

KLİMALI OTOMOBİL SÜRÜCÜ KOLTUĞUNDA TERMAL KONFORUN VÜCUDUN AYNI TRANSVERSAL VE AYNI VERTİKAL EKSENDEKİ NOKTALARINDA DENEYSEL İNCELENMESİ

Tülin GÜNDÜZ CENGİZ*, Fatih C. BABALIK**

* *Uludağ Üni. Müh. Fak. Endüstri Müh. Böl.*

** *Uludağ Üni. Müh. Fak. Makina Müh. Böl.*

ÖZET

Son yıllarda otomobil sürücüleri, otomobilde konfor kavramına giderek daha fazla önem vermektedirler. Sürücüyle doğrudan temas halinde olan otomobil koltukları, otomobil içinde termal konforu geliştirmek için önemli bir role sahiptir. Bu nedenle daha konforlu koltuk üretimi, otomotiv endüstrisi için önemli hale gelmiştir. Otomobilde ısıtılmalı/soğutulmalı koltuk, genel klimadan daha etkilidir. Bu çalışmada dört denek, iki ayrı ortam sıcaklığı için dört ayrı klimalı otomobil sürücü koltuğu ile yapılan konfor deneyleri sunulmuştur. Sekiz ayrı noktada deri sıcaklığı ve iki ayrı noktada vücut nemi ölçülmüştür. Termal konfor, objektif ölçümler ve sübjektif sorgulamalar ile aynı transversal ve vertikal eksenlerdeki noktalarda karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Klimalı otomobil koltuğu, termal konfor

ABSTRACT

In recent years, drivers become more concerned about comfort inside a car. Automotive seats, which are in contact with drivers, play an important role in improving the thermal comfort. That is why the development of more comfortable seats is an important issue in the automotive industry. Heated/ventilated car seat is more effective than general climate in the car. In this study, comfort experiments are conducted with four subjects for two temperatures on four air conditioned car seats. Skin temperature at eight different points and body humid at two different points are measured. Thermal comfort was compared with subjective and objective measurements on different points of the body which are on the same transversal and same vertical axis.

Keywords: Air conditioned car seat, thermal comfort

GİRİŞ

Çok sıcak yaz günlerinde veya soğuk kış günlerinde otomobilin genel kliması sürücü için yeterli olmamaktadır. Otomobilde klima fonksiyonu, artık otomobillerin seçmeli özellikleri arasından çıkıp, standart özellikler içinde yerini almıştır. Ortam kliması otomobilin içini ısıtmakta veya soğutmakta, ilk etapta lokal olarak sürücüye etki etmemektedir. Otomobilin ısınması ya da soğuması, belli bir zaman almakta ve eğer otomobilde dörtten daha az kişi varsa, atıl alanlar da ısıtılmakta veya soğutulmaktadır. Bu hem zaman kaybı, hem de fazladan enerji harcanması anlamına gelir. Bu yüzden otomobil koltuklarına ısıtma ve soğutma sistemi yerleştirilerek, şoförün ısıtma/soğutma sisteminden yararlanabilmesi için gerekli zaman kaybı ve harcanan enerji miktarı azalmaktadır.

Konfor göreceli bir kavramdır, kişiye, yaşa, cinsiyete, kültüre vs. göre değişir. Fanger (1973), bu konuyla ilgili olarak 1300 denek ile termal konfor belirlemesine yönelik deneysel bir anket çalışması yapmıştır. %50 ortam nemi, 0,1 m/s hava hızı ve hafif giyimli deneklere hangi sıcaklıkta kendilerini nasıl hissettikleri sorulmuştur. İnsanların kendilerini rahat hissettikleri sıcaklık değerinin değişken olduğu ve konfor için böyle bir deneyde deneklerin maksimum %60'ının kendilerini rahat hissettikleri belirlenmiştir. Örneğin 24°C'yi deneklerin %60'ı rahat bir sıcaklık olarak tanımlarken, %10'u sıcak, yaklaşık %30'u da serin-soğuk arası olarak tanımlamışlardır.

Taniguchi ve diğerleri (1992), deri sıcaklığı ile otomobil kullanıcılarının termal hassaslıklarını belirleme araştırmalarında, 80 dakika boyunca, ortam sıcaklığı 28°C, bağıl nem %50 olarak seçilen klimatik oda içinde bulunan otomobilde deneyler yapmışlardır. Dört denek, ilk 40 dakika boyunca soğuk hava vantilatörü çalıştırılmaksızın, ikinci 40 dakika boyunca da yüz etrafında soğuk hava vantilatörü çalıştırılarak otomobil koltuğunda oturtulmuşlardır. Deneklerin yüz bölgesinde, yedi ayrı noktada deri sıcaklığı ölçülmüştür. Elde edilen deney sonuçlarında termal hassaslığın, yüzdeki ortalama deri sıcaklığı ve sıcaklık değişimi ile ilişkisini aşağıdaki denklemle ifade etmişlerdir.

$$TSV = 0,81*(t_{sk} - 33,9) + 39,1*t_{sk}^{-1}$$

Burada TSV termal hassaslık derecesini (-5 ile +5 arası değer)

t_{sk} yüzdeki ortalama deri sıcaklığını [°C] ve

t_{sk}^{-1} ortalama deri sıcaklığı değişim oranı [°C/s]'ni temsil eder.

Silva (2002), otomobilde konfor ölçümleri adlı çalışmasında, konfor değerlendirmesiyle ilgili mevcut temel tekniklerle yapılan çalışmaları açıklamış, otomobilde termal konfor, hava kalitesi, gürültü, titreşim ve diğer faktörler ile ilgili yapılan çalışmalar ışığında genel bir değerlendirme yapmıştır. Fiziksel ölçüm parametrelerinin yanı sıra, sübjektif değerlendirmelerin konfor belirlemede önemli rol oynadığını, yapılan araştırmalarda ölçü sistemlerinin çok etkili olduğunu, simülasyon sistemlerinin tasarım yapılırken kılavuz olarak kullanılabileceğini belirtmiştir. Yamashita ve diğerleri (2005), otomobilde termal hassaslık ve konfora ilişkin çalışmalarında, yaz şartları için yüz bölgesinde, kış şartları için bacak bölgesinde deri yüzey sıcaklığı ve çevre sıcaklığı ölçümleri yapmışlardır. Sekiz denekle klimatik odada yapılan çalışmada ortam nemi %50 ve hava hızı 1,0 m/s olarak sabitlenmiştir. Değişken çevre sıcaklığı şartlarında yapılan deneylerde vücudun lokal bölgeleri için termal hassaslık sorgulaması yapılmıştır. Yaz ve kış şartları için, ölçülen deri yüzey sıcaklığının termal hassaslık ile doğrudan ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Kolich ve diğerleri (2004), otomobilde oturma konforunu belirlemek için yapay sinir ağları ile bir istatistik modeli oluşturmuşlardır. Beş koltukla ve on iki denekle yapılan deneylerde, deneklerin antropometrik değerleri ve oturma yüzeyi basıncı ölçülmüştür. Ayrıca bilgisayar destekli olarak yapılan yapay sinir ağları model çalışması geliştirilmiştir. Bu model, mevcut istatistik yöntemleriyle karşılaştırılmıştır. Elde edilen istatistik verileri ile otomobil sürücü koltuğunda konforun önceden tahmini için hazırlanan modelin uygulamaya elverişli olacağı sonucuna varılmıştır. Madsen (1994), ventilasyonlu otomobil sürücü koltuğunun termal etkileri adlı çalışmasında sıcak yaz günleri için dizayn edilmiş yeni bir otomobil koltuğu çalışması yapmıştır. Soğutma etkisini bulmak

için manken denek kullanılmıştır. Havanın yayılımını iyi sağlayan domuz kılının kullanıldığı koltuğun gövde malzemesinin kalınlığı 30 mm'dir. Yaslanma ve oturma bölümü fana bağlı hava sızdırmaz tüplerle kaplıdır. Fan hızı optimum konforu sağlamak için kontrol edilebilir şekildedir. Bu sistemin etkisi, denek otururken oturma bölümlerinde temas halinde olan ısı akısı ölçerler ile sabitlenmiş termal bir denek ile test edilmiştir. Temas bölgeleri, sağ ve sol uyluk ve sırt bölgesindeki kürek kemiklerinin üst kısmıdır. Her 30 saniyede bir termal deneğin 16 noktasında yüzey sıcaklığı ve ısı kaybı ölçülmüştür. Deneklerin 0,6 clo giysi yükü ile yüklendiği çalışmada klima odasının sıcaklığı 20 °C, hava hızı < 0,1 m/sn, bağıl nem değeri yaklaşık %55 olarak sabitlenmiştir. Sonuçlar, vücudun sırt ve uyluk kısmından ısı fazlalığını azaltmanın ventilasyonlu koltuk ile mümkün olduğunu, ancak normal bir otomobil koltuğuyla bunu sağlamanın çok zor olduğunu göstermektedir. Brooks ve Parsons (1999) tarafından, kapsüle edilmiş karbonlu kumaş (encapsulated carbonized fabric, ECF) ile kaplanmış ısıtılmalı bir otomobil koltuğu kullanılarak termal konfor deneyleri yapılmıştır. Sekiz erkek denek ile, ısıtılmalı ve ısıtılmıyış iki otomobil koltuğu üzerinde ölçümler ve sübjektif değerlendirmeler yapılmıştır. 0,9 clo giysi yükü ile yüklenen denekler 90 dakika boyunca ortam sıcaklığı 5, 10, 15 ve 20°C olarak dört periyotta değişen iklimatik odada deney yapmışlardır. Deneyin başında ve her 15 dakikada bir defa olmak üzere deneklere yöneltilen sorular, termal hassasiyet, termal konfor ve uyanıklık olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Termal hassasiyet, ISO 7730'a göre soğuktan sığağa doğru yedi derecelendirmeden oluşmaktadır. Konfor derecelendirmesi, "konforsuz" dan "çok konforlu"ya doğru dört kademelidir. Her bir sorgulama vücut üzerindeki baş, ön gövde, arka gövde, eller, karın, uyluk ve ayaklar olmak üzere yedi bölge için yapılmıştır. Vücut üzerindeki altı noktada (karın, uyluk, göğüs, sırt, elin arkası, ayağın üstü) her bir dakikada bir ölçüm yapılmıştır. Termal konfor için yapılan değerlendirme sonuçları ve termal hassaslık için yapılan sübjektif değerlendirme sonuçları her bir ölçüm bölgesi için ayrı ayrı incelendiğinde, bel ve uyluk bölgesi arasındaki sıcaklık farkı azaldıkça termal konfor hissinin arttığı

sonucu çıkmıştır. El ve ayaklarda ısıtılmış ve ısıtılmıyış koltuk arasında sıcaklık açısından ya da konfor açısından bir fark olmadığı belirlenmiştir. Denekler genel görüş olarak ısıtılmış koltukta kendilerini termal konfor açısından daha iyi hissettiklerini belirtmişlerdir. Deneylerin öğleden önce ya da öğleden sonra olması arasında bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Her iki koltuk arasında uyanıklık açısından bir fark kaydedilmemiştir. Isıtılmalı koltuk deneklerin el ve ayaklarında sıcaklık değişimine ve fizyolojik bir etkiye neden olmamıştır. Denekler ısıtılmış koltuğu daha kolay benimsemişler ve kullanımını kolay bulmuşlardır. Snycerski ve Frontczak-Wasiak (2002) otomobil koltuk kılıfının nem geçirgenliğine etkisini araştırmak için polyester kumaştan yapılmış koltuk kılıfı üzerinde nem ölçümü yapmışlardır. Çevre sıcaklığı 28,4°C ve nem oranı %19 olan ortamda yapılan deneyler sonucunda, kumaşın sürücüyü temas eden ön yüzeyi ve arka yüzeyindeki nem miktarı belirlenmiştir. Başlangıçta kumaşın ön ve arka yüzeyindeki nemlilik miktarı kg başına 2,5 gr'dır. 280 dakika sonunda kumaşın arka yüzeyinde 5 g/kg nemlilik ölçülmüştür. Kumaşın ön yüzeyinde ise, maksimum düzeye ilk 90 dakika sonunda 23 g/kg ile ulaşılmış, sonraki zaman diliminde maksimum düzey seviyesinde sabit kalmıştır. Bröde ve Griefahn (2002), yaz şartlarında otomobil kullanırken oluşan nemin termal konfora olan etkisini araştırmışlardır. 112 kişiyle iki saat boyunca hava sıcaklığı 25°C, ışınım sıcaklığı 60°C, nem oranı %50 ve hava hızı 0,5 m/s olan iklimatik odada giysi ve koltuk arasında oluşan nem miktarı ölçülerek sürüş deneyleri yapılmıştır. Nem artışı ilk 20 dakikada hızlı olmuş, belirli bir düzeye geldikten sonra artış görülmemiştir. Daanen ve diğerleri (2003), sürücülerin soğuk ortamda (5°C), sıcak ortamda (35°C) ve nötr ortamdaki (20°C) sürüş performansını incelemişlerdir. 50 denek ile iklimatik odada %50 bağıl neme sahip ortam şartlarında 30 dakika boyunca otomobil kullanılarak yapılan deneylerde, derecelendirmesi -4'ten (çok soğuk) +4'e (çok sıcak) değişen termal konfor sorgulaması ve toplam 22 sorudan oluşan sürüş performansı ile ilgili sorgulama yapılmıştır. Deneyler esnasında kalp atış frekansı ve vücudun çeşitli noktalarından deri sıcaklığı ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre deri

sıcaklığı, ortam sıcaklığı ile yakından ilişkilidir. Başın sıcaklık değişiminden önemli derecede etkilenmediği, sürüş performansının en iyi 20°C’de sağlandığı tespit edilmiştir.

Klimalı koltuğun çalışma prensibi, koltuğun içine yerleştirilmiş olan mikrotermal modül ile sağlanmaktadır. Koltuğun yaslanma yüzeyi ve oturma yüzeyi içine iki adet olarak yerleştirilmiş olan mikrotermal modülde, ısı dönüştürücüsünden çıkan soğuk veya sıcak hava, hava sirkülasyon kanalları ile sürücüye etkimektedir. Hava sirkülasyon kanalları, koltuğun köpük üretimi sırasında oluşturulmuştur. Bu kanallardan çıkan hava, dağıtma tabakasından geçtikten sonra, delikli deri yüzeyindeki deliklerden geçerek sürücüye ulaşmaktadır. Türkiye’de henüz klimalı otomobil koltuğu üretilmemektedir. Ancak Avrupa’da sadece pahalı otomobillerde değil, artık üretilen otomobillerin standart konseptinde de yer almaya başlamıştır. Bu çalışma, klimalı otomobil koltuğunda termal konfor parametrelerinin en önemlilerinden olan sıcaklık ve nem değerlerini karşılaştırmalı olarak incelemek amacıyla yapılmıştır.

DENEYSEL ÇALIŞMA

Deney Koltukları

Yapılan deneysel çalışmada, dört ayrı firmanın ürettiği klimalı otomobil sürücü koltukları kullanılmıştır. Koltukların her biri beş ayrı kademede ısıtma fonksiyonuna ve beş ayrı kademede soğutma fonksiyonuna sahiptirler. Koltuklar klima odasında simülasyon düzeneğinin önüne yerleştirilmiştir. Her bir koltuğun pozisyon ayarı, deneklerin kendilerini en iyi hissettikleri açıda kendileri tarafından ayarlanmıştır.

Denekler

Bir deneysel çalışmada denekler, çalışmanın sonuçlarını doğrudan etkilemesi bakımından çok önemlidir. Denekler toplumdaki sağlıklı ve antropometrik açıdan uç değerlerde olmayan kişilerden seçilmelidir. Katılımcıların hem genel düzeyde sağlıklı olması, hem de deney yapılan günde sağlıklı olması gerekir. Aksi takdirde, örneğin bir gribal enfeksiyona

sahip olan katılımcı, o günkü deneyde rahatsızlığına bağlı olarak yanıltıcı cevaplar verebilir, vücut üzerinden ölçülen değerler, sağlıklı olduğu güne göre farklı değerler alabilir. Deneye katılanların gönüllü olması da, özellikle sübjektif sorgulamada elde edilecek verilerin güvenilirliği açısından çok önemlidir. Toplumda, çeşitli kilo ve uzunluklarda insanlar olduğundan, denek olarak seçilenlerin boy-kilo oranları deney sonuçlarını etkiler. Bu yüzden, aşırı değerlere sahip olan kişiler denek olarak seçilmemiştir. Yapılan deneysel çalışmada, yaşları 20 ile 40 arasında değişen dört denek ile deneyler gerçekleştirilmiştir. Her bir deneye, deneylere başlamadan önce deney sistemi anlatılmıştır. Yapılacak deneylerin amacı, deneklerin uyması gereken kurallar ve dikkat edilmesi gereken konular açıkça kendilerine anlatılmıştır. Deneyden önce aşırı yemek yememeleri, spor yapmamaları, alkol tüketmemeleri konusunda uyarılmışlardır. Denekler, beyaz renkli kısa kollu penye ve pantolondan oluşan 0,5 clo’luk giysi yükü ile yüklenmişlerdir. Üçü erkek biri bayandan oluşan deneklerin yaş ortalaması 29, ağırlık ortalaması 65,75 kg, boy ortalaması 175,5 cm ve beden kitle indeksi ortalaması 21,30’dur.

Deney Parametreleri

Yapılan çalışmada klimalı otomobil sürücü koltuğunun yaz şartlarındaki termal konforunu belirlemek amaçlandığından dolayı, deneyler iki ayrı sıcak hava durumuna göre 28°C ve 35°C’de gerçekleştirilmiştir. Ortamın relatif nem değeri, geniş bir yelpazedeki termal değişim durumunu inceleyebilmek amacıyla %40 olarak belirlenmiştir. Hava hızı 0,15 m/s olarak sabitlenmiştir. Bir saat süreyle yapılan deneylerde, yaz şartlarında sürücüye güneş ışığı geldiği göz önüne alınarak, ortamın ışınlam sıcaklığı 32°C’ye ayarlanmıştır.

Deney Odası ve Sürüş Simülasyonu

Deneyler Darmstadt Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü İşbilim kürsüsünün Klima Odası’nda yapılmıştır. 4 m x 4 m boyutlarındaki oda, çevreyle olan ses ve ısı iletimi olmayacak şekilde ayar-

lanmıştır. Klima odası parametreleri sıcaklık için (-50 ~ +50°C), hava hızı için (0 – 3 m/s), relatif nem için (%15 - %95) ve ışınım sıcaklığı için (-150 – 2500 kcal/m²hgrad) aralıklarında ayarlanabilir özelliklere sahiptir. Deney odasına deney koltuğu, bilgisayar, masa, titreşimli direksiyon, pedal, hava hızı paneli ve ışınım kaynağı yerleştirilmiştir. Deney odasında sürüş ortamı sağlamak için sürücünün önüne ekran yerleştirilmiştir. Sürücü, bilgisayar programıyla deney esnasında otomobil kullanmıştır (Babalık ve Cengiz, 2004).

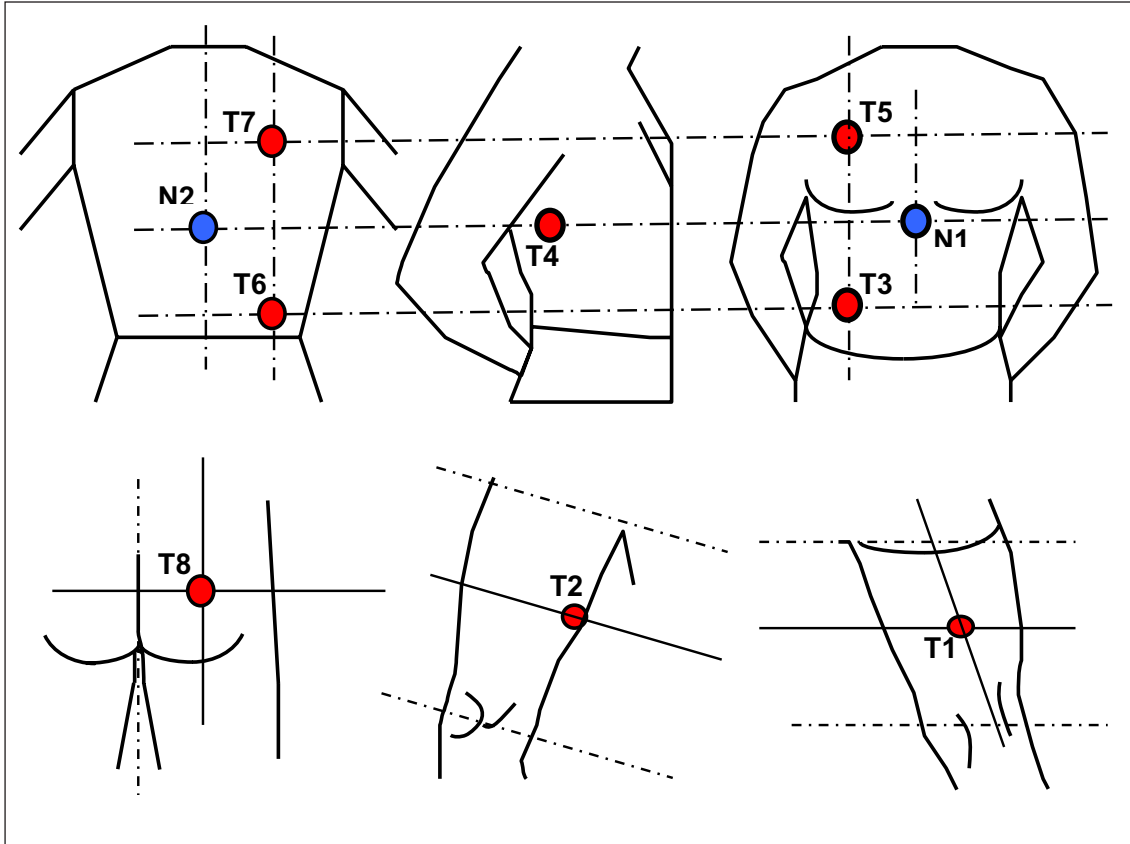
ÖLÇÜMLER

Öğleden önce ve öğleden sonra olmak üzere iki zaman diliminde yapılan deneylerde, denek önce laboratuvara alınmıştır. Tüm deneyler hafta içi hep

aynı saatte başlatılmıştır. Deney sensörleri denek üzerine yerleştirilip, her denek için aynı olan kıyafetler giydirilmiştir. Ardından deney odasına alınan denek, koltuğa oturtulduktan sonra deney başlatılmıştır.

Objektif Ölçümler

Vücudun sekiz ayrı noktasında sıcaklık ölçümü, iki ayrı noktada vücut nemi ölçümü yapılmıştır. Ölçüm noktaları olarak, karşılaştırma yapmak için koltuğun deneğe temas eden transversal ve vertikal eksendeki noktaları alınmıştır. Şekil 1’de ölçüm noktaları verilmiştir. Deney cihazı olarak, saniyede on veri toplayabilen PAR-Port fizyolojik ölçü aleti kullanılmıştır. Deney sonuçları Origin adlı programla diyagramlaştırılmış ve SPSS veri değerlendirme programıyla da verilerin grafiksel ve istatistiki sonuçları elde edilmiştir.



Şekil 1. Ölçüm Noktalarının Denek Üzerinde Yerleşimi

Sübjektif Değerlendirme

Her üç dakikada bir olmak üzere deneklere objektif ölçümlerle paralel olacak şekilde sorular sorulmuştur. Verilen cevaplar skala paralelinde numaralandırılarak kaydedilmiştir. Daha sonra tablo halinde kaydedilerek, objektif verilerle karşılaştırılmak üzere SPSS programına yüklenmiştir. Deneyle ilgili sorular Tablo 1’de verilmiştir. İlk on soru ISO 7730’a göre derecelendirilmiştir.

rarlanarak yapılan sübjektif sorgulama sonuçlarından oluşturulan matris:

[Sübjektif sorgulama deney matrisi] 672x12
şeklinde.

Sübjektif sorgulama verileri, objektif ölçüm sonuçlarıyla birleştirilerek SPSS veri değerlendirme programı yardımıyla tüm sonuçlar değerlendirilmiştir. Bütün diyagram isimlendirmelerinde “s” harfi sübjektif sorgulamayı, “o” harfi de objektif ölçümü temsil

Tablo 1. Sübjektif Sorgulama

Soru no	Soru bölgesi	Nasıl hissettikleri bölge yeri sorusu	Derecelendirme
1	T1	Arka baldırınızı nasıl hissediyorsunuz?	7. Çok sıcak 6. Sıcak 5. Ilık 4. Rahat 3. Serin 2. Soğuk 1. Çok soğuk
2	T2	Baldır içini nasıl hissediyorsunuz?	
3	T3	Karın bölgenizi nasıl hissediyorsunuz?	
4	T4	Koltuk altınızı nasıl hissediyorsunuz?	
5	T5	Göğüs bölgenizi nasıl hissediyorsunuz?	
6	T6	Sırt altı-belinizi nasıl hissediyorsunuz?	
7	T7	Sırt üzeri bölgenizi nasıl hissediyorsunuz?	
8	T8	Kalça üzerinizi nasıl hissediyorsunuz?	
9	-	Başınızı nasıl hissediyorsunuz?	
10	-	Genel anlamda kendinizi nasıl hissediyorsunuz?	
11	N2	Koltuk yaslanma konforunu tanımlayınız	3. Çok iyi
12	-	Koltuk oturak konforunu tanımlayınız	2. Orta 1. Az
13	-	Terleme miktarınız nedir?	4. Çok 3. Orta 2. Az 1. Yok 0. Yorum yok

DENEY SONUÇLARI

Dört koltuk, dört denek ve iki ayrı ortam sıcaklığında 32 adet deney yapılmıştır. Saniyede on veri toplanarak yapılan objektif ölçüm sonuçları her deney için bir saat boyunca kaydedilmiştir. Oluşan deney matrisi :

[Objektif ölçüm deney matrisi] 1.152.000x12
şeklinde.

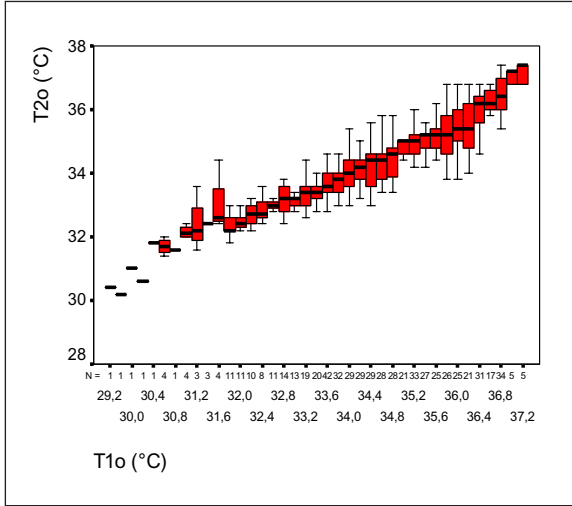
13 ayrı sorudan oluşan ve her üç dakikada bir tek-

kullanılmıştır. Diyagramlarda box-plot gösterim tekniği kullanılmıştır. Bu teknikte elde edilen veriler büyükten küçüğe doğru sıralanır. En üst çizgi elde edilen verilerin en büyük olanını, en alt çizgi ise verilerin en küçük olanını ifade etmektedir. Dikdörtgen kutu şeklindeki bölüm, elde edilen verilerin %50’lik bölümünü göstermektedir. Dikdörtgenin üstündeki bölüm verilerin %75-%100’lük arasındaki değerleri, dikdörtgenin altındaki bölüm de verilerin ilk %25’lik bölümünü ifade etmektedir. Ortadaki çizgi ise verilerin medyanını yani ortadaki veri değerini ifade etmektedir.

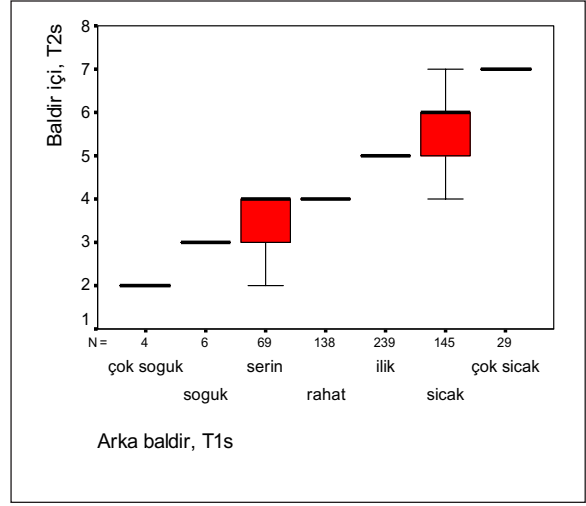
Alt Gövde İçin Deney Sonuçları

Koltuğun oturak bölümüyle direk temasta olan arka baldır (T1) bölgesi ile bu noktaya yakın fakat koltukla temasta olmayan bacak içi bölgesi (T2), hem deney sonuçlarıyla hem de denek sorgulamalarıyla karşılaştırılmıştır. Arka baldır bölgesindeki deri sıcaklığı ile bacak içi bölgesindeki deri sıcaklığı arasındaki uyumlu korelasyon Şekil 2'den görülmektedir. Aynı durum deneklerin verdikleri cevaplara göre ince-

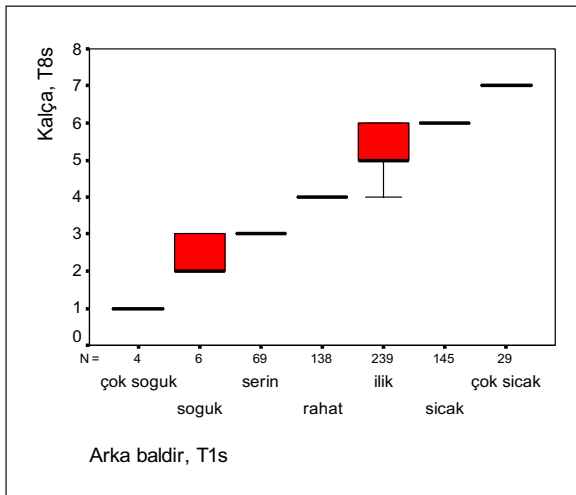
lendiğinde de Şekil 3'de görüldüğü gibidir. Burada deneklerin arka baldır bölgesi için "ideal/rahat" dedikleri zaman bacak iç bölgesi için "biraz serin-ideal" arası cevaplar verdikleri, ancak deneklerin arka baldır için "rahat" hislerine karşılık bacak içi bölgesinde de "rahat" hissine sahip oldukları görülmektedir. Deneklerin arka baldır için "sıcak" hislerine karşılık bacak içi bölgesinde "sıcak-ılık" arası yoğunluklu ifadeler yer almaktadır. Diğer verilen tüm cevaplarda ise her iki bölge için aynı cevaplar verilmiştir.



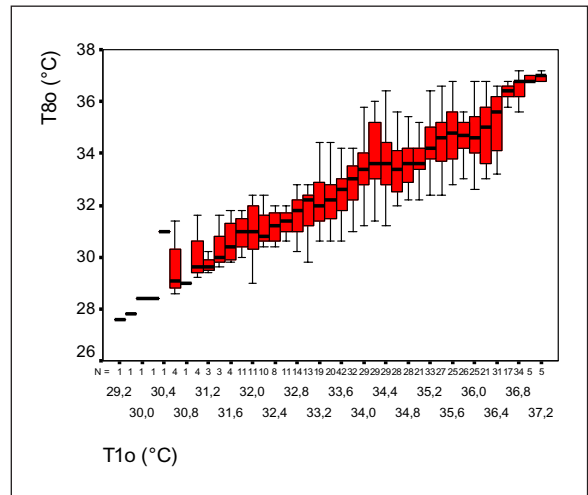
Şekil 2. Arka Baldır ile Bacak İçi Bölgesi Arasındaki Deri Sıcaklığı Korelasyonu



Şekil 3. Arka Baldır ile Bacak İçi Bölgesi Arasındaki Sübjektif Sorgulama Korelasyonu



Şekil 4. Arka Baldır ile Kalça Bölgesi Arasındaki Sübjektif Sorgulama Arasındaki Korelasyon



Şekil 5. Arka Baldır ile Kalça Bölgesi Arasındaki Deri Sıcaklığı Korelasyonu

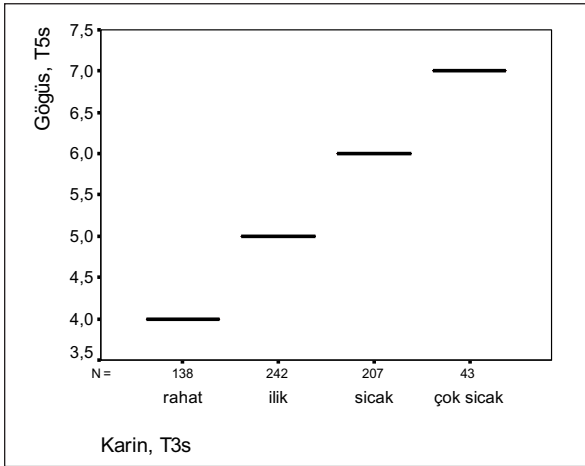
Arka baldır bölgesi ile, arka baldır bölgesiyle aynı hizada olan ve koltukla temas halinde olan kalça bölgesi, birbiriyle sübjektif sorgulamada karşılaştırıldığında Şekil 4'deki gibi sonuç oluşmaktadır. Burada arka baldır bölgesi için "çok soğuk"tan çok sıcak"a doğru gittikçe deneklerin her iki bölge için verdikleri cevaplar birbirleriyle örtüşmektedir. Arka baldır bölgesinde yapılan deri sıcaklığı ölçümüne karşılık gelen kalça bölgesindeki deri sıcaklığı değerleri Şekil 5'de görüldüğü gibidir. Her iki bölge için deri sıcaklığı değerleri orantılı ve birbiriyle uyumlu şekilde artmaktadır.

Arka baldır, bacak içi ve kalça bölgelerinin, hem

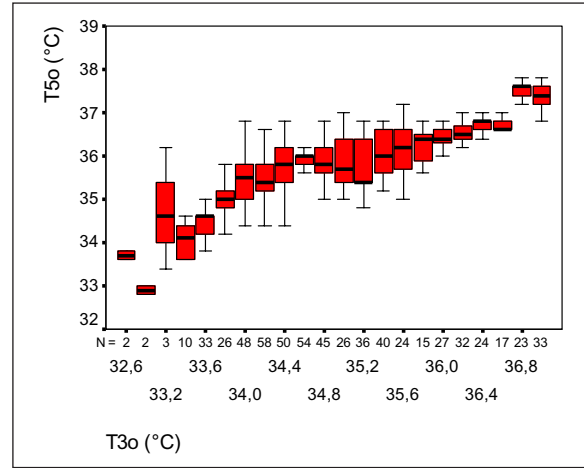
objektif ölçümlerde, hem de sübjektif sorgulamada uyumlu bir korelasyona sahip olması, koltuk iklimasının bacak-kalça bölgesinin homojen bir şekilde soğutulmasının sağlandığını göstermektedir.

Üst Gövde İçin Deneysel Sonuçları

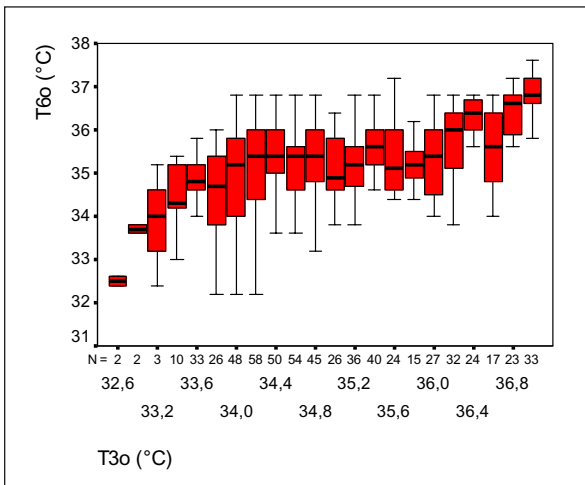
Şekil 6'da, karın bölgesi ile onunla vertikal eksende aynı hizada ölçümü yapılan göğüs bölgesi arasında sübjektif sorgulama açısından karşılaştırma sonuçları görülmektedir. "İdeal"den "çok sıcak"a doğru gittikçe deneklerin her iki sorgulama bölgesi için verdikleri cevaplar birbirleriyle aynıdır. Bu bölgeler için deri



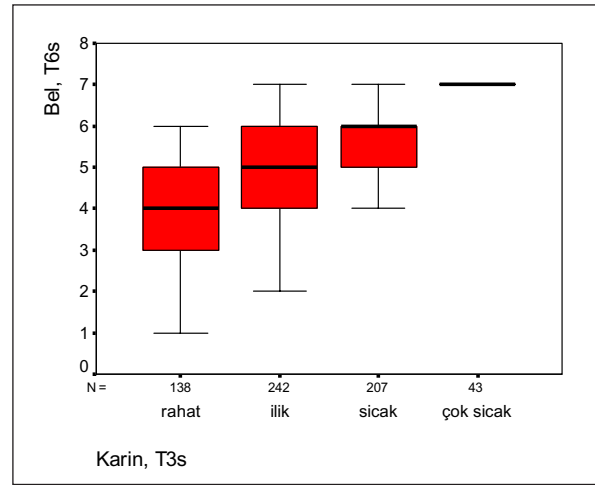
Şekil 6. Karın Bölgesi ve Göğüs Bölgesi Arasındaki Sübjektif Sorgulama Korelasyonu



Şekil 7. Karın Bölgesi ve Göğüs Bölgesi İçin Deri Sıcaklıkları Arasındaki Korelasyon



Şekil 8. Karın Bölgesi ve Bel Bölgesi İçin Deri Sıcaklıkları Arasındaki Korelasyon

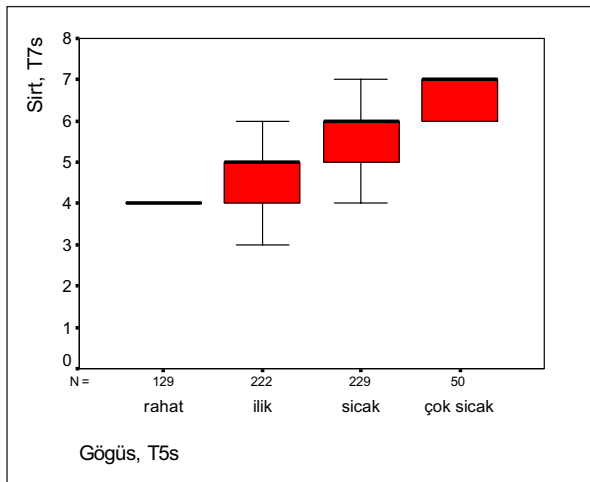


Şekil 9. Karın Bölgesi ve Bel Bölgesi Arasındaki Sübjektif Sorgulama Korelasyonu

sıcaklıkları arasındaki korelasyon Şekil 7’de görüldüğü gibidir. Karın bölgesindeki sıcaklık artışı ile göğüs bölgesindeki sıcaklık artışı paraleldir, ancak karın bölgesindeki sıcaklık değerlerine karşılık gelen göğüs bölgesindeki sıcaklık değerleri, karın bölgesindekilerden 0,5-1°C fazladır.

Şekil 8, karın bölgesi ile ölçüm bölgesi olarak transversal ekseninde aynı hizada ve arka gövdede olan bel bölgesindeki deri sıcaklıkları arasındaki korelasyonu göstermektedir. Genelde her iki bölge arasında sıcaklık artışına uygun bir artış olduğu görülse de, sıcaklık değerleri birbiriyle örtüşmemektedir. Ayrıca, karın bölgesindeki belli bir sıcaklık değeri için bel bölgesindeki sıcaklık değişimi çok geniş bir aralıkta değişmektedir. Örneğin karın bölgesinde sıcaklık 34°C iken, bel bölgesindeki sıcaklık değişimi 32,2 ile 36,8°C arasında değişmektedir. Aynı durum, subjektif sorgulama sonuçlarından da görülmektedir (Şekil 9). Denekler karın bölgesini “rahat/ideal” hissettikleri durumda bel bölgeleri için “çok soğuk” ile “sıcak” arası değişen geniş bölgede cevaplar vermişlerdir.

Birbiriyle transversal ekseninde aynı hizada olan ve yine üst gövdenin iki ayrı tarafındaki göğüs ve sırt bölgesi için subjektif sorgulama sonuçları Şekil 10’da görülmektedir. Burada da yine göğüs bölgesinde veri-

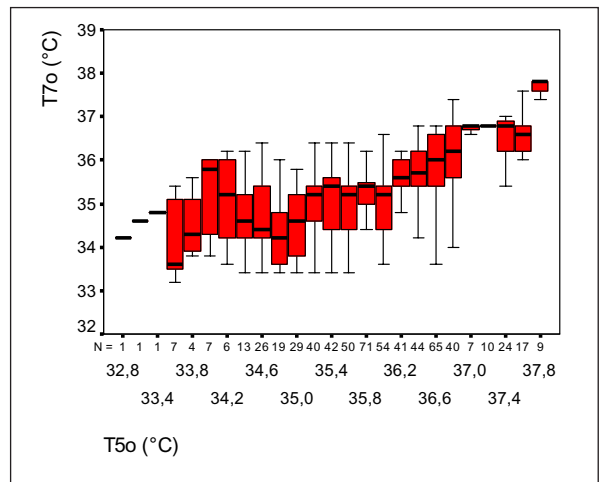


Şekil 10. Göğüs Bölgesi ve Sırt Bölgesi Arasındaki Subjektif Sorgulama Korelasyonu

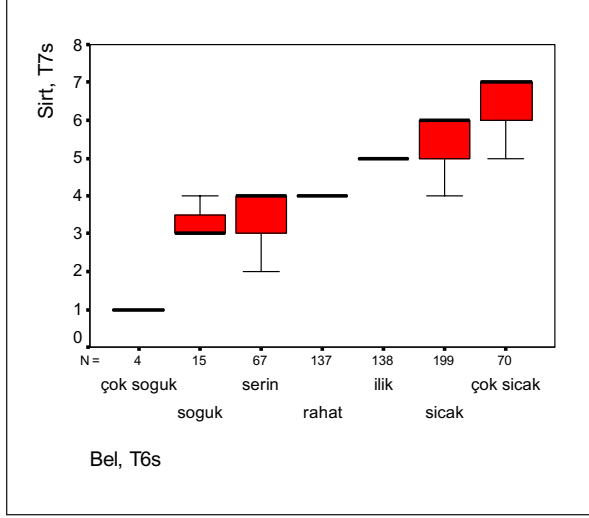
len cevaplara karşılık gelen sırt bölgesindeki cevaplar geniş bir aralıkta değişmektedir. Bu iki bölge için deri sıcaklıkları karşılaştırıldığında da, aralarında uyumlu bir korelasyonun olmadığı, dalgalanmalı bir ilişkinin olduğu görülmektedir (Şekil 11).

Arka gövdede vertikal ekseninde aynı hizada sorgulanan bel bölgesi ve sırt bölgesi arasındaki korelasyon Şekil 12’de görülmektedir. Bel bölgesinde verilen cevaplardan “çok soğuk”tan “çok sıcak”a doğru gittikçe, sırt bölgesi için verilen cevaplar birbiriyle uyumludur. Yatay eksenindeki tüm cevapların medyan değerleri, dikey eksenindeki cevaplarla aynıdır. Bu iki bölgedeki deri sıcaklığı değişimleri Şekil 13’den görülmektedir. Yatay ekseninde 35°C’ye kadar olan bölümde, sırt bölgesindeki sıcaklık değerleri, bel bölgesindeki değerlerden yaklaşık 1°C daha yüksektir. 35°C’den sonraki bölüm için, her iki bölgedeki sıcaklık değerleri medyan değerleri baz alındığında aynıdır.

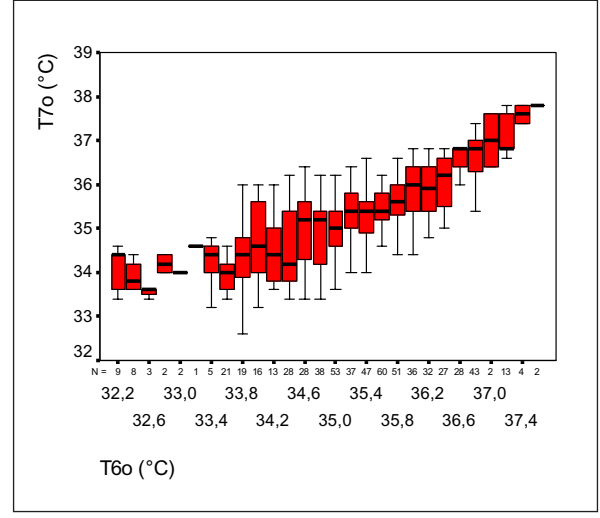
Derinin nemi, konfor belirlemede çok önemli bir parametredir. Ön gövde ve arka gövde için ölçülen nem değerleri arasındaki ilişki Şekil 14’de görülmektedir. Arka gövdede %50-%67 arasındaki bölge için ön gövde nem değerleri geniş bir aralıkta değişse de, genelde bakıldığında aralarında uyumlu bir korelasyonun olduğu görülmektedir. Deneklere



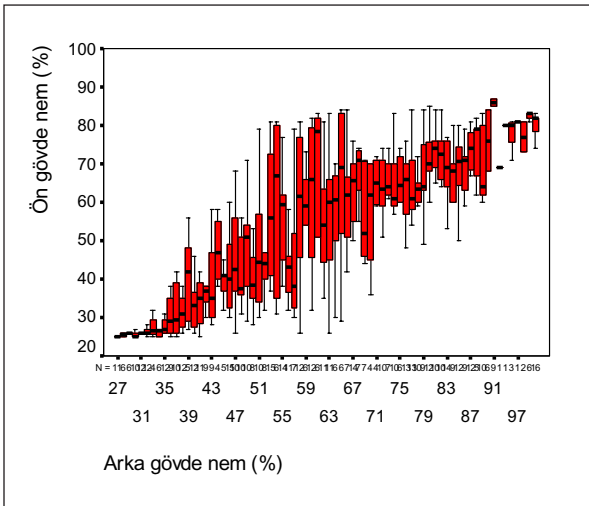
Şekil 11. Göğüs Bölgesi ve Sırt Bölgesi İçin Deri Sıcaklıkları Arasındaki Korelasyon



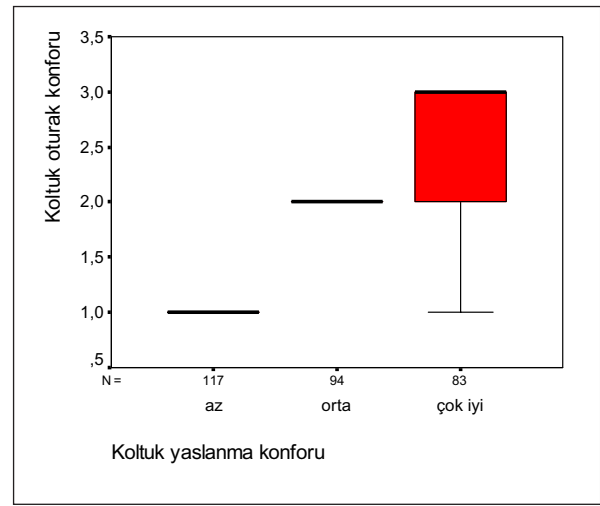
Şekil 12. Bel Bölgesi ve Sırt Bölgesi Arasındaki Sübjektif Sorgulama Korelasyonu



Şekil 13. Bel Bölgesi ve Sırt Bölgesi İçin Deri Sıcaklıkları Arasındaki Korelasyon



Şekil 14. Arka Gövde Nem ve Ön Gövde Nem Değerleri Arasındaki Korelasyon



Şekil 15. Arkalık Konforu ile Oturak Konforu Arasındaki İlişki

sorulan “koltuk yaslanma konforunu tanımlayınız” ve “koltuk oturak konforunu tanımlayınız” sorgulamasına verilen cevaplar arasındaki ilişki Şekil 15’de görüldüğü gibidir. Verilen cevapların medyan değerleri birbirleriyle örtüşmektedir.

YORUM

1. Deneylerde ortamın sıcak olması, otomobilde genel klimanın açık olmadığı duruma karşılık gelir.

Klimalı olmayan otomobil koltuğuyla yaz sıcaklığında seyahat eden sürücü, otomobilin genel klimasını çalıştırdığında, vücudu homojen olarak soğuyamamaktadır. Klima önden sürücünün gövdesine üflerken, sürücünün koltukla temasta olan sırt, bel, kalça, bacak arkası bölgelerine klima etki etmemektedir. Buna ek olarak koltuğun kendisi sürücüye bir izolasyon malzemesi görevi yaparak koltukla temas bölgelerinin soğumaya maruz kalmasını engellemektedir. Sonuçta sürücü vücudu üzerindeki sıcaklık farklılıklarından ve

hava akımından dolayı hasta olabilmektedir. Klimalı otomobil koltuğunda ise, otomobilin genel kliması çalıştırılmadığında bu defa aynı etkinin klimalı koltuğun sürücüyü temas eden yerleriyle temas etmeyen yerleri arasında oluşabilecek sıcaklık farkından dolayı problem olacağı düşünülebilir. Ancak, otomobilin genel kliması kullanılmadan da, sadece koltuk kliması kullanılarak yapılan deneylerde, koltuk klimasının vücudu homojen bir şekilde soğutmayı sağladığı görülmektedir.

2. Üst gövdede vertikal eksendeki ölçüm noktalarındaki davranış değişiklikleri birbirleriyle eşdeğerdir.

3. Transversal eksen de aynı hizada olan ölçüm noktaları arasında belirgin bir ilişkiye rastlanmamıştır.

4. Koltuğun minder konforu ile yaslanma konforu birbirine paralel şekilde artmaktadır.

KAYNAKÇA

1. Babalık F.C., Cengiz T.G., 2004, Klimalı otomobil sürücü koltuğunda termal konfor üzerine deneysel bir çalışma, Mühendis ve Makine, 45(539), 22-32.
2. Brode,P, B.Griefhan. 2002, Kriterien zur Beurteilung der Komfortbeeinträchtigung durch Feuchte-Entwicklung auf Kfz-Sitzen unter Hitzebelastung. GFA (Gesellschaft für Arbeitswissenschaft) Arbeitswissenschaft im Zeichen gesellschaftlicher Vielfalt, 203-206.
3. Brooks J.E., Parsons K.C., 1999, An ergonomics investigation into human comfort using an automobile seat heated with encapsulated carbonized fabric (ECF), Ergonomics, Vol.42, No.5, s.661-673.
4. Daanen, H.N.M., Vliert E., Huang, X., 2003, Driving performance in cold, warm, and thermoneutral environments. Applied Ergonomics, 34:597-602.
5. Fanger, P.O., 1973, Thermal Comfort, Analysis and Applications in Environmental Engineering, New York.
6. ISO 7730, 1994, Moderate Thermal Environments-Determination of the PMV and PPD Indices and Specification of the Conditions for Thermal Comfort.
7. Kolich, M., Seal N., Taboun, S., 2004, Automobile Seat Comfort Prediction: Statistic Model vs. Artificial Neural Network. Applied Ergonomics, 35:275-284.
8. Madsen, T.L. 1994. Thermal effects of ventilated car seats. International Journal of Industrial Ergonomics, 13(3):253-258.
9. Silva, M.C.G. 2002,. Measurements of comfort in vehicles. Measurement Science and Technology, 13:41-60.
10. Snycerski, M., Wasiak, I.F., 2002, Influence of furniture covering textiles on moisture transport in a car seat upholstery package. AUTEX Research Journal, 2(3):126-131.
11. Taniguchi, Y., Aoki H., Fujikake K.. 1992, Study on car air conditioning system controlled by car occupants' skin temperatures - part 1: Research on a Method of Quantitative Evaluation of Car Occupants' Thermal Sensations by Skin Temperatures. SAE Technical Paper Series, ISSN:0148-7191, Warrendale, USA, p.13-19.
12. Yamashita,K., Matsuo, J., Tochiara Y., Kondo, Y., Takayama, S., Nagayama, H., 2005, Thermal sensation and comfort during Exposure to local airflow to face or legs. Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science, 24:61-66.



Endüstri Mühendisliği Dergisine

<http://www.mmo.org.tr/endustrimuhendisligi/arsiv.htm>

web adresinden ulaşabilirsiniz.