

BİNALARDA YAPI FİZİĞİ PROBLEMLERİ: BURSA'DA BİR KAMU KURUMU ÖRNEĞİ

*Hande GÜLER**

*Filiz ŞENKAL SEZER***

*Sedat ÜLKÜ**

Özet: Yapılar, buldukları ortam koşullarında veya inşaları esnasında yapılan bazı tasarım ya da uygulama hataları sonucu çeşitli problemlerle karşılaşabilmektedir. Bu problemler, 'yapı fiziki problemleri' olarak adlandırılmakta ve zamanla yapıda veya yapı bileşenlerinde çeşitli deformasyonlara yol açarak hem konforsuz, hem de güvensiz yaşam alanlarına neden olmaktadır. Problemlerin önüne geçilebilmesi amacıyla, gereken önlemlerin alınması kaçınılmaz bir durumdur. Çünkü yapı fiziki kurallarına uymamanın doğuracağı sonuçlar büyük tahribatlara yol açabilmektedir. Bu çalışmanın amacı; öncelikle seçilen yerleşim alanında karşılaşılan mevcut yapı fiziki problemlerin tespit edilmesidir. Böylece bu tespitlerin gelecekte yaşanabilecek benzer olumsuzluklara ışık tutabilmesi ve gereken önlemlerin alınması amaçlanmaktadır. Bu bağlamda, yerleşim alanındaki yapı fiziki problemleri ve tahribatları fotoğraflandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yapı fiziki, yapı fiziki problemleri, konfor koşulları.

Building Physics Problems in Buildings: Public Institution Example at Bursa

Abstract: Buildings are exposed to several problems because of environmental situations or design faults while they are being built. These problems are named 'building physics problems' and they causes different deformations in buildings or building component. On the other hand, this situation brings comfortless and unsafe living spaces. In an effort to prevent building physics problems, taking necessary precautions are unavoidable circumstances. Because; not to keep building physics rules cause important damages. The aim of this work are determining building physics problems in the designated place, clarifying and take precautions for similar negativnesses which are being lived in the future. In this context, building physics problems and damages were photographed in the designated place.

Key Words: Building physics, building physics problems, comfort conditions.

1. GİRİŞ

İnsanların sağlıklı, güvenli ve konforlu bir şekilde yaşamlarını sürdürmeleri için, yapı fiziki açısından kusursuz yapılar tercih etmeleri kaçınılmaz bir durumdur. Ancak yapılar, buldukları farklı ortamlara göre değişik iklimsel koşullarından etkilenmekte ve güneş, su, nem, rüzgâr ve doğal afetler gibi çeşitli olumsuz etkilere maruz kalmaktadırlar. Bu olumsuz etkiler mevcut yapılarda zamanla ağır tahribatlara yol açabilmektedir. Binalar henüz tasarım aşamasındayken yapı fiziki kriterleri göz önüne alınmalı ve bu ciddi hasarların önüne erkenden geçilerek çeşitli korunma önlemleri sunulmalıdır.

Binalarda yapı fiziki problemleri ile ilgili çok sayıda ulusal ve uluslararası inceleme ve araştırma bulunmaktadır. Ulusal ve uluslararası kaynaklar incelendiğinde; herhangi bir yapı sistemini ya da yapı malzemesi ile ilgili yapı fiziki problemlerinin genel olarak incelendiği çalışmaların mevcut olduğu görülmektedir [Eriç,1994, Heckroodt,2002, Richardson,1999].

Çeşitli kaynaklarda yapı fiziki kusurlarında mekanik etkilerin rolü incelenmiştir [Özkan, 2004, Roberts, 2008, Yazıcı ve diğ., 2006, www.resource4constructiondefects.com/topics/buildingissues.html,

* Uludağ Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü, 16059 Görükle, BURSA.

** Uludağ Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, 16059 Görükle, BURSA.

2008]. Can [1999], Dağsöz ve diğ. [1999], Sözen [1999] ve Zorer [1999] 'in yaptıkları çalışmalar da ise ısısal sebepli sorunlar araştırılmıştır.

Binalarda oluşan su ve nem problemleri; Ertaş, [2001], Hogberg ve diğ., [1999], Lourenço ve diğ. [2006] tarafından ele alınmıştır. Ergi ve diğ. [2007] ve Yüzer [2003] yaptıkları çalışmalarda fiziko-kimyasal sorunlardan bahsetmişlerdir. Bununla beraber, Utkutuğ [2006] konutlarda meydana gelen yapı hasarları ve konuttaki kalite kavramını araştırmıştır. Oliver ve diğ. [1997], yapılarda meydana gelen nem ve rutubet ile ilgili problemler detaylı bir şekilde incelenmiştir. Mays [1992]'in yapmış olduğu çalışma, beton yapıların dayanıklılığı ile ilgili bir kitap olup betonarmenin davranışı, yapıdaki bozulma mekanizmaları, materyallerin onarım ve teknikleri konularını ele alan bir kaynaktır. Sjöström [1997]'in yapmış olduğu çalışma, çok geniş kapsamlı bir kitaptır ve içerisinde farklı yazarların ortaya koyduğu pek çok yapı problemiyle ilgili çalışma bulunmaktadır.

Bir yapı, amacına göre, içinde yaşayanların her türlü ihtiyacına cevap verebilir nitelikte değildir. Fonksiyonları ve konforu sağlayamayan bir yapı bitmiş olsa bile zamanla bu ihtiyacı belli edecek bir takım değişikliklere ihtiyaç duyacaktır. Bu konudaki en önemli sorunlardan biri malzeme özelliklerinin bilinmeden kullanılmasıdır. Malzeme bünyesinde fiziksel, mekanik, kimyasal ve çeşitli olaylar karşısında ortaya çıkacak davranışlar sonucu, üretimde yapılan bir hata veya kötü bir uygulama karşısında çeşitli bozulmalar baş gösterir. Henüz yapı tamamlanmadan beliren bu hataların ve hasarların çoğu maalesef yapı bittikten ve aradan belli bir süre geçtikten sonra ortaya çıkmaktadır [Eriç, 1994]. Hasar kavramı “zorlu bir olay ve dış etkiler sonucu meydana gelen kırılma, dökülme, çatlama, yıkılma gibi zarar, bir yapının tümünün ya da bir parçasının işlevini göremeyecek durumundaki zararı” olarak tanımlanmaktadır. Diğer taraftan yapıda oluşan hasarlar başka malzeme ve/veya bileşenlere yansiyarak onların da hasar görmelerine neden olurlar [Utkutuğ, 2006].

Bu çalışmanın başlangıç noktası, binalarda zaman içinde ortaya çıkabilecek yapı fiziği problemlerinin tespit edilmesi ve yapı fiziği kurallarına uymamanın binalarda ortaya çıkardığı tahribatın göz önüne serilmesidir. Bu amaçla, Bursa ilinde çok sayıda binası olan bir kamu kurumu örnek olarak seçilmiş ve bu kamu kurumuna ait binalarda ortaya çıkan yapı fiziği problemleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Tespit edilen problemler resim ve şemalarla ifade edilerek, göz ardı edilen yapı fiziği problemlerinin binalarda ne tür sorunlar yarattığı ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

2. BİNALARDA YAPI FİZİĞİ PROBLEMLERİNİN GENEL OLARAK TANIMLANMASI

Binalarda sıkça rastlanılan problemler; Mekanik Problemler, Isısal Problemler, Su ve Nem Problemleri, Ses Problemleri ve Fiziko-kimyasal Problemler şeklinde 5 ana başlıkta toplanabilmektedir ve tüm bu problemler mimari açıdan ‘*yapı fiziği*’ kusurları olarak adlandırılmaktadır.

2.1. Mekanik Etkiler

Yapılarda meydana gelen en yaygın problemlerden biri ise çatlaklardır. Binalarda meydana gelen çatlaklar, istenmeyen fakat kaçınılmaz bir durumdur. Bazı çatlaklar aşınma ve kopmalar sonucu oluşurken, yapı veya tasarım eksikliklerinden oluşabilmektedir. Toprağın genleşmesi ve büzülmesi, birleşmesi, titreşim, rüzgâr, kar, aşırı yük ve çarpma, yapılarda meydana gelen çatlakların oluşum sebeplerinden bazıları olarak sayılabilmektedir [Roberts,2008].

2.2. Isısal Etkiler

Binaların temel fonksiyonlarından biri, yerleşim yerini, dış sıcaklık koşullarından izole etmektir. Bu fonksiyonu yerine getirmedeki en önemli yapısal faktör ise; yerleşim yerini herhangi bir ısı yalıtım olmasa dahi çevreleyen, doğru yapı kabuğudur. Çünkü yapı kabuğu her zaman dış havadan yapıya doğru veya yapıdan iç havaya doğru olan ısı transferine karşı bir direnç göstermektedir. Bununla beraber, ısı transferine karşı olan direnç, ısı yalıtımının artırılmasıyla da gerçekleştirilebilir [Richardson, 1999].

Isısal özelliklerin yarattığı sorunlar; yapı içinde yaşayan insanın konforunun zedelenmesine, ısısal deformasyonlar sonucu yapının kısa zamanda tahrip olmasına yol açmaktadır. Bu nedenle yapı fiziği yanında, enerji tasarrufunun da üzerinde durulması gerekmektedir [Eriç, 1994]. Yapıların maruz

kaldığı ısının olumsuz etkilerinden korunma; insan sağlığı, onarım masrafları, enerji tasarrufu açısından büyük öneme sahiptir. Binalarda, yapı elemanlarında meydana gelen hasarların önüne 'yalıtım' ile geçilebilir. Aynı zamanda yalıtımla, ısı konfor da sağlanabilir. Bina yalıtımı yapılırken ısı kaybına müsait geniş yüzeylerin yanı sıra muhtemel yoğuşma, küflenme, çatlak oluşmasına sebep olan kısımlarda da yalıtım uygulanabilir.

Binalarda çok defa yapı fiziğine uygun olarak ısı yalıtımı yapılmamaktadır. Ülkemizde ısı yalıtımı kullanımı, ileri ülkelere kıyasla ya miktar olarak oldukça azdır ya da yoktur. Isı yalıtımında amaç, yapının en sıcak devrede en az ısı kazanırken, en soğuk devrede de en az ısıyı kaybetmesidir [Dağsöz ve diğ., 1999]. Kuşkusuz, yapı kabuğunun ısısal direnci (ısı geçirgenlik direnci) ne kadar yüksek olursa bir yandan öte yana geçen ısı o oranda azalır. ısısal direnci yüksek olan kabuklar genellikle çift cidarlı ve/ ya da yalıtımlı veya oldukça kalın kullanılmış gereçlerden oluşur [Sözen, 1999].

Yapı kabuğunun ısısal direnci, yapı kabuğunda kullanılan gereçlerin ısı iletkenlik katsayılarına ve kalınlıklarına bağlıdır. Isı iletkenlik katsayıları düşük, kalınlıkları fazla olan öğelerin ısısal dirençleri yüksektir. Yapı gereçlerinin ısı iletim katsayısı ise, malzemelerinin gözeneklilik durumuna, gözeneklerin büyüklüğü ile dağılım özelliğine ve nem miktarına yakından bağlıdır. Gözenekler içindeki havanın ısı iletim katsayısının çok küçük olmasından ötürü, gözenekli malzemelerin ısı yalıtım etkinliği fazladır [Zorer Gedik,1999].

2.3. Su-Nem Etkisi

Nemin yapı içerisindeki hareketi fizik kanunlarına uygun olarak basınç farkından meydana gelir. Su buharı, hava içerisinde kısmi basıncın yüksek olduğu ortamdan düşük olduğu ortama doğru hareket eder, sıvı haldeki su ise hidrostatik basıncın yüksek olduğu ortamdan düşük olduğu ortama doğru hareket eder. Yapı elemanları içindeki nem hareketi infiltrasyon, kapilarite etkisi ve buhar difüzyonu olmak üzere üç şekilde gerçekleşir [Ertaş, 2001].

İnfiltrasyon, sıcaklık farklarının oluşturduğu rüzgâr etkisiyle veya hacimde yapılan mekanik ventilasyon etkisiyle oluşur. İçerideki sıcak ve nemli hava bina zarfındaki küçük deliklerden ve aralıklardan (çatlak) dışarı çıkar, bu kaçışı sırasında çatlaklardan geçerken içindeki nemin bir kısmı yoğuşarak çatlaklar içerisinde birikir veya çatlakların eğimine göre içeri veya dışarı sızar. Kapilarite etkisi, gözenekli bir yapı elemanının sıvı suya doymasıyla birlikte, suyun kılcallık etkisi ile dikey olarak yapı elemanı içinde yükselmesi ve yapı elemanının yüzeyinden buharlaşması olayıdır. Kapilarite etkisi ile oluşan nemin kaynağı genellikle üst tabakalarda birikmiş zemin suyu veya temelde bulunan sabit bir su kaynağıdır.

Buhar difüzyonu, su buharının basınç farkından dolayı yapı elemanı içerisinde geçip düşük basınçlı ortama ulaşmasıdır. Buhar, kış aylarında ısı geçişinde olduğu gibi sıcak iç ortamdan soğuk dış ortama yapı elemanı içerisinde geçerek dışarı ulaşır. Yaz aylarında ise iklimlendirilmiş binalarda buhar dışarıdan içeri geçer [Ertaş, 2001].

Yapı içindeki kullanıcıların, daha sağlıklı ortamlarda yaşayabilmeleri için, ortamdaki nem miktarı belirli bir düzeyde olmalıdır. Su ve nem; yapıda, kabarma ve çürüme gibi deformasyonlara, ayrıca; küf gibi bakteri içeren sağlıksız ortam koşullarına sebep olmaktadır. Kısacası, su ve nem sonucu oluşan bu olumsuz koşullar, yapı sağlığını olumsuz etkileyerek zaman içerisinde yapının dayanımını ve sağlamlığını da azaltır.

2.4. Fiziko-Kimyasal Etkiler

Binalarda zamana bağlı olarak ortaya çıkan deformasyonlara sebep olan fiziko-kimyasal problemler; güneş, yangın, korozyon ve çiçeklenme gibi çeşitli kimyasal etkilerden dolayı meydana gelmektedir. Yangın etkisi de bir fiziko-kimyasal problem olmasına karşın, zamandan bağımsız bir durumdur. Güneş radyasyonu, yapıda veya bileşenlerinde, ısı gerilme, renk solması ve kırılma/çatlama gibi deformasyonlar meydana getirebilmektedir. Ancak, günümüzde yeni teknolojiler vasıtasıyla, güneş ışığının ısı enerjisi, ısınma gibi faydalı yöntemler için kullanılabilir. Günümüzde yeni teknolojiler vasıtasıyla, güneş ışığının ısı enerjisi, ısınma gibi faydalı yöntemler için kullanılabilir.

Korozyon, metallerin bulunduğu ortam içinde, kimyasal veya elektrokimyasal reaksiyonlar sonucu bozulması şeklinde tanımlanmaktadır. Korozyon nedeni ile metal veya alaşımın fiziksel, kimyasal veya elektriksel özelliğinin istenmeyen değişikliklere uğraması önemli maddi kayıplara yol açar [Yüzer, 2003]. Beton içindeki çeliğin korozyon hızı büyük ölçüde çevre koşullarına bağlıdır. Beton

İNİNDE korozyon olayının cereyan edebilmesi her şeyden önce oksijen ve nemin bir arada olmasıyla mümkün olur. Eğer beton ıslanma kuruma şeklinde bir etkiye maruzsa korozyon şiddeti daha da artar. Beton içindeki çelik korozyona uğrayınca pas oluşur. Pas demire göre daha büyük bir hacim kaplar. Bu betonda içsel gerilmelere neden olur ve beton parçalanır. İç kısımlarda da beton ile çelik arasındaki yapışma kaybolur. Dolayısıyla beton mukavemetini kaybeder [Ergi ve diğ., 2007].

Yangın etkisi ile malzeme ısıl deformasyona uğrayarak erimektedir. Yangın riskinin olduğu yerlerde, yangına karşı direnci yüksek malzemeler kullanmak kaçınılmaz bir durumdur.

3. SEÇİLEN KAMU KURUMUNA AİT BİNALARDA YAPI FİZİĞİ PROBLEMLERİNİN TESPİT EDİLMESİNE YÖNELİK ALAN ÇALIŞMASI

Çalışma kapsamında alan çalışması için seçilen yer; Bursa ili Görükle ilçesinde bulunan bir kamu kurumudur. Belirlenen kamu kurumunun bir bölümünde yapılan bu çalışma kapsamında toplam 9 adet bina yer almaktadır. Bu binaların hepsi betonarme yapım sistemiyle inşa edilmiştir ve hiçbirinde yalıtım bulunmamaktadır. 9 numaralı binada doğalgazlı yerden ısıtma sistemi, diğerlerinde ise doğalgazlı radyatörle ısıtma sistemi kullanılmaktadır. Ayrıca, sadece 5 ve 9 numaralı binalarda çift cam kullanılmış diğerlerinde ise kullanılmamıştır.

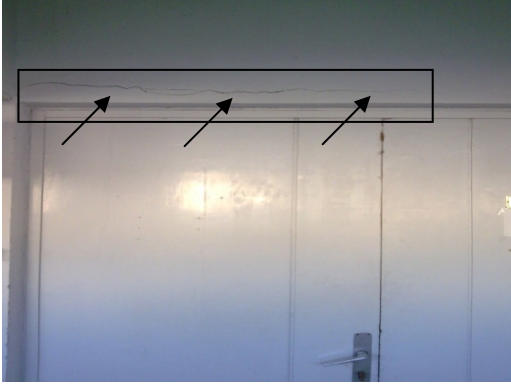
Tablo III.I. Çalışma alanında bulunan yapıların kullanım alanları ve yapım yılları

Çalışma Alanı:	Kullanım Alanları (m ²)	Yapım Yılı
1 Nolu Bina	4680	1984
2 Nolu Bina	4800	1984
3 Nolu Bina	2010	1984
4 Nolu Bina	3600	1986
5 Nolu Bina	5799	2002
6 Nolu Bina	1760	1984
7 Nolu Bina	2000	1989
8 Nolu Bina	2000	1989
9 Nolu Bina	3500	1997

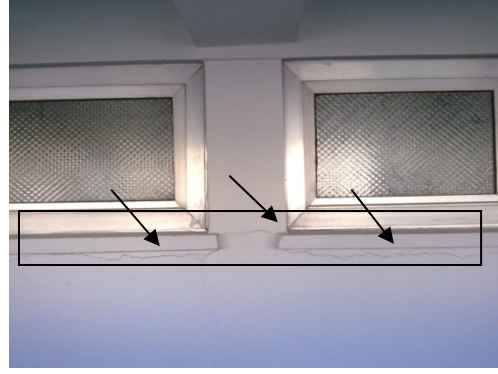
3.1. Mekanik Etkilerin Tespiti

Yapılarda meydana gelen mekanik deformasyonlar; yapının maruz olduğu kuvvetler ve bu kuvvetlere bağlı olarak oluşan gerilmelerden dolayı meydana gelmektedirler. Binalarda karşılaşılan belli başlı deformasyon halleri; Basınç ve Çekme Hali, Kayma (Makaslama) Hali, Burulma Hali, Eğilme Hali, Burkulma Hali, Yorulma Hali ve Aşınma'dır.

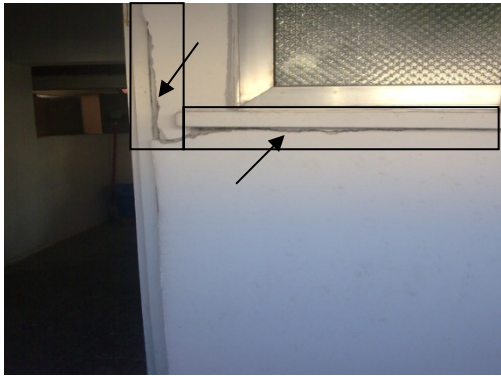
Şekil 3.1, kapı üzerinde oluşmuş bir çatlak, Şekil 3.2, Şekil 3.3 ve Şekil 3.4, pencere kenarlarında meydana gelen deformasyonlardır. Şekil 3.5 ise, duvarların birleşim yerlerinde meydana gelmiş olan bir çatlağa örnek gösterilebilir. Şekil 3.6, bir kirişin yüzeyinde ve birleşim yerinde meydana gelen büyük bir hasarı göstermektedir.



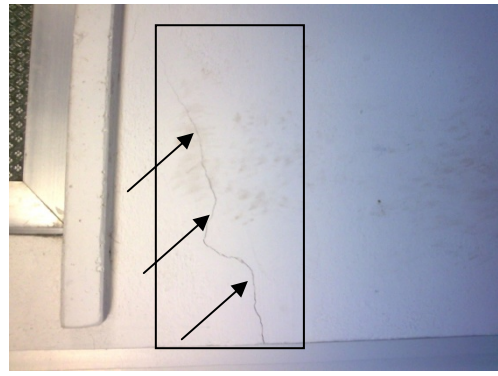
Şekil 3.1:
Kapı kenarında oluşmuş mekanik deformasyonlar



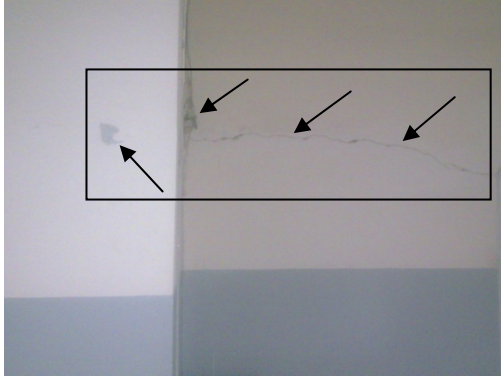
Şekil 3.2:
Pencere kenarlarında aşırı yükten dolayı zamanla oluşan mekanik deformasyonlar



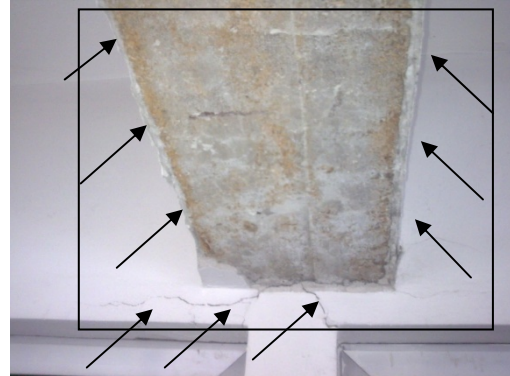
Şekil 3.3:
Pencere kenarlarında aşırı yükten dolayı oluşan mekanik deformasyonlar



Şekil 3.4:
Pencere kenarlarında oluşmuş bir başka deformasyon örneği



Şekil 3.5:
Duvar birleşim yerlerinde meydana gelmiş mekanik deformasyonlar



Şekil 3.6:
Bir kirişte oluşmuş mekanik deformasyon

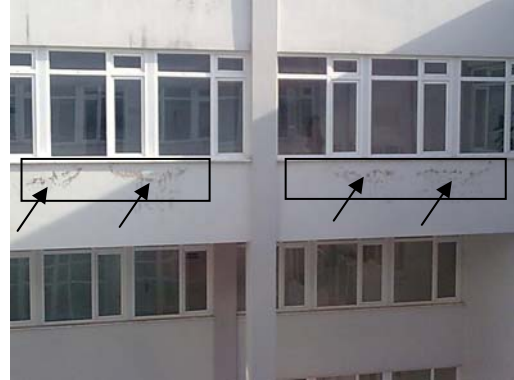
3.2. Isısal Etkilerin Tespiti

Isıl problemler, yapılarda karşılaşılan bir başka önemli problem olup, genişleme veya büzülme sonucu deformasyon oluşumu, yoğunlaşma, terleme, rutubet, nem veya küf oluşumu gibi durumlara sebep olabilmektedir. Şekil 3.7 ve 3.8, yapının parapet bölgesinde meydana gelen bir yoğunlaşma olayının olumsuz etkisini göstermektedir. Şekil 3.9 ise, zemin yakın yerlerde görülen bir yoğunlaşma sorunu olup, bu durum boya ve sıva dökülmesine neden olmuştur. Şekil 3.10 duvar birleşim bölgesinde ve zeminde oluşan nem sorunuyla beraber oluşan boya kabarması, çatlağı ve dökülmesini göstermektedir. Bu du-

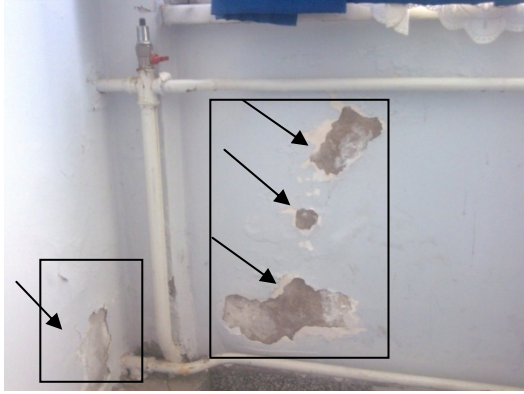
rum süpürgeliğin döşemeye tam olarak bağlanmamasından kaynaklanan bir işçilik hatası olarak gösterilebilir.



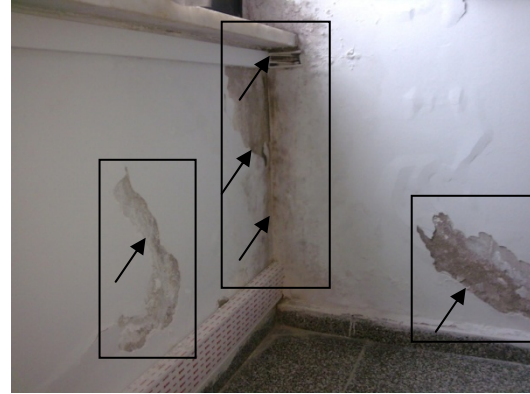
Şekil 3.7:
Parapet bölgesinde görülen yoğuşma sorunu



Şekil 3.8:
Parapetlerde oluşan yoğuşma problemi



Şekil 3.9:
Zemin bölgesine yakın yerlerde görülen
yoğuşma sorunu

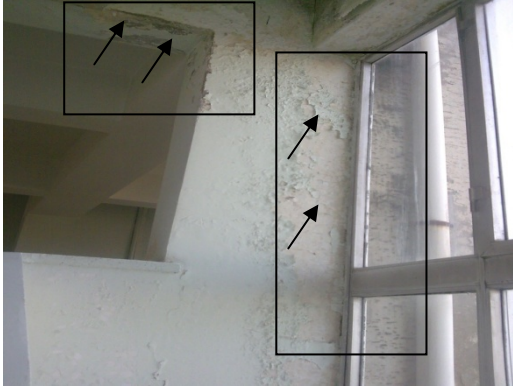


Şekil 3.10:
Duvar birleşim bölgesinde ve zeminde oluşan
yoğuşma problemi

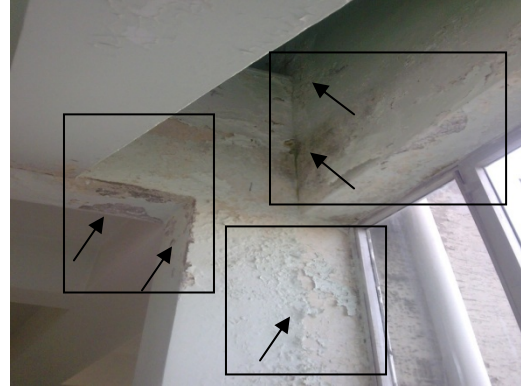
3.3. Su ve Nem Etkisinin Tespiti

Su ve neme bağlı problemler, dış etkenlerden dolayı oluşabileceği gibi, yapı içerisinde su kullanılan bölümlerde de oluşabilmektedir. Su veya nem ile temas halinde olan bölgelerde, korozyon, küf oluşumu ve tuz oluşumu gibi problemler ortaya çıkabilmektedir. Sudan kaynaklı problemlerde alınabilecek en temel önlemlerden biri yalıtımdır. Ancak ülkemizde henüz yasal zorunluluk olarak sadece ısı yalıtımıyla ilgili yönetmelik oluşturulmuş ve diğer yalıtım konuları göz ardı edilmiştir.

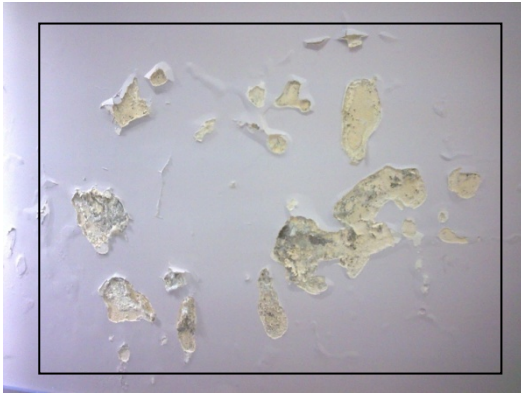
Şekil 3.11 de, bina içinde su kaynaklı oluşan bir problem görülmektedir. Sıhhi tesisattan ve dış iklim koşullarından dolayı oluşan bu durum, yapı içinde boya kabarması, küf oluşumu ve sıva dökülmesi gibi problemlere neden olmuştur. Şekil 3.12 ise, aynı durumu gösteren bir başka resimdir. Şekil 3.13 te, bir duvarda oluşan sıva ve boya dökülmesini göstermektedir. Bu duvarın arka kısmında tuvalet bulunduğu için, oluşan problem, tuvalette kullanılan su kökenli iç etkene örnek gösterilebilir. Şekil 3.14 ise, çatıda meydana gelen su ve nem probleminin tavana etkimesi sonucu oluşan boya dökülmesi gösterilmiştir.



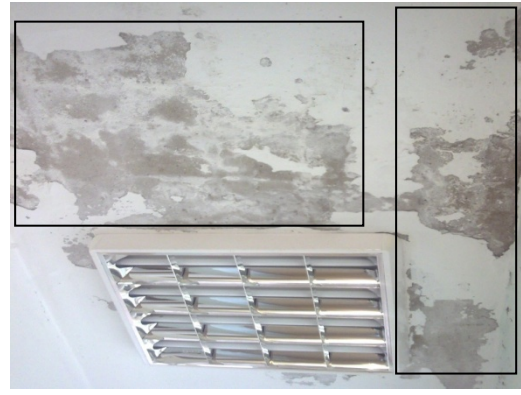
Şekil 3.11:
Su tesisatı ve dış iklim koşulları kaynaklı su problemi



Şekil 3.12:
Su tesisatı ve dış iklim koşulları kaynaklı su ve nem problemi



Şekil 3.13:
Su tesisatı ve nem kaynaklı bir deformasyon



Şekil 3.14:
Tavanda oluşan su kaynaklı bir problem

3.4. Fiziko-Kimyasal Etkilerin Tespiti

Fizikokimyasal problemler, genel olarak; güneş, yangın, korozyon ve çeşitli atmosfer etkileri sonucu ortaya çıkabilmektedir. Yapılan çalışma kapsamında, yangın etkisi sonucu oluşan fizikokimyasal problemler bulunmamaktadır.

En çok karşılaşılan sorunlar, korozyon, kirlenme, çiçeklenme ve yosunlanma gibi problemlerdir. Şekil 3.15, bir pencere kenarında görülen korozyon problemi ve bunun sonucunda oluşan paslanma olayıdır. Şekil 3.16 da ise, kalorifer tesisatında meydana gelen korozyona bağlı deformasyon görülmektedir. Şekil 3.17 ve 3.18 da ise, paslanmaya maruz kalmış bir pencere korkuluğu ve yangın merdiveni görülmektedir.



Şekil 3.15:
Pencere kenarında korozyon



Şekil 3.16:
Kalorifer tesisatında korozyon



Şekil 3.17:
Paslanmaya maruz korkuluk



Şekil 3.18:
Paslanmaya maruz yangın merdiveni

3.5. Çeşitli Kimyasal Etkiler

Çeşitli kimyasal etkiler, genellikle, havada ve sularda bulunan asit ve sülfatların yapılar üzerinde meydana getirdikleri; kirlenme, çiçeklenme, erime ve çözülmelerdir. Çalışma alanı kapsamında daha çok çiçeklenme (yosunlanma) durumlarıyla karşılaşmıştır. Şekil 3.19 ve Şekil 3.20 de, yapının dış bölgesinde, çeşitli kimyasal etkilerden dolayı oluşan çiçeklenme ve yosunlama durumu görüntülenmiştir.



Şekil 3.19:
Oluşan çiçeklenme ve yosunlama



Şekil 3.20:
Binanın dış kısmında yosunlanma

4. ALAN ÇALIŞMASININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışmanın bu bölümünde, alan çalışmasında tespit edilen kusurların değerlendirilmesi ve ortaya çıkış nedenleri açıklanmaktadır. Bu değerlendirme, yapı fiziği kusurlarını içeren sistematik bir yaklaşımla ele alınmıştır.

a. Mekanik Etkilerin Değerlendirilmesi: Yapılan çalışma kapsamındaki binaların bazı bölümlerinde, aşırı yüklemeye maruz kalmış kısımlarda mekanik deformasyonlara rastlanmıştır. Bu hasarlara sebep olarak, yapım ve kullanım sırasında maruz kalınacak yüklerin doğru tespit edilmemesi ve yanlış tasarım yapılması gösterilebilir. Ayrıca, zamanında gerekli bakımı yapılmayan ufak hasarların (çatlakların) zamanla büyüyerek daha büyük problemlere neden olduğu düşünülebilir. Önemli deformasyonlardan biri olan kirişlerdeki aşırı sehim sonucu oluşan çatlaklar da çalışma kapsamında karşılaşılan problemlerden olmuştur.

Mekanik deformasyonların bir başka sebebi ise, kullanılan yapı malzemelerinin hatalı seçimi olabilir. Dayanımı düşük olan malzemelerin kullanımı ve bununla beraber hatalı işçilikten ötürü oluşan deformasyonlarda mekanik problemleri oluşturabilir. Mekanik deformasyonların bir başka sebebi de sismik etkenli de olabilmektedir.

b. Isısal Etkilerin Değerlendirilmesi: Yapıda sıcaklık farklarına bağlı olarak ortaya çıkan genleşmeler ve büzülme, malzemede yorulmaya neden olurlar. Çalışma alanında karşılaşılan en büyük ısısal problemler; yoğuşma ve küflenme sorunudur. Bu tür ısısal problemlerin önüne geçmek amacıyla, yapılarda kullanılan malzemelerin ısı genleşme katsayıları tespit edilerek ortam sıcaklığına uygun malzemeler kullanılmalıdır. Isıya bağlı problemlerin önüne geçmek için ısı yalıtım uygulanmalıdır. İyi bir ısı yalıtımıyla hem ısı kayıpları azaltılmış hem de ısı konfor sağlanmış olacaktır. Bununla beraber, seçilen yalıtım malzemesi yoğuşmayı engellemeli ve mekanik deformasyonlara karşı mukavemetli olmalı böylece zamanla çökme gibi problemlerle karşılaşılmalıdır.

c. Su ve Nem Etkisinin Değerlendirilmesi: Yapıların inşası esnasında veya daha sonra gerekli önlemler alınmadığı takdirde binalar hem dış hem de iç faktörlerden kolaylıkla etkilenirler. En önemli dış ve iç etkenlerden biri olan suyun oluşturduğu deformasyonlara, yapılan çalışma kapsamında çok sık rastlanılmıştır. Yapıda su ve neme bağlı olarak, küf ve bakteri gibi insan sağlığını olumsuz etkileyen durumlara da rastlanmıştır. Gerekli doğal ya da mekanik havalandırmanın yapılmaması bu problemlerin nedenlerinden biri olarak gösterilebilir. Ayrıca, yapıda kullanılan malzemelerin yeterli özelliklerde olmaması ve bina bakımının yapılmaması da problemi arttıran başka sebepler olabilmektedir. Çalışma kapsamında su ve nem kaynaklı bir diğer problem ise, yapının tavan kısmında meydana gelen deformasyonlardır. Su ve nem kaynaklı bu problemlerin önüne geçilmesi için ilgili bölgelerde yalıtım yapılması uygun olabilir. Böylece hem kullanıcıyı konforu sağlanmış hem de deformasyonların önüne geçilmiş olunur.

d. Fiziko-Kimyasal Etkilerin Değerlendirilmesi: Seçilen alan kapsamında karşılaşılan en büyük fiziko kimyasal problemler, korozyon ve çiçeklenme (yosunlanma)dir. Çalışma kapsamında gözlemlenen korozyon ve çiçeklenme olayının, dış iklim şartları kaynaklı olduğu gözlemlenmiştir. Meydana gelen bu fiziko- kimyasal problemlerde, yapı bileşenlerinin zamanla mukavemeti azalmaktadır. Korozyona karşı önlem alınması amacıyla, özellikle klorür ve oksijen gibi olumsuz bileşenlerin yapı içerisine girmesi önlenmeli ve koruma önlemleri alınmalıdır.

Yapılan tüm bu tespitler doğrultusunda çalışma genel kapsamda değerlendirildiğinde, yapılarda kullanılan malzemelerin yetersiz ve kalitesiz özelliklere sahip olmasının, zaman içinde yapı üzerinde pek çok deformasyona neden olabileceği gözlemlenmiştir. Aynı zamanda, binaların tasarlanması aşamasında yanlışlıklar yapılması ve işçilik hataları da, zamana bağlı olarak deformasyonlar oluşmaktadır.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada yapılan tespitler ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda, geçmişte uygulanmış günümüz kamu yapılarında ortaya çıkan yapı fiziği kusurları anlatılmaktadır. Yukarıda anlatılan deformasyonlar, geçmiş dönemlerde yapılmış tüm kamu ve diğer yapılarda görülebilen sorunlar olmaktadır. Bu deformasyonlar, sadece bu yapıda değil, tüm yapılarda görülebilecek ortak yapı fiziği kusur-

larıdır. Üstelik bu kusurların ortaya çıkışı herhangi bir yanlış kullanım biçiminden kaynaklanmamaktadır. Bu doğrultuda, çevremizdeki pek çok binada ortak olarak görülen bu kusurların tespit edilmesi çalışmanın amacını yerine getirmeye yöneliktir.

Çalışmanın sonuç bölümünde, yapı fiziği sorunlarının tasarım içinde ne şekilde ele alınması gerektiği tartışılmakta, bu sorunların yeni yapılarda ne şekilde çözümlendiği ya da çözümlenmesi gerektiği konularına açıklık getirilmeye çalışılmaktadır.

Dünyanın enerji ihtiyacının büyük bir bölümünü karşılayan fosil yakıtların rezervi gün geçtikçe azalmakta olduğundan tüm enerji kaynaklarının verimli ve etkin bir şekilde kullanımı büyük önem taşımaktadır. Ülkemizde eski binaların enerji tasarrufu göz önüne alınarak inşa edilmeyişi ve yeni binaların da enerji verimliliği standartlarına uygun yapılmayışi binalarda enerji kaybına neden olmaktadır. Binalarda enerjinin verimli kullanılabilmesi için ısı kayıpların azaltılması ve dolayısıyla da ısı yalıtımının yapılması gerekmektedir. Özellikle duvarlardan ve çatıdan olan ısı kayıpları için yüksek verimli köpük yalıtım (foam insulation) malzemesinin kullanılması ve pencerelerde çift cam ünitelerinin varlığı yalıtım açısından önemli yaklaşımlardır. Avrupa'nın Finlandiya, İsveç ve Norveç gibi soğuk iklime sahip ülkelerinde 1970'li yıllardan itibaren inşaat yönetmeliklerinde, bina enerji verimliliği ve ısı yalıtımı düzenlemeleri yapılmıştır. Özellikle İsveç'in hazırladığı yönetmelik pek çok Avrupa ülkesi için model oluşturmuştur. Ülkemizde ise, yürürlüğe giren Enerji Verimliliği Kanunu ile inşaat sektöründeki tüm kurum ve kuruluşların yardımıyla birlikte bütünlüklü bir enerji tasarrufu sağlanması amaç edinilmiştir.

Bugün ülkemizde "AB Müzakere Süreci ve Teknikleri" başlığı altında çeşitli toplantı ve seminerler düzenlenmekte, AB üyeliğinin Türkiye'ye katacağı olumlu veya olumsuz gelişmeler tartışılmaktadır. AB'nin çevre kirliliği ve enerji tasarrufuna gösterdiği hassasiyet bilinmektedir. Avrupa Birliği ortak enerji politikalarının oluşturulması ve ortak yönergeye uyum konusuna yönelik çalışmalar ivedilikle dikkate alınmalıdır. Ayrıca yürürlüğe giren Enerji Verimliliği Kanunu ile birlikte yeni yönetmelik çalışmalarının sürdürüldüğü de bilinmektedir. Bu çalışmalar tamamlandığında, bütünlüklü bir enerji tasarrufunun sağlanabilmesi için sürdürülebilir kalkınmaya doğrudan etkisi olmayan binalarda ısıtma ve soğutma amaçlı enerji tüketiminin birlikte düşünülmesi gerektiği açıkça ortaya çıkmaktadır. Bu gelişime katkıda bulunacak olan inşaat sektöründe görev alan tüm kurum ve kuruluşlar, Avrupa Birliği'nin yayınlamış olduğu standartları özenle incelemeli ve bu standartları sağlayacak şekilde organize olmalıdırlar. Bunun sağlanması da inşaat ve yalıtım sektörüne ait diğer tüm yönetmeliklerin ülkemizde doğru şekilde düzenlenmesi ve uygulanması ile mümkün olacaktır.

Isısal özelliklerin yarattığı sorunlar; yapı içinde yaşayan insanın konforunun zedelenmesine ve ısısal deformasyonlar sonucu yapının kısa zamanda tahrip olmasına yol açtığından, yapı fiziği yanında, enerji tasarrufunun da önemi üzerinde durulması gerekmektedir. Yapılar sürekli olarak sıcaklık değişimi ile karşılaşmaktadır. Bu nedenle de, binaların inşaları esnasında özellikle dış cephe ve iç yüzeyde ısısal genişlemeye karşı önlemler alınmalıdır. Bu önlemler; genişleme katsayıları birbirinden farklı malzemeleri yan yana getirmemek, genişleme noktalarının detaylandırılmasında iklim koşullarından en az etkilenmeye ve suyun aktarılmasına dikkat etmek, çatıyı birbirinden ayrı çalışan parçalar halinde yapmak, ek yerlerinde önlem olarak, genişleyen çatı yüzeyini azaltmak ve ayrıca yansıtıcı-yalıtıcı malzemeler kullanarak, genişleme hareketini küçültmek şeklinde sıralanabilir. Ayrıca; yağma binalarda kayıcı birleşmeler (hareketli mesnetler) yaparak çatı tespit noktalarını azaltmak ve karkas binalarda strüktürü, ısısal hareketlerden doğacak gerilmeleri karşılayacak biçimde tasarlamak da ısısal sorunların önüne geçmek amaçlı başvurulabilecek önlemlerdir. Isısal problemler için alınabilecek önlemlerden bir diğeri de ısı yalıtımıdır. Üretimi esnasında büyük miktarlarda enerji tüketilmesi gerekmeyen, düşük ısı iletkenlik katsayısına sahip, sağlığa uygun malzemelerin seçimine önem verilmeli ve daha iyi konfor şartlarının sağlanabilmesi amaçlanmalıdır. Böylece, hem yapının onarım giderlerini azaltmış olur hem de yakıt ekonomisi sağlanır.

Fiziko-kimyasal etkilerin zamana bağlı olarak eskime ve bozulmalara yol açtığı kaçınılmaz bir gerçektir. Tasarım sürecinde yanlış malzeme seçimi sonucu, yeni tamamlanmış bir yapıda dahi kısa sürede onarıma ihtiyaç duyulması, fiziko-kimyasal problemlere yeterince önem verilmemesinden kaynaklanmaktadır. Çalışmada en çok karşılaşılan fiziko-kimyasal problem korozyon olduğu için, ülkemizdeki yapılarda özellikle bu konuya dikkat çekilmesi gerekmektedir. Kurşun veya demirden yapılmış su ve gaz borularında oluşan korozyonu önlemek amacıyla, malzeme katotlaştırılarak koruma

yapılabilir. Bu yöntem; korozyondan korunacak metalin kendinden daha az asal metale bir iletkenle bağlanması şeklinde gerçekleştirilir. Bir başka korozyondan korunma yöntemi olarak ise, metallerin yüzeyini kaplamak veya örtmek suretiyle yapılan korumalar seçilebilir. Bu yöntemde korunacak metal yüzeyleri; oksit, silikat, metalik veya organik esaslı (yağ, bitüm, plastik ve yağlı boya) kaplamalardan oluşturulan bir koruyucu örtü ile kaplanmaktadır. Genelde kaplama maddesiyle kaplanacak metalin genleşme katsayılarının birbirine uygun, koruyucu tabakanın belli bir kalınlıkta, deliksiz, kesintisiz ve aşınmaya karşı belli bir sertlikte olması, aynı zamanda çeşitli değişimlerle çatlayıp bozulmaması gerekir. Kısaca korozyonu önleyebilmek amacıyla; farklı türde iki metali yalıtımsız olarak bir araya getirmek veya korunumsuz kullanmamak ve devamlı bakımını yapmak gerekir.

Çalışma kapsamında karşılaşılan çiçeklenme ve yapıda meydana gelen lekelenme problemlerinin önüne geçmek amacıyla; yapının cephesinde lekelenmeye sebep olabilecek profillere yer vermemek, normal tuğlayı toprağa ve deniz suyu buharına maruz yerlerde kullanmamak sayılabilir. Ayrıca yapıda çiçeklenmeyi önlemek için ise; tuğla duvarın toprak ve su temasını kesmenin yanı sıra, harç içine %2 oranında CaCl₂ ilave etmek de yararlı sonuç vermektedir. Çiçeklenmeler su ve seyreltik HCl asidi, pas lekeleri ise %10'luk CrCl₂ eriyiği ile yıkanarak da giderilebilir.

KAYNAKLAR

1. Building Issues and Problems "Questions about Building Issues and Problems" www.resource4constructiondefects.com/topics/buildingissues.html (2008).
2. Can, A., (1999) Yapılarda Isı Yalıtımı ve Türkiye'de Enerji İhtiyacının Azaltılması Yönünden Önemi, Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayı 49, Sy18-23.
3. Dağsöz, A.K., Işkel, K., Bayraktar, K. G., (1999) Yapılarda Sıcak Etkisinin Getirdiği Problemlerin Isı Yalıtımı İle Çözümü ve Enerji Tasarrufu, IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, 329-339.
4. Ergi, E., Bilgin, G. S., Zeybek, M. S., Asan, A. (2007), Endüstriyel Atık Katkılı Çimentoların Beton Dayanımı ve Donatı Korozyonuna Etkileri, 2.Yapılarda Kimyasal Katkılar Sempozyumu, Ankara-Türkiye.
5. Eriç, M. (1994) Yapı Fiziki ve Malzemesi, Nisan, İstanbul, Literatür Yayınları.
6. Ertaş, K. (2001) Binalarda Buhar Difüzyonu Olayının İrdelenmesi, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yalıtım Kongresi, Eskişehir-Türkiye.
7. Hogberg, A. B., Kragh, M. K., Mook, F. J. R van (1999) A Comparison of Driving Rain Measurements with Different Gauges, 5th Symposium on Building Physics in the Nordic Countries, Goteborg.
8. Heckrodt, R. O., (2002), Guide to the Deterioration and Failure of Building Materials.
9. Lourenço, P. B., Luso, E., Almeida, M. G. (2006) Defects and Moisture Problems in Buildings from Historical City Centres: A Case Study in Portugal, Volume 41, Issue 2, 223-234.
10. Mays G. (1992), Durability of Concrete Structures: Investigation, Repair, Protection.
11. Oliver, A. C., Douglas, J., Stirling, S. (1997), Dampness in Buildings.
12. Özkan, Ö. (2004) Çeşitli Sınıflardaki Beton Dayanımlarının Yapı Maliyetine Etkisi, THBB Beton 2004 Kongresi, İstanbul.
13. Richardson B. A. (1999) Defects and Deterioration in Buildings, 2 nd Edition.
14. Roberts, C. C., <http://www.croberts.com/cracksinbuildings.pdf> (2008) Evaluating cracks in buildings.
15. Sjöström C. (1997), Durability of building materials and components 7: Proceedings of the Seventh International Conference on Durability of Building Materials and Components, Stockholm, Sweden.
16. Sözen, M. Ş. (1999) Yapı Kabuğunda Isı ve Ses Yönünden Denetim - Konfor İlişkisi, Yapıda Yalıtım Konferansı Bildiriler Kitabı, MMO Yayın No:213, Bildiri No:12, Sy:137-144.
17. Utkuğ, Z. (2006) Konutta Kalite Kavramı ve Yapı Hasarları, Gazi Üniversitesi. Müh. Mim. Fak. Dergisi, Cilt 21, No 2, 205-211.
18. Yazıcı, Ş., Göktepe, A. B., Altun, S., Karaman, V. (2006) Sertleşmiş Beton Basınç Dayanımının Belirlenmesinde Kullanılan TS-10465 ve TS EN 12504-1 üzerine bir değerlendirme, DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi Cilt 8, Sayı 1, 119-128.
19. Yüzer, N. (2003) Betonarme Yapılarda Korozyon Ölçüm Yöntemleri ve Hasar Tespiti, THM Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 426-2003/4.

Güler, H. ve diğ.: Binalarda Yapı Fiziği Problemleri: Bursa'da Bir Kamu Kurumu Örneği

20. Zorer Gedik, G. (1999) Soğuk İklim Bölgesinde Yalıtımlı Yapı Kabuğu Kesitlerinin İncelenmesi ve Değerlendirilmesi: Erzurum Örneği, Yapıda Yalıtım Konferansı Bildiriler Kitabı, MMO Yayın No:213, Bildiri No:13, Sy:145-151.

Makale 25.03.2010 tarihinde alınmış, 04.06.2010 tarihinde düzeltilmiş, 26.08.2010 tarihinde kabul edilmiştir. İletişim Yazarı: H. GÜLER (handeguler@uludag.edu.tr).