

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ . FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YAPI DA DURABİLİTE VE HASAR ANALİZİ,
ALÇILI KERPIÇ YAPI ÖRNEĞİ ÜZERİNDE İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mimar Deniz KUŞASLAN**

Anabilim Dalı: MİMARLIK

Program: YAPI BİLGİSİ

KASIM2002

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ . FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YAPI DA DURABİLİTE VE HASAR ANALİZİ,
ALÇI LI KERPI Ç YAPI ÖRNEĞİ ÜZERİ NDE İ NCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
M mar Deniz KUŞASLAN
(Enstit ü No: 502991052)

Tezi n Enstit üye Veril di ğ i Tari h : 15 Kası m2002

Tezi n Savunul du ğ u Tari h : 19 Kası m2002

Tez Danış manı : Doç. Dr. Blge Iř I K (İ. T Ü)
Di ğ er Jüri Üyel eri Doç. Dr. N hal ARI OĞLU (İ. T Ü)
Doç. Dr. Aş e BALANLI (Y. T Ü)

KASIM2002

ÖNS ÖZ

Yapılar için projelendirmenin özgün, uygulanmanın doğru yapılması ne kadar önemli ise yapının varlığını sürdürüp gelecek nesillere kalabilmesi de bir o kadar önemlidir. Yapıların zamanla ve maruz kaldıkları tüketkilere karşı olan dayanımı, kullanılan malzemelerin niteliğiyle ilişkilidir. Günümüzde yapı malzemelerinde olan çeşitlilik, teknolojinin gelişmesine paralel olarak hızla artmaktadır. Malzemelerin durabilitelerinin bilinmesi, malzeme seçiminde ve uygulamasında mimarlar için önemli bir etken olacaktır. Bu çalışmanın, yapı malzemeleri için önemli büyük olan durabilite kavramının anlaşılmasında ve yapılarda oluşan hasarların gerçektet esadüf olmayıp malzemelerin zayıf yönlerinin göz ardı edilmesinden kaynaklandığının anlaşılmasında, yardımcı olacağını umuyorum

Gerek lisans, gerekse yüksek lisans eğitimi boyunca, çalışmalarına yön veren, anlayışını ve emeğini benden esirgemeyen sayın hocam Doç. Dr. Bilge IŞIK'a ve eğitiminin her aşamasında beni destekleyen aileme ve tüm arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim

Kasım 2002

Deniz Kuşaslan

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

TABLO LİSTESİ	iv
ŞEKİL LİSTESİ	v
ÖZET	vi
SUMMARY	viii
1. GİRİŞ	
1.1 Problemin Belirlenmesi	01
1.2 Amaç	03
1.3 Önem	03
1.4 Varsayımlar	03
1.5 Sınırlılıklar	03
1.6 Tanımlar	04
1.7 Yöntem	04
2. YAPI MALZEMELERİNDE DURABİLİTE KAVRAMI	06
3. Malzeme İç Yapısı	06
4. Malzeme Özellikleri	10
5. Fiziksel Özellikler	11
6. Mekanik Özellikler	12
7. Kimyasal Özellikler	13
8. Teknolojik Özellikler	15
9. Bölüm Sonuçları	17
3. YAPI MALZEMELERİNDE HASAR OLUŞUMU	20
3.1 Yapı Malzemelerinde Hasar Oluşturan Etkenler	20
3.1.1 Mekanik Etkenler ve Hasar	21
3.1.2 Fiziksel Etkenler ve Hasar	28
3.1.3 Kimyasal Etkenler ve Hasar	35
3.2 Yapı Malzemelerinde Oluşan Hasarlar	40
3.2.1 Ahşapta Oluşan Hasarlar	40

3.2.2	Kagir Mlzemelerde Oúan Hasarlar	47
3.2.2.1	Doğal Taşt a Oúan Hasarlar	47
3.2.2.2	Bet onda Oúan Hasarlar	49
3.2.2.3	Pişmiş Toprak Mlzemede Oúan Hasarlar	51
3.2.2.4	Kerpiçte Oúan Hasarlar	55
3.2.3	Metallerde Oúan Hasarlar	56
3.2.4	Plastiklerde Oúan Hasarlar	59
3.2.5	Kompozit Mlzemelerde Oúan Hasarlar	61
3.3	Yapı Elemanlarında Oúan Hasarlar	65
3.3.1	Duvarlarda Oúan Hasarlar	65
3.3.2	Taşıyıcı Sistemlerde Oúan Hasarlar	68
3.3.3	Çatılarda Oúan Hasarlar	73
3.3.4	Döşemelerde Oúan Hasarlar	75
3.3.5	Yapı Zemininde Oúan Hasarlar	76
3.3.6	Pencere- Duvar, Kapı- Duvar Birleşimlerinde Oúan Hasarlar	78
3.4	Bölüm Sonuçları	80
4.	ALÇILI KERPIÇ YAPIDA DURABİLİRLİKTE VE HASAR ANALİZİ	83
4.1	Kerpiç Yapı Kavramı	83
4.1.1	Kerpiç Mlzeme	83
4.1.2	Kerpiç Mlzemeyi İyileştirme Nedenleri	85
4.1.3	Kerpiçte Oúan Hasarlar	86
4.1.4	Kerpiç Mlzemeyi İyileştirme Yolları	90
4.1.5	Alçılı Kerpiç Mlzemenin Özellikleri	95
4.2	TÜBİTAK 622 No'lu Alçık (Alçık Katlı Kerpiç) Deneme Yapısı	97
4.3	TÜBİTAK 622 No'lu Alçık Deneme Yapısında Gözlenen Hasarlar	101
4.3.1	Alçılı Kerpiç Yapıda Oúan Rötme Hasarları	101
4.3.2	Alçılı Kerpiç Yapıda Atmosferik Etkililerle Oúan Hasarlar	104
4.3.3	Alçılı Kerpiç Yapıda Çatının Mekanik Etkisi Sonucu Oúan Hasarlar	105
4.3.4	Alçılı Kerpiç Yapıda Btki Etkisiyle Oúan Hasarlar	107
4.3.5	Alçılı Kerpiç Yapıda İşçilik Hatlarından Kaynaklanan Hasarlar	108
4.4	Bölüm Sonuçları	109
5.	SONUÇ	111
6.	KAYNAKLAR	113

TABLO LİSTESİ

Sayfa No:

Tablo 3.1 : Elektrokimyasal potansiyel sıralaması (Hidrojene göre)	37
Tablo 4.1 : Açık katkılı kerpiğin fiziksel ve mekanik özellikleri	95
Tablo 4.2 : Açık kerpiğin ısı iletimi	96
Tablo 4.3 : Açık kerpiğin fiziksel özellikleri	96

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No:

Şekil 2.1	: Atom yapısı	7
Şekil 2.2	: Metallerin kristalli iç yapıları	8
Şekil 2.3	: Molekül yapıları	9
Şekil 2.4	: Çekme etkisinde eksenel ve yanal şekil değiştirme	13
Şekil 2.5	: Metallerde sertlik ölçme teknikleri	16
Şekil 3.1	: Elastik ve plastik davranış	22
Şekil 3.2	: Basınç gerilmesi altında cismin yanal şekil değişimi	24
Şekil 3.3	: Burkulma halleri	26
Şekil 3.4	: Yapıda elemanlarındaki ısı defor masyon oluşumu	29
Şekil 3.5	: Genleşme nedeniyle çatlak oluşumu	31
Şekil 3.6	: Atmosferdeki su etkileri	32
Şekil 3.7	: Yapılarda kılcal su emme	33
Şekil 3.8	: Betonarme yapıda korozyon etkisi	36
Şekil 3.9	: Ahşapta kuruma sonucu oluşan çarpıl mal ar	41
Şekil 3.10	: Ahşapın anatomik yapısı	42
Şekil 3.11	: Duvar kaplamalarında çatlak oluşumu	67
Şekil 3.12	: İskelet ve yağma sistemlerde köşelerin rijitliği	71
Şekil 4.1	: Aker malzemenin alçı ve kireç katkılara bağlı olarak li ri mağr ılığ ının değ iş i m i	93
Şekil 4.2	: Aker malzemenin alçı katk ı oran ına bağı lı olarak bası nç dayanı m ının değ iş i m i	94
Şekil 4.3	: II. Aker (Açı katk ılı kerpiç) dene me yapısı	97
Şekil 4.4	: II. Aker (Açı katk ılı kerpiç) dene me yapısı planı	98
Şekil 4.5	: II. Aker (Açı katk ılı kerpiç) dene me yapısı batı görünüş ü	99
Şekil 4.6	: II. Aker (Açı katk ılı kerpiç) dene me yapısı kesiti	99
Şekil 4.7	: Aker duvarlara yatay yüklere karşı hasır yerleştirilmesi	100
Şekil 4.8	: Aker duvarda ayrı dökül en bloklar arasında iş derzi oluşumu	102
Şekil 4.9	: İş derzini onarılması	102
Şekil 4.10	: İş derzini basamaklı hale getirilmesi	103
Şekil 4.11	: İli t kavamdaki karış ım ın oluşt urduğı röt re çatlağı	103
Şekil 4.12	: Açı lı kerpiç yapı da sıçrayan saçak suyunun aş ınd ır ma etkisi	104
Şekil 4.13	: Açı lı kerpiç yapı duvar ında aş ınma	105
Şekil 4.14	: Açı lı kerpiç yapı da kap ı kenarlarında aş ınma	105
Şekil 4.15	: Duvar-çatı birleş im detayı	106
Şekil 4.16	: Duvar-çatı birleş iminde hasar oluşumu	106
Şekil 4.17	: Duvar-çatı birleş iminde gör ülen hasar	107
Şekil 4.18	: Aker yapıda bitkilerden kaynaklanan hasarlar	107
Şekil 4.19	: Bitki kökleri nin duvar d ı plerinde oluşt urduğı oyul mal ar	108
Şekil 4.20	: Pencere kenarlarında gör ülen hasarlar	108
Şekil 4.21	: Duvarlarda köşelerin yeterli sı kış tır ıl ma mas ı ndan kaynaklanan hasarlar	109

YAPI DA DURABİLİTE VE HASAR ANALİZİ, ALÇI LI KERPI Ç YAPI ÖRNEĞİ ÜZERİ NDE İNCELENMESİ

ÖZET

Yapı malzeme leri için **durabilite**, malzemenin özelliklerini zamana ve tüm etkenlere karşı koruyabilirlik ve sürdürülebilirlik derecesi dir.

Yapı malzeme leri nde çeşitlilik her geçen gün art makt a, sayı ca ol an bu artış birtakım sorunları da beraberinde getir mektedir. Malzeme leri n güç lü yönleri ol duğu gi bi zayıf yönleri de bul un maktadır. Tasarım malzeme kararı veya montaj aşamasında hata yapılması durumunda çeşitli hasarlar meydana gelebil mektedir. Malzemenin performansını istenen süreç boyunca sağlayabil mesi, uygun seçi m ve uygun şartlar altında kullanıl ması yla mümkündür. Ol uşabilecek hasarlar yapılarda çeşitli tamirleri gerektirebilir. Bunlar, ekonomik ve zaman kayıplarına neden ol duğu gi bi insanlar üzerinde olumsuz etkiler de yaratabilir.

Malzeme kullanı mında en doğru kararların verilebil mesi için malzeme özellikleri ve performansına etki eden faktörler bilinmelidir. Bu nedenle durabilite ve hasar kavramları birlikte incelenmelidir.

Bu tez çalışması kapsamında, yapı malzeme leri için durabilite ve hasar kavramları araştırılmış, elde edilen bilgiler kullanılarak alçı katkılı kerpiç bir binada hasar analizi yapılmıştır.

Çalışma dört ana bölümden meydana gelmiştir. Giriş bölümünde, durabilite kavramının yapı malzemeleri için ne ifade ettiğ i ve günümüzde kazanmış ol duğu önemi anlatılmak istenmiştir.

Tezin ikinci bölümünde, yapı için durabilite kavramı ele alınmış, yapı malzeme leri nin durabilite leri ni belirleyen fiziksel, kimyasal, biyolojik ve teknolojik özellikleri araştırılmıştır.

Tezin üçüncü bölümünde, hasar kavramı incelenmiş, yapı malzeme leri nde hasar oluşturan etkenler araştırılmıştır. Bu bölümde ayrıca malzeme leri n yapı elemanları içinde, kullanılış şekillerine göre oluşan hasar türleri de incelenmiştir. Hasar

oluşumlarına örnekler verilerek doğru malzeme ve doğru detaylandırma ile hasar oluşumunun yavaşlatılabileceği anlatılmak istenmiştir.

Tezin dördüncü bölümünde, alçı katkılı kerpiç (Aker) malzemenin özellikleri anlatılmış, geleneksel yapı malzemesi olan kerpiç ile alçı katkılı kerpici n durabiliteleri arasındaki değişim gösterilmiştir. Önceki bölümlerden elde edilen bilgiler ışığında, alçı katkılı kerpiç bir binada hasar analizi yapılmıştır.

DURABILITY AND FAILURE ANALYSIS FOR BUILDING EXAMINATION ON GYPSUM STABILIZED ADOBE BUILDING SUMMARY

For the building materials, **durability** defines resisting and sustaining properties of building materials against to the time and to all factors.

Variety of building materials is increasing continuously. Although new materials getting strong possibilities, they have poor sides too. If a mistake is done while design or construction time of building, several building defects and failures problems can be realized. Material can maintain its own properties, if it is used only in suitable conditions. Because of failure problems, sometimes builds need a big care and restoration which causes to a lot of money, losing time and negative effects on people.

In order to obtain best of materials available, it is important to understand either properties of materials or factors which influence their performance and durability. Therefore durability and failure concepts should be examined together.

In this study, durability and failure concepts are described for the building materials. Afterwards a building formed with gypsum stabilized adobe is examined as a sample and failure analysis was made on the example building.

The study consists of four main sections. In the introductory section, importance of durability for building materials is described.

In the second section, atomic structures of materials is examined. For understanding durability, properties of materials (Physical, Chemical, Biological and Technological) are described.

In the third section reasons, which causes failure on building materials is examined. Behaviours of materials in building components and failures are described. It is aimed to explain, using of proper materials and proper details can reduce failure effects on building materials.

In the fourth section, properties of gypsum stabilized adobe is examined. It is aimed to show difference of durability properties between traditional adobe and gypsum

stabilized adobe. A building formed with gypsum stabilized adobe is examined as a sample and failure analysis was made on the example building. For this examination, old knowledge, learned at the previous sections were used.

1. GİRİŞ

1.1 Problem in Belirlenmesi:

Yapıda malzeme, projeyi şekillendirerek onun gelecek çağlara kendi özellikleri oranında iletilmesini sağlar. Bir yapının mimari değerini sürdürebilmesi ancak gelecek kuşaklara iletilmesini sağlamakla mümkündür. Yapı malzemesi seçimi ise yapı fiziği, üretim teknolojisi, yapı ekonomisi ve insan konforu ile yakından ilişkilidir. Tasarımın zamana bağlı dayanımı proje aşamasında düşünülmelidir. Yapılarda en doğru kararların verilebilmesi için, henüz proje aşamasında iken malzemelerin durabilitesi hakkında yeterli bilgiye sahip olmak gereklidir.

Teknolojinin özellikle Sanayi Devriyle başlayan ve günümüzde de devam eden hızlı gelişimi, her konuda olduğu gibi yapı malzemeleri alanında da büyük yenilikleri beraberinde getirmiştir. Ondokuzuncu yüzyıl sonlarına kadar geçerli olan taşıyıcı sistem ve yapı teknolojileri ahşap, kerpiç ve taş gibi sayılı birkaç malzemeye dayanmaktaydı. Bu nedenle geleneksel malzemelerin kullanımları geçen yüzyıllar içinde sürekli gelişim göstermiş, zayıf yönleri, bozulma şekilleri ve ömürleri hakkında detaylı bilgilere sahip olunmuştur. Bu birikimler kullanılarak da malzemelerin niteliklerine uygun detaylar üretilmiştir.

Günümüzde ise her geçen gün yapı malzemeleri çeşitleri artış göstermekte, bu şekilde mimarlara yepyeni olanaklar sunulmaktadır. Ancak, malzeme çeşitliliğinde meydana gelen bu gelişmeler nitelik sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Malzemeler konusunda sayıca artış sağlamakla birlikte, malzeme ve uygulanmasına ilişkin yeterli düzeyde niteliksel gelişme sağlanamamıştır. Bu nedenle bir taraftan daha nitelikli malzemelerin bulunması için çalışmalar yapılırken, bir taraftan da mevcut malzemelerin zayıf niteliklerini iyileştirilmesi için çalışmalar devam etmektedir.

Ekonomi çağımızda önemli bir etken haline almıştır. Malzeme kullanımı ve seçimiindeki kararların yapıların ekonomikliği üzerinde etkisi büyüktür. Ayrıca yapının servis ömrü içindeki onarım giderleri de bu konu ile birlikte düşünülmeli gereken önemli bir ekonomik etkidir. Ekonomik avantajlı gözükken malzemeler, beklenen performans ve yapının kullanım maliyetleri göz önüne alındığında, dezavantajlı duruma geçebilmektedir.

Günümüzde nüfus artışı ile paralel olarak insan ihtiyaçları da artmaktadır. Bu ihtiyaçları karşılamak adına endüstrileşme ve teknolojik gelişim çerisindeki Dünyada bazı değerlerin kaybedilmeye başlandığı görülmektedir.

İnsanlar, günümüzde olan her türlü kaynağı tüketme yolundadır. Fosil yakıtların kullanımının artması nedeniyle yenilenebilir nitelikteki kaynakların gelecekte tamen bitmesi söz konusudur. Çevreye ve insan sağlığına telafi edilemez zararlar gelmektedir. Özellikle açığa çıkan zararlı emisyonlar, asit yağmurlarına ve sera etkisi nedeniyle iklim değişikliklerine sebep olmaktadır. Ekolojik denge gün geçtikçe zarar görmektedir. Ekosistemde yapılan değişiklikler sonucu meydana gelen iklim değişiklikleri ve asit yağmurları gibi sorunlar geri dönüşü olmayan zararlar vermektedir. Bu zararların küçük bir kısmı günümüzde görülmekte, ancak büyük bir kısmı ise geleceğe çıkış gibi büyüyerek taşınmaktadır. Bu amaçla yapılan çalışmalar sonucu, çözümlaşmanın yolunun sürdürülebilir yapılardan geçtiği anlaşılmaya başlanmıştır. (Bu konuda kapsamlı bir araştırma tezi Haziran-2002 de İ. T. Ü. Mimarlık fakültesinde Emre Ayaz tarafından yapılmıştır).

Sürdürülebilirliğin diğer bir yönü, insan sağlığına zarar vermeyen konforlu ortamlar yaratmaktır. Bir yapının inşaatı, kullanımı ve ömrünün tükenmesine kadar geçen her aşamasında insan ve bütün canlıların yaşadığı ekosistemi doğrudan etkilediği bir gerçektir. Nüfus artışıyla birlikte oluşan konut açığı ise her geçen gün büyümektedir. Gelecek nesillere yaşanabilir, sağlıklı bir dünya bırakmanın yolunun ekolojiye önem vermektен geçtiği anlaşılmıştır. Bu nedenle ekolojik konut kavramı ön plana çıkmıştır. Enerji gereksinimi az olan, sağlıklı, doğal ve geri dönüşümlü malzemeler kullanılarak ekolojik konut üretiminin önemi anlaşılmıştır.

Kerpiç, sahip olduğu özellikler bakımından ekolojik konut üretimine son derece uygun, kolay elde edilebilir, ekonomik bir malzemedir. Bu nedenle kerpiç Dünya’da bulunan mevcut malzeme stokuyla, çevreci, doğal ve sağlıklı bir malzeme oluşu, kolay temini ve rahat uygulama olanakları nedeniyle zayıf yönleri geliştirilerek kullanım sahasının artırılması gereken, doğal yapı malzemelerinden biridir. Geleneksel kerpiğin zayıf nitelikleri geliştirilerek, çağdaş bir yapı malzemesi olan alçı katkılı kerpiç ‘‘Aker’’ elde edilmiştir.

Alkerinin üstün bir takım özellikleri olduğu gibi zayıf özellikleri de bulunmaktadır. Bu nedenle yapısına uygun bir şekilde kullanılmalıdır. Doğru ve verimli kullanılması durumunda mevcut konut açığının kapanmasında önemli roller üstlenebilecek bir potansiyele sahiptir. Bu bağlamda 1978’den bu yana İ. T. Ü. Mimarlık Fakültesinde kerpiç araştırmaları sürdürülmektedir.

Yapılan araştırmalar kapsamında 1995 yılında İ.T.Ü. Mısırlık kampüsünde II. Alker dene ne yapısı yapılmıştır. Ancak, yapıda zamanla çeşitli hasarların oluştuğu gözlemlenmiştir. Hasarlar alker malzemesinin zayıf yönlerinin sonucu olduğundan, alker malzemesinin durabilitesinin anlaşılması ve ne tür hasarlar oluşturduğunun görülmesi için bu konuda geniş kapsamlı bir tez araştırması yapılması düşünülmüştür.

Malzemelerde hasar oluşumunun nedenlerinin incelenmesi, malzemelerin dış etkenlere karşı dayanımları konusunda problemin çözümüne ışık tutacaktır. Malzemelerin durabilitesinin doğru analiz edilmesi ve bunların yerinde kullanılmasıyla büyük avantajlar elde edilecektir. Böylece oluşabilecek hasarlara karşın yerinde malzeme seçimi ve doğru detaylandırma ile önlemler alınabilecektir. Unutulmamalıdır ki yapı kendini ne kadar iyi koruyabilirse, dış etkilere o kadar az etkilenecektir.

1.2 Amaç:

Bu tez kapsamında yapı malzemelerinin durabilitesini oluşturan özelliklerinin belirlenmesine çalışılmıştır. Bu şekilde, malzemelerde hasarların oluşum nedenleri ve oluşum şekillerinin incelenmesi hedeflenmiştir.

Elde edilen veriler ışığında, alçı katkılı kerpiç (Alker) malzemesinin durabilitesinde olan değişim ve alker bir binada hasar oluşumunun incelenmesi amaçlanmıştır.

1.3 Önem

Mevcut malzemelerin niteliklerinin iyileştirilmesi sürecinde, malzemelerde hasar oluşumunun nedenlerinin bilinmesi gerekmektedir. Geleneksel kerpiğin zayıf nitelikleri geliştirilerek çağdaş bir yapı malzemesi haline almış şekli olan alçı katkılı kerpiç (Alker) malzemesinde hasar oluşumlarının incelenmesi, durabilitesinin anlaşılması açısından önemlidir.

1.4 Varsayımlar:

Alker (alçı katkılı kerpiç) için durabilite ve hasar analizi yapılmasıyla, alker yapı malzemesinin üstün ve zayıf özelliklerinin bilinçli kullanılabileceği, bu şekilde proje ve uygulama aşamalarında ileride oluşabilecek sorunlara optimum çözümler bulunarak, önlemler alınabileceği varsayılmaktadır.

1.5 Sınırlılıklar:

Tez kapsamında, yapı malzemeleri için çok geniş bir konu olan durabilite ve hasar kavramları incelenmiştir. Yapı malzemelerinde hasar oluşumu araştırılmış, hasar

oluşturan etkenler ve malzeme davranışları anlatılmıştır. Elde edilen veriler kullanılarak alçı katkılı kerpiç bir binada hasar analizi yapılmıştır.

Tez kapsamında yapı malzemelerinde hasara neden olan etkenler ve hasar oluşumu araştırılmış olup, hasardan sonra yapılabilecekler değerlendirilmiştir.

1.6 Tanımlar:

Bu tez kapsamında bir çok terim yeri geldiğinde konu başlıkları altında tanımlanmıştır. Ancak tezi oluşturan anahtar terimler tezin akışı sırasında akılda kalması ve tez konusu hakkında ön fikir vermesi için burada tanımlanmıştır.

Yapı Malzemesi / Yapı Gerci: ‘‘Yapı malzemesi (yapı gerci), doğal veya yapay süreçler sonunda oluşan, tanımlanabilecek geometrik bir biçimi oluşturan kütsel temel ürünler (taş, ahşap vb.) ile bunların karışımı (beton, harç vb / , alaşımlar / bronz, piriç vb.) ve bileşimlidir (plastik, boya vb.).’’ [1]

Durabilite: ‘‘Durabilite, yapının özelliklerini zamana ve tüm etkenlere karşı koruyabilirlik ve sürdürülebilirlik derecesidir.’’ [2]

Hasar: ‘‘Yapı hasarı, yapının tümünün ya da bir parçasının öngörülen işlevini karşılayamayacak duruma gelmesidir’’ [3]

Kerpiç: ‘‘Zerreleri birbirine bağlanacak derecede kil içeren, kumlu toprakların katkı maddeleriyle karıştırılıp su ile hamur haline getirilmesiyle elde edilen yapı malzemesidir.’’ [4]

Alçı: ‘‘Uygun kerpiç toprağına %10-20 arası nda alçı katılmış bir kerpiç türüdür.’’ [5]

1.7 Yöntem

Bu tez 1978 yılından bu yana İ. T. Ü. Mimarlık fakültesinde yapılmakta olan kerpiç araştırmalarının bir devamı olması amacıyla hazırlanmıştır.

Günümüzde ekolojik konut ihtiyacının hızla arttığı göz önüne alındığında, kerpiçin hem ekolojik bir malzeme, hem de maliyeti ucuz, sağlıklı konutlar elde edilebilen en önemli malzeme türlerinden biri olduğu anlaşılmıştır. Kerpiçin zayıf özelliklerinin iyileştirmiş sonuçlarından biri de alçı katkılı kerpiç (Alçı) malzemesidir.

Bu tezin hazırlanması aşamasında konu ile ilgili yapılmış araştırmalar incelenmiş, konu ile ilgili bildiriler, kitaplar, dergiler vb. literatür araştırmaları yapılmıştır. İnternet üzerinden Dünyada bu konuyla ilgili gelişmeler izlenmiştir.

Tez kapsamında elde edilen veriler kullanılarak 1995 yılında İ.TÜ Mıslak kampüsünde yapılmış olan II. Akar deneme yapısında meydana gelen hasar oluşumları incelenerek, hasar analizi yapılmıştır.

Çalışma dört ana bölümden meydana gelmiştir. Giriş bölümünde, problem tanımlanmaya çalışılmış, problemin çözümü için çalışmada izlenecek yöntem belirlenmiştir.

Tezin ikinci bölümünde, yapı için durabilite kavramı ele alınmış, yapı malzemelerinin durabilitelerini belirleyen fiziksel, kimyasal, biyolojik ve teknolojik özellikleri araştırılmıştır.

Tezin üçüncü bölümünde, hasar kavramı incelenmiş, yapı malzemelerinde hasar oluşturan etkenler araştırılmıştır. Bu bölümde ayrıca malzemelerin yapı elemanları içinde, kullanış şekillerine göre oluşan hasar türleri de incelenmiştir. Hasar oluşumlarına örnekler verilerek doğru malzeme ve doğru detaylandırma ile hasar oluşumunun yavaşlatılabileceği anlatılmak istenmiştir.

Tezin dördüncü bölümünde, alçı katkılı kerpiç (Akar) malzemesinin özellikleri anlatılmış, geleneksel yapı malzemesi olan kerpiç ile alçı katkılı kerpiğin durabiliteleri arasındaki değişim gösterilmiştir. Önceki bölümlerden elde edilen bilgiler ışığında, alçı katkılı kerpiç bir binada hasar analizi yapılmıştır.

2. YAPI MALZEMELERİNDE DURABİLİTE KAVRAMI

Durabilite, yapının özelliklerini zamana ve tüm etkenlere karşı koruyabilirlik ve sürdürülebilirlik derecesidir.[2]

İnsanlar, yaşamları boyunca devamlı olarak bazı gereksinimlere ihtiyaç duyarlar, bu ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için uğraşırlar ve daha rahat bir şekilde yaşamlarını için gerekli olan optimal şartları sağlamaya çalışırlar. En büyük gereksinim ise barınma ve güvenlidir. Bunları ise yapılar sayesinde karşılarlar.

Bir yapı, amacına göre, içinde yaşayanların her türlü ihtiyaçlarına cevap verebilir nitelikte olmalıdır. Bunu sağlamak tasarının başlıca görevidir. Fonksiyonları ve konforu sağlanamayan bir yapı bitmiş olsa bile zamanla bu ihtiyacı belli edecek ve birtakım değişikliklere yol açacaktır. Bu hususta en önemli faktör malzemelerin bilinçli bir şekilde kullanılmasıdır. Malzemelerin fiziksel, mekanik, kimyasal, ve çeşitli olaylar karşısında göstereceği davranışlar sonucu, üretiminde yapılan bir hata veya kötü bir uygulama sonucu çeşitli bozulmalar meydana gelebilmektedir. Bazı hallerde henüz yapı tamamlanmadan belirlenen bu hatalar çok kere de yapı bittikten ve aradan belli bir süre geçtikten sonra ortaya çıkar. Bu hatalar onarım veya yenisinden yapılmı gibi ekonomik kayıplara neden olabildiği gibi, taşıyıcı malzemede olması durumunda can kayıplarına da neden olabilmektedirler.

Bütün bu sorunların çözümüne malzeme iç yapısının çeşitli etkiler karşısında göstereceği davranışların incelenmesi ile yaklaşılmalıdır. Bu nedenle öncelikle malzeme iç yapısı bilinmeli ve buradan hareketle malzeme seçiminde sağlıklı kararlar verilmelidir.

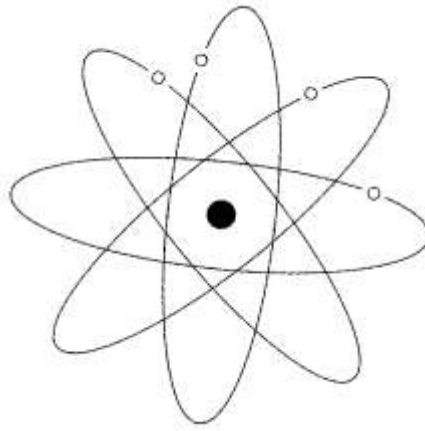
2.1 Malzeme İç Yapısı:

Malzeme iç yapısı incelenirken, malzemenin atom molekül yapısını ve bunların malzemeye kazandırdığı fiziksel, mekanik, kimyasal ve teknolojik özellikleri incelemek gerekmektedir.

Atom ve Molekül Yapısı:

Maddenin en küçük parçaları olan atomlar, proton ve nötronlardan yapılmış bir çekirdek ile çekirdeğin etrafında hızla dönen elektronlardan meydana gelmiştir. (Şekil-2.1) Madde özelliklerini etkileyen, kendi elektron sayısı, konum ve

hareketleridir. Elektron hareketleri bir enerji değişimi şeklinde ifade edilen ‘‘Kuantum Mekaniği’’ ismi altında belirlenmiş kurallara göre olur. Elektronların sahip olduğu enerji seviyeleri, bir takım dalga denklemlerinin çözümünde kullanılan, o maddenin kuantum numaralarına göre hesaplanmaktadır. Atom çekirdeğindeki protonlar pozitif, elektronlar negatif yüklere sahiptir ve her elementin elektron sayısı o elementin atom numarasını belirler. Elektronların döndüğü yörüngelerde sırasıyla 2, 8, 18, 32 elektron bulunur. Bu maksimum kapasiteler dışında bir yörüngede 8 elektron bulunması halinde o element kararlı bir durumdur. Bir atomun dış yörüngesindeki elektronları 8’e tamlaması veya eksilmesi mümkündür. Eksilttiği zaman yükü (+), artırdığı zaman yükü (-) iyon haline dönüşür. [6].



Şekil 2.1 Atom Yapısı [7]

Cisimlerin en küçük yapı birimi olan atomları, atomlar arası bağ kuvvetleri birarada tutarlar. Bu bağ kuvvetleri cismin mukavemeti ni esasını oluşturur, elektriksel ve ısı özelliklerini belirler.[7]. Atomları bir arada tutan çekim kuvvetleri atomun kendi elektriksel yapısı sonucu ortaya çıkan bir takım bağlar nedeniyledir. Bu bağlar içinde en önemlisi (+) ve (-) yüklü iyonları birbirine çeken iyon bağıdır.

Atomlar denge konumunda sıcaklığa bağlı olarak sürekli titreşirler. Ancak, mutlak sıfır derecesi olan -273°C de tamamen hareketsizdirler (Kelvin Teorisi). Malzemenin birim ağırlığı, ergime ve kaynama sıcaklığı, mekanik mukavemeti, elektrik ve ısı iletkenliği gibi özellikleri atom yapısı ve atom bağları ile yakından ilişkilidir. Ayrıca sıcaklık yükselmesi atom bağlarının uzamasına, düşmesi ise atom bağlarının kısalmasına neden olur. Bu da ileride ısısal deformasyon olayında malzemenin kırılma şekline etki eden bir faktör olarak ortaya çıkar. Atomlar birleşerek kristal ve molekülleri meydana getirirler.

Maddesi meydana getiren atom ve moleküller, sıcaklığa bağlı olarak gaz, sıvı ve katı olmak üzere üç farklı yerleşme düzeyinde bulunabilirler. Gaz ve sıvı maddeler birbirinden ayrık düzende bulunan moleküllerden meydana gelmiştir. Moleküllü yapı katı maddelerde de bulunmaktadır. Örneğin taş, ahşap ve plastiğin bazı türlerinde olduğu gibi. Ayrıca metallerde görülen tek tip atomun kendine özgü bağlarla bağlanarak oluşturduğu düzenli yapılar da mevcuttur.

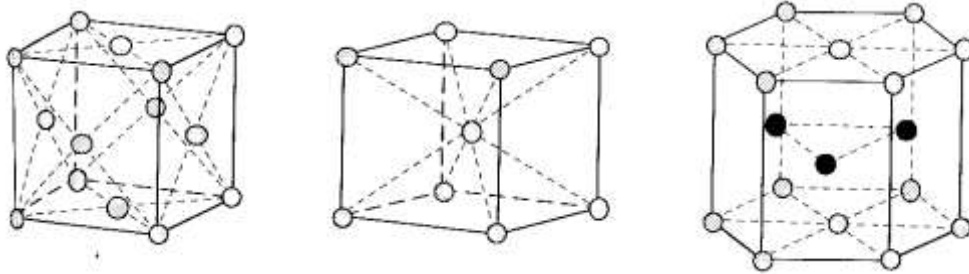
İç yapıların tanımlanmasını aşamalı olarak yapılırsa; önce bireysel atomlar, sonra iki atom arasındaki etkileşimler, daha sonra komşu atomlar arasında ilişkiler ele alınmalıdır. Atomların uzaydaki diziliş biçimlerinden oluşan yapılar düzenli kristal yapı (kristal) ve düzensiz yapı (amorf) olmak üzere iki türe ayrılır. [7]

Kristalli İçyapılar:

Bir kristal, atomların üç boyutlu bir kafes sisteminde ve denge konumları uzaklığında yer almaları sonucu, düzgün sıralar halinde dizilmesi ile oluşur.

Kristalli yapıya sahip olan malzemeler içinde metaller sayılabilir. Metaller, düzgün kristal yapıları nedeniyle homojen, dolu, özgül ağırlıkları yüksek, mukavemetli; serbest elektronlarının hareketi nedeniyle de ısı, elektrik ve sesi ileten malzemelerdir. Ayrıca dövme veya çeşitli ısısal işlemlerle (daldırma) kristal yapılarını sıkıştırmak, böylece mukavemetlerini artırmak mümkündür. Kristal aralıkları nedeniyle, metaller saf iken mukavemetleri düşüktür. Alaşım halinde iken, alaşıma giren metal kristal aralıklarını doldurduğundan mukavemet yüksek bir değer alır. [7]

Düzgün kristal yapıya sahip olan metallerde kayma düzlemi önceden saptanabilir. Metaller grubunda yer alan demirde, iç yapısı ve karbon oranının değişmesi ile farklı kristal sistemlere dönüşebilir (Şekil 2.2), bu da fiziksel ve mekanik özelliklerini etkiler.



Şekil 2.2 Metallerin kristalli iç yapıları [6]

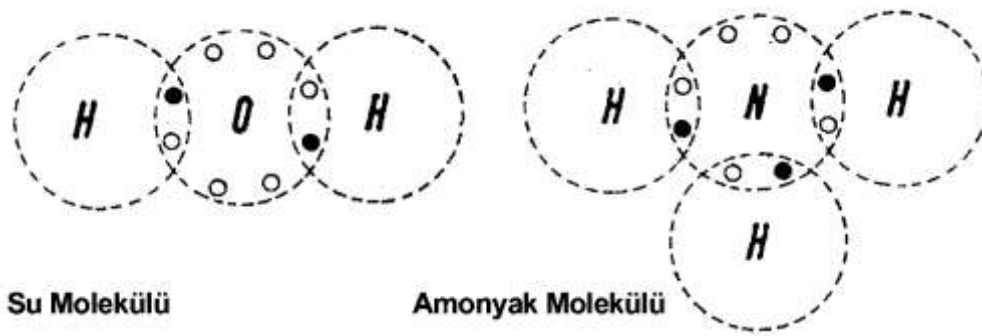
Amorf İçyapılar:

isi mlerin one mli bir kısı mında atomlar rastgele dizilerek düzensiz (amorf) yapı oluştururlar. Bütün sıvılar, plastiklerin oğunluğ u ve çok aşırı hızda soğumuş bazı minerallerde kristallerin tersine atomlar rastgele ve düzensiz bir biinde dağı lmışlardır.[7] Bazı taşlar, piş miş toprak ve cam malzemeler bu gruba girerler. Bu tür maddelerin bir çoğ u, bir veya birkaç metalin metal olma yan bir elementle (genellikle oksijen) birleş mesi sonucu meydana gel miştir. Yapıları, büyük moleküller içinde atomların birbiri ne iyon bağı ları ile bağı lı olmaları sonucu oluşur, ancak serbest elektronlarının olma ması nedeniyle, ısı ve elektriğ e karşı geirimsizdirler. İyon bağı larının kuvvetli oluşu erğ i ne noktalarının yüksek olma sına yol açar. Yapılarının dzensizliğ i nedeniyle gevrek yapıldırlar. Boşluklarının bulunma sı nedeniyle bası n mukavemetine oranla çekme mukavemetleri düşüktür. Ayrıca her noktada aynı derecede ısınmadı klarından dolayı ısısal gerilmelere karşı da dayanımsızdırlar.

Moleküllü İçyapılar:

Moleküllü yapılar iki ayrı moleklin birleş mesi (kondansasyon) veya bir moleklin kendinden küçük parçalara bölünerek büyümesi (polimerizasyon) sonucu zincir bağı ları şekliinde meydana gelir.[6]

Ayrıca, moleküller arasında çekim kuvvetleri vardır. Aynı tür moleküller arasında çekime **kohezyon**, farklı moleküller arasındaki ise **adezyon** denir. Katı maddelerde kohezyonun büyük değ erde olma sı katının şeklini korumasını, sıvılarda kohezyon kuvvetleri ise moleküllerin belli bir hacim içinde kalma larını sağı lar. (şekil 2.3) [7]



şekil 2.3 Molekül Yapıları [7]

Moleküllü yapıya sahip malzemeler içinde organik esaslı ahşap, bitüm katran, doğ al ve yapay reçineler (plastikler) sayılabilir.

Ahşaplar; karbon, hidrojen ve oksijenden oluşan selüloz ve ligninin meydana getirdiği hücresel yapıları nedeniyle molekülü, heterojen ve anizotrop, boşluklu, özgül ağırlıkları düşük, ısı, elektrik ve sesi iyi iletmeyen malzemelerdir.

Bitüm ve katranın esasını oluşturan hidrokarbonlar, karbon ve hidrojenin zincir bileşikleri şeklinde bir araya gelmesi sonucu oluşan sistemlerdir. Ayrıca kolloidal ve süspansiyon halindeki karışımlara dönüştürülme olanakları vardır. Bu nedenle bu tür malzemelerde, viskozite, yumuşama noktası, uzama kabiliyeti gibi özellikler görülür.

Poli merler grubunda yer alan termoplastik ve termoset plastik malzemelerden molekül ağırlıkları düşük olanlar yumuşak, yüksek olanlar ise sert ve ısıya dayanıklı malzemelerdir. İstenilen özellikte ve şekilde elde edilebilirler. Moleküllü yapıları nedeniyle ısı ve elektriğe karşı geçirimsizdirler. Poli merlerde uzun süreli yüklemelerde ve düşük ısı karşısında zincirlerin birbirleri üzerinden kaymaları sonucunda viskoz şekil değiştirme meydana gelerek iç yapılarında sünme ve gevşeme olayları görülür. Termoplastik poli merlerde ısı karşısında erime, termosetlerde ise erimeksizin karbonlaşma saptanır. [6]

Organik ve plastik esaslı bağlayıcılardan tutkalları yapışma özelliği iç yapılarının adezyon ve kohezyon kuvvetlerine göre birleşme göstererek mukavemet kazanma ilkesine dayanmaktadır.

Maddelerin atom yapısının incelenmesinde faydalanan yöntemleri, optik okuma, katot ışınları ile okuma, elektrik ve manyetik alanlardan yararlanarak yapılan okuma, X ışınları kullanılarak yapılan okumalar, radyo izotop okumaları şeklinde sınıflandırabiliriz.

Bu metodlar içinden, radyo izotoplardan yararlanma metodu ile (radyo-karbon metodu), eski tarihlerden günümüze kalması malzemenin, örneğin ahşap malzemenin yaşını hesaplamak mümkündür. [8]

2.2 Malzeme Özellikleri

Yapıların değişik kısımlarında, o kısmın işlevine bağlı olarak değişik nitelikte ve özellikte yapı malzemesi kullanılması ve böylece işlevin amacına uygun şekilde yerine getirilmesi gerekmektedir. Kullanılacak yapı malzemelerinin karşılayacağı işlevlerin yanı sıra, malzemelerin fiziksel, mekanik, kimyasal ve teknolojik özelliklerinin bilinmesine ve hatta bunların sayısal büyüklüklerle ifade edilebilir olmasına gereksinim vardır. Bu bölümde, malzemelerin fiziksel, mekanik, kimyasal ve teknolojik özelliklerine ilişkin ana kavram ve tanımlar açıklanmaktadır.

2.2.1 Fiziksel Özellikler

Fiziksel özellik, malzemenin fiziksel deney yöntemleri ile ölçülebilen özelliklerini kapsar. Bunlar; dış boyutlar, birim hacim kütlesi, özgül kütle, doluluk-boşluk, su emme, kılcal su emme, basınçlı su geçirimsizliği ile ısısal özellikler arasında özgül ısı, ısı iletkenlik ve genleşme katsayıları gibi özelliklerdir.[8]

Bir cismin kütlesinin, boşluklar dahil doğal haldeki hacmine oranına o cismin birim hacim kütlesi denir. Bu değer in küçük olması o cismin gözenekli ve boşluklu bir yapıda olduğunu gösterir. Cismin içinde boşlukların bulunmadığı haldeki birim hacim kütlesine o cismin **özgül kütle** denir. Bir malzemenin özgül kütlesi ile birim hacim kütlesi birbirine eşit ise bu malzemenin boşuksuz olduğu anlaşılmalıdır. Genellikle, metallerde ve sıvılarda boşluk bulunmadığı için bunların özgül kütleleri birim hacimlerine eşittir. Buna karşılık taş, kiremit, tuğla, beton gibi taş yapı malzemelerde özgül kütle ile birim hacim kütlesi arasında daima bir fark vardır. Bu farkın miktarı malzemedeki boşluk veya doluluk oranlarının belirlenmesine yarar. Bu bağlamda, **boşluk** değeri, malzemde bulunan boşluk hacminin malzemenin tüm hacmine oranına, **doluluk** değeri ise, malzemenin dolu kısmının malzemenin tüm hacmine oranına verilen addır. Bu nedenle, cismin doluluk ve boşluk hacimlerinin toplam cismin tam hacmini vereceğinden bu oranların toplam daima 1 değerini verecektir.[8] Malzemde boşluk oranı arttıkça o malzemenin mukavemetinde düşme, ısı yutuculuk değerlerinde ise artma görülür. Malzeme boşluklarının devamlılığı halinde su ve buhar geçirimsizlik değeri de artar. Dolayısıyla malzeme donmaya karşı da dayanıksızdır. Özellikle moleküllü ve karma iç yapıya sahip ahşap, plastik, doğal veya yapay taş, seramik gibi malzemeler boşluklu malzemelerdir. [6]

Cismin normal koşullar altında ve standartlarda belirtilen yöntemle boşluklarına emdiği su miktarının cismin ağırlığına oranına ağırlıkça su emme denir (TS699).

Kılcal su emme, cismin alt yüzünden suya değdirilmesi ve kılcallık yoluyla suyun zanaana bağlı olarak yükselmesi ile saptanan bir büyüklüktür. Sonuçta, malzemenin ağırlık artışı ile kılcal su emme katsayısı belirlenir. [8]

Basınçlı su geçirimsizliği ise, belli alan ve kalınlıktaki cismin iki yüzü arasında farklı basınç bulunması durumunda yüksek basınçlı bölgeden alçak basınçlı bölgeye belirli zamanda geçen su miktarına bağlı olarak hesaplanan bir büyüklüktür.

Malzemelerin ısısal özellikleri arasında özgül ısı, ısı iletkenlik ve genleşme katsayıları fiziksel özelliklerin bir kısmını oluşturur. Özgül ısı, bir cismin 1kg kütlesinin sıcaklığının 14.5°C den 15.5°C ye ulaşabilmesi için verilmesi gereken ısı enerjisi

mi ktarı olup, biri ni kcal/kg °C yada SI biri msistem i nde kJ/kg °C şekli nde ifade edilir. Bu biri mliteratür de ısı nın ısı sı dı ye de geçer. Doğal maddeler i çerisi nde özgül ısı değeri en yüksek olan cisi msudur. Su i çin bu değer 1kcal/kg °C olarak alındı ğı ndan di ğer cisi mleri n ısı nın ısı sı dı na 1' den küçük değer alınır.

Isıl iletkenlik katsayısı, 1 mkalı nı ğı ndaki bir cismi n paralel i ki yüzeyi arası nda 1° C lik sıcaklık farkı oldu ğu nda 1 m² alandan biri m zamanda geçen ısı enerjisi mi ktarı dır.[7]

Genleş me katsayısı ise cisi mleri n boy ve hacimleri n sıcaklıkla artması nedeni yle yapı sal tasarımı doğrudan etkiledi ği i çin önemli bir konudur. Cı mın sıcaklı ğı nın 1° C artması halinde biri mboydaki uzama mi ktarı dır.[7]

2.2.2 Mekanik Özellikler

Yapı malzemelerinin dayanıklılık ve yük taşı ma özellikleri mekanik mukavemetlerle belirlenir. Bir malzemenin mekanik mukavemetlerinin yüksekli ği onun elastiklik modül ünün büyüklü ğüne ba ğlı dır. Bu değeri n taşı yıcılık niteli ği nin yüksek olması istenilen hallerde büyük olması; esneklik, ani yüklere karşı darbe emici olması istenen hallerde ise küçük olması tercih edilir. Böylece malzeme, bu etkiler altında özelli ği ni kaybetmeden işlevini yerine getirir. Aksi ne, fazla deformasyon oluşması istenmeyen köprü, döşeme, kiriş ve benzeri yerlerde malzemenin yüksek elastiklik modülüne sahip olması, az deformasyon yapacağı i çin tercih edilir.

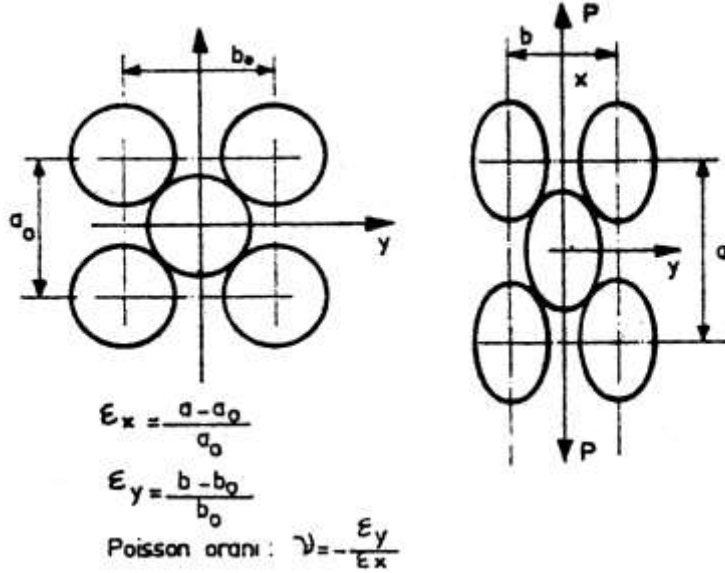
Malzemenin mekanik özelliklerinin daha iyi anlaşılabilmesi i çin bazı temel kavramların bilinmesinde yarar vardır. Bu kavramlardan en önce bilinmesi gereken geril me kavramı dır. **Geril me**, biri malana gelen kuvvet olarak tanı mlanır.[8]

Di ğer yandan, uygulanan kuvvetin kuvvet gelen kesite göre yönü, geril menin türünü belirler. Kuvvet yüzeye dik ise, **normal geril me** hali vardır. Kuvvet incelenen yüzeyden uzaklaşı yorsa **çekme gerilmesi**, yaklaşı yorsa **basınç gerilmesi** oluşur. Kuvveti ni ncelenen yüzeye paralel olması halinde cisi nde **kayma gerilmesi** meydana gelir. [8]

Normal geril menin dışında i ki eksenli veya üç eksenli gerilmelerden söz edilebilir. Şişiril miş bir balonda ya da küre şeklindeki bir likit gaz tankı nda i ki eksenli geril me halleri oluşması na karşın, su altında bulunan bir cisi müzeri ne her yönden eşit basınç geldi ği i çin üç eksenli geril me hali oluşur. Yapılarda basit geril me hallerinden daha çok i ki veya üç eksenli gerilmelere rastlanır.

Kuvvetin cismi mde oluşturduğu gerilme sonucunda, cismin yaptığı şekil değişikliğine **deformasyon** denir. Deformasyon, cismin şekil değiştikten sonraki boyunun ilk boyuna oranıdır. şekil değişikliği yanal ve boyuna olur.[8]

Yanal deformasyonun boyuna deformasyona oranı her cismi mi ćin belirli bir deđer alır ve bu deđere **Poisson oranı** denir. (řekil 2.4)[8]



řekil 2.4 ćekme etkisinde eksenel ve yanal řekil deđiřtirme. Poisson Oranı [7]

Elastiklik modülü cisimde oluşan gerilmenin boy değiştirme oranına oranıdır. Young modülü diye de adlandırılır. Benzer şekilde kayma gerilmesinin kayma oranına oranı Kayma modülü diye adlandırılır.[8]

2.2.3 Kimyasal Özellikler

Dođadaki bütün cismi mler 92 elementin değişik sentezleri olduğundan cismi mlerin birbirleriyle olan ilişkilerinde, onların kimyasal özellikleri yapısal tasarım aćısından öne mtaşır. ćünkü yapısal tasarımda birçok değişik kimyasal yapıdaki farklı malzeme bir araya gelerek birbirini etkileyecektir. Bu nedenle, kendileri de birer kimyasal madde olan malzemelerin dayanırlılıklarını sürdürebilmeleri ićin kimyasal etmenlere karşı dayanıklı olmaları ya da bu etmenlere karşı korunmaları gerekir.

Yapı malzemelerinin kimyasal olarak birbirlerinden etkilenmeleri, bulundukları ortamda su bulunması durumunda daha kolay bir řekilde gerćekleşir. Su, bünyesinde ićerdiđi ve ćözerek bünyesine aldıđı maddelerin etkisiyle asit, baz ya da nötr řekillerde bulunabilir. Suyun bu özelliđini belirtmek amacıyla pH deđerinden yararlanılır. pH deđerı, suda bulunan H⁺ iyonu konsantrasyonunun ters logaritması

olaraktan alınır. Nötr bir suda iyonlaşmış olan H^+ ve OH^- değerleri birbirine eşittir. pH'ın tanıma göre nötr suyun pH değeri 7'dir. 7'den küçük değerler asit özelliğini, 7'den büyük değerler ise baz özelliğini gösterir.

Su, atmosferedeki CO_2 'yi çözerek asit özelliği kazanmaya başlar. Çoğu yapı malzemesi bazik karakterdedir. Bu nedenle CO_2 ile yüklenmiş sular ile bu maddeler arasında kimyasal reaksiyonlar oluşur. Bunun sonucunda tuzları çözülmüş ve bünyesine almış olan su, yüzeyden buharlaştığı zaman, çözdüğü tuzları ince kristaller halinde yüzeyde pırlama gibi birikir. Bu duruma **çiçeklenme** denir. Çiçeklenmeye neden olan suda çözünebilir nitelikteki tuzların başlıcaları arasında Na_2SO_4 , $CaSO_4$ (Alçı taşı) gibi sülfatlar, $NaCl$, $CaCl_2$, $MgCl_2$ gibi klorürler, $CaCO_3$ ve $MgCO_3$ gibi karbonatlar, KNO_3 gibi nitratlar ile vanadyum, manganez, demir, molibden ve krom tuzları sayılabilir.[8]

Suyun kimyasal olarak yapı malzemelerini etkilemesine ilişkin önemli diğer bir örnek ise özellikle yüksek sıcaklıkta pişirilerek elde edilen seramik kökenli malzemelerin hammaddelerine kireçtaşı ve/veya dolomit bulunmasının neden olduğu kimyasal bozulmalardır. CO_2 ve $MgCO_3$ pişirme sırasında kil çamuru içinde ayrılarak CaO ve MgO dönüşür. Bu maddeleri içeren tuğla ve benzeri yapı malzemeleri kullanıldıkları yerlerde ıslanmalar takdirde içlerindeki CaO ve MgO su ile birleşerek $Ca(OH)_2$ ve $Mg(OH)_2$ 'e dönüşürler ve önemli oranda hacim artışı gösterirler. Bu hacim artışı sonucunda malzeme kireç krateri oluşturarak kabuk atar ya da parçalanır. Bu kusur, özellikle suya maruz olan kiremitlerde önemli hasara neden olur. Bu olaya engel olmak için kil çamuru içinde mümkünse kireçtaşı bulunması önlenmeli ya da varsa çok ince öğütülmüş olmalıdır.[8]

Beton ve demirin bir arada bulunduğu betonarme sistemlerde çimento onun hidratasyonu sırasında açığa çıkan serbest kireç, beton içinde ortamın pH değerini uygun tutarak demirin paslanmasını önler. Uzun süreli yapılan gözlem ve incelemeler sonucunda, betonarme elemanların pas payı bölgesindeki betonun havadaki CO_2 ile karbonatlar haline dönüşmesi ve ortamın pH değerinin düşmesi sonucu demirin paslanmaya başladığı saptanmıştır. Sorunun çözümü pas payı kalınlığının ve bu bölgedeki beton kalitesinin ve kompozitesinin artırılmasıyla sağlanabilir.

Benzer şekilde diğer bir kimyasal olay, alçı ile temasta bulunan demirin paslanmasıdır. Korunmamış, yani galvanize edilmiş demir, alçı katmanları arasında bulunduğu zaman ortamın asit karakteri ve alçığın nem tutabilmesi demirin paslanmasına, sarı renkli pas lekelerinin alçığın yüzeyine çıkmasına neden olur. Bu sakıncaların giderilebilmesi için, ya galvanize edilmiş ve zedelenecek demir

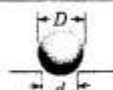
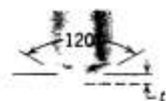
elemanlar kullanılmalı, ya demir bitüne batırılmalı ya da boyanmalıdır. Gaz beton, beton taşıyıcı elemanların içine konan armatürler de benzer şekilde korunmalıdır.

Ki myasal etkilerin görüldüğü diğer önemli bir alan da farklı metallerin bir arada kullanılmasıdır. Kaynaklanan galvanik aşınmadır. **Elektro kimyasal** davranış olarak, çözelte gerilimleri farklı olan iki metalin birbirine değmesi sonucu, çökelte gerilimi daha büyük olan metalden çökelte gerilimi daha küçük olan metale doğru bir elektron akımı başlar. Dolayısıyla anot görevini görüp devamlı elektron kaybeden metal, sürekli tahrip olur. Aktif metallerden soy metaller doğru sıralanan galvanik bir sıra vardır. Bu sıralanma da soy metal tarafında olan metal, aktif metal tarafında olan kimyasal olarak aşındırır. Bu olaydan yararlanarak korunacak ya da kaplanacak metaller seçilir. Örneğin demiri korumak için, demir, kendisinden daha aktif olan çinko ile kaplanır. Zira çinko havadan kolaylıkla oksitlenerek kendisini koruyan bir oksit tabakası oluşturur. Herhangi bir sürtme ya da çarpma ile çizilen çinko kaplama, suyunda varlığıyla suda çözünerek aşınır ve demiri kaplar. Böylece demir korunmuş olur.[7]

2.2.4 Teknolojik Özellikler

Bir malzemenin bazı özelliklerinin sayısal olarak belirlenmesi uygulanan deney yönteminin farklılığına göre değişiyorsa bu tür özelliklere **teknolojik özellikler** denir. Cisimlerin sertliği, aşınması, darbe dayanımı, kıvamı (beton ve kilde) gibi özellikler bu kapsamda ele alınır.[8]

Sertlik, cisimlerin çizilmeye ve aşınmaya karşı gösterdikleri mukavemet olup, malzeme türüne ve uygulanan deney yöntemine bağlı olarak değişik şekillerde ifade edilir. Örneğin, Seramik yapılmış malzemelerde **Mohs sertlik cetveli** uygulanır. Bu sistemde bilinen bazı mineraller sertliklerine göre, sıralanmıştır ve sertlikleri cisimleri çizip çizemediklerine göre belirlenir. Metaller için sertlik, Brinell, Vickers, Rockwell deney metotlarıyla belirlenir. Bu metotlarda elmas veya yüksek karbonlu çelikten bir parça metal üzerine bastırılır ve yüzey üzerinde açtığı izi çapının büyüklüğüne göre o cismin sertliği belirlenir. **Brinell sertliği'nde** kullanılan bilinen cisimde açtığı izi çapı, **Vickers sertliği'nde** ise elmas bir piramidin metalde açtığı izi büyüklüğü ile cismin sertliği hakkında bilgisi verilir. **Rockwell sertliği'nde** ise aynı deney konik bir elmas ya da küre ile yapılır. (Şekil 2.5)[8]

Deney	Bastırma Malzemesi	Bastırma Malzemesinin Yan Görünüşü	İzin Üstten Görünüşü	Yük	Sertlik Numarası Bağıntısı	
Brinell	10 mm Çaplı Çelik ya da Tungsten Karbür Küre			P	$BHN = \frac{2P}{\pi [D - \sqrt{D^2 - d^2}]}$	
Vickers	Elmas Piramit			P	$VHN = 1.72 P / d_1^2$	
Rockwell						
A	Elmas Koni			60 kg	$R_A =$	100-500t
B				150 kg	$R_C =$	
C				100 kg	$R_F =$	
A	1.6 mm Çaplı Çelik Küre			100 kg	$R_H =$	130-500t
B				60 kg	$R_F =$	
C				150 kg	$R_G =$	
E	3.2 mm Çaplı Çelik Küre			100 kg	$R_E =$	

Şekil 2.5. Metallerde sertlik ölçme teknikleri [8]

Plastik ve kauçuk bünyeli cisi mlerde sertlik, **Shore sertlik ci hazı** ile ölçülür. Bunun için cisi mın üzeri ne yay ile verilen bir kuvvet uygulanır. İğneni n cisi me girme mi ktarı ile sertli ğ belirlenir. En serte doğru değışen A, B, C ve D kategorileri yle plasti kleri n sertli ğ ifade edilir.[8]

Sertli ğe ba ğlı olarak belirlenen di ğer bir teknolo jik özellik **aşı ma dayanı m**'dır. Bu sistende mal zemeni n aşınması değışik teknolo jik yöntemlerle ölçülür. Taş bünyeli cisi mlerde bir yüzeyi 50 cm² olan küp şeklinde hazırlanan bir numunenin dönen bir tabla üzerine belirli bir kuvvetle bastırılması ve dönen tablanın üzerine konan aşındırıcı toz yardımıyla numunenin aşınma mi ktarı ağırlıkça saptanarak cisi mın aşınma dayanı mı hakkında bilgi ed ilir.

Teknolo jik di ğer bir özellik ise **darbe dayanı m**'dır. Farklı şekillerde uygulanabilen bu deney yönteminde belirli yükseklikten cisi mın üzeri ne düşen belirli ağırlıkta met al bir kütle ni n cisi me kaçını cı düşüşte parçalandı ğına bakılarak mal zemeni n darbe dayanı mı hakkında bilgi ed ilir.

Çentik darbe ci hazı ile mal zelerin **kırı lma toklu ğu**, belirli yüksekli ğe kaldırılan çekici n çentik açıl mış mal zeme üzerine düşürölüp kırılması ve emilen enerjinin kadran üzerinde okunmasıyla belirlenir. Ghazın kadranı bu enerjiyi gösterecek şekilde böl ümlendiril miştir.

Beton ve kil gibi mal zelerde kıvamın mukavemet üzerindeki etkisi ni n öne mi bilindi ğinden bu cisi mleri n kıvamının belirlenmesinde yine teknolo jik bir deney olarak **kıvam deneyleri** yapılır. Özellikle günümüzün ana taşıyıcı mal zesi olan

betonun kıvamının saptanabilmesi için farklı teknolojik deney yöntemleri uygulanmaktadır. Bunlardan **Ve-Be deneyi** ve **çökme deneyi** en yaygın deney yöntemleridir.

Kilinin kıvamının belirlenmesi için **Atterberg kıvamli limitleri** deneyleri uygulanır. Bu deneylerde kilini işlenebilmesi için uygun su miktarları teknolojik olarak belirlenir.

Cisminin renk kararlılığı ve haslıgını incelemek için, cismin yarısı ışık alacak şekilde, diğer yarısı kapatılarak morötesi ışığa tutulur. 28 gün sonunda, ışık alan bölüm kapatılan bölüme karşılaştırılarak cismin renginde bir değişiklik olup olmadığına karar verilir.[8]

2.3 Bölüm Sonuçları

Maddelerin farklı iç yapılara sahip olmaları, dış etkiler karşısında farklı davranış göstermelerine sebep olmaktadır. Sahip oldukları farklı atom ve molekül yapıları, kristal düzenleri ve kimyasal davranışları maddeleri birbirinden ayıran en temel özelliklerdir. Maddelerin sahip oldukları farklı fiziksel, mekanik, kimyasal ve teknolojik özellikler malzemede hasar oluşumunu etkilediğinden, malzeme durabilitesinin anlaşılması açısından önemli özelliklerdir.

Fiziksel özellikleri itibarıyla ;

- Farklı iç yapıları nedeniyle, farklı birim ağırlıklara sahiptirler. Bu nedenle yapılara getirdikleri yükler de farklıdır.
- Isı iletkenlik ve genleşme katsayıları, atomlar arası bağ kuvvetleri nedeniyle maddeden maddeye değişiklik gösterir. Farklı maddelerin bir arada kullanıldıkları durumlarda, ısı etkisi ile farklı davranışlar gösterdiklerinden, birleşim detaylarında hasar düşebileceği göz önüne alınmalıdır.
- Malzemede boşluk oranı arttıkça malzemenin mukavemetinde düşme, ısı yutuculuk değerlerinde ise artma görülür. Isının korunumunun istenildiği yerlerde boşluklu malzemeler seçilir.
- Doluluk-boşluk (porozite) değeri malzemenin su emme miktarlarıyla doğrudan ilgilidir. Boşluğu fazla olan malzemelerde su emme oranı fazla olduğundan boşlukların devamlı olması halinde malzeme donmaya dayanıksızdır.
- Malzemede boşluk oranı malzemenin ağırlığını etkiler. Boşluk miktarının fazla oluşu malzeme yi hafiflettiği gibi, akustik sorunların da çözümüne yardımcı olur.

Mekanik özellikleri itibarıyla;

- Cisimlerin en küçük yapı birimi olan atomları, atomlar arası bağ kuvvetleri bir arada tutarlar. Bu bağ kuvvetleri cisimlerin mukavemetlerinin esasını oluştururlar. Farklı bağ kuvvetleri nedeniyle maddeler basınç, çekme, eğilme, burulma, burkulma vb. gibi mekanik etkiler karşısında farklı davranımlar gösterirler. Kimi malzemeler çekmeye, kimileri basınca, kimileri de her ikisine birden dayanıklılık gösterir.
- Maddelerin yük karşısında gösterdikleri deformasyon oranları farklıdır. Bu miktarları elastiklik modülleri belirler. Bir malzemenin mekanik mukavemetlerinin yüksekliği onun elastiklik modülünün büyüklüğüne bağlıdır. Malzeme iç yapısında meydana gelen deformasyon belli bir limitten sonra kuvvetin değeri artırıldığı takdirde molekül ve atomlar arasında kaymalar meydana getirilerek, malzemenin parçalanmasına veya kopmasına yol açmaktadır.
- Maddeyi meydana getiren atom ve moleküller, sıcaklığa bağlı olarak maddenin, katı, sıvı veya gaz halinde bulunmasını sağlarlar. Sıcaklık çoğu zaman maddenin molekül yapısını değiştirmez. Ancak, moleküller arası mesafeleri arttırarak maddenin hal değiştirmesine (katı-sıvı-gaz) sebep olur.
- Sıcaklığın artması nedeniyle moleküller arası mesafelerin değişmesi aynı zamanda bağ kuvvetlerinin de değişmesine neden olarak, maddelerin mukavemetinde büyük değişikliğe neden olur.

Kimyasal özellikleri itibarıyla;

- Maddeler, kendileride birer kimyasal madde olduklarından, kimyasal yapıları itibarıyla farklı davranışlar gösterirler.
- Maddeler diğer maddelerle tepkimeye girebilirler, kimyasal reaksiyonlar sonucu yapıları değişebilir.
- Maddeler elektro kimyasal davranış olarak farklı çözelti gerilimlerine sahiptirler. Çözelti gerilimleri farklı olan iki metalin birbirine değmesi sonucu aralarında elektron akımı başlar. Dolayısıyla anot görevini gören taraf devamlı elektron kaybederek tahribata uğrar.
- Sahip oldukları pH değerleri itibarıyla asit ya da baz karakterlidirler. Bu nedenle kullanıldıkları ortamda farklı kimyasal davranış gösterirler.

- Su etkisiyle oksitlenerek paslanmalara sebebiyet verebilirler.
- Yangın etkisiyle kimyasal yapıları değişikliğe uğrayabilir, mevcut özelliklerini kaybedebilirler.

Teknolojik özellikleri itibarıyla;

- Maddeler, farklı yüzey sertliklerine sahiptirler. Sertlikleri malzemelerin aşınma miktarlarını etkileyip, sürtünmeye karşı dayanımını belirler.
- Maddelerin yapıları nedeniyle darbe dayanımları farklılık gösterir. Maddenin yüke bir çok defa maruz kalmasıyla madde iç yapısında bağlarının esnemesi ve çeşitli kaynakların meydana gelerek mukavemet limitinin düşmesi şeklinde tanımlanan yorulma derecesi farklılık gösterir. Bu özellik, maddenin yüke karşı mukavemet derecesini belirler.
- Cisimler farklı renk kararlılıklarına sahiptirler. Zaman içerisinde renklerinde değişim meydana gelebilir ya da renklerini kaybedebilirler.

3. YAPI MALZEMELERİNDE HASAR OLUŞUMU

Yapı hasarı, yapının tümünün ya da bir parçasının öngörülen işlevini karşılayamayacak duruma gelmesidir.[3]

Yapılardaki bozulmalar iki kısımda incelenebilir. Bunlar yapının kendisinden kaynaklanan bozulmalar ve dış etkilere kaynaklanan etkilere dir.

Yapılar uzun yıllar doğanın değişik etkileri altında yıpranır ve sürekli bakım sağlanmazsa ciddi hasarlar gözlenir. Sıcak yaz günlerinde aşırı sıcak karşısında genişleyen malzemeler, soğuk kış günlerinde donma maruz kalır; ısı farkları, donma çözünme döngüleriyle malzemeler yorulur, yıpranır. Suyun kapilarite (kılcal boşluklar) ile bina içindeki hareketi de yapı malzemelerinde hasara neden olmaktadır. Zeminde yükselen nemstrüktürü ıslatarak taşıyıcı sisteme gelen yükü fazlaştırdığı gibi, ayrıca içinde taşıdığı tuzların duvar yüzeyinde buharlaşması sonucu çiçeklenmelere, duvarın fiziksel ve kimyasal yapısını bozucu etkilere neden olabilmektedir. Su yapıların en büyük düşmanıdır. Bunların dışındaki etkenler ise; doğal afetler, depremler, insanların neden oldukları bozulmalar, kötü kullanım veya uzun zaman geçen kişilerce yapılan onarımlar, yangınlar, savaşlar, ve yine insanlar tarafından yapılan vandalizmdir.

Her malzemenin fiziksel, kimyasal, biyolojik ve mekanik birtakı özellikleri vardır. Hasar veren etkilere karşı malzemenin özellikleri yetersiz ise, malzeme eskimeye başlar. Bu eskime aşınma, çatılma ve kırılma gibi fiziksel olabilirdiği gibi malzemenin yapısını değiştirebilecek nitelikte kimyasal ve biyolojikte olabilir. Fiziksel zararlara çoğu zaman atmosferik etkiler ve kullanıcı etkileri sebep olmaktadır. Asitlerin malzeme bünyesine olan etkileri, korozyon, çürüme, zararlı böcekler ve mantarlar gibi nedenler ise malzeme zarar veren kimyasal ve biyolojik nedenlerdir. Malzemelerde mekanik etkiler (Hareketli ve Sabit yükler) de çoğu zaman malzemelerde fiziksel hasarlara neden olmaktadır.

3.1 Yapı Malzemelerinde Hasar Oluşturan Etkenler

Yapı malzemelerinin kullanılma yerlerinde karşılaşılabilecekleri etkenler fiziksel, kimyasal ve mekanik etkenlerdir. Malzemelerde hasar oluşturan etkenlerin bilinmesi kullanılacak malzeme seçimi sırasında son derece önemlidir. Böylece, söz konusu olabilecek etkenlere cevap verebilen doğru malzeme seçimi ve bilerek kullanma olanağı sağlanmış olur.

3.1.1 Mekanik Etkiler ve Hasarlar

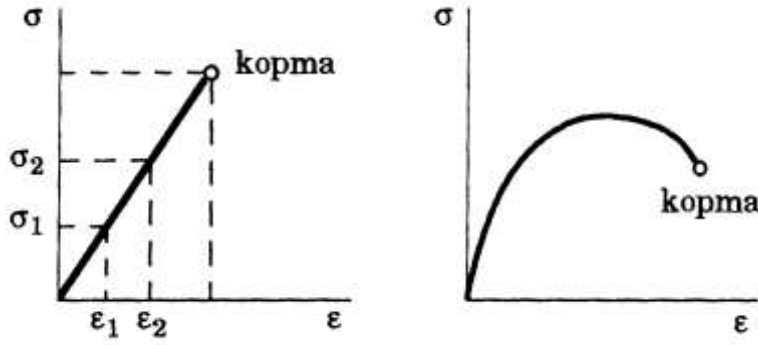
Katı bir cismin hareket halini veya şeklini değiştirebilen etkiye kuvvet denir. Yeryüzünde kuvvet etkisi altında olmayan madde yoktur. Durağan maddeler Newton kanununa göre kendi kütleleri ve bunu etkileyen yer çekimi ivmesine bağlı olarak meydana gelen bir kuvvet nedeniyle değişime uğrarlar. Kuvvet etkisi ile denge konumundaki malzeme çeşitli bozulmalar meydana gelir. Kuvvetin bir malzeme üzerine etki eden değeri **gerilme** olarak belirlenir. Kuvvetin etki yönüne göre gerilmeler ise **basınç** ve **çekme** gerilmeleri şeklinde ifade edilir.[6]

Bölüm 2.1’de ‘‘malzeme iç yapısında’’ ayrıntılı olarak anlatılan atom bağları bu tür kuvvetler karşısında deformasyona uğrarlar. Örneğin basınç kuvvetlerinde atom bağları arasında mesafe kısalır. Çekme kuvvetlerinde ise atom bağları arasındaki mesafe uzar. Malzeme boyunda meydana gelen deformasyonun gerçek değerini saptayabilmek için, deformasyon oranının bilinmesi gerekir. Araştırmacılar malzemenin boyunda ve çapında meydana gelen deformasyonun belli bir oranı içinde olduğunu saptamışlar ve bu değeri, en fazla 0.5 olarak kauçukta görülebileceğini belirlemişlerdir.

Bir katı cismin uygulanan kuvvetlere karşı gösterdiği tepki mekanik davranış olarak tanımlanır. Bu davranışın özelliklerini mekanik özellikleri belirler. Cisimler artan dış zorlamalar altında önce şekil değiştirir sonra, dayanımını yitirerek kırılır. Düşük gerilmeler altında şekil değiştirme elastik, yani tersinirdir. Gerilme belli bir sınırı aşınca kalıcı yani plastik şekil değiştirme oluşur.[7]

Malzeme iç yapısında meydana gelen deformasyon belli bir limitten sonra kuvvetin değeri artırıldığı takdirde molekül ve atomlar arasında kaymalar meydana getirecek ve malzemenin parçalanma veya kopmasına yol açacaktır. Burada gözlenen durum farklı içyapıya sahip malzemelerde üç değişik şekildedir. Cisim gerilme ile oluşan deformasyondan sonra, gerilme ($\sigma_{elastik}$) kalktığı an eski haline dönüyorsa elastik deformasyon söz konusudur. Gerilmenin şekil değiştirme ile orantılı olduğu bu bölgede bir orantılık sabiti mevcuttur bu sabite elastiklik modülü denir.

Şekil 3.1’de Elastik ve Plastik özellik gösteren iki ayrı malzeme kuvvet karşısında oluşan değişimler gösterilmektedir. Unutulmalıdır ki plastik cisimlerde belli bir kuvvete kadar elastiklik davranış göstermektedir.



Şekil 3.1 Elastik ve plastik davranış [6]

Elastik deformasyonlar Hooke kanunu ile formüle edilmiştir. Hooke kanunu yalnız elastik deformasyon yapan malzemeler (kauçuk ve termoplastikler) için geçerlidir. [8]

İkinci şekil olan **plastik deformasyonlarda** kuvvetin etkisi altında malzemede meydana gelen şekil değiştirme kalıcı niteliktedir. Çok düşük bir elastiklik limiti sonunda malzemede akma (σ_{akma}) görülür ve hemen plastik deformasyona geçilir. İçyapıdaki atom ve molekül bağlarında süratle bir kayma meydana gelmiştir. Kolay şekillendirilen kil, bakır, kurşun gibi malzemelerde genellikle bu tür deformasyonlar görülür. Plastik deformasyonda malzeme içyapısında atomlar arasındaki bağlar kopmuş, ancak komşu atomlar yeni bağlarla ilişki kurmuşlardır. Bu ilişkinin sağlanabildiği sürece malzeme bütünlüğünü korumaya devam eder. Gerilmenin artışı ile malzemenin kristalleri birbirinden ayrılmak için direnç gösterirler. Bu esnada malzemenin maksimum gerilme (σ_{max}) meydana gelir. Gerilmenin artışı ile malzemede artık yeni bağlar kurulamaz ve kopma görülür. Plastik asfalt, bitüm gibi molekülli içyapıya sahip bazı malzemelerde akma anında uzun zincir molekülleri birbirine oranla yavaş hareket ederek sürekli olarak kayar ve yeni molekül bağları meydana getirirler. Bu da kopma süresinin gecikmesini etkileyen bir faktördür. Kopmanın süratini etkileyen diğer faktörler arasında yüklenme sürati ve ısı yer alır. Ani olarak yapılan yüklemelerde kopma çabuk meydana gelir. Isının artışı da elastik deformasyonun sürecini arttırmaktadır. Ayrıca çeşitli ısısal işlemlerle malzemelerdeki deformasyon şeklini değiştirmek ve istenilen şekle getirmek mümkündür. Örneğin metallerde uygulanan daldırma, tavlama gibi ısısal işlemler. Bütün bunlardan başka, malzemenin atom düzeninde veya molekül yapısında görülen bozukluklar yanında malzeme yüzeyindeki çatlaklar ve korozif bozukluklar malzemenin kopmasını çabuklaştıran etkenlerdir.

Malzeme içyapısına göre, kırılma süresi uzun veya kısa gösterir. Kırılma süresi uzun olan malzemeleri **sünek malzemeler** (termoplastikler, metaller, ahşap), kısa

olan malzemeler ise **gevrek malzemeler** (cam, beton, seramik) şeklinde sınıflandırılabilir.

Farklı deformasyonlar gösteren malzemeler arasında kıyaslamak bu malzemelerin deformasyonunu hesaplamakla mümkündür. Deformasyon değeri, gerilme-deformasyon eğrisinde süreye bağlı olarak ortaya çıkan alandır. Bazı malzemeler yüksek mukavemete sahip olmalarına rağmen çabuk deformasyona uğrarlar. Diğer malzemelerde ise deformasyon süresi uzun, ancak mukavemet düşüktür. Elastik malzemelerde deformasyon işini kolaylıkla saptamak mümkündür.

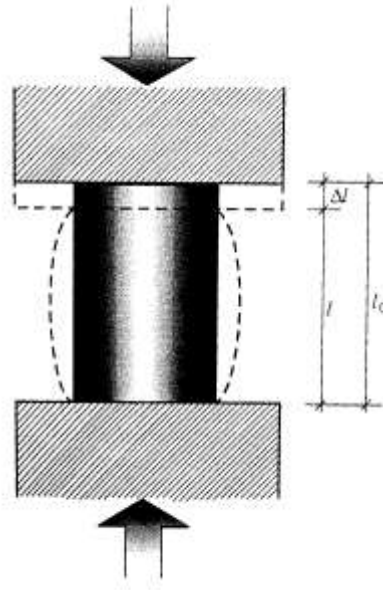
Malzeme Deformasyon Halleri:

Malzemede görülen deformasyonlar basınç, çekme, kayma, burulma, eğilme, burkulma, yorulma, çarpma, sertlik gibi hallerdir. Bazı hallerde bu tür deformasyonların birkaç tanesi birden ortaya çıkabilir.

• Malzeme Basınç ve Çekme Hali:

Belli bir eksen doğrultusunda etkiyen kuvvetlerin malzeme yapısında negatif deformasyonlar oluşturduğu haller **basınç**, pozitif deformasyonlar oluşturduğu haller ise **çekme** gerilmeleri meydana getirir. Metaller gibi homojen kristal yapıya sahip malzemelerde basınç ve çekme gerilmeleri eşdeğerdedir. Ancak moleküllü yapıya sahip ahşap gibi malzemelerde basınç ve çekme değerleri farklıdır. Ayrıca liflere paralel yöndeki basınç ve çekme gerilmeleri, liflere dik yöndeki basınç ve çekme gerilmelerinden büyüktür. Karın yapıya sahip taş, beton, pişmiş toprak gibi malzemelerde ise boşlukları nedeniyle çekme mukavemetleri basınç mukavemetlerinden daha küçüktür. [8]

Bu değerler basınç ve çekme deneyleriyle öğrenilebilmektedir. Şekil 3.2’de basınç etkisi altında cisimlerde görülen boyca kısalma ve yanal genişliği gösterilmektedir.



Şekil 3.2 Basınç gerilmesi altında cismin yanal şekil değişimi. [8]

Basınç ve çekme deneyleri sonucu bulunacak değerler $\sigma_{elastiklik}$, σ_{akma} , σ_{max} ve σ_{kopma} 'dır. Ancak, bitmiş yapıların veya elemanların kırılarak zarar görmekten mekanik özelliklerinin saptanabilmesi için bazı tahribatsız deney yöntemleri geliştirilmiştir. Bunlar içinde X ve γ ışınları ile yapılan ve malzemenin içindeki içyapı kusurlarını ortaya çıkaran deneylerin sertlik yöntemi ile özellikle çelik ve beton gibi malzemelere uygulanan deneyleri ve titreşim rezonans frekansı ile yayılma hızı yardımıyla yapılan sonik yöntemleri saymak mümkündür.

Uygulamada kesit tayin ederken malzeme belli bir emniyet sınırı içinde kullanmamız gerekir. Çeşitli malzemeler üzerinde yapılan deneyler sonucunda içyapılarının gevrek ve sünek oluşuna göre belli bir emniyet katsayısı (n) saptanmıştır. Emniyet gerilmesi malzeme özelliğine göre farklı gerilmelerin bu emniyet katsayısına bölünmesi sonucu elde edilir.

- **Malzeme de Kayma (Makaslama) Hali:**

Bir eksene göre birbirine zıt iki kuvvetin çok küçük bir mesafeyle malzeme etki etmesi sonucu meydana gelen deformasyon halidir. Bu kuvvetler etkisinde malzeme içyapısında daha önceden sözü edilen bir kayma düzlemi oluşur. Bu kayma düzleminin şekline bakarak o malzemenin özelliği hakkında karar vermek mümkündür. Gevrek malzemelerde kayma düzlemi kesiti sünek malzemelerin kayma düzlemi kesitine oranla daha azdır. Kayma gerilmesi, belli bir kesite etkiyen kuvvetler sonucu meydana gelir. Kayma düzlemindeki deformasyon oranı ise kayma gerilmesi doğrultusunda meydana gelen kayma miktarının kuvvetler arasındaki

mesafeye oranıdır. Kaymadaki şekil değişimleri malzeme meydana gelen kayma gerilmeleri ile orantılıdır. Bu orantılılık sabiti G kayma modülü şeklinde ifade edilir.

Genellikle malzeme görülen kayma (nakaslanma) gerilmeleri, bir moment etkisi meydana getirdiklerinden, basınç ve çekme gerilmelerine oranla çok daha fazla etkindir ve çok daha fazla zarara neden olabilecek niteliktedir.

- **Malzeme Burulma Hali:**

Bir çubuğun, eksenine dik düzlemi içinde bir ters ikiz kuvvetin etkisine maruz olmasına basit burulma hali denir. Burulma, çubukta ekseriyetle tek başına olmayıp, eğilme ve kesme etkileri ile birlikte bulunur.

Burulma hali uygulamada, eksen etrafında dönen hareketli millerde ve betonarme teçhizatı burulmaya elverişli olabilecek fretli kolonlar ile, tutkalanmış laminar ahşap çerçevelerde görülmektedir. Bu hal diğer gerilmeler ile birlikte ortaya çıktığından, etkisi daha büyük olmaktadır.

- **Malzeme Eğilme Hali:**

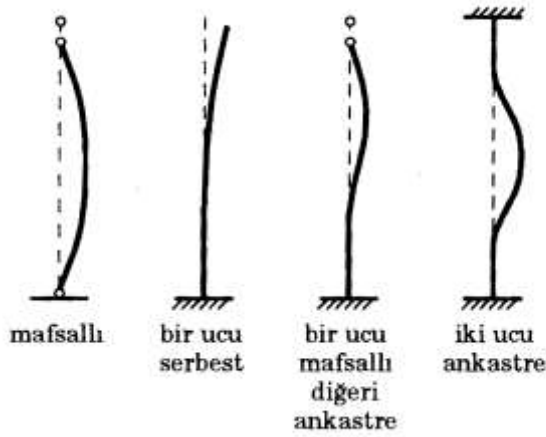
Malzeme dış kuvvetler etkisinde meydana gelen iç gerilmeler belli bir aks üzerinde oluşurlarsa basınç ve çekme gerilmelerini meydana getirir. Ancak, kayma halinde olduğu gibi bu kuvvetler arasında belli bir mesafenin varlığı, etkiyen kuvvetten çok daha yüksek bir değere sahip moment kuvveti oluşturmaktadır. Moment değerinin yüksekliği, kuvvetin mesafe ile doğru orantılı olarak artması sonucu ortaya çıkar.

Örneğin çubuk şeklindeki bir malzeme, çubuğun mesnetlediği noktalarındaki aksi kuvvetlere karşı, çubuk üzerinde etkili olan yayılı veya tekil yükler basınç ve çekme gerilmelerinin beraberce görüldüğü eğilme gerilmesini oluşturlar. Eğilme gerilmesinin, kuvvetler dışında, oluşmasına etkili olan diğer bir faktör de çubuk kesitinin geometrik şeklidir. Gsi'lerin farklı geometrik şekillerine ve bu geometrik şeklin uzaydaki konumuna göre kesitte bir atalet momenti meydana gelir.

Eğilme halinde kuvvetin artması ile önce bir çökme (sehim) görülecek, daha sonra maksimum moment ve kesme diyagramlarının etkili olduğu yerlerde bir kırılma meydana gelecektir. Kırılmaların süresi malzemelerin gevrek veya sünek oluşu yanında kuvvetin ani veya yavaş etkisi ile de yakından ilişkilidir.

- **Malzeme de Burkulma Hali:**

Eksenel basınç gerilmelerine maruz malzemelerde, çubuk boyunun (l) kesite (F) oranla çok uzun olması halinde, olay eğilme benzer bir şekilde ortaya çıkar. Bu hale burkulma ismi verilir ve malzemeye etkisi basit basınç halinden çok daha fazladır. Dolayısıyla, basit basınç etkisi göz önüne alınarak bulunan kesit, burkulmadan meydana gelebilecek gerilmeyi karşılayamayacaktır. Çubuğun boyunda, başlangıçta hissedilmeyecek kadar az olan burkulma, kuvvetin etkisi devam ettikçe artar ve çubuğun kırılması ile son bulur.[6] Şekil 3.3'de cisimlerde oluşan farklı burkulma halleri gösterilmektedir.



Şekil 3.3 Burkulma Halleri [6]

- **Malzeme de Çarpma Hali:**

Yukarıda sözü geçen konularda malzeme üzerine etkileyen kuvvet uzunca bir süre sonunda kırılmaya yol açıcı niteliktedir. Ancak bazı hallerde kuvvetin etkisi ani ve dinamik yükleme sonucunda kendini gösterir. Burada söz konusu olan, bir potansiyel enerjinin meydana getirdiği kuvvetin yaptığı iştir.

Çarpma halinde oluşmuş, yavaş bir yükleme sonucu etkili olan kuvvetten her zaman çok yüksek bir değerdir. Çarpma mukavemetinde etkili olan faktörler çarpma hızı, ortama sırası, malzemenin yapı ve malzemedeki gerilme durumu gibi hallerdir.

- **Malzeme de Yorulma Hali:**

Malzemede kırılmadan çarpma halinin arka arkaya tekrarı yorulmayı meydana getirir. Hareketli yüklerin ve hareketli malzemelerin söz konusu olduğu yerlerde yorulma olayı ile karşılaşılır. Yorulma olayında bir yük belli bir zaman süresi içinde

alt ve üst limitleri ile malzemeye etkili olmaktadır. Dolayısıyla belli bir tekrar sayısından sonra malzeme, ilk mukavemetinin çok daha alt değerinde kırılmaya uğrar.

Malzeme içyapısında meydana gelen olay, molekül bağlarının esnemesi ve çeşitli kaymaların meydana gelerek mukavemet limitinin düşmesi şeklindedir. Dolayısıyla, yorulmadan meydana gelen kopmalarda kesit incelendiğinde kesitin parlak ve pürüzsüz olduğu görülür.

Yorulma mukavemetini etkileyen faktörler, malzeme içyapısındaki bozukluklar, yüzeysel pürüzler ve ortamın sıcaklığıdır. Ortam sıcaklığının yüksekliği malzeme içyapısındaki bağların genleşmesine sebep olduğundan yorulma süresini kısaltıcı niteliktedir.

- **Malzeme Sertlik Hali:**

Sertlik, malzeme yüzeyinin kalıcı şekil değiştirmeye karşı gösterdiği mukavemet olarak tanımlanmak mümkündür. Malzemelerin fiziksel özelliği olmasına rağmen, mekanik özelliklere etkisi, özellikle de aşınma olayındaki etkinliği nedeniyle, sertlik mekanik özellikler bölümünde de incelemek yararlı olacaktır.

Malzeme sertliğinin ölçülmesinde genellikle Mohs ve Brinell gibi iki farklı yöntem uygulanmaktadır. Daha çok taş gibi sert malzemelerde geçerli olan Mohs sertlik çizelgesi, birbirini çizem malzemelerin sıralanması şeklinde 1-10 arasındaki dereceler göz önüne alınarak düzenlenmiştir. Dolayısıyla bu çizelgede üst sırada yer alan malzeme alt sıradakiye göre daha yumuşaktır.

Genellikle metallere uygulanan Brinell sertlik yönteminde ise 10 mm çapında sert çelik bir bilya 30 sn süre ile ve 30000 N'luk basınçla malzeme üzerine tatbik edilmekte ve deney sonunda malzeme üzerinde meydana gelen iz çapının saptanması ile o malzemenin sertliği formül yardımıyla hesaplanmaktadır. Metaller için geçerli olan bu formül ahşap gibi yumuşak malzemelerde farklı şekilde uygulanmakta ve yük ortalaması olarak 1800 N alınmaktadır.

Ayrıca Brinell sertlik değerinin daha önce sözü edilen tahribatsız deneylerin yapımında da yardımcı rolü vardır. Özellikle çelik için, araştırmalar sonucu, mukavemet ile sertlik arasında bir bağlantı bulunmuştur. Brinell sertlik yöntemi dışında uygulanan Rockwell sertlik deneyinde, çapı 1.59 mm olan çelik bilyalar ile, çok sert malzemenin denenmesinde tepe açısı 120° olan ve ucu 0.2 mm çapında küresel bir yüzle son bulan piramit şeklinde elmas batıcılar kullanılır. Bu deneyde

yüzeyin düzlem olması ve yüzey alanının yeterli derecede büyük olması gibi bir şart yoktur.

Beton mukavemetinin ölçümü için de bu yöntemden hareketle beton çekici (Schmidt skelometresi) adı verilen bir alet geliştirilmiştir. Beton çekici bir tüp içindeki çekicinin bir yay vasıtasıyla beton yüzeyine çarptırılması ve çarptıktan sonra geriye sıçrayarak belirlendiği mesafenin ölçülme prensibine dayanan bir yöntemdir. Malzemenin sert oluşuna göre sıçrama yüksekliği değeri de artış gösterecektir.

- **Malzeme Aşınma:**

Bir malzemenin aşınması çeşitli kuvvetler karşısında malzemenin sertliğine bağlı olarak yüzeyinde meydana gelen kopma ve parçalanmalardır. Bu olay her iki malzemenin de birbirlerine etkisi sonucunda görülebilir. Sertlik yanında malzemenin aşınmasını etkileyen faktörler malzeme üzerine uygulanan basınç ve aşındırma süresidir.

Malzeme yüzeyinde meydana gelen aşınma beraberinde yüzeysel şekil değişimlerine, ısınmalara ve korozyona yol açacaktır.

Malzeme aşınma deneyi için Dorry veya Taber aletleri kullanılır. Bir mile bağlı olarak dönen iki küçük aşındırıcı tekerleği olan Taber aleti, ahşap, linolyum, plastik gibi döşeme kaplamalarının aşınma miktarlarının tespiti için kullanılmaktadır. Dorry aletinde ise ayrıtı, ağırlığı ve birim ağırlığı belirlenmiş küp şeklindeki bir numunenin düşey bir eksen etrafında yapay olarak dönen plağın üst kısmına tespit edilip ağırlıkça aşınma miktarının saptanması şeklinde bir yöntem uygulanır.

Ayrıca, yüksek basınçlı hava akımı ile çalışan enjektörlü püskürtme tabancası ile kum püskürtülerek betonda aşınma dayanıklılığını tespit etmek için uygulanan bir yöntem de mevcuttur.

3.1.2 Fiziksel Etkenler ve Hırsar

Yapıyı etkileyen fiziksel etkenler;

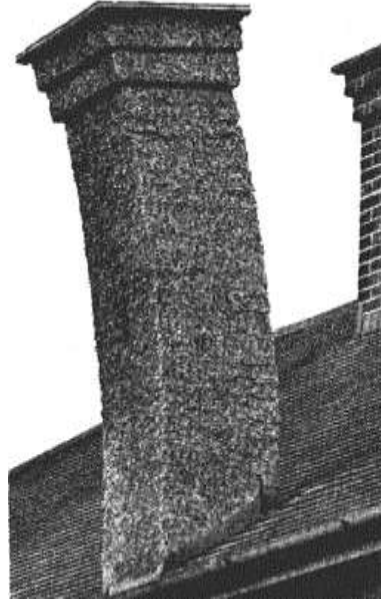
Doğal etkenler ve insan etkenleri olarak ikiye ayrılabilir.

Fiziksel etkenler içinde bulunduğumuz atmosfer şartlarının getirdikleri, yazın güneşin ısınması, kışın havanın soğuk oluşu, yağmurlar, ısı akımları ve buna bağlı buhar akımları, sıcaklık etkileri ile genleşme ve büzülme, yoğunlaşma vb. Olarak sıralanabilir. Bu gibi doğal faktörlerin yanında insan etkileri ise gerek kullanıcı olarak gerek tasarımcı veya uygulamacının hataları olarak kendini göstermektedir.[9]

Isıl defor masyonlar;

Bir malzeme deki ısı miktarı, o malzemenin atomlarının titreşimi ve kinetik enerjilerinin toplamıdır. Malzeme molekülleri ufak genlikli titreşim hareketi yaparlar. Madde akışkan ise moleküllerin çarpışmaları esnek olup hacmi içinde farklı noktalara gidebilirler. Ayrıca mekanik etkiler de malzeme deki ısı artışı meydana getirebilir. Molekül hareketinin artışı malzeme de sıcaklığın yükselmesine yol açacaktır. [6] Bu nedenle **sıcaklık** bir cisme deki moleküller hareketin artmasıyla yükselen scalar bir büyüklüktür.[8]

Katı, sıvı ve gazların ısı ile hacimlerini değiştirmelerine ısısal defor masyon denir. Katı malzemelerin uzaması ile bir doğrultudaki genişmeleri uzama adını alır. Isı değerinin düşmesi ile bu uzama yerini kısalmaya terkeder. Bu olayın ana nedeni ısı değişimleri ile farklı titreşim uğrayan atomların birbirleri arasındaki mesafelerin değişmesidir. Isısal defor masyon olayının malzemenin mekanik defor masyonları ile yakın ilişkisi vardır. Genleşme ve büzülme malzeme de iç gerilmeler meydana getirerek mekanik mukavemetini etkileyecek ve bu nedenle malzeme defor masyona ve parçalanmaya uğrayabilecektir. (Şekil 3.4)



Şekil 3.4 Yapı elemanlarında ısısal defor masyon oluşumu. [10]

Gerilimlerin giderilmesi için malzemedeki ısısal deformasyonların önceden saptanması ve bu deformasyonlara olanak sağlayıcı, genleşme ve kısalma için gerekli payların bırakılması gerekir.

Genelde iki malzeme arasındaki sıcaklık farkı nedeniyle, ısı bir enerji olarak sıcak cismen soğuk cisme doğru bir geçiş sağlar ve iki malzeme arasındaki ısısal geçirimlilik, malzemelerin bulunduğu ortamlara göre kondüksiyon, konveksiyon ve radyasyon olmak üzere üç farklı şekilde görülür.

‘‘Kondüksiyon; bir malzemenin kendi yapısı içinde veya bağlantılı bulunduğu farklı ısıdaki bir malzeme ile moleküler yapıdaki kinetik enerji iletişimidir. Özellikle katı cisimlerde veya hareket etmeyen sıvı veya gaz akışkanlarda görülür.

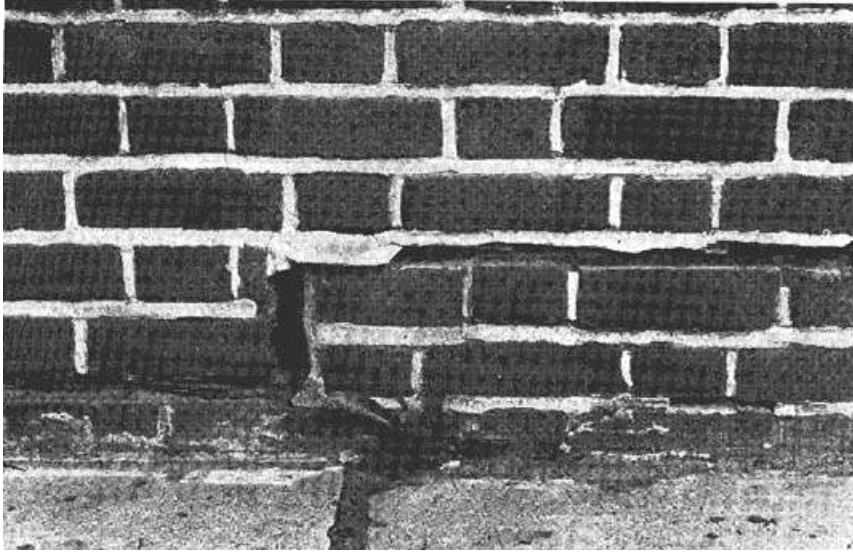
Konveksiyon; molekülleri serbestçe hareket eden sıvı veya gaz (hava) gibi molekül ağırlıkları düşük akışkanlarda, sıcak moleküllerin soğuk moleküllerle yer değiştirmeleri sonucu oluşan ısısal geçirimlilik olayıdır.

Radyasyon; ısı enerjisinin ışıınımyolu ile, herhangi bir ara taşıyıcıya gereksinim göstermeden, elektromanyetik dalgalar şeklinde oluşan ve malzemeye geçiş sağlayan ısısal iletişimşeklidir.’’ [9]

Her malzemenin içyapı özelliklerine göre farklı ısı iletkenlik katsayıları (λ) vardır.

Çeşitli malzemelerin ısı iletkenlik katsayıları nemartışı ile değışikliğıe uğrar. Örneğın organik esaslı malzemelerde ısı iletkenlik katsayıları nemın ağırlıkça her % 1 artışında % 1.25 oranında yükselir. İnorganik esaslı malzemelerde ise bu değır % 1 nemartışında %32 oranında bir artış göstermesine rağmen nemyüzdesi arttıkça bu değır %6.2’ye kadar düşebilmiştir. [9]

Isısal genleşme; malzemedemeydana gelen iç gerilmeler, sıcaklık değışım hızı ve malzemelerin ısı iletkenlik değeri ile ilgilidir. Hızlı ve büyük sıcaklık değışmeleri (yazın bir günlük değışım) küçük ve yavaş sıcaklık değışmelerinden (bütün bir yıl boyunca meydana gelen değışmeler) daha zararlıdır.(Şekil 3.5)



Şekil 3.5 Genleşme nedeniyle çatlak oluşumu

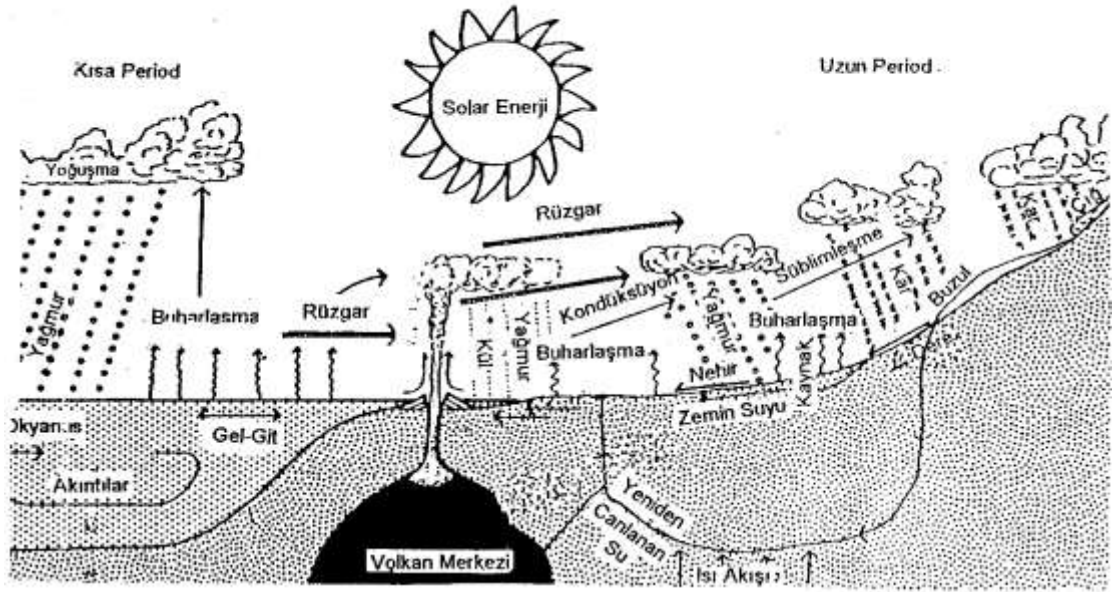
Güneş etkisi;

Bütün katı ve sıvı cisimler sürekli olarak yüzeylerinden ısı yayarlar. Işık dalga boyundan ısı dalga boyu dahil, enerji yayılmasına ışınım denir. Güneş radyasyonları (ışınım), dünya mız atmosferden geçerek gelir. Güneş radyasyonları, karşılaştığı malzemenin yüzeyel durumuna ve rengine göre ısı dalga boyuna dönüşür. Örneğin parlak yüzeyler radyasyonu yansıtmakta, koyu renkli yüzeyler ise radyasyonu yutmaktadır. Işınımın yapıya etkisi, malzeme yüzeyinin renklerine ve pürüzlülüğüne göre yüzeyel emicilik katsayısı (α) % oranında değişir. Güneş etkisi karşısındaki malzemenin dış yüzey ısısında (t_R) bir değişim olur. Günlük ve mevsimlik sıcaklık değişimleri nedeniyle malzemede şekil değiştirme sonucu zamanla bozulmalar meydana gelmektedir.[6]

Su etkisi;

Doğada su yerüstü (nehir, göl deniz) ve yeraltı kaynakları (yeraltı suları) ile atmosferde bulunan nem (su buharı) olmak üzere üç şekilde bulunur. (Şekil 3.6)

Atmosferdeki suyun yeryüzüne geçişi havanın herhangi bir durumda taşıdığı nem miktarından (bağıl nem), yağmur ve kar dan kaynaklanır. Burada sıcaklık derecesinin değişmesi sonucu nem miktarı değişmekte, ayrıca suyun biçimi de sıvı hal den katı hale dönüşerek çiylenme ve donma olaylarına yol açmaktadır.



Şekil 3.6 Atmosferdeki su etkileri [11]

Suyun malzeme üzerindeki etkisi söz konusu olduğu zaman ya malzeme suyun içindedir ya da su malzemeye yüzeysel olarak etkimektedir. Ayrıca buhar basıncından ortaya çıkan kondansasyon (buhar geçirirlihi) ise malzeme içyapısında veya yüzeysel olarak malzemeyi etkilemektedir. Su içinde bulunan bir malzemeyi etkileyen faktörler malzemenin boşluğu ve suyun basıncıdır. Su ile yüzeysel olarak temas eden malzemelerde ise, su malzeme yapısındaki kılcal kanallarda kapiler basınç etkisi ile hareket etmekte ve su hareketi atmosfer basıncını dengelenmektedir. [6]

Malzeme boşlukları içine girmiş bulunan suyun sıcaklık derecesinin düşmesi ile ortaya çıkaracağı olay ise **donma**'dır. Donmada katı hale geçerek hacim genişlemesi ne uğrayan su, malzeme yapısında iç gerilmelere neden olacaktır. Suyun buz haline gelmesiyle hacminde %9'luk bir artış olur. Bu da malzemeyi genişlemeye uğratarak çatlamasına neden oluşturmaktadır.

Su emme, yüzeysel olarak su ile temasta bulunan malzemelerde su geçirirlilik olayı karşımıza çıkar. Su emme olayında malzemenin boşluğu önemli bir etkidir.

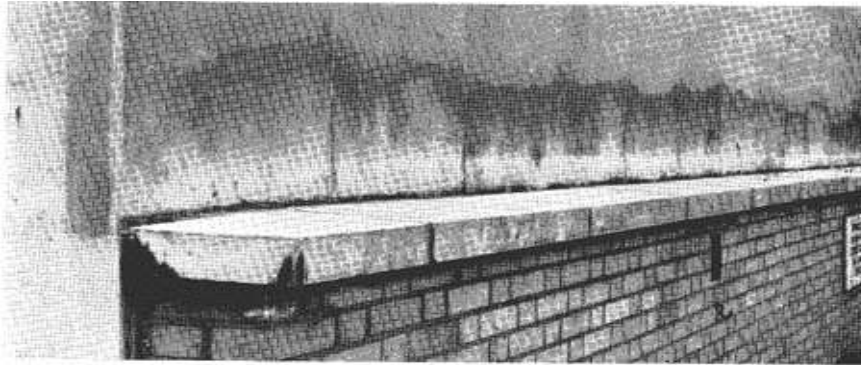
Malzemenin suya doymuş ağırlığı ile kuru ağırlığı arasındaki farkın kuru ağırlığına oranının yüzde olarak değeri malzemenin ağırlıkça su emme yüzdesini, hacmine oranı ise malzemenin hacimce su emme yüzdesini belirler.

Su ile yüzeysel olarak teması bulunan malzemelerde ise basınçlı veya kapiler su geçirimsilik olayı söz konusudur.

Malzemelerin basınçlı su geçirimsiliği, malzemenin gözenekliliğine, taneli malzemelerde ise tane düzeni ve çapına göre değişim gösterir. Bu değer metallerde teorik olarak sıfır, plastik ve bitümlerde ise sıfıra yakın kabul edilmektedir. Ayrıca malzemelerde içyapıya giren suyun diğer bir etkisi de, ısı deformasyonlarına benzer bir şekilde ve iç gerilmelere neden olacak değişimler oluşturmaktadır.

Ahşapta, hücresel yapısını oluşturan selülozun su emme özelliği nedeniyle nem ve su miktarlarında da büyük değişiklikler görülür. Ahşap, havanın neminden de etkilendiğinden bünyesindeki nem yüzdesi hiçbir zaman sıfıra düşmez. Suyun oluşturduğu nem nedeniyle ahşapta meydana gelen deformasyonlar ahşabın dokusuna bağlı kalmaktadır.

Kapiler su geçirimsilik ise, malzeme yüzeyinin su ile teması geldiği zaman, suyun yüzeysel gerilimi nedeniyle, malzeme boşluklarında ve kılcal kanallarında suyun yükselmesi olayıdır. Bu durumda emilen su miktarı malzemenin su ile temas eden yüzeyine, suyun diğer yüzeye geçiş süresine ve malzemenin kapilerite katsayısına bağlı olarak değişir. (Şekil 3.7) [11]



Şekil 3.7 Yapılarda kılcal su emme [12]

Nem etkisi;

Hava içinde bulunan su buharına **nem** denir. Su buharının hacmi hiçbir zaman hava hacminin %4'ünü aşmaz. Havadaki maksimum su buharına 'relatif nemlilik' (bağıl nem) denir. bağıl nem yüzdesi, iç hacimlerde yüzde 55-80, dış hacimlerde yüzde 80-100 arasında alınır. Ayrıca havadaki nem miktarı, sıcaklığa bağlı olarak değişir.

değerler gösterir. Sıcaklık düştükçe havanın tutabileceği su buharı miktarında azalma, sıcaklık arttıkça su buharı miktarında artma görülür.

Belirli bir sıcaklıktaki doymuş havanın basıncına ‘**doymuş su buharı basıncı**’ denir. Değişik koşullarda iki farklı hacim arasındaki buhar basıncı da farklı değerler vermektedir. Sıcaklık dereceleri ne bağlı olarak farklı değerler gösteren buhar basıncı, yüksek basınçtan alçak basınca yönelik bir akımmeydana getirir.

Malzeme meydana gelen yoğunlaşma (buharın su haline dönüşmesi) malzeme yüzeyinde gözle görülür halde ‘terleme’ veya malzeme içinde gizli olarak ‘yoğunlaşma (kondansasyon)’ şeklinde görülür. [14]

Malzeme yüzeyinde terleme, ortamı ısıtma ve ortamdaki bağıl nem bağlıdır. Eğer, ortamı ısıtma ile malzeme yüzeyi ısısı arasındaki fark olan soğuma derecesi artarsa, terleme görülür.

Malzemenin buhar geçirimlilik değerine bağlı olarak, iç yapısında gizli ve her iki yüzü arasındaki buhar basınç farklarından ortaya çıkan bu buhar geçirimlilik sonucu, malzeme içinde **yoğunlaşma (kondansasyon)** olayı belirir. Doymuş buhar basıncı eğrisi ile malzemelerin buhar basıncı akım (difüzyon) eğrilerini kesiştiği bölge yoğunlaşmayı (kondansasyon) belirleyen bölge olarak karşımıza çıkar. Yoğunlaşma bölgesinin büyüklüğü oranında tehlikenin varlığı daha belirgin bir hal almaktadır.

Yapıda basınçlı su ve kapilarite olaylarının etkili olduğu haller;

Bu hallerin görüldüğü yerler, yapıda, temeller, bodrum duvar ve döşemeleridir. Bunların dışında, mühendislik uygulamaları olan su depoları ve barajlarda da basınçlı su olayı görülür. Bu olaylarda su, yapı elemanı üzerinde, suyun etkili olduğu bölgeye göre yatay veya düşey yönde, basınç yardımıyla etkili olmaktadır. Özellikle yapı zeminin suyunun altına indiği takdirde, yapıda suyun etkisi basınçlı olarak karşımıza çıkacaktır. Su geçirimlilik yanında ortaya çıkan çeşitli iç gerilmeler, malzemenin zayıf olduğu yerde kendini göstererek, kısa zamanda tahribatı yol açacaktır.

Yapı elemanını çevreleyen havanın nem ve hidrotermik olayların etkili olduğu haller;

Terleme ve yoğunlaşma olayları, yapı elemanı içindeki ısı tutucu malzemenin değerini düşürmekte, nemlilik bileşimi elemanlarını korozyona uğratmakta, ahşabın deformasyonuna sebep olmakta, akış yönünde yüzeysel çiçeklenmelere veya kaplanma malzemelerinin kabarması ve dökülmesine neden olmaktadır. Özellikle, homojen olmayan ve birkaç malzemenin bir araya geldiği yapı elemanlarında ortaya

çıkan bu sorun, ısı tutucu malzemenin de yer alması ile daha büyük zararlara yol açabilmektedir. Dolayısıyla, malzemelerin yan yana getirilmesi konusu üzerinde titizlikle durmak gerekmektedir.

Yangın etkisi;

Yangın malzemeyi gerek fiziksel gerekse kimyasal olarak etkileyen en önemli hasar etkenlerinden biridir. Yanma, malzemenin hidrojenden kurtulması ve oksijenin absorpsiyonunu oluşturan sıcaklık ve akkor hale gelme olayıdır. Sıcaklık etkisi ile malzeme erimekte veya kimyasal ayrışmaya uğramaktadır. Bunun için gerekli ısı miktarı malzemenin cinsine göre değişir. Ateş ise yanmanın görünür sonucudur.

Yangının Fiziksel etkileri ısısal deformasyonlar ve erimedir. Erime; sıcaklığın artışı sonucu, malzeme iç yapısında molekül bağlarının uzaması, elastik şekil değiştirme değerinin artması ve sonuç olarak iç yapının kristal sisteminin dağılarak malzemenin katı fazdan sıvı faza geçmesi olayıdır. [9]

Erime Sıcaklığı:

Metallerde 232-188 C°

Camda 700-800 C°

Termoplastiklerde 90-327 C°

Seramik malzemelerde 1000-1400 C°'dir. [6]

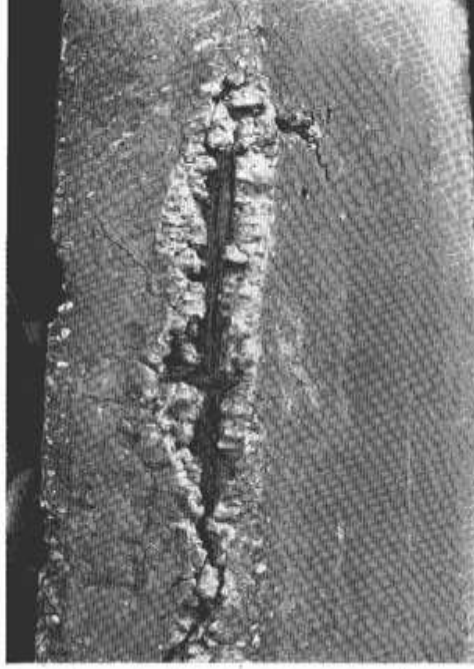
Malzemenin ısı iletkenlik katsayıları, ısınnın iç yapıda süratle iletilmesi sonucunu ortaya çıkardığından, meydana gelecek deformasyonlarda önemli bir etken olur. Isısal deformasyonlar ve erime sonucu malzemede parçalanma ve büyük oranda değişimler görülür.

3.1.3 Kimyasal Etkenler ve Hasar

Yapının kimyasal yapısını değişime uğratarak hasar görmesine sebep olan etkenler kimyasal etkenler olarak adlandırılır. Bunlar güneş, yangın, korozyon ve çeşitli atmosfer etkileri sonucu ortaya çıkan bazı kimyasal değişimlerle, genellikle süreye bağlı olarak malzemenin iç yapısında veya yüzeysel olarak eskime ve bozulmalar ortaya çıkar.

Malzeme de korozyon etkisi;

Metall yapı alaşımlarının elektrokiyasal özellikleri ve bulundukları ortamın etkisi ile süreye bağlı olarak kemiriliptahrip olmalarına korozyon denir. [6] (Şekil3. 8)



Şekil 3.8 Betonarme yapıda korozyon etkisi [12]

Korozyonun elektrokiyasal oluşumu metallerin pozitif yüklü iyonlarının (katyon) asit, baz veya tuzlu elektrolitik bir ortamın negatif yüklü iyonları (anyon) karşısında çözilmesi ve osmotik basınçlara (metall iyonlarının ayrılmasını sağlayan veya önleyen basınçlar) bağlı olarak metalde farklı elektrostatik yükler veya gerilim (potansiyel) farklarının ortaya çıkmasıdır.

Bir elektrolitik ortamda çözelti gerilimleri farklı olan iki metalin birbirine değmesi sonucu, çözelti gerilimi daha büyük olan metalden çözelti gerilimi daha küçük olan ve daha asal metale doğru bir elektron akımı başlar. Dolayısıyla anot görevini görüp devamlı elektron kaybeden metal, sürekli tahrip olma yolunu tutar ve bu arada anottan katoda doğru bir elektrik akımı doğar.

Korozyon olayında kutupları oluşturan metallerden hangisinin anot görevini görüp tahrip olacağı, hidrojen gerilimine göre düzenlenmiş ve çözelti gerilimi küçük olanın üst, büyük olanın ise alt sırada yer aldığı ‘‘metallerde çözelti gerilimleri’’ tablosunda bellidir. (Tablo 3.1)

Tablo 3.1 Elektrokimyasal potansiyel sıralaması (Hidrojen h re) [8]

<i>Malzeme</i>	<i>Oksidasyon Potansiyel Farkı (Volt)</i>	
<i>Altın</i>	+1.50	Anot ↑ (Soy)
<i>G�m���</i>	+0.80	
<i>Demir (2 değerlikli)</i>	+0.77	
<i>Bakır</i>	+0.34	
<i>Hidrojen</i>	0.00	Referans
<i>Kur��un</i>	-0.13	Katot ↓ (Baz)
<i>Nikel</i>	-0.25	
<i>Demir</i>	-0.44	
<i>Krom</i>	-0.74	
<i>�inko</i>	-0.76	
<i>Alüminyum</i>	-1.66	
<i>Magnezyum</i>	-2.36	
<i>Lityum</i>	-2.96	

Alüminyum  inko, krom gibi bazı metaller, gerilim sırasının altında yer aldıkları halde, yüzeylerinde meydana gelen tabakanın oksit, karbonat veya hidroksit gibi, bulunduğu ortamda erimeyen ve gözeneksiz bileşikler olması nedeniyle korozyona yüksek dayanım gösterirler. Örneğin bakır yüzeyinde oluşan yeşil renkli bir tabaka (patina)  zerinde yapılan  l  nlere göre hiçbir eksilme görülmemiştir. Ancak korozyon bileşiklerinin kolay c z n r olması veya gaz haline dönüşmesi, korozif sıvının hareket halinde bulunması, havadaki rutubetin % 60'ın üstüne çıkması ve yüksek ısılar korozyon hızını daha da artıracaktır. Genellikle reaksiyonların hızı sıcaklığın her 10 C  yükselmesiyle iki katına çıkmaktadır. Rutubetli ortamlar ve sularda ise korozyonun devamlılığı oksijeni n varlığıyla mümkündür. Yüzeysel bir aşınma olan pasın gözenekli dokusu korozyonu engelleyecek nitelikte değildir.

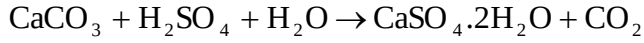
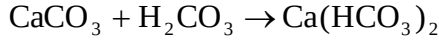
Genellikle bir metalin korozyondan tahrip olma şekli yüzeysel aşınma, noktasal çiçeklenme ve derinlemesine çatlamlar olmak üzere üç şekilde karşımıza çıkar. Kristaller arası meydana gelen korozyon, metal ve alaşımlarda gözle g r lme en ve kristal sınırları boyunca giden çok tehlikeli derin çatlamlar ortaya çıkarır. Kristallerin anot ve katoda ayr  maları (pirinç, dökme demir ve magnezyumda) veya kristalin kendisinin katot, kristal sınırının da anot haline gelmesiyle karşımıza çıkan bu tür korozyon daha çok alaşımlarda i ten önemli tahribat yapar. Bu nedenle paslanmaz çeliklerin dokusunda bulunan kromkarb r  etkisiz kılma için bile ime moli bden ve vanadyum katılmaktadır.

Malzeme Asit Etkisi;

Malzemeler doğrudan doğruya veya dolaylı olarak bazı asit ve bazların etkisine maruz kalabilirler. Plastik malzemelerden PVC, melamin, üre, teflon ve epoksi dışındaki tüm malzemeler üzerinde asitlerin etkileri vardır. Cam ve porselende yalnızca HF asidinin etkisi söz konusudur

Granit, diorit gibi püskürük kütlelerinin dışında kalantı ortu ve başka aşmış kütlelerinin tümü HCl asidiyle reaksiyona girerler.

Dolaylı olarak malzemeyi etkileyen kimyasal etkiler genelde hava, su ve toprakla temas eden malzemelerde kendini gösterir. Havada özellikle endüstri bölgelerinde bulunan SO₂, CO₂ gibi gazlar, yağmur, sis ve havanın nem ile birleşerek H₂SO₄ ve H₂CO₃ gibi sülfürik ve karbonik asitlerinin oluşmasına neden olurlar. Bu tür asitlerin kalıker esaslı malzemeler üzerinde eritici ve parçalayıcı etkisi vardır.



Oluşan Ca(HCO₃)₂ malzemenin suda erimesine, CaSO₄·2H₂O ise hacim genişlemesi ile parçalanmasına yol açar. Ayrıca metallerin korozyona uğramasında da önemli bir etkilendirler.

Güneş etkisi;

Güneş radyasyonu etkisiyle malzemenin iç yapısında bazı kimyasal değişimler olabilir. Örneğin mor ötesi ışınların getirdiği α parçacıkları özellikle organik maddelerin molekül yapısını bozmakta, esime ve renk değişimlerine neden olmaktadır. Weatherometre aleti ile malzeme örnekleri üzerinde ark lambası ışığı altında ve karanlıkta tekrarlanan deneyler yapılarak malzemenin dayanım ölçülebilir.

Yangın etkisi;

Yangın malzemenin kimyasal olarak molekül yapısının bozulmasına ve karbonlaşma olayına neden olmaktadır. İnorganik grupta yer alan taş, beton gibi malzemelerin bünyesinde bulunan CaCO₃, CaSO₄, Ca(OH)₂ ve organik bileşiklerden ahşap, plastik gibi malzemelerin içinde bulunan C, H₂, N₂, S₂ gibi element ve bileşikler, yangın anında kimyasal bir değişime uğrayarak malzemenin molekül yapısının bozulmasına yol açar. Bu arada bir takım zararlı gazlar (CO₂, CO, SO₂, SO₃) oluşur.

Malzeme molekül yapısının değişimi genelde kristal suyunun kaybolmasıdır. Örneğin alçı taşı ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), 600°C 'den sonra kristal suyunu kaybederek susuz hale geçer. Kuvarslı taşlar 600°C , kalker 900°C , tuğla 1000°C 'de önemli hacim değişikliklerine uğrar ve iç yapısında oluşan CO_2 ve H_2O nun ısınması suretiyle taşı patlattığı görülür. Bazalt ve dolomit gibi volkanik taşlar bu etkilere daha dayanıklıdır. Betonda ise, portland çimentosunun bünyesinde yer alan CaO , $400-450^\circ\text{C}$ 'de Ca(OH)_2 haline dönüşerek hacim genişlemesine ve çimentoğun kristal suyunu kaybederek bağayıcılık değerinin yok olması gibi sonuçlara yol açar. [6]

Malzemenin kimyasal yapısında meydana gelen ikinci bir olay da karbonlaşmadır. Daha çok organik malzemelerde karşımıza çıkan bu olayda oksijen, malzemenin kimyasal yapısındaki karbonu yakmakta ve bir yanma sıcaklığı meydana getirmektedir.

Yangın her tür malzeme üzerinde etkili olmaktadır. Ancak, yanma süresi ve yanma sıcaklığı malzemenin niteliğine göre değişiklik gösterecektir.

Çiçeklenme;

Toprakla temas eden malzemelerde veya malzeme kapiler su geçirimsizlik ve buharlaşma sonucu meydana gelen çiçeklenme olayı, yüzeyde KNO_3 , NaNO_3 , Na_2SO_4 , CaCO_3 , $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ gibi birtakım tuzların ve sülfatların birikmesidir. Genellikle pişmiş toprak malzemelerde ve kireç, çimento harçlarında görülen çiçeklenme olayında en tehlikelisi $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dir. Lekelenme dışında malzeme parçalanmaya da yol açacağından, üzerinde önlemle durulması gerekir. [11]

Bakteri, mantar ve diğer organizmaların etkileri;

Diğer bir kimyasal etki de bitümesaslı malzemelerde ve ahşapta görülen bakteri ve mantar gibi organizmaların tahribatıdır. Çeşitli bakteri, mantar ve kurtlar ahşabın nişasta ve selüloz yapısını ayrıştırarak beslendiklerinden, çok kısa bir sürede malzeme toz haline getirirler. Bu ayrıştırma, rutubetli, karanlık ve sıcak bir ortamda daha da tehlikeli bir hal almaktadır. Topraktaki bakterilerin özellikle yapısında organik taşıyıcı bulunan bitümlü malzeme ayrıştırma ve niteliğini bozma şeklinde zararlı etkileri vardır. Ayrıca bitkisel parazitlerin de taş malzemenin parçalanmasına yol açan bir etkisi vardır.

3.2 Yapı Malzemelerinde Oluşan Hasarlar

Genelde malzeme tanıma; ‘ ‘Yapı bileşenlerinin yapılmışında kullanılan ve bileşenin kullanma süreci içindeki biçimlenişini sağlayan her tür işlenmiş, yarı veya tam işlenmiş maddeler’ ’ şeklinde yapılabilir.[6]

Yapı malzemeleri uzun yıllar değişik etkiler altında yıpranır ve sürekli bakım sağlanmazsa ciddi hasarlar gözlenir. Bu bölümde yapılarda kullanılan malzemelerinin özellikleri ve bu malzemelerde oluşan hasarlar incelenmiştir.

3.2.1 Ahşapta Oluşan Hasarlar

Ahşap, doğada devamlı yetişmekte olan ağaçlardan elde edilen önemli bir yapı malzemesidir. Botanik bakımdan ahşap gövdeli, dallı, köklü bitkilerden elde edilen sert, sıkı lifli bir malzemedir.

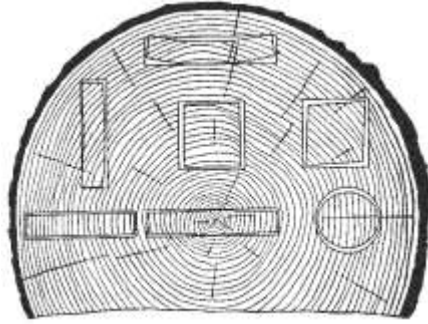
Ahşapta fiziksel bozulma:

Ahşap çevrenin sıcaklık ve rutubet derecesine göre rutubet alıp vererek kendini çevreye uydurur. Ahşabın cinsine ve yönüne göre genişleme ve çekme değişik güçte ve yöndedir. Çap yıllık halkara teğet veya lif dokusundaki deformasyonlar gerilme yaratır ve ahşabın fiziksel bozulmasına sebep olurlar. Ahşap ani rutubet değişikliklerini yarattığı bu genişleme ve çekme gerilmelerini önceleri karşılayabilir ama bir defa bozulduysa tekrar dayanamaz; ya çatlar ya da kırılır.

Boyutsal değişim/ Ahşabın çalışması: Ahşabın ‘ ‘anisotropik’ ’liği nedeniyle üç yönde değişik çalışması sonucu boyutları, hacmi ve biçimi değişir; çarpılma eğilime karnburlaşma ve çatlaklar meydana gelir; profil kenar ve yüzeyler biçimde değiştirip çatlarlar; yan yana getirilmiş parçaların arasında aralıklar meydana gelmesi gibi kusurlar oluşur. İşlenmeyle oluşan yeni gerilmeler de çarpılmaya ve kırılmaya neden olabilir. Çalışma sonucu oluşan boyutsal değişimleri azaltmanın ilk koşulu, i malattan önce ahşabın kuru veya orta mrutubetinde olmasıdır.

Bir ağaç kesildikten sonra kurduğunda ilk önce boşluklarındaki serbest su, sonra da hücre duvarlarında bağlı bulunan su ayrılır. Şişme ya da çekme gibi olaylar ancak hücre duvarlarında katı eriyik olarak bağlı bulunan suyun değişimiyle meydana gelir. Hücre duvarının hacmi kaybedilen suyun hacmiyle orantılı olarak azalır ve sonuçta boşluksuz, kuru hücre duvarları kalır. Kuru ahşap ıslatıldığında veya rutubet altında tekrar ilk boyutlarına erişir.

Ahşapta hücre duvarlarının tamamı su ile doymuş olduğu lif doygunluğu rutubet derecesi ortalama %30 dur. Lif doygunluğu noktasının altındaki rutubet değişimlerinde, ahşabın bünyesine su alarak veya kaybederek (üç yönde farklı olmak üzere) boyut değişimine genel olarak **ahşabın çalışması** denir. Hücre duvarındaki su molekülleri miktarının azalması ile çekme, artması ile de şişme meydana gelir. Şişme lif doygunluğu rutubet derecesine ulaşıncaya kadar devam eder, daha sonra ahşap su alsa da şişmez. Çekme ise mutlak kuruluğa (%0 rutubet) kadar devam eder. Kuruma sonucu ahşapta oluşan çarpılmalar Şekil 3.9’de görülmektedir.[15]



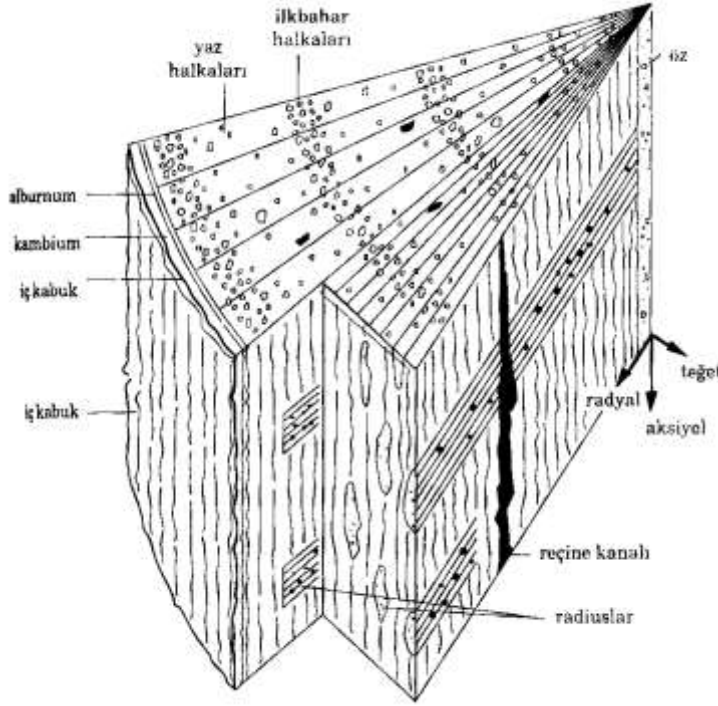
Şekil 3.9 Ahşapta kuruma sonucu oluşan çarpılmalar. [15]

Ahşabın çalışması, bu yapı malzemesinin en önemli sakıncasıdır. Gün içindeki rutubet değişiminde dahi kapı ve pencerelerin sıkışması, kuru havalarda döşeme tahtalarının aralarının açılması, çalışmaya bağlı olarak boya ve verniklerin çatlaması çok görülen kusurlardır.

Boyut değişim oranları: Ahşap anisotropik bir malzeme olduğundan çalışma sonucu oluşan boyut değişimleri ‘farklı hücre tiplerinin değişik düzeni’, ‘ışınların etkisi’ ve ıslınsal ya da teğet hücre duvarlarında lif açılarının farklı olmasına göre, değişik yönlerde farklılıklar gösterir. Çekme ya da şişme oranları yaş ağaç boyutlarına göre, mutlak kuru boyutların yüzdesi olarak ifade edilir.

Lif yönünde / Uzunlamasına çekme oranı	%0.1 - 1
Çap doğrultusunda	%2.3 - 11
Yıllık halkalara teğet doğrultuda	%3.5 - 17
Hacim daralması	%8.5 - 18.8

Bir ahşap parçası kurumaya başladığında dış kısmı iç bölgeden önce çeker, ve yüzeyde çekme, içerde basınç kuvveti oluşur. Çapraz çekmede yoğunluk ve çalışma arasında doğru, uzunlamasına çekmede ters orantı vardır. Ahşabın yapısı Şekil 3.10’da gösterilmiştir. [15]



Şekil 3.10 Ahşabın anatomik yapısı [6]

Çalışmaya etki eden faktörler:

Su miktarı ve sıcaklık: Ahşabın su miktarı değişti mi arttıkça çalışması da artar. Ahşaptaki su miktarı ile havanın sıcaklığı ve bağıl nem arasında değişmeyen bir denge vardır. Havanın sıcaklığı ve bağıl nem belli ise ahşaptaki su miktarı da bellidir. Isı arttıkça ahşaptaki su miktarı azalır.

Yoğunluk: Ahşabın yoğunluğu arttıkça çalışma da artar, çünkü hücre duvarları kalın olup daha fazla su tutar.

Salgılar: Çalışmayı azaltır, çünkü hücre duvarlarındaki boşlukları doldurarak suyun girmesini önlerler.

Mekanik gerilmeler (basınç, çekme): Hücrelerin kalıcı deformasyonuna neden olur.

Doğal kusurlar: Budaklar ve diğer doğal kusurlar boyuna çalışmayı artırır, çap ve yıllık halkalara teğet doğrultuda ise etkileri daha azdır.

Çalışma Sonucu Oluşan Kusurlar:

Kamburlaşma: Ahşabın öze yakın ve kabuğa yakın yüzeyleri arasında kururken meydana gelen farklı çekme gerilmelerinden dolayı, öze yakın yüzeylerin dışbükey, kabuğa yakın yüzeylerin de içbükey olmasıdır. Kamburlaşma, kesit kabuğa doğru yaklaştıkça artar. Özden geçen kesitte kamburlaşma yoktur, yalnızca uçlarda incelenir.

Kuruma çatlağı: Çevre ile merkez arasında kuruma aynı oranda olmadığından oluşur.

Çarpılma: Buruk büyüyen ağaçlarda oluşur. Kestane, ıhlamur ve meyve ağaçlarında görülür. Dıştaki kuruma daha hızlı olduğundan iç kısımlar ona uyamaz ve dıştan merkeze doğru çatlaklar meydana gelir. Kurumanın yavaş yapılması çatlakları azaltır.

İklimsel yıpranma: Hava koşullarına açık olan ahşabın yüzeyi pek çok etki altındadır. Bunlara örnek olarak iklimsel etkilerin şiddeti, süresi ve niteliği yanında ahşabın güneşe ve hakim rüzgara göre yönü, denizden yüksekliği, deniz suyu serpintilerinin varlığı, hava ile taşınan kum ve diğer katı parçacıklar, atmosfer kirliliği, don vb. Etkileri sayabiliriz.

Yağmur, kar, sıcaklık değişimleri, havanın oksijeni, güneş ışınları, UV, rüzgar gibi iklimsel etkilere açık olan bir ahşabın görünümü değişir, birleşim yerleri açılır; yarılmaya, çatlamaya, çukurlaşmaya, burulmaya gibi bozulmalar yanında ahşabın ilkbahar odunu aşırır, daha sert olan yaz odunu kabarık olarak kalır. Daha az şiddetli etkiler, doku kalkması ve küçük yüzey çatlakları yaratır. Bıçılmiş ahşap yüzeyinde bunlar belli olmasa da rendelenmiş yüzeylerde görünür; su ve kirelmesi artırır.

Doğal koşullardan etkilenme sonucu oluşan aşınmalar, gerçekte fiziksel, kimyasal ve biyolojik bozulmaların birleşimidir.

Ahşabın renk, doku, aşınma ve mukavemet değişimi:

Renk değişimi: Ahşap malzemenin kalınlığı azaldıkça UV etkisi daha belirginleşir. Renk maddeleri azalır. İş parçacıklarının neden olduğu kirlenme ve lekelenmeler oluşur.

Doku bozulması: Devamlı şişme ve çekmeden dolayı yüzeye yakınlılarda kabarmaya, pürüzlenmeye, çatlamaya, dökülmeye olur. Aşırı oksidasyonun neden olduğu yüzey bozulması görülür.

Aşınma: Çevşek parçacıklar rüzgar, yağmur, kar ve kumlarla yerlerinden koparılır. Ahşabın yumuşak kısmı, sert kısmından daha çabuk aşınır ve rengi değişir. Bütün bu dış etkiler altında ahşap yüzeyinin 12 yılda 1 mm kaybettiği saptanmıştır.

Mukavemet değişimi: Rutubetin ahşaptaki mukavemet özelliklerine etkisi

Basıncı: Rutubet %0'dan %30'a, yani lif doygunluğuna ulaştığında, basıncı mukavemeti ortalama 4 kat azaltmaktadır. Daha fazla rutubet oranı ise mukavemeti etkilemez.

Rutubet, liflere paralel yöndeki basınç mukavemetini liflere dik yöndekilere göre daha çok etkiler. %1 oranındaki rutubet artışı liflere paralel yöndeki basınç mukavemetini %5 azaltır.

Çekme: Maksimum çekme mukavemeti rutubet %8 - 12 arasıdayken elde edilir. Rutubette %1 oranındaki bir artış liflere paralel yönde %3, liflere dik yönde ise %1.5 oranında mukavemet azalmasına sebep olur.

Eğilme: Maksimum eğilme mukavemeti rutubet %3-5 arasıdayken elde edilir. %1 oranındaki rutubet artışı ile eğilme mukavemeti %4 azalır. %8-15 arasındaki rutubet artışı ile mukavemet azalışı arasında doğru orantı vardır.

Makaslanma: %1 oranındaki rutubet değişimi ile %3 direnç değişimi olur. %0-25 arasındaki rutubette mukavemet azalması doğru orantılıdır.

Burulma: Rutubetteki %1'lik değişimle %3 direnç değişimi olur.

Yarılma: %2-17 arasındaki rutubette maksimum mukavemet vardır. %12'nin altındaki %1 azalma ile %3-7, %17'nin üstündeki %1 artma ile %1-2 mukavemet azalması olur.

Sertlik Rutubetin %0danlif doygunluğundaki %30 değerine kadar artmasıyla sertlik azalır, sonraki artışlarda değişme olmaz. [15]

Ahşapta Kimyasal bozulma:

- Nötr asit nitratlar, kloratlar, alkaliler, fenol, kalsiyum ve çinko tuzları, kuvvetli bazıktuzlar, sodyumsülfid ve sodyumkarbonat ahşabı bozar. Deterjan ve sabun gibi zayıf alkaliler ahşap yüzeyini yumuşatır.
- Seyreltik madeni asitler selüloz daha küçük zincirlere hidrolize olmasına neden olur, bu da ahşabı kırılgan yapar. Madeni asitlerin yoğunluğu %25'in altında ise ahşabın dayanıklılığı iyidir. Organik asitlere karşı da %60 yoğunluğa kadar dayanır.
- Ahşabın hemiselüloz ve lignini alkalilerde erir.
- Organik eriticiler şişme oranına göre ahşabı zayıflatır.
- Oksitleyiciler hücre duvarının bileşenlerini etkilerler.
- Kimyasal bozulmalar, kimyasal maddenin hücre duvarına ulaşım oranına bağlıdır.
- Selüloz ve lignin oranı arttıkça dayanıklılıkta artar.
- Yangınısıya bağlı bir kimyasal bozulmadır.
- Hava kirliliği ve asit yağmurları, ahşabı fiziksel ve biyolojik bozulmalar kadar ciddi etkilemez. Halbuki taş ve demir bu etkenlerle ahşaptan daha fazla bozulur. [15]

Ahşapta Biyolojik Bozulma

Ahşabın bozulmasına neden olan biyolojik varlıklar bakteriler, mantarlar, böcekler, deniz canlıları, kuşlar ve memelilerdir. Ayrıca yosunlar, algler ve likenlerde ahşaba zarar verir.

Bakteriler: Çok ıslak (suyun içinde bulunan) veya yeraltı suyuna maruz kalmış ahşaba saldırırlar. Önce ırsınsal hücrelere giderek nişasta ile beslenir sonra diğer hücrelere geçerler. Selülozu bozabilirler. Bakteri saldırısıyla mukavemet azalması çok yavaştır ama hücre duvarı üzerinde yer alan geçitlerin kapaklarını tahrip edip su geçirirliğini arttıırırlar. Bu olay uzun süre suda kalan tırmuklarda sık görülr. Bakteriler ahşap koruyucularını parçalayabilir veya etkinliğini azaltır, aynı zamanda mantarlara karşı mukavemeti düşürürler. Saprojen basilleri ise ahşap hücresinin duvarlarını tahrip ederek bozulmasına neden olur. Bakteriler 20-30 °C sıcaklık ve % 80-100 bağıl nemdeğerlerinde gelişirler.

Mantarlar: Mantarlar, rutubetli ortamda ahşaba saldıran ilkel bitkilerdir. Mantarların klorofilleri olmadığı için CO₂'den organik maddeler üretmez ve diğer bitkilerin ürettiğı malzemeleri tüketirler. Canlılarla geçinen (parazit) veya ölülerle geçinen (saprofit) varlıklardır. Ortamda ağaçları çürütebilen bazı mantarlar, yapılarıdaki ahşabı da çürütür. Oşturdukları çürüme daha çok bodrumlarda, duvara gömülmüş kiriş başlarında, süpürge arkalarında ve pencere çerçevelerinde görülr. Ahşabı enine ve boyuna çatlatır, dik açılı kutucuklara bölerler. Ahşabın rengi değişir, daha kahverengi olur, özgül kokusunu kaybeder, kırılgaşıır, çarpılır ve boş bir ses verir. Sonuçta ahşap yapı elemanının görünümünü bozar.

Rutubet mantarların gelişimi için en önemli etkidir. Ağaç türüne göre %5-50 arasındaki rutubet değıerleri gelişmeleri için en uygun ortamdır. Pek çok yapıda, iyi ısıtılmış ve havalandırılmış odalarda ahşabın rutubeti %10 civarındadır. Bazen çatı arası ve bodrumüstü döşemelerde, özellikle kışın %18-20 olabilir. Yani çoğı zaman mantarların üremesi olasıdır. Ancak yapıya ilave bir rutubet girişı dengeyi bozar. Bu ilave rutubet çatıdan, zeminde yükselen sudan, yoğışmadan, dışarıdan sızan sudan, veya tesisat kaçaklarından olabilir.

Pek çok mantar 0-40 °C arasında yaşar, ancak büyüme hızları sıcaklıkla değişir. Sıfır derecenin üstünde çok yavaş, normal sıcaklıkta (25-30 °C) hızlı, yüksek sıcaklıkta yine çok yavaş gelişirler. Düşük sıcaklık mantarları öldürmez, ancak fırında kurutulmuş ahşapta 49-57 °C de bazı mantar cinsleri ölür. Buhar fırınlarında 49° C de 24 saatte, 63° C de 3 saatte ahşap sterilize olur.

Eğer ahşapta hava oranı hacim olarak %20 ise çürümeye elverişlidir. Oksijenin miktarını %4 hava basıncı veya havadaki oranın %5'i dır.

Çürüme: Islanan ve ıslak kalan ya da %22'den yüksek rutubetli ortamda kalan ahşap, çürümeye hazırdır. Bazı tür ağaçların öz odunları dayanıklıdır. Bütün ağaçların dış odunları ise daha kolay çürürler ve bu nedenle ıslak ortamda kalacaklarsa ilaçlanmaları gereklidir. Sedir, Köknar, Ladin, gibi ağaçların bazı türlerinin çürümeye karşı doğal dayanıklılıkları vardır. Yine de doğrama yapılırken dış odun kullanılmalıdır.

Ahşabın kötü koşullar altında kalması ya devamlı ya da ara sıra olur. Toprağa değen veya su içinde kalan ahşap suyu emer ve rutubet oranı yükselir, böylece devamlı tehlike altında kalır. Böyle bir ahşap için daha kapsamlı koruma önlemleri alınmalıdır. Ara sıra kötü durumda kalan ahşap ise genellikle tasarım hatası, yoğunlaşma, diğer malzemelerin hataları, işçilik hataları, bakım noksanlığı gibi nedenlerden dolayı ıslanır. Bu durumda kalacak olan ahşaba uygulanacak koruma önlemleri daha basit olabilir.

Böcekler: Böcekler canlı ağaçlar, yeni kesilen ağaçlar veya kuru ahşapta bulunur ve en çok da ahşap içinde aylarca veya yıllarca yaşayabilen larvaları vasıtasıyla tahriata neden olurlar. Hayvanlar dünyasının %80'ini oluşturan 800.000'i sınıflandırılmış 1.500.000 türü vardır. Böcekler sınıfındaki 26 takımdan özellikle 3 türü (Coleptera: kırık kanatlılar, Hymenoptera: karınca ve eşek arıları, Isoptera: termitler) ahşaba saldırır. [15]

Delici böcekler ahşapla beslenenler ve ahşapta yaşayanlar olmak üzere iki ana gruba ayrılırlar. Bazı tür böcekler yalnız yapraklı veya iğne yapraklılarda, bazıları her ikisinde, bazı böcekler de ancak özel bir tür ağaçta yaşayabilirler. Gene bazıları ağacın yalnız dış ve iç odununda, bazıları her ikisinde de bulunabilir. İlkbahar odununda lignin az olduğundan tahribatları fazla, iç odunda daha azdır. Ahşabı delen böceklerin çoğu nemli ahşabı seçer. Bu nedenle rutubet, böcekler için uygun bir ortam yaratır.

Denizlerde bulunan ve üreme hızları fazla olan bazı canlılar deniz içinde bulunan ahşap yapı elemanlarını kısa sürede ve tehlikeli bir şekilde tahrip ederler. Bunlar genellikle midye familyasından oyucu midyeler ve istakoz familyasından bazı türlerdir. Oyucu midyeler çam türlerini beş yıl gibi kısa bir sürede tahrip etmekte selvi ve kestane ise daha uzun yıllar dayanmaktadır.

Yangın: Ahşap ısıyı iyi iletmez ama yanıcıdır. 204° C sıcaklığa ulaştığında metanol, 249° C de başka bazı yanıcı gazlar çıkarak ahşabı ateşler. Ahşabın rutubetli veya ıslak olması tutuşturmayı geciktirir.

3.2.2 Kagir Malzemelerde Oluşan Hasarlar

Yapıda kullanılan kagir malzemeler, doğal taşlar, beton, pişmiş toprak malzemeler ve kerpiç yapı malzemesi olarak incelenebilir.

3.2.2.1 Doğal Taşta Oluşan Hasarlar

Çok eskiden beri yapı malzemesi olarak kullanılan doğal taşlar, yapıya belli bir ağırlık getirirler, işleme ve kullanıma olanaklarının zorluğu yanında yer kaybına neden olmaları ve malzeme teknolojisinde meydana gelen aşamalar nedeniyle günümüzde ancak özel amaçlarla kullanılmaktadırlar.

Doğal taşlar oluşumlarına göre püskürük, tortul, başkalaşmış kütleler olmak üzere üç ana grupta toplanır. Bu kütlelerin derinlerde, erime, kristalleşme, çeşitli atmosfer etkileri ile dağılma, çökme, basınç, ısı ve kimyasal faktörlerle de başkalaşma uğrayarak bir değişime dönüşme olanağı vardır.[16]

Doğal taşların yapıda kullanılmaları:

Doğal taşlar, dayanıklılığı nedeniyle eski çağlardan beri kullanılmaktadır. Doğal taşlar, oluşumları sonucu meydana gelen farklı içyapıları nedeniyle farklı özellikler gösterirler. Bu nedenle, yapıdaki yeri ve amacına göre bu özellikleri itibarıyla kullanılmalıdır. Erken bozulmaların olmasına için, seçimi ve kullanımı sırasında dikkat edilmelidir.

Yapıda konstrüksiyon (temel ve duvar örgülerinde), kaplama (duvar döşeme, çatı, yol), dolgu-izolasyon (ısı, yangın) ve agrega malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Doğal Taşta Oluşan Fiziksel ve Mekanik Hasarlar

Yapıdaki kullanımyerine göre doğru taş ve doğru işçilik kullanılması durumunda malzemede kırılmalar veya aşınmalar meydana gelmektedir.

Binaların taşıyıcı sistemlerinde ilk tasarımdan gelen boyutlandırma hataları varsa; duvar, ayak, payanda gibi öğeler üzerine gelecek yatay ve düşey yükleri karşılayacak kesitlerde yapılmamışlarsa ciddi hasarlar ortaya çıkar. Yüke göre yetersiz kesitli bir duvar zamanla bel verir, payandaların yetersiz olması durumunda, kemer, tonoz veya kubbede açılmalar olur, hatta bina yıkılabilir.

Kullanılan taş malzemelerini iyi nitelikte ol maması, bozul malarını hızlandır maktadır. Taşların içinde kil tabakalarının ve başka yabancı maddelerin bulunması hızlı aşınmaya, taşın içinde bulunan yabancı tabakanın damardan kopup ayrıl masına neden olur. İstanbul'daki tarihi yapılarda en çok kullanılan küfeki taşı Mimar Sinan zamanında Bakırköy- Güngören taraflarından çıkartıl maktaydı. Bu gibi taşların doğal haldeki damları yere paralel hal dedir. Bu taşların suyu şayet yere dik olarak yapıya konulduğunda taşlarda cepheden geriye doğru dökül meler şeklinde bozul malar oluş maktadır. [16]

Suyla ilgili olan don olayı da taş yapıları tahrip eden önemli etkenlerden biridir. Çatlaklara giren su donduğunda kama etkisi yaparak çatlakların büyü mesine, büyük parçaların kop masına yol açar.

Doğal Taşta Oluş an Knyasal Hasarlar

Yapıyı oluşturan bileşenlerin uygun bir bağlayıcı malzeme ve tekniikle taş yapılarda blokları birleştir me için kullanılan kenet ve mil gibi korozyona uğrayabilecek demir bağlantı elemanlarının iyi izole edil mmesi sonucunda, derzlerden içeri giren su demir öğelerin paslan masına neden ol maktadır. Paslanma sırasında hacmi büyüyen kenet ve miller, yarattıkları iç gerili me birleştirdikleri duvar bloğunu veya söve, sütun başlığı gibi mimari bileşenleri çatlatmakta, müdahale edilmediğinde parçalan maktadır.

Yağmur sularının yüzeyden akarken yaptıkları aşındırıcı etki de, özellikle kolayca aşınan taşlarla yapılmış yüzeylerde önemli hasarlara yol açabilir.

Doğal Taş malzeme de hasar oluşumunu azaltmak için;

Doğal taş yapıda konstrüktif amaçla kullanılacaksa;

- Taş örgüsünde kullanılan minimum duvar kalınlığı 50cm olmalıdır. Ancak bu kalınlık kaba duvarda 45cm ye, kesme taş duvarda 40cm ye kadar indirilebilir.
- Yüklerin eksantrik olarak etki mmesi sağlanmalı ve duvar hiçbir yerde çekme geril mesi meydana gelmeyecek şekilde yapılmalıdır.
- Duvar örülmesi sırasında en az 1.5 m aralıkla hatıl yapılmalı veya tesviye edil mlidir.
- Taşın harcın basınç mukavemeti arttıkça örgü çeşidi ve işçilik kalitesi iyileştikçe duvarın mukavemeti de art maktadır. Bu nedenle malzeme ve işçiliğe önem veril mlidir.

- Duvar da bir bütünlük ve davranış beraberliğini sağlamak için derz kalınlıkları önemli dir. Derz kalınlıklarının, moloz taş duvarlarda 4cm çekiçle kabaca düzeltilmiş taş duvarlarda 2-3cm taş duvar da 1.5-2.5cm kesme taş duvar da 1-2cm den daha fazla ol mamasına dikkat edil meli dir.

Doğal taş yapı da kaplama malzemesi olarak kullanılacaksa;

- Taşın türünün tespiti nde taşın dokusuna, d a m larına, aşınma mukavemetine ve işlenebilir özelli ğ ne dikkat edil meli dir.
- Aşınma etkisine maruz kısımlarda sert taş bordürler kullanılmalı veya metal elemanlarla takviye edil meli dir.

3.2.2.2 Betonla Oluşan Hasarlar

Beton çimento, kum ve çakıl ya da kırma taşın uygun miktarda su ile karıştırılmasıyla elde edilen karışımdır.[3]

Basınca gösterdiği direnç yanında çekme mukavemetinin zayıf olması nedeniyle de m irle takviye edilmiş olarak kullanılması öngörül müştür.

Betonla Oluşan Fiziksel Hasarlar

Beton Yapılardaki fiziksel hasar sebeplerini aşağıdaki listede topluca görebiliriz

- Beton üretimi sırasındaki olaylar;

Kalıp yüzeylerinin yerel otur maları, düşey kalıplarda oynama lar, vibrasyon, taze betonun ayrışması, plastik rötre, taze betonun bünyesel rötresi, erken kalıp alma sertleşmiş beton rötresi, termik gerilmeler (hava sıcaklığı değış meleri, beton iç sıcaklığındaki değış meler, yangın-yüksek sıcaklık etkileri), darbe (şok) dalgaları, aşınma

- Hat alı detaylar;

Keskin dar açılı köşeler, ani kesit değış meleri, prefabrike döşeme ve kirişler arasındaki rijit derzler, narin eğilme elemanlarının aşırı bel ver meleri, derzlerdeki sıkıntılar, yetersiz drenaj, dilatasyon derzlerindeki yetersiz açıklık kolon, kiriş ve payandalar da öngörül memiş ilave kayma gerilmeleri, kesit ve malzeme lerin uyumsuzluğu, sünmesini hesaba katıl maması [17]

Bunların dışında betonda hasar oluş masına sebep olan di ğ er faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

Rötre ve Şişme; Çimento hamurunun kuru havada büzülme (rötre), suda ise şişme gösterme özelliği vardır. Betonda rötre miktarı %0.2- %0.8 değerindedir.[6]

Donma; Betonun donmadan zarar görmesi, boşluklarındaki suyun donması sonucu olur. Betonda çimento hamuru ve agrega boşlukları olmak üzere iki türlü boşluk vardır. Suyun 0 °C de buz haline geçerek hacim genişlemesine uğraması beton bünyesinde gerilmelerin meydana gelmesine sebep olur ve malzeme dağıtır.

Yangın Sıcaklığın artışına bağlı olarak betonun bünyesinde çeşitli değişimler meydana gelir. 700°C'de çimentoyun silisli hidrasyon ürünleri kristal sularını kaybederek %2 oranında rötre gösterirler. Ayrıca çimento bileşenlerinden CaO açığa çıkar ve soğuma sırasında su buharı ile birleşerek Ca(OH)₂ haline dönüşür ve betonda hacim genişlemesi meydana getirir.

Ayrıca yangın esnasında beton içindeki demir donatılar genişlemeye uğrayarak betonun çatlamasına sebep olurlar.

Betonda Oşan Kimyasal Hasarlar

Beton yapımında kullanılan kumçakılın içinde bulunması veya belirli değerleri aşacak oranda bulunması yasaklanmış zararlı maddeler vardır. Kıl, kil toprakları, kömür artıkları vb. maddeler bu gruba girerler. Bunlar rutubet değişimleri sırasında hacim değişimleri göstererek çatlamalara sebep olurlar. Rötreyi arttıran katkı maddeleri, bazı zararlı tuzları içeren beton karma sularında zararlar meydana getirirler.

Zemin suyu, ayrışan bitki kökleri nedeniyle çoğunlukla asit karakteri alır. Asitler veya asite dönüşebilen organik bileşenler, alkali betonlar üzerinde zararlı olup, ayrışmalara yol açarlar. H₂SO₄, HCl, HNO₃ gibi kuvvetli asitler ise betonu tamamen çözer ve parçalarlar. Aynı biçimde sülfat tuzları içeren sular da, sertleşmiş betonlarda önemli hasarlar oluştururlar.[17]

Betonda Oşan Biyolojik Hasarlar

Beton yüzeyinde, deniz suyu altında veya rutubetli ortamlardaki yatay yüzeylerde yosunlar, mantarlar yetişir. Bu mikro bitkiler klorofil yen beslenme sırasında CO₂ yayarak zararlı olurlar, ayrıca bunların çözülmesi, bozulması hümk asitleri oluşturur, böylece beton asit etkisine maruz kalır.

Betona etkiyen mikro organizmalar arasında yaşamlarını oksijenli ortamda (Aerobik bakteriler) veya oksijensiz ortamda (Anaerobik bakteriler) sürdürenler

vardır. Anaerobik bakteriler kükürdün oksijenli bileşenlerini redükleyerek H_2S 'ye dönüştürürler. Aerobik olanlar ise bu reaksiyonu tersine geliştirerek H_2S 'yi H_2SO_4 haline getirirler. Kanalizasyon boşaltma sularında, sülfatlı suların çökeltme havuzlarında bu bakterilerin gelişen etkileri görülür. Önce Anaerobik bakterilerin oluşturduğu H_2S , betonu $Ca(OH)_2$ 'sini nötrleştirir ve asit etkisiyle hasar oluşturur. Bu genellikle kuru ortamda gelişir, ortamı ıslanınca H_2S , H_2SO_4 'e aerobik bakteriler vasıtasıyla dönüşür. Bu defa da sülfat etkisiyle parçacıklar oluşur. Bir kısım bakteriler ise çıkardıkları enzimlerle etken olurlar. Bu enzimler biokatalizördür ve bazı organik maddeleri fermente ederek organik asitlere dönüştürürler. Asit etkisi betonu tahrip eder.

3.2.2.3 Pişmiş Toprak Yapı Malzemesinde Oluşan Hasarlar

Su ile yoğrulduğu zaman istenilen şekli alabilen, pişirildiğinde ise su geçirimsizlik ve mukavemet kazanan, ana maddesi ince taneli kil olan, inorganik esaslı yapı malzemeleridir. [6] Aynı anlamda olan *seramik* ve *keramik* kelimeleri, kökü yunanca kil anlamına gelen keramos kelimesinden gelmektedir.

Belirli bir üretim sürecini geçirdikten sonra, kil sert ve deform olmayan, bazı özel etkenler hariç dış etkilere etkilenebilen bir malzeme haline gelir. Bu niteliği kazanabilmesi için kilin pişirilmesi gereklidir. Seramik malzeme üretiminde, kil hamuruna belirli maddeler katılıp değişik şekillendirme yöntemlerinden yararlanılır. Kullanılan hamurun bünyesine uygun bir pişirme ile seramik malzeme istenilen niteliği kazandırma olanağı vardır.

Seramik, gerektiğinde en basit üretim yöntemleri ile sınırlı olanakları olan bir malzeme olarak elde edilebildiği gibi, modern teknolojik olanaklardan yararlanmak suretiyle çok geniş kullanma ve uygulama alanı olan bir malzeme niteliğini de kazanmaktadır.

Seramik yapılarında kullanılan kilin başlıca dört özelliği vardır. Bunlar : Plastisite, Kohezyon, Renk ve Rötire özellikleridir.

Plastisite Özelliği: Ezilmiş kile uygun miktarda su karıştırıldığı zaman, işlenebilir ve şekillendirme özelliği verir. Böylece kil kolayca şekil alır.

Kohezyon Özelliği: Kil hamuruna kuruduğu zaman kendisine verilmiş olan şekli muhafaza etme kabiliyeti sağlar.

Renk Özelliği: Killer metal oksitlerle karışık bir şekilde bulunduklarından doğal olarak renklenmiş durumdadırlar. Kili saf olmasi halinde rengi beyaz olur ve kaolen

adını alır. Kilin renginden, içinde bulunan maddeler hakkında bir fikir edilebilir. İçinde ihtiva ettiği maddelere göre sarı, pembe, kırmızımsı, mavimsi gri, yeşil ve siyahımsı olabilir.[18]

Rötre Özelliği: Kil su ile yoğrulup şekillendirildikten sonra kurumaya terk edilirse şekillendirme sırasında verilmiş olan ölçüler küçülür. Diğer bir deyişle kil hamurunun kuruma sırasında hacmi küçülür. Bu olaya kilin rötre yapması denir. Rötre, kilin kuruması sırasında olduğu gibi pişme sırasında da devam eder. Kilin kuruması sırasında meydana gelen rötre, kilin plastisite özelliğine sıkı bir şekilde bağlıdır. Rötre olayı sonucunda malzemede çatlaklar oluşabilir.

Gözenekli ve gözeneksiz pişmiş toprak malzemeler, dokusu, sertliği, mukavemeti ve su emmesi açısından birbirinden farklı özellikler gösterir. Örneğin, gözenekli pişmiş toprak yapı malzemeleri topraksı dokusu, çizilen yüzeyi, düşük mukavemeti ve su emmesi ile, gözeneksiz pişmiş toprak malzemeden kolayca ayrılır.

Kilin pişirilmesi:

*100-200 C $\oplus$ Kil bünyesindeki serbest suyu verir ve sertleşme özelliği gösterir. Bünyesindeki hacim küçülmesi buharlaşan suyun miktarına eşittir. Olay tersine dönebilir karakterdedir.

*250-500 C $\oplus$ Kilin bünyesindeki molekül suyu kaybolmuş ve SiO₂, Al₂O₃ açığa çıkmıştır.

*550-800 C $\oplus$ Artık kilin bünyesine su alarak eski haline dönme özelliği kaybolmuş, bir miktar su geçirimsizlik ve mukavemet kazanmıştır.

*800-1000 C $\oplus$ Açığa çıkan SiO₂ gözenekleri tıkamış ve genişleme olayı sonucu kil tanaş su geçirimsiz ve mukavemetli bir madde haline gelmiştir.

*1000-1400 C $\oplus$ Camlaşma olayının meydana geldiği sıcaklıklardır.

Kil plastiklik özelliği kazanması için uzun süre dolu havuzlarda bekletilmelidir. Ayrıca içine, rötre azaltıcı katkı maddeleri (petrol) gibi ilave etmek mümkündür. Pişmiş toprak malzemelerde hamurun kıvamı üretilcek malzemenin özelliğini etkilediği için önemli bir faktördür. Örneğin ateşe dayanıklı malzemeler için kuru kıvam (%0 su), çeşitli pişmiş toprak malzemeler ve greler için yarı kuru kıvam (%0-20 su), fayans ve porselen için ise yumuşak kıvam (%25-30 su) halindeki hamur çeşitleri karıştırma işlemlerinden sonra hazırlanmıştır.

Piştirme işlemi üretimi için en önemli ve itina isteyen bölümdür. Özellikle çatlanma meydana gelmesi için sıcaklığın azar azar yükseltilmesi ve eksiltilmesi gerekmektedir.

Sırlama, pişmiş toprak malzemenin yüzeyine daldırma, fırça ve pistole ile uygulanan metal oksitlerin pişirilmesi suretiyle yapılır. Sırdan önce veya sırdan sonra uygulanan çikartma metodu ile çeşitli desenler elde edilebilir. Özellikle dikkat edilmesi gereken husus, pişirilmesi sonucu akma ve çatlamalar meydana gelmesidir.

Pişmiş toprak malzemeler iç yapı olarak karma sistemler içinde yer alırlar. Bu malzemelerde aranan en önemli özellikler, pişme derecesine bağlı olarak bünyelerinin homojen, sert ve geçirimsiz dokulu olmasıdır. Pişmiş toprak malzeme, su geçirimsizlik özelliğiyle tuğla ve kiremitte önem kazanır.

Seramik Malzemelerde Oluşan Fiziksel Hasarlar:

Seramik malzeme için su emme oranı boşluklu olanlar için önemlidir. Su emme değeri seramik malzemenin kullanım amacını belirlemektedir. Bu büyüklük, malzemenin ne oranda boşluklu olduğunu gösterdiği için aranan fonksiyonu karşılayacak büyüklükte olmalıdır.

Dona dayanıklılık seramik malzemeler için aranan başlıca özelliktir. TS 202 ye göre, donda dayanıklılık aranan fayanslarda 25 kez dondurma ve çözme işlemi sonucunda çatlanma, kopma ve parçalanma görülmesi gerekmektedir.

Yeterli fiziksel dayanıma sahip olmayan seramik malzeme zamanla çatlak, kopma, pullanma, dağılma gibi hasarlar görülebilmektedir.

Isıl genleşme nedeniyle dolayı da özellikle sırlanmış malzemelerde önemli hasarlar ortaya çıkabilir. Sır ile sırlanan seramik malzemenin genleşme katsayılarının farklı olması sonucu sır'da pullanma, kopma ve çatlamalar sık sık görülebilmektedir.

Aşınma etkisi de seramik malzemeler için fiziksel hasar oluşturan etkenlerden biridir. Aşınma birbirine değen veya birbirine göre hareket eden cisimlerde meydana gelmektedir. Seramik yapı malzemelerinde daha çok döşeme kaplaması olarak kullanılanlarda söz konusu olmaktadır. Aşınma dayanımı hakkında yüzey sertliği yardımı ile fikir edilebilir.

Seramik Malzemelerde Oluşan Mekanik Hasarlar:

Seramik malzemeler bünye yapısı yönünden kırılgan karakterde bir malzemedir. Bu tür malzemelerin mekanik zorlamalar altında kırılmaları ani olmakta ve malzeme çok

az defarasyon yapmaktadır. Bu nedenle bu tür kırılmalara gevrek kırılma denmektedir. Genelde kırılma karakterdeki malzemelerin basınç dayanımları çekme dayanımlarından çok yüksektir.

Seramik yapı malzemelerinde mekanik etkiler kullanıldıkları yere göre değişir. Örneğin, Taşıyıcı nitelikteki duvar tuğlaları için basınç dayanım, kiremitler ve kaplama malzemeleri için eğilme dayanım ön plandadır.

Bir tuğla duvar örülürken harcın düzgün bir yüzey oluşturması ve yükleri üniform olarak bütün tuğla kesitlerine dağıtması gerekir. Burada tuğlanın basınç mukavemeti kadar harç mukavemeti, duvarın narinliği ve işçilik şartları da önemlidir.

Seramik malzeme kullanımyerinin gerektirdiği dayanıklılığa sahip değilse zamanla malzemede hasar düşümü kaçınılmazdır.

Seramik Malzemelerde Oluşan Kimyasal Hasarlar:

Seramik malzemelerin yapıda kullanılmaları ile ilgili olarak karşılaşılabilecekleri bazı belirgin kimyasal olaylar ve etkenler vardır. Bunlar; Çiçeklenme (effloresans) olayı, seramik malzemelerde kireç ve manyezi bulunması ve seramik malzemenin kimyasal etkenler karşısındaki davranışlarıdır.[18]

Çiçeklenme: Çiçeklenme, harçta ve pişmiş toprak malzemede bulunan suda eriyebilen nitelikteki tuzların malzemedeki kılcal boşluklardan hareket ederek yüzeye çıkmaları ve burada suyun buharlaşması sonucu birikmesi olayıdır.

Harç ve pişmiş topraktaki eriyebilen tuzlar, bu malzemelerden oluşan yapı elemanının gerek yapımı ve gerekse yapımından sonra ıslanması sonucu eriyerek çiçeklenmeye sebep olurlar.

Topraktan ve harç bünyesindeki kireçten yoğunlaşma ve kapiler süzülme yoluyla tuğlaya geçen bazı tuzların erimeleri ve yüzeyde tortulmaları sonucu meydana gelen çiçeklenmeler Na_2SO_4 , KNO_3 , $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ kökenlidir. Çiçeklenmelerinin su veya asitle yıkanarak giderilmesi mümkünse de, özellikle $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ çiçeklenmesi tuğlanın bünyesini tahrip ettiği için mukavemet düşmesine neden olur. Çiçeklenmeyi önlemek için her şeyden önce tuğla duvarının toprak ve su ile temasını kesmek veya harç içine %2 oranında CaCl_2 ilave etmek gereklidir. TS 562 ye göre, çiçeklenmeyi önlemek amacıyla kiremitlerde sönmüş kireç ve magnezi arannması için gerekli deneylerin yapılması şart koşulmuştur. Bu deney, numunelerin 2 saat suda kaynatılmasından sonra bünyedeki çatlakların araştırılması şeklindedir.[6]

Seramik Malzemelerde Kireç ve Manyezi Bulunması:

Pişmiş toprak içinde CaO veya MgO olarak bulunan kireç veya manyezi, su yada nem ile karşılaştığı zaman hidroksit haline dönüşür ve bir hacim artması meydana gelerek pişmiş toprak malzeme zarar verir.

Meydana gelen hidroksit, büyüklüğüne ve pişmiş toprak malzeme içindeki yerine göre pişmiş toprağın kısmen veya tamamen parçalanmasına sebep olur.

Seramik Malzemenin Kimyasal Etkenler Karşısındaki Davranışı:

Özellikle sıhhi tesisat malzemesi olarak kullanılan seramik yapı malzemeleri ile fayans ve gre tütünden duvar ve döşeme kaplamalarının asit, alkali ve deterjanlara karşı dayanıklı olması beklenir. Döşeme kaplamaları dışında kalan bu tür seramik malzemeler daha sırlanmış olduklarından dış kimyasal ve mikroorganizma etkilerine karşı son derece dayanıklıdır. Örneğin 800-1200 C'de pişirilmiş seramik türlerine HF asidi dışında hiç bir asidin etkisi yoktur.

3.2.2.4 Kerpiçte Oluşan Hasarlar

‘‘Zerreleri birbirine bağlanacak derecede kil içeren, kumlu toprakların katkı maddeleriyle karıştırılıp su ile hamur haline getirilmesiyle elde edilen yapı malzemesidir.’’ [4]

Yapı malzemesi olarak kullanılan toprak, değişik özelliklerdeki unsurlardan oluşan bir bileşiktir. Kum çiskelet rolünü oynarken, iç yapışkanlığı sayesinde kil, bağlayıcı rolü oynamaktadır. Yapıştırıcı özelliği nedeniyle, kerpiç içinde minimum ölçüde kil gerekli ise de, su tutuculuğu yüzünden hacim değiştirecek olan kil, oranı arttıkça, malzeme içinde önemli bozukluklar yaratmaya meyillidir.[9]

Killer genel yapılarına göre;

Kaolinit grubu, montmorillonit grubu, illit grubu olmak üzere üç grupta toplanabilir. Kil miktarının fazla olduğu topraklarda kuruma sırasında çatlaklar daha fazla görülür. Bunu önlemek için başka maddeler katılmaktadır.

Kerpiçin mukavemetini değiştiren etkenler; Kerpiç toprağının cinsi, su miktarı, bitkisel katkı oranları, kalıba yerleştirme yöntemleri, kurutma süresi ve yöntemi, stabilize kerpiçte kullanılan bağlayıcı madde cinsi ve miktarı olarak sıralanabilir.[19]

Bölüm 4.1.3'te Kerpiç malzeme hasar oluşumu ayrıntılı olarak ele alınmaktadır.

3.2.3 Metallerde Oluşan Hasarlar

Metaller, yer kabuğundan cevher olarak elde edilen, serbest elektronlarla çevrili iyon-atomlardan meydana gelmiş bir kristal sistemi olup, homojen dokulu, katı veya sıvı halde özelliklerini değiştiremeyen, inorganik esaslı, demir, bakır, alüminyum çinko, kurşun gibi çeşitli yapı malzemeleridir. Bütün iyon-atomlarının birbiriyle aynı olduğu sistemlere saf metal, değişik bir orantı içinde olma haline de alaşımdenir.[6]

Metaller çok değişik türde üstün özellikleri nedeniyle yapılarda çok geniş kullanımlar bulmuşlardır. Özellikle üstün mekanik özelliklere sahip olduklarından en önemli yapı malzemelerinden biri haline almışlardır. Arı halde yumuşak ve düşük mukavemetli olmalarına karşılık alaşımlarıyla, soğuk şekil verme ve ısıtılma ile sertlik ve mukavemetleri birkaç kat artırılabilir. Ayrıca üretim sırasında dökme, plastik şekil vermeye, keserek ve talaş karıştırılarak işleme, kaynak perçin ve vida ile birleştirmeyle elverişlidirler. Bütün bunlara karşın birkaç türü hariç genellikle korozyona karşı dirençleri düşük ve pahalıdır. [7]

Metaller demir esaslı ve demirdışı metaller olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Demir esaslı metallerde ana element demirdir. Bunun yanında karbon da bir alaşım element olarak bulunur. Demire karbondan başka elementler katılarak üstün nitelikte çeşitli alaşımlı çelikler elde edilir. Demirdışı metaller içerdikleri ana elemente göre adlandırılırlar. Ana elementlerin yanı sıra bir veya birden fazla alaşım elementini katarak değişik türde demirdışı alaşımlar üretilebilir. Demirdışı metallerden en önemli olanları alüminyum ve alaşımları ile bakır ve alaşımlarıdır. Endüstride kullanılan metallerin %90'ı demir esaslı metallerdir.

• Demir Esaslı Metaller:

Demir esaslı metaller demir-karbon alaşımları ve alaşımlı çelikler olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Demir karbon alaşımlarında sadece demir ve karbon bulunur. Bunlar demirler, çelikler ve dökme demirlerdir. Alaşımlı çeliklerde ise demir ve karbonun yanında ayrıca Mn, Cr, Ni, S ve Mo gibi diğer alaşım elementleri vardır.

Demir- Karbon alaşımları:

Bu alaşımlarda temel element olan demir arı halde çok yumuşak ve düşük mukavemetlidir. İçine katılan karbon oranı arttıkça sertlik ve mukavemet artar, ancak süneklik ve tokluk azalır. Demirler, çelikler ve dökme demirler bu gruba dahildir. Demir karbon alaşımları yapı malzemesi olarak kullanılmaya en uygun metallerdir.

Demirler: Demirler çok yumuşak ve düşük mukavemetli olmalarıyla beraber plastik işlenebilir özellikleri yüksektir. Korozyona dayanıklılıkları iyidir. Ayrıca galvanizasyon ve emaye işlemleri ile bu özellikleri daha da arttırılır. Demir borular ve saçlar ergimiş çinko banyosuna daldırılarak galvanize edilir. Diğer taraftan banyo kuvvetleri ve benzeri elemanlar seramik filmlerle kaplanarak emaye edilebilir.

Çelikler: Çeliklerde karbon oranı yükseldikçe iç yapıda yumuşak ferrit fazının yanında sert ve gevrek olan demir karbür fazının miktarı artar, şekil değiştirme zorlaşır. Sertlik ve mukavemet artar, buna karşılık süneklik azalır.

Az karbonlu çeliklerin sertlikleri ve mukavemetleri düşüktür, kolay işlenir ve kolay kaynak yapılabilir. Su verme ile sertleştirilemezler, sertlik ve mukavemetleri soğuk şekil verme ile arttırılır. Genel amaçlar için kullanılan en ucuz çeliklerdir.

Orta karbonlu çeliklerin mukavemetleri ve toklukları yüksektir. Plastik şekil verilerek işlenebilirler. Şekil verildikten sonra su verme ile sertlik ve mukavemetleri birkaç kat arttırılabilir. Bu çelikler yapılarda mukavemet istenilen yerlerde kullanılır.

Yüksek karbonlu çeliklerde sertlik ve mukavemet yüksek olmalarıyla beraber, süneklikleri ve toklukları düşüktür, şekil vermek zordur. Çatlama meydana gelebilir.

Alaşımlı Çelikler: Çeliklerde sünekliği koruyarak mukavemeti arttırmak için değişik türde alaşımlı elemanları katılır. Alaşımlı elemanları mukavemet ve tokluğu arttırmadan başta sertleşme yeteneği, korozyon ve yüksek sıcaklığa dayanıklılık gibi diğer önemli özellikleri sağlayabilirler. Bu amaçla çeliğe değişik oranda Mn, Si, Cr, N, Mo, W ve Ti gibi elemanlar katılır. Böylece endüstride iki binden fazla alaşımlı çelik geliştirilmiştir.[6]

- **Demir Dışı Metaller:**

Demirdışı metaller demir esaslı metallere bazı özellikleri nedeniyle üstünlük gösterir. Bu özelliklerin başlıcaları hafiflik, korozyona dayanıklılık, yüksek ısı ve elektriksel iletkenlik, güzel görünüş ve kolay işlenebilirliktir. Arı alaşımlıdır, ısı işleme ve soğuk şekil verme ile mukavemetleri önemli ölçüde arttırılabilir, bazıları yapı çelikleri düzeyine getirilebilir. Bu metallerin en önemli sakıncası pahalı olmalarıdır.

Demirdışı metaller **alüminyum, bakır, nikel, magnezyum, çinko, kalay ve kurşun** olarak sıralanabilir. Özellikle alüminyum ve bakır yapılarda sıkça kullanılan malzemelerdir.

Alüminyum Alüminyumun en önemli özelliği hafif olmasıdır. Özgül ağılığı 2,7gr/cm³ olup demiriinki üçte biri kadardır. Alaşısız halde dayanımı 90 N/mm² civarında olmasına karşın alaşımlandırma ile 220 N/mm² ve ısıtılma (çökelme sertleşmesi) 440 N/mm² ye yükseltilebilir. Bu değer yapı çeliğinin mukavemetine yakındır.

Alüminyumun diğer bir üstün özelliği korozyona dayanıklı olmasıdır. Yüzeyinde oluşan oksit tabakası alüminyum korozyona karşı korur. Ayrıca anadizasyon ve eloksallama ile bu koruyucu tabakaların kalınlığı artırılabilir. Ancak alkali eriyikler bu koruyucu tabakayı bozmaktadır. Bu nedenle yapılarda harç sıva gibi kireç içeren malzemelerin alüminyumla sürünmesi gerekir.

Hafif, mukavemeti yüksek ve korozyona dayanıklı bir malzeme olmasından dolayı alüminyum alaşımları hafifliğin önemli olduğu yerlerde (özellikle cephelerde) kullanılmaktadır.

Bakır: Arı bakırın en önemli özelliği yüksek elektriksel, ısı iletkenlik ve korozyona dayanıklı olmasıdır. Yüzey merkezli kübik kafese sahip bakır yumuşak olup plastik işlenebilir yeteneği yüksektir. Haddelenebilir ve kolayca sac, bant, tel, boru ve profil haline getirilebilir. Çoğunlukla elektriksel iletken olarak kullanılmakta beraber binalarda çatı örtülerinde ve yağmur oluklarında kullanılmaktadır. Çevre etkisi ile yüzeyinde oluşan bakır karbonat tabakası bakır uzun yıllar korozyona karşı korur.

Metallerde Oluşan Fiziksel ve Mekanik Hasarlar

Metaller elastik davranış gösteren malzemelerdir. Ancak aşırı yükler metallerde plastik deformasyona sebep olmaktadır. Plastik deformasyonlarda kuvvetin etkisi altında malzeme meydana gelen şekil değiştirme kalıcı niteliktedir. Malzemenin türüne göre değişen bir elastiklik limiti sonunda malzeme akma (σ_{akm}) görülür ve hemen plastik deformasyona geçilir. İçyapıdaki atom ve molekül bağlarında süratle bir kayma meydana getirir.

Metallerin mekanik özellikleri büyük ölçüde bileşime ve iç yapıya bağlıdır. Bileşim aynı kaldığı halde iç yapı değiştirilerek sertlik, mukavemet, süneklik, ısı ve elektriksel iletkenlikler önemli ölçüde değiştirilebilir. İç yapı değiştirilmesi mümkün olan etkenler tanelerin büyüklüğü ve biçimi, fazları türü ve dağılımı, iç yapı kusurlarının türü ve miktarıdır. Bu etkenler alaşımlandırma, soğuk şekil verme ve ısıtılma işlemleriyle değiştirilebilir.

Met al mal ze men in atom düzeni nde veya molekül yapısı nda gör ü len bozukluklar yanı nda mal ze ne yü zeyi ndeki çatla k lar ve koro zif bozukluklar mal ze men in kop ma sı nı ç abukla ş tı ran et kenler dir.

Met allerde yangı n et ki si yle ani mukave net düş me ri ne ydana gel mek tedir. Ö ne ğ i n al ü mi nyum ilk 5 da ki ka da, çelik ise ilk 20 da ki ka da ilk mukave neti nin %90'ı nı kaybet mek tedir.

Met allerde O u ş an K i myasal Ha sarlar

Met aller, bul undukları orta ma ve elektro ki myasal özelli kleri ne ba ğ lı olarak, elektron alış ve ri ş i nde bul un mal arı sonuc u za man la yı prar ve sonunda yok ol urlar. Bu ol aya korozyon denir. Bu olay da i ki met al den di ğ e ri ne göre daha az asal ve aktif ol an met al anot gö re vi ni yü k lenerek ç ö zül me ye uğ rar. Yü zey sel ta ba ka lar (pas), lekeler ve ç ukurcuklar ve derin le me si ne ol mak ü zere çe ş itli ş ekillerde gör ü len korozyon, ha va nı n et ki si yle veya i ki met al in bir bi ri ne de ğ me si sonuc u ol a bil mek tedir. Ha va oksidasyon u ile ne ydana gelen korozyon et ki si ne de mi r dayanı ksız, bakır, al ü mi nyum ve ç i nko ise dayanı klı bir du rum gö sterirler.

Ö zelli kle tuz lu su ve al çı de mi ri, ç i men to ve kire ç de kur ş unu hız la korozyona uğ rat maktadı r.

3.2.4 Pl astik lerde O u ş an Ha sarlar

Baş ta hid ro ğ en, oksijen ve azot ol mak ü zere karbonun or ga nik bile ş i m le ri nden mi ne ral, petrol, ah ş ap gi bi do ğ al maddelerin ısı, basın ç ve ki myasal et ki lerle poli merizasyon ve kondansasyon ş ekinde molekül ve a morf yapı ları nı n de ğ i ş i mi ve yeni ba ğ lar yaratıl ma sı sonuc u, do ğ da da bul un ma yan türler olarak ne ydana gel mi ş, mak ro molekül er, or ga nik esaslı maddelere **pl astik re ç i ne** denir.[6]

Pl astik ler hafif ve kolay iş le ne bil me li ri ne deni ile çok ge ni ş uy gu la ma ala mı na sa hi ptirler. Az bir bil gi yle en karışık geo me trik ş ekill er da hi kolay ca verilebilir. Bu mal ze ne le re endüstri de pl astik ler den me si ni n ne deni ü re ti m le ri ni n bel ir li bir aş a ma sı nda pl astik kı vam al mal arı ve bir ka lı ba basın ç la en jekte edilerek ş ekin verile bil me li ri dir. [7]

Pl astik yapı mal ze ne le ri ni ise, yapı da ki kul lan ma i ste ğ i ne uy gun bir ş ekinde, ısı altı nda yu mu ş ak du ru nda i ken basın ç la veya farklı bile ş i ğ i n poli mer le ş me si sonuc u i ste ni len ş ekle sokul up ü re ti m le ri ger ç ek le ş ti ri len, çe ş itli pl astik re ç i ne le ri n farklı özelli k le re sa hi ptür le ri ol a rak ta mı na mak m ü nk ü ndür.

Plastik malzemelerin nımaride kullanım alanları çok çeşitlidir ve gittikçe de artmaktadır. Bir çok binada elektrikli aletlerde ve elektrik kabloların yalıtımında kullanılmaktadır. Atık su boruları, suya dayanıklı membran malzemeler, ıslak yüzeyler, yalıtım malzemesi, kapı - pencere çerçevesi ve duvar kaplaması gibi farklı kullanım alanları vardır.

Plastikler fiziksel ve kimyasal özellikleri çok geniş olan modern yapı malzemeleri arasındadır. Gelişmekte olması nedeniyle, işlenmesi sırasında çevresel sorunlara yol açabilmektedir.

Plastiklerin ilkel maddeleri organik bileşenlerdir. Organik bileşenlerin bel kemiği de karbondur. Genellikle doymuş hidrokarbonlar basınç, sıcaklık ve katalizör yardımı ile polimerizasyon işlemine tabi tutularak birbirlerine eklenirler. Bu şekilde elde edilen polimerler çoğunlukla amorf yapılıdır, ancak bazıları kısmen yerel kristal yapıya sahip olabilirler.

Plastikler, termoplastikler veya termoset plastikler olmak üzere başlıca iki gruba ayrılır. Termoplastikler ısı ve basınç ile şekillenirler. Tekrar ısı uygulandığında yumuşar ve şekillendirilmeye uygun hale gelirler. Teorik olarak geri dönüştürülebilirlerdir. Termoset plastikler ise yine ısı ile şekillenirler ancak bu işlem sadece bir kez gerçekleşir. Bunlara en güzel örnek fiber glas malzemedir.[6]

Plastik yapı malzemelerinin ana maddeleri olan plastik reçineler çeşitli doğal maddelerin sıcaklık, basınç ve kimyasal etkilerle polimerizasyonu ve kondansasyonu sonucu üretilmektedir. Sentez yoluyla bileşiğin kendi küçük moleküllerinden daha büyük moleküllerin üretilmesine *polimerizasyon*, iki veya daha çok ayrı molekülün su molekülleri dışarda kalacak şekilde birleşmeleri ve büyümelerine ise *kondansasyon* denir.

Plastik Malzeme Oluşturan Fiziksel ve Mekanik Hasarlar:

Plastik malzemelerin genel özelliği, amorf içyapı ve ısıya karşı düşük dayanım göstermeleridir. Plastiklerin diğer önemli bir özelliği de uzun sürede görülen mekanik dayanımlarının kısa süredeki ne orana çok daha çabuk düşme göstermesidir. Ancak plastikler atmosfer etkilerine yüksek dayanım gösteren ve doğada kolay yok olmayan malzemelerdir.

Plastik malzemelerin mekanik özelliklerinden, gerilme- deformasyon eğrisi diğer yapı malzemelerine oranla çok farklı bir şekil gösterir. Malzeme elastik deformasyon ve akma sınırı geçtikten sonra mukavemet düşmesi görülür ve bu

değer yavaş yavaş bir maksimum değere ulaştıktan sonra kopma meydana gelmektedir.

Lineer polimerlere kuvvet etkisinde atomların bağ eksenleri etrafında dönmesi, bağ açılarının büyümesi ve bağların doğrulması sonucu önemli büyüklükte elastik değiştirme oluşur.

Kuvvet etkisinde zincirler arası zayıf bağlar kısmen kopar, zincirler birbiri üzerinde kayar, bu arada zayıf bağların bir kısmı tekrar oluşur. Sabit gerilme altında bu olay zamanla yavaş ve sürekli ilerler. Bu davranış polimerlerde sünmeye neden olur. Bu şekilde sabit gerilme etkisinde sürekli artan şekil değiştirmeye viskoz şekil değiştirme denir.

Plastikler metaller gibi hem elastik hem de plastik şekil değiştirebilirler. Elastisite modülleri metallerinkinden çok daha düşüktür. Plastiklerin büyük bir çoğunluğunda oda sıcaklığında sünme oluşur. İç yapıya ve sıcaklığa bağlı olarak viskoz davranıştan gevrek davranışa kadar geçiş gösterirler.

Normal koşullarda yavaş yükleme hızında viskoz şekil değiştiren bir polimer çok yüksek hızlı yüklemelerde (çarpma hali) gevrek davranış gösterebilir.

Plastik Malzemelerde Oluşan Kimyasal Hasarlar:

Genellikle polietilen ve nitroselülüz hariç diğer plastik malzemelerde eskime etkisi hiç yoktur. Ayrıca teflon, PVC, melamin ve epoksi gibi plastik türleri çeşitli kimyasal etkilere yüksek dayanım gösterir. Bunun yanında korozyf ortamlarda plastiklerin şişmesi ve ağırlıklarının artması sonucu mekanik özelliklerinde düşme saptanmıştır. Bu nedenle korozyon plastiklerin sadece yüzeyini değil, tümünü etkiler diyebiliriz.

Sıcaklık etkisiyle yumuşayan polimerlerde kovalan bağlar kopmaz ve zincirler birbiri üzerinde kayar. Ancak aşırı sıcaklık H ve atom grupları koparabilir, geriye C zinciri siyah renk kalır. Bu olaya kavrulma denir. Bundan başka radyasyon etkisi ile bağ kopmaları ve dallanmalar oluşabilir, özelliklerinin tümü önemli ölçüde değişir.[6]

3.2.5 Kompozit Malzemelerde Oluşan Hasarlar

Birbirlerinin zayıf yönünü düzelterek üstün özellikler elde etmek amacıyla bir araya getirilmiş değişik fazlardan oluşan malzeme sistemi ne *kompozit malzeme* denir.[6]

Kompozit Malzeme, belirli bir amaçla yönelik olarak, en az iki farklı maddenin yapay olarak bir araya getirilmesi ile üretilir. Buradaki üç boyutlu nitelikteki bir araya

getir nede, sonuçta elde edilen özelliğ n bileşenleri n hi çbiri nde tek baş ına ol nadı ğı, hedeflenen yönde bileşenlerinden daha üst ün özelliklere sahip olan bir mal ze menin üretil mesi a maç lanmaktadır.

Kompozitler çok fazlı mal ze ne sayılırlar. Yapılar ında sürekli bir ana faz ile onun iç i nde da ğ ı l mış pekiştirici bir donat ı faz ı bulunur. Kı myasal bileş i mleri birbirinden farklı ve belirli ara yüzlerle ayrı l mış en az iki mal ze menin bir araya getiril mış ol mas ı, fiziksel birleştir meyi vurgula nmaktadır. Buna göre kompozit mal ze ne mikroskobik açı dan heterojen bir mal ze ne özelli ğ i ne sahip olup, makroskobik açı dan homojen bir mal ze ne gibi davranmaktadır. Buna örnek olarak beton gösterilebilir. Beton ayrı ntılı olarak incelenecek ol ursa, belirli bir kesitte seç ilen her noktas ı, bileş i mi ni oluşturan mal ze nelerden hangisine isabet ederse, o noktan ın özelli ğ i ni gösterecektir. Ancak, bilindi ğ i gibi mal ze ne bir bütün olarak ‘ ‘ Beton Özelli ğ ’ ’ ne sahiptir.

Kompozit mal ze neye ‘ ‘ Çok Bileş enli Mal ze ne ’ ’, ‘ ‘ Çok Fazlı Mal ze ne ’ ’, ‘ ‘ Donatılı Mal ze ne ’ ’ veya ‘ ‘ Pekiştiril mış Mal ze ne ’ ’ gibi isimler de veril mektedir..

Kompozit mal ze menin üreti m inde, bileş enlerin zayı f yönleri nin a maç do ğ rultusunda takviye edilerek daha nitelikli bir yap ı n ın elde edil mesi ne yönelik olarak farklı yöntemlerden yararlanılmaktadır. Bu üreti myöntemlerine de ba ğ l ı olarak, kompozit mal ze ne özelliklerine göre aşağı da verilen dört grupta toplanmaktadır. Bunlar;

- Taneciklerle güçlendiril miş kompozit mal ze ne,
- Tanelerle donatılı kompozit mal ze ne,
- Liflerle donatılı kompozit mal ze ne,
- Tabakalı kompozit mal zeme

olarak isimlendiril mektedir.

Taneciklerle güçlendiril miş kompozitler, özellikle maki ne mühendisli ğ i ni ilgilendiren alanlarda kullanılan bir mal ze ne türüdür. Yapı alan ı ndaki kullan ı m son derece s ı nırl ı olan bu tür, bazı yayı nlar da ‘ ‘ D ı spersiyonla Güçlendiril miş Kompozit Mal ze ne ’ ’ olarak da adlandırılmaktadır.

Tanelerle donatılı kompozit mal ze ne, bir matris iç i nde genelde milimetre ve üzerindeki boyutlarda tanelerin yer al d ı ğ ı bir türdür. Bu gruba örnek olarak da beton verilebilir. Betonla ilgili ileriki böl ü mlerde üzerinde ayrı ntılı olarak durulaca ğ ı gibi, bu mal ze ne genel olarak ç i mento hamuru ile ince agreganın oluşt urdu ğ u, matris

olarak kabul edebileceği mız harç fazı içinde serbestçe dağılmış olan farklı boyutlardaki iri agregadan meydana gelmektedir. Sert tanelerin sünek bir bağlayıcı ile birleştirilip aglomere haline getirilen kompozitlere diğer bir örnekte asfalt yol kaplamalarıdır.

Liflerde donatılı kompozit malzeme, genelde yeterli basınç dayanımına oranla çekme, eğilme ve çarpma dayanımları çok düşük seviyelerde kalan veya zayıf yapı, kırılma malzemenin zayıf olan yönlerini iyileştirilmesi, kırılma eğiliminin giderilmesi, malzemenin sünekleştirilmesi gibi amaçlarla bu söz konusu özellikleri iyileştirecek nitelikte liflerle donatılması ile üretilen malzemelerdir. Bu gruba giren malzemeler, matrisin ve fazın özelliklerine bağlı olarak, 'kırılma matris ve sünek lifli' ile 'sünek matris ve kırılma lifli' kompozitler olarak iki gruba toplanmaktadır. Bu gruba giren malzemeler, özellikle 1950'li yıllardan sonra yapı alanında giderek daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Liflerle donatılı betonlar (Fibrobeton), cam takviyeli plastikler bu gruba örnek olarak verilebilir.[6] Lifli kompozitler, en önemli kompozit türüdür. Özellikle cam lifleri ile pekiştirilmiş plastiklerden oluşan kompozitler çok geniş kullanma alanına sahiptirler. Gerçekte bir çok malzeme lif halindeyken çok daha dayanıklı olmaktadır. Uygulamada donatı malzemesi olarak kullanılan lifler çoğunlukla kuvvetli kovalan bağlara sahiptirler. Aynı amaçla kullanılan metal liflerin mukavemeti de soğuk çekme ile çok artırılmıştır.[7]

Tabakalı kompozit malzeme, taneli ve lifli kompozitlerden farklı olarak, tabaka şeklindeki en az iki fazdan meydana gelmektedir. Bunlardan biri kompozite özelliklerini kazandıran sürekli faz, diğeri ise bu tabakaların bir arada tutan bağlayıcı fazdır. Bu gruba, kontrplak malzeme örnek olarak verilebilir.

Önümüzdeki yıllarda, gelişen teknolojik olanaklara paralel olarak, kompozit malzemelerin yapıda kullanıma moranının çok yükseleceği kesindir.

Kompozit Malzemelerde Hasarlar:

Uygulamada, kompozit malzemenin üretiminde, basınç, çarpma, çekme, eğilme gibi mekanik dayanımların artırılması, yorulma, aşınma ve korozyon karşısındaki dayanımlarını iyileştirilmesi, ısı ve elektriksel iletkenlik veya direncinin değiştirilmesi, akustik açıdan malzemenin özelliklerinin kontrolü, kırılma tokluğu, yüksek sıcaklık özellikleri, rijitlik, ağırlık gibi özelliklerin arzulanan yönde geliştirilmesi ve malzeme görünüm açısından istenen özelliğin elde edilmesi gibi amaçlar güdülmektedir.

Kompozit malzemeler malzemelerin bir araya gelmesiyle zayıf özelliklerinden büyük oranda arındırılmış olsalar da kendini oluşturan malzemelerin özelliklerine sahiptirler. Basınç, çekme, eğilme gibi kuvvetler altında mekanik hasarlara uğrarlar. Lifli kompozitlerde malzemelerin çekme mukavemeti liflerin kopması ile sona erer. Kimyasal ve Biyolojik etkenlerden içerdikleri malzemelere göre etkilenmektedirler.

3.3 Yapı Elemanlarında Oluşan Hasarlar

‘‘Yapı elemanı (yapı ögesi), yapının işlevlerinden bir ya da birkaçını fiziksel olarak karşılamak amacıyla ile gereç, parça ve bileşenlerin çeşitli yöntemlerle biraraya getirilmesiyle oluşan bütündür (duvar, döşeme, merdiven vb.).’’ [1]

Her yapı malzemesinin üstün özellikleri olduğu gibi, zayıf yönleri de vardır. Eleman tasarımı yapılırken yapı malzemelerinin elemanı içerisindeki davranışlarının doğru bir biçimde analiz edilmesi, zayıf yönlerini giderecek önlemlerin alınması gerekmektedir. Yapı Elemanlarında hasarlar, malzemelerin zayıf özelliklerine bağlı olduğu gibi kullanılan malzemelerin özellikleriyle örtüşecek bir şekilde kullanılıp kullanılmadığına da bağlıdır. Alınacak doğru önlemlerle hasarın önüne geçilebilir, ya da oluşum süresi uzatılabilir. Yapı kendini ne kadar iyi koruyabilirse dış etkenlerden o ölçüde az etkilenecektir.

Yapıda hasar oluşumunun incelenmesi açısından yapı malzemeleri ile birlikte, meydana getirdikleri yapı elemanlarının da zayıf yönleri bilinmelidir.

3.3.1 Duvarlarda Oluşan Hasarlar

Duvarlar, ortamları ya da mekanları birbirinden ayıran, düşey ya da düşeye yakın yapı elemanlarıdır. Duvarların genelde taşıma, ayırma, ısı yalıtma, ses yalıtma, su- nem ve yangından koruma gibi temel işlevleri vardır. Duvarlar tek katlı nandan oluşabileceği gibi, bu işlevleri karşılamak üzere, bir çok katlı nandan oluşan bir yapı elemanı olarakta ele alınabilir.[8]

Duvar, ıǵma yapı sistemlerinde binanın tüm yüklerini taşıyan bir yapı elemanı durumundadır. Duvar gövdesi ısı tutuculuk, buhar yalıtma, ses geçirmezlik gibi tüm işlevleri üstlenmiştir. Karkas (iskelet) sistemlerde ise sadece bir kat yüksekliğinde kendi ağırlığını taşıyan ve bu ağırlığı kirişlere aktaran bir bölücü eleman durumundadır. Bu duvarlarda, gövdenin taşıyıcılık görevi dışında kalan diğer temel işlevleri, gövdeyle iç ve dış kaplamalar arasında paylaşılır. Bu açıdan ısı tutuculuk işlevini gövde ve gövdeye ek olarak uygun bir konstrüksiyonla yerleştirilen ısı tutucu malzemeler yerine getirir; sesle ilgili sorunların gövde, iç ve dış kaplamalarla çözer; su ve nem yalıtımını ise, daha çok dış kaplamalar üstlenir. Ahşap ve benzeri yanıcı malzemeyle kaplanmış duvarlar dışında, yangın güvenliği, dış kaplamalar ve duvar gövdesi tarafından sağlanır. Kalın duvarların kendiliğinden çözdüğü pek çok yapı fiziksel sorunu, duvarların incelenmesiyle, çözülmesi gereken sorunlar yumağı haline dönüşmüştür.

Duvarlarda Fiziksel ve Mekanik Etkenler :

Duvarlarda mekanik etkenler statik ve dinamik olmak üzere iki ayrı grupta ele alınabilir.

Statik etkenler duvarın bulunduğu binanın yığma ya da iskelet sistem olup olmasıyla ilişkilidir. Yığma binalarda, duvar, kendi ağırlığı da dahil olmak üzere binanın tüm ölü yük ve hareketli yüklerini taşımak ve teneye kadar aktarmak durumundadır. Taşıyıcı sistemi iskelet olan yapılarda ise, duvar bina yüklerini taşımak dışında geri kalan işlevleri yerine getirmektedir.

Binaı etkileyen dinamik etkenler ise deprem rüzgar, yapıdaki hareketli yükler gibi yüklerdir. Bu yükler, zamanın bir fonksiyonu olarak etkileyen ve binaı genelde düşey ve düşeyden farklı yönlerde etkileyen kuvvetlerdir.[20]

Yığma sistemlerde dinamik yüklere karşı binanın direncini belirleyen en önemli öğe duvarların plandaki düzenlenme şeklidir. Duvar boyları, birbirini dik olarak kesen duvarın uzunlukları, bunların plandaki düzenlenmesi ve doluluk-boşluk oranları, boşlukların köşelerden olan uzaklıkları yığma sistemleri de büyük önem kazanmaktadır.

Isı ile İlgili Etkenler;

Isıyla ilgili fiziksel etkenler duvarın ısı tutuculuğu, ısı biriktirme kapasitesi ve ısıl genişleme katsayılarıyla ilişkilidir.

Mekanı oluşturan duvarlar içinde özellikle dış duvar ısı tutuculuk yönünden en önemli yükü taşır. Bir duvar bir ya da birden daha çok sayıda katmandan oluşabildiğinden bu duvarın toplam ısı geçirgenlik direnci o duvarı oluşturan her bir katmanın ısı geçirgenlik dirençlerinin toplamıdır:

$$1/\Lambda = \sum d/\lambda$$

Duvarları oluşturan çekirdek malzemesi (taş, tuğla, gazbeton vb) yukarıda sözü edilen ($1/\Lambda$) değerini karşılamadığı takdirde, duvara ısı tutucu malzemeden oluşan ek bir katman ilave edilerek bu değer sağlanmaya çalışılır.

Duvarlarda Kimyasal Etkenler :

Bir binanın duvarı ya atmosfere ya da zeminden kapilarite yoluyla yükselen sudan ya da genelde bina içinden bina dışına doğru hareket eden su buharının yoğunlaşmasından etkilenir. Duvarın, bunların dışında, yanlış

kullanmaya bağılı olarak oluşan ıslanmalardan (su taşması vs) etkilenmesi de söz konusudur.

Bir dış duvar, düşey olması nedeniyle, atmosfer yağışlarından önemli ölçüde etkilenmez. Üzerinde suyun tutunmasını kolaylaştıran çeşitli korniş ve profiller bulunması halinde duvar yağıştan daha çok etkilenir. Ancak, rüzgarla itilen yağmur söz konusu olduğunda çıkıntısız bir cephe yüzeyinde de su öncelikle cephe kaplaması tarafından emilir. Boşlukların tamamı suyla dolmasından sonra, bu su, derz ve çatlaklardan yayılarak tehlikeli durum oluşturacak bir konuma gelebilir. Yağmurun uzun süre devam etmesi halinde yağışı takip eden kuruma döneminde bu su buharlaşarak duvardan uzaklaşabilir. Aksi ne, yağış döneminin ardından sıcaklığın ani olarak düşmesiyle, emilen su donarak malzemenin parçalanmasına neden olabilir. (Şekil 3.11)



Şekil 3.11 Duvar kaplamalarında çatlak oluşumu [10]

Duvarı ıslatan diğer bir neden de duvarın ayırdığı iç ve dış ortamlardaki sıcaklık farkından kaynaklanan su buharı akımının uygun olmayan koşullarda duvar bünyesinde yoğunlaşmasıdır.

Buhar yüksek basınç düzeyindeki alçak basınç düzeyine doğru hareket eder ve buharın geçişini engellemeyen bir malzeme olmadıkça buhar akımı yapı elemanına herhangi bir zarar vermeden düzenli olarak devam eder. Duvarın difüzyon direnç faktörü değerine sahip olması halinde ise, duvarda yoğunlaşma meydana gelir. Islanan duvarın mevcut ısı tutuculuğu da artacağı için ısı kaybı gitgide daha da artacak ve bu durum buhar akımlarının artmasına ve yoğunlaşmanın çoğalmasına neden olacaktır.

3.3.2 Taşıyıcı Sistemlerde Oluşan Hasarlar

Her yapı, yapı mşekli, boyutları ve malzemesi ne olursa olsun çeşitli yüklerin etkisi altındadır. Bu yükleri uygun biçimde taşıyıp zemine aktaran elemanların tümü yapının taşıyıcı sistemini oluşturur.[21]

Tarih boyunca taş, ahşap, demir gibi taşıyıcı sistem malzemeleri doğal yapılarıyla kullanılmıştır. Günümüzde gelişen teknoloji sayesinde bu malzemelerin üstün niteliklerinden yararlanarak çok çeşitli yeni malzemeler üretilmektedir.

Yükler, taşıyıcı sistem elemanlarında çekme, basınç, kayma, vb. gerilmeler oluştururlar. Taş, beton, kerpiç gibi yapı malzemeleri basınca, plastik tekstil ve ince metal levha gibi membranlar yalnızca çekmeye, ahşap, çelik, alüminyum gibi malzemeler de hem çekme hem de basınca dayanıklıdır. Çekmeye dayanımı malzemeler çoğunlukla kayma gerilmelerini de karşılar.

Taşıyıcı sistemlere etkiyen yükler ya doğrudan doğruya doğa kuvvetleri ile ya da insanın kendisi tarafından oluşturulur. Bu bağlamda yapı yükleri olarak başlıca iki kaynak vardır. Doğa ve insan.

Doğanın sürekli değişimi ile oluşan jeofizik kuvvetler; Yerçekimi, meteorolojik ve sisimik kuvvetler olarak ikiye ayrılır. Yerçekimi sonucu yapının kendi ağırlığı yapı üzerinde ölü yük olarak adlandırılan kuvvetleri oluşturur. Bu yük yapının tüm ömrü boyunca sabit olarak kalır. Zaman içinde yüklenme çeşitleri ve yapının değişen kullanımyoğunluğu da yerçekimi etkisindedir. Meteorolojik yükler zaman ve yere bağlı olarak değişen rüzgar, ısı, nem yağmur, kar ve buz yükleridir. Sisimolojik yükler deprem gibi yerin düzensiz hareketleriyle oluşur. [21]

İnsandan kaynaklanan yükler; İnsanların ve aletlerin hareketi ile, araba asansör, makina vb. şoklarla ya da patlama ve çarpma sonucu oluşan yüklerdir.

Yapıda doğa ve insandan kaynaklı yükler genellikle birbirlerine bağımlıdır. Jeofizik kuvvetler yapının kütlesi, boyutu, şekli ve malzemelerini etkiler. Örneğınısı ve nem etkisindeki yapı elemanlarında ilave kuvvetler oluşur.

Taşıyıcı sistemlerin bütün elemanlarının kendi ağırlıkları boyut hesabında ölü yük ya da statik yük diye adlandırılır ve yukarıda belirtildiği gibi elemanların boyutları tahmin edilerek bunlar hesaba esas oluşturur.

Yapıya etkiyen yüklerin yatay ve düşey yükler olarak sınıflandırılması yüklerin taşıyıcı sistem üzerindeki etkilerini açıklamakta kolaylık sağlar.

- Düşey Yükler;

Düşey yükler yerçekimi kuvvetlerinden oluşur. Bunlar statik ve dinamik olarak ikiye ayrılabilir. Yapı elemanlarının öz ağırlıkları statik yükleri oluşturur ve bunlar yapıda her zaman yer alır. Kullanımyükleri, kar yükü, buz yükü, konstrüksiyon yükleri gibi dinamik yükler, zaman ve mevsim değişimi ya da yapı içindeki mekanların fonksiyonuna göre değişir.

- Yatay Yükler;

Rüzgar ve depremyükleri yatay yükleri oluşturur.

Rüzgar eğimi çatılarda ve yüksek yapılarda önemli bir yük tür. Rüzgarın yapılar üzerindeki etkisi rüzgarın hızına, esiş doğrultusuna, yapının yerden yüksekliğine, geometrisine ve çevre yapıların konumuna bağlıdır. Yüzeye dik olarak etkiği kabul edilir. Genellikle rüzgar yönünde yapıda basınç, rüzgar altı tarafında emme oluşur.

Deprem yükü ise zeminin ani hareketlerinden oluşur. Sismik dalgalar tarafından oluşturulan ve gelişigüzel değişebilen bu ani hareketler dizisi, temeller aracılığıyla yapıya iletilir ve yapının üst katlarında daha büyük hareketlere neden olur. Deprem yükleri statik değildir, sürekli değişimlidir ve tahmin edilemez. Deprem in yapı üzerindeki etkileri taşıyıcı sistemin karakteristiklerine göre değişmektedir. [21]

Binalarda kullanılan taşıyıcı sistemleri iskelet ve yığma sistemler olarak ikiye bölünebilir.

- İskelet sistemlerde dinamik yükler iskelet sistemi oluşturan kolon, kiriş, bağkiriş, perde duvar gibi çubuk ve düzlem elemanlar tarafından karşılanmaktadır.
- Yığma sistemlerde ise duvarlar aynı zamanda binanın tüm yüklerini taşıma görevini üstlenmişlerdir.

Ayrıca günümüzde özellikle büyük açıklıkların geçilmesi için çubuk sistemler, asma sistemler, şişme sistemler, vb. gibi teknolojinin gelişmesine paralel olarak farklı taşıyıcı sistemler de kullanılmaktadır. [22]

Taşıyıcı Sistemde Oluşan Fiziksel ve Mekanik hasarlar;

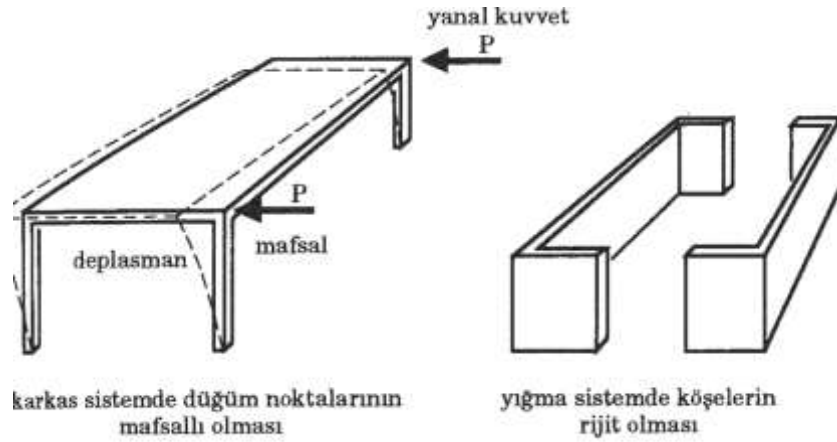
Taşıyıcı sistemlerde oluşan hasarların başında, çeşitli yükler sonucunda yapı elemanında oluşan çatlaklıklar gelir. Aşırı ve devamlı yüklemeler sonucu meydana gelen çatlaklar yapının taşıyıcı sisteminde veya taşıyıcı sistemi örten kaplama ve bölücü yapı malzemelerinde kendini gösterir. Taşıyıcı sistem içinde yer alan kirişlerde meydana gelen çatlaklar özellikle kesme kuvvetinin ve maksimum momentin meydana geldiği bölgelerde ve daha çok, çekme gerilmesinin söz konusu olduğu yerlerde görülür. Sonuçta malzeme kesiti zayıflayarak yapı elemanının kırılma ve çökmesi ile karşılaşılır. Taşıyıcı sistemlerde meydana gelen deformasyonlar sonucu bu sistemleri örten kaplama malzemeleri ile taşıyıcı sistem malzemeleri arasındaki aderans zayıflayarak ortaya çıkan çatlaklar çok tehlikeli olma riskiyle beraber yapıda bir hareketin varlığını göstermesi açısından önem taşımaktadır. Örneğinsıva çatlaklarını, döşeme kaplaması olan yapay taş, seramik ve ahşap gibi malzemelerde meydana gelen deformasyon ve çatlakları bu grup içinde göstermek mümkündür. Ayrıca, taşıyıcı ve bölücü duvarlarda meydana gelen çatlaklar daha çok, rijitliği sağlanmış çerçeve sistemlerinin her yönde etki eden homojen yük altında gösterdikleri aksi tesirin malzemede iç gerilmeler meydana getirmesi ile oluşur. İç gerilmelerin yoğun olduğu bölgeler özellikle kapı, pencere gibi duvar boşluklarının alt ve üst noktalarıdır. İç gerilmelerden oluşan çatlakların yönü genellikle düşeydir. Kuvvetin tek yönden artışı ile basınç ve çekme gerilmeleri sonucu meydana gelen çatlaklar ise 45°'lik kayma düzlemleri üzerinde oluşacaktır. Örneğin depremin meydana getirdiği yatay etkiler sonucu, yapının süredurumu (ataleti) nedeniyle doğan kuvvetler ile yapı özelliklerine bağlı olarak, malzemede, dolayısıyla yapının çeşitli kesitlerinde gerilmeler meydana gelir. Bu gerilmelerin kritik bir değere ulaşması sonucu en zayıf noktada çatlaklar, giderek çökme ve kırılmalar meydana gelir.

Kuvvetler karşısındaki zayıf noktalar çeşitli yapı sistemlerinde farklılıklar gösterir. Örneğin yığma sistemde bağlantısız ve mesnetsiz yatay duvarlar ve geniş duvar boşlukları, karkas sistemlerde ise rijit mafsallı bağlantıları kritik bölgelerdir.

Mekanik deformasyonların etkilerini azaltmak veya aşırı hale dönüşmesini önlemek için, sistemin çözülmesi, detayların ve malzemenin seçiminde gerekli önlemlerin alınması şarttır.

Sistemin doğru seçilmesi, yatay ve düşeyde bağlantılarının eksiksiz yapılması, zemindeki farklı oturmalara karşı gerekli önlemlerin alınması, özellikle yığma sistemlerde yüklerin yapıya yaygın olarak dağılımını sağlayacak plan çözümlerine gidilmesi, duvar boşluklarına gelen yüklerin diğer yapı elemanlarına doğru bir

şekilde iletilmesinin sağlanması ve özellikle köşe noktasının takviye edilmesi gerekir. Bazı hallerde de köşe noktalarının, deformasyonu elastik şekle dönüştürmek için mafsallı ve hareketli olarak düzenlenmesi iyi sonuç verecektir. (Şekil 3.12)



Şekil 3.12 İskelet ve yığma sistemlerde köşelerin rijitliği [6]

Detaylandırma da taşıyıcı sistemden gelen deformasyonları kaplama malzemelerine iletilecek çözümlere göre, bölücü ve örtücü taşıyıcı malzemeleri taşıyıcı elemanlardan bağımsız ve parçalı detaylandırma çalışmak gerekir.

Binaların taşıyıcı sistemlerinde ilk tasarımdan gelen boyutlandırma hataları varsa; örneğin duvar, ayak, payanda gibi öğeler üzerlerine gelecek yatay ve düşey yükleri karşılayacak kesitlerde yapılmamışlarsa ciddi hasarlar ortaya çıkabilir. Taşıyacağı yüke göre ince/yetersiz kesitli bir duvar zamanla bel verebilir, hatta sistemi kılabilir.

Malzeme seçiminde deformasyonları kendi iç yapısında kırılmaya yol açmadan söndürebilecek sünek malzemelere gidilmesi genelde doğru bir çözümdür. Malzeme de önceden tayin edilen kesitin butür deformasyonları karşılayacak boyutta olması gerekecektir.

Taşıyıcı Sistemde Oluşan Kimyasal Hasarlar;

Taşıyıcı sistemlerde su etkisi önemli kimyasal hasarlara neden olabilmektedir. Terleme ve yoğunlaşma olayları, metalik bileşim elemanlarını korozyona uğrattıkça, ahşabın deformasyonuna sebep olmaktadır, akış yönünde yüzeysel çiçeklenmelere veya kaplama malzemelerinin kabarma ve dökülmesine neden olmaktadır. Taşıyıcı sistemin maruz kaldığı su çelik ve betonarme yapılarda donatıların paslanıp taşıyıcılıklarını yitirmelerine neden olmaktadır. Yapı malzemeleri bünyesindeki suyun don olayı sonucu hacimce genişlemesi nedeniyle taşıyıcı sistemlerde hasarlar oluşmaktadır.

Bu bağlamda taşıyıcı sistemlerin atmosferik ve zemin den kaynaklanan kapiler sudan korunması, yoğunlaşma ve terlenme meydana gelmesi için gerekli detay düzenlemelerinin doğru bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Ayrıca, ıslak kagir elemanların uygulamasında malzeme içinde kalan nemileri de zararlı sonuçlar gösterecektir. Bu nedenle, kurumanın sağlanması için yapı bittikten sonra ısıtma ve havalandırma işlemleri yapılmasında yarar vardır.

Taşıyıcı Sistemlerde Yangın Etkisi;

Yangın taşıyıcı sistemlere zarar veren en önemli etkenlerin başında gelmektedir. Yangından aşırı etkilenen malzemelere taşıyıcı sistemi içinde yer verilmesi veya veriliyorsa yeterince korunması gerekir. Çelik gibi iletkenliği yüksek olan taşıyıcı sistemler yangın nedeniyle hızla mukavemet kaybedip, ani çökmelere neden olabilir.

Örneğin, termoplastik ve alüminyum gibi malzemelerin taşıyıcı sistem dışında yer alması, elektrik donatısının bir asma tavanı içinde çözülmesi, çelik taşıyıcıların beton bir zarfı içinde detaylanması, betonarme donatısının taşıyıcı kısımlarda yüzeyden 6 cm taşıyıcı olmayan yerlerde ise 3 cm en az beton içine gömülü olması, ahşap malzemelerin ise ateşe karşı çeşitli koruyucularla yüzeysel veya bünyesel emprenye yöntemleriyle korunmuş şekilde kullanılması gerekecektir. Bu tür koruyucular sıcaklık karşısında eriyerek yüzeyde hava ile teması kesici bir örtü (nem köpük, gaz örtüleri) oluşturan amonyum tuzları, sülfat, fosfat ve klor bileşikleri, sodyum silikat, potasyum silikat gibi hidrokopikler, asitborik, boraks ve silikatlar ile yüksek sıcaklık karşısında ahşabın yapısını kömürleştirip su ve CO₂ yayarak yanmayı durduran mono magnezyum fosfat ve mono amonyum fosfat gibi bileşiklerdir.

Yangından çıkmış bir yapının taşıyıcı niteliği hakkında karar vermek ve yeniden kullanımı sağlamak laboratuvar deneylerine bağlı olup uzmanlığı gerektiren bir konudur. Ancak, özellikle betonarme yapılar için, demir çubuklarının görüldüğü, donatının bölgesel olarak ortaya çıktığı ve betonun sarı renk aldığı hallerde, bu kısımların kırılarak ilave donatı ve gerekli takviyelerin yapıldıktan sonra kullanılabilirliğini, donatının tamamının ortaya çıktığı ve betonun şekil değişikliğine uğradığı hallerde ise takviye yapılsa bile yapının yeniden kullanılmasının sakıncalı olacağını söylemek mümkündür.

3.3.3 Çatılarda Oluşan Hasarlar

Çatılar binaların atmosfer ile en yoğun ilişki içinde bulunduğu yapı elemanlarıdır. Genelde eğimli, bazı hallerde az eğimli yataya yakın bir yapı elemanı olan çatılar, bu özellikleriyle bir çok etkenin etkisi altındadırlar. Bunların en önemlileri atmosferik diğer bir deyişle doğal etmenlerdir. Yağış, ısı problemleri, radyasyon, genleşme vb. gibi bir çok etmen çatıların biçimlendirilmesini etkilemektedir.

Çatı kavramının yanı sıra, bu kavramla çoğu kez iç içe olan bir kavramda örtü kavramıdır. Örtü, çatı sisteminin bir alt sistemi olarak ele alındığında genel olarak çatıyı dış etkilere karşı koruyan ve çatının karşılaması gereken gereksinimlerden bir bölümünü (su, ısı, yürünebilirlik, vb.) yüklenen ya da yüklenebilen bir alt sistem niteliğindedir.

Çatı sistem olarak taşıyıcı konstrüksiyon ve örtü konstrüksiyonu olmak üzere ikiye ayrılır.[23]

Taşıyıcı konstrüksiyon değişik malzeme sistemlerle çözülebilir. Ancak bu sistemin üzerine değişik etmenlerin etkilerini çözebilen örtü sistemi gelecektir. Böylece, belirli bir açıklığı geçen ve bu açıklıkta üzerine gelen yükleri, taşıyabilen bir taşıyıcı konstrüksiyon ile bu konstrüksiyonu ve binayı bütün dış etkilere koruyabilen bir örtü sistemi binanın çatısını oluşturur.

Çatılar Kullanım şekillerine göre;

Üzerinde yürünmeye elverişli çatılar ve üzerinde yürünmeye elverişli olmayan çatılar şeklinde iki gruba ayrılabilir.

Çatıları örtü malzemesine göre ise Metal Örtülü Çatılar, Asbestli çimento örtülü çatılar, Kiremit örtülü çatılar ve Bitümörtülü çatılar olarak gruplanabilir.

Çatı örtü malzemeleri;

Çatı örtü malzemesi olarak en yaygın olarak kullanılan geleneksel malzeme kiremittir. Toprak örtülü çatıların yerini çağdaş malzemelerle örtülü teras çatılar almıştır. Metal ve asbestli çimento örtü malzemeleri kiremit örtü ve teras çatılara ek olarak en yaygın olarak kullanılan örtü malzemeleridir.

Metalin, örtü olarak çatıda kullanımı hassas bir uygulama ve çalışma gerektirir. Çivi vb. delici ve kesici aletler kullanılmamalıdır. Metal levhaların birleşimleri kenet, kaynak ve lehimle yapılır. Metal örtülü çatılarda karşılaşılan hasarların büyük çoğunluğuna ek yerlerinin yanlış yapılması ve bakımsızlık neden olmaktadır.

Sadece uygun örtü malzemesi seçimi yeterli değildir. Detayların da doğru bir şekilde uygulanması gereklidir. Detaylarla birlikte dikkat edilmesi gereken ikinci bir konusunu uzaklaştırma sisteminin de yeterli, doğru bir şekilde seçilmesi ve hesaplanmasıdır. Az miktarda ve yeterli genişlikte yapılmayan yağmur olukları taşmaya sebep olup, çatıda ve çevre duvarlarda ıslanmaya ve rutubete yol açabilir.

Yağmur, kar ve dolu örtü malzemesini etkileyen diğer faktörlerdir. Yağmur sularının içeri sızmasını önlemek ve binadan hızla uzaklaşmasını amacıyla çatılar çoğunlukla dik yapılır. Çatının dik olduğu durumlarda karda çatıda birikmeyerek kolayca uzaklaştırılabilir.

Bol yağış alan yörelerde çatıların eğimi yapılması, iyi bir kaplama malzemesi ile örtülmesi binaları korur. Düz çatılar sürekli bakım gerektirir, ayrıca teras çatılarda su geçirimsizliğini sağlamak zor olduğu gibi yoğunlaşma nedeniyle de bozulmalar görülecektir.

Çatılarda Oluşan Fiziksel ve Mekanik hasarlar;

İklim koşulları çatıda örtü malzemesi seçimini belirleyen en önemli kriterdir. İşin manyağmur, kar ve kar suyu, rüzgar gibi atmosferik olaylar iklim koşullarını belirler. Örneğin güneş etkisi, belli faktörler altında ve özellikle zamana bağlı olarak değişiklik gösterir. Büyük sıcaklık farklılıklarında çeşitli yapı elemanları farklı çalışmalar gösterir. Buna göre sıcaklık farklılıklarının çok olduğu bölgelerde örtü seçimiyle birlikte dilatasyon aralıklarının da doğru hesaplanması gerekir.

Yağışla birlikte etkili olabileceği gibi yağışsız da büyük zararlara yol açabilecek rüzgar için çatıda alınabilecek en büyük önlem örtü malzemelerini teknik açıdan uygun şekillerde konstrüksiyona tespit etmektir. Rüzgar fırtınası şeklinde olursa çatı örtüsünü koparabilir. Rüzgarlar çatı üst yüzeyine yağmur oluk ve borularını tıkayan yabancı maddeler taşımaktadır. Yağışla birlikte esen şiddetli rüzgar yağış sularının çatı örtüsünden içeri sızmasına sebep olabilir. Ayrıca düz çatılarda rüzgar sebebiyle su geçirimsiz tabakayı koruyan, dolayısıyla da çatı kabuğunun en üst bölümünü homojen olarak kaplayan kumçakıl tabakası rüzgarla birlikte taşınarak homojenliğini yitirebilir.[23]

Uzun süre güneş altında kalarak kavrulmuş veya sızdırıcılık özelliğini kaybetmiş bitümlü örtü levhalarının, genellikle ek yerlerinden birbirlerinden ayrılma ve şiddetli rüzgarların büyük payı vardır.

Geleneksel kiremit örtü malzemesi niteliğini iyileştirilmesi sonucu geçmiş oranla daha uzun süre dayanım göstermektedir. Buna rağmen üzerine ağır yük gelmesi halinde kırılabilirler.

Çatılarda Oşan Kınyasal Hasarlar;

Kınyasal bileşimlerinden dolayı malzemelerin gösterdikleri davranışlar değişebilir. Çinkonun hava kirliliğinden dolayı zamanla paslanıp, erimesine rağmen bir diğer metal türü olan bakır kınyasal yapısından dolayı çok daha uzun süre dayanım gösterir.

Yağmur sularının bozulan bir çatı kaplaması veya deresinden dolayı binadan hızla uzaklaştırılması, yosun ve otların gelişmesine uygun ortam hazırlar. Bozuk olan bölge çevresinde yosunlar yerleşir, ahşap çatı ve döşemelerde mantarlar gelişir. Gddi hasarların başlangıcı olabilecek bu bozulmaların sürekli bakımla giderilmesi gerekir.

Malzemelerin daha fazla bozulmasını veya çürümmesini engellemek bakımla çözümlenebilir. Periyodik bakım yapılması taktirde hasar gören kısım çevresini de etkileyerek hasarın süratle büyümesine yol açacaktır.

Kuşlar, böcekler, fareler gibi hayvanlar da çatılara zarar verebilmektedir. Kuşların düşürdükleri parçalar kiremitlerin kırılmasına sebep olmaktadır. Çatıda yiyeceklerini yiyen kuşlar, kurşun çatı örtüsünü delerek, binanın su almasına da sebep olmaktadır.

3.3.4 Döşemelerde Oşan Hasarlar

Döşemeler, yapıların yatay taşıyıcı elemanlarından birisi olup, katları birbirinden ayıran ve üzerlerinde yürünebilen yapı elemanlarıdır. Döşemeler, bir mekanın altını ve üstünü oluşturunabilir ve statik yönden eğilime çalıır. Bu şekilde üzerlerine gelen yükleri duvar ya da kiriş gibi taşıyıcı mesnetlere aktarırlar. Bunun yanı sıra, döşemelerin, depremetkisine karşı düşey taşıyıcı elemanları yatay olarak birbirine bağlamak gibi çok önemli bir yapısal görevi de vardır. Özellikle, yğma yapılar da karşılıklı duvarları yatay olarak birbirine bağlayarak yapının stabilitesini artırır.[8]

Döşemelerde Oşan Fiziksel ve Mekanik Hasarlar

Döşemenin en önemli işlevi, ölü yük diye adlandırılan kendi ağırlığını ve hareketli yük diye adlandırılan dinamik nitelikteki yükleri taşımak ve bu yükleri, tanımlanan sınırları içinde mesnetlere aktarmaktır. Bu bağlamda bir döşeme, taşıması

gereken servis yükleri dışında kendi ağırlığını da taşır. Döşemeye gelen hareketli yükler ya yayılı ya da noktasal (tekil) yüklerdir. Hesaplamaların veya uygulamaların doğru yapılması durumunda döşemelerde çatlaklar ve kırılmalar meydana gelebilir.

Döşemedeki hasar oluşturan mekanik etkiler en çok kaplama malzemesinde oluşan basınç, çizilme, aşınma ve darbe etkileridir.

Döşemelerde Oluşan Kimyasal Hasarlar

Döşemelerde ısı etkisi, su etkisi ve kullanıcı etkileri kimyasal hasarlar oluşturur. Su buharının döşemelerde önem kazanması, döşemenin ayırdığı alt ve üst katların kullanımına bağlı sıcaklık ve buharla ilgili koşullardan kaynaklanır. Katlardan birisinde su buharı miktarının fazlalığı nedeniyle buhar basıncı artar ve buhar, döşemeyi oluşturan katmanların buhar difüzyon direnç faktörlerine bağlı olarak, buhar basıncının düşük olduğu öteki kata doğru hareket eder. Bu arada malzeme bünyesine giren ve uygun koşullar oluştuğunda yoğunlaşan buhar, mevcut bazı malzemelerde şişme, büzülme gibi bozulmalara neden olur. Ayrıca, ıslanan malzemeler biyolojik olarak da bakteri ve mantarların yerleşmesine ortam hazırlar. Bu tür hasara neden olabilecek olaylar daha çok döşeme ve tavan kaplamalarında kendini gösterir. Belli bir ortamda mevcut su buharının azalması, ıslanmasıyla meydana gelen olayların tersi bir durumun oluşmasına neden olacağından, büzülme ve kuruma sonucu çatlaklar meydana gelebilecektir.

Yeterli bir ısı yalıtımına sahip olmayan sıcak çatılarda ise alt hacimdeki su buharı soğuk tavanda yoğunlaşarak ıslanmalara, bozulmalara ve iç hacim tavanından yoğunlaşan suyunun damlamalarına neden olacaktır.

Özellikle taşıyıcı katmanda bazı kimyasal etmenler (asitler, tuzlar vb) hasar oluşturmaktadır.

3.3.5 Yapı Zemininde Oluşan Hasarlar

Yapıda oluşan bütün yüklerin (kar, rüzgar yükleri ve deprem yükleri dahil) zemine iletilmeleri gerekmektedir. Bu nedenle yapının oturduğu zeminle ilişkisi çok önemlidir.[24]

Yapının oturduğu zemin özellikleri, yapının strüktür tasarımındaki hatalar, hatalı malzeme kullanımı, kötü işçilik ve kötü malzeme kullanımı nedeniyle yapı zamanla hasar görür ve bozulmalar meydana gelir.

Yapı Zemininde Oluşan Fiziksel ve Mekanik Hasarlar

Yapının üzerine oturduğu zeminin mukavemetinin düşük olması, ya da homojen olmaması zamanla yapıda bazı hareketlerin oluşmasına, dönme, farklı oturma gibi gözle görülebilen bozulmalara neden olabilir. Temel altındaki zemin homojen olmadığında yapıda çatlama lar görülür. Çatlakların yapıdaki yerlerine, doğrultularına bakılarak hasar nedeninin zeminden kaynaklanıp kaynaklanmadığı hakkında kabaca fikir edinmek mümkündür.

Eğer yapı iki ucundan sağlam zemin üzerine oturuyor, arada kalan bölgede zemin gevşekse, cephede kapı ve pencere boşluklarının köşelerinden başlayan ve 45 derece açıyla yanlara doğru gelişen çatlaklar gözlenir.

Eğer yapının cephesinin yalnız orta kesimi altında sağlam zemin varsa, çatlaklar kama görünümündedir; aşağıda dar, yukarı doğru açılan bir düzen gösterir. Zeminden kaynaklanan hasarların tanımlanması ve düzeltilmesi zemin mühendislerinin uzmanlık alanına girer.

Bir yapının fay hattı üzerinde yer alması, ya da oluşumunda çatlaklar bulunan bir kaya üzerinde yapılmış olması da onun bozulma, yok olma riskini arttıran etkenlerdir.

Yeraltı suları ve nehirleri de benzer biçimde temel altındaki toprağı sürükleyerek temelleri mesnetsiz bıraktıkları için zararlı olurlar. Binalarda ani çatlama lar, düşeyden ayrılmalar görülduğünde gerekli önlemler alınarak yapıların kurtarılmasına çalışılır.

Basıncılı Su ve Kapilarite Olaylarının Etkili Olduğu Haller;

Bu olaylarda su, yapı zemin üzerinde, yatay veya düşey yönde, basınç yardımıyla etkili olmaktadır. Özellikle yapı zemin suyunun altına indiği takdirde, yapıda suyun etkisi basınçlı olarak karşımıza çıkacaktır. Su geçirimsizlik yanında ortaya çıkan çeşitli iç gerilmeler, malzemenin zayıf olduğu yerde kendini göstererek, kısa zamanda tahribata yol açacaktır.

Yapı Zemininde Oluşan Kimyasal Hasarlar

Suyun kapilarite ile bina içindeki hareketi de yapı malzemelerinde hasara neden olmaktadır. Zeminden yükselen nemli yapı malzemeleri ıslatarak taşıyıcı sisteme gelen yükü fazlaştırdığı gibi, ayrıca içinde taşıdığı tuzların buharlaşması sonucu çiçeklenmelere, duvarın fiziksel ve kimyasal yapısını bozucu etkilere neden olabilir.

Planlama önlemleri olarak alınabilecek önlemler;

Öncelikle zeminin su geçirimsiz hale getirilmesi için zemin takviyesi yöntemlerine gidilebilir. Bunlar, zemine kazık çakmak ve zemine uygulanan çiment o enjeksiyonlarıdır. İkinci ilke, yapının zeminden yükseltilmesidir. Üçüncü ilke ise suyun keson veya drenajla yapıya geçmeden toplanması ve kanalizasyonla uzaklaştırılmasıdır. Bütün bu hallerin dışında yapı zemin suyu ile basınçlı veya kapılar bir şekilde etkilenmekte ise, alınacak önlem yapının bodrum döşemesi ve yan duvarlarını kesintisiz örtecek şekilde boğçalanmasıdır. Burada kesintisiz bir temel sistemi uygulamak üzere radye temel sistemine gitmek de yararlı sonuç verecektir.

3.3.6 Pencere- Duvar, Kapı- Duvar Birleşimlerinde Oluşan Hasarlar

Pencere ve kapı için ortak tanım Yapılarda gün ışığı hava, görsel ilişki ve mekanlar arası bağlantıyı sağlaması gibi önemli işlevleri; yalıtım güvenlik ve denetim öğeleri ile birlikte yerine getirmek durumunda olan, dış kabuk ya da mekanlar arası iç duvarlarda yer alabilen yapı boşlukları şeklinde yapılabilir.

Bina bütününde çatı ya da duvar üzerinde yer alan kapı ve pencere boşluklarıyla, hava, gün ışığı, görüş ve geçiş sağlarken, boşluğun üzerinde bulunduğu elemanın süresizliği; yalıtım denetim ve güvenlik sorunlarını oluşturmaktadır. Kapı ve pencere elemanları kendilerinden beklenen işlevleri sağlamanın dışında yalıtım ve güvenli işlevlerini de yerine getirmek durumundadır.

Pencerelerin maruz kaldığı etkiler ve diğer yapı elemanlarıyla etkileşimleri göz önüne alınarak, aşağıdaki gibi ikil ilişkiler sistemi içinde incelenebilir.

- Duvar - Kasa
- Kasa - Kanat
- Kanat - Cam

Duvar - Kasa İlişkisi:

Yapı sistemini oluşturan duvar ve pencere doğramasının ara kesiti gerek malzeme farklılığı yönünden, gerekse bu ara kesitin iç ve dış ortam arasında konstrüktif ve sızdırmazlık yönlerinden kritik bir bölge oluşturmaktadır. Bu ara kesit üstte lent o, altta denizlik, yanlarda da duvarla çevrilidir. Yapı bütününe iki ayrı alt sistemini oluşturan duvar-kasa ve pencere doğraması birleşim yeri üst kesitte lent o, alt kesitte denizlik, yanlarda duvar olarak gerek malzeme bakımından gerekse işlevsel olarak farklı etkileşimlerle karşı karşıya bulunmaktadır. [25]

Doğrama meydana gelen günlük ve mevsimlik hareketler duvarın oluşturduğu rijit olan pencere boşluğu ile doğrama arasındaki derzlerde çeşitli sorunlar oluşturur. Ayrıca doğrama gelen rüzgar yükünde yapılarda doğramanın hareket etmesine neden olur. Bu durum doğrama-duvar boşluğu birleşim derzlerinin sızdırmazlığını önemli ölçüde etkileyebilir. Yüksekliği sekiz kattan fazla olan binalarda rüzgar basıncı önemli ölçüde arttığından duvar-doğrama birleşimlerinin sızdırmazlığı daha da önem kazanmaktadır.

Duvar-Kasa birleşiminin alt düşey kesitinde, yağmur sularının parapete zarar vermesini önlemek, doğrama-duvar bitişini çözümlenmek amacıyla denizlik yer alır. Kasa ile denizliğin birleşim detaylarının yetersiz olduğu durumlarda denizlik-kasa birleşim derzinden duvarın içerisine giren yağmur suları ıslanma ya da rutubetlenmeye yol açar. Bunun sonucunda duvarın nısı geçirgenliği artarak, sıva ve badana üzerinde mantar ve küf oluşabilir.

Kasa, sıva ve denizlik elemanları arasında adezyon oluşmadığından birleşimleri kritik noktalar olup, geçirimsizlik sorunları bu gibi yerlerde sık görülür. (Şekil 3.1)

Kasa-Kanat İlişkisi:

Kasa-Kanat birleşimlerinde çözümlenmesi gereken en önemli sorun, sızdırmazlığın yeterli düzeyde sağlanmasıdır. Kasa-Kanat arasındaki sızdırmazlık problemleri yüzeylerdeki bini sayısı artırılarak ve sızdırmazlık profilleri ile önenebilir. Bini yüzeyleri düzgün bir şekilde birbirine yaslanmalı, sızdırmazlık için sürekli elastik kalabilen EPDMkauçuk fitili kullanılmalıdır.[25]

Kasa-Kanat birleşimlerinde yük aktarımının doğru yapıldığı, kanat boyutlarının büyük, kesitlerinin ise küçük olduğu durumlarda kanat sarkar, peçlenir. Böylelikle biniler ve sızdırmazlık fitilleri su, ısı, ses, rüzgara bağlı sızdırmazlık görevlerini yerine getiremez.

Bunlara rağmen önlenemeyen yağmur suyu sızırtısı, kasa alt başlığında açılan bir iç kanalda toplanıp, yine bu iç kanala verilecek küçük bir eğme ve bir delik vasıtasıyla, sızan sular tekrar dışarı akıtılabilir. Ancak zamanla oluşan toz ve kir, ya da bakım amaçlı yapılan boyalar bu delikleri tıkararak işlenmelerine engel olduğundan, iyi bir çözüm şekli değildir. Bunun yerine, suyun doğrama bünyesine hiç alınmadan doğrudan doğruya uzaklaştırılması daha rasyonel bir çözüm olacaktır.[25]

Kanat- Cam ilişli si:

Cam ile kanat birleşi mlerinin sızdır mazlı ğı cam macunları ya da plastik-kauçuk fitille beraber cam çıtası veya doğrudan cam çıtası uygulanarak çözümlenebilir.

Cam sıcaklık farkları ve yüzeyine gelen rüzgar yükü nedenleriyle sürekli hareket edeceğinden, sızdır mazlık işinde kullanılacak malzeme yi yorarak eskitebilir. Cam macunu, dış ortamda günlük sıcaklık farkları, güneş ışınları gibi nedenlerden ötürü zamanla esnekliğini kaybederek sertleşip çatlayarak dökülebilir. Cam kalınlığının da optimum bir değerden sonra pencere doğramasına fazla yük vereceği açıktır. Tasarım aşamasında bu özelliğın göz önüne alınması ve kanat kasa kesitlerinin buna göre yeterli ölçüde boyutlandırılması gerekmektedir. Bu durum göz önüne alınmadan yapılan tasarımlarda kanatlarda sarkma olayı görülmektedir.[25]

Yağmurla ilgili sızdır mazlık sorunlarında; temel ilke, olarak yağmur suyunun bünyeden uzak tutulması önerilmektedir, bünyeye kadar ulaşan su için ise, toplama sisteminin geliştirilip, suyun uzaklaştırılması önerilmektedir. Yapıya yağmur girişi çoğu zaman rüzgar girişiyle birlikte olduğundan, rüzgar girişinin uygun elastik malzemelerle kesilmesi nin yağmur girişini de engelleyeceği açıktır.[25]

3.4 Bölüm Sonuçları

Malzemelerin iç yapılarının farklı oluşu her malzeme ye farklı fiziksel, mekanik, kimyasal ve biyolojik özellikler katmaktadır. Malzemeler sahip oldukları özellikler itibariyle dış etkilere farklı tepki vermektedirler. Hasar veren etkilere karşı malzemelerin özellikleri yetersiz olduğunda, malzeme de eskime görülmektedir. Bu eskime aşınma, çatlama ve kırılma gibi fiziksel olabilirliği gibi malzemenin yapısını değiştirebilecek nitelikte kimyasal ve biyolojikte olabilir.

Değişik malzeme türlerinde hasar oluşumunun incelenmesi sonucu;

- Yapı bileşenlerinde hasar oluşumunun, bileşeni meydana getiren malzemelerin özellikleri kadar, bileşende hasar oluşturan etkenlerin büyüklüğüyle ve malzemelerin bileşenlerde güçlü özellikleriyle örtüşecek bir şekilde kullanılıp kullanılmadıklarıyla ilgili olduğu görülmüştür.
- Maddeyi meydana getiren atomların uzayda diziliş şekilleri olan kristal yapılarının düzgün veya düzensiz (amorf) oluşu maddelerin davranışını belirlemektedir. Kristallerin homojen, dolu ve boşluklarının az olması maddenin mukavemetinin fazla olmasını sağlamaktadır. Metaller alaşımlı hale getirilerek bu

boşluklar doldurulabilenkte ya da kristal yapıları, ısı ve karbon oranları değiştirilerek daha dayanıklı bir hale getirilebilenkte dir.

- Bağ kuvvetlerinin malzemelerin iç yapılarına göre farklılık gösterdiği görül mıştır. Bu nedenle malzemeler farklı mukavemet özelliklerine sahiptirler.
- Malzemelerdeki boşluk oranları malzemelerin su etkisine dayanımını belirlemektedir. Boşluk oranlarının metallerde teorik olarak %0, plastiklerde %0'a yakın olması bu tür malzemelerin su emmeye karşı dayanıklı olmasına neden olmaktadır. Beton, kerpiç ve tuğla gibi malzemeler, boşluklu yapılarından dolayı suya karşı fazla dayanıklı değildirler.
- Malzemelerin davranışları düzenli veya düzensiz bir yapıya sahip olmalarıyla yakından ilgilidir. Düzenli iç yapıya sahip malzemeler her yönde aynı özelliği gösterirler. Doğal taşlar, pişmiş toprak, kerpiç gibi malzemeler düzensiz (amorf) yapıdadırlar. Partikülleri rastgele ve düzensizdir düzene sahip oldukları için özellikle çekmeye karşı dayanıksızdırlar. Boşluklu yapıya sahip olduklarından basınç mukavemetine oranla çekme mukavemetleri düşüktür. Yapılarının düzensizliği nedeniyle gevrek malzemelerdir. Ahşap yapı malzemesi ise 'anisotropik'liği nedeniyle üç yönde değişik özellik göstermektedir.
- Malzemenin sahip olduğu elastiklik modülü malzemenin plastik ya da elastik davranış yapmasını belirlemektedir. Elastik deformasyonda şekil değiştirme kalıcı değilken, plastik deformasyonlarda kalıcı nitelik taşımaktadır. Kerpiç ve plastik gibi malzemeler elastisite modüllerinin düşüklüğü nedeniyle plastik davranış gösterirler. Metaller ise elastik davranış göstermektedirler. Ancak, her plastik malzeme başta az da olsa elastik davranış gösterdiği gibi, elastik malzeme de aşırı yükler karşısında plastik deformasyona sebep olabilmektedirler.
- Malzemelerin mekanik mukavemetlerinin yüksekliği elastiklik modüllerinin büyüklüğüne bağlıdır. Bu değer, taşıyıcılık niteliğinin yüksek olması istenilen hallerde büyük olması; esneklik, ani yüklerle karşı darbe emici olması istenen hallerde ise küçük olması tercih edilmektedir.
- Yangın, malzeme iç yapısında farklı sonuçlar doğurmaktadır. Metallerde molekül bağlarının uzaması, elastik şekil değiştirme değerinin artması ve sonuç olarak iç yapının kristal sisteminin dağılarak malzemenin katı fazdan sıvı faza geçmesiyle erime olmaktadır. Isıl iletkenliği iyi olduğu için metallerde ani mukavemet kayıpları görül mektedir. Buna karşılık ısı iletkenlik değeri düşük olan ahşap yanarak kimyasal değişikliğe uğramasına rağmen mukavemetini metallerden daha

uzun süre sürdürebilmektedir. Yangın metallerde genelde şekil değiştirmeye neden olurken beton, ahşap ve plastik gibi malzemelerde malzeme iç yapısını değişime uğratmaktadır.

- Organik yapılı malzemeler, biyolojik hasarlara uğrayabilmektedirler. Özellikle ahşap ve toprak kökenli malzemelere böcekler, bakteriler ve mantarlar zarar verebilmektedirler. Organik malzemelerin su etkisine, inorganik malzemelere göre daha dayanıksızdır.

Sonuç olarak;

Bir malzemenin doğru kullanılması, belirli etkenler karşısındaki dayanıklılığı veya bu etkileri karşılayabilme derecesi ile ölçülür. Örneğin Ahşap malzemenin çalıştığını bilerek, ahşabın çalışmasına olanak veren bir konstrüksiyon yapmak ne kadar doğru ise, ahşabın bu özelliğini dikkate almadan yapılan bir konstrüksiyon o kadar yanlıştır. Aşınma dayanımının öncelik kazandığı bir yerde, aşınma dayanımı yetersiz bir malzeme kullanmak doğru değildir. Isı tutucu bir malzemenin rutubetlendiği zaman ısı tutuculuğunun azalacağını veya bu özelliğini yitireceğini bilerek ısı tutucu malzemenin rutubetlenmesine mani olmak gerekir. Dolayısıyla yapı malzemelerini etkileyebilecek etkenler ve bu etkenler karşısında yapı malzemelerinin davranışları göz önüne alınmalıdır.

Yapı Elemanlarında hasarlar, malzemelerin zayıf özelliklerine bağlı olduğu gibi kullanılan malzemelerin özellikleriyle örtüşecek bir şekilde kullanılıp kullanılmadığına da bağlıdır. Alınacak doğru önlemlerle hasarın önüne geçilebilir, ya da oluşum süresi uzatılabilir.

4. ALÇI LI KERPIÇ YAPI DA HASAR ANALİZİ

Bilindiği gibi toprak, çok eski dönemlerden beri insanların barınmak için yararlandıkları malzemelerin başta gelenlerinden biridir. Yapı malzemesi olarak her neren her yerde kolay ve bol tedarik edilebilmesi ve yaşanılacak sağlıklı ortamlar sağlanması nedeniyle toprak çokça kullanılmış bir yapı malzemesidir.

Ne yazık ki günümüzde toprak yapı, başka olanak bulunmadığı dönem ve yörelerde, zorunluluk nedeniyle kullanılan toplumun refah düzeyinin yükselmesi ile olanaklar el verdiği an terkedilmesi gereken bir malzeme olarak görülmeye başlanmıştır. Ancak, sosyal ve ekonomik koşullar, toprağın yapı için yararlı yönlerini tekrar ön plana çıkarmaktadır.

Günümüzde bir çok yapı kültürünün ortaya çıkması ve teknolojinin gelişmesine rağmen insanların büyük çoğunluğu topraktan üretilmiş yapılarda yaşamını sürdürmeye devam etmektedir. Her neren her kıta ve ülke toprak yapı mirasına sahiptir.

El betteki toprak yapının da, diğer yapı türlerinde olduğu gibi sakıncalı yönleri vardır. Bunlar gerekli önlemler alınarak iyileştirilebilir. Toprak malzemenin en belirgin iki sakıncalı yönü, basınç dayanımının az, rutubete karşı duyarlılığının fazla olmasıdır. Ülkemizde bir çok yörede, yeterli iyi kalitede toprak bulmak mümkündür. Daha iyi, yani basınca daha dayanıklı, rutubete karşı duyarlılığı daha azaltılmış, suda dağılmayan, yüzeyleri düzgün ve toz üretmeyen kerpiç elde etmek amacıyla, toprağa çimentó, kireç, alçı ve bazı katkı maddeleri katılır. Bu şekilde kerpiğin zayıf yönleri iyileştirilerek hasarlara karşı daha dayanıklı olması sağlanabilmektedir.[26]

4.1 Kerpiç Yapı Kavramı

4.1.1 Kerpiç Malzeme

Yapı malzemesi olarak kerpiç, balçık veya en basit ifadesi ile çamurun insan tarafından kullanımı, kendi varoluşu kadar eskidir. Toprak çok eski dönemlerden beri insanların yapı malzemesi olarak yararlandıkları malzemelerin başında gelir.[4]

Kerpiç, yapı malzemesi olarak istenilen özellikleri nedeniyle tarihin her devrinde sıkça kullanılmıştır. İlk insanlardan günümüze kerpiç yapıların kullanımı incelenecek olursa bu yapı malzemesinin insanlık tarihi için önemi anlaşılacaktır. Mevcut

özellikleri nedeniyle sağlıklı bir yapı malzemesidir. Bu nedenle ‘‘sağlıklı yapı’’ üretimi hedef olarak alındığında kerpiç akla ilk gelen yapı malzemelerinden biri olmuştur. Günümüzde sağlıklı yapılar için, bir yandan günümüzün gerçeği olan insan ve çevre sağlığı gözetilmede diğer yandan rasyonalizasyondan vazgeçilmediği görülmektedir. Bu nedenle kerpiç, üretimi ve kullanımı aşamalarında, dünyanın ekolojik dengesini koruyan ve ülkenin enerji bütçesine katkısı olan bir yapı türüdür. [5]

Günümüzde endüstriyel yapı malzemeleri ile inşa edilen yapılarda daha iyi yaşanıldığı sanılmaktadır. Ancak biliyoruz ki yüksek teknolojiyle üretilen yapı malzemeleri dahi elemana dönüşükleri zaman elemanın yüklenmesi gereken bütün görevleri yerine getiremezler. Bir çok malzemeden oluşan katmanların detaylandırılması gerekmektedir. Mesela betonarme perde ile oluşturulmuş mekanda, mekan ısısisının korunması; ayrıca duvar iç yüzey sıcaklığının yeterli ve gerekli düzeyde olması için duvar izolasyonu uygulanması gerekmektedir. Bu ise ayrı bir malzeme ve işçilik maliyetini beraberinde getirir. Bu ilavelerden sonra mekanda bağıl nem dengesi bozulur. Çünkü ısı izolasyonu, yalıtım değerini kaybetmemesi için, buhar geçirimsiz bir katman ile mekan yönünde korunmalıdır. Bu durumda ‘‘taşıyıcı betonarme duvar + ısı izolasyon malzemesi ve işçiliği + buhar geçirimsiz katman ve işçiliği’’ yan yana kullanılmış olakla beraber mekanda bağıl nemin konfor düzeyinde tutulamayacağı görülmektedir. Kerpiç duvar ise ‘‘taşıyıcılık + ısı yalıtımı + ısı depolama + buhar difüzyon değeri’’ ile yapının taşıyıcılık ve koruyuculuk görevlerini, konfor şartlarını da sağlayarak, tek başına yerine getirir. [5]

Kerpiç yapının tercih edilme nedenleri aşağıdaki gibi sıralanabilir; [26]

- Her yörede barınma sorununun çözümünde ucuz ve hızlı yollardan birisidir.
- Yaşam konforunu iyi bir düzeyde sağlar.
- Maliyeti ucuzdur, özel bir üretim tesisi kurulmasını gerektirmez.
- Kalifiye iş gücü gereksinimi diğer sistemlere göre çok düşüktür. İnsanlar kendi evlerini yapabilirler.
- Seri üretimi yapılabilir ve bu şekilde maliyetler minimuma düşürülebilir.
- Malzeme üretiminde enerji kullanımı çok düşüktür.
- İyi bir ısı yalıtımı ve ses yalıtımı sağlar. İklim şartlarına çok iyi yanıt verir. Isıyı depolama özelliği sayesinde kullanımı süresince yakıttan tasarruf sağlar.

- Kullanıldığı yörelerin öz kaynaklarının değerlendirilmesi sağlar.[26]

Kerpiçinin ana maddesi olan toprağın özellikleri;

Kerpiçinin ana maddesi olan toprak, bağlayıcı özellikteki kil ve kolloidlerden oluşan ince kesi m ile bu bağlayıcılar arasında dolgu maddesi olarak bulunan çakıl, kum gibi kaba kesimden oluşur. Kil, kerpiçin içindeki sert tanaları bir hamur halinde birbirine bağlar.[9]

Kil, su ile yoğrulduğunda istenilen şekli alır ve suyun bünyeyi terk etmesi sonucu kohezyon özelliği nedeni ile kazanmış olduğu şekli aynen korur. Su kaybı sonucu kilde oluşan rötre, kil tanecikleri hareket edemez hale geldiklerinde durur ve bu arada kilin plastikiği de kaybolur.

Toprak, bünyesine aldığı su derecesine göre içinde bulunan kil parçacıklarının hacimleri büyür. Kum ve taş kırıntılarında ise böyle bir şey söz konusu değildir. Toprak içerisinde yapıştırıcı madde olan kilin, hacim değiştirmelerinden düşük oranda etkilenmesi, dolayısıyla kerpiçin, herhangi bir şişme veya büzülmeden dolayı çatlamaması gerekmektedir. Kil miktarının fazla olduğu topraklarda kuruma sırasında çatlamalar daha fazla görülür. Bunu önlemek için başka maddeler katılmaktadır.[27]

4.1.2 Kerpiç malzemenin iyileştirme nedenleri,

Kerpiç'in kullanımını günümüz mimarilerinde daha yaygın hale getirebilmek için önce Dünya da en çok kullanılan yapı malzemesi olmasına rağmen yerini hızla endüstriyel yapı malzemelerine terk ettiğinin incelenmesi gerekmektedir.

Her malzemenin olduğu gibi kerpiç yapı malzemesinin de zayıf yönleri bulunmaktadır. Kerpiç bünyesinde toprak bulundurduğu için suya karşı dayanıksız bir malzemedir. Aynı zamanda basınç dayanımı günümüz endüstriyel malzemelerine göre düşüktür.

Geleneksel kerpiçin zayıf olduğu bu noktalar malzemenin gözden düşmesine sebep olmaktadır. Kerpiç malzemenin kullanımının diğer malzemelere göre sürdürülebilirliği için zayıf özelliklerini iyileştirilmesi yoluna gidilmiştir.

4.1.3 Kerpiçte Oluşan Hasarlar

Toprak içindeki kil parçacıklarının hacmi, bünyesine aldığı su derecesine bağlı olarak büyür. Topraktaki killi malzemenin türü ve bulunma oranı, özelliklerin büyük ölçüde değişmesine neden olur. Özellikler, aynı zamanda farklı yapılardaki kil zerrelere karışmış veya tabakalar halinde olmasıyla da değişiklikler gösterirler.

Kerpiğin basınç dayanımı normal hallerde 10-15 kg/cm² olup iyi bir granülometri ayarlanmasıyla 35 kg/cm² kadar çıkartılabilir. Kerpiç malzemeni içine kimi zaman saman ve bitkisel lifler katılarak ya da bir takım katı maddeleri eklenerek mekanik özellikleri iyileştirilebilir.[28]

Kil, su ile yoğrulduğunda istenilen şekli alır ve suyun bünyeyi terk etmesi sonucu kohezyon özelliği nedeniyle kazanmış olduğu şekli aynen korur. Kohezyon, bağ kuvvetidir. Bunlar Atom ve molekül üzerindeki uzaklıkları korumak isteyen kuvvetlerdir. Su kaybı sonucu kilde oluşan rötre, kil tanecikleri hareket edemez hale geldiklerinde durur ve bu arada kilin plastikiği de kaybolur.

Kerpiçte Oluşan Fiziksel ve Mekanik Hasarlar;

Isıl Genleşme; Malzeme de oluşacak iç gerilmeler, sıcaklık değişimleri ve malzemenin ısı iletkenlik değerleri ile ilgilidir. Sıcaklık etkisiyle malzeme iç yapısında gerilmeler oluşmakta, fiziksel olarak bağları uzamaktadır. Yapıların devamlı olarak özellikle dış yüzeylerinin sıcaklık değişimiyle karşılaşması ısısal genleşmeye karşı önlemler alınmasını gerektirir. Kerpiç malzeme de sıcaklık farklılıklarından ötürü boyunda büzülme veya genleşme nedeniyle uzama veya kısalmalar olacağından, zamanla çatlamalar ve kırılmalar kaçınılmazdır.

Su Etkisi; Kerpiç malzemenin bozulmasına neden olan en önemli etken su'dur. Yapı elemanlarının bünyesine giren su, çözücülüğüyle bağlayıcıların kimyasal yapısını bozar. Suyun malzeme üzerindeki etkileri ise su emme, kapıllarite, donma, çirkinleşme, eriyebilen tuzların açığa çıkması, nem nedeniyle oluşan şekil deformasyonları, kondansasyon ve nemin havadaki gazlarla birleşmesiyle ortaya çıkan asitlerin etkisi olarak görülmektedir.[9]

Koşullara bağlı olarak su bulunduğu tüm hallerde (katı, sıvı, gaz) yıpratıcı hatta yıkıcı etkiye sahip olabilmektedir.

Su etki ettiği her yüzeyde

1. derecede *Çözme

*Taşıyıcılık etkisi

2 derecede *Fiziksel

*Kimyasal deformasyon yapar [11]

Yağmur etkisi; Yağmur suyu etkilediği yüzeylerde çözünürlük taşıyıcılık fiziksel ve kimyasal deformasyonlara sebep olur.

Suyun emilme miktarı, suyun temas ettiği yüzeyin gözenekliliğiyle doğru orantılıdır. Suyun duvar bünyesine girmeesindeki en etkili mekanik oluşum rüzgar etkisidir. Rüzgarın hızı ve yönü etkiye maruz kalma yoğunluğunu belirler. Binanın dış formu ve mimari detayları, potansiyel koruma zonları oluşturur. Suyun yüzeydeki hareketini, izlediği yolun, hızının, yoğunluğunun değişmesine neden olur. Rüzgarın şiddetini değiştirip farklı hava akımlarının oluşumuna sebep olur. Arazinin topografik özellikleri, aynı şartlardaki farklı yapıların etki yoğunluğunu farklılaştırır. Bu özellikler çerçevesindeki arazi kullanımı, mekanların iklimsel konfor şartlarını etkiler.

Sürekli ve kuvvetli rüzgarlar ile duvar yüzeyine gelen yağmur, dolu veya erimiş kar suyu cepheyi ıslattığı gibi beraberinde taşıdıkları toz, duman, kum vb. partiküllerin yapı yüzeyindeki girintili, kuytu köşelerinde birikmesine de neden olur. Bu kalıntı ve birikmeler zamanla lekelenme ve tabakalanma meydana getirerek yüzey görüntüsünü bozar.

Kapilarite etkisi; Suyun herhangi bir şekilde elemanın bünyesine girmeinden sonraki hareketi

- Damlaanın hızı ve yerçekimiyle aşağıya
- Suyun yüzey gerilimi nedeniyle oluşan kapiler kuvvetler etkisi ile yukarıya şeklinde olur.

Alker yapılarda karşılaşılan nem kaynakları üç grupta incelenebilir.

- Yapı malzemesinden kaynaklanan nem

Yeni tanımlanmış binaların ilk kullanımı yılında fazla olan bu tür nem kullanımı süresiyle azalıp sifıra yaklaşmaktadır.

- İç çevre koşulları

Kullanıcı faaliyetlerinden kaynaklanan bu tür nem yapının kullanımı boyunca yapıya etkisini sürdürür.

- Dış çevre koşulları

Yağmur suyu, nemli temeller ve nemli havadan kaynaklanan yapının dış cephesinde etkili olan nem türüdür.

Cephe yüzeyine gelen suyun büyük kısmı dışarıdan gelmekte ve yaklaşık bunun %85-90 'ını yağmur suyu şeklinde duvara nüfuz etmektedir. Cepheler yağışın m2 olarak yaklaşık %40 'ını alır. Duvara nüfuz eden yağmur suyu buharlaşmazsa duvarda birikir. Çoğu kere dışardan gelen yağmur suyunun duvar bünyesine girememesi için ince sıvanın çok sert yapılması veya su geçirmez bir boya ile kaplanması gerekebilir. Fakat içerden gelen su buharı dışarı atılamaz ise, bu geçirimsiz tabaka altında yoğunlaşarak birikir, çok soğuk havalarda donar ve kabuklar parçalar halinde düşer. Buhar yoğunlaşarak geçirimsiz boya altında toplanırsa, boyayı kabartır ve sonra patlatarak dışarı çıkar.[9]

Sıcaklık ve buhar basıncı değişiklikleri ile oluşan faz değişimleri nemin hareket kabiliyetini etkiler. Nem miktarı içinde bulunduğu havanın sıcaklık derecesine bağlı olarak değişir. Hava sıcaklığı arttıkça nem miktarı arttığı gibi sıcaklık düştüğü süreçte de nem miktarının düştüğü görülür. Bu değişimler iklimsel konfor düzeyini etkiler.

Duvar kesiti ıslanmadan etkilenmeyecek malzemelerden oluşsa bile, en sıcak dönemde yoğunlaşan suyun buharlaşmak istemesi sonucu oluşan kuvvetler, kesitteki difüzyon direnci yüksek katmanlarını zorlayarak hasarlara neden olur. Çatlaklar, çok az su ihtiva eden kuru duvarlarda iç yüzeyden dışa doğru akabilir. Bu geçişi engellemek için yüzeyi içerden desteklemek gerekir. En çok dikkat edilmesi gereken yerler köşeler ve çıkmalardır.

Kerpiç duvarda buhar basıncı kabarmalarla gözlenebilir. Yüzeyde damlalar da görülebilir. İklim sıcaklıklarına göre değişen su buharı basınç farklılıkları buharın duvar içinden geçmesine neden olur. Bu sebeple çok kalın duvar yapmaktan kaçınılmalı veya su yalıtım yapılmalıdır.

Suyun gözenekli malzeme bünyesine girdikten sonra hasarların önemli nedenlerinden biri de donma etkisidir. Sıcaklık azalıp 0 °C nin altına düştüğü zaman malzeme boşlukları içerisinde emilmiş bulunan su donarak buz haline geçer. Bu geçişte suyun hacminin artmasından dolayı malzeme çatlama, parçalanma ve dökülmelere uğrar.

Kerpiç Yapılarda hasarlı ve bozulmuş yüzeylerde genel olarak şunlar gözlenebilir; Ufalanmalar; Bunlar çok kolaylıkla elle yapılan darbelerle bile izlenebilir. Aşınma; Su ile duvarın zamanla incelenmesine ve yok olmasına kadar gidebilir. Çok ince kılcal

çatlaklar; Bu çok ince olan çatlaklar suyun girişine de izin verirler. Bu çatlaklar belli belirsiz ve sayıca çok olmasalar bile giderek büyürler ve yine suyun içeriye nüfus etmesine neden olurlar. Kabarın; Lokal bir kabarın veya tüm yüzey üzerinde bir araya gelmiş baştan başa kabarınlar olarak da gözlenebilir. Kabarınlar çatlaklarla birlikte zaten yüzeyden ayrılmış olan bu parçaların atınlarına neden olur. Renk değişimi; Yüzeyde oluşan gri beyaz halkalar olarak görülür.[13]

Deprem Etkisi; Deprem yükü taşıyıcı sistemi etkileyen yatay bir yüküdür. Deprem hareketlerinden dolayı bir taşıyıcı sistemin taşıması gereken yükler veya hareketler vardır. Bunlar üzerine oturduğu zeminin hareketlerinden ötürü yapıda oluşan şekil değiştirme zorlanmalarının bir sonucudur. Zemin hareketinin doğrultusu, şiddeti, süresi ve uygulanış sırası düzensiz olan yer değiştirmeler, hızlar ve ivmelerle belirlenir.

Belli bir depremden beklenen yığma (kagir) taşıyıcı duvarda üst üste geliş güzel konmuş küçük elemanın birinleri kuvvetli bir harçla birbirlerine bağlanmak zorundadır. Harçsız yada çamur harçlı kaba taş ya da kerpiç duvarlarda sürtünmeli kayma dayanımı oluşturulamaz. Eğilme etkisine varılmadan düz kesme ve yanal öteleme zorlanmaları bu duvarların örgüsünü dağıtır. Öe yandan harçlı düzgünce duvar örülme önlemi alınmış olsa bile duvar bütünlüğünü bozacak büyüklükte ve düzensizlikte kapı ve pencere yaratılması gerekir. Dış duvar boyunca bir kuşak oluşturan ve iç duvarlara da yerleştirilen beton veya ahşap sürekli hatıllar yapmak bir önlem olabilir. Düzgün olan yığma duvarlı bina yıkıldığı halde köşeleri sağlam örülmüş ve hatıllı duvarlı kagir binalar ayakta kalabilmektedir.

Kerpiçte Oluşan Kimyasal Hasarlar;

Malzemelerdeki çözülabilir tuzların reaksiyonu;

Rüzgar etkisiyle duvar bünyesine giren ve kapıların ile yayılan yağmur suyu, duvardaki yapay veya doğal malzemelerdeki değişik miktarlarda tuzları da çözmeğe başlar. Çözünen tuzlar yüzeyde erozyon yaratarak hem yüzey koruyuculuğunu yok eder, hem de görünüş bozuklukları meydana getirirler.

Çözünebilen tuzlar kerpiçin bünyesinde mevcut olabildiği gibi eklenen bağlayıcı katkı malzemelerinde ve sıvanın bünyesinde de bulunabilir.

Şehir atmosferi içinde havada bulunan atık gazlar endüstriyel atıklar, muhtelif temizleme kimyasalları yapı kabuğu üzerinde onarım güç, maliyeti yüksek hasarlara neden olurlar. Genel olarak dumân, kum toz, kükürt dioksit, kükürt monoksit atmosferde en fazla tahrip yeteneği olan faktörlerdir. Kirlenmiş atmosferin içinde

taşıdığı çeşitli gazlar, toz ve kum gibi katı partiküllerin, rüzgarın da yardımıyla yapı yüzeylerinde birikip temizlenmesi güç kirli bir tabaka oluştururlar. Duman partikülleri adhesif yeteneklerinden ötürü yapışıp kalırlar. Büyük miktardaki su tutma kapasiteleri yüzünden yapı dış kabuğuna zarar verirler.[9]

Hidroscopik tabakalar kimyasal etkilerinden dolayı yağmur suyuyla temas edince korozif hale gelirler. Bu şekilde malzeme kendisi hasara izin verir.

Yangın ise alçıklı kerpiç malzemede renk değişimlerine neden olmakta ve kerpiçin iç yapısı bozulmaktadır.

4.1.4 Kerpiç malzemeni iyileştirme yolları

Daha iyi kerpiç malzeme elde etmek için, en başta uygun toprağı seçmek gerekmektedir.

İyi bir toprak, yarı nemli durumda avuç içinde sıkıldığında ele yapışmayan, yere bırakıldığında dağılmadan yere yapışan, bir bütün halinde kalan topraktır.[26]

Bu duruma uymayan toprak;

- Ya kil miktarı az olan yağsız topraktır, yere bırakılınca parçalanır. Kuruyunca çatlar ve dağılır. Bu tür topraklara kil katılarak uygun hale getirilebilir.
- Ya da kil miktarı çoktur, ele yapışır, kuruyunca çatlamaya yarar. Bu tür topraklara da kum katılarak uygun duruma getirilebilir.

Uygun Granülometre ayarlanmasıyla kerpiçin dayanım önemli oranda artırılabilir. Toprağı oluşturan tanelerin büyüklük oranının ayarlanması basınç dayanım yükseltecektir. Tane büyüklüklerinin ayarlanması yoğrulmuş toprak içindeki boşluk oranını azalttığından, basınç dayanım da buna paralel artmaktadır.

Toprağın dinlendirilmesi ve kendi bünyesinde iyileştirilmesi ile daha iyi kalitede toprak elde etmek mümkün olmaktadır. İçinde demir bileşikleri ihtiva eden toprak, organik toprakla karıştırılarak uzun süre nemli ortamda bekletildiği zaman, humus asidinin kimyasal reaksiyonları sonucu bağlayıcılık özelliklerini arttırmaktadır.

Kerpiçi iyileştirmek ve geliştirmek amacıyla ile toprağa çeşitli maddeler katılabilir.

Kerpiçin sakıncalı yönlerini düzeltmeye yönelik katılan bu maddeler;

- Çimento
- Kireç
- Alçı veya Kireç + Alçı
- Bitüm
- Bağlayıcı nitelikte olan endüstri artıkları
- Saman, keten elyafı, pamuk sapı vb. artıklardır.[4]

Çimento Katılması:

Çimento uygun bir katkı malzemesi olmasının yanı sıra maliyeti büyük oranda artırdığı için pahalı bir katkı maddesidir. Bu nedenle dayanımı arttırmak için çimento miktarının fazla kullanılmasından sakınılmalı uygun miktarda çimento kullanılmalıdır. Deneyler 1 m³ toprağa 100kg çimentonun yeteceğini göstermiştir. Çimento toprak karışımı katılaşmadan kalıplanma işlemi bitirilmelidir. Çimentonun toprağın her tarafına iyice dağılması sağlanmalı mümkün olduğunca homojen bir karışım elde edilme çalışılmalıdır.[26]

Kireç Katılması:

Kerpiçin zayıf yönlerinin başında suya karşı dayanıksız olması gelmektedir. Bu nedenle sudan az etkilenen, nemden ise etkilenmeyen kerpiç elde etmek için kerpiçe belirli oranda kireç katılır. Miktar olarak 1m³ kerpiçe 40kg toz kireç veya buna eşdeğerde kireç lapası konmasının yeterli olduğu araştırmalar sonucunda tesbit edilmiştir.[4]

Zemin stabilizasyonunda yaygın olarak kullanılan bağlayıcı türü kireçtir. Zeminde gösterdiği performans duvar malzemesi olarak gösterdiği sonuçlardan daha iyidir. Sönmüş veya sönmemiş kirecin zemin etkisi;

- İyon değişimi sonucu koagülasyon
- İyon değişimi sonucu absorbe suyun azalması
- Hava tesiri ile kirecin karbonlaşması
- Puzzolanik maddeler etkisi ile kirecin hidrolik bağlanması şeklinde olmaktadır.[9]

Ancak toprağa ister toz kireç, ister lapa halinde sönmüş kireç katılması, kerpiğin mekanik dayanımında bir artışa neden olmaktadır.

Saman ve Benzeri Lifler Katılması:

Anadoluda eskiden beri kerpiğin sağlamlığını arttırmak ve çatlaklarını önlemek için içerisine saman katılmaktadır.[4] Organik lifsel bitki atıklarının katılmasıyla dengeli, homojen kuruma sağlanır, büzülme ve çatlaklar azalır, dayanım artar. Ortalama 1 m³ çamura 8-12kg saman katılmaktadır. Saman dışında her türlü ot, saz, kamaş artığı, bitki sapları, ahşap elyafı, testere talası gibi katkılarda kullanılabilir. Bu katkılar sayesinde kerpiğin içindeki rutubet emilip dışarı atılmaktadır.[9] Aynı zamanda saman ve benzeri lifler yüzeysel gerilmeleri karşıladıklarından kerpiğin çatlaklarının oluşumuna da engel olmaktadır.

Bitüm Katılması:

Su geçirimsizliği sağlayan malzemelerin entanımı bitümdür. Bitüm ham petrolün doğal çökeltisiyle ve damıtılmasıyla elde edilen bir maddedir. Bitümün su ve nem geçirimsizliği sağlamakta üstün nitelikleri bulunduğu için öteden beri bu özelliklerinden yararlanılmaktadır.[3] Toprağın suya karşı stabilizasyonunu arttırmak için belirli oranlarda toprağa katılır. Bitüm belirli düzeylerde katıldığında, toprak mukavemet yönünden daha dayanıklı olmaktadır.[28]

Çeşitli Endüstri Atıkları Katılması:

Kiymasal bazı maddeler katarak kil tanelerinin suya karşı olan dayanımsızlığı azaltılıp kiymasal stabilizasyon yapılabilir. Bu işlemler için reçineler, elektrolitler (Kalsiyum klorür, sodyum klorür, demir klorür, sodyum silikat), organik katyonlar (selüloz) gibi kiymasal maddeler kullanılabilirler.[27]

Alçı Katılması:

Alçı bu tez kapsamında incelenecek olan alçı malzemesinin bileşenlerinden biridir. Uygun oranda katıldığında kerpiğin fiziksel ve mekanik niteliklerini, normal kerpiğe nazaran yapı için gerekli olan yönde, önemli ölçüde iyileştirir.

Alçı, alçıtaşı'nın özel fırınlarda 120-180 °C de ısıtılıp bağlı bulunduğu kristal suyunun uçurularak, kalan kalsiyum sülfatın toz haline getirilmesiyle elde edilen maddedir.[3]

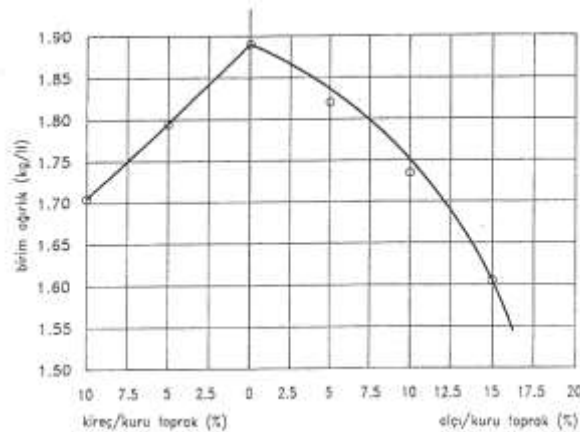
Alçı'nın yapılarda kullanılması'nın İ. Ö2000 'li yıllara dayandığı bilinmektedir. Alçı taşı'nın pişirilmesiyle elde edilen alçı bu tarihlerden beri yapılarda bağlayıcı olarak kullanılmaktadır. Alçı, Anadolu Türk mimarisinde de yaygın bir şekilde kullanılmısına karşın zamanla önemini yitirmiş 1980 başlarına kadar bir takım dekoratif uygulamalar dışında yapılarda gözükmez olmuştur. 1980 li yıllardan itibaren yapılan yatırımlarla yapılarda kullanım alanları ve miktarları hızla artmıştır[29].

Katkı maddesi olarak alçı'nın seçilme nedenleri;

Maliyetinin ucuz olması nedeniyle alçı, katkı maddesi olarak diğer maddelerden daha avantajlıdır. Alçı toprağa çimentodan daha kolay katılır. Alçı, alçı taşı bulunan her yerde kolayca üretilebilir. Kırsal bölge halkı tarafından kendi olanakları ile alçı taşları basit fırın veya ocaklarda pişirilerek öğütülüp, alçı elde edilebilir. Alçı takviyesi ile üretilen kerpiçler, dökümden kısa bir süre sonra katılaşmakta ve duvar olarak örülür duruma gelmektedir.[28]

Ülkenin hemen her tarafında bol ve iyi kalitede alçı taşı rezervleri bulunmaktadır. Bu nedenle alçı'nın yapılarda kullanılması'nın yaygınlaştırılması bu madenin değerlendirilmesi açısından, ülke çıkarları nedeniyle önemlidir.

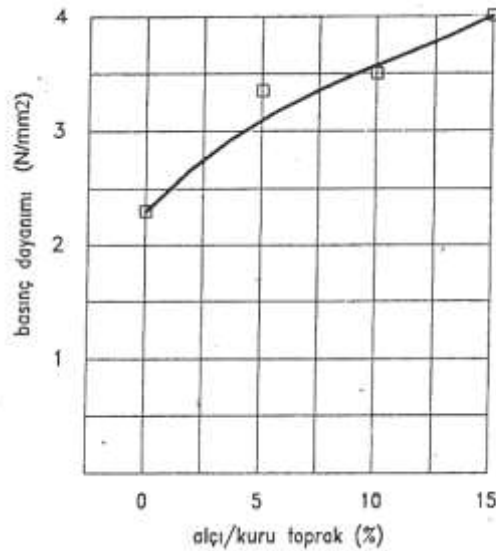
Toprağa katılan alçı rötreyi engellediği için, kuruma sırasında karışım içerisinde bulunan suyun buharlaşması sonucu hava boşlukları oluşur. Böylece poröz ve katkısız kerpice nazaran birim ağırlığı daha az, fakat su içerisinde dağılmayan, yüzeyleri son derece düzgün, toz üretmeyen bir malzeme elde edilmektedir. Alçı katkı oranının artmasına bağlı olarak birim ağırlık düşmektedir. (Şekil 4.1)



Şekil 4.1 Al ker malzemenin alçı ve kireç katkılara bağlı olarak birim ağırlığının değişimi. [5]

Malzemenin birim ağırlığının düşmesi, ısı iletkenlik değerinin (λ) küçülmesini, dolayısıyla soğuk sıcak dönemlerde enerjiden tasarruf edilmesini sağlar.

Alçı katkı oranına bağlı olarak basınç dayanımının gösterildiği Şekil 4.2 de katkı oranı arttıkça dayanımın arttığı görülmektedir. Ancak %10'dan fazla alçı katılması halinde basınç dayanım alçı miktarı oranında artmamaktadır. Bu nedenle %10'dan fazla alçı katılmasıyla elde edilen dayanım malzemeden beklenen değer karşılandığı için sadece maliyet artışına sebep olmaktadır.



Şekil 4.2 Al ker malzemenin alçı katkı oranına bağlı olarak basınç dayanımının değişimi [5]

Alçı, kerpiç içerisinde karışım daha kurumaya başladıktan sonra bir iskelet oluşturmaktadır. Karışım suyunu kaybedip kurumaya başladığında, kil zerrecikleri birbirine yaklaşmaya çalışmakta (rötre) fakat bu oran, alçı iskeletten dolayı çok küçük sınırlarda kalmaktadır. Bu sırada malzemede bir iç gerilme oluşmaktadır. Kil rötresinin yarattığı iç gerilme, kerpiçin mekanik niteliklerini iyileştirilmesine neden olmaktadır. [5]

Alçı kerpice bol su ile karıştırılarak akışkan hale getirildikten sonra katılaşır. Toprak daha önceden ıslatılarak dinlendirilmiş olmalı, çabuk priz aldığından çok acele karıştırılıp hemen kalıplanmalıdır. Alçının priz süresinin kısa oluşundan dolayı işlenebilirliği zorlaşmaktadır. Ancak bu durum Kireç katkısı ile kontrol altına

alınabilmektedir. Alçı stabilizasyonuna %2 kireç katılması, malzemenin inşaat makineleri ile kullanılmasına olanak vermektedir. Böylece alçı katkılı kerpiçin üretilmesine hız kazandırılmış olup, büyük miktarlarda rahat üretilabilir hale getirilmektedir. Bununla birlikte kireç malzemenin basınç mukavemetini düşürdüğü için karışıma katılma oranı düşük tutulmalıdır. Böylece hem basınç dayanımı yönünden hem de işlenebilirlik yönünden uygun bir karışım elde edilmiştir.[5]

4.1.5 Alçı Kerpiç'in özellikleri

Alker (alçı kerpiç), uygun kerpiç toprağına % 10-20 arasında alçı katılmış bir kerpiç türüdür. Fizik ve mekanik nitelikleri, normal kerpiçe nazaran yapı için gerekli olan yönde, önemli ölçüde iyileştirilmiştir. Alker'e katılan alçının çabuk priz yapması, kalıptan çıktığı sırada yeterli sağlamlık kazanmasını sağlar. Uygulanda, kurutma işi nişçilik ve zaman kaybına ve kurutma alanı ayrılmasına gerek kalmadan kullanma olanağı kazandırır. Alçının çabuk priz yapması (katılaşması) kilin kullanma sırasında normal olarak yapacağı büzülmeyi ve kurumunun dengeli olarak sağlanmadığı zamanlarda bünyede oluşacak çatılma ve biçim değişimlerini önler. Bu olaylar dayanımın artmasına ve suda dağılmasına neden olur.[26]

Normal hallerde 10-15 kg/cm² basınç mukavemeti gösteren kerpiç malzemesine uygun miktarda alçı katıldıktan sonra 30-50 kg/cm² basınç mukavemeti olan alçı katkılı kerpiç elde edilmektedir. (Tablo 4.1)

Tablo 4.1 Alçı katkılı kerpiçin fiziksel ve mekanik özellikleri [26]

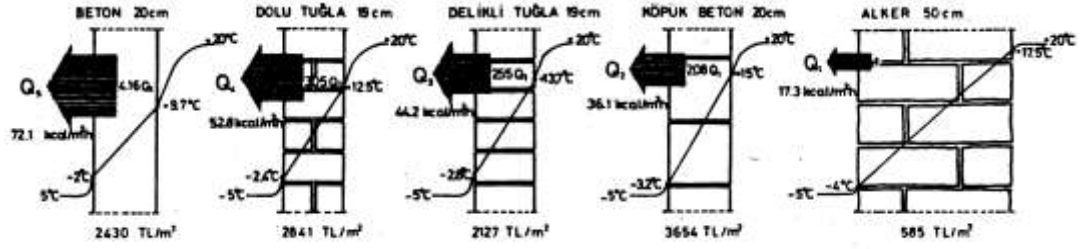
FİZİKSEL NİTELİKLER					MEKANİK NİTELİKLER	
SERTLEŞME SÜRESİ ALKER DEĞERLERİ	Birim hacim ağırlığı Δ (kg/m ³) 1550	Isı iletkenlik katsayısı λ (w/m ² K) 0,40	Özgül ısı C (kcal/kg°C) 0,30	Buhar difüzyon direnç faktörü μ 13	Basınç dayanımı σ_b (kgf/cm ²) 35 - 50	Eğilmede çekme dayanımı σ_{ec} (kgf/cm ²) 0,14 - 0,16

Alçı katkılı kerpiçte mukavemeti belirleyen etmenleri şöyle sıralayabiliriz;

- Kerpiç toprağıının cinsi
- Su miktarı
- Alçı miktarı
- Kalıba yerleştirme
- Kurutma süresi ve yöntemi

Alçı katkılı kerpiğin ısı geçirimi özelliği itibarıyla diğer malzemelerle karşılaştırılması Tablo 4.2 ve Tablo 4.3’de görülmektedir.

Tablo 4.2 Alçılı kerpiğin ısı iletimi [26]



Tablo 4.3 Alçılı kerpiğin fiziksel özellikleri [11]

	Malzeme	Birim ağırlık (kg/m ³) (ρ)	Isı iletkenlik (W/mk) (λ)	Özgül Isı (kJ/kgK) (C)	Buhar difüzyon direnci (μ)
[SIA] 381/1	Tuğla	1100	0.37	0.9	4.0-6.0
	Kireç, Kum taşı	1600	0.80	0.9	10-25
	Gazbeton	400	0.18	1.1	3.0-5.0
	Ahşap (çam)	450-500	0.14	2.0-2.4	20-40
	Ahşap Elyaf levha	350-500	0.09	1.6	2.0-5.0
CRA Terre	Masif kerpiç	2000	0.46-0.81	1.0	10.0-11.0
	Çimentolu kerpiç (%8)			0.65-0.85	
	Hafif kerpiç	1200	0.47	1.0	8.0-10.0
[Al-ker]	Alçılı Kerpiç	1600	0.40	-	13

4.2 TBİ TAK 622 No'lu Akır (Açı Kat kılı Kerpiç) Dene ne Yapısı

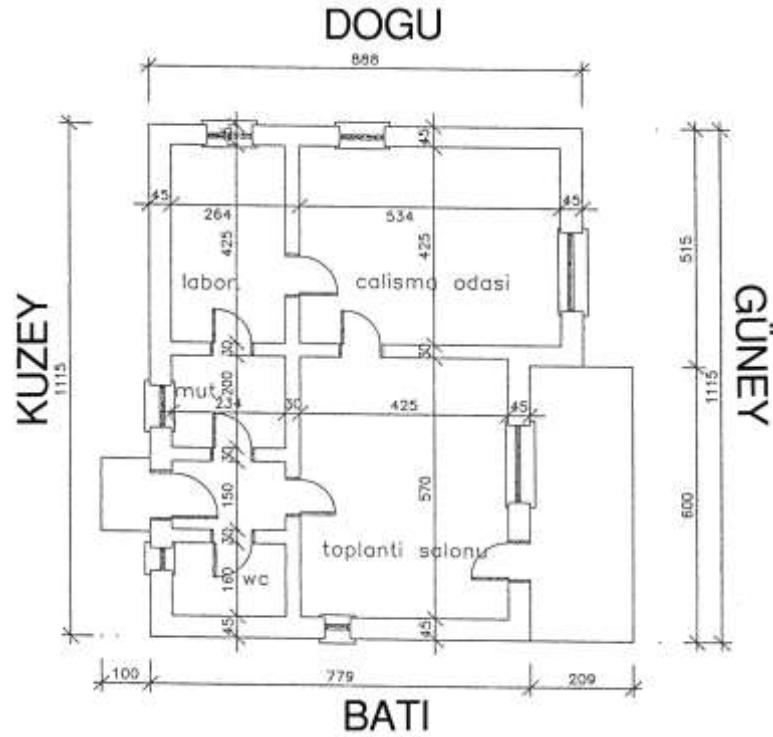
1978' den bu yana İ. T. M marlık Fakültesi nde kerpiç araştır naları sr nektedir. Bu tez kapsa m nda i ncelenecek olan al ker yapı sı, Kerpiç Yapı Teknolo jisi araştır nası nı n TBİ TAK İ NTAG TOKİ 622 nolu aşa nası kapsa m nda yapılan II. Akır dene ne yapı sıdır. (İ NTAG İ nşaat Araştır na G urubu, TOKİ: Toplu konut idaresi) (şekil 4.3)



II. Akır (Açı kat kılı kerpiç) dene ne yapı sı, duvarları n yapı l nası [5]



Şekil 4.3 II. A ker (Açı kat kılı kerpiç) dene ne yapısı, duvarları n bitirilmesi[5]

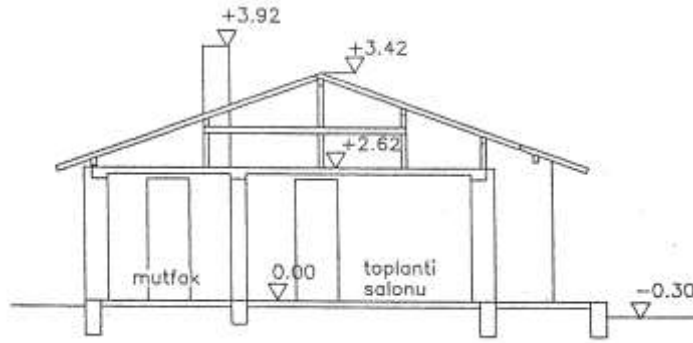


Şekil 4.4 II. A ker (Açı kat kılı kerpiç) dene ne yapısı planı [5]

II. Açı kat kılı kerpiç dene ne yapısı, Doç. Dr. Bilge Işıktarafından yürütülen bir araştırma kapsamında yapılmıştır. Yapı, İ. T. Ü. Mıslak kampüsü içinde Trisönik Laboratuvarının yanında yer almaktadır.



Şekil 4.5 -II. A ker (alçı katkılı kerpiç) dene me yapı sı batı b ör ünü ş ü



Şekil 4.6 -II. A ker (Açı kat kılı kerpiç) dene me yapı sı kesiti [5]

Yapı nın duvarları kalı ba dök me metodu ile in ş a edil mi ş tir. A ker m al ze ne si te m el alı nan bu ara ş tır ma da topra ğ a a ğ ır lık  a %2 kire  , %10 al  ı ve %22 su kat ı lar ak kul lan ı la cack kar ı ş ı m ha zı r lan m ı ş tır. Yapı nın ze m i ni ne ot u ran d ö ş e me si ve  at ı d ö ş e me si bet on ar n ed ir. Tavan d ö ş e me si d ı ş ta 45c m ve i   te 30c m duvar lar ı n ü ze ri ne ot u r n a k t a d ı r. Ö n cep he de  at ı sa   ak u zu n lu ğ u 40cm ka da r d ı r.

Duvar, bet on ar n e te m el hat ı lı ve 10c m l i k d ö ş e m e be ton u ü ze ri ne ot u r n a k t a d ı r. A ker duvar ı n i   i ne ya tay kuvvet ve ol u ş an   ek me kuvvet le ri ni kar ş ı la n a k ü ze re donat ı g ö re vi g ö ren ha s ı r   el i k (2,5 x 8 c m ar a l ı k lı) ko nu lu ş t u r. Ha s ı r   el i k donat ı ya tay ol a rak a ş a ğ ı dan yuk a rı ya her 60c m y ü k sek li k te ol n a k ü ze re 2.40m y ü k sek li ğ i n de ki duvar i   i n de 3 k ot ta uy gu lan m ı ş tır. Donat ı 45c m ge ni ş li ğ i n de ki d ı ş duvar da 40cm ge ni ş li ğ i n de, 30c m ge ni ş li ğ i n de ki i   duvar lar da ise 20c m ge ni ş li ğ i n de s ü re k li ol a rak yer le ş ti ri l mi ş tir. (Ş ek il 4.7)



Şekil 4.7 Aker duvarlara yatay yüklere karşı hasır yerleştirilmesi [5]

Kapı ve Pencere boşluğu hatıl altına kadar yükselmektedir. Üst döşeme için hazır kirişler ve asmolen döşeme blokları kullanılmış olup, üst döşeme betonunu hatılla birlikte dökülmüştür.

Dış duvarlarda hatıl, dış yüzeyden 15cm içeriye dökülüp, kerpiç duvar üzerinde kalan boşluk tekrar kerpiç malzeme ile doldurularak tokmaklanmıştır. Böylelikle hem betonarme elemanlarda oluşabilecek ısı köprüleri engellenmiş, hem de binanın dış görünüşü açısından kerpiç yapı bütünlüğü ve estetiği korunmuştur.

4.3 TÜBİTAK 622 No'lu Alker Dene me Yapısı nda Gözlenen Hasarlar

Alker dene me yapısı 1995 yılında Tübitak İNTAG TOKİ 622 No'lu projesi olarak İ. T. Ü. Mıslak kampüsünde yapılmıştır. Geçen süre içinde kullanılan ve sahihsiz kalan yapıda, çeşitli hasarlar meydana gelmiştir. Bunların bir kısmı henüz yapı m aşamasında oluşurken bir kısmı da atmosferik şartlar altında zamanla oluşmuştur.

Bu çalışmada yapı m sırasında ve zaman içinde oluşan hasarlar incelenip, durabilite ilkelerine göre hasar nedenleri tanımlanacaktır.

4.3.1 Alçılı Kerpiç Yapıda Oluşan Rötire Hasarları

Alçılı kerpiç yapıda duvarlar, binanın tüm yüklerini yağma yapı presibiyle taşımaktadır. Duvar gövdesi aynı zamanda ısı tutuculuk, buhar yalıtımı, ses geçirmezlik gibi işlevleri de üstlenmiştir.

Alker duvarlar genel olarak iki türde uygulanır.

- Üretilen bloklar örülerek duvar oluşturulur
- Kalıp içinde alker harç tokmaklanarak duvar oluşturulur. (Mönolitik duvar yapı m).

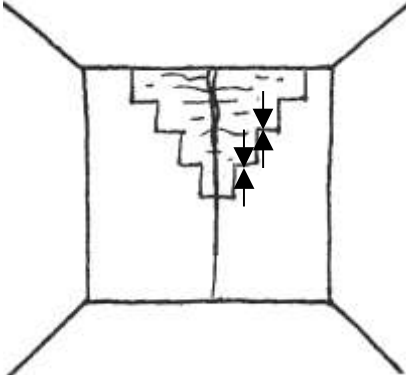
Kerpiç'in yapı malzemesi olarak kullanılması en büyük risk, kerpiçin kuruması dönemindeki rötresidir. Alker karışımın beraberinde getirdiği özelliklerinden birisi ise rötrenin %1-1,5'a düşmesidir. Alker karışımında alçı 20 dakikada priz yaptıktan sonra toprağın harç suyu kurduğundan yapı elemanında büzülme çok az miktarda olur. Ancak alker yapı, ıslak ve yerinde yapı m ise iş derlerindeki rötreye özen gösterilmelidir.

Örnek binada duvarların yapı m sırasında, ayrı dökülen bloklar arasında kurumadan sonra iş derzleri meydana gelmiştir. (Şekil 4.8)



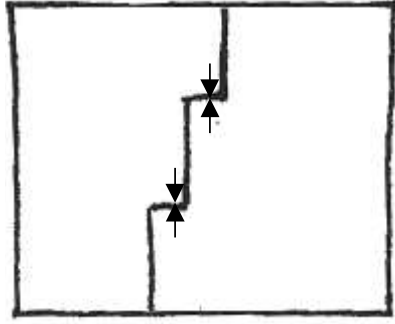
Şekil 4.8 Aker Duvar da ayrı dökülen bloklar arasında iş derzi oluşumu

İş derzinde prensip, yeni dökümlerde eski duvar parçasının üstünde tokmaklanabilecek yatay basamaklar oluşturulmasıdır. Bu yatay tokmaklama yüzeyleri, yeni ve önceki duvar parçasını birbirine bağlar. Bu basamaklar ne kadar çok sayıda olursa iki iş dönemi arasındaki bağlayıcılıkta o kadar iyi sağlanmış olacaktır.



Şekil 4.9 İş derzini onarılması

Şekil 4.8'de duvar yüksekliğinde bırakılan iş derzinin büyük aralık oluşturduğu görülmektedir. Bu aralığın oluşturduğu duvar inşaat süreci içinde, basamak oluşturacak şekilde kırılmış ve Şekil 4.9'deki gibi yeni döküm yapılmıştır. Duvar rötne süresi sonunda incelendiğinde bu bölgede başka hasar düşmediği gözlenmiştir.



Şekil 4.10 İş derzini basamaklı hale getirilmesi

Alker deneme yapısı, zamanla duvarlarda meydana gelebilecek çatlaklıkların daha iyi gözlenebilmesi için içerden alçı sıva ile kaplanmıştır. Çeçen süreç içerisinde uygulama safhasında oluşan bu çatlakların yürümediği alçı sıva üzerinde yapılan gözlem sonucu anlaşılmıştır.

Alker monolitik uygulama tekniğinde karışım suyu, toprak nemliliğine bağlı olarak %20-22 oranında olmalıdır. %22'den fazla kullanılan su, yapı elemanında büyük miktarlarda rötre oluşmasına sebep olur. Şekil 4.11 'de fazla harç suyu ile üretilen duvarda rötre çatlağının ne kadar büyük olduğu gösterilmektedir.

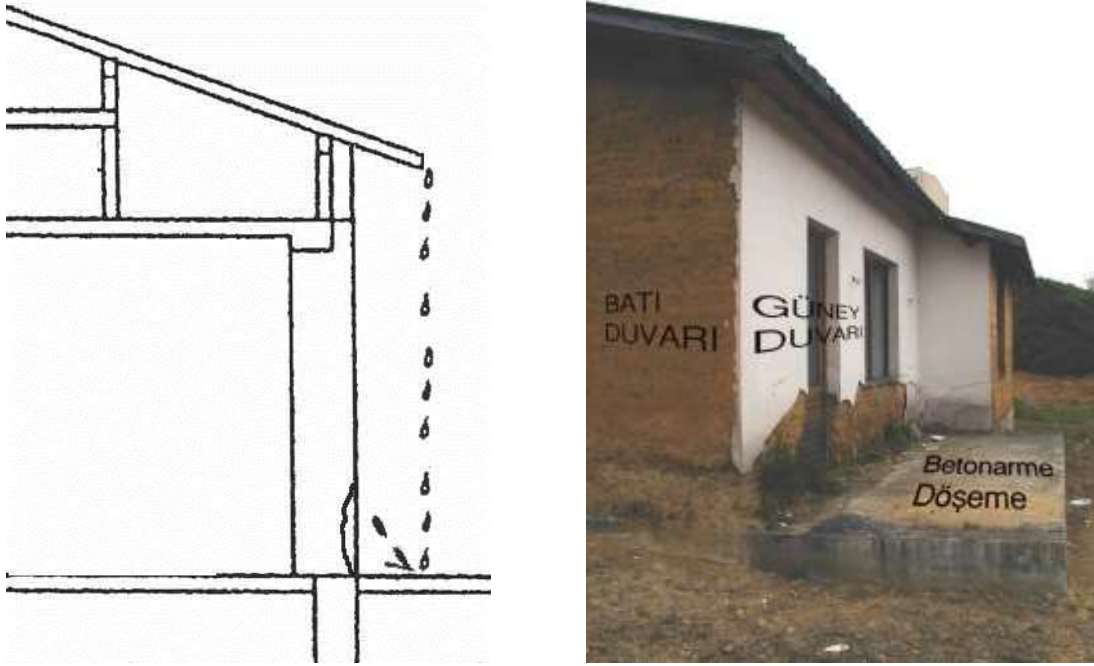


Şekil 4.11 Likit kıvamındaki karışımın oluşturduğu rötre çatlağı (23)

Laboratuvar deneylerinde gözlemlenen likit kıvamındaki karışımın rötre çatlağı oluşturma durumuna, deneme alker yapısında rastlanmıştır. Oluşan çatlaklıklar iş derzleri sonucu meydana gelmiştir.

4.3.2 Açılı Kerpiç Yapıda Atmosferik Etkililerle Oluşan Hasarlar

Yapıda en önemli hasar güney cephesinde (Şekil 4.12) meydana gelmiştir. Burada teras betonarme döşemesine ters eğim verildiğinden, yağmur suyu göllenmiş ve duvar diplerini sürekli su etkisine maruz bırakmıştır. Aynı bölgede saçaklardan toplanan halde akan yağmur suyu teras betonuna düşüp, alker duvar yüzeyine sıçramayla yapı yüzeyinde mekanik hasara da sebep olmuştur. Penetrasyon ve mekanik darbe sonucu dene alker yapısı güney cephesinde, duvar alt bölgesinde zeminden 1 m yüksekliğe kadar ortalama 2 cm erozyon görülmüştür (Şekil 4.13)



Şekil 4.12 Açılı kerpiç yapıda sıçrayan saçak suyunun aşındırma etkisi

Yağmur suyunun penetrasyonu yüzeydeki iş derzi, malzeme birleşimleri, çatlaklar, gözenek ve kılcal boşluklardan meydana getirir. Su penetrasyonuna bağlı olarak elemanın bünyesindeki kimyasal ve fiziksel hasarlar oluşur. Betonarme teras döşemesi üzerinde biriken yağmur suyu, kapilerite etkisinden dolayı duvar kesitinden içeri yürümüş bina batı cephe duvarlarında hasara sebep olmuştur. Şekil 4.11’de Batı duvarı yüzeyinde su nedeniyle oluşan hasar görülmektedir. Aşınmanın ortalama 2 cm olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.13 Açılı kerpiç yapı duvarında aşınma



Şekil 4.14 Açılı kerpiç yapıda kapı kenarında aşınma

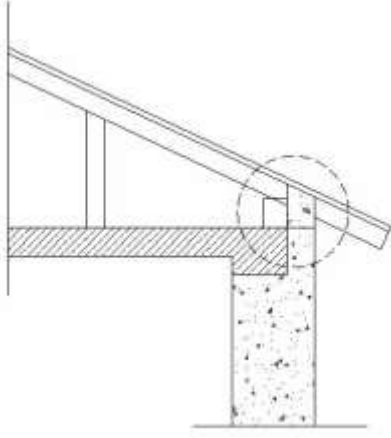
Yapının kuzey giriş kapısı diplerinde de ön terastaki hasarın aynı görülmüştür. Beton sahanlıkta biriken su kapı aralığı ile duvar bünyesinde ilerlemiş, kapının iki yanındaki duvar diplerinde kırılma ve parçalanmalar gözlenmiştir. (Şekil 4.14)

İ. T. Ü. Mimarlık Fakültesinde Umut Alınç tarafından ‘‘ Açılı bağlayıcı hazır harç ile toprak karışımının hasarlı kerpiç yapılarda onarım harcı olarak kullanılabilirliği için deneysel araştırma ’ konulu bir araştırma tezi (Haziran-2002) yayınlanmıştır. Bu tez kapsamında kerpiç yapılarda hasar sonrası kullanılabilecek bir tamir harcı hazırlanmıştır. Bu karışım alker dene yapılarının hasar gören batı cephe duvarında denenmiştir.

4.3.3 Açılı Kerpiç Yapıda Çatının Mekanik Etkisi Sonucu Oluşan Hasarlar

Alker dene yapılarında çatı yükleri ahşap taşıyıcılarla hatıllara aktarılıp, bu şekilde duvarlara eşit miktarda yayılmaktadır. Dış duvarlara hatıl elemanları yerleştirildikten sonra kerpiç duvar üzerinde kalan 15cm'lik boşluk tekrar kerpiç malzeme ile

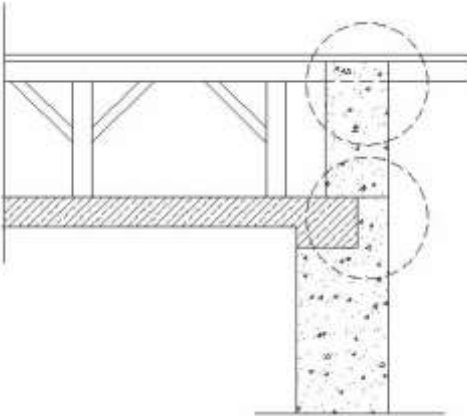
dolurularak tok maktanmıştır. Böylelikle hem betonarme elemanlarda oluşabilecek ısı köprüleri engellenmiş, hem de binanın dış görünüşü açısından kerpiç yapı bütünlüğü ve estetiği korunmak istenmiştir. (şekil 4 15)



şekil 4 15 Duvar-atı birleşim Detayı

Ancak hatıl önüne örülen bu duvarda zamanla çeşitli hasarlar gözlenmiştir. Çatıda alın duvarı ile taşıyıcı bina duvarları arasında derzler oluşmuş, özellikle ahşap çatı taşıyıcıları etrafında parçalanıp, dökülmeler gözlenmiştir. (şekil 4 16)

atı ve duvarların farklı hareketlerinden (ısı genleşme, büzülme) dolayı alkerle dolgu yapılan, çatı konstrüksiyonu ile kerpiç duvarları birleşiminde çatlama lar gözlenmiştir. (şekil 4 17)



şekil 4 16 Duvar-atı birleşiminde hasar oluşumu



A Dış Görünüş



B İç Görünüş

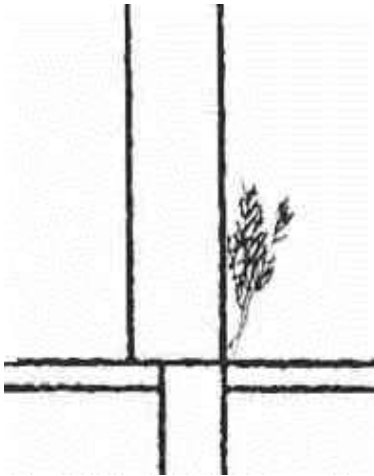
Şekil 4 17 Duvar- Çatı birleşiminde görülen hasar

4.3.4 Alçı Kerpiç Yapıda Bitki Bitkisiyle Oluşan Hasarlar

Kerpiç gözenekli yapısıyla suyun geçişine izin vermektedir. Kapilerite nedeniyle teras betonundan emilen su duvar içinde ilerlemiştir. Alçı kerpiç malzemesi bünyesinde bulunan su ise bitkilerin yetişmesi için uygun bir ortam sağlamıştır.

İçinde alçı ve kireç bulunan toprakta bitki yetişmektedir. Altı sene boyunca kullanılmayan II. Alçı deneme yapısına doğal şartlarla gelen toprak ve tohumlar teras diplerinde birikerek, bitkilerin yetişmesi için uygun bir ortam hazırlamışlardır. Bu bölgelerde az sayıda da olsa bitkilerin yetiştiği, kökleri vasıtasıyla alçı duvar da hasar oluşturdukları gözlenmiştir.

Güney cephesinde duvar diplerinde büyüyen bitkiler, kökleri vasıtasıyla 9-10 cm derinliklere varan hasara neden olmuşlardır. (Şekil 4 18, 4 19)



Şekil 4 18 Alçı yapıda bitkilerden kaynaklanan hasarlar



Şekil 4.19 Bitki köklerinin duvar diplerinde oluşturduğu oyulmalar

4.3.5 Alçılı Kırpiç Yapıda İşçilik Hatalarından Kaynaklanan Hasarlar

Yapıda, kötü işçilik nedeniyle de çeşitli hasarlar meydana gelmiştir. Duvarların ilk yapılaşmasında bazı bölgelerde tokmaklanmanın yetersiz oluşundan dolayı, alçı malzeme yeterince sıkıştırılmayıp mukavemet kaybına uğramıştır. Bu nedenle, bazı bölgelerde dökülmeler gözlenmiştir. Bu tür hasarlara daha çok pencere kenarlarında ve duvarların köşe bitişlerinde rastlanılmıştır. (Şekil 4.20- 4.21)



Şekil 4.20 Pencere kenarlarında görülen hasarlar



Şekil 4.21 Duvarlarda köşelerin yeterli sıkıştırıl maması ndan kaynaklanan hasarlar

4.4 Böl ü m Sonuç ları

Her mal ze neni n ol duğu gi bi Al ker mal ze neni n de üst ün özelli kleri ni n yanısı ra zayı f özelli kleri bul un makt adı r. Tez kapsa m nda i ncel enen Al ker dene me yapı sı nda, yapı m sı rası nda ve za man i çin de ol uş an hasarlar i ncel enip, durabilite il keleri ne göre hasar nedenleri tanı mlan maya çalı ş ıl mıştır. (Yapı m: 1995, i ncele me : 2002)

Araşt ır ma sonucunda Al ker dene me yapı sı nda tespit edil en hasarlar:

- Yapı maş a ması nda, al ker mal ze neni n kur u ma sı yla, bünyesi ndeki su buharlaş arak dökü mleri n birleş ti ğ i yerlerde iş derzleri ni n ol uş ma sı na neden ol muşt ur. İş

derzlerinin büyüklüğünün azaltılması amacıyla basamaklı şekilde onarılmasının işe yaradığı, geçen zamanda içinde iş derzlerinin büyümediği saptanmıştır.

Rötre oranının geleneksel kerpiç'e nazaran iyileştirilip %1-1,5'a indirilmesiyle rötre çatlaklarının önüne geçilebilmiştir. Yer yer 8 m uzunluğa varan duvar bünyesinde dahi sonradan oluşan rötre çatlaklarına rastlanılmamıştır.

- Deprem etkisiyle yeni çatlaklıkların oluşmadığı gözlenmiştir.
- Binanın yapılaşmasından günümüze kadar geçen 7 sene sürecinde atmosferik koşulların yapı üzerinde önemli etkiler yaratmadığı gözlenmiştir. Yağmur suyunun vurduğu ve karın biriktiği dış duvarlarda hasar oluşumu görülmemiştir.
- Yapı girişinde bulunan betonarmeras döşemesi üzerinde, yanlış detaylandırmadan dolayı yağmur suyunun gölendiği, alker malzemenin uzaklaştırılmadığı görülmüştür. Duvar bünyesine giren yağmur suyu malzemenin ortalama 2cm derinliğinde kırılmalara ve dökülmelere neden olmuştur.

Alker malzemenin suya karşı dayanıklı olduğu, ancak sürekli su etkisine maruz kaldığında hasar oluşturduğu gözlenmiştir.

- Betonarmeras döşemesi, saçaklardan toplu halde akan suyun sıçrayıp duvarı mekanik olarak etkilemesine neden olmuştur. Yapının diğer yönlerinde zemin toprak olduğundan bu tür bir hasar oluşmamıştır.
- İçinde alçı ve kireç bulunan alker duvarın bünyesinde bitki yetişmemektedir. Ancak, doğal şartlarla gelen toprak ve tohumların teras diplerinde birikerek, bitkilerin yetişmesi için uygun bir ortam hazırladıkları görülmüştür. Bu bölgelerde az sayıda da olsa bitkilerin yetiştiği, kökleri vasıtasıyla alker duvarda hasar oluşturdukları gözlenmiştir.
- Alker duvar ile çatı taşıyıcılarının farklı hareketleri (ısısal genleşme) göz ardı edildiğinden, birleşim noktalarında parçalanmalar görülmüştür.
- Duvarların ilk yapı aşamasında bazı bölgelerde toknaklanmanın yetersiz oluşundan dolayı, alker malzeme yeterince sıkıştırılmayıp mukavemet kaybına uğramıştır. Bu nedenle, bazı bölgelerde dökülmeler gözlenmiştir.

5. SONUÇ

Yapılan araştırma sonucu ;

- Her malzemenin zayıf bir takım özelliklerinin bulunduğu, bunun ise farklı iç yapılara sahip olduklarından kaynaklandığı görülmüştür. Maddelerin iç yapılarından dolayı atom- molekül yapıları, kristal düzenleri, birim ağırlıkları, ısı iletkenlikleri, doluluk- boşluk oranları, kimyasal davranışları vb. gibi özellikleri farklılık göstermektedir.

Farklı iç yapıları maddelerin dış etkenlere karşı farklı tepkiler vermelerine neden olup fiziksel, kimyasal, biyolojik ve teknolojik özelliklerini oluşturmaktadır. Maddelerin sahip oldukları bu özellikler, durabilitelerini belirleyen en önemli etkenlerdir.

- Yapıları meydana getiren yapı bileşenleri incelendiğinde, yapı bileşenlerinde oluşan hasarların çoğu zaman kullanılan malzemelerin zayıf özelliklerinin göz ardı edilmesinden kaynaklandıkları görülmektedir. Hasar veren etkilere karşı malzemelerin özellikleri yetersiz olduğunda, malzeme eskimeye başlamaktadır. Bu eskime aşınma, çatlama ve kırılma gibi fiziksel olabildiği gibi malzemenin yapısını değiştirebilecek nitelikte kimyasal ve biyolojiktir.
- Malzeme üzerindeki etkilerinin, dış etkenin büyüklüğüyle ve süresiyle doğru orantılı arttığı görülmüştür.
- Doğru malzeme seçiminin tek başına yapı bileşeninde hasar oluşumunu engellemeye yeterli olmadığı, farklı malzemelerin özellikleriyle örtüşecek bir şekilde bir arada kullanılmasının gerekli olduğu görülmüştür.
- Malzeme hasar oluşum süresinin, büyük oranda işçilik kalitesine ve kullanım şartlarına bağlı olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak ;

Yapının durabilitesi ve hasar oluşumu bir çok etkenin bir arada bulunduğu bir sistemler bütününden kaynaklanmaktadır.

Yapıda hasar oluşumu, yanlış malzeme kullanımı, yanlış detaylandırma, yanlış işçilik, yanlış kullanım veya beklenmeyen afetler (deprem, yangın, sel, savaş) gibi etkenlerin bazen tek başına, bazen de bir arada olmasıyla malzemenin özelliklerini koruyamaması ve tahrip olmasından kaynaklanmaktadır.

Ne tür önlemler alırsa alınsın yapı malzeme ve bileşenlerini tüm etkilerden korumak mümkün olmadığından, er geç çeşitli hasarlar oluşacaktır. Bu konuda önemli olan, hasar oluşumunun gerçekte tesadüfi olmadığını bilerek, gerek tasarımı gerekse uygulama ve kullanım süreçlerinde hasar etkilerini minimuma indirecek optimum kararları vermek olacaktır.

6. KAYNAKLAR

- [1] **Balanlı Ayşe.** 1997, Yapıda Ürün ve Seçimi. Y. T. Ü Mimarlık Fakültesi, İstanbul
- [2] **Rosen, Harold J and Hiren, Tom** Architecture Materials for Construction
- [3] **Hasol, Doğan.** 1998. Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü. Yapı Endüstri Merkezi Yayınları. İstanbul
- [4] **Kömrüoğlu, E. A.** 1962. Yapı malzemesi olarak Kerpiç ve Kerpiç İnşaat Sistemleri, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, İstanbul
- [5] **Işık, Bilge, Akın, Alev, Kuş, Hilmi, Çetiner, İktal., Göçer, Caner., Arıoğlu, Nihal.** Aralık 1995. Açık Katlı Yapı Malzemesinde Uygun Mekaniğe İnşaat Teknolojisinin ve Standartlarının Belirlenmesi. Tübitak Araştırma Raporu Proje No: İNTAG TOKİ 622
- [6] **Eriç, Mirat.** Nisan 2002. Yapı Fiziği ve Malzemesi, Literatür Yayınları, İstanbul
- [7] **Onaran, Kaşif.** 1989. Malzeme Bilimi. İ. T. Ü Matbaası, İstanbul
- [8] **Toydemir, Nihat., Gürdal, Erol., Tanaçan, Leyla.** Temmuz 2000. Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme. Literatür Yayınları, İstanbul
- [9] **Gündüz, Gül Nur.** Haziran 1999. Kerpiç Yapılarda Sıva İle Dış Yüzey Koruması *Yüksek Lisans tezi* İ. T. Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [10] **Addeson, Lyall.** 1972. Materials for Building, London
- [11] **Akın, Alev.** Haziran 1997. Yapı Kabuğundaki Dış Sıva Hasarlarının Belirlenmesi. *Yüksek Lisans tezi* İ. T. Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [12] **Addeson, Lyall.** 1992. Building Failures, Butterworth Architecture, Oxford
- [13] **Tüz, Öle m** Haziran 1996. Bina Cepheleğinde Hasarlar, Nedenleri ve Giderilme Yolları. *Yüksek Lisans tezi* İ. T. Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

- [14] **Hubert, H, Guillaud, H** 1988 Earth Construction, A Comprehensive Guide
- [15] **Günay, Reha** 2002. Geleneksel Ahşap Yapılar Sorunları ve Çözüm Yolları. Birsan yayınevi, İstanbul
- [16] www.geocities.com/mjeoturk2002/dogalypt.htm 13.10.2002
- [17] **Akman, M Süheyl**. Aralık 2000. Yapı Hasarları ve Onarımlıkları. İnşaat Mühendisleri Odası, İstanbul Şubesi
- [18] **Toydemir, Nihat**. Haziran 1991, Seramik - Seramik Yapı Malzemeleri. İ. T. Ü Mimarlık Fakültesi
- [19] **Eriç M, Koçu K** 1992. Konya ve Çevresindeki Kiremitli Malzemede Eski ve Yenileme Sorunları (Ders Notu), MİTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [20] **Hinks, John, Cook, Geoff**. 1992 The Technology of Building Defects. E & FN Spon, London
- [21] **Özen E Görün, Yaman Türk Enel**. Mart 1991, Taşıyıcı Sistem Tasarımı. Y. T. Ü Mimarlık Fakültesi, İstanbul
- [22] **Gerçek Cemil**, Yapıda Taşıyıcı Sistemler, Mart 1979. Yaprak Kitabevi, Ankara
- [23] **Esen Bilge**. Eylül 1991, Çatıda Tasarım Uygulama Hataları ve Bakım Eksikliğine Bağlı Hasarların İncelenmesi ve Değerlendirilmesi, *Yüksek Lisans tezi* İ. T. Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [24] **Yücesoy, Le Nil**. 2001. Temeller, Duvarlar, Döşemeler. Yapı endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul
- [25] **Bulut Üger**. Ocak 2001, Pencere Doğramalarının Gelişimi- Ahşap ve Polimer Pencere Doğramalarında Tasarım Üretim ve Uygulama Hataları, *Yüksek Lisans tezi*. İ. T. Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [26] **Kafesçiğlu, Ruhi, Gürdal, Erol**. 1985. Alker. İTÜ Mimarlık Fakültesi Matbaası, İstanbul
- [27] **Kafesçiğlu, Ruhi**. Ağustos 1980, Yapı malzemesi olarak Kiremin Alçı ile Stabilizasyonu, İstanbul

- [28] **Tanrıverdi Cemal.** Haziran 1984, Açılı Kerpici n Üreti m Çanakları nı n Araştırıl ması. *Yüksek Lisans Tezi.* İ. T. Ü Fen Bili mleri Enstitüsü, İstanbul
- [29] **Bal daş Aka.** 4-5 Kası m1991, Uusal Açı Kongresi, Bıldı riler, Yapı Endüstri Merkezi, İstanbul

ÖZGEÇMİŞ

Mimar Deniz Kuşaslan 1977 yılında Doğubeyazıt'ta doğmuştur. İlk öğretini Zile Hüseyin Cazi İlkokulunda, Orta ve Lise eğitimi ise Biga Mehmet Akif Ersoy Lisesinde bitirmiştir. 1994 yılında girdiği İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümünden 1999 yılında Mimar olarak mezun olmuştur. Aynı sene içinde İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Bilgisi Programına yüksek lisans öğrencisi olarak kaydolmuş halen ‘‘Yapıda Durabilite ve Hasar Analizi, Açılı Kerpiç Yapı Örneği Üzerinde İncelenmesi’’ konusu üzerine yüksek lisans eğitimi sürdürmektedir.