

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

128708

**YAPI KABUĞUNDA ISI GEÇİRGENLİK DİRENCİ
DÜŞÜK OLAN PARÇA VE BİLEŞENLERİN
UYGULAMALARINA YÖNELİK ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

Mimar Ali Murat BAYAR

FBE Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Programında Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
AKADEMİK YETERLİLİK MERKEZİ**

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ayşe Balanlı

Y. Doç. Dr. Gülay Zorner Gedik

Prof. Dr. Halit Yassıensoy

İSTANBUL, 2002

128708

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ŞEKİL LİSTESİ.....	i
ÇİZELGE LİSTESİ.....	iii
ÖNSÖZ.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. YAPI İÇİ ISISAL KONFOR KOŞULLARI.....	5
2.1. İklimsel Değişkenler.....	5
2.2. Yapı Kabuğuna Bağlı Değişkenler.....	11
2.3. Yapı İç Ortamına Bağlı Değişkenler.....	19
2.4. Kişiye Bağlı Değişkenler.....	25
2.5. Enerji Kullanımı ile İlgili Değişkenler.....	29
3. YAPI KABUĞU VE ISI ENERJİSİ.....	33
3.1. Yapı Kabuğu.....	33
3.2. Isı Enerjisi.....	35
3.3. Yapı Kabuğu ile Isı Enerjisi İlişkisi.....	39
4. YAPI KABUĞUNDA ISI KÖPRÜLERİ.....	52
4.1. Isı Köprülerinin Etkileri.....	55
4.1.1. Isı Köprülerinin Yapı İçi Isısal Konfor Üzerindeki Etkileri.....	56
4.1.2. Isı Köprülerinin Yapı Sağlığı Üzerindeki Etkileri.....	57
4.1.3. Isı Köprülerinin Enerji Sorunu Üzerindeki Etkileri.....	58
4.1.4. İnsan Sağlığının Etkilenişi.....	59
4.2. Isı Köprüleri Açısından Isı Yalıtımının Yapı Kabuğundaki Konumunun Değerlendirilmesi.....	59
4.3. Isı Köprülerinin Etkilerini Azaltıcı ve Yok Edici Çözüm Önerileri.....	63
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	89
KAYNAKLAR.....	92
EKLER.....	101
Ek 1 Enerji Kullanım Verileri Denge Tablosu (11.07.2001)	102
Ek 2 Enerji Kullanım Verileri Denge Tablosu (11.07.2001).....	103

Ek 3	Anket Formu.....	104
Ek 4	Anket Sonuçları.....	106
Ek 5	Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	107
ÖZGEÇMİŞ.....		109



ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1	Yapı içi ısısal konforu belirleyen değişkenlerin birbirleri ile etkileşimi.....1
Şekil 2.1	Güneş spektrumu6
Şekil 2.2	Yaygın güneş ışıınımı ve doğrudan güneş ışıınımı.....7
Şekil 2.3	Dış hava sıcaklığının günlük değişim eğrisi.....8
Şekil 2.4	Dış hava sıcaklığının yıllık değişim eğrisi.....8
Şekil 2.5	Dış hava nemliliğinin ve sıcaklığının insanın gereksinim duyduğu konfora etkisi.....9
Şekil 2.6	Diğer değişkenlerin insanın gereksinim duyduğu konfora etkisi.....9
Şekil 2.7	Rüzgarın yapılaraya etkisi.....10
Şekil 2.8	Rüzgarın yapı iç ortamına etkisi.....11
Şekil 2.9	Yapı kabuğu ve iç - dış ortam ilişkisi.....12
Şekil 2.10	Mevsimlere göre yatay ve düşey yüzeylerde güneş ışıınımı değişimi.....13
Şekil 2.11	Güneş ışıınımının yönlerle göre miktarı13
Şekil 2.12	Biçim ve yüzey alanı ilişkisi.....14
Şekil 2.13	Küp ve dikdörtgenler prizmasının yüzey alanlarının karşılaştırması.....14
Şekil 2.14	Kullanım alanı ve dış ortam ile yüzey alanı ilişkisi.....15
Şekil 2.15	Bitişik (yatayda ve düşeyde) yapıların dış yüzey alanları.....15
Şekil 2.16	Kısa ve uzun dalga ışıınım ile yapı kabuğunun optik özellikleri.....17
Şekil 2.17	Nem oranı – iç ortam hava sıcaklığı – iç ısısal konfor ilişkisi.....21
Şekil 2.18	Ortalama ışıınımsal sıcaklık.....24
Şekil 2.19	İç yüzey sıcaklığı – iç ortam hava sıcaklığı – iç ısısal konfor ilişkisi.....24
Şekil 2.20	İnsan metabolizmasının çevresi ile olan ısı alış veriş biçimleri.....25
Şekil 2.21	İnsanın çevresi ile ısı alış verişinin dengesinin kurulamaması.....26
Şekil 2.22	İnsan etkinliklerinin (aktivitelerinin) MET değerleri.....27
Şekil 2.23	İnsan giyim düzeylerinin CLO değerleri.....28
Şekil 2.25	Türkiye ’nin beş ilinde belirlenmiş yıllık ısıtma ve serinletme oranları.....29
Şekil 2.24	Türkiye ’nin beş ilinde belirlenmiş aylara göre sıcaklık değişimi.....30
Şekil 3.1	Dış ortam – yapı kabuğu – iç ortam ilişkisi.....34
Şekil 3.2	Güneş enerjisinin dünya üzerindeki etkisi.....35
Şekil 3.3	Enerjinin bazı biçimleri.....36
Şekil 3.4	Isı enerjisinin maddenin atom ve molekülleri üzerindeki etkileri.....37
Şekil 3.5	Aynı değerde ısı yalıtımı sağlayan farklı ürünlerin kalınlıkları.....43
Şekil 3.6	1999 Dünya geneli enerji tüketim verileri.....48
Şekil 3.7	İstatistiklere göre fosil yakıtların yetecekleri süreler.....49
Şekil 3.8	Fosil yakıtlar.....49
Şekil 4.1	Isı köprüleri – yapı kabuğu – ısı kayıpları ilişkisi.....54
Şekil 4.2	Isı köprüleri – yapı kabuğu – ısı kazançları ilişkisi.....54
Şekil 4.3	Türkiye ’de uygulanan bir yerinde dökme betonarme iskelet yapı örneği.....55
Şekil 4.4	Yalıtımın yapı kabuğundaki konumunun ısı yayılışı ile ilişkisi.....62
Şekil 4.5	Isı yalıtımının çift katmanlı olarak uygulanması.....63
Şekil 4.6	Isı köprüleri açısından ısı yalıtım ürünlerinin birleşim derzleri.....64
Şekil 4.7	Hava kesici ve buhar kesici katmanların derzler üzerindeki etkisi.....64
Şekil 4.8	Isı yalıtım ürünleri için birleşim profilleri.....65
Şekil 4.9	Yapı kabuğu üzerindeki çeşitli gereksinimlere yönelik metal Profiller.....66
Şekil 4.10	Kabuğu oluşturan metal profillerin yalıtımının sürekliliği ile ilişkisi.....66
Şekil 4.11	Giydirme cepheler.....67
Şekil 4.12	Metal profillerin ısı yalıtımındaki sürekliliği bozması durumu67

Şekil 4.13	Metal profillerin iç ve dış ortama bakan yüzey büyüklükleri.....	68
Şekil 4.14	Metal bağlantı parçalarının ısı köprüsü etkilerinin azaltılması.....	68
Şekil 4.15	Duvarlarda derzler.....	69
Şekil 4.16	Sıva çatlakları.....	69
Şekil 4.17	Yapılarda köşe bağlantıları.....	70
Şekil 4.18	Duvarlarda dar ve geniş açılı köşe bağlantıları.....	70
Şekil 4.19	Duvarlarda köşelerde yoğunlaşma suyu oluşması.....	70
Şekil 4.20	Köşelerin ısı köprüsü etkisine yönelik içten yalıtım.....	71
Şekil 4.21	Köşelerin ısı köprüsü etkisine yönelik dıştan yalıtım.....	71
Şekil 4.22	Duvar düzleminde betonarme ısı köprüsü.....	72
Şekil 4.23	Dış duvardaki betonarme kolonda yanıl ısı akımları.....	72
Şekil 4.24	Betonarme kolonların ısı köprüsü etkilerinin azaltılması.....	73
Şekil 4.25	Betonarme kirişlerin ısı köprüsü etkilerinin azaltılması.....	73
Şekil 4.26	Isı geçirgenlikleri bakımından yapı kabuğu bileşenlerinin karşılaştırılması.....	76
Şekil 4.27	Yapı kabuğu boşluğunda doğramaların yeri.....	76
Şekil 4.28	Yalıtımsız duvarda doğramanın yanlış konumlandırılması.....	77
Şekil 4.29	Isı köprüsü oluşumları açısından storların değerlendirilmesi.....	77
Şekil 4.30	Pencerelerde perdelerin kullanımı.....	78
Şekil 4.31	Perdenin taşınım yolu ile ısı kayıplarına izin vermesi.....	78
Şekil 4.32	Perdenin taşınım yolu ile ısı kayıplarını engellemesi.....	78
Şekil 4.33	ABD 'de denenilen bir perde kapama detayı.....	79
Şekil 4.34	Kabuk yüzeyine yakın düzenlenen dağıtıcıların ısı köprüsü etkisi	79
Şekil 4.35	Radyatör ile duvar arasına yalıtıcı katman yerleştirilmesi.....	80
Şekil 4.36	Saydam yüzeylerde radyatör panosu – yalıtıcı katman ilişkisi.....	80
Şekil 4.37	Özel bir biçimde tasarlanmış yalıtıcı katman örneği.....	80
Şekil 4.38	Duvarlarda radyatör dışları oluşturulması durumları.....	81
Şekil 4.39	Baca yalıtımı örnekleri I.....	82
Şekil 4.40	Baca yalıtımı örnekleri II.....	82
Şekil 4.41	Ahşap merteklerin ısı köprüsü etkisi.....	83
Şekil 4.42	Isı köprüsü barındıran çatı – duvar birleşimine örnek.....	84
Şekil 4.43	Çatı duvar birleşimlerinde ısı köprülerine yönelik çözüm önerileri.....	84
Şekil 4.44	Açık çıkmalarda ısı köprüsü etkisi oluşumlarına yönelik önlemler.....	85
Şekil 4.45	Kapalı çıkmalarda ısı köprüsü etkisi oluşumlarına yönelik önlemler.....	85
Şekil 4.46	Isıtma sisteminin borularının yalıtılması.....	86
Şekil 4.47	Duvar – yer döşemesi birleşimlerine (ve yer döşemesinin tümüne) yönelik çözüm önerisi I.....	87
Şekil 4.48	Duvar – yer döşemesi birleşimlerine (ve yer döşemesinin tümüne) yönelik çözüm önerisi II.....	88
Şekil 4.49	Duvar – yer döşemesi birleşimlerine (ve yer döşemesinin tümüne) yönelik çözüm önerisi III.....	88
Şekil 5.1	Isı köprüleri – insan ilişkisi.....	89

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Rüzgarların yararları ve zararları.....	11
Çizelge 2.2 Etkinlik düzeyine göre hava eklenecek Değerler (°C).....	23
Çizelge 3.1 Yapı kabuğunun görevleri.....	33
Çizelge 3.2 Yalıtkanın yapıldığı ana maddeye göre sınıflandırılması.....	44
Çizelge 3.3 Yalıtkanın iç yapısına göre sınıflandırılması	44
Çizelge 4.1 Pencerelede kullanılan çeşitli camların ısı iletkenlik değerleri.....	75
Çizelge 4.2 Çift Yüzeyli Camlarda Hava Katmanına Bağlı Olarak Isı İletkenlik Değeri...75	
Çizelge Ek 5.1 Mimarlık Diploması Veren Üniversiteler ve Aldıkları Öğrenci Sayısı.....	108
Çizelge Ek 5.2 Mimarlar Odasına Kayıt Olan Mimarların Şubelere Göre Dağılımı.....	108

ÖNSÖZ

Herşeyden önce bu bilimsel çalışmayı yapabilmem için, gerekli şartların meydana gelmesine zemin oluşturan Türkiye Cumhuriyeti Devleti 'nin kurucusu Mustafa Kemal Atatürk 'e, maddi ve manevi destekleri için sevgili aileme, bu çalışmamda danışmanlık yapan değerli hocam Doç. Dr. Ayşe Balanlı 'ya, çeşitli önerilerde bulunan Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Başkan Yardımcısı Prof. Dr. Tuğrul Tankut 'a, Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürü Selahattin Çimen 'e, Mardav Yalıtım Anonim Şirketi Teknik Elemanı Gökhan Korkmaz 'a ve bu çalışmayı yapmamda küçük – büyük katkısı bulunan herkese teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Isı köprüleri konusu ile ilgilenen araştırmacılara, hazırladığım bu tezin yararlı bir çalışma olması dileklerimle başarılar dilerim.



ÖZET

Yapılarda meydana gelen ısı köprüsü oluşumları, yapı kullanıcılarının gereksinim duyduğu iç ısısal konfor koşullarını, yapının varlığını sağlıklı olarak sürdürmesini ve tüm dünyada kendini gösteren enerji sorununu olumsuz yönde etkilemektedir. Bu çalışmanın amacı Türkiye’de çok sık uygulanan yerinde dökme betonarme yapılardaki ısı köprüsü oluşumlarının etkilerini azaltıcı, mümkünse yok edici çözüm önerilerini belirtmektir.

Tezin birinci bölümünde mimarlar odası üyeleri üzerinde yapılan bir anket uygulamasının da yardımıyla problem tanımı yapılmış, amaç, varsayım ve sınırlılıklar belirtilmiştir.

İkinci bölümde ısısal konfor koşulları ve belirleyici olan değişkenler anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde yapı kabuğu ve ısı enerjisi arasındaki ilişki ele alınarak; ısısının yapı kabuğunda yol açabileceği hasarlar ve yapı kabuğunun ısı enerjisini denetim altına alamamasından da kaynaklanan enerji sorunundan bahsedilmiştir.

Dördüncü bölümde yapı kabuğu – ısı enerjisi ilişkisinin yanlış kurulmasından kaynaklanan ısı köprüsü oluşumları ve bu oluşumların etkilerini azaltıcı, mümkünse yok edici önlemler belirtilmiştir. Özellikle temellerde yapı yükünü noktasal olarak zemine ileten deprem yalıtıcılarının kullanımı, ısı köprüsü oluşumları açısından önerilmiştir.

Son bölüm olan beşinci bölümde ise sonuçlar değerlendirilmiştir. Isı köprüleri konusunun devamlı olarak güncelliğini koruyarak yeni teknolojiler açısından değerlendirme kapsamında tutulmasının önemi vurgulanmıştır. Mimarların sahip oldukları yetkilerin verilmesinde gerekli yeterliliğe sahip olup olmadıklarının ilgili kurumlar tarafından denetlenmesinin gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yapı kabuğu, ısısal konfor, yapı hasarları, enerji sorunu, ısı köprüleri.

ABSTRACT

Cold bridges in the building envelope effect thermal comfort which is needed by users, building health and energy problem which shows itself in the world. This research work makes clear solutions for cold bridges in the envelopes of reinforced concrete skeleton buildings in Turkey.

In chapter one, the definition of the problem is made with the assistance of an enquiry made with architects in Turkey and the aim, the hypothesis, the determination are made clear.

In chapter two, the factors which provide thermal comfort in buildings are told.

In chapter three the relation between building envelope and heat energy is explained.

In chapter four, solutions for cold bridges are stated with shapes. Specially, using earthquake isolaters which send the load to the ground at the base of the building is suggested because of the cold bridges.

In the last chapter of this study, the results are appraised. The importance of new technologies which are interested in cold bridges is stated. Furthermore, this study resulted in that related institutions must control architects if they have enough information or not.

Keywords: Building envelope, thermal comfort, building damages, energy problem, cold bridges.

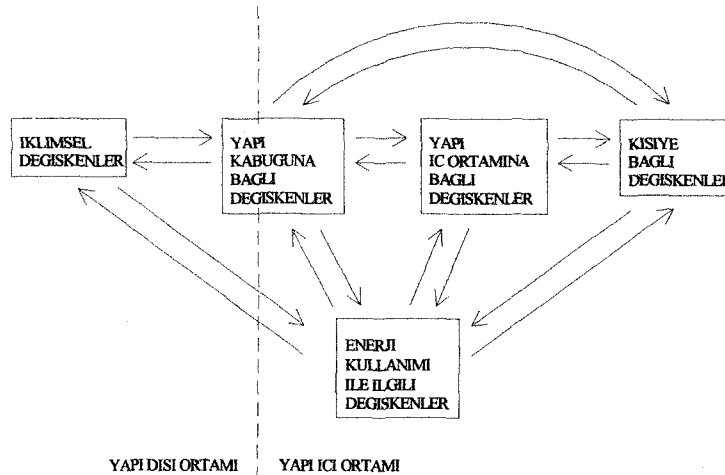
1. GİRİŞ

Her canlı, yaşamın olumlu etkilerinden faydalanmak, olumsuz etkilerinden korunmak gereksinimi ve eylemi içindedir. Canlıların en gelişkini olan insan, doğal çevre içinde gerçekleştirdiği yapma çevreler ile bu oluşum içindeki yerini alır. Başka canlılarda yapma çevre oluşturma yönünde eylemler görülse de (kuş yuvası vb.) bunlar içgüdüsel bir boyuttadır. İnsanın oluşturduğu yapma çevrenin bir parçası olan yapılar iç ortamları ile insan gereksinimlerini karşılamada önemli roller üstlenir. Bu rollerden biri de iç ısısal konfor koşullarının sağlanmasıdır.

Yapı içi ısısal konfor gereksinmesi, doğanın insan için konforlu olarak nitelendirilecek koşulları sağlamayan bölgeleri ve iklimleri içermesinden kaynaklanmaktadır (Akman, A., 1999, s. 47). Isısal konfor, kişinin bulunduğu ortamda ısısal açıdan kendisini rahat hissetmesi ile gerçekleşir (Kavas, E., 1997, s. 1). Ancak yapı iç ortamında sürekliliği sağlanabilen ısısal konfor, bir çok değişkene bağlıdır. Bu değişkenler ilk olarak Olgyay Kardeşler tarafından ortaya konmuştur. Daha sonra araştırmacılar (örneğin Zeren ve Berköz) tarafından geliştirilmiştir (Yener, C., 1976, s. 3).

- İklimsel Değişkenler
- Yapı Kabuğuna Bağlı Değişkenler
- Yapı İç Ortamına Bağlı Değişkenler
- Kişiyeye Bağlı Değişkenler
- Enerji Kullanımı ile İlgili Değişkenler

(Berköz, E., 1969, ss. 2-14; Zeren, vd., 1987, s. 4.1; Kavas, E., 1997, s. 2; Utkuğ, vd., 1997, ss.9-49; Pınar, Z.P., 1999, ss.5-6) Bu değişkenler birbirleri ile etkileşim halindedir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 Yapı içi ısısal konforu belirleyen değişkenlerin birbirleri ile etkileşimi.

Yapı içi ısısal konfor koşullarının oluşturulması açısından, diğerleri üzerinde oldukça etkili ve insanlar tarafından belirlenebilir olmaları bakımından yapı kabuğuna bağlı olan değişkenler en önemlileridir. Herşeyden önce yapı kabuğu olmazsa yapma çevrede bir iç ortamdan söz etmek mümkün olmaz. Dolayısıyla ısısal konfor koşulları iklimsel değişkenlerin yoğun etkisi altında, kişisel değişkenlere bağlı olarak, gereğinden fazla enerji kullanımına gidilerek elde edilmeye çalışılsa da başarılı olunamaz. Teknolojinin gelişimine paralel olarak yapı kabuğu oluşturmada önemli mesafeler katedilmiş olsa da bu konu gelişime açıktır. Bu yüzden yapı kabuğunun, iç ısısal konfor koşullarının oluşmasına etki eden yönleri üzerinde durmak gereklidir.

Yapı kabuğuna bağlı değişkenler, kabuğun yer, yönlendiriliş durumu, biçim, aralık, optik ve termofiziksel özelliklerinden oluşmaktadır.

Yapı kabuğunun termofiziksel özelliklerinden kabuğun ısı geçirgenlik direnci, kabuğu oluşturan parça ve bileşenlerin ısı geçirgenlik dirençlerine, iç ve dış yüzeysel ısı iletim dirençlerine, iç ve dış yüzeyden ısı yitimi yolu ile ısı aktarımına ilişkin yüzeysel dirençlere ve kabuk içinde boşluk varsa boşluğun ısı geçirgenlik direncine bağlıdır (Çelik, A.P., 1980, s. 14; Utkutuğ, G., vd., 1997, ss. 55-65).

Yapı kabuğunun iç ve dış yüzeyleri arasında ısı geçişini belirleyen, kabuğun ısı geçirgenlik direncidir. Yapı kabuğunu oluşturan bazı parça ve bileşenlerin ısı geçirgenlik dirençleri düşük olduğunda; buralarda ısı köprüsü olarak adlandırılan oluşumlar meydana gelir (Bozdağ, K., 1977, s. 211). Isı köprüleri, ısı kaybı ve kazançlarına sebep olarak iç ortamda sağlanan ısısal konforu, dolayısıyla da insan sağlığını bozar. Aynı zamanda enerjinin verimli kullanımını engeller, yoğunlaşmaya dayalı hasarların oluşmasına yol açarak yapının ömrünü azaltır. Bu yüzden daha tasarım aşamasında ısı köprüsü adı verilen oluşumların etkilerini azaltıcı veya yok edici önlemlerin alınması gereklidir.

Mimarlık hizmetlerini sunma yetkisine sahip mimarlar üzerinde yapılan bir anket, mimarların büyük bir bölümünün (% 80) ısı köprülerinin olumsuz etkilerini ve bu etkilerin nasıl yok edileceğini tam olarak bilmediğini göstermektedir (Ek 3., Ek 4). Isı köprülerinin olumsuz etkilerinin özellikle tasarım ve uygulama aşamasında engellenmesi için mimarlara önemli görevler düşmektedir. Bu yüzden mimarların yapılar ile ilgili bu çok önemli konu üzerindeki bilgilerini artırmaları gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı yapı kabuğunda meydana gelen, kullanıcı gereksinimlerini olumsuz yönde etkileyen, ısı köprüsü adı verilen, önemsiz gibi görülen ama oldukça önemli etkilere sahip oluşumların mimarlar tarafından fark edilmesini sağlamak ve böylece yapılarda enerji kaynaklarını mümkün olduğunca az kullandırtmak, yapısal hasarların önüne geçmek ve ısısal konfor koşullarının bozulmasını önlemek için nelere dikkat edilmesi gerektiğini belirtmektir.

Isı köprülerinin etkilerini azaltıcı ve yok edici çözüm önerilerinin, yeni öneriler ile birlikte sistematik bir biçimde belirtilmesi, hem daha sonradan bilim ve teknolojinin gelişimiyle ortaya çıkacak önerilere ışık tutulmasını hem de mimarların faydalanacağı bir kaynak oluşturulmasını sağlar.

Isı köprüleri ele alınırken; Türkiye iklimi koşulları, bölgesel ayrımlara gidilmeden, genel olarak kabul edilmiştir. Yapı kabuğunun yer aldığı yapıların yeri (yerin yönü, eğimi, bitki örtüsü), yönlendirilişi, birbirleri arasındaki uzaklıklar, sahip oldukları biçimler ve kabuğun optik özellikleri değerlendirilmemiştir. Kabuğun ısı geçirim özelliklerinin değerlendirilmesinde ana ölçütü, kabuğu oluşturan parça ve bileşenlerin ısı geçirgenlik dirençleri oluşturmaktadır. Yapı kullanıcısı olarak insan kabul edilmiş ve yapı içi ısısal konfor koşulları ona göre tanımlanmıştır. Öneriler var olan yapılar için değil, bundan sonra üretilecek yapılara yöneliktir. Bu çalışma yapı programında hazırlandığından, problem yapı fiziki programı düzeyinde ele alınmayıp, herhangi bir ısı hesaplama tekniği uygulanmamıştır.

Çalışma, ülkemizde çok sıklıkla uygulanan yerinde dökme betonarme iskelet yapılarda ısı köprülerinin doğa, yapı ve insan üzerindeki olumsuz etkilerine karşı ne gibi önlemler alınması gerektiğini belirtme amacı ile de sınırlıdır.

Birinci bölümde problem tanımı yapılarak, amaç, varsayım, sınırlılıklar ve yöntem üzerinde durulmuştur.

İkinci bölümde, yapılar sayesinde sağlanan, insan gereksinimlerinin en önemlilerinden biri olan yapı içi ısısal konfor koşullarının oluşturulmasında hangi etkenlerin belirleyici olduğundan söz edilmiştir.

Üçüncü bölümde yapı kabuğu ve ısı enerjisi ilişkisi üzerinde durulmuş ve ısı enerjisinin yapı kabuğu üzerindeki etkileri anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde ısı köprüleri üzerinde durulmuş ve bu köprülerin olumsuz olarak nitelendirilen etkilerine yönelik ne gibi önlemler alınabileceği belirtilmiştir.

Beşinci bölümde ise genel bir değerlendirme yapılarak çalışma sonuçlandırılmıştır.



2. YAPI İÇİ İSİSAL KONFOR KOŞULLARI

İnsanların biyolojik, psikolojik ve sosyo-kültürel gereksinimlerini, doğal, sosyal ve kültürel çevre etkenleri altında karşılayabilmek için oluşturdukları yapma çevreleri, çeşitli açılardan (ışık, renk, ısı, nem, hava, ses, koku, vb.) ele almak olanaklıdır. Hangi açıdan ele alınırsa alınsın kullanıcının fiziksel ve düşünsel eylemlerinin en üst düzeyde olması ve sağlığının sürekliliği için gerekli koşullar oluşturulmalıdır (Yılmaz, A.Z., 1983, s.1; Zeren, L., vd., 1987, s. 2.1; Zorer, G., 1991, s. 26).

Kullanıcının kendisini ısısal açıdan rahat hissetmesi ısısal konfor koşulları ile sağlanır. İnsanların bu gereksinimi, iç ortama sahip yapma çevrelerin oluşturulması ve denetlenmesi ile sağlanabilir. Yapıların oluşturulmasındaki en temel amaçlardan biri de budur.

İnsanlık tarihi boyunca insan hep yaşadığı mekanın koşullarını, iklimin kötü koşullarından arındırarak kendi metabolizmasının gereksinimlerine yönelik olarak konforlu hale getirmeye çalışmıştır. Bugün teknolojik olanakların paralelinde insanın bunu gerçekleştirmesi artık çok kolaydır. Mekanik ve doğal sistemler ile iç mekanlar istenildiği (gereksinim duyulduğu) gibi ısıtılıp, soğutulmaktadır. Fakat kullanılan enerji kaynaklarının sınırlı, doğaya zararlı ya da maliyetinin yüksek olması, ısısal konfor koşullarına ulaşmak için hangi değişkenlerin göz önünde bulundurulması gerektiğinin önemini göstermektedir (Muncey, R.W.R., 1979, ss. 1-3; Çakır, S., 1994, s. 7).

Isısal konfor koşulları bir çok değişkene bağlı olarak belirlenir. Yapıların insanlar tarafından arzu edilen ısısal konfor koşullarını sağlayabilmesi için, daha tasarım aşamasında iç ortam iklimini etkileyen değişkenlerin çok iyi incelenmesi ve dikkate alınması gerekmektedir.

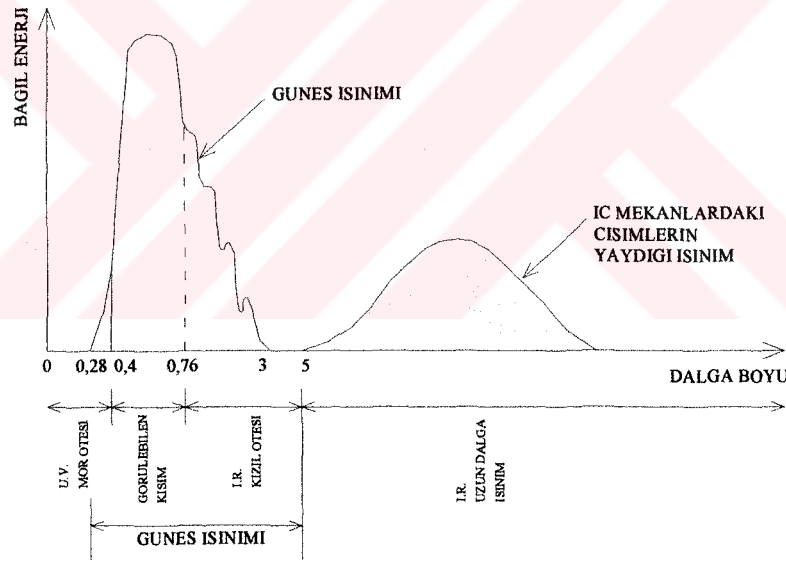
2.1. İklimsel Değişkenler

İnsan vücudunun gereksinim duyduğu konforu sağlamak için dış ortam ikliminin iyi bilinmesi gereklidir. Üretilcek yapının bulunduğu bölgenin iklim koşulları, yapımda kullanılacak yapı ürünlerinin boyutunda ve türünde etkili olmasının yanı sıra yapının tasarımının nasıl olması gerektiği konusunda da oldukça etkilidir (Çatal, H.H., 1999, s.120; Muncey, R.W.R., 1979, s. 5).

İklim, yeryüzündeki herhangi bir bölgenin ya da yerin, uzun bir süre içindeki ortalama atmosfer durumu ve söz konusu durumun gelişimini yansıtan meteoroloji olaylarının tümüdür. Bu bütünlüğü oluşturan öğeler, yapılar üzerindeki etkileri açısından dört grup altında incelenebilir (Anon, 1983b, s.1858).

• Güneş Işınımı

Yeryüzünün en büyük enerji kaynağı olan güneş doğrudan ya da dolaylı bütün iklim olaylarının nedenidir (Çelik, A.P., 1976, s. 14). Güneş, bir yapıya ve içinde bulunduğu bölgeye ısı enerjisi sağlamak ve onu doğal yolla aydınlatmak gibi iki önemli işleve sahiptir. Elektromanyetik olan, dünyamıza erişen güneş ışınımının kabaca üç bölgeye ayrılabilen geniş bir spektrumunu vardır (Morötesi ışınım: 0.4 mikrondan kısa dalga boyuna sahiptir ve çıplak gözle görülmez; Görülebilir ışınım: 0.4 ve 0.76 mikron dalga boyları arasındadır; Kızılötesi ışınım: 0.76 mikrondan büyük dalga boyuna sahiptir ve gözle görülmez (Şekil 2.1) (Utkutuğ, G., vd., 1997, s.14).

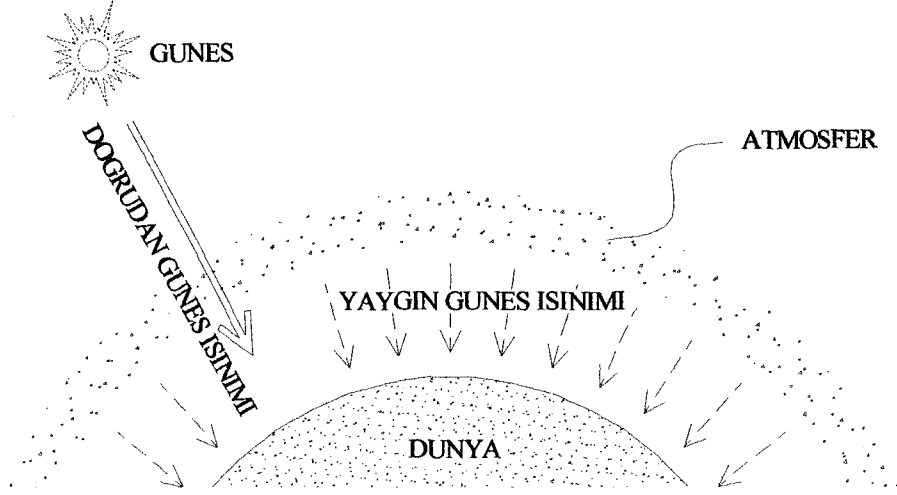


Şekil 2.1 Güneş spektrumu (Utkutuğ, G., vd., 1997, s.110)

Yeryüzüne ulaşan güneş ışınımının şiddeti, atmosfer koşulları, güneş ışınlarının geliş açısı, güneşin yükseliş açısı, bulunulan yerin deniz yüzeyinden olan yüksekliği vb. etkenlere bağlı olarak değişim gösterir (Berköz, E., 1969, s. 6; Çelik, A.P., 1976, s. 14).

Atmosfere giren güneş ışınımı, çeşitli etkenler nedeniyle, yeryüzüne doğrudan güneş ışınımı ve yaygın gök ışınımı olmak üzere iki şekilde ulaşır (Şekil 2.2) (Berköz, E., 1983, s. 22). Doğrudan güneş ışınımı, doğrultusunda ve dalga boyunda bir değişime olmaksızın yeryüzüne

ulaşan kısa dalga ışıdır. Yaygın gök ışıını ise, atmosfere giren doğrudan güneş ışıınının, bulutlara, toz parçacıklarına, hava ve su moleküllerine çarpması sonucu doğrultusunu aynı anda tüm yönlele olacak şekilde değıştirerek, atmosferde yaygın duruma geçtikten sonra yeryüzüne ulaşan bölümdür (Çaştaban, P., 1998, s. 10).



Şekil 2.2 Yaygın güneş ışıını ve doğrudan güneş ışıını

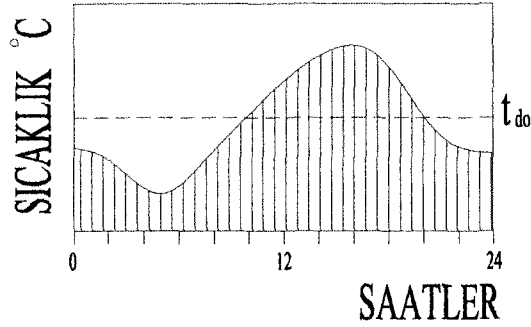
Az bulutlu atmosfer koşullarının egemen olduğu günlerde, yaygın güneş ışıını yeğniliği, doğrudan ışıını yeğniliğine oranla çok daha düşük değlerlerdedir. Tümüyle bulutlu koşullarda ise yeryüzüne yalnız yaygın güneş ışıını ulaşmaktadır (Çaştaban, P., 1998, s. 10).

Güneş ışıını, toprağı ve çevredeki diğer cisimleri, dolayısıyla da havayı ısıtarak, sıcaklık artışlarına sebep olur (Berköz, E., 1969, s. 6; Çaştapan, P., 1998, s. 10). Bu açıdan yapılar üzerinde olumlu etkilerinin yanında olumsuz etkilerinin de olabileceği unutulmamalıdır.

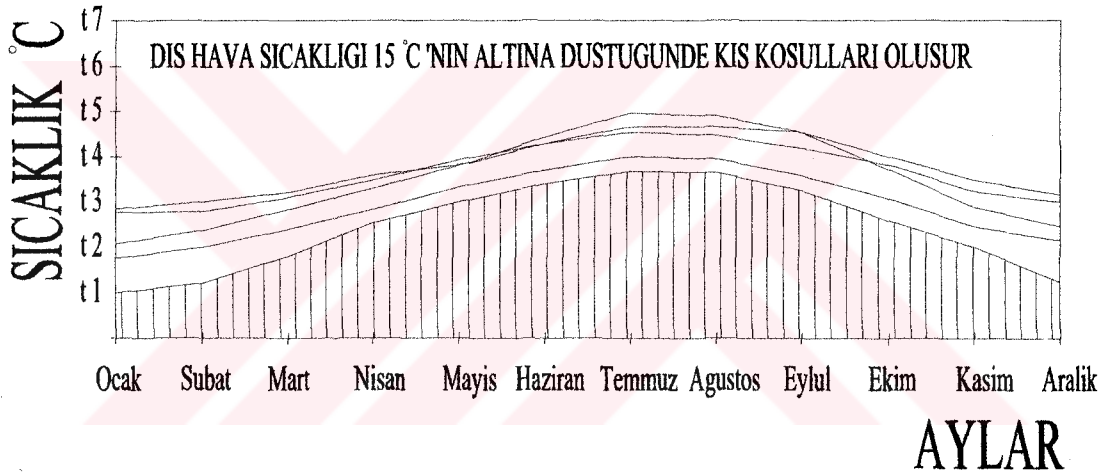
• Dış Hava Sıcaklığı

Yeryüzünün ısınması ve soğuması, üzerindeki hava katmanlarının sıcaklığını belirleyen önemli bir etkidir. Güneş ışıını atmosferi geçerken sahip olduğu ısı enerjisinin çok büyük bir bölümünü ışıın olarak çarptığı yüzele kadar beraberinde taşır ve o yüzele tarafından emilerek ısı enerjisine dönüşür. Işıının çarpıp emilerek ısı enerjisine dönüştüğu yüzeyler, etkileşim halinde olduğu havanın sıcaklığını değıştirir ve hava içinde taşınım akımlarına neden olur. Yüzeylerin sıcaklığını belirleyen bulutlu veya açık gökyüzü koşulları, su veya katı yüzele oluşu gibi etkenlerin yanı sıra yüzeyin emme, yansıtma, geçirme gibi optik özellikleri de hava sıcaklığını belirler. Hava sıcaklığını belirleyen bir diğer etken ise deniz seviyesinden olan yüksekliktir (Utkutuğ, G., vd., 1997, s. 15).

Tasarımcı için dış hava sıcaklığı, gölgede kuru termometre sıcaklığıdır (Berköz, E., 1969, s. 6; Utkutuğ, G., vd., 1997, s. 15). Dış hava sıcaklıklarının yapı tasarımındaki etkilerinin belirlenmesi açısından günlük (24 saatlik) sıcaklıklar ve günün en sıcak ve soğuk sıcaklık dereceleri farkı, günlük, aylık ve yıllık sıcaklık ortalamaları da önem taşır (Şekil 2.3, Şekil 2.4)



Şekil 2.3 Dış hava sıcaklığının günlük değişim eğrisi (Hiçsönmez, T., 1990, s. 5)



Şekil 2.4 Dış hava sıcaklığının yıllık değişim eğrisi
(İnanici, M.N., Demirbilek, F.N., 2000, s. 43 'den uyarlanmıştır)

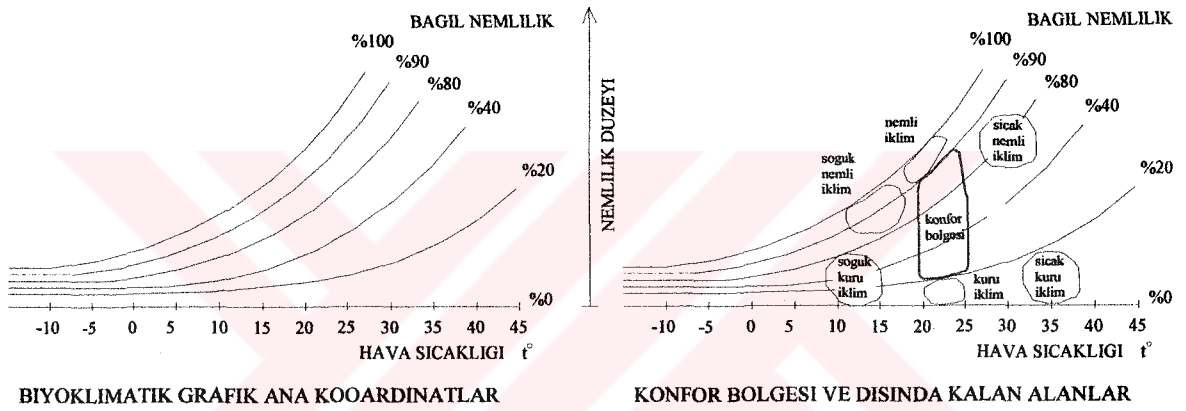
Şekil 2.3 ve Şekil 2.4 'te dış hava sıcaklığının gün içinde olduğu gibi yıl bütününde de devamlı olarak salınım halinde olduğu ifade edilmiştir.

• Dış Hava Nemliliği

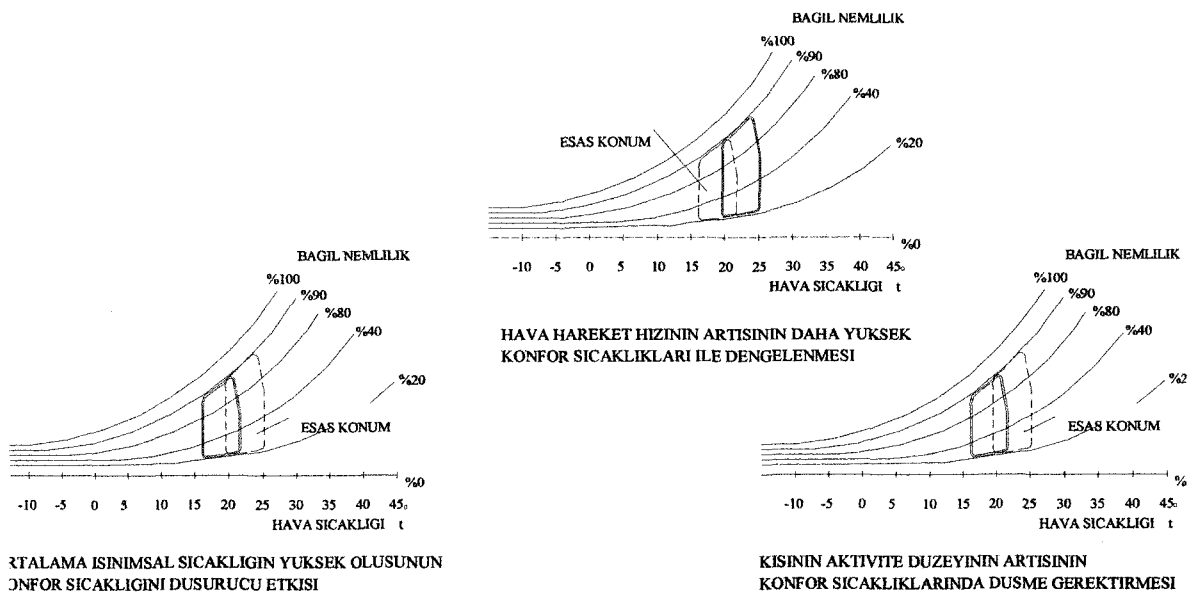
Dünyayı çevreleyen atmosferi oluşturan hava bir çok gazdan meydana gelmektedir. Bu gazların bir kısmının oranları sabit, bir kısmının ise bazı etkenlere bağlı olarak değişkendir. Hava içinde bulunan değişken gazların yapı bakımından en önemlisi su buharıdır. Su buharının hacmi hiç bir zaman hava hacminin %4 'ünü aşamaz. Hava içindeki su buharı, gerekli önlemler alınmadığı takdirde yapılara zararı dokunan olayların kaynağıdır. Suyun katı ya da sıvı olması için belirli sıcaklıklar gerekiyken, suyun gaz hali olan su buharı her

sıcaklıkta oluşmaktadır. Bu yüzden içerisinde az ya da çok su buharı bulunan havaya **nemli hava**, nemli hava içindeki su buharına da **nem** denir. İçinde su buharı bulunmayan hava ise **kuru hava** dır (Özer, M., 1974, s.298; Avlar, E.,1998, s.14).

Dış hava nemliliği, herhangi bir anda dış ortam havası içindeki su buharının miktarıdır ve sıcaklığa bağlı olarak değişir. Sıcaklık düştükçe havanın birim hacminde barındırdığı su buharı miktarı azalır, yükseldikçe de artar (Avlar, E., 1998, s. 14). Dış ortam havası içindeki nem miktarı diğer iklimsel değişkenler ile birlikte insanın gereksinim duyduğu iç ısısal konforu etkiler (Şekil 2.5, Şekil 2.6). Dış hava nemliliği gerekli konfor koşullarını sağlamıyorsa yapı kabuğu ile ayrılan iç ortamda doğal ve yapay yollarla istenen nemlilik ve diğer şartlar elde edilir.



Şekil 2.5 Dış hava nemliliğinin ve sıcaklığının insanın gereksinim duyduğu konfora etkisi (Utkutuğ, G., vd., 1997, s. 107)



Şekil 2.6 Diğer değişkenlerin insanın gereksinim duyduğu konfora etkisi (Utkutuğ, G., vd., 1997, s. 108)

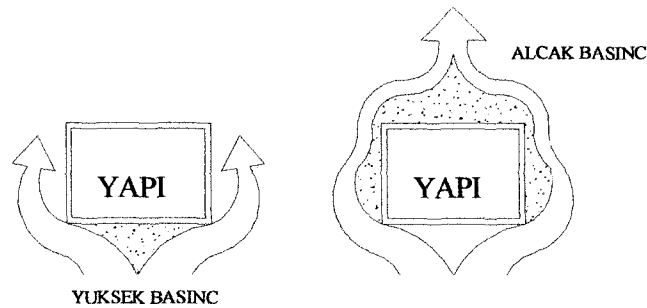
Nem, atmosferin en değişken bileşeni, iklimin ve hava durumunun en önemli etkenlerinden biridir (Avlar, E., 1998, s. 14). Su ve suyun çeşitli görünüşleri olan nem, atmosfer şartlarının (sıcaklık, rüzgar, hava basıncı vb.) değişmesi durumunda kar, yağmur, çiy gibi doğal olaylara neden olur (İlgaz, T., 1969, s. 54; Berköz, E., 1969, s. 8). Bu doğal olayların yapılar üzerinde doğrudan etkisi vardır.

Dış ortam havasında bulunan su buharı, çeşitli yollarla girdiğı yapı iç ortam havasının bağıl neminde artma ve sıcaklığında azalma meydana getirmektedir (Berköz, E., 1969, s. 9).

• Rüzgar

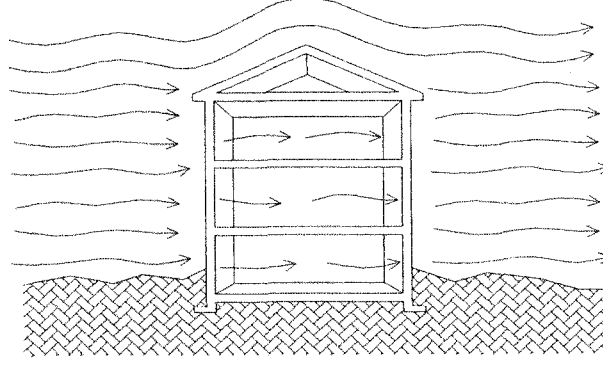
Rüzgar bir hava hareketidir. Hava hareketleri, atmosferik basınç farkının bir sonucu olarak meydana gelmektedir (Olgyay, V., 1963, s. 94; Berköz, E., 1969, s. 10). Atmosferik basınç farklarına, yoğunluk farkları ve hava kütleleri arasındaki yoğunluk farklarına da sıcaklık farkları yol açmaktadır. Hava hareketlerinin yönünü basınç bölgelerinin yeri, hızını da basınç farkı miktarları belirlemektedir (Berköz, E., 1969, s. 10).

Rüzgarların kabuk dış yüzeyine basınç yapması sonucunda, kabuk çevresinde + ve – basınç bölgeleri meydana gelmektedir. Bu koşullarda hacim içine hava rüzgar üstü cephedeki (+ basınç bölgesi) açıklıklardan girip, rüzgar altı cephedeki (- basınç bölgesi) açıklıklardan çıkmaktadır. Rüzgar kuvvetleri etkisiyle iç ortamda hava hareketi meydana gelmektedir. Rüzgar hızındaki belirli bir değişim, kontrollü (ventilasyon) ve kontrolsüz (infiltrasyon) olarak hacim içine katılan dış ortam havası miktarını doğrudan etkilemektedir. Bu durumun sonucu giren hava miktarı çoğaldıkça; yapı iç ortamının hava değişimi sayısı ve dolayısıyla iç hava hızı artmakta, iç ortam havasıyla karışım büyümekte ve iç hava sıcaklığı ve neminde, dış hava şartlarına bağılı olarak değişim meydana gelmektedir (Şekil 2.7) (Berköz, E., 1969, s. 10)



RUZGAR CARPTIGI YUZEYDE YUKSEK BASINC OLUSTURURKEN,
BINA YANLARINDA VE ARKALARINDA ALCAK BASINC OLUSTURUR

Şekil 2.7 Rüzgarın yapılaraya etkisi (Utkutuğ, G., vd., 1997, s. 119 'dan uyarlanmıştır)



Şekil 2.8 Rüzgarın yapı iç ortamına etkisi (Ontario Hydro,1990, s. 8)

Sıcak mevsimlerde rüzgarın serinletici ve buharlaşmayı uzaklaştırıcı etkisi vardır. Soğuk mevsimlerde ise rüzgar yapı kabuğundan sızarak enerji kayıplarına, geçiş yollarında oluşturdukları yoğuşmalar sonucunda yapı hasarlarına ve iç ısısal konfor koşullarının bozulmasına neden olur.

Yapılan araştırmalar sonucunda rüzgar etkisi altındaki bir yapıda ısı kayıpları, komşu yapılar, bitki ve ağaçlarla korunmuş olanlara oranla daha çoktur (Anon, 1998, s. 4).

Çizelge 2.1 Rüzgarların yararları ve zararları (Utkutuğ, G., vd., 1997, s. 119)

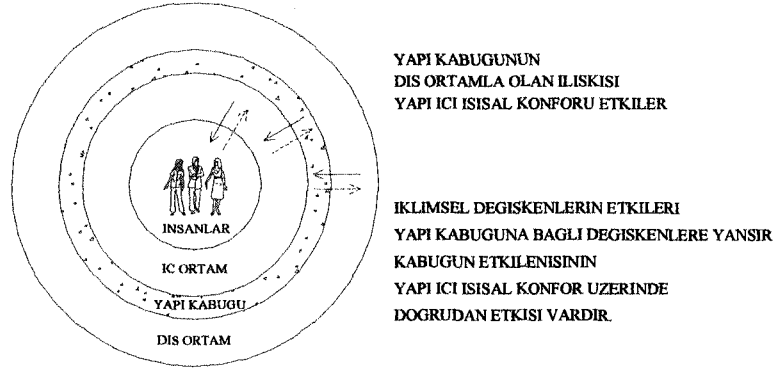
RÜGARLARIN YARARLARI	RÜZGARLARIN ZARARLARI
Serinletir, Duman ve kokuları temizler, hafifletir, Taşınımaya dayalı ısı hareketine yardım eder, Yüzeyleri kurutup nemi buharlaştırır, Yoğuşmayı azaltır, Geceleri zemine çöken soğuk havayı engeller, Enerji kaynağı olarak yararlanılır, Baca etkisi ile havalandırmayı sağlar, Soğutma gerektiren koşullarda soğutma yükünü havalandırma yolu ile azaltarak enerji tasarrufu sağlar.	Isı kaybına neden olur, Duman ve kokuları istenmedik yönde taşıyabilir, Suyu yapı kabuğundan içeriye sızdırır, Karin birikintiler yapmasına yardımcı olur, Taşıyıcı sisteme yük bindirir, Isıtma gerektiren mevsimlerde kontrol dışı hava kayıplarına neden olarak önemli miktarda enerji kayıpları oluşturur, Beraberinde su buharı taşınması nedeniyle hava sızıntılarının kontrol edilemediği koşullarda kabuğun içinde yoğuşma riski yaratır.

Yapıların tasarımı aşamasında rüzgarın özelliklerinin (yön, hız, frekans vb.) göz önünde bulundurulması yararlı olarak nitelendirilen yönleri ön plana çıkartacaktır.

2.2. Yapı Kabuğuna Bağlı Değişkenler

Yapı kabuğu yapı iç ve dış ortamı arasındaki pencereler, kapılar, duvarlar, çatı ve yer döşemesini oluşturan bileşen ve öğeler bütünüdür. Bu bileşen ve öğeler yapı iç ve dış ortamı

arasında sınırlayıcı özellik göstermelerinin yanı sıra yapı iç ortamında sağlanan ısısal konfor koşullarını iklimsel değişkenlerin zararlarından da korur (Vaughn Bradshaw, P.E., 1985, s. 77). Yapı kabuğunun üzerinde yer aldığı yapının yeri, diğer yapılarla olan mesafesi, yönlendiriliş durumu, biçimi, optik ve termofiziksel özellikleri iklimsel etkenlerin iç ortam üzerindeki etkilerini belirler (Şekil 2.9) (Çelik, A.P., 1980, s. 9; Zeren, L., vd., 1987).



Şekil 2.9 Yapı kabuğu ve iç - dış ortam ilişkisi
(Hiçsömez, T., 1990, s. 2; Zorer, G., 1991, s. 28'den uyarlanmıştır)

• Yapının Yeri

Yapının yeri, inşa edileceği arsanın yeri olacağı için, daha yerleşme planlarının hazırlanmasında fiziki çevrenin yapı - ısı enerjisi ilişkisi açısından incelenmesi önemlidir.

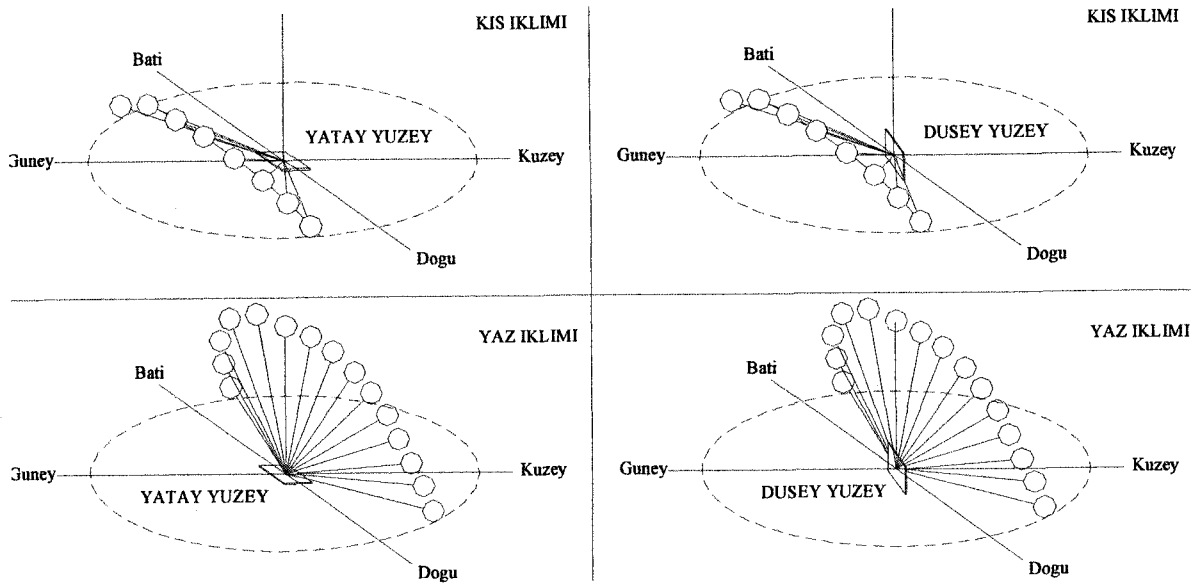
Yer seçimine dikkat edilmesi, iklim kontrolünde ve hava kirliliğini önlemede gerekli bir etkidir. Bu etken, arsanın baktığı yön, sahip olduğu eğim, örtü (veya güneş ışıınımı yansıtma özelliği) gibi özelliklerin göz önüne alınması ile ilgilidir (Berköz, E., vd., 1995; Aydın, A.P., 1997, s. 3; Bayazıt, O.M., 1997, s. 12).

• Yapının Yönlendiriliş Durumu

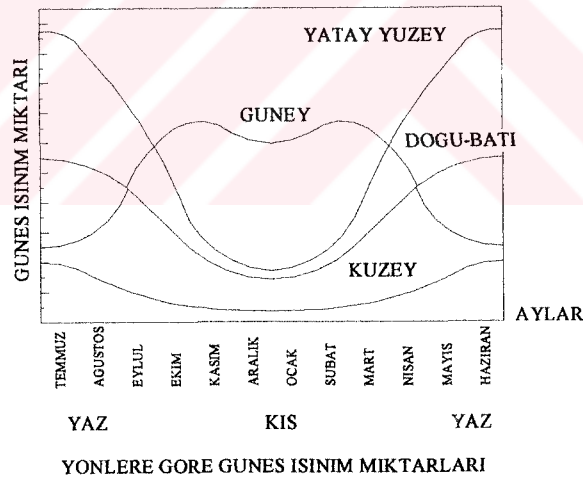
Yapılarda yönlenme, iç ısısal konfor açısından büyük önem taşır. Yönlenme arsa kotlarına uyum, mahremiyet gereksinmesinin karşılanması, manzaranın değerlendirilmesi, rüzgar ve güneş ışığının etkilerinden gereğince yararlanma ve korunma gibi etkenlerin toplamı olarak değerlendirilmelidir.

Güneş ışıınım şiddeti, bölgesel rüzgarların hız, kalite ve süreklilik gibi özellikleri yönler göre değişiklik gösterir. İklimlere bağlı olarak yeryüzünün farklı noktalarında, farklı yönlerden (doğu, batı, kuzey, güney vb.) farklı saatlerde, farklı şiddette güneş ışıınımı alınması, binaların

yönlenme koşullarına bağlı olarak farklı miktarlarda doğal aydınlatma olanağı ve ısı kazancı sağlamasına neden olur (*Şekil 2.10, Şekil 2.11*) (Utkutuğ, G., vd., 1997, s. 21).



Şekil 2.10 Mevsimlere göre yatay ve düşey yüzeylerde güneş ışıını değişimi (Utkuğ, G., vd., 1997, s. 120 'den uyarlanmıştır).



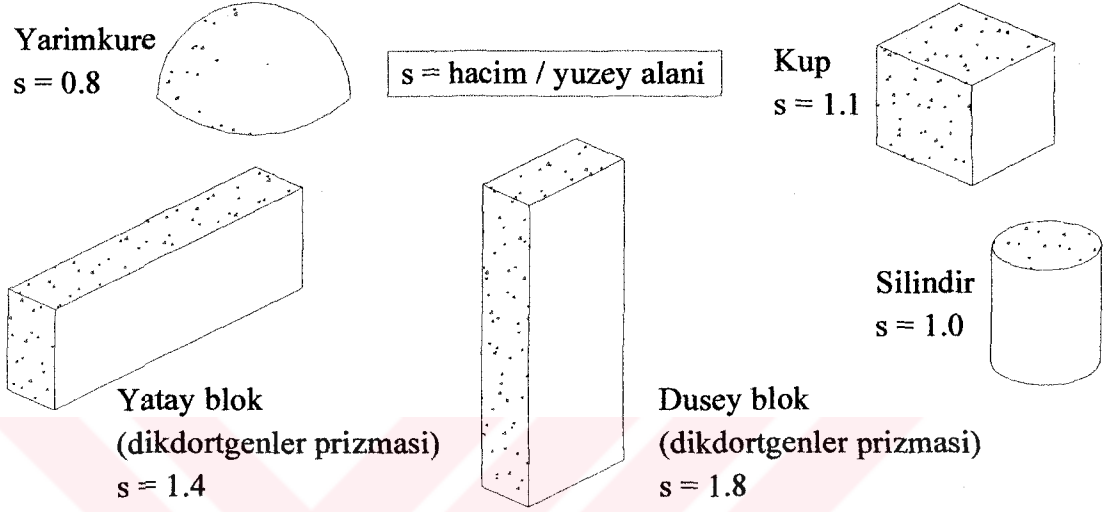
Şekil 2.11 Güneş ışınımının yönlere göre miktarı
(Utku, G., vd., 1997, s. 120 'den uyarlanmıştır).

● Yapının Biçimi

Herhangi bir yaşama alanını örten ve onu dış çevreden ayıran yapı kabuğunun biçimine bağlı olarak; yapının toplam dış yüzey alanı, farklı yönlere bakan ve farklı eğimlere sahip cephe-yüzey alanları ve cephe-çatı yüzeyleri arasındaki oranlar değişim gösterir. Yapı biçimi, plandaki yapı uzunluğunun yapı derinliğine oranı, yapı yüksekliği, çatı türü, çatı eğimi, cephe

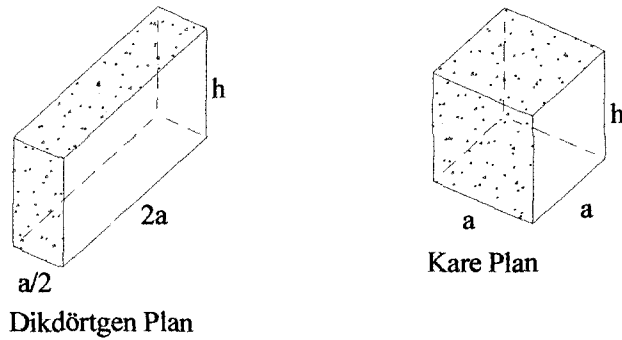
eğimi gibi yapıya ilişkin geometrik değişkenler aracılığı ile tanımlanabilir (Berköz, E., 1983; Bayazıt, M.O., 1997, s. 14; Aydın, A.P., 1997, s. 4).

Farklı biçimlerin yüzey alanları karşılaştırıldığında, aynı hacme sahip olmak koşuluyla en küçük yüzey alanından en büyük yüzey alanına doğru sıralanış; küre, silindir, küp ve dikdörtgenler prizmasıdır (Şekil 2.12) (Utkutuğ, G., vd., 1997, s. 21).



Şekil 2.12 Biçim ve yüzey alanı ilişkisi (Utkutuğ, G., vd., 1997, s. 121 'den uyarlanmıştır.)

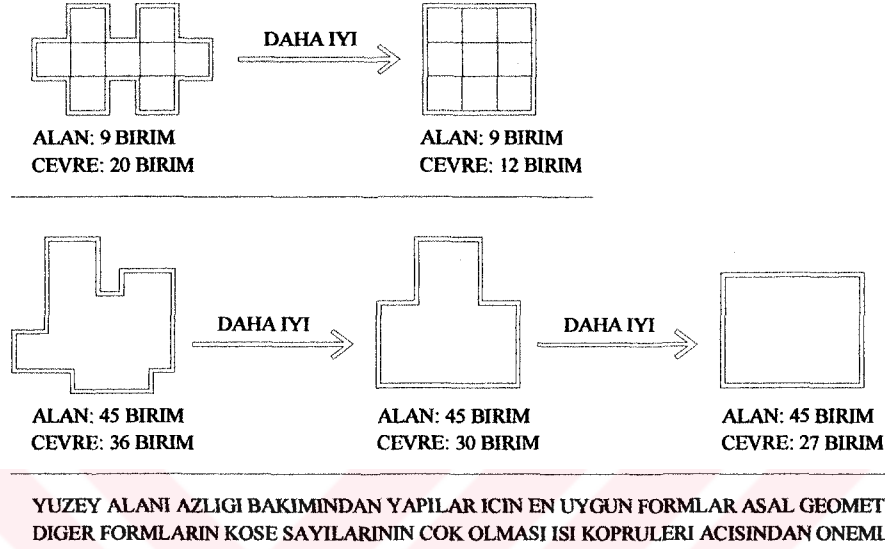
Aynı hacim ve aynı taban alanına sahip küp ve dikdörtgenler prizmasının yüzey alanları karşılaştırılırsa, dikdörtgenler prizmasının kabuk yüzey alanının %20 daha fazla olduğu görülür (Şekil 2.13) (Utkutuğ, G., vd., 1997, s. 21)



	KARE TABANLI YAPI	DIKDÖRTGEN TABANLI YAPI
TABAN ALANI	$a.a$	$a.a$
YÜZEY ALANI	$4.a.h + a.a$	$5.a.h + a.a$
%20 FAZLA YÜZEY		

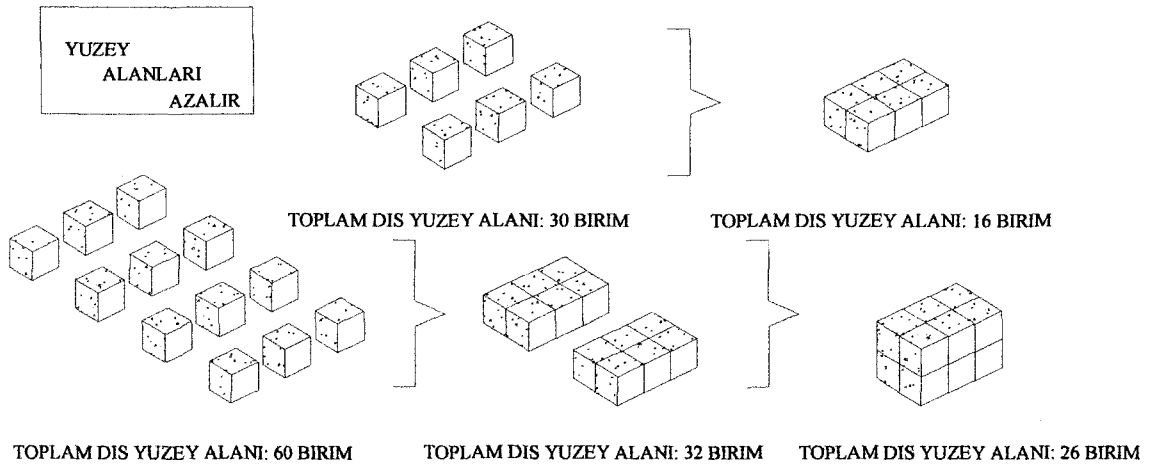
Şekil 2.13 Küp ve dikdörtgenler prizmasının yüzey alanlarının karşılaştırması (Utkutuğ, G., vd., 1997, s. 121 'den uyarlanmıştır)

Yapının sahip olduğu biçim, yapı içinde sağlanan ısısal konfor koşullarını korumak için harcanan enerji miktarını (ısıtma ve soğutma amaçlı) önemli ölçüde etkiler (Şekil 2.14) (Oğulata, R.T., 1983, s. 77). Yani yüzey alanlarının az tutulması iklimsel değişkenlerin yapıya etki alanlarını küçültmesi bakımından önem taşır (İlgaz, T., 1979, s. 35).



Şekil 2.14 Kullanım alanı ve dış ortam ile yüzey alanı ilişkisi
(İlgaz, T., 1979, s. 38 'den uyarlanmıştır)

Bitişik nizamda tasarlanan yapıların dış ortam ile olan yüzey alanları, ayrıık olarak tasarlanan yapılarınkinden daha az bir yüzey alanına sahip olmaları açısından olumludur (Şekil 2.15) (Çatal, H.H., 1999, s. 120). Dış yüzeyleri büyütmenin istenmeyen ısı kayıp ve kazançlarını artıracığı, tasarlama aşamasında göz önünde tutulmalıdır (Anon, 1998, s.4).



Şekil 2.15 Bitişik (Yatayda ve Düşeyde) Yapıların Dış Yüzey Alanları

Bu bina biçimlerinin özellikle yönelme ve diğer etkenler ile düşünülmesi en uygunudur. Zaten belirtilen etkenlerin hepsi bir bütün olduğu için birini diğerinden ayrı olarak düşünmemek gerekir.

- **Yapı Aralıkları**

Yapılar, tasarımları bağlamında aralarındaki uzaklıklara (aralıklara), yüksekliklerine ve birbirlerine göre olan konumlarına bağlı olarak, birbirleri için güneş ışıını ve rüzgar engelleri olarak işlev görebilir (Berköz, E., vd., 1995; Aydın, A.P., 1995, s. 4).

Yapı aralıklarının iklimsel değişkenlerin olumsuz olarak nitelendirilen etkilerini azaltacak şekilde düzenlenmesi, yapı içi ısısal konfor koşulları açısından önemlidir. Dolayısıyla mimarların bunu göz önünde bulundurmaları iyi olur.

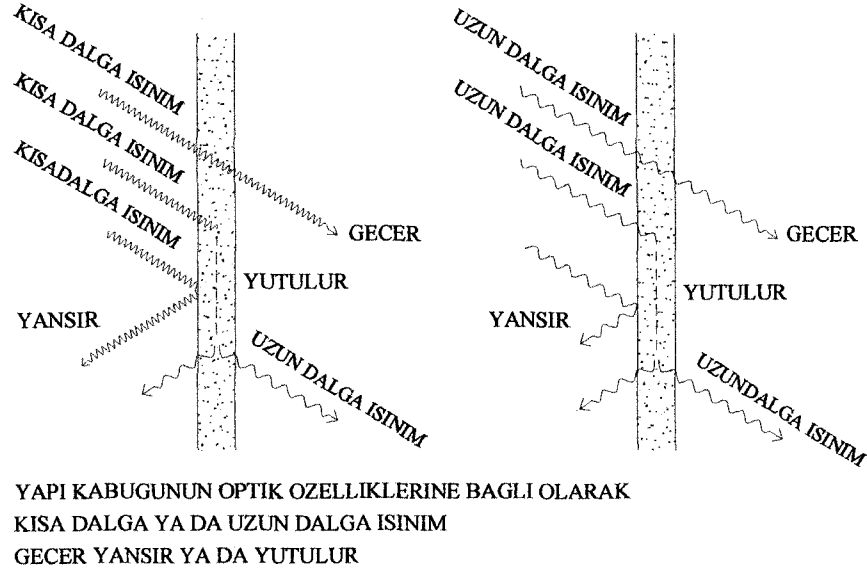
- **Yapı Kabuğunun Optik ve Termofiziksel Özellikleri**

Yapı kabuğu, enerji tasarrufu ve iç ısısal konfor koşullarının sağlanmasında en önemli değişkendir. Yapı kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri, kabuğun birim alanından, iklimsel etkenler sonucunda kazanılan ve kaybedilen ısı miktarını belirler (Bayazıt, M.O., 1997, s. 14).

Yapı kabuğunun optik özellikleri yutuculuk, geçirgenlik ve yansıtıcılıktır. Termofiziksel özellikleri ise saydamlık oranı, toplam ısı geçirme katsayısı, zaman geciktirmesi, genlik küçültme faktörüdür (Manioğlu, G., 1995, ss. 13-14; Bayazıt, M.O., 1997, s. 16; Çastapan, P., 1998, ss. 14-17; Ulusoy, M., 1998, ss. 7-8).

- **Yapı Kabuğunun Optik Özellikleri**

Yapı kabuğunu oluşturan saydam olmayan bileşenlerin yüzeylerinin rengine, dokularına bağlı olarak, yutuculuk ve yansıtıcılık, saydam bileşenlere bağlı olarak da geçirgenlik gibi özellikler göstermesi, birim alandan ışıını ile kazanılan ve kaybedilen ısı miktarını belirler (Yılmaz, Z., 1983, s. 18; Kocaaslan, G., 1991, s. 4).



Şekil 2.16 Kısa ve uzun dalga ısıtım ile yapı kabuğunun optik özellikleri

- Yapı Kabuğunun Saydamlık Oranı

Yapı kabuğunun ışık geçiren bölümü saydam olarak belirtilir. Dolayısıyla saydam olmayan bölüm de ışık geçirmeme özelliğine sahiptir.

Yapı kabuğunun saydamlık oranı, saydam bileşenlerinin yüzey alanlarının tüm kabuk yüzey alanına oranıdır. Saydam olan ve olmayan bileşenlerin ısı iletkenlikleri farklılık gösterdiği için; saydamlık oranı, yapı iç ve dış ortamı arasındaki ısı alışverişinde önemli bir etkidir (Yılmaz, Z., 1983, s. 17; Manioğlu, G., 1995, s. 14).

- Yapı Kabuğunun Toplam Isı Geçirme Katsayısı

Homojen bir yapı ürününün kararlı hal koşullarında karşılıklı iki yüzeyi arasındaki birim sıcaklık farkı için; birim alanından, birim zamanda ve yüzeylere dik yöndeki birim kalınlığından iletim yolu ile geçen ısı miktarı o malzemenin *ısı iletkenliğini* (k) verir (Mc Campbell, B.H., 1991, s. 226).

Her yapı ürününde farklı olan ısı iletkenliğini etkileyen faktörler:

- Yapı ürününün moleküler yapısı (yoğunlaştıkça iletkenlik artar)
- Birim hacim ağırlığı (arttıkça iletkenlik artar)
- İçinde barındırdığı hava boşluğu (azaldıkça iletkenlik artar)

- İçindeki nem miktarı (fazlalaştıkça iletkenlik artar)
- Sıcaklık düzeyi (arttıkça iletkenlik artar)

(Utkutuğ, G., vd., 1997, s. 54).

Sınırlayıcı bir öğenin iki yüzeyi arasından iletim yoluyla geçen ısı miktarı, onu oluşturan yapı ürünlerinin ısı iletkenliği (k) ile doğru, kalınlığı (d) ile ters orantılıdır. Kararlı hal koşullarında, tek ve homojen malzemeden yapılmış bir yapı bileşeninin, kalınlığına (d) ve ısı iletkenlik değerine (k) bağlı olarak; karşılıklı iki yüzeyi arasındaki birim sıcaklık farkı için birim alandan, birim zamanda iletim yolu ile geçirdiği ısı miktarına **ısı geçirgenliği (C)** denir (Mc Campbell, 1991, s. 226).

Isı geçirgenlik direnci (R) ısı geçirgenliğinin aritmetik tersidir. Tek katmanlı bir yapı bileşeninin iletim yolu ile iki yüzeyi arasında ısı geçişine gösterdiği karşı koymadır (Mc Campbell, 1991, s. 226).

Kararlı hal koşullarında, tek katmanlı bir kabuk bileşeninin yüzeylerinin temas ettiği ortamların hava sıcaklıkları arasındaki fark 1 °C (veya 1K) olduğu zaman; bileşeni aşarak bir ortamdaki havadan diğer ortamdaki havaya iletim, taşınım ve ışıınım yolu ile, birim alandan birim zamanda geçen ısı miktarına o bileşenin **ısı geçirme katsayısı** denir (Çaştaban, P., 1998, s. 15). Yalnız çok katmalı kabuk bileşenlerinde durum biraz farklıdır.

Çok katmanlı kabuk bileşenlerinde **toplam ısı geçirme katsayısı**:

- Kabuğu oluşturan bileşenlerin ısı geçirgenlik dirençlerine (iletim),
- İç yüzeysel ısı iletim direncine (taşınım),
- Dış yüzeysel ısı iletim direncine (taşınım),
- Kabuk iç yüzeyinden ışıınım yolu ile ısı aktarımına ilişkin iç yüzeysel dirence (ışıınım),
- Kabuk dış yüzeyinden ışıınım yolu ile ısı aktarımına ilişkin dış yüzeysel dirence (ışıınım),
- Kabuk katmanları arasında boşluk varsa boşluğun ısı geçirgenlik direncine (boşluğa bakan yüzeylerin ısıma özelliğine, birbirleri arasındaki mesafeye, boşluk içindeki havanın akış hızına, ısı akış yönüne, yüzeylerin sıcaklık farklarına, boşluğun yatay ya da düşey oluşuna vb. göre değişkenlik gösterir) bağlıdır (Utkutuğ, G., vd., 1997, ss. 51-70).

Direnç karşı koyma olduğu için yapı kabuğunun yukarıda bahsedilen dirençleri, söz konusu ısı geçiş şekillerine, sahip oldukları özellikler bağlamında karşı koyarlar. Bu açıdan mimarlar

hangi ısı geçişine yönelik, nasıl bir yapı ürününü, ne şekilde kullanacaklarını bilirlerse iyi olur.

- **Yapı Kabuğunda Zaman Geciktirmesi ve Genlik Küçültme Faktörü**

Zaman geciktirmesi gün içinde, kabuk bileşenini etkileyen, iklimsel değişkenlerin belirlediği en üst düzeydeki sıcaklığın etkisinin, bileşenin iç yüzeyinde en üst düzeyde yüzey sıcaklığını oluşturuncaya kadar geçen süreyi belirler (Olgyay, 1963, s.115).

Genlik küçültme faktörü ise, gün içinde ele alınan kabuk bileşenine ilişkin en üst düzey ile ortalama iç yüzey sıcaklıklarının farkının, iklimsel değişkenlerin belirlediği en üst düzey ile ortalama dış sıcaklık farkına oranıdır. Ya da başka bir ifade ile; periyodik olarak değişen dış ortam sıcaklıkları , yapı kabuğunun saydam olmayan bileşenleri ısı depolama yeteneği ile doğru orantılı bir şekilde ısı akışını yavaşlatarak sıcaklık salınımlarının genliğini (ortalama sıcaklık değerinden sapma) düşürür. Buna genlik küçültme faktörü denir (Kocaaslan, G., 1991, s.5).

Zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü, kabuğun opak bileşeninin katmanlarını oluşturan yapı ürünlerinin ısı depolama kapasitesine bağlı olan ve bileşenin yalıtım kapasitesini belirleyen iki özelliştir. Bu iki fiziksel özelliğe bağlı olarak dış hava sıcaklığı ve güneş ışıının etkisi, genliği küçültmek ve belirli bir gecikme ile iç ortama geçirilmektedir (Yılmaz, Z., 1983, s. 25).

Zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü yapı kabuğunun bileşenlerini oluşturan katmanların ısı iletkenlik katsayıları, yoğunlukları, özgül ısıları, ve dolayısıyla ısı depolama kapasitelerinin bir sonucudur (Kocaaslan, G., 1991, s. 5).

2.3. Yapı İç Ortamına Bağlı Değişkenler

Yapı iç ortamında insanın çevresini, hava ve cisimler (yapı kabuğu, eşyalar vb.) teşkil eder (Tüzemen, T., 1968, s.3). İç ortam havasının sıcaklığı, nem oranı, hareket düzeyi ve iç ortamdaki yüzeylerin sıcaklıkları iç ısısal konforun belirlenmesinde etkilidirler (Berköz, E., 1969, s. 3; Vaughn Bradshaw, P.E., 1985, s. 12).

İnsanlar birbirlerinden farklıdır. Bir grup insanı, aynı anda, aynı yapı iç ortamında, ister biyolojik ve fizyolojik bakımdan farklı olduklarından, ister psikolojik bakımdan, isterse de bir başka farklılık nedeninden dolayı aynı iç ısısal konfor koşulları ile hoşnut etmek mümkün değildir. Bu nedenle uygun ısısal konfor, kişi için değil de grup için, olanaklar elverdiği sürece grubun en yüksek yüzdesinin hoşnut olacağı biçimde düşünülebilir (Yener, C., 1976, s. 2). Yani iç ısısal konforu etkileyen iç ortama bağlı değişkenler ancak yaklaşık değerler olarak belirtilebilir.

• İç Hava Sıcaklığı

Kuru termometre sıcaklığı olarak ifade edilen hava sıcaklığının iç ortamda ne olması gerektiğini bilebilmek için herşeyden önce insan metabolizmasını iyi bilmek gerekir (Berköz, E., 1969, s.3).

İnsan vücudu, metabolizması ile ısı üretir, bu ısı gıdaların oksijen ile yanması sonucu vücut organları içinde meydana gelir. Dolayısıyla insan vücudunun sıcaklığı, soğuk bir ortamda etraftaki sıcaklığın üstünde bir sıcaklıktadır. Diğer taraftan insan vücudu değişik şekillerde devamlı olarak ısı kaybeder. Vücut sıcaklığı üretilen ısı ile dışarı verilen ısı miktarı arasındaki dengeye bağlıdır (Aybers, N., 1961, s. 9).

İnsan vücudunun sıcaklığı yaklaşık 37 °C 'dir. Her zaman sıcak bir cisimden soğuk bir cisime ısı aktarımı söz konusu olduğu için, çevre sıcaklığı bu düzeyde olmadığı sürece ısı kaybedilir. Üstelik insan vücudu bu ısı kaybını önleyecek kalın bir tüy ya da post örtüsüyle korunmuş değildir. Bu yüzden insanın ısınması ya da serinlemesi için yapacağı şey iç ortam hava sıcaklığını ayarlamaktır. İnsanın kendini rahat hissettiği ortam sıcaklığı yaklaşık yaklaşık 20 °C civarındadır (Muncey, R.W.R., 1979, s. 3; Vaughn Bradshaw, P.E., 1985, s. 14; Zorer, G., 1991, s. 26; Anon, 1993b, s. 236; Turan, O., 1994, s. 29).

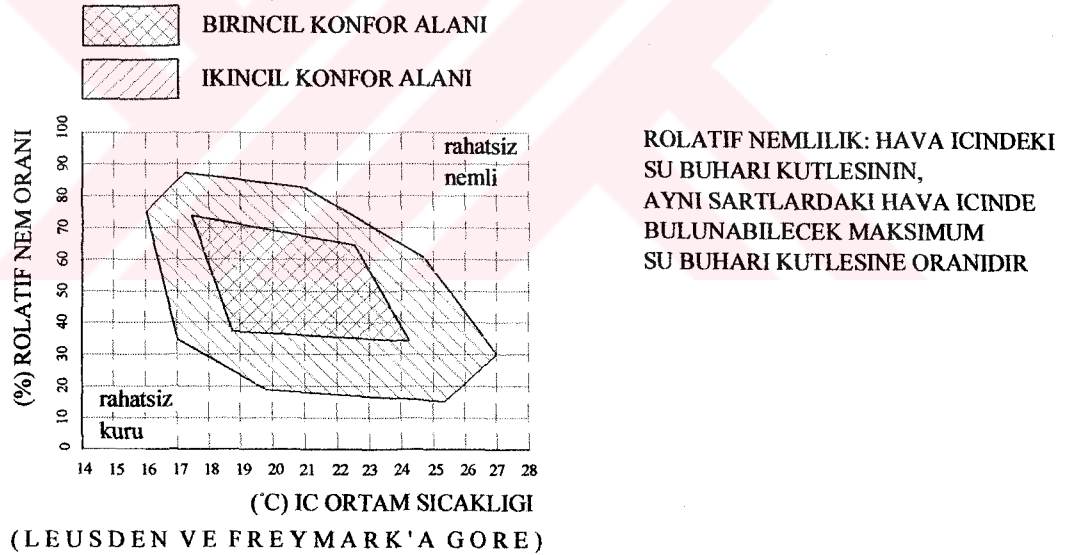
İnsanlar bulundukları ortamın çok sıcak ya da soğuk olmasından rahatsız olurlar. İnsanın gereksinim duyduğu konfor halini en fazla etkileyen dış sıcaklık ve buna bağlı olarak iç sıcaklıktır. Sıcaklığın değişmesi ile vücudun ısı kaybı çabucak azalır veya çoğalır. Dolayısıyla kış aylarında ısıtma, yaz aylarında serinletme yolları ile iç ortam hava sıcaklığı ayarlanmalıdır. Ama insanın gereksinim duyduğu iç ısısal konfor koşullarının oluşturulması için gerekli olan hava sıcaklığının ne olması gerektiği diğer değişkenler (iç ortama ve kişiye bağlı etkenler) ile birlikte söz konusu olabilir (Özer, M., 1974, s. 13).

• İç Hava Nemliliği

İç ısısal konfor koşullarının belirlenmesinde iç ortam bağıl nemi oldukça önemlidir. Birim hacimdeki havada bulunması olanaklı olan en fazla su buharı miktarına, mevcut su buharının miktarının oranı bağıl nem olarak tanımlanmaktadır ve yüzde (%) olarak ifade edilmektedir (Berköz, E., 1969, s. 3; Bozdağ, K., 1977, s. 213; Ilgaz, T., 1979, s. 8; Avlar, E., 1998, s. 14).

İç ortamdaki bağıl nem % 50 – 60 arasında normal sayılırken, % 50 'den az olursa iç ortam havası çok kuru, % 60 – 75 arasında nemli, % 75 'den fazla olursa ıslak ve yapış yapış olarak nitelendirilir ve rahatsız edicidir (Şekil 2.17) (Şerefhanoglu, M., 1981; Turan, O., 1998, s. 136).

Nemlilik, vücutla çevresi arasındaki ısı dengesi üzerinde doğrudan etkili olmamakla birlikte, hava içindeki su buharının doymuşluk derecesini ve özellikle vücuttan buharlaşan ve nefes ile kaybedilen ısı miktarını etkiler (Givoni, B., 1969, s. 56).



Şekil 2.17 Nem oranı – iç ortam hava sıcaklığı – iç ısısal konfor ilişkisi (Özer, M., 1974, s. 300; Kavas, E., 1997, s. 7; Akman, A., 1999, s. 50)

Kurumuş bir hava bünyesinde daha çok toz ve mikrop barındırır, mekandaki elektrostatik yükleri artırır, havadaki negatif oksijen iyonlarını azaltır, toz ve mikropları iyonize ederek zararlı hale gelmelerine neden olur. Bu durum insan metabolizmasının solunum yollarını etkiler, mukoza zarını kurutur. Kuruyan ve kabuklaşan mukoza zarı atmosferden solunan toz ve mikroorganizmaları filtre edememeye başlar. Nem oranı düşük atmosferlerde,

enfeksiyonlara yol açan bakteriler daha kolay ürerler. Böyle kuru bir havada, nemli havaya kıyasla virüslerin, bakterilerin, tozların ve yapı malzemelerinin açığa çıkarttıkları bazı gazların oranları daha fazla olabilmektedir (Akman, A., 1999, s. 48).

Yapı içindeki malzemelerin nem oranını dengeleyecek şekilde nemi bünyelerine çekip daha sonra tekrar iç ortama salmaları istenir. Normal bir iç sıva (tercihen kireç harçlı sıva) bunu sağlayabilir. Fakat sıva üzerine gelen yağlı boya ya da duvar kağıdı gibi ürünler bu davranışı engelledikleri için sağlıklı değildir (Kanca, A.C., 1980, s. 23).

Bir insan, hafif hareket durumundayken, saatte 100 Kcal. 'lık ısı vermektedir. Hacim insanlardan terleme yoluyla gizil ısı, taşınım, ışıınım ve iletim yoluyla da hissedilebilir ısı kazanmaktadır. Bu çeşit ısı kazançları sonucunda iç ortam sıcaklığı ve bağıl nemi yüzdesinde değişimler meydana gelmektedir (Berköz, E., 1969, s. 11).

Yapı kabuğundaki, pencere cam katmanlarının sayısı artırıldığında, eski kapı ve pencere boşlukları hava geçirmez hale getirildiğinde veya hava geçirmez yeni kapı ve pencerelerle değiştirildiğinde, iç ortam sıcaklığı azaltıldığında vb. yapı iç ortam havasındaki bağıl nem oranında bir artış gerçekleşir (Roulet, C.-A., 2001, s. 185).

Yapı iç ortamındaki nem oranını belirleyen etkenler şu şekilde sıralanabilir:

- İç ortam iç yüzey sıcaklıkları
- Isıtma sisteminin türü, bölgesel iklim özellikleri
- Kullanılan yapı ürünlerinin ve mobilyaların nitelikleri (higroskopi, difüzyon)
- İç ortamın boyutları (konutlarda kişi başına günde 12 litre su buharı açığa çıkmaktadır)
- İnsan sayısı (yetişkin bir insan saatte 60 gr. su buharı açığa çıkartır)
- İç ortamdaki eylemler
- vb.

(Akman, A., 1999, s. 49)

• İç Hava Hareketi

Isı taşınım katsayısı, hava hareket hızına bağlı olarak değişkenlik gösterdiğinden, hava hareketi hızı, vücudun taşınım yolu ile yaptığı ısı alışverişi üzerinde oldukça etkilidir. Ayrıca hava hareket hızı, havada bulunabilecek su buharı miktarını ve buharlaşma kapasitesini belirlediğinden buharlaşma yolu ile kaybedilen ısı miktarı üzerinde de oldukça etkilidir. Hava

hareketi vücuttan ısıyı uzaklaştırması, nemi kurutması, terlemeyi rahatlatması, havayı kirleten maddeleri uzaklaştırması açılarından gereklidir (Givoni, B., 1969, s. 59).

Sıcak hava koşullarında vücut yüzeyinden buharlaşmayı hızlandıran hava hareketleri hoş giderken, soğuk hava koşullarında, ısıtılmış hacimlerde konforsuzluk yaratarak hacmin sıcaklığını artırmayı gerektirir. Etkinlik düzeyine göre belirlenen sıcaklıklara hava hareketi nedeniyle eklenecek değerler Çizelge 2.2 'de gösterilmiştir (Kavas, E., 1997, s. 6)

Çizelge 2.2 Etkinlik düzeyine göre eklenecek değerler (°C) (Şerefhanoglu, M., 1981)

Hava hareketi (m/sn)	Uyku	Oturarak çalışma	Ayakta çalışma	Hareketli Çalışma
0.20	0.5	1	1	1.5
0.40	1	1.5	2	3
0.70	1.5	2	3	4
1.00	1.5	2.5	3.5	5

Serinletici durumlar için kullanılan hava hareketlerinin hızı;

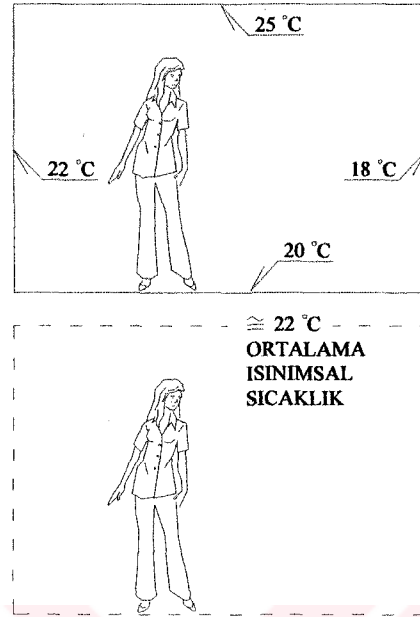
- < 0,25 m/sn ise dikkati çekmez,
- 0,25 m/sn – 0,50 m/sn ise hoş gider,
- 0,50 m/sn – 1,00 m/sn ise fark edilir,
- 1,00 m/sn – 1,50 m/sn ise hava akımları doğar,
- > 1,50 m/sn ise sinirlendirici hava akımları oluşur (Şerefhanoglu, M., 1981).

• İç Yüzey Sıcaklıkları

İç yüzey sıcaklıkları, iç ortamı meydana getiren yatay ve düşey elemanların (duvarlar, döşemeler, vb.) iç ortam havası ile ilişkili olan yüzeylerinin sıcaklıklarıdır (Berköz, E., 1969, s. 3). Etkinlik düzeyine bağlı olarak ısı üreten insan ile yapı kabuğunun iç yüzeyi arasında ısıtım yolu ile sürekli ısı alış verişleri olur. İç yüzey sıcaklığı, insanın bulunduğu ortamın hava sıcaklığından düşük değerlerde ise vücutundan ısı kaybı oluşur. İç yüzey sıcaklığı yüksek değerlerde ise, vücutuna ısıtım yolu ile gelen fazla ısı rahatsızlık yaratır (Zorer, G., 1995a, s. 42; Zorer, G., 2001, s. 66; Şerefhanoglu, M., 1997; Kavas, E., 1997, s.7).

İç yüzey sıcaklıkları mümkün olduğunca iç ortam havasının sıcaklığına yakın olmalıdır (Akman, A., 1999, s. 47; Tüzemen, T., 1968, s. 4). Bu fark ± 3 °C sınırları arasında olduğunda, hacimde bulunan kişi ortalama ısıtım sıcaklığı açısından konfor durumundadır (Zorer, G., 1996, s. 31; Zorer, G., 1995b, s. 49; Şerefhanoglu, M., 1997; Kavas, E., 1997, s.7). Ortalama ısıtım sıcaklığı, insan ile çevre yüzeyleri arasında ısıtım yoluyla oluşan ısı

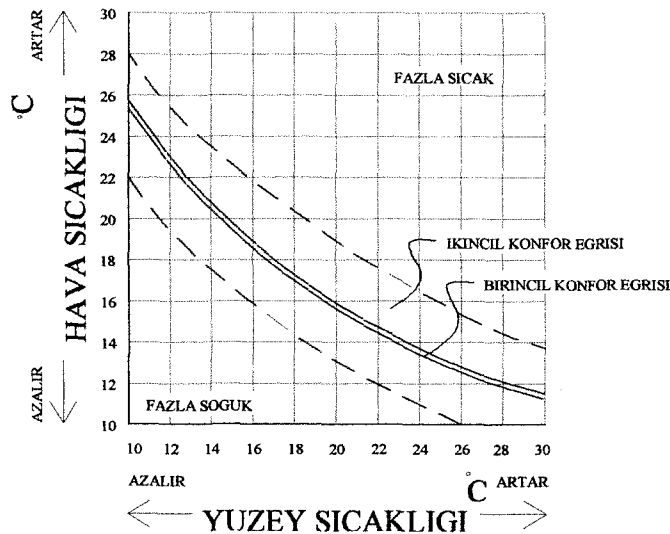
yayılımını belirlemek üzere çevre yüzeylerin sıcaklıklarını temsil eden bir sıcaklıktır (Şekil 2.18) (Utkutuğ, G., vd., 1997, s. 9).



NOT: DUYARLILIKLA OLCULMESİ KOLAY OLMAYAN BU SICAKLIĞI ÇEVRE YÜZEYLERİN SICAKLIĞINA, İNSANIN BU YÜZEYLER İLE OLAN KONUMUNA BAĞLI OLARAK HESAPLAMAK OLANAKLIDIR

Şekil 2.18 Ortalama ışımsal sıcaklık (Utkutuğ, G., vd., 1997, s. 103 'den uyarlanmıştır)

Ortalama ışımsal sıcaklık, ısısal konfor üzerinde hava sıcaklığından yaklaşık % 40 daha fazla etkiye sahiptir. Hava sıcaklığındaki her 1,5 °C 'lik azalma için 1 °C 'lik ortalama ışımsal sıcaklık artışı aynı ısısal konforu yakalamak için yeterlidir. Yalıtımsız bir yapıda kabuk yüzeyleri yalıtımlı bir yapıdan daha soğuk olduğundan aynı ısısal konforun sağlanması için daha yüksek hava sıcaklığı, dolayısıyla fazla enerji tüketimi gerekir (Utkutuğ, G., vd., s.10).



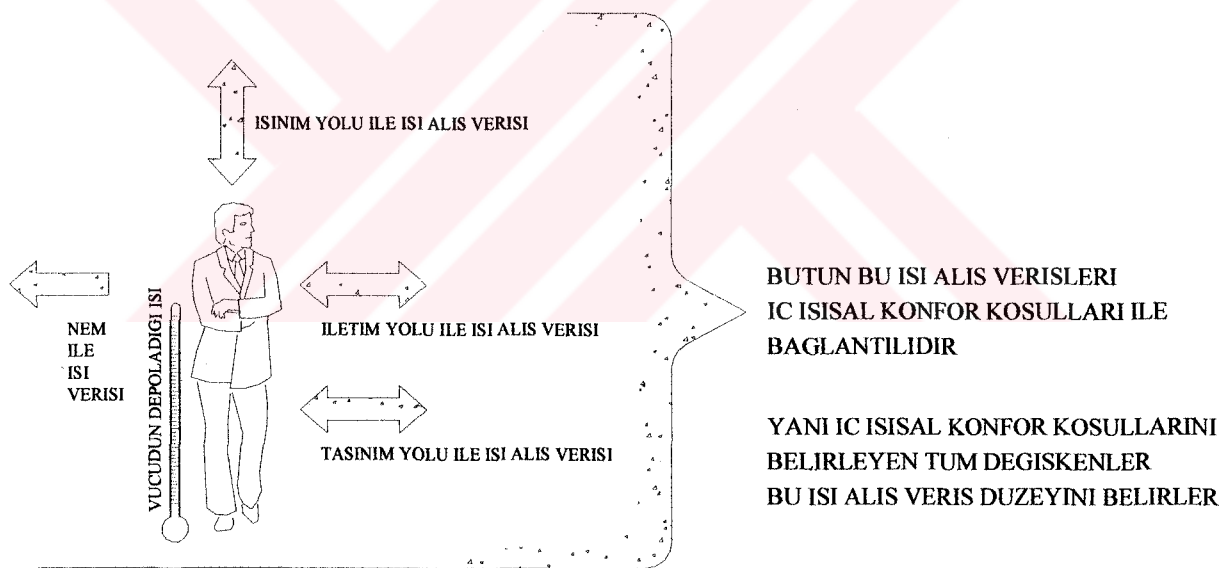
Şekil 2.19 İç yüzey sıcaklığı – iç ortam hava sıcaklığı – iç ısısal konfor ilişkisi (Turan, O., 1994, s. 29; Turan, O., 1998; Akman, A., 1999, s. 47 'den uyarlanmıştır).

Şekil 2.19 'da İç yüzey sıcaklığının hava sıcaklığına bağlı olarak iç ısısal konfor koşulları üzerindeki etkisi belirtilmiştir.

2.4. Kişiyeye Bağlı Değişkenler

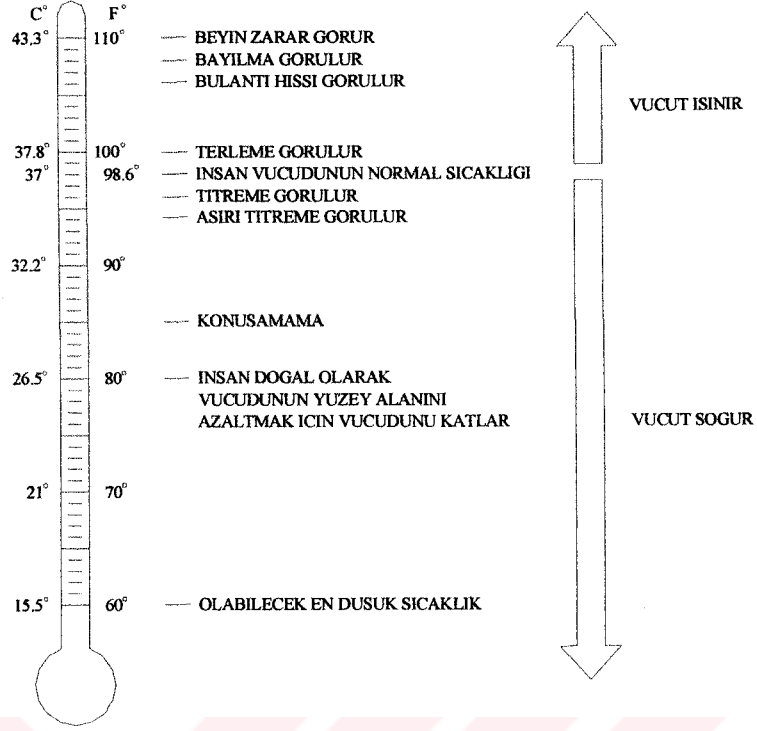
İç ortam hava sıcaklığı, nemi, hareketi ve iç yüzey sıcaklıklarının ışıınım etkisiyle o mekanda hissedilen sıcaklığa *efektif sıcaklık* denir. İç ısısal konfor koşullarının oluşması için gerekli olan efektif sıcaklığının değeri kişisel değişkenlere bağlıdır (Özer, M., 1974, s. 15).

Yapı iç ortamında ısısal konfor koşullarının sağlanmasının ilk koşulu insanın çevresiyle ısı dengesinin kurulmasıdır (Vaughn Bradshaw, P.E., 1985, ss. 15-16). İnsanın çevresiyle devamlı olarak ısı dengesini kurması; ışıınım, iletim, taşınım ve nem yolları ile verdiği ve aldığı ısıya bağlıdır (Şekil 2.20) (Aybers, N., 1961, s. 9; Vaughn Bradshaw, P.E., 1985, ss. 15-16; Roulent, C.-A., 2001, s. 185)



Şekil 2.20 İnsan metabolizmasının çevresi ile olan ısı alış verişi biçimleri (Vaughn Bradshaw, P.E., 1985, s. 16 'dan uyarlanmıştır)

İnsan vücudu, besinler ve solunum sırasında aldığı oksijen yardımıyla ısı üretir ve çevresiyle sürekli bir ısı alışverişi içinde olur. İnsan sağlığının sürekliliği için, vücut tarafından üretilen ısı miktarının, alınan ve verilen ısı miktarını dengelemesi gerekmektedir. Aksi takdirde, vücut sıcaklığında yükselme ya da azalma meydana gelecek, dolayısıyla da insan sağlığı üzerinde olumsuz sonuçlar doğuracaktır (Şekil 2.21) (Çaştaban, P., 1998, ss. 3-4)



Şekil 2.21 İnsanın çevresi ile ısı alış verişinin dengesinin kurulamaması
(Vaughn Bradshaw, P.E., 1985, s. 14 'ten uyarlanmıştır)

İnsan metabolizmasının çevresi ile olan ısı dengesini kurması üzerinde, iç ısısal konforu etkileyen diğer bütün değişkenlerin belirleyici olduğu bir gerçektir. Ama insanın kendisine bağlı olan değişkenler (ölçülebilir ve ölçülmesi zor ya da olanaksız değişkenler) bu ısı dengesinin kurulmasında herkese genellenemeyecek özellikte iç ısısal konfor gereksinimleri ortaya çıkarmaktadır (Martin, P.L., Oughtan, D.R., 1995, s. 86).

Kişiyeye bağlı değişkenleri ölçülebilir ve ölçülmesi zor ya da olanaksız etkenler diye ikiye ayırmak mümkündür (Kavas, E., 1997, s. 8).

• Ölçülebilir Değişkenler

Kişinin bulunduğu iç ortamda kendisini iç iklimsel konforda hissedebilmesinde kendisi ile ilgili olan değişkenler önem taşır. Bu değişkenler;

- Metabolizma
- Etkinlik düzeyi
- Giysilerin ısı yalıtımı değeri

şeklinde sıralanabilir (Kavas, E., 1997, s.8).

Kişinin etkinlikte bulunabilme kapasitesi, ağırlığı, yüzey alanı, yaşı, cinsiyeti vb. metabolizmanın özellikleridir (Vaughn Bradshaw, P.E., 1985, s. 16).

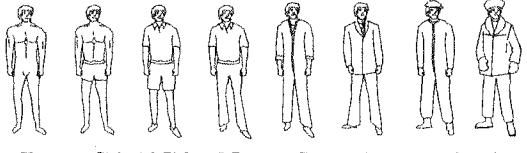
Metabolizma hareket ve faaliyetleri sonucunda bir miktar ısıyı çevreye vererek kaybetmek zorundadır (Tüzemen, T., 1968, s. 3). İç ısısal konforun insan tarafından kabul edilebilirliği insan vücudunda üretilen ısıнын çevreye yayılışı sonucunda oluşan ısı dengesinin de bir fonksiyonu olduğuna göre, etkinlik (aktivite) düzeyi de iç ısısal konforu belirleyen değişkenlerden biridir. İnsan vücudunda birim alandan birim zamanda üretilen enerji miktarı (metabolizma düzeyi) çoğu kez MET birimi ile ifade edilmektedir (Şekil 2.22) (Zorer, G., 1991, s. 28; Utkuğ, G., vd., 1997, s.10).

AKTIVITE	W/m ²	MET	AKTIVITE DUZEYLERINE BAGLI OLARAK MET DEGERLERI DEGISKENLIK GOSTERIR
ISTIRAHAT			
UYUMAK	40	0,7	
UZANMAK	45	0,8	
AYAKTA DURMAK	70	1,2	0 km/h
YURUYUS			
0,89 - 1,79 m/sn	115 - 220	2,0 - 3,8	
OFIS AKTIVITELERI			
OTURARAK OKUMA	55	1,0	0 km/h
YAZMA	60	1,0	0 km/h
TASIMA, KALDIRMA	120	2,1	0 km/h
OTO/ UCAK			0 km/h
OTO KULLANMA	60 - 115	1,0 - 2,0	0 km/h
UCAK YOLCULUGU	70	1,2	0 km/h
UCAK INERKEN	105	1,8	0 km/h
AGIR VASIT KULLANMA	185	3,2	0 km/h
CESITLI UGRASLAR			0 km/h
YEMEK PISIRME	95 - 115	1,6 - 2,0	0 km/h
TEMIZLIK	115 - 200	2,0 - 3,4	0 km/h
DIKIS	185	1,8	0 km/h
50 KG YUK KALDIRMA	235	4,0	0 km/h
BOS VAKIT			0 km/h
DANS	140 - 255	2,4 - 4,4	0 km/h
EGZESIZ	175 - 235	3,0 - 4,0	0 km/h
BASKETBOL	290 - 440	5,0 - 7,6	0 km/h
GUNES	410 - 505	7,0 - 8,7	0 km/h

Şekil 2.22 İnsan etkinliklerinin (aktivitelerinin) MET değerleri
(Utkuğ, G., vd., 1997, s. 104 'ten uyarlanmıştır)

Giysi türleri insan ile çevresi arasındaki ısı yayımını etkileyen önemli kişisel değişkenlerden birisidir. Giysilerin ısı aktarım direnci genellikle Clo birimi ($1 Clo = 0,55 m^2K/W$) ile ifade edilmektedir (Şekil 2.23) (Zorer, G., 1991, ss. 26-28; Utkuğ, G., vd., 1997, s.10).

GIYIM	m ² K/W	CLO
CIPLAK	0	0
SORT	0,015	0,1
TIPIK TROPİKAL GIYIM (KISA SORT, KISA KOLLU ACIK YAKALI GOMLEK, INCE CORAP VE SANDALETLER)	0,045	0,3
HAFIF YAZ GIYIMI (INCE PANTOLON, KISA KOLLU ACIK YAKALI GOMLEK)	0,08	0,5
HAFIF CALISMA (INCE IC GIYIM, UZUN KOLLU PAMUKLU IS GOMLEGI, IS PANTOLONU, YUN CORAP VE AYAKKABILAR)	0,11	0,7
KIS AYLARINDA IC MEKAN (IC CAMASIR, UZUN KOLLU GOMLEK, PANTOLON, UZUN KOLLU SUETLER VEYA CEKET, KALIN CORAP VE AYAKKABILAR)	0,16	1,0
GELENEKSEL KALIN AVRUPA CALISMA GIYIMI (UZUN PACALI VE KOLLU PAMUKU IC GIYIM, GOMLEK, PANTOLON, YELEK, CEKET, YUN CORAPLAR VE KALIN AYAKKABILAR)	0,23	1,5

 0 CLO 0,1 CLO 0,3 CLO 0,5 CLO 0,8 CLO 1,0 CLO 1,5 CLO 3 CLO	GIYIM DUZEYLERINE BAGLI OLARAK ISI AKTARIM DIRENCI DEGISKENLIK GOSTERIR
--	--

Şekil 2.23 İnsan giyim düzeylerinin CLO değerleri
(Utkutuğ, G., vd., 1997, s. 105 'ten uyarlanmıştır)

İnsan, bu değişkeni metabolizmasının gereksinim duyduğu ısısal konfor koşullarını sağlamak için çok kolay bir şekilde kullanır. Kişiden kişiye değişen giysi türleri, aşırı farklı uçlarda ısısal konfor gereksinimi duyan kişilerin aynı mekanda toplanması esnasında bireye özel konfor sağlar.

• Ölçülmesi Zor ya da Olanaksız Olan Değişkenler

Kişinin bulunduğu iç ortamda kendisini iç ısısal konforda hissedebilmesinde ölçülmesi zor ya da olanaksız olan etkenler, kişiden kişiye değişkenlik gösterirler. Bunlar;

- Havaya alışma
- Yaş ve cinsiyet
- Deri altı yağı
- Sağlık durumu
- Yiyecek ve içecekler

şeklinde sıralanabilir (Kavas, E., 1997, s.8).

İnsanın bir ortama ilk defa girişine bağlı olarak, metabolizmanın ortama alışması (ortamla ısı dengesini oluşturması) için bir süre gereklidir.

Kadınlar ve yaşlılar, gençler ve erkeklere oranla genelde daha düşük metabolizmik hıza sahip olmakla beraber, iç ısısal konfor koşulları açısından daha hassastırlar (Utkutuğ, G., vd. 1997, s.10).

Dengesiz bir deri altı yağı oluşumu herşeyden önce metabolizmanın yüzey alanını gereksiz olarak artıracaktır.

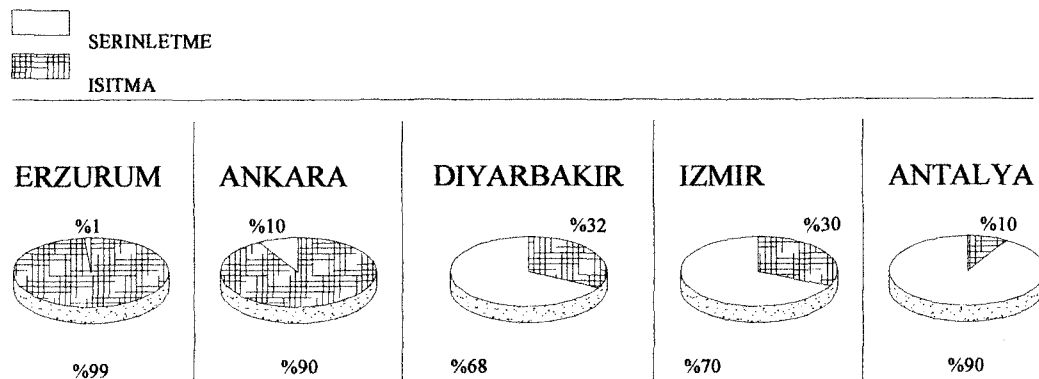
Metabolizmanın hastalık düzeyine bağlı olarak tüm vücudun ısı dengesi olumsuz biyolojik etkenler tarafından belirlenir.

İnsanın gereksinimlerinden biri olan beslenme, metabolizmanın sıvı dengesini, ağırlığını, sindirim organlarının çalışmasını ve buna paralel olarak da kan atış hızını vb. değiştirebilir. Bütün bunlar ısı dengesi üzerinde belirleyici olabilir.

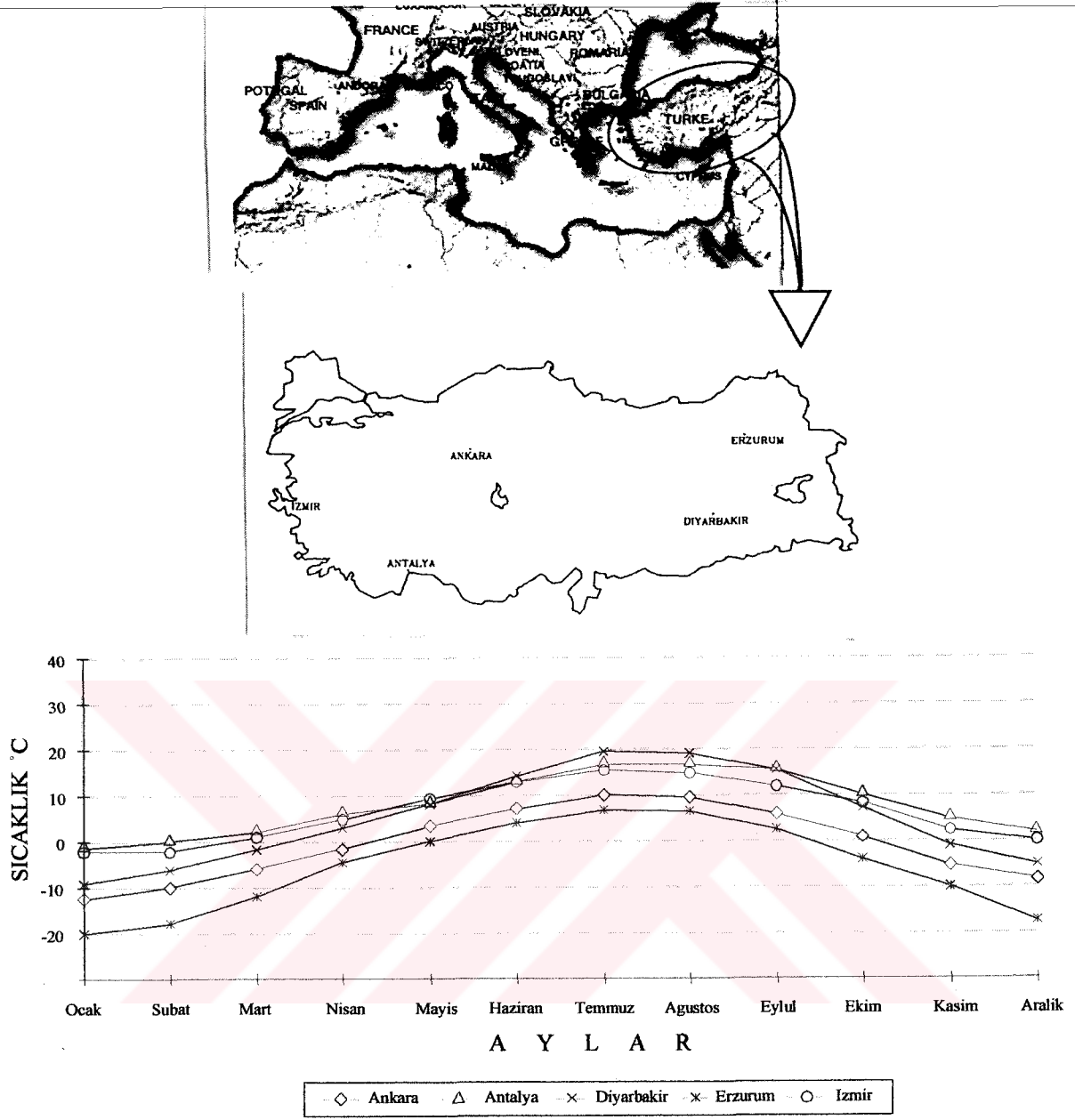
2.5. Enerji Kullanımı ile İlgili Değişkenler

Yaz ve kış iklimlerinde dış çevre sıcaklığı insan metabolizmasının ısı dengesini bozar (insan metabolizmasında sıkıntı, terleme, üşüme vb. oluşur) (Tüzemen, T., 1968, s. 3). İnsan iklimsel değişkenleri aktif bir şekilde kendine uygun olarak değiştirme olanaklarına sahip olmadığı için yapı adı verilen yapma çevreler ile elde ettiği iç ortamlarda enerji kullanımına giderek gereksinim duyduğu iç ısısal konfor koşullarını oluşturur (Özer, M., 1974, ss. 12-13; Anon, 1983c, s. 1925; Dağsöz, A.K., 1991, s. 127).

Türkiye 'nin iklimsel özellikleri hem ısıtma ve hem de serinletme amaçlı olarak enerji kullanımını zorunlu kılmaktadır (Şekil 2.24, Şekil 2.25).



Şekil 2.25 Türkiye 'nin beş ilinde belirlenmiş yıllık ısıtma ve serinletme oranları (İnanici, M.N., Demirbilek, F.N., 2000, s. 51)



Şekil 2.24 Türkiye'nin beş ilinde belirlenmiş aylara göre sıcaklık değişimi (İnanici, M.N., Demirbilek, F.N., 2000, ss. 42-43).

Bir yapının enerji gereksinimi üzerinde iç ısısal konfor koşullarını belirleyen değişkenler olarak tarif ettiğimiz iklimsel, yapısal, yapı iç ortamına, kişiye ve enerji kullanımına bağlı etkenlerin hepsi belirleyicidir (Anon, 1984d, s. 1721). Enerji kullanımına bağlı etkenler enerji kaynağının türüne ve kullanılan sistemin türüne göre değerlendirilir.

• Kullanılan Enerji Kaynağının Türü

Doğada bir çok biçimde bulunan enerji başka bir biçime ya da biçimlere dönüşebilir (Supurgeon, R., Flood, M., 2000, s. 6). Enerji doğada bulunduğu biçimiyle ya da istenen

başka bir biçime dönüşebilme esnekliği ile yapılardaki ısıtma ve serinletme gereksinimlerini karşılama özelliğine sahipse yapıların iç ısısal konfor koşullarını sağlayan enerji kaynağı olarak adlandırılır.

Dünyadaki mevcut enerji kaynakları kabaca; *fosil*, *yenilenebilir* ve *yeni* olarak sınıflandırılır. Kömür, petrol ve doğalgaz, fosil kaynaklardır. Su, güneş, rüzgar, jeotermal ve biyokütle yenilenebilir kaynakları oluşturur. Nükleer enerji, yakıt hücreleri ve hidrojen enerjisi gibi, yakın zamanlarda gündeme gelmiş olan kaynaklarsa, yeni kaynaklar olarak sınıflandırılır (Altın, V., 2002, s. 4).

Bir başka sınıflandırma biçimi de *birincil-ikincil* ayırımına dayanır. Başka enerji kaynaklarından elde edilmemiş olan kaynaklara *birincil*, öyle olanlara *ikincil* denir. Örneğin fosil kaynaklar birincildir. Ama elektrik; su gücünden elde edilmişse ikincil sayılır. Bu ayırım, enerji kaynaklarının kullanımının değerlendirilmesi açısından önemlidir ve birincil kaynaklar özet olarak; fosil yakıtlar, hidro ve nükleere ek olarak, diğer kaynaklardan (Jeotermal, rüzgar, güneş ve biyokütle yani odun ve atıklar) oluşur (Altın, V., 2002, s. 4).

• Kullanılan Sistemin Türü

Enerjinin türü ile kullanıldığı sistemin türü arasındaki uyum enerjinin verimli olarak kullanılması açısından önemlidir.

Yapılarda enerjinin ısıtma amacıyla kullanıldığı sistemler:

- sıcak sulu ısıtma sistemleri (radyatörlerden ısıtılmalı, döşemeden ısıtılmalı vb.)
- sıcak havalı ısıtma sistemleri (üflelemeli, üflelemesiz vb.)
- vb.

gibi sistemlerdir. Bir çok birime (birbirinden bağımsız yapı iç ortamlarına) hitap eden merkezi sistemler olabilecekleri gibi; tek bir birime (bir yapı iç ortamına) hitap eden bağımsız sistemler de olabilir. Pasif sistemler (enerjinin istenen biçime dönüşmesi ve kullanılması doğal düzenekler ile sağlanabilir) olabilecekleri gibi; aktif sistemler (enerjinin istenen biçime dönüşmesi ve kullanılması mekanik düzenekler ile sağlanır) de olabilirler (Anon, 1982, s. 580; Anon, 1983c, s. 1925; Anon, 1990, s. 1614; Anon, 1994b, ss. 42-43).

Yapı içindeki aydınlatma araçları ve makineler kullanım şekillerine, sürelerine vb. bağlı olarak yapı iç ortamına ısı kazancı sağlarlar. Dolayısıyla bu araçların da iç ısısal konfor üzerinde etkileri vardır (Berköz, E., 1969, s. 11).

Yapılarda serinletme için kullanılan sistemler de merkezi ya da bağımsız, pasif ya da aktif olabilecekleri gibi; genellikle serin hava üflemeli olup elektrik enerjisi ile çalışırlar.



3. YAPI KABUĞU VE ISI ENERJİSİ

İnsanın gereksinim duyduğu ısısal konfor koşulları, yapı kabuğu ile sağlanan iç ortamda enerjinin doğal ve yapay yollarla kullanımı ile oluşturulur ve denetlenir. Yapı içi ısısal konfor koşullarını belirleyen ısı enerjisinin iç ve dış ortam arasındaki geçişini yapı kabuğu belirler. Bu yüzden yapı içinde oluşturulacak ısısal konfor koşullarını, yapı kabuğu ile ısı enerjisi arasındaki ilişkiden bağımsız düşünmek mümkün değildir.

3.1. Yapı Kabuğu

“İnsan, korunma amacıyla bir örtünün (kabuğun) altında olmayı ister, buna gereksinim duyar. Kabuklar temelde korunmaya yönelik olmanın yanında, tek başına bir kullanımı yerine getiren bölümleri (birimleri) de toplayarak örter” (Balanlı, A., 1994, s. 57).

Doğal çevre, serbest atmosfer, higro – termik koşulların dengelenemeyip olduğu gibi alındığı, her türlü atmosferik koşulu kapsayan, ya da tasarlanan kapalı ortamların dışında kalan, bir başka deyişle; yapının kabuğu ile sarılan, sınırlandırılan iç çevre yapının iç ortamıdır. Yapının da içinde bulunduğu dış çevre ise yapının dış ortamı olarak adlandırılır (İlgaz, T., 1979, s. 6; Balanlı, A., Öztürk, A., 1995b, s. 46).

Yapı kabuğu istenen ve istenmeyen koşulları birbirinden ayırdığı için sınırlayıcı özelliğe sahiptir (İlgaz, T., 1979, s. 6).

Yapı kabuğunun oluşturulması belli bir amaç doğrultusunda birçok değişkene bağlı olarak, gereksinimlerin ve olanakların dengelenmesi işlemidir (Yıldız, A., 1998, s. 7; Kazu, İ.Y., 1993, s. 69). Oluşturulan kabuk elemanlarının yerine getirmesi beklenen görevler Çizelge 3.1’de belirtilmiştir

Çizelge 3.1 Yapı Kabuğunun Görevleri (Balanlı, A., 1994, s. 57)

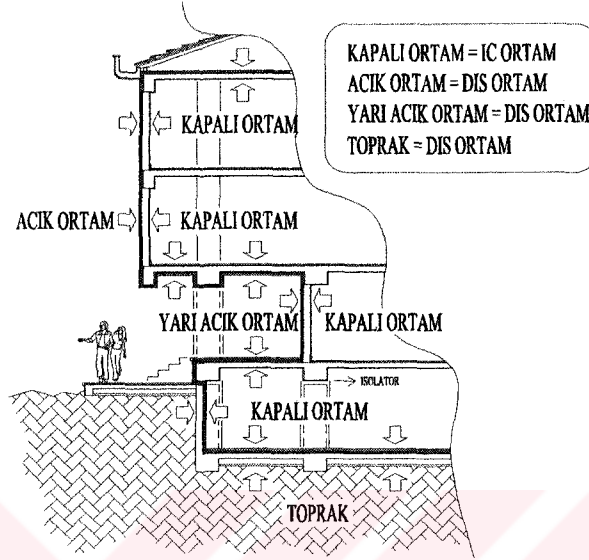
Y A P I K A B U Ğ U N U N G Ö R E V L E R İ	
YALITIM	ISI, SES, SU, TOZ, DUMAN VB.
GÜVENLİK	HIRSIZ, HAYVAN VB.
DENETİM	GÜNEŞ, YABANCI GÖZ VB.

Yapıyı doğal çevreden sınırlayan, dış yüzeyini oluşturan bu kısımlar,

- Çatı (ve çatı alanı üzerinde yer alan bileşenler),

- Dış duvar (ve dış duvar üzerinde yer alan bileşenler),
- Altında açık ya da yarı açık ortam barındıran döşemeler,
- Yapının doğal zemin ile temasta bulunan duvar ve döşemelerinden oluşmaktadır

(Şekil 3.1) (İlgaz, T., 1979, s. 35).



Şekil 3.1 Dış ortam – yapı kabuğu – iç ortam ilişkisi

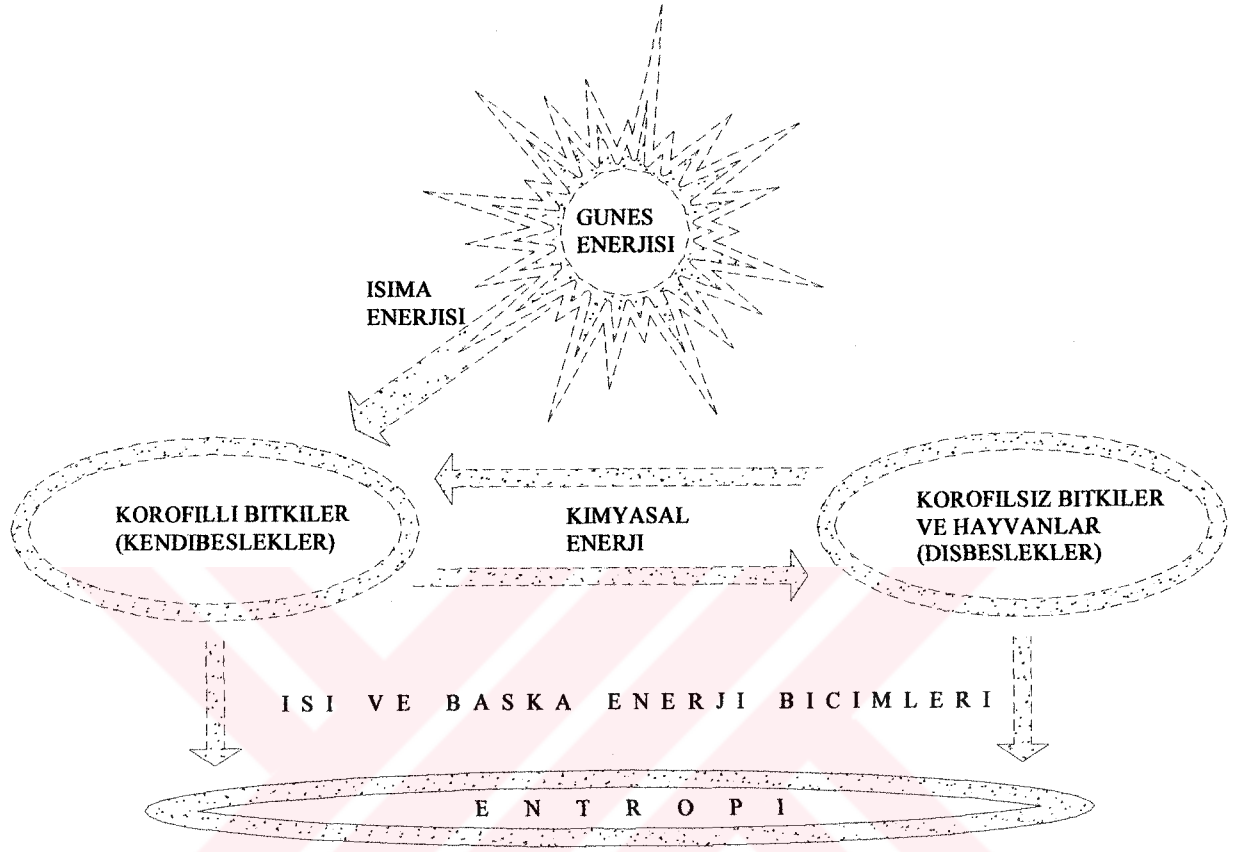
Yapılarda enerji kullanımı, yapı kabuğunun tasarlanmasıyla doğrudan ilişkilidir (Küçükdoğu, M.Ş., 1976, s. 2). Enerji kullanımını zorunlu kılan etkenlerden başlıcası ısısal konfor gereksinmesidir (Çaştaban, P., 1998, s. 3). Yapı kabuğu iklimsel değişkenlerin etkilerini kontrol altına alarak, kapalı bir mekanda istenen yapı içi ısısal konfor koşullarının sağlanmasında etkili bir öğedir (Ulusoy, M., 1998, s. 1). Yalıtım ile yapı kabuğunun ısı geçirgenlik direnci artırılır böylece istenmeyen ısı kayıp ve kazançları önlenmiş olur (Çalikoğlu, E., 1996, s. 19).

Türkiye de; nüfus artışı ve teknolojinin gelişimine paralel olarak enerji ihtiyacı da giderek artmaktadır (Çalikoğlu, E., 1996, s. 18). Dolayısıyla yapı kabuğunun ısı enerjisi ile olan ilişkisinin doğru tasarlanması önemlidir.

3.2. Isı Enerjisi

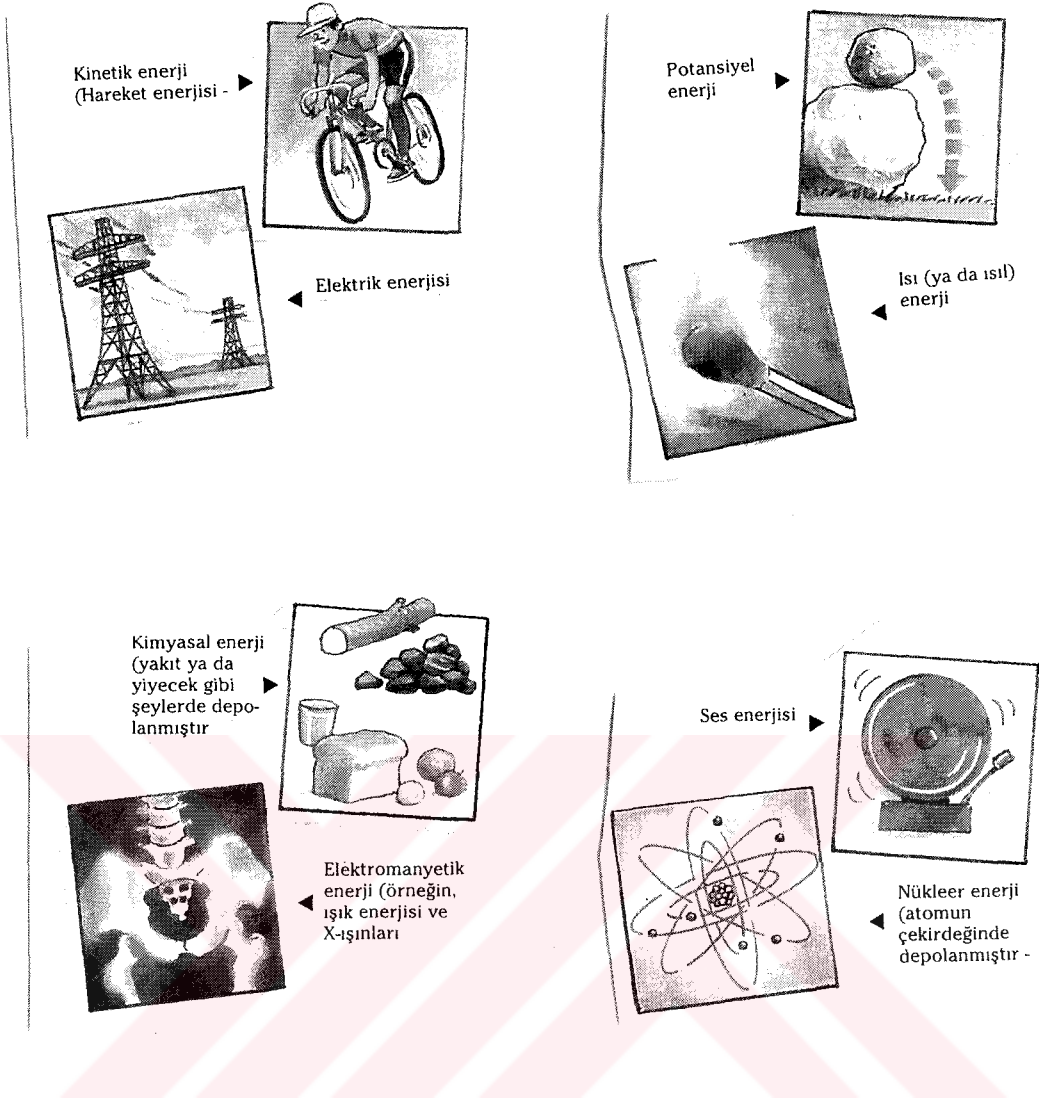
Enerji, yaşamı oluşturan değişimin ve hareketin nedenidir (Supurgeon, R., Flood, M., 2000). Kendiliğinden var olmaz ve kendiliğinden yok olmaz. Enerji bir sistemden kazanılır veya kaybedilir (Anon, 1986b, s. 156).

Dünyada tüketilen enerjinin hemen tümünün kaynağı güneştir denilebilir. Güneşte nükleer bir tepkime oluşur ve bu tepkimeden güneş enerjisi veya bu enerjinin dönüştüğü mekanik ve kimyasal enerji şeklinde yararlanılır (Şekil 3.2) (Anon, 1994a, s. 10).



Şekil 3.2 Güneş enerjisinin dünya üzerindeki etkisi
(Anon, 1983a, s. 1229 'den uyarlanmıştır)

Enerji hiçbir zaman yok olmaz, başka enerji biçimlerine (türlerine) dönüşür (Anon, 1994a, s. 12). Şekil 3.3 'de bu biçimlerin bazıları örnek olarak gösterilmiştir.



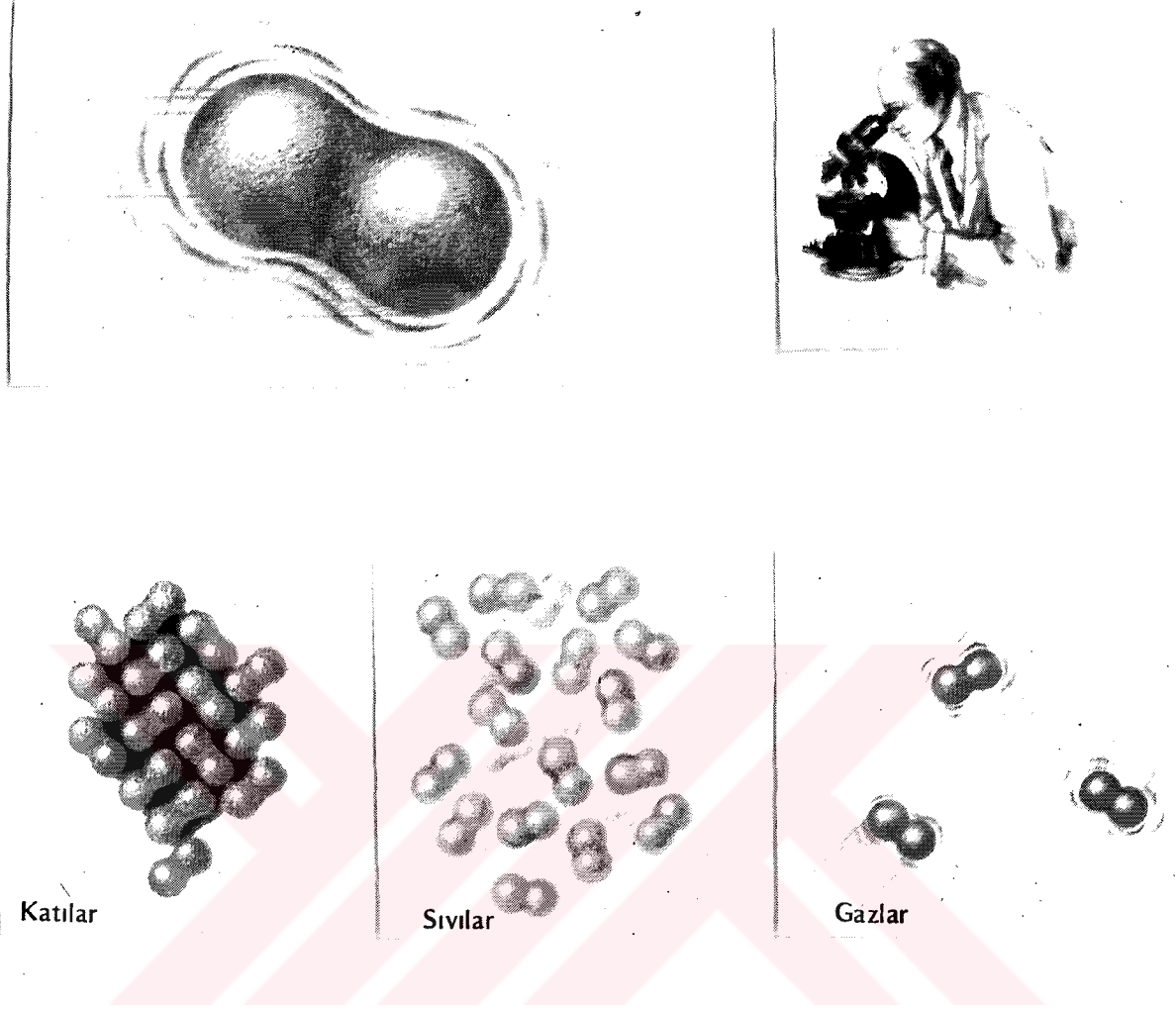
Şekil 3.3 Enerjinin bazı biçimleri (Supurgeon, R., Flood, M., 2000, s. 6)

Görüldüğü gibi enerji doğada bir çok biçimde bulunmaktadır. Enerjinin bir biçimi de ısı enerjisidir.

• Isı Enerjisinin Tanımı

Isı enerjisi, maddelerin atom ve moleküllerinin titreşmelerine yol açan enerji biçimidir (Supurgeon, R., Flood, M., 2000, s. 11).

Bir başka deyişle; ısı enerjisi maddesel bir harekettir. Maddenin en küçük parçaları olan atomlar ve moleküller sürekli olarak bir hareket içindedir. Bu hareket ısı olarak algılanır. Maddenin katı, sıvı ve gaz hallerinde ısı enerjisinin etkileri farklılık gösterir (Şekil 3.4) (Anon, 1994b, s. 38).



Şekil 3.4 Isı enejsinin maddenin atom ve molekülleeri üzerindeki etkileri
(Anon, 1994b, s. 38)

Bir ortamdaki sıcak noktadan daha az sıcak olan noktaya akan (geçen ya da yayılan) bir enerji biçimi olan ısı enerjisi, gizil ve algılanabilir ısı olmak üzere iki biçimde görülür (Vaughn Bradshaw, P.E., 1985, s. 13).

Gizil ısı, maddenin katı, sıvı ve gaz hallerinin değişimi sırasında bünyesine aldığı veya bünyesinden çıkardığı ısı enerjisidir (Vaughn Bradshaw, P.E., 1985, s. 13).

Algılanabilir ısı, maddenin moleküler hareketinin derecesini anlatır. Moleküler hareket, iki cismin birbirine sürtünmesi, kimyasal reaksiyon, ışıma yolu ile elektromanyetik etkilerle karşılaşma, daha sıcak bir madde ile temas etme gibi çeşitli sebeplerden kaynaklanır (Vaughn Bradshaw, P.E., 1985, s. 13).

Bir maddenin sahip olduğu ısı enerjisinin derecesinin ölçüsü sıcaklıktır. Yani bir maddenin sıcaklığı o maddenin moleküler hareketinin ifadesidir. Uluslararası birim sisteminde (SI) sıcaklığı ifade etmek için santigrat ($^{\circ}\text{C}$), İngiliz birim sisteminde ise fahrenheit (F) kullanılır (Vaughn Bradshaw, P.E., 1985, s. 13).

Bir maddenin sıcaklığı bir araç ya da aygıtla ölçülür. Sıcaklığın ölçümü, termometrik büyüklük olarak adlandırılan bir başka fiziksel büyüklük aracılığıyla (Hacim; basınç; elektriksel direnç ya da ışık şiddeti) yapılır. Bu termometrik büyüklük değişimleri, sıcaklığa denk düşen değişimlerle aynı özelliğe sahiptir ve doğrudan ölçülür. Kullanılan aygıt termometre olarak adlandırılır (Anon, 1983d, s. 3826).

• Isı Enerjisinin Yayılış Biçimleri

Sıcaklık, çevre şartlarının önemli etkenlerinden biri olup herhangi bir maddeye ya da ortama ısı enerjisi yaymanın ölçüsü olarak tanımlanabilir (Çatal, H.H., 1999, s. 117). Isı enerjisinin kaynağından başlayarak bir ortamdan diğeri bir ortama geçmesi (ulaşması / varması) *ısı yayılması* (ısı akışı) olarak tanımlanmaktadır (Yıldız, A., 1998, s. 29).

Birbiri ile ilişkili farklı sıcaklıklara sahip ortamlar arasında ısı enerjisinin bir ortamdan diğerine yayıldığı (geçtiği) görülür. Bu ısı yayılımı iki ortamı birbiri ile ilişkilendiren malzemenin ısı iletim özelliğine, kalınlığına, en kesit alanına ve ortamlar arası sıcaklık farkına bağlıdır (İlgaz, T., 1969, s. 66).

Sıcaklıkları farklı olan ortamlar arasında gerçekleşen ısı enerjisinin yayılışı, ortamların sıcaklıkları aynı oluncaya kadar devam eder. Isı enerjisi her zaman daha düşük sıcaklıktaki ortama doğru yayılır (Bozdağ, K., 1977, s. 2; Anon, 1986b, s. 156; Cole, G.H.A., 1991, s. 4).

Isı enerjisi üç yolla (*iletim, ısınım ve taşınım*) yayılır (Molloy, E., 1945, s. 3; Schmidt, F.W., vd., 1993, s. 9):

- Katı ortamların içinde veya birbirleriyle temas halindeki katı ortamlar arasında, *iletim* yolu ile yayılır.
- Katı ortam ile akışkan ortam (sıvı, gaz) arasında, akışkanın dolanımı olarak tabir edilen *taşınım* yolu ile yayılır. Akışkanlar serbestçe hareket edebilen moleküllere sahiptirler. Isı enerjisinin etkisiyle atom ve moleküllerinin titreşimleri ve buna bağlı olarak birbirleri arasındaki mesafeleri artar ve buna da bağlı olarak akışkanın özgül kütlesi azalır. Sıcaklığının artışından dolayı hafifleyen akışkan doğal olarak daha düşük sıcaklıktaki

(daha ağır) akışkanın üstüne çıkar. Dolayısıyla sıcak yüzeylerle temas eden akışkanlarda sıcaklıklarında artış olduğundan yukarı çıkma eğilimi görülür. Yada soğuk yüzeyler ile temasta bulunan akışkanlarda sıcaklıklarında düşüş olmasından dolayı aşağı inme eğilimi görülür.

- Bir maddeye bağlı olmaksızın elektromanyetik dalgalar ile yüksek sıcaklıktaki bir ortamdan, düşük sıcaklıktaki bir ortama yayılması **ışınım** yolu ile olur. Bir cismin sıcaklığı yükseldikçe termik ışımada hakim dalga boyları giderek kısalır. Çok yüksek sıcaklıktaki güneş gibi enerji kaynakları kısa dalga boyunda ışıma yaparlar. Isıtılmış herhangi bir madde ise uzun dalga boyunda ışıma (görülmez) yapar. Işımlar boşlukta düzgün doğrular halinde her yöne yayılırlar ve ışın oldukları sürece ısı enerjisi değildirlir. Ancak bir maddeye çarpınca ısı enerjisine dönüşebilirler. Bu da o maddenin yansıtma, yutma ve geçirme özelliklerine bağlı olarak değişkenlik gösterir. (Molloy, E., 1945, s. 3; Aybers, N., 1961, s. 78; Vaughn Bradshaw, P.E., 1985, ss. 50-54; Utkutuğ, G., vd., 1997, s. 51).

• Isı Enerjisinin Yayılışının Kontrol Altına Alınması

Fiziğin en temel kurallarından biri enerjinin hiç bir zaman yok olmadığıdır (Anon, 1984c, s. 328). Isı enerjisi yok olamayacağına göre; başka bir enerji biçimine dönüşmemesi (ya da dönüştürülmemesi) durumunda yayılmak için iletim, taşınım ve ışıınım yollarını karşısına çıkan her türlü duruma uygun şekilde kullanır.

Doğal bir dengeye ulaşma güdümüyle yüksek sıcaklıktaki bileşenlerden düşük sıcaklıklardakilere yayılan ısı enerjisinin yayılışı kontrol altına alınabilir, yavaşlatılabilir (Yıldız, A., 1998, s. 29).

Kışın yapılarda ısıtma, yazın da serinletme eyleminin gerçekleştirilmesine bağlı olarak, yapı iç ve dış ortamı arasındaki sıcaklık farkından dolayı, ısı enerjisinin yapı kabuğundan geçme eğiliminde oluşunun engellenmesi isteminden kaynaklanan çabalar onun yapı kabuğundaki hareketinin kontrol altına alınması ve yavaşlatılması yönündedir.

3.3. Yapı Kabuğu ile Isı Enerjisi İlişkisi

Yapılarda enerji, ısıtma, serinletme, aydınlatma, çeşitli araçları kullanma ve servis hizmetlerini sağlama amaçlı olarak tüketilmektedir (Orme, M., 2002).

Türkiye 'de tüketilen toplam enerjinin büyük bir kısmı yapılarda kullanılır (Ek 1., Ek 2.) Yapılarda ısısal konfor koşullarını sağlamak için (ısıtma ve serinletme için) kullanılan enerji miktarı ülkede tüketilen toplam enerjinin %30 – 40 'ını oluşturmaktadır (Çelik, A.P., 1980, s.1; Çalıkoğlu, E., 1996, s. 18; Hinginar, F.F., 1997, s. 8; Utkutuğ, G., vd., 1997, s. 1; Okutan, M., 2000, s. 113; Kunz, P.M., 2002).

Yapı tekniği açısından ısı korunumunun gerekliliği yapıların bakımı ve işlevlerini sürdürebilmesi içindir (Özer, M., 1982, s. 26). Aksi takdirde yapılarda çeşitli hasarlar oluşur.

Yapılarda oluşabilecek hasarlar insan sağlığını bozucu etkileri de beraberinde getirir (Tüzemen, T., 1968, s. 3). Yani yapı kabuğunun ısı enerjisi ile olan ilişkisi iyi kurgulanmamışsa;

- Enerji kayıpları (ülke ekonomisini, kullanıcı bütçesini, gelecek kuşakların hayat standartlarını, doğayı vb. etkiler)
- Yapı hasarları (ülke ekonomisini, kullanıcı bütçesini, yapının iklim + deprem gibi etkenler karşısındaki davranışını, yapının ömrünü vb. etkiler)
- İnsan sağlığında bozulmalar (ülke ekonomisini, kullanıcı bütçesini, kullanıcının doğrudan kendisini vb. etkiler)

gibi sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

Yapı kabuğunda sağlanması gereken ısı korunumu tam bir süreklilik göstermelidir (Yıldız, A., 1998, s. 4). Burada süreklilik teriminin ifade ettiği şey; yapı kabuğunun ısı korunumunda göstereceği performansın kabuk boyunca kabul edilebilir düzeyde korunmasıdır (Yıldız, A., 1998, s. 5).

• Yapı Kabuğundan Isı Enerjisinin Geçiş Biçimleri

İç ve dış ortamlar arasında ısı yayılımı genellikle iki şekilde olmaktadır:

- İç ortamı çevreleyen duvar, döşeme gibi yapı elemanlarından doğrudan yayılan hesaplanması yaklaşık olarak mümkün olabilen ısı enerjisi
- Yapı kabuğunda oluşturulan kapı, pencere aralıkları, malzeme gözenekleri gibi yerlerden hava ile birlikte dışarı çıkan ve kesin olarak hesaplanamayan ısı enerjisi

(William H. Severns, M.S., 1949, s. 78; Özer, M., 1974, s. 27).

Denetimli ve mekanik havalandırma yapılması ve yapıların yüksek basınçta tutulması sırasında hava kaçışlarına sebep olabilecek derzlerin yalıtılmasıyla hava ile gerçekleşen ısı

kayıp ve kazançlarının önüne geçilmiş olunur (Anon, 1983c, s. 1925). Bunun dışında sıcaklıkları farklı olan iç ve dış ortamı birbirinden ayıran yapı kabuğundan geçen ısı miktarı iletim, taşınım ve ışınilma geçen ısı miktarlarının toplamına eşittir (Yılmaz, A.Z., 1983, s. 22).

• Yapı Kabuğunda Isı Yalıtım Ürünleri

Endüstride enerji korunumu amacı ile ısı yalıtımı yapılması gereği, çok öncelerden beri biliniyor uygulandığı halde, yapılarda bir gereksinim olarak ortaya çıkması, II. Dünya Savaşı 'ndan sonra olmuştur (Gürdal, E., 1988b, s. 44).

Isı yalıtım ürünleri, ısı geçişine karşı koyarak mevcut ısının uzun süre korunmasını sağlayan düşük ısı iletkenliğine sahip ürünlerdir (Ergün, M., 1986, s. 2). Bunlar dış ortamdaki sıcak ve soğuğa karşı koruma amaçlıdır (Neğiş, T., 1988, s. 20). Genellikle içindeki hava boşlukları çok, dolayısıyla yoğunlukları az olan doğal ve yapay olarak ısı yalıtma özelliği kazandırılmış ürünlerdir (Özer, M., 1974, s. 76). İç yapılarındaki hava boşluklarının çapı küçüldükçe ısı yalıtma özelliği artar (Kanca, A.C., 1980, s. 23). Bu konuda kabul edilmiş herhangi bir sınır değeri bulunmamasına karşılık, ısı iletkenlik katsayısı $0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ değerinden daha küçük katsayıya sahip ürünlere ısı yalıtım ürünleri denilmektedir. Bir ürünün ısı iletkenlik katsayısının bu değere erişebilmesi için yoğunluğunun 350 kg/m^3 'den daha az olması gerekmektedir. Düşük yoğunluklu malzemenin boşluk oranı, ısı iletkenlik değerini belirlemektedir (Gürdal, E., 1988a, s. 47).

Isı yalıtkanlığı, iletimin, taşınımın ve ışıının önlenildiği anlamına gelir (Anon, 1994b, s. 41). Yapılarda yalıtma işlemi bir yalıtkanın kullanılması ile gerçekleştirilir (Çelebi, G., 1995, s. 88); yapının mimarisine ve taşıyıcı sistemine göre yapıyı meydana getiren elemanların ısı geçirgenlik dirençlerinin veya ısı geçirme katsayılarının yeterli olmaması halinde yeterlilik, ısı yalıtım ürünleri ile sağlanır. Yapı, ne kadar iyi yalıtılırsa ısı kayıpları da o kadar az olur (Özer, M., 1974, s. 61; Anon, 1983c, s. 1925; Özcan, K., 1994, s. 184).

Yapılarda ısı yalıtımı yapmanın amacı, bir yapıyı kışın fazla enerji kaybından, yazın ise ısı kazancından korumaktır. Isı yalıtımı yapılması, yapıda ve çeşitli yapı elemanlarında, ısı yalıtım ürününün kullanılmasıdır (Gürdal, E., 1988b, s. 44). Isı yalıtım ürünleri ısı enerjisi geçişini engelleyemezler ama zamana bağlı geçen enerji miktarının oranını azaltırlar (B.R.S., 1955, s. 1; N.I.A., 2002).

Isı yalıtımı ısısal konfor koşullarının korunması için etkili bir yöntemdir. Yapı iç ortamlarında sıcaklık derecelerinin $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ civarında tutulması, belirli kalınlıktaki duvar ve çatılarla

oluşturulan yapılarda özellikle dış ortam sıcaklığının düşük ve yüksek olduğu kış ve yaz mevsimlerinde mümkün değildir. Isı yalıtım ürünleri ile bu sorun ortadan kalkar ve ısısal konfor koşulları ekonomik olarak sağlanmış olur (Turan, O., 1994, s. 29).

Isısal konfor koşullarının yalıtım yetersizliği yüzünden sağlanamadığı iç ortamlarda insan sağlığı önemli ölçüde etkilenir. Isı yalıtımı olmayan yapılarda yaşayan insanlarda romatizma ve sinir hastalıkları, hayvanlarda ise beton hastalığı olmakta ve daimi üşüme hissi gibi fazla ısıtılmakla yok edilemeyen bir huzursuzluk duyulmaktadır (Kanca, A.C., 1977, s. III).

Yoğuşma olayları ülkemizde ısı yalıtımı göz ardı edilerek yapılmış olan yapılarda çok görülür. Hatta bazen yapı kabuğunun yağmur suyundan dolayı ıslandığı zannedilir ve dışarıdan suyun sızmasını önleyecek su yalıtımı önlemleri alınır. Oysa bu olayın genellikle yağmurla bir ilgisi yoktur. Bu tamamiyle iç ortam hava sıcaklığı ve nemine bağlı olarak değişiklik gösteren yoğuşma olayının sonucudur (Turan, O., 1994, s. 31; Turan, O., 1998). Yapı kabuğunun yalıtılması ile (yalıtılma düzeyine bağlı olarak) kabuktaki yoğuşma olayları azaltılır (Molloy, E., 1945, s. 241; N.I.A., 2002).

Yoğuşma olaylarının engellenmesine bağlı olarak yapı ürünlerinde meydana gelecek bozulmalar ve de özellikle yapının taşıyıcı sisteminde (betonarme) oluşacak hasarlar önlenmiş olur (Molloy, E., 1945, s. 241).

Çoğu ısı yalıtım ürünleri aynı zamanda sesi yutma ve sesin kabuktan geçişini azaltmada etkilidir (Molloy, E., 1945, s. 241). Bazı ısı yalıtım ürünleri sese karşı yapılan yalıtımlarda da kullanıldığı gibi, ısı için yapılmış olan yalıtımların sese karşı da konfor sağlaması iyidir (Sirel, Ş., 1997, s. 14; Akman, A., 1999, s. 59; Özcan, K., 2000, s. 222).

Isı yalıtımı ön görülerek yapılan yapıların projelerinde, kalorifer tesisatında, kazan hacminde ve radyatör dilimlerinde azalmanın sağlayacağı avantaj dikkat çekicidir (Kahraman, F., 1999, s. 2).

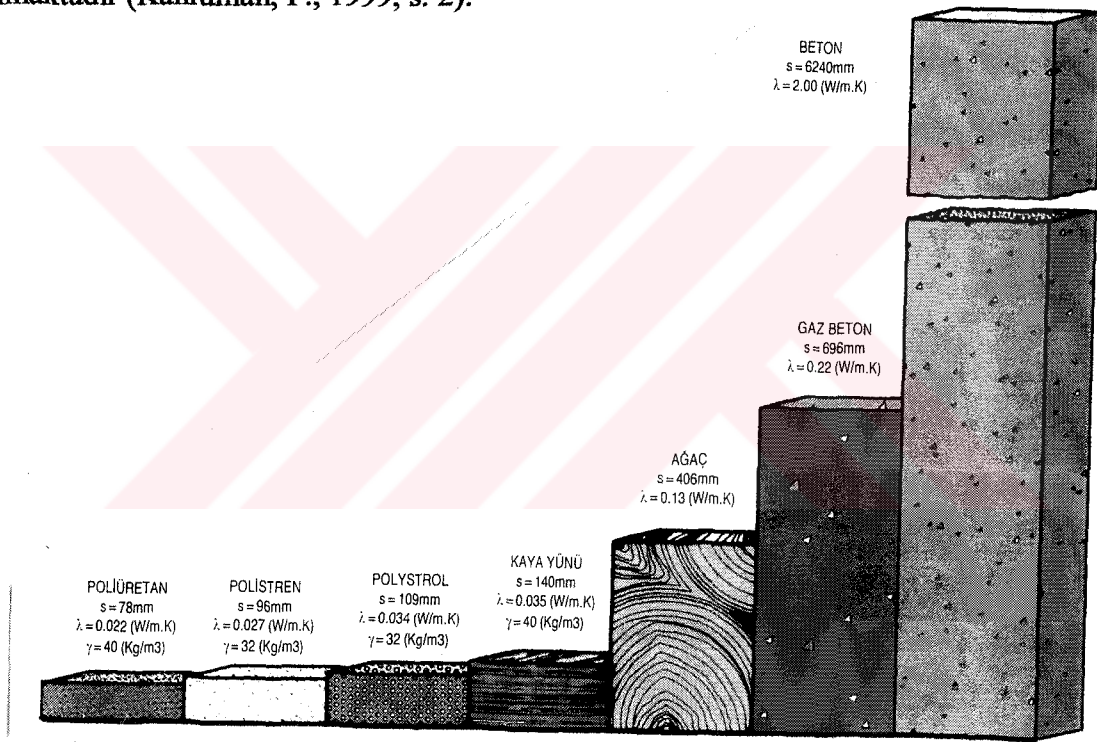
Bu avantajları ayrıntılı olarak belirtmek gerekirse;

- Kazan kapasiteleri daha küçük seçilecektir,
- Radyatör dilimi ve grup adeti azalacaktır,
- Radyatör musluk adetleri azalıp, çapları küçülecektir,
- Daha az sayıda veya küçük boyutta vana kullanılacaktır,

- Daha küçük çapta boru kullanılacaktır,
- Genleşme kabının hacmi küçülecektir,
- Sirkülasyon pompası daha küçük seçilecektir,
- Elektrik harcamaları azalacaktır (Turan, O., 1994, s. 32; Turan, O., 1998).

Yalıtım için yapılacak uygulama masrafı yaklaşık olarak yapı maliyetinin %1-3 'ü kadardır (Turan, O., 1994, s. 32; Turan, O., 1998). Dolayısıyla ısı yalıtımı çoğu zaman sağlattığı yakıt tasarrufları ile kendi maliyetini çok kısa sürelerde geri ödeyebilen en etkili ve en basit önlemdir (Çalıkoglu, E., 1996, s. 18).

Bütün bu etkenler ısı yalıtımı ürünlerinin önemini artırmaktadır. Bu nedenle yapılan çalışmalar ürünlerin performanslarını artırmak ve olumsuz yönlerini azaltmaya yönelik olmaktadır (Kahraman, F., 1999, s. 2).



Şekil 3.5 Aynı Değerde Isı Yalıtımı Sağlayan Farklı Ürünlerin Kalınlıkları (Anon, 2002, s. 2)

Birim zamanda birim alandan geçen ısı enerjisi miktarı malzemenin ısı geçirgenlik direncine bağlıdır. Aynı üründen oluşturulmuş bileşenlerde kalınlık arttıkça geçirgenlik azalır (Çelebi, G., 1995, s. 28). Aynı ısı geçirgenlik direncine sahip ayrı ürünlerden oluşan yapı kabuğu katmanları ise farklı kalınlıklardadır (Şekil 3.5).

Yapı üretiminde son yıllarda büyük gelişmeler yaşanmasının bir sonucu olarak Türkiye 'de yurt dışında kullanılan yalıtım ürünlerine rahatlıkla ulaşılabilmekte ve bu ürünlerin kullanımı gittikçe yaygın hale gelmektedir (Gürdal, E., 1988a, s. 47; Okutan, M., 2000, s. 116).

Bu yalıtım ürünleri iki türlü sınıflandırılabilir:

- Yalıtkanın yapıldığı ana maddeye göre sınıflandırma (Çizelge 3.2)
 - Yalıtkanın iç yapısına göre sınıflandırma (Çizelge 3.3)
- (Çelebi, G., 1995, s. 89)

Çizelge 3.2 Yalıtkanın yapıldığı ana maddeye göre sınıflandırılması
(Çelebi, G., 1995, s. 89)

Hayvansal ve Bitkisel Kökenli Yalıtkanlar:	Mantar, Ahşap, Talaş ve Lif Ahşap Levhalar, Hayvansal Dokumalık Lifler (yün, tiftik, keçe vb.), Bitkisel Dokumalık Lifler (keten, pamuk, palmye lifleri), Saman, Yosunlar, vb.
Mineral Kökenli Yalıtkanlar:	Asbest (amyant) Lifleri, Cam Elyafı (cam yünü, cam pamuğu), Taş Yünü (tüm mineral yünler), Cam Köpüğü, Fosil Silisler, Genleştirilmiş Mikalar (vermikülit), Genleştirilmiş Taşlar (perlit, bazalt), vb.
Sentetik Yalıtkanlar:	Polietilen, Polivinilklorür Köpükleri (PVC), Polistren Köpükleri (PS), Poliüretan Köpükleri (PU), Fenolformaldehit Köpükleri, vb.

Çizelge 3.3 Yalıtkanın iç yapısına göre sınıflandırılması (Çelebi, G., 1995, s. 89)

Taneli Yapıya Sahip Yalıtkanlar:	Genleştirilmiş Granüle Mantar, Fosil Silisli Taneler (diatome gibi), Perlit (genleştirilmiş küçük camı bilyalar şeklinde), Genleştirilmiş Mikalar (vermikülit), vb.
Elyafı Yalıtkanlar:	Asbest Lifleri, Cam Elyafı (cam yünü, cam pamuğu), Taş Yünü, Ahşap Lifli Levhalar, vb.
Köpük ve Sünger Yapılı Yalıtkanlar:	
Sentetik Köpük Yalıtkanlar:	Polivinilklorür (PVC) Köpükler (açık - kapalı gözenekli), Polistren (PS) Köpükleri (kapalı gözenekli), Poliüretan (PU) Köpükleri (kapalı gözenekli), Ürefoformaldehit (UF) Köpükleri (açık gözenekli), vb.
Mineral Köpük Yalıtkanlar:	Hafif Betonlar (gaz betonlar, hafif agregalı betonlar), Sünger Taşı (bims), Cam Köpüğü (cam kontrollü olarak köpürtülmüştür) vb.
Polimer Bağlayıcı Yalıtkanlar:	Bitümlü Maddeler, Plastikler, Boyalar, vb.

Isı yalıtım ürünlerinin seçiminde yalıtılacak yer ve şartları, iklim ve sıcaklık, ısı yalıtımı ile ilgili diğer şartlar göz önünde bulundurulmalıdır. Doğru bir seçim yapabilmenin en önemli şartı, kullanılacak malzemeyi her yönü ile tanımak ve bu malzemenin uygulama özelliklerini iyi bilmektir (Özer, M., 1974, s. 77).

Çeşitli kullanma yerlerine göre, ısı yalıtım ürünlerinin aşağıda yazılı özelliklerinden ilgili olanları göz önüne alınarak seçim yapılır;

- Özgül hacim,
- Hacim ve şekil değişimine karşı mukavemeti (yığılma olmaması gibi),
- Yapımda işlenebilmeme özelliği (kolay işçilik gibi),
- Basma zorlamalarına karşı şekil değiştirme mukavemeti,
- Çekme zorlamalarına karşı şekil değiştirme mukavemeti,
- Çürüme ve ufalanmaya karşı mukavemeti,
- Buhar geçişine (difüzyonuna) karşı mukavemeti,
- Sürekli periyodik veya kısa etkili sıcaklıklarda ısı yalıtım işlevini değiştirmeme özelliği,
- Toplam maliyet,
- Koku özelliği,
- Isı iletim katsayısı,
- Böcek ve hayvanları barındırmama özelliği
- vb.

(Dağsöz, A.K., 1999, ss. 88-89).

Bunun yanı sıra, ısı yalıtım ürünlerinin özelliklerinin çok iyi bilinmesi yeterli olmamaktadır. Aynı zamanda tasarımcılar tarafından yapısal düzenlemelere dikkat edilmeli, nerede hangi malzemenin kullanılacağına doğru karar verilmelidir (Kahraman, F., 1999, s. 166). Bu da tasarımcının konu ile ilgili fiziksel olayları doğru olarak değerlendirebilme, kullanılacak malzemeyi çok iyi tanıma ve uygulama yöntemlerini de eksiksiz olarak bilmesine bağlıdır (Özer, M., 1974, s. 12).

Türkiye 'de yapıların ısı yalıtımının TS 825 normlarına uygun olarak yapılması gerekmektedir (Çatal, H.H., 1999, s. 117).

• Yapı Kabuğunun Isı ve Nem Korunumu Açısından Önemi

Sağlıklı ve konforlu bir iç ortam iklimi sağlamak, sınırlayıcı özelliğe sahip yapı kabuğunu nemsel erken yapı hasarlarından uzak tutmak, yapı kullanım ve bakım giderlerini en az

düzeye indirebilmek amaçlarına yönelik önlemlerin tümü yapısal *nem korunumu* olarak tanımlanmaktadır. Yapı kabuğu üzerinde oldukça etkili olan nem kaynakları açısından çok farklı olabilir (İlgaz, T., 1979, s. 9). Bilindiği gibi nem suyun türevlerinin (katı, sıvı, gaz) genel adıdır.

Yapı kabuğu çeşitli etkilerle ve şekillerde nemlenirler;

- Yeraltı ve zemin suları ile,
- Yağış suları ile,
- Üretim sırasında yapı bünyesinde kalan su ile,
- Yapı kabuğunu çevreleyen havanın barındırdığı su buharı ile (**higrotermik olay**),
- Yapıdaki arızalar ve yanlış uygulamalar sonucu sızan sular ile,
- vb.

(Özer, M., 1974, s. 141).

Yapı kabuğunun higrotermik olaylar sonucunda nemlenmesini hem ısı hem de nem korunumunun ortak paydasında ele almak doğru olur.

Yapı kabuğunun *ısı korunumu* onu oluşturan duvarların, döşemelerin, pencere ve kapıların ısı yalıtma özelliğine bağlıdır. Bir yapı elemanının ısı yalıtma kabiliyeti ise genel olarak kullanılan malzemenin ısı iletkenliği, kalınlığı ve içerdiği nem miktarına göre belirir (Tüzemen, T., 1968, s. 4).

Suyun ısı iletkenlik düzeyi kuru havanın ısı iletkenlik düzeyine göre 25 kat daha yüksektir (İlgaz, T., 1979, s. 9). Tamamen veya kısmen hava dolu olan boşluklarda hava ile nem yer değiştirirse yapı ürününün ısı iletme yeteneği, hava ile dolu olduğu durumdakine oranla 25 kat civarında daha çoğalır veya o ürünün ısı yalıtması o kadar azalır (Kanca, A.C., 1980, s. 84).

Nemli hava, kuru havaya göre %60 daha hafiftir. Bu iklimsel değişkenlerin hakim olduğu dış ortam ile ısısal konfor koşullarının hakim olduğu iç ortam arasında bir basınç farkı oluşur. Nemli hava yapı kabuğuna basınç yoluyla sürekli etki yapar (İlgaz, T., 1969, s. 37). Dolayısıyla yapı kabuğu iç ve dış ortam arasında nem akışını kontrol eden bir membran olarak çalışır.

Yapı kabuğunu oluşturan parça ve bileşenlerden geçen nem akışını belirleyen fiziksel özellikler şunlardır:

- buhar geçişine karşı gösterilen direnç,
- kılcal su geçirme katsayısı,

- nem kapasitesi,
- pratik nemlilik (bir yapı gerecinin, içinde bulunduğu çevre koşullarına ve gerecin higroskopik yapısına göre sürekli olarak bünyesinde barındırdığı nem miktarıdır),
- doyma nemliliği

(Yılmaz, A.Z., 1983, s. 19).

Bu özelliklere bağlı olarak yapı kabuğu bünyesine giren su buharı kabuk kesitinde suya dönüşürse (sıcaklıktaki ani düşme düzeyi için doymuşluk durumu oluşursa) bu olaya **yoğuşma** adı verilir. Yapı kabuğunun sıcaklığı yüksek ortama bakan yüzeyi üzerinde oluşan yoğuşma olayına da **terleme** ya da **çiyleşme** adı verilir. Yoğuşma şiddeti, büyüklüğü ve yeri denetlenmek zorunda olan bir olaydır (İlgaz, T., 1979, s. 21).

Yapı kabuğunun iç ve dış ortamında var olan kısmi buhar basınçları arasındaki farkla bağımlı olarak, su buharının yapı bileşeni içinde kritik kesimlerde yoğuşmasını önlemek amacıyla, buhar geçirme direnci belli bir düzeyde olan ürünler kullanılır. Yüzeyde kapalılık ve bünyede sıklık özelliği barındıran bu tür ürünlerin görevi su buharının belli bir yapı kesiminin içine sızmasını engellemektir. Bunlardan buhar geçişini yavaşlatıcı güçte olanlar **buhar yavaşlatıcılar**, durdurucu güçte olanlar ise **buhar kesiciler** olarak tanımlanır. Özetle buhar yavaşlatıcı engellerden sınırlı miktarda su buharı geçer, buhar kesicilerde ise buhar geçişi engellenir (İlgaz, T., 1979, s. 23).

Isı ve nem korunumunun yapı hasarlarının oluşmaması içinde sağlanması gereklidir. Yapı kabuğunda gerekli olan ısı ve nem korunumu, ayrı ayrı birer etken olmayıp sürekli olarak (iç içe) birbirini etkileyerek bir higrotermik denetim bütünü oluştururlar. Kaba çizgileriyle denilebilirki;

- Yetersiz bir ısı korunumu; ısı kaybına neden olduğu kadar, sebep olacağı yoğuşma olaylarıyla sürekli olarak nemsel hasarlara da neden olur
- Yetersiz bir nem korunumu; ısı geçirme direncini etkisiz duruma sokarak, gereksiz bir ısı kaybına neden olduğu kadar, sebep olacağı yapısal genleşmelerle sürekli ve termik nitelikli hasarlara neden olur

(İlgaz, T., 1979, s. 24).

Erken yapı hasarları, yoğuşma suyunun yapı bileşenleri içinde donması ile katmanlar arası patlamalar, çatlamlar veya kabarmalar şeklinde; organik asıllı yapı ürünlerinde ıslanma, mantarlaşma, süngerleşme ile sağlıksız iç yüzey görünüşü, çürüme şeklinde; fiziko kimyasal

olaylar ve çiçeklenme, iç yüzey kaplama gereçlerinin hırpalanması ile sağlıklı iç yüzey görünüşü şeklinde algılanabilir (İlgaz, T., 1979, s. 25).

Erken yapı hasarlarıyla bağımlı başlangıçta algılanmayan sonuçlar ise;

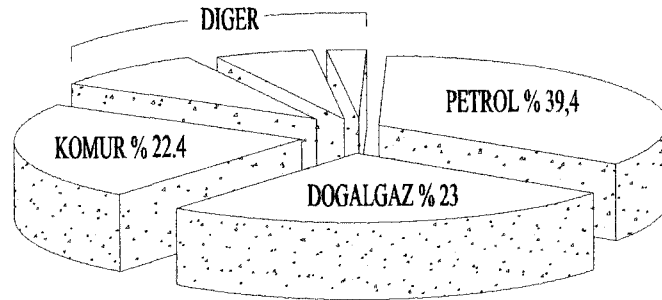
- Kullanıcı sağlığı açısından sakıncalar, cilt ve solunum yollarıyla ilgili alerjik hastalıklar,
- Isıtma düzeyinin artırılmasıyla bile giderilemeyecek düzeyde bozulmuş kapalı ortam higro-termik konfor düzeyi,
- Yiyecek maddelerinin bozulması,
- Mobilya vb. donanım elemanları ve üretim araçlarında bozulmalar,
- Öngörülen ısı korunumu değerinin giderek düşmesi ve bununla bağımlı giderek artan yakıt gideri,
- vb. 'dir.

(İlgaz, T., 1979, s. 25).

• Enerji Sorunu ve Yapı Kabuğu İlişkisi

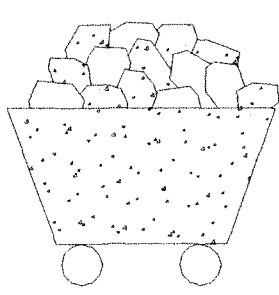
Dünyadaki enerji kaynakları mevcut miktarları ve kullanılma oranları açısından değerlendirildiğinde kullanılmakta olan ve yakın gelecekte de kullanılacak olan kaynakların büyük bir bölümünün sınırlı olduğu görülür. Türkiye 'de tüketilen enerji kaynakları *Ek 1.* ve *Ek 2.* 'de belirtilmiştir.

Dünyada tüketilmekte olan enerji kaynakları % (yüzde) olarak ifade edildiğinde petrol, doğal gaz ve kömürün (fosil yakıtlar) %85 'lik bir payla dünya enerji tüketiminde ilk sırada yer aldığı görülür (*Şekil 3.6*) (Altın, V., 2002, s. 11).

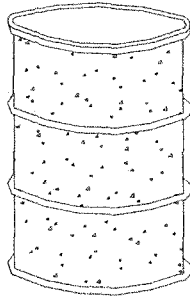


Şekil 3.6 1999 Dünya geneli enerji tüketim verileri (Altın, V., 2002, s. 11)

Enerji tüketiminin son yıllarda hızla artması, petrol ve doğalgaz rezervlerinin sınırlı oluşu, yakın gelecekte insanlığın yeni bir enerji kıtlığıyla karşılaşacağını göstermektedir (*Şekil 3.7*) (Zülal, A., 2002, s. 48).



KÖMÜR
MİKTAR: 1 TRİLYON TON
YETECEĞİ SURE: 200 YIL



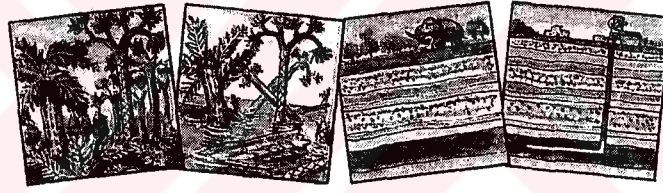
PETROL
MİKTAR: 2-3 TRİLYON VARİL
YETECEĞİ SURE: 80 YIL



DOĞAL GAZ
MİKTAR: 150 TRİLYON M3
YETECEĞİ SURE: 70-80 YIL

Şekil 3.7 İstatistiklere göre fosil yakıtların yetecekleri süreler (Altın, V., 2002, s.4)

Kömür, petrol ve doğal gaz yenilenemez enerji kaynaklarıdır. Bunlar milyonlarca yıl önce ölmüş bitki ve hayvanların kalıntılarından oluşmuştur (Şekil 3.8) (Watt, F., 2001, s. 38).



Şekil 3.8 Fosil yakıtlar (Supurgeon, R., Flood, M., 2000, s. 41).

Bu enerji kaynaklarının tekrar oluşabilmeleri için uygun şartların oluşması ve yine milyonlarca yıl beklenmesi gerekmektedir. Bunların oluşmalarına sebep olan canlılar zamanında güneş enerjisini liflerinde depolamışlardır. Yani bu enerji kaynaklarının yakıldıkları zaman açığa çıkardıkları enerjinin de en ana kaynağı yine güneştir (Anon, 1982, s. 579).

Kömür doğada toprak katmanlarının arasında sıkışıp kalan bitki artıklarından oluşmuş damarlar halinde bulunur. Antrasit en yüksek ısı değeri olan kömür türüdür. Turba ise en kötü olanıdır ve kullanılabilmesi için önce kalıplar içine sıkıştırılması gerekir. Yaklaşık 10 ile 450 milyon yıl önce bitki ve hayvan artıklarının yer tabakalarının arasında kalmasıyla oluşmaya başlayan petrol ve doğal gaz, yerkabuğu arasında hapsedildikleri yerden

pompalanarak çıkarılır. Petrol bir dizi sıvı yakıtın ana kaynağıdır. Gaz sıkıştırılmış olarak ya da sıvı halde satılır (Anon, 1994b, s. 45).

Fosil yakıtların (kömür, fuel-oil, doğal gaz, odun vb.) içerdiği karbon, hidrojen, kükürt, kurşun gibi bileşenlerin miktarlarına göre yanma sonucunda değişik oranlarda

- Karbon dioksit CO_2
- Karbon monoksit CO
- Kükürt dioksit SO_2
- Azot oksit NO
- Azot dioksit NO_2
- Kurşun dioksit PbO_2
- Su buharı H_2O
- vb.

gazlar ile kurum gibi tanecikli atıklar meydana gelir. Bunlar hava kirliliğine yol açar (Dağsöz, A.K., 1999, s. 47).

Atmosfere salınan kükürt dioksit, bitki ve hayvanlar için zararlı asit yağmurlarına neden olur, diğer gazlar ise yeryüzüne çarpıp yansıdıktan sonra frekans dağılımı değişen güneş ışınlarını soğurarak, uzay boşluğuna kaçmalarını kısmen önler. Bunun sonucunda da sera etkisi oluşur (Watt, F., 2001, s. 38; Altın, V., 2002, s. 5).

Fosil yakıtların kullanılmasıyla ortaya çıkan gazların (özellikle CO_2) atmosferde sera etkisi oluşturması iklimsel değişiklikleri de beraberinde getirir (Andersen, P., 2002, s. 55).

Bütün bunlar fosil yakıtların aşırı tüketiminden kaynaklanmaktadır. Bu yüzden fosil yakıtların tüketimi yavaşlatılmalıdır (Atagündüz, G., 1990, ss. 1-8). Böylece;

- Fosil yakıtların tamamı tükenebilir olduğundan; enerjinin akılcı kullanımı bu kaynakların kullanım ömrünü uzatacaktır. Böylece yerli enerji kaynaklarının daha uzun süre kullanımı sağlanacaktır,
- Ekonomik büyümenin sonucu olarak 2000'li yılların başında enerji maliyetlerinin yükselmesi beklenmektedir. Enerji maliyetlerindeki artışın diğer tüm maliyetlere yansması da kaçınılmaz bir sonuçtur. Enerji verimliliğinin artırılması bu yansımanın etkilerini azaltacaktır,
- Enerji tasarrufu için yapılacak yatırımlar, enerji temini için gerekli yatırımların geri ödeme sürelerinden daha kısadır,

- Ülkenin enerji kaynaklarının tüketimi karşılamaması sonucu ülkenin enerjide dışa bağımlılığı gittikçe artmakta ve böylece uzun vadede uluslararası piyasada Türkiye Endüstrisi 'nin rekabet şansı azalmaktadır,
- Enerji tasarrufunun bir katkısı da; temiz bir çevre oluşumuna etkisidir. Günümüzde giderek önem kazanan çevre koruması bilinci, başta gelişmiş ülkeler olmak üzere tüm dünyada yaygınlaşmakta ve bunun doğal sonucu olarak enerji tasarrufu çalışmaları desteklenmektedir (Çalıkoglu, E., 1996, s. 19).

Yapılarda genel olarak fosil yakıtlara dayalı büyük bir enerji tüketimi (Ek 1., Ek 2.) sonuç olarakta CO₂ üretimi söz konusudur. Bu durum bir çok ülkenin yapılarda enerji tüketimini azaltma yönünde karar almasına neden olmuştur (Anon, 19.03.2002).

Hedefi, olabildiğince az enerji tüketen, çevrenin kirlenmesine dolaylı ve doğrudan olabildiğince az katkıda bulunan, yani çevrenin sürdürülebilirliğini zedelemeyen tasarımlar ortaya koymak olan bir mesleki kamuoyu artık Türkiye 'de de oluşmaya başlamıştır (Göksal, T., 2000, s. 147).

Yapılarda enerji tüketimini azaltmada en etkili önlem yapı kabuğunda ısı yalıtımına önem verilmesidir (Çakmakus, İ., 2001, s. 83). Ama günümüzde hala çoğu yapılar (konutlar, iş-hizmet merkezleri, fabrikalar, alış-veriş merkezleri, okullar, sanayi siteleri, otel gibi turistik tesisler, vb.), ısı yalıtımı uygulama esasları göz ardı edilerek tasarlanmaktadır (Özden, H., 2000, s. 89).

Türk Standartları Enstitüsünce hazırlanan TS 825 'te Türkiye iklim şartlarına göre, yapı kabuğunu oluşturan yapı öge ve bileşenlerinin sahip olması gereken en az ısı geçirgenlik dirençleri önerilmektedir. Yapı bileşenlerinin verilen bu değerlerin altında ısı geçirgenlik direncine sahip olmaması gerekirse de, daha yüksek ısı geçirgenlik direncine sahip olması mümkündür ve bu durum kış ve yaz ayları için daha iyi bir yapı iç iklimi ile ısıtma tesisatı yapım giderlerinden ve kullanma sırasında yakıttan ekonomi sağlar (Tüzemen, T., 1972, s. 1).

4. ISI KÖPRÜLERİ

Mimarlar tarafından yeterli derecede bilinmeyen ısı köprüleri yapı üretiminde dikkat edilmesi gereken önemli konulardan biridir (Ek 3.).

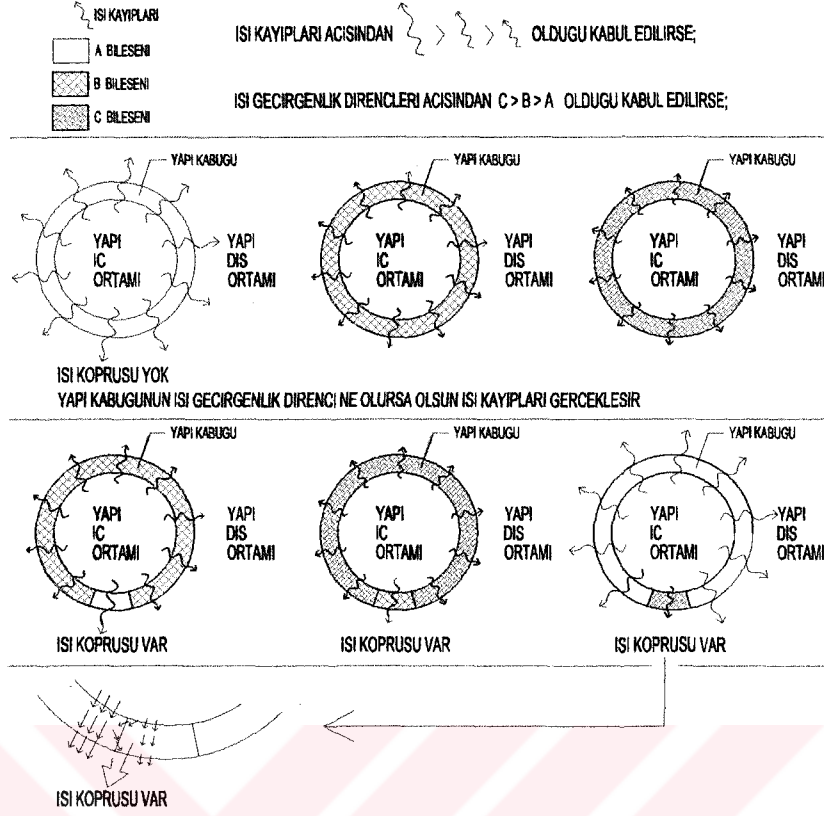
Isı köprülerinin bir çok tanımı yapılmıştır:

- “Sınırlayıcı yapı bileşenlerinde, yürürlükteki higro-termik çevre koşulları için öngörülen ısı ve nem korunumunun, uygulanması sırasında sürekliliğini koruyamadığı, yani ısı ve nem korunumu açısından zayıf kesimler, yerine göre ısı köprüleri ya da nem köprüleri olarak tanımlanır...” (İlgaz, T., 1979, s. 24)
- Yapı kabuğu üzerinde yer alan betonarme kolon ve kirişler kabuğun tuğla duvar ögesinden daha yüksek ısı iletkenliğine sahip oldukları için ısı köprüsü olarak çalışır (Kanca, A.C., 1980, s. 148).
- Isı yalıtımı yapılmış olmasına rağmen yapı dışı ile ilişkili elemanların bazı yerlerinin ısı geçirgenliği fazla olduğundan, bu kısımlara ısı köprüleri denir (Kanca, A.C., 1980, s. 148).
- “...Bunlar ısının soğuk tarafa aktığı (geçtiği) köprülerdir...” (Özer, M., 1982, s. 51).
- “Bir sistemde oluşan ısı akımları sırasında bazı bölgeler malzeme farkları veya özel geometrik durumları nedeniyle normalin üstünde ısı geçirirler. Bina dış kabuğunda köşeler, döşeme duvar kesişmeleri, çıkımlar, betonarme elemanlar, pencereler ve çevreleri gibi yerler ısı köprüsü oluştururlar.” (Yücesoy, L., 1990, s. 51)
- Isı köprüleri adından da anlaşıldığı gibi hem soğuk hem de sıcak ortam ile ilişkisi olan ve iletim yolu ile ısı kayıplarının oluşmasını sağlayan parça ve bileşenlerdir (Ontario Hydro, 1990, s. 10).
- Yapı kabuğunda öngörülen ısı ve nem korunumunun uygulanması sırasında sürekliliğin korunamadığı, yani ısı ve nem korunumu açısından zayıf kesimler, yerine göre ısı ya da nem köprüleri olarak tanımlanır. Bu kesimler; yapı kabuğundaki ısı yalıtım katmanlarındaki kesiklikler, dışarıdan içeriye doğru korunumsuz devam eden yapı bileşenleri veya ısı geçirme direncinde aşırı farklılaşma nedenleri ile ısı geçirgenlik direnci daha düşük olan, dolayısı ile iç-dış ısı geçişinin fazla olduğu bölgelerdir (Utkutuğ, G., vd., 1997, s. 76)
- Yapı kabuğunda ısı yalıtım katmanının zayıf ve ısı iletkenliğinin yüksek olduğu kısımlar ısı köprüleridir (Allen, W., 1997, s. 31).

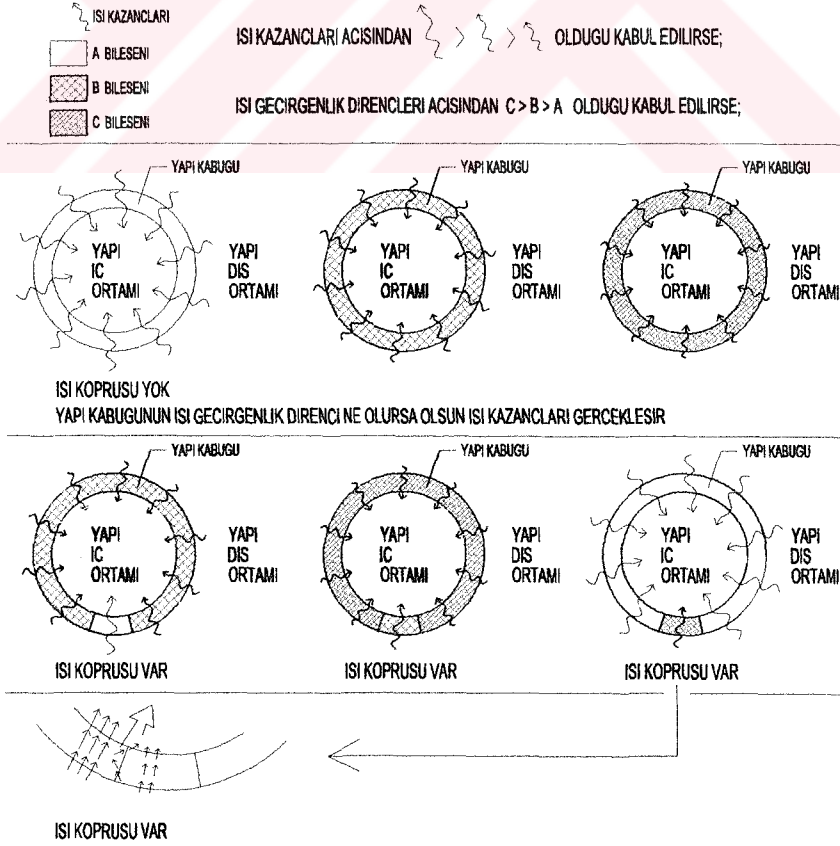
- "...Isı köprüsü, bitişik yüzeye göre kompozisyonu değişik, ısı kaybı binanın ortalama ısı kaybından daha yüksek ve kışın kararlı durum için iç yüzey sıcaklığının daha düşük olduğu bölümdür...." (Anon, 1998, s. 7)
- Isı köprüleri bir yapı bileşeninde, farklı ısı geçirgenlik dirençlerine sahip alanların bulunmasının bir sonucu olarak ortaya çıkar (Anon, 1998, s. 39).
- Yapılardaki kiriş, kolon ve hatıl gibi bileşenlerin ısı iletkenlikleri tuğla, gazbetonu gibi örme elemanlarına oranla çok yüksektir ve bu sebeple buralardan ısı geçişi daha fazladır. Bu bileşenler ısı köprüleri olarak adlandırılır (Dağsöz, A.K., 1999, s. 93).
- Isı köprüleri genellikle yapı kabuğunu oluşturan çatı, duvar ve yer döşemesi kısımlarındaki metal ya da betonarme kolon – kiriş olarak kendisini göstermektedir (Brown, W.P., Wilson, A.G., 2002).
- Isı köprüleri yapı kabuğunun iç ve dış yüzeyleri arasında ısı yalıtımının zayıf olduğu yoğunlaşma yol açabilecek oluşumlardır (Geddes, P., 2002).
- vb.

Isı köprüleri için bu tanımlar değerlendirilerek şöyle bir tanım yapılabilir; Isı geçirgenlik direnci yapı kabuğunu oluşturan diğer parça ve bileşenlere göre düşük olan dolayısıyla istenmeyen ısı kayıp ve kazançlarına yol açan parça ve bileşenler **ısı köprüsü** olarak tanımlanır. Yapı kabuğunun ısı korunum düzeyi ne olursa olsun, yapı iç ve dış ortamları arasında sıcaklık farkının bir sonucu olarak ısı enerjisinin bir şekilde mutlaka kabuğun diğer tarafına geçtiği unutulmamalıdır.

Şekil 4.1 ve Şekil 4.2 'de yapı kabuğunda ısı geçirgenlik direncindeki farklılaşmanın sonucunda oluşan ısı köprüsü oluşumlarının iç ortamın daha sıcak olmasından kaynaklanan ısı kayıp ve daha soğuk olmasından kaynaklanan ısı kazançlarına yol açma etkileri ifade edilmiştir.

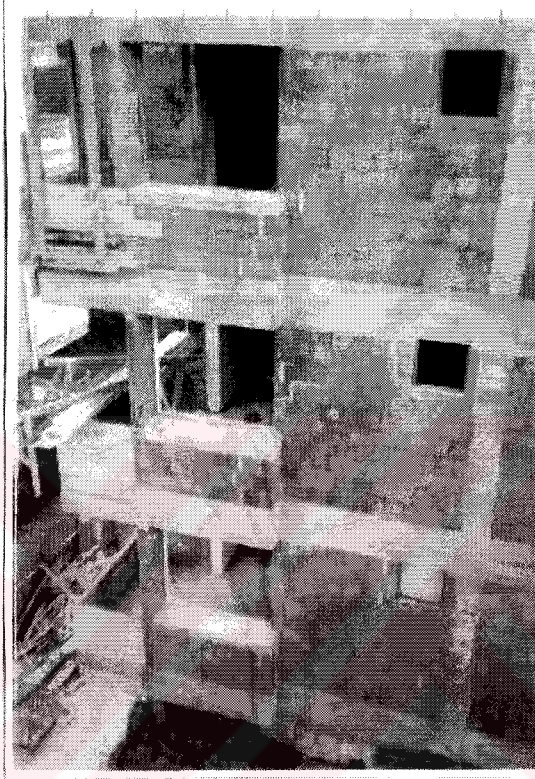


Şekil 4.1 Isı köprüleri – yapı kabuğu – ısı kayıpları ilişkisi.



Şekil 4.2 Isı köprüleri – yapı kabuğu – ısı kazançları ilişkisi.

Yapı kabuğunda ısı köprülerinin oluşması yapı oluşturma eylemine aykırıdır. Türkiye’de örneğine çokça rastlanan yerinde dökme betonarme iskelet yapılarda daha uygulama aşamasında ısı köprüleri açıkça farkedilmektedir. Şekil 4.3’te yapının taşıyıcı sisteminin ısı köprüsü etkisi göstereceği açıkça görülmektedir.



Şekil 4.3 Türkiye ’de uygulanan bir yerinde dökme betonarme iskelet yapı örneği (Dağsöz, A.K., 1999, s. 82).

Isı köprüleri etkileri bakımından ele alındıklarında sorunun ne kadar büyük olduğu ortaya çıkar.

4.1. Isı Köprülerinin Etkileri

Isı köprüleri genel olarak iklimsel değişkenlerin yapı içi değişkenler üzerindeki etkilerini artırarak **yapı içi ısısal konforu**, nemsel olaylara (terleme, yoğunlaşma) neden olarak **yapı sağlığını**, ve ısı enerjisi tüketimini artırarak **enerji sorununu** olumsuz yönde etkiler. Bütün bunlar **insan sağlığı** üzerinde belirleyicidir ve birbirleri ile ilişkilidir.

4.1.1. Isı Köprülerinin Yapı İçi Isısal Konfor Üzerindeki Etkileri

Sıcaklık farklılıkları nedeniyle oluşan ısı alış verişi sıcaklıklar eşit oluncaya kadar sürdüğü için konfor koşullarının sağlanması kadar sürekliliğinin korunması da önemlidir (Vaughn Bradshaw, P.E., 1985, s. 64; Büyükdede, H., vd., 2001, s. 04). Fakat ısı köprüsü oluşumları, sahip oldukları özelliklere bağlı olarak iklimsel değişkenlerin yapı iç ortamına bağlı değişkenler üzerindeki etkilerini artırarak, iç ısısal konfor koşullarının sürekliliğini bozmaya çalışır.

Yapı kabuğunun ısı geçirgenlik direnci arttıkça iç yüzey sıcaklığı da artar (Turan, O., 1998, s. 137). Isı köprüleri ısı geçirgenlik direncini azalttıkları için yüzey sıcaklıklarını önemli ölçüde düşürür. Dolayısıyla yüzey sıcaklığı ile iç ortam hava sıcaklığı arasında sıcaklık farkı oluşur (*konutlarda 5-6 °C*) (Büyükdede, H., vd., 2001, s. 04). Bu fark insan sağlığı açısından olumsuz bir etki gösterebilir (Akman, A., 1999, s. 46). Kış aylarında iç yüzey sıcaklıklarında düşmeler, yaz aylarında ise artış görülür (Roulet, C.-A., 2001, s. 185). Oysa iç yüzey sıcaklığı öyle bir düzeyde tutulmalıydı ki; tüm yapı yüzeylerinde bir yoğuşma meydana gelmemeli ve bu yüzeyler sağlık yönünden sakıncalara yol açmamalıdır (İlgaz, T., 1979, s. 11).

Yapı içindeki yüzey sıcaklıklarına bağlı olarak nem oranı da önemli ölçüde etkilenir (Akman, A., 1999, s. 49; Roulet, C.-A., 2001, s. 185). Yüzey sıcaklığı çığlaşma sıcaklığının altında ise yüzeyde meydana gelen terleme ile iç ortam nemi su haline dönüşür. Kışın özellikle tek katmanlı saydam yüzeylerde terlemenin gerçekleşmesi ve oluşan suyun silinerek uzaklaştırılması iç ortam nemini azaltır (Roulet, C.-A., 2001, s. 185). Nem denetimi söz konusu değilse; ısı köprüleri iç ortam bağıl neminin yüksek olduğu kış aylarında, nemin dış ortama geçmesine sebep olur ya da iç ortam nemi kabuk kesitinde yoğunlaşarak suya dönüşebilir. Bunun gibi sebeplerden dolayı ısı köprüleri iç ortam bağıl nemini olumsuz yönde etkiler (*azaltır ya da artırır*).

Isı köprüleriyle oluşan ani sıcaklık değişimi iç ortamdaki hava hareketi üzerinde etkilidir. Hava hareketlerindeki ani değişimler insan sağlığını olumsuz olarak etkiler (Büyükdede, H., vd., 2001, s. 05).

Yapı içi ısısal konfor koşullarını belirlemesi açısından, yapı iç ortamına bağlı değişkenleri referans almanın dışında ısı köprülerinin diğer değişkenler üzerindeki etkilerinden de söz

edilebilir. Ama bu değişkenleri olumsuz yönde etkilemesi ısı köprülerinin yapı içi ısısal konfor koşullarını bozucu özellikte olduğunu göstermektedir.

4.1.2. Isı Köprülerinin Yapı Sağlığı Üzerindeki Etkileri

Isı köprüleri nemsel olaylarla bağlantılı olarak yapı sağlığını bozar. Bu da kısaca yapı hasarlarına ve dolayısıyla yapı ömrünün azalmasına yol açar.

Yapı fiziği açısından yapı kabuğu içindeki nem üç şekilde tanımlanmaktadır:

- Pratik nem, yapı kabuğundaki gerecin, içinde bulunduğu çevre koşullarına ve higroskopik yapısına göre sürekli olarak bünyesinde barındırdığı nem miktarıdır.
- Denge nemi, yapı kabuğundaki gereç belli bir sıcaklık ve belli bir bağıl nem düzeyiyle uzun süre etkileşim içindeyse; belli bir nem miktarına sahip olur, buna denge nemi/ kararlılık nemi denir.
- Yapı nemi, uygulama sırasında ve özellikle bünyesinde mineral barındıran yapı gereçlerinde başlangıçta görülen, ancak zamanla buharlaşarak uzaklaşan nem olarak tanımlanmaktadır.

(İlgaz, T., 1979, s. 8).

Bir yapı gerecinin nemlenebilme düzeyi, bünyesinde barındırdığı gözeneklerin toplam hacmine bağlıdır. Gereç yoğunluğu arttıkça, gözenek toplam hacmi o ölçüde azalacaktır. Bunun yanı sıra yapı gereci ısı köprüsü oluşturacak şekilde yapı kabuğunun parça ve bileşenlerini meydana getiriyorsa; nemin gereç üzerindeki etkileri yapı içi ve dışı arasındaki ısısal değişkenler tarafından belirlenir. Her ısı köprüsü nem köprüsü değildir (*ör. cam yüzeyler*). Ama ısı nemsel olayların nedeni olduğu için ısı üzerinde etkili (*ısı kayıp ve kazançları*) olan ısı köprüleri nem üzerinde de oldukça etkilidir (*terleme, yoğuşma*).

Hava içinde bulunan su buharının yapı kabuğu üzerinde veya içinde su veya buz olarak belirmesi olayları sırasıyla terleme ve yoğuşma olarak adlandırılır (Özer, M., 1974, s. 301; Avlar, E., 1998, s. 14). Isı köprüleri bu iki olayın da nedenidir.

Hava, sıcaklığına bağlı olarak bünyesinde belirli bir miktar su buharı tutabilmektedir. Sıcaklık düştükçe havanın tutabileceği su buharı miktarı da azalmaktadır. Belirli şartlar altında, belirli bir sıcaklıktaki hava, tutabileceği en fazla su buharını bünyesinde bulunduruyorsa buhara doymuş olarak adlandırılır. Doymuş havanın sıcaklığına çiğleşme sıcaklığı adı verilir. Bu

havanın sıcaklığının azalmasına bağlı olarak içindeki su buharı su haline dönüşür (Özer, M., 1974, ss. 299-301; Çelik, A.P., 1980, s. 11). Kış aylarında ısı köprülerinin iç yüzeylerindeki sıcaklık oldukça düşük olduğu için bu yüzeyler ile temasta olan hava terleme adı verilen (ör. *tek camlı pencerelerde*) fiziksel olaya neden olabilir (Roulet, C.-A., 2001, s. 185; Martin, P.L., Oughtan, D.R., 1995, s. 37).

Yapı kabuğu bünyesindeki su buharı hareketleri, fiziksel bir değişiklik oluşturmadıkları sürece buhar difüzyonu olarak tanımlanmaktadır (İlgaz, T., 1979, s. 19). Isı köprüsü oluşumları difüzyon halindeki su buharını fiziksel değişikliklere uğratar ve suya dönüştürür. Yoğuşma adı verilen bu olay yapı kabuğu kesitinde ısıl iletkenlik ve buhar difüzyon direnç değerleri arasındaki uyumsuz ilişkiden dolayıdır (Büyükdede, H., vd., 2001, s. 04; Anon, 1998, s. 35).

Yapı kabuğunu oluşturan çatı, duvar ve döşemelerdeki ısı köprülerinde önlemler alınmadığı takdirde yoğuşma sık görülen bir olaydır (B.R.S., 1990, s. 5). Hava içindeki su buharının yapı kabuğunda suya dönüşmesi iklimsel değişkenlerdeki ani değişimlerden dolayı geçici olarak da görülebilir (Çelik, A.P., 1980, s. 11).

Isı köprülerinin terleme ve yoğuşmalara yol açmasıyla; yapı ürünlerinde çiçeklenme, kabarma, dağılma, akma ve damlamalar, korozyon, çürüme, küf ve mantar oluşumu, mikroorganizmaların ve böceklerin üremesi vb. gibi nitelik bozucu oluşumlar meydana gelir. Dolayısıyla özellikle kabukta olmak üzere, yapı öğelerinde ve iç mimaride hasarlar görülür

Terlemenin ve yoğuşmanın önüne geçebilmek için;

- Belirgin bir nem kaynağı varsa bu engellenmelidir,
- Yapının havalandırılmasına önem verilmelidir,
- Sıcak ve soğuk ortamlar arasında nem difüzyonunu önleyici buhar kesiciler kullanılmalıdır,
- Yapı içi sıcaklığın dengede tutulması sağlanmalıdır,
- Hepsinden de önemlisi ısı köprüsü oluşumlarının önüne geçilmelidir (Çelik, A.P., 1980; B.R.S., 1990, s. 4-32; Anon, 1996, s. 11; Anon, 1998, s. 49).

4.1.3. Isı Köprülerinin Enerji Sorunu Üzerindeki Etkileri

Enerji kaynaklarının kullanımı modern hayatın vazgeçilmez bir gereksinimi haline gelmiştir. Bu kaynakların miktarlarında meydana gelen azalma gereksinimlerin karşılanamaması

anlamına gelmektedir. İnsanın yaşam standartları üzerinde önemli bir etkiye sahip olan enerji kullanımının, doğaya verdiği zararlar ile insan yaşamını tehdit etmektedir. Dolayısıyla içinde bulunduğumuz 2000'li yıllarda enerji sorununun artık göz ardı edilemeyeceği gerçeği , bir dayatma gibi kendisini göstermektedir.

Isı köprülerinin, yapıda bulunma düzeylerine bağlı olarak ısı kayıp ve kazançlarına yol açması, gereksiz enerji kullanımına sebep olur. Gereksiz enerji kullanımı enerji sorununu oluşturan nedenlerdendir.

Bütün bu gerçekler ışığında, ısı köprülerinin, insanın gereksinimlerine yönelik olarak tasarlanan yapı kabuğunda meydana gelmesi, yapının yapılma amacına aykırıdır. İnsanın en temel gereksinimi yaşamaktır. Bu da tahrip olmamış bir doğa içinde uygun yaşam standartlarının sağlanması ile mümkün olabilir.

4.1.4. İnsan Sağlığının Etkilenişi

Yapılar insan yaşamının büyük bir bölümünün (yaklaşık %90) geçtiği yapma çevreler olduğu için; üretimlerinde ısı köprülerinin oluşumuna sebep olabilecek etkenler (bilgisizlik ve deneyimsizlikten kaynaklanan hatalı tasarım ve uygulamalar vb.) insan sağlığının dolaylı ve doğrudan olumsuz yönde etkilenmesinin ana nedenleridir (Akman, A., 1999, s. 40; Şenkal, F., 2001, s. 89).

Isı köprülerinin yapı içi ısısal konfor koşullarını etkilemesi, insan metabolizmasının ısı dengesini bozabilir. Yapı hasarlarına yol açması insanın yapı vasıtası ile sağladığı tüm gereksinimlerine zarar verir. Enerji sorununa yol açması başlı başına insan yaşamını tehdit eder. Sonuçta insan sağlıksız ve dolayısıyla da mutsuz olur.

4.2. Isı Köprüleri Açısından Isı Yalıtımının Yapı Kabuğundaki Konumunun Değerlendirilmesi

Bilindiği gibi ısı yalıtımı; duvar, döşeme, çatı vb. elemanlardan ısı geçişlerini yavaşlatmak ve yapının sağlığını korumak amacıyla yapılır. Isı yalıtımının yetersiz olması yapı içi ısısal konfor koşullarının eksik olmasına yol açar. İyi uygulanmış bir ısı yalıtım katmanı ısıtma ve

soğutma için kullanılan enerji tüketimini azaltır (Özcan, K., 1994, s. 184; Özcan, K., 2000, s. 210; Roulet, C.-A., 2001, s. 185).

Gelişen teknolojinin mevcut standartları yenilenmeye zorlaması, ısı yalıtım ürünlerinin getireceği üretim maliyetinin yüksek olması, yapılarda enerji korunumu fikrine sıkça değinilmesi, mevcut yapılardaki eski yalıtımların sadece belli kısımlarda yapılmış olması, doğadaki CO₂ oranının yapılardaki ısı yalıtımı yetersizliğinden dolayı artması, vb. gibi nedenlerden, yapıların yalıtılması sonucu oluşan verimliliğin araştırılmasına gereksinim duyulur (Zimmermann, M., Bertschinger, H., 2002).

Yapı kabuğu, ısı yalıtımı açısından yalıtımlı ve yalıtımsız olmak üzere ikiye ayrılır. Isı yalıtımının konumuna göre yalıtımlı yapı kabuğu kendi içinde içten yalıtımlı, ortadan yalıtımlı, dıştan yalıtımlı vb. olmak üzere alt sınıflara ayrılır.

Yalıtımsız yapı kabuğunun ısı geçişi ile ilgili özellikleri, kendisini oluşturan ürünlere bağlıdır. Bu ürünlerin gereksinilen performansı göstermesi de istenmeyen başka etkenlere (kalınlıkların artması, dolayısıyla ürün maliyetinin artması, iç ortam hacminde daralma, yapı yükünde artma vb.) bağlıdır.

Yapı kabuğunda yalıtımın konumundan dolayı kabuğun ısı geçirgenlik direnci ve dolayısıyla ısı geçirme değeri değişiklik göstermez. Ama yalıtımının konumuna bağlı olarak;

- kabuktan geçen ısının geçiş süresine oranı,
- ısı kütleden yararlanma miktarı,
- ısı köprülerinin oluşma riski,
- kabuğun ısı hareketi

farklılık gösterir (Utkutuğ, G., 1997, s. 79). Bu farklılık yapı kabuğunun tasarlanma ve uygulanma düzeyi ile de ilgilidir.

Yapı kabuğunda ısı yalıtım katmanının konumu ısı köprülerinin oluşumu açısından önemlidir. Dıştan uygulanan ısı yalıtım tabakası yapıyı bir zarf gibi olduğu gibi içine aldığı için ısı köprüsü oluşumları en alt düzeyde tutulmuş olur.

Isı yalıtımının yapı kabuğunun dışından uygulanması Türkiye kış iklimi koşulları için uygundur (Utkutuğ, G., vd., 1997, s. 79). Dolayısıyla denilebilirki; dıştan ısı yalıtımı yapı fiziği ve insan sağlığı açısından en uygun çözümdür (Bozdağ, K., 1977, s. 157; Anon, 1996, s. 1; Anon, 2000, ss. 1-7; Brown, W.P., 26.03.2002).

Dıştan yalıtımın yararları şöyle sıralanabilir:

- Yalıtım daha sürekli olur,
- Isı köprülerinin oluşumu en alt düzeydedir,
- Bütün yapı bir yalıtım katmanı içinde bulunup, iklimsel değişkenlerden en üst düzeyde korunmuş olur,
- Nemsel (yoğuşma, terleme) olayların oluşumu en alt düzeydedir,
- Isı yalıtımı en uygun kalınlıkta olur,
- Özellikle yapının taşıyıcı sistemindeki gerilimler en alt düzeyde olur,
- Bakım ve onarım gerektiği durumlarda kullanıcı daha az rahatsız edilmiş olur,
- Yapı kabuğu ısıl kütle olarak en üst verimlilikte çalışmış olur (İç ortamın ısı ihtiyacı ve bunu sağlamak için yapılan ısıtma giderleri iç ortamı çevreleyen bileşenlerin ısı yalıtım ve ısı depolama yeteneklerine bağlıdır. Duvar ve döşemelerin ısı depo etme yeteneği, kışın ısıtmanın durması halinde çabuk bir soğumayı, yazın da özellikle güneş etkisi altındaki hacimlerde, hava sıcaklığının gündüz saatlerinde aşırı yükselmesini önlemek bakımından gereklidir. Isı depo etme yeteneği yapı bileşeninin kütlesi ve yapıldığı malzemenin özgül ısı ile doğru orantılıdır)
- Dış ortamdaki sese karşı da en iyi yalıtım şeklidir,
- İç ortamda hacim daralması olmamış olur,
- vb.

(Bozdağ, K., 1977, s.157; Çelik, A.P., 1980, s.48; Dağsöz, A.K., 1991, s. 123; Ontorio Hydro, 1990; Anon, 1998, s. 4; Dağsöz, A.K., 1999, s. 93; Büyükdede, H., vd., 2001, s. 24).

Şekil 4.4 'de Türkiye kış iklimi koşullarında yapılan bir çalışmada; ısı yalıtımının konumuna bağlı olarak ısı enerjisinin yapı kabuğundan geçiş durumu ifade edilmiştir. Isı geçirgenlik direncinin zayıf olduğu kesimlerin iç yüzeylerinin soğuk, dış yüzeylerinin sıcak olma yönündeki eğilimlerinin en iyi şekilde dıştan yalıtım ile engellendiği görülmektedir.



Şekil 4.4 Yalıtımın Yapı Kabuğundaki Konumunun Isı Yayılgısı ile İlişkisi
(Anon, 2000, ss. 2-5).

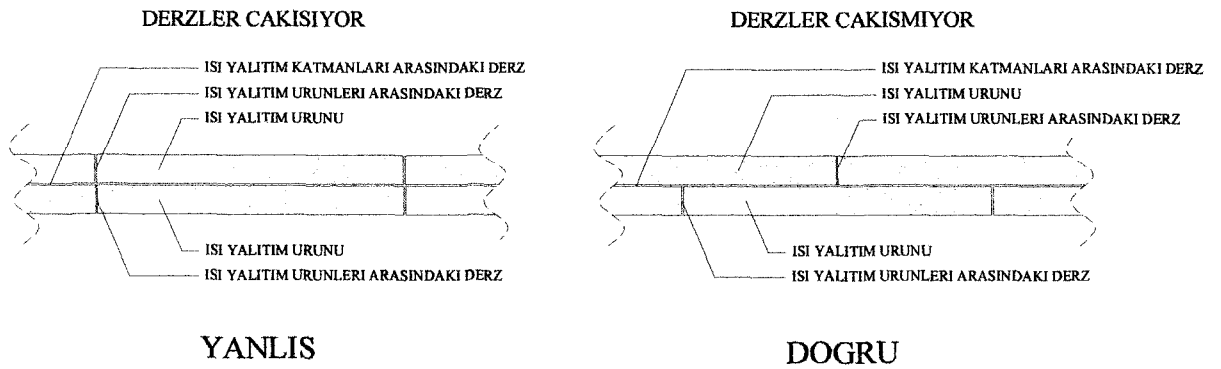
4.3. Isı Köprülerinin Etkilerini Azaltıcı ve Yok Edici Çözüm Önerileri

Isı enerjisi yataylık ve düşeylik durumlarından etkilenmeden yayılır. Uzayda yatay ve düşey kavramları tamamıyla bilimsel bir kabulden ibarettir. Ama yapıların üretim ve dolayısıyla tüketiminde fizik kuralları (*ör. yerçekimi*) açısından bu kavramların önemi büyüktür. Yapı kabuğu yatay ve yataya yakın elemanlar olan çatı ve döşemeler ile düşey ve düşeye yakın elemanlar olan duvarlardan oluşmaktadır. Bu elemanların herbiri tasarlanma ve uygulanma özelliklerine bağlı olarak ısı köprüsü içerebilir.

• Isı Yalıtım Katmanının Derzleri

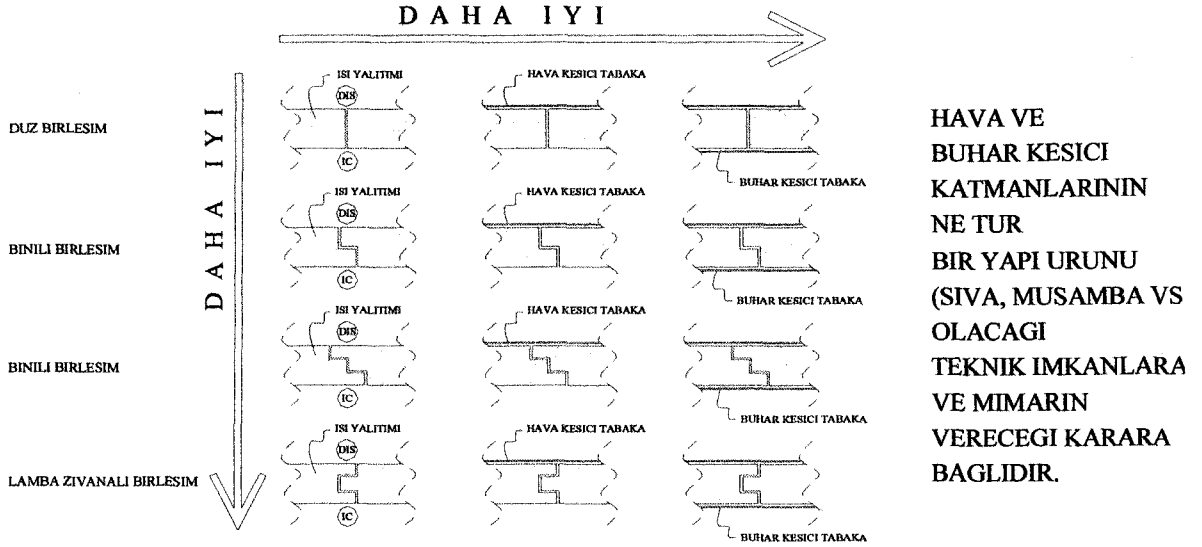
Yerinde püskürtme yöntemiyle derzsiz olarak yapılan uygulamalar dışında, ısı yalıtım ürünleri belli modüllerde üretildikleri için birbirleri ile bitleştirildikleri noktalarda birleşim derzleri oluşur.

Isı yalıtım katmanındaki söz konusu derzler uygulanma özelliklerine bağlı olarak ısı köprüleri olarak çalışabilir. Bunun önüne geçebilmek için yalıtım ürünlerinin birbirleri ile bitştirilmelerine dikkat edilmelidir. Eğer ısı yalıtımı çift katmanlı olarak uygulanacaksa derzlerin şaşırtılması ısı korunum düzeyini artırır. Bunun yanı sıra birleşmenin düz yerine binili ya da lamba zıvanalı oluşu ısı köprüsü oluşumu açısından önemlidir (*Şekil 4.5, Şekil 4.6*) (Özer, M., 1974, s. 365; Ilgaz, T., 1979, s. 45; Ontario Hydro, 1990, s. 11; Kanca, A.C., 1980, s. 150).



Şekil 4.5 Isı yalıtımının çift katmanlı olarak uygulanması

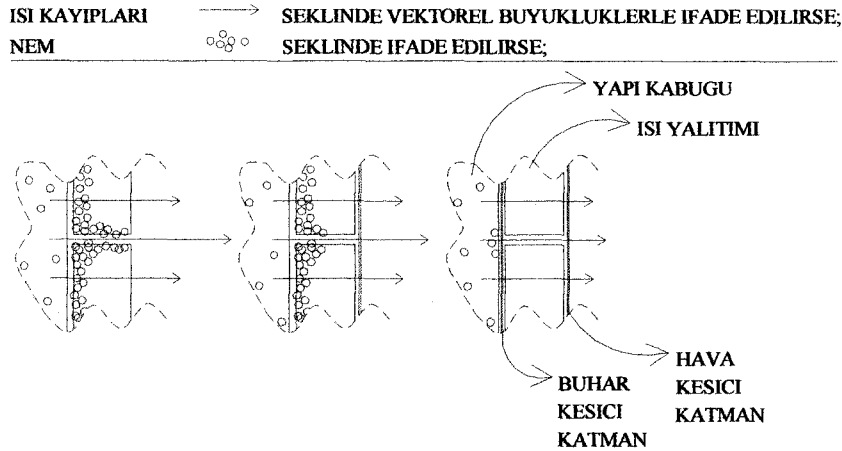
ISI YALITIM URUNLERININ BIRLESIM DERZLERI ISI KOPRUSU OLARAK CALISIRLAR



ISI YALITIM URUNLERİ (TAS YUNU, CAM YUNU, POLIURETAN KOPUK, MANTAR VS...) OZELLİKLERİNİN IMKAN VERDİĞİ EN UYGUN TEKNİĞE GÖRE BİRLESTİRİLİRLER.

Şekil 4.6 Isı köprüleri açısından ısı yalıtım ürünlerinin birleşim derzleri

Isı yalıtımı ile birlikte süreklilik gösteren bir hava ve buhar kesici katmanın gerçekleştirilmesi bu derzler açısından olduğu kadar katmanın bütünü açısından sağlıklı bir sonuç oluşturur. Buhar kesici katman her zaman için ısı yalıtımının sıcak tarafından uygulanmalıdır. Aksi takdirde kış aylarında bağıl nemin yüksek olduğu iç ortamdan gelen su buharı ısı yalıtım ürünü yapısındaki boşlukları doldurarak ısı geçirgenliğini artırır. Hava kesici katman ise derzleri de koruması açısından dış kesimde yer almalıdır (*Yaz aylarında dış ortamdaki bağıl nem, yapı kabuğu üzerinde kış aylarında iç ortamdaki kadar etkili değildir*) (Şekil 4.7) (Çelik, A.P., 1980, s. 13; Gürdal, E., 1988b, s. 45; Ontario Hydro, 1990, s. 18).

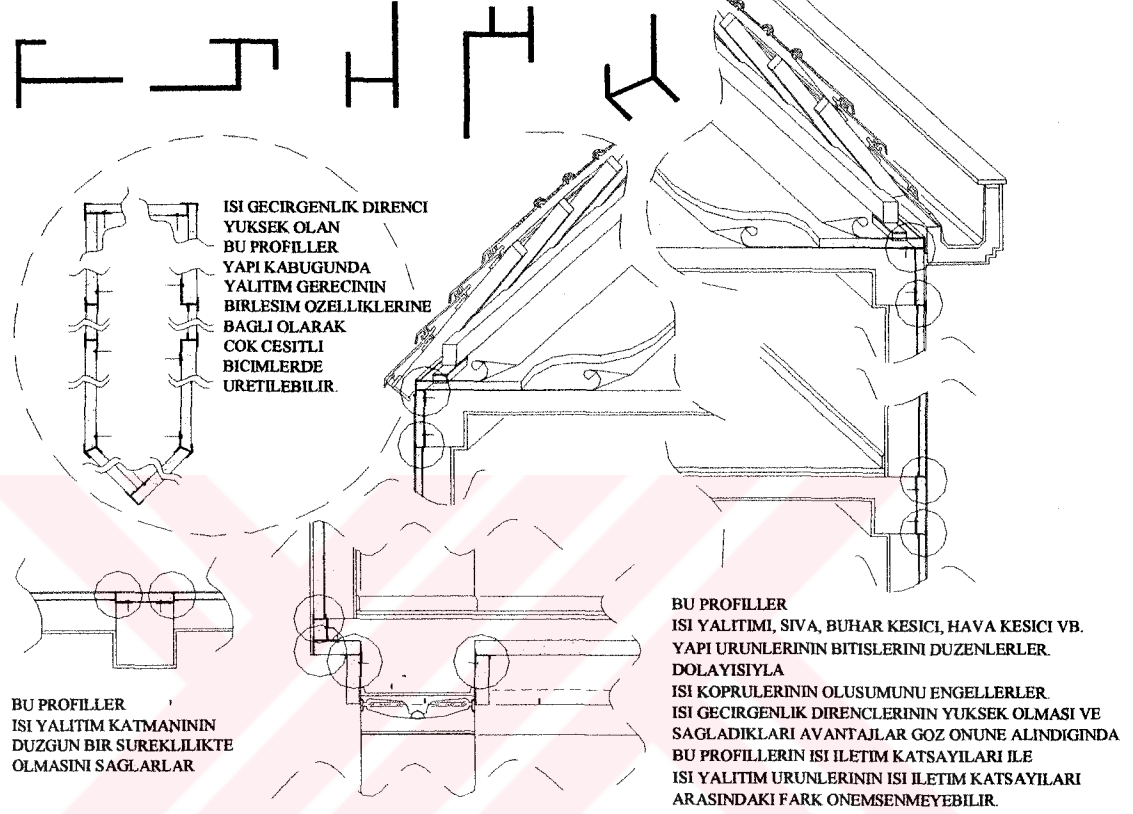


HAVA KESICI KATMAN KİMİ ZAMAN YAGIS NEMİNE KARŞI DA KORUYUCU ÖZELLİKTEDİR (SIVALAR VB. KİMİ ZAMAN YAGIS ETKİLERİNE KARŞI BASKA BİR KATMAN GELİR (GIYDIRME CEPHELER VB.)

Şekil 4.7 Hava kesici ve buhar kesici katmanların derzler üzerindeki etkisi

Derzlerde çeşitli plastik profillerin kullanılması ile yapı kabuğu köşelerinde ve ısı yalıtım ürünlerinde kalınlık ve tür olarak meydana gelebilecek değişikliklerde, özellikle de buhar ve hava kesici katmanların bitişlerinde uygulama kolaylığı sağlanır, olabilecek hatalar en alt düzeye indirilir (Şekil 4.8).

ISI YALITIM KATMANINDA OLABİLECEK URUN DEĞİŞİKLİĞİ (TÜR DEĞİŞİKLİĞİ, BOYUT DEĞİŞİKLİĞİ VB.)
DETAYLARININ ÇÖZÜMÜNE KOLAYLIK SAĞLARLAR



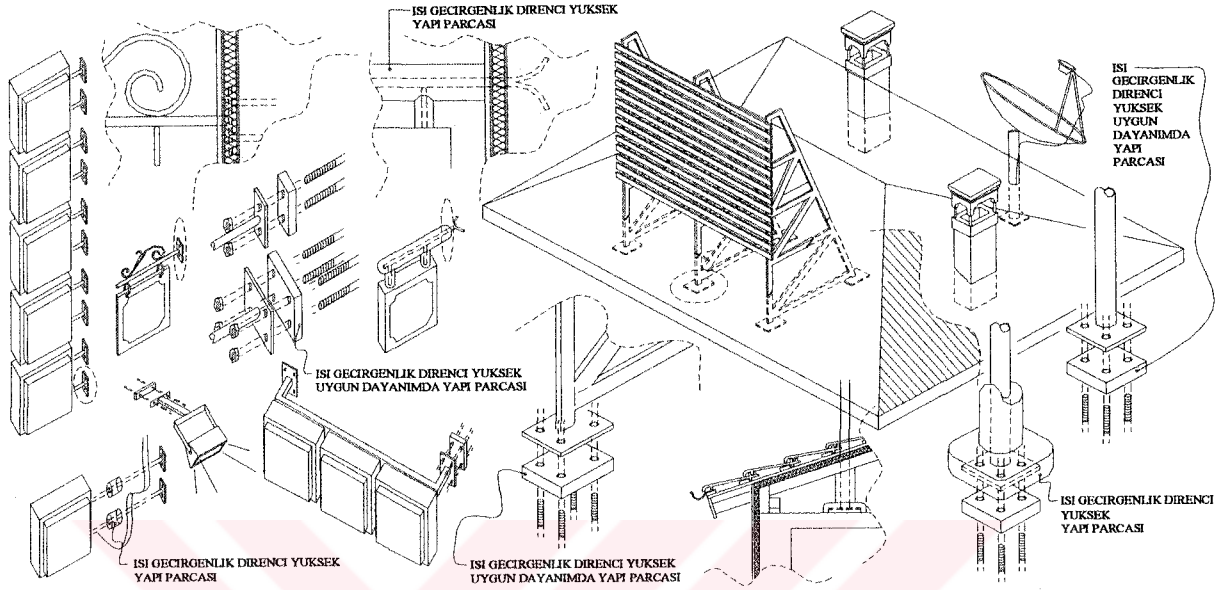
Şekil 4.8 Isı yalıtım ürünleri için birleşim profilleri

• Metal Profiller

Yapı kabuğunda metal profillerin kullanımı ısı köprüleri açısından önemlidir. Metaller ve alaşımların ısı enerjisini oldukça etkili bir şekilde ilettikleri unutulmamalıdır (Gürdal, E., 1988, s. 45). Söz konusu profiller yapı kabuğunun kendisini oluşturmak için kullanılabilecekleri gibi kabuk üzerinde çeşitli görevleri yerine getirmek için de tasarlanabilir.

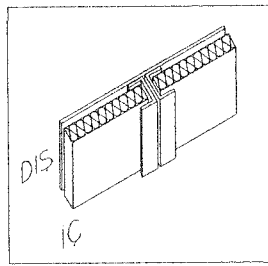
Kabuk üzerinde çeşitli gereksinimlere yönelik olarak tasarlanan metal profillerin ısı yalıtım tabakasında meydana getirdikleri noktasal süreksizlikler ısı kayıpları açısından önemsizmiş gibi görülebilir. Bunlar aynı zamanda buhar kesici katmanda da süreksizliklere yol açabilir. Bu noktalar yoğunlaşmaya dolayısıyla korozyona elverişlidir. Isı yalıtım katmanının içinde bulunan metalin korozyona uğraması durumunda metalin bakımı (zımpara, antipas, boyama

vb.) zorlaşır (Lazar, P., 1985, s. 11). Bu yüzden metal profillerin yapı kabuğu ile ilişkilendirilmelerinde uygun ısı geçirgenlik direncine ve üzerine gelen kuvvetlere karşı dayanım gösterebilme özelliğine sahip yapı ürünlerinin kullanılması iyi olur (Şekil 4.9).

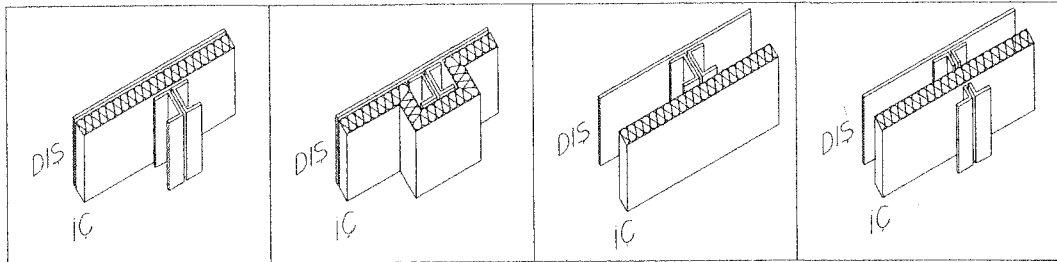


Şekil 4.9 Yapı kabuğu üzerindeki çeşitli gereksinimlere yönelik metal profiller

Metal profillerin kabuğun taşıyıcısını oluşturduğu durumlarda, ısı yalıtımının sürekliliğinin kesilmemesine dikkat edilmelidir. Aksi takdirde ısı köprüleri oluşur (Şekil 4.10) (B.R.S., 1955, s. 20).



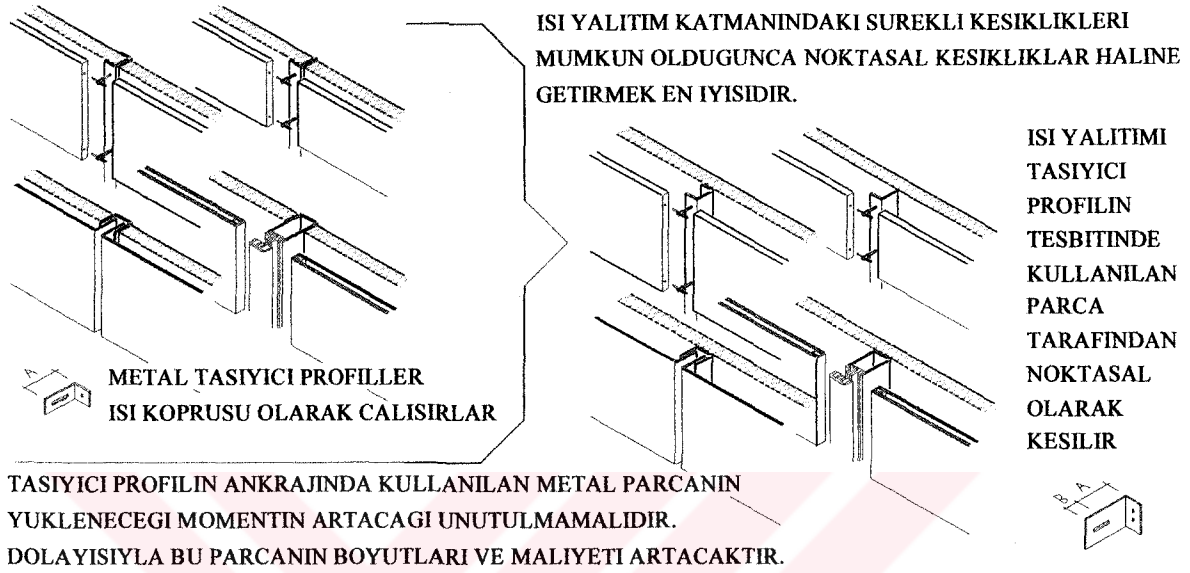
YALITIMIN SÜREKLİLİĞİ BOZULARAK ISI KÖPRÜSÜ OLUŞTURULMUŞ



MÜMKÜN OLDUĞUNCA YALITIMIN SÜREKLİLİĞİ KESİLMEMELİDİR

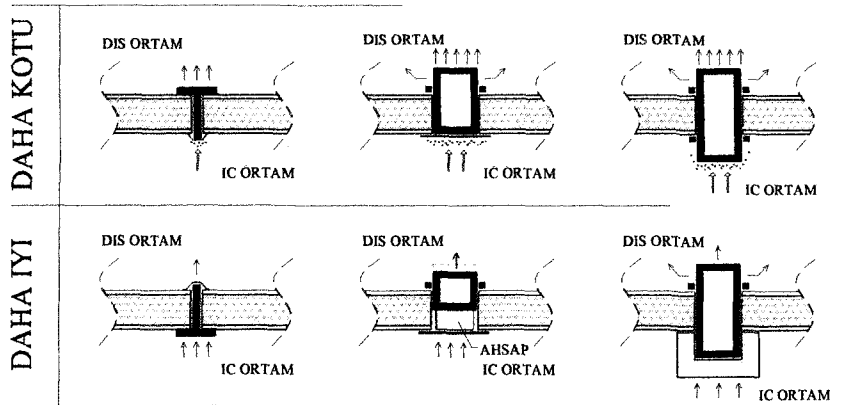
Şekil 4.10 Kabuğun taşıyıcısını oluşturan metal profillerin yalıtımının sürekliliği ile ilişkisi (B.R.S., 1955, s. 20'den uyarlanmıştır)

Giydirme cepheler (cam, mermer, granit, alüminyum kompozit panel, vb.) için hazırlanan metal taşıyıcı profiller genellikle ısı yalıtım katmanında sürekli kesikliklere neden olurlar. Oluşan ısı köprüsünün etkisini azaltmak için sürekli kesiklikleri noktasal kesiklikler haline getirmek en iyisidir (Şekil 4.11)



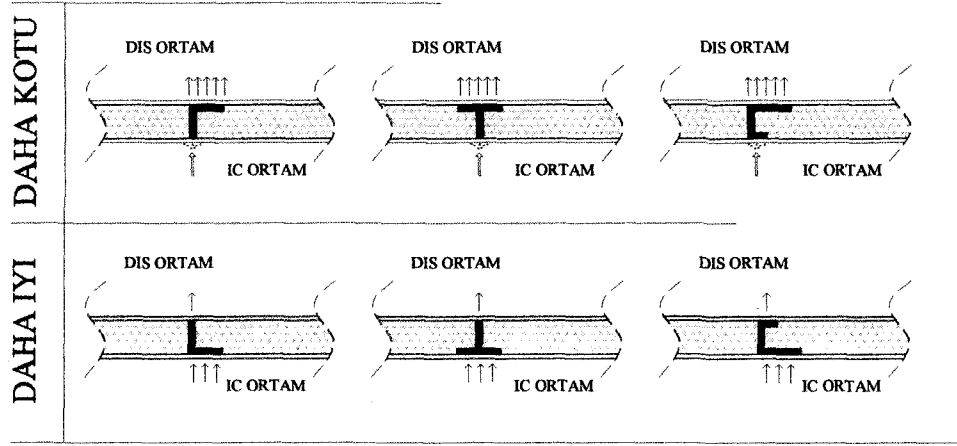
Şekil 4.11 Giydirme cepheler

Elde olmayan nedenlerden dolayı hem dış hem de iç ortam ile ilişkili olan, yani ısı yalıtım katmanındaki sürekliliği bozan metal profiller en güçlü ısı köprüsü oluşumunu meydana getirirler. Bunun önüne geçebilmek için; profil ya ısı iletkenlik değeri düşük ara bir ürün ile kullanılmalı ya da iç kesimde yeterli bir ısı tutucu (*ahsap, plastik vb. olabilir*) ile mantolanmalıdır (Şekil 4.12) (İlgaz, T., 1979, s. 49; Kanca, A.C., 1980, s. 152).



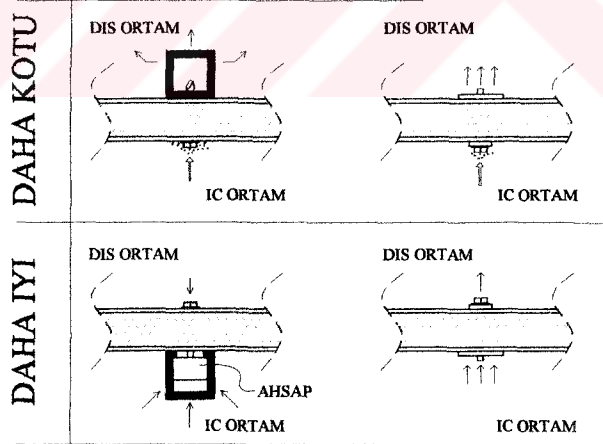
Şekil 4.12 Metal profillerin ısı yalıtımındaki sürekliliği bozması durumu (İlgaz, T., 1979, s. 49; Kanca, A.C., 1980, s. 152'den uyarlanmıştır)

Metal profillerin ısı köprüsü oluşturmalarının önüne geçilemiyorsa bu oluşumun etkisini azaltmak adına iç ortama bakan yüzeyler büyük, dış ortama bakan yüzeyler ise küçük tutulmalıdır (Şekil 4.13) (Neufert, E., 1964, s. 425; Ilgaz, T., 1979, s. 48).



Şekil 4.13 Metal profillerin iç ve dış ortama bakan yüzey büyüklükleri (Neufert, E., 1964, s. 425; Ilgaz, T., 1979, s. 48 'den uyarlanmıştır)

Metal profillerin bağlantı parçalarında da aynı kurala uyulması her açıdan iyidir (Şekil 4.14) (Ilgaz, T., 1979, s. 48; Kanca, 1980, s. 152).



Şekil 4.14 Metal bağlantı parçalarının ısı köprüsü etkilerinin azaltılması (Ilgaz, T., 1979, s. 49; Kanca, 1980, s. 152 'den uyarlanmıştır)

• Duvarlar

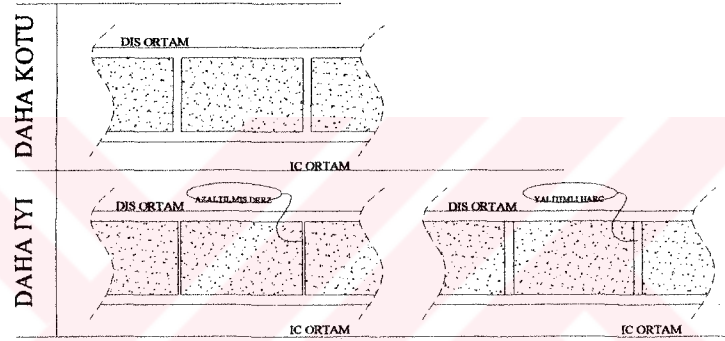
Duvarlar en çok ısı köprüsü barındıran yapı kabuğu kısmıdır. Duvarlarda öncelikle küçük ısı köprülerini belirtmek gerekirse; bunlar sadece ısı gereksinimi açısından değil aynı zamanda iç bağıl nem, yoğuşma, ısıl gerilimler vb. gibi etkilerle düşünülmelidir (Ilgaz, T., 1979, s. 51).

Duvar parçaları (tuğla, gaz beton, vb.) ile bu parçaları bağlayan derz harçlarının ısı geçirgenlik dirençleri birbirinden oldukça farklıdır. Derzlerin duvar yüzeyinde kapladıkları toplam alan göz önünde bulundurulduğunda problemin büyüklüğü de kendisini gösterir (İlgaz, T., 1979, s. 44; Kanca, A.C., 1980, s. 151).

Derzlerin ısı köprüsü etkisi iki yolla azaltılabilir;

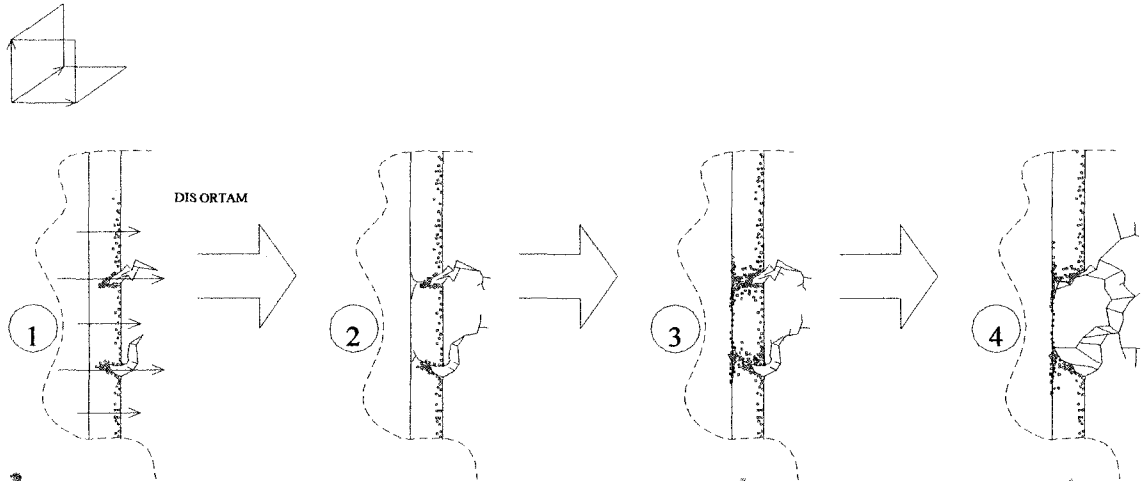
- Derzleri hacimce ve yüzeyde kapsadığı alan bakımından olabildiği oranda en aza indirmek ve mümkünse tamamen ortadan kaldırmak,
- Derz dolgu malzemesi ısı geçirgenlik direncini, kullanılan duvar parçası (tuğla, bims briketi vb.) ısı geçirgenlik direnci düzeyine çıkartmak (ör. perlit harcı ile)

(Şekil 4.15) (İlgaz, T., 1979, s. 44).



Şekil 4.15 Duvarlarda derzler (Kanca, A.C., 1980, s. 151'den uyarlanmıştır)

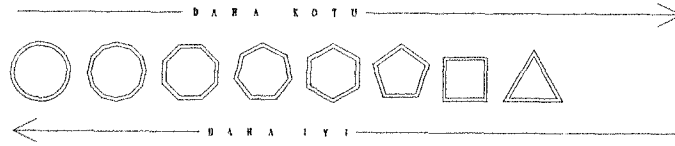
Yapılarda uygulama yanlışlıkları, kullanım sırasındaki gerilimler, vb. gibi sebeplerden dolayı oluşan sıva çatlaklıkları küçük ısı köprüleri olarak çalışma potansiyeline sahiptirler (Bozdağ, K., 1977, s. 8). Yağmur gibi etkenlerden dolayı nemlenen bu çatlaklar giderek büyüme eğilimine sahiptirler. Zamanla kendi sağlıksız durumlarını duvarada yayarlar (Şekil 4.16).



Şekil 4.16 Sıva çatlakları

Yapıların tasarımlarında yapı dış konturlarının aşırı girintili çıkıntılı planlanmamasına dikkat edilmesi ısı köprüleri açısından önemlidir. Her bir girinti – çıkıntı geometrik ısı köprüsü oluşumlarını meydana getirir. Dolayısıyla tasarımlarda yapı kabuğunun iç yüzey alanının dış yüzey alanına oranının ısı köprüleri açısından bir olması için çaba gösterilmelidir (İlgaz, T., 1979, ss. 38-39). Yapı kabuğunun bir kalınlığı olduğu için hiç bir zaman bu oran bire eşit olmaz.

Isı köprüleri bakımından en olumlu kabuk küresel ve silindirik biçimdedir (Şekil 4.17) (İlgaz, T., 1979, s. 39). Diğer biçimlerde ise iç ortam ile dar, dış ortam ile geniş açı yapan köşelere dikkat edilmelidir (Şekil 4.18) (İlgaz, T., 1979, s. 40).

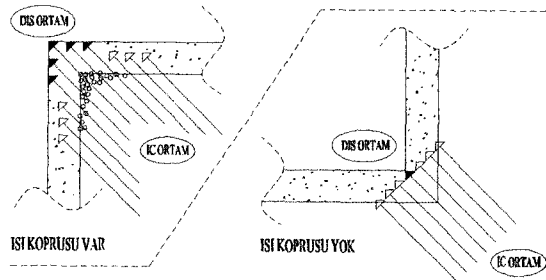


Şekil 4.17 Yapılarda köşe bağlantıları (İlgaz, T., 1979, s. 40 'dan uyarlanmıştır)



Şekil 4.18 Duvarlarda dar ve geniş açılı köşe bağlantıları (İlgaz, T., 1979, s. 40'dan uyarlanmıştır)

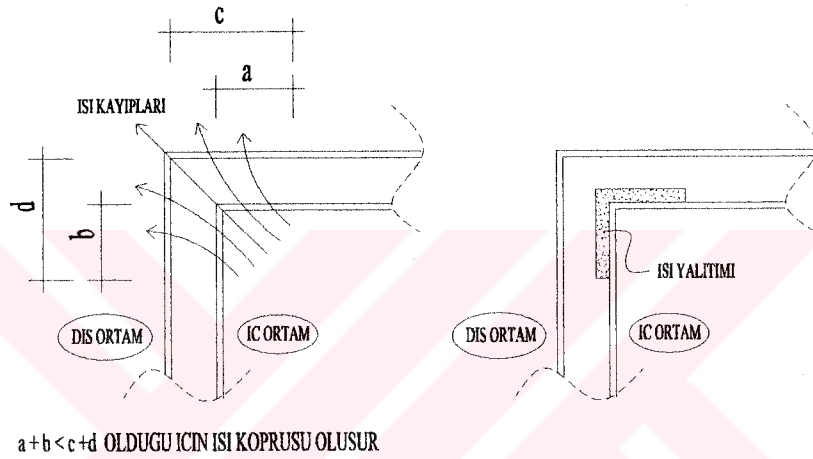
Duvarın yapı iç ortamı ile dar açı yaptığı köşelerde iç yüzey sıcaklıkları oldukça düşmektedir. Bu düşüşler bazı koşullarda terleme ve yoğunlaşmaya neden olurlar (Şekil 4.19) (Yücesoy, L., 1990, s. 57). Dolayısıyla buralarda küflenme vb. sorunlar baş gösterir. İç ortam ile geniş açı yapan köşelerde bir tehlike mevcut değildir. Hatta bu köşeler ısı kütlesi olarak daha verimlidirler (Kanca, A.C., 1980, s. 149). Ancak şunu da unutmamak gereklidir; dar açılı köşe oluşturmadan geniş açılı köşe oluşturmak mümkün değildir.



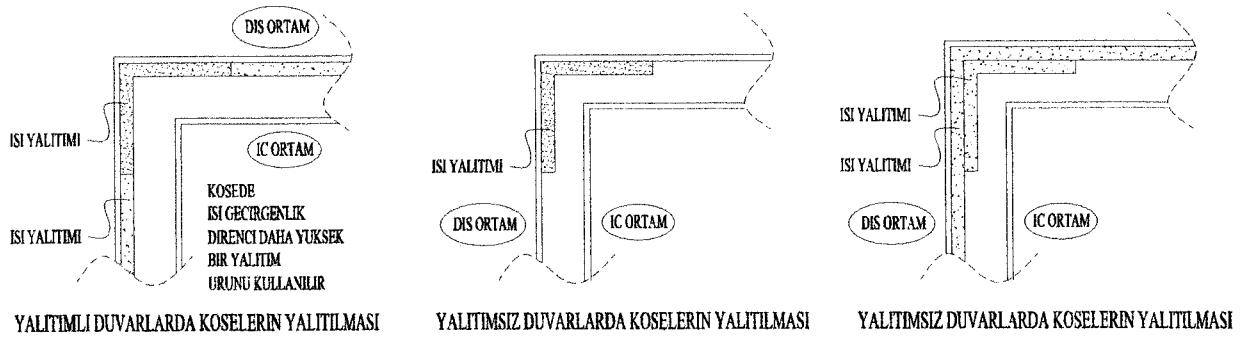
Şekil 4.19 Duvarlarda köşelerde yoğunlaşma suyu oluşması (Neufert, E., 1964, s. 426; Neufert, E., 1983, s. 102 'den uyarlanmıştır).

Simetrik köşelerde ısı köprüsü etkisine karşı bir takım önlemlerin alınması gereklidir (Özer, M., 1982, ss. 53–54; Ersoy, G., 1991, s. 70; Martin, P.L., Oughtan, D.R., 1995, s. 31). Köşelerin iç kısmında ısı yalıtım ürünleri kullanılması ile ısı köprüsü etkilerini azaltmak mümkündür (Şekil 4.20) (Özer, M., 1982, s. 54).

Köşelerin içten yalıtımı her ne kadar ısı kayıplarında önemli azalmalar getiriyorsa da yalıtımın bitiş noktalarında oluşan düşük yüzey sıcaklıkları, uygulama zorlukları ve su buharı diffüzyonu açısından olumsuzluğu nedenleri ile dıştan yalıtım tercih edilmektedir (Şekil 4.21) (Yücesoy, L., 1990, s. 57).

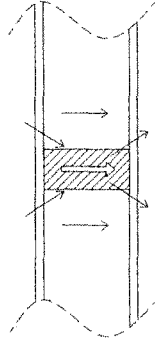


Şekil 4.20 Köşelerin ısı köprüsü etkisine yönelik içten yalıtım (Özer, M., 1982, s. 54 'den uyarlanmıştır)



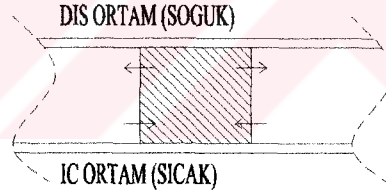
Şekil 4.21 Köşelerin ısı köprüsü etkisine yönelik dıştan yalıtım (Ersoy, G., 1991, s. 114 'den uyarlanmıştır)

Yapı kabuğunun taşıyıcı sisteminin (betonarme kolon, kiriş, hatıl vb.), duvar bileşeninden daha düşük ısı geçirgenlik direncine sahip olmasından dolayı duvar düzleminde oluşan ısı köprüleri önemli sorunlara yol açmaktadır (Şekil 4.22) (Brown, W.P., Wilson, A.G., 2002).



Şekil 4.22 Duvar düzleminde betonarme ısı köprüsü
(Brown, W.P., Wilson, A.G., 2002 'den uyarlanmıştır)

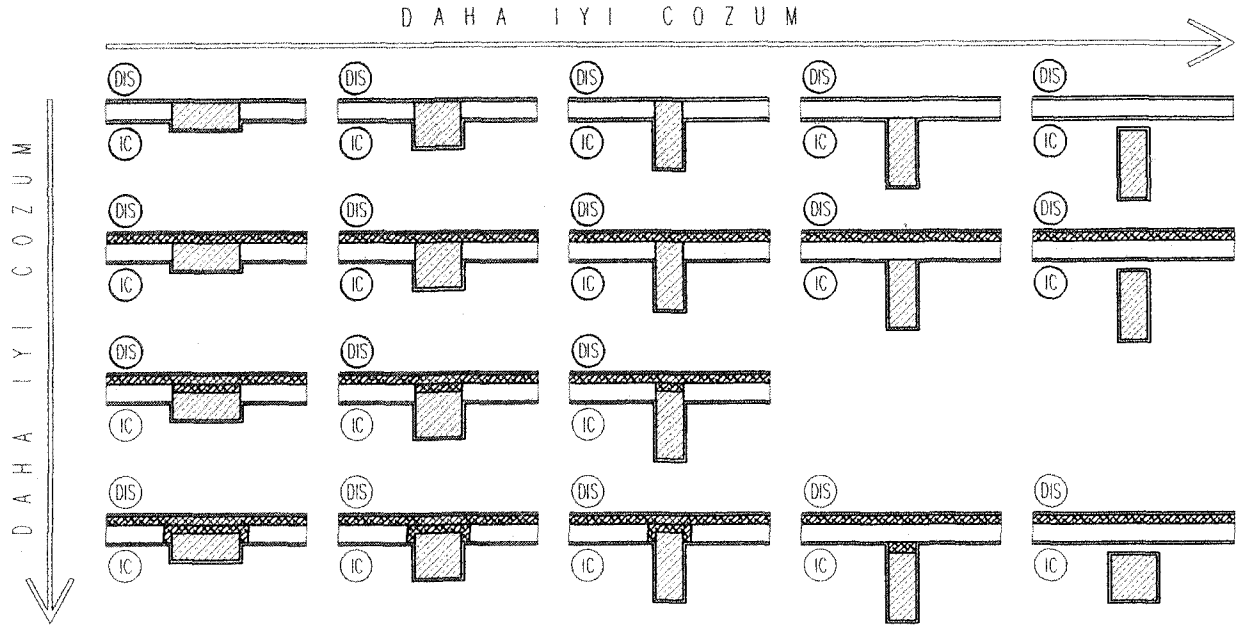
Bütün ısı köprülerinde olduğu gibi duvar düzleminde yer alan betonarme taşıyıcı sistemde daha belirgin bir şekilde yanal ısı akımları oluşur. Şekil 4.22 'de duvarda yer alan bir kolonda bu durum ifade edilmiştir; duvar iç yüzeyine yakın yerlerde oluşan sıcaklıklar, daha fazla ısı geçiren kolonunkinden yüksek olduğundan, duvardan kolona doğru yanal ısı akımına neden olacaktır. Dış yüzeyde ise durum tersine döner. Kolondaki sıcaklık duvardakinden fazla olduğu için, bu kez kolondan duvara yanal ısı akımları oluşur (Yücesoy, L., 1990, s. 51).



Şekil 4.23 Dış duvardaki betonarme kolonda yanal ısı akımları
(Yücesoy, L., 1990, s. 51 'den uyarlanmıştır)

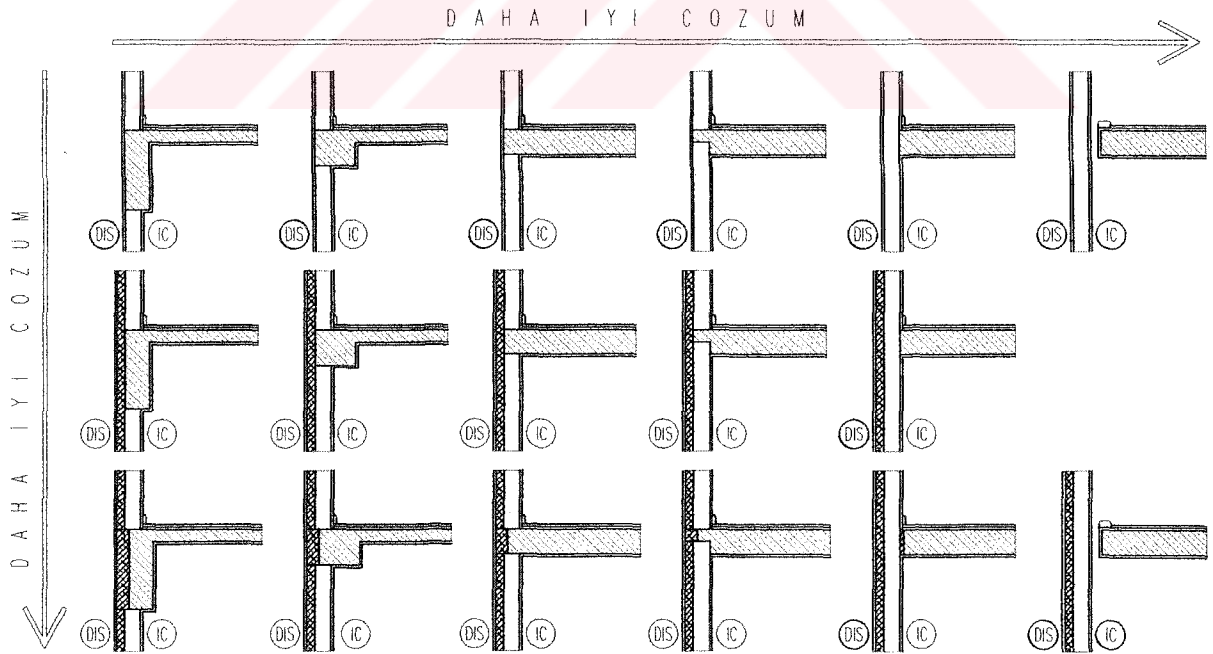
Çeşitli ortamlarda bir ürünün fiziksel özelliklerinde değişiklikler oluşabilir; örneğin ısı ve nemdeki farklılıklar neticesinde taşıyıcı sistemde farklı hareketler doğar. Sonuç olarak önemli hasarlar oluşur (Yıldız, A., 1998, s. 4). Bu yüzden dış duvar bileşenleri ile taşıyıcı sistem bileşenleri arasındaki ilişkiler ısı, su ve nem korunumunda sürekliliği bozmayacak şekilde kurulmalı ve doğru birleşimler yapılmalıdır (Yıldız, A., 1998, s. 26). Yapılardaki kolon ve kirişler içeriden yapılarak veya yüzleri kaplanarak ısı köprüsü oluşturmayacak biçimde çözümlendirilmelidir (Bozdağ, K., 1977, s. 184).

Isı yalıtımının ısı köprüleri üzerindeki etkisi nasıl uygulandığına bağlı olarak değişmektedir (Şekil 4.24, Şekil 4.25) (Brown, W.P., Wilson, A.G., 2002).



Şekil 4.24 Betonarme kolonların ısı köprüsü etkilerinin azaltılması

(Neufert, E., 1964, ss. 427-515; Ilgaz, T., 1979, ss. 40-45; Kanca, A.C., 1980, s. 151; Neufert, E., 1983, s. 102; Yıldız, A., 1998, s. 25; Brown, W.P., Wilson, A.G., 2002 'den uyarlanmıştır)



Şekil 4.25 Betonarme kirişlerin ısı köprüsü etkilerinin azaltılması

(Ilgaz, T., 1979, ss. 40-41; Yıldız, A., 1998, s. 25; Anon, 2000, ss. 1-7 'den uyarlanmıştır)

Pencerelerdeki ısı geçişi duvar üzerindeki diğeri bileşenlerdekinden daha fazladır (zer, M., 1974, s. 117; Humbaracı, İ., 1980, s. 16; elik, A.P., 1980, s. 16; Eri, M., 1984, s. 41; Balanlı, A., 1994, s. 54). Yapı dış kapısı, rüzgarlık vb. gibi önlemlerin alınması ile ısı korunumu açısından pencerelerden farklı özellik gösterirler.

Yapı kabuğundaki boşluklar geçişi, hava, gün ışığı ve görüş sağlamak gibi işlevler için oluşturulmuşlardır. Bu boşluklara doğrama takılması ile yapı kabuğunun görevleri olan yalıtım (ısı, ses, su, toz, duman, vb.), denetim (hırsız, hayvan, vb.) ve güvenlik (güneş, yabancı göz, vb.) belli bir düzeyde sağlanmış olur (Balanlı, A., 1994, s. 57). Ama bu boşluklar bir diğeri taraftan potansiyel ısı köprüsüdür. Bu yüzden bunların etkilerini azaltmak için neler yapılması gerektiği çok önemlidir.

Yapı kabuğunun saydam kısımları olan pencerelerin ısı depolama kapasiteleri yok denecek kadar azdır (Yılmaz, A.Z., 1983, s. 23). Dolayısıyla bu durum ısısal konfor açısından olumsuzdur. Aynı zamanda pencereler i işitsel konfor aısındanda önemlidir. Bu yüzden ısısal önlemlerin bir kısmı aynı zamanda sese karşı da etkili olur.

Pencereler, ereve ve camdan oluşur. Isı geçişi ise; doğramalardaki hava sızıntıları ve doğrudan iletim, ışınım ve taşınım yolları ile olur (Dağsöz, A.K., 1991, s. 149; Dağsöz, A.K., 1999, s. 110). Gelişen teknoloji pencerelerdeki ısı geçişini en alt düzeye indirmiştir.

Pencerelerin yapı kabuğundaki konumu oldukça önemlidir. Büyük pencere yüzeyleri, ısı kaybını çoğaltır. Köşe odalarda, pencerelerin yapının dış duvarlarından yalnızca birinde olması ısı korunumu açısından daha doğrudur (Anon, 1998, s. 4).

Isı ve hava geçirgenlikleri; pencere çerçevesinin ahşap, metal ya da plastik oluşuna, yapılışındaki özelliğine ve biçimine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Ahşap erevelerin barındırdığı nem oranı önemlidir (Kanca, A.C., 1980, s. 111). erevenin ahşaptan yapılması durumunda ülkemizde fırınlamaya zen gösterilmediği için büyük şekil değişimleri olmaktadır. Bir ara çerçeveler, elik ve alüminyumdan yapılırken son zamanlarda sentetik kökenli (PVC) olanlarda artma görülmektedir. PVC asıllı ve alüminyum doğramalarda odacıklı yapımlara önem verilip toplam ısı geçişi katsayıları küçültülmeye çalışılmaktadır (Dağsöz, A.K., 1999, s. 111).

Özellikle metal çerçevelerde önemli bir sorun olarak karşımıza çıkan terleme, i tablanın ve hatta duvarın tahribine yol açabilir (Eri, M., 1984, s. 42).

Metal çerçevelerde ısı köprüsü oluşumlarını azaltmak için bu çerçevenin yapımında kullanılacak olan profiller iki parçadan yapıp aralarına plastik bir profil yerleştirilebilir (Yıldız, A., 1998, s. 24).

Çerçevenin yanı sıra cam parçanın özellikleri de önemlidir (Çizelge 4.1)(Eriç, M., 1984, s 42).

Çizelge 4.1 Pencereelerde kullanılan çeşitli camların ısı iletkenlik değerleri
(Dağsöz, A.K., 1991, s. 149)

	W/m ² K	kcal/m ² h°C
Tek cam	5.8	5.0
Çift cam	3.0	2.6
Üçlü cam	2.1	1.8
Yansıtımlı cam	1.6	1.4
Yüksek yalıtımlı cam	0.5-0.6	0.43-0.52

Çift camın ısı iletkenlik değeri kuru hava katmanının kalınlığına bağlı olarak değişir (Çizelge 4.2) (Dağsöz, A.K., 1991, s. 150).

Çizelge 4.2 Çift yüzeyli camlarda hava katmanına bağlı olarak ısı iletkenlik değeri
(Dağsöz, A.K., 1991, s. 152)

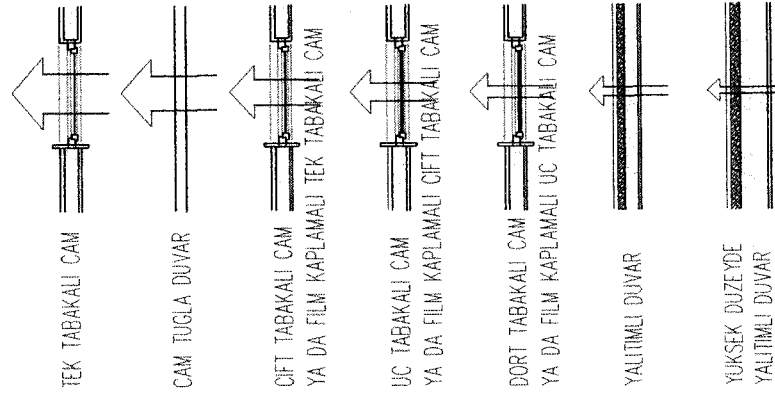
	kcal/m ² h°C
6 mm hava tabası	2.8
9 mm hava tabası	2.6
12 mm hava tabakası	2.3

Cam sayısının ve aralıklarının artırılması belli bir düzeyden sonra ekonomik değildir. Mesela üçlü cam halinde ısı iletkenlik değeri düşmekle beraber cam ağırlığının fazla olması ve çerçeve kalınlığı ile maliyet yüksekliği olumsuzluk oluşturmaktadır (Dağsöz, A.K., 1991, s. 150).

Tek camlar yüzeylerinde gerçekleşen terleme açısından rahatsız edicidir. Ama çift cam uygulamaları ile terleme olayı ortadan kalkar (Çelik, A.P., 1980, s. 13).

Cam bilindiği gibi ısı yalıtım yolu ile ısı geçirir. Cam teknolojisi günümüzde o kadar gelişmiştir ki; artık cam üzerine yapılan özel kaplamalar ile ısı yalıtım yolu ile geçişi belli bir düzeyde kontrol altına alınabilmektedir.

Teknoloji ne kadar gelişmiş olursa olsun yine de pencereler yapı kabuğunun ısı geçirgenliği bakımından en hassas bileşenleridir (Şekil 4.26). Bu yüzden uygulamalarına ısı köprüsü etkilerini mümkün olduğunca azaltma açısından dikkat edilmelidir.



Şekil 4.26 Isı geçirgenlikleri bakımından yapı kabuğu bileşenlerinin karşılaştırılması (Utkutuğ, G., vd., 1977, s. 77)

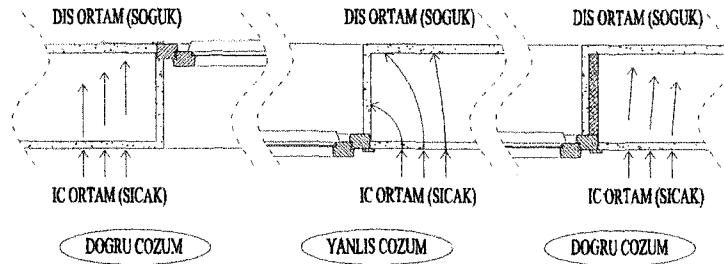
Pencerelerin duvarlardaki konumlarına özellikle dikkat edilmelidir. Aksi takdirde tasarım ve uygulama hataları yüksek ısı kaybı ve kazançlarına neden olabilir (Yücesoy, L., 1989, s. 56).

Dıştan, ortadan, içten yalıtılmış ve yalıtılmamış duvarlarda pencerelerin konumları ısı korunumu açısından araştırılmış ve yalıtımsız dış duvarda pencere doğramasının ortada, dıştan yalıtılmış dış duvarda dışta, ortadan yalıtılmış dış duvarda ortada, içten yalıtılmış dış duvarda içte uygulanmasının daha iyi olacağı belirlenmiştir (Şekil 4.27) (Yücesoy, L., 1989, s. 56).

pencere yeri	monolit	dış izolasyon	orta izolasyon	iç izolasyon
DIŞ	Md	Dd	Od	Id
ORTA	Mo	Do	Oo	Io
İÇ	Mi	Di	Oi	Ii

Şekil 4.27 Yapı kabuğu boşluğunda doğramaların yeri (Yücesoy, L., 1989, s. 53)

Eğer söz konusu duvar tiplerinde (yalıtımsız, dıştan yalıtımlı, ortadan yalıtımlı, içten yalıtımlı) doğramanın söz konusu yere (iç, dış, orta) gelmemesi durumunda ek ısı yalıtımı yapılırsa ısı köprüsü oluşumlarının etkisi zayıflatılabilir. Mesela Şekil 4.28 'de yalıtımsız duvarda doğramanın yanlış konumlandırılması üzerine ek yalıtım ile ısı köprüsü oluşumunun etkisinin ortadan kaldırılışı gösterilmiştir.

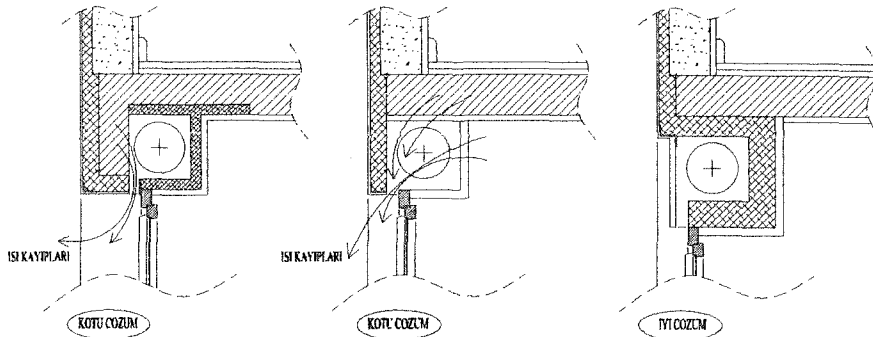


Şekil 4.28 Yalıtımsız duvarda doğramanın yanlış konumlandırılması
(Neufert, E., 1964, s. 428; Ilgaz, T., 1979, s. 47 'den uyarlanmıştır)

Pencerelerde stor, perde, kapak gibi yardımcı koruyucuların kullanımı ısı korunumu açısından oldukça iyidir. Storların PVC veya alüminyumdan yapılmasına ve içlerinin ısı yalıtım malzemesi ile doldurulmasına göre pencerelerdeki toplam ısı geçiş katsayısı farklı olur (Dağsöz, A.K., 1999, s. 112).

Nasıl detaylandırılırsa detaylandırılısın hangi malzemeden yapılırlarsa yapılsın storların kolaylıkla açılıp kapanabilmesi, dış hava koşullarına dayanıklı ve kapandığı zaman dış havayla ilişkiyi kesecek özellikte olması gereklidir (Çelik, A.P., 1980, s. 38).

Storların tasarım ve uygulamalarında ısı köprüsü oluşumlarına engel olmak için; özellikle yuvalarında yalıtımın devamlılığı sağlanmalıdır (Şekil 4.29) (Kanca, A.C., 1980, s. 151).



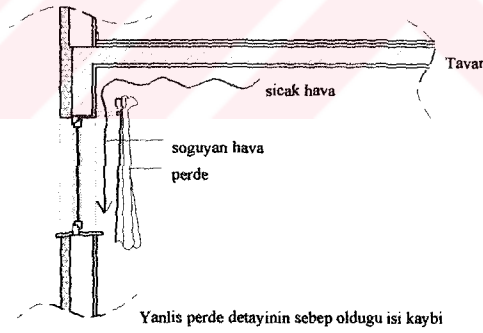
Şekil 4.29 Isı köprüsü oluşumları açısından storların değerlendirilmesi
(Ilgaz, T., 1979, s. 46; Kanca, A.C., 1980, s. 151; Çelik, A.P., 1980, s. 38 'den uyarlanmıştır)

Pencerelerde storların yanı sıra perdelerin kullanımı ile de ısı geçişleri azaltılabilir (Şekil 4.30) (Martin, P.L., Oughtan, D.R., 1995, s. 58; Ontario Hydro, 1990; Dağsöz, A.K., 1999, s. 110). Bu yüzden iç mimarının tasarlanıp oluşturulmasında buna dikkat edilmelidir.

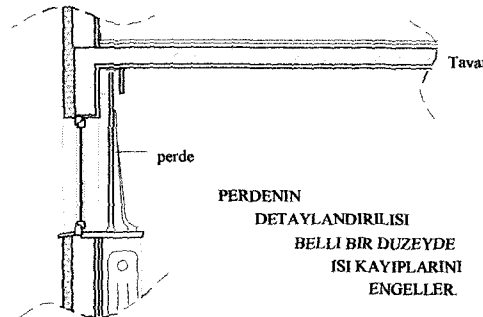


Şekil 4.30 Pencerelerde perdelerin kullanımı

Perdeler ile pencerelerin ısı geçirgenliklerinin zayıflatılması mimar için iyi bir fırsattır. Mimar özellikle taşınım yolu ile gerçekleşen ısı kayıplarını engellemelidir (Şekil 4.31, Şekil 4.32).

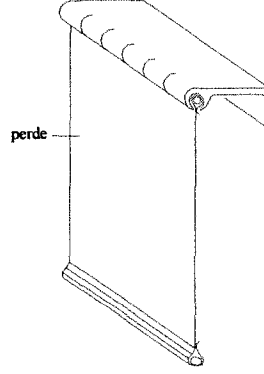


Şekil 4.31 Perdenin taşınım yolu ile ısı kayıplarına izin vermesi (Çelik, A.P., 1980, s. 36'den uyarlanmıştır)



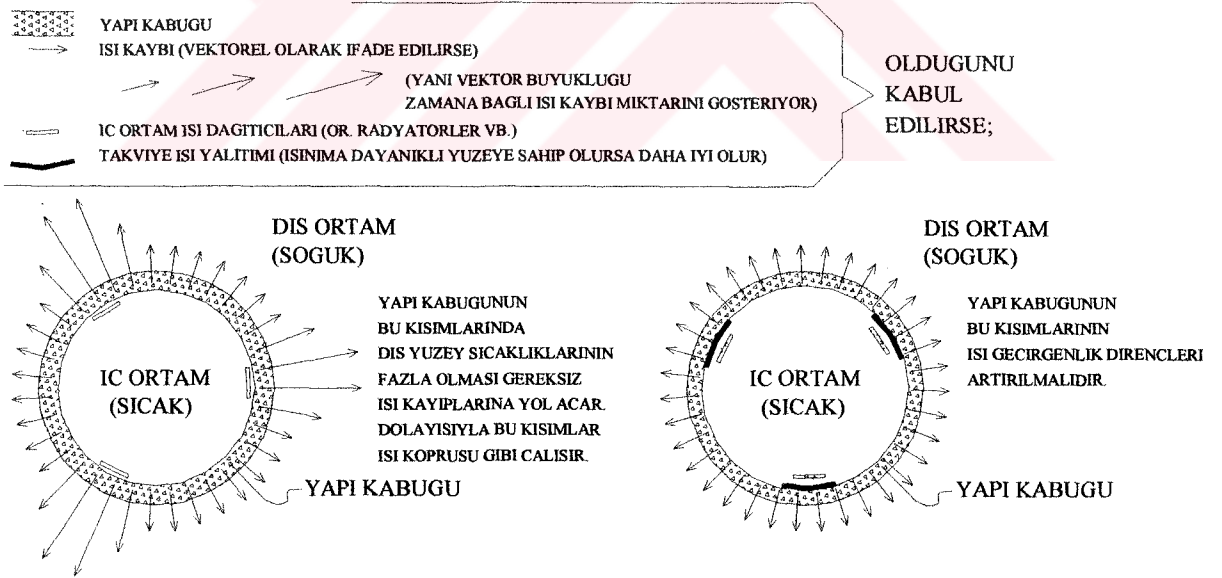
Şekil 4.32 Perdenin taşınım yolu ile ısı kayıplarını engellemesi (Çelik, A.P., 1980, s. 36'den uyarlanmıştır)

Bütün bunların dışında ısı geçişlerini azaltmak açısından çok değişik perdeler tasarlamak mümkündür. Mesela Şekil 4.33 'de ısı geçişlerini en alt düzeye indirebilmek açısından geleneksel çizgiden tamamiyle farklı bir perde detayı düşünülmüştür.



Şekil 4.33 ABD 'de denenen bir perde kapama detayı
(Çelik, A.P., 1980, s. 38 'den uyarlanmıştır)

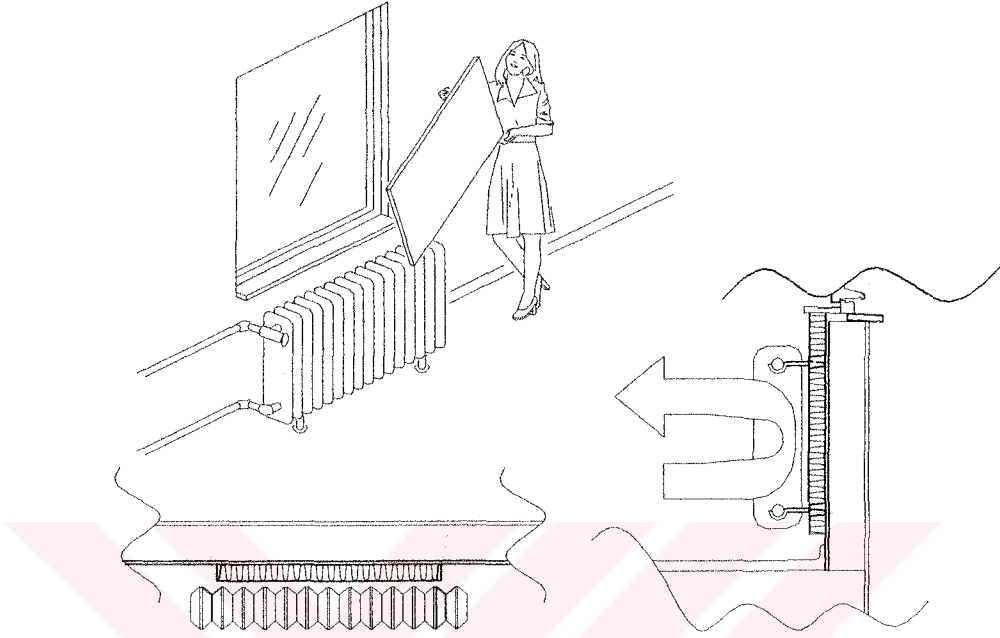
Duvarlarda pencerelerin ısı köprüsü etkisinin dışında iç ortamın ısıtılması için düzenlenen ısı dağıtıcıları (radyatörler vb.) yapı kabuğu yüzeyine yakın düzenlendiklerinde; kabuğun bu kısımlarında iç ve dış sıcaklık farkı en üst düzeyde olur. Dolayısıyla buralar ısı köprüsü gibi çalışır (Şekil 4.34).



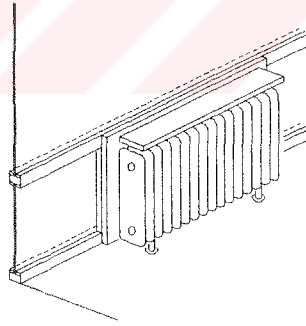
Şekil 4.34 Kabuk yüzeyine yakın düzenlenen ısı dağıtıcılarının ısı köprüsü etkisi

Radyatörlerde bu durumun önüne geçebilmek için yalıtıcı bir katman duvar ile arasındaki boşluğa yerleştirilir (Şekil 4.35) (Çelik, A.P., 1980, s. 47). Özellikle saydam yüzeylerde buna dikkat edilmelidir (Şekil 4.36). Bu yalıtıcı katmanın nasıl bir özelliğe sahip olacağını söz konusu amaç doğrultusunda mimarlar istedikleri gibi tasarlayabilirler (Şekil 4.37).

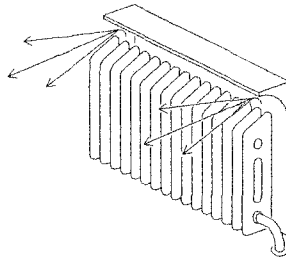
Radyatörlerde bu durumun önüne geçebilmek için yalıtıcı bir katman duvar ile arasındaki boşluğa yerleştirilir (Şekil 4.35) (Çelik, A.P., 1980, s. 47). Özellikle saydam yüzeylerde buna dikkat edilmelidir (Şekil 4.36). Bu yalıtıcı katmanın nasıl bir biçime sahip olacağını söz konusu amaç doğrultusunda mimarlar istedikleri gibi tasarlayabilirler (Şekil 4.37).



Şekil 4.35 Radyatörler ile duvar arasına yalıtıcı katman yerleştirilmesi
(Anon, 1999, ss. 46-47 'den uyarlanmıştır)

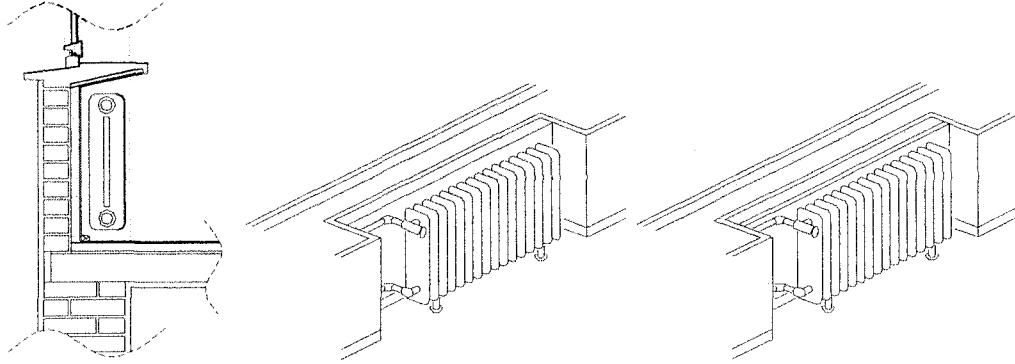


Şekil 4.36 Saydam yüzeylerde radyatör panosu – yalıtıcı katman ilişkisi
(Dağsöz, A.K., 1991, s. 118'den uyarlanmıştır)



Şekil 4.37 Özel bir biçimde tasarlanmış yalıtıcı katman örneği
(Çelik, A.P., 1980, s. 53'ten uyarlanmıştır)

Çoğu zaman iç mekandan yer kazanmak maksadıyla radyatörler duvarlarda oluşturulan nişlere yerleştirilir. Niş oluşturulmasının bir sonucu olarak duvarın bu kısmının ısı geçirgenliği artar. Dolayısıyla bu kısımların yalıtımına özellikle dikkat edilmelidir (Şekil 4.38).



Şekil 4.38 Duvarlarda radyatör nişleri oluşturulması durumları
(Bobran, H.V., 1976, s. 116; Dağsöz, A.K., 1991, s. 118; Dağsöz, A.K., 1999, s. 97)

Isı dağıtıcılar her zaman için radyatör olmayabilir. Ama söz konusu örnekler ısı dağıtıcılar ile yapı kabuğu ilişkisi hakkında fikir vermektedir.

Bunun yanı sıra bitişik düzen yapılarında ısı dağıtıcılar bitişik ortam ile ayırıcı özelliğe sahip duvar yüzeylerine de yakın olarak oluşturulmamalıdır. Bitişik yapıda ısıtma yapılmadığı zamanlarda bu kısımlarda da ısı köprüsü etkisi oluşabileceği unutulmamalıdır.

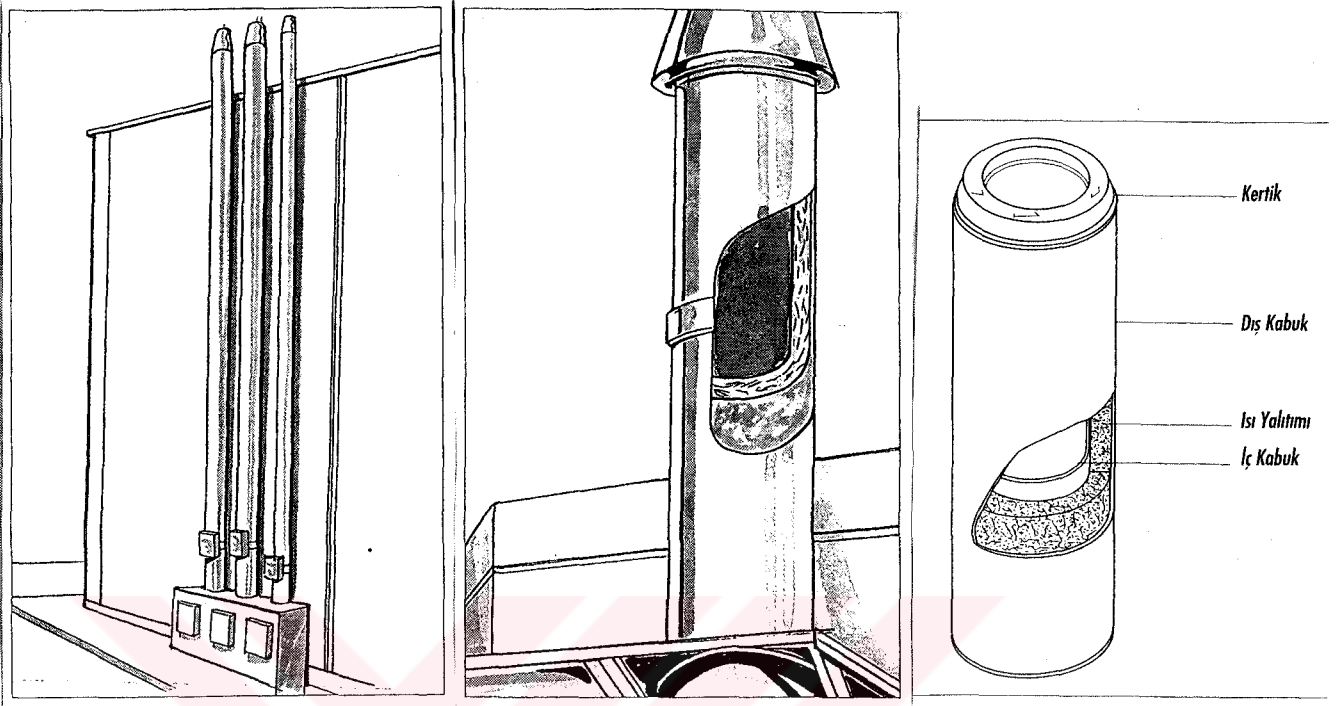
• Çatılar

Yapı kabuğunun yatay ve yataya yakın kısımları olan çatılarda en belirgin ısı köprüsü etkisini bacalar göstermektedir. Isıtma sisteminin atıklarının bir bölümünü atan bacalar yapı kabuğunun çatı kısmında önemli bir kesiklik oluşturmaktadır.

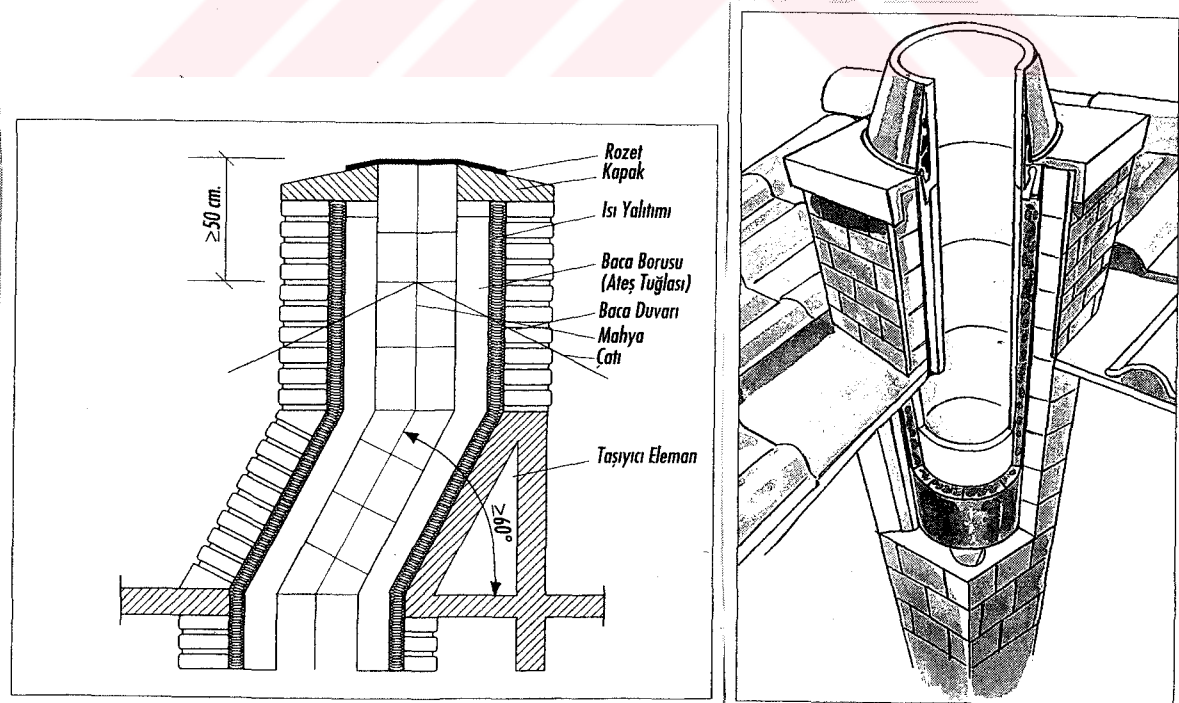
Bilindiği gibi yanma sonunda meydana gelen CO_2 , SO_2 , NO gibi yanma ürünleri ve partiküller yanında su buharı da baca gazı ile birlikte dışarı atılır. Eğer baca kesiti, strüktürü, malzemesi ve yalıtımı yeterli kalınlığı sağlamıyorsa, baca gazındaki su buharının baca içinde yoğunlaşmasına neden olur. Baca gazındaki su buharının yoğunlaşması, baca gazının yüzeylerde soğuyarak yoğunlaşma (çiğ) noktasına düşmesi ile meydana gelir (Anon, 1996, s. 13).

Baca gazındaki su buharının yoğunlaşması sonucunda baca ve ısıtma sistemi zarar görür. Yoğunlaşmanın yanı sıra bacanın ilişkili olduğu mekanlara buhar difüzyonu olur, sıva atmaları, renk değişimleri, kumalar ve kabarmalar gerçekleşir. Baca sadece bir ısıtma sistemi bileşeni

değildir. Bu yüzden bacaların çatılardaki bu ısı köprüsü etkilerine karşı etkili bir yalıtım gereklidir (Şekil 4.39, Şekil 4.40) (Anon, 1996, ss. 3-13).

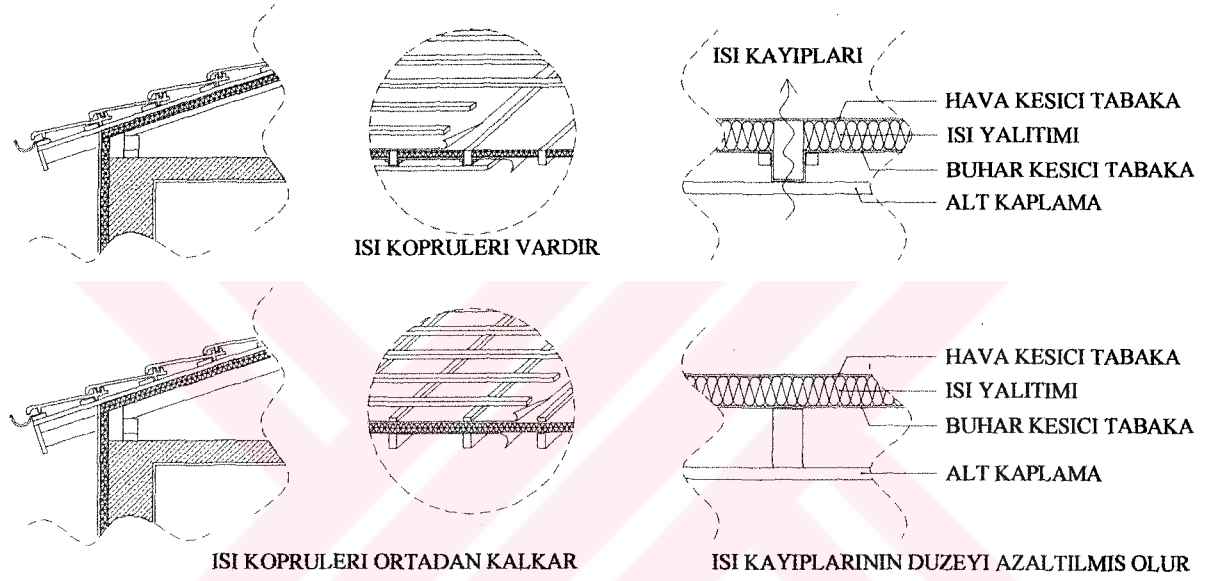


Şekil 4.39 Baca yalıtımı örnekleri I (Anon, 1996, ss. 13-14)



Şekil 4.40 Baca yalıtımı örnekleri II (Anon, 1996, ss. 13-14)

Çatılarda gerçekleştirilen yalıtım, yapı kabuğunun diğer kısımlarında gerçekleştirilen yalıtım uygulamalarından daha kolaydır (Dağsöz, A.K., 1991, s. 127). Bu uygulamadaki en önemli sorun yalıtımın sürekliliğinin sağlanması ile ilgilidir. Betonarme döşeme üzerine yapılan uygulamalarda yalıtım pek kesintiye karşılaşmazken, çatının mertekleri düzlemindeki uygulamalarda mertekler boyunca kesintiye uğramaktadır. Isı yalıtım malzemesi ile ahşabın ısı iletkenliği arasındaki farktan dolayı ahşap mertekler ısı köprüsü etkisi gösterirler. Ama geliştirilen yeni yöntemler ve kullanılan yeni ısı yalıtım ürünleri sayesinde bu ısı köprüsü etkilerini azaltmak mümkündür (Şekil 4.41) (Anon, 1995, ss. 2-6).

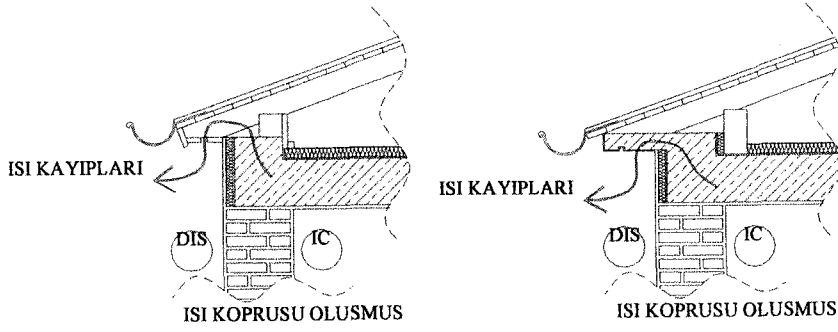


Şekil 4.41 Ahşap merteklerin ısı köprüsü etkisi (Anon, 1995, s. 4 'ten uyarlanmıştır)

Yapı kabuğunun çatı kısmı boşluklar barındırdığı için bu boşlukları alüminyum folyolar ile kaplayarak (uzun dalga ışıma karşı, buhar kesici düzleminde ya da alt kaplamanın iç yüzeyinde) yapı içinin ısı kayıplarına uğraması oranının azaltılabileceği unutulmamalıdır (Molloy, E., 1945, s. 229; Çelik, A.P., 1980, s. 45).

Çatıların duvarlar ile birleştikleri noktalar tasarım ve uygulama hataları yüzünden ısı köprüsü etkisi gösterebilirler. Bu yüzden ısı yalıtım tabakasının bu kesimlerde tasarlanması ve uygulanmasına ayrı bir titizlik gösterilmelidir.

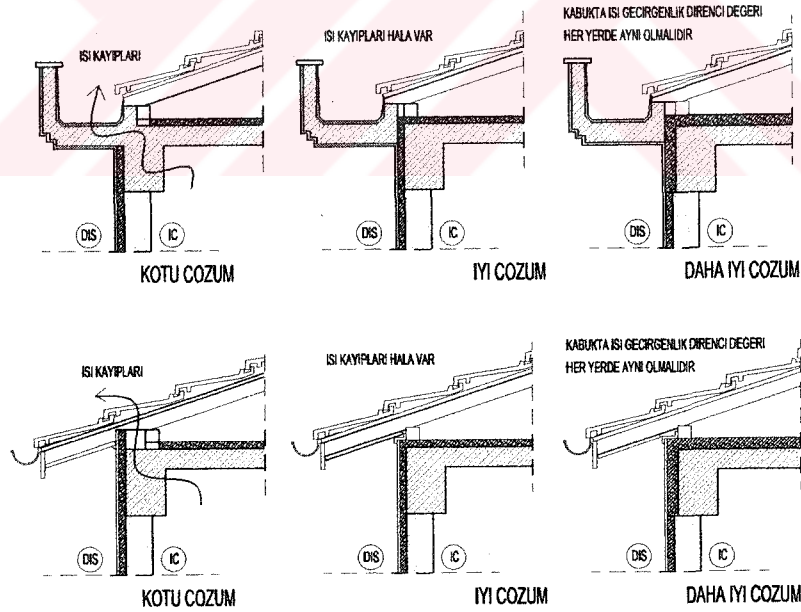
Çatı – duvar birleşimleri çok çeşitli detayların oluşmasına sebep oldukları gibi genellikle uygulamalarda ısı köprüsü olmaktan kurtarılamayan kısımlardır. Şekil 4.42’de ısı köprüsü barındıran çatı-duvar birleşimlerinden örnekler gösterilmiştir.



Şekil 4.42 Isı köprüsü barındıran çatı – duvar birleşimine örnek
(Özer, M., 1974, s. 63'ten uyarlanmıştır)

Bu birleşimlerde betonarme saçak söz konusu ise; olduğu gibi ısı yalıtımı ile bohçalanabileceği gibi (çoğunlukla bu yapılar) kimi zaman yapının strüktürü ile noktasal olarak ilişkilendirilebilir (Şekil 4.43).

Çatının ahşap strüktürünün saçak olarak devam ettiği durumlarda ise; duvar üzerindeki ısı yalıtım katmanı ile çatının ısı yalıtım katmanı bitleştirilmelidir. Bu bitleştirilmede plastik profillerin kullanımı oldukça etkili bir çözüm olur (Şekil 4.43).



Şekil 4.43 Çatı duvar birleşimlerinde ısı köprülerine yönelik çözüm önerileri

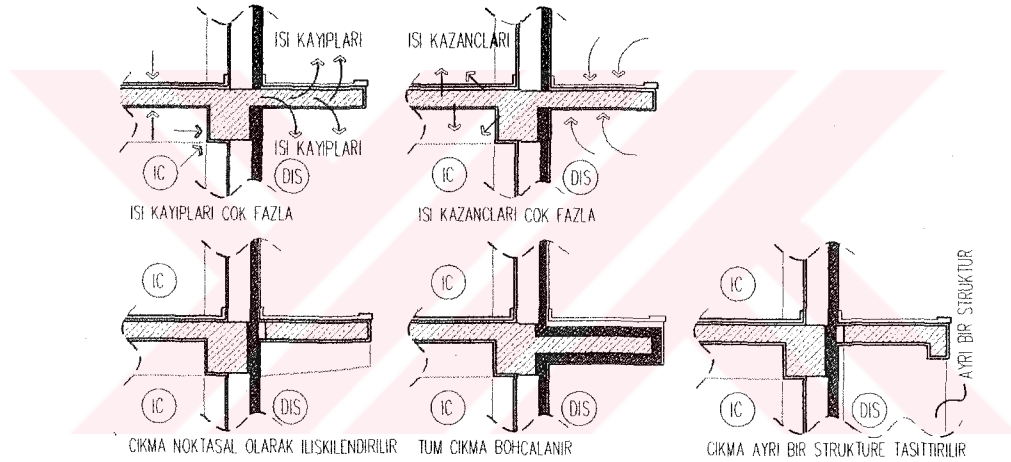
• Döşemeler

Yapı kabuğunun yatay ve yataya yakın kısımlarının büyük bir bölümünü döşemeler oluşturmaktadır.

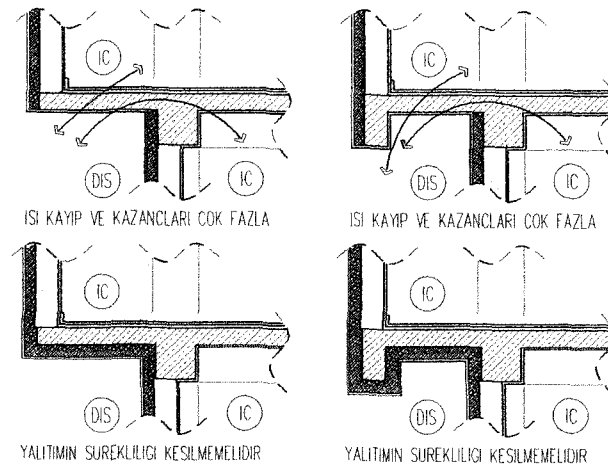
Döşemelerin dış ortam ile doğrudan ilişkisi olan, herkes tarafından kolaylıkla fark edilen kısımları açık ve kapalı çıkmalardır. Bu kısımlar genellikle ısı korunumu açısından ihmal edildikleri için ısı köprüsü etkisi göstermektedirler.

Yapılarda açık çıkma ısı yalıtımı ile bohçalanarak, yapının taşıyıcı sistemi ile olan ilişkisi noktasal düzeye çekilerek ya da ayrı bir taşıyıcı sistemle ilişkilendirilerek ısı köprüsü etkisinden arındırılır (Şekil 4.44) (Neufert, E., 1964, s. 544; Ilgaz, T., 1979, ss. 49-50; Kanca, A.C., 1980, s. 150).

Kapalı çıkmalarda genellikle çıkma altlarında ısı yalıtımının devam etmediği dikkat çekici bir durumdur. Oysa ihmal edilen bu kısımlar kullanım aşamasına büyük problemlerin yaşandığı ısı köprülerini oluşturur. Bu yüzden kapalı çıkma altlarında ısı yalıtımı tabakasının eksiksiz devam etmesi şarttır (Şekil 4.45).



Şekil 4.44 Açık çıkmalarda ısı köprüsü etkisi oluşumlarına yönelik önlemler (Neufert, E., 1964, s. 544; Ilgaz, T., 1979, ss. 49-50; Kanca, A.C., 1980, s. 150'den uyarlanmıştır).



Şekil 4.45 Kapalı çıkmalarda ısı köprüsü etkisi oluşumlarına yönelik önlemler (Neufert, 1964, s. 543; Anon, 1996, s. 2; Büyükdede, H., vd., 2001, s. 39)

Bazı durumlarda döşeme iç ortamda olmasına rağmen ısı köprüsü etkisi gösterir. Örneğin çok katlı yapılarda üst üste gelen bağımsız bölümlerde, bağımsız ısıtmaların olduğu durumlarda, ısı dağıtıcılar döşeme bünyesinde ise (döşeme içi sıcak sulu borulu sistem); döşeme altındaki bağımsız bölüm ısıtılmadığı zamanlarda döşeme ısı köprüsü etkisi gösterir. Bu yüzden bu tür sistemlerde sistemin altına ısı yalıtım katmanı yerleştirilir (yerleştirilmelidir).

Bunun dışında ısıtılmayan bodrum katların üstündeki bağımsız bölümlerde de buna benzer etkiler oluşacağı göz önünde bulundurularak bodrum tavanlarında ısı yalıtım tabakası oluşturulmalıdır. Bodrumlarda ısı kazançları söz konusu ise tavandan yalıtım yerine yer döşemesinden yalıtım tercih edilmelidir. Ancak oluşturulan ısı yalıtım tabakası çeşitli kesintilere uğrar. Bunlar ısı köprüleridir (Humbaracı, İ., 1980, s. 29; Anon, 1996, s. 2; Dağsöz, A.K., 1999, s. 87).

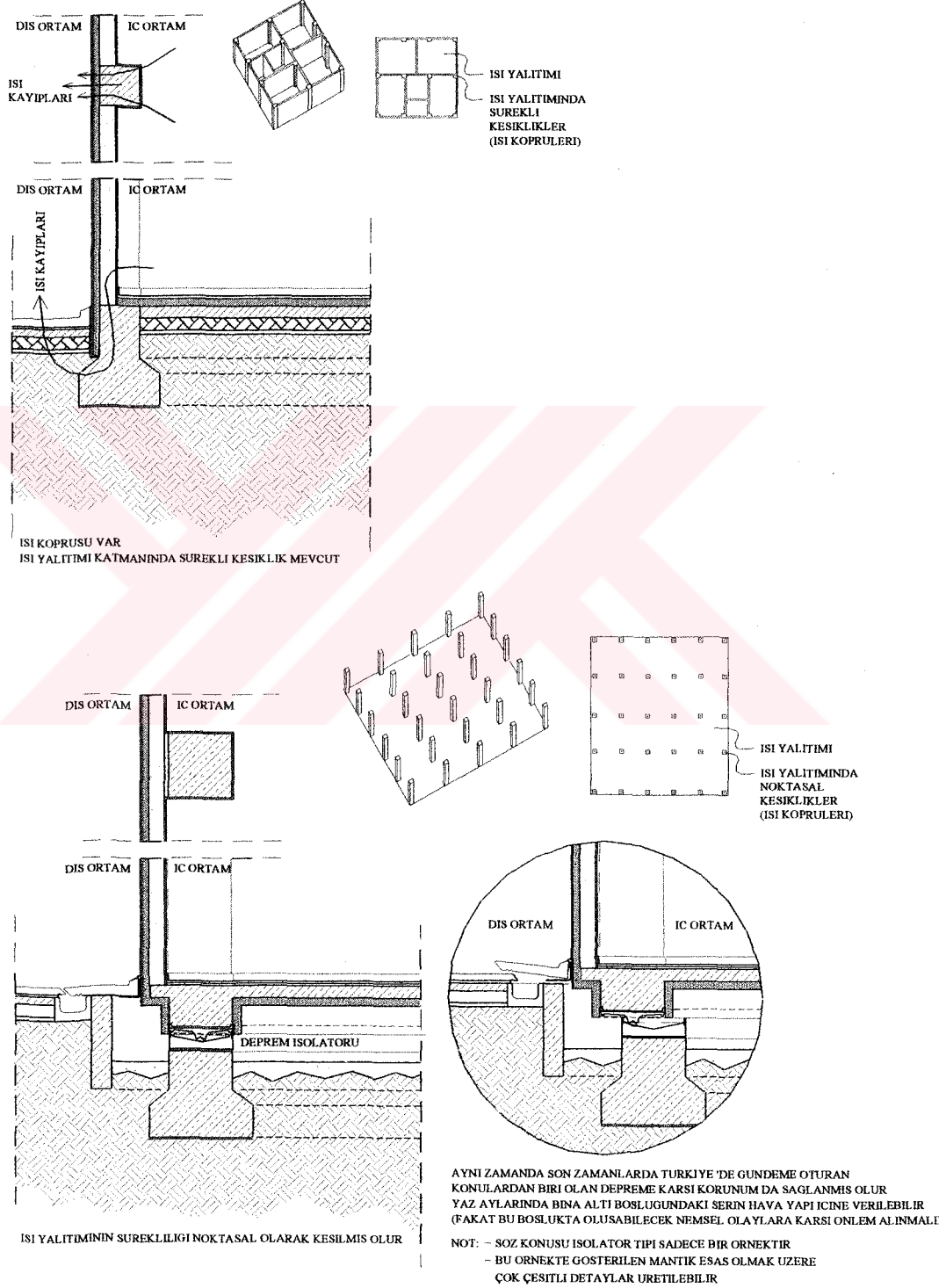
Bodrum katlarda döşemeden ısı yalıtımının yanı sıra ısıtma sisteminin borularının da yalıtımı ihtiyaç duyulan bir çözümdür (Şekil 4.46) (Anon, 1996, s. 3). Çünkü borularda gerçekleştirilen yalıtım ısı köprüsü oluşumlarının iç ve dış sıcaklık farkını etkileyeceği için önemlidir.



Şekil 4.46 Isıtma sisteminin borularının yalıtılması (Anon, 1996, ss. 3-16)

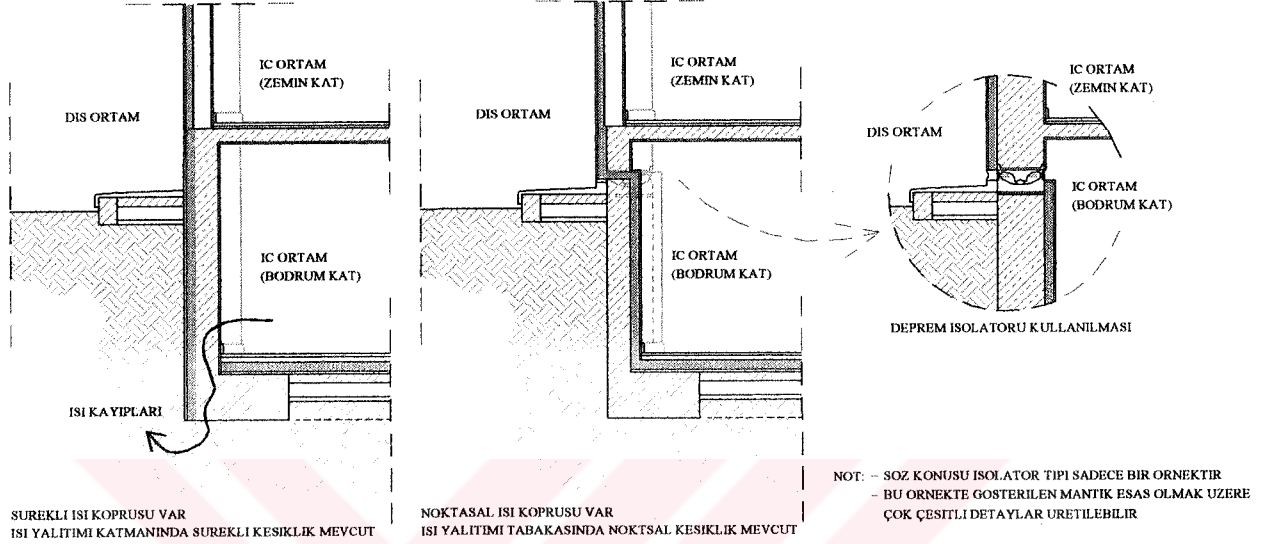
Isı Köprüsü etkisi çözülemeyen, bu yüzden de çok sorun yaşanan yapı kabuğu kısmı duvar ve yer döşemesinin birleşimidir. Bu kısımda yalıtımda süreklilik sağlamak başlı başına bir sorundur. Yapının temelini oluşturan bu kısmın yalıtımına gerçekten de yapı sağlığı açısından çok dikkat etmek gereklidir. Bu kısımda yalıtımın kesintiye uğrayarak ısı köprüsü oluşturması, enerji kayıplarından çok nemsel olaylara neden olur.

Zemin ile yapı arasındaki ısı geçişini azaltmak için ısı yalıtım tabakasının sürekliliğini koruyarak yapı kabuğu boyunca yerleştirilmesi gereklidir (Choi, S., Krarti, M., 2000, s. 251). Oysa gerçekleştirilen yapılarda bu yapılmamaktadır. Ama gelişen teknoloji sonucunda elde edilen, yükü noktasal olarak zemine ileten deprem izolatörleri ile bunu gerçekleştirmek mümkündür.

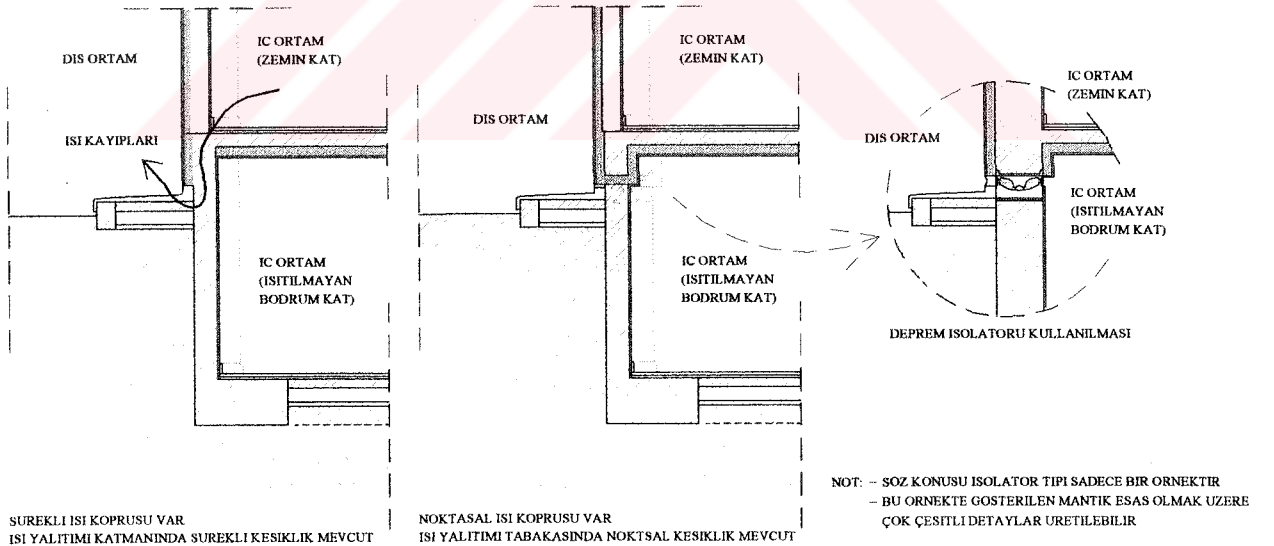


Şekil 4.47 Duvar – yer döşemesi birleşimlerine (ve yer döşemesinin tümüne) yönelik çözüm önerisi I

Yapının temeli ile olan ilişkisinin noktasal olarak sağlanması sayesinde yalıtım tabakası istenildiği gibi, ısı köprülerine sebep olmayacak şekilde tasarlanıp uygulanabilir. Böylelikle duvar- yer döşemesinde olduğu kadar yer döşemesinin bütününde de sağlıklı bir yalıtım çözümü (nemsel hasarlara uğramayan, ısıl gerilimleri dengeli, vb.) gerçekleştirilir (Şekil 4.47, Şekil 4.48, Şekil 4.49).



Şekil 4.48 Duvar – yer döşemesi birleşimlerine (ve yer döşemesinin tümüne) yönelik çözüm önerisi II



Şekil 4.49 Duvar – yer döşemesi birleşimlerine (ve yer döşemesinin tümüne) yönelik çözüm önerisi III

Bu çözüm başlangıçta çok pahalı bir çözüm olarak düşünülse de Türkiye 'de bu tür sistemlerin kullanım alanı bulması, son zamanlarda önemi oldukça vurgulanan depreme yönelik alınacak önlemler açısından da önem taşımaktadır.

kullanılması fikri gündeme oturmuştur. Ülkemizde sayılı uygulanma alanı bulan, yapı yükünü noktasal olarak zemine ileten deprem yalıtıcıları aynı zamanda ısı köprülerinin oluşumu açısından da önemlidir. Bu yalıtıcılar sayesinde yapı zemininde ısı kayıplarını azaltılmasının yanı sıra; yapı taşıyıcısının en önemli kısımları olan temellerin nemsal hasarlara karşı korunması da sağlanmaktadır.

Bu çalışma da yapı yükünü noktasal olarak zemine ileten deprem yalıtıcılarının yapının taşıyıcı sistemine kazandırdığı depreme dayanıklılık özelliğinin dışında ısısal özellikler bağlamında değerlendirilmesi ve sonuç olarak bu yalıtıcıların deprem olmadığı zamanlarda da önemli görevleri yerine getirdiğinin ortaya çıkarılması şu bilimsel gerçeği vurgulamaktadır; teknolojik gelişmeler sonucunda ortaya çıkan ürünler oluşturulma amaçlarının dışındaki görevleri de üstlenebilirler. Bu uzmanların kendi alanlarının dışına da taşarak çok boyutlu düşünmeleri sonucunda farkedilebilir.

Gelişen teknoloji ile birlikte yapılarda ısı köprüsü etkileri giderek daha da azalacaktır. Bu konunun devamlı olarak güncelliğini koruyarak yeni teknolojiler açısından değerlendirme kapsamında tutulması önemlidir.

İnsanın yaşadığı bu dünyayı kendinden sonraki nesillere daha iyi bir biçime sokarak bırakması açısından yapılardaki ısı köprüleri konusu ihmal edilmemesi gereken bir konudur.

Çeşitli önerileri maddeler halinde sıralamak gerekirse;

- Mimarların ısı köprüleri ve yapı ile ilgili diğer konular hakkında yeterli derecede bilgili olmalarının sağlanması ve dolayısıyla mimarlık hizmeti yetkilerinin yeterliliklerine bağlı olarak verilmesi ilgili kurum ve kuruluşlar tarafından gerçekleştirilirse iyi olur.
- Yapı fizikçilerinin yapı yükünü noktasal olarak zemine ileten deprem yalıtıcılarını ısısal hesap teknikleri ile değerlendirmeleri bu teknolojinin ısı köprüleri açısından da gelişiminin sağlanması bakımından olumlu olur.
- Isı köprüleri tüm dünyada, kendisini her alanda gösteren enerji probleminin bir parçasını oluşturduğu için; basın ve yayın organları vasıtası ile konu hakkında gerekli duyarlılık mimarlık disiplininin dışında da oluşturulursa ortaya daha olumlu sonuçlar çıkar.
- Teknolojinin gelişimi, en gelişkin canlı olan insan tarafından gerçekleştirildiği için; insanın gerek ısı köprülerinin çözümü konusunda gerekse de diğer konularda üretkenliğinin artırılması açısından, özellikle gençlere değer verilerek onların mesleki alandaki şevklerinin artırılması Türkiye ve tüm Dünya açısından olumlu bir gelişmeye yol

KAYNAKLAR

- Akman, A., (1991), “Yapı Bütünlüğündeki Nem Olgusunun İnsan Sağlığı İle Olan İlişkisi”, Kültür, Sanat ve Mimarlık Dergisi Yapı, 115: 83
- Akman, A., (1999), Yapı Biyolojisi – Yapı Ekolojisi ve Yapıların İnsan sağlığı Üzerindeki Etkiyi Ortaya Koyan Biyoklimatik – Diyagnostik Bir Araştırma, TERAMED Yapı Biyolojisi ve Ekolojisi Enstitüsü, 40-50, İstanbul
- Allen, W., (1997), Envelope Design for Buildings, Architectural Press, 4-31, Oxford
- Altın, V., (2002), “Enerji”, Bilim ve Teknik (Aylık Popüler Bilim Dergisi), 2002/1: 4-11
- Andersen, P., (2002), “Energy”, Deutschland (Forum on Politics, Culture, Business and Science) (Published in Berlin by Societats-Verlag), 2002/1: 55
- Anon, (1982), Yeni Bilimler Ansiklopedisi, Eğitim Teşebbüsleri Ltd. Şti., 3: 579-580, İstanbul
- Anon, (1983a), Gelişim Hachette Alfabetik Genel Kültür Ansiklopedisi, Gelişim Yayınları, 3: 1229, İstanbul
- Anon, (1983b), Gelişim Hachette Alfabetik Genel Kültür Ansiklopedisi, Gelişim Yayınları, 5: 1858, İstanbul
- Anon, (1983c), Gelişim Hachette Alfabetik Genel Kültür Ansiklopedisi, Gelişim Yayınları, 5: 1925, İstanbul
- Anon, (1983d), Gelişim Hachette Alfabetik Genel Kültür Ansiklopedisi, Gelişim Yayınları, 10: 3826, İstanbul
- Anon, (1984a), Büyük Kültür Ansiklopedisi, Başkent Yayınları, 6: 2210, Ankara
- Anon, (1984b), Cem Büyük Ansiklopedi, Cem Ansiklopedik Yayınlar, 6: 2324-2325, İstanbul
- Anon, (1984c), Görsel Bilim ve Teknik Ansiklopedisi, Görsel Yayınlar, 2: 328, İstanbul
- Anon, (1984d), Görsel Bilim ve Teknik Ansiklopedisi, Görsel Yayınlar, 8: 1721, İstanbul
- Anon, (1986a), Büyük Larousse Sözlük ve Ansiklopedisi, İnterpres Basın ve Yayıncılık A.Ş. & Librairie Larousse, 7: 3712, İstanbul
- Anon, (1986b), Guinness Genel Kültür Ansiklopedisi, Güneş – Güçlü Gazetecilik, Yayıncılık ve Matbaacılık A.Ş., 1: 156, İstanbul
- Anon, (1990), Yeni Hayat Ansiklopedisi, Doğan Kardeş Yayınları, 3: 1614, İstanbul
- Anon, (1993a), Grolier International Americana Encyclopedia, Grolier Incorporated – Sabah, 7: 286, İstanbul
- Anon, (1993b), Temel Britannica Temel Eğitim ve Kültür Ansiklopedisi, Ana Yayıncılık, 8: 234-236, İstanbul

- Anon, (1994a), Kombi Ansiklopedi, Akademik Yayıncılık Tic. San. A.Ş., 3: 10-12, İstanbul
- Anon, (1994b), Kombi Ansiklopedi, Akademik Yayıncılık Tic. San. A.Ş., 4: 38-45, İstanbul
- Anon, (1995), Roofmate Tanıtım Broşürü (TR-0395), DOW Türkiye A.Ş., 2-6, İstanbul
- Anon, (1996), Yalıtım Çözümleri Broşürü (YÇ – 9/96 – 10), İzocam Tic. ve San. A.Ş., 1-16, İstanbul
- Anon, (1998), TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları (Nisan 2000 tarihinde Taksim 'deki Türk Standartları Endüstrisi Standart Satış 'ta Satılan, Revize Edilmiş En Son Hali), Türk Standartları Enstitüsü, 4-49, Ankara
- Anon, (1999), “Radyatör Panosu İle Isı Yalıtımı”, İnşaat & Malzeme Dergisi (The Construction & Materials Magazine), 134: 46-47
- Anon, (2000), Yeni Yönetmeliğe Uygun Yalıtım ve Duvar Dolgu Malzeme Seçiminde Optimizasyon (Yayınlanmamış), Mardav Yalıtım A.Ş., 1-7, İstanbul
- Anon, (2001a), “2000 Yılı Sonu İtibariyle Mimarlar Odası Üye Sayısı 27 778 'e Ulaştı”, Mimarlık Haberler (TMMOB Mimarlar Odası Haber Bülteni), 82: 13
- Anon, (2001b), “Mimarlık Okulları Bu Yıl 1891 Yeni Öğrenci Alıyor”, Mimarlık Haberler (TMMOB Mimarlar Odası Haber Bülteni), 86: 7
- Anon, (2002), Poliüretan Yerinde Uygulamalı Isı – Su – Ses Yalıtımları Broşürü, İzopoli Yapı Elemanları Taahhüt Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti., 2, İstanbul
- Atagündüz, G., (1990), “Temiz Enerji Kaynağı Olarak Güneş Enerjisi”, Güneş Enerjisi Enstitüsü Dergisi (Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü Yayını), 1/2: 1-8
- Avlar, E., (1998), Binalarda Suya ve Neme Karşı Önlem ve Düzenlemeler, Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, 6-14, İstanbul
- Aybers, N., (1961), Isıtma, Havalandırma ve İklim Tesisleri, İstanbul Teknik Üniversitesi, 9-78, İstanbul
- Aydın, A.P., (1997), Soğuk İklim Bölgelerinde Isıtma Enerjisi Korunumu Açısından Plastik Doğramalı Pencerelelerin Kullanılması Durumunda Uygun Bina Kabuğu Alternatiflerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Balanlı, A., (1994), “Pencere ve Kapı Tasarımında İlke ve Yaklaşımlar”, Kültür, Sanat ve Mimarlık Dergisi Yapı, 152: 57-59
- Balanlı, A., Öztürk, A., (1995a), “Yapı Biyolojisi Kavramına Çevresistemden Yaklaşım”, Kültür, Sanat ve Mimarlık Dergisi Yapı, 159: 37-39
- Balanlı, A., Öztürk, A., (1995b), “Yapının İç ve Dış Çevresinin Yapı Biyolojisi Açısından İrdelenmesi”, Sağlıklı Kentler ve İnşaat Mühendisliği Sempozyumu, 20-21 Ekim 1995, İnşaat Mühendisliği Odası İzmir Şubesi, 46-48, İzmir

- Bayazıt, M.O., (1997), Enerji Korunumu, İklimsel Konfor ve İnşaat Maliyetleri Açısından Uygun Bina Kabuğunun Seçilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Berköz, E., (1969), Biyoklimatik Konfor Yönünden Tavan Yüksekliğinin Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Metod, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi
- Berköz, E., (1983), Güneş Işınımı ve Yapı Dizaynı, Profesörlük Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi
- Berköz, E., Küçükdoğu, M., Yılmaz, Z., Kocaaslan, G. ve diğerleri, (1995), Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı, Araştırma Raporu, TÜBİTAK – İNTAG 201
- Bobran, H.W., (1976), Handbuch der Bauphysik, VIEVEG, 116, Braunschweig
- Bozdağ, K., (1977), Yapıların Dış Duvarlarında Isı Kayıpları Önlemleri İle Yapım – Kullanım Giderlerinin Dengelenmesinde Yeni Bir Yöntem Geliştirilmesi, Doçentlik Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi
- Brand, R., (1990), Architectural Details for Insulated Buildings, Van Nostrand Reinhold, 200, New York
- Building Research Establishment, (1990), Thermal Insulation: Avoiding Risk, Her Majesty's Stationery Office, 4-32, London
- Building Research Station, (1955), Thermal Insulation of Buildings, Her Majesty's Stationery Office, 1-31, London
- Büyükdede, H., Belen, Ö., Koyuncu, M., Ergül, A., Burkut, A., Gürdal, E., Ökten, S., Türerer, F.E., (2001), Stroton Konut Sistemi & Yalıtım Katoloğu, Stroton Hızlı Konut Sistemleri ve Yalıtım A.Ş., 04-39, İstanbul
- Choi, S., Krarti, M., (2000), "Thermally Optimal Insulation Distribution for Underground Structures", Energy and Buildings (ELSEVIER), 2000/32/3: 251
- Cole, G.H.A., (1991), Thermal Power Cycles, Edward Arnold, 4, London
- Çaştaban, P., (1998), Isıtma Enerjisi Korunumu Açısından Hacimler İçin Uygun Yönlendiriliş Durumlarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Çakır, S., (1994), "Nükleer Reaksiyonlar", Aylık Popüler Bilim Dergisi Bilim ve Teknik, 315:7
- Çakmakus, İ., (2001), "Binaların Güneş Enerjisi İle Pasif Isıtılması ve Soğutulması", Mimarlık, Kültür ve Sanat Dergisi Yapı, 235: 83
- Çalıkoğlu, E., (1996), "Isı Yalıtımı Uygulama Esasları", Isı Yalıtımı ve Enerji Tasarrufu Sempozyumu Bildiriler Kitabı 28 Kasım 1996, TMMOB Makina Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, 18-19, İzmir

- Çatal, H.H., (1999), “Yapılarda Isı Yalıtımı”, Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü Dergisi, 3/1: 117-120
- Çelebi, G., (1995), M152 Yapı Malzemesi Dersi Notları (Yayınlanmamış), Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, 27-90, Ankara
- Çelik, A.P., (1976), Biyoklimatik Konfor Açısından Çatı Eğimi İle İzolasyon Direnci Bağıntısının Saptanmasında Bir Yöntem, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi
- Çelik, A.P., (1980), Mevcut Binalarda Kullanılan Enerjinin Tasarrufu, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Yapı Araştırma Kurumu Enstitüsü, 1-53, Ankara
- Dağsöz, A.K., (1991), Yapılarda Isı Yalıtımı ve Buhar Geçişi, İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi, 118-152, İstanbul
- Dağsöz, A.K., (1999), Türkiye ’de Yapıların Yalıtımı ve Yalıtım Sanayiinin Durumu, İstanbul Ticaret Odası, 47-112, İstanbul
- Ergün, M., (1986), “Binalarda Isı İzolasyonu İle Yakıt Tasarrufu”, Dizayn – Konstrüksiyon Dergisi, 1986/4: 2
- Eriç, M., (1984), “Doğramada Isı ve Ses Sorunları”, Kültür ve Endüstri Dergisi Yapı, 57: 41-42
- Ersoy, G., (1991), Bayındırlık ve İskan Bakanlığı ’nın Tip Duvarlarında Simetrik Köşelerin Isı Köprüsü Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- ETKB/APKK/PFD, (11.07.2001), Enerji Kullanım Verileri Denge Tablosu (Yayınlanmamış), Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı, Ankara
- ETKB/APKK/PFD, (06.02.2002), Enerji Kullanım Verileri Denge Tablosu (Yayınlanmamış), Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı, Ankara
- Givoni, B., (1969), Climate and Architecture, London Elsevier Co., 56-59, London
- Göksal, T., (2000), “Enerji Etkin Tasarım”, Tasarım Kültürü Dergisi Arredamento Mimarlık, 2000/05: 147
- Gürdal, E., (1988a), “Yalıtım Malzemelerinin Yangın Güvenliğine Etkisi”, Kültür ve Endüstri Dergisi Yapı, 79: 47
- Gürdal, E., (1988b), “Isı İletkenlik Katsayısının Malzeme Özellikleri İle İlişkileri”, Kültür ve Endüstri Dergisi Yapı, 80: 44-45
- Hiçsönmez, T., (1990), Yapı Kabuğunun Kesit Olarak Biçimlenişinin Isısal Konfor ve Yoğuşma Yönünden İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Hinginar, F.F., (1997), "Konutlarda Isı Yalıtımının Önemi", Kültür, Sanat ve Mimarlık Dergisi Yapı 'nın 191. Sayısının Özel Eki (Özel Ek 3 İzolasyon), Yapı Endüstri Merkezi, 8, İstanbul

Humbaracı, İ., (1980), Kışın Nasıl Ucuz Isınalım 4, Ana Ofset, 8-29, İstanbul

Humbaracı, İ., (19??), Isıtma ve Havalandırma, Elif Yayınları, 9-12, Ankara

İlgaz, T., (1969), Isısal ve Nemsal Olaylarla İlgili Koşullar Açısından Sızdırmaz Örtümlü Dam Yapılar Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi

İlgaz, T., (1979), Dış Duvarlarda Isı Korunumu, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, 1-51, İstanbul

İnanıcı, M.N., Demirbilek, F.N., (2000), "Thermal Performance Optimization of Building Aspect Ratio and South Window Size in Five Cities Having Different Climatic Characteristics of Turkey", Building and Environment, 35(2000/1): 41-52

Kahraman, F., (1999), Isı Tutucu Malzemeler ve Yapılarda Uygulama Olanaklarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Kanca, A.C., (1977), İnsan Sağlığı ve Az Yakıtle Isınabilmek İçin Yapılarda Uygulanacak Yeni Buluş ve Esaslar, Türkiye Cumhuriyeti Diyanet İşleri Başkanlığı, III-17, Ankara

Kanca, A.C., (1980), Yapılarda Isı Yalıtımı, Türkiye Cumhuriyeti Tarım, Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, 23-152, Ankara

Kavas, E., (1997), Doğu Anadolu Bölgesinde Isı Korunumlu Duvar Kesitleri Oluşturulması ve Yoğuşma Kontrolü (Erzurum Örneği), Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Kazu, İ.Y., (1993), "Bina Kabuğunun Doğal İklimlendirmedeki Rolü", Kültür, Sanat ve Mimarlık Dergisi Yapı, 144: 69

Kocaaslan, G., (1991), Hacimlerin Pasif Isıtma Sistemleri Olarak Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi

Kutlu, M.A., (1999), Isı Kayıplarının Azaltılmasını Hedefleyen Bina Kabuğunun Formuna Bağlı Olarak Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Küçükdoğu, M.Ş., (1976), İklimsel Konfor ve aydınlık Seviyesine Bağlı Görsel konfor Gereksinimleri Açısından, Pencere Tasarlanmasında Kullanılabilecek Bir Yöntem, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi

Lazar, P., (1985), Corrosion of Metals Under Thermal Insulation, ASTM Special Technical Publication 880, 11, Philadelphia

- Manioğlu, G., (1995), İklimsel Konfor ve Enerji Ekonomisi Açısından Isıtma Sisteminin İşletme Şekline Bağlı Olarak Bina Kabuğunun Isıl Performansının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Martin, P.L., Oughtan, D.R., (1995), Heating and Air Conditioning of Buildings, Eight Edition, 31-86, Butterworth – Heinemann Limited, Oxford
- Mc Campbell, B.H., (1991), Problems in Roofing Design, Butterworth Architecture, 211-228, London
- Molloy, E., (1945), Principles and Practice of Heating and Ventilating, First Edition, 3-241, George Newnes Limited, London
- Muncey, R.W.R., (1979), Heat Transfer Calculations For Buildings, Applied Science Publishers Ltd., 1-5, London
- Neğiş, T., (1988), “Binalarda Isı Tecridi ve Isı Yalıtım Malzemeleri”, İnşaat Dergisi, 3: 20
- Neufert, E., (1964), Styropor – Handbuch, Bauverlag GMBH, 425-544, Berlin
- Neufert, E., (1983), Yapı Tasarımı Temel Bilgileri (Çeviren: Abdullah Erkan), Güven Yayıncılık San. ve Tic. A.Ş., 28-102, Ankara
- Oğulata, R.T., (1993), “Yapılarda Dış Duvar Boyut ve Geometrisinin Isı Kazancı Üzerine Etkisi”, Kültür, Sanat ve Mimarlık Dergisi Yapı, 140:77
- Oğulata, R.T., (1995), “Yapılarda Isı Kayıp ve Kazançlarının İncelenmesi”, Kültür, Sanat ve Mimarlık Dergisi Yapı, 167:82
- Okutan, M., (2000), “Enerji Sorunu ve Yapılar”, Tasarım Kültürü Dergisi Arredamento Mimarlık, 2000/01: 113-116
- Olgyay, V., (1963), Design with Climate, Princeton University, 94, New Jersey
- ONTARIO HYDRO, (1990), Keeping The Heat In, Energy, Mines and Resources of Canada, 8-18, Canada
- Özcan, K., (1994), Yapı, 5. Baskı, Master Basım Sanayi ve Tic. Ltd. Şti., 7-184, Ankara
- Özcan, K., (2000), Yapı, 8. Baskı, Bilim Yayınları, 210-222, Ankara
- Özden, H., (2000), “Güneş Enerjisine Uyumlu, Sarsıntılara Mukavim, Aynalı, Metal-Çelik Bina Taslakları”, Ekonomik ve Teknik Dergi Standart, 463: 89-92
- Özer, M., (1974), Yapıların Isı, Su ve Buhar Yalıtımları, Haşmet Basımevi – Başaran Bir Matbaası – Çetin Ofset (Baskı – Dizgi – Kapak), 12-365, İstanbul
- Özer, M., (1982), Yapılarda Isı – Su Yalıtımları, 1. Cilt, 3. Baskı, Özer Yayınları, 26-54, İstanbul

- Pınar, Z.P., (1999), Prefabrike Yapılarda Yapı Kabuğunun Isısal Konfor Açısından İncelenmesi ve Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Roulet, C.A., (2001), "Indoor Environment Quality in Buildings and Its Impact on Outdoor Environment", Energy and Buildings (ELSEVIER), 2001/33/3: 183-185
- Sarsılmaz, A., (1997), "Sistem ve Energy", Sızıntı, 19/225: 405
- Schmidt, F.W., Henderson, R.E., Wolgemuth, C.H., Introduction to Thermal Sciences (Thermodynamics, Fluid Dynamics, Heat Transfer), Second Edition, John Wiley & Sons Inc., 9, New York
- Sirel Kılıç, H., (1991), Yapılarda Güneş Denetimine İlişkin Problemlerin Çözülmesinde Gölge Eğrileri Yönteminin Kullanılması, Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, 2, İstanbul
- Sirel, Ş., (1997), "Ses Yalıtımı", Kültür, Sanat ve Mimarlık Dergisi Yapı 'nın 191. Sayısının Özel Eki (Özel Ek 3 İzolasyon), Yapı Endüstri Merkezi, 14-17, İstanbul
- Supurgeon, R., Flood, M., (2000), Energy ve Güç (Çeviri: Zehra Sömezer), 6. Baskı, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, 4-41, İstanbul
- Şenkal, F., (2001), "Yapıda Oluşan Nemin ve Küfün İnsan Sağlığına Etkileri", Mimarlık Kültür ve Sanat Dergisi Yapı, 233: 89-90
- Şerefhanoglu, M., (1981), Yapılarda Isısal Konfor ve Cam Yüzeyler, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Fiziği Programı, İstanbul
- Şerefhanoglu, M., (1997), Isı – Nem Dersi Notları (Notları Tutan: Esra Kavas), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Fiziği Yüksek Lisans Programı, İstanbul
- Turan, O., (1994), Seminer Bildirileri 29 Aralık 1994 (Yapıda Isısal sorunlar ve Isıtıcılar / Yalıtımın Isınmaya Etkisi), Yapı Endüstri Merkezi, 29-32, İstanbul
- Turan, O., (1998), "Isı Yalıtımının Isınmaya ve Binaya Etkileri", Tasarım Kültürü Dergisi Arredamento Mimarlık, 100 + 6: 136-137
- Tüzemen, T., (1968), Yapıda Isı Tesirlerinden Korunma, İmar ve İskan Bakanlığı Yayınları (5-65), 3-4, Ankara
- Tüzemen, T., (1972), Yapı Bileşenlerinin Isıtma Giderleri Yönünden Yapım-Kullanma Maliyetlerine Bağlı Olarak Seçimi ve Boyutlandırılması, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Yapı Araştırma Enstitüsü, 1-4, Ankara
- Ulusoy, M., (1998), İstanbul Yöresi İçin Isıtma Enerjisi Korunumu Açısından Uygun Bina Kabuğu Alternatiflerinin İç Yüzey Sıcaklığına Bağlı Olarak Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

- Utkutuğ, G., Ayçam, İ., İmren, M., (1997), Fiziksel Çevre Kontrolü Dersi Notları (Yayınlanmamış), Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, 1-119, Ankara
- Vaughn Bradshaw, P.E., (1985), Building Control Systems, 12-77, John Wiley & Sons Inc., Newyork
- Watt, F., (2001), Yaşadığımız Gezegen (Çeviri: Nazım Özüaydın), 13. Baskı, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, 38, İstanbul
- William H. Severns, M.S., Julian R. Fellows, M.S., (1949), Heating, Vantilating and Air-Conditioning Fundamentals, Chapman & Hall Limited, 78-79, London
- Yener, C., (1976), Ortalama Işınsal Sıcaklığa Göre Mimarlıkta Mekanın Yatay Boyutlarda Ölçülendirilebilinmesi İçin Bir Yöntem Önerisi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi
- Yıldız, A., (1998), Konut Dış Duvarlarında Isı Yalıtımı Sürekliliğinin Sağlanması Üzerine Bir İnceleme, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Yılmaz, T., Oğulata, T., (1990), “Ortam Şartlarının ve Yapı Malzemelerinin Fiziksel Özelliklerinin Isı Kazançlarına Etkisi”, Çukurova Üniversitesi Mühendislik – Mimarlık Fakültesi Dergisi, 5/2: 36
- Yılmaz, Z., (1983), İklimsel Konfor Sağlanması ve Yoğuşma Kontrolünde Optimum Performans Gösteren Yapı Kabuğunun Hacim Konumuna ve Boyutlarına Bağlı Olarak Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi
- Yücesoy, L., (1989), “Pencere Doğramalarının Duvardaki Yerinin Isı Akımına Etkisi”, Kültür, Sanat ve Mimarlık Dergisi Yapı, 94: 53-56
- Yücesoy, L., (1990), “Isı Köprüleri: Köşeler”, Kültür, Sanat ve Mimarlık Dergisi Yapı, 98: 51-57
- Zeren, L., Berköz, E., Küçükdoğu, M., Ok, V., Yılmaz, Z., (1987), Türkiye ’de Binalarda Enerji Tasarrufu Amacıyla Bir Mevzuat Modeli ’ne İlişkin Çalışma, Araştırma Raporu, İstanbul Teknik Üniversitesi Çevre ve Şehircilik Uygulama – Araştırma Merkezi
- Zorer, G., (1991), “Yapılarda Isısal Konfor”, Sistem Dekor, 1991/1/4: 26-28
- Zorer, G., (1995a), “Gaziantep İçin Isı Yalıtım Yönetmeliğinde Önerilen Yapı Kabuğu Kesitlerinin Isısal Konfor ve Hava Kirliliği Açısından İncelenmesi ve Değerlendirilmesi”, 1. Çevre Sempozyumu Bildiriler Kitabı, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Gaziantep Şubesi, 1, Gaziantep
- Zorer, G., (1995b), “Isı Yalıtım Yönetmeliğinde Önerilen Yapı Kabuğu Kesitlerinin Isısal Konfor ve Hava Kirliliği Açısından İncelenmesi ve Değerlendirilmesi”, 1. Isı-Ses-Su Yalıtımı Sempozyum ve Sergisi, İZODER Isı-Ses-Su İzolasyoncuları Derneği, 49-50, İstanbul

Zorer, G., Çayır, S., (1996), “Ahşap Prefabrik Evler ve Isısal Konfor”, Araştırma, Teknoloji, Tasarım ve İç Mimari Dergisi Ahşap, 6: 31

Zorer, G., (2001), “Hazır Beton Dış Duvar Elemanlarının Oluşumu ve Uygulama Örnekleri”, Hazır Beton, 7/44: 66-68

Zülal, A., (2002), “Geleceğin Enerji Kaynağı”, Aylık Popüler Bilim Dergisi Bilim ve Teknik, 412: 48

İnternet Kaynakları

- 1 <http://www.ecbcs.org/index1.htm> (International Energy Agency – France), Anon, (19.03.2002), “Energy Conservation in Buildings & Community Systems Programme”
- 2 <http://www.nrc.ca/irc/cbd/cbd044e.html> (National Research Council of Canada – Institute for Research In Construction), Brown, W.P., Wilson, A.G., (26.03.2002), “(CBD-44) Thermal Bridges in Buildings”,
- 3 <http://www.trp.dundee.ac.uk/research/glossary/coldbridge.html> (University of Dundee – Dundee), Geddes, P., (24.04.2002), “Cold Bridge”
- 4 <http://www.iea.org/impagr/imporg/iadesc/shc.htm> (International Energy Agency – France), Kunz, P.M., (20.03.2002), “Solar Heating and Cooling”
- 5 <http://www.insulation.org/pages/specs-sm-materials.html#prop> (National Insulation Association – U.S.A.), NIA, (26.03.2002), “Insulation Materials”
- 6 <http://www.iea.org/impagr/imporg/iadesc/B&cs.htm> (International Energy Agency – France), Orme, M., (20.03.2002), “Buildings and Community Systems”
- 7 <http://www.ecbcs.org/Annexes/annex39.htm> (International Energy Agency – France), Zimmermann, M., (20.03.2002), “High Performance Thermal Insulation Systems”

EKLER

- Ek 1 Enerji Kullanım Verileri Denge Tablosu (11.07.2001)
- Ek 2 Enerji Kullanım Verileri Denge Tablosu (06.02.2002)
- Ek 3 Anket Formu
- Ek 4 Anket Sonuçları
- Ek 5 Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi



Ek 1. Enerji Kullanım Verileri Denge Tablosu (ETKB/APKK/PFD, 11.07.2001)

2000 YILI GENEL ENERJİ DENGESİ
(Orjinal Birimleri)

Tarih: 11/07/2001

Hazırlayan: ETKB/APKK/PFD

SİL DEĞER (Kcal/kg)	T. Köm. (B. Ton)	Linyit (B. Ton)	Aşfaletit (B. Ton)	Kök (B. Ton)	P. Kök (B. Ton)	Briket (B. Ton)	Odun (B. Ton)	H. BİL. ARL (B. Ton)	Petrol (B. Ton)	Doğalgaz (M.m3)	Hidrolik (GWh)	Jeo. Elk. (GWh)	Rüzgar (GWh)	Elektrik (GWh)	Jeo. Isı (B. TEP)	Günış (B. TEP)
Yerli Üretim (+)	2259	60854	22	722	1580		16938	5881	2748	639	30879	76	33	3791	1727	262
İhracat (+)	12990	11							30917	14380				437		
İhrakiye (-)									1551							
Stok Değişimi (+/-)	144	3519	0	-55	-63	0			451	-374						
İstisnalar Hata (+/-)									-410							
Birincil Enerji Arzı	15393	64384	22	667	1517	0	16938	5881	31255	14645	30879	76	33	3354	1727	262
Rafineri Dışı Üretim (+)									100							
Toplam Enerji Arzı	15393	64384	22	667	1517	0	16938	5881	31355	14645	30879	76	33	3364	1727	262
Cevrim ve Enerji Sektörleri	-6228	-52480	-3	2925		2		0	-6848	-9495	-30878	-76	-33	92786		
Elektrik Santralleri	-1980	-52478		2925				0	-2849	-9495	-30879	-76	-33	124922		
Kök Fabrikaları	-4191					2			0					-2156		
Briket		-2							-1497					-29980		
Petrol Rafinerileri									-1500							
İç Tüketim ve Kayıp	-57	0	-3	0												
Toplam Nihai Enerji Tüketimi (NET)	9165	11904	18	3582	1517	2	16938	5881	25508	5151				96140	1727	262
Sektörler Toplamı	9165	11904	18	3692	1517	2	16938	5881	25508	5151				96140	1727	262
Sanayi Tüketimi	8450	6977	10	3646	1517	0			6167	2420				46686	0	97
Demir Çelik				3142					527	5				6395		
Kimya-Petrol Kimya	55	47		0					1413	272				6381		
Petrokimya Feedstock									100	110				500		
Gübre	1236	1283		0	1251				67	59				3998		
Çimento	90	1113		70					51							
Şeker	72	48		105					277	257				27412		97
Demirdışı Metaller	6997	4447	10	229	266				2983	1665				720		
Diğer Sanayi				0	0				11378	4				720		
Ulaştırma	1	0	0	0					200							
Demiryolları	1								195							
Denizyolları									971							
Havayolları									10011	4						
Karayolları									5984	2727				48734	1727	165
Diğer Sektörler	714	4926	8	47	0	2	16938	5881	3377	2727				45664	1727	165
Konut ve Hizmetler	714	4928	8	47	0	0			2808					3070		
Tarım				0					1880							
Enerji Dışı																
Elektrik Enerjisi Üretimi (GWh)	3818,0	34367,3	0,0					220,2	9310,8	46216,9	30878,6	75,5	33,4	124921,8		
Kurulu Güç Kapasitesi (MW)	480,0	6608,9	0,0					23,8	1995,8	7044,0	11175,2	17,5	18,9	27264,1		

Ek 2. Enerji Kullanım Verileri Denge Tablosu (ETKB/APKK/PFD, 06.02.2002)

2000 YILI GENEL ENERJİ DENGESİ
(Bin Ton Petrol Eşdeğeri)

Tarih:06/02/2002

Hazırlayan:ETK&APKK/PFD

	T.Köm.	Linyit	Aşafitt	İkincil Kömür	P.kök	Odun	Hay ve Bit.Art.	K.Yak.	Petrol	D.Gaz	Hidrolik	Jeolar. Elekt.	Rüzgar	Elektrik	Jeolar. Isı	Güneş	Toplam
Yerli Üretim (+)	1159	12128	9	506	1216	5081	1376	18753	2887	552	2856	85	3	328	1727	262	27934
İthalat (+)	8741	3						10466	32001	13096				38			55879
İhracat (-)								1546	467								1584
İhrakiye (-)								1084	-411	-340							467
Stok Değişimi (+/-)	83	1088	0	-39	-48				23								333
Statistik Hata (+/-)																	23
Birincil Enerji Arzı	9983	13219	9	467	1168	5081	1376	31303	32486	13327	2856	65	3	288	1727	262	82118
Rafineri Dışı Üretim (+)									109								109
Toplam Enerji Arzı	9983	13219	9	467	1168	5081	1376	31303	32595	13327	2856	65	3	-288	1727	262	82226
Çevrim ve Enerji Sektörü	-4048	-9883	-1	2049			0	-11852	-8059	-8640	-2658	-65	-3	7980	0	0	-21095
Elektirik Santralleri		-9653					0	-10562	-2802	-8640	-2656	-65	-3	10743			-13985
Kök Fabrikaları	-3101			2048				-1054									-1054
Bükel		-1		1				0									-1728
Petrol Rafineleri								-37	-1713	0				-185			-4329
Uç Tüketim ve Kayıp	-35	0	-1	0										-2578			61131
Toplam Nihai Enerji Tüketimi (NET)	5937	3566	8	2516	1168	5081	1376	19651	28536	4687	0	0	0	8268	1727	262	61131
Sektörler Toplamı	5937	3566	8	2516	1168	5081	1376	19651	28536	4687				8268	1727	262	61131
Sanayi Tüketimi	5472	2088	4	2482	1168			11215	8182	2282				4015		97	3432
Demir Çelik				2199				2199	508	5				722			1604
Kimya-Petrokimya				0				49	758	248				549			1519
Petrokimya Feedstock	35	14						12	98	100				43			251
Gübre								2144	85	54				344			2808
Cimento	796	385		0	963			441	10	46				0			498
Şeker	59	334		49				136	265	234				2357			835
Demirdışı Metaller	48	14		74	0			6235	2882	1515							13168
Diğer Sanayi	4535	1329	4	160	205			1	12050	4				82		0	12117
Ulaştırma	1	0						1	207	0				62		270	195
Denizyolları	1	0							195								1034
Denizyolları								1034									10618
Havayolları										4							23403
Karayolları																	20441
Diğer Sektörler	464	1477	3	34	0	5081	1376	8435	6403	2481				4191	1727	185	185
Konul ve Hizmetler	464	1477	3	34	0	5081	1376	8435	3705	2481				3927	1727	165	165
Taam									2698					284			2662
Enerji Dışı									1901								1901
Elektrik Enerjisi Üretimi (GWh)	3819	34387	0				220	38407	9311	48217	30879	78	33	124922			
Kurulu Güç Kapasitesi (MW)	480	6509	0				24	7013	1996	7044	11175	18	19	27264			
GSMH (1987 Fiat.Milyar TL)	111680.0	NOTUS															-8.4
GSMH (1997 Fiat.Milyar TL)	115789.0	(Milyon Kıs.)															2.8
				65,300	Tüketim kapk.	1259	Tüketim kWh.	Fert Başına Elk.	Net: 1505					GSMH Bilyüme Har.			
									Brüt: 1884					GSH Bilyüme Har.			

Ek 3. Anket Formu

ANKET FORMU

Sunuş Mektubu

Bu anket, Türkiye 'de mimarlar odasına kayıtlı mimarların, ısı köprüsü oluşumları, etkileri ve çözümleri (yerinde dökme betonarme iskelet yapılarda) ile ilgili bilgi düzeylerini araştırma amaçlıdır. Sonuçlar, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilimdalı Yapı Programı 'nda hazırlanan "Yapı Kabuğunda Isı Geçirgenlik Direnci Düşük Olan Parça ve Bileşenlerin Uygulamalarına Yönelik Çözüm Önerileri" isimli Yüksek Lisans Tezi 'nde değerlendirme kapsamına alınacaktır. Ankete katılanlara ait kişisel bilgiler hiç bir şekilde hiçbir yerde kullanılmayacaktır.

Yönerge

Ankette açık ve kapalı olmak üzere iki çeşit toplam altı soru vardır. Ankete katılan kişi açık sorulara istediği şekilde cevap verebilir, kapalı sorularda ise uygun gördüğü seçeneği işaretler.

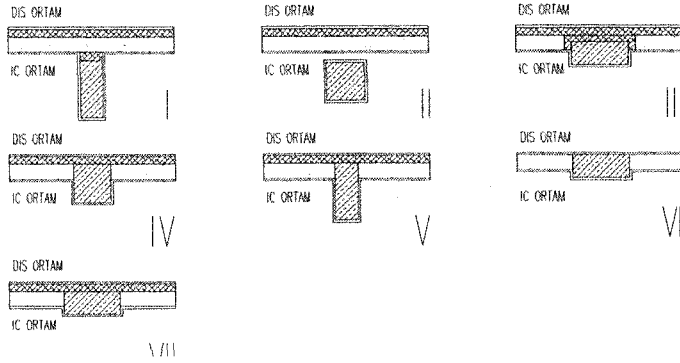
Sorular

1. Isı köprülerinin olumsuz yönleri hakkında ne düşünüyorsunuz?

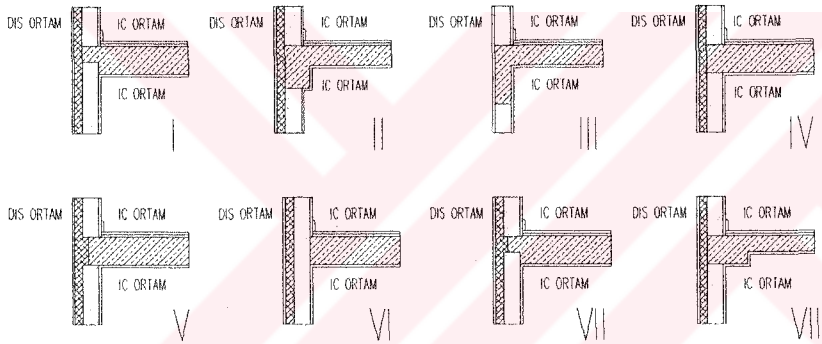
2. Isı köprülerinin oluşumu açısından yapı kabuğundaki en iyi ısı yalıtımı şekli size göre hangisidir?

- () İçten ısı yalıtımı
- () Ortadan ısı yalıtımı
- () Dıştan ısı yalıtımı
- () İçten ve dıştan ısı yalıtımı
- () İçten ve ortadan ısı yalıtımı
- () Ortadan ve dıştan ısı yalıtımı
- () Hem içten hem ortadan hemde dıştan ısı yalıtımı

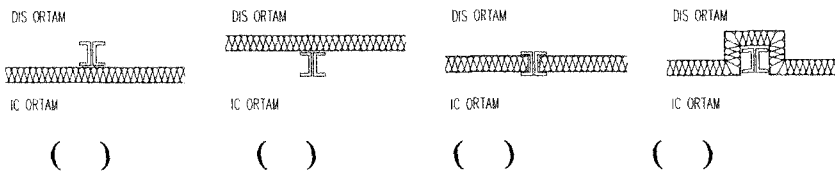
3. Aşağıdaki yapı kabuğu çözümlerini (duvar-kolon birleşimleri) ısı köprüleri açısından iyiden kötüye doğru sıralandırırmısınız?



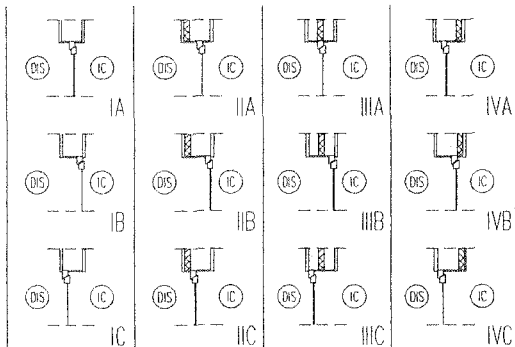
4. Aşağıdaki yapı kabuğu çözümlerini (duvar-döşeme birleşimleri) ısı köprüleri açısından iyiden kötüye doğru sıralandırırmısınız?



5. Aşağıdaki çözümlerden hangisi ısı köprüleri açısından en iyisidir?



6. Aşağıda dört gruba ayrılmış olan yapı kabuğu – doğrama birleşimlerinden, kendi grupları içinde ısı köprüleri açısından en iyi olanları seçermisiniz?



Ek 4. Anket Sonuçları

- Birinci Soruya Verilen Yanıtların İlgili Ana Başlıklar Altında İfade Edilişi

A = Yapı İçi Isısal Konfor Koşullarının Bozulması
 B = Yapı Hasarlarının Oluşması
 C = Enerji Sorununun Büyümesi
 D = İnsan Sağlığının Olumsuz Olarak Etkilenmesi
 SAYILAR (1, 2, 3, ...) = Sırasıyla Katılınan Anketler

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
A.	X									X	X			X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X						X		X	X	X	X	X	
B.		X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	
C.	X	X	X			X		X		X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X				X		X	X	X	X	X	
D.			X	X	X			X			X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X			X	X	X			X	X	X	X	

- İkinci Soruya Verilen Yanıtlar

+ = Doğru Yanıt
 - = Yanlış Yanıt
 SAYILAR (1, 2, 3, ...) = Sırasıyla Katılınan Anketler

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
+		X		X	X	X	X		X							X		X					X	X	X		X			X		X	X	X		X	X	X	X	X
-	X		X					X		X	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X						X	X		X				X					

- Üçüncü Soruya Verilen Yanıtlar

+ = Doğru Yanıt
 - = Yanlış Yanıt
 SAYILAR (1, 2, 3, ...) = Sırasıyla Katılınan Anketler

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
+	X	X		X	X	X				X						X			X			X	X		X	X	X					X		X		X	X	X	X	X
-			X				X	X	X		X	X	X	X	X		X	X		X	X			X				X	X	X	X		X		X					

- Dördüncü Soruya Verilen Yanıtlar

+ = Doğru Yanıt
 - = Yanlış Yanıt
 SAYILAR (1, 2, 3, ...) = Sırasıyla Katılınan Anketler

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
+		X		X	X	X										X		X	X		X	X	X		X		X		X	X		X	X	X		X	X	X	X	X
-	X		X				X	X	X	X	X	X	X	X	X		X			X				X		X		X			X				X					

- Beşinci Soruya Verilen Yanıtlar

+ = Doğru Yanıt
 - = Yanlış Yanıt
 SAYILAR (1, 2, 3, ...) = Sırasıyla Katılınan Anketler

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
+		X		X	X	X	X	X	X		X					X			X			X	X	X	X	X	X			X		X	X	X		X	X	X	X	X
-	X		X							X		X	X	X	X		X	X		X	X							X	X		X				X					

- Altıncı Soruya Verilen Yanıtlar

+ = Doğru Yanıt
 - = Yanlış Yanıt
 SAYILAR (1, 2, 3, ...) = Sırasıyla Katılınan Anketler

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
+		X		X	X	X										X							X													X	X	X	X	X
-	X		X				X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					

Ek 5. Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi

- Birinci soruda verilen yanıtlar; Yapı İçi Isısal Konfor Koşullarının Bozulması, Yapı Hasarlarının Oluşması, Enerji Sorununun Büyümesi, İnsan Sağlığının Olumsuz Olarak Etkilenmesi başlıklarının içinde yer alacağından verilen yanıtlar bu başlıklara değinilmesi açısından değerlendirilmiştir. Ankete katılan mimarların %55'i (22 kişi) yapı içi ısısal konfor koşullarının bozulması, %75'i (30 kişi) yapı hasarlarının oluşması, %72,5'i (29 kişi) enerji sorununun büyümesi, %65'i (26 kişi) insan sağlığının bozulması açısından ısı köprülerini değerlendirmiştir.
- Yapı kabuğunda dıştan yapılan ısı yalıtım katmanı en az kesintiye uğrayan ve aynı zamanda yapıyı bir zarf gibi saran bir yalıtım türü olduğu için ısı köprüleri açısından en olumlu ısı yalıtımı şeklidir. Ankete katılan mimarların %52,5 'i bunu belirtmiştir.
- Üçüncü, dördüncü, beşinci ve altıncı sorularda soruda mimarların ısı köprüleri açısından detay çözebilme yetenekleri test edilmiştir. Bu soruların cevapları sırasıyla; II,I,III,V,IV,VII,VI / VI,VII,V,I,IV,VIII,II,III / II / IC,IIC,IIIA,IVB 'dir. Ankete katılan mimarların %45'i üçüncü, %55'i dördüncü, %62,5'i beşinci, %22,5'i altıncı soruya doğru cevap vermiştir.
- Ankete katılan mimarlardan hem açık sorulara yeterli, hem de kapalı sorulara doğru cevap verenlerin sayısı sekiz kişidir. Yani ankete katılan mimarların %80'i ısı köprüleri hakkında yeterli bilgiye sahip değildir.

Türkiye 'de Mimarlar odasına üye olup, mimarlık hizmetleri verebilme yetkisine sahip olabilmek için mimarlık eğitimi veren Devlet Üniversiteleri 'nden, Özel Vakıf Üniversiteleri 'nden, ya da bazı Yurtdışı Üniversiteleri 'nden mimarlık diploması almak yeterlidir. Bu yüzden her sene 2000' yaklaşan sayıda öğrenci mimarlık diploması sahibi olmaktadır (Tablo Ek 5.1). Dolayısıyla her sene mimarlar odasına kayıtlı mimarların sayısı artmaktadır (Tablo Ek 5.2). Bu artışın kalite unsurunu içinde barındıran bir yapıya sahip olabilmesi için mimarların bilgilerini (ısı köprüleri konusunda da olması gerektiği gibi) devamlı olarak artırmaları ve ilgili kurumlar tarafından yeterliliklerinin ölçülür olması (yazılı sınav, test vb. ile) gereklidir.

Çizelge Ek 5.1 Mimarlık Diploması Veren Üniversiteler ve Aldıkları Öğrenci Sayısı
(2000 Yılı Verilerine Göre) (Anon, 2001b, s. 7).

MİMARLIK DİPLOMASI VEREN ÜNİVERSİTELER	SAYI
DEVLET ÜNİVERSİTELERİ.....	1065
Anadolu Üniversitesi - Eskişehir.....	40
Balıkesir Üniversitesi - Balıkesir.....	30
Çukurova Üniversitesi - Adana.....	40
Dicle Üniversitesi - Diyarbakır.....	25
Dokuz Eylül Üniversitesi - İzmir.....	50
Erciyes Üniversitesi - Kayseri.....	40
Erciyes Üniversitesi - Yozgat.....	30
Gazi Üniversitesi - Ankara.....	60
İstanbul Teknik Üniversitesi - İstanbul.....	130
İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü - İzmir.....	25
Karadeniz Teknik Üniversitesi - Trabzon.....	60
Mersin Üniversitesi - Mersin.....	25
Mimar Sinan Üniversitesi - İstanbul.....	90
Orta Doğu Teknik Üniversitesi - Ankara.....	60
Osmangazi Üniversitesi - Eskişehir.....	30
Selçuk Üniversitesi - Konya.....	50
Süleyman Demirel Üniversitesi - Isparta.....	30
Trakya Üniversitesi - Edirne.....	60
Uludağ Üniversitesi - Bursa.....	40
Yıldız Teknik Üniversitesi - İstanbul.....	150
ÖZEL VAKIF ÜNİVERSİTELERİ.....	385
Bahçeşehir Üniversitesi - İstanbul.....	55
Beykent Üniversitesi - İstanbul.....	80
Haliç Üniversitesi - İstanbul.....	62
İstanbul Kültür Üniversitesi - İstanbul.....	88
Maltepe Üniversitesi - İstanbul.....	50
Yeditepe Üniversitesi - İstanbul.....	50
KKTC ÜNİVERSİTELERİ.....	428
Doğu Akdeniz Üniversitesi.....	82
Gıme Amerikan Üniversitesi.....	125
Lefke - Avrupa Üniversitesi.....	41
Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi.....	100
Yakın Doğu Üniversitesi.....	80
DİĞER YURTDIŞI ÜNİVERSİTELERİ.....	13
Moldova Teknik Üniversitesi - Kışinev - Moldova.....	3
Gediminas Teknik Üniversitesi - Vilnius - Litvanya.....	10
GENEL TOPLAM.....	1891

Çizelge Ek 5.2 Mimarlar Odasına Kayıtlı Olan Mimarların Şubelere Göre Dağılımı
(2000 Yılı Verilerine Göre) (Anon, 2001a, s. 13).

ŞUBE	SAYI	%
Adana	774	2,79
Ankara	6.475	23,31
Antalya	937	3,37
Balıkesir	252	0,91
Bursa	707	2,55
Çanakkale	99	0,36
Denizli	183	0,66
Diyarbakır	226	0,81
Eskişehir	196	0,71
Gaziantep	304	1,09
İstanbul	12.086	43,51
İzmir	3.388	12,2
Kayseri	215	0,77
Konya	641	2,31
Mersin	365	1,31
Ordu	89	0,32
Samsun	325	1,17
Trabzon	516	1,86
TOPLAM	27.778	100

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	20.06.1977	
Doğum yeri	İstanbul	
İlkokul	1983-1988	Eflatun Cem Güney İlkokulu
Ortaokul	1988-1991	Orhan Veli Ortaokulu
Lise	1991-1994	Atakent Lisesi
Hazırlık	1994-1995	Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi İngilizce Hazırlık Programı
Lisans	1995-1999	Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü
Yüksek Lisans	2001-2002	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Yüksek Lisans Programı

Çalıştığı kurumlar

1999-2000	Grifon Mimarlık Dekorasyon İnşaat Ltd. Şti.
2000-2002	Yapür Yapı Planlama Üretim ve Tic.Ltd. Şti.