



**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**DOĞAL MALZEMELİ BİNALARIN VERİMLİLİK VE
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ANALAZI**

Yüksek Lisans Tezi

Ahmed KOBİSİ

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Fahri BİRİNCİ

SAMSUN
2021

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**



**DOĞAL MALZEMELİ BİNALARIN VERİMLİLİK ve
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ANALİZİ**

Yüksek Lisans Tezi

Ahmet KOBİSİ

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Fahri BİRİNCİ

SAMSUN
2021

TEZ KABUL VE ONAYI

Ahmed KOBİSİ tarafından, Dr. Öğr. Üyesi Fahri BİRİNCİ danışmanlığında hazırlanan “Doğal Malzemeli Binaların Verimlilik ve Sürdürülebilirlik Analizi” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 16.2.2021 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	İmza	Sonuç
Başkan	Dr. Öğr. Üyesi M. Seçkin AKSU Samsun Üniversitesi, Kavak MYO İnşaat Bölümü SAMSUN		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye (Danışman)	Dr. Öğr. Üyesi Fahri BİRİNCİ Ondokuz Mayıs Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Emre ALPASLAN Ondokuz Mayıs Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

ONAY

... / ... / ...

Prof. Dr. Ali BOLAT
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Yüksek Lisans tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

İmza

18 / 03 / 2021
Ahmed KOBİSİ

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı: Doğal Malzemeli Binaların Verimlilik ve Sürdürülebilirlik Analizi

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 01 / 02 / 2021 arihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 22

Tek kaynak oranı : % 5 çıkmıştır.

İmza

18 / 03 / 2021
Dr. Öğr. Üyesi Fahri BİRİNCİ

ÖZET

DOĞAL MALZEMELİ BİNALARIN VERİMLİLİK VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

ANALAZI,

Ahmed KOBİSİ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans, Şubat/2021

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Fahri BİRİNCİ

İnsanoğlu iklimsel koşullara karşı doğal savunma mekanizmalarına sahip olma, uyum yeteneği ve fiziksel yapı olarak daha zayıftır. Ancak dünya yüzeyinde sayısız medeniyetler yaratan tek canlı da yine insan olmuştur. Bu kapsamda ilk çağlardan bu yana mahremiyet ve korunma maksatlı, rahat yaşanabilecek, iklimsel ve kültürel şartlara adaptasyon sağlayabilen yapılar inşa etme uğraşında olmuştur. Öte taraftan günümüzde nüfusun gün be gün daha da fazlaşması, doğal kaynakların azalması, toplumlar arası çekişme, enerji maliyetlerinin fazlaşması, çevre kirliliği ve konfor şartlarının iyileştirilmesi gibi nedenler bina tasarım yaklaşımının değişimini mecburi kılmıştır. Buradan hareketle bu çalışmada amaç geleneksel yapı ve inşaat sektörünün karakteristik özelliğini yansıtan doğal malzemeli binaların (ahşap, kerpiç ve taş) günümüz yapı ve inşaat alanındaki kullanımını araştırmak bu binaların verimlilik ve sürdürülebilirlik durumunu değerlendirmektir. Bu çalışmada bilimsel makale tarama ve konut yapımında öncü rol oynayan kurumlardan toplanan verilerle zenginleştirilerek söz konusu bilgi ve verilere dayanan bilimsel değerlendirmeler yansıtılmaya çalışılmıştır.

Çalışmada elde edilen bulgular neticesinde doğal malzemeli binalar kullanılan taş, toprak ve ahşabın kolay elde edilebilir, rahat üretilebilir, soğuğa ve sıcağa karşı yalıtım sağlayan, yoğunlaşmayı önleyen, işçiliği kolay, ileri teknoloji ve bilgi gerektirmeyen, yapımında az enerji tüketen, çevreye duyarlı, geri dönüşümü kolay ve ucuz malzemeler oldukları saptanmış olup, binalarda doğru ve etkin kullanımları halinde hem enerji verimliliği hem de sürdürülebilirlik açısından kullanılabilir malzemeler oldukları saptanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Ahşap, Taş, Toprak, Verimlilik, Sürdürülebilirlik

ABSTRACT

SUSTAINABILITY AND EFFICINCY ANALYSIS OF STRUCTURES BUILT WITH NATURAL MATERIALS

Ahmed KOBİSİ

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Civil Engineering

Master, February/2021

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Fahri Birinci

Although human beings have natural defense mechanisms against climatic conditions, they are weak in terms of their physical structure. However, human beings were the only creatures that created countless civilizations on the earth's surface. In this context structures for privacy and protection, comfortable living, and adapting to climatic and conditions have been built from an early age. On the other hand, the change of building design has become obligatory due to population and energy costs increase, natural resources' decrease, the conflict between societies, environmental pollution, and improving comfort conditions. From this point of view, the study aims to investigate the use of buildings with natural materials (wood, mudbrick, and stone), which reflect the characteristics of traditional building and construction industry, in today's building and construction field and to evaluate their efficiency and sustainability. In this study, scientific evaluations based on the above-mentioned data were reflected by enriching scientific articles with the information collected from institutions that played a pioneering role in housing construction.

As a result of the information obtained in the study, the stone, soil, and wood used in buildings with natural materials can be easily obtained and produced. It provides insulation against cold and heat and prevents condensation. Furthermore, it is easy to work and does not require any advanced technology and knowledge, consumes less energy in its construction, and is environmentally sensitive. It will be determined that they are effortless and cheap materials that can be used in terms of both energy efficiency and sustainability if used correctly and effectively in buildings.

Keywords: Wood, Stone, Soil, Productivity Sustainability

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu çalışmada bana desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi. Fahri Birinci 'ye her zaman yanımda olan değerli aileme teşekkür ederim.

Ahmed KOBİSİ

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI.....	İ
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI.....	İİ
ÖZET.....	İİİ
ABSTRACT.....	İV
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER.....	VI
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Durum Tespiti.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı	1
1.3. Çalışmanın Önemi	1
1.4. Çalışmanın Yöntemi.....	2
1.5. Çalışmanın Zamanı.....	3
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	4
2.1. Malzeme Kavramı ve Yapı Malzemesi	4
2.1.1. Yapı Malzemesi ve Özellikleri	4
2.1.2. Yapı Malzemesinin Önemi	11
2.1.3. Yapı Malzemesi Tarihi	13
2.1.4. Doğal Yapı Malzemeleri.....	15
2.2. Doğal Malzemeli Bina Türleri	29
2.2.1. Doğal Taşlı Binalar	29
2.2.2. Ahşap Binalar	32
2.2.3. Kerpiç Binalar	34
2.3. Doğal Malzemeli Binaların Avantajları ve Dezavantajları	37
2.4. Bina ve Çevre	40
2.5. Biyolojik Yapı Tasarımı	41
3. SÜRDÜRÜLEBİLİR BİNALAR.....	44
3.1. Maliyet Açısından Değerlendirme	45
3.1.1. Yatırım maliyetleri açısından değerlendirme.....	46
3.1.2. İşletme maliyetleri açısından değerlendirme	47
3.2. Binalarda İç Çevre Kalitesi	49
3.3. Binalarda Yağmur Suyunun Kullanılması	50
3.4. Binalarda Enerji Kullanımı	52
3.5. Türkiye’de Sürdürülebilir Bina	54

4. DOĞAL MALZEMELİ BİNALARIN VERİMLİLİK VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ANALİZİ	57
4.1. Doğal Malzemeli Binalara Ait Bulgular	58
4.1.1. Kerpiç-Toprak Binaya Ait Bulgular	58
4.1.2. Yığma-Tuğla Binaya Ait Bulgular	59
4.1.3. Taş Binaya Ait Bulgular	60
4.1.4. Ahşap Binaya Ait Bulgular	61
4.2. Endüstriyel Malzemeli Binalara Ait Bulgular	61
4.2.1. Betonarme Binaya Ait Bulgular	61
4.2.2. Çelik Binaya Ait Bulgular	64
4.3. Doğal (Kerpiç-Toprak, Yığma-Tuğla, Taş, Ahşap) ve Endüstüriyel	64
(Betonarme-Çelik) Malzemeli Binaların Karşılaştırılması	64
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	69
6. KAYNAKÇA	71
7. EKLER	76
8. ÖZ GEÇMİŞ	87

SİMGELER VE KISALTMALAR

TRT: Türkiye Radyo Televizyon Kurumu

Vd.: Ve Diğerleri



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Malzemelerin Temel Özellikleri (Hegger vd., 2007).....	5
Şekil 2.2. Doğanbey Köyü'nde Taş Evler, (Grafimx, 2020).....	17
Şekil 2.3. Taşın Mimaride Farklı Kullanımlarına Örnekler (Topkapı Sarayı-Bağdat Köşkü ve Didyma Antik Kenti-Apollon Tapınağı, MEB, 2013).	18
Şekil 2.4. Taşların Şekillerine Göre Türleri (MEB. 2013).	20
Şekil 2.5. Taş Duvar Örgü Türleri-1 (MEB, 2013).	20
Şekil 2.6. Taş Duvar Örgü Türleri-2 (MEB, 2013).	21
Şekil 2.7. Standart Tuğla Ebatları (Lyons, 2004).	25
Şekil 2.8 Standart Tuğladan Duvar (Lyons, 2004).	25
Şekil 2.9. Yonu Taşduvarlar; a. Kaba yonu taş duvar, b. İnce yonu taş duvar	30
Şekil 2.10. Kayseri Güpgüpoğlu Konağı.....	31
Şekil 2.11. Diyarbakır Evleri.....	32
Şekil 2.12 Ahşaptan Yapılmış Tarihi Şile Evleri (TRT, 2015).	33
Şekil 2.13. Büyükkız Kale, Merv (ttnotes, kyz-kala, 2020)	35
Şekil 2.14. Kerpiç Örgü Şekilleri	37
Şekil 3.15. Bina Ömür Boyu Maliyet Bileşenleri (Özbalta ve Çakmanus, 2008)	46
Şekil 3.16. Yağmur Suyu Toplama Sistemleri (Plomeriaengineers, 2020)	52

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Doğal Yapı Taşlarında Minimum Basınç ve Eğilmede Çekme Dayanımı Değerleri (YİGM).	19
Tablo 2.2. Doğal Taş Duvarların Emniyet Gerilmeleri (Kocataşkın, 1973).....	21
Tablo 2.3. Çimento Harcı ve Kireç Harcı İçinde Kullanılan Kum Oranları (MEB, 2007).....	22
Tablo 2.4. Granülometri Deneyi için Önerilen Minimum Malzeme Miktarı (MEB, 2007).	23
Tablo 2.5. Taş Malzemelerin Olumlu ve Olumsuz Özellikleri	38
Tablo 2.6. Toprak Malzemelerin Olumlu ve Olumsuz Özellikleri.....	38
Tablo 2.7. Ahşap Malzemelerin Olumlu ve Olumsuz Özellikleri	38
Tablo 2.8. Bir Tonluk Yapı Malzemesi Üretiminde Gerekli Enerji	39
Tablo 4.9. Çatı İşçiliği.....	57
Tablo 4.10 Betonarme Bina Mantolama Metrajı.....	63
Tablo 4.11. Mantolama Yapılmamış ve Yapılmış Binanın Tükettikleri Enerji Miktarları.....	63
Tablo 4.12 Binaların Maliyet ve Enerji Performansı Değerlendirmesi	64
Tablo 4.13. Binaların Enerji Performansı ve Enerji Sınıfı	68

1. GİRİŞ

1.1. Durum Tespiti

Yapı inşaat kapsamında sürdürülebilirlik; “kaynakların ekonomisi, enerji korunumu, su korunumu, malzeme korunumu, yaşam döngüsü tasarımı; stratejiler, yapı öncesi evre, inşaat evresi, yapı sonrası evre, hassas tasarım, doğal şartların korunması, kentsel tasarım, şehir planlaması, insan konforu için tasarım vb. başlıkları kapsamaktadır”. Sürdürülebilir tasarım, insan sağlığı ve konforunu korumanın yanı sıra kültürel yapıyı, yaşam tarzını ve konforunu desteklemeli ve korumalıdır.

Günümüzde, kamuoyunun çevreye daha duyarlı yaklaşımı ile sürdürülebilir tasarım, ürün ve hizmetlere talep büyümekte ve enerji ve yakıt tasarrufunun önemine ilişkin farkındalık artmaktadır. Harcanan enerjinin büyük bir bölümü yapı yaşam döngüsünün aşamalarında kullanılmaktadır.

Çevreye duyarlı, kolay elde edilebilir, daha az enerji gerektiren ve daha ekonomik özellikleri nedeniyle doğal malzemeli (ahşap, taş ve toprak) binalar çok önemli bir yere sahiptir. Ancak bu özellikler betonun yapı teknolojisinde ulaştığı kullanım üstünlüğü yanında önemini kaybetme aşamasına gelmiştir. Buradan hareketle doğal malzemeli binaların verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından incelenmeside günümüz inşaat teknolojisi ve yapı sektörü içerisinde doğal malzemeli binaların var olan durum tespiti ve rekabet edilebilirlik ve iyileştirme çalışmaları yapılabilmesi açısından önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Buna istinaden bu çalışmanın amacı, önemi ve yöntemi sırası ile aşağıda ifade edilmiştir.

1.2. Çalışmanın Amacı

Yapılan bu çalışmanın amacı geleneksel yapı ve inşaat sektörünün karakteristik özelliğini yansıtan doğal malzemeli binaların (ahşap, kerpiç ve taşı) günümüz yapı ve inşaat alanındaki kullanımını araştırmak bu binaların verimlilik ve sürdürülebilirlik durumunu değerlendirmektir.

1.3. Çalışmanın Önemi

Doğal malzemeler olan ahşap, taş ve toprak kullanılan yapılar özellikle betonarme yapılara nazaran daha az enerji gerektirmekte, geri dönüşümü daha kolay bir şekilde sağlanmakta ve özellikle çevreye karşı daha duyarlı yapılar olarak kendini göstermektedir.

Doğal malzeme kullanılan binalardaki verimlilik ve sürdürülebilirlik analizi mevcut durum saptaması ve geleceğe yönelik gerçekleştirilecek olan pozitif yönlü çalışmalarda önem arz etmesi nedeniyle “Doğal malzemeli binaların verimlilik ve sürdürülebilirlik analizi” isimli bu akademik çalışma, alandaki boşluğun doldurulmasına ve kendisinden sonra yapılacak diğer akademik çalışmalarda yararlanılan bir kaynak olması yönünden önem arz etmektedir.

1.4. Çalışmanın Yöntemi

Bu tez; literatür taramasına dayalı olarak gerçekleştirilen bir çalışmadır. Yabancı kaynaklardan ve Türkiye’deki yayınlardan yararlanmak suretiyle elde edilen veriler ve sonuçlar bu çalışmaya katkı sağlamaktadır.

Genel olarak çalışma araştırma, bilimsel makale tarama ve konut yapımında öncü rolü oynayan kurumlardan toplanan verilerle zenginleştirilerek söz konusu bilgi ve verilere dayanan bilimsel değerlendirmeler çalışmaya yansıtılmıştır. Bu çalışma ana hatları itibariyle beş ana bölümden oluşmaktadır. Sırası ile çalışmanın;

Birinci bölümde durum tespiti, çalışmanın amacı, çalışmanın önemi ve yöntemi verilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde kavramsal çerçeve çizilmiştir. Bu bölümde; malzeme kavramı ve yapı malzemesi, yapı malzemesinin özellikleri, yapı malzemesinin önemi, yapı malzemelerinin tarihsel gelişimi, belli başlı doğal yapı malzemeleri (taşlar, kumlar, ahşap), doğal malzemeli bina türleri ve bu binaların avantaj ve dezavantajları ele alınmıştır.

Çalışmanın üçüncü bölümde doğal malzemeli binaların verimlilik ve sürdürülebilirlik incelemesi yapılmıştır. Bu bölümde; binalarda verimlilik ve sürdürülebilirlik, Avrupa ve Türkiye’de sürdürülebilir binalar, doğal malzemeli binalarda enerji ve doğal kaynak korunumu ve enerji verimliliği, doğal malzemeli binalarda enerji korunumu, su korunumu, malzeme korunumu, yapı ve yaşam döngüsü ve çevreye olan etkileri ele alınmıştır.

Çalışmanın dördüncü bölümünde doğal malzemeli binaların verimlilik ve sürdürülebilirlik analizi yapılmış, aynı ölçülere sahip örnek bir taş ve ahşap bina yine aynı ölçülere sahip betonarme ve çelik binaya göre yapım, yalıtım, enerji tüketimi gibi değerleri ile çevreye verdikleri olumlu ya da olumsuz etkileri üzerinden mukayese edilmiştir. Doğal malzemeli binaların verimlilik ve sürdürülebilirlik durumları ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın beşinci ve son bölümü olan sonuç kısmında ise çalışmanın bu kısmana kadar elde edile bulgular değerlendirilmiş geleceğe yönelik önerilerde bulunulmuştur.

1.5. Çalışmanın Zamanı

Bu çalışma genel hatları itibariyle 12 ay sürmüştür. Çalışmanın ilk 6 ayında konuya yönelik literatür taranmıştır. Çalışmanın 7-9. ayları arasında elde edilen dökümanlar tasnif edilmiş ve üzerinde çalışmada kullanılacak kısımlar işaretlenmiştir. Çalışmanın 10-12. aylarında çalışmanın akademik mantalitede yazımı yapılmıştır.



2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Çalışmanın bu bölümünde çalışmanın kavramsal çerçevesi çizilmiş olup sırası ile malzeme kavramı, doğal yapı malzeme türleri, doğal yapı malzemelerinin avantajları ve dezavantajları ve doğal malzeme kullanılarak yapılan bina türlerine değinilmiştir.

2.1. Malzeme Kavramı ve Yapı Malzemesi

Malzeme, birtakım ön işlemlerden geçmek şartıyla insanların ihtiyaçlarını karşılayan her çeşit maddeye verilen isimdir (Karagöz, 2008). Diğer bir tanımda ise malzeme; üretim faaliyetlerinde ve diğer birtakım ihtiyaçların karşılanmasında kullanılmakta olan hertürlü madde olarak nitelendirilmektedir (Demirhan, 2012). Malzeme de maddelerden meydana gelir.

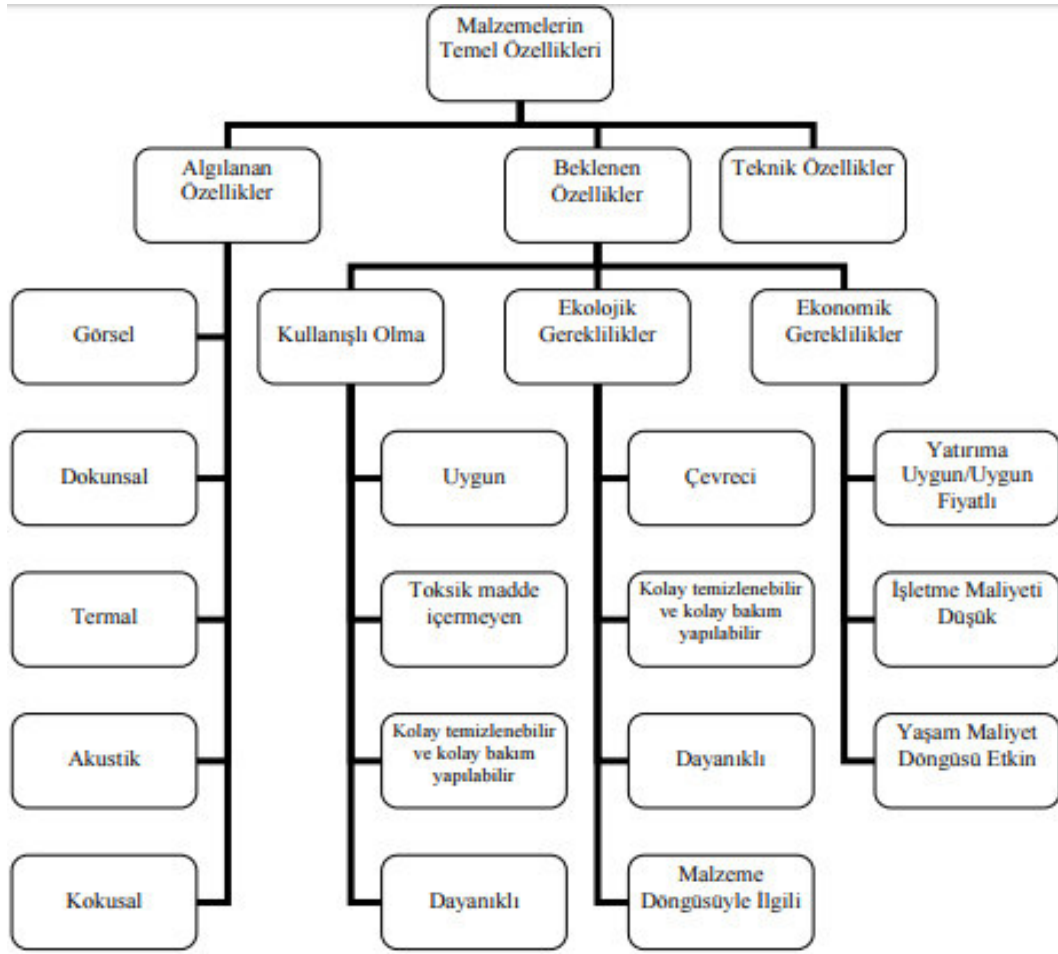
Maddeler ise en küçük yapıtaşı olarak ifade edilen atomların bir araya gelmesi ile meydana gelir. Maddelerin işlenmesi sonucunda malzeme, malzemelerin işlenmesi sonucunda da eşyalar meydana gelir. Elektrik kablolarında bulunan bakır, helikopter sanayinde kullanılan alüminyum yapı sektöründe kullanılan çimento belirli bir amaç doğrultusunda kullanılmakta olan malzeme örnekleridir (Demirhan, 2012).

2.1.1. Yapı Malzemesi ve Özellikleri

Yapı malzemeleri; *“kendi özellikleri oranında insanın yaşamı için gerekli fiziksel ortamı ve yapının gelecek çağlara devrini sağlayarak yapıyı oluşturan çeşitli elemanlar”* olarak tanımlanmaktadır (Başyigit, Kaçar 2006). Yapı malzemesi, bir mimarî eseri şekillendiren ve bu eseri bir elbise gibi sararak gelecek çağlara kendi özellikleri oranında aktarımına yarayan, teknik ve ekonomiyle iç içe geçmiş bir eleman olarak da tanımlanabilmektedir (Eriç, 1970).

Herhangi bir yapının hizmet ömrü müddetince kullanılmış olan yapı malzemeleri ve malzemenin oluşumunda yer alan bileşimleri arzu edilen fonksiyonda hizmet verebilmelidir. Metal, beton ve taş gibi birtakım malzemeler bunu sağlayabilmekteyken, kullanılmış olan boya ve türevi maddeler ise bu malzemelere nazaran daha erken yaşam ömrünü tamamlayabilmektedir.

Hegger, Drexler ve Zeumer (2007), malzemelerin temel özelliklerini; “algılanan özellikler”, “beklenen/gereken özellikler” ve “teknik özellikler” olmak üzere üç kategoride derlemiştir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Malzemelerin Temel Özellikleri (Hegger vd., 2007)

Yukarıdaki şekilden de anlaşılacağı üzere, algılanan özellikler kokusal, akustik, termal, dokunsal ve görsel özelliklerden meydana gelirken; beklenen özellikleri “kullanışlı olma (uygun, toksik madde içermeyen, kolay temizlenebilir ve kolay bakım yapılabilir ve dayanıklı olma), ekolojik gereklilikler (çevreci, kolay temizlenebilir ve kolay bakım yapılabilir, dayanıklı olma, malzeme döngüsüyle ilgili olma) ve ekonomik gereklilikler (yatırıma/fiyata dönük, işletme maliyetine dönük, etkin yaşam döngüsü maliyetli olma) gibi özellikler oluşturmaktadır; teknik özellikleri ise inşaa özellikleri, mekanik özellikler ve kimyasal özellikler” olarak sıralanmaktadır.

Yapı malzemelerinin özelliklerini ise genel olarak; “mekanik, fiziksel, kimyasal, fiziko-kimyasal, termal, elektriksel, akustik ve optik şeklinde gruplamak olanaklıdır” (Ün, 2007)

Malzemelerin bir kısım özellikleri diğer özellikleriyle bağlantılıdır. Mesela, fiziki özellikleri, mekanik özelliklerine doğrudan etki eder. Kimi özellikler malzemenin yapıdaki

fonksiyonuna göre ön plana çıkar. Söz gelimi, taşıyıcı malzemeler açısından mekanik özellikler bilinmesi mecburi değerlerdir.

Bu kısımda yapı malzemelerinin özellikleri; maddesel özellikler ve dışsal özellikler olmak üzere iki kategoride ele alınmıştır. Malzemelerin maddesel özellikleri malzemenin doğrudan kendi yapısına bağlı özelliklerdir. Bu özellik malzemenin atom yapısına göre farklılık göstermekte olup, bundan dolayı da sabit çevre koşullarında değişiklik göstermez. Maddesel özellikler de kendi içinde; “mekanik özellikler, fiziko-kimyasal özellikler, ısısal özellikler, su ve nem ile ilgili özellikler, akustik özellikler ve ışıkla ilgili özellikler” gibi alt kategorilere ayrılmaktadır (Vural, 2011). Aşağıda bu özelliklere ilişkin alt sınıflandırmalar incelenmiştir.

Mekanik, kuvvetlerin etkisi altında malzemelerin denge, hareket, mukavemet, vb. hareketlerini inceler. Mekanik özelliklerin kaynağı atomlar arası bağ kuvvetidir. Bu özellik içyapıya ve çevre koşullarına göre de farklılıklar arz edebilirler, dış kuvvetlerin tesiriyle malzemede değişiklikler ortaya çıkabilir. Başka bir ifadeyle,

“Malzemelerin yükler ve gerilmeler karşısında gösterdikleri davranışlar mekanik özelliklerini gösterir. Basınç ve çekme kuvveti, kayma-makaslama kuvveti, burulma eğilme, burkulma, çarpma, sertlik, aşınma, yorulma, dayanım, süneklik, sürtünme hızı, elastiklik, uzama gibi dış kuvvetlerin etkisi altında değişik zorlamalar karşısında, malzemede oluşan şekil değişiklikleri ve bu etkiler altında malzemenin gösterdiği dayanma gücü özellikleri mekanik özelliklerdir” (Karagöz, 2008).

“Malzemenin ısısal özellikleri, malzemenin ısı geçirgenliği ve iletkenliği, ısısal genleşmesi, ısı biriktirme kapasitesi, erime sıcaklığı ve özgül ısını kapsar. Malzemenin yangına karşı dayanımı da ısısal özellik içinde ele alınır. Isısal enerji emen malzemelerin iç enerjisi artar ve sıcaklığı yükselir. Isısal özellikler malzemenin türüne, içyapıya ve çevre koşullarına göre değişiklik gösterirler”.

Yapı malzemelerinin suyla temas etmeleri durumunda kendi yapıları doğrultusunda sudan etkilenmektedirler. Bu özellikler; malzemenin ihtiva ettiği nem oranı ve miktarı, hava geçirimsizliği, donmaya karşı direnci, su buharı direnci, nem sebebiyle meydana gelen genleşme ve rötre vb. gibi özellikleridir.

Bir malzemeye çarpmış olan ses dalgaları “malzemenin maddesel özeliğine göre kısmen yansır, kısmen emilir ve kısmen iletilir. Malzemelerin ses geçirgenliği, ses yansıtma

ve ses yutuculuğu akustik özellikleridir” (Aykanat, 2012). Elektromanyetik dalgalarla malzemelerin etkileşiminin iki yönü bulunmaktadır. Bunlardan ilki gelen dalgada etkileşme neticesi meydana gelen değişimlerdir. Bunlar emilme, yansıma ve kırılma biçiminde olabilir. Etkileşimde ikinci yönse malzemeye çarpan dalgaların etrafa yayacakları radyasyon dalgalarıdır. Bu etkileşimler neticesinde malzemenin yapısına göre göstereceği tepki malzemenin ışıkla alakalı özeliğini gösterir. Işık, elektronlar tarafından yansıtıldığı için elektronların konumlarının sabit olması halinde malzeme şeffaf olabilmektedir. Işıkla ilgili özellikler, malzeme rengi, ışığı yansıtması ve ses iletme özellikleridir (Karagöz, 2008)

Dışsal özellikler, malzemenin dışarısında meydana gelen olaylar ile malzemenin bağlantısını belirtir. Bir tasarımcının seçmiş olduğu malzeme, insan yaşamına, tabiata, kaynaklara ve dünyanın gelecek dönemlerine etkide bulunur. Bu sebeple dışsal özellikler de maddesel özellikler kadar önemlidir. Bir malzeme “kültürel, çevresel, ekonomik ve toplumsal durumlara göre değişiklik gösterebildiği gibi bu durumlar da malzemedan etkilenebilir. Bir yapı malzemesinin dışsal özellikleri ise; ekonomik özellikler, kültürel özellikler, toplumsal özellikler ve çevresel performans özellikleri kategorilerinde incelenebilir”.

Bina yapımında belli maliyetler sözkonusudur. Bu maliyeti belirleyen unsurlardan bir tanesi de malzemedir. Bu bağlamda malzemelerin hesaplı olma özellikleri önem arz eder. Bu zamana kadar yapılmış olan istatistiki değerlendirmelere göre toplam yapı maliyetinin yaklaşık yüzde ellisini malzeme maliyeti tutmaktadır (Eriç, 1970).

Yapının inşa edilme maliyeti “yapım maliyeti” veya “ilk maliyet”tir. Bu maliyet genelde şirketlerin bir yapı için ihaleye girerken hazırlamış oldukları fiyat teklifidir. LCC (Life Cycle Cost-Yaşam Döngüsü Maliyeti) ve LCA (Life Cycle Assessment-Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi) ise bir kurum veya mal sahibinin, yapının tüm hizmet ömrü müddetince gerçekleştireceği toplam maliyeti hesaplayabilmek amacıyla oluşturmak durumunda olduğu, maliyet ve değerlendirme modellerinden bir tanesidir. “LCC günümüzde hastane, müze, üniversite gibi yapıların sahipleri ya da kullanıcıları tarafından kullanılmaktadır” (Özdemir, 2012)

Yapı malzemelerinin ekonomik özelliklerine yönelik başka bir kayda değer madde de iktisadi çalışma ömrüdür. Ekonomik çalışma ömrü, temel gereklerin yerine getirilmesi için işlerin performansının uygun olan bir seviyede tutulmakta olduğu süredir. Ekonomik çalışma

ömrü denildiğinde aşağıda yer alan bütün hususların göz önünde bulundurulması gerekir (Resmi Gazete, 2004).

1. Dizayn, yaratım ve tasarruf değeri,
2. Kullanımın durmasından ortaya çıkan maliyetler,
3. Çalışma hayatları süresince işlerdeki yanlışlık riskleri, bunların neticeleri ve bu riskleri içeren sigorta maliyetleri,
4. Planlanan bölümsel yenileme,
5. Muayene, bakım ve tamir maliyetleri,
6. Kuruluş ve yönetim maliyetleri,
7. Elden çıkarma,
8. Çevreyle alakalı hususlar.

Yapı malzemelerinin diğer önemli özelliklerinden birisi de kültürel özellikleridir. Toplumsal bir yapının, sahip olduğu mimari kültürel değer in şuurunda olması ve buna dikkat etmesi, o toplumun huzur ve dirliğinde büyük öneme sahiptir. “Müzelerin, gösteri salonlarının, tarihsel önemi olan yapıların tespitinin yapılarak bu yapıların korunması için zorunlu hükümler getirilmesi iyi bir yönetimin mesuliyetlerinden bazılarıdır”. Binaların çatışmalar veya öbür yıkımsal iktisadi ve sosyal ayaklanmalar esnasında hasara uğraması olağan bir durumdur. Ne var ki sosyal ve siyasal istikrar olduğunda, düşüncenin kültürel çizgilerinin üretimin çeşitli biçimleri karşısında geliştirme, değiştirme ve etkileşim imkânı bulunmaktadır.

İkinci Dünya Savaşı'ndan bu yana özel yapıların kültürel değerini tanımlayacak araştırmaların geliştirilmesi inşaat ve mimari bakış açısı yönünden bir fırsat olmuştur. Diğer taraftan, “bu yapıların devam eden hizmeti ve yapım sistemlerindeki malzemelerin ölçülebilir değerleri, geçmiş kültürel üretimin mirasında yükselen basamak değeri olan toplumlara sundukları manevi değer ile ölçülebilir”.

Yapı malzemelerinde önemli olan özelliklerden birisi de toplumsal özelliklerdir. Öyle ki toplumsal yapının var olan yapısı bölgede yer alan yapıların vaziyetinden de çıkarılabilir. Toplumsal refah ve sağlığın bozulmaya başlaması ise yetersiz ve kalitesiz malzeme kullanılarak yapılmış yapılardan anlaşılabilir. Binalar maddi objeler olmalarına karşın, taşımış oldukları sembolik değerleri bu somutluklarının da üstündedir. Diğer taraftan

bölgede bulunan binalar orada yaşamakta olan toplum hakkında da güvenilir veriler sunabilir.

Bir yatırımcı ya da her hangi bir toplum bir yere yatırımda bulunacaksa o yerin geleceğine yönelik iyi gelişmeler yaşanma ihtimali varsa bu yatırımı yapacaktır. Mesela Amerika Birleşik Devletleri başkenti olan Newyork'a yapılan büyük yatırımlar o şehrin geleceğine yönelik beklenen büyük refah beklentisinden kaynaklanmaktadır. Benzer biçimde Avrupa Birliği'ne üye olmak üzere olan bir ülkeye yapılan yatırımlarda artmaktadır. Zira Avrupa Birliği'nin bu ülkeyi kalkındıracağı beklentisi bulunmaktadır. Bu durumun tam aksi Orta Amerika devletlerinde yaşanmaktadır. Bu bölgede toplumsal ve iktisadi açıdan sürekli bir dejenerasyon ve gerileme söz konusudur. Yapı malzemeleri nasıl toplumsal özellikler üzerinde bir etkiye sahipse toplumsal özelliklerde yapılar ve bu yapılarda kullanılacak malzemeler üzerinde etkilidir.

Yapı malzemelerinin çevre ile olan bağlantısını performans özellikleri gösterir. Bundan dolayıda tasarım yapan bir kişinin tercih ettiği malzeme, tabiata, insan yaşamına, doğal kaynaklara ve yeryüzünün geleceğine tesir eder. Yapı malzemelerinde çevreye olan etkilerinin hesaplanmasında geri dönüştürülme durumu, zehirlilik düzeyi ve enerji parametreleri kullanılmaktadır. Yapı malzemeleriyle ilgili önem arz eden bir diğer hususta malzemenin performansıdır. Kısaca malzeme performansı denilince bir malzemenin bir ortamda kendisinden beklenen performansı gösterebilme düzeyidir.

Günümüzde meydana gelen sosyal, iktisadi, çevresel ve kültürel problemleri dikkate aldığımızda mimari eylemlerin ifa edilmesinde bütün bu bileşenlerin üretim ve tasarım aşamalarında dikkate alınması, kullanılan malzemelerin ve tasarlanmış olan yapım yönteminin tasarımın ilk kademesinden başlayarak sürece bizzat mimar tarafından dâhil edilmesi ve bunun performans odaklı olması önem arz etmektedir (Karadağ, 2012).

Yapı malzemelerinin performans özelliklerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz (Atılım Üniversitesi, 2015).

1. Yapısal servis özellikleri
2. Otomatik direnç
3. Esneme
4. Biçimde meydana gelebilecek bozulma tanımları
5. Fiziki özellikleri

6. Sıcaklık
7. Su problemleri
8. Ses
9. Sağlığa uygunluk özellikleri
10. Yangına karşı direnci
11. Teknolojik Özellikler
12. Sertlik Özelliği
13. Aşınma ve yıpranma direnci
14. Kompozit tabakaların adezyonu
15. Beraber kullanılmakta olduğu diğer malzemelere adaptasyonu
16. Moleküler Özellikler.

Aykanat ise, bir yapı malzemesinin teknik performansını oluşturan kavram ve göstergelerin aşağıda bulunan ölçütlere göre irdelenebileceğini ifade etmiştir (Aykanat, 2012).

1. Yapısal Servis Özelliği
2. Yangın Güvenliği Özelliği
3. Kullanışlılık ve Termo-Fiziksel Kapasite Özelliği
4. Dayanıklılık Özelliği
5. Uyum Özelliği

a) Yapısal servis özelliği;

1. Doğal güçlere karşı koyma
2. Mukavemet

b) Yangın güvenliği özelliği;

1. Yanmaya direnci,
2. Alevlenebilirlik,
3. Duman yayma kapasitesi
4. Toksik gaz çıkarma özellikleridir.

c) Kullanışlılık ve Termo-Fiziksel Kapasite Özelliği;

1. Isısal özellikler,

2. Akustik özellikler,
3. Su ve nem geçirimsizlik (Malzemenin su neme karşı su emme kapasitesi, Su geçirgenlik, Su buharı direnci, Nemin yarattığı rötre ve genişleme özelliği),
4. Hijyen, konfor, güvenlik (Malzemenin toksik özelliği, haşere zararlarına dayanımı, kaymaya direnci, küflenme direnci, hava geçirimsizlik kapasitesi) olarak sıralanabilir.

d) Dayanıklılık Özelliği;

1. Malzemenin darbe, sürtünme, çizilme ve aşınmaya karşı mukavemeti,
2. Yıpranmaya karşı dayanımı, ultraviyole ışınlar, çözülme-donmaya, renk, kimyasal dumanlara ve bakterilere karşı yıpranmaya direnci,
3. Boyutsal stabilite,
4. Çatlama, patlama, yorulma, kopma gibi mekanik özellikler biçimindedir.

e) **Uyum özelliği ise;** beraber kullanılan, farklı özelliklere sahip malzemelerin birbirleri ile uyumu, beraber olduğu malzeme veya sistemlerin, yukarıda ifade edilen özellikleriyle karşılayabilecekleri negatif etkilere beraber direnç gösterebilme yeteneği ile alakalı bir özelliktir (Aykanat, 2012).

2.1.2. Yapı Malzemesinin Önemi

Tabiatta işlenmemiş halde bulunmakta olan malzemelerin işleme tabi tutularak yapı imalatında kullanılacak bir hale getirilebilmesi, yapı çizimlerinin yapılar, yapılacak yapıya uygun malzemelerden yapının inşaatının sağlanması mühendislerin görevleri arasında bulunmaktadır. Bu sebeple yapının ve gerçekleştirilecek çalışmaların başarısı için yalnızca yapı tasarımının kaliteli yapılmasından ziyade, yapının kullanım maksadına yönelik değişimle birlikte, muhtelif elemanlarında kullanılacak en uygun malzemelerin seçimi de büyük önem arz etmektedir.

Belirli bir yapı için en uygun malzemenin seçimi kolay bir işlem değildir. Seçimde malzemenin çeşitli özelliklerinin dikkate alınması icap etmektedir. Herhangi bir amaç için en uygun malzeme, kullanım yerine bağlı olarak yeterli dayanım ve estetik görünüme sahip, kendinden beklenen fonksiyonları yerine getirebilen en ucuz malzemedir. Yapı malzemelerinde; malzemenin dayanıklılığı, maliyeti, dış görünüşü, servis ömrü ve sağlıklı olması büyük önem arz etmektedir. Aşağıda bazı önemli malzeme seçme ölçütleri verilmiştir.

- 1. Malzemenin dayanıklılığı:** Yapı malzemesinin servis ömrü süresince etkili olabilecek zarar verici dış etkilere karşı yeterli dayanıma sahip olması ve kendisinden istenen fonksiyonu yerine getirmesi gerekir.
- 2. Malzemenin maliyeti:** Özellikle kırsal alanda maddi olanaklar çoğunlukla sınırlıdır. Bu sebeple, malzemenin fiyatı, inşaat yerine getirilmesi ve inşaatta kullanılması ekonomik olmalıdır.
- 3. Malzemenin görünüşü:** Yapının çevresi ile iyi bir uyum sağlaması da oldukça önemlidir. Her ne kadar öncelikle fonksiyonellik gelmekte ise de yapının çevresi ile estetik bir bütünlük içerisinde olması da önem taşır.
- 4. Yapının servis ömrü:** Bir yapının servis ömrü tek başına projesinin iyi yapılması ve işçilik kalitesinin artırılmasıyla sağlanamaz. Burada en önemli unsurlardan biri de yapı elemanlarında kullanılacak malzemelerin iyi seçilmesi, yerine iyi yerleştirilmesi ve gerekli bakımının zamanında yapılmasıdır.
- 5. Sağlıklı olması:** İnşaat imalinde kullanılacak demir ve beton seçimleri, binanın depreme karşı dayanıklılığı ve temele verilen ağırlığa etki ederken, ısı yalıtım malzemelerinin seçimi de bilhassa ev sahipleri açısından büyük önem taşımaktadır. Isı yalıtım malzemelerinin hafif, kokusuz, su ve nem absorbe edebilen, küf, parazit ve böceklerin yuva yapmasını önleyen, çürümeye karşı dayanıklı ve yanıcı olmamasına dikkat edilmesi gerekmektedir.

Günümüzde “Kentsel Dönüşüm Politikaları” çerçevesinde gerçekleştirilmekte olan faaliyetler ve nüfus artışıyla orantılı artan konut ihtiyacı inşaat sektöründe kullanılan yapı malzemelerine ihtiyacı da artırmaktadır. “Çimento, alçı, kireç, gaz beton, tuğla, kiremit, çatı kaplama, yalıtım malzemeleri ve seramik içyapı malzemeleri inşaat sektörünün başlıca girdilerinden olup, bu girdilerin amaca yönelik özelliklerde üretimi ve kullanımı” büyük öneme sahiptir.

Farklı içyapıya sahip malzemeler yapı sektörü malzemeleri olarak kullanılmaktadır ve içyapılarının arzu edilen özelliklerde olması uygulama hedefi ve kullanım süresinde çok önemlidir. Bundan dolayı da malzeme yapısı, malzemenin tatbik edileceği şartlara uygun imal edilmelidir. Mesela “*mukavemet ve su geçirimsizlik için boşluksuz ve yoğun malzeme, ses geçirimsizliği ve ısı yalıtımı için dolu malzeme, ses emicilini sağlayacak ve ısı iletimini azaltacak şekilde gerekli miktar ve büyüklüklerde boşluklar ile*” üretilmelidir. Diğer taraftan

yapı malzemelerinde kullanım maksatlarına yönelik özelliklerle beraber bir başka konu da düşük yoğunluk değerlerine sahip olabilmeleridir. Kullanım maksatlarında birkaç özelliği beraber bulundurması da gerekebilir. Bundan dolayı da çeşitli taleplere yanıt verebilen tek bir malzeme bulunması olanaksız gibi bir şeydir. Bu sebeple malzemeler yeteneklerine göre hesap edilerek katmanlar şeklinde uygulanması veya kompozit malzemelerle ikame edilmesi de sektörde yaygın biçimde kullanılmaktadır (Bildirici, 1982).

Binaların ısı yalıtımına uygun özellikte üretilmiş malzeme tercih edilmez ise yağmur rüzgâr, ısı değişimi vb. gibi dış etkenlere karşı malzeme dayanım gösterememektedir. Hatta mantolama işleminin ardından karşılaşılan ilk dış etkende dökülme, kırılma sorunlarının ortaya çıktığını birçok yerde yoğunlukla karşılaşılan bir durum olarak kendini göstermektedir. Tekrardan restore maliyetlerine ek olarak arzu edilmeyen kazalara meydan vermesi ihtimal dâhilindedir. Kusurlu üretilen malzemeler ısı yalıtım yeteneğini azaltmaktadır. Hatta tabakalar arasında ya da istenmeyen büyüklüklerde gözeneklerde ortaya çıkan yoğunlaşma, don etkisiyle birleştiğinde vazifesini ifa edememekte, diğer taftan yapı elemanında büyük zararlara yol açmaktadır (Fındık, 2009).

2.1.3. Yapı Malzemesi Tarihi

Çalışmanın bu kısmında, yapı malzemesinin tarihsel süreci, yapı malzemelerindeki ve teknolojilerindeki gelişme ve ilerlemeler çerçevesinde ele alınacaktır.

İnsan eliyle yapılmış ilk yapı malzemesi İran ve Mezopotamya bölgesinde rastlanmış olan ilkel fırınlarda pişirilmiş topraktır. Ancak bu malzeme özellikleri sebebiyle kendini günümüze taşıyamamış bununla birlikte çok sayıda uygarlığın yok olmasında da önemli rol oynamıştır (Eriç, 1970).

İlkçağın önemli uygarlıklarına mekân olmuş Roma, Mısır ve Eski Yunan'da imar edilmiş yapılarda ağırlıklı olarak taş kullanılmıştır. Öyleki Yunanistan'da yapılmış heykeller, Roma'nın ünlü köprüleri ve hala dünyanın yedi harikasından biri olan Mısır Piramitleri taştan yapılmıştır. Diğer taraftan kirecin suda erime özelliğinden ötürü kirece puzolan madde katıştırarak suda erimeyen harç imal etmişlerdir. Taşla birlikte günümüzde de bir hayli yoğun bir kullanım alanı bulunan çimento, tuğla, kireç ve ahşapta yerleşik bir tarihe sahiptir. Tarihte ilk defa Romalı'lar tarafından kullanılmış olan çimento binlerce yıllık tarihi kalıntılarda kendini göstermektedir. O günden bu güne bu malzemenin hem imalat hemde kullanım alanlarında çok dikkat çekici bir farklılık yaşanmamıştır.

Yalnızca Roma, Mısır ve eski Yunan'da değil bunların haricinde daha birçok medeniyette de bu malzemelerin kullanım örneklerine rastlanılmıştır. Osmanlı İmparatorluğunda yaşamış ve ünü dünyaya yayılmış olan Mimar Sinan çok sayıda kervensaray, köprü ve caminin yapımını taş malzeme kullanarak sağlamıştır.

Malzeme hususunda deneysel olarak ilk çalışmalar ünlü İngiliz bilim insanı Rober Hooke tarafından gerçekleştirilmiştir. Hooke çelik bir çubuğa tatbik edilen çekme kuvveti ile orantılı bir biçimde uzamalar meydana geldiğini fark ederek 1678 yılında ünlü bir kanun yayımlamıştır (Özhendekçi, 2009).

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

E: Elastiklik modülü

σ : Gerilme,

ε : Birim boy değişimi

Hooke bununla birlikte iki mesnete sahip ve düşey yük taşıyan bir kirişin üstteki liflerinin kısaldığını, alttakilerin ise uzadığını da tespit etmiştir. Hooke'nin ardından yine bir İngiliz bilim insanı olan Thomas Young yapmış olduğu basınç ve çekme deneyleri ile malzemenin türüne göre bir büyüklük olduğunu saptamış ve buna "elastisite modülü (YoungiModülü)" ismi verildi. Bir başka bilim adamı olan Fransız Denies Poisson boyda meydana gelen uzamayla, ende meydana gelen daralmayı ifade eden "Poisson katsayısını" bulmuştur. Bu esnada Fransız ilim insanı "Navier (1785-1836)" eğilme olayını tekrardan inceleyerek, kesitlerin eğilme olayının ardından da düz kaldığını saptayarak, mukavemetin esaslarını oluşturdu. Bu önemli çalışmalarla birlikte hem yapı hemde endüstriyel alanda geliştirilmeleri bir reform olarak görülen çelik, çimento ve beton gibi alanlarda da kayda değer çalışmalar başlamıştır.

1756'da İngiliz James Somatan kalker üstünde bazı deneyler yapmıştır. Bu çalışmalar çimento tarihinin ilk çalışmalarıdır. 1774'te sertleşebilen bir kalker türü keşfetmiş ve bunun içerisinde kil olduğu anlaşılacak, buna "Roman Cemant" ismi verildi.

Fransız bilim insanı Louts Vicat (1786-1861) su kirecini keşfetmiş, keşfetmiş olduğu bu su kirecini köprülerin temelinde kullanmıştır. İskoçyalı bir kişi olan Joaeph Aspdin ilk kez kalkerli ve killi malzemeleri karıştırarak ilkel bir fırında pişirerek günümüzde

kullanılmakta olan çimentoyu üretmiştir, 1825'te ilk fabrika kurulmuş ve bu çimentoya "Portland Çimentosu" ismi verildi.

1870-1890 yıllarında Fransız bilim adamları Michaelis ve Le Chatelier (1850-1936) çimento üstünde ampirik çalışmalarda bulunarak özelliklerini ve bileşenlerini ve saptamışlardır. Bir Fransız ve saray bahçıvanı olan Monier bulunduğu sarayın bahçesinde yer alan saksılarda çelik ve betonu ilk kez birlikte kullanarak betonarme denemesi yapan ilk insan ünvanını almış akabinde betonarme için patent almıştır.

1885'te Amerikalı Frederic Ransome döner fırınları geliştirerek çimentonun yaygın bir biçimde kullanılmasının önünü açmıştır. Bu sırada çelik imalatında büyük gelişmeler yaşandı. Çelik imalatında 1855 Bessemer, 1865'de Martin usulü ve 1878'de Thomas'ın bulmuş olduğu metotlarla çelik imalatı da hızlanmış oldu. 1880 ve 1890 yılları arasında kalan zaman zarfında ise kaynak alanında kayda değer ilerlemeler olmuştur.

1880'de Almanya'nın Berlin kentinde Wasay şirketi betonarmeyi yapılarda kullanmaya başlamıştır. 1890'larda bir endüstriyel çimento olan letiyeli çimento keşfedildi. 1908'de ise Alman Bried bir süper çimento olan Alüminli çimentoyu keşfetti. 20. yüzyıla girildiğinde hali hazırda betonarme şartnameleri yoktu. "İlk betonarme şartname Almanya'da 1904 ve Fransa'da 1906'da hazırlandı ve şartnameler Almanya'da 1943 yılında son halini" almıştır.

Ülkemizde ise ilk zamanlar Alman şartnameleri tatbik edilmiş olup 1953'de "Türkiye köprü ve inşaat cemiyeti" tarafından ilk betonarme şartnamesi hazırlanmış ve birtakım düzenlemelerde bulunularak 1962'de yeniden yayınlanmış ve geçerliliği halen devam etmektedir. 1963'de Türk Standartları kurulmuş ve malzemelerin standartları tespit edilmiştir. Günümüzde malzeme olarak ağırlıkta çelik ve beton geliştirilmekle, taşıma güçleri fazlalaştırılmakta, hesap usulleri geliştirilmekte ve dünyanın her köşesinde son süratle çelik ve betonarme köprüler, yapılar, fabrikalar inşa edilmektedir.

2.1.4. Doğal Yapı Malzemeleri

İlk uygarlığın kurulmasından günümüze insanoğlu gereksinimlerini karşılamak için yapı malzemesinden yararlanmıştır. Ne var ki, ilk çağlarda yapı malzemesi birkaç türü geçmezken (toprak (kerpiç), tuğla, taş, ahşap), onyedinci ve onsekizinci asırlarda özellikle büyük endüstri devrimiyle hem malzeme türü ve sayısı fazlalaşmış hem de niteliği iyileşmiştir.

Doğadan çıktığı gibi yapıdaki yerini alan ve bir endüstriyel imalata ihtiyaç duyulmayan doğal yapı malzemeleri toprak (kerpiç), ahşap, taş ve sadece sade bir pişirme işleminin ardından kullanılan, pişmiş toprak gibi malzemelerdir. Bir veya birkaç doğal malzemenin biraraya getirilmesinden ise muhtelif imalat yöntemleri uygulanılarak suni yapı malzemeleri ismi altında toplanabilecek plastik, cam, çelik ve beton gibi malzemeler üretilmektedir.

Yapı metodları beton gibi inşaat yerinde olabileceği gibi, çelik gibi tümüyle endüstriyel üretim de gerektirebilir (Eriç, 1970). Günümüzde çok sayıda ve türde malzeme olmakla beraber zamanla daha da artmaktadır. Çalışmanın bu kısmında; “taş, kum, beton, tuğla, ahşap” gibi doğal yapı malzemeleri incelenmiştir.

2.1.4.1. Toprak (Kerpiç)

Kerpiç; Taneleri birbirine bağlayacak oranda kil içeren kumlu topraklar, saman gibi lifli katkıları eklenerek su ile harç haline getirilir, peşinden basit ahşap kalıplara doldurularak şekillendirilip kalıptan çıkarılan ve güneş altında kurutulmasıyla elde edilen yapı malzemesine “kerpiç” denir.

Kerpiç, doğal ve sürdürülebilir bir yapı malzemesidir. Bunun yanında kerpiç % 100 geri dönüşümlü ve atığı olmayan bir malzemedir. Kerpicin sağlıklı ve ekonomik olması, yöresel imkânlarla ve basit aletler kullanılarak kolayca üretilebilmesi, yapımında enerji kullanılmaması ve atmosfere CO₂ gibi zararlı gaz salınımının hiç olmaması gibi önemli üstünlükleri vardır. Kerpiç herhangi bir tesis ve kalifiye elemana ihtiyaç duymadan bulunduğu bölgede rahatlıkla üretilebilir. Kerpicin üretimi sırasında atık oluşmaz. Kerpiç yapı servis ömrünü tamamladığında ortaya çıkan atıklar çevre ile uyumludur.

Son yıllarda çok sayıda araştırmacı kerpicin özelliklerinin iyileştirilmesi yönünde çalışmalar yapmaktadır. Elde edilen sonuçlar, geleneksel bir yapı malzemesi olan kerpicin çağdaş bir yapı malzemesi olarak kullanılabilmesini göstermektedir.

2.1.4.2. Taşlar

Taş; kireç, demir, ahşap ve tuğla gibi malzemeler ile beraber, tarihi kârgir yapıları meydana getiren geleneksel yapı malzemelerinin başında gelmektedir (MEB, 2013). Yapının arzettiği öneme, fonksiyonuna, büyüklüğüne ve yer aldığı coğrafi yere göre, çeşitli kısımlarında değişik türlerde taştan yapılmış olan mimari elemanlar kullanılabilir.

Taş, ilk çağlardan günümüze kadar insanoğlunun yapılarda kullanmış olduğu kayda değer yapı malzemelerinin başında gelmektedir. Malzeme olarak uzun ömürlü ve dayanıklı olması zamanımıza kadar taş yapıların kalmasının nedenini teşkil etmiştir. Bundan dolayıdır ki günümüzde, kalıcı taş malzemesi kullanan Yunan ve Roma hakkında daha fazla bilgi sahibi olmamıza büyük bir katkısı olmuş ve malzemenin, bir mimarî eserin mükemmelliği yanında uzun ömürlü olması prensibinin gerçekleşmesinde oynadığı önemli rolün en açık örneğini vermiştir (Eriç,1970). Antik çağlardan günümüze değin anıtlarda ve yapılarda kullanılmakta olan hayati bir yapı malzemesi olan taş, kullanılacağı yere göre türlü biçimlerde işlenip biçimlendirilerek yapıdaki yerini alır (MEB, 2013).

Taşlar ya doğrudan doğruya yeryüzünde yalın biçimde, ya da toprak tabakası altında bulunmakta olan doğal bir malzemedir. Buralara “taş ocağı” ismi verilmektedir. Dinamit patlayıcı yardımıyla çıkarılmakta olan taşlar, zemin katlardaki taş duvarlarda kullanılır, değerli ve estetik taşlarsa ya kesme taş olarak ya da 3-5 cm kalınlığında kesilerek cephe kaplaması şeklinde kullanılmaktadır. Yapı malzemesi olarak taşın kullanımına örnek olarak Şekil 2.2’de Doğanbey Köyü’nde bulunan Taş Evler verilmiştir.



Şekil 2.2. Doğanbey Köyü’nde Taş Evler, (Grafımx, 2020)

En eski yapı malzemelerinden biri olan taş, hemen hemen her yerde ve arazi koşullarında kolaylıkla temin edilebilir olmasının da etkisiyle kalıcı olması düşünülen yapıların inşasında özellikle tercih edilmiştir (Şirikçi, 2013). Bu nedenle, taş malzemesinin

tarihi insanlık kadar eskidir. Sanat tarihinde yeri olan pek çok eserde taşı görmekteyiz. Bugün de taş, yapılarda, yapının duvarlarının tamamında ya da düşey (sütun, ayak, vb.) veya yatay (lento, arşitrav, vb.) “taşıyıcı malzeme” olarak, yapının yüzeylerinde “kaplama malzemesi” olarak, yapının çeşitli bölümlerinde “süsleme malzemesi” olarak ve muhtelif büyüklüklerde kırılıp elenerek veya toz şekline getirilerek, harç ya da sıva karışımlarında “agrega” şeklinde kullanılmaktadır (MEB, 2013)



Şekil 2.3. Taşın Mimaride Farklı Kullanımlarına Örnekler (Topkapı Sarayı-Bağdat Köşkü ve Didyma Antik Kenti-Apollon Tapınağı, MEB, 2013)

Taşlar; doğal taşlar ve yapay taşlar olmak kaydıyla iki kısma ayrılmaktadırlar. Doğal taşlar; “yüksek yoğunluğa, yüksek dayanıklılığa, yüksek yüzey sertliğine ve yüksek termal iletkenliğe sahiptir ve üç gruptur”. Bunlar (Hegger vd., 2007):

1. “Magmatik (Magmadan püskürüp soğuyan) taşlar”,
2. “Tortul ya da Sedimanter (Deniz ve göllerde çökelerek) taşlar”,
3. “Metamorfik (Sıcak ve basınçla başkalaşan) taşlardır”.

Bunlar içerisinde çok sağlam ve estetik yapı taşları yer almaktadır. Magmatik taşlardan en önemlileri; Bazalt Andezit, Trakit ve Granit sayılabilir. Bunlar her çeşit yapı inşasında kullanıldığı gibi, “Granit cilalanabilir olduğundan, kaplama taşı, anıt taşı, trakit ve andezit ise kesme taş olarak yapılarda kullanılmaktadır”.

Tortul taşlara, Traverten, Kalker, Breş, Kumtaşı ve Puding örnek verilebilir. Kalker taşlarda çok yaygın bir taş türüdür. Bunun daha boşluklusu olan Traverten plaka halinde biçilip çok kaliteli kaplama taşı olmaktadır. Puding ve Breşlerde türlü köşeli ve oval taşların doğal bir çimentoyla çökelip bağlanmasından ortaya çıkan güzel taşlardır. Kaplama olarak “Hereke Pudingleri” ve “Bilecik Breşi” çok ünlüleridir.

Metamorfik taşlardan ise ilk akla gelen Mermerdir. Genellikle kaplama taşı şeklinde kullanılmaktadır.

Doğal yapı taşlarının basınç ve eğilmede çekme dayanımları taşın türüne göre farklılık arz etmektedir. “Kalker, traverten, kıraç bağlayıcı kumtaşı gibi doğal taşların basınç ve eğilmede çekme dayanımı değerleri düşükken; granit, siyanit, diorit melafir, diyabaz ve andezit gibi doğal taşlarda bu değerler daha yüksektir”. Farklı doğal taşların minimum basınç ve eğilmede çekme dayanımları Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1. Doğal Yapı Taşlarında Minimum Basınç ve Eğilmede Çekme Dayanımı Değerleri (YİGM)

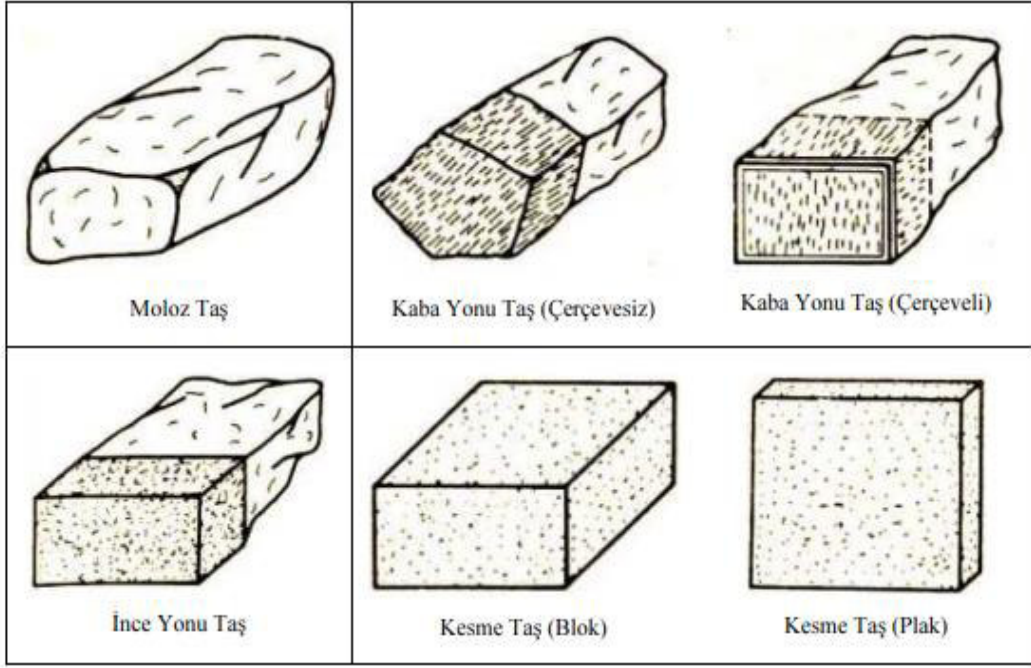
Taşın Cinsi	Basınç Dayanımı (Min) Kgf/cm ²	Eğilme Çekme Dayanımı Kgf/cm ²
Kalker, traverten, kıraç bağlayıcı kumtaşı	350	30
Yoğun kalker, dolomit, bazalt	500	40
Siliş bağlayıcılık kumtaşı, grovak	800	60
Granit, siyanit, diorit melafir, diyabaz, andezit	1200	75
Diğer tortul ve metamorfik taşlar	500	50
Diğer püskürük taşlar	1400	80

Taşlar, yapı imalatında kullanılmadan evvel birtakım işlemlerden geçmektedirler. İşlenme şekillerine göre taşlar; “kabataslak, taslak, peş olma, kaba yonu ve ince yonu taşlar olmak üzere beş gruba ayrılır. Şekillerine göre ise taşlar dört gruba ayrılırlar”.

Bunlar:

1. Moloz taşlar
2. Kaba yonu taşlar
3. İnce yonu taşlar
4. Kesme taşlar.

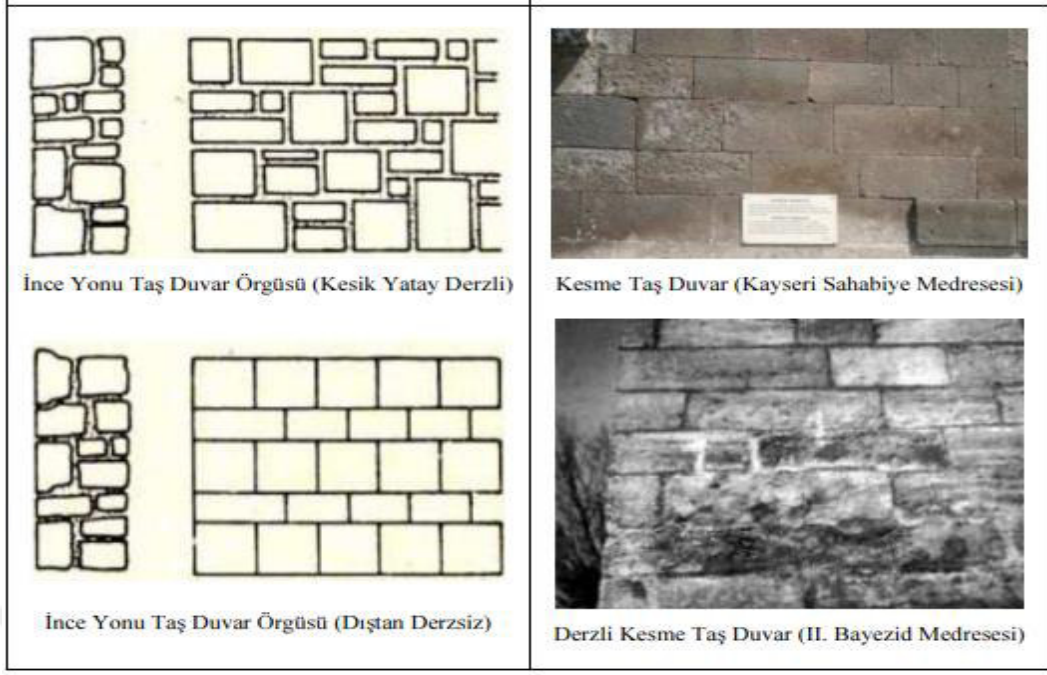
Moloz taşlar, kaba yonu taşlar (çerçevesiz ve çerçevesiz), ince yonu taşlar ve kesme taşlar (blok ve plak) Şekil 2.4.’de gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Taşların Şekillerine Göre Türleri (MEB, 2013).



Şekil 2.5. Taş Duvar Örgü Türleri-1 (MEB, 2013).



Şekil 2.6. Taş Duvar Örgü Türleri-2 (MEB, 2013).

Tabii taş duvarların emniyet gerilmeleri, örgü ve harç çeşitlerine göre farklılık göstermektedir. Duvar kalınlığı (d) 24 cm ve daha fazla, duvar yüksekliği/kalınlığı oranı (h/d) 10 ve daha az olan tabii taş duvarların örgü ve harç çeşitlerine göre emniyet gerilmeleri Tablo 2.2’de verilmiştir.

Tablo 2.2. Doğal Taş Duvarların Emniyet Gerilmeleri (Kocataşkın, 1973)

Basınç Emniyet Gerilmeleri kg/cm^2						
Eksantirik Yüklemede En Büyük Kenar Gerilmeleri kg/cm^2 $d \geq 24, h/d \leq 10$						
Örgü Çeşidi	Harç Çeşidi	200	300	500	800	1200
Moloz Örgü	Kireç	2	2	3	4	6
	Melez	2	3	5	7	9
	Çimento	3	5	6	10	12
Çekiçle Düzeltilmiş Ytay Dezli	Kireç	3	4	6	8	10
	Melez	5	7	9	12	16
Moloz Örgü	Çimento	6	10	12	16	22
Kaba veya İnce Yonma Taş Örgü	Kireç	4	6	8	10	16
	Melez	7	9	12	16	22
Kesme Taş Örgü	Çimento	10	12	16	22	30
	Kireç	8	10	16	22	30
	Melez	12	16	22	30	40
	Çimento	16	22	30	40	50

d= duvar kalınlığı
h=duvar yüksekliği

Yapıda kullanılacak olan taşların; donmaya karşı kuvvetli, basınca, çekmeye ve aşınmaya karşı sağlam, harca iyi yapışması, ateşe dayanıklı olması ve işlenebilir olması, ortak beklenen özelliklerden belli başlı birkaç tanesidir. Yapı taşlarının istenen özellikleri bulundurup bulundurmadığını saptamaya dair birtakım laboratuvar deneyleri gerçekleştirilmektedir. Kaba yapı malzemelerinden olan taşlara değindikten sonra bir diğer malzeme türü olan kumları incelemekte yarar vardır.

2.1.4.3. Kumlar

Yeryüzünde önceden var olan kayaların çeşitli fiziksel ve kimyasal yollarla aşınıp ayrışmasıyla meydana gelmiş 0.062 mm ile 2 mm arası tane boyuna sahip kırıntılı bir malzemedir. Kum yataklarından çıkarıldığı gibi hiçbir hazırlama işleminden geçirilmeden olduğu gibi kullanılır. Bunlarda yüksek oranda kil ve yabancı maddeler bulunabilir.

Kumlar; silisli tabakalar ve kayaların tabii etkenlerle çözülmesi ve küçülmesi veya kayaların parçalanması ile meydana gelen çoğunlukla kuvars esaslı granüler malzemelerdir. Ebatlarına göre kumlar üç kısma ayrılmaktadır: 0-1 mm çapında olanlar “ince kum”, 1-7 mm çapında olanlar “kaba kum”, olarak isimlendirilir. Alınmış oldukları ve çıkarıldıkları alana göre kumlar; “dere ve nehir kumları, sahra kumları, ocak kumları ve deniz kumları” şeklinde isimlendirilirler.

Kumlar; duvar-çimento-kireç harcları içerisinde kullanılmaktadırlar. Çimento ve kireç harcı içerisinde kullanılmakta olan kum miktarları aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 2.3. Çimento Harcı ve Kireç Harcı İçinde Kullanılan Kum Oranları (MEB, 2007).

	Çimento Harcı		Kireç Harcı
Kum	3 hacim	Kum	6-8 hacim
Çimento	1 hacim	Çimento	2 hacim
Su	1-2 hacim	Su	1-2 hacim

Kumlar, değişik boyutlar ve yüzdelerde parçalardan meydana gelebilir. Ayrı boyutlardaki kum tanelerinin farklı yüzdelerde bulunması da elde edilecek harcın ve betonun özelliklerine etki eder. Aynı cins kumda belirli ebattaki tanecikler belirli oranlarda olmalıdır. Bu açıdan yapılarda aynı cins kum kullanabilmek için “granülometri bileşiminin” saptanması gerekmektedir. Bu saptama için de granülometri analizi (elek deneyi) yapılır.

Granülometri analizi, “belirli standartlardaki elek serilerine göre belirli büyüklükte gözlere sahip eleklerle, yeterli miktarda kum numunesi konularak, sarsıntı ve sallama

hareketleri ile farklı göz boyutlarına sahip eleklerde farklı miktarlarda ve belli büyüklüklerde toplanan kumun tartılarak grafiğe dökülmesi ile gerçekleştirilir”.

Elek deneyinde kullanılacak numune oranı, deneydeki ölçümün doğruluğu açısından yeterli oranda olmalıdır. Bu açıdan TS707’de granülometri deneyi için önerilen asgari malzeme miktarları Tablo 2.4’de verilmiştir:

Tablo 2.4. Granülometri Deneyi için Önerilen Minimum Malzeme Miktarı (MEB, 2007).

En Büyük Tane Boyutu	Minumum Malzeme Miktarı
4,76 mm	0,5 kg
9,52 mm	1,0 kg
19,1 mm	5 kg
38,1 mm	15 kg

2.1.4.4. Tuğla ve Kiremit

Tuğla ve kiremit inşaatlarda birbirinden farklı amaçlar için kullanılan yapı malzemeleridir. Tuğla genellikle duvar yapımında, kiremit ise yapıların çatı kısımlarının yapımında kullanılmaktadır. Tuğla ve kiremit suya dona ve ateşe karşı dayanıklı malzemeler olmalarından ötürü yapı inşasında vazgeçilmez temel yapı malzemeleri içerisinde yer alırlar. Kiremitlerin üretim yöntemi tuğla üretim yöntemine benzemekle beraber sadece hamurunun daha ince öğütülmüş ve yoğrulmuş olması ile farklılık göstermektedir. Ülkemizdeki kiremit ve tuğla sektörü, neredeyse Türkiyenin dört tarafına yayılmış ve çok miktarda üretim tesisini barındıran bir endüstri türü halini almıştır.

Üretim hammaddelerinin meşakkatsiz bir biçimde elde edilebildiği yerlerde küçük yoğunlaşmalar gösteren sektörde çok sayıda tuğla kiremit fabrikası bulunmaktadır. Türkiye genelinde dağılan tuğla-kiremit fabrikaları bazı bölgelerde yoğunlaşmalar göstermektedir. Ülkemizde Eskişehir, Avanos, Osmancık, Yozgat, Erbaa, Sinop, Çorum, Turgutlu, Salihli, Burdur, Samsun ve Afyon kayda değer üretim bölgelerinden bazılarıdır.

İçerisinde, kil minerali bulunduran, belirli ölçüde suyla karıştırıldığında plastik çamur kıvamını alan, şekillenme özelliğine sahip ve 900-1000 °C’de pişirildiğinde, çatlak oluşturmadan katılaşabilen bütün topraklar, tuğla-kiremit hammaddesi olarak kabul edilir. Kiremit ve tuğla toprağı çoğunlukla; “*illit, az miktarda montmorillonit, kaolinit, kuvars, demir mineralleri, az miktarda organik maddeler ve suda çözülebilen tuzlar*” içerirler (Köktürk, 2002). Killer genel olarak kimyasal yönden çok fazla farklılıklar arz ettiklerinden

dolayı ve kompleks yapılara sahip olduklarından bu konuda bir standardizasyon yapılamamaktadır. Tuğla ve kiremit imalatı başlıca şu aşamalarda gerçekleşmektedir:

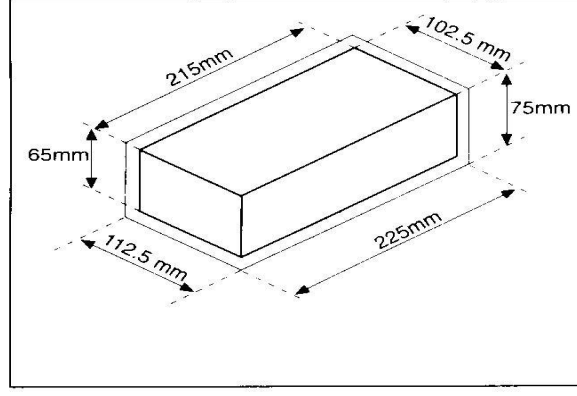
Tuğlanın genel olarak Fabrika ve Harman tuğlası olmak üzere iki türü bulunmaktadır. Harman tuğlalarının da delikli ve dolu harman tuğlaları olmak üzere iki çeşidi vardır. Adından da anlaşılacağı üzere dolu harman tuğlalarının içi dolu olup delik bulunmaz, delikli harman tuğlalarının ise içi delikli bir yapıdadır. Harman tuğlaları fabrika tuğlalarına nazaran su emme oranı yüksek dayanımı daha düşüktür. Zira bu tuğlalar düşük ısıda üretilmektedir (Bayülke, 2011).

Fabrika tuğlaları yerine konulma ve işçilik maliyetleri açısından harman tuğlalarına göre daha ekonomiktir. Fabrika tuğlaları sahip oldukları ağırlıklarının 1/5'i oranında su emebilmektedirler. Fabrika tuğlaları blok, modüler ve normal olmak üzere üç çeşittir.

Normal tuğla, 190x90x50 mm. boyutlara; modüler tuğla 190x90x85 mm. boyutlara; blok tuğlalar ise farklı boyutlara sahiptir. Diğer taraftan fabrika tuğlaları, üretim tekniklerine göre; Kliniker ve Sinerleşmemiş tuğlalar olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır.

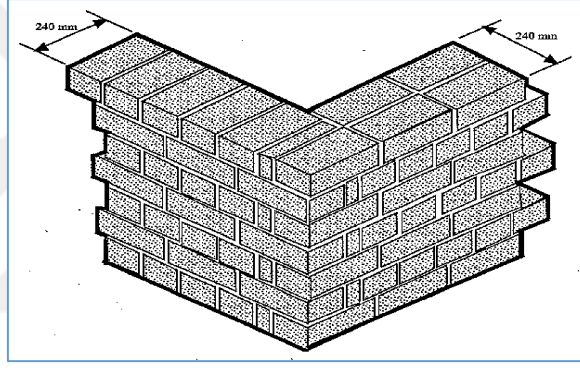
Sinerleşmemiş Tuğlalar; “Sinerleşmemiş Dolu Tuğla (DOT), Düşey Delikli Tuğla (DDT) ve Yatay Delikli Tuğla (YDT)” olmak üzere 3 çeşittir. Klinker Tuğlası ise; “Dolu Klinker Tuğlası (DOK) ve Delikli Klinker Tuğlası (DEK)” olmak üzere 2 çeşittir.

Dolu tuğlalardan taşıyıcı duvarlarda, düşey delikli tuğlalar yığma yapılar ve taşıyıcı duvarlarda, yatay delikli tuğlalarsa betonarme karkas yapılar ve ayırıcı duvarlarda faydalanılmaktadır. Tuğlalar bununla birlikte donmaya dayanıklılıkları yönünden; “Dona Dayanıklı Tuğla (Cephe Tuğlası -C) ve Dona Dayanıksız Tuğla (İçi Yüzey Tuğlası-S)” olmak üzere 2 grupta da sınıflandırılmaktadır. Son olarak hafiflik ve yalıtım özellikleri nedenleriyle de “Hafif Tuğlalar” ve boşluklu “Gaz-Beton Tuğlalar” da tuğla türleri arasında bulunmaktadır.



Şekil 2.7. Standart Tuğla Ebatları (Lyons, 2004)

Yukarıdaki şekilde de görüleceği üzere standart bir tuğla 102.5 mm'lik uzunluğa, 215 mm'lik uzunluğa ve 10 mm'lik standart bağlantı payı eklenmesi ile elde edilen uzunluktadır (Şekil 2.8.).



Şekil 2.8. Standart Tuğladan Duvar (Lyons, 2004)

2.1.4.5. Ahşap

Ahşap bir yapı malzemesi olarak kullanılması tarihsel arka planda hem çelikten hem de betondan daha eski dönemlere uzanmaktadır. Ahşap yapıların, ilk çağlardan başlayarak günümüz yapım sistemlerine kadar uzanan gelişim süreci; ahşabın doğadan kolay bir biçimde elde edilmesi ve yapım aşamasında kolaylıkla uygulanabilmesine karşın yavaş bir şekilde gerçekleşmiştir (Batur, 2004). Tuğla, taş, çelik ve betonun fazla miktarlarda kullanımının başlaması ahşabın kullanım düzeyinde azalmaya neden olmuştur (Bilici, 2006).

Ahşap ağırlıklı yapı sistemlerinin geliştirilmesi ve yapılarda taşıyıcı iskelet olarak yoğun biçimde kullanılması yirminci yüzyıla denk gelmektedir. Git gide daha yaygın bir hale gelen sanayileşmenin meydana getirdiği yeni ihtiyaçlar, bununla birlikte özellikle 1. Dünya savaşı sırasında yapı ve inşaat alanında yoğun biçimde kullanılan çeliğin savaş sanayinde kullanımının artması yapı sektöründe çelik kullanım ağırlığını azaltmış buna

istinaden yapı ve inşaat alanında ahşap kullanımı daha rasyonel bir duruma gelmiştir. Bu dönemde ahşap malzemesinin fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiş, bulon, çivi, kama gibi birleşim unsurları özelinde araştırmalarda bulunulmuş ve ahşabın özellikle dış etkenlere yönelik korunumunu artırıcı teknikler geliştirilmiştir.

2. Dünya savaşı esnasında, her türlü iklim koşulları ve neme karşı dirençli yapay reçine tutkalının bulunması ve ahşap yapılarda kullanılması inşaat teknolojisi için reform olarak nitelendirilmiş ve ahşabı öteki yapı malzemeleriyle rekabet edebilir bir duruma taşımıştır. Günümüz şartlarında statik ve mukavemet hesaplarının ihtiyaç duyacağı her türlü kesit ve uzunlukta ahşap yapı unsurlarının imal edilmesini ve projelendirilmesini olası kılmıştır (Duman ve Ökten, 1988).

“Ahşap, doğayla tamamen uyumlu olan ve geri dönüşümü kolay olan, diğer yapı elemanlarına oranla yoğunluğuna oranla mukavemeti oldukça iyi olan, diğer yapı malzemeleriyle uyumlu ve doğru kullanıldığında çok uzun ömürlü olabilen sürdürülebilir bir malzemedir”(Bozkurt, 2011). Bu özellikleriyle, geleneksel Türk mimarisinde temel bir yapı malzemesi olarak yerini almıştır. Geçmişte kullanılmış olan ahşap yapı elemanları, çoğu zaman hiçbir koruyucu işlem görmemiş olmasına karşın günümüzde dayanıklılığını muhafaza edebilmektedir.

Ahşap yapıların ayakta kalabilmesi için doğru malzeme kullanımı, malzemeyi nem koşullarından korumak, yeterli kesit alanına sahip taşıyıcı malzeme kullanmak önem arz etmektedir (Bozkurt, 2011).

Ahşap yapıların özelliklerini anlayabilmek için ilk olarak fiziksel özellikleri incelenmeli ve kullanılan ahşabın yapısı ve cinsi, kimyası gibi özellikleri bilinmelidir. Ahşabın mekanik ve fiziksel özellikleri taşıyıcı yapısı açısından oldukça önem taşımaktadırlar. Zaman içerisinde meydana gelen dejenerasyonların ve çürümeler gibi arzu edilmeyen durumları anlayabilmek için fiziksel ve kimyasal özelliklerini bilerek bir koruma yöntemi tanımlanması gerekmektedir. Bilhassa ahşap malzemenin dış etkenlere karşı nemden muhafaza etmek, çeşitli zararlı canlılardan korumak amacıyla kimyasal boyalar kullanarak ahşabın dayanım ömrü artırılabilir (Nilsson ve Rowell, 2012).

Ahşabın fiziksel özellikleri: Ahşap malzemesi depreme dayanımı yüksek bir yapı elemanıdır. Kötü hava şartları ile kimyasal faktörlere kadar birçok etkilere maruz kaldığında dahi dayanımında azalmanın yavaş olması ahşabı yapı elemanı olarak kullanımında önemli

hale getirebilmektedir. Bilhassa fiziksel özellikleri ahşabın mekanik özelliklerine doğrudan etki etmektedir. Bu sebeple ahşabın sertliği, nem oranı, özgül ağırlığı ve ısı iletkenliği büyük önem taşır.

Ahşap malzeme nem oranı: Ahşap malzemenin zamanla fiziksel ve mekanik özellikleri değişebilmektedir. Bilhassa renk değişimi ahşap malzemesinin yaşlı olduğunu belirtmektedir. Tarihi ahşap yapılarla son dönemdeki yapılan ahşap yapılar mukayese edildiğinde taşıyıcılar hakkında çıkan sonuçlara göre yapı malzemesinin, dayanımı zaman içerisinde azalmaktadır. Ahşapta renk değişimleri görülmeye başlanır ve buna bağlı olarak nem kaybının olması ve darbeye maruz kalması gibi sebepler ahşap malzemenin dayanımı azaltabilmektedir (Nilsson ve Rowell, 2012). Ahşap malzemedeki nem miktarı ahşap malzemeyi birçok yönden etkilemektedir (Hiraoglu, 2007). Nem oranı fazlalaşan bir ahşap malzemedeki dirençte azalacaktır. Ancak nem oranının % 30'u aşması halinde ise mukavemette değişiklik yaşanmamakla beraber bu değer mukavemeti açısından sınır değer olarak nitelendirilmektedir (Duman ve Ökten, 1988).

Ahşap malzemenin kullanım alanlarını azaltan nedenlerden birisi su veya su buharıyla temas ettiğinde kimyasal ve fiziksel özelliklerinde ortaya çıkan değişimlerdir. Ahşap malzemedeki ortaya çıkan hacimsel farklılıkların sebebi olan rutubet, mekanik özelliklerde değişimlere yol açar ve ahşap malzemenin kullanım ömrünü büyük oranda azaltır. Bilhassa tamamen kuru hal olarak kabul edilen % 1 nem oranı ile lif doygunluğu noktası sayılan % 30 nem oranları arasında hacimsel farklılıklar meydana gelmektedir. Ahşabın şişmesi ve daralması olarak bilinen bu değişimlerin genel adı "odunun çalışması" olarak adlandırılmaktadır (Pelit vd., 2017).

Ahşap malzemenin özgül ağırlığı: Ahşaptaki özgül ağırlık ağacın cinsine göre ve ahşabın hangi bölümünden alındığına göre değişiklikler gösterebilmektedir. Bununla birlikte özgül ağırlığı yüksek olan bir malzemenin mekanik özelliklerinin de yüksek olması beklenmektedir. Yeni kesilmiş bir ahşap malzemesinin özgül ağırlığı eski kurumuş olan bir ahşap malzemedeki farklıdır. Yeni kesilen bir ahşapta su miktarı % 35-50 dolaylarındayken kurutulmuş bir ahşap da ise bu oran %10-20 düzeylerindedir (Dışkaya, 2011).

-Ahşabın ısı özellikleri: Ahşap malzemesinin temelini oluşturan selüloz ısıyı aktarmayan malzemedir. Lakin ısının iletkenliği "ahşap malzemedeki nem miktarına, cinsine ve lif doğrultusuna göre farklılıklar gösterebilmektedir" (Şenkal, 1996). Ahşap malzeme

ısının tesiriyle genişleşip soğuduğu durumlarda kıvrılmaktadır. Bu genişleme ahşap malzemenin “ortotropik” olması nedeniyle bütün yönlerinde farklılıklar arz etmektedir (Gürel, 2018).

Ahşabın sertlik özelliği: Ahşap malzemenin kesilmeye ve işlenmeye karşı gösterdiği mukavemete sertlik adı verilir. Sertlik üstünde nem oranı, malzemenin türü ve içyapısı gibi etmenler etkilidir. Nem oranı fazlaştıkça sertlik azalmaktadır. Kuru bir ağaçta sertlik oranı en üst seviyededir (Gürel, 2018).

Ahşap yapı malzemesinin dünyada yaygın olarak kullanılmasına karşın Türkiye’de kullanımı öteki yapı sistemleri ile mukayese edildiğinde çok düşük seviyede kalmıştır. Ülkemizde ahşabın yapılarda taşıyıcı iskelet olarak kullanılması, 1940’lı yıllardan başlayarak yapı ve inşaat sektöründe çimento, taş ve çelik malzemelerin tercih edilmesiyle beraber dikkat çekici bir düşüş yaşamıştır. Genel olarak ahşap yapıların zemin katı yığma olarak planlanıp, üst katlar geleneksel ahşap yapım tekniklerine göre yapılmıştır (Yücel, 2018). Ahşap yapılarla alakalı Türkiye’de ön yargılar bulunmaktadır. Yangına dayanıksızdır, sürekli bakım gerektirir, pahalıdır gibi bilimsellikten uzak ve ön yargılı yaklaşımlar ile ahşaba rağbet oranını düşürmektedir.

2.1.4.6. Silt

Tabiatta dere yataklarında, deltalarda ve eski deniz yataklarında bulunurlar. Bununla birlikte kayaçların ayrışması neticesinde onların üzerlerinde örtü tabakası olarak da yer alırlar. Silt, genellikle kilden daha büyük, kumdan daha küçük taneli malzemeye verilen addır. Çoğunlukla 0,002 mm ile 0,1 mm arasındaki alüminyum silikatlardan meydana gelir.

Dere ve akarsuların taşımış olduğu alüvyonların bir bölümü silttir. Yapısı itibarıyla su tutma özelliği bulunmakta olup, ancak kilde olduğu gibi kohezyon özelliği sergilemezler. İçerisindeki su oranına bağlı olarak akışkan olurlar. Arazide yüzeyi kuru bir yer silueti verse de alt katmanlarındaki su nedeniyle akışkan olabilen silt bataklıkları meydana getirebilir.

Oturma ve donmaya karşı duyarlıdırlar. Kuru durumdayken parmaklar arasında rahatlıkla parçalanırlar. Siltler parmaklar arasında ezildiklerinde, kumlara oranla daha cilalı hissi verirler. Sıvılaşma tehlikesi arz ederler ve taşıma güçleri azdır. Siltler ağırlık altında sıkıştırılamazlar.

2.1.4.7. Kil

Tabiatta belkide en fazla bulunan malzemelerden biri de kil'dir. Ancak saf kil bulmak birhayli güçtür. Kilin içinde en fazla demir oksit, mika, silis ve kalker mineralleri bulunur. Çoğunlukla 0,002 mm'den daha ince taneli malzemelere kil ismi verilmektedir. Kil esmer, kırmızımtırak ve sarımtırak, renklerde olur (Greenwood, 1997).

Kilin yapısından dolayı su çekme vasfı vardır. Bu nedenle kil hep nemlidir. Kili oluşturan maddeler sulu alüminyum silikatlardır. Ezilmiş kile uygun miktarda su verildiği vakit işlenebilme ve biçimlendirilebilme özelliği kolaylaşır. Bu şekilde kil rahatlıkla biçim alır. Killer metal oksitlerle karışık bir şekilde bulduklarından doğal olarak renklenmiş durumdadırlar. Ayrıca organik maddeler de içerirler. Kilin saf olması durumunda rengi beyaz olur. Kil tuğla yapımında kullanılan bir malzemedir (Greenwood, 1997).

2.2. Doğal Malzemeli Bina Türleri

Doğal malzemeli bina türleri genel olarak üçe ayrılmaktadır. Bu binalar, Doğal Taşlı Binalar, Ahşap Binalar ve Kerpiç Binalardır. Doğal malzemeli bina türlerini sırası ile incelemekte fayda bulunduğu aşikârdır.

2.2.1. Doğal Taşlı Binalar

Doğal binalar;

- Moloz taşduvarlar,
- Yonu taşduvarlar ve
- Kesme taşduvarlardır (Tayla, 2007).

2.2.1.1. Moloz Taş Duvarlar

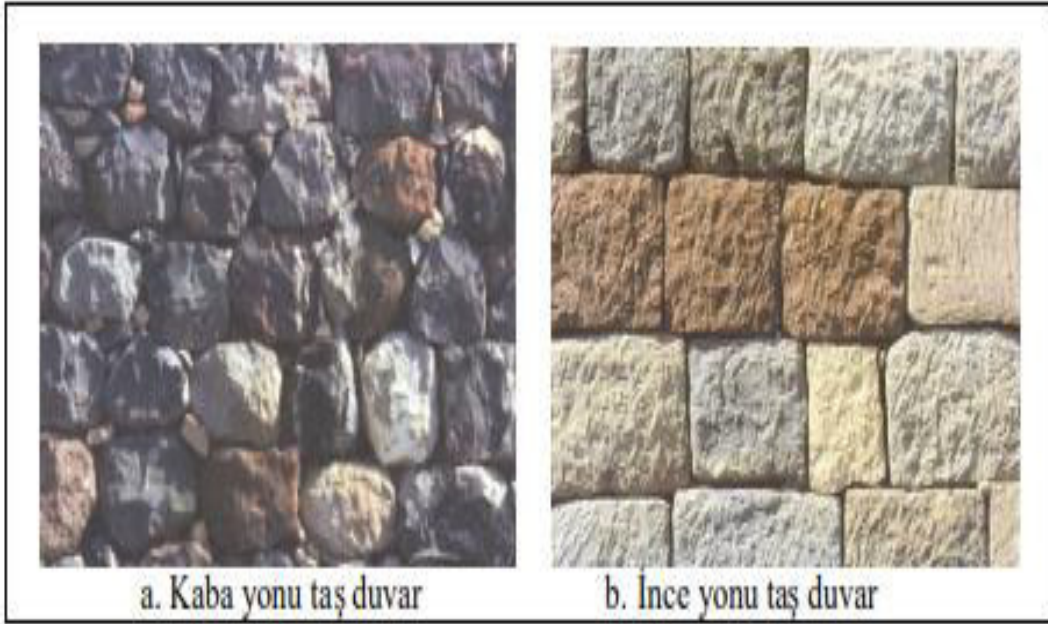
Moloz örgüler, farklı ölçülerdeki pürüzlü taşların uygulanmasıyla oluşan, ucuz ve işçiliği kolay örgülerdir. Moloz taş duvarlarda, ocak taşları ve yuvarlak yüzeyle, harca iyi tutunmayan deresel taşları olarak iki cins taş kullanılır. Bazı yapılarda iki taş birlikte kullanılır. Moloz taş duvarlarda, taşlar ocaklardan çıktığı gibidir, pek işlenmez, çok büyük taşlar kırılarak uygun büyüklüğe getirilir. Fazla sivri köşeleri çekiçle kesilerek daha düzgün hale getirilir (Tayla, 2007).

Geleneksel Türk evinde moloz taşduvar köşeleri, duvarla tamamen aynı olarak, düzgünce ve büyük boyutlu taşlarla ve kesme taşlarla olmak üzere üç farklı şekilde düzenlenmiştir.

Moloz taşduvarların yatayda yapılması gerekli olan tesviye işlemi, hatılsız olarak ya da hatlı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Hatılsız uygulamada, belli aralıklarla taşsıra düzgün örülerek duvara devam edilebilir veya her sıra düzgün örülebilir. Hatıllı uygulamada belli aralıklarla taşsıra düzgün örülmüş ve bu sıranın üzerine hatıllar yerleştirilir.

2.2.1.2. Yonu Taş Duvarlar

Kaba yonu taş duvarları moloz taş duvarlardan ayıran başlıca özellik, yonu taşı olarak kullanılan taşların ocaktan bloklar halinde çıkarılmış ve duvarda kullanılıncaya kadar çeşitli şekillerde işlenmiş olmalarıdır. Kaba yonu taş duvarlarda, Şekil 8a'da verildiği üzere, taş sıraları mutlaka düzgündür ve taş yüzeyleri çeşitli aletlerle ince yonu kadar perdahlı olmasa da düzgün işlenmiş durumdadır. Ancak her zaman köşeler gönyesinde, taşaralarındaki derzler aynı ölçüde ve düzgünlükte olmayabilir. İncelenen örneklerde taşlar 20-50 cm yüksekliğinde, 1, 2, 3 ve bazen 4 oranında, hatlı destekli veya hatılsız durumdadır. İnce yonu taş duvarlarda, Şekil 2.9.b'de verildiği üzere, sıralar yatay ve düzgün bir şekilde oluşturulur. Kullanılan taşların köşeleri gönyesine getirilmiştir (Tayla, 2007).

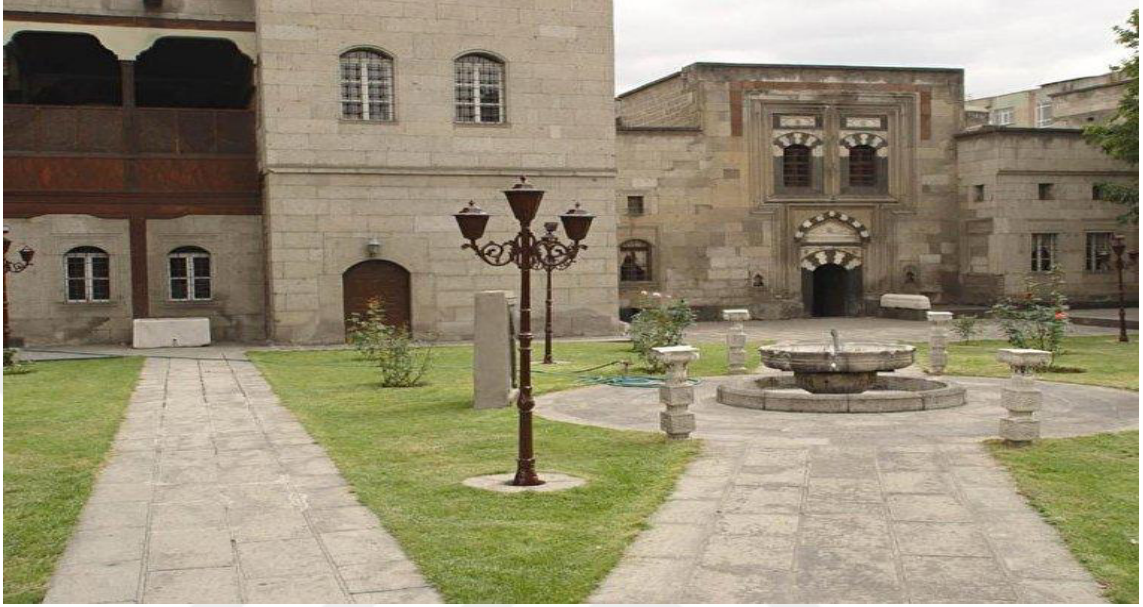


Şekil 2.9. Yonu Taşduvarlar; a. Kaba yonu taş duvar, b. İnce yonu taş duvar

2.2.1.3. Kesme Taş Duvarlar

Kesme taş örgü; düzgün kesilmiş, köşeleri gönyesine getirilmiş prizma şeklindeki taşlarla örülür. Bazı evlerde duvarlar kesme taş tekniğiyle örülmüş, bazı evlerde yalnızca köşelerde, sövelerde ve sütunlarda kullanılmıştır. Kesme taş duvarların bazıları hatıllıdır.

Kayseri Güpgüpoğlu konağında sofa duvarı, 65 cm kalınlığında, ön yüzü kesme arka yüzü moloz taştır. Kesme taşların duvarın içinde bırakılan yüzeyi biraz kaba yontulmuş, üst ve alt yüzeylerinde yivler bırakılmıştır. Duvar bir sıra örüldükten sonra iki yüzdeki derzler alçı harçla sıvanmıştır.



Şekil 2.10. Kayseri Güpgüpoğlu Konağı

Daha sonra bir uçtaki delikten alçı harcı dökülmeye başlanır. Bütün deliklerin üzerine harç çıkınca dökme işi bitirilir. Arka yüz ahşapla kaplanır, kaplanmayacak olan ön yüzde derzler tarak ucu ile sıyırılır ve duvar yüzeyleri temizlenir. Harem odasının ön duvarı 22 cm kalınlığında kesme taş duvardır. Ortalama taş boyutları 30-35 cm, boyları 75-80 cm olarak görülmektedir (Tayla, 2007). Diyarbakır evlerinde kesme taş duvarlarda, siyah ve sarı renkli olan ve gözeneklerine göre erkek ile dişi taş olarak adlandırılan iki cins taş birlikte kullanılır.



Şekil 2.11. Diyarbakır Evleri

Kesme taş duvarların köşelerinde, ya duvar aynen devam ettirilir, ya da daha büyük boyutlu kesme taşlar kullanılır. Yonu ve kesme taş duvarlar yatayda düzgün sıralar halindedir. Moloz taş duvarlar ya yatayda düzgün sıralar halinde, ya belli aralıklarla yatayda düzlenmiştir ve bazen düzlendiği yerde hatıllar kullanılmıştır. Moloz taş duvarlarda bazı yörelerde (Erzurum, Akseki) ahşap hatılları bağlayan bağlantı ağaçları duvar yüzeyinden 10-60 cm dışarı çıkartılarak uygulanır. Buna Erzurum’da “kont” denilir. Tüm doğal taş duvarlar hatıllıya da hatılsız olabilir. Taş duvarlar, harçsız şekilde (kuru duvar) ya da çeşitli harçlarla örülür.

Bazı yörelerde (Ketendere vb.) derzlere, süsleme amacıyla taş kırıkları, tuğla ve kiremit gibi malzemeler yerleştirilir. Bazen derz genişlikleri yalnızca birkaç milimetre bazense oldukça derindir. Derin derzler (Kayseri, Marmara vb.) dışarıdan sıvanarak hoş görünüm verilmiştir (cengeme tekniği). Bağlantı elemanı olarak harcın dışında bazı evlerde (Kayseri) metal kenetler uygulanmıştır. İç ve dış yüzeyler kaplanmamış veya sıva, badana, çini, ahşap gibi çeşitli uygulamalarla kaplanmış durumdadır.

2.2.2. Ahşap Binalar

Doğal üretim kaynağı ağacın bol bulunduğu yerlerde veya kendi bünyesinin fiziksel özelliklerinin öncelikle arandığı durumlarda kullanılan diğer bir yapı malzemesi de, hemen dünyanın her köşesinde bulunabilen revize edilebilir bir yapı malzemesi olma vasfı taşıyan “ahşap”dır (Hegger vd., 2007).

Pişmiş toprak ve taş malzemesinin yanında, uygulama yönünden daha kolay netice alışı, dolayısıyla dört metreye kadar açıklıkların rahatlıkla geçebilmesi, pratik bir şekilde işlenebilmesi, türüne göre farklı kokulara sahip olması, ahşap yüzeylerin doğal renk ve desende olması, dokunulduğunda hoş ve sıcak bir his vermesi, hücresel yapısı sebebiyle dayanıklı ve hafif olması, yüksek ısı ve karbondioksit stoklama kapasitesi, ısı genleşme katsayısının düşük olması, aşırı nemde suyu tutabilirken düşük nemde suyu bırakması gibi özellikleri sayesinde döşeme ve çatılarda zamanımıza kadar kullanılan bir malzeme olmuştur (Eriç,1970).

Ağaçlar kesildiklerinde içerisinde aşırı rutubet bulunmaktadır (Hegger vd., 2007). Kesilmiş olan ağaçlar herhangi bir yerde kullanılmadan evvel kurutulması gerekmektedir. Kurutulmuş ağaçta rutubet % 10-15 dolaylarındadır. Üretim yöntemine göre fiber, yonga, ağaç pamuğu ve kaplama, kereste olarak çeşitlendirilebilen ahşap malzeme, günümüzde pencere ve kapı yapımında, ahşap çatı makaslarında, betonarme yapı kalıplarında, mobilya sektöründe kullanılmaktadır. Şekil 2.12'da ahşaptan yapılmış bir ev (Tarihi Şile Evleri) örnek olarak verilmiştir.



Şekil 2.12 Ahşaptan Yapılmış Tarihi Şile Evleri (TRT, 2015).

Yapılarda en fazla çam türü ağaçlar kullanılmaktadır. İç doğramalarda beyaz çam, dış doğramalarda çıralı çam, kalıplarda ise her nevi çam, yumuşak ve elastik bir ağaç olan kavak, söğüt kullanılabilir. En iyi çam çeşitleri (I. sınıf) doğrama için seçilir. Aşınmaya maruz yerlerde meşe ve gürgen, mobilyacılıkta ceviz, ıhlamur, kestane kullanılmaktadır.

Diğer taraftan, suni olarak talaşlar prese edilerek ve yapıştırılarak sunta, lifler ayıklanarak birbiriyle dikey yönde sıkıştırılıp yapıştırılarak 3-15 mm kalınlığında “kontrplak levhalar” üretilmektedir. Heraklit, odun talaşı, çimento, magnezit ve alçı karıştırılarak preslenmesiyle üretilen hafif plakalardır. Çok hafif ve gözeneklidir. Bölme duvarı, ses ve ısı izolasyonunda kullanılır. Kalınlıkları 1,5-10 cm olur. Suni ahşap homojen bir malzeme olduğundan nemden ötürü kıvrılma meydana gelmemektedir.

Ahşabı yangınlar, kurtlar ve mantarlar tahrip edebilirler. Yapılarda kullanılmak amacıyla getirilen her çeşit ahşapta mantar vardır. Bunlar ahşabın çürütmesine, renk değişimine ve lekelenmesine yol açabilirler, ancak başlangıçta ahşabın direncini etkilemezler. Ahşabın nem alması halinde mantar üreyebilir ve çürütmesine, yumuşamasına ve dayanımının azalmasına yol açarlar. Kurtların ahşabın içerisine bırakmış oldukları yumurtalardan çıkmış olan kurt yavruları ahşabı yiyerek ağacı talaş haline getirebilirler. Ahşabı yangından korumak için boya ile boyamak ya da kireçli, killi veya alçılı sıvalarla kaplamak icap etmektedir (Avcıoğlu, 2012).

2.2.3. Kerpiç Binalar

İslamiyetten önceki Türk dilini konuşan halkların ev mimarisinde kullandıkları en önemli malzeme kerpiçtir.

Türkmenistan’da eski Merv şehrinde Sultankale’de yer alan Küçük kız Kale ve Şekil 2.13’da verilen Büyük kız Kale köşkleri en önemli kerpiç yapılar arasındadır. MÖ. 6-7. yüzyıllara tarihlenen Büyük Kızkale, 42,20x37,20 m boyutlarında ve 15 m yüksekliğinde, Küçük Kızkale 22,50x22,10 m boyutlarında ve 8-10 m yüksekliğindedir. Duvarları çok sayıda yarım silindirik gofralı düzenle örülmüştür. Sultankale’nin 7 km kuzeyinde bulunan Harem Köşkü de aynı şekilde yarım silindirik gofralı çıkıntılı kerpiç yapıdır (Tayla, 2007).



Şekil 2.13. Büyükkız Kale, Merv (ttnotes, kyz-kala, 2020)

Türk dilini konuşan halklar kerpiç duvarları üç düzende inşa etmişlerdir:

- Omurgalı kerpiç duvarlar,
- Masif kerpiç duvarlar
- Kerpiç tuğlalı duvarlar.

Orta Asya'da kullanılan kerpiç sistemlerinden biri; kurganlardan, fresklerden ve kum yığınları altından çıkarılan ev kalıntılarında anlaşıldığı kadarıyla omurgalı kerpiç yapı sistemidir. Bu sistem toprağa gömülü ahşap armatürlerin arasının, hazırlanılan kerpicing dökülerek doldurulmasından ibarettir. Kerpiç; içine gömülü durumdaki ahşap armatür ile birlikte çalışmakta böylelikle duvarda çatlak oluşma tehlikesi azalmaktadır. Osmanlılar döneminde bu sistem geliştirilerek kullanılmıştır. Seyrek ve kalın kesitli ahşap iskeletin arası taşıyıcı kerpiç tuğlalar ile doldurulmuştur. Bu ahşap direkler alt ve üst başlarından hatıllar aracılığıyla birbirlerine bağlanmıştır. Masif kerpiç duvarların omurgalı kerpiç duvarlardan en önemli farkı dikey ahşap armatürlerin kullanılmadığı taşıyıcı kerpiç duvarlar oluşudur. Masif kerpiç duvarlar kimi zaman ahşap hatıllarla desteklenmiştir.

Günümüze ulaşan kerpiç duvarların pek çoğu kerpiç tuğlalarının kullanıldığı duvarlardır. Kerpiç tuğlaları bazen masif olarak bazen ise omurgalı olarak uygulanmıştır. Masif şekilde kerpiç tuğlalarıyla yapılan duvarların pek çoğunda ahşap hatıllar kullanılmıştır (bu duvarlarda dikey ahşaplar bulunmaz). Bu tür duvarların sık uygulandığı İç Anadolu

bölgesinde hatıllar, çoğu kere duvarın iki yüzüne konulan ve çapları 6-10 cm olan birer yuvarlak ağaçtan ibarettir. Bunlar 1,5-2 m’de bir duvarın enine koyulan bağlantı ahşaplarıyla ve köşelerde birbirleriyle bağlanırlar. İlk hatıl sırası taş temelden kerpiç duvara geçerken, ikinci hatıl pencere alt seviyesine, üçüncü hatıl pencere üst seviyesine ve son hatıl tavan kirişlerinin altına yerleştirilir (Kafesçioğlu,1949).

Kerpiç tuğlalarından yapılan masif duvarlar üç türdür:

- Aynı büyüklükte kerpiç tuğlalarıyla,
- Ana ve kuzu boyutundaki kerpiç tuğlalarıyla
- Arası dolgulu olarak (sandık örgü).

Arası dolgulu duvarlar; 80-100 cm kalınlığında, iç ve dış yüzleri birer sıra kerpiç tuğla ile örülüp araları, kerpiç kırığı ve çamurla doldurularak yani sandık tekniğinde inşa edilen duvarlardır (Kafesçioğlu, 1949).

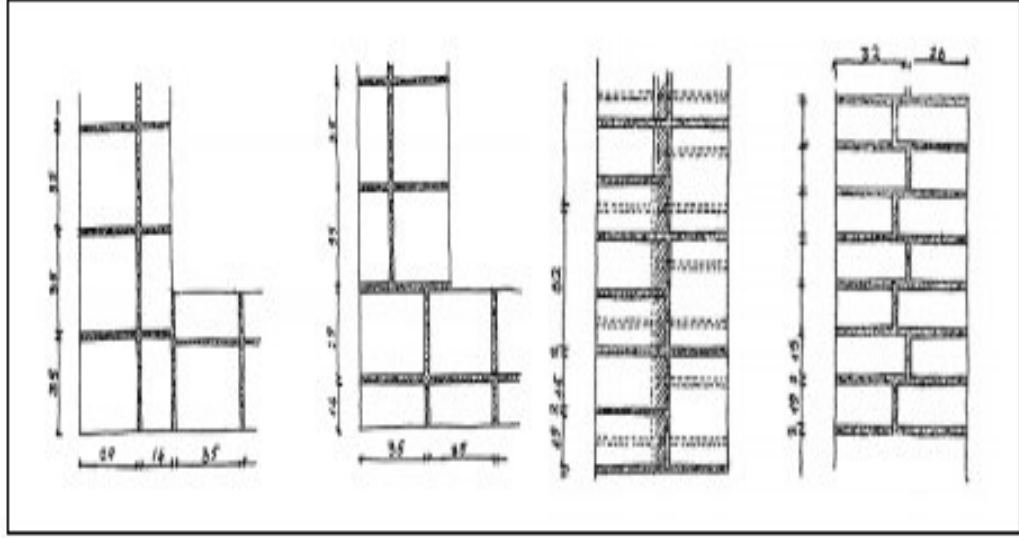
Kerpiç tuğlalarından yapılan omurgalı duvarlar iki türdür:

- Kendisi de taşıyıcı olarak yapılmış kalın kerpiç duvarların içine kalın direkler konulur. Direkler bazı yerlerde duvar ortasına, bazı yerlerde de dışyüze konulur. Direkler alt ve üst başlarından hatıllarla birbirlerine bağlanır. Böyle bir duvar da, direk aralarına başka hiçbir ahşap eleman konulmaz (Kafesçioğlu, 1949).
- İkinci tür duvarda, taşıyıcı sistem ahşap iskelet olup kerpiç tuğlalar iskelet arasını doldurur. Bu tür duvarlar ahşap iskelet sistem bölümünde ele alınmıştır.

Geleneksel Türk evinde kerpiç duvarlar; ya tek başına, ya taş duvarla birlikte, ya ahşap iskeletli duvarlarla birlikte, ya da hem taş hem de ahşap iskeletli duvarlarla birlikte uygulanmıştır. Bazen tüm duvarlar subasman seviyesinden sonra kerpiçtir, bazen yalnızca alt kat kerpiçtir, bazen sadece bir kaç duvar kerpiçtir, bazen evin üst katının ön cephesindeki ahşap iskelet duvar dışında tüm dış duvarlar kerpiçtir, bazen de ahşap iskeletli çıkma dışında evin tüm dış duvarları kerpiçtir. Ayrıca bölme duvarlarda ve bazı evlerin ocak, dolap vb. donatılarının düzenlendiği duvarlarda kerpiç tercih edilmiştir.

İki katlı masif kerpiç tuğla evlerde, kerpiç yapılarda her iki katın duvarları bir buçuk kerpiç kalınlığında (50-70 cm) olabilir. Üst katın bazı duvarları (çıkma ve bazı ara duvarlar) 20 cm kalınlığında yarım kerpiç olarak yapılmaktaydı. Kerpiç tuğla duvarlar örülürken derzlerin şaşırtılmasına dikkat edilir. Derzlerin genişliği 2 cm civarındadır. Örgü yöntemleri

Şekil 2.14’de yer almaktadır. Kullanılan harç genellikle çamur harcı olup kırık karıştırılmış kireç sıvaya da rastlanılmıştır (Tayla, 2007).



Şekil 2.14. Kerpiç Örgü Şekilleri

Kerpiç duvarlarda bazen su etkisinden korunmak için ahşap kaplama yapılmışsa da genellikle çatı ve saçak çözümlenmesi ile duvardan su uzak tutulmaya çalışılmıştır. Zeminde ise drenajlarla su yalıtımı yapılmıştır.

2.3. Doğal Malzemeli Binaların Avantajları ve Dezavantajları

Doğal malzemeli binaların birtakım avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Bu malzemelerden ahşap malzeme kolaylıkla imal ve edilebilir, el işçiliğine imkân tanır bununla birlikte rahat tamir edilebilir. Ahşap esnektir ve bu esnek yapı ayrıca depreme karşı binayı güçlü kılar. Hafif olması binaya artı yük oluşturmaması yönünden pozitif olduğu kadar depremin oluşturacağı kötü tesirini de minimum düzeye indirir (Gülkan ve Langenbach, 2004).

Ahşap, yenilenebilir, sürdürülebilir bir malzemedir. Uygun bir şekilde elde edilirse üretiminden son ürüne değin çok az ya da hiç kayıp yaşanmaz ve tekrardan kullanılabilir (Gezer ve Aydemir, 2010). Her türlü ihtiyaç için doğadan veya yetiştirme yoluyla rahatlıkla temini mümkündür. Ahşap malzeme yalnızca psikolojik taraftan sıcaklık duygusu vermekle kalmayıp fiziksel olarak da sıcaklık sağlar. Sıcak yüzeyi, selüloz kokusu, gıcirtısı ve tok sesi ile duyuların tümüne yanıt verir. Ahşabın ardından taş malzemeler de kolay bulunabilir, ucuz, taşıyıcı yapı malzemesi olarak kullanılabilir. Diğer taraftan yapımında az enerji

gerektirirken sadece binaya ağırlık getirmektedir. Toprak malzemelerde de taş malzemelerin sağlamış olduğu avantaj ve dezavantajlarla benzerdir. Günümüzde hala yapı malzemesi olarak kısmi de olsa kullanılan bir malzemedir.

“Yapı-Yaşam Döngüsü” ilkesi çerçevesinde; bu malzemelerin yapıda ve yapı sonrasında sağladığı olumlu ve olumsuz özelliklere bakmak gerekir (Tablo 2.5-2.6-2.7.).

Tablo 2.5. Taş Malzemelerin Olumlu ve Olumsuz Özellikleri

Olumlu Özellikler	Olumsuz Özellikler
<p>Yöre insanı için kolay elde edilebilir. Meşakkatsiz bir biçimde üretilebilir. Taşıyıcı yapı malzemesi olarak kullanılır. Soğuğa ve ısıya karşı yalıtım sağlar, yoğunlaşmayı önler İşçiliği kolay, ileri teknoloji ve bilgi gerektirmez. Yapımında az enerji tüketilir ve çevreyi kirletmez. Geri dönüşümü kolay malzemedir. Yapı ile zemini birbirine bağlar. Ucuz bir yapı malzemesidir.</p>	<p>Binaya ağırlık getirir</p>

Tablo 2.6. Toprak Malzemelerin Olumlu ve Olumsuz Özellikleri

Olumlu Özellikler	Olumsuz Özellikler
<p>Yöre insanı için kolay elde edilebilir. Meşakkatsiz bir biçimde üretilebilir. Kompozit hale getirilir. Kerpiç üretilir. Karma sistemler için uygundur. Ahşap katkı arasında dolgu olarak kullanılır. Bağlayıcı malzeme olarak kullanılır Sıcığa ve soğuğa karşı yalıtım sağlar, yoğunlaşmayı önler İşçiliği kolay, ileri teknoloji ve bilgi gerektirmez. Yapımında az enerji tüketilir ve çevreyi kirletmez. Ucuz bir yapı malzemesidir. Geri dönüşümü kolay malzemedir.</p>	<p>Binaya ağırlık getirir Mekanik özellikleri yönünden arzu edilen seviyede değildir.</p>

Tablo 2.7. Ahşap Malzemelerin Olumlu ve Olumsuz Özellikleri

Olumlu Özellikler	Olumsuz Özellikler
<p>Yöre insanı için kolay elde edilebilir.</p>	<p>Biyolojik bir malzemedir. Çeşitli organizmalardan, mantar ve böceklerden</p>

etkilenebilir.

Kolay üretilebilir. Hızlı yapım tekniği sağlar Karma sistemler için uygundur. Her kullanım için boyutu ayarlanabilir. Her kullanıma adaptasyonu uygundur.

Nefes alır, yoğuşmayı önler. Nemli iklimlerde yapının nem dengesini kontrolde tutar.

Isıl iletkenlik katsayısı çok düşüktür.

Çekme kuvvetlerine dayanımı yüksektir.

İşçiliği kolay, ileri teknoloji ve üst bir bilgi gerektirmez. Yapı detayları çok basit çözümlenebilir.

Yapımında az enerji tüketilir ve çevreyi kirletmez.

Hafiftir. Esnektir. Deprem bölgeleri için uygundur. Deprem yüklerine karşı güvenlidir.

Geri dönüşümü kolay bir malzemedir. Atığı yapay ahşapta kullanılır.

Hasarlı elemanların yenilenmesi, tamir ve bakımı kolaydır.

Ekonomiktir.

Hidrofiliktir

İyi bir orman yönetim planının geliştirilmesi ve uygulanması gerekmektedir (Sev, 2009)

Doğal enerji ile büyüyen ağacın kesilmesi ve işlenmesine harcanan enerji, alternatifi olan malzemelerin üretimi için harcanandan çok daha azdır. Tomrukların üretilmesi ve ormandan çıkarılması için kömür, petrol, boksit, demir cevheri ve kireç taşından çok daha az enerji gerekir ve çok daha az CO₂ açığa çıkar. Aşağıda ahşap, çelik ve alüminyum malzemelerinin bir tonunun üretilmesi için gerekli enerji değerleri görülmektedir (Kuşcu, 2006).

Tablo 2.8. Bir Tonluk Yapı Malzemesi Üretiminde Gerekli Enerji

Malzeme Türü	Enerji
Ağaç malzeme için	435 kW/saat
Çelik için	3780 kW/saat

Kaba biçilmiş bir kerestenin başka ürünlere dönüştürülmesi, fırında kurulması ve işlenmesi için 5,3 MJ/kg enerji tüketilmektedir. Ne var ki aynı amaçlı kullanılacak çelik için 35 MJ/kg, alüminyum için ise 145 MJ/kg enerji tüketilmektedir. Mesela; “ABD’de bir çalışmada; soğuk çekme çelik bir kiriş için, aynı dirence sahip 300x50 mm lik kaba biçilmiş bir ağaç kirişe göre 19 kat daha fazla enerji tükettildiği belirtilmektedir. 305x165 mm lik bir putrel 550x135 mm’lik lamine bir çam kiriş kadar iyi hizmet verebilmesine karşın, putrelin üretiminde 6 kat daha fazla enerji tüketilmektedir” (Kuşcu, 2006). Benzer biçimde “400x250 mm lik bir betonarme kiriş üretiminde ihtiyaç duyulan enerji maliyeti aynı özelliklere sahip ağaç malzemededen 5 kat daha fazladır” (Kuşcu, 2006).

Yerel malzemenin yapıda kullanılması ve enerji tüketilmeden taşınması, % 74 olan değer toplam değer büyük oranda düşmesini sağlamaktadır. Doğal malzemelerin (ahşap, kerpiç, taş) yerel kaynakların elde edilişi, tasarıma dâhil edilmeleri, yapının inşasında kullanımları, yapının dayanım gereksinimlerine karşılık vermesi, kullanım süreçlerindeki dayanıklılıkları ve bakımlarının kolay olması, atık oluşturmaması bakımından sürdürülebilirlik kriterleri açısından önem arz etmektedir.

2.4. Bina ve Çevre

Yapılmış olan çalışmalar neticesinde, dünya genelinde üretilen elektriğin takribî % 60’ı, kullanılmakta olan içme suyunun % 15’i binalarda harcanmakta olup, sera gazı üretiminin ise yaklaşık % 30’u binalardan kaynaklanmaktadır. Bu yönden ele alındığında binaların tüketim düzeyleri dikkat çekici boyutlara varmaktadır. Bu bakış açısına sahip bir yatırımcı ya da daha doğal ortamda hayatını idame ettirme arzusunda olan çevreci kişiler % 30-35 dolayında daha az enerji, daha az doğal gaz ve daha az su tüketen atık giderlerini % 50-90 düzeyinde düşüren çevreci binaların meydana gelmesine yol açmıştır (Öcal ve Karapınar, 2016).

Doğa ile yapay çevre arasındaki etkileşim oldukça kompleks bir yapıya sahiptir. Zira binalar, başka çok sayıda insan yapımı malzemededen daha uzun bir kullanım ömrüne sahiptir. Bununla birlikte binaların programlama aşamasından başlayıp, tasarım, yapım, kullanım, bakım ve yıkım/yeniden kullanım aşamaları müddetince doğayla etkileşimi devam etmektedir. Diğer taraftan Avrupa’da, insanlar yaşamlarının % 90’ını bina içlerinde geçirmektedirler ve bu sebeple, binaların insan sağlığı üstünde hayati bir etkisi vardır

(Miljövarsberedningen, 2000; WGSC, 2004). Bir yapı yalnızca kullanıcılarını, yakın çevresini etkilememekte, müşterek kullanım alanlarının bir parçası olmakla kalmamakta, bununla birlikte uzun vadede dünyadaki ekolojik dengelere tesir etmektedir.

2.5. Biyolojik Yapı Tasarımı

Biyolojik yapı tasarımının maksadı, yapı kullanıcılarının emniyeti, fiziki ve ruhsal sağlığı, konforu ve üretkenliğinin devamlılığın sağlayan yapısal bir çevre meydana getirmektir. Yapısal çevre oluşturulmasında doğal malzeme kullanılan binalar önem arz etmektedir. Yapının barınak ve emniyet oluşturma fonksiyonlarının haricinde en hayati misyonu, içerisinde yaşayan insanlara sağlam ve rahat bir kabuk yaratmaktır. Yapı kullanıcılarının sağlık sorunları ve düşük konfor şartları arasındaki ilişkinin akademik kesimlerce ele alınması, “Hasta Bina Sendromu” hadiselerinin fazlalaşmasıyla etkinlik kazanmıştır. Bu sorunların üstesinden gelme amacını güden biyolojik yapı tasarımı prensibinin temel gayesi, “iç mekân hava kalitesinin zenginleştirilmesi, ısısal, görsel ve işitsel konfor sağlanması” biçiminde özetlenebilir (Karşlı, 2011). Bu kapsamda yüksek yapı tasarımında alınabilecek önlemler aşağıda sıralanmaktadır:

- a) Yapılarda iç mekân ısı konforu ve hava kalitesinin sağlanabilmesi amacıyla bu alanlara, ısı, nem ve CO₂ sensörleri konulmalıdır.
- b) Isısal konfor, insandan insana değişiklik arz ettiğinden, ısı ve nem gibi fiziksel etkenlerin üzerinde kişisel kontrol imkânı olmalıdır. Yüksek yapılarda çift cephe kullanımıyla açılabilir pencere teşkili, havalandırma, ısıtma ve soğutma hususlarında kullanıcıların denetim sahibi olmalarına fırsat verilmelidir.
- c) Alanda ifa edilen bütün gereksinimlere yanıt verebilecek bir enerji tasarrufuna uygun ve etkin bir aydınlatma sisteminin olması görsel konfor açısından büyük öneme sahiptir. Diğer taraftan doğal aydınlatma alanda ön plana çıkarılmakta ve yapay aydınlatmayla yalnızca icap ettiği durumlarda destek verilmelidir.
- d) Yapıların dış katmanlarında cam ve türevi camsı unsurlar fazla olduğundan dış alanda meydana gelen rüzgâr, trafik vb. gibi gürültülerin iç mekâna girişi kolay olmaktadır. Bu sebeple cephelerde cam kalınlıkları çok kullanılmakta veya yüksek ses geçirmezlik özelliği bulunan çift cam uygulaması tavsiye edilmektedir (Karşlı, 2011).
- e) Yüksek yapılarda oturmakta olan insanların konforları ve sağlıkları açısından iç alana

devamlı temiz hava verilmesi önem arz etmektedir.

Bazı binaların insan ve kent ölçeğinde yaptığı çevresel etkiler tasarım seviyesinde alınabilecek tedbirlerle azaltılabilir. Bu kapsamda kent içerisindeki yeri, silueti, formu, çevre verilerine uygun yapılar, kentsel çevreye pozitif manada etki etmektedir. Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretebilen, yağmur suyunu toplayıp tekrar kullanan, geri dönüştürülmüş malzemelerle yapılmış ve tüketicilerine sağlıklı ve konforlu bir koruma alanı oluşturabilen, sürdürülebilir yapılar, küresel ve kentsel çevresel döngünün parçası olmalarıyla sürdürülebilirlik kavramının yapı ve inşaat alanında uygulanmasında büyük önem arz etmektedirler (Karlı, 2011).



3. SÜRDÜRÜLEBİLİR BİNALAR

Sürdürülebilir bina, binaların altyapı çalışmalarından başlayarak, binanın tasarlanması, inşa edilmesi, kullanılması ve yok edilmesi ekseninde, hammaddeye ulaşım ve kullanılan malzemelerin değerlendirilme şartları ve kolaylığını da içerecek biçimde, binada imalat esnasında ortaya çıkan her türlü sökülme ve atıkların yönetimine kadar olan geniş çaplı yapım döngüsüdür.

Yapı ve çevre arasındaki görünmez etkileşimi iyileştirme ve sürdürme gayretini misyon edinen sürdürülebilir yapım, insan şuuruna ve itibarına yakışan, bununla birlikte sonraki nesillere de düşünceli bir tutumla yaşamayı öğreten çok yönlü bir süreçtir.

Bu süreçte etkili olan parametrelerden bazıları şunlardır:

- Yapı cephelerinin ve pencerelerindeki aralıkların yapının yapıldığı alandaki hava koşulları dikkate alınarak yapılması,
- Lüzumu halinde binada kullanılması gereken yalıtım malzemesi seçiminde hem düşük enerji tüketimi hemde doğaya duyarlı malzeme tercihi yapılması,
- Hem tasarımında hem de inşaa sürecinde kullanılacak malzemenin seçiminde inşaanın bulunduğu yerin hususiyetleri dikkate alınarak yapılması,
- Hem soğutma hem de ısıtma sistemlerinin insan sağlığına uygun bir iç mekan havası meydana getirecek biçimde dizayn edilmesi.
- Binanın hem mekanik ve elektirik hem de diğer tertibatında bakım rahatlığı sağlayacak şekilde oluşturulması,
- Binada yenilenebilir malzemelere ağırlık verilerek çevreye verdiği zararın asgariye indirilmesi,
- İçerisinde yaşayacak insanlara sağlıklı bir yaşam alanı oluşturacak şekilde dizayn edilmesi,
- Binanın inşaa edileceği bölgenin mimari özelliklerini göz önünde bulundurarak bölgeye uyum sağlaması,
- Şayet yapımında herhangi bir problem bulunmuyorsa ekolojik çatı yapılması,
- Yapının hem içerisinde hem de dışarısında temiz su ve toprak bulundurulabilmesi,
- Binada doğal havalandırma sistemleri oluşturulması,
- Yağmur suyu toplama sistemleri meydana getirilmesi,

- ISG (Isı Geri Kazanım) sistemlerinden yararlanılması,
- Binada su sarfiyatının en optimum düzeyde olmasını sağlayacak önlemler alınmış olması ve mümkünse atık suyun geri dönüşümünün sağlanması,
- Binada yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanılması.

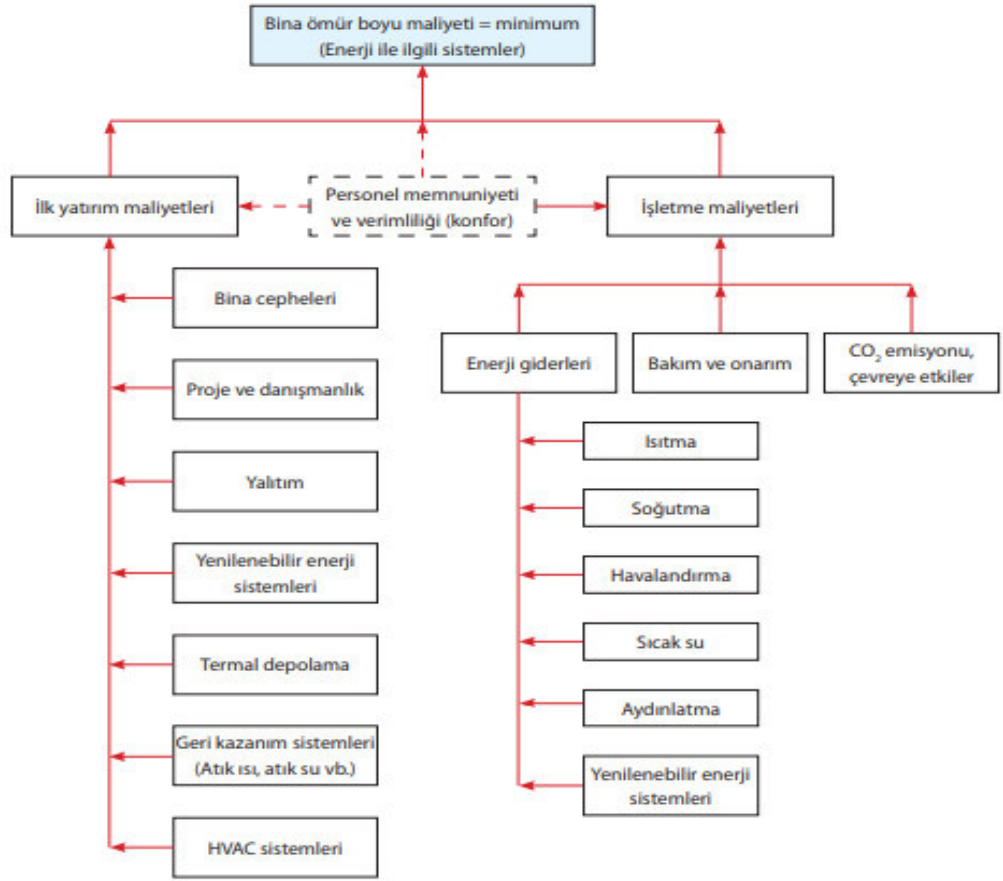
Tasarımı ve inşası hesap edilerek yapılmış bir binanın enerji gereksinimi oldukça düşüktür. Hatta daha iyi hesap edilerek yapılmış binanın enerji gereksinimiye yenilenebilir enerji kullanımıyla kendi yapısından karşılanabilir. Sürdürülebilir bina için yukarıda sayılmış olan konular göz önünde bulundurulmalıdır (Yalçın, 2013).

3.1. Maliyet Açısında Değerlendirme

Maliyet iki bölümden oluşmaktadır. Bunlar ilk yatırım maliyeti ve işletim maliyetidir. Bir binanın tamamlanmış maliyetinden bahsetmek için bütün yaşam döngüsü içindeki gelir gider dengesinin iyi analiz edilmesi gerekmektedir.

Şekil 3.15.'de gösterildiği gibi bir binanın planlama, tasarım ve inşaat evrelerinde yer alacak bütün personeller ekip çalışması gerçekleştirmelidir. Mal sahibinin istekleri de değerlendirilerek, yönetmeliklere uygunluk, gün ışığından istifade etme, geniş yaşam alanı, iklim özelliklerine göre yalıtım malzemesi kullanımı, estetik gibi kavramların hepsi maliyetin kapsamı içerisinde değerlendirilmelidir.

Sürdürülebilir bina için konfor şartlarından ve sağlıklı iç mekan havasından ödün vermeden binanın enerji tasarrufunu sağlamak ve karbon ayak izini (birim karbondioksit cinsinden ölçülen, üretilen sera gazı miktarı açısından insan faaliyetlerinin çevreye verdiği zararın ölçüsüdür) azaltmak mümkündür. Fakat konfor ile maliyet arasındaki çatışma konfor şartlarının minimum düzeyde tutulmasını önermektedir. Bununla alakalı olarak binanın ömür boyu maliyetini ilk yatırım ve işletim maliyeti süreci olarak değerlendirmek uygundur (Özbalta ve Çakmanus 2008).



Şekil 3.15. Bina Ömür Boyu Maliyet Bileşenleri (Özbalta ve Çakmanus, 2008)

3.1.1. Yatırım maliyetleri açısından değerlendirme

Konfor şartlarını ve enerji tasarrufunu sağlayan özellikler yatırım maliyetini etkilemektedir. Örnek olarak;

- Yenilenebilir yapı malzemesinin kullanılmadığı binalarda yalıtım yapmak ek maliyet gerektirir,
- Yapıda yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak yatırım maliyetini artırır,
- Isı geri kazanım sistemleri ek maliyet gerektirir,
- Su tasarrufu sağlayan sistemlerin projeye dâhil edilmesi ilk yatırım maliyetini artırır,

- Enerji tasarrufu sağlayan sensörler ve otomatik kontrol sistemleri ek maliyet gerektirir,
- İç yaşam konfor şartlarını iyileştiren havalandırma sistemleri binanın ilk yatırım maliyetini artırır,
- Sürdürülebilir sistemlerin dâhil edilmesi için araştırma ve iş yükü gerekli olacaktır. Bu mesai artışı maliyeti artırır,
- Yeşil bina sertifikasyonlarına hak kazanabilmek için ilave danışmanlık hizmeti almak gerekecektir ki bu da proje bedelini artırır,
- Yağmur suyunu değerlendirmek için bir tank sistemi gerekecektir ki bu da ek maliyet demektir.

Kısacası binanın kullanım sürecine bakmadan, sadece yatırımı yönüyle bir maliyet analizi yapıldığında gereken ilave ekipmanlardan dolayı binanın ilk yatırım maliyetinin yüksek olduğu düşünülmektedir.

3.1.2. İşletme maliyetleri açısından değerlendirme

Yapının kullanım süreci dikkate alındığında enerji verimliliğini arttıran sistemlerin yapının işletme maliyetlerini düşürdüğü gözlemlenmiştir. Bunlardan bazıları aşağıda sıralanmıştır.

- Bina otomasyon sistemleri %15'lere, doğal havalandırma %30'lara (havalandırma sistemi bazında), aydınlatmada gün ışığının kullanılması %60'lara (aydınlatma enerjisinde) varan oranlarda enerji verimliliği sağlayabilmektedir. Ayrıca, pompalarda ve fanlarda ömür boyu maliyet içinde enerji maliyetlerinin oranı %90'lar mertebesindedir (ilk yatırım bedelleri %10'lardadır) ve bu sebeple yapının verimli cihazlardan meydana gelmesi gerekir,
- Binanın havalandırma, ısıtma, soğutma işlemleri için harcayacağı enerjinin tasarruflu olması sebebiyle pompa, fan, kanal, boru kapasiteleri azalacaktır. Bu da yatırım maliyetinin azalacağı anlamına gelmektedir,

- Bina sisteminde kullanılan cihazların ömrü boyunca fosil yakıtta duyulan ihtiyaç azalacak bu sebeple çevre şartlarını düzeltmeye yönelik harcanan maliyet de azalacaktır,
- Enerjinin %70'den fazlasını ithal eden ve buna 2017 yılı itibariyle 198 milyar \$'ın üzerinde ödeme yapan Türkiye için bu gibi yatırımlardan elde edilebilecek tasarrufun parasal değeri 24 milyar \$/yıl'ın üzerinde olacaktır. Ayrıca, çevresel etkiler de azalacaktır. Bu nedenle yönetmeliklere zorlayıcı hükümler konularak bu gibi sistemlerin seçim tercihi mal sahiplerine bırakılmamalıdır (TÜİK, Enerji İthalatı Verileri).
- Yapıda kullanılan bu sistemler memnuniyeti artırarak sağlık harcamalarını azaltacaktır,
- İç ortam hava kalitesinin artması sebebiyle iş verimliliği de artacaktır,
- Bu sistemlerle binaların prestiji yükselecek, kira bedelleri artacaktır,
- Yapıda kullanılan bu sistemler diğer binalara da örnek olacak ve şebekeye olan yük azalacaktır,

Sürdürülebilir yapım esaslarıyla oluşturulmuş bir binanın tüm maliyet döngüsü değerlendirildiğinde, çevreci sistemlerin projeye dâhil edilmesinin ilk yatırım maliyetini artırdığı düşünülse de işletim maliyetinde sağlayacağı kârlar çok daha fazladır. Dolayısıyla insan ve çevre sağlığını iyileştirecek sistemlerin maliyete olan katkıları düşünülürken sadece yatırım maliyetleri yönüyle değerlendirmek yanıltır (Yalçın, 2013).

Türkiye'de tasarımın ve uygulanan proje detaylarının bu şekilde oluşturulmadığı bir gerçektir. Ülkemizde uygulanan ve yarışmaya açılan projelerde estetik kaygının yanı sıra binada konfor şartlarını iyileştiren, rahat bir yaşam atmosferi oluşturan, sağlıklı iç mekan havası hissettiren etmenlerin varlığı da kriterlere dahil edilmelidir.

Binayı yapıp satmak ya da kiraya vermek isteyenler binanın işletme sürecinde elde edeceği karların kullanıcılara kalacağını bildiği için, ilk yatırım maliyetini düşük tutacak malzemelerle çevreye ve içinde bulunduğu canlılara büyük zarar vermektedir. Bu duruma karşı, yönetmeliklere çevreci ve insani koşullar yerleştirilmelidir.

Tasarım maliyetine zaman ayrılmaması, yapının yapılacağı iklim koşullarının

değerlendirilmemesi, disiplinler arası işbirliğinin az olması, sürdürülebilirlik konusunda yapıcı ve kullanıcıların yeteri kadar bilgi sahibi olmaması ülkemizin diğer problemlerindedir.

3.2. Binalarda İç Çevre Kalitesi

Binalarda verimli iş gücünün ve insan memnuniyetinin yüksek oranla sağlanabilmesi için iyi bir yaşam alanına sahip olmak önem arz etmektedir. Sağlıklı bir iç mekân havası soluyabilmek yüksek performanslı binanın koşullarındandır. İyi bir iç çevre, kullanıcıların sosyal, psikolojik, fizyolojik rahatsızlıklarını en aza indiren ortam olarak tanımlanır. Konfor, yaşadığı çevre şartlarında, insanın en az derecede enerji harcayarak ihtiyaçlarını karşılayabildiği ve psikolojik olarak o mekânda kendisini iyi hissettiği koşullar olarak tanımlanır. ISO 7730 standardında konfor şartları, sağlanan koşulların, içerideki insanların en az % 80'i ve ASHRAE Standart 55'te % 90'ı tarafından kabul edildiği öngörüsüyle belirlenmektedir.

Binalarda iyi bir iç çevre kalitesi için gerekli bazı şartlar (ASHRAE Standart 55-2004)

- Bina içerisine kullanılmamış, temiz havanın dolması,
- Binada insan solunumunu rahatsız edecek kimyasal içerikli malzeme kullanımının kontrolü,
- Boyaların insan sağlığına zarar vermeyen türlerinin kullanılması,
- Binanın gün ışığından faydalanması,
- Bina içerisine gürültü dolmasını sağlayacak tedbirler alınması,
- Lavaboların gizli giderli olmak suretiyle kokuyu gizlemesi,
- Bina içerisinde rahat bir yaşam alanının var olması,
- Termal konfor (sıcaklık, nem, ortam hava hızı, ortalama ışınım sıcaklığı vb.) sağlanması

Temiz bir iç mekânda sağlıklı bir hava, uçucu organik bileşiklerin Volatile Organic Compound (VOC) ve bakteriyel atıkların azaltılması ile sağlanır. Formaldehit oranı düşük tutkallar kullanılmalıdır. Zira inşaat malzemelerinin pek çoğu insan ve çevre sağlığını olumsuz etkileyen kimyasal gazlar yaymaktadır. Bunların kullanımının az olması kaliteli bir iç mekân havasının varlığını

sağlayacaktır. Bu sayede binanın tüm yaşam döngüsü boyunca C emisyonu az olacaktır.

Formaldehit çeşitli sağlık kuruluşları tarafından kanserojen etkisi olan maddeler arasında gösterilmektedir. Formaldehit esaslı tutkalların ucuz olması ülkemizde kullanımı yaygındır. Dolayısıyla bunların kapalı alanlarda kullanılmaması önerilmektedir. Fakat doğaya açık alanlarda çevreye vereceği zarar da söz konusu olmaktadır. Bu çerçevede formaldehit oranı düşük tutkallar veya alternatif tutkallar kullanılabilir. Bununla birlikte devletin geliştireceği sistemlerle formaldehit içerikli malzemeler yasaklanabilir veya sınırlandırılabilir.

Sağlık ve memnuniyet insanın mutluluğunu belirleyen ana faktörlerdir. Oysa günümüzde insanlar ve toplumlar bu mutluluğun ne kadarını yaşayabilmektedirler? Yapılan araştırma ve istatistiklere göre bugün özellikle sanayileşmiş toplumlarda yaşayan insanların % 96'sı yaşantılarından memnun değildir. Bu oranın da % 90'ını fiziksel, biyolojik ya da psikolojik rahatsızlıklar yüzünden ilaca bağımlılar oluşturmaktadır. Bu sonuca ulaşmada şüphesiz en büyük etken, bilhassa bu bölgelerdeki doğanın biyolojik dengesinin bozulmuş olmasıdır (Ekinci, 2006).

İnsanlığın doğayı ve yapılaştığı çevreyi bu denli tehdit etmesine, yapılaştığı modern çevrelerin doğanın düzenini bu denli zorlamasına ve teknolojik gelişmeler uğruna ekolojik ve kültürel özünü yitirmeye başlamasına bir reaksiyon olarak “biyoharmoloji”, “yapı biyolojisi” ve “yapı ekolojisi” kavramları yaşamsal bir ihtiyaç olarak oluşma eğilimindedirler. Akıldan çıkarılmamalıdır ki aile, toplumun temel ünitesidir. Bir ülkenin sosyal yapısının gücü bu üniteye bağlı olduğu gibi, ailenin gücü de onu oluşturan bireylerin gücüyle ölçülür. Bir toplumun yaşam standardı evlerde oluşur (Ekinci, 2007). Ekolojik binalar, dış çevrede artan atık ve gürültü kirliliğine karşı bina içerisinde kaliteli bir yaşam atmosferi oluşturarak kullanıcıların da sağlık ve istirahatlerini temin etmektedir. Bu durum tercih edilebilirliği artırmaktadır. Bu bağlamda bu tarz yeşil binalar çevre düzenlemelerinin konuları arasında olmalıdır.

3.3. Binalarda Yağmur Suyunun Kullanılması

Artan nüfus, sanayileşme, iklim bozukluklarına bağlı olarak çölleşen topraklar ve buzulların erimesi gibi sebeplerle gelecekte su kıtlığı yaşanacağı tahmin edilmektedir. Dünyadaki sorununun bir çözümü olarak kullanılmış suyun artırılması

ve yağmur suyunun değerlendirilmesi akılcı bir çözümdür. Günümüzde, geniş alanlara sahip stadyumlarda, hava limanlarında, turistik tesislerde, askeri bölgelerde, çatı alanı büyük binalarda yağmur sularının toplanarak, değerlendirilmesi su kontrolü yapabilme adına çok önemlidir.

Son zamanlarda artan sulama suyu ihtiyacı için şebeke suyuna yük olmak önemli bir zayıttır. Bununla alakalı binalar arasında atık suların yeniden kullanımıyla ilgili bazı su arıtma uygulamalar yapılsa da maalesef çok yetersiz kalmıştır.

Su kullanımını azaltmaya yönelik yapılabilecek pek çok uygulama vardır. Üstelik bu uygulamalar insanların bireysel olarak göstereceği basit çabalarla da gerçekleştirilebilmektedir. Binaların çatılarından yağmur sularının toplanması ile şebeke suyu kullanımı azaltılabilir. Diğer taraftan bina yakınına yapılacak olan bir kuyu ile de sulama suyu ihtiyacı karşılanabilir.

Bilhassa yağış alan bölgelere yağmur kanalları açılmak suretiyle su toplama sistemleri geliştirilebilir. Bu bölgelerde inşa edilecek binaların da çatılarından bahsi geçen kanallara doğru oluklar çekilerek yağmur suyu her şekilde değerlendirilebilir. Bu sistemin her açıdan fayda sağlayacağı göz önüne alınmalıdır. Bu sayede bina projelerini uygulayıcı ve binaları kullanıcılar bilinçlendirilebilir.

Bir takım yönetmelikler geliştirilerek binanın civarına, zemin içine ya da zemin üstüne bir su deposu yapılabilir. Depoda toplanan su ile araba yıkama, süs havuzu doldurma, bahçe sulama gibi faaliyetler gerçekleştirilebilir. Hatta depoya ilave edilecek basit bir boru sistemi yardımıyla tuvaletlerde kullanım sağlanabilir.

Geliştirilecek arıtma sistemiyle su kalitesi kontrol edilerek, yağmur suyu ev içerisinde de kullanım suyu olarak işlev görebilir. Çoğu ülkede bu yöntemle su tasarrufu sağlanmış, binaların su ayak izi (Birey veya topluluk tarafından kullanılan, her mal ve hizmetin üretilmesi ve tüketilmesi için gereken toplam tatlı su hacmine su ayak izi denir.) küçültülmüştür. Zira 21. yy şartlarında su varlığı siyasal ve iktisadi nedenlerle önemlidir.

Tuvaletlerde geleneksel 6-9 litrelik sifonlardan 2,5-4 hatta daha düşük litreyle yıkama yapabilen tuvaletlerin kullanılması, çok az su kullanan pisuarların tercih edilmesi, yıkama alanlarında küvet yerine duş teknelerinin kullanılması, armatürlerde düşük akımlı ve sudan tasarruf sağlayan teknolojilerle üretilmiş lavabo bataryaları ve

duş başlıklarının kullanılması önemli öneriler olarak değerlendirilebilir.



Şekil 3.16. Yağmur Suyu Toplama Sistemleri (Plomeriaengineers, 2020)

Ülkeler su varlığına göre sınıflandırıldığında; yılda kişi başına düşen ortalama kullanılabilir su miktarı 1000 m³'ten az olan ülkeler “su fakiri”, 1000-3000 m³ olan ülkeler “su sıkıntısı çeken”, 3000- 10000 m³ olan ülkeler “suyu yeterli” ülkeler, 10000 m³'ten fazla olan ülkeler ise “su zengini” olarak kabul edilmektedir. Türkiye, 1500-1600 m³/yıl kişi başına düşen ortalama su miktarı açısından Dünya ortalamasının oldukça gerisinde kalmaktadır.

Tüm Dünyada toplam su tüketiminin pek çoğu bina içerisinde içme ve kullanma suyu olarak tüketilmektedir. Şimdilerde su kontrolü adının duyulmuş olmasıyla pek çok ülkede yağmur suyu toplanılarak değerlendirilmekte, şebekeye olan yük epeyce azaltılmaktadır. Eskiden suyun evlere ulaşmamasıyla insanların bulduğu yöntemler modern teknolojiyle yeni baştan kullanılmaktadır.

Bu yöntemler bizim ülkemizde de yerini bulmalıdır. Halk su israfına karşı bilinçlendirilmeli, binanın tasarım ve uygulama süreçlerinde yağmur ve zemin suyunun akıbeti düşünülmelidir. Bununla ilgili olarak yarışmalar düzenlenmeli ve su ayak izi etiketleri ve son kullanım bilinci artırılmalıdır.

3.4. Binalarda Enerji Kullanımı

Enerji kullanımının, fosil yakıt kullanımı ve bu kullanım sonucu oluşan sera gazı emisyonları gibi çevreye verdikleri çeşitli olumsuz etkileri vardır. Bu olumsuz etkiler küresel iklim değişikliklerine neden olmaktadır. Avrupa birliği ülkelerinde, toplam enerji kullanımının % 40'tan fazlası, CO₂ salınımlarının % 30'u ve sentetik atıkların

% 40'ı yapı sektöründen kaynaklanmaktadır. Dünya genelinde tüketilen enerjinin % 50'si, bina kullanımlarında (elektiriğin %60'ı), suyun % 42'si bina kullanımlarında (% 15'i), bina yapımı veya kullanımı süreçlerinde tüketilmektedir. Oldukça büyük miktarlara karşılık gelen bu oranlardaki küçük değişimler bile gelecek nesiller için çok önemli sonuçlar doğuracak nitelikte olacaktır.

Enerji etkin yapı, yapının planlama, programlama, ön tasarım, tasarım, uygulama, kullanım, yıkım ve yeniden işlevlendirme evrelerinde enerjinin etkin ve verimli kullanılmasıyla tasarlanan yapı olarak tanımlanabilir. Enerji etkin yapı tasarım sürecinde etkili olan parametreler aşağıda sıralanmıştır.

- Dış çevrede süregelen iklim durumu; hava sıcaklığı, güneş ışınımı, hava nemi ve rüzgâr gibi iklim elemanlarının ulaştığı değerlerin bir bileşkesidir. Enerji etkin bina üretiminin temelini, dış çevrede süregelen iklim durumunun var olduğu şartlarda, yapı eleman ve bileşenlerinin bu iklim durumuna uyumlu olarak tasarlanması ve kullanılması olmuştur.
- Bina konumunun seçimi ve bina yönlendirilmesi ile güneş kazancının kışın en yüksek yazın ise en düşük düzeyde olması sağlanmakta, ayrıca doğal havalandırmayı sağlamak amacıyla da hâkim rüzgâr etkisinden faydalanılmaktadır.
- Bina biçimi, bina yüksekliği, çatı türü, eğimi, cephe yüzeyinin eğimi gibi binaya ilişkin geometrik değişkenler enerji kayıp ve kazançlarında etkin rol oynamaktadır. Enerji etkin yapı tasarımlarında bina formu çevresel verilere uygun biçimlenmektedir.
- Yapıyı oluşturan malzemenin ve kullanılan enerjinin yenilenebilir türlerinin tercih edildiği, enerji korunumunu sağlayan, ekolojik dengeye saygılı, az atık üreten çeşitleri temin ve tercih edilmektedir.
- Yapı içinde enerji korunumunu destekleyecek şekilde aktif ve pasif sistemlerin kullanılması enerji kayıplarını azaltıp elde edilen enerjinin korunmasına olanak sağlamaktadır.

Mevcut enerjinin önemli bir bölümü yapıya harcanmaktadır. Doğal olmayan enerji kaynaklarını kullanan yapıların hâkim olduğu çevremizde karbon salınımı başa çıkılamaz bir hal almıştır.

Son zamanlarda yenilenebilir enerji kaynaklarının tanıtılması ve bu kaynakların kullanımına ilişkin teşvikler bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları rüzgar enerjisi, hidrolik (hidroelektrik) enerjisi, jeotermal enerji, biyokütle enerjisi (biyoyakıt enerjisi de dahil), hidrojen enerjisi, dalga enerjisi, gelgit enerjisi olarak sıralanabilir.

Tasarımcılar, pencere ve duvarları güney ve doğuya konumlandırıp tente, veranda ve ağaçlar yerleştirerek yaz aylarında pencere ve çatı için gölge oluştururken, kışın güneş kazancını maksimuma çıkarmaktadır. Bunlara ek olarak efektif güneş yerleştirmesi daha fazla doğal ışık sağlayarak elektrik ihtiyacını gün boyunca azaltabilmektedir. Güneş enerjisi ile su ısıtması da enerji yükünü azaltmaktadır.

Üretim için atık miktarını en aza indirmeye ve geri dönüşümü en yüksek seviyeye ulaştırmaya yarayan yüksek kaliteli hammaddeler tercih edilmelidir. Yalıtım malzemeleri iyileştirilerek, geliştirilmelidir. Verimli ısıtma soğutma sistemleri kullanılmalı, güneş ve rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından daha etkin bir şekilde faydalanılmalıdır.

Binalarda enerji tasarrufunun temin edilmesi için hâlihazırda yürürlükte olan enerji etkin bina tasarım yönetmelik ve standartlarına uyulması gerekmektedir. Bu kurallarla beraber ekolojik mühendislik-mimarlık kavramı uygulanmalıdır. Ekolojik mimarlık, bir yapının enerji gereksinimini en aza indirmek amacıyla tasarım ve malzemenin bu yönde seçilmesidir. Yapı tasarımında çevre verilerine bağlı sistemler geliştirilirken malzeme seçimi ve seçilen malzemenin yapıya uyulanması ile yapıda gereksinim duyulan enerjinin üretimine katkı sağlanmış olunacaktır.

3.5. Türkiye’de Sürdürülebilir Bina

Günümüzün en bariz problemleri plansız yapılaşma, hızlı şehirleşme ve bununla doğru orantılı olarak hızla artan nüfus karşısında kontların yetersiz kalması olarak sayılabilir. Bundan dolayı da büyük şehirlerin etraflarında gecekondu görünümü yapılar fazlalaşmış ve doğaya karşı bilinçsizce yapı imar eden müteahhit sayısı fazlalaşmıştır. Haliyle tek düze bina sayısı oldukça artmış çirkin bir görünümle birlikte atmosfere salınan sera gazı miktarı da artmış ve küresel iklim sorunları hız kazanmıştır.

Ülkemizde, klasik metotlarla tasarlanıp inşa edilmiş olan yapıların birçoğu

doğaya ve çevreye duyarlılık, iklim şartlarına adaptasyon, malzeme ve enerji etkin malzeme seçimi gibi özelliklerinden ötürü sürdürülebilir binalar kategorisinde yer almaktadır. Mesela; Anadolu’ da yer alan yerleşim alanlarında yapıların yerine yerine bağlı olarak bazı konutların geniş cepheleri güneye bakmaktadır. Sokakların yapısı, topografik koşullarla uyumludur. Geleneksel konutların zemin katları sokağın şekline uyumlu olacak biçimde yapılmıştır. Yağmur suyu, sokak ortalarında toplanan bir kanal içerisinde toplanmaktadır. Sokaklarda kaldırımlar bulunmamaktadır. Geleneksel konutlarda avluyu çevreleyen yüksek duvarlar rüzgâr kırıcı özellik arz ederken avlu içerisindeki bitki ve ağaçlar yazları serin, kışları daha yumuşak bir ortam sağlamaktadır.

Ne var ki günümüzde sürdürülebilirliğe önem verilmemektedir. Bundan başka halkın bilinçlendirilmesi, bina planlamasında ekip çalışmasının sağlanması, mevcut durum analizinin yapılması ve sürdürülebilir kriterler ışığında problemlerin çözülmesi gibi ilkeler önemsenmemektedir. Halk, sürdürülebilir tasarımlar ve inşaatlar, çevreci yöntemler, ekolojik duyarlılık kavramlarını yeni yeni öğrenmektedir.

Ülkemizde sürdürülebilir yapım ile ilgili yönetmelikler ve yasa tasarımları aşağıda yer almaktadır.

- “5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kanunu”
- “Enerji Kaynaklarının Ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına İlişkin Yönetmelik (Resmî Gazete Tarihi: 27.10.2011 Resmî Gazete Sayısı: 28097)”
- “5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu”
- “Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği (Resmî Gazete Tarihi: 05.12.2008 Resmî Gazete Sayısı: 27075)”
- “Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine Yönelik Kyoto Protokolü”
- “AB Yenilenebilir Enerji Politikası”
- “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik(Resmî Gazete Tarihi: 14.07.2007 Resmî Gazete Sayısı: 26582)”
- “Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği (Resmî Gazete Tarihi: 25.11.2014 Resmî Gazete Sayısı: 29186)”

Türkiye’de son dönemlerde üniversitelerde, sürdürülebilir sistemler, ekolojik mimarlık ve çevre şartlarıyla alakalı bir çok çalışma gerçekleştirilmektedir. Şimdiye

kadarki çalışmalar yurtdışındaki sürdürülebilirlik sistemlerin eğitimi, planlanması ve uygulamasındaki detaylara ulaşılmadığını göstermektedir. Türkiye de ekonomik olanaklar üzerine çalışılırken evre şartları dikkate alınmamaktadır.



4. DOĞAL MALZEMELİ BİNALARIN VERİMLİLİK VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ANALİZİ

Burada çalışmada ana amacı doğrultusunda malzeme fiyatları ve enerji sarfiyatı başta olmak üzere bir takım giderlerde 2020 yılı güncel rakamları kullanılmaya çalışılmıştır. Bu yönden güncel uygulamada en fazla rastlanılan yöntemler araştırılmıştır.

2020 yılı aralık ayı çatı metrajı yapan firmalara yönelik yapılmış olan literatür taramasında 1 m² lik bir çatı metrajı için 275,00 TL'lik fiyat verildiği bu fiyat içerisinde Mertek, yalıtım malzemesi, membran, kiremit (ortalama 15 adet) ve OSB olduğu görülmüştür. Betonarme, taş, çelik ve ahşap bina kıyaslamaları 100 m² lik bir çatı metrajı üzerinden yapılacak olup m² başına maliyet yaklaşık olarak 275,00 TL/m² ve bu bağlamda çatı takribî 100 m² olması nedeniyle toplam malzeme maliyeti 27.500 TL olarak alınmıştır (Santiyede 2020-yili-insaat-birim-fiyatları, 2020).

Diğer taraftan çatı için biri kalfa olmak üzere 3 işçi çalıştırıldığı, kalfaya 250 TL ve işçilere 200 TL yevmiye verilmek şartıyla 7 gün içerisinde çatının bitirilmiş olduğu bu bağlamda çatı işçiliği maliyeti 4550 TL olarak hesaplanmış ve bütün bina türleri için bu değerler aynı kabul edilmiştir.

Tablo 4.9. Çatı İşçiliği

İşçi Sayısı	Yevmiye	Gün	Toplam (TL)
2 Usta	2*200	7	2800
1 Kalfa	250	7	1750
Toplam			4550

Binalarda çatı işçiliği hesaplaması yapıldıktan sonra her binanın ayrı ayrı metraj hesaplamaları yapılmış peşinden enerji tüketim bedelleri verilmiştir. Binaların enerji tüketim bedellerinde enerji kimlik belgelerinden ve 2020 yılı güncel konut enerji tüketim bedellerinden yararlanılmıştır.

Enerji kimlik belgesi yetkilileri iki sınıf da hizmet vermektedir. 1 Ocak 2011 ve sonrası için yapılmış binalar enerji kimlik belgesi alımı için yeni bina olarak tanımlanmaktadır. Betonarme binalarda da mevcut binanın çevreye olan tesirini ölçebilmek maksadıyla enerji kimlik belgeleri çıkartılır. Binada yenilenebilir enerji kullanılıp kullanılmamasına göre yıllık bazda sera gazı emisyon miktarları da farklılık arz etmektedir. Enerji kimlik belgelerinde en iyi performanstan en az

performansa doğru “A, B, C, D, E, F, G enerji sınıfları” bulunmaktadır. Enerji kimlik belgesi içerisinde yenilenebilir enerji kullanım oranı da yer almaktadır. Binalar meydana getirilirken kat planları üstünde çalışmalar yapılarak bu planlara her bir kata ait yükseklik değerleri de ilave edilerek birim hacimde sonuç elde edilir. Ne var ki bütün hesaplar bakanlıkça sertifika formatında sonuca yansıtılırken yıllık birim alan başına düşen kW saat cinsinden belirtilir. Bundan ötürü de enerji kimlik belgelerinde miktarlar m² türünden yer almaktadır. Çalışmada belgelerde yazan değerler üzerinden kıyaslama yapılacağı için m² birimi kullanılacaktır

4.1. Doğal Malzemeli Binalara Ait Bulgular

Doğal malzemeli binalar Kerpiç-Toprak, Yığma-Tuğla ve Ahşap binalar olarak üç ayrı bölümde ele alınmıştır.

4.1.1. Kerpiç-Toprak Binaya Ait Bulgular

Kerpiç, köy ve kasaba gibi kırsal alanlarda kullanılan bir yapı malzemesidir. Kerpiç, kalıplara döküldükten sonra güneşte kurutularak oluşturulan balçık ve saman karışımı ilkel bir duvar malzemesi olarak nitelendirilmektedir.

Kerpiç, gerek ekonomik anlamda avantajlı olması, gerekse kışın sıcak tutan bir malzeme olması nedeniyle genellikle köy evlerinin yapımında kullanılmaktadır. Kerpiç bununla birlikte hammaddesinin kolay bulunabilmesi, sağlıklı ve doğal bir malzeme olması, yangına dayanıklı olması, ses izolasyonu sağlaması vb. unsurlar da kerpiç kullanımı konusunda olumlu faktörler olarak sayılabilir. Kerpiç malzemenin en büyük olumsuz tarafı ise suya karşı dayanıksız olmasıdır. Ayrıca hava sıcaklığındaki ani değişimlerle birlikte tuz kristallenmelerine bağlı olarak malzemede bozulmalar gerçekleşmektedir. Kerpiç malzemenin düşey ve yatay yüklere karşı dayanımının düşük olması da kerpiç kullanımı konusunda olumsuz unsurlar olarak sayılabilmektedir.

Türkiyede köylerde hala kerpiç binalara rastlamak mümkündür. Kerpiç binaların yapımı hakkında 1998 ve 2007 Bina Deprem Yönetmeliklerinde ilgili bölümler bulunmasına rağmen “2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinde” kerpicingin bir yapı malzemesi olarak kullanımı yasaklanmıştır (insapedia.com, 6.08.2020). Kerpiç binanın metraj hesaplamaları bir yapı malzemesi olarak nitelendirmediğin yapılmamış olmakla birlikte diğer binalara göre daha ekonomik olduğu düşünülmektedir.

4.1.2. Yığma-Tuğla Binaya Ait Bulgular

Yığma Tuğla binalar günümüzde oldukça yaygın biçimde kullanılan bir bina türüdür. Çok eski dönemler harman tuğlası kullanılmaktayken günümüzde yerini fabrika tuğlasına bırakmıştır. Yığma tuğla binalarda tuğla birimleri birbirine bağlayan harç dayanımı yönetmeliklere uygun seviyede olmalıdır. Bununla birlikte tuğlaların binadaki örülme biçimleri işçilik, kullanılan tuğlanın taşıma kapasitesi ya da bu tuğlaların yatay veya düşey döşenmeleri de önem arz etmektedir.

Türkiye’de tuğla hemen hemen bütün bölgelerde elde edilebilen bir malzemedir. Yığma tuğla bina yapımı beton ve çelik binalara göre daha kısa sürede ve daha maliyetli olarak nitelendirilmektedir.

Sürdürülebilirlik açısından yığma binanın tasarım ve yapım aşamasında o binanın bulunduğu yere özgü koşulları da göz önünde bulundurmamak önem arz etmektedir. Bu bağlamda nakliye masraflarının daha az olacağı, nakliye sırasında atmosfere bırakılan karbon ayak izinin daha küçük ve hammaddeye ulaşımın daha kolay olacağı göz önüne alındığında taş bina yapmanın sürdürülebilirlik açısından fayda sağladığı görülmektedir.

Binanın duvarları tuğla duvar olup pencereler ve kapılar pvc seçilmiştir. Bu ise binada doğal bir havalandırmaya sebep olmaktadır. Banyo ve tuvaletlerde seramik kullanılmıştır. Hesaplar Çevre ve Şehircilik Bakanlığının her yıl yayınladığı birim fiyatlar kullanılarak yapılmıştır.

2020 yılı birim fiyatları kullanılarak Yığma-Tuğla bina metraj hesaplamasında, 250 mm yüksekliğinde asmolen dolgu tuğlası (250 x200 x 400 mm) ile asmolen döşeme yapılması 135 mm kalınlığında yatay delikli tuğla (190 x35 x 190 mm) ile duvar yapılması (1.992,3 TL), 135 mm kalınlığında yatay delikli tuğla (190 x35 x 190 mm) ile duvar yapılması (24.313,5 TL), Kaba sıva vb. yüzeyler üzerine 5 mm kalınlığında saten alçı kaplama yapılması (14.247 TL), başta olmak üzere toplamda 15 parametre üzerinden taş bina maliyeti 141.636,11 TL olarak bulunmuştur (EK-2A).

Aynı iklim koşullarında oluşturacağı etkilerin sonuçlarını görmek amacıyla yenilenebilir malzemenin kullanıldığı taş binanın enerji kimlik belgesi çıkartılmıştır.

Malzemenin kendi tabii haliyle enerji performansının gözlemlenmesi amaçlanmıştır (EK-2B).

Yığma-Tuğla bina için yılda ortalama 1 m² de harcanan enerji miktarı 400,67 kw saat olarak bulunmuştur. Bu sonuç aynı konfor şartlarında betonarme binaya yakın bir orandır. Yığma-Tuğla bina C sınıfı enerji kimlik belgesine sahiptir (EK-2B).

4.1.3. Taş Binaya Ait Bulgular

Doğada kendiliğinden var olan taşın aynı bina üzerinde oluşturacağı etkileri, farklılıkları, avantajları ve dezavantajları araştırılmıştır. Türkiye taş rezervleri yönünden epeyce zengin bir ülkedir. Sürdürülebilirlik açısından binanın tasarım ve yapım aşamasında o binanın bulunduğu yere özgü koşulları da göz önünde bulundurmamak önem arz etmektedir. Bu bağlamda nakliye masraflarının daha az olacağı, nakliye sırasında atmosfere bırakılan karbon ayak izinin daha küçük ve hammaddeye ulaşımın daha kolay olacağı göz önüne alındığında taş bina yapmanın sürdürülebilirlik açısından fayda sağladığı görülmektedir. Fakat çalışmada objektifliği sağlamak, her yapı malzemesi arasındaki farkın bütün iller için de aynı olacağı farz edilmiş ve ekonomik ve atmosferik açıdan yere özgü koşullar dikkate alınmamıştır.

Binanın duvarları taş duvar olup pencereler ve kapılar betonarme binadan farklı olarak ahşap seçilmiştir. Bu ise binada doğal bir havalandırmaya sebep olmaktadır. Banyo ve tuvaletlerde seramik kullanılmıştır. Hesaplar Çevre ve Şehircilik Bakanlığının her yıl Mayıs ayında yayınladığı birim fiyatlar kullanılarak yapılmıştır. 2020 yılı birim fiyatları kullanılarak Taş bina metraj hesaplamasında, Moloz Taş Duvarda Bulunan Taş Bedeli (66.812,8 TL), Moloz taş nakli (12.800 TL), Doz Çimento Takviyeli Kireç Harçla Moloz Taş Duvar Yapılması İşçiliği (67.200 TL), Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması (5.118,4) başta olmak üzere toplamda 15 parametre üzerinden taş bina maliyeti 208.239,62 TL olarak bulunmuştur (EK-3A).

Aynı iklim koşullarında oluşturacağı etkilerin sonuçlarını görmek amacıyla yenilenebilir malzemenin kullanıldığı taş binanın enerji kimlik belgesi çıkartılmıştır.

Malzemenin kendi tabii haliyle enerji performansının gözlemlenmesi amaçlanmıştır (EK-3B) .

Taş bina için yılda ortalama 1 m² de harcanan enerji miktarı 212,89 kw saat olarak bulunmuştur. Bu sonuç aynı konfor şartlarında betonarme binaya oranla daha az enerji harcandığının göstergesidir. Taş bina B sınıfı enerji kimlik belgesine sahiptir (EK-3B).

4.1.4. Ahşap Binaya Ait Bulgular

Ahşap binanın duvarları lambri olup kapı ve pencereleri ahşaptır. Kapı ve pencereler taş binayla aynı seçilmiştir. Banyo ve tuvaletlerde seramik kullanılmıştır. Hesaplar Çevre ve Şehircilik Bakanlığının her yıl mayıs ayında yayınladığı birim fiyatlar kullanılarak yapılmıştır.

2020 yılı birim fiyatları kullanılarak Ahşap bina metraj hesaplamasında, Ahşaptan lambri yapılması (226.603,8 TL), Ahşaptan masif tablalı iç kapı kanadı yapılması ve yerine konulması (6.973,476 TL), Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması (5.118,4 TL), başta olmak üzere toplamda 11 parametre üzerinden ahşap bina maliyeti 302.962 TL olarak hesaplanmıştır (EK-4A).

Aynı iklim şartlarında aynı yerde oluşturacağı etkilerin ortaya konulmasını sağlamak amacıyla yenilenebilir malzemenin kullanıldığı ahşap binanın enerji kimlik belgesi çıkartılmıştır. Yılda ortalama 1 m² de harcanan enerji miktarı 301,58 kw saat olarak bulunmuştur. Bu da ahşap malzemenin kötü bir iletken olduğunun göstergesidir. Bunun bir sonucu olarak da ahşap malzeme kışın çok soğuk yazın çok sıcak hissedilmemektedir. Ahşap bina B sınıfı enerji kimlik belgesine sahiptir (EK-4B).

4.2. Endüstriyel Malzemeli Binalara Ait Bulgular

4.2.1. Betonarme Binaya Ait Bulgular

Betonarme binalar, Türkiye’de çok fazla rastlanılan bir bina türüdür. Bu yönden güncel uygulamada en fazla rastlanılan yöntemler araştırılmıştır. Betonarme binaların çatı yalıtımları için hem buhar geçişine açık ısı yalıtım malzemesi hem de su yalıtım malzemeleri kullanılmaktadır. Isı yalıtım malzemesi denildiğinde her bina türünde daha az enerji tüketimine katkıda bulunan yalıtım örtüsü kastedilmektedir.

Isı yalıtım malzemeleri yüksek performanslı ısı yalıtımı sağlamasına karşın buharı geçirmekte olup, böylece ısı yalıtım malzemesi kullanılan binalarda hava yoğuşması, nem rutubet gibi olumsuz faktörlere karşı tedbir alınmış olunur. Genellikle bu malzemeler gereksiz enerji tüketimini azaltma binanın yapı malzemelerini muhafaza etme ve sürdürülebilirliğe katkıda bulunmak maksadıyla tasarlanmaktadır.

Çatı yalıtımı yapılması suretiyle betonarme binalar başta olmak üzere binalarda kışın soğumakta olan ve yazın aşırı ısınmış olan havanın binanın içerisindeki tesirinin hafifletilmesi ve dengeli bir hava akımı meydana getirilmesi amaçlanır. Buradan hareketle insan sağlığına tehdit oluşturan bir takım mikroorganizmaların üreyerek terleme, küflenme, rutubet gibi kötü durumların meydana gelmemesi amaçlanmaktadır. Diğer taraftan enerji tasarrufuna katkıda bulunmak ve iç ortam hava kalitesini iyileştirmek amaçlanmaktadır.

Betonarme bir binanın 100m² lik çatısı için 27500 malzeme ve 4550 işçilik olmak üzere toplam 32.050 TL maliyet hesaplanmaktadır. Pencere PVC (Polivinil klorür) olup, betonarme yapılarda yaygın olarak kullanılan panel kapılar tercih edilmiş olup, betonarme evin duvarlarında klasik duvar malzemesi olan tuğla, banyo, tuvalet ve balkonlarda seramik malzeme kullanıldığı düşünülmüştür. Betonarme binanın maliyet hesabında Çevre ve Şehircilik Bakanlığının her yıl mayıs ayında yayınladığı ve 2020 yılı mayıs ayı birim fiyatlar kullanılmıştır (ÇŞB, 2020). Diğer taraftan birtakım özel imalatlarda (özel poz no) ise web üzerinden araştırma yapılarak 2020 yılı ortalama malzeme fiyatları kullanılmıştır. 2020 yılı birim fiyatları kullanılarak betonarme binanın toplam maliyeti 214.025,78 TL olarak hesaplanmıştır (EK-5A).

İnşa edilmiş bina ya da binalarda enerji kimlik belgeleri düzenlenmektedir. Düzenlenene bu belgeler hem binanın enerji verimliliğinin hem de binada yer alan doğal enerji kaynaklarının ne şekilde kullanıldığının saptanması için tasarlanmış olan belgelerdir.

Bu çalışmada betonarme C enerji sınıfı binada yenilenebilir enerji kullanılmadığı farz edilerek literatür incelemesi sonucunda ortalama yılda 1 m² de harcanan enerji miktarı 474,32 kw saat olarak alınmıştır. Öte yandan betonarme malzeme ahşap malzemeye oranla ısıyı daha iyi iletmediği bilinen bir gerçektir.

Betonarme binada şayet herhangi bir yalıtım olmadan kullanılması halinde kışın soğuk yazın sıcak hava hissedilecektir. Bu malzemenin yapıda kullanılmasının olumsuz taraflarının önüne geçilmesi için ısı yalıtımı yapmak şarttır. Bu durum ayrıca yatırım maliyeti gerektirecektir (EK-5B).

Betonarme binaya mantolama işlemi yapılarak Yapının C enerji sınıfından B enerji sınıfa geçmesi halinde 1 m² de harcanan enerji miktarı 474,32 kw saat'ten yılda ortalama 1 m² de harcanan enerji miktarı 387,06 kw saat'e düşmektedir. Tablo 4.5. ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığının yayınladığı birim maliyet değerleri üzerinden mantolama masrafları oluşturulmuştur.

Tablo 4.10 Betonarme Bina Mantolama Metrajı

Sıra No	Poz No	Tanım	Birim	Birim	Birim	Tutar
			Miktar	Fiyat (TL)	(TL)	
17	Y.19.055/022	4 cm kalınlıkta ekspande polistren levhalar (eps-16 kg/m ³ yoğunlukta) ile dış duvarlarda dıştan ısı yalıtımı ve üzerine ısı yalıtım sıvası yapılması (mantolama)	m ²	246,54	68,15	16.801,7

Enerji piyasası düzenleme kurumu (EPDK)'na ait verilerde 1 kw saat enerjinin dağıtım, vergi ve fonlar dâhil 2020 yılı Aralık ayı birim fiyatı 0,75 TL (En Cazip Elektrik Fiyatları, 2020) olarak verilmektedir. Bu bağlamda mantolama için harcanan maliyetin ne kadar zamanda kendini amorti edeceğinin ortaya konulması için hesaplar bu değer üzerinden yapılacaktır. Tablo 4.11'da Mantolama yapılmamış ve yapılmış binanın tükettikleri enerji miktarlarının bir ve beş yıllık masrafları yer almaktadır.

Tablo 4.11. Mantolama Yapılmamış ve Yapılmış Binanın Tükettikleri Enerji Miktarları

Betonarme Bina Çeşidi	Enerji Sınıfı	Enerji Performansı (kw saat/yıl m ²)	Yapının Toplam Enerji Tüketim Değeri (kw saat/ yıl)	Birim Maliyeti (TL)	1Yıl İçin Tüketilen Toplam Enerji Maliyeti (TL)	5 Yıl İçin Tüketilen Toplam Enerji Maliyeti (TL)
Mantolama Yapılmayan Bina	C	474	94.800	0,75	71.100	58.050
Mantolama Yapılan Bina	B	387	77.400	0,75	58.050	290.250
				Fark	13.050	65.250

Yukarıdaki tablodan görüldüğü üzere enerji tasarrufunu sağlayan mantolama işlemi binada ek maliyete sebep olmuştur. Mantolama masrafları 16.801,7 TL iken mantolama yapılan bina ile mantolama yapılmayan bina arasındaki enerji masrafi farkı bir yılda 13.050 TL olarak bulunmuştur. Mantolama yapılan bina ile oluşan enerji tasarrufunun maliyeti yaklaşık 1,5 yılda kendini amorti etmiş 5 yılda 65.250 TL lik kar getirmiştir. Yani, yatırım maliyeti yönüyle ek bir masraf gibi görülebilir fakat işletme maliyeti oldukça azalmaktadır. Sürdürülebilirlik ilkeleri arasında enerji tasarrufu sağlamak için yatırım maliyetinin artacağı fakat işletim maliyetinin azalacağı konu edilmiştir.

4.2.2. Çelik Binaya Ait Bulgular

Maliyet hesabı yapılmış olan çelik bir binada duvarlar tuğladan, pencereleri PVC ve kapılarda panel farzedilerek, 2020 yılı birim fiyatları kullanılarak Çelik bina metraj hesaplamasında: Her çeşit profil, çelik çubuk ve çelik saçlarla karkas, (çerçeve) inşaat yapılması, yerine tespiti (yapı karkası, köprülerde profil demirlerinden kirişler, başlıklar, bağlantılar ve benzeri imalatlar) (123.646,56 TL), 135 mm kalınlığında yatay delikli tuğla (190 x35 x 190 mm) ile duvar yapılması (24.313,5 TL), Beton, tuğla duvar vb. yüzeylere perlitli sıva ve saten alçı kaplama yapılması (40.617 TL) başta olmak üzere toplamda 16 parametre üzerinden Çelik bina maliyeti 255.286,06 TL olarak hesaplanmıştır (EK-6A).

Çeliğin EKB'si çıkartılmış, yılda ortalama 1 m² de harcanan enerji miktarı 412,67 kw saat olarak bulunmuştur. Çelik bina sınıfı enerji kimlik belgesine sahip olup betonarme binayla aynı sınıfta yer almaktadır (EK-6B).

4.3. Doğal (Kerpiç-Toprak, Yığma-Tuğla, Taş, Ahşap) ve Endüstriyel

(Betonarme-Çelik) Malzemeli Binaların Karşılaştırılması

Yatırım maliyeti yönüyle yapılan değerlendirmede binaların pahalı olandan ucuz olana doğru sıralaması Tablo 12'de görülmektedir.

Tablo 4.12 Binaların Maliyet ve Enerji Performansı Değerlendirmesi

Yapı Malzemesi	Yatırım Maliyeti	ENERJİ PERFORMANSI (kwh/m2.yıl)	ENERJİ SINIFI
1.Kerpiç-Toprak	Kerpiç-Toprak Binalar sağlıklı ve sürdürülebilir binalar olmalarına karşı depreme karşı dirençsiz olduklarından dolayı 2018 yılı deprem yönetmeliği ile birlikte yapı malzemesi olarak kullanımdan kaldırılmıştır.		
2.Yığıma-Tuğla	141.636,11 TL	400,67	C
3. Ahşap Bina	302.962 ₺	212,89	B
4.. Çelik Bina	255.286,06 ₺	301,58	B
5.. Betonarme Bina	214.025,78 ₺	412,67	C
6.. Taş Bina	208.239,62 ₺	474,32	C

Bu değerlendirmede en pahalı binan ahşap bina olduğu görülmektedir. Bu durum 2020 yılı itibariyle ahşap malzemelerin daha pahalı olması ile alakalı olduğu düşünülmektedir. İkinci sırada çelik bina yer almaktadır. Çelik tabiatta kendiliğinden var olan bir malzeme değildir. İmalatı güçtür. Çoğunlukla kullanılmakta olan inşaat çelikleri, çelik malzeme kimyasal malzemelerdir. Ham maddeye ulaşım ve üretim oldukça büyük bir işletim sistemi ve nakliye gerektirir. Çelik fabrikasyon ürünüdür ve kurulan her fabrika çevreye yüksek bir bedel ödetmektedir. Çeliğin hayat sürecinin ilk evresi olan maden aşaması esnasında ortaya çıkan toprak ve canlı zayıyatı ile üretiminden dolayı oluşan hava ve su kirliliği gibi olumsuzluklar meydana gelmektedir. Ayrıca kullanım ömrünü yitirmiş çelik malzemenin tekrar doğaya karışması da çevre açısından büyük külfettir.

Bu olumsuzlukları azaltmak amacıyla yenilenebilir bir malzemedan meydana gelen ahşap binalar, çelik binalara bir alternatif olarak sunulmuştur. Canlı bir yapı olan ağaçtan meydana gelen ahşap, lifli ve doğal bir malzemedir. Bitki dokuları içinde en sağlam yapıya sahip olan ahşabın odunsu dokusu doğal antiseptik bir yapıya sahiptir.

Yatırım maliyetleri yönünden yapılan değerlendirmede ahşap bina ile çelik bina arasında yaklaşık olarak 47.676 TL fark olduğu gözlemlenmiştir. Ahşap bina doğa ve canlılar açısından daha sağlıklı bir binadır. Bu fark doğanın ve canlıların sağlığına feda edilmemelidir. Diğer taraftan ahşap malzeme çevrecidir. Doğaya tanıdık bir malzemedir. Hiçbir yapı malzemesi bu denli sürdürülebilir ve denenmiş değildir. Ahşap yapı rahat bir yaşama atmosferi oluşturur. İnsan doğasına en yakın yapı malzemesidir. Bütün bunlar ahşap malzemenin diğer ülkelerde de çokça rağbet görmesinin sebebidir.

Taşıyıcı olarak ahşap malzemenin kullanıldığı yapılarda zamanla yıpranma gerçekleşmekte ancak tam anlamıyla çürüme meydana gelmediğinden dolayı, ahşap binalar restorasyonla korunma olanağına sahiptirler. Esasında ahşabın çürüyebilme özelliği onun en olumlu özelliklerinden bir tanesidir. Ahşap doğada kendiliğinden var olan sonra yine kendiliğinden toprağa karışan, çevre için bilindik bir malzemedir. Çöp'ü bulunmamaktadır. İstenildiği zaman ahşabı binlerce yıl yaşatacak tasarımı bulmak, mühendisin şevki ve teknolojiyi uygulayabilme yeteneğine bağlıdır. Mesela Mısır piramitlerinde akça ağaçtan imal edilen tabutlar kullanılmıştır. Hâlbuki akça ağaç üstün özellikli, dayanıklı bir ahşap sayılmaz fakat zamanın mühendisi tarafından Mısır'ın iklim özelliklerinin yani oradaki sıcak ve rutubetsiz havanın dikkate alınması ahşap malzemeyi korumuş ve günümüze değin yaşatmıştır. Ahşap malzeme istendiği zaman da çürümeye terk edilebilir. Doğası gereği kendiliğinden ait olduğu yere zararsız bir biçimde karışacaktır. Çelik binada kullanılan PVC (Polivinil klorür) pencereler hammaddesi gereği petrol esaslı kimyasal malzemelerden meydana gelmektedir. Oysa PVC malzeme çoğu Avrupa birliği ülkelerinde kanserojen maddeler arasında yer almaktadır. Bir plastik çeşidi sayılan bu malzemenin üretiminde çalışan işçilerin ve malzemeyi aktif kullananların sağlığı tehdit altındadır. Üstelik kullanım ömrü biten plastik malzemelerin doğaya karışması oldukça zahmetli veya uzun sürelidir.

İç ortam hava kalitesini, kullanıcı ve üretici sağlığını ve ekolojik dengeyi olumsuz etkileyen bu malzemenin yaygınlaşmasının önüne geçmek için ahşap kasalı kapı ve pencereler bir alternatif olarak sunulmuştur. Pencereleri ahşap olan evde hava sirkülasyonu söz konusudur. Kasa ve kanat arasındaki mesafede yer alan boşluklardan rutubetli ve sıcak hava dışarı çıkma imkânı bulurken dışarıdaki soğuk ve kullanılmamış hava eve dolmaktadır. Bu şekilde sağlıklı, doğal havalandırma sağlanmış olur. Ve doğal havalandırmanın var olduğu bir yapıda nemlenme ihtimali azdır.

Yapılan değerlendirmede dikkat çeken diğer bir konu da en ucuz binanın taş bina olmasıdır. Ne var ki ülkemizde taştan ziyade betonarme binalar tercih edilmekte olup betonarmenin insan ve çevre sağlığına ve diğer canlılara vermiş olduğu olumsuz etkiler göz ardı edilmektedir.

Betonarme binalardan ortaya çıkan atıklar doğanın bertaraf etme kapasitesinin üzerinde bir yük oluşturmaktadırlar. Bunun neticesinde hem insan hem de doğa zarar

görmektedir. Betonarme binalarda betonun çekme dayanımının artırılması için, beton malzeme çelik donatı ile kullanılır. Çelik malzemenin de yoğun enerji gerektiren bir malzeme olduğu bilinmektedir. Bu durum çevreye verilen olumsuzlukların artması anlamına gelmektedir. Bütün yapı malzemeleri arasından metaller hammaddeye ulaşım, üretim, taşınma gibi aktivitelerden kaynaklanan sebeplerle tükettikleri enerji açısından en yüksek çevre zararına neden olan malzemelerdir. Bir kg betonun üretimi için yaklaşık 1 MJ enerji tüketilirken, bir kg çeliğin üretimi için ise yaklaşık 25 MJ enerji tüketildiği belirtilmektedir (Bensahel, Besnainou ve Landfield, 1998).

Betonarme ve taş bina arasında yatırım maliyeti yönüyle yapılan kıyaslamada 5.786,16 TL fark olduğu gözlemlenmiştir. Taş bina hem maliye hem de çevre, konfor, iyi yaşam ve sağlık açısından betonarme binaya göre daha avantajlıdır. İnsan sağlığının zarara uğramasının kıyaslanabileceği hiçbir şey yoktur. Öyle yitirilen sağlığın geri kazanımı bazen imkânsız bile olabilir. Öyleki hem kendimiz hem bizden sonraki nesiller için temiz bir çevre bırakmak büyük önem arz etmektedir. Bütün bunlara ilaveten doğal taştan inşa edilmiş bir evin çok sayıda olumlu tarafı bulunmaktadır. Bu evler herhangi bir bakıma gereksinim olmadan çok uzun yıllar boyunca kullanılabilen binalardır.

Taş malzeme kullanılmış bir binada malzemenin özelliğinden ötürü tabii bir yalıtım da sağlanmış olur ve herhangi bir kimyasal yalıtım malzemeye de ihtiyaç duyulmaz. Bu şekilde kirli havadan ve zararlı kimyasal maddelerden ortaya çıkabilecek sağlık sorunları da engellenmiş olur. Taş malzeme kullanılmış binalar hem depreme hem de yangına karşı daha mukavemetlidir. Bundan dolayı da içerisinde yaşayan insan veya insanlar kendilerini daha güvende hissetmektedirler. Türkiye’de taş rezervi açısından zengin bir ülke olmasından dolayı özellikle kırsal kesimde bu binalar günümüzde de kullanılmaktadır. Şehirlerde ise yerini başka malzemelerden özellikle beton ve çelik yapılara bırakmışlardır.

Yığma-Tuğla Binalar ise yatırım maliyeti olarak 141.636,11 TL en ekonomik bina olarak öne çıkmıştır. Toprak-Kerpiç binaların yığma tuğla binalara göre daha düşük fiyata mal edilebileceği ön görülsede 2018 yılında yapı malzemesi olarak kullanımdan kaldırılması sebebiyle ikisi arasında kıyaslama yapılamamıştır.

Aşağıda bulunan tabloda taş, ahşap, çelik ve betonarme binalar sırası ile en

düşük enerji sarfiyatından en fazla enerji sarfiyatına göre sıralanmıştır.

Tablo 4.13. Binaların Enerji Performansı ve Enerji Sınıfı

YAPI MALZEMESİ	ENERJİ PERFORMANSI (Kwh/M2.Yıl)	ENERJİ SINIFI
1. TOPRAK-KERPİÇ BİNA	Yapı Malzemesi Olarak Kullanımdan Kaldırılmıştır.	
2. YIĞMA-TUĞLA BİNA	400,67	C
3. 1. TAŞ BİNA	212,89	B
4. 2. AHŞAP BİNA	301,58	B
5. 3. ÇELİK BİNA	412,67	C
6. 4. BETONARME BİNA	474,32	C

Yukarıdaki tabloda görüldüğü gibi betonarme ve çelik yapılar C ahşap ve taş binalar ise B enerji sınıfına dâhildir. Aynı koşullarda aynı konfor şartlarını B enerji sınıfı olan taş ve ahşap bina C enerji sınıfı olan çelik ve betonarme binaya göre daha düşük enerji tüketim değeri ile sunmaktadır. Yukarıda bulunan tablodan çıkarılabilecek bir farklı sonuç ta taş binanın en düşük enerji sarfiyatına sahip olarak çevreye daha az zarar vermeleridir.

Dünya içinde yaşadığımız müddetçe onun bize sunduğu şartlara ayak uydurma zorunluluğu vardır. Bu açıdan çevrenin yapı üzerinde etkisi olduğu bilinmektedir. Lakin yapının da çevre üstünde tesiri bulunmaktadır. Bundan dolayı da çevre ve bina arasında var olan bu etkileşimin pozitif olması her bir insanın bir nevi görevi olmalıdır. Tam tersi bir durumda hem doğa, hem diğer canlılar hem de insanoğlu bundan zarargörecektir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gerçekleştirilmiş olan bu çalışma neticesinde 2020 yılı malzeme ve işçilik fiyatları baz alındığında en pahalı binanın ahşap bina olduğu dikkat çekmiştir. En düşük maliyetle inşa edilecek bina türü de taş bina olarak tespit edilmiştir.

Binalara yapılacak mantolama işleminin kısa vadede ek maliyete sebep olduğu sağladığı enerji tasarrufuyla kendisini yaklaşık 1,5 yılda amorti ettiği ve devamında kar sağladığı görülmüştür.

Çalışmada Türkiye şartlarında yenilenebilir ve sürdürülebilir binalar yapmanın mümkün olacağı sonucuna varılmıştır. Yenilenebilir bina yapmanın hiçbir olumsuz tarafına rastlanmamış aksine ülkemiz şartlarında yenilenebilir malzeme kullanım ve temininin mümkün olduğu gözlenmiştir.

Çalışmadan elde edilen bir diğer sonuç ise betonarmenin çevremize ve sağlığımıza çok önemli zararlar verdiğidir. Binalarda tercih edilen betonarme malzemenin hammaddesinin elde edilmesinden, kurulumuna kadar çevreye verdiği büyük tahribat nedeniyle kullanımının azaltılması gerekmektedir. Buna karşı taş bina daha çevreci bir çözüm yolu olarak saptanmıştır. Ayrıca ülkemiz taş rezervleri yönünden epeyce zengindir ve yeterli kaynak bulunmaktadır.

Bina inşası esnasında nakliye masrafları ve nakliye sırasında çevreye verilen zararlar da mevcuttur. Buna karşılık beton santrallerinden veya çelik temini gerektiren fabrikalardan uzak olan yerlerde, kırsal kesimlerde, ulaşımın zor olduğu dağlık arazilerde yapının kullanılış amacına göre betonarme veya çelik binalar yapmak yerine taş veya ahşap bina yapmak öncelikli olarak düşünülmelidir.

İnşaat malzemelerinin nakliyesi sürecinde harcanacak yakıt ve enerjiyi en aza indirmek, yerel üreticileri ve tedarikçileri desteklemek ve yerel kalkınmaya katkıda bulunmak için malzemeler mümkünse bölgesel olarak çıkarılmalı ve üretilmelidir. Bulunulan yere o yerin iklim şartlarına ve sahip olduğu malzemenin özelliklerine göre bina projeleri oluşturulmalı ve inşa edilmelidir.

Hızlı üretilen kimyasal malzemeler yerine unutulmaya başlamış doğal kaynaklı malzemeler yeniden hak ettiği değeri görmelidir. Eskiden malzeme temini sırasında kullanılan geleneksel yöntemlerin olumlu tarafları, hızlı üretime uyum sağlama çabasına feda edilmemelidir. Gerekirse malzemelerin doğallığını kaybetmeden

kullanılması ve çabuk temininin sağlanmasına ilişkin politikalar geliştirilmeli, araştırma enstitüleri kurulmalıdır.

Türkiye’de sürdürülebilir binaların artması için yatırımcı, tasarımcı ve mal sahiplerinin konuyla ilgili bilgi sahibi ve hevesli olmaları gerekir. Böylece çevreye yabancı madde salınımı azalacak, yapı ömrü uzayacaktır. Bütün bunlara ek olarak iç çevre yaşam kalitesi ve konfor da artacaktır. Bu tarz prestijli binaların kiralama ve satış bedelleri artmaktadır. Gelecekte böyle ayrıcalıklı binalar ile sıradan binalar arasındaki farkında artacağı öngörülmektedir.



6. KAYNAKÇA

- Akdemir, M. Z., & Korkmaz, E. (2010, Nisan). "Geleneksel konut dokularında malzemenin çatı ve cephe kuruluşuna etkileri: Batı karadeniz bölgesi örneği". 5. *Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumunda sunulmuş bildiri*, İzmir.
- Akman, S. (1992). *Beton Teknolojisine Giriş*. İstanbul: İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası.
- Alpaslan, N. (1992, Mayıs). "Turistik yerleşimlerin su ihtiyacı için sarnıç seçeneğinin irdelenmesi". 3. *Datça Çevre Sorunları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, Datça.
- Alpaslan, N., Tanık, A., & Dölgün, D. (2008). *Türkiye'de su yönetimi sorunlar ve öneriler*, TÜSİAD Yayın No, 9, 2008.
- ASHRAE (2020). ASHRAE's Mission and vision. Erişim: 7 Ocak 2020, <https://www.ashrae.org/about/mission-and-vision>
- Avcıoğlu, M. (2012). *Malzeme bilimi ve yapı malzemeleri deneyleri*. İstanbul: Birsan Yayınevi,.
- Aydın, Ö., & Lakot A. E. (2014). Karadeniz geleneksel mimarisinde sürdürülebilir malzemeler; ahşap ve taş. *Journal of International Social Research*, 7(35), 394-406.
- Aykanat, A. (2014). Yapı hasarları açısından doğru malzeme seçimini sağlayan kuramsal tasarım ve yapım modeli. *Artium*, 2(1), 29-42.
- Baktır, S. (2006). *Yapı malzemelerindeki teknolojik gelişmelerin mimari biçimlendirmeye etkileri*. Yüksek Lisans, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi, Ankara.
- Başıyigit, C., & Kaçar, A. (2006). Bazı yapı malzemelerinin radyasyon tutuculuk özellikleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 10(2). 307-310.
- Başıyigit, C., Kılınçarslan, Ş., & Çomak, B. (2012). Görüntü işleme tekniği ile beton basınç dayanımının tahmin edilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 16(1).
- Batur, A. (2004). *Gelişmiş Ahşap Yapım Sistemleri ve Türkiye Koşulları Yönünden Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze, (150239).
- Bayraktar, F. T. (2011). *Türkiye'de yapı malzemesi yaşam döngüsü değerlendirmesi için bir sistem önerisi*. Doktora, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (310403).
- Bayülke, N. (2011). "Yığma yapıların deprem davranışı ve güvenliği". *Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, 11-14.
- BBC News, (2017). How the demand for sand is killing rivers. *Constable, Harriet, BBC News Magazine* Erişim: 3 Eylül 2020, <https://www.bbc.com/news/magazine-41123284>
- Beiser, V. (2015). The deadly global war for sand. Erişim: 20 Aralık 2020, <https://www.wired.com/2015/03/illegal-sand-mining/>
- Bildirici, M. (1982). *Yapı Malzemesinin Genel Özellikleri Ders Notları*. Konya:Konya Selçuk Üniversitesi Yayınları.
- Bilici, S. (2006). *Ahşap Konut Üretim Sistemleri; Almanya Örneği*.Yüksek Lisans, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, (245731).
- Bozcu, M. (2015). Sınıflanma (Boylanma ve Derecelenme). *Sedimentoloji* Erişim:18 Kasım 2020, http://users.metu.edu.tr/kaymakci/turkish/sedimentoloji_dersnotlari.pdf

- Bozkurt, Ö. (2011). Geleneksel Tekirdağ evlerinde kullanılmış meşe ahşabının mekanik özellikleri ve kimyasalla koruma uygulamalarının mekanik özellikler üzerine etkisi. *Politeknik Dergisi*, 14(2).115-119.
- Ceylan, H., Tezcan, M., Çivrilli, P., & Ali, M. (2010). Kimyasal maddeler (Deterjanlar, ilaçlar, boyalar). Dokuz Eylül Üniversitesi, *Buca Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği* Erişim: 29 Kasım 2020, <https://tr-static.eodev.com/files/d97/1af936ccf56ba73b2077d4758b3911e9.pdf>
- Construction, S. (2004). *Working group sustainable construction; Method & Techniques*. October 2003. Contract B4-3050/2003/352567/SER B, 4.
- Çağlayan, M., Haberveren, S., İpekoğlu, B., & Kurşun, İ. (1999). “Beton yapımında kullanılan agregaların özellikleri ve örnek bir kuruluş (İSTON)”. 2. *Ulusal Kıрма Taş Sempozyumu*, 69-79.
- ÇSB, (2020). İnşaat birim fiyatlarına esasışçılık-araç gereç ve rayiç listeleri. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yüksek Fen İşleri Başkanlığı Erişim: 22 Kasım 2020, <https://webdosya.csb.gov.tr/db/yfk/icerikler/insaat-birim-fiyatlari-2020-turkce-20200207124629.pdf>
- Demirhan, H. (2012). *Malzeme Ders Notu*. Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- DEQ, (2020), Energy, Erişim:18 Kasım 2020, <https://www.energy.gov/data/open-energy-data>
- Dışkaya, H. (2011). *19.yüzyıl İstanbul geleneksel ahşap karkas yapılarında deprem etkisinin sonlu elemanlar yöntemi ile değerlendirilmesi*. Doktora, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (276826).
- Donanimhaber, (2020). Enerji kimlik belgesi. *Haber* Erişim: 8 Eylül 2020, <https://store.donanimhaber.com/eb/e9/ed/ebe9edcfd0b1407c6c1a67fc37e11c1e.png>
- Duman, N. ve Ökten, S. (1988). *Ahşap yapı dersleri*. İstanbul: Yapı Endüstri Merkezi Yayın Bölümü.
- Earnshaw, A., & Greenwood, N. N. (1997). *Chemistry of the Elements* (Vol. 60). Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Ekinci, C. E., İşçi N., Alyavuz F. (2007). Yapılar Nasıl Hastalanır?. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 2(1).
- Encazip, (2020). Elektrik fiyatları. *Elektrik birim fiyatları 2020* Erişim: 13 Aralık 2020, <https://encazip.com/elektrik-fiyatlari>
- Engineeringcivil, (2020). Home civil engineering home. *Energy* Erişim: 8 Eylül 2020, <https://www.engineeringcivil.com/>
- Enr, (2020). Buildings. *Articles* Erişim: 18 Ekim 2020, <https://www.enr.com/>
- Eriç, M. (1970). Yapı malzemesinden mimariye. *Mimarlık Dergisi*, 8(11): 33.
- Fındık, F. (2009). Malzeme seçimine genel bakış. *Mühendis ve Makina*, 50(591). 25.
- Gezer, H., ve Aydemir, B. (2010). The effect of the wrapped carbon fiber reinforced polymer material on fir and pine woods. *Materials & Design*, 31(7). 3564-3567.
- Gilman, L. S. (2014). *The Gale Encyclopedia of Science*. 3823–3824.
- Grafimx, (2014). Doğanbey köyü'nde rum yapısı taş evler. *HDR* Erişim: 17 Ekim 2020, <https://www.grafimx.com/photo/51291>
- Güncel Fiyatlar, (2020). Hazır beton fiyatları 2020 listesi. *1 m³ hazır beton 2020 fiyatı* Erişim: 10 Kasım 2020, <https://www.guncelfiyatlari.com/hazir-beton-fiyatlari/>

- Gürel, Y. (2018). *Çok katlı ahşap yapıların deprem yükü altında performanslarının incelenmesi*, Yüksek Lisans, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (519713).
- Gürer, C., Akbulut, H., ve Kürklü, G. (2004, Mayıs). “İnşaat endüstrisinde geri dönüşüm ve bir hammadde kaynağı olarak farklı yapı malzemelerinin yeniden değerlendirilmesi”. *Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*, İzmir.
- Hannah, A. (2018). The slippery slopes of the world sand shortage. *Overture* Erişim: 29 Mart 2019, <https://overtureglobal.io/story/the-slippery-slopes-of-the-world-sand-shortage>
- Hegger, M., Drexler, H., & Zeumer, M. (2007). *Basics materials*. Basel, Switzerland: Birkhauser Publishers for the Architecture.
- Hiraoğlu, E. (2007). *Ahşap ve çelik makas sistemlerin malzeme ve sistem özelliklerinin incelenmesi, bir örnek yapı üzerinde değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (201175).
- ISO 7730 (2005). Ergonomics of the thermal environment-Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. *Abstract* Erişim: 17 Aralık 2020, <https://www.iso.org/standard/39155.html>, 06.01.2020.
- İnsapedia, (2020). Yığma yapı nedir? yığma bina çeşitleri ve özellikleri. *Teknik bilgi* Erişim: 17 Aralık 2020, <https://insapedia.com/yigma-yapi-nedir-yigma-bina-cesitleri-ve-ozellikleri/>, 17.12.2020.
- İpekçi, C., Aydın, C., Karadayı, N., ve Tıkansak, T. (2017). İnşaat sektöründe geri kazanılmış malzeme kullanımının sürdürülebilirlik açısından önemi. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 10.2. 43-50.
- Kafesçioğlu, R. (1949). *Orta Anadolu'da köy evlerinin yapısı*, İ.T.Ü. İstanbul:Mimarlık Fakültesi Yayınları.
- Karadağ, D. (2012, Kasım). “Mimaride malzeme seçimi ve kullanımının hesaplamalı tasarım ve üretim yöntemleri ile dönüşümü”. 6. *Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi*. TMMOB, İstanbul.
- Karagöz, S. (2008). Malzeme bilgisi. ders notu. *Adnan Menderes Üniversitesi Aydın Meslek Yüksekokulu* Erişim: 09 Eylül 2020, <https://docplayer.biz.tr/1842145-T-c-adnan-menderes-universitesi-aydin-meslek-yuksekokulu-degisimin-gelecegi-aymyo-yayinlari-ders-notu-no-00-malzeme-bilgisi.html>
- Kocataşkın, F. (1973). *Yapı malzemesi dersleri (Beton-Kâgir-Metal –Ahşap)*. İstanbul: İTÜ Mühendislik Mimarlık Fakültesi Yayınları.
- Köktürk, U. (2002). *Endüstriyel hammadeler*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi yayınları.
- Kömürcüoğlu, E. A. (1962). *Yapı malzemesi olarak kerpiç ve kerpiç inşaat sistemleri*, İstanbul: İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Lyons, A. (2004) *Materials for architects & builders*. United Kingdom, City of Leicester: Elsevier.
- MEB, (2007). *İnşaat teknolojisi-duvar*. Ankara: T.C. Millî Eğitim Bakanlığı.
- MEB, (2013). *İnşaat teknolojisi-taşın mimaride kullanımı*. Ankara: TC. Millî Eğitim Bakanlığı.
- Miljövarsberedningen. (2000). *Tank nytt, tank hallbart!- att bygga och föralta för framtiden. stockholm: ministry of environment*. Stockholm: Ministry of Environment

- Nilsson, T., ve Rowell, R. (2012). Historical wood–structure and properties. *Journal of Cultural Heritage*, 13(3). 5-9.
- Obnovlenie, (2020), Kayseri Güpgüpoğlu Konağı. *Statica2 thumbs* Erişim: 10 Ocak 2021, <http://statica2.obnovlenie.ru/foto/thumb/760x0x1/2007/08/04/ee7d01f843e31f146299a bcb05ab87a0.jpg>
- Orhon, A. V. (2012). Akıllı malzemelerin mimarlıkta kullanımı. *Ege Mimarlık*, (82). 18.
- Öcal, D., ve Karapınar, D. Ç. (2016, Kasım). “Çevreci Bir Bakış Açısının Markaya Getirdikleri”. 5. *Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumu*, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Özbalta, T. G., ve Çakmanus, İ. (2008). *Binalarda sürdürülebilirlik: ömür boyu maliyete ilişkin yaklaşımlar*. İstanbul: Doğa Sektörel Yayınları.
- Özdemir, E. (2012). *Mevzuat ve yeşil bina sertifikaları bağlamında yapı malzemelerinin seçimi ve türkiye için gereklilikler*. Yüksek Lisans, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (310640).
- Özhendekçi, D. (2009). *Çelik yapıların tarihçesi. ders notu. çelik yapılar 1*. Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul. 9.
- Padmalal, M. (2014). Sources of sand and conservation. *Sand Mining. Springer, Dordrecht* Erişim: 10 Kasım 2020, https://www.researchgate.net/publication/300577412_Sources_of_Sand_and_Conservation
- Pelit, H., Korkmaz, M., ve Budakçı, M. (2017). Farklı ahşap malzemelerin bazı fiziksel özelliklerine su itici maddelerin etkileri. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6(3). 1027-1036.
- Plomeriaengineers, (2020). Yağmur suyu toplama sistemleri. *Plomeriaengineers* Erişim: 22 Aralık 2020, <http://www.plomeriaengineers.com/plomeria-services/Rain-water-harvesting-Systems>
- Rende, O. (2008). Betonarme. *İnşaat ders notları* Erişim: 10 Kasım 2020, <http://oktayrende.blogspot.com/2008/03/betonarme.html>
- Resmi Gazete. (2004). Kullanım emniyeti. *Açıklayıcı döküman temel gerek-4* Erişim: 05 Ekim 2020, <https://docplayer.biz.tr/13584669-Aciklayici-dokuman-temel-gerek-4-kullanim-emniyeti.html>
- Sehatek, (2020). Binalarda enerji verimliliği uygulamaları. *Enerji verimliliği yönetmeliği* Erişim: 16 Ekim 2020, <https://sehatek.com.tr/blog/binalarda-enerji-verimliliği-uygulamaları/>, 16.10.2020
- Sönmez, Filiz. (2008, Ekim). “Strüktür-Malzeme-Biçim Birliği Üzerine Gelişen Mimari Tasarım”. 4. *Ulusal Çatı & Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu*. İTÜ Mimarlık Fakültesi Taşkılla, İstanbul.
- Şahin, S. (2011). *Mühendislik malzemelerinin mekanik özellikleri. Ders notu* Erişim: 16 Ekim 2020, <https://docplayer.biz.tr/105006781-Muhendislik-malzemelerinin-ozellikleri-mekanik-ozellikler.html>.
- Şantiyede, (2020). 2020 yılı inşaat birim fiyatları. *Birim fiyat analizleri* Erişim: 11 Kasım 2020, <https://santiyede.com/2020-yili-insaat-birim-fiyatlari/>
- Şenkal, F. (1996). *Konutlarda dünden bugüne ahşap kullanımı üzerine bir araştırma*. Yüksek Lisans, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, (67619).
- Şirikçi, S.T. (2013). *Tarihi Eserlerde yapı malzeme cinslerinin araştırılması ve korunmaları için alınacak önlemler*. Yüksek Lisans, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (357297).

- Taşlıgil, N., ve Şahin, G. (2016). Yapı malzemesi olarak kullanılan türkiye doğal taşlarının iktisadi coğrafya odağında analizi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (33). 607-640.
- Tayla, H. (2007). *Geleneksel Türk Mimarisinde YapıSistem ve Elemanları*. İstanbul: Türkiye Anıt Çevre Turizm Değerlerini Koruma Vakfı.
- Ttnotes, (2020). Büyükkız Kale. *Little Kyz Kala, Turkmenistan Merv* Erişim: 11 Kasım 2020, <https://ttnotes.com/little-kyz-kala.html>
- Tuğlu Karşlı, H. U. (2011). *Yüksek yapılar. Sürdürülebilirlik ve Kent.*.1-5.
- Uluç, H. (1946). Güney Anadolu'da sivil mimari etüdüleri Çeltikçi Evleri-Bucak Evleri-Akseki Evleri, *Arkitekt Dergisi*, IV, 15. 261-267.
- Ün, H. (2007). Atom yapısı. *Malzeme bilgisi-2 ders notu* Erişim: 15 Ekim 2020, <https://www.coursehero.com/file/52766691/Malzeme-ders2-atom-yapisipdf/>
- Ünal R. (2006). Malzeme bilgisi. *Ders notu* Erişim 20 Eylül 2020. <https://docplayer.biz.tr/21530958-Malzeme-bilgisi-atomların-yapısı.html>
- Vural, M. (2011). Ch4: malzemelerin fiziksel özellikleri. *Ders Notu. IML 212 - imal usulleri (üretim yöntemleri). İTÜ Makine Fakültesi. İstanbul: 1-22* Erişim: 16 Eylül 2020, <https://docplayer.biz.tr/7032839-Iml-212-imal-usulleri.html>
- Yağcı, B. (2010). İnşaat mühendisliğine giriş (İmg-6). *Yapı malzemesi-bağlayıcı malzemeler ve beton* Erişim: 14 Eylül 2020, <https://docplayer.biz.tr/22566264-Insaat-muhendisligine-giris-img-6.html>
- Yalçın., G. (2013). *Yeşil bina sertifika programları ve Türkiye'deki uygulanabilirliğinin uygulanması*. Yüksek Lisans, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (352207).
- Yandex (2021). Diyarbakır evleri, Erişim: 10.01.2021, [https://yandex.com.tr/gorsel/search?from=tabbar&text=Diyarbak%C4%B1r%20evleri&pos=1&img_url=https%3A%2F%2Fi.istiklal.com.tr%2F2%2F1280%2F720%2Fstorage%2fold%2Ffiles%2F2019%2F3%2F21%2F441580%2F441580.jpg&rpt=simage](https://yandex.com.tr/gorsel/search?from=tabbar&text=Diyarbak%C4%B1r%20evleri&pos=1&img_url=https%3A%2F%2Fi.istiklal.com.tr%2F2%2F1280%2F720%2Fstorage%2Fold%2Ffiles%2F2019%2F3%2F21%2F441580%2F441580.jpg&rpt=simage)
- Yücel, G. (2018). Ahşap ve mimarlık eğitimi: İstanbul örneği. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 62-77.

7. EKLER

EK-1A Kerpiç-Toprak Bina Metraji

Kerpiç binaların yapımı hakkında 1998 ve 2007 Bina Deprem Yönetmeliklerinde ilgili bölümler bulunmasına rağmen “2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinde” kerpicin bir yapı malzemesi olarak kullanımı yasaklanmıştır (insapedia.com, 6.08.2020). Kerpiç binanın metraj hesaplamaları bir yapı malzemesi olarak nitelendirmediğın yapılmamıştır



EK-2A Yığma-Tuğla Bina Metrajı

Sıra No	Poz No	Tanım	Birim	Miktar	Birim Fiyat (TL)	Tutar (TL)
1	Y.18.001/R03	250 mm yüksekliğinde asmolen dolgu tuğlası (250 x200 x 400 mm) ile asmolen döşeme yapılması	m ²	30	66,41	1.992,3
2	Y.18.001/C14	135 mm kalınlığında yatay delikli tuğla (190 x35 x 190 mm) ile duvar yapılması	m ²	450	54,03	24.313,5
3	15.280.1009	Beton, tuğla duvar vb. yüzeylere perlitli sıva ve saten alçı kaplama yapılması	m ²	900	45,13	40.617
4	15.280.1010	Kaba sıva vb. yüzeyler üzerine 5 mm kalınlığında saten alçı kaplama yapılması	m ²	900	15,83	14.247
5	Özel Poz no.01	90*230'luk Panel Kapı Montaj Dâhil	Adet	10	300	2.800
6	Özel Poz no.02	100*230'luk Çelik Kapı Montaj Dâhil	Adet	3	2.200	6.600
7	Özel Poz no.03	180*230'luk Sürgü Kapı Montaj Dâhil	Adet	3	2250	6750
8	Özel Poz no.04	180*150 PVC Pencere Montaj Dâhil	Adet	3	1000	3000
9	Özel Poz no.05	220*150 PVC Pencere Montaj Dâhil	Adet	2	1500	3000
10	Y.26.005/302	(30 x 30 cm) veya (33 x 33 cm) anma ebatlarında, her türlü desen ve yüzey özelliğinde, I. kalite beyaz seramik yer karoları ile 3 mm derz aralıklı döşeme kaplaması yapılması	m ²	99	52,69	5.216,31
11	Özel Pozno.06	Standart Çatı	m ²	100	275	27.500
12	Özel Pozno.07	Standart Çatı İşçilik	Gün	7	800	5600
					TOPLAM	141.636,11

EK-2B Yığma-Tuğla Bina Enerji Kimlik Belgesi

tep ENERJİ KİMLİK BELGESİ

Binanın
Tipi :
İnşaat Yılı :
Kapalı Kullanma Alanı :
Ada, Parseli :
Adresi :
Bina Sahibinin
Adı Soyadı :
Adresi :
Müşterek Tesisatların Sahibi (gerektiğinde)
Adı Soyadı :
Adresi :

Binanın Resmi

Enerji Performansı
Yüksek
A
B
C
D
E
F
G
Düşük
kWh/m²·yıl

SEG Emisyonu
Düşük
A
B
C
D
E
F
G
Yüksek
kg/m²·yıl

Yenilenebilir Enerji Kullanım Oranı
%
0

Enerji Kullanım Alanı	Kullanılan Sistem	Yıllık Enerji Tüketimleri			Sınıfı
		Nispet (kWh/yıl)	Birimlik (kWh/yıl)	Kullanım Alanı Başına (kWh/m ² ·yıl)	
TOPLAM					ABCDEF G
ISITMA					ABCDEF G
SHHİ SICAK SU					ABCDEF G
SOĞUTMA					ABCDEF G
HAVALANDIRMA					ABCDEF G
AYDINLATMA					ABCDEF G

Açıklamalar

Belgenin
Numarası :
Veriliş Tarihi :
Son Geçerlilik Tarihi :

Belgeyi Düzenleyenin
Adı Soyadı :
Firması :
Oda Sicil Nosu :


İmza

Bina Genel Bilgileri
Bina resmi veya modeli
Enerji tüketim sınıfı
CO2 salımı sınıfı
Yenilenebilir Oranı
Isıtma Enerji tüketim sınıfı
Sıcak su Enerji tüketim sınıfı
Soğutma Enerji tüketim sınıfı
Havalandırma Enerji tüketim sınıfı
Aydınlatma Enerji tüketim sınıfı
Yalıtım durumu, alınacak tedbirler vb. açıklamalar
EKB ve EKB Uzmanı ile ilgili bilgiler

EK-3A Taş Bina Metrajı

Sıra No	Poz No	Tanım	Birim	Miktar	Birim Fiyat (TL)	Tutar (TL)
1	V.0209/01	Moloz Taş Duvarda Bulunan Taş Bedeli	m ³	160	417,58	66.812,8
2	SNBF.10	Moloz taş nakli	m ³	160	80	12.800
3	V.0902/01	Doz Çimento Takviyeli Kireç Harçla Moloz Taş Duvar Yapılması İşçiliği	m ³	160	420,10	67.200
4	SNBF.25	Çimento nakli (normal)	ton	10,8	50	540
5	SNBF.15	Kum çakıl(bedeli hariç) nakli	m ³	48	65	3120
6	SNBF.01	Sönmemiş kireç nakliyesi	ton	2,4	50	120
7	Y.16.050/15	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 20/25 basınç dayanım sınıfında beton dökülmesi (beton nakli dahil)	m ³	11	253,63	2.789,93
8	Y.21.001/02	Ahsaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması	m ²	80	63,98	5.118,4
9	Y.23.014	Ø 8- Ø 12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	ton	0,5	4.444,21	2.222,11
10	SNBF.20/A	Herçeşit b.a düz ve nervürlü ve profil demir nakli	ton	0,5	250	125
11	Y.22.009/01	Ahsaptan masif tablalı iç kapı kanadı yapılması ve yerine konulması	m ²	38,6	180,66	6.973,476
12	Y.22.051/01	Ahsaptan kasa ve pervazlı tek sathlı pencere yapılması ve yerine konulması	m ²	14,2	218,50	3.102,7
13	Y.26.005/302	(30 x 30 cm) veya (33 x 33 cm) anma ebatlarında,her türlü desen ve yüzey özelliginde, I.kalite,beyaz seramik yer karoları ile 3 mm derz aralıklı döseme kaplaması yapılması (karo yapıştırıcısı ile)	m ²	80	52,69	4.215,2
14	Özel Poz no.06	Standart Çatı	m ²	100	275	27.500
15	Özel Poz no.07	Standart Çatı İşçilik	gün	7	800	5600
TOPLAM						208.239,62


EK-3B Taş Bina Enerji Kimlik Belgesi

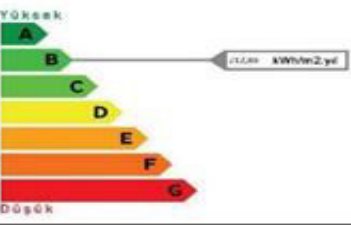


tep TR
TARİHSEL ENERJİ PERFORMANSI

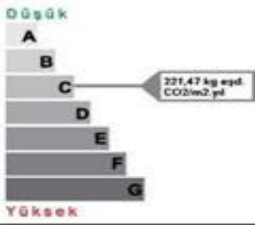
ENERJİ KİMLİK BELGESİ

Binanın
Tipli : Apartman
İnşaat Yılı : 2020
Kapalı Kullanma Alanı : 200
Ada, Parselli :
Adresi :
Bina Sahibinin
Adı Soyadı : TAŞ BİNA
Adresi :
Müşterek Tesisatların Sahibi (gerekliyse)
Adı Soyadı :
Adresi :

Binanın Resmi


Enerji Performansı


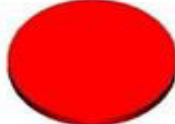
Yüksek
A
B
C
D
E
F
G
Düşük

Sera Gazı Emisyonu


Düşük
A
B
C
D
E
F
G
Yüksek

Yenilenebilir Enerji Kullanım Oranı

%0,00



Enerji Kullanım Alanı	Kullanılan Sistem	Yıllık Enerji Tüketimleri			Sınıfı
		Nüvel (kWh/yıl)	Birimli (kWh/yıl)	Kullanım Alanı Başına (kWh/m ² .yıl)	
TOPLAM		219.076,43	401.301,61	212,89	ABCDEF G
ISITMA	Isıtma Sistemi	52.168,37	52.168,37	92,24	ABCDEF G
SİHİ SICAK SU	Sıcak Su Sistemi	32.918,96	32.918,96	58,20	ABCDEF G
SOĞUTMA	Sogutma Sistemi	132.286,42	312.195,94	233,90	ABCDEF G
HAVALANDIRMA		0,00	0,00	0,00	
AYDINLATMA	Kompakt floresan	1.702,69	4.018,34	3,01	ABCDEF G

Açıklamalar

Belgenin
Numarası :
Veriliş Tarihi :
Son Geçerlilik Tarihi :

Belgeyi Düzenleyenin
Adı Soyadı :
Firması :
Oda Sicil Nosu :

İmza

EK-4A Ahşap Bina Metrajı

Sıra No	Poz No	Tanım	Birim	Miktar	Birim Fiyat (TL)	Tutar (TL)
1	V.0208/001	Çam kerestesi 1. Sınıf	m ²	9,44	2.100	19.824
2	Y.21.311/01	Ahsaptan lambri yapılması	m ²	655	345,96	226.603,8
3	Y.16.050/15	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 20/25 basınç dayanım sınıfında beton dökülmesi (beton nakli dahil)	m ³	11	253,63	2.789,93
4	Y.21.001/02	Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması	m ²	80	63,98	5.118,4
5	Y.23.014	Ø 8- Ø 12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	ton	0,5	4.444,21	2.222,11
6	Nakliyat	Herçeşit b.a düz ve nervürlü ve profil demir nakli (karabük.anadolu)	ton	0,5	250	125
7	Y.22.009/01	Ahsaptan masif tablalı iç kapı kanadı yapılması ve yerine konulması	m ²	38,6	180,66	6.973,476
8	Y.22.051/01	Ahsaptan kasa ve pervazlı tek satırlı pencere yapılması ve yerine konulması	m ²	14,2	218,5	3.102,7
9	Y.26.005/302	(30 x 30 cm) veya (33 x 33 cm) anma ebatlarında,her türlü desen ve yüzey özelliginde, I.kalite,beyaz seramik yer karoları ile 3 mm derz aralıklı döşeme kaplaması yapılması (karo yapıştırıcısı ile)	m ²	80	38,79	3.103
10	Özel Poz no.06	Standart Çatı	m ²	100	275	27.500
11	Özel Poz no.07	Standart Çatı İşçilik	gün	7	800	5.600
			TOPLAM			302.962

EK-4B Ahşap Bina Enerji Kimlik Belgesi

bep TR

ENERJİ KİMLİK BELGESİ

Binanın

Tipi : Apartman
İnşaat Yılı : 2020
Kapalı Kullanma Alanı : 200
Ada, Parseli :
Adresi :
Bina Sahibinin
Adı Soyadı : AHŞAP BİNA
Adresi :
Müşterek Tesisatların Sahibi (gerekliyse)
Adı Soyadı :
Adresi :

Binanın Resmi

Enerji Performansı

Yüksek

A B C D E F G

Düşük

301,58 kWh/m²·yıl

Sera Gazı Emisyonu

Düşük

A B C D E F G

Yüksek

221,47 kg eq. CO₂/m²·yıl

Yenilenebilir Enerji Kullanım Oranı

%0,00

Enerji Kullanım Alanı	Kullanılan Sistem	Yıllık Enerji Tüketimleri			Sınıfı
		Nikah (kWh/yıl)	Birincil (kWh/yıl)	Kullanım Alanı Başına (kWh/m ² ·yıl)	
TOPLAM		219.076,43	401.301,61	301,58	ABCDEF G
ISITMA	Isıtma Sistemi	52.168,37	52.168,37	92,24	ABCDEF G
SIHHİ SICAK SU	Sıcak Su Sistemi	32.918,96	32.918,96	58,20	ABCDEF G
SOGUTMA	Sogutma Sistemi	132.286,42	312.195,94	233,90	ABCDEF G
HAVALANDIRMA		0,00	0,00	0,00	
AYDINLATMA	Kompakt floresan	1.702,69	4.018,34	3,01	ABCDEF G

Açıklamalar

Belgenin

Numarası :
Veriliş Tarihi :
Son Geçerlilik Tarihi :

Belgeyi Düzenleyenin

Adı Soyadı :
Firması :
Oda Sicil Nosu :

İmza


EK-5A Betonarme Bina Metrajı

Sıra No	Poz No	Tanım	Birim	Miktar	Birim Fiyat (TL)	Tutar (TL)
1	Y.16.050/15	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 25/30 basınç dayanım sınıfında beton dökülmesi	m³	60	253,63	15.217,8
2	Y.23.014	Ø 8- Ø 12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	ton	7	4.444,21	31.109,47
3	Nakliyat	Her çeşit düz ve nervürlü profil demir nakli	ton	7	250	1750
4	Y.21.001/02	Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması	m²	380	63,98	24.312,4
5	Y.18.001/R03	250 mm yüksekliğinde asmolen dolgu tuğlası (250 x200 x 400 mm) ile asmolen döşeme yapılması	m²	30	66,41	1.992,3
6	Y.18.001/C14	135 mm kalınlığında yatay delikli tuğla (190 x35 x 190 mm) ile duvar yapılması	m²	450	54,03	24.313,5
7	15.280.1009	Beton, tuğla duvar vb. yüzeylere perlitli sıva ve saten alçı kaplama yapılması	m²	900	45,13	40.617
8	15.280.1010	Kaba sıva vb. yüzeyler üzerine 5 mm kalınlığında saten alçı kaplama yapılması	m²	900	15,83	14.247
9	Özel Poz no.01	90*230'luk Panel Kapı Montaj Dâhil	Adet	10	300	2.800
10	Özel Poz no.02	100*230'luk Çelik Kapı Montaj Dâhil	Adet	3	2.200	6.600
11	Özel Poz no.03	180*230'luk Sürgü Kapı Montaj Dâhil	Adet	3	2250	6750
12	Özel Poz no.04	180*150 PVC Pencere Montaj Dâhil	Adet	3	1000	3000
13	Özel Poz no.05	220*150 PVC Pencere Montaj Dâhil	Adet	2	1500	3000
14	Y.26.005/302	(30 x 30 cm) veya (33 x 33 cm) anma ebatlarında, her türlü desen ve yüzey özelliğinde, I. kalite beyaz seramik yer karoları ile 3 mm derz aralıklı döşeme kaplaması yapılması	m²	99	52,69	5.216,31
15	Özel Pozno.06	Standart Çatı	m²	100	275	27.500
16	Özel Pozno.07	Standart Çatı İşçilik	Gün	7	800	5600
					TOPLAM	214.025,78

EK-5B Betonarme Bina Enerji Kimlik Belgesi


bep TR ENERJİ KİMLİK BELGESİ

Binanın
Tipi :
İnşaat Yılı :
Kapalı Kullanma Alanı :
Ada, Parseli :
Adresi :
Bina Sahibinin
Adı Soyadı :
Adresi :
Müsterak Tevessatların Sahibi (gerekliyse)
Adı Soyadı :
Adresi :

Binanın Resmi


Enerji Performansı
Yüksek
A
B
C
D
E
F
G
Düşük
kWh/m².yıl

SEG Emisyonu
Düşük
A
B
C
D
E
F
G
Yüksek
kg CO₂/m².yıl

Yenilenebilir Enerji Kullanım Oranı
%


Enerji Kullanım Alanı	Kullanılan Sistem	Yıllık Enerji Tüketimleri			Sınıfı
		Nihai (kWh/yıl)	Birimi (kWh/yıl)	Kullanım Alanı Başına (kWh/m ² .yıl)	
TOPLAM					ABCDEFG
ISITMA					ABCDEFG
SİRH SICAĞ SU					ABCDEFG
SOĞUTMA					ABCDEFG
HAVALANDIRMA					ABCDEFG
AYDINLATMA					ABCDEFG

Açıklamalar

Belgenin
Numarası :
Veriliş Tarihi :
Son Geçerlilik Tarihi :

Belgeyi Düzenleyenin
Adı Soyadı :
Firması :
Oda Sicil Nosu :

İmza

Bina Genel Bilgileri

Bina resmi veya modeli

Enerji tüketim sınıfı

CO2 salımı sınıfı

Yenilenebilir Oranı

Isıtma Enerji tüketim sınıfı

Sıcak su Enerji tüketim sınıfı

Soğutma Enerji tüketim sınıfı

Havalandırma Enerji tüketim sınıfı

Aydınlatma Enerji tüketim sınıfı

Yalıtım durumu, alınacak tedbirler vb. açıklamalar

EKB ve EKB Uzmanı ile ilgili bilgiler

EK-6A Çelik Bina Metrajı

Sıra No	Poz No	Tanım	Birim	Miktar	Birim Fiyat (TL)	Tutar (TL)
1	Y.23.101	Her çeşit profil, çelik çubuk ve çelik saçlarla karkas, (çerçeve) inşaat yapılması, yerine tespiti (yapı karkası, köprülerde profil demirlerinden kirişler, başlıklar, bağlantılar ve benzeri imalatlar)	ton	16	7.727,91	123.646,56
2	Y.18.001/C14	135 mm kalınlığında yatay delikli tuğla (190 x35 x 190 mm) ile duvar yapılması	m ²	450	54,03	24.313,5
3	27.525/1A	Beton,tuğla duvar vb. yüzeylere perlitli sıva ve saten alçı kaplama yapılması	m ²	900	45,13	40.617
4	27.528/2	Kaba sıva vb. yüzeyler üzerine 5 mm kalınlığında saten alçı kaplama yapılması	m ²	900	15,83	14.247
5	Y.16.050/15	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 20/25 basınç dayanım sınıfında beton dökülmesi (beton nakli dahil)	m ³	4,5	253,63	1.141,34
6	Y.21.001/02	Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması	m ²	80	63,98	5.118,4
7	Y.23.014	Ø 8- Ø 12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	ton	0,7	4.444,21	3.110,95
8	Nakliyat	Herçeşit b.a düz ve nervürlü ve profil demir nakli	ton	0,7	250	175
9	Özel Poz no.01	90*230 luk Panel Kapı Montaj Dahil	adet	10	300	3000
10	Özel Poz no.02	100*230 luk Çelik Kapı Montaj Dahil	adet	3	2.200	6.600
11	Özel Poz no.03	180*230 luk Sürgü Kapı Montaj Dahil	adet	3	2.250	6.750
12	Özel Poz no.04	180*150 PVC Pencere Montaj Dahil	adet	3	1000	3000
13	Özel Poz no.05	220*150 PVC Pencere Montaj Dahil	adet	2	1.500	3000
14	Y.26.005/302	(30 x 30 cm) veya (33 x 33 cm) anma ebatlarında,her türlü desen ve yüzey özelliginde, I.kalite,beyaz seramik yer karoları ile 3 mm derz aralıklı döşeme kaplaması yapılması (karo yapıştırıcısı ile)	m ²	99	52,69	5.216,31
15	Özel Poz no.06	Standart Çatı	m ²	100	118,5	11.850
16	Özel Poz no.07	Standart Çatı İşçilik	gün	7	500	3.500
			TOPLAM			255.286,06

EK-6B Çelik Bina Enerji Kimlik Belgesi

