodu deneylerine ili kin sonuçların kar ıla tırılması için; 3 yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmı tur. DeneY durumu, hava debileri ve zaman faktörleri göz önünde bulundurulmu tur.

DeneY durumlarına ba lı olarak ölçülen CO₂ düzeylerinin ortalama ve standart hata grafi i ekil 4.7’de verilmi tir. En yüksek CO₂ düzeyi, havalandırmanın çalı tırılmadı ı ve kabin içerisinde iki ki inin olması durumunda ölçülmü tür. Di er deneYler için ölçülen CO₂ düzeyleri, sırasıyla havalandırmanın çalı tırılmadı ı ve kabin içerisinde tek ki i olması durumu, havanın yalnızca kabin içerisinde dola tırıldı ı durum ve dı arıdan hava alınması durumu olarak belirlenmi tir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre hava debileri ($F_{DEB} [4, 202]=72.286, p < 0.05$), zaman ($F_{ZAMAN}[30, 61.513]=10.923, p < 0.05$, durum ($F_{DURUM}[2, 59.338]=219.850, p < 0.05$), durum ve hava debileri faktörleri kesi imi ($F_{DEB \times DURUM} [2, 48.373]=37.493, p < 0.05$), zaman ve hava debileri faktörleri kesi imi ($F_{DEB \times ZAMAN}[96, 63.490]=1.721, p < 0.05$) ve zaman ve durum faktörleri kesi imi ($F_{DURUM \times ZAMAN}[58, 273.589]=10.263, p < 0.059$) etkili bulunmu , ancak bütün faktörlerin kesi imi ise etkisiz bulunmu tur ($F_{DEB \times DURUM \times ZAMAN} [40, 1204]=0.186, p > 0.05$).

Bütün deneYler için ölçülen CO₂ düzeylerinin ortalama ve %95 güven aralı ndaki de erleri, Çizelge 4.16’da gösterilmi tir. Hava debilerine göre ölçülen CO₂ düzeylerinin ortalama ve %95 güven aralı ndaki de erleri Çizelge 17’de gösterilmi tir.



ekil 4.7 Deney durumları için ölçülen CO₂ düzeyi ortalama değerleri.

Çizelge 4.16 Deney durumları için ölçülen CO₂ düzeylerinin ortalama ve %95 güven aralığındaki değerleri.

Bağımlı değişken: CO₂ düzeyi

Durum*	Ortalama	Std. Hata	95% Güven Aralığı	
			Alt Sınır	Üst Sınır
1	208.727	10.896	187.349	230.104
2	970.196	9.566	951.428	988.964
3	2350.871	25.972	2299.916	2401.826
4	1895.247	25.972	1844.292	1946.202

Durum*;1: Dış ortamdan hava alınması, 2: Havanın yalnızca kabin içerisinde dolaştırılması, 3: Havalandırma çalışmadan 2 kişinin oturması, 4: Havalandırma çalışmadan 1 kişinin oturması.

Çizelge 4.17 Deney durumları için hava debilerine göre ölçülen CO₂ düzeylerinin ortalama ve %95 güven aralığındaki değerleri.

Hava Debisi	Durum*	Ortalama	Std. Hata	95% Güven Aralığı	
				Alt Sınır	Üst Sınır
\dot{m}_0	1	.	.	.	.
	2	.	.	.	.
	3	2350.871	25.972	2299.916	2401.826
	4	1895.247	25.972	1844.292	1946.202
\dot{m}_1	1	261.643	24.066	214.428	308.858
	2	1132.959	17.003	1099.601	1166.316
	3	.	.	.	.
	4	.	.	.	.
\dot{m}_2	1	315.031	27.328	261.416	368.646
	2	.	.	.	.
	3	.	.	.	.
	4	.	.	.	.
\dot{m}_3	1	207.706	27.110	154.518	260.894
	2	947.631	17.003	914.273	980.989
	3	.	.	.	.
	4	.	.	.	.
\dot{m}_4	1	165.005	18.365	128.975	201.036
	2	820.330	15.503	789.913	850.746
	3	.	.	.	.
	4	.	.	.	.
\dot{m}_5	1	115.700	28.003	60.761	170.639
	2	.	.	.	.
	3	.	.	.	.
	4	.	.	.	.

Deneylerde ölçülen CO₂ düzeylerine göre uygulanan Student-Newman Keul testi Çizelge 4.18'de görülebilmektedir. Test sonuçlarına göre 4 alt grup oluşmuştur.

Hava debilerine göre ölçülen CO₂ düzeylerine uygulanan Student-Newman Keul testi, Çizelge 4.19'da görülebilmektedir. Test sonuçlarına göre, 6 alt grup oluşmuştur.

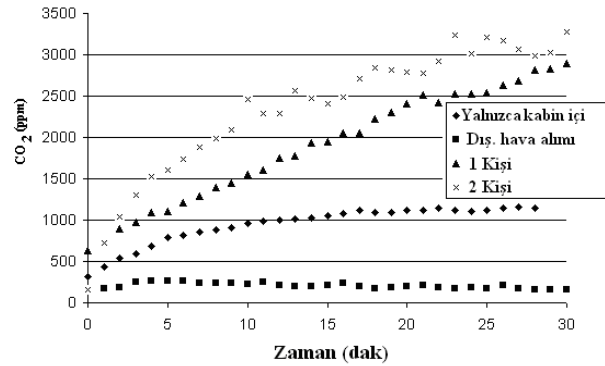
Çizelge 4.18 Deney durumları için ölçülen CO₂ düzeylerine göre uygulanan Student-Newman Keul test sonuçları.

Durum*	N	Alt grup			
		1	2	3	4
1	589	206.7657			
2	695		957.6892		
3	93			1895.2473	
4	93				2350.8710

Çizelge 4.19 Deney durumları için hava debilerine göre ölçülen CO₂ düzeylerine uygulanan Student-Newman Keul test sonuçları.

Hava debisi	N	Alt grup					
		1	2	3	4	5	6
\dot{m}_5	90	117.688					
\dot{m}_2	100		298.830				
\dot{m}_4	447			547.644			
\dot{m}_3	313				718.134		
\dot{m}_1	334					830.3323	
\dot{m}_0	186						2123.0591

Ölçülen CO₂ düzeylerinin zamana göre değişimleri ekil 4.8’de verilmiştir.



ekil 4.8 Deneyle ölçülen CO₂ düzeylerinin zaman göre değişimleri.

4.1.5 Menfez Seçiminin CO₂ Düzeyine Olan Etkisi

Konsol menfezi için yapılan deneylerde, sırasıyla \dot{m}_1 , \dot{m}_2 , \dot{m}_3 , \dot{m}_4 ve \dot{m}_6 de erlerinde olmak üzere be hava debisi kullanılmı tır. Deneylerde izlenen yöntemde, ısıtıcının ilk yirmi dakikada sıcaklı ın en yüksek, kalan on dakikalık zaman diliminde ise, sıcaklı ın orta konumda tutulması ve bu zaman dilimleri ile sıcaklık konumlarının yer de i tirmesi biçiminde iki veri grubu elde edilmi tir.

Ayaklar-ön cam menfezi için yapılan deneylerde, sırasıyla \dot{m}_1 , \dot{m}_2 , \dot{m}_4 , \dot{m}_5 ve \dot{m}_7 de erlerinde olmak üzere be hava debisi de eri kullanılmı tır. Deneylerde izlenen yöntemde, ısıtıcının ilk yirmi dakikada sıcaklı ın en yüksek, kalan on dakikalık zaman diliminde ise, sıcaklı ın orta konumda tutulması ve bu zaman dilimleri ve sıcaklık konumlarının yer de i tirmesi biçiminde iki veri grubu elde edilmi tir.

Konsol ve ayaklar-cam menfezi için yapılan deneylerde ölçülen kütleli debi de erleri, Çizelge 4.20'de verilmi tir.

Çizelge 4.20 Konsol ve ayaklar-cam menfezi için ölçülen kütleli debi de erleri.

	1. Hız düzeyi	2. Hız düzeyi	3. Hız düzeyi
Konsol menfezi dı ortamdan hava alımı			
Sıcaklık sonda	\dot{m}_1 (0.009 kg/s)	\dot{m}_3 (0.021 kg/s)	\dot{m}_4 (0.033 kg/s)
Sıcaklık ortada	\dot{m}_2 (0.017 kg/s)	\dot{m}_4 (0.032 kg/s)	\dot{m}_6 (0.055 kg/s)
Ön cam-ayaklar menfezi dı ortamdan hava alımı			
Sıcaklık sonda	\dot{m}_1 (0.009 kg/s)	\dot{m}_2 (0.016 kg/s)	\dot{m}_5 (0.047 kg/s)
Sıcaklık ortada	\dot{m}_4 (0.036 kg/s)	\dot{m}_5 (0.043 kg/s)	\dot{m}_7 (0.061 kg/s)

Deneylerden elde edilen dört deney grubu için debi de erlerine göre ölçülen ortalama ve %95 güven aralı ındaki CO₂ düzeyleri, Çizelge 4.21'de verilmi tir.

Çizelge 4.21 Debi de erlerine göre elde dört deney grubu için edilen ortalama ve %95 güven aralı ındaki CO₂ düzeyleri.

Hava debisi	Ortalama	Std. Hata	95% Güven Aralı ı	
			Alt Sınır	Üst Sınır
\dot{m}_1	320.45	13.17	294.61	346.29
\dot{m}_2	329.00	14.00	301.54	356.47
\dot{m}_3	207.71	22.93	162.73	252.68
\dot{m}_4	243.23	11.87	219.95	266.52
\dot{m}_5	331.59	10.85	310.32	352.87
\dot{m}_6	115.70	23.68	69.25	162.15
\dot{m}_7	179.49	17.91	144.35	214.63

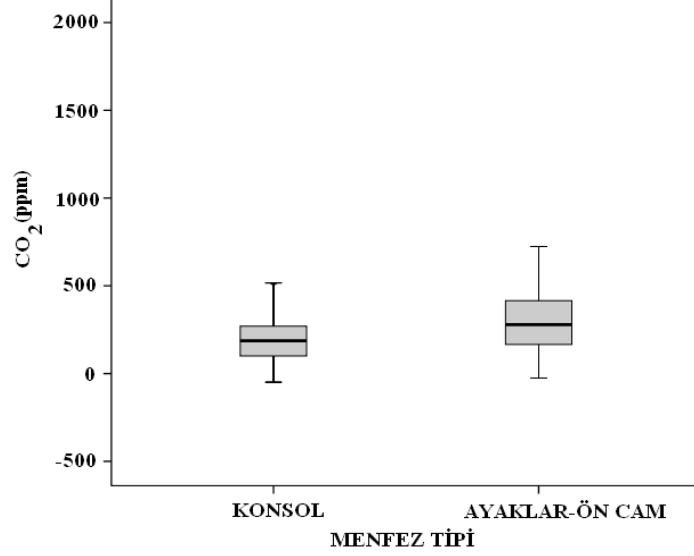
Dört deney grubu için uygulanan varyans analizi (ANOVA) sonuçlarına göre, hava debileri, menfez tipi ve debi menfez tipi faktörleri kesi iminin CO₂ düzeyine anlamlı derecede etki etti i bulunmu tur (F_{DEB} [6, 384.68]=33.22, $p < 0.05$), (F_{MENFEZ} [1, 153.49]=69.028, $p < 0.05$) ve ($F_{DEB \times MENFEZ}$ [2, 21.39]=86.04, $p < 0.05$). Tek ba ına zaman faktörü ile debi, menfez ve zaman faktörleri kesi iminin ise, CO₂ düzeyine etkisinin olmadı ı bulunmu tur (F_{ZAMAN} [30, 167.62]=1.25, $p > 0.05$) ve ($F_{DEB \times MENFEZ \times ZAMAN}$ [18, 1461]=0.101, $p > 0.05$).

Dört deney grubundaki hava debisi de erleri için uygulanan Student-Newman Keul testi sonuçları, Çizelge 4.22’de verilmi tir. Görüldü ü üzere, debi de erleri için dört ayrı alt grup olu mu tur.

Çizelge 4.22 Dört deney grubundaki debi de erleri için Student-Newman Keul testi sonuçları.

DEB	N	ALT GRUP			
		1	2	3	4
\dot{m}_6	90	117.69			
\dot{m}_7	167		173.07		
\dot{m}_3	96		199.38		
\dot{m}_4	354			263.44	
\dot{m}_5	382				330.34
\dot{m}_2	292				342.07
\dot{m}_1	306				346.63

Ayaklar-ön cam menfezi ve konsol menfezi deneyleri için yapılan ölçümlerdeki deney grupları, CO₂ düzeyi ortalama ve standart hata değerleri ekil 4.9'da gösterilmiştir.



ekil 4.9 Ayaklar-ön cam menfezi ve konsol menfezi deneyleri için yapılan iki grupta elde edilen CO₂ düzeyi ortalama ve standart hata değerleri.

ki deney grubuna göre elde edilen ortalama ve %95 güven aralığındaki CO₂ düzeyleri Çizelge 4.23'de verilmiştir.

Çizelge 4.23 Menfez grupları için CO₂ düzeyi ortalama değerleri.

MENFEZ	N	Ortalama	Std. Sapma	Std. Ort. Hata
Konsol	589	206.77	153.53	6.33
Ayaklar -Ön Cam	1098	329.92	245.75	7.42

Menfez tiplerine göre, elde edilen bu gruplar arasında yapılan t-Testi sonucu, deney grupları arasındaki CO₂ düzeyi ortalama değerleri arasında anlamlı derecede fark bulunmuştur ($F = 61.33, p < 0.05$).

4.2 Kızılötesi Kamera ile Elde Edilen Sonuçlar

Kızılötesi kamera ile elde edilen görüntülerin incelendiği bu bölümde araç kliması ve ısıtıcısı, konsol ve ayaklar-cam menfezleri aynı hız düzeyinde çalıştırılmıştır. Aracın konsol, ön cam yüzeyi ile sürücünün yüz deri sıcaklığı, ısıtma ve soğutma süreçleri için ölçülmüştür. Farklı zamanlarda elde edilen kızılötesi görüntüler, birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

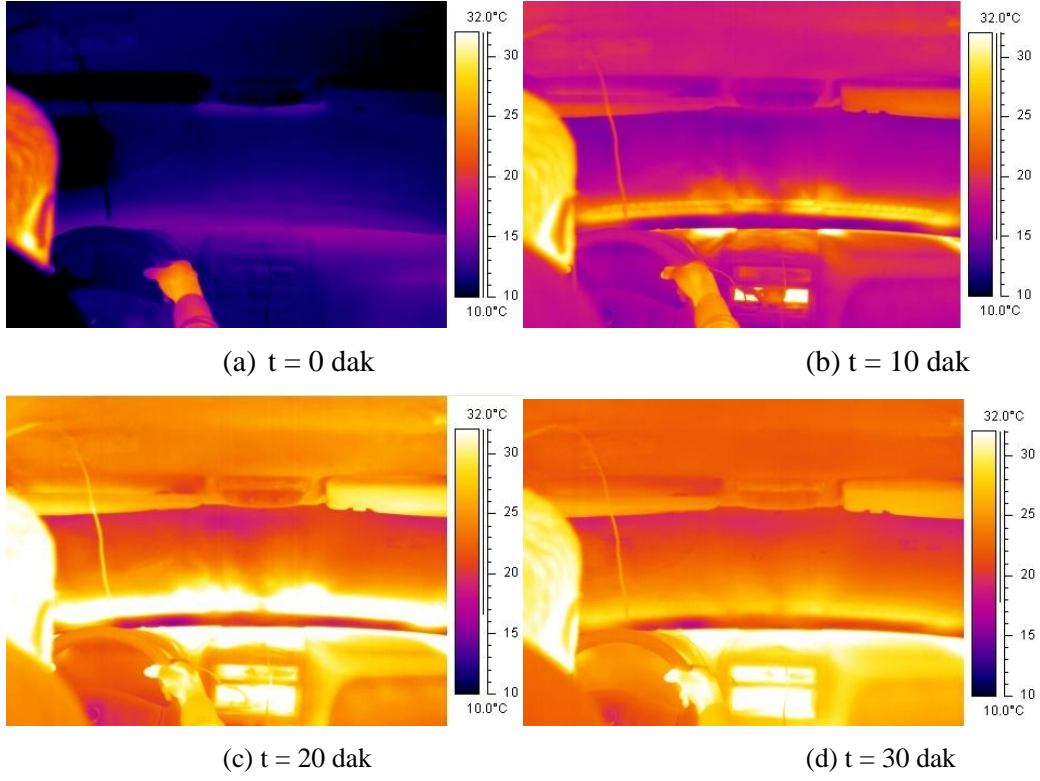
4.2.1 Isıtma Sürecinde Konsol Yüzey Sıcaklığı için Yapılan Ölçüm Sonuçları

Isıtma süreci için yapılan deneylerin tümü, yaklaşık 6 °C'den ortam sıcaklığında gerçekleştirilmiştir.

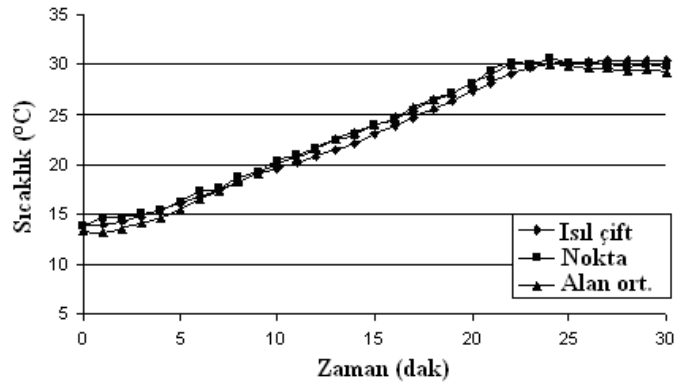
Kabinin ön bölümünün ısıtma süreci için her on dakikada bir alınan kızılötesi görüntüleri, ekil 4.10'da gösterilmiştir. Kabin içerisinde yer alan daha sıcak yüzeyler, daha açık renkler ile anlaşılmaktadır. Ekilerden görüleceği üzere, katı yüzeylerin deney başlangıcındaki renkleri daha koyu ve yaklaşık 10 °C'dir. Yüzeylerin sıcaklıkları, ekilerin yanındaki sıcaklık cetvelinden renklerine göre okunabilmektedir. Sürücünün baş ve el sıcaklıkları, katı yüzeylerin sıcaklığından daha yüksektir. Zamanla katı yüzeylerin sıcaklıkları da artmakta ve renkleri giderek açılmaktadır. Menfezlere yakın olan bölgelerin daha hızlı ısındığı da görülebilmektedir. Ön cam üzerindeki sıcaklık da ılımlıdan yola çıkarak, ön cam üzerindeki hız da ılımlı için bir yaklaşım yürütülebilir. Hız da ılımlı için elde edilebilecek bu yaklaşım, ön camdaki bu buzu ve buzlanmanın çözülmesi için yol gösterici olabilir.

Kızılötesi kamera ile ölçülen sıcaklığın doğrulanması için, aynı nokta veya bölge ısı çifti ile ölçülmüştür. Isıl çifti ile ölçülen sıcaklık, ısı çiftinin çok yakınındaki bir noktanın kızılötesi kamera tarafından ölçülen sıcaklığı ve ölçüm bölgesinin alan ağırlıklı sıcaklık ortalamasının zamana göre değişimi, ekil 4.11'de gösterilmiştir.

Ekilerden görüleceği gibi, aracın ön bölgesindeki sıcaklıklar 22 dakika sonra dengeye ulaşmıştır. Isıl çifti ve kızılötesi kamera ile ölçülen sıcaklıkların profilleri hemen hemen aynı olup, aralarındaki en yüksek sıcaklık farkı 2°C dolaylarında bulunmuştur.



ekil 4.10 Isıtma sürecinde kabin ön bölgesi için elde edilen kızılötesi görüntüleri.

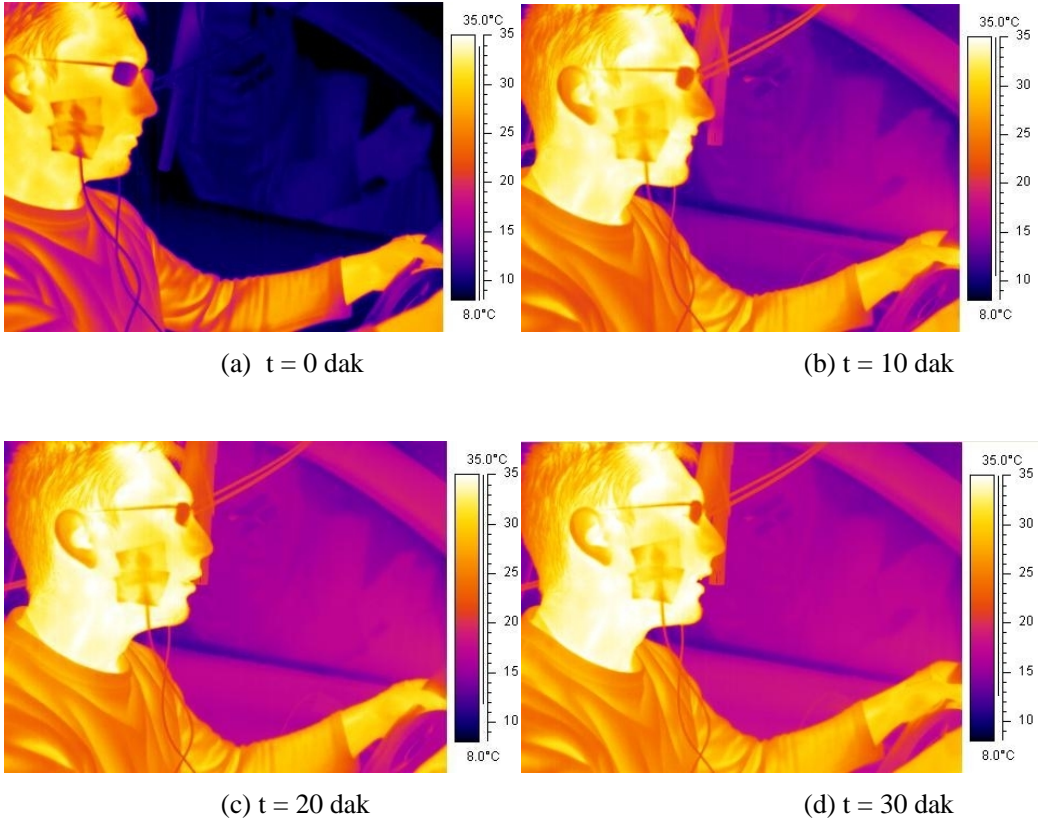


ekil 4.11 Isıtma süreci için kabin ön bölgesinin ısı çift, nokta ve alan ortalama sıcaklık değerlerinin, zamana göre değişimi.

4.2.2 Isıtma Sürecinde Yüz Deri Sıcaklığı için Yapılan Ölçüm Sonuçları

Yüz deri sıcaklıklarının ölçülmesi için, kızılötesi kamera sağ ön koltuğa yerleştirilmiştir ve sürücünün yüzüne odaklanmıştır. Yüz deri sıcaklığı ölçümü için yapılan deneyler, yaklaşık 6°C'den ortam sıcaklığında yapılmıştır.

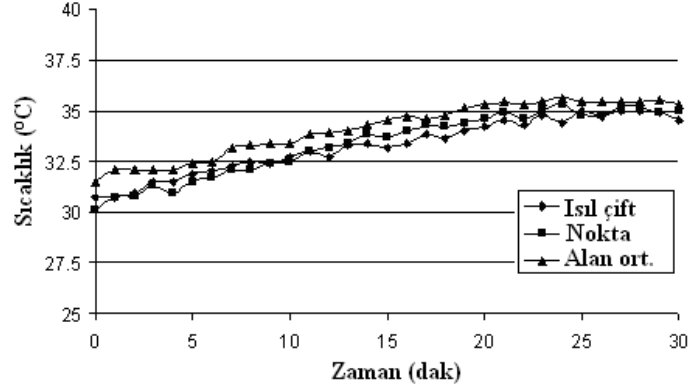
Isıtma süreci boyunca, sürücünün yüz bölgesi kızılötesi kamera görüntüleri 10 dakikalık aralıklarla ekil 4.12'de gösterilmiştir. Kabin içerisindeki sıcaklık arttıkça, sürücünün yüz sıcaklığı da 31°C' den 35°C' ye artmaktadır. Kızılötesi görüntülerde, aynı zamanda, elbiselerin de artan sıcaklık ile renklerinin de değiştiği görülebilir. Elde edilen veriler, kışın için ısı konfor çalışmalarında ısı akısının hesaplanması için kullanılabilir.



ekil 4.12 Isıtma süreci için sürücünün yüz bölgesinin kızılötesi görüntüleri.

Isıl çift ile ölçülen sıcaklık, ısı çiftinin çok yakınındaki bir noktanın kızılötesi kamera tarafından ölçülen sıcaklığı ve ölçüm yapılan bölgenin alan ağırlıklı sıcaklık

ortalamasının zamana göre değişimi, ekil 4.13’de gösterilmiştir. Görüldüğü üzere, sürücü yüz sıcaklığı 10. dakikadan sonra yaklaşık 35°C dolaylarında salınım yapmaktadır.



ekil 4.13 Isıtma süreci için sürücü yüz sıcaklığının ısı çift, nokta ve alan ağırlıklı sıcaklık ortalamasına göre değişiminin zamana göre değişimi.

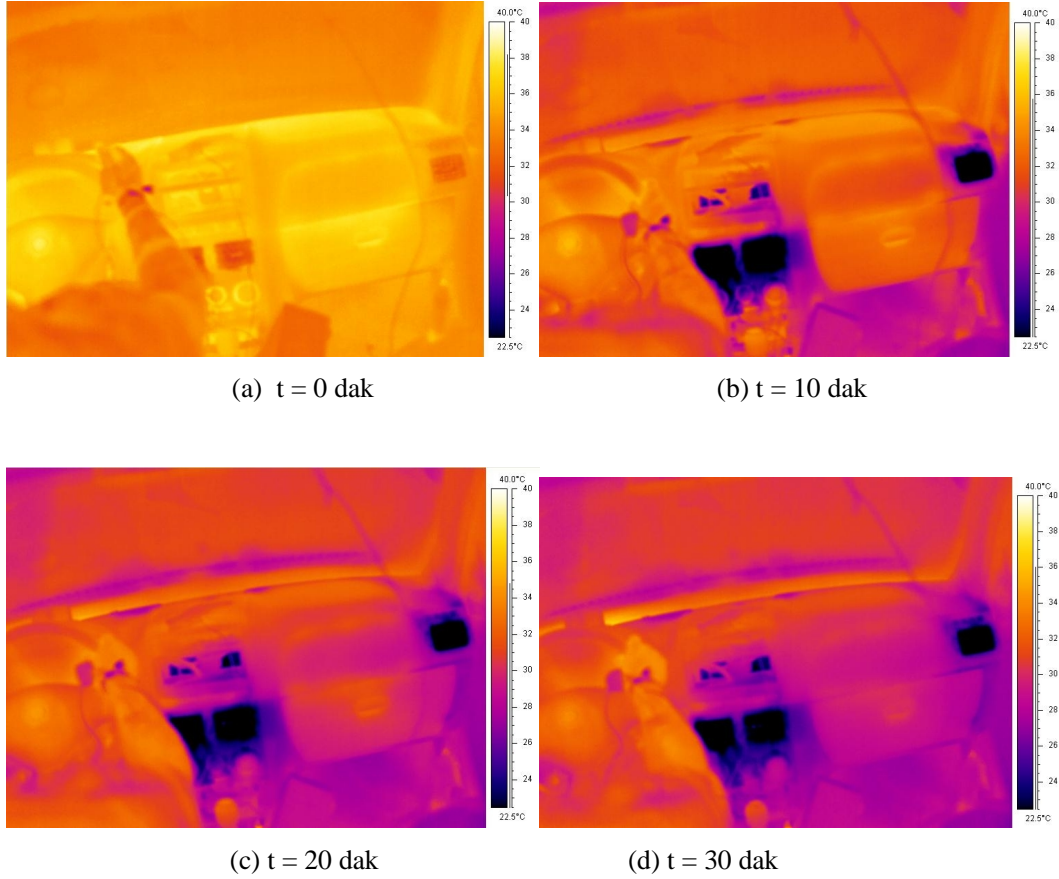
4.2.3 Soğutma Sürecinde Konsol Yüzey Sıcaklığı için Yapılan Ölçüm Sonuçları

Soğutma süreci için yapılan deneylerin tümü, yaklaşık 30°C’de ortam sıcaklığında yapılmıştır.

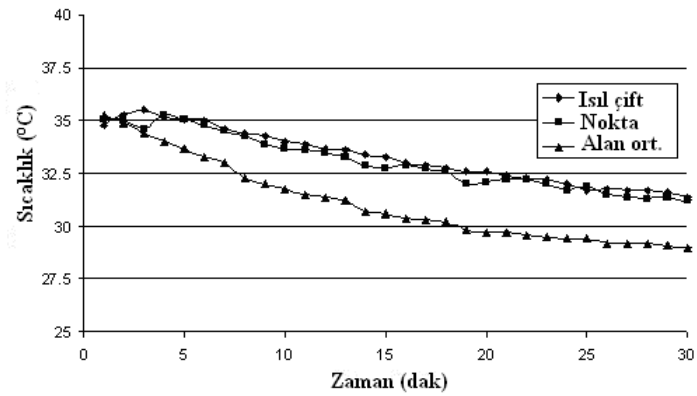
Soğutma süreci için kabin ön bölgesinin kızılötesi kamera ile 10 dakika aralıklarla çekilen görüntüleri, ekil 4.14’de gösterilmiştir. Soğuk cisimler, kızılötesi görüntülerde daha koyu renkler olarak görülmektedir. Deneylerin başlangıcında, katı yüzeyler daha açık renklere ve kızılötesi görüntülerin yanındaki sıcaklık ölçümünden de okunabileceği gibi, 40 °C dolaylarındadır. Aynı zamanda, kızılötesi görüntülerden görüleceği üzere sürücünün yüz ve el sıcaklığı, kabinin katı yüzeyleri sıcaklığına göre daha düşüktür. Deney süresince, artan süre ile birlikte yüzeylerin sıcaklıkları düşmekte ve renkleri de giderek koyulaşmaktadır. Menfezlere yakın olan bölgelerin sıcaklık değerleri daha hızlı düşmektedir.

Soğutma sürecinde kabin ön bölgesi için ısı çift ile ölçülen sıcaklık, ısı çiftin çok yakınındaki bir noktanın kızılötesi kamera tarafından ölçülen sıcaklığı ve ölçüm yapılan bölgenin alan ağırlıklı sıcaklık ortalamasına göre değişimi, ekil 4.15’de gösterilmiştir. Alan ağırlıklı sıcaklık ortalamaları, nokta ile ölçülen sıcaklık değerlerinden düşüktür. Menfezlerden gelen hava hızı, bütün yüzeylerde aynı

de erlerde de ildir. Bunun sonucunda kabinin ön bölgesindeki sıcaklık ortalama de erleri, kızılötesi kamera ile ölçülen noktanın sıcaklığından daha hızlı düşmektedir.



ekil 4.14 So utma süreci için kabinin ön bölgesinin kızılötesi görüntüleri.

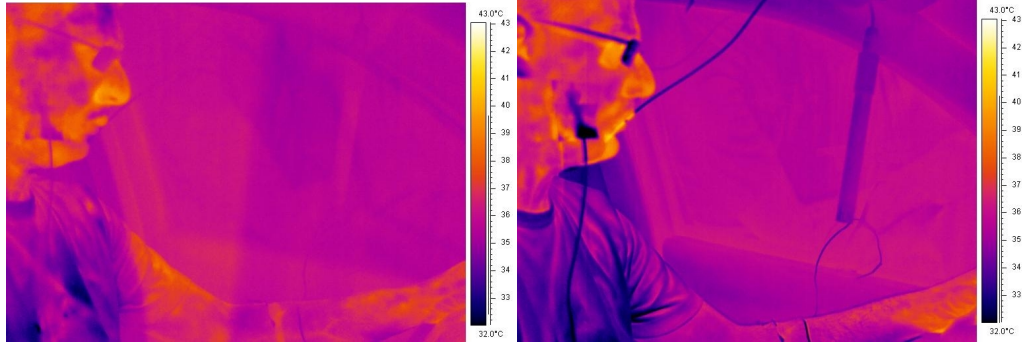


ekil 4.15 So utma süreci için kabin ön bölgesinin ısı çift, nokta ve alan ortalıklı sıcaklık ortalamalarının zamana göre değişimi.

4.2.4 So utma Sürecinde Yüz Deri Sıcaklı ı için Yapılan Ölçüm Sonuçları

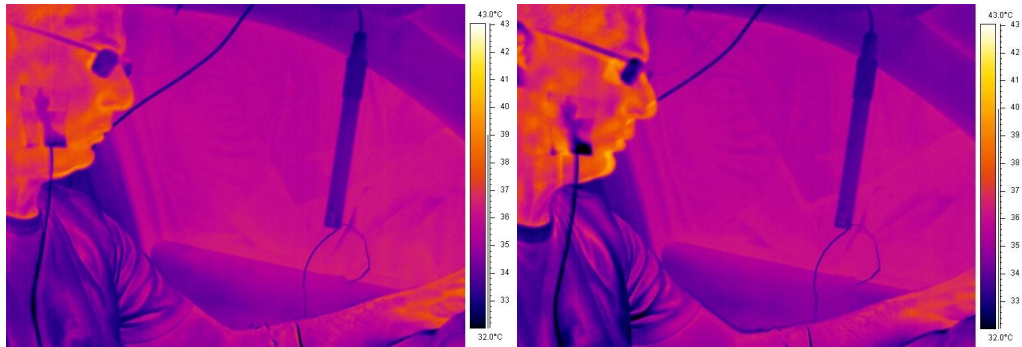
So utma süreci boyunca 10 dakikalık aralıklarla çekilen sürücünün yüz bölgesi kızılötesi kamera görüntüleri, ekil 4.16'da gösterilmi tir. Kabin içerisindeki sıcaklıkların zamanla azalmasına kar ın, sürücü yüz deri sıcaklık de eri yakla ık 35°C' de sabit kalmı tır.

So utma sürecinde sürücü yüz bölgesi için ısılı çift ile ölçülen sıcaklık, ısılı çiftin çok yakınındaki bir noktanın kızılötesi kamera tarafından ölçülen sıcaklı ı ve ölçüm bölgesinin alan a ırlıklı sıcaklık ortalama de erinin zamana göre de i imi, ekil 4.17' de gösterilmi tir. ekilden görülece i üzere, sürücü yüz sıcaklı ı zaman içerisinde çok fazla de i imi ve 35°C dolaylarında salınım yapmı tır.



(a) t = 0 dak

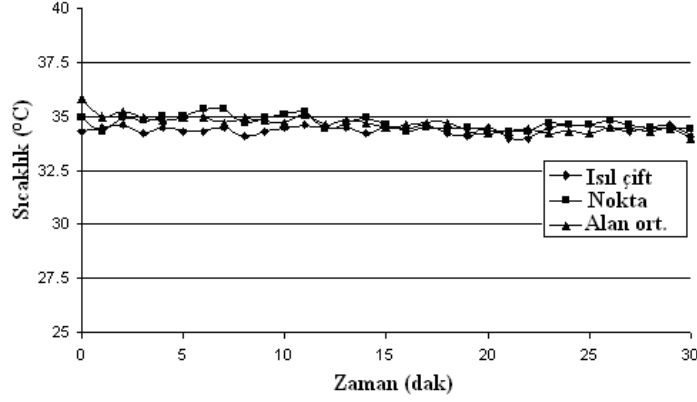
(b) t = 10 dak



(c) t = 20 dak

(d) t = 30 dak

ekil 4.16 So utma süreci için sürücü yüzünün kızılötesi görüntüleri.



ekil 4.17 So utma süreci için sürücü yüz sıcaklı ının ısıl çift, nokta ve alan a ırlıklı sıcaklık ortalama de erinin, zamana göre de i imi.

4.3 Isıtıcının  Ortam Sıcaklı ı ve Ba ıl Neme Etkisine li kin Sonuçlar

Bu alı madaki amaç, ısıtıcının araç kabini içerisinde ısıtma süreci için sıcaklık ve ba ıl nem de erlerine olan anlık etkisinin incelenmesidir. Otomobil kabini iç hacim olarak küçük oldu undan, geçici rejim sürecinde sıcaklık ve ba ıl nem de erleri, anlık olarak birdenbire de i mektedir. Deneyle, park edilmi bir arabada, dı ortam etkilerinden ba ımsız olacak biçimde laboratuvar içerisinde gerçekleştirilmi tir. Deneylede üç de i ik hava hız düzeyi olan konsol menfezleri açılmı tir. Hava hızlarına ba lı olarak ba ıl nem ve sıcaklık de i imleri elde edilmi , aynı zamanda bu de erlerin zamanla de i imi de verilmi ve sıcaklı a ba lı olarak ba ıl nem de erlerinin de i imleri de hesaplanmı tir.

4.3.1 Hava Hızının Etkisi

Hava hızının etkisinin incelenmesi için denek araç içerisinde 15 dakika boyunca oturmu , iç ve dı ortam sıcaklık de erleri aynı anda ölçülmü tir. Sıcaklık ve ba ıl nem de i imlerinin hava hızı ile etkisinin incelenmesi için çoklu varyans analizi, (MANOVA), uygulanmı tir.

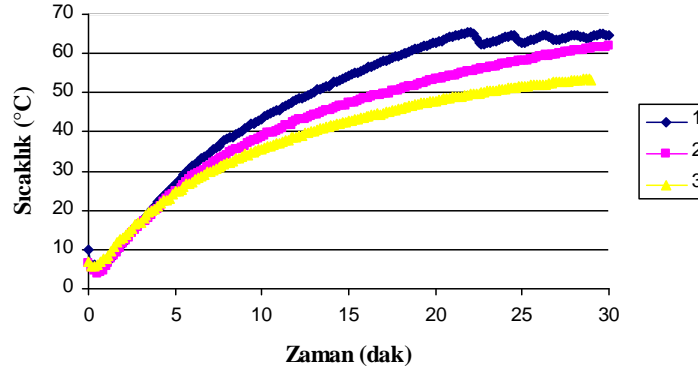
Dı ortam sıcaklı na ba lı olarak kabin içerisinde ölçülen hava hız de erleri, Çizelge 4.24' de verilmi tir.

Çizelge 4.24 Fan hız düzeylerine ba lı olarak kabin içerisinde ölçülen hava hız de erleri.

Dı ortam sıcaklı ı	Hız düzeyi	Sembol	Hız (m/s)
10 °C	1	V_1	0.04
	2	V_2	0.10
	3	V_3	0.13

Menfez ıkı sıcaklı ı

Isıtma süreci için, araç kabin içerisinde fan hızı düzeylerine göre ölçülen menfez çıkı sıcaklık de erleri ekil 4.18’de grafiksel olarak gösterilmi tir.

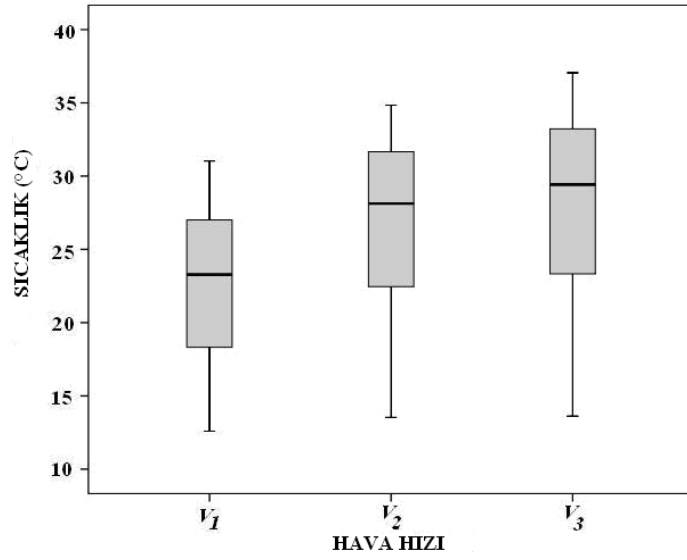


ekil 4.18 Isıtma süreci için araç kabini içerisinde fan hızı düzeylerine göre ölçülen menfez çıkı sıcaklı ı de erleri.

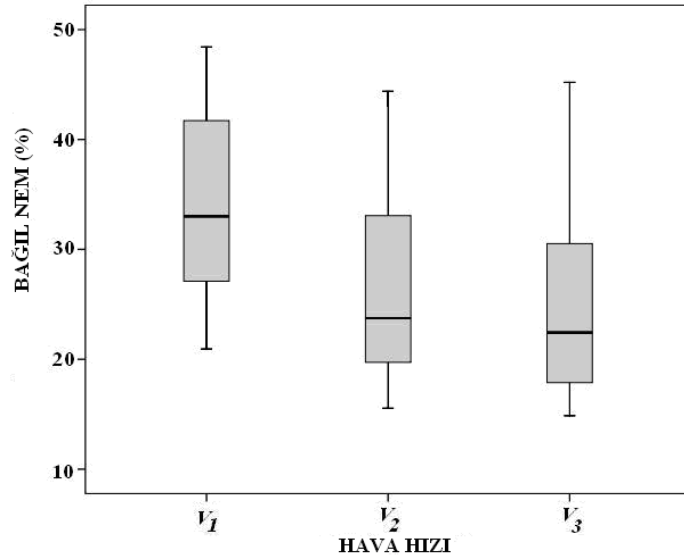
ekil 4.18’den görülece i gibi ısıtma sürecinde, üçüncü düzeyde yapılan deneylerde ölçülen hava çıkı sıcaklık de erleri, di er düzeylere göre d üktür. Araç ısıtıcısının kapasitesi her fan hızı düzeyine göre aynı oldu undan, menfez çıkı ındaki hava sıcaklı ı yüksek hızlarda daha dü ük çıkmaktadır.

4.3.1.1 Isıtma Süreci için Hava Hızının Etkisi

Isıtma sürecinde elde edilen ortalama ve standart hata sıcaklık ile ba ıl nem de erleri, sırasıyla ekil 4.19 ve ekil 4.20’de gösterilmi tir.



ekil 4.19 Isıtma sürecinde elde edilen ortalama ve standart hata sıcaklık de erleri.



ekil 4.20 Isıtma sürecinde elde edilen ortalama ve standart hata ba ıl nem de erleri.

Çoklu varyans analizi, (MANOVA), sonuçlarına göre hava hızı ve zaman faktörlerinin sıcaklık üzerine etkilerinin olduğu ($F_{HIZ} = 190.164, p < 0.05$) ve ($F_{ZAMAN} = 161.828, p < 0.05$), ancak hava hızı ve zaman faktörleri keskinin sıcaklığına etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir ($F_{HIZ \times ZAMAN} = 1.145, p > 0.05$).

Çoklu varyans analizi, (MANOVA), sonuçlarına göre hava hızı ve zaman faktörlerinin bağıl nem üzerine etkilerinin olduğu ($F_{HIZ} = 208.813, p < 0.05$) ve (F_{ZAMAN}

=138.797, $p < 0.05$), ama hava hızı ve zaman faktörleri kesi iminin ba ıl neme etkisinin bulunmadı ı belirlenmi tir ($F_{HIZ \times ZAMAN} = 1.411$, $p > 0.05$).

ekil 4.20 ve ekil 4.21'den görülece i gibi sıcaklık ve ba ıl nem de erleri, V_1 , V_2 ve V_3 hava hızları ile de i mektedir.

Çoklu varyans analizi, (MANOVA), sonuçlarına göre hava hızları için elde edilen istatistiksel de erler, Çizelge 4.25'de gösterilmi tir.

Çizelge 4.25 Isıtma sürecinde hava hızlarına göre MANOVA sonuçları.

	Hava Hızı	Ortalama	Std. Hata	95% Güven Aralı ı	
				Alt Sınır	Üst sınır
Sıcaklık (°C)	V_1	22.62	.20	22.23	23.02
	V_2	26.79	.20	26.40	27.18
	V_3	27.74	.20	27.35	28.13
Ba ıl Nem (%)	V_1	34.06	.32	33.42	34.71
	V_2	26.66	.32	26.01	27.30
	V_3	25.42	.32	24.78	26.06

Çoklu varyans analizi, (MANOVA), sonuçlarından elde edilen kısmi eta kare (partial eta square) de erleri, Çizelge 4.26'da verilmi tir. Bu de erlere göre hava hızı ve zaman faktörlerinin sıcaklık ve ba ıl neme olan etkileri aynı düzeyde bulunmu , hava hızı ve zaman faktörleri kesi iminin sıcaklık ve ba ıl neme olan etkilerinin daha az etkili oldu u belirlenmi tir.

Çizelge 4.26 Isıtma sürecinde MANOVA sonuçlarına göre kısmi eta kare de erleri.

Faktör	Ba ımlı De i ken	Kısmi Eta Kare
Hava Hızı	Sıcaklık	0.80
	Ba ıl Nem	0.81
Zaman	Sıcaklık	0.96
	Ba ıl Nem	0.95
Hava Hızı x Zaman	Sıcaklık	0.26
	Ba ıl Nem	0.31

Isıtma sürecinde sıcaklık ve ba ıl nem için hava hızlarına göre elde edilen Student-Newman Keul testi sonuçları, sırasıyla Çizelge 4.27 ve Çizelge 4.28'de verilmi tir.

Çizelge 4.27 Isıtma sürecinde sıcaklık için hava hızlarına göre elde edilen Student Newman Keul testi sonuçları.

Hava Hızı	N	Alt Grup		
		1	2	3
V_1	48	22.62		
V_2	48		26.79	
V_3	48			27.74

Çizelge 4.28 Isıtma sürecinde ba ıl nem için hava hızlarına göre elde edilen Student Newman Keul testi sonuçları.

Hava Hızı	N	Alt Grup		
		1	2	3
V_3	48	25,42		
V_2	48		26,66	
V_1	48			34,06

Hava hızı de erlerine göre sıcaklık ve ba ıl nem için yapılan Student-Newman Keul test sonuçlarından görüldü ü gibi, 3 ayrı alt grup olu mu tur. Çünkü, V_1 , V_2 ve V_3 hava hızları farklı de erlerdedir.

İlk hava hızı de eri için zamana ba lı olarak sıcaklı ın de i imi, do rusal regresyon yardımıyla bulunmu tur. İlk hava hızı de eri için zamana (t) ba lı olarak sıcaklı ın (T) de i imi, E itlik 4.1'de verilmi tir.

$$T = 14.713 + 1.055t \quad (R^2=0.933) \quad (4.1)$$

İlk hava hızı de eri için ba ıl nemin (Rh), zamana (t) ve sıcaklı a (T) ba lı olarak de i imi, E itlik 4.2'de verilmi tir.

$$Rh = 69.282 - 0.073t - 1.533T \quad (R^2=0.952) \quad (4.2)$$

İkinci hava hızı de eri için zamana (t) ba lı olarak sıcaklı ın (T) de i imi, E itlik 4.3'de verilmi tir.

$$T = 17.507 + 1.237t \quad (R^2=0.952) \quad (4.3)$$

İkinci hava hızı de eri için ba ıl nemin (Rh), zamana (t) ve sıcaklı a (T) ba lı olarak de i imi, E itlik 4.4'de verilmi tir.

$$Rh = 73.761 + 0.546t - 1.911T \quad (R^2=0.957) \quad (4.4)$$

Üçüncü hava hızı de eri için zamana (t) ba lı olarak sıcaklı ın (T) de i imi, E itlik 4.5'de verilmi tir.

$$T = 17.981 + 1.302t \quad (R^2=0.897) \quad (4.5)$$

Üçüncü hava hızı de eri için ba ıl nemin (Rh), zamana (t) ve sıcaklı a (T) ba lı olarak de i imi, E itlik 4.6'da verilmi tir.

$$Rh = 59.839 - 0.351t - 1.146T \quad (R^2=0.914) \quad (4.6)$$

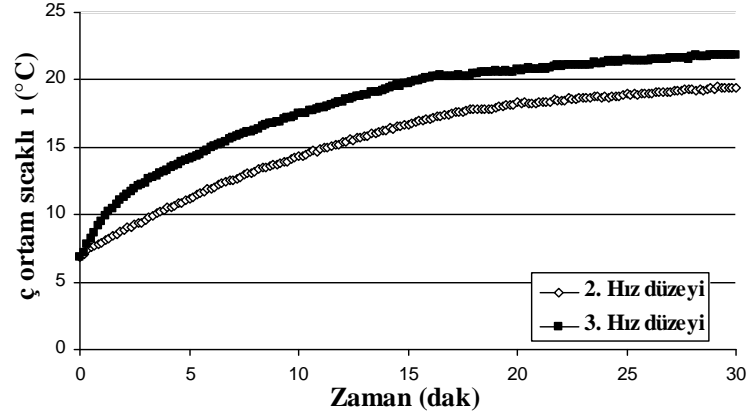
4.4 K1 Aylarında Farklı Fan Hızı Düzeylerine li kin Etkilerin ncelenmesi

K1 aylarında yapılan deneyler için ölçülen kütleli debi de erleri Çizelge 4.29'da verilmi tir.

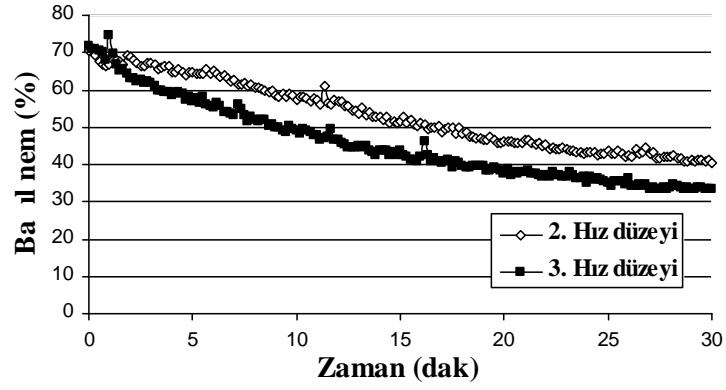
Çizelge 4.29 K1 aylarında yapılan deneyler için ölçülen kütleli debi de erleri.

Konsol menfezi iç sirkülasyon			
	1. Hız düzeyi	2. Hız düzeyi	3. Hız düzeyi
Sıcaklık ortada	0.013 kg/s	0.023 kg/s	0.031 kg/s
Konsol menfezi dı ortamdan hava alımı			
Sıcaklık sonda	0.009 kg/s	0.021 kg/s	0.033 kg/s
Sıcaklık ortada	0.017 kg/s	0.032 kg/s	0.055 kg/s
Ön cam-ayaklar menfezi dı ortamdan hava alımı			
Sıcaklık sonda	0.009 kg/s	0.016 kg/s	0.047 kg/s
Sıcaklık ortada	0.036 kg/s	0.042 kg/s	0.059 kg/s

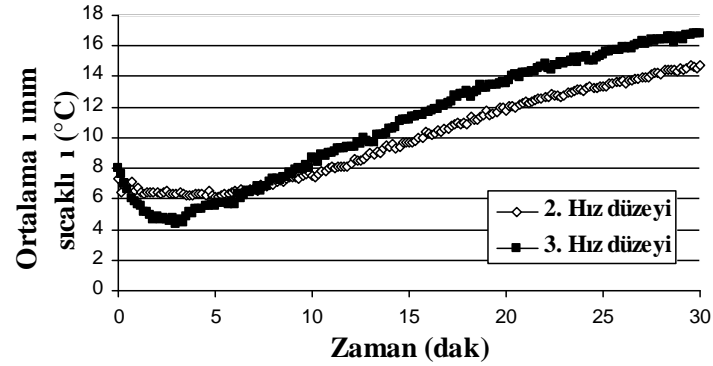
K1 Deneyleri I kapsamında dı ortam sıcaklı mın 3 °C ve ba ıl nemin %67 oldu u, 24-25 Aralık 2007 günleri ak amları, sırasıyla ikinci ve üçüncü fan hız düzeylerinde yapılan deneylere ili kin elde edilen sonuçların grafikleri çizilmi ve kar ıla tırılarak de erlendirilmi tir. Buna göre, kabin iç ortam sıcaklı ı, ba ıl nem, ortalama ı mın sıcaklı ı ve denek ortalama deri sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi, sırasıyla ekil 4.21, 4.22, 4.23 ve 4.24'de verilmi tir.



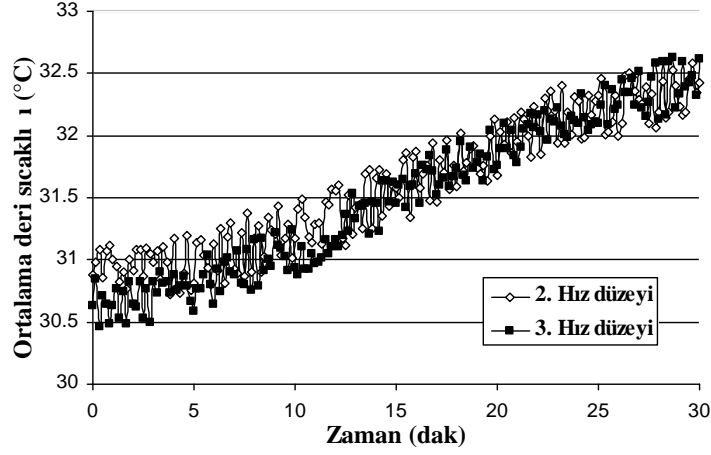
ekil 4.21 K₁ Deneyleri I kapsamında, 3°C ve %67 ba ıl nemde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için kabin iç ortam sıcaklık de erlerinin zamana göre de i imi.



ekil 4.22 K₁ Deneyleri I kapsamında, 3°C ve %67 ba ıl nemde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için kabin iç ortam ba ıl nem de erlerinin zamana göre de i imi.



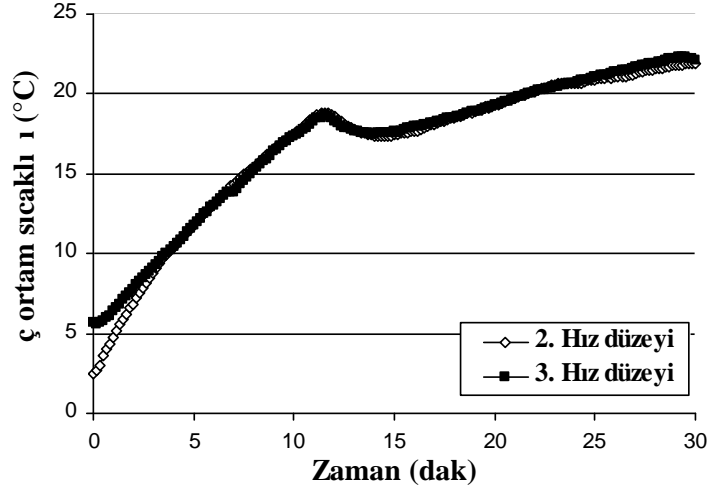
ekil 4.23 K₁ Deneyleri I kapsamında, 3°C ve %67 ba ıl nemde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için ortalama ı mm sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi.



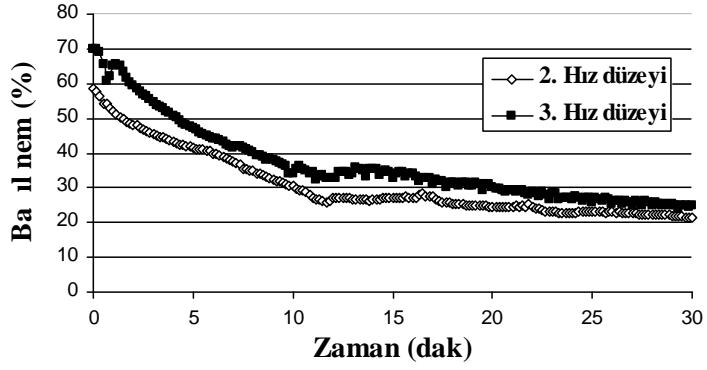
ekil 4.24 K₁ Deneyleri I kapsamında, 3°C ve %67 ba ıl nemde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için denek ortalama deri sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişimi.

Deney ölçüm verilerinin yorumlandığı grafiklerden de görüleceği üzere, üçüncü hız düzeyinde, ikinci hız düzeyine göre zamanla daha yüksek kabin iç ortam ve ortalama minimum sıcaklık değerleri elde edilmiştir. Ba ıl nem, sıcaklık ile ters orantılı olduğundan, üçüncü hız düzeyinde, ikinci hız düzeyine göre zamanla daha düşük ba ıl nem değerleri ölçülmüştür. Kabin iç ortam sıcaklığı ile ba ıl nemin, iki hız düzeyi için de yirminci dakikadan sonra rejime girdiği gözlemlenmiştir. Ortalama deri sıcaklığı değerlerinin, zamanla arttığı ve her iki hız düzeyi için de, birbirlerine göre, önemli bir değişimle neden olmadıkları görülmektedir. Yapılan anketlere göre denek, iki hız düzeyi için de deneyin başlangıcından sonuna kadar kendisini soğuk ve konforsuz hissetti, daha sıcak bir ortamda bulunmayı istemi ve kabin iç ortam koşullarını ısı konfor açısından reddetmiştir. Denek, her iki hız düzeyi için de deney süresince ayaklarını soğuk hissetmiştir.

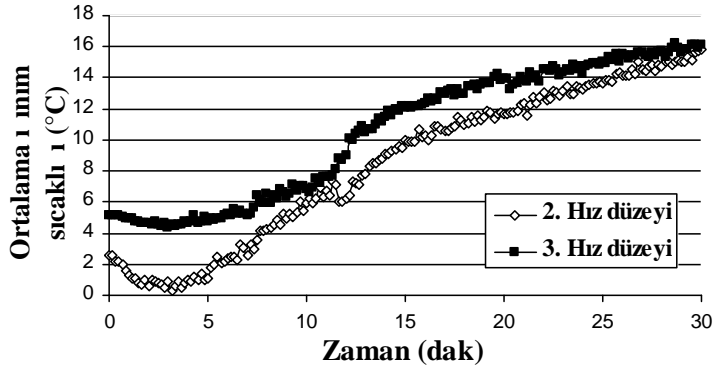
K₁ Deneyleri II kapsamında, dış ortam sıcaklığının 3 °C, ba ıl nem değerlerinin %58-69 olduğu, 31-29 Ocak 2008 günleri sabahları, sırasıyla ikinci ve üçüncü fan hız düzeylerinde yapılan deneylerin elde edilen sonuçların grafikleri çizilmiştir ve karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Buna göre, kabin iç ortam sıcaklığı, ba ıl nem, ortalama minimum sıcaklığı ve denek ortalama deri sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişimi, sırasıyla ekil 4.25, 4.26, 4.27 ve 4.28'de verilmiştir.



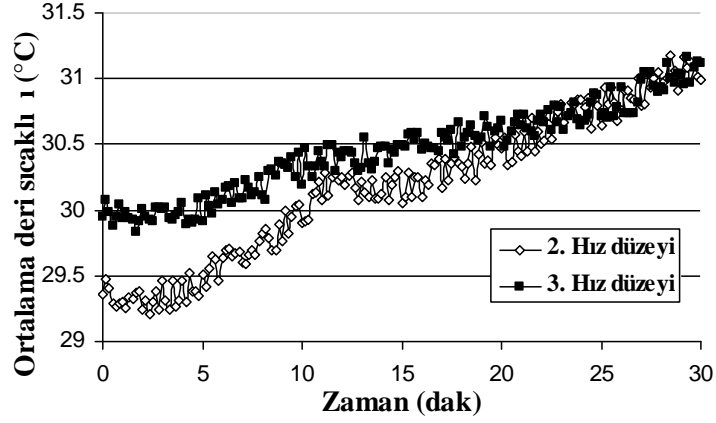
ekil 4.25 K1 DeneYleri II kapsamında, 3°C ve %58-69 ba ıl nemde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için kabin iç ortam sıcaklık de erlerinin zamana göre de i imi.



ekil 4.26 K1 DeneYleri II kapsamında, 3°C ve %58-69 ba ıl nemde, ikinci ve üçüncü klima düzeyi için kabin iç ortam ba ıl nem de erlerinin zamana göre de i imi.



ekil 4.27 K1 DeneYleri II kapsamında, 3°C ve %58-69 ba ıl nemde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için ortalama ı mm sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi.

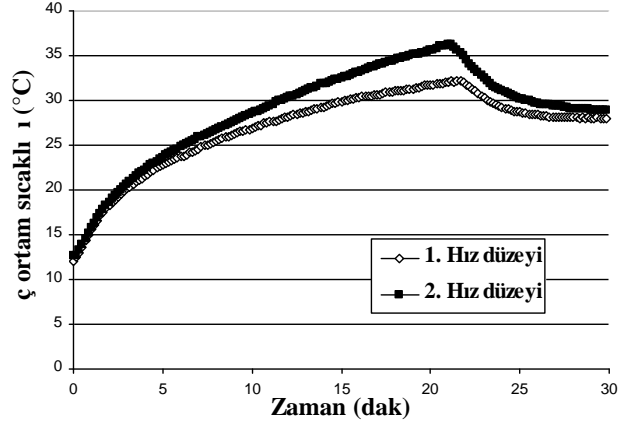


ekil 4.28 K₁ Deneyleri II kapsamında, 3°C ve %58-69 ba ıl nemde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için denek ortalama deri sıcaklığı de erlerinin zamana göre de i imi.

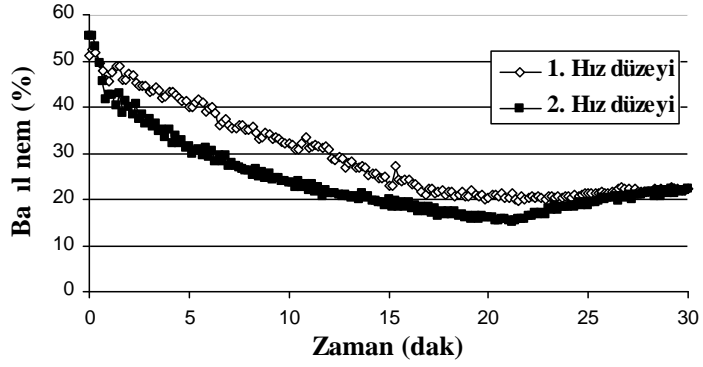
Grafiklerden görülece i üzere, kabin iç ortam ve ortalama ı nım sıcaklığı de erleri, hız düzeylerine göre önemli farklılıklar göstermemektedir. Denek, deneyin onuncu dakikasında ısıtıcının ısıtma düzeyini en sıcak konumdan orta konuma getirdi i için, onuncu dakikadan sonra kabin iç ortam sıcaklık de erleri biraz dü mü , ancak sonra yeniden artmaya ba lamı tır. Ba ıl nem de erleri kar ıla tırıldı ında, hız düzeyleri için ba ıl nemin zamanla aynı e ilim içerisinde oldu u görülmektedir. Yapılan deneylerde, ba langıç ba ıl nem de erinin iki deney için de aynı olması durumunda, iki hız düzeyi için zamanla elde edilen ba ıl nem de erleri birbirine çok yakın çıkaca ı öngörülebilir. Ortalama deri sıcaklığı de erleri, iki hız düzeyi için yaklaşık olarak aynı çıkmı tır. Yapılan anketlere göre, denek kendisini ikinci hız düzeyinde, deneyin on be inci dakikasına kadar üçüncü hız düzeyine göre biraz daha so uk hissetmi tir. Bu dakikadan sonra, aynı ısıl konfor algısında oldu unu belirterek, bulundu u ortamı biraz so uk, az konforlu hissetmi , biraz daha sıcak bir ortamda bulunmayı istemi ve kabin iç ortam ko ullarını ısıl konfor açısından reddetmi tir. Denek, üçüncü hız düzeyi için deney süresince ellerini ve ayaklarını so uk, ikinci hız düzeyinde ise, ellerini, bacaklarını ve ayaklarını daha so uk hissetmi tir.

K₁ Deneyleri II kapsamında, dı ortam sıcaklığının 10 °C, ba ıl nem de erlerinin %48-58 oldu u, 17-16 Ocak 2008 günleri ö lenleri, sırasıyla birinci ve ikinci fan hız düzeylerinde yapılan deneylere ili kin elde edilen sonuçların grafikleri çizilmi ve kar ıla tırılarak de erlendirilmi tir. Buna göre, kabin iç ortam sıcaklığı,

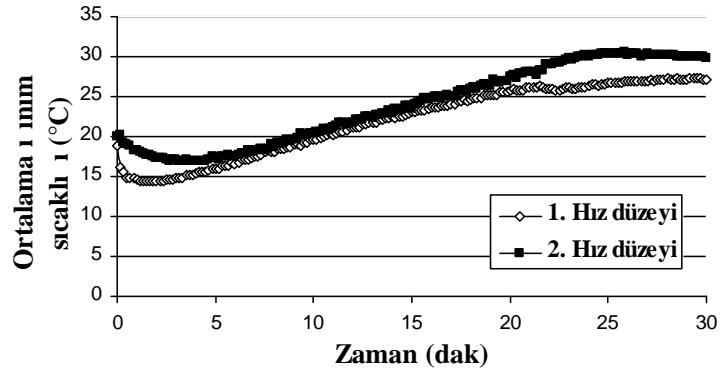
ba ıl nem, ortalama ı mm sıcaklı ı ve denek ortalama deri sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi, sırasıyla ekil 4.29, 4.30, 4.31 ve 4.32’de verilmi tir.



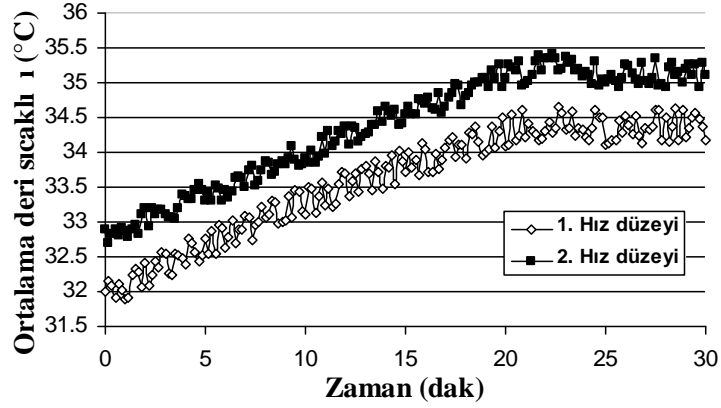
ekil 4.29 K1 Dene yleri II kapsamında, 10°C ve %48-58 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için kabin iç ortam sıcaklık de erlerinin zamana göre de i imi.



ekil 4.30 K1 Dene yleri II kapsamında, 10°C ve %48-58 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için kabin iç ortam ba ıl nem de erlerinin zamana göre de i imi.



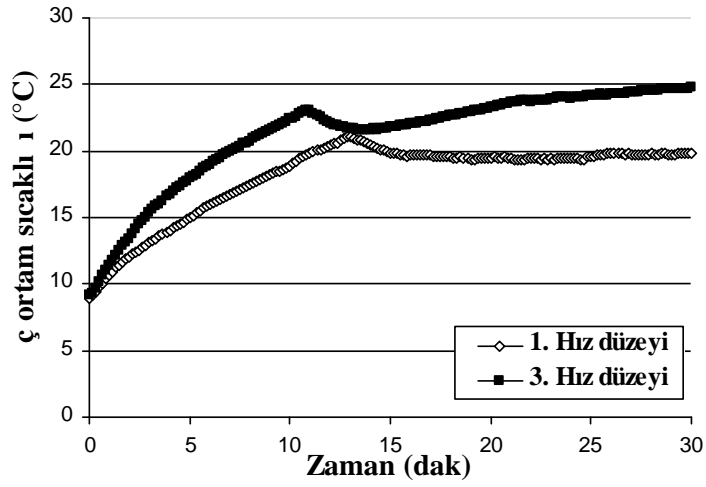
ekil 4.31 K1 Dene yleri II kapsamında, 10°C ve %48-58 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için ortalama ı mm sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi.



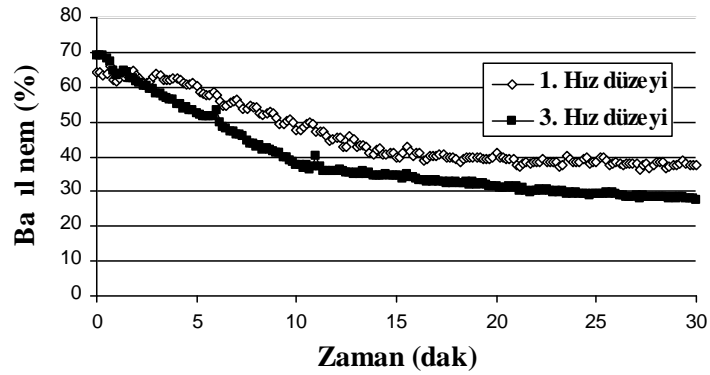
ekil 4.32 K1 Deneyleri II kapsamında, 10°C ve %48-58 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için denek ortalama deri sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi.

ikinci hız düzeyi için kabin iç ortam sıcaklık de erleri, yirminci dakikaya kadar birinci hız düzeyinde ölçülen sıcaklık de erlerine göre daha yüksek çıkarken, denek, deneyin yirminci dakikasında ısıtıcının ısıtma düzeyini en sıcak konumdan orta konuma getirdi inden, yirminci dakikadan sonra sıcaklık de erlerinin, iki hız düzeyi için de aynı de erlerde oldu u görülmü tür. Ba ıl nem de erlerine bakıldı ında ise, ikinci hız düzeyi için deneyin yirminci dakikasına kadar daha dü ük de erler elde edilirken, yirminci dakikadan sonra her iki hız düzeyi için aynı de erler çıkmı tür. Ortalama ı mm sıcaklıkları de erlerinde ise, iki hız düzeyi yirminci dakikaya kadar aynı e ilimi gösterirken, bu dakikadan sonra, üçüncü hız düzeyi için daha yüksek de erler elde edilmi tir. Ortalama deri sıcaklı ı de erleri, ikinci hız düzeyi için daha yüksek çıkmı tür ve deneyin yirminci dakikasında her iki hız düzeyi için de rejime girdi i gözlemlenmi tir. Yapılan anketlerde, denek kendisini, ikinci hız düzeyinde deneyin yirminci dakikasına kadar daha sıcak hissetmi tir. Denek, yirminci dakikada ikinci hız düzeyinde kendisini rahatsızlık verecek düzeyde sıcak, birinci hız düzeyinde ise konforsuz derecede sıcak hissetmi tir. Sıcaklı ın en sıcak konumdan, orta konuma getirilmesi ile birlikte, denek, deney sonunda kendisinin ısıl konforda oldu unu belirtmi tir. Denek, birinci hız düzeyinde deney boyunca sol baca ını so uk hissetmi , yirminci dakikaya kadar vücudunun di er bölgelerinin sıcak oldu unu belirtmi tir. Denek, ikinci hız düzeyinde yirminci dakikaya kadar gövde ve yukarı bölgelerini çok sıcak hissettikten sonra, deney sonuna do ru kendisinin ısıl konfora ula tı ını belirtmi tir.

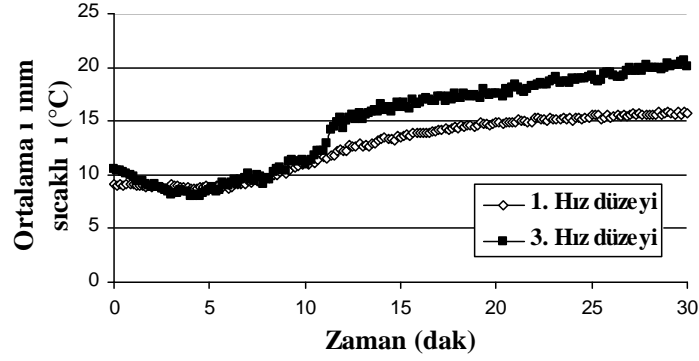
K₁ Deneyleri III kapsamında, d₁ ortam sıcaklığının 7 °C, ba₁ ıl nemin %70 oldu u, 07-06 ubat 2008 günleri ak amları, sırasıyla birinci ve üçüncü fan hız düzeylerinde yapılan deneylere ili kin elde edilen sonuçların grafikleri çizilmi ve kar ıla tırılarak de erlendirilmi tir. Buna göre, kabin iç ortam sıcaklığı, ba₁ ıl nem, ortalama 1 nım sıcaklığı ve denek ortalama deri sıcaklığı de erlerinin zamana göre de i imi, sırasıyla ekil 4.33, 4.34, 4.35 ve 4.36'da verilmi tir.



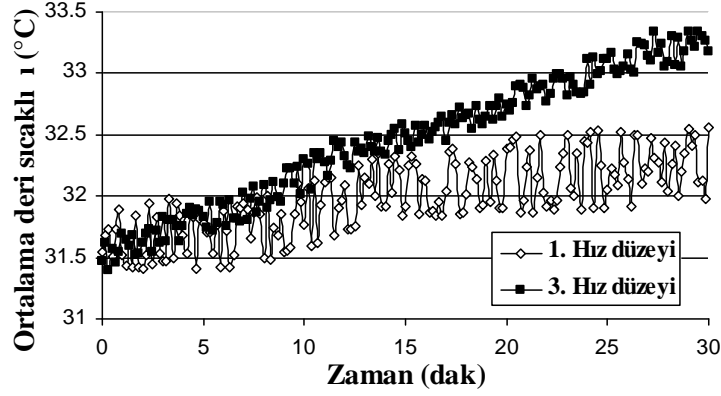
ekil 4.33 K₁ Deneyleri III kapsamında, 7°C ve %70 ba₁ ıl nemde, birinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için kabin iç ortam sıcaklık de erlerinin zamana göre de i imi.



ekil 4.34 K₁ Deneyleri III kapsamında, 7°C ve %70 ba₁ ıl nemde, birinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için kabin iç ortam ba₁ ıl nem de erlerinin zamana göre de i imi.



ekil 4.35 K1 Deneyleri III kapsamında, 7°C ve %70 ba ıl nemde, birinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için ortalama 1 mm sıcaklık 1 de erlerinin zamana göre de i imi.

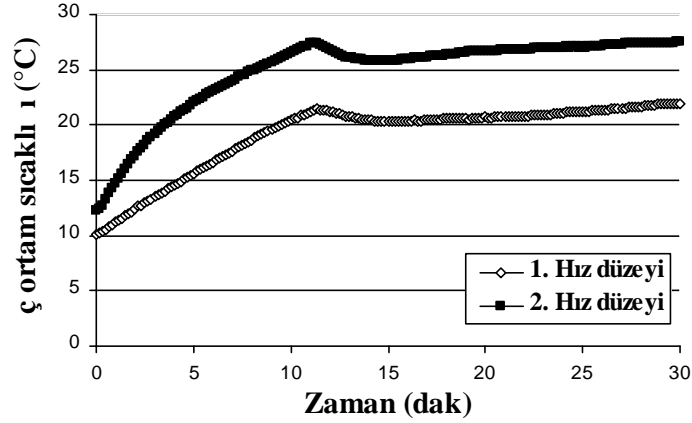


ekil 4.36 K1 Deneyleri III kapsamında, 7°C ve %70 ba ıl nemde, birinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için denek ortalama deri sıcaklık 1 de erlerinin zamana göre de i imi.

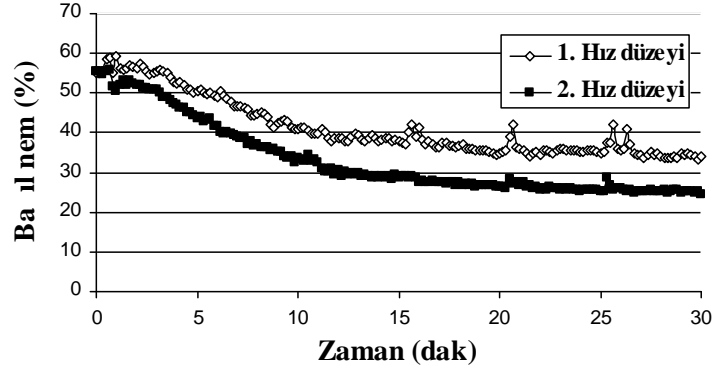
Kabin iç ortam sıcaklığı 1 üçüncü hız düzeyinde daha yüksek de erlere ula ırken, ba ıl nem de erleri ise, sıcaklığı nın daha yüksek olmasından dolayı birinci hız düzeyine göre daha dü ük de erlerde çıkmasına neden olmu tur. Ortalama 1 mm sıcaklık 1 de erlerinde, iki hız düzeyi onuncu dakikaya kadar aynı e ilimi gösterirken, bu dakikadan sonra üçüncü hız düzeyi için daha yüksek de erler elde edilmi tir. Denek ortalama deri sıcaklığı 1 de erlerine bakıldı ında, üçüncü hız düzeyinde daha yüksek de erler elde edilmi tir. Denek, her iki hız düzeyi için de kendisini deneyin onuncu dakikasına kadar biraz so uk, az konforlu hissetmi , biraz daha sıcak bir ortamda bulunmayı istemi ve bulundu u ısıl ko ulları reddetmi tir. Denek, onuncu dakikadan sonra, her iki hız düzeyi için de ısıl konfora ula tı mı belirtmi tir. İkinci hız düzeyinde

denek, onuncu dakikaya kadar kollarını ve bacaklarını biraz so uk hissettikten sonra, deney sonuna kadar sol kolunu biraz so uk hissetmesi dı ında ba ka bir rahatsızlı ını belirtmemi tir. Denek, üçüncü hız düzeyi için deneyin onuncu dakikasına kadar ellerini ve ayaklarını biraz so uk hissederken, bu dakikadan sonra herhangi bir rahatsızlık duymamı tir.

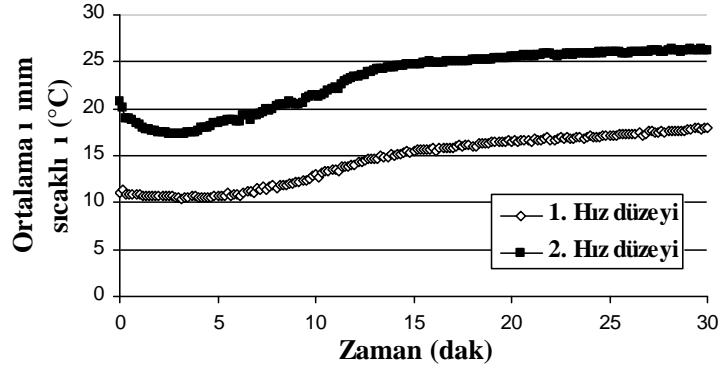
K1 Deneyleri III kapsamında, dı ortam sıcaklı ının 8 °C ve ba ıl nemin %60 oldu u, 08-06 ubat 2008 günleri ö lenleri, sırasıyla birinci ve ikinci fan hız düzeylerinde yapılan deneylere ili kin elde edilen sonuçların grafikleri çizilmi ve kar ıla tırılarak de erlendirilmi tir. Buna göre, kabin iç ortam sıcaklı ı, ba ıl nem, ortalama ı nım sıcaklı ı ve denek ortalama deri sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi, sırasıyla ekil 4.37, 4.38, 4.39 ve 4.40'da verilmi tir.



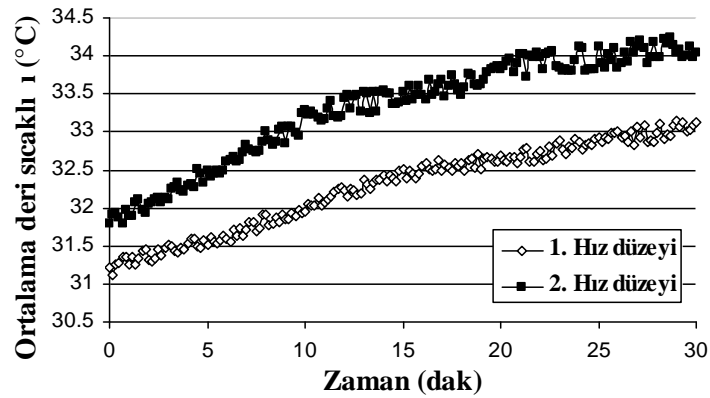
ekil 4.37 K1 Deneyleri III kapsamında, 8°C ve %60 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için kabin iç ortam sıcaklık de erlerinin zamana göre de i imi.



ekil 4.38 K1 Deneyleri III kapsamında, 8°C ve %60 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için kabin iç ortam ba ıl nem de erlerinin zamana göre de i imi.



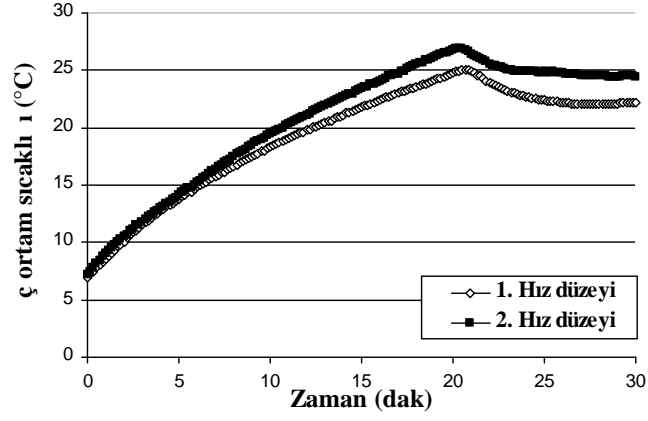
ekil 4.39 K1 Deneyleri III kapsamında, 8°C ve %60 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için ortalama ı mm sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi.



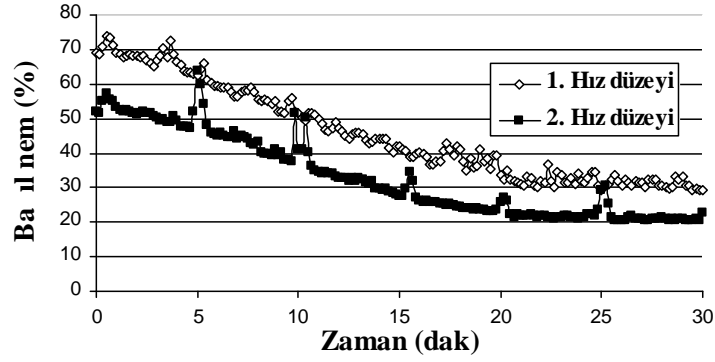
ekil 4.40 K1 Deneyleri III kapsamında, 8°C ve %60 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için denek ortalama deri sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi.

İkinci hız düzeyi için yapılan ölçümlerde, kabin iç ortam ve ortalama 1 m yükseklikte ortam sıcaklığı ve bağıl nem değerlerinin daha yüksek çıktığı görülmektedir. İkinci hız düzeyinde, daha düşük bağıl nem değerleri elde edilmiştir. Kabin iç ortam sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin, her iki hız düzeyi için de onuncu dakikadan sonra rejime girdiği gözlemlenmiştir. Denek ortalama deri sıcaklığı değerlerine bakıldığında, ikinci hız düzeyinde daha yüksek değerler elde edilmiştir. Birinci hız düzeyinde denek, kendisini onuncu dakikaya kadar biraz soğuk, az konforlu hissedip, biraz daha sıcak bir ortamda bulunmayı istemi ve kabin iç ortamını ısı konfor koşulları açısından reddederken, bu dakikadan sonra, kendisinin ısı konforuna ulaştığını belirtmiştir. İkinci hız düzeyinde ise, denek, deneyin başlangıcında kendisinin ısı konfor koşullarında olduğunu belirtmiş, onuncu dakikadan, yirmi beinci dakikaya kadar ise, kendisini biraz sıcak hissetmiş ve biraz daha serin bir ortamda bulunmayı istemiştir. Deneyin sonunda ise ısı konforuna ulaştığını belirtmiştir. Denek, birinci hız düzeyi için başlangıçta ellerini, ayaklarını ve bacaklarını biraz soğuk, başlangıçtan yirmi beinci dakikaya kadar ellerini biraz soğuk, yirmi beinci dakikadan sonra ise, ayaklarını ve sol bacağını biraz soğuk hissetmiştir. Üçüncü hız düzeyinde, denek, başlangıçta ısı konfor koşullarında olduğunu belirtmiş, daha sonra sağ kolu ile beraber bacakları arasında diğer vücut bölgelerinin biraz sıcak olduğunu, bacaklarının ise biraz soğuk olduğunu belirtmiştir. Deneyin on beinci dakikasında, sol bacağını biraz soğuk hissetmiş ve deney sonuna kadar bu rahatsızlığı devam ederken, yirmi beinci dakikaya kadar, kollarını ve bacaklarını biraz sıcak hissetmiş, deney sonunda ise sol bacağını biraz soğuk hissetmesi dışında başka bir rahatsızlığı olmadığını belirtmiştir.

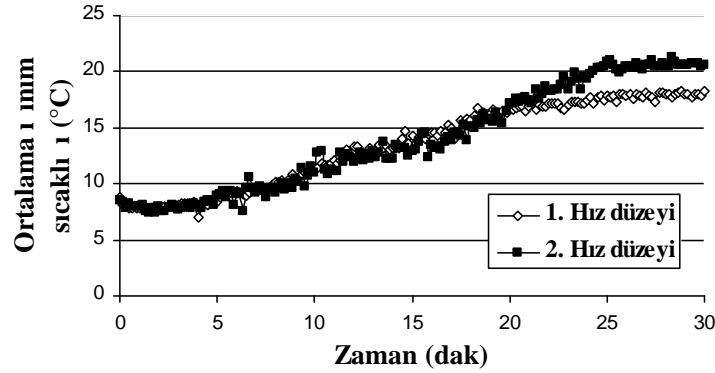
K1 Deneyleri IV kapsamında, dış ortam sıcaklığının 6 °C ve bağıl nemin %62-54 olduğu, 12-13ubat 2008 günleri sabahları, sırasıyla birinci ve ikinci fan hız düzeylerinde yapılan deneylere ilişkin elde edilen sonuçların grafikleri çizilmiş ve karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Buna göre, kabin iç ortam sıcaklığı, bağıl nem, ortalama 1 m yükseklikte ortam sıcaklığı ve denek ortalama deri sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişimi, sırasıyla ekil 4.41, 4.42, 4.43 ve 4.44'de verilmiştir.



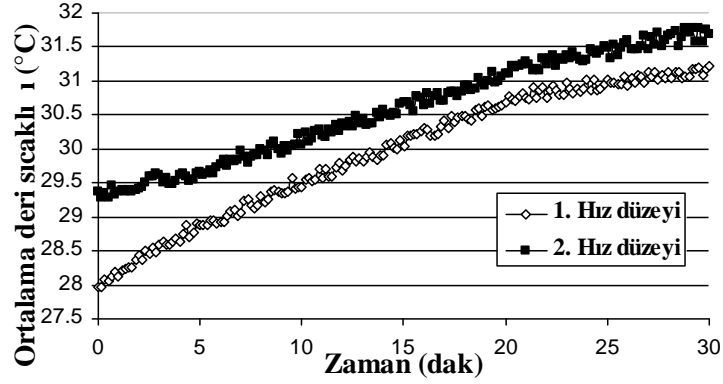
ekil 4.41 K1 DeneYleri IV kapsamında, 6°C ve %62-54 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için kabin iç ortam sıcaklık de erlerinin zamana göre de i imi.



ekil 4.42 K1 DeneYleri IV kapsamında, 6°C ve %62-54 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için kabin iç ortam ba ıl nem de erlerinin zamana göre de i imi.



ekil 4.43 K1 DeneYleri IV kapsamında, 6°C ve %62-54 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için ortalama ı mm sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi.

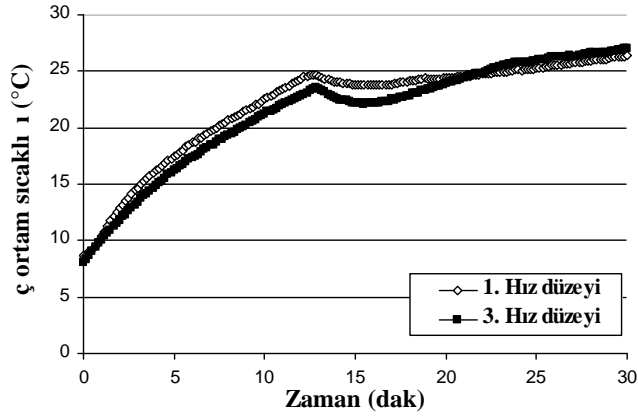


ekil 4.44 K1 DeneYleri IV kapsamında, 6°C ve %62-54 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için denek ortama deri sıcaklığı de erlerinin zamana göre de i imi.

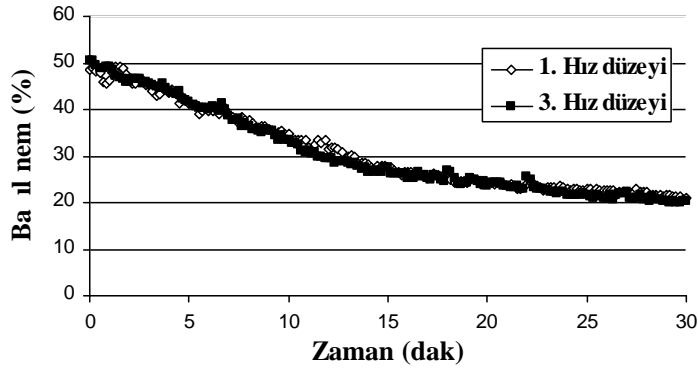
Kabin iç ortam ve ortalama ı nım sıcaklığı de erleri, ikinci hız düzeyi için biraz daha yüksek çıkmı tır. Birinci hız düzeyinde yapılan deney için ba langıç ba ıl nem de erinin ikinci hız düzeyindeki deney ba langıç ba ıl nem de eri ile aynı olması durumunda, her iki hız düzeyi için ba ıl nem e rilerinin birbirlerine yakın çıkaca ı öngörülebilir. Denek ortalama deri sıcaklığı de erlerine bakıldı ında, ikinci hız düzeyinde biraz daha yüksek de erler elde edilmi tir. Denek, birinci hız düzeyinde, deney ba langıcında ortamı so uk ve konforsuz hissetmi , daha sıcak bir yerde olmayı tercih etmi tir. Deneyin be inci dakikasından on be inci dakikasına kadar, kendisini biraz so uk, az konforlu hissettikten sonra deneyin biti ine kadar kendisini normal hissetmi ve bulundu u ortamı ısıl konfor ko ulları açısından kabul etmi tir. Denek, ikinci hız düzeyinde, deney ba langıcında ortamı so uk ve konforsuz hissetmi , daha sıcak bir yerde olmayı tercih etmi tir. Deneyin be inci dakikasından, onuncu dakikasına kadar kendisini biraz so uk, az konforlu hissettikten sonra, deneyin yirminci dakikasına kadar kendisini normal hissetmi ve bulundu u ortamı ısıl konfor ko ulları açısından kabul etmi tir. Denek, deneyin yirminci dakikasında, kendisini biraz sıcak ve az konforlu hissetmi , biraz daha so uk bir ortamda olmayı tercih etmi tir. Bu dakikada, sıcaklık ayarının orta konuma getirilmesinin ardından, deney sonuna kadar, ısıl konfor ko ullarında oldu unu belirtmi tir. Birinci hız düzeyi için, denek deney ba langıcından yirminci dakikaya kadar ellerini biraz so uk hissederken, bu dakikadan sonra herhangi bir rahatsızlık belirtmezken, deneyin sonunda ellerini ve ayaklarını biraz so uk hissetmi tir. kinci hız düzeyinde, denek, deney ba langıcında vücudunun bütün

bölgelerini biraz so uk, deneyin be inci dakikasında ellerini ve sırtını biraz so uk hissetmi tir. Denek, deneyin be inci dakikasından, yirminci dakikasına kadar kendisini normal, ancak yirminci dakikada ba mı biraz sıcak hissetmi tir. Yirminci dakikada sıcaklık ayarının orta konuma getirilmesi ile birlikte denek, deney sonuna kadar kendisini normal hissetmi , ancak deney bitiminde ayaklarının biraz so uk oldu unu belirtmi tir.

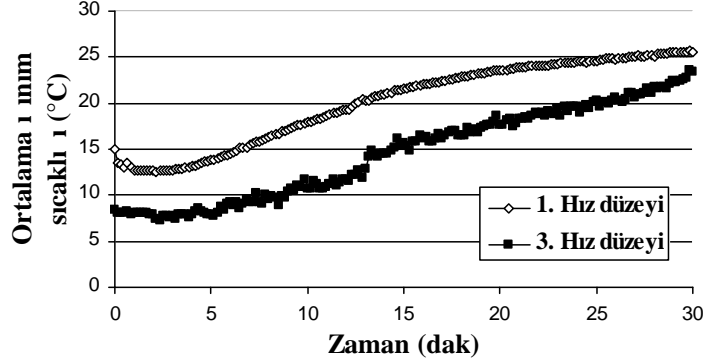
K₁ Deneyleri IV kapsamında, dı ortam sıcaklı mın 6 °C ve ba ıl nemin %47 oldu u, 15-20 ubat 2008 günleri sabahları, sırasıyla birinci ve üçüncü fan hız düzeylerinde yapılan deneylere ili kin elde edilen sonuçların grafikleri çizilmi ve kar ıla tırılarak de erlendirilmi tir. Buna göre, kabin iç ortam sıcaklı ı, ba ıl nem, ortalama ı mın sıcaklı ı ve denek ortalama deri sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi, sırasıyla ekil 4.45, 4.46, 4.47 ve 4.48'de verilmi tir.



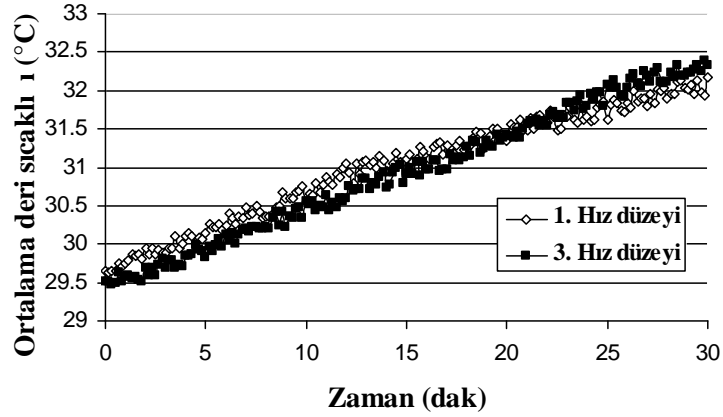
ekil 4.45 K₁ Deneyleri IV kapsamında, 6°C ve %47 ba ıl nemde, birinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için kabin iç ortam sıcaklık de erlerinin zamana göre de i imi.



ekil 4.46 K₁ Deneyleri IV kapsamında, 6°C ve %47 ba ıl nemde, birinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için kabin iç ortam ba ıl nem de erlerinin zamana göre de i imi.



ekil 4.47 K1 Deneyleri IV kapsamında, 6°C ve %47 ba ıl nemde, birinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için ortalama 1 mmm sıcaklı 1 de erlerinin zamana göre de i imi.

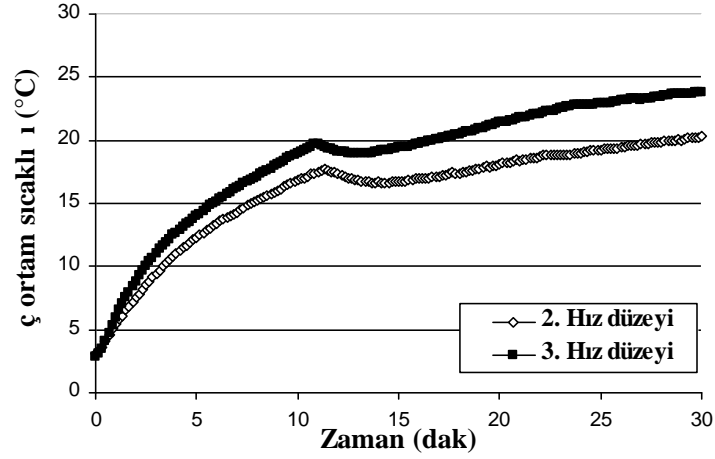


ekil 4.48 K1 Deneyleri IV kapsamında, 6°C ve %47 ba ıl nemde, birinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için denek ortalama deri sıcaklı 1 de erlerinin zamana göre de i imi.

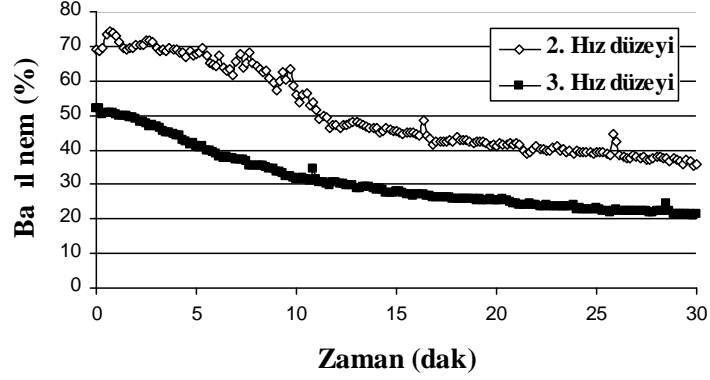
Kabin iç ortam sıcaklı 1, ba ıl nem ve denek ortalama deri sıcaklı 1 de erlerinin zamana göre de i imleri, bu deney ko ullarındaki hız düzeyleri için aynı çıkmı tır. Ortalama 1 mmm sıcaklı 1 de erleri, üçüncü hız düzeyi için daha dü ük çıkmı tır, ancak her iki hız düzeyi için bu de erin zamana göre de i imi benzerdir. Denek, ikinci hız düzeyi için deneyin ba ında kendisini so uk, konforsuz hissetmi ve daha sıcak bir ortamda bulunmayı istemi tir. Deneyin be inci dakikasından sonuna kadar ise, ısı konfor ko ullarında oldu unu belirtmi tir. Üçüncü hız düzeyi için, denek kendisini deneyin be inci dakikasına kadar biraz so uk, konforsuz hissetmi ve biraz daha sıcak bir ortamda bulunmayı istemi tir. Denek, kendisini deneyin be inci dakikasından sonra kendisini ısı konfor ko ullarında hissetmi tir. Birinci hız düzeyinde denek, deney

ba langıcında ellerini ve ayaklarını biraz so uk, be inci dakikada ellerini biraz so uk, onuncu dakikada ba mını biraz sıcak, on be inci dakikada ellerini biraz so uk hissettikten sonra, deney biti ine kadar ısıl konfor ko ullarında oldu unu belirtmi tir. kinci hız düzeyinde denek, deney ba langıcında ellerini so uk ve vücudunun di er bölgelerini biraz so uk, be inci dakikada ellerini ve gö sünü biraz so uk hissettikten sonra, deney biti ine kadar ısıl konfor ko ullarında oldu unu belirtmi tir.

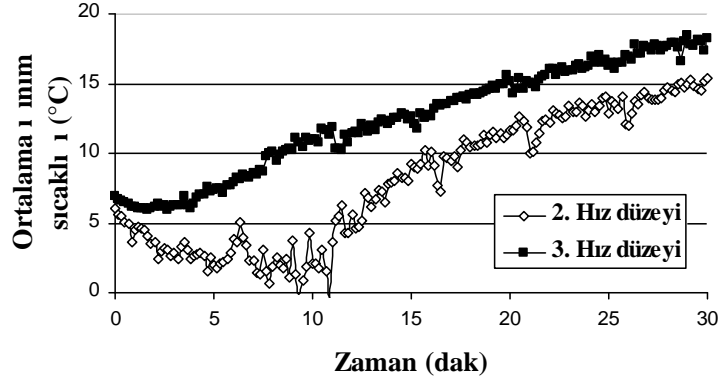
K₁ Deneyleri IV kapsamında, dı ortam sıcaklı mının 0 °C ve ba ıl nemin %67-49 oldu u, 18-19 ubat 2008 günleri ö lenleri, sırasıyla ikinci ve üçüncü fan hız düzeylerinde yapılan deneylere ili kin elde edilen sonuçların grafikleri çizilmi ve kar ıla tırılarak de erlendirilmi tir. Buna göre, kabin iç ortam sıcaklı ı, ba ıl nem, ortalama ı mın sıcaklı ı ve denek ortalama deri sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi, sırasıyla ekil 4.49, 4.50, 4.51 ve 4.52’de verilmi tir.



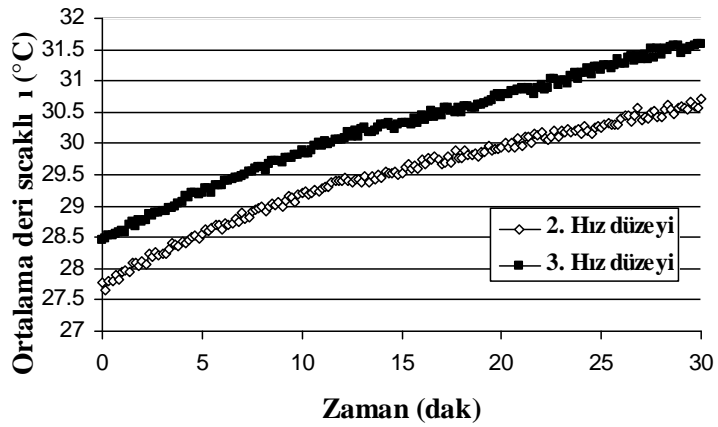
ekil 4.49 K₁ Deneyleri IV kapsamında, 0°C ve %67-49 ba ıl nemde ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için kabin iç ortam sıcaklık de erlerinin zamana göre de i imi.



ekil 4.50 K1 DeneYleri IV kapsamında, 0°C ve %67-49 ba ıl nemde ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için kabin iç ortam ba ıl nem de erlerinin zamana göre de i imi.



ekil 4.51 K1 DeneYleri IV kapsamında, 0°C ve %67-49 ba ıl nemde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için ortalama ı mm sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi.



ekil 4.52 K1 DeneYleri IV kapsamında, 0°C ve %67-49 ba ıl nemde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için denek ortalama deri sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi.

Kabin iç ortam ve ortalama minimum sıcaklığı değerleri, üçüncü hız düzeyinde, ikinci hız düzeyinde elde edilen sıcaklık değerlerine göre daha yüksek çıkmıştır. Bağıl nem değerleri ise üçüncü hız düzeyinde, dış ortam bağıl nem değerlerinin farklı olmasından dolayı daha düşük ölçülmüştür. Denek ortalama deri sıcaklığı değerleri, üçüncü hız düzeyi için daha yüksek çıkmıştır. İkinci hız düzeyi için, denek kendisini, deneyin beşinci dakikasına kadar biraz soğuk, konforsuz hissetmi ve biraz daha sıcak bir ortamda bulunmayı istemiştir. Denek kendisini, deneyin beşinci dakikasından sonra ısı konfor koşullarında hissetmiştir. Üçüncü hız düzeyi için, denek kendisini, deneyin beşinci dakikasına kadar soğuk, konforsuz hissetmi ve daha sıcak bir ortamda bulunmayı istemiştir. Denek kendisini, deneyin beşinci dakikasında biraz soğuk, konforsuz hissetmi ve biraz daha sıcak bir ortamda bulunmayı istemiştir, bu dakikadan sonra ise ısı konfor koşullarında hissetmiştir. Denek, ikinci hız düzeyi için yapılan deneyin başlangıcında, sol elini ve ayaklarını biraz soğuk, beşinci dakikasında sol elini ve sol ayağını biraz soğuk, onuncu dakikasında sol elini biraz soğuk, on beşinci dakikasında sol el ve sol kolunu biraz soğuk, yirminci dakikada sol elini biraz soğuk hissetmiştir. Denek, deneyin yirminci dakikasından, deney sonuna kadar, herhangi bir rahatsızlık belirtmemiştir. Üçüncü hız düzeyi için yapılan deneyde, denek, deney başlangıcında vücudunun bütün bölgelerini biraz soğuk, beşinci dakikada ellerini, ayaklarını ve başını biraz soğuk, onuncu ve on beşinci dakikada ellerini biraz soğuk hissetmiştir. Denek, deneyin on beşinci dakikasından sonra herhangi bir rahatsızlık belirtmemiştir.

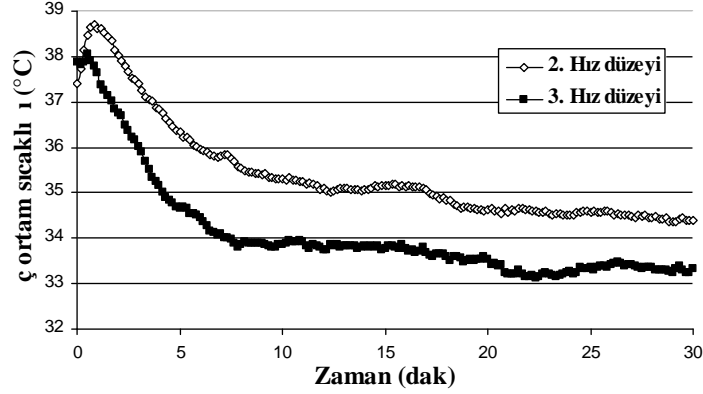
4.5 Yaz Aylarında Farklı Fan Hızı Düzeylerine İlişkin Etkilerin İncelenmesi

Yaz aylarında yapılan deneyler için ölçülen kütleli debi değerleri Çizelge 4.30'da verilmiştir.

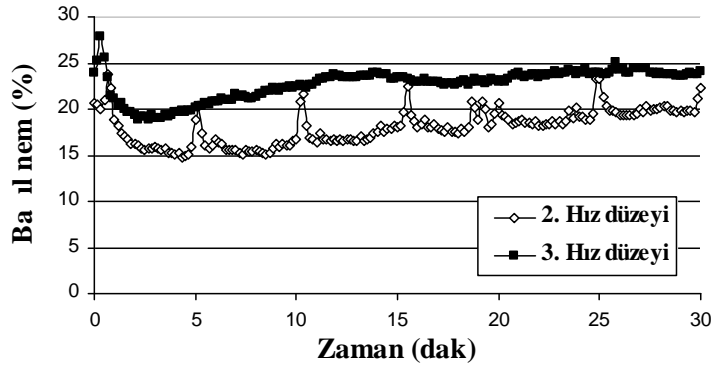
Çizelge 4.30 Yaz aylarında yapılan deneyler için ölçülen kütleli debi değerleri.

Konsol menfezi		
1. Hız düzeyi	2. Hız düzeyi	3. Hız düzeyi
0.0218 kg/s	0.0282 kg/s	0.0468 kg/s
Ön cam-ayaklar menfezi		
0.0334 kg/s	0.0361 kg/s	0.0818 kg/s

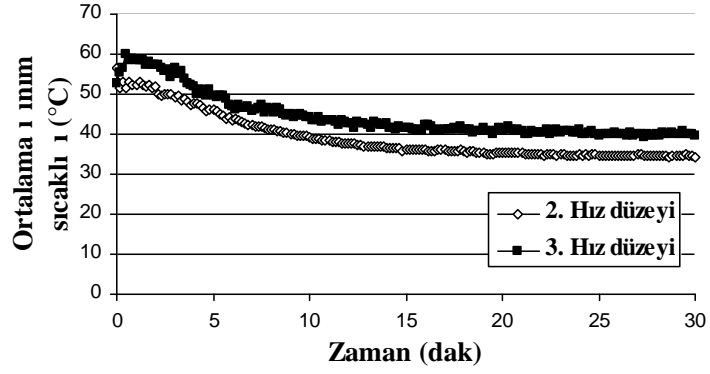
Yaz Deneyleeri I kapsamında, dı ortam sıcaklı ının 35 °C, ba ıl nemin %31-37 ve güne ı nımının 678-685 W/m² oldu u, 02 Temmuz 2008 ve 26 Haziran 2008 günleri sabahları, sırasıyla ikinci ve üçüncü fan hız düzeylerinde yapılan deneyleeri ilikin elde edilen sonuçların grafikleri çizilmi ve kar ıla tırılarak de erlendirilmi tir. Buna göre, kabin iç ortam sıcaklı ı, ba ıl nem, ortalama ı nım sıcaklı ı ve denek ortalama deri sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi, sırasıyla ekil 4.53, 4.54, 4.55 ve 4.56'da verilmi tir.



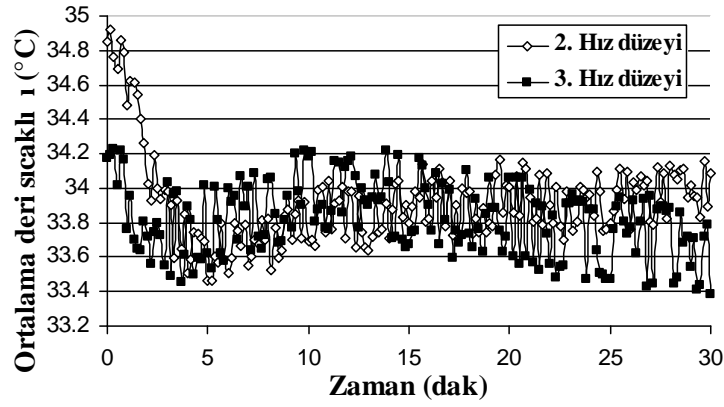
ekil 4.53 Yaz Deneyleeri I kapsamında, 35°C ve %31-37 ba ıl nemde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için kabin iç ortam sıcaklık de erlerinin zamana göre de i imi.



ekil 4.54 Yaz Deneyleeri I kapsamında, 35°C ve %31-37 ba ıl nemde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için kabin iç ortam ba ıl nem de erlerinin zamana göre de i imi.



ekil 4.55 Yaz Deneyleri I kapsamında, 35°C ve %31-37 ba ıl nemde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için ortalama 1 mm sıcaklık 1 de erlerinin zamana göre de i imi.

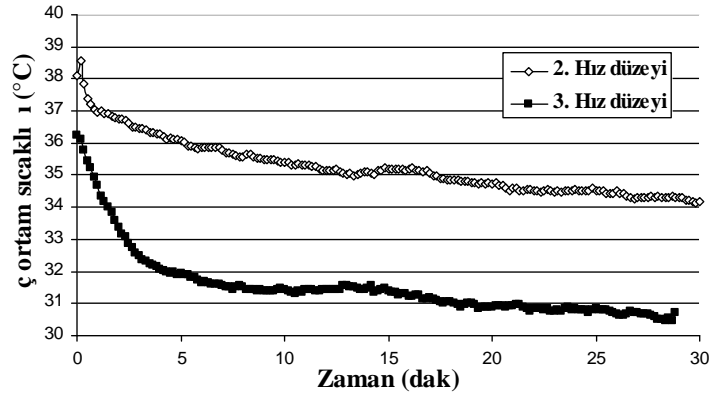


ekil 4.56 Yaz Deneyleri I kapsamında, 35°C ve %31-37 ba ıl nemde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için denek ortalama deri sıcaklık 1 de erlerinin zamana göre de i imi.

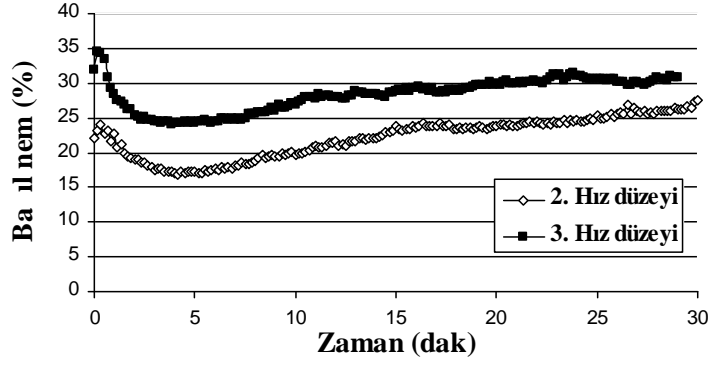
Kabin içi sıcaklık de erlerine bakıldı ında, dene in kabin içine girmesi ile birlikte ilk 2-3 dakika içerisinde sıcaklık artımı , daha sonra ise, üçüncü hız düzeyi için zamanla azalırken, ikinci hız düzeyi için daha yavaş azalmı tır. Ba ıl nem de erlerinin ise, üçüncü hız düzeyinde daha yüksek çıktı ı ve yaklaşık onuncu dakikadan sonra rejime girdi i gözlemlenmi tir. Ortalama 1 mm sıcaklık 1 de erleri birbiri ile aynı e ilimi göstermekte ve aralarındaki fark yaklaşık 5°C'de sabit kalmı tır. Denek ortalama deri sıcaklık 1 de erleri, her iki hız düzeyi için hemen hemen aynı çıkmı tır. Denek kendisini, ikinci hız düzeyi için, deney ba langıcından onuncu dakikasına kadar biraz sıcak, az konforlu hissetmi ve daha so uk bir ortamda olmayı istemi tir. Bu dakikadan deney sonuna kadar ise, bulundu u ortamı sıcak, konforsuz hissetmi ve

so uk bir ortamda bulunmayı istemi tir. Üçüncü hız düzeyinde, denek kendisini deney ba langıcından be inci dakikasına kadar sıcak, konforsuz hissetmi ve biraz daha so uk bir ortamda bulunmayı istemi tir. Denek kendisini, bu dakikadan deneyin sonuna kadar ise, biraz sıcak, az konforlu hissetmi ve biraz daha so uk bir ortamda bulunmayı istemi tir. Denek, ikinci hız düzeyi için yapılan deneyde ba langıçta vücudunun bütün bölgelerini biraz sıcak, be inci dakikada sol kolunu biraz so uk, gö sünü normal ve di er bölgelerini biraz sıcak, onuncu dakikada sol kolunu ve gö sünü biraz so uk, di er yerlerini biraz sıcak, on be inci dakikada her yerini biraz sıcak hissetmi tir. Denek, deneyin on be inci dakikasından sonra, vücudunun bütün bölgelerini sıcak hissetmi tir. Denek, üçüncü hız düzeyi için yapılan deneyde deney ba langıcından, onucu dakikaya kadar, sırtını ve ba mı sıcak, di er bölgelerini biraz sıcak hissetmi tir. Denek, deneyin, onuncu dakikasından deney sonuna kadar ise, bütün bölgelerini biraz sıcak, sırtını ise sıcak hissetmi tir.

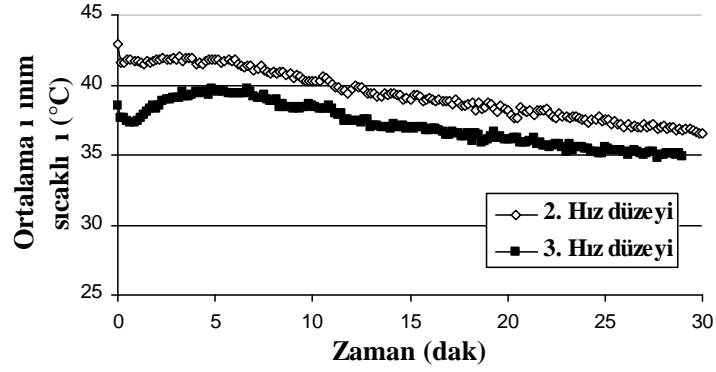
Yaz Deneyleri II kapsamında, dı ortam sıcaklı mın 33°C , ba ıl nemin %29-33 ve güne ı nımının $872\text{-}849\text{ W/m}^2$ oldu u, 07-10 Temmuz 2008 günleri ö lenleri, sırasıyla ikinci ve üçüncü fan hız düzeylerinde yapılan deneylere ili kin elde edilen sonuçların grafikleri çizilmi ve kar ıla tırılarak de erlendirilmi tir. Buna göre, kabin iç ortam sıcaklı ı, ba ıl nem, ortalama ı nım sıcaklı ı ve denek ortalama deri sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi, sırasıyla ekil 4.57, 4.58, 4.59 ve 4.60'da verilmi tir.



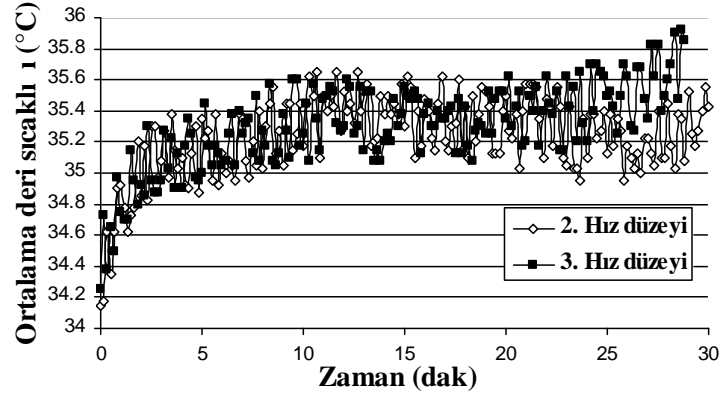
ekil 4.57 Yaz Deneyleri II kapsamında, 33°C ve %29-33 ba ıl nemde, ö le deneylerinde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için kabin iç ortam sıcaklık de erlerinin zamana göre de i imi.



ekil 4.58 Yaz Deneyleri II kapsamında, 33°C ve %29-33 ba ıl nemde, ö le deneylerinde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için kabin iç ortam ba ıl nem de erlerinin zamana göre de i imi.



ekil 4.59 Yaz Deneyleri II kapsamında, 33°C ve %29-33 ba ıl nemde, ö le deneylerinde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için ortalama ı mm sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi.

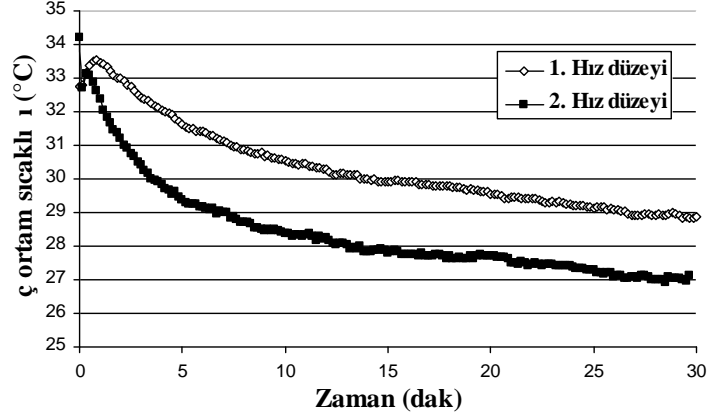


ekil 4.60 Yaz Deneyleri II kapsamında, 33°C ve %29-33 ba ıl nemde, ö le deneylerinde, ikinci ve üçüncü fan hızı düzeyi için denek ortalama deri sıcaklığı zamanlarının zamana göre değişimi.

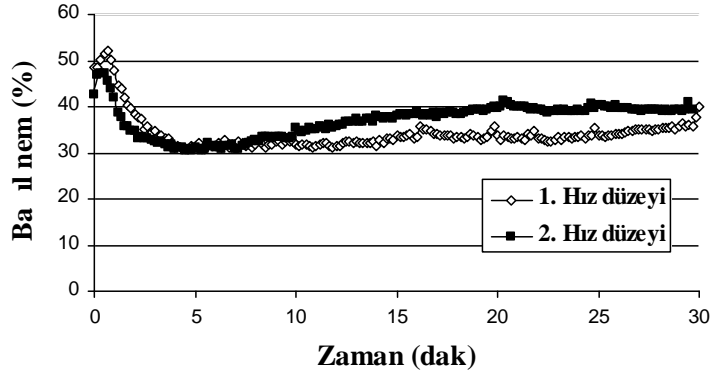
Kabin iç ortam ve ortalama minimum sıcaklığı deneklerine bakıldığında, üçüncü hız düzeyi için daha düşük sıcaklıklar elde edilmiştir. Ba ıl nem deneklerine bakıldığında ise, üçüncü hız düzeyi için yüksek denekler elde edilirken, ikinci hız düzeyinde daha düşük ba ıl nem denekleri ölçülmüştür. Denek ortalama deri sıcaklığı değişimlerine bakıldığında, her iki hız düzeyi içinde deneyin onuncu dakikasına kadar bir artış görülmekte, onuncu dakikadan sonra, ortalama sıcaklık denekleri değişim göstermemektedir. Denek, ikinci hız düzeyinde yapılan deneyde deneyin onuncu dakikasına kadar, kendisini çok sıcak, rahatsız hissetmiş ve daha so uk bir ortamda olmayı istemiştir. Deneyin onuncu dakikasından sonuna kadar ise, sıcak, konforsuz ve daha so uk bir ortamda olmayı istemiştir. Üçüncü hız düzeyi için yapılan deneyde ise, denek kendisini, deney başlangıcından sonuna kadar, sıcak, konforsuz hissetmiş ve daha so uk bir ortamda bulunmayı istemiştir. İkinci hız düzeyi için yapılan deneyde denek, vücudunun bütün bölgelerini, deney süresince sıcak hissetmiştir. Denek, üçüncü hız düzeyi için yapılan deneyde, başlangıçta her yerini sıcak, be inci dakikada b ı d ında kalan yerlerini sıcak, onuncu dakikada bacaklarını, b ını ve sırtını sıcak, on be inci dakikadan, deney sonuna kadar b ını ve sırtını sıcak hissetmiştir.

Yaz Deneyleri III kapsamında, dış ortam sıcaklığının 30 °C, ba ıl nemin %50-57 ve güne ş ışınımının 410-422 W/m² olduğu, 29-28 A ustos 2008 günleri akamları, sırasıyla birinci ve ikinci fan hız düzeylerinde yapılan deneylerle elde edilen sonuçların grafikleri çizilmiş ve karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Buna göre, kabin iç

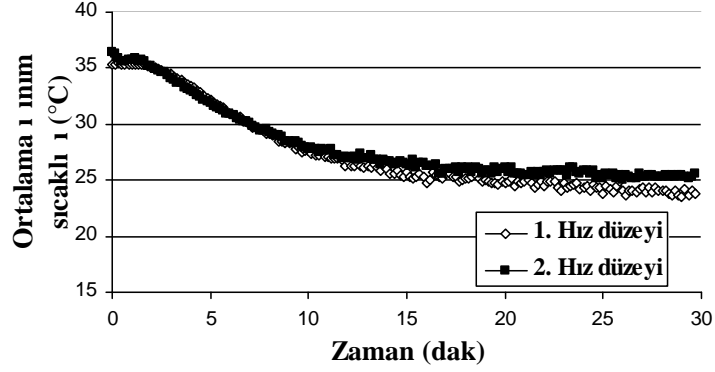
ortam sıcaklığı, bağıl nem, ortalama minimum sıcaklığı ve denek ortalama deri sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişimi, sırasıyla ekil 4.61, 4.62, 4.63 ve 4.64’de verilmiştir.



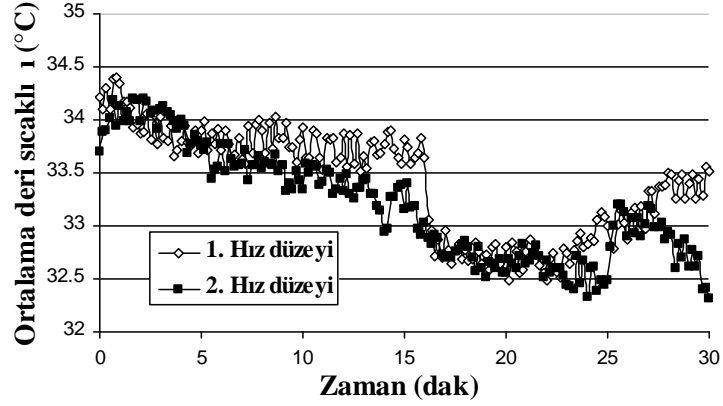
ekil 4.61 Yaz Deneyleri III kapsamında, 30°C ve %50-57 bağıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için kabin iç ortam sıcaklık değerlerinin zamana göre değişimi.



ekil 4.62 Yaz Deneyleri III kapsamında, 30°C ve %50-57 bağıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için kabin iç ortam bağıl nem değerlerinin zamana göre değişimi.



ekil 4.63 Yaz Deneyleri III kapsamında, 30°C ve %50-57 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı ortalama 1 mm sıcaklığı de erlerinin zamana göre de i mi.

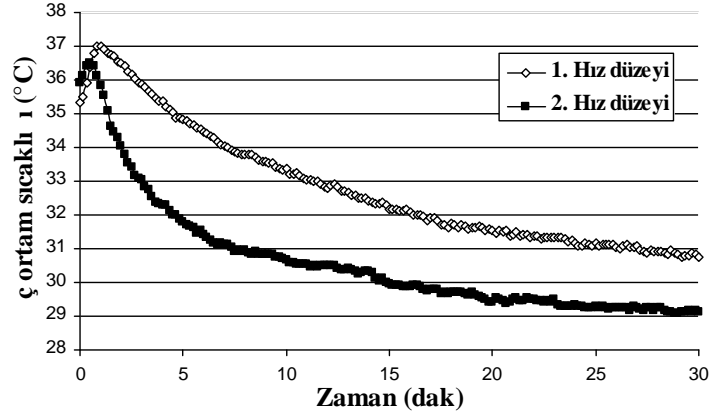


ekil 4.64 Yaz Deneyleri III kapsamında, 30°C ve %50-57 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için denek ortama deri sıcaklığı de erlerinin zamana göre de i mi.

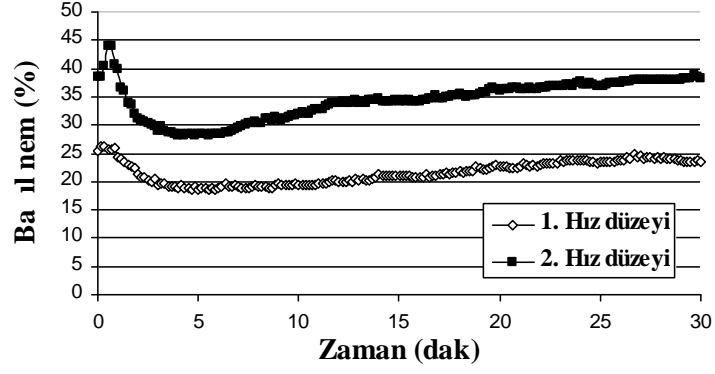
Hız düzeylerine göre kabin iç ortam sıcaklık de erlerine bakıldı ında, ikinci hız düzeyinde daha dü ük sıcaklıklar elde edilmi tir. Ba ıl nem de erlerine bakıldı ında, kabin iç ortamı daha so uk oldu undan, ikinci hız düzeyinde biraz daha yüksek ba ıl nem de erleri ölçülmü tür. Ortalama 1 mm sıcaklığı de erlerinin, hız düzeylerine göre de i medi i gözlemlenmi tir. Denek ortalama deri sıcaklığı de erleri, ikinci hız düzeyi için biraz daha dü ük çıkmı tir. Birinci hız düzeyi için yapılan deneyde, denek kendisini, deney ba langıcından onuncu dakikaya kadar sıcak, konforsuz hissetmi ve daha so uk bir ortamda bulunmak istemi tir. Denek, kendisini, deneyin onuncu dakikasından on be inci dakikasına kadar biraz sıcak, az konforlu hissetmi ve biraz daha so uk bir ortamda bulunmayı istemi , bu dakikadan sonra ise ısı konfor

ko ullarında oldu unu belirtmi tir. kinci hız düzeyinde yapılan deneyde, denek kendisini, deney ba langıcından be inci dakikaya kadar biraz sıcak, az konforlu hissetmi ve biraz daha so uk bir ortamda bulunmayı istemi , bu dakikadan sonra ise ısı konfor ko ullarında oldu unu belirtmi tir. Birinci hız düzeyi için yapılan deneyde, denek, deney ba langıcından onuncu dakikaya kadar her yerini sıcak, onuncu dakikada her yerini biraz sıcak, on be inci dakikadan deney sonuna kadar sırtını biraz sıcak hissetmi tir. Denek, deney sonunda ise, ellerini, kollarını ve sırtını biraz sıcak hissetmi tir. kinci hız düzeyi için yapılan deneyde denek, deney ba langıcında her yerini sıcak hissetmi , ancak ba langıçtan deney sonuna kadar, herhangi bir rahatsızlık belirtmemi tir.

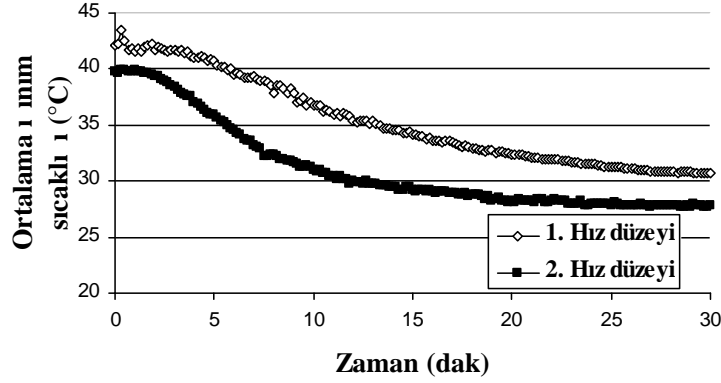
Yaz Deneyleri III kapsamında, dı ortam sıcaklı ının 33°C , ba ıl nemin %31-48 ve güne ı nımının $505\text{-}454\text{ W/m}^2$ oldu u, 15 Temmuz 2008 ve 21 A ustos 2008 günleri ak amları, sırasıyla birinci ve ikinci fan hız düzeylerinde yapılan deneylere ili kin elde edilen sonuçların grafikleri çizilmi ve kar ıla tırılarak de erlendirilmi tir. Buna göre, kabin iç ortam sıcaklı ı, ba ıl nem, ortalama ı nım sıcaklı ı ve denek ortalama deri sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi, sırasıyla ekil 4.65, 4.66, 4.67 ve 4.68'de verilmi tir.



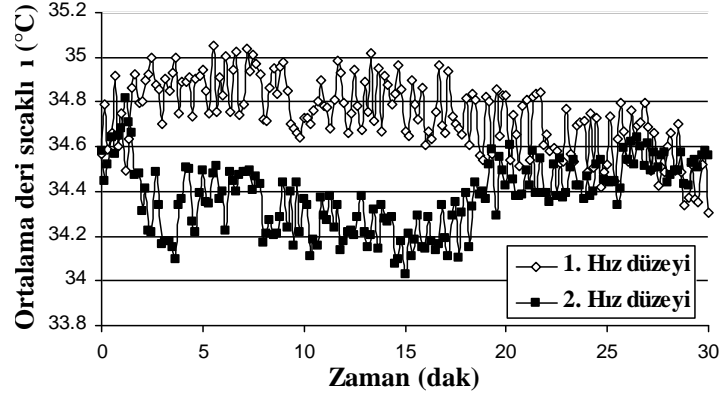
ekil 4.65 Yaz Deneyleri III kapsamında, 33°C ve %31-%48 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için kabin iç ortam sıcaklık de erlerinin zamana göre de i imi.



ekil 4.66 Yaz Deneyleri III kapsamında, 33°C ve %31-%48 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için kabin iç ortam ba ıl nem de erlerinin zamana göre de i imi.



ekil 4.67 Yaz Deneyleri III kapsamında, 33°C ve %31-%48 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için ortalama 1 mm sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi.



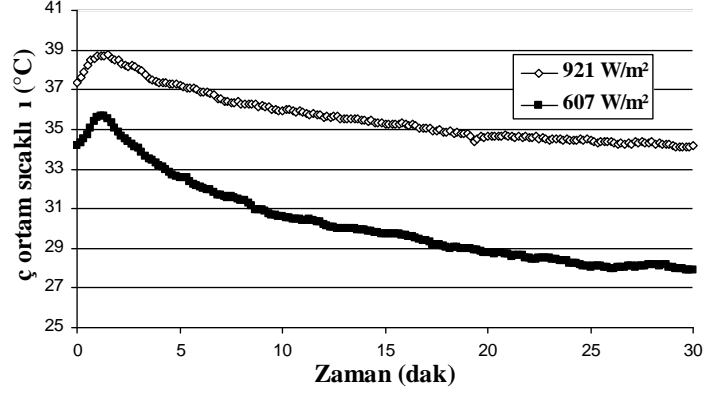
ekil 4.68 Yaz Deneyleri III kapsamında, 33°C ve %31-%48 ba ıl nemde, birinci ve ikinci fan hızı düzeyi için denek ortalama deri sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi.

Hız düzeylerine göre kabin iç ortam ve ortalama ı nım sıcaklı ı de erlerine bakıldı ında, üçüncü hız düzeyi için daha dü ük sıcaklık de erleri elde edilmi tir. Ba ıl nem de erlerinde ise, üçüncü hız düzeyi için dı ortam ba ıl neminin farklı olmasından dolayı daha yüksek ba ıl nem de erleri ölçülmü tür. Denek ortalama deri sıcaklı ı de erlerinde, üçüncü hız düzeyi için daha dü ük de erler elde edilmi tir. Birinci hız düzeyi için yapılan deneyde denek, deney ba langıcında kendisini, sıcak, konforsuz hissetmi ve daha so uk bir ortamda bulunmak istemi tir. Denek, deneyin onuncu dakikasına kadar kendisini biraz sıcak, az konforlu hissetmi ve biraz daha so uk bir ortamda bulunmayı istemi ve bu dakikadan, yirmi be inci dakikaya kadar, ısı konfor ko ullarında oldu unu belirtmi tir. Ancak, denek kendisini, deneyin yirmi be inci dakikasında biraz sıcak ve az konforlu hissetmi , biraz daha so uk bir ortamda olmayı istemi tir. Deney sonunda ise, ısı konfor ko ullarında oldu unu belirtmi tir. İkinci hız düzeyi için yapılan deneyde denek, deney ba langıcında, kendisini sıcak, konforsuz hissetmi ve daha so uk bir ortamda bulunmak istemi tir. Denek, deneyin on be inci dakikasına kadar kendisini biraz sıcak, az konforlu hissetmi ve biraz daha so uk bir ortamda bulunmayı istemi ve bu dakikadan sonra ısı konfor ko ullarında oldu unu belirtmi tir. Birinci hız düzeyi için yapılan deneyde denek, deney ba langıcında her yerini sıcak, be inci dakikada kolu dı ında kalan bölgelerini biraz sıcak, onuncu dakikada kolunu biraz so uk, on be inci ve yirminci dakikalarda normal, yirmi be inci dakikada, kollarını, ba mını, gö sünü ve sırtını biraz sıcak hissetmi tir. Denek, deney sonunda ise herhangi bir rahatsızlık belirtmemi tir. Üçüncü hız düzeyi için yapılan deneyde ise denek, deney ba langıcında her yerini sıcak, be inci dakikada biraz sıcak, onuncu ve on be inci dakikada kolunu biraz so uk, bu dakikadan sonra ise normal hissetmi tir.

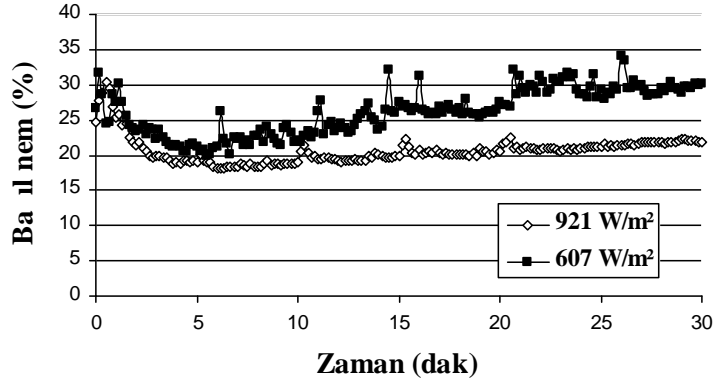
4.6 Güne I nımının Kabin iç Ortam Ko ullarına Etkisinin ncelenmesi

Yaz Deneyleri I kapsamında, dı ortam sıcaklı ının 30 °C, ba ıl nemin %31 ve güne ı nımının 921-607 W/m² oldu u, ikinci fan hız düzeyinde, sırasıyla 30 Haziran 2008 günü ö le ve 04 Temmuz 2008 günü ak am yapılan deneylere ili kin elde edilen sonuçların grafikleri çizilmi ve kar ıla tırılarak de erlendirilmi tir. Buna göre, kabin iç ortam sıcaklı ı, ba ıl nem, ortalama ı nım sıcaklı ı, denek ortalama deri sıcaklı ı

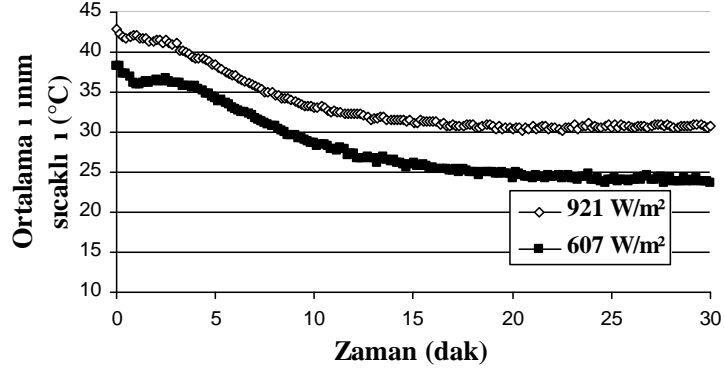
değerlerinin zamana göre değişimi, sırasıyla ekil 4.69, 4.70, 4.71 ve 4.72’de verilmiştir.



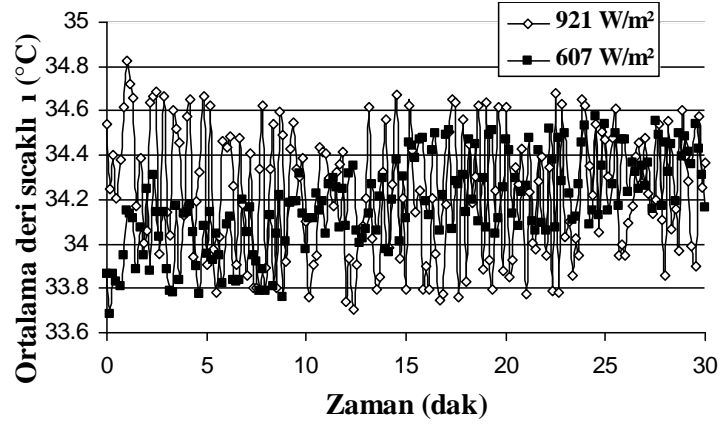
ekil 4.69 Yaz Deneyleri I kapsamında, 30°C ve 921-607 W/m² güneş ışınımında, ikinci fan hız düzeyinde yapılan deneyler için kabin iç ortam sıcaklık değerlerinin zamana göre değişimi.



ekil 4.70 Yaz Deneyleri I kapsamında, 30°C ve 921-607 W/m² güneş ışınımında, ikinci fan hız düzeyinde yapılan deneyler için kabin iç ortam bağıl nem değerlerinin zamana göre değişimi.



ekil 4.71 Yaz Deneyleri I kapsamında, 30°C ve 921-607 W/m² güne ışınlımında, ikinci fan hız düzeyinde yapılan deneyler için ortalama 1 mm sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişimi.

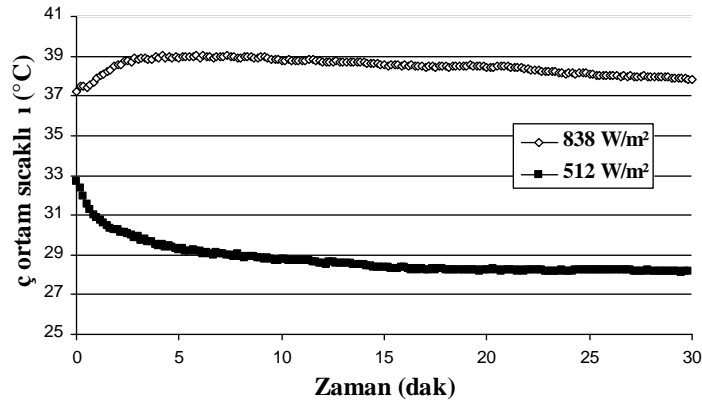


ekil 4.72 Yaz Deneyleri I kapsamında, 30°C ve 921-607 W/m² güne ışınlımında, ikinci fan hız düzeyinde yapılan deneyler için denek ortalama deri sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişimi.

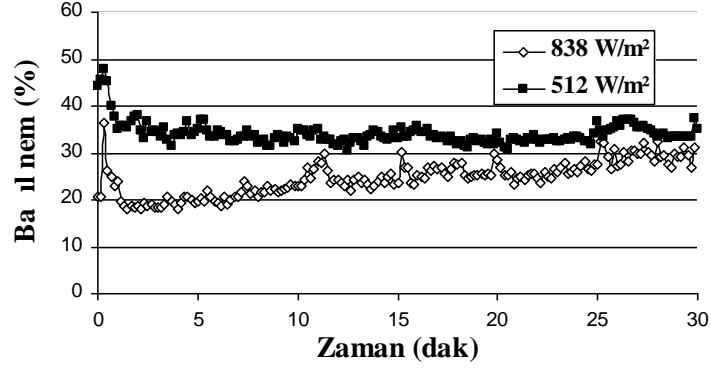
Kabin iç ortam ve ortalama 1 mm sıcaklığı değerlerine bakıldığında, akşam yapılan deneyde araç tamamen gölgede olduğu için, öğlen yapılan deneye göre daha düşük sıcaklıklar elde edilmiştir. Akşam yapılan ölçümlerde, öğlen yapılan deneye göre daha düşük iç ortam sıcaklıklarına bağlı olarak, daha yüksek bağıl nem değerleri elde edilmiştir. Denek ortalama deri sıcaklığı değerlerinde ise, öğle ve akşam yapılan deneyler arasında bir farklılık olmadığı gözlenmiştir. Öğlen yapılan deneyde, denek kendisini, deney başlangıcında biraz sıcak ve az konforlu hissetmiş, biraz daha soğuk bir ortamda bulunmak istediğini belirtmiştir. Deneyin başlangıcından sonuna kadar ise, iç ortam sıcaklığının artması ile birlikte, kendisini sıcak ve konforsuz hissederek daha

so uk bir ortamda oldu unu belirtmi tir. Ak am yapılan deneyde ise, denek kendisini, deney ba langıcında biraz sıcak ve az konforlu hissetmi , biraz daha so uk bir ortamda olmak istedi ini belirtmi tir. Deney ba langıcından sonuna kadar ise, ısıl konfor ko ullarında oldu unu belirtmi tir. Ö len yapılan deneyde denek, deney ba langıcında, her yerini biraz sıcak ve sırtını sıcak, be inci dakikada sırtını biraz sıcak, onuncu dakikada her yerini biraz sıcak ve sırtını sıcak, on be inci dakikada her yerini sıcak, yirminci dakikada her yerini sıcak ve sırtını çok sıcak hissetmi tir. Yirminci dakikadan deney sonuna kadar ise her yerini sıcak hissetmi tir. Ak am yapılan deneyde ise, denek, deney ba langıcında her yerini biraz sıcak, be inci dakikada sol kolunu ve gö sünü biraz so uk hissetmi tir. Denek, deneyin onuncu dakikasından sonuna kadar sol kolunu biraz so uk hissetmi , vücudunun di er bölgelerinde herhangi bir rahatsızlık olu tu unu belirtmemi tir.

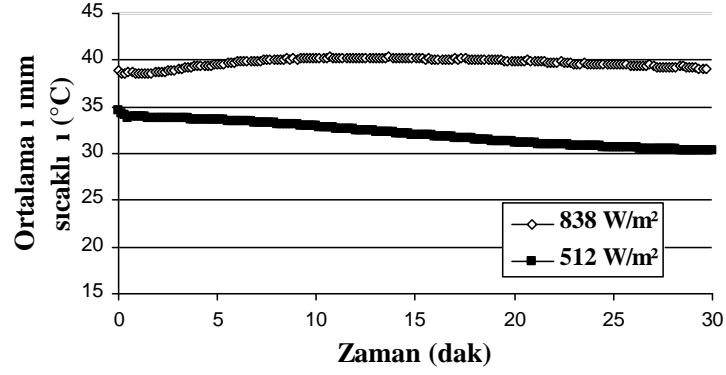
Yaz Deneyleri II kapsamında, dı ortam sıcaklı mın 33°C , ba ıl nemin %27-50 ve güne ı nımının $838\text{-}512\text{ W/m}^2$ oldu u, birinci fan hız düzeyinde, sırasıyla 08-09 Temmuz 2008 günleri ö le ve ak am yapılan deneylere ili kin elde edilen sonuçların grafikleri çizilmi ve kar ıla tırılarak de erlendirilmi tir. Buna göre, kabin iç ortam sıcaklı ı, ba ıl nem, ortalama ı nım sıcaklı ı ve denek ortalama deri sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi, sırasıyla ekil 4.73, 4.74, 4.75 ve 4.76'da verilmi tir.



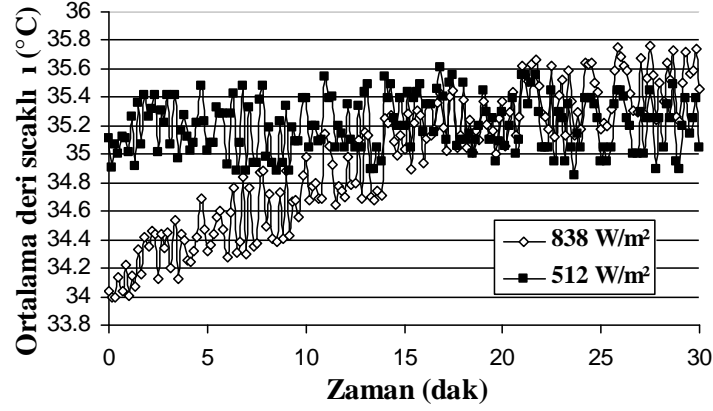
ekil 4.73 Yaz Deneyleri II kapsamında, 33°C sıcaklık, %27-50 ba ıl nem ve $838\text{-}512\text{ W/m}^2$ güne ı nımında, birinci fan hız düzeyinde yapılan deneyler için kabin iç ortam sıcaklık de erlerinin zamana göre de i imi.



ekil 4.74 Yaz Deneyleri II kapsamında, 33°C sıcaklık, %27-50 ba ıl nem ve 838-512 W/m² güne ı mımında, birinci fan hız düzeyinde yapılan deneyler için kabin iç ortam ba ıl nem de erlerinin zamana göre de i imi.



ekil 4.75 Yaz Deneyleri II kapsamında, 33°C sıcaklık, %27-50 ba ıl nem ve 838-512 W/m² güne ı mımında, birinci fan hız düzeyinde yapılan deneyler için ortalama ı mm sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi.

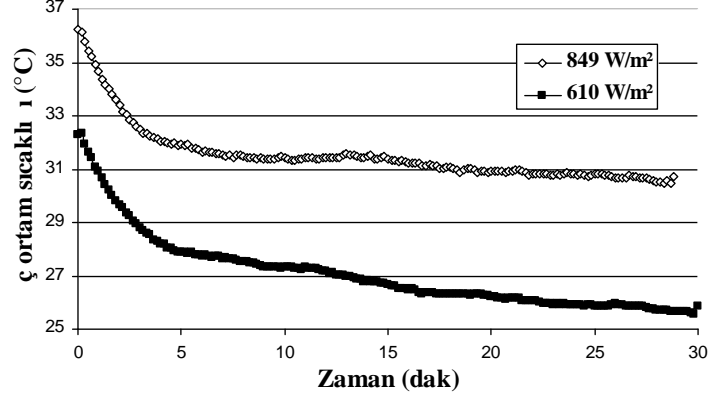


ekil 4.76 Yaz Deneyleri II kapsamında, 33°C sıcaklık, %27-50 ba ıl nem ve 838-512 W/m² güne ı nımında, birinci fan hız düzeyinde yapılan deneyler için denek ortalama deri sıcaklığı de erlerinin zamana göre de i imi.

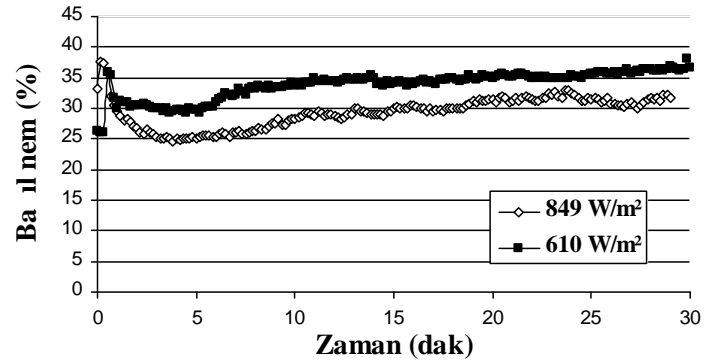
Kabin iç ortam sıcaklıklarına bakıldı ında, ak am deneyinde daha dü ük de erler elde edilmi tir. Ba ıl nem de erlerine bakıldı ında ise, dü ük sıcaklıklardan dolayı ak am deneyinde daha dü ük ba ıl nem de erleri elde edilmi tir. Ortalama ı nım sıcaklığı de erlerine bakıldı ında, ö le deneyinde daha yüksek sıcaklık de erleri ölçülmü tür. Ak am deneyinde, denek ortalama deri sıcaklığı de erleri sabit kalırken, ö le deneyinde ise artmaktadır. Ö le yapılan deneyde denek, deney ba langıcında kendisini sıcak ve konforsuz hissetmi , daha so uk bir ortamda bulunmak istemi tir. Deneyin be inci dakikasından sonuna kadar ise, denek kendisini, sıcak ve rahatsız hissetmi , daha so uk bir ortamda bulunmak istemi tir. Ak am deneyinde ise, denek kendisini, deneyin yirminci dakikasına kadar biraz sıcak ve az konforlu hissetmi , daha so uk bir ortamda olmayı istemi tir. Denek, deneyin yirminci dakikasından sonra ise, ısıl konfor ko ullarında oldu unu belirtmi tir. Ö le yapılan deneyde denek, deney ba langıcında her yerini sıcak hissetmi , deney sonuna kadar ise, her yerini çok sıcak hissetmi tir. Ak am yapılan deneyde denek, deney ba langıcında her yerini sıcak, be inci dakikada ba ını biraz sıcak ve sırtını çok sıcak, onuncu dakikada her yerini biraz sıcak, sırtını sıcak, on be inci dakikada gö sünü ve sırtını sıcak, yirminci dakikada sırtını sıcak hissetmi tir. Denek, deneyin yirminci dakikasından sonra ise, gö sünü ve sırtını biraz sıcak hissetmi , di er bölgelerinde herhangi bir rahatsızlık duymamı tir.

Yaz Deneyleri II kapsamında, dı ortam sıcaklığı nın 33 °C, ba ıl nemin %32 ve güne ı nımınının 849-610 W/m² oldu u, üçüncü fan hız düzeyinde, sırasıyla 10-07

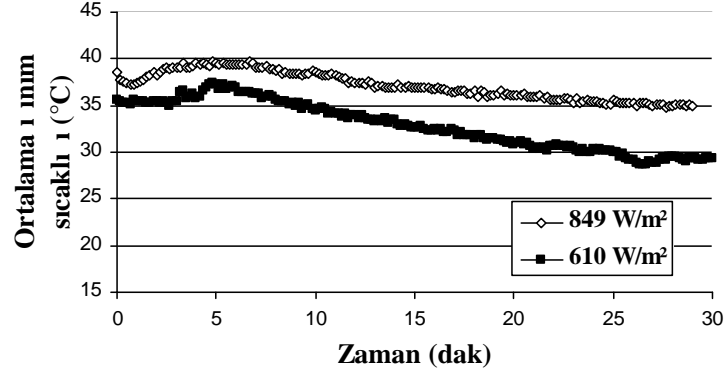
Temmuz 2008 günleri ö le ve ak am yapılan deneylere ili kin elde edilen sonuçların grafikleri çizilmi ve kar ıla tırılarak de erlendirilmi tir. Buna göre, kabin iç ortam sıcaklı ı, ba ıl nem, ortalama ı nım sıcaklı ı, denek ortalama deri sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi, sırasıyla ekil 4.77, 4.78, 4.79 ve 4.80 'de verilmi tir.



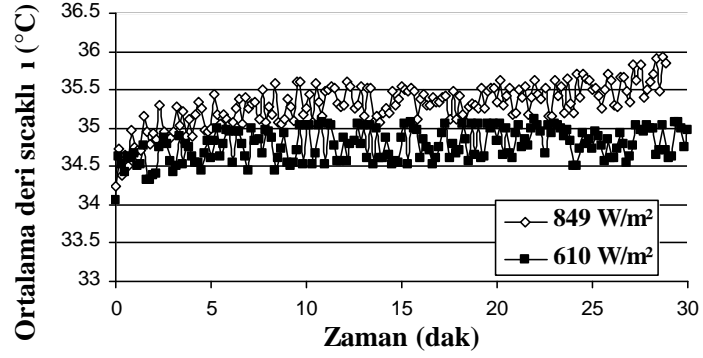
ekil 4.77 Yaz Deneyleri II kapsamında, 33°C ve 849-610 W/m² güne ı nımında, üçüncü fan hız düzeyinde yapılan deneyler için kabin iç ortam sıcaklık de erlerinin zamana göre de i imi.



ekil 4.78 Yaz Deneyleri II kapsamında, 33°C ve 849-610 W/m² güne ı nımında, üçüncü fan hız düzeyinde yapılan deneyler için kabin iç ortam ba ıl nem de erlerinin zamana göre de i imi.



ekil 4.79 Yaz Deneyleri II kapsamında, 33°C ve 849-610 W/m² güne 1 iniminde, üçüncü fan hız düzeyinde yapılan deneyler için ortalama 1 inim sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişimi.



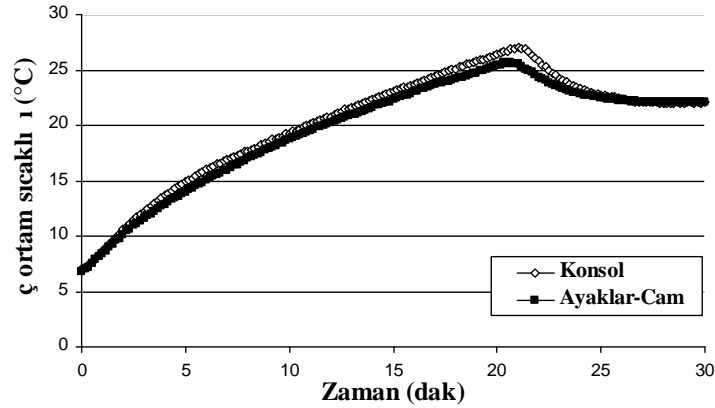
ekil 4.80 Yaz Deneyleri II kapsamında, 33°C ve 849-610 W/m² güne 1 iniminde, üçüncü fan hız düzeyinde yapılan deneyler için denek ortalama deri sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişimi.

Ak am deneyinde, daha düşük kabin iç ortam sıcaklık değerleri elde edilmiştir. Bağıl nem değerlerinde ise, ak am deneylerinde daha yüksek değerler elde edilmiştir. Ortalama 1 inim sıcaklığı değerlerine bakıldığında, öle deneyinde daha yüksek ortalama 1 inim sıcaklığı değerleri elde edilmiştir. Denek ortalama deri sıcaklığına bakıldığında ise, öle deneyinde daha yüksek değerler elde edilmiştir. Öle deneyinde, denek kendisini, deney başlangıcından sonuna kadar sıcak ve konforsuz hissederek, daha soğuk bir ortamda olmayı istemiştir. Ak am deneyinde ise, denek kendisini, deney başlangıcında biraz sıcak ve az konforlu hissetmiş, daha soğuk bir ortamda olmayı istemiştir. Denek, deneyin beşinci dakikasından sonra ısı konfor koşullarında olduğunu belirtmiştir. Öle yapılan deneyde denek, deneyin başlangıcında ve beşinci dakikasında

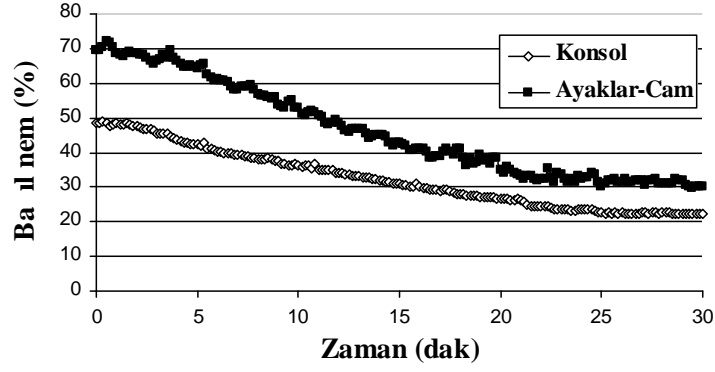
her yerini sıcak, onuncu dakikasında bacaklarını, balarını ve sırtını sıcak, hissetmi tir. Denek, deneyin on be inci dakikasından sonra balarını ve sırtını sıcak hissetmi , di er vücut bölgelerinde herhangi bir rahatsızlık hissetmemi tir. Ak am yapılan deneyde, denek, deneyin ba langıcında her yerini biraz sıcak, bu dakikadan sonra, deney bitimine kadar ise sırtını biraz sıcak hissetmi , di er bölgelerinde herhangi bir rahatsızlık duymadı ını belirtmi tir.

4.7 Farklı Menfez Seçiminin Kabin iç Ortam Ko ullarına Etkisinin ncelenmesi

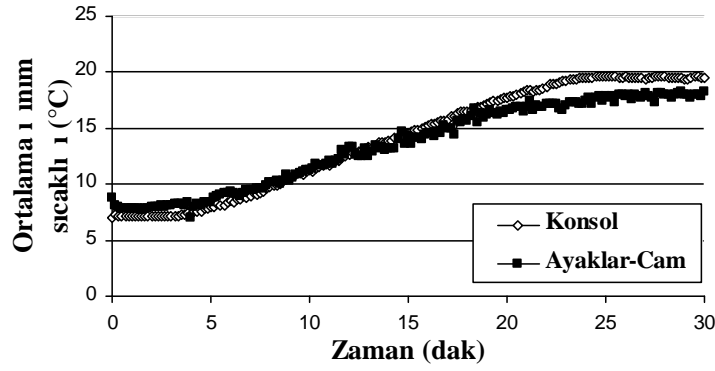
Otomobil içi 2008 senesi K1 Deneyleri kapsamında, dı ortam sıcaklı ının 6 °C ve ba ıl nemin %47-67 oldu u, birinci fan hız düzeyinde, sırasıyla 22 Ocak 2008 ve 12 ubat 2008 günleri sabah, konsol ve ayaklar-cam menfezleri için yapılan deneylere ili kin elde edilen sonuçların grafikleri çizilmi ve kar ıla tırılarak de erlendirilmi tir. Buna göre, kabin iç ortam sıcaklı ı, ba ıl nem, ortalama ı nım sıcaklı ı, denek ortalama deri sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi, sırasıyla ekil 4.81, 4.82, 4.83 ve 4.84 'de verilmi tir.



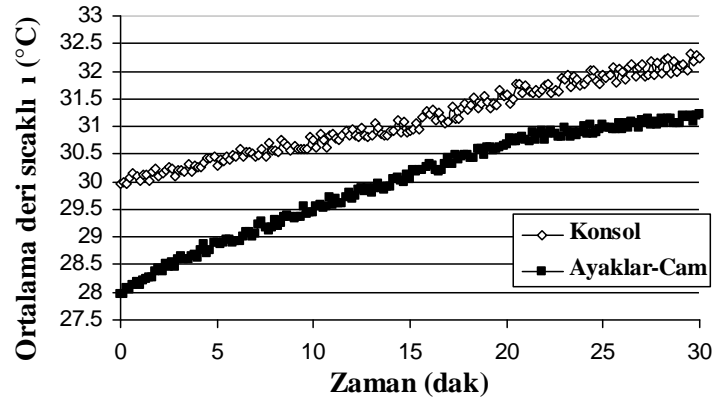
ekil 4.81 Dı ortam sıcaklı ı 6°C ve %47-67 ba ıl nemde, birinci fan hız düzeyinde, farklı menfezlerde, kabin iç ortam sıcaklık de erlerinin zamana göre de i imi.



ekil 4.82 D₁ ortam sıcaklığı 16°C ve %47-67 bağıl nemde, birinci fan hız düzeyinde, farklı menfezlerde, kabin iç ortam bağıl nem değerlerinin zamana göre değişimi.



ekil 4.83 D₁ ortam sıcaklığı 16°C ve %47-67 bağıl nemde, birinci fan hız düzeyinde, farklı menfezlerde, ortalama 1 mm sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişimi.

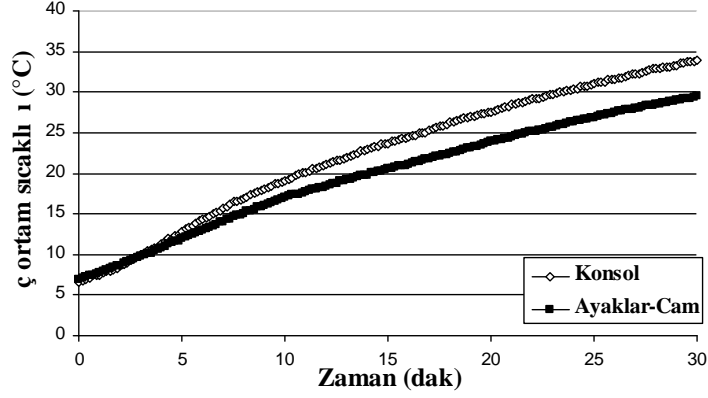


ekil 4.84 D₁ ortam sıcaklığı 16°C ve %47-67 bağıl nemde, birinci fan hız düzeyinde, farklı menfezlerde, denek ortalama deri sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişimi.

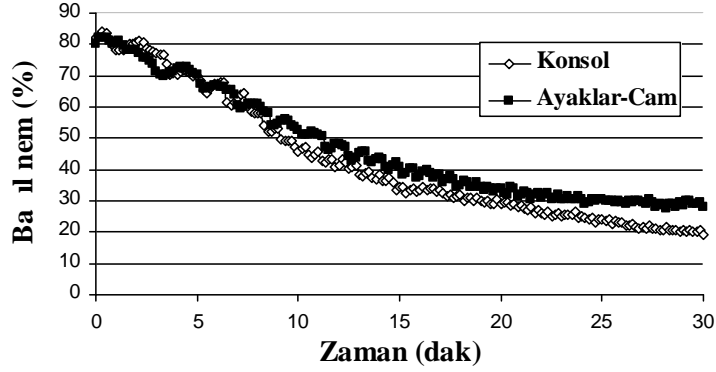
Konsol ve ayaklar-cam menfezi için ısıtma sürecinde yapılan deneylerde, kabin iç ortam ve ortalama 1 nım sıcaklı 1 de erleri, menfezler için aynı çıkmı tır. Ayaklar-cam menfezi için yapılan deneyde dı ortam ba ıl nem de eri daha yüksek oldu undan, konsol menfezi için yapılan deneye göre daha yüksek de erler ölçülmü tür. Her iki menfez için yapılan deneyde, dı ortam ba ıl nemi aynı olması durumunda menfezler için elde edilecek ba ıl nem de erlerinin zamana göre de i iminin aynı olaca ı öngörülebilir. Ortalama deri sıcaklı 1 de erlerinde ise, konsol menfezi için daha yüksek de erler elde edilmı tır. Denek, konsol menfezi için yapılan deneyde, deney ba langıcında ellerini so uk, be inci ve onuncu dakikalarda ellerini, bacaklarını ve ayaklarını biraz so uk, on be inci dakikada ba ını biraz sıcak, ellerini, bacaklarını ve ayaklarını biraz so uk, yirminci dakikada sol alt kol ve ba ını biraz sıcak, bacaklarını ve ayaklarını biraz so uk hissetmi tır. Denek, yirmi be inci dakikada ve deney sonunda ise bacaklarını ve ellerini biraz so uk hissetti ini belirtmi tır. Konsol menfezi için yapılan anketlerde, denek, deney ba langıcında kendisini so uk, konforsuz hissetmi ve daha sıcak bir ortamda bulunmayı istemi tır. Denek kendisini, deneyin be inci dakikasından deney sonuna kadar, biraz so uk ve az konforlu hissetmi , biraz daha sıcak bir ortamda bulunmayı istemi tır. Ayaklar-cam menfezi için yapılan deneyde, denek, deney ba langıcından yirminci dakikaya kadar ellerini biraz so uk hissetmi tır. Denek, deneyin yirminci ve yirmi be inci dakikalarında, ısıl konfor ko ullarında oldu unu belirtmi , ancak deney sonunda ise, ellerini ve ayaklarını biraz so uk hissetmi tır. Ayaklar-cam menfezi için yapılan anketlerde, denek, deney ba langıcında kendisini so uk ve konforsuz hissetmi , daha sıcak bir ortamda bulunmayı istemi tır. Denek kendisini, deneyin onuncu ve on be inci dakikalarında biraz so uk ve az konforlu hissetmi , biraz daha sıcak bir ortamda bulunmayı istemi tır. Denek kendisinin, deneyin yirminci dakikasından deney bitimine kadar ısıl konfor ko ullarında oldu unu belirtmi tır.

Otomobil içi 2009 senesi K1 Deneyleri kapsamında, dı ortam sıcaklı ının 6 °C ve ba ıl nemin %78 oldu u, ikinci fan hız düzeyinde, sırasıyla 16-26 ubat 2009 günleri ö len, konsol ve ayaklar-cam menfezi için yapılan deneylere ili kin elde edilen sonuçların grafikleri çizilmi ve kar ıla tırılarak de erlendirilmi tır. Buna göre, kabin iç ortam sıcaklı ı, ba ıl nem, ortalama 1 nım sıcaklı ı, denek ortalama deri sıcaklı ı

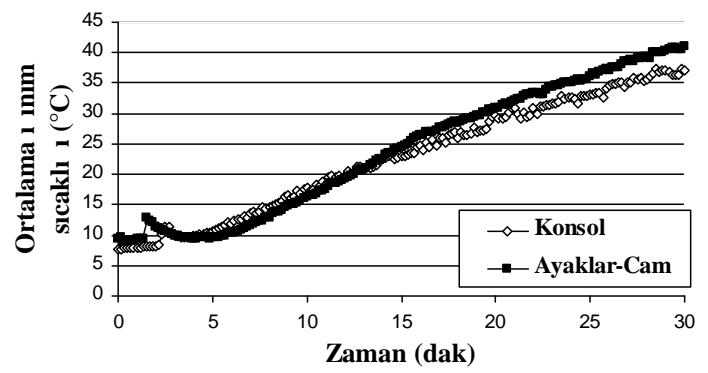
de erlerinin zamana göre de i imi, sırasıyla ekil 4.85, 4.86, 4.87 ve 4.88 'de verilmi tir.



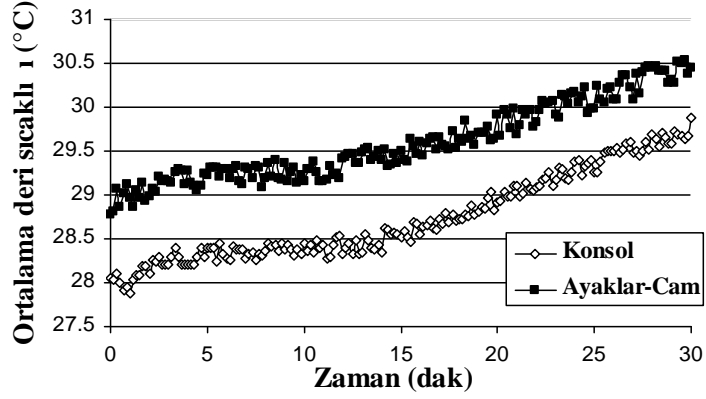
ekil 4.85 D₁ ortam sıcaklı ı 6°C ve %78 ba ıl nemde, ikinci fan hız düzeyinde, farklı menfezlerde, kabin iç ortam sıcaklık de erlerinin zamana göre de i imi.



ekil 4.86 D₁ ortam sıcaklı ı 6°C ve %78 ba ıl nemde, ikinci fan hız düzeyinde, farklı menfezlerde, kabin iç ortam ba ıl nem de erlerinin zamana göre de i imi.



ekil 4.87 D₁ ortam sıcaklı ı 6°C ve %78 ba ıl nemde, ikinci fan hız düzeyinde, farklı menfezlerde, ortalama ı ınım sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi.

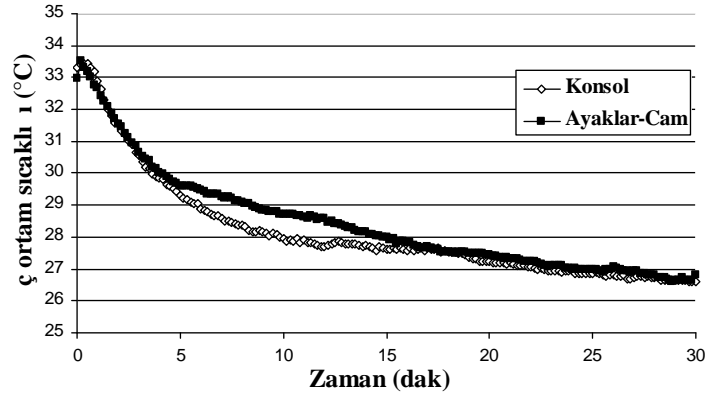


ekil 4.88 D₁ ortam sıcaklığı 16°C ve %78 bağıl nemde, ikinci fan hız düzeyinde, farklı menfezlerde, denek ortalama deri sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişimi.

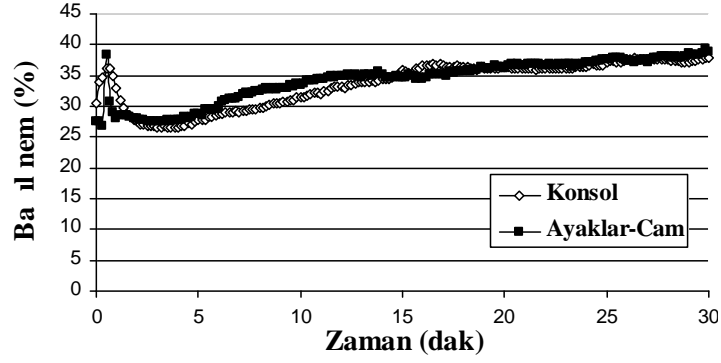
Konsol ve ayaklar-cam menfezi için, ısıtma sürecinde yapılan deneyde, konsol menfezi için biraz daha yüksek iç ortam sıcaklığı elde edilmiştir. Menfezler için bağıl nem değerlerine bakıldığında ise, konsol menfezi için yapılan deneyde biraz daha yüksek bağıl nem değerleri elde edilmiştir. Ortalama minimum sıcaklığı değerlerine bakıldığında, iki menfez tipi için aynı eğilim görülmektedir, ancak deney sonuna doğru ayaklar-cam menfezi için daha yüksek değerler elde edilmiştir. Konsol menfezi için yapılan deneyde denek, deneyin başlangıcında ellerini soğuk ve göğüsünü biraz soğuk, beşinci dakikada her yerini biraz soğuk, onuncu dakikada sol kolunu biraz soğuk, onbeşinci ve yirminci dakikalarda normal hissetmiştir. Denek, deneyin yirminci dakikasında, her yerini biraz sıcak, deney sonunda ise, ellerini çok sıcak, her yerini ise sıcak hissetmiştir. Konsol menfezi için yapılan anketlerde, denek kendisini, deney başlangıcında soğuk, konforsuz hissetti ve daha sıcak bir ortamda bulunmayı istemi, beşinci dakikada biraz soğuk ve az konforlu hissetti ve biraz daha sıcak bir ortamda bulunmayı istemi. Denek, deneyin onuncu dakikasından yirminci dakikasına kadar ısı konfor koşullarında olduğunu, ancak, yirminci dakikada ise, biraz sıcak ve az konforlu hissettiğini, biraz daha serin bir ortamda olmak istediğini belirtmiştir. Denek kendisini, deneyin sonunda sıcak, konforsuz hissetti ve daha soğuk bir ortamda olmak istediğini belirtmiştir. Ayaklar-cam menfezi için yapılan deneyde, denek, deney başlangıcından beşinci dakikaya kadar ellerini ve ayaklarını biraz soğuk, onuncu dakikada ellerini ve ayaklarını biraz soğuk, onbeşinci dakikada ayaklarını ve bacaklarını biraz soğuk, yirminci dakikada sadece bacağını biraz soğuk hissetmiştir.

Denek, deneyin yirmi be inci dakikasında ısı konfor ko ullarında oldu unu belirtmi ; ancak deney sonunda ise, elleri, ayakları, kolları ve gö sünü biraz sıcak hissetmi tir. Ayaklar-cam menfezi için yapılan ankette, denek kendisini, deney ba langıcında biraz so uk ve az konforlu hissetmi , biraz daha sıcak bir ortamda bulunmayı istemi , be inci dakikada so uk ve az konforlu hissederek daha sıcak bir ortamda olmak istedi ini belirtmi tir. Denek, kendisini deneyin onuncu ve on be inci dakikalarında biraz so uk, az konforlu hissetmi , biraz daha sıcak bir ortamda olmayı istemi , yirmi ve yirmi be inci dakikalarda ısı konfor ko ullarında oldu unu belirtmi tir. Denek kendisini, deney sonunda biraz sıcak ve az konforlu hissetti ini, biraz daha so uk bir ortamda olmak istedi ini belirtmi tir.

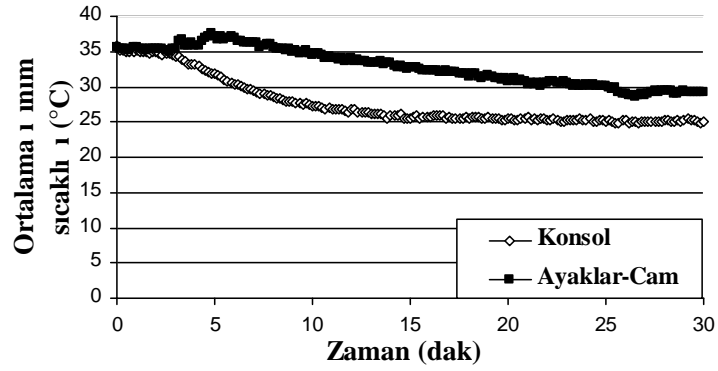
Otomobil içi 2008 senesi Yaz Deneyleri kapsamında, dı ortam sıcaklı ının 32 °C, güne ı nımının 589-610 W/m² ve ba ıl nemin %32 oldu u, üçüncü fan hız düzeyinde, sırasıyla 02-07 Temmuz 2008 günleri ak am, konsol ve ayaklar-cam menfezi için yapılan deneylere ili kin elde edilen sonuçların grafikleri çizilmi ve kar ıla tırılarak de erlendirilmi tir. Buna göre, kabin iç ortam sıcaklı ı, ba ıl nem, ortalama ı nım sıcaklı ı, denek ortalama deri sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imi, sırasıyla ekil 4.89, 4.90, 4.91 ve 4.92 'de verilmi tir.



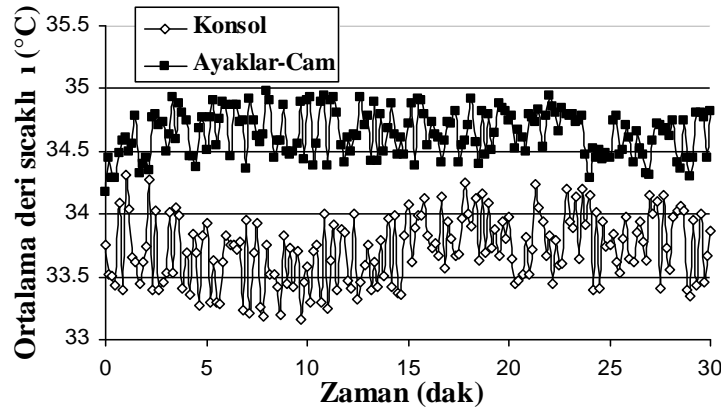
ekil 4.89 Dı ortam sıcaklı ı 32°C ve %32 ba ıl nemde, üçüncü fan hız düzeyinde, farklı menfezlerde, kabin iç ortam sıcaklık de erlerinin zamana göre de i imi.



ekil 4.90 D₁ ortam sıcaklığı 32°C ve %32 ba ıl nemde, üçüncü fan hız düzeyinde, farklı menfezlerde, kabin iç ortam ba ıl nem değerlerinin zamana göre değişimi.



ekil 4.91 D₁ ortam sıcaklığı 32°C ve %32 ba ıl nemde, üçüncü fan hız düzeyinde, farklı menfezlerde, ortalama 1 mm sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişimi.



ekil 4.92 D₁ ortam sıcaklığı 32°C ve %32 ba ıl nemde, üçüncü fan hız düzeyinde, farklı menfezlerde, denek ortalama deri sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişimi.

Konsol ve ayaklar-cam menfezi için so utma sürecinde yapılan deneylerde, menfez tipleri için hemen hemen aynı kabin iç ortam sıcaklığı ve ba ıl nem de erleri elde edilmi tir. Ortalama ı nım sıcaklığı de erlerinde ise, ayaklar-cam menfezi için daha yüksek sıcaklık de erleri elde edilmi tir. Ortalama deri sıcaklığı de erlerinde ise, konsol menfezi için daha dü ük de erler elde edilmi tir. Konsol menfezi için yapılan deneyde denek, deney ba langıcında ısıl konfor ko ullarında, be inci dakikada sol kolunu biraz so uk, onuncu dakikada sol kolunu ve gö sünü biraz so uk hissetmi tir. Denek, deneyin on be inci dakikasından sonuna kadar sol kolunu biraz so uk hissederken, ba ka herhangi bir rahatsızlık belirtmemi tir. Konsol menfezi için yapılan anketlerde denek kendisini, deney ba langıcından sonuna kadar ısıl konfor ko ullarında hissetmi tir. Ayaklar-cam menfezi için yapılan deneyde denek, deney ba langıcında her yerini biraz sıcak hissetmi tir. Denek, deneyin be inci dakikasından sonuna kadar sırtını biraz sıcak hissetmesi dı nda herhangi bir rahatsızlık belirtmemi tir. Ayaklar-cam menfezi için yapılan deneyde, denek kendisini deney ba langıcında biraz sıcak ve az konforlu hissetmi , daha so uk bir ortamda olmayı istemi tir. Denek, deneyin be inci dakikasından sonuna kadar ısıl konfor ko ullarında oldu unu belirtmi tir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1 Kabin İçerisinde CO₂ Düzeyi Ölçümlerine İlişkin Sonuçlar

Otomobil kabini içerisinde, ısıtma süreci için farklı klima konumlarında ölçülen CO₂ düzeyinin belirlenmesi ve kararlaştırılması yapılmıştır. Otomobil içerisindeki ısı konfor parametreleri, genelde sıcaklık, bağıl nem, hız ve ortalama 1 m³ sıcaklığının ölçülmesini içermektedir. Konfor koşullarının birisi de, iç hava kalitesi ve kabin içerisindeki CO₂ düzeyidir. Çalışmada, ısıtma sürecinde park edilmiş bir araba içerisinde farklı menfez, sıcaklık konumu ve debi seçilerek yapılan deneylerden elde edilen CO₂ düzeyi ölçümleri ve istatistiksel olarak incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

(1) *Kabin içerisindeki kişi sayısı CO₂ düzeyine etki etmektedir.* Kabin içerisinde iki kişinin oturması durumunda ölçülen CO₂ düzeyi, tek kişinin oturması durumuna göre daha yüksek çıkmıştır. Kabin içerisinde iki kişi oturması durumunda ölçülen CO₂ düzeyinin ortalama değeri 1895.24 ppm, tek kişi oturması durumunda ölçülen CO₂ düzeyi ortalama değeri ise, 2350.87 ppm olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, kabin içerisinde iki kişi oturması durumunda ölçülen CO₂ düzeyi, tek kişi oturması durumunda ölçülen CO₂ düzeyinden, 1.24 kat daha fazladır.

(2) *CO₂ düzeyinin kişi sayısına bağlı olarak zamanla değişimleri benzerdir.* Kişi durumu için de, CO₂ düzeyi zamanla artmaktadır.

(3) *Hava çevrim modu CO₂ düzeyine etki etmektedir.* Kabin içerisinde havanın dolaştırıldığı durumda ölçülen CO₂ düzeyi, kabine dışarıdan hava alınması durumunda ölçülen CO₂ düzeyinden daha yüksek çıkmıştır. Kabin içerisinde havanın dolaştırıldığı durumda ölçülen CO₂ düzeyinin ortalama değeri 970.19 ppm, kabine dışarıdan hava alınması durumunda ölçülen CO₂ düzeyi ise, 208.73 ppm olarak ölçülmüştür. Kabin içerisinde havanın dolaştırıldığı durumda ölçülen CO₂ düzeyi ortalama değeri, kabine dışarıdan hava alınması durumunda ölçülen CO₂ düzeyi ortalama değerinin 4.65 katıdır. Bu sonuçlara göre, kabin içerisinde havanın 30 dakika boyunca dolaştırılması durumu, yüksek CO₂ düzeylerine ulaşıldığı için önerilmemektedir.

(4) *CO₂ düzeyinin hava çevrim moduna göre de i imleri birbirinden farklıdır.* Kabin içerisinde havanın dola tırıldı ı durumda, CO₂ düzeyi ilk 10 dakika içerisinde birden bire arttıktan sonra, 15. dakikanın sonunda de i memeye ba lamı tır. Ancak, dı arıdan hava alınması durumunda ise, CO₂ düzeyi neredeyse de i memi ve zamanla da artmamı tır. Aynı durum, hava çevrim modları için uygulanan varyans analizi (ANOVA) sonuçlarında da görülmü tür.

(5) *Kabin içerisindeki CO₂ düzeyi, hava debisine göre de i mektedir.* Hava çevrim modlarının her ikisinde de hava debilerinin CO₂ düzeyine etkisinin oldu u ve aynı zamanda yüksek de erdeki hava debilerinde daha az CO₂ düzeyi de erleri ölçülmü tür. ç hava kalitesi standartları olarak kabul edilen ASHRAE 62.1'e göre, bütün hava debilerinde konfor limiti olarak kabul edilen 700 ppm de erinin altında CO₂ düzeyi elde edilmi tır.

(6) *Isıtma periyodunun CO₂ düzeyine etkisi vardır.* Sürücü ısıtma periyodunu kendisine göre ayarlarken, bilinçsiz olarak hava debisi de erini de de i tirmektedir. Isıtma periyodu 20 dakika oldu u durum için ölçülen hava debileri daha dü ük de erlerdedir. Bu durum için elde edilen CO₂ düzeyi ortalama de eri 215.79 ppm iken, ısıtma periyodunun 10 dakika olan durumu için, daha yüksek de erde hava debileri elde edilmi ve bu durum için elde edilen CO₂ düzeyi ortalama de erleri 192.79 ppm olarak belirlenmi tır.

(7) *Menfez seçiminin CO₂ düzeyine etkisi vardır.* Konsol menfezi ve ayaklar-cam menfezi seçeneklerinde farklı kütsel debi de erleri elde edildi inden, kabin içerisinde bu menfezlere ili kin farklı CO₂ düzeyleri ölçülmü tür. Konsol ve ayaklar-ön cam menfezi için yapılan CO₂ düzeyi ölçümlerine göre, ayaklar-ön cam menfezi için bulunan ortalama CO₂ düzeyi de erleri, konsol menfezi için bulunan ortalama CO₂ düzeyi de erinden 1.6 kat daha yüksek çıkmı tır.

5.2 Kabin çerisinde Kızılötesi Kamera Ölçümlerine li kin Sonuçlar

Araç içerisindeki sıcaklık de i imleri sürücü ve yolcuları rahatsız etmekte, ısıtma ya da so utma sürecinde, hızlı biçimde gerçekleşen bu de i imler, ısıl konforsuzlu a yol açmaktadır. Isıl çiftler aracılı ı ile ancak belirli noktalardan sıcaklık ölçümü yapılabilmekte ve alansal sıcaklık ölçümleri için çok sayıda ısıl çiftin

kullanılması gerekmektedir. Isıl çiftler, genellikle kabloların yapı tırcı bantlar ile yüzeye tutturulması biçiminde kullanılmakta ve bu yöntem akı alanının rahatsız edilmesine yol açmaktadır. Kızılötesi kamera aracılı ı ile yapılan ölçümlerde ise, akı alanı rahatsız edilmemekte, aynı anda birden çok yüzeyin sıcaklık ölçümleri alınabilmektedir. Ayrıca, termal kamera kullanımı kolay ve hızlı bir sıcaklık ölçümü sa lamaktadır. Kızılötesi kamera ile ölçülen sıcaklık de i imlerinin incelendi i bu çalı mada, a a ıdaki sonuçlara ula ılmı tır:

(1) Isıl çift ve kızılötesi kamera aracılı ı ile ölçülen sıcaklık de erleri birbiri ile uyum içerisindedir.

(2) Isıl çift ve kızılötesi kamera sıcaklık de erlerinin uyumlu oldu u görüldükten sonra, alansal sıcaklık de erleri hesaplanmı tır.

(3) Benzer ko ullarda yapılan deneyler için, ayaklar-cam menfezi seçiminde, konsol menfezi seçimine göre, daha yüksek katı yüzey sıcaklı ı de erleri elde edilmi tir.

5.3 Isıtıcının Kabin iç Ortam Sıcaklı ı ve Ba ıl Neme Etkisinin ncelenmesine İlişkin Sonuçlar

Isıtıcının ısıtma sürecinde kabin iç ortam sıcaklık ve ba ıl nem de erlerine olan etkisi incelenmi tir. Araç fanının üç de i ik hız düzeyi için yapılan deney sonuçları istatistiksel olarak incelenmi , her hız düzeyi için zamanın sıcaklık ile de i imi ve ba ıl nemin, sıcaklık ve zaman ile olan de i imlerini veren ba ntılar elde edilmi tir.

Isıtma sürecinde, kabin içerisinde yapılan ölçümler sonucunda u sonuçlar elde edilmi tir:

(1) Isıtma sürecinde, hava hızının ve zamanın sıcaklık ile ba ıl neme etkisi benzerdir. Bu süreç içinde, artan hava hızı ve zaman ile birlikte, kabin iç ortam sıcaklı ı da artmaktadır.

(2) Isıtıcı kapasitesinin aynı olmasından dolayı, ısıtma sürecinde yüksek hava hızlarında daha dü ük menfez çıkı sıcaklı ı elde edilmi tir.

(3) Isıtma sürecinde, dü ük hava hızlarında daha dü ük iç ortam sıcaklı ı elde edildi inden dolayı, daha yüksek ba ıl nem de erleri elde edilmi tir.

(4) Bu çalı madan anla ıldı ı gibi; ısıtma sürecinde, araçlarda kabin içerisindeki sıcaklık ve ba ıl nem de erleri hava hızlarından direkt olarak etkilenmektedir.

(5) Kabin içerisinde, sıcaklık ve ba ıl nem de erlerinin tahmini için, zamana ve hava hızlarına göre ba ıntılar elde edilmi tir.

5.4 Farklı Fan Hızı Düzeylerinin Kabin iç Ortamına Etkilerinin ncelenmesine İlişkin Sonuçlar

Otomobil içi K1 ve Yaz deneyleri kapsamında, aynı dı ortam sıcaklı ında, farklı fan hızı düzeylerinde yapılan deneylere ili kin elde edilen sonuçların grafikleri çizilmi ve kar ıla tırılarak de erlendirilmi tir. Buna göre, kabin iç ortam sıcaklı ı, ba ıl nem, ortalama ı nım sıcaklı ı ve denek ortalama deri sıcaklı ı de erlerinin zamana göre de i imleri elde edilmi tir.

K1 Aylarında Farklı Fan Hızı Düzeylerine İlişkin Etkilerin ncelenmesi

K1 aylarında, aynı sıcaklık ve zaman diliminde, de i ik hız düzeylerinde yapılan deneylerden u sonuçlar elde edilmi tir;

(1) Fan hız düzeyi arttıkça daha yüksek kabin iç ortam sıcaklık de erleri elde edilmi tir.

(2) Hız düzeylerindeki artı , yüksek kabin iç ortam sıcaklıklarına ba lı olarak daha dü ük ba ıl nem de erlerinin elde edilmesine yol açmı tir.

(3) Ö le ve ak am zamanlarında yapılan deneylerde, de i ik hız düzeylerinin kabin iç ortam ko ullarına etkisi vardır.

(4) Sabah zamanında yapılan deneyler için elde edilen sonuçlara bakıldı ında ise, bu zamanlarda yapılan deneyler için hız düzeyinin kabin iç ortam sıcaklıklarına belirgin bir etkisinin olmadığı gözlemlenmi tir.

(7) Ortalama ı nım sıcaklı ı de erleri, yüksek hız düzeylerinde daha yüksek çıkmı tir.

(8) Yüksek hız düzeylerinde, daha yüksek ortalama deri sıcaklı ı de erleri elde edilmi tir.

Yaz Aylarında Farklı Fan Hızı Düzeylerine İlişkin Etkilerin İncelenmesi

Yaz aylarında, aynı sıcaklık ve benzer güneş ışınımında, değişik hız düzeylerinde yapılan deneylerden şu sonuçlar elde edilmiştir;

(1) Gün içerisinde üç değişik zamanda yapılan deneylerin tümü için, hız düzeylerinin iç ortam koşullarına etkisi vardır.

(2) Hız düzeyleri arttıkça, daha düşük kabin iç ortam sıcaklığı elde edilmiş ve bu sonuçlara bağlı olarak, daha yüksek bağıl nem değerleri ölçülmüştür.

(3) Deneylerin tamamında, deneyin araç içerisinde girmesi ile birlikte ilk dakikalarda kabin iç ortam sıcaklıklarında yükselme gözlenmiştir.

(4) Hava hız düzeylerinin, ortalama ışınım sıcaklığına olan etkileri, güneş ışınımının kararlaştırılan deneyler için aynı olmaması nedeniyle belirlenememiştir.

(5) Ortalama ışınım sıcaklığı daha yüksek olan deneylerde, daha yüksek deri sıcaklıkları elde edilmiştir.

5.5 Güneş Işınımının Kabin İç Ortam Koşullarına Etkisinin İncelenmesine İlişkin Sonuçlar

Kabin içerisinde, Yaz Deneyleri kapsamında, dış ortam sıcaklığının ve fan hız düzeyinin aynı olduğu, farklı güneş ışınımında yapılan deneylere ilişkin elde edilen sonuçların grafikleri çizilmiş ve kararlaştırılarak değerlendirilmiştir. Buna göre, kabin iç ortam sıcaklığı, bağıl nem, ortalama ışınım sıcaklığı ve denek ortalama deri sıcaklığı değerlerinin zamana göre değişimi elde edilmiştir.

Yaz deneylerinde, aynı hız düzeyi ve değişik güneş ışınımında yapılan deneyler için şu sonuçlar elde edilmiştir;

(1) Akşam deneylerinde, daha düşük güneş ışınımı olduğu için daha düşük kabin iç ortam sıcaklık değerleri elde edilmiştir.

(2) Öle deneylerinde, güneş ışınımına bağlı olarak yüksek kabin iç ortam sıcaklıkları elde edilmiştir.

(3) Düşük kabin iç ortam sıcaklıklarına bağlı olarak, akşam deneylerinde, sabah ve öğle deneylerine göre daha yüksek bağıl nem değerleri ölçülmüştür.

(4) De i ik deney zamanlarının tümünde, denek kabin içerisine girdi inde, deneyin ilk dakikalarında kabin iç ortam sıcaklık de erleri biraz artmı tır.

(5) Denek ortalama deri sıcaklı ı de erleri, sabah ve ö le deneylerinde güne ı nımını yüksek olması nedeniyle, hız düzeyleri için farklılık göstermezken, ak am deneylerinde yüksek hız düzeyleri için, daha dü ük ortalama deri sıcaklı ı de erleri elde edilmi tir.

(6) Güne ı nım de erlerinin yüksek olması, aracın park halinde ve rölantide çalı tırılmasından dolayı, araç içerisinde yer alan katı yüzeyler gün boyunca depolamakta ve bu nedenlerden ötürü so utma sürecinde dü ük iç ortam sıcaklıkları elde edilememi tir.

5.6 Farklı Menfez Seçiminin Kabin ç Ortam Ko ullarına Etkisinin ncelenmesine li kin Sonuçlar

(1) K1 deneyleri 2008 kapsamında, birinci hız düzeyinde, konsol ve ayaklar-cam menfezi için aynı sıcaklıkta yapılan deneyler için, menfez seçiminde aynı kabin iç ortam sıcaklı ı ve ortalama ı nım sıcaklı ı elde edilmi tir. Konsol menfezi için daha yüksek ortalama deri sıcaklı ı de erleri elde edilmi tir. Konsol menfezi için yapılan deneyde, denek kendisini, deneyin be inci dakikasından deney sonuna kadar, biraz so uk ve az konforlu hissetmi tir. Ayaklar-cam menfezi için yapılan deneyde ise, denek kendisinin, deneyin yirminci dakikasından deney bitimine kadar ısı konfor ko ullarında oldu unu belirtmi tir.

(2) K1 deneyleri 2009 kapsamında, ikinci hız düzeyinde, konsol ve ayaklar-cam menfezi için aynı sıcaklıkta yapılan deneyler için, konsol menfezi seçiminde daha yüksek kabin iç ortam sıcaklı ı elde edilmi tir. Ba ıl nem de erlerinde ise, ayaklar-cam menfezi seçiminde biraz daha yüksek de erler ölçülmü tür.

Ortalama ı nım sıcaklı nın menfez seçimlerine bir etkisi bulunmamı tır.

Ayaklar-cam menfezi seçiminde, daha yüksek denek ortalama deri sıcaklı ı de erleri ölçülmü tür. Konsol menfezi için yapılan deneyde, denek kendisini, ba langıçta so uk, be inci dakikada biraz so uk hissetmi , onuncu dakikadan yirmi be inci dakikaya kadar ısı konfor ko ullarında oldu unu, deney sonunda ise sıcak ve konforsuz hissetmi tir. Ayaklar-cam menfezi seçiminde, denek, deneyin ba ında biraz

so uk, be inci dakikada so uk, onuncu ve on be inci dakikalarında biraz so uk hissetmi , yirmi ve yirmi be inci dakikalarda ısı konfor ko ullarında oldu unu belirtmi tir. Denek, deney sonunda ise biraz sıcak hissetti ini belirtmi tir.

(3) Yaz deneyleri 2008 kapsamında, ikinci hız düzeyinde, konsol ve ayaklar-cam menfezi için aynı sıcaklıkta yapılan deneylerde, menfezler için aynı sıcaklık ve ba ıl nem de erleri elde edilmi tir. Konsol menfezi seçiminde denek kendisinin, deneyin ba ından sonuna kadar, ayaklar-cam menfezi seçiminde ise, deneyin be inci dakikasından sonra ısı konfor ko ullarında oldu unu belirtmi tir.

5.7 Öneriler

Araçlar içerisindeki CO₂ düzeyi ölçümleri, daha fazla denek, menfez seçimi ve araba kullanılarak yapılabilirse, araçlar için genel bir CO₂ düzeyi modeli belirlenebilir.

Kabin içerisine yerle tirilebilecek bir CO₂ düzeyi ölçer, CO₂ düzeyinin konfor limitlerinin üstünde oldu u durumlarda, bazı havalandırma mekanizmalarını devreye alarak, kabin içerisindeki CO₂ düzeyini azaltabilir. Belirli özel durumlar için iyi olabilecek bu uygulama, günümüz arabaları için ek bir özellik olacaktır.

Otomobil içerisinde termografik yöntem ile sıcaklık ölçüm sonuçları, araçlar için ısı konfor çalı maları amacı ile kullanılabilir. Elde edilen de erler, Sayısal Hesaplamalı Akı kanlar Dinami i analizlerinde ya da insan ve onu çevreleyen hava arasındaki ısı-kütle geçi i ba ıntılarına dayanan ısı konfor modellerinin ilerletilmesi yönünde de yol gösterici olabilir.

klimalendirme odası ve rüzgar tüneli içerisinde, de i ik ortam ko ulları, de i ik araçlar, farklı ısı dirence sahip giysi ve bir çok denekle yapılabilecek planlı deneyler ile araç içerisinde ısı konfor parametrelerinin etki düzeyleri belirlenebilir.

Akı alanını rahatsız etmeden yapılabilecek hız ve sıcaklık ölçümleri ile vücut bölgeleri üzerine gelen hava hız ve sıcaklık de erleri ölçülebilir, otomobiller için ısı konfor modelleri geli tirilebilir.

De i ik co rafı ko ullardan gelen denekler kullanılarak, ısı konfor ölçütlerinin belirlenmesinde, bireysel etkenler de göz önünde bulundurulabilir.

Ya ortalaması ve fiziksel özellikleri kendi içinde aynı olan, bay ve bayanlar da denek olarak kullanılıp, cinsiyet farklı lının ısı konfora etkisi incelenebilir.

De i ik güçlerdeki kızılötesi lambalar kullanılarak yapılabilecek deneyler ile de i ik güne ı nım akıları modellenerek, güne ı nımının araç içi ısıl konfora etkisi, detaylı bir biçimde incelenebilir.

Sürü sırasında yapılabilecek deneyler ile iç ortam ko ullarının ve ısıl konforun sürü performansına olan etkileri incelenebilir.

6. KAYNAKLAR

- AKYOL, .M., M. KILIÇ. 2010. Dynamic Simulation of HVAC System Thermal Loads in an Automobile Compartment., *Int. J. of Vehicle Design*, Vol.52, Nos.1/2/3/4, pp.177-198.
- AL-KASSIR, A. R., J., FERNANDEZ, F. V., TINAUT, F. CASTRO. 2005. Thermographic study of energetic installations, *Applied Thermal Engineering*, 25, 183-190.
- AMIN, I. J., A. J. TAYLOR AND R M PARKIN. 2007. Driver tracking and posture detection using low-resolution infrared sensing. *Journal of Automobile engineering*, Volume 221, Part D.
- ANON M. 1993 (a). ASHRAE handbook – Fundamentals, chapter 8. Atlanta: American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers. 29p.
- ANON M. 1993 (b). ASHRAE handbook – Fundamentals, chapter 37. Atlanta: American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers.
- ANON M. 1995. ISO 7730, Moderate thermal environments – Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. International Organization for Standardization, Geneva.
- ANON M, 2004. ASHRAE Standard 62.1 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., Atlanta,GA.
- ARASHIDANI, K.,YOSHIKAWA, M., KAWAMOTO, T., MATSUNO, K., KAYAMA, F., KODAMA, Y.1996. Indoor pollution from heating. *Industrial health* 34 (3), 205-215.
- ARICI, Ö., S.L. YANG, C.C. HUANG and E. OKER. 1996. A numerical simulation model for automobile passenger compartment climate control and evaluation. *International Energy and Environment Symposium*, Trabzon, Turkey, July 29-31: 1081-1087.
- AROSSI, A. and S. AGHIL. 2000. Characterisation of the flow field in a passenger car model. *Optical Diagnostics in Engineering*, 4 (1): 1-15.
- ASTARITA, T.,G.GARDONE,G.M. CARLOMANGO, C.MEOLA. 2000. A survey on infrared thermography for convective heat transfer measurements, *Optics and Laser Technology* 32, 593–610.
- AVDELIDIS, N. P., A. MOROPOULOU. 2003. Emissivity considerations in building thermography, *Energy and Buildings*, 35, 663-667.
- AYBERS, N. 1978. Isıtma, havalandırma ve iklim tesisleri. *Uçer Matbaacılık*, 9-25s.

- BALARAS, C. A., A. A., ARGIRIOU. 2002. Infrared thermography for building diagnostics, *Energy and Buildings*, 34, 171-183.
- BHATTI, M.S. 1999 (a). Evolution of automotive heating—riding in comfort: Part I, *ASHRAE Journal* 41 (1999) (8): 51–57.
- BHATTI, M.S. 1999 (b).). Evolution of automotive air conditioning—riding in comfort: Part I, *ASHRAE Journal* 41 (9): 44–52.
- BERGLUND, L.G. 1994. Common elements in the design and operation of thermal comfort and ventilation systems. *ASHRAE Transactions*, 6 (2): 776-781.
- BERGLUND, L.G. 1998. Comfort and humidity. *ASHRAE Journal*, 40 (8): 35-41.
- BROOKS, J.E. and K.C. PARSONS. 1999. An ergonomics investigation into human thermal comfort using an automobile seat heated with encapsulated carbonized fabric (ECF). *Ergonomics*. 42 (5): 661-673.
- BULCAO, C.F., S.M. FRANK, S.N. RAJA, K.H. TRAN and D.S. GOLDSTEIN. 2000. Relative contribution of core and skin temperatures to thermal comfort in humans. *Journal of Thermal Biology*, 25: 147-150.
- BUONO, M.J. 2000. Limb vs trunk sweat gland recruitment patterns during exercise in humans. *Journal of Thermal Biology*, 25: 263-266.
- BURCH, S.D., J.T. PEARSON and S. RAMADHYANI. 1991(a). Experimental study of passenger thermal comfort in an automobile under severe winter conditioning. *ASHRAE Transactions*, 97: 239-246.
- BURCH, S.D., S. RAMADHYANI and J.T. PEARSON. 1991(b). Analysis of passenger thermal comfort in an automobile under severe winter conditioning. *ASHRAE Transactions*, 97: 247-257.
- BURCH, S., V. HASSANI,, T. PENNEY. 1993. Use of infra-red thermography for automotive climate control analysis. *Automotive Congress, Barcelona, Spain, May 2004*, SAE paper, 931136.
- BUTERA, F.M. 1998. Chapter 3- Principles of thermal comfort. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2: 39-66.
- CARIGNANO, M., E. PIPPLONE. 1990. Optimization of windscreen defrosting for industrial vehicles via computer assisted thermographic analysis, *SAE Technical Paper*, 905237.
- CHAKROUN, C. and S. AL-FAHED. 1997. Thermal comfort analysis inside a car. *International Journal of Energy Research*, 21: 327-340.

- CHAN, A. T., CHUNG, M. W. 2003. Indoor-outdoor air quality relationships in vehicle: effect of driving environment and ventilation modes. *Atmospheric Environment*, 37, 3795-3808.
- CHENG, X., Z. TAN, X. WANG and R. TAY. 2006. Air quality in a commercial truck cabin. *Transportation Research Part D*, 11: 389-395.
- CHO, S.H., W.T. KIM and M. ZAHEER-UDDIN. 2001. Thermal characteristics of a personal environment module task air conditioning system: an experimental study. *Energy Conversion and Management*, 42: 1023-1031.
- CHOI, J.K., K.MIKI, S. SAGAWA, K. SHIRAKI. 1997. Evaluation of mean skin temperature formulas by infrared thermography, *International Journal of Biometeorology* 41, 68-75.
- CHOW, W.K., L.T. WONG, K.T. CHAN and J.M.K. YIU. 1994. Experimental studies on the air flow characteristics of air-conditioned spaces. *ASHRAE Transactions*, 100, Part 1: 256-263.
- CHOWN, G. A., K. N., BURN. 1983. Thermographic identification of building enclosure effects and deficiencies, *Canadian Building Digest*, CBD, Institute for Research in Construction, National Research Council, Canada, 229.
- CONCEIÇÃO, E.Z.E, M.C.G. da SILVA, J.C.S. ANDRE and D.X. VIEGAS. 2000. Thermal behaviour simulation of the passenger compartment of vehicles. *Int. J. Vehicle of Design*, 24 (4): 372-387.
- CULP, C.H, B.C. Krafthefer, M.L. Rhodes and M.A. Listvan. 1993. Silicon infrared sensors for thermal comfort and control. *ASHRAE Journal*, April: 38-42.
- de DEAR, R.J., E. ARENS, Z. HUI and M. OGURA. 1997. Convective and radiative heat transfer coefficients for individual human body segments. *Int. Journal of Biometeorol*, 40: 141-156.
- de DEAR, R.J., H.N. KNUDSEN and P.O. FANGER. 1989. Impact of air humidity on thermal comfort during step-changes. *ASHRAE Transactions*, 95 (2): 336-350.
- DAANEN, H.A.M., E. van de VLIERT and X. HUANG. 2003. Driving performance in cold, warm, and thermoneutral environments. *Applied Ergonomics*, 34: 597-602.
- DATCU, S., L. IBOS, Y. CANDAU, S. MATTEI. 2005. Improvement of building wall surface temperature measurements by infrared thermography, *Infrared Physics and Technology* (46) 451-467.
- E.Y.-K. Ng. 2009. A review of thermography as promising non-invasive detection modality for breast tumor, *International Journal of Thermal Sciences* 48, 849-859.

- FANG, L., G. CLAUSEN and P.O. FANGER. 1996. The impact of temperature and humidity on perception and emissions of indoor air pollutants. *Indoor Air*, Tokyo: Institute of Public Health, 4: 349-354.
- FANGER, P.O. 1970. *Thermal comfort analysis and applications in environmental engineering*. McGraw-Hill, New York.
- FANGER, P.O. 2001. Human requirements in future air-conditioning environments. *International Journal of Refrigeration*, 24: 148-153.
- FOUNTAIN, M.E, E.A. ARENS, X. TENGFANG, F.S. BAUMAN and M. OGURU. 1999. An investigation of thermal comfort at high humidities. *ASHRAE Transactions*, 94: 94-102.
- FUJITA, A., J. KANEMARU, H. NAKAGAWA and Y. OZEKI. 2001. Numerical simulation method to predict the thermal environment inside a car cabin. *JSAE Review*, 22: 39-47.
- GAGGE, A.P., J.A.J. STOLWIJK and Y. NISHI. 1971. An effective temperature scale based on a simple model of human physiological response. *ASHRAE Transactions*, 77, Part 1: 247-262.
- GALATSIS, K., WLODARSKI, W., WELLS, B., Mc DONALD, S. 2000. Vehicle cabin air quality for fatigue and suicide prevention. *SAE Paper*. 2000-01-0084.
- GAMEIRO DA SILVA, M.C. 2002. Measurements of comfort in vehicles, *Measurements Science and Technology* 13, 41-60.
- GRIFFITHS, M., EFTEKHARI, M. 2007. Control of CO₂ in a naturally ventilated classroom. *Energy and Buildings*, Article in Press.
- GRINZATO, E., V. VAVILOV and T. Kuppinen. 1998. Quantitative infrared thermography in buildings. *Energy and Buildings*, 29: 1-9.
- HODDER, S., and K. PARSONS. 2006. The effects of solar radiation on thermal comfort. *International Journal of Biometeorology*, 10.1007/s00484-006-0050-y.
- HOPPE, P., and I. MARTINAC. 1998. Indoor climate and air quality. *Int. Journal of Biometeorol*, 42: 1-7.
- HORIKOSHI, T., Y. KOBAYASHI and T. TSUCHIKAWA. 1985. Indices of combined and independent effect of thermal environmental variables upon the human body. *ASHRAE Transactions*: 228-238.
- HUIZENGA, C., Z. HUI and E. ARENS. 2001. A model of human physiology and comfort for assessing complex thermal environments. *Building and Environment*, 36: 691-699.

ISO 9920. 1993. Ergonomics: Estimation of the Thermal Characteristics of a Clothing Ensemble. International Standards Organisation, Geneva.

KADZERE, C.T., M.R. MURPHY, N. SILANIKONE and E. MALTZ. 2001. Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Production Science*, 1: *in press*.

KAN, . 1998. Biyoistatistik. Uluda Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, Yayın No: 128, Bursa.

KALAYCI, . 2006. SPSS Uygulamalı Çok De i kenli statistik Teknikleri, 2. Baskı, Ankara.

KANDJOV, I. M. 1998. Thermal stability of human body under environmental air conditioning. *Journal of Thermal Biology*, 23 (2): 117-121.

KAYNAKLI, Ö. ve R. YAMANKARADEN Z. 2002(a). Isıl konfor parametrelerinin optimizasyonu. *Mühendis ve Makina Dergisi*, 43 (515): 28-35.

KAYNAKLI, Ö. ve R. YAMANKARADEN Z. 2002(b). Geçici rejim enerji dengesi modeli ile ısı konfor artlarının i verimi açısından de erlendirilmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology, Gazi University*, 15 (4): 833-843.

KAYNAKLI, Ö., Ü. ÜNVER ve M. KILIÇ. 2002. Otomobil içinde ısıtma ve so utma süreçlerinde ısı konforun simülasyonu. *Otomotiv Teknolojileri Kongresi, Bursa, Türkiye*, 24-26 Haziran: 127-135.

KAYNAKLI, Ö, Ü. ÜNVER, M. KILIÇ ve R. YAMANKARADEN Z. 2003. Sürekli rejim enerji dengesi modeline göre ısı konfor bölgeleri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9 (1): 23-30.

KAYNAKLI, Ö., Ü. ÜNVER and M. KILIÇ. 2003(a). Calculation of thermal comfort zones with the ambient parameters. *The First International Exergy, Energy and Environment Symposium. Izmir, Turkey, July 13-17: 769-773.*

KAYNAKLI, Ö., Ü. ÜNVER and M. KILIÇ. 2003(b). Evaluating thermal environments for sitting and standing posture. *Int. Comm. Heat and Mass Transfer*, 30 (8): 1179-1188.

KAYNAKLI, Ö. ve R. YAMANKARADEN Z. 2003 (a). Otomobil içindeki hava hızı ve hareketlerinin ısı konfor artlarına etkisinin incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9 (3): 369-377.

KAYNAKLI, Ö. ve R. YAMANKARADEN Z. 2003 (b). Isıl konfor için gerekli vücut sıcaklıkları ve ortam artları. *G.U. Journal of Science*, 16 (2): 327-338.

KAYNAKLI, Ö. ve M. KILIÇ. 2003. Titremenin insan fizyolojisine etkisi ve vazokonstriksiyon ile kar ıla tırılması. *Mühendis ve Makina Dergisi*, 44 (527):30-40.

KAYNAKLI, Ö. and M. KILIÇ. 2005. Investigation of indoor thermal comfort under transient conditions. *Building and environment*, 40 :165-174.

KILIÇ, M., G. SEV LGEN. 2008 .Modelling airflow, heat transfer and moisture transport around a standing human body by computational fluid dynamics., *Int. Comm. in Heat and Mass Transfer*, Vol.35, No.9, pp.1159-1164.

KILIÇ, M., .M AKYOL. 2009. Otomobil kabinlerinin ısıtılmasında farklı hava yönlendiricileri kullanımının ısı konforuna etkisi. (*The effects of using different ventilation modes during heating periods of an automobile.*), *J. of Thermal Science and Technology*, Vol.29, No.1, pp.25- 36.

KILIÇ, M., G. SEV LGEN. 2009. Evaluation of heat transfer characteristics in an automobile cabin with a virtual manikin during heating period., *Numerical Heat Transfer, Part A: Applications*, Vol.56, No.6, pp.515- 539.

KORUKÇU, Ö., M. KILIÇ. 2009. The usage of IR-thermography for the temperature measurements inside an automobile cabin., *Int. Comm. in Heat and Mass Transfer*, Vol.36, No.8, pp.872-877.

LE SANT, Y., M. MARCHAND, P. MILLAN, J. FONTAINE. 2002. An overview of infrared thermography techniques used in large wind tunnels. *Aerospace Science and Technology*, Volume 6, Issue 5, September, Pages 355-366

LEE, S.J. and J.H. YOON. 1998. Temperature field measurement of heated ventilation flow in a vehicle interior. *Int. J. Vehicle of Design*, 19 (2): 228-243.

LEOPOLD, C.S. 1951. Engineering aspects of comfort data. *Heating, Piping and Air Conditioning*, 23.

LIU, J., Y. AIZAWA and H. YOSHINO. 2002. Experimental and numerical study on simultaneous temperature and humidity distributions. 8th International Conference on Air Distribution in Rooms, Copenhagen, Denmark, 8-11 September.

MAYCOCK, G., 1997. Sleepiness and driving: the experience of UK car drivers. *Accid. Anal. Prev.* 29 (4), 453–462.

MCCULLOUGH, E.A. and S. HONG. 1994. A data base for determining the decrease in clothing insulation due to body motion. *ASHRAE Transactions*, 100, Part 1: 765-775.

MCCULLOUGH, E.A., B.W. JONES and J. HUCK. 1985. A comprehensive data base for estimating clothing insulation. *ASHRAE Transactions*, 91 (2): 29-47.

MCCULLOUGH, E.A., B.W. JONES and T. TAMURA. 1989. A data base for determining the evaporative resistance of clothing. *ASHRAE Transactions*, 95 (2): 316-328.

- MEHNERT, P., J. MALCHAIRE, B. KAMPMANN, A. PIETTE, B. GRIEFAHN and H. GEBHARDT. 2000. Prediction of the average skin temperature in warm and hot environments. *European Journal of Applied Physiology*, 82: 52-60.
- MOROPOULOU, A., N. P., AVDELIDIS. 2002. The role of emissivity in infrared thermographic imaging and testing of building and structural materials, in X.P.V. Maldague. *Thermosense XXIV*, SPIE Press, Orlando, Florida, USA, 281-287.
- MURAKAMI, S., S. KATO and J. ZENG. 1997. Flow and temperature fields around human body with various room air distribution, Part 1. *ASHRAE Transactions*, 103: 3-15.
- OLESEN, B.W., Y. HASEBE and R.J. de DEAR. 1988. Clothing insulation asymmetry and thermal comfort. *ASHRAE Transactions*, 94 (1): 32-51.
- ÖZDAMAR, K. 2001. *SPSS ile Biyoistatistik*. Kaan Kitabevi, 4. Baskı, Ankara.
- ÖZDAMAR, K. 2002. *Paket Programlar ile Statistikselsel Veri Analizi 2*, Kaan Kitabevi 4. Baskı, Ankara.
- ÖZDEMİR, H., D. MELEK ve C.R. KAYKAYO LU. 1997. Yolcu otobüslerinde seyir halinde kabin içi sıcaklık dağılımının bilgisayar destekli analizi. *TÜM Makine Mühendisliği Kongresi*: 36-43.
- PAPAKONSTANTINOU, K. A., KIRANOUDIS, C. T., MARKATOS, N. C. 2001. Numerical simulation of CO₂ dispersion in an auditorium. *Energy and Buildings*. 34, 245-250.
- PETTENFOKER, M.S. 1858. *Über den luftwechel in Wohngebäuden*. Cotta'sche Buchhandlung, Munich.
- QUANTEN, S., A. VAN BRECHT and D. BERCKMANS. 2007. Comparison of thermal comfort performance of two different types of road vehicle climate control systems. *Ergonomics*, 50: 364-378.
- REES, V. W. and G. N. CONNOLLY. 2006. Measuring Air Quality to Protect Children from Secondhand Smoke in Cars. *American Journal of Preventive Medicine*, 31(5): 363-368.
- RING, E.F.J., K. AMMER 2000. The technique of infrared imaging in medicine, *Thermology International* 10 (1), 7-14.
- SEMİZ, B.D. 1990. *İnsan anatomisi ve fizyolojisi*. Marmara Üniversitesi, Yayın No. 476. 207s.

SEV LGEN, G., M. KILIÇ. 2010. Transient numerical analysis of airflow and heat transfer in a vehicle cabin during heating period., *Int. J. of Vehicle Design*, Vol.52, Nos.1/2/3/4, pp.144-159.

SILANIKOVE, N. 2000. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Production Science*, 67: 1-18.

SRINAVIN, K. and S. MOHAMED. 2003. Thermal environment and construction workers' productivity: some evidence from Thailand. *Building and Environment*, 38: 339-345.

STOLWIJK, J.A.J. and J.D HARDY. 1966. Temperature regulation in man - A theoretical study. *Pflugers Archiv Ges. Physiol*, 291: 129-62.

TANEBE, S., E.A. ARENS, F.S. BAUMAN, H. ZANG and T.L. MADSEN. 1994. Evaluating thermal environments by using a thermal manikin with controlled skin surface temperature. *ASHRAE Transactions*, 100 (1): 39-48.

TANEBE, S., K. KIMURA and T. HARA. 1987. Thermal comfort requirements during the summer season in Japan. *ASHRAE Transactions*, 93: 564-577.

TEMMING, J. and W.H. HUCHO. 1979. Passenger-car ventilation for thermal comfort. *Society of Automotive Engineers (SAE)*, No: 790398: 1-8.

TOFTUM, J. and P.O. FANGER. 1999. Air humidity requirements for human comfort. *ASHRAE Transactions*, 99: 641-647.

TOFTUM, J., A.S. JORGENSEN and P.O. FANGER. 1998 (a). Upper limits for indoor air humidity to avoid uncomfortably humid skin. *Energy and Buildings*, 28: 1-13.

TOFTUM, J., A.S. JORGENSEN and P.O. FANGER. 1998 (b). Upper limits of air humidity for preventing warm respiratory discomfort. *Energy and Buildings*, 28: 15-23.

TÜRKSOY, M. 2002. Ta it iç geometrik parametre de i imlerine ba lı havalandırma optimizasyonu. *istanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi*, istanbul, Türkiye, 84s.

UEDA, M., Y. TANIGUCHI, A. ASANO, M. MOCHIZUKI, T. IKEGAMI and T. KAWAI. 1997. An automobile heating, ventilating and air conditioning system with a neural network for controlling the thermal sensation felt by a passenger. *JSME*, 40 (3): 469-477.

WANNER, H.U., 1993. Sources of pollutants in indoor air. *IARC Scientific Publications* 109, 19-30.

WISSLER, E.H. 1988. Modeling of human performance in hyperbaric environments. *ASHRAE Transactions*, 94, Part 1: 1386-1399.

WU, S., W. LIN, S. XIE. 2008. Skin heat transfer model of facial thermograms and its application in face recognition Pattern Recognition, Volume 41, Issue 8, August, 2718-2729.

Y T, A. 1998 (a). The computer-based human thermal model. Int. Comm. Heat and Mass Transfer, 25 (7): 969-977.

Y T, A. 1998 (b). Kış ve yaz artlarında otomobil içindeki ısı konforu. TTMD 3. Uluslararası Yapıda Tesisat Bilimi ve Teknolojisi Sempozyumu, 7-9 Mayıs, İstanbul, Türkiye: 109-120.

Y T, A. 1999. Combining thermal comfort models. ASHRAE Transactions, 105 (1): 149-156.

ZAİD H., R. TAİAR, S. FOHANNON, G. POLIDORI. 2006. New approach by infrared thermography to measure the skin temperature of a male competitive swimmer. Journal of Biomechanics, Volume 39, Supplement 1, Page S629.

<http://en.wikipedia.org/wiki/Automobile>

<http://hypertextbook.com/facts/2001/MarinaStasenکو.shtml>

<http://www.oica.net/category/production-statistics>

[http://tr.wikipedia.org/wiki/Devrim_\(otomobil\)](http://tr.wikipedia.org/wiki/Devrim_(otomobil))

<http://tr.wikipedia.org/wiki/Anadol>

<http://www.osd.org.tr/basinbulteni01.pdf>

<http://tr.wikipedia.org/wiki/Klima>

ÖZGEÇM

Mehmet Özgün Korukçu, 1979'da Ankara'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Bursa'da tamamladı. Yüksek öğrenimine 1997 yılında, Uluda Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünde başlayarak, 2002 yılında tamamladı. Bir Birlik Isı Güç Santralinde Isıl Sistemlerin Sonlu Zaman Termodinamiği Analizi isimli tezi ile 2005 yılı ocak ayında, Uluda Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünden Yüksek Lisans derecesini alarak, aynı yıl içerisinde askerlik görevini tamamladıktan sonra Doktora öğrenimine başladı.

Mehmet Özgün Korukçu, 2004 yılı Ocak ayında Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı. Uluda Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'ndaki bu görevine devam etmektedir.

TE EKKÜR

Bana bu konuda çalı ma olana ı verip, her zaman ve her konuda destek olan, bilgi ve deneyimi ile çalı malarımı yönlendiren de erli hocam sayın Prof. Dr. Muhsin KILIÇ 'a, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dekanlığı'na, Lisans, Yüksek Lisans ve Doktora düzeyinde Makine Mühendisliği Bölümünde yeti memde eme i geçen tüm hocalarıma te ekkürlerimi sunuyorum.

Çalı malarım sırasında benden hiçbir zaman yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Ömer KAYNAKLI' ya, Yrd. Doç Dr. brahim ATMACA' ya, Ö r. Gör. Dr. Kür at ÜNLÜ' ye ve yürüttü üm deneyler sırasında, pratik bilgi ve yardımlarını sunan Ar . Gör. Mustafa Kemal MAN, Ar . Gör. Mustafa MUTLU ile Ar . Gör. Melih AKYOL 'a bana gösterdikleri sabırlarından dolayı te ekkürlerimi sunarım.

Bu çalı madaki deney aletlerinin 105M262 no'lu proje kapsamında alınmasını destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Ara tırma Kurumu'na (TÜB TAK) ve deney aracının sa lanması konusunda Türk Otomobil Fabrikası A. .'ne (FIAT-TOFA) ayrıca te ekkür ederim.

Çalı malarım sırasında hep yanımda olan, ya amıma huzur ve renk katan sevgili arkadaşlarıma te ekkürlerimi sunarım.

Etik de erlerin ve disiplinli çalı manın önem ve de erini bir ya am biçimi olarak ö reten babam ve hocam Prof. Dr. Abdurrahim KORUKÇU' ya, ya ama her zaman olumlu bir bakı açısıyla ve gelece i dü ünerek hazırlanma deneyimi kazandıran annem Esin KORUKÇU ile aileme te ekkürlerimi sunarım.