

ISIL KONFOR*

* Bu yazı, 15-17 Nisan 1993 tarihlerinde İzmir'de yapılan I. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Bildiriler Kitabı'ndan alınmış olup I. bölümü Şubat Mart sayısında yayınlanmış, III. bölümü Haziran-Temmuz Sayısında yayınlanacaktır.

Prof. Dr. Macit TOKSOY

1949'da Ödemiş'de doğdu. 1972'de İ.T.Ü. Makina Fakültesi'nden mezun oldu. 1976 yılında, Ege Üniversitesi'nde doktorasını tamamladı. Dokuz Eylül Üniversitesi'nde, 1985 yılında doçent, 1991 yılında profesör oldu. Halen bu üniversitede çalışmakta ve Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Müdürlük yapmaktadır. 1978-1980 yıllarında North Carolina State University'de Misafir Asistan Profesör olarak çalıştı. Faz değişimli ısı transferi, endüstriyel enerji problemleri ve makina mühendisliği eğitimi akademik ilgi alanlarıdır. 50'den fazla bilimsel yayının yazarıdır.

II. Bölüm.....

5. ISIL KONFOR MODELLERİ ve ISIL KONFORUN BELİRLENMESİ

Tasarımcı açısından ısı konforun belirlenmesi demek, bilimsel yöntemlerle bulunmuş konfor kriterlerini-modellerini kullanarak, insanlar tarafından belli bir amaç ve belli bir zaman diliminde kullanılacak bir hacmin hava sıcaklığına, hava nemine, yüzey sıcaklıklarına, hacimdeki izafi hava hızlarına ait değişim aralıklarına, hacmi çevreleyen yapı elemanlarına, dış hava koşullarına, hacmin bulunduğu yere ve ülkeye, hacmi kullanacak insanların giysilerine ve aktivitelerine bağlı olarak üç boyutlu dağılımını bulmaktır.

Yukarıdaki tanıma pek yakınsamasa da, 84 Nolu MMO yayınına bakarak kış şartlarında bir salon için ısıtma sistemi tasarımına esas olmak üzere sıcaklığın 22°C seçilmesi ısı konforun belirlenmesidir.

Varolan bir hacimde ısı konforun belirlenmesi ise, o hacimde çeşitli ısı parametrelerin ölçülerek bilimsel yöntemlere dayalı kriterlere göre değerlendirilmesi ile, hacmin konforlu olup olmadığına karar verilmesidir.

Bir ortamın ısı açıdan konforlu olup olmadığına belirlenmesi yöntemlerini araştıran çalışmaların sonucunda ortaya konulan modeller "analitik"ve deneysel olmak üzere iki grupta toplanabilir.

Analitik konfor modellerinin çıkış noktası, insan vücudu ile çevre arasındaki enerji dengesinin ısı konfor açısından en önemli fiziksel mekanizma olduğunun farkedilmesidir. Bu noktadan hareketle vücut ile çevre arasında enerji denklemleri yazılmış ve bu denklemlerin, deri sıcaklığında olduğu gibi, deneysel olarak elde edilen kabul edilebilirlik sınırları arasındaki çözümleri ısı konfor bölgesi olarak verilmiştir. Bu modellerde kullanılan bağımsız değişkenlerin, parametrelerin çokluğu her zaman geçerli olabilecek tek bir çözümün elde edilmesini mümkün kılmamaktadır. Değişkenlerin çokluğu nedeniyle bu modellerin kullanılmasında bilgisayar kullanımının yaygınlaştığı ve ısı konfor tasarımı için paket programların hazırlandığı görülmektedir.

Deneysel ısı konfor modelleri ise, ısı konfor kriterlerinin belirlenmesi amacıyla yapılan alan çalışmalarının (field studies) sonucunda elde edilen istatistik bilgilerin değerlendirilmesiyle elde edilmiş, analitik modellere göre daha az sayıda parametreyi içeren kullanımı kolay, daha basit regresyon denklemleridir.

Ülkemizde yaz iklimi için hacimlerdeki sıcaklığı belirlemek üzere kullanılan

Hacim sıcaklığı= Dış sıcaklık-10 °C

eşitliği bir deneysel model olarak verilebilir.

Bu bölümde tasarımcılar için pratik yararı olmayan teorik detaylardan mümkün olduğunca sakınarak, her iki gruba ait modellerin literatürde ağırlıklı olarak yer alanları, gerekli görülen temelleri ve tasarımcıya sunulan sonuçları ile ele alınacaktır. Diğer modeller ve ısı konfor biliminin tarihi gelişimi için okuyucuların, SZOKOLAY (2)'in ilgili konudaki geniş makalesini okumaları tavsiye olunur.

5.1. ANALİTİK ISIL KONFOR MODELLERİ

İnsan vücudu genetik kodu gereği, yaşam fonksiyonlarını sürdürebilme otonom davranışları sonucu, içinde ısı üretilen ve belli sıcaklıkta tutulan non-homojen bir ortamdır. Vücut ile çevre arasında hem madde, hem enerji transferi vardır.

Enerji transferinin dinamik davranışının fizyolojik ve psikolojik değerlendirilmesi konfor hissini-duyumunu belirlemektedir.

Rasyonel olarak enerji dengesinin kurulduğu çevre, yani vücudun net enerji kazancının sıfır olduğu (kararlı enerji dengesi) çevre ısı açıdan konforlu çevre olacaktır. Ancak enerji dengesi, değişen koşullara karşı vücudun fizyolojik tedbirler (vasodilatation, terleme, kalp atış hızının değişmesi gibi) almasından ötürü, konforlu kabul

edilmeyen ortamlarda da kurulabilir. O halde enerji dengesinin kurulduğu her ortam konforlu değildir. Vücudun aktivite ve çevre değiştirme süreçleri de önemlidir. Değişim süreci, termostatın ON/OFF konumlarına bağlı olarak değişen ortam sıcaklığındaki dalgalanmaların periyodu gibi kısa süreli olabileceği gibi, iklim koşullarının ve giyim geleneklerinin tamamen değiştiği coğrafi yer değiştirmeler sonucu gelişen iklime uyum (acclimatization) süreleri gibi uzun bir zaman dilimi (4-6 ay) dengesinin içinde de yer alabilir.

O halde yapılacak rasyonel işlem, uygun bir kontrol hacmi tanımlamak ve enerji transferi mekanizmalarının akı denklemlerini kullanarak Enerjinin Sakinimi Kanununu uygulamaktır. İşte bu yöntem burada analitik modeller olarak adlandırılan ısı konfor modellerinin temelidir.

Daha önce yapılan dar çerçeveli çalışmalar olmasına rağmen (2), günümüzde kullanılan en gelişmiş analitik ısı konfor modeli FANGER (23) tarafından geliştirilmiştir. Bu model kararlı enerji dengesini göz önüne alır ve vücut içindeki sıcaklık gradyantını ihmal eder.

İçindeki sıcaklık gradyantını yine göz önüne almamasına rağmen, vücudu iç bölge (core) ve deri olmak üzere iki elemandan oluşan bir ortam olarak kabul eden, temel olarak FANGER'in yaklaşımıyla, kararsız enerji dengesini ele alan ikinci analitik model ise GAGGE ve arkadaşlarının (26) geliştirdiği ısı konfor modelidir.

[bakınız: 38](#)

Burada her iki modelin temeli olan enerji denklemleri yazılarak, modellerin sundukları çözümler üzerinde durulacaktır.

5.1.1. KARARLI ANALİTİK ISIL KONFOR MODELİ: FANGER ISIL KONFOR DENKLEMİ

Bölüm 3.1. de verilen ve Şekil 5.1 de gösterilen, insan vücudu ile çevre arasındaki enerji transfer mekanizmalarını gözönüne alalım.

Eğer vücudu deri ile sınırlandırılmış tek bir sıcaklığa sahip bir kontrol hacmi olarak ele alırsak, kontrol yüzeyindeki işlemleri gözönüne alarak, enerjinin korunumu kanununu için aşağıdaki gibi yazabiliriz.

$$S = M - W - C_{\text{rec}} - E_{\text{rec}} - E_{\text{rw}} - E_{\text{dir}} - C - R - C_i + E_f - E_w \quad (5.1)$$

Eğer besinler ile kazanılan duyular ısı, anklar yoluyla kaybedilen ısıya eşit ise ($E_f = E_w$) ve iletim yoluyla çevreye verilen enerji ihmal edilirse ($C_i = 0$) enerji denlemi,

$$S = M - W - C_{\text{rec}} - E_{\text{rec}} - E_{\text{rw}} - E_{\text{dir}} - C - R \quad (5.2)$$

şeklinde basitleşir. FANGER[23] konfor için üç şart öngörmüştür:

(a) Vücut ile çevre arasında kararlı ısı denge olmalıdır:

$$S = 0 \quad (5.3)$$

(b) Deri sıcaklığı belli limitler arasında olmalıdır. ($a < T_s < b$) ve deneysel çalışmalardan konforlu bir insan için deri sıcaklığı,

$$T_s = 35.7 - 0.0275 (M - W) \quad (5.4)$$

eşitliğiyle verilmiştir.

(c) Terleme ile olan ısı kaybı belli limitler arasında olmalıdır. ($c < E_{\text{rw}} < d$) ve deneysel çalışmalardan konforlu bir insan için ırlama yoluyla ısı kaybı,

$$E_{\text{rw}} = 0.42 (M - W - 58.15) \quad (5.5)$$

eşitliğiyle verilmiştir.

FANGER bu üç şartı ve ısı transferi mekanizmalarına ait akı denklemlerini (5.2) nolu denkleme dahil etmiş ve elde ettiği denklemleri genel konfor eşitliği olarak önermiştir. FANGER'in genel konfor denklemleri ve bu denklemlerdeki giysi sıcaklığı ($TC1$) ile taşınım ısı transfer katsayısı (hc) eşitlikleri Tablo 5.2'de verilmiştir. Konfor denklemleri aşağıdaki (Tablo 5.1) değişkenleri içermektedir. Bu denklem ile verilen bir aktivite ve giysi türü için, kararlı koşullar altında insanın konforlu olduğu hava sıcaklığı, hava nemi, ortalama ışınım sıcaklığı ve izafi hava hızı değerlerinden birini diğerleri bilindiği takdirde hesaplamak mümkündür.

FANGER konfor eşitliği görüldüğü gibi oldukça karmaşıktır. Birçok iterasyonu içerdiğinden bilgisayar kullanımı dışındaki çözüm yöntemleri için uygun değildir. Bu denklemin kullanılmasıyla Fanger tarafından yapılan parametrik çalışmaların bir kısmı sonuçları Şekil 5.2, Şekil 5.3 ve Şekil 5.4'de Konfor Diagramları olarak verilmiştir. Bu konfor diagramlarının pratik kullanımına ait bir çalışma örneği 5.1'de sunulmuştur.

Giysilerin direnci, I_{cl} Örtünme oranı, f_{cl}	Giyim Değişkenleri
Metabolizma hızı, M I_s, W	Aktivite Değişkenleri
İzafi hava hızı, V Hava sıcaklığı, T_a Buhar basıncı, p_a Ortalama ışıma sıcaklığı, T_{mrt}	Çevre Değişkenleri

ÖRNEK 5.1.

ÖRNEK : KONFOR SICAKLIĞININ FANGER KONFOR DİAGRAMLARIYLA BULUNMASI

Soru: Duvarları, tavanı ve tabanı iyi yalıtılmış bir konferans salonunda yaz şartlarında konfor sıcaklığının belirlenmesi

$M-W = 3.96 \times 10^{-8} [T_{cl} + 273]^4 - (T_{mrt} + 273)^4] - f_{cl} h_c (T_{cl} - T_a) + 3.05 [5.73 - 0.007 (M-W) - P_a] + 0.42 [(M-W) - 58.15] + 0.0173 M (5.87 - P_a) + 0.0014 M (34 - T_a) \dots\dots\dots(5.6)$
$T_{cl} = 35.7 - 0.0275 (M-W) - f_{cl} I_{cl} [(M-W) + 3.05 [5.73 - 0.007 (M-W) - P_a] + 0.42 [(M-W) - 58.15] + 0.0173 M (5.87 - P_a) + 0.0014 M (34 - T_a)] \dots\dots\dots(5.7)$
$h_c = \begin{cases} 2.38 (T_{cl} - T_a)^{0.25} < 2.38 (T_{cl} - T_a)^{0.25} > 12.1 v \\ 12.1 v < 2.38 (T_{cl} - T_a)^{0.25} > 12.1 v \end{cases} \dots\dots\dots(5.8)$
$f_{cl} = \begin{cases} 1.0 + 0.2 I_{cl} < -I_{cl} < 0.5 clo \\ 1.05 + 0.1 I_{cl} < -I_{cl} < 0.5 clo \end{cases} \dots\dots\dots(5.9)$

Parametre seçimleri:

Giysi türü: Giysi türü konfor sıcaklığını çok etkilemektedir.

Konferans salonunun kimler tarafında kullanılacağına dikkat edilmelidir. Bu konferans salonu hemen her zaman takım elbise giyen bir insan topluluğunun kullandığı bir salon olabileceği gibi, yaz şartlarında daha hafif giysiler giyen insanların büyük bir çoğunlukla kullanılabileceği bir konferans salonu olabilir. İlk durumda giysi türü orta giysiler (1 clo), ikinci durumda ise hafif giysiler (0.5 clo) olarak seçilmelidir. Her iki durum için de konfor sıcaklığı seçimi yapılacaktır.

[bakınız: 42](#)

[bakınız: 43](#)

Aktivite: Konferansı sunan dışında tüm dinleyiciler oturarak konferansı dinleyeceklerine göre çoğunluk için aktivite yavaş aktivite (1met) olarak seçilebilir.

İzafi hava hızı: Dinleyicilerin oturdukları seviyede 0.2 m/sn olarak seçmek uygundur.

Nem: Nem oranı %50 olarak seçilebilir.

Kabul: Konferans salonunu çevreleyen yüzeyler iyi yalıtılmış olduğu için, iç yüzey sıcaklıkları ortalama hava sıcaklığına yakın olacaktır. Bu nedenle ortalama ışıma sıcaklığının hava sıcaklığına (kurutermometre) eşit olduğu kabulü yapılabilir.

Çözümler:

Seçenekler	Grafik	Konfor Sıcaklığı
1 clo 1 met O= %50	Şekil 5.2 Üst sağ.	23.9 °C
0.5 clo 1 met O= %50	Şekil 5.2 üst sol	26.9 °C

5.1.2 KARARSIZ-ANALİTİK ISIL KONFOR MODELİ: GAGGE DENKLEMİ

Bu model vücudu iç bölge (core) ve deri bölgesi olmak üzere iki farklı sıcaklıkta tutulan bir ortam olarak kabul eder. İç bölge ve deri için ayrı ayrı enerji dengeleri kurulur.

Şekil 5.2'de görüldüğü üzere her iki eleman hem birbirleriyle hem de çevre ile enerji alışverişinde bulunmaktadır. Her elemanı bir kontrol hacmi olarak tanımlayıp enerjinin sakınımı kanununu, kararlı analitik modeldekine benzer olarak, birim alan için aşağıdaki gibi uygulayabiliriz.

İç Bölge için:

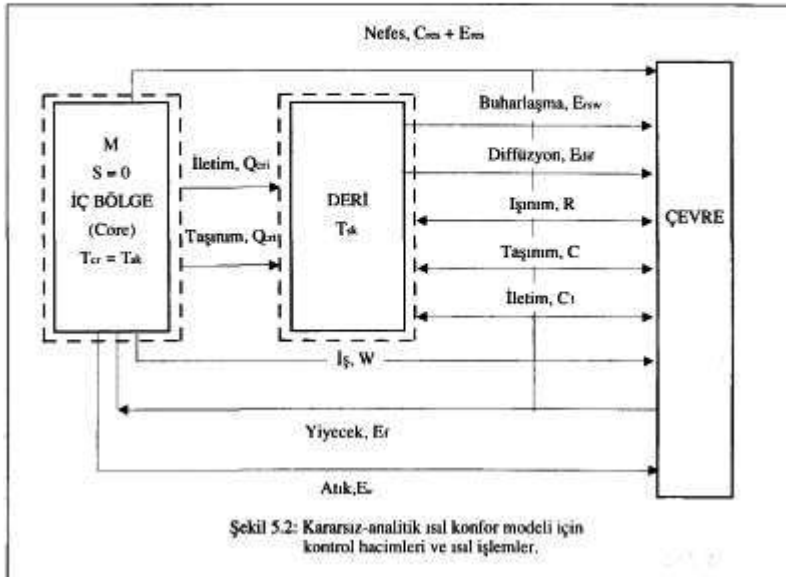
$$S_{cr} = M - W - C_{rek} \cdot E_{res} + E_f \cdot E_w - Q_{cri} - Q_{crt} \quad (5.10)$$

Deri için:

$$S_{sk} = Q_{cri} + Q_{crt} - E_{rsW} - E_{di} \cdot C \cdot R \cdot C_i \quad (5.11)$$

Bu denklemlerde, (5.1) denklemi için tanımlanan terimlerin dışındaki terimler aşağıda verilmiştir.

- S_{cr} : İç bölgede depolanan enerji
- S_{sk} : Deri bölgesinde depolanan enerji
- Q_{cri} : İç bölge ile deri arasındaki iletim ile olan ısı transferi
- Q_{crt} : İç bölge ile deri arasındaki taşınım ile olan ısı transferi



Şekil 5.2: Kararsız-analitik ısı konfor modeli için kontrol hacimleri ve ısı işlemleri.

Kararlı modeldeki gibi, $E_f = E_w$ ve $C_i = 0$ alınarak (5.10) ve (5.11) denklemleri, kararsız-analitik ısı konfor denklemleri (GAGGE Denklemleri) olarak;

İç Bölge için,

İç Bölge için,
 $S_{ci} = M \cdot W \cdot C_{res} + E_{res} - E_w - Q_{cn} - Q_{crn}$ (5.12)

Deri için,
 $S_{sk} = Q_{cn} + Q_{crn} - E_{rs,w} - E_{dir} - C - R$ (5.13)

şeklinde yazılırlar. Bu denklemlerde SC1 ve SSK sırasıyla İç bölge ve deri bölgesi sıcaklıklarının zamanla değişimini içermektedirler.

Bu iki denklemi, ısı transferi mekanizmalarının akı denklemlerini yerine koyarak eş zamanlı olarak çözer-sck, iç bölge ve deri sıcaklıklarının zamanla değişimlerini izlemek olanağını buluruz.

GAGGE ısı konfor denkleminin çözümü, FANGER denkleminde çok daha karmaşık olup, bilgisayar kullanımı dışında mümkün değildir. Bu model ile birlikte, deneysel çalışmalarla ortaya atılan efektif sıcaklık (ET*) ve çalışma sıcaklığı (To) indeksleri kullanılarak ısı konfor bölgeleri tanımlanmıştır.

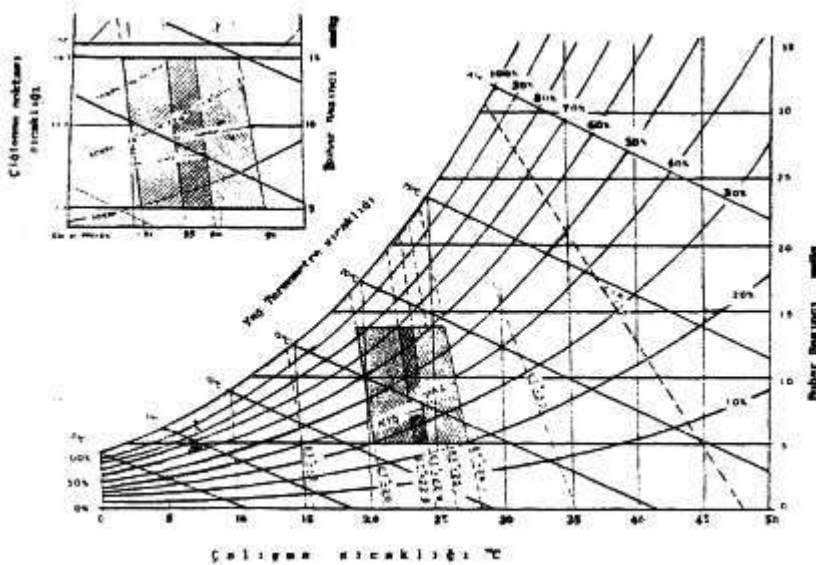
Efektif sıcak (ET*), hava sıcaklığı ve nemini içermektedir ve herhangi bir ortama olan ısı kaybına eşit ısı kaybının olduğu %50 nem ortamın sıcaklığı olarak tanımlanmıştır. Çalışma sıcaklığı To ise, ortalama ışıma sıcaklığı (Tmrt) ile hava sıcaklığının (Ta) ışıma ve taşınım ısı transfer katsayılarına göre ağırlıklı ortalamasıdır. FANGER denkleminde çok fazla parametreyi içermesi nedeniyle, genel bir efektif sıcaklık grafiği geliştirmek mümkün değildir. ASHRAE Fundamentals (26)'dan alınan ve Standart Efektif Sıcaklık (SET) koşullarında (Tablo 5.3) hesaplanmış çözümler sonucu elde edilmiş ısı konfor bölgesi, Şekil 5.3'de verilmiştir.

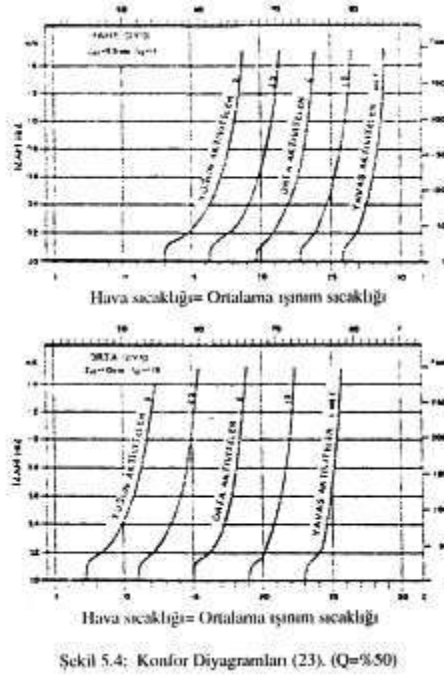
Tablo 5.3: Standart Efektif Sıcaklık (SET) koşulları.

Giyisi direnci	= 0.6 clo
Giyisi nem geçirgenlik indeksi	= 0.4
Metabolizma hızı	= 1.0 met
Hava hızı	< 0.1 m/sn
Ortalama ışıma sıcaklığı	= Hava sıcaklığı

Şekil 5.3'de sıcaklık eksenini her ne kadar çalışma sıcaklığı olarak verilmişse de, bölgenin hesaplanmasında ortalama ışıma sıcaklığının tanımı (ASHRAE Fund. 1989, Chapter 8, Equation 7) göz önünde (utularak bu eksen hava sıcaklığı (kurutermometre) olarak değerlendirilebilir.

Burada bir kez daha belirtmeliyiz ki, Şekil 5.3'de belirtilen konfor bölgesi ancak standart efektif sıcaklık koşullarının söz konusu olduğu ortamlarda geçerlidir.





Şekil 5.4: Konfor Diyagramları (23). (Q=%50)

5.2. DENEYSEL ISIL KONEOR MODELLERİ

Isıl kor.lorun belirlenmesini amaçlayan modellerin detaylı olarak incelendiği SZOKOLAY'ın (2) makalesinde Tablo 5.4'de gösterilen çeşitli ısı konfor indekslerinin tüketildiği birçok deneysel ısı konfor modeli verilmektedir.

Bu modellerin bazıları tarafından geliştirilen efektif sıcaklık (ET) ve çalışma sıcaklığı (To) indeksleri, kararsız analitik ısı konfor modeli içinde, daha da geliştirilmiş olarak kullanılmıştır. Bu bölümde SZOKOLAY'ın deneysel çalışmalar başlığı altında sıraladığı modeller, kendisinin de sonuçta önermediği için, verilmeyecektir. Burada ele alınacak modeller yine aynı makalede "Konforun Değişkenliği (Variability of Comfort)" başlığı altında verilmiş bulunan HUMPHREY ve AULICIEMS'in çalışmalarıdır.

Tablo 5.4. Deneysel Isıl Konfor İndeksleri

ET	: Efektif Sıcaklık
CET	: Düzeltilmiş Efektif Sıcaklık
E _q T	: Eşdeğer Sıcaklık
E _q W	: Eşdeğer İnklik
OT	: Çalışma Sıcaklığı
RT	: Sınıy Sıcaklığı
ECI	: Eşdeğer Konfor İndeksi

SZOKOLAY'ın alan çalışmalarında elde edilmiş ne-utral sıcaklıkların istatistik değerlendirilmesiyle ekle edilmiş bu eşitlikleri, neden deneysel modeller içine almadığı anlaşılammıştır.

SZOKOLAY1, FANGER'in analitik modelinin bütün iklimler için giysi ve aktiviteye bağlı olarak tek bir neutral sıcaklık değeri verdiğini belirterek, bunun, deneysel çalışmalar ile çeliştiğini belirtmektedir: FANGER denklemini yerel iklim şartlarını ve iklime uyumu göz önüne almamaktadır. Halbuki coğrafi konuma bağlı olarak neutral sıcaklıklar 17°C ile 31°C arasında değişmektedir.

SZOKOLAY'ın makalesinde HUMPHREY'den alınan ve 60 tane çalışmanın verileri kullanılarak türetilmiş, üç deneysel konfor eşitliği vardır; HUMPHREY ısıtılmayan ve iklimize edilmemiş yapılar için,

$$T_n = 11.9 + 0.534 T_{ra}$$

ısıtılan ve klimatize edilen yapılar için,

$$T_n = 23.9 + 0.295 (T_{ra} - 22) \exp \left[- \left(\frac{T_{ra} - 22}{24 \sqrt{2}} \right)^2 \right] \quad (5.14)$$

Hem ısıtılmayan hemde ısıtılan ve klimatize edilen yapılar için,

$$T_n = 24.2 + 0.43 (T_{ra} - 22) \exp \left[- \left(\frac{T_{ra} - 22}{24 \sqrt{2}} \right)^2 \right] \quad (5.15)$$

eşitliklerini vermiştir. Son iki eşitliğin korelasyon katsayıları sırasıyla 0.72 ve 0.88 dir. Aşağıdaki AULICIEMS'in verdiği eşitlikteki gibi, bu eşitliklerde Tm göz önüne alınan aydaki ortalama dış hava sıcaklığı, Tn ise FANGER konfor denkleminin çözümünün karşılığı olan iç hacim neutral konfor sıcaklığıdır.

Üçüncü deneysel konfor denklemini ise 250.000 kişi ile yapılan 52 çalışmanın sonuçlarının analizi ile elde edilmiş her türlü yapı için geçerli AULICIEMS eşitliğidir.

$$T_n = 17.6 + 0.31 T_m \quad (5.16)$$

Bu eşitliğin korelasyon katsayısı 0.88'dir ve

$$(T_n - 2) \text{ iE } (T_n + 2) \quad (5.17)$$

aralığındaki sıcaklıklar yine kabul edilebilir sıcaklıklardır.

Görüldüğü üzere her üç eşitlik sadece dış hava sıcaklığını değişken olarak ele alan basit denklemlerdir. SZOKOLAY iç (asarım sıcaklığının AULICIEMS eşitliğine göre hesaplanmasını önermektedir. Bu esillik iklime uyum sağlamış. 1.2 mel değerindeki metabolizma hızına sahip normal giysili insanların 0.15 m/sn hava hızına sahip hacimler için geçerlidir. Ekle edilen Tn değeri diğer aklivileler, giysi türleri, hava hızları ve ortalama ısınım sıcaklıkları için düzeltilmelidir. SZOKOLAY'm bu önerisine göre. AULICIEMS eşitliğini, (5.7)'de verilen aralığın enerji tasarrufu açısından değerlendirilmesini de içeren bir terim ilave ederek $18.3^{\circ}\text{C} < T_n$

$$T_n = 17.6 + 0.31 T_{ra} + \sum_{i=1}^5 T_i \quad (5.18a)$$

Bu eşitlikteki düzeltme terimleri:

$$T_1 = 0.6 \left(\frac{v - v_o}{0.005} \right) ; v > 0.15 \text{ kış için} \quad (5.18b)$$

$$T_2 = -2.5 (M - 1.2) ; M > 1.2 \text{ ve } T_{ra} > 15^{\circ}\text{C} \quad (5.18c)$$

$$T_3 = -0.6 \left(\frac{I_{clo} - I_{clo}^n}{0.1} \right) \quad (5.18d)$$

$$\Delta T_4 = - (T_{min} - T_n) ; T_{min} > T_n \text{ ve } T_{4max} = 5^{\circ}\text{C} \quad (5.18e)$$

$$\Delta T_5 = \begin{cases} -2 & \text{Kış için} \\ +2 & \text{Yaz için} \end{cases} \quad (5.18f)$$

SZOKOLAY (2) önerisinde 0.15 m/sn'nin üzerindeki her 0.005 m/sn artım için Tn'e 0.6°C ilave öngörülmüştür. Ancak ASHRAE Konfor Standartına göre standart hızlar, kış için 0.15 m/sn, soğutma sezonu için $V_o = 0.25$ m/sn alınmalıdır.

(5.18d) esilliğindeki Inclu normal giyim direncidir. Bu direnç için kesin bir değer verilmemiştir. Tahminimize göre yerci mevsimlik alışkanlıklara bağlı giysiler için tatmin edilebilecek direnç değerleri kullanılmalıdır.

Bu bölümde ısı konfor modelleri olarak verdiğimiz analitik ve deneysel modeller, sonuç olarak, tasarımcının "iç tasarım sıcaklığını" belirlemesini sağlayan yöntemlerdir. Konfor-tasarım sıcaklığı hangi modele göre belirlenmiş olursa olsun, bir hacimde yaşayan insanların bir kısmı yaratılan ısı çevreden tatmin olacaklar bir kısmı ise tatmin olmayacaklardır. Ayrıca hacim için de yaşayan insanların yaratılan ısı çevreyi değerlendirmeleri sayısal değil, niteliksel olacaktır: Çok sıcak, soğuk gibi.

Bir hacimde yaratılacak ısı çevrenin o hacimde yaşayan insanlar tarafından nasıl değerlendirileceğini ve yüzde kaçının ısı çevreden tatmin olup olmayacağını tahmin için bir kısmı Tablo 5.4'de verilen, ısı konfor-çevre indeksleri olarak anılan yapay parametreler tanımlanmıştır.

Psiko-fiziksel indeksler olarak adlandırılan (27) bu indekslerin en önemlileri FANGER ısı konfor modeli ile birlikte sunulan Ortalama Isıl Konfor (Predicted Mean Vote-PMV) ve Isıl Tatminsizlik Yüzdesi (Predicted Percentage of Dissatisfied-PPD) indeksleri ile, GAGGE Modeli ile birlikte verilen Isıl Duyum (Thermal Sensation-TSENS) ve Isıl Konforsuzluk (Thermal Discomfort-DISC) indeksleridir (23,26). Bu indeksler bundan sonraki bölümde

açıklanmışlardır.

AULICIEMS eşitliğine göre İzmir için neutral konfor sıcaklıkları.

Bir örnek olmak üzere, İzmir için üç yıllık (1987, 1989) aylık ortalama sıcaklıklarının ortalamasına göre iç tasarım neutral konfor sıcaklıkları, (5.18a-f) eşitlikleri kullanılarak hesaplanmış ve Tablo 5.5'de verilmiştir. Bu sıcaklıklar hesaplanırken ΔT_5 hariç diğer düzeltme faktörleri sıfır alınmıştır. ΔT , için ilk kolondaki değerlerin hesaplanmasında ısıtma sezonunda (Kasım-Nisan) -2, soğutma sezonunda (Haziran-Eylül)+2, diğer aylarda 0 değerleri kullanılmıştır. İkinci kolondaki değerler hesaplanırken ΔT_5 de sıfır alınmıştır.

Tablo 5.5: Düzeltilmiş AULICIEMS eşitliğine göre İzmir için iç tasarım-neutral konfor sıcaklıkları.

Aylar	Üç yıllık ortalama aylık ortalama dış sıcaklıklar (°C)	$\Delta T_5 = 0$ İç tasarım neutral konfor sıcaklıkları (°C)	$\Delta T_5 = 0$ İç tasarım neutral konfor sıcaklıkları (°C)
Ocak	8.8	18.3	20.3
Şubat	9.5	18.6	20.6
Mart	10.4	18.3	20.8
Nisan	16.2	20.6	22.6
Mayıs	20.0	23.8	23.8
Haziran	24.9	27.3	25.3
Temmuz	28.6	28.5	26.5
Ağustos	27.4	28.1	26.1
Eylül	24.2	27.1	25.1
Ekim	17.7	23.1	23.1
Kasım	12.4	19.4	21.4
Aralık	9.9	18.7	20.7