



ISSN:1306-3111  
e-Journal of New World Sciences Academy  
2007, Volume: 2, Number: 1  
Article Number: A0014

**NATURAL AND APPLIED SCIENCES**  
**TURKISH (Abstract: ENGLISH)**  
NWSA Received: March 2006  
NWSA Accepted: January 2007  
© 2007 www.newwsa.com

**Cevdet Emin Ekinci**  
**Nilüfer İşçi**  
**Feyzihan Alyavuz**  
Firat University  
cevdeteminckinci@firat.edu.tr  
Elazig-Turkey

### **YAPILAR NASIL HASTALANIR?**

#### **ÖZET**

Bu çalışmada; yapıların/binaların hastalanmasına neden olan etkiler araştırılmıştır. Yapıyı meydana getiren tüm elemanlar iç ve dış olumsuz etkilerden dolayı kısa zamanda bozulabilmektedir. Yapı ve elemanları faydalı servis ömürlerini arttırılması için tıpkı canlılar gibi korunmalıdır. Korunmayan yapı ve malzemeler çok kısa sürede bozulmakta, yapının estetiği kaybolmakta, kullanıcılara zararlı toz, gaz ve maddeler yaymakta ve milli ekonomimize önemli ek yükler getirmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yapı, Bina, Yalıtım, Vandalizm, Hastalık.

### **HOW CONSTRUCTION ARE SICK?**

#### **ABSTRACT**

In this study, the factors that cause the construction/building can be damaged by negative interior and exterior effects. Buildings and their components must be prevented from these effects in order to lengthen their useful service lives like living things. Unprevented building and materials can be harmed in a very short time became unaesthetic, spread harmful dusts, gas and materials and causes big loads to our national economy.

**Keywords:** Construction, Building, Insulation, Vandalism, Sickness.



## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Yapı, belirli ihtiyaçları karşılamak üzere, çeşitli malzemeler ile yapım metotlarına uygun bir şekilde inşa edilen tesis olarak tanımlanabilir. Bu tanıma göre yapı, yer üstündeki ve yeraltındaki bütün tesisleri kapsamına alır [1].

Yapılaşmaya, insanın ruhsal ve bedensel sağlığını ön planda tutarak baktığımızda, bu yapay çevrenin oluşumuna etken olan birçok meslek grubuyla karşılaşırız. Araştırarak, planlayarak ve inşa ederek oluşturulacak olan bu yapay çevre "insan" içindir. Kişi burada yaşantısının %90'ını geçirecektir. O halde bu çevre algılanabilen ve insana etkileyen tüm özellikleri ile mümkün olduğu kadar doğal çevreye uyum göstermelidir.

Konutlar, insanların kendini iyi hissedebileceği ve verimliliğini artıran bir ortam sağlamalıdır. Bu, kolayca hareket eden esintisiz bol oksijenli bir hava, hoş bir sıcaklık, iyi bir nem ve aydınlığı gerektirir. Yapının tabiattaki konumu ile odaların konut içindeki düzeni için; yeterli bir yalıtım, tefrişe uyan ve uygun yerde yeterince büyük pencereler, uygun ısıtma ve havalandırma, devamlı bir rahatlık için aranan ilk şartlardır.

Binalar; hava sıcaklığı, rutubeti ve basıncı ile havadaki buhar basıncı, rüzgâr, sis, yağmur, ses, titreşim gibi birçok iç ve dış tesirlere maruz kalırlar. Yaşadığımız ve çalıştığımız tüm mekânlarda artık ısı, ses ve su yalıtımı bir zorunluluk haline almıştır. Bir binanın yıllarca aynı değerinde kalabilmesi, kullanıcılarına ve binanın yapılış amacına uygun şekilde hizmet edebilmesi ancak doğal ya da yapay çevre faktörlerine, fonksiyona, kullanıcı beklenti ve isteklerine uygun doğru tasarıma, iç ve dış olumsuz etkenlere karşı iyi korunmuş olmasına bağlıdır [2]. Yapı üretim sektöründe amaç; en kısa sürede ve en az maliyetle kaliteli binalar gerçekleştirmektir. Binanın kalitesi; kullanılacak malzemenin özelliklerine, uygulama koşullarına ve bir arada kullanılacak malzemenin uygunluğuna bağlıdır.

Yapının sahip olması gereken temel özellikler şunlardır;

- Planlanan amaca uygun olması,
- Gereçlerin yapım özelliklerine ve tekniklerine uygun olması,
- İç ve dış etkilere dayanabilecek sağlamlıkta olması,
- Estetik olması ve
- Ekonomik olmasıdır [1].

## 2. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICATION)

Değişik ihtiyaçları karşılamak amacıyla inşa edilmiş yapılar gerek iç gerekse dış etkiler neticesinde, canlılar gibi, hastalanabilirler. Bu hastalık canlılardaki gelişimle paralellik gösterebilir. Yani, yapıyı oluşturan kagir, ahşap, metal veya plastik malzemelerin faydalı servis ömürleri süresinde tüm olumsuzluklara karşı koyarlar. Malzemenin direncinin tükendiği anda bozulma, aşınma, renk değişimi, koflaşma, başkalaşma gibi süreçlerle hastalığın ilerlediği ve önlemlerin alınması gerektiğine dair işaretler verir. Bu durum, yapı kullanıcıları tarafından artık yapıya bakım ve onarımın yapılması gerektiği şeklinde algılanır.

Bu çalışmada yapıların hastalanmasına neden olan etkilere kısaca değinilmektedir. Çalışmada ileri sürülen önlem ve öneriler bundan sonra yapılacak olan çalışmalara ışık tutması açısından önemli görülebilir.

## 3. YAPIDA/BİNADA HASTALIK BELİRTİLERİ (SICKNESS SYMPTOMS AT CONSTRUCTION/BUILDING)

Bir yapının hastalanması konusu birden çok etmenin yan yana gelmesi sonucu ortaya çıkar. Binanın yapım özellikleri, kullanılan



malzeme çeşidi kalitesi ve mimari tarzı doğrudan içerisinde bulunan coğrafya tarafından etkilenir.

İyi bir havalandırması olmayan binalarda iç ortam atmosferinin kalitesinde düşüş görülür. Aynı zamanda çatı tipi bölge iklimine uygun olarak seçilmeli, kat yüksekliği binanın kullanım amacına uygun inşa edilmelidir. Yapı içi ve gerekli hallerde binalar arası bağlantı koridorları kullanım şekli ve kapasitesine bağlı olacak hacimde olmalıdır. Amacına uygun kullanılmayan yapılarda sorunlar artmaktadır. Bu binalar, yapım amacına uygun kullanılan binalara göre çok daha hızlı yıpranmakta, iç ve dış etmenlerden etkilenmekte ve hastalanabilmektedir. Ayrıca dış etkenlere karşı koruyucu amaçlı kullanılan yalıtım malzemelerinin seçimi ve uygulaması konusunda mutlak uzmanından danışmanlık hizmeti alınmalıdır. Yaşı ne olursa olsun rasgele yapılan inşaatların hastalanması engellenemez bir gerçektir.

Yapıların hastalanması özellikle 1970'lerde ortaya çıkan enerji ve petrol sıkıntısı ile belirginleşmiş ve dikkat çekmiştir. Yapılarda çeşitli nedenlerle enerji tasarrufuna gidilmesi binaların alt yapısının ve yapı iskeletinin soğumasına neden olmuştur. Bu da iç ortam atmosferine ait havanın soğuması, rutubetlenmesi anlamına gelmektedir. Böylelikle bir dizi bağımlı faktör bina içinde solunan havanın kalitesini etkilemektedir. Artık hastalanmaya başlayan yapı nem, ısı, basınç, havalandırma faktörlerinden hızla etkilenerek dış ortamdan bina içine taşınan her türlü mikroorganizmanın yerleşebileceği bir zemin olmaktadır. Yapı içerisinde kendisi için uygun ortam yakalayan mikroorganizma ya da mikroorganizmalar buldukları bölgelerde gelişirler. Özellikle zemin katlar, karanlık ve havasız depolar, merdiven altları, çatı ve tavan araları ile su, elektrik ve diğer sıhhi tesisat donanım kanallarının yanı sıra banyo, duş, mutfak gibi nem oranı yüksek, rutubetli ıslak zemin ve odalar, mikro organizmaların özellikle de küf, maya ve diğer bazı bakterilerin gelişimi için çok uygun ortamlardır.

Yaşanılan, çalışılan ya da çeşitli nedenlerle gün içinde belirli bir süre bulunan/geçirilen yapıların mimari özellik ve konumlarından dolayı çok farklı ve değişik tipte mikroorganizmaların gelişip çoğalmalarına fırsat doğabilmektedir. Yapıların mimari özellikleri nitelik, hacim ve konumları açısından bir bütün olarak ele alınır. Yapı malzemesi, kullanım amacı ve miktarı oldukça önemlidir. Tek ya da çok katlı olan, bahçe içi ya da ormanlık bir bölgede bulunan ile şehir içi, sokak arasında bulunan bir binanın yapı özellikleri ve doğal koşullardan etkilenişi elbette farklı olacaktır. Dolayısıyla doğal coğrafi ve iklim faktörleri bina içi suni iklimleme faktörleri ile karşılaşınca ortaya yeni bir yaşam alanı atmosferi çıkmaktadır. Yaşam alanı atmosferinin kalitesi doğrudan soluduğumuz havanın nitelik ve nicelik açısından değerini belirlediğinden oldukça önemli bir konudur [3].

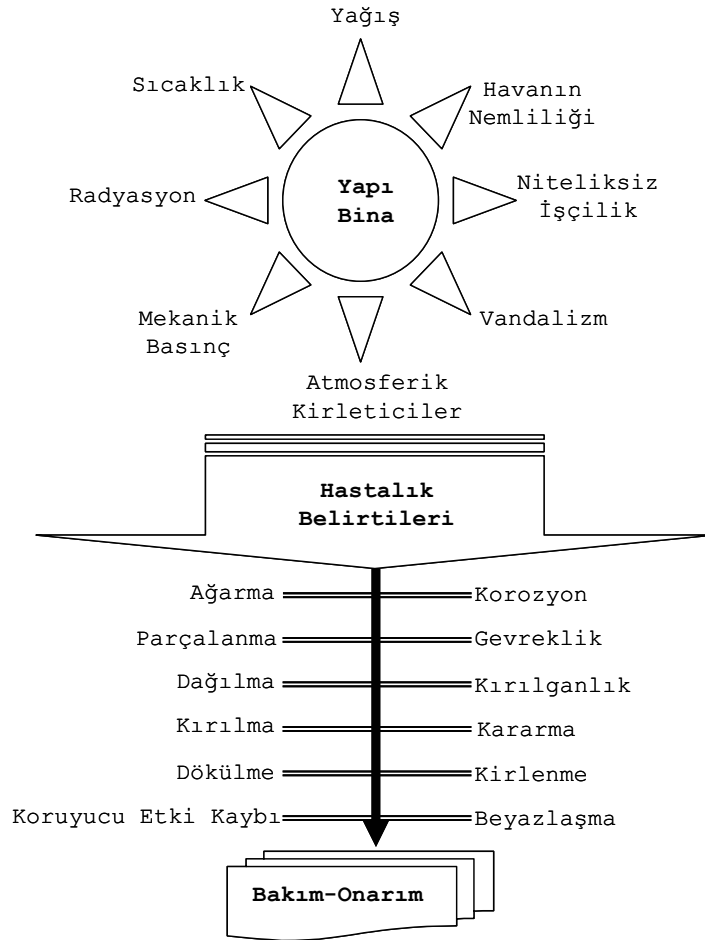
Yapının oturduğu zemin özelliklerinden kaynaklanan hasarlar; zeminin mukavemetinin düşük olması veya zeminin homojen olmaması durumunda ortaya çıkar. Bu da zamanla yapıda bazı hareketlerin oluşmasına, dönme, farklı oturma gibi gözle görülebilen bozulmalara neden olur. Yapı zeminin çürük veya karmaşık olması, farklı amaç ve büyüklükte yapıların yan yana, derzsiz yapılarak farklı çökmeler oluşmasına, yapıda önüne geçilmeyecek çatlaklar oluşmasına, yapının yıkılmasına kadar gidebilecek hasarların ortaya çıkmasına neden olur.

Yapının strüktür tasarımındaki hatalar ise binaların taşıyıcı sistemlerinde tasarımdan gelen boyutlandırma hatalarından varsa, duvar, ayak, payanda gibi öğeler üzerine gelecek yatay ve düşey yükleri karşılayacak kesitlerden yapılmamış olmalarından kaynaklanır ve ciddi hasarların ortaya çıkmasına sebep olur. Yüke göre yetersiz

kesitli bir duvar zamanla bel verir, payandaların yetersiz olması durumunda, kemer, tonoz veya kubbede açılmalar olur; hatta bina yıkılabilir. Yapının taşıyıcı sisteminde yanlış düzenleme yapılmışsa, hatalı ve yanlış kabuller ile taşıyıcı sistemin boyutlandırılması ve teçhizatı yeterli düzeyde yapılmamış ise yapının taşıyıcı sistemi, gelen düşey yükler ile yatay kuvvetleri karşılayamaz ve sonuçta yıkılma olayı kaçınılmaz olur.

Hatalı malzeme kullanımı ve kullanılan malzemelerin iyi nitelikte olmaması da yapıların bozulmasını hızlandırmaktadır. Kullanılan yapı malzemelerinin öngörülen standartların altında olması halinde, beklenen dayanım süresinden önce eskime görülür. Yapı malzemesi hakkında yetersiz bilgidir kaynaklanan yanlış malzeme seçimi ve uygulama nedeni ile malzemenin beklenen hizmet süresi gerçekleşmez.

Yapılar, uzun yıllar doğanın değişik etkileri altında yıpranır ve sürekli bakım sağlanmazsa ciddi hasarlar gözlenir. Yaz günlerinde aşırı sıcak karşısında genişleyen malzemeler, soğuk kış günlerinde donmaruz kalır; ısı farkları, donma-çözünme döngüleriyle malzemeler yorulur ve yıpranır. Suyun kapillarite (kılcal boşluklar) ile bina içindeki hareketi de yapı malzemelerinde hasara neden olmaktadır. Zeminden yükselen nem strüktürü ıslatarak taşıyıcı sisteme gelen yükü arttırdığı gibi ayrıca içinde taşıdığı tuzların duvar yüzeyinde buharlaşması sonucu çiçeklenmelere, duvarın fiziksel ve kimyasal yapısını bozucu etkilere neden olabilmektedir.



Şekil 1. Yapıda/binada hastalık belirtileri  
(Figure 1. Sickness symptoms at construction/building)



Yapıların hastalanmasına neden olan en önemli faktörler arasında şunlar gösterilebilir.

- Mekanik etkiler,
- Su-nem ve ısı etkisi,
- Binaların havalandırılma şekli/sistemi,
- Atmosferik kaynaklı kirleticiler,
- Radyasyon kaynakları,
- Binaları saran/istila eden mikroorganizmalar,
- Kimyasallar ve zehirli gazlar,
- Yapının konumundan kaynaklanan hasarlar,
- Zemin özellikleri,
- Strüktür tasarımından kaynaklanan hatalar,
- Hatalı malzeme seçiminden kaynaklanan hatalar,
- Malzemenin kötü uygulamaları ve detay hataları,
- Uzun süreli doğal etkenler (Isı, ses, nem, su, rutubet etkileri),
- Doğal afetler, deprem ve titreşimler,
- Kötü kullanım ve onarım,
- Bayındırlık etkileri,
- Hava kirliliği,
- Trafik,
- Yangın,
- Savaşlar,
- Vandalizm (İnsanlardaki şiddet duygusu),
- Yapının coğrafi konumu,
- Kentsel dokuya uygun yapı yapmama,
- Ekolojik koşullar,
- Alt yapı aksaklıkları,
- Yorulma,
- Sünme,
- Yasal ve kanuni yaptırımlara uymama,
- Standartlara uymama vs. bulunmaktadır [1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 ve 13].

#### 4. ISISAL ETKİLER (THERMAL EFFECTS)

Bir malzemedeki ısı miktarı, o malzemenin atomlarının titreşimi ve kinetik enerjilerinin toplamı olarak belirlenmiştir. Malzeme molekülleri ufak genlikli titreşim hareketi yaparlar. Maddeler akışkan ise moleküllerin çarpışmaları esnek olup hacim içinde farklı noktalara gidebilirler. Ayrıca mekanik etkiler de malzemedeki ısı artışı meydana getirebilir. Moleküler hareketlenmenin artışı malzemedeki sıcaklığın yükselmesine yol açacaktır. Isısal enerjileri birbirinden farklı olan malzemeler karşılaştığı takdirde enerji iletimi sağlanmakta ve her iki malzeme atomlarının enerjileri eşit olunca ısısal denge kurulmuş olmaktadır. Ayrıca hava da bir malzeme olduğuna göre, ışıma ve yayılma yolu ile ısı dalgalarının malzemenin kendi ısısını değiştirme etkisi de mevcuttur. Katı, sıvı ve gazların ısı ile hacimlerini değiştirmelerine ısısal deformasyon denir. Katı malzemenin bir doğrultudaki genişlemesi uzama adını alır. Isı değerinin düşmesi ile bu uzama yerini kışalmaya terk eder. Bu olayın ana nedeni ısı değişimleri ile farklı titreşime uğrayan atomların birbirleri arasındaki mesafelerin değişmesidir. Isısal deformasyon olayının malzemenin mekanik deformasyonları ile yakın ilişkisi vardır. Genleşme ve büzülme malzemedeki iç gerilmeler meydana getirerek mekanik



mukavemetini etkileyecek ve bu nedenle malzeme deformasyona ve parçalanmaya uğrayabilecektir.

Isısal özelliklerin beraberinde getirdiği sorunlar yapı içinde yaşayan insanın konforunun zedelenmesine, ısısal deformasyonlar sonucu yapının da kısa zamanda tahrip olmasına yol açmaktadır. Yapılar devamlı olarak sıcaklık değişimi ile karşılaştıklarından özellikle dış cephe ve iç yüzeyde ısısal genişlemeye karşı önlemler alınmalıdır. Isısal genişleme; malzemede meydana gelen iç gerilmeler, sıcaklık değişim hızı ve malzemelerin ısı iletkenlik değeri ile ilgilidir. Hızlı ve büyük sıcaklık değişimleri (yazın bir günlük değişim) küçük ve yavaş sıcaklık değişimlerinden (bütün bir yıl boyunca meydana gelen değişimler) daha zararlıdır. Duvar, çatı gibi büyük elemanları oluşturan parçaların serbestçe hareket edebilmelerini sağlayacak yöntemler, teorik olarak bilinmekle birlikte uygulamada bunlar tam başarıyla gerçekleştirilememektedirler. Genleşmeye imkân verecek olan derzlerin (özellikle düşey derzlerin) harçla sıkıca doldurulması bu hareket imkânını büyük ölçüde kısıtlamaktadır [5 ve 6].

##### **5. SU-NEM ETKİLERİ (WATER-HUMIDITY EFFECTS)**

Suyun malzeme üzerindeki etkisi söz konusu olduğu zaman ya malzeme suyun içindedir ya da su malzemeye yüzeysel olarak etkilmektedir. Ayrıca buhar basıncından ortaya çıkan kondansasyon (buhar geçirimsizliği) ise malzeme iç yapısını veya yüzeysel olarak malzemeyi etkilemektedir.

Havadaki bağıl nem oranı doğada ortalama %50-75 arasındadır. Modern yapılarda ise özellikle kış aylarında bina ısıtıldığında bu oran %15-30 arasına kadar düşer. İnsan sağlığına en uygun nem oranı %50 olarak bilinmektedir. İç mekânda nem %40-70 arasında ise doğal konfor şartları sağlanmış demektir [6 ve 14].

Nem miktarının %80 dolayında olması durumunda o mekân çeşitli mikroorganizmaların yaşamaları ve üremeleri için en uygun ortamdır. Bu organizmalar nem oranı %50'nin altına indiği durumlarda veya güneş ışığı ile temasta ölmektedirler.

Nem oranının yüksek olması insan vücudunda terlemeyi önlemektedir. Kuru havada sıcaklık oranı yüksek olsa da rahatsızlık duyulmamaktadır. Ama nem oranı belli bir sınırı aştığında kişi terlemediğinden dolayı rahatsızlık verici bir ortam oluşmaktadır. Nem oranı yüksek merkezi sistem ısıtmalı, duvardan duvara halı kaplı, yeterli vantilasyonun sağlanmadığı evlerde eklem romatizması, yorgunluk ve astım hastalığı etkili olmaktadır.

Havadaki tozlar üzerinde bulunan mikroorganizmalar havada asılı durumda kalmayarak kütle ve hacimlere göre belli bir hızla katı bir yüzey düzeyine inmektedirler. Mikroorganizmalar, insan sağlığı için tehlikeli olan toksik kanserojik ve teratojenik etki oluşturan mikrotoksinleri üretebilmektedirler. Atmosferik mantar, sporlarının bazıları alerjen özellik gösterir. Bazı mikrofungusların ise kronik akciğer hastalıklarına neden oldukları açıklanmıştır [15].

Belirli koşul ve sıcaklıklardaki hava bünyesinde maksimum su buharı bulunduruyorsa, bu havaya "buhara doymuş" hava denir. Ancak sıcaklığı düşmesi sonucu, buhara doymuş olan bu havanın içinde bulunan buharın bir kısmı yoğunlaşarak su haline dönüşür. Ayrıca malzemedeki yüzeysel soğukluklarda bu olaya sebep olurlar. Malzemede meydana gelen yoğunlaşma (buharın su haline dönüşmesi), malzeme yüzeyinde gözle görünür halde "terleme" veya malzeme içinde gizli olarak "yoğunlaşma (kondansasyon)" şeklinde görünür [5]. Malzeme yüzeyinde terleme, ortam iç ısıya ve ortamdaki bağıl neme bağlıdır. Eğer, ortam iç ısı ile malzeme yüzey ısı arasında fark olan soğuma derecesi artarsa terleme görülür. Yapıyı oluşturan malzemede görülen terleme ve yoğunlaşma malzemenin ömrünü kısaltıp yapıların hastalanmasına neden olur.



Nem etkisi sonucu yapıların hastalanmasına neden olan bir diğer etken küf ve mantarlardır. Küfler, metabolik aktivitelerini gerçekleştirmek için oldukça geniş bir ısı aralığına, bunun yanı sıra oldukça yüksek rutubet ve bağıl neme gereksinim duyarlar. Küfler gelişebilmek için yaklaşık %75'lik bir bağıl neme gereksinimlerine rağmen, oldukça tehlikeli bir risk faktörü olan Stachybotrys'lerin gereksinimi 25°C'de %93 gibi çok daha yüksek bir orandır. Ortam ısısının ve besleyicilerin artışı küflerin çok daha düşük rutubete gereksinim duymalarını sağlar. Kirli ya da çabuk etkilenen boya ve kağıt kaplı zeminler, yüzeyler rutubete gereksinim duymaksızın küf gelişimine izin verir [16].

Beton üretimi sırasında meydana gelen rötire nedeniyle oluşan çatlaklar sonucu kılcal boşluklar su geçirimsizliğe neden olur. Geçirimsizlik boşluk miktarından başka boşluk boyutlarına, bunların dağılıma şekline ve birbirleriyle bağlantılı olup olmamalarına da bağlıdır. Boşluk boyutu arttıkça suyun malzeme içinden geçişi kolaylaşmakta ve geçirimsizlik artmaktadır. Kılcal boşlukların çap ve büyüklüğüne bağlı olarak, yüksek veya düşük basınçlı su geçirimsizliği veya su buharı difüzyon kurallarına göre kılcal geçirimsizlik meydana gelir.

Beton donup sertleşirken içindeki su miktarında, dolayısıyla da hacminde değişiklikler meydana gelir. Bu olay sadece hava ile temas ederek gerçekleşirse hacmi küçülür, büzülür, rötire yapar. Priz, suyun içinde meydana gelirse hacim büyür. Böylece boyutlarındaki değişiklik zamanla birlikte artmakta ve beton ancak 1 yıl geçtikten sonra boyut bakımından kararlı bir durum almaktadır. Büzülme daha önemli olup, hacim genişlemesinin 4 katıdır. Rötire, beton içindeki suyun buharlaşmasıdır. Havanın rutubet derecesinin düşük olması, buharlaşmayı kolaylaştırdığından rötreyi arttırır. Betonun rötresi, çimentonun su tutma kabiliyeti azaldıkça, çimentonun inceliği büyüdükçe, çimento miktarı fazlalaştıkça, agregada ince tanelerin miktarı arttıkça, agregada çakıl veya kırma taşın boyutları küçüldükçe artar.

Çimentonun rötire yapması beton açısından sakıncalı bir olaydır. Rötire; betonun mekanik mukavemetinin özellikle çekme mukavemetinin azalmasına sebep olur, geçirimsizliği artırır, geçirimsizliğin artmasından dolayı betonun kimyasal mukavemetinde azalma olur, donma etkisinden daha fazla zarar görür, korozyonu kolaylaştırır.

Ahşap pencereci bir evde hava daima hareket halindedir. Kasa ve kanat arasında bulunan açıklıklardan içerideki sıcak ve rutubetli hava devamlı dışarı çıkar, soğuk ve rutubetli hava içeri girer. Böylece doğal havalandırma sağlanır. Doğal havalandırmanın sağlandığı bir yapıda nemlenme ihtimali azdır. Bu durum nem oluşumunu önlemek için ideal görünse de ısıtma amaçlı kullandığımız yakıt ihtiyacı artacaktır. Bununla birlikte maliyet artacak ve çevre kirliliğine yol açacaktır.

PVC takılmış bir yapıda doğal havalandırma hemen hemen yok gibidir. Zaman içinde bozulmayan kasa kanat arasındaki contalar ve bina ile kasanın birleştiği yerdeki yalıtım ve sızdırmazlık tedbirleri hava sirkülasyonuna engel olur. Doğal havalandırma olmadığı için içerideki nem kaynaklarının (mutfak, banyo, çiçekler, insanlar vb.) ürettiği rutubet, içeride kalarak ve duvar köşeleri, camlar vb. bazı soğuk noktalara göre doyma noktasına ulaşacak ve nemlenme başlayacaktır. PVC takılmış bir ev kendi haline bırakılırsa doğal olarak nemlenecek ve yapı fiziği ve biyolojisi açısından olumsuz etkiler meydana getirecektir.

Yeni ev alınacaksa ısı tasarrufunu düşünerek duvarların ısı geçirgenlik katsayılarının düşük olması istenmelidir. Eğer mümkünse dış duvarların hepsinin arası yalıtım malzemeleri ile yalıtılmış, çift



tuğlalı duvar olmalıdır veya içeriden yeterli kalınlıkta yalıtım yapılmalıdır. Böylece iç cam sıcaklığı artacak dış cam sıcaklığı düşecektir. Evde oturulmaya başlandığı zaman havalandırmayı asla ihmal etmemek gerekir. Havalandırma hiçbir zaman büyük ısı kaybına sebep olmaz. Duvarlar ısısız ataletten dolayı soğumazlar. Pencere kapatıldığında çok kısa zamanda binanın içi eski sıcaklığına kavuşur. Böyle bir binanın rutubetlenmesi çok zordur.

Su geçirimsizlik sonucu taşlarda tuz kristalleşmesi görülür. Çözünebilen tuzlar, su ile gözeneklere taşınırlar. Tuzlar kristalleşince genişleşerek taşın içyapısına zarar verir, taşın yüzeyinde ise çiçeklenirler. Makro gözenekli bir taş kristalleşmeye mikro gözeneklilerden daha dirençlidir. Agregaların emdiği su miktarı, taşın kaynağına, bünye ve gözenek yapısına bağlıdır. Kumların su emmesi genel olarak %2'nin üzerine çıkmamaktadır. Kuru kuma su ilave edilince kapillerlik dolayısıyla başlangıçta hacmi artar, bir maksimumdan geçer ve kum tamamen doyunca yani suya gömülünce eski hacmine yaklaşır. İri agregalarda su emme miktarı, tanelerin daha büyük boyutta olması sebebi ile %10'u geçebilmektedir.

Binaların hastalanmaması için su ve neme karşı alınacak bazı pratik önlemlerden bazıları şöyle sıralanabilir;

- Bina üzerini su geçirmeyen, geniş saçaklı bir çatı ile kapatmak,
- Bina yüzeyini yerine ve yağmur etkisine göre, içerisine sıvı yalıtım gereçleri katılmış düz ve düşey bir sıvayla sıvamak veya çinko, bakır, suni ya da tabii taş plaklarla kaplamak,
- Bina yüzeylerinde suyu çabuk akıtan denizlik, damlalık vb. profiller oluşturmak,
- Bina çevresinde 0.70~100 m genişliğinde yaya kaldırımı yapmak,
- Drenaj yapmak [6].

## 6. ATMOSFERİK KİRLİTİCİLER (ATMOSPHERIC POLLUTIONS)

Hava kirliliğinin yapı malzemeleri üzerinde oluşturduğu hasarlar, yağış, sıcaklık, nemlilik, rüzgâr, güneş ışığı, bulutluluk, sis ve hava basıncı gibi atmosferik etkilerin bozucu etkilerinde saklı olup, genellikle çok fazla tanınmazlar. Özellikle, rüzgâr/yağmur, rüzgâr/kirlilik ve sıcaklık/yağmur gibi çevresel etkenler kombinasyonu ile oluşan kimyasal oluşumlar, malzemenin yüzeyinde veya içyapısında çok farklı şekilde hasar ve bozulmalara neden olurlar (Şekil 1). Ancak bu tür olaylar (hasar ve bozulmalar), uzun bir süreçte ortaya çıktığı için malzemede ani değişimlere yol açmazlar ve dolayısıyla, çok uzun bir dönem sonunda gözle görülebilir hale gelebilir.

Radyoaktivitenin zararı uzun süredir bilinmesine rağmen yapı sektöründe dikkate alınmamıştır. Kimyasal alçı, cüruf taşları, cüruf kumu, suni pona taşı, pona betonu, çimento gibi malzemeler radyasyon yayan bazı yapı malzemeleridir. Yapılar sadece yapı malzemelerinden çıkan radyasyonla bile tamamen radyoaktif etki gösterebilirler. Cüruf beton ile yapılan binalarda radyasyonun, diğerlerine göre 3 kat daha fazla olduğu ölçülmüştür. Buna benzer değerler kimyasal alçı plaklarda da ölçülmüştür. Ahşap evlerde ise bu oran %20 daha düşüktür. Birçok yapı malzemesinin temel kaynağı topraktır. Bu dikkate alındığı zaman asıl önemli olan doğadaki radyasyondur. Toprakta radyasyon; toprak altındaki madenlere, tuzlara kömür ve maden yataklarına, yeraltı sularına, çökmelere, boşluklara ve yarıklara, manyetik alanlara bağlı olarak değişim gösterir.

Kötü havalandırılan iç mekanlarda soluduğumuz havanın radyoaktivitesi, optimum difüzyonla iç mekanlara göre 10 katına kadar daha fazla olabilir. Yapılan bir araştırmada tamamen yalıtılmış kapı ve pencereleri olan beton yapılarda yaşayan insanların akciğer kanserine daha çok yakalandıkları gözlenmiştir. Topraktaki zararlı





radasyonlar insanın hassas olan sinir sistemine ve beynine stres şeklinde etki eder. Tek çözüm ise yapılardaki difüzyonu sağlamaktır.

Dış ortam sertleşmiş betonu fiziksel ve kimyasal yönden hasara uğratar. Fiziksel etkenler; donma-çözülme, ard arda oluşan ıslanma-kuruma, trafik araçları, kum fırtınaları, deniz, göl dalgalarının yaptığı aşınmalardır. Kimyasal etkenler arasında asitli, sülfatlı, klorlu suların ve atmosferin varlığı bulunur. Betonların kimyasal dayanıklılığını artırmak için beton geçirimsiz olmalıdır [16, 17 ve 18]. Atmosferik etkiler yağmurun, donma-çözülmenin, güneş ışığının ve atmosferik kirliliğin doğurduğu, betonun dışında bulunan ince koruyucu tabakayı yıpratın, bozulmasına sebep olan etkidir. Atmosferde bulunan ince tozlar beton yüzeyindeki gözeneklere girerek burada sıkışır. Yağın yağmurlar bunların bir kısmını yıkamasına rağmen bir miktar tortu bırakabilir. Bu partiküllerden bazıları organik menşeli olup yüzeyde alg veya liken oluşuma sebep olabilir, bu da beton yüzeyinde renk değişikliklerine yol açar. Atmosferdeki CO<sub>2</sub> ve SO<sub>3</sub> gibi gazlar yağmur suyu ile karışarak beton üzerinde karbonik (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) ve sülfürik (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) asit etkisinde bulunurlar. H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> serbest kireci Ca(OH)<sub>2</sub> haline getirerek suda erimesine, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ise bünyesinde CaSO<sub>4</sub> oluşturarak hacimce genleşmeye ve dağılmaya neden olur [19].

Yağmur, deniz suyu ve sülfatlı, sodyum sülfatlı, magnezyum sülfatlı zemin suları beton üzerinde etkilidir. Yağmur suyu, saf durumda bulunduğunda çözme ve hidroliz kabiliyeti fazladır. Deniz suyu betonun gözenekli bir hal almasına neden olur. Betona tüm asitli sular zararlıdır, alkali suların ise zararı yoktur. Atık sular betona kuvvetli sülfat etkisi yapar. Bu suların içindeki SO<sub>3</sub> miktarı %0.1'i aştığı zaman betonda şişme ve parçalanma meydana getirir [20].

Yağ, laktik asit ve inorganik asitler beton yüzeyinde lekelenmelere neden olabilir. Organik asitlerden molekül ağırlığı düşük olanlar betonu kemirir fakat hacmini değiştirmezler. İnorganik asitlerden H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl ve HNO<sub>3</sub> betonu tahrip ederek, mukavemeti azaltır. Nitratlardan NH<sub>4</sub> NO<sub>3</sub>, sülfatlardan (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> beton için zararlı etkiye sahiptir. Demir ve alüminyum da beton içinde veya yanında kullanılıncı lekeler oluşabilir.

Betonu hasara uğratan nedenlerden bazıları da biyolojik kökenlidir; betona zarar veren aerobik, anaerobik bakteriler, yosunlar da mevcuttur. Beton içindeki bileşenlerin karşılıklı etkileşimi sonucu oluşan zararlı etkiler de vardır. Bunlar, çimento içinde hacim sabitliğini bozan serbest kireç, manyezi (MgO) ve serbest (Ca(OH)<sub>2</sub>), betonun karma suyunun oluşturduğu etkiler, alkali-agrega reaktivitesidir.

Sıcaklığın +5°C'den itibaren yükselmesi harçların katılaşmasını hızlandırmakta, azalması ise geciktirmektedir. Güneş ve rüzgâr etkisi kısa zamanda harcın suyunu alarak hidrasyonun tamamlanmasını engellemektedir. Alüminli çimento ile yapılan harçlar hariç don etkisi diğer harç türlerine zararlı etki yapar [20].

Güneş ışınlarının malzeme üzerinde genleşme, renk kaybı, atomik yapıda bozulmalar gibi çeşitli zararlı etkileri vardır. Özellikle taze betonun güneş etkilerinden korunması gerekir; çünkü güneşin ısıtıcı etkisi beton bünyesindeki yoğuşma suyunu uzaklaştırıp, erken rötre çatlaklarına ve betonda mukavemet düşmesine neden olur.

Güneş UV ışınları, aşınma ve boya ile ahşap yaşlanır. Güneşin etkisi ile rengi solar, grileşir. Rüzgâr ile taşınan toz, toprak yüzeyini aşındırır ve aşırı olmadığı zaman hoş bir görüntü oluşur. Ancak bu eskime zamanla güneş ve yağmurun etkisi ile çatlaklara ve elyaf kaybına neden olabilir.

Yüzeyde küf oluşabilir, çatlaklarda toz ve kirlilik birikebilir, çatlakların büyümesi ile içeriye su bile girebilir. Ahşabı bu tür bozulmalardan korumanın yolu yüzeyi bir boya, vernik, cila gibi "yüzey



koruyucu" ile kaplamaktır. Uygun ahşabın seçilmesi, ahşabın çevre koşullarına göre korunması ve detaylandırılması hasar sorunlarını ortadan kaldırır.

Hava kirliliği taşlarda önemli bir bozulma nedenidir. Asit hava kirleticileri yüksek oranlarda bulunursa bozulmalar daha hızlı gerçekleşir. Asit yağmurlarından gelen çözücü tuzların etkisi taşın doğal yapısına bağlıdır. Asit etkisi, taşların yüzeyinde pürüzlenme ve kabarmalara, ek yerlerinde ayrılmalara ve detay kaybına yol açmaktadır. Hava kirliliğinin yoğun olduğu endüstriyel alanlarda sülfür bileşikleri yağmurda çözüldüğü zaman sülfürik asit oluşur. Bu sülfürik asit kireçtaşı, dolomit, kalkerli kumtaşları ve harçlardaki karbonatlarla reaksiyona girer ve yağmurla kolayca sökülmeyen sert, bazen de kabarcık şeklinde bir tabaka oluşturur. Sülfatlar buharlaşma sonucunda, kristaller halinde, taşın yüzeyinde birikir ve beyaz lekeler meydana getirirler. Hava kirliliğinden dolayı olan kalsiyum sülfat formülasyonu kireçtaşı yüzeylerinde çözücü bir etkiye sahiptir. Yağmur alan yatay yüzeylerde kalsiyum sülfat yüzeyde bir tabaka oluşturmaz, çünkü bu tabaka yağmurla atılır; fakat düşey alanlarda yoğun ve kararmış bir kalsiyum sülfat tabakası oluşur ve bu tabaka yağmurun emilmesini önler.

Güneş ışığı, özellikle Ultra Viole (UV) ışınları, plastiklerin kırılması, çatlaması, depolimerize olması ve renklerinin bozulmasında önemli bir faktördür. UV ışınları, plastiklerin oksidasyon ve bozulmasına yol açan kimyasal reaksiyonlar başlatır. Bu reaksiyonlar sıcaklık, oksijen ve nem varlığında hızlanan iyonlar zinciridir.

Plastiklerde var olan kovalent bağlar radyasyon etkisi ile koptuktan sonra tekrar oluşmadığından kalıcı tahribat meydana gelir. Radyasyon, organik cisimlerdeki hidrojen çekirdeğini ve elektronları kolaylıkla koparıp uzaklaştırır, geriye iyonize olmuş atomlarla serbest köklü moleküller kalır. Bunlar aralarında birleşebileceği gibi havadan oksijen de alabilirler. Genel olarak polietilen naylon, doğal kauçuk ve polistrende radyasyonla çapraz bağlar artar, sertlik ve mukavemet yükselirken süneklik azalır, akrilikler de, selülozlarda, polivinil klorür ve teflonda ise ayrışma olur, mukavemet azalır. Pişmiş toprak malzemeler kimyasal yönden kararlı ve dış etkilere karşı dayanıklıdırlar. Bütün pişmiş toprak tuğlalar değişik miktarlarda çözünen tuzlar içerirler. Bu tuzlar ya malzemenin kendi bünyesinden kaynaklanır ya da tuğlaların yanması sırasında kullanılan yakıttaki sülfür bileşikleriyle reaksiyonu sonucunda ortaya çıkar. Tuzlar lekelenmeye, çiçeklenmeye, tuğlanın bozulmasına, harçların genleşme ve parçalanmasına neden olabilir [20].

Çiçeklenme; boşluklu seramiklerde görülen kimyasal bir olaydır. Harçta ve pişmiş toprak malzemede bulunan suda eriyebilen nitelikteki tuzların malzemedeki kılcal boşluklardan hareket ederek yüzeye çıkmaları ve burada suyun buharlaşması sonucu birikmesi olayıdır. Çiçeklenmeye sebep olan suda eriyebilen nitelikteki tuzların başlıcaları; sülfatlar ve klorürlerdir. Pişmiş toprak malzemenin uygulanmasında kullanılan harçtaki bağlayıcı maddede bulunan serbest kireç, pişmiş toprak malzemede bulunan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ile birleşerek  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  meydana getirir ve bu da çiçeklenmeye sebep olur. Pişmiş toprak içinde (CaO) veya manyezi (MgO), su ya da nem ile karşılaştığı zaman hidroksit haline dönüşür ve hacim artması meydana getirerek, pişmiş toprak malzemeye zarar verir. Duvar ve döşeme kaplamalarında kullanılan pişmiş toprak malzemelerin asit ve alkalilere karşı dayanıklı olması gerekir.

Islanma veya su almama olayı tüm kompozitler için geçerli değildir. Ayrıca ıslanma ile bünyeye nem ve su alma/almama farklıdır. Kompozit malzemeler kendilerinden beklenen performansları yerine getirebilmek için ıslanmamalı ve nem almamalıdır. Aksi takdirde



gözenekleri su ile dolar ve fonksiyonunu yerine getiremez duruma gelebilirler. Bazı zamanlarda kompozit malzemeler bir buhar kesici ile beraber kullanılabilir. Kompozit malzemelerin su buharını bazı koşullarda hiç geçirmemesi istenir. Bu durum, mekânın özelliğine ve yapı elemanının konstrüksiyon tipine bağlıdır. Normal olarak, tüm yapı malzemelerinin binanın nefes alması için, su buharını biraz geçirmesi tercih edilmektedir. Fakat gereğinden fazla su buharı geçirmesi ise kullanıldığı eleman üzerinde yoğuşmaya neden olup çürümeye yol açmaktadır. O yüzden kompozit malzemelerin buhar difüzyon direnci kullanılacak mekân ve koşullara göre oluşmaktadır.

## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND SUGGESTIONS)

### Isısal genleşmeye karşı alınacak bazı önlemler:

- Genleşme katsayısı birbirinden farklı malzemeleri yan yana getirmemeli.
- Çatıyı birbirinden ayrı çalışan parçalar halinde yapmalı, ek yerlerinde önlem alarak, genleşen çatı yüzeyini azaltmak, ayrıca yansıtıcı ve yalıtıcı malzemeler kullanarak genleşme hareketini küçültmeli.
- Yığma binalarda kayıcı birleşmeler (hareketli mesnetler) yaparak çatı tespit noktalarını azaltmalı.
- Karkas binalarda strüktürü, ısısal hareketlerden doğacak gerilmeleri karşılayacak biçimde tasarlanmalıdır [5].

### Yapı fiziği açısından projelendirmede ve malzeme seçiminde ısı ile ilgili alınması gereken önlemler:

Düşük ısılarda alınacak olan planlama önlemlerini, masif kütlelere gitmek, soğuk yöne koridorları veya cephenin dar kısmını vermek şeklinde almak mümkündür. Yüksek ısılarda ise, parçalı ve avlulu kütlelere, genelde havalandırmayı sağlayacak, planlamada orta hollü (sofalı) ve çatılarda soğuk çatı sistemleri içinde, geniş saçaklı sistemlere gitmek gerekir. Ayrıca pencere yüzeylerini azaltmak ve tesisat çözümlerine özen göstermek gerekir. Hava içinde bulunan su buharına nem denir. Su buharının hacmi hiçbir zaman hava hacminin %4'ünü aşmaz.

Yapılarda iklimlendirme de en önemli faktör güneştir. Bu bakımdan güneşi ön planda tutan tasarım esaslarının ortaya konulması yapı fiziği açısından önemlidir. Tasarımlarda; planlama, görünüm, dayanıklılık, dış çevre ve fiziksel ortam koşulları göz önünde bulundurulmalı, bunlara gereken önem verilmelidir. Isısal konular göz önüne alınmadan yönlendirme, planlama, biçim, pencere tasarımı, yapı malzemelerinin seçimi gibi konularda tasarım kararları alınırsa tasarımın bütünüyle başarılı olması sağlanamaz.

Yapının ısı tasarım açısından başarısı; hacimlerde ısı konforunun sağlanması ve bu konfora etki eden ısıtma sistemlerini minimum ölçüde kullanmakla mümkündür. Konutlarda güneş dikkate alınarak fonksiyonlara göre;

- Yatak odaları sabah güneşi almalı,
- Tuvalet ve banyo güneşten uzak kalmalı,
- Yaşama hacimleri güney ve güneybatıya yönlendirilmeli,
- Cam yüzey boyutları daha büyük tutulmalı,
- Batı-kuzeybatı yönlerindeki mekânlarda (wc, banyo, erzak deposu, kiler vb.) cam yüzeyler güneşten korunmak için minimum boyutta tutulmalıdır [20].



**Yapının hastalanmasına neden olan malzemeden kaynaklanan hatalar için bazı önlemler:**

- İşin niteliğine uygun doğru malzeme seçilmeli.
- Malzeme Türk ve Avrupa standartlarına uygun olmalı.
- Yapı içinde kullanılan malzemeler birbirine uyumlu olarak kullanılmalı.
- Ülkemizin iklimine ve işçinin uygulama becerisine uymayan malzemeler seçilmemeli, kullanılmamalıdır [3 ve 20].

**Yapının hastalanmasına neden olan işçilikten kaynaklanan bazı hatalar:**

- Yapı elemanları detaylarının ya tam olarak yapılmaması ya da hiç yapılmaması,
- Nitelikli teknik donanımın, uygulayıcıların bulunmaması,
- Yapım işlemlerinin sağlıklı yapılmaması,
- İşçilikte yeterli özen gösterilmemesi,
- Rötire çatlaklarına karşı önlemlerin alınmaması,
- Uygulama ortamlarının uygun olmamasıdır [1 ve 3],
- Yapı elemanları birleşim noktalarına özen gösterilmemesi,
- Yapım sırasında uyulması gereken sürelerle (kalıp alma süresi vb.) uyulmamasıdır.

**KAYNAKLAR (REFERENCES)**

1. Ekinci, C.E., (2005). Bordo kitap: yapı ve tasarımcının inşaat el kitabı.(IV.Baskı). Elazığ: Üniversite Kitabevi.
2. Demirarslan, S., (2004). Renk ve dokunun algılamadaki rolü ve mimariye etkisi. Boya Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 15-17 Nisan 2004, İstanbul. ss:119.
3. Özyaral, O., (2003). Hasta yapı sendromu. III.Sterilizasyon ve Dezenfeksiyon Kongresi Bildiriler Kitabı. Samsun, ss: 60-78.
4. Alyavuz, F., (2004). Hasta yapı sendromu (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Elazığ: Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
5. Eriç, M., (2002). Yapı fiziği ve malzemesi. İstanbul: Literatür Yayıncılık.
6. Ekinci, C.E., (2003). Yalıtım teknikleri. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
7. Bischoff, E., (1987). Sources of pollution of indoor air by mite allergen containing house dust. In Proceedings of the 4th Int'l conf. On Indoor Air Quality and Climate, Vol:2, West Berlin.
8. Burke, A.K., (2003). Study of radon emanation from polymer-modified cementitious materials. Brazil.
9. Erikson, N. ve Hoog, J., (1993). The office illness project in northern sweden. The significance of psychosocial factors for the prevalence of the "sick building syndrome". A case study. In Proceeding of the 6th International on Indoor Air Quality on Climate, Vol:1, Health Effects. Helsinki.
10. Shoemaker, R.C., (2002). A primer in sick building sendrome. Courtesy of Filtration News. 42400 Grand River.
11. Su, B.A., (2001), Ergonomi. Ankara: Atılım Üniversitesi Yayınları.
12. Süss M.J., (1994), Indoor air problems and quality. In Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Conference. Healthy Buildings'94, Vol:2. Budapest. Hungary.
13. Mant, D. and Muir Gray, J., (1986). Building regulation and health. In Proceedings of a Conference at Building Research Establishment, Garston, Watford.



14. Akman, A., (1990). Yapı biyolojisi kavramı ve temel ilkeleri. Yapı Dergisi, Sayı:108, ss:18-41.
15. Şenkal, F., (2001). Yapıda oluşan nem ve küfün insan sağlığına etkileri. Yapı Dergisi, Sayı:233, ss:89-91.
16. Akman, A., (x). Yapı biyolojisi-yapı ekolojisi. İstanbul: YEM Dağıtım.
17. Tekin, N., (2003). Malzeme özelliklerinin yapı hasarlarındaki rolü ve dış duvarlarda ısı-su etkisinde davranışı. İstanbul: İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
18. Gündüz, T., (1994). Çevre sorunları. Ankara.
19. Aksoy, N. ve Cilasun, N., (2000). Beton yapı hasarları onarım ve korunması ve sıcak iklimlerde beton. İstanbul: Lebib Yalkın Yayınları.
20. Oymael, S., (1997). Yapı fiziği ders notları. ODE Mühendislik. İstanbul.