

**T.C.
HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YAPI BİYOLOJİSİ AÇISINDAN KERPIÇ
KULLANIMININ ETKİLERİ**

**MİMARLIK ANA BİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**PENBEGÜL ÖZTÜRK
HAZİRAN 2020**

Yapı Biyolojisi Açısından Kerpiç Kullanımının Etkileri

**Hasan Kalyoncu Üniversitesi Mimarlık Ana Bilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**



Danışman

Prof. Dr. A. Bilge IŞIK

**Penbegül ÖZTÜRK
Haziran 2020**



© 2020 [Penbegül ÖZTÜRK]

ONAY FORMU



İlgili tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek ilgili tezde yer aldığını beyan ederim.

Penbegül ÖZTÜRK

ÖZET

YAPI BİYOLOJİSİ AÇISINDAN KERPIÇ KULLANIMININ ETKİLERİ

ÖZTÜRK, Penbegül

Yüksek Lisans Tezi, Mimarlık Ana Bilim Dalı

Tez Yöneticisi: Prof. Dr. A. Bilge IŞIK

Haziran 2020

262 sayfa

İnsan hayatında yeme, içme gibi barınma da önemli bir ihtiyaçtır. Toplayıcılıktan yerleşik hayata geçişle başlayan barınak inşası, ihtiyaçların gelişimi ve değişimine paralel olarak güncellenerek günümüze ulaşmıştır. Başlangıçta çevreden edinilen doğal malzemelerin kullanımıyla oluşturulan bu yapma çevreler, endüstri ve teknolojinin gelişimine ayak uydurarak, yeni üretilen yapı malzeme ve tekniklerinin kullanıldığı, yapılaşmanın yataydan dikeye dönüştüğü bir hal almıştır. II. Dünya Savaşı sonrası yapı açığını kapatmak amacı ile gelenekselden endüstriyel malzeme ve inşaat teknolojisine geçerken sadece taşıyıcılığı düşünülerek bina inşa edilmesi, içinde yaşayan insanların hastalanmasına neden olmuştur. Yaşadığı zamanın büyük bir bölümünü kapalı ortamlarda geçiren insanlar, mekân içerisinde oluşan çeşitli hava kirleticileri, yetersiz iç mekân konforu ve mekânın olumsuz sosyolojik, psikolojik ve biyolojik etkileri nedeniyle çeşitli rahatsızlıklar yaşamaktadırlar. Bu rahatsızlıklar Hasta Bina Sendromu (HBS) olarak adlandırılmakta ve neden olan etkilerin ortadan kalkmaması ve etkisinin sürmesi, ciddi rahatsızlık ve ölüme neden olabilmektedir. Yapıların insanları hasta edebileceği bulgusu üzerine, yapıların insan sağlığına ve çevreye etkilerini araştıran, kullanıcısı ve çevresi ile uyum yakalayan yapı oluşumu için belirli ilkeler (hava, nem, ısı, aydınlatma, ses, elektroiklim gibi ideal hayati konfor gereklilikleri ve çevresel verilere uyum) belirleyen Yapı Biyolojisi Bilimi oluşmuştur.

Doğanın dengesinin bozulması, çevre kirliliği, yeryüzündeki kaynakların giderek tükenmesi, yaşanan salgın hastalıklar, ekonomik sıkıntılar sonucu dünya genelinde farkındalık yaşayan bir kesim, hayatlarını sürdürebilecekleri sağlıklı ve doğal mekân arayışlarına yönelmektedir.

Çalışmanın amacı, bu bilincin daha da yayılmasını sağlamak, günümüz yapı kaynaklı hastalıkların oluşumuna dikkat çekerek, sağlıklı yapı oluşumu için doğal bir malzeme olan kerpicingin uygunluğunu açıklayıp, günümüz modern yapılaşmasında tercih edilebilir bir malzeme olmasını sağlamaktır.

Literatür taraması sonucu oluşturulan çalışma kapsamında, kerpiç tüm özellikleri ile ele alınmış, yapı biyolojisi açısından etkileri kullanıcı ve çevre odaklı incelenerek yararlı yönleri tekrar ön plana çıkarılmaya çalışılmış ve teknolojisinin güncellenmesi için öneriler getirilmiştir.

Çalışmanın işlenişi;

İkinci bölümde, yapı biyolojisi tanımı, amacı, ortaya çıkışı, yapı ile sağlık arasındaki ilişkiler açıklanarak yapı kaynaklı hastalık oluşumlarına değinilmiştir.

Üçüncü bölümde, yapı biyolojisi kapsamında yapı ve insan konuları ele alınmış, yapı biyolojisi ilkeleri açıklanmıştır. Yapı Biyolojisi ve Ekolojisi Enstitüsü' nün çalışma alanlarından ve amaçlarından bahsedilerek, yapılarda sağlığa etki eden unsurlar sıralanmış ve içlerinde sağlığa en fazla etki eden iç ortam hava kirliliği, belirtileri, nedenleri ve kullanıcı sağlığına etkileri anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde, doğal yapılara değinilmiş, çalışmanın konusu kerpiç ile ilgili geçmişten günümüze toprak yapı ve gelişimi anlatılmıştır. Doğal bir yapı malzemesi olan kerpicingin tanımı, oluşumu, bileşimi, yapım yöntemleri ve sistemleri, mekânda fiziksel ve mekanik özellikleri ile sağladığı biyolojik etkileri, kullanımının olumlu ve olumsuz yönleri ve günümüz ve gelecek yapı sektöründe tercih edilebilmesi için teknolojisinde yapılabilecek güncelleme önerileri açıklanmıştır.

Beşinci bölümde, yapı biyolojisi ilkeleri açısından kerpiç kullanımının etkileri kullanıcı ve çevre odaklı değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır. Çağdaş kerpiç bir yapı olan Kadıovacık Biyoevi, yapı biyolojisi ilkelerine uygunluğu açısından değerlendirilmiştir.

Tartışma bölümünde, çalışmanın amacı olan kerpiç kullanımının; sağlık, çevre ve ekonomi gibi birçok açıdan olumlu olarak etki ettiği savunusunu, başka çalışmalardaki fikirlerle tartışıp, destekleyerek öneri getirilmiştir.

Çalışmada kerpicingin bir yapı malzemesinden beklenebilecek tüm konfor özelliklerini tek başına sağlayabildiği ve enerji konusunda tasarruflu olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu özellikleri ile kerpicingin sağlık ayrıca birey ve ülke ekonomisi için önemi vurgulanmıştır. Günümüz ve gelecek yapılaşması için, kerpicingin sektörde yeniden kabul görmesini ve tercihini sağlamak için çalışmadaki bulgulardan yola çıkılarak öneriler getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yapı biyolojisi, kerpiç, toprak yapı, biyoklimatik yapı analizi, sağlıklı yapı

ABSTRACT

EFFECTS OF THE USE OF ADOBE IN TERMS OF BUILDING BIOLOGY

ÖZTÜRK, Penbegül

M.Sc. , in Architecture

Supervisor: Prof. Dr. A. Bilge IŞIK

June 2020

262 page

Shelter is also an important need such as eating and drinking in human life. The construction of the shelter, which started with a transition from gathering to settled life, has been updated in parallel with the development and change of needs and has reached today. These handmade buildings, which was originally created with the use of natural materials acquired from the environment, has adapted to the development of the industry and technology, and has become an environment where newly produced building materials and techniques are used, and the construction transforms from horizontal to vertical. While transitioning from traditional to industrial materials and construction technology, in order to close the building gap after World War II, construct the building only by considering its carrier caused the people to get sick living in it. People who spend most of their time in indoor environments experience various ailments due to various air pollutants occurring in the space, inadequate indoor comfort and negative sociological, psychological and biological effects of the space. These ailments are called as Sick Building Syndrome (SBS) and the effects that do not disappear and persistence may cause serious ailments and death. As a result of the evidence that buildings can make people sick, Construction Biology Science, which investigates the effects of buildings on human health and environment, and determines the certain principles (ideal comfort requirements and adaptation to environmental data such as air, humidity, heat, lighting, sound, electroclimate) for the formation of the structure that harmonizes the user and the environment, was formed.

As a result of the disruption of the nature, environmental pollution, gradual depletion of the resources on earth, epidemic diseases experienced, a sector that is aware of the world as a result of economic difficulties, is looking for a healthy and natural place where they can live their lives.

The aim of the study is to ensure that this consciousness spreads further, to draw attention to the formation of today's constructional diseases, to explain the suitability of adobe which is a natural material for healthy building formation and to make it a preferable material in today's modern construction.

Within the scope of the study created as a result of the literature review, adobe was handled with all its features, its effects in terms of building biology were examined

by focusing on the user and the environment, and its useful aspects were tried to be brought to the fore and suggestions were made to update its technology.

Processing of the work;

In the second part, the definition of building biology, its purpose, its emergence, the relationship between structure and health are explained and the occurrence of structure-borne diseases are mentioned.

In the third part, building and human issues are discussed within the scope of building biology and principles of building biology are explained. By mentioning the working areas and objectives of the Institute of Building Biology and Ecology, the elements affecting health in the buildings are listed and indoor air pollution, symptoms, causes, and effects on user health, which affect the health in the most, are explained.

In the fourth part, the natural structures are mentioned and the soil structure and its development related to mudbrick is explained. The definition, formation, composition, construction methods and systems of the adobe, which is a natural building material, its physical and mechanical properties in the space, the biological effects it provides, the positive and negative aspects of its use, and the update suggestions that can be made in its technology to be preferred in today's and future construction sector are explained.

In the fifth part, the effects of adobe use in terms of building biology principles are evaluated and interpreted with a focus on user and environment. Kadıovacık Biohouse, which is a modern mud brick building, has been evaluated in terms of its compliance with the principles of building biology.

In the discussion section, the use of adobe, which is the purpose of the study; Suggestions have been made by discussing with the thoughts in the other studies and supporting the argument that it has a positive effect on many aspects such as health, environment and economy.

In the study, it was concluded that the adobe alone can provide all the comfort features that can be expected from a building material and is energy efficient. With these features, the importance of adobe for health and also for individual and national economy is also emphasized. Suggestions have been made based on the findings in the study to ensure that the adobe is re-accepted and preferred for the present and future construction.

Keywords: Building biology, adobe, soil structure, bioclimatic structure analysis, healthy structure

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince bana her konuda destek olan, kerpici tanıtan ve sevdiren, yakın ilgisini ve bilgi birikimini esirgemeyen çok değerli tez danışmanım Prof. Dr. A. Bilge IŞIK'a ve değerli jüri hocalarım Dr. Öğr. Gör. Mustafa İNCESAKAL ve Doç. Dr. Sibel HATTAP, bölüm başkanımız Doç. Dr. Gülden AYALP başta olmak üzere, bende emeği olan tüm hocalarıma sonsuz teşekkür ederim.

Her zaman arkamda olan, bana inanan ve desteğini esirgemeyen annem Türkan SÜREKÇİ, babam Sait SÜREKÇİ, eşim Ömer F. ÖZTÜRK' e, yüksek lisans yapmam konusunda teşviki ve bana olan olan desteği ile güç veren değerli hocam NNY İç Mimarlık Bölüm Başkanı Dr. Öğr. Gör. Kenan BAŞOĞLU'na sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam ile, gelecek kuşaklara yaşanabilir çevreler bırakmak için sağlıklı, ekolojik ve kültürel bir değer olan kerpicin kullanımının yaygınlaştırılmasına katkı sağlayabilmek ve çalışma içeriğindeki her bir başlıkla bu alanda yapılabilecek yeni çalışmalara ilham olabilmek arzusundayım.

Haziran 2020

Penbegül ÖZTÜRK
Mimar

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında yapı biyolojisi açısından kerpiç kullanımının etkileri değerlendirilmiştir. Çalışma ile geleneksel malzeme ve yapım tekniklerinden, endüstriyel malzeme ve inşaat teknolojilerinin kullanımına geçilmesi ile bina kaynaklı sağlık sorunlarının ortaya çıkışı ele alınmıştır. Doğal bir malzeme olan kerpiç kullanımının yapı biyolojisi açısından incelenmesi ile sağlık açısından faydaları ve enerji tasarrufu elde edilmesi, çevreye olan duyarlılığı ile bireysel ve ülke ekonomisine sağladığı katkılara dikkat çekilmiştir.

Çalışmanın başlangıcında, tez konusunu seçerken isteklerimi göz önünde bulundurup bana her türlü destek olan tez danışmanım Prof. Dr. Bilge IŞIK' a teşekkürlerimi sunarım. Çalışmam sırasında kaynak konusunda rehber olması ve bu alanda yapmış olduğu çalışma, bilgi ve birikimlerinin paylaşımı ile bu tezin oluşmasına büyük katkı sağlamıştır. Tez jürisinde yer alan Doç. Dr. Sibel HATTAP ve Dr. Öğr. Gör. Mustafa İNCESAKAL hocalarımla da tavsiyeleri tezimin daha hızlı tamamlanmasında etkili olmuştur.

Haziran 2020

Penbegül ÖZTÜRK
Mimar

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	v
ABSTRACT	vii
TEŞEKKÜR	ix
ÖNSÖZ	x
İÇİNDEKİLER	xi
TABLolar LİSTESİ	xiv
ŞEKİLLER LİSTESİ	xv
KISALTMALAR LİSTESİ	xviii
1. GİRİŞ	1
1.1 Amaç	3
1.2 Kapsam	5
1.3 Yöntem	7
2. YAPI BİYOLOJİSİ	8
2.1 Yapı Biyolojisinin Tanımı	9
2.2 Yapı Biyolojisinin Amacı	10
2.3 Yapı Biyolojisinin Ortaya Çıkışı	16
2.4 Yapı Biyolojisinde Sağlık Sorunu Oluşumu ile Yapı ve Çevresi Arasındaki İlişki	20
2.4.1 Hasta bina sendromu (HBS)	21
2.4.2 Bina ile ilgili hastalıklar	26
3. YAPI BİYOLOJİSİ KAPSAMI	28
3.1 Yapı Biyolojisi Kapsamında Yapı	29
3.2 Yapı Biyolojisi Kapsamında İnsan	33
3.3 Yapı Biyolojisi Temel İlkeleri	35
3.3.1 Eko sosyal yaşama alanı:	36
3.3.2 Termal ve akustik konfor:	36
3.3.3 Sağlıklı iç mekân iklimi:	37
3.3.4 Çevre, enerji ve su:	38
3.3.5 İnsan odaklı tasarım:	39
3.3.6 Yapı biyolojisi ve ekolojisi enstitüsü' nün çalışma alanları	39
3.3.7 Yapılarda sağlığımıza etki eden başlıca unsurlar	41
3.3.8 İç ortam hava kirliliği	41
3.3.8.1 İç Mekân Hava Kirliliği Belirtileri	42
3.3.8.2 İç Ortam Hava Kirliliğinin Nedenleri	42
3.3.8.3 İç Ortam Hava Kirliliğinin Kullanıcı Sağlığına Etkileri	48
3.4 Biyoklimatik yapı analizi	53
4. DOĞAL YAPI VE KERPIÇ	61
4.1 Doğal Yapı	61
4.2 Doğal Yapı Malzemesi Toprak	64
4.3 Geçmişten Bugüne Toprak Yapılar	67

4.4 Doğal Yapı Malzemesi Kerpiç	84
4.4.1 Kerpiç bileşimi	93
4.4.1.1 Kumlu toprak	95
4.4.1.2 Killi toprak	95
4.4.1.3 Siltli toprak.....	97
4.4.2 Kerpiç yapım yöntemleri	100
4.4.2.1 Geleneksel yöntemle kerpiç tuğla veya blok üretimi.....	100
4.4.2.2 Tokmıklama (Dövme) yöntemiyle kerpiç üretimi.....	104
4.4.2.3 Püskürtme yöntemiyle kerpiç üretimi	108
4.4.3 Kerpiç yapı sistemleri	108
4.4.3.1 Yığma sistem kerpiç yapılar.....	108
4.4.3.2 Kerpiç dolgulu ahşap karkas çatkı sistem (hımış) yapılar	109
4.4.3.3 Karma sistem kerpiç yapılar.....	109
4.4.4 Kerpiç yapı biyolojisi.....	110
4.4.5 Yapı malzemesi olarak kerpiç kullanımının olumlu yönleri.....	117
4.4.6 Yapı malzemesi olarak kerpiç kullanımının olumsuz yönleri	119
4.4.7 Kerpiç yapı teknolojisinin güncellenmesi.....	125
4.4.7.1 Deprem güvenliği.....	126
4.4.7.2 Sudan Zarar Görmenin Engellenmesi	135
4.4.7.3 İnşaat Teknolojisinin Geliştirilmesi	141
5. YAPI BİYOLOJİSİ AÇISINDAN KERPIÇ KULLANIMININ ETKİLERİ	151
5.1 Eko Sosyal Yaşama Alanı	151
5.1.1 Altyapı planlamasında karma fayda odağının iyi olması: işyerine, okula, ikmal hizmetlerine, toplu taşıma sistemlerine vs. Ulaşımın yakınlığı.....	151
5.1.2 Yaşama alanını insancıl ve çevreyi koruyacak şekilde kurgulamak.....	153
5.1.3 Kırsal ve kentsel yerleşim alanlarında yeterli yeşil alanları öngörmek ..	154
5.1.4 Bölgesel ve kendine yeterliliği güçlendirmek, yerel hizmet ağlarını ve tedarikçilerini kullanmak	155
5.1.5 İnşaat alanlarını olabildiğince; toprak, radyasyon, emisyon ve gürültü kirliliği olmayan yerlerden seçilmesi.....	156
5.2 Termal ve Akustik Konfor	157
5.2.1 Doğal, zararlı maddeler içermeyen ve radyoaktivitesi olabildiğince düşük malzemeleri kullanmak	157
5.2.2 Isı Yalıtımı ile ısı depolanması ve iç yüzey ile iç ortam sıcaklıkları arasındaki dengeyi doğru ilişkilendirmek.....	159
5.2.3 Nem Oranını denkleştirebilen (Higroskopik) malzemeleri kullanmak..	164
5.2.4 Yeni yapı nemine dikkat etmek	165
5.2.5 İç Mekân akustiğini ve ses yalıtımını (Ses Altı Titreşimleri Dâhil) optimize etmek.....	166
5.3 Sağlıklı iç mekan iklimi	169
5.3.1 Uyarıcı ve zararlı maddeleri azaltmak ve yeterli taze havayı sağlamak .	169
5.3.2 Sağlığa zararlı küf ile maya mantarlarını, bakterileri, toz ve alerjenleri önlemek.....	170
5.3.3 Nötür ya da iyi kokan malzemeleri kullanmak	171
5.3.4 Elektromanyetik alanları ve dalga boylarını minimize etmek	174
5.3.5 sınıma için ışınım sıcaklığını incelemek	181
5.4 Çevre, Enerji ve Su.....	185
5.4.1 Enerji tüketimini minimize etmek ve yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak.....	185
5.4.2 İnşaat ve tadilat sürecinde, olumsuz çevre etkilerine neden olmamak ...	186

5.4.3 Doğal Yapı Malzemeleri	187
5.4.4 Yerel inşaat yöntemlerini öncelemek, malzeme ve ekonomik ilişkileri en iyi yaşama döngüsü verilerine göre göre tercih etmek	188
5.4.5 Optimum içme suyunu sağlamak	190
5.5 İnsan Odaklı Tasarım	192
5.5.1 Oran, ölçek ve formların uyumlu olmasına dikkat etmek.....	192
5.5.2 Görmek, işitmek, koklamak ve dokunmak gibi duyu etkilerini teşvik etmek	193
5.5.3 Doğasındakine yakın ışık ve renk ilişkilerine dikkat etmek, titreşimsiz aydınlatma elemanları kullanmak	194
5.5.4 Fizyolojik ve ergonomik bilgileri dikkate almak	197
5.5.5 Yerel yapı kültürünü ve zanaati teşvik etmek	198
5.6 Yapı Biyolojisi Açısından Çağdaş Kerpiç Bir Yapının Değerlendirilmesi....	200
6. TARTIŞMA	215
7. SONUÇ	219
KAYNAKLAR	226



TABLolar LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1. Eko sosyal yaşama alanı sınıfında yer alan yapı biyolojisi ilkeleri	36
Tablo 3.2. Termal ve akustik konfor sınıfında yer alan yapı biyolojisi ilkeleri	37
Tablo 3.3. Sağlıklı iç mekân iklimi sınıfında yer alan yapı biyolojisi ilkeleri	38
Tablo 3.4. Çevre, enerji ve su sınıfında yer alan yapı biyolojisi ilkeleri.....	39
Tablo 3.5. İnsan odaklı tasarım sınıfında yer alan yapı biyolojisi ilkeleri	39
Tablo 3.6. İç Mekân Hava Kirleticilerinin İnsan Sağlığına Etkileri.....	49
Tablo 3.7. Chartered Institution Of Building Services Engineers tarafından önerilen konfor seviyeleri.....	50
Tablo 4.1. Toprak yapı ürünleri ve içeriği	69
Tablo 4.2. Önerilen kerpiç harcı granülometri oranları.....	100
Tablo 4.3. İdeal Kerpiç Malzeme Özellikleri.....	116
Tablo 4.4. Kerpiç ve bazı malzemelerin bağıl termal kütle değerlerinin karşılaştırması	116
Tablo 4.5. Normal kerpiç ve alker karşılaştırması	140
Tablo 4.6. Alçılı kerpiçin (Alker) bazı fiziksel ve mekanik özellikleri.....	140
Tablo 5.1 Farklı Malzemelerden Yapılan Duvarlardaki Isı Kaybı Miktarları ve İç-Dış Duvar Yüzeylerindeki Sıcaklık Dereceleri	182
Tablo 5.2. Zemin ölçüm verileri.....	201
Tablo 5.3. Kuzey-doğu cephesi ölçüm verileri	205
Tablo 5.4. Güney-batı cephesi ölçüm verileri	206
Tablo 5.5. Kuzey-batı cephesi ölçüm verileri	207
Tablo 5.6. Güney-doğu cephesi ölçüm verileri	208

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. Yapı Biyolojisi Kelimesinin Anlamsal Açılımı	9
Şekil 2.2. Sağlıklı yapı oluşturma	11
Şekil 2.3. Üçüncü cilt terimi	12
Şekil 2.4. Yapı organizması	13
Şekil 2.5. Dünya genelinde sektörlere göre enerji tüketimi	14
Şekil 2.6. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) Mayıs 2019 CO ₂ salınımı verileri	15
Şekil 2.7. Bir bina için gerekli kişi başı yıllık kaynak akış sistemi	15
Şekil 2.8. Sağlık sorunları oluşumunda yapı ve çevresinin etkileri	20
Şekil 2.9. Bina içi çevre kalitesini oluşturan faktörler	21
Şekil 2.10. İç mekânda kullanıcının konforunu etkileyen faktörler	23
Şekil 2.11. İnsanların yaşantılarını sürdürdükleri alanlar	25
Şekil 3.1. Yapı biyolojisi açısından kullanıcının ihtiyaçları	34
Şekil 3.2. Yapı iç mekân hava kirleticileri (Sustentabilidad y control de Sistemas de Climatización)	43
Şekil 3.3. Kirleticilerin büyük kütleli hava hareketleriyle taşınması	44
Şekil 3.4. Yapı malzemelerinin yaşama döngüsü	45
Şekil 3.5. Kötü hava kalitesinin insan vücuduna etkileri	48
Şekil 3.6. Ev kaynaklı hastalık tür ve oranları	50
Şekil 3.7. Biyoklimatik yapı analizi ile iç mekânda ölçümlenebilen kirleticiler	53
Şekil 3.8. Elektrik ve manyetik alan, dalgalar ve radyasyon kaynakları	54
Şekil 3.9. Toksik içeren iç mekân kirleticileri	57
Şekil 3.10. Küf, mantar ve toz akarı örnekleri	59
Şekil 4.1. Ahşap doğal ev örneği	62
Şekil 4.2. Taş doğal ev örneği	62
Şekil 4.3. Modern kerpiç yapı örneği	63
Şekil 4.4. 12 Temel toprak yapı inşa tekniği	70
Şekil 4.5. Çatal Höyük yerleşkesi	71
Şekil 4.6. Çatal Höyük evi	71
Şekil 4.7. MÖ 8. Binyılda Aşıklı Yapılaşması	72
Şekil 4.8. Babil Şehri ve Babil Kulesi	73
Şekil 4.9. Karya Kralı Mausolus'un Anıt Mezarı	74
Şekil 4.10. Mısır'da kerpiç duvar inşaatı	75
Şekil 4.11. Mısır'da kerpiç yapımı Kraliçe Hatshepsut Mezarı'ndan	75
Şekil 4.12. Ramses II Tapınağındaki depo odaları	76
Şekil 4.13. Yemen'de Şibam Şehri	76
Şekil 4.14. Hindistan'da Tabo Manastırı	77
Şekil 4.15. İran'da Arg-e-Bam	77
Şekil 4.16. Mali'deki Djenne Camisi	78
Şekil 4.17 Fas' da Draa vadisi kerpiç yapılaşma	78
Şekil 4.18 Çin Seddi Duvar Detayı	79

Şekil 4.19. Çin Seddi	79
Şekil 4.20. Mexico'daki Pojoaque'daki Poeh Müzesi	80
Şekil 4.21. Chapel of Reconciliation, Berlin, Almanya.....	81
Şekil 4.22. Maosi Gansu'da kerpiç bir ilkokul yapısı.....	82
Şekil 4.23. Melbourne, Avusturalya' da bir kerpiç bir ev	83
Şekil 4.24. Spandau, Berlin' de bir gençlik merkezi	84
Şekil 4.25. Kerpiç blok yığma duvar kerpiç	85
Şekil 4.26. Tokmaktama yöntemi	85
Şekil 4.27 New Mexico' Daki Pueblos	86
Şekil 4.28 Toprak mimarisinin dünya üzerindeki coğrafi dağılımı	90
Şekil 4.29. Kumun görünüşü ve yapısı	95
Şekil 4.30 Kilin görünüşü ve yapısı.....	96
Şekil 4.31 Siltin görünüşü ve yapısı	97
Şekil 4.32 Toprak parçacıkları ve boyutları.....	98
Şekil 4.33. Toprak içeriği belirleme deneyi.....	101
Şekil 4.34. Kler Deh Koleji kerpiç üretim ve inşaat alanı şeması	102
Şekil 4.35. Kerpiç kesme ve kurutma aşamaları.....	103
Şekil 4.36. Kler Deh Koleji kerpiç üretim ve inşaatı.....	103
Şekil 4.37 Geleneksel kerpiç yapı hayat döngüsü	104
Şekil 4.38. Alker karışımı için alçı ve kireç.....	105
Şekil 4.39. Kuru haldeki malzemenin karıştırılması	105
Şekil 4.40. Kuru haldeki karışıma su ilave edilmesi.....	106
Şekil 4.41. Kalıp içerisinde karışımın işlemi	107
Şekil 4.42. Kalıp alınması.....	107
Şekil 4.43. Hazırlanmış olan kerpiç eleman	107
Şekil 4.44. Kalıbı alınan ürünün testi	107
Şekil 4.45 Geleneksel yöntem eski ve yeni yığma kerpiç yapı örneği	109
Şekil 4.46. Ilıca Köyü hımış yapı örneği	109
Şekil 4.47. Ahşap çatki arası kerpiç dolgu((hımış yapı).....	109
Şekil 4.48. Karma sistem kerpiç yapı örneği	110
Şekil 4.49. İnsan Sağlığı İçin İdeal Konfor Durumu	111
Şekil 4.50 Yapı içi konforu ve insan etkileşimleri.....	113
Şekil 4.51. Kullanıcının mekândaki ısı algısı	116
Şekil 4.52. Kayseri Sindel Höyük Köyü kerpiç yapıda zemin ve yüzey aşınımı	122
Şekil 4.53. Kerpiç yapılarda duvarlar için olası neme maruz kalma durumları ..	122
Şekil 4.54. Kayseri Sindel Höyük Köyü toprak damlı kerpiç yapı örneği	123
Şekil 4.55. Kerpiç yapıda taş temel ve geniş saçak uygulanması.....	124
Şekil 4.56. Kayseri'de kerpiç bir yapıda mevcut imkânlarla yağmur suyu önlemi	124
Şekil 4.57. Kerpiç yapıda deprem yükü etkisi	127
Şekil 4.58a. Deprem etkisinde kerpiç yapının davranışı	128
Şekil 4.58b. İTÜ İnşaat Fakültesi laboratuvarında 2002 de Prof. Dr. Bilge IŞIK tarafından yapılan deney.....	128
Şekil 4.60a. Kerpiç duvar yüzeyinde oyuklar oluşturulması.....	129
Şekil 4.60b. Kerpiç duvardaki oyuklara ahşap elemanların oturtulması (2020).....	129
Şekil 4.61a. Deprem enerjisinin kerpiç duvarda istenilen şekilde söndürülmesi ...	129
Şekil 4.61b. Duvarın yatay hareketini sağlayan geo-grid	129
Şekil 4.62. Ankara Bala (2007) Depremi'nde kerpiç yapı hatıl ile korunmuş	130
Şekil 4.63. Eğimli bölgelerde hatalı yapı konumlandırma örnekleri.....	131
Şekil 4.64. Toprak örtülü kerpiç yapıda ahşap taşıyıcı bağlantısı	132
Şekil 4.65. Taş temel duvarı ve üstünde betonarme hatıl	133

Şekil 4.66. Kerpiç yapı boyutlarına göre açıklık oranları	134
Şekil 4.67. Kerpiç yapılarda pencere kapı açıklıklarında deprem hasarı	134
Şekil 4.68. Kerpiç yapılarda pencere kapı açıklık çözümleri	135
Şekil 4.69. Tübitak İntag Toki 622, Prje 1995, İTÜ Ayazağa,	142
Şekil 4.70. Altınoluk “TÜTNAR Yazlığı” 1997	143
Şekil 4.71. Urfa, GAP İdaresi 400m2 iki katlı Lojman, 2000,	144
Şekil 4.72. Şanlıurfa Viranşehir yapılaşma projesi.....	145
Şekil 4.73. Göbeklitepe Ziyaretçi Merkezi	145
Şekil 4.74. Köyceğiz BKM Plato.....	146
Şekil 4.75. Beton teknolojisindeki makineleri kerpiç üretiminde kullanmak	147
Şekil 4.76. Tokmaklama tekniğinde beton sektöründeki kalıp kullanımı	147
Şekil 4.77. Ankara sarsma tablası Shotcrete ile inşaat.....	148
Şekil 4.78. Shotcrete ile duvar kalıbının doldurulması.....	148
Şekil 4.79. Sıkıştırılmış Toprak Blok	149
Şekil 5.1. Radonun sağlık sorunu oluşturmasında yapı ve çevre arasındaki ilişki ..	158
Şekil 5.2. Yapı nemi	165
Şekil 5.3. Ses kirliliği.....	167
Şekil 5.4. Sağlığa zararlı iç mekân kirleticileri.....	170
Şekil 5.5. Koku alma yorgunluğu	173
Şekil 5.6. İnsan üzerindeki elektrik yükünün değişimi.....	177
Şekil 5.7. Dış çevre kaynaklı ve iç mekânda oluşan dalga ve radyasyon kaynakları	179
Şekil 5.8. Pasif Güneş Kontrolü İle Yüzey Isı Etkisi.....	184
Şekil 5.9. Mevsime göre değişen güneş etkileri	184
Şekil 5.10. Yerel kaynak kullanımı ve yaşam döngüsü	189
Şekil 5.11. YBE Enstitüsü Kadıovacık Biyoevi	200
Şekil 5.12. Temel ve döşeme detayı	201
Şekil 5.13. Ahşap taşıyıcı system	202
Şekil 5.14. Yüzey koruyucu ve yağ emdirilen ahşap yüzeyler	202
Şekil 5.15. Saz kamışı, sıkıştırılmış toprak panel ve kireç bazlı toprak sıva.....	203
Şekil 5.16. Cephe yönelimine göre duvar çözümleri.....	204
Şekil 5.17. Kuzey-doğu cephesi duvar katmanları	204
Şekil 5.18. Güney-batı cephesi duvar katmanları	205
Şekil 5.19. Kuzey-batı cephesi duvar katmanları	206
Şekil 5.20. Güney-doğu cephesi duvar katmanları	207
Şekil 5.21. İç duvar yüzey kaplamaları.....	208
Şekil 5.22. Kapı ve pencere doğramaları	209
Şekil 5.23. Kıırma çatı örtüsü uygulama aşamaları	210
Şekil 5.24. Yeşil çatı katmanları	211
Şekil 5.25. Pasif iklimlendirme çözümleri.....	212
Şekil 5.26. Aktif iklimlendirme çözümleri	212
Şekil 5.27. Mekan içi doğal ve yapay aydınlatma çözümleri	213
Şekil 5.28. Sıcak su çözümü	213
Şekil 5.29. Yapıda toplanan yağmur suyu kullanımı.....	214

KISALTMALAR LİSTESİ

HBS	Hasta Bina Sendromu
SBS	Sick Building Syndrome (Hasta Bina Sendromu)
IEA	International Energy Agency (Uluslararası Enerji Ajansı)
UEA	Uluslararası Enerji Ajansı
FAIA	Fellow of the American Institute of Architects (Amerikan Mimarlar Enstitüsü)
BRI	Building-Related Illness (Bina ile ilgili hastalıklar)
WHO	World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)
TV	Televizyon
HEPA	High-Efficiency Particulate Absorbing (Yüksek Verimli Parçacık Emici)
LCC	Life Cycle Cost (Yaşama Döngüsü Maliyeti)
LCA	Life Cycle Assessment (Yaşama Döngüsü Analizi)
EPA	Environmental Protection Agency (Çevre Koruma Ajansı)
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (Isıtma, Soğutma ve Havalandırma Mühendisleri Amerikan meslek birliği)
PVC	Polivinil Klorür
VOC	Volatile Organic Compound (Uçucu Organik Bileşik)
TMMOB	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
UFF	Üre-Formaldehit Köpük
YBE	Yapı Biyolojisi ve Ekolojisi
CIBSE	Chartered Institution Of Building Services Engineers (İnşaat Hizmetleri Mühendisleri Yeminli Kurumu)
SBM	Yapı Biyolojisi Test Yöntemleri Standardı
ELF	Electron Localization Function (Elektron Lokalizasyon Fonksiyonu)
VLF	Very Low Frequency (Çok Düşük Frekans)
AC	Air Conditioning (Havalandırma)
DC	Direct Current (Doğru Akım)
RF	Radio Frequency- Resonant Cavity Thruster (Radyo Frekansı - Rezonant Boşluk İtici)
UV	Ultraviolet (Ultraviyole-morötesi)
LED	Light-Emitting Diode (Işık Yayan Diyot)
VLC	Visible Light Communication (Görünür Işık İletişimi)
SVOC	Volatile Organic Compound (Uçucu Organik Bileşik)
PCB	Polychlorinated Biphenyl (Poliklorlanmış Bifenil)
PAH	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar)
MVOC	Microbial Volatile Organic Compound (Mikrobiyal Uçucu Organik Bileşikler)
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural

	Organisation (Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü)
GETTY	Getty Koruma Enstitüsü
WHEAP	World Heritage Earthen Architecture Programme (Dünya Mirası Toprak Mimarisi Programı)
KBS	Türkiye Türkçesinde Türkçe Sözcüklerin Köken Bilgisi Sözlüğü
WRI	Worldtech Resources Institute (Dünya Kaynakları Enstitüsü)
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TS	Türk Standartları
HCL	Hydrogen Chloride (Hidrojen klorür)
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
MAG	Mühendislik Araştırma Destek Grubu
İTÜ	İstanbul Teknik Üniversitesi
BM	Birleşmiş Milletler
UBSC	Uniform Building Code Specification
A.B.D	Amerika Birleşik Devletleri
A.S.A.E	American Society of Association Executives (Amerikan dernek yöneticileri derneği)
TOKİ	Toplu Konut İdaresi
GAP	Güneydoğu Anadolu Projesi
BKM	Beşiktaş Kültür Merkezi
STB	Sıkıştırılmış Toprak Bloklar
CRATerre	International Centre on Earthen Architecture (Uluslararası Toprak Mimarisi Merkezi)
BKM	Beşiktaş Kültür Merkezi
EAG	Education Action Group (Eğitim Eylem Grubu)
HUDCO	Housing and Urban Development Corporation Limited (Konut ve Kentsel Gelişim limited şirketi)
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
U	Isı iletkenlik katsayısı
R	Yalıtım kabiliyeti, termal direnç
rh	Relative Humidity (Bağıl nem)
Ppm	Parts per million (Milyonda bir birim)
Cps	Cycles per second (Saniyedeki devir sayısı)
GS	Geopathic Stress (Jeopatik Stres)
ES	Elektromanyetik Stres
EMF	Elektromanyetik radyasyon
TAV	Sıcaklık söndürme genliği
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
GSMH	Gayri Safi Milli Hâsıla
BEV	Binalarda Enerji Verimliliği
CO ₂	Karbon dioksit
µm	Micrometre veya micron
C	Celcius
CO	Karbon monoksit
dBA	(Decibels as per the A scale) A büyüklüğünü aşan desibel
s	Saniye
V	Volt

M	Mach
Hz	Hertz
nT	Nanotesla
μ W	Mikrovat
kHz	Kilohertz
MHz	Megahertz
GHz	Gigahertz
μ T	Mikrotesla
(°)	Derece
nSv	Nanosievert
h	(Hour) Saat
(%)	Yüzde
Bq	Bequerel
m ³	Metre küp
Ips	(Inches per second) Saniyede inç
dB	Desibel
m	Metre
Nm	(Nautical miles) Deniz mili
Lx	Lüks
Ra	Radyum
K	Potasyum
dB	Desibel
μ g	Mikrogram
ng	Nanogram
mg	Miligram
kg	Kilogram
μ g	Mikrogram
°C	Santigrat derece
a	Amper
mbar	Milibar
cm	Santimetre
dm	Desimetre
g	Gram
L	Litre
Mm	Megametre
kgf	(Kilogram force) Kilogram-Kuvvet
kcal	Kilokalori
J	Joule
K	Kelvin
k	Kilo
W	Watt
SO ₂	Kükürt dioksit
NO ₂	Azot dioksit
lt	Litre
λ	Lamda
mj	Megajoule

1. GİRİŞ

İnsanlar için barınma, beslenme gibi en temel ihtiyaçtır. Varoluşun ilk zamanlarından beri de böyle olmuştur. Geçmişte insanlar çevrelerinde buldukları doğal malzemelerle yapı oluşturmuşlar ve doğal malzemenin konforunu yaşamışlardır. İnsanların barınma sağlayacakları yapılarda bazı şartların sağlanması gereklidir. Yapının sağlık açısından sağladığı konfor, sosyal ve psikolojik açıdan kullanıcı ve toplum üzerindeki etkileri, güvenli olması ve risk oluşturmaması çok önemlidir. Ancak günümüzde teknolojinin gelişmesi yapı sektörünü de etkisi altına alarak; yapay, sentetik, zehirli gaz salınımı yapan asbest, radon, formaldehit gibi içeriklere sahip yapı malzemeleri üretilmekte ve kullanılmaktadır. Daha da önemlisi nefes almayan, yalıtılmış, kapalı birer kutu gibi oluşturulan yapılar sağlık problemlerinin başlamasına neden olmakta, insan yaşamını olumsuz etkilemektedir.

Çalışmada, günümüz sağlıklı yapılaşma ve yapı malzemelerine alternatif, sağlıklı bir yapı malzemesi ve yapım yöntemi olan kerpiç kullanımı, sağlıklı bir yapı oluşturmak için kullanılan yapı biyolojisi ilkelerine göre incelenmiş ve kerpicin sanıldığı gibi ilkel, kötü bir malzeme olmadığı, teknolojisinin geliştirilebileceği açıklanmıştır. Geliştirilebileceği savunulan kerpiç teknolojisi ile sadece kendin yap inşaatlarında değil, aynı zamanda yüklenicileri içeren konut ve endüstriyel inşaat oluşumları için de kerpicin değerinin yükselmesi arzulanmaktadır.

Çağımızın en büyük sorunu çevresel olanlar hariç, sağlık ve ekonomik nedenlerden kaynaklanan problemlerdir. Kerpiç aslında bütün bu problemlerin çözümünü tek başına sağlayabilen bir değerdir. Çevre ile uyumlu, yapılaşmada sağlık için tüm koşulları karşılayan, üstelik kullanımı ve geri dönüşümünde ekonomikliği ile hem bugünü hem de geleceği problemlerden kurtarabilir.

İnsanların, yaşantılarını kaliteli şekilde sürdürebilmeleri için sağlık olgusuna önem vermeleri gerekmektedir. İnsan sağlığını etkileyen nedenler incelendiğinde, buldukları çevrenin sağlıklarını etkileyen çok önemli bir faktör olduğu anlaşılmıştır. Günümüzde insanlar, hayatlarının büyük bir bölümünü kapalı ortamlarda geçirmektedirler. Günlük rutinler olarak ele alındığında; iş, okul, eğlence ve sosyal yaşama dışındaki zamanlarını da evde geçirdikleri düşünülürse; ulaşım ve dışarıda geçirilen zamanın haricindeki tüm süre kapalı alanlarda geçmektedir. Kapalı alandaki yapısal ve çevresel faktörler, insanın fizyolojik, psikolojik ve sosyolojik açıdan etkilenmesine neden olmaktadır. Bu etkiler olumsuz olduğunda ve süreklilik arz ettiğinde de sağlık sorunları gündeme gelmektedir. Bu durum kronik rahatsızlıklara ve hatta daha da ileri boyutlara ulaşmış ciddi, ölümcül sonuçlara neden olabilmektedir. Böylesine ciddi bir durum karşısında, çevresine ve kullanıcıya duyarlı, doğa ile uyumlu, tasarımında ve uygulamasında kullanıcı odaklı yapı çözümleri en doğru yaklaşım olacaktır.

2020 yılında yaşanan salgın ile birlikte tüm dünyada başlayan “Evde kal. Hayat eve sığar” ilkesi ile insanlar salgından korunabilmek ve sağlıklı kalabilmek amacı ile süreci evlerinde geçirmişlerdir. Yaşanılan bu inanılması güç durum, insanların sağlıklarının ne kadar önemli olduğunu ve kendilerini korumak için sığındıkları en yakın dış kabukları olan evlerinin de önemini ve sağlık açısından buldukları yapının gerekliliklerini sorgulamalarına neden olmuştur.

Salgın sonucu insanlar artık şehir kalabalığını ve yoğun yaşantıyı sağlıkları için tehdit olarak görmeye başlamışlardır. Çok katlı, yalıtılmış, nefes almayan yapıların ve nüfus artışı ve beraberinde getirdiği plansız kent yapılaşmasının oluşturduğu sorunların çözümü için yıllardır uzmanların sunmuş olduğu öneriler, böylesi bir olay sonrası kendiliğinden gerçekleşme yolundadır. Kentin yoğun, çok katlı, sağlıksız ve stresli yapılaşmasındansa, kırsalda tekil, sağlıklı, doğal ve yerel bir yaşama şekli insanların ilgisini çekmeyi başarmıştır. Bir anda ata toprağı veya kentin karmaşasından kopulabilecek arsa ve emlaklar değerlendirilmeye başlamıştır. Yoğun koşuşturmalı bir hayat içerisinde farkında

olunmadan sağlıksız ortam ve yapılar içerisine kaybolan insanlar evde kaldıkları süre içerisinde yaşama alanlarının önemini kavrama fırsatı yakalamışlardır.

İnsanların evlerinde bu denli zaman geçirmeleri, biyolojik açıdan olduğu kadar psikolojik ve sosyolojik açıdan da sağlıklı kalabilmenin yollarını düşündürmektedir. İnsanların bu dönemde, evlerinden dışarı çıkamayınca salgınla ilgili herhangi bir sağlık tehditi ile karşılaşmalar da buldukları alan yani evlerinin sağlık açısından ne kadar uygun koşullar sergileyip, yaşantılarına ne derecede konfor sunabilmekte olduğu konularını sorgulamaları gündeme gelmiştir.

Tezin konusu bu doğrultuda, sağlıklı yapılar elde etmek için belirlenmiş yapı biyolojisi ilkelerinden yola çıkılarak doğal malzeme, özellikle de kerpiç kullanımını teşvik ederek, kerpicin ve bilinmeyen yönlerinin yapı biyolojisi kapsamında değerlendirilmesini sağlamaktır. Ayrıca yeni yerleşim alanlarının inşa edilebileceği, günümüz insanının ev sorununun çözümlenebileceği ve gelecek nesiller için de kaynakların ekonomik şekilde kullanılabilceği yaklaşımını kerpiç malzeme üzerinden yorumlayarak, malzemeyi yeniden topluma ve inşaat sektörüne kazandırabilmektir.

Sağlıklı yapı oluşumunda birincil etkenin konforlu bir iç mekân olduğu bilinmektedir. Konforlu bir iç mekânın da birinci şartı iç mekân hava kalitesidir. Yapı oluşumunda nefes alabilme özelliğiyle bu koşulu sorunsuz yerine getirme özelliği olan kerpiç; nem difüzyonu, termal kapasite, mikrop barındırmama, koku nötralizasyonu, iyonizasyon özelliği, akustik konfor özelliği gibi birçok olumlu yönüyle günümüz ve gelecek yaşama ve yapılaşmasına ışık tutmaktadır.

1.1 Amaç

Günümüzde yapılan araştırmalar doğrultusunda, çoğu insanın yaşantısının yüzde doksanını yapı içerisinde geçirmekte olduğu bulgusu elde edilmiştir. Binaların konumundan başlayıp, tasarımı, yapısı ve inşaatında kullanılan yapı malzemelerine varıncaya kadar birçok parametrenin, kullanıcıların ruh ve beden sağlığı üzerinde olumlu ya da olumsuz, dolaylı veya doğrudan etkileri vardır. Bu etkileri mümkün olduğunca pozitive çevirebilmek için; yeni bina

oluşumunda tasarım ve inşaat aşamalarında ve mevcut yapıların iyileştirilmesinde yapı biyolojisi kavramsal ilkeleri göz önüne alınmalıdır.

“Amaç, sağlıklı kalabileceğiniz, iç mekan iklimi ve estetiği ile ilgili rahat edebileceğiniz, mümkün olan en iyi ekolojik gereksinimleri karşılayabileceğiniz ve aynı zamanda bir arada bulunabileceğiniz ve uygun fiyatla sahip olabileceğiniz bir yaşama ve çalışma ortamı yaratmaktır.” (Winfried Schneider)

Çalışmanın amacı bu doğrultuda;

- Toplumda sağlıklı yapı ve sürdürülebilir çevre bilinci oluşumuna katkı sağlamak,
- Yapının konumlanacağı çevrede, sürdürülebilirliği göz önünde bulundurarak tasarım ve üretim sürecinde dikkat edilmesi gereken noktaları belirlemek,
- Kullanıcının içerisinde konfor elde edebileceği, hayat kalitesini yükseltecek, sağlıklı yapı tasarım ve üretim verilerini sunmak,
- Hasta Bina Sendromu ve Bina Hastalıklarının nedenleri ve önlemleri konusunda bilgilendirmek,
- Yeni yapı oluşumunda veya mevcut yapı iyileştirme sürecinde biyoklimatik yapı analizi uygulamalarının kullanımını teşvik etmek ve bilinilirliğini arttırmak,
- Yapı biyolojisi açısından sağlıklı yapı oluşumunda doğal yapı tercihine ve doğal malzeme kullanımına dikkat çekmek,
- Geçmişten günümüze inşa edilmiş veya insan sağlığını ve konforunu gözeterек oluşturulacak günümüz yapılarında doğal bir malzeme olan kerpicing etkilerinin araştırılması ve zayıf yönlerinin iyileştirilmesini sağlamak,
- Tarih boyunca eskimeyen ancak unutulmuş kerpicing, üstün yapısal konfor özellikleri ve enerji tasarrufu sayesinde bireysel ekonomi ve ülke

kalkınması için gerekliliğini ortaya koyup, yeniden toplumumuza kazandırılmasını sağlamak,

- Kerpiç yapım tekniklerinin günümüz teknolojisi kullanılarak gelişiminin sağlanmasını vurgulamak, dolayısı ile kerpiç inşaat hızının artırılması, sanayi alanında kerpiç üretimi için yatırım oluşumu ve toplumun kerpiç tercihinin artması,
- Yapıda kullanılan kerpiç malzemenin, yapı biyolojisi kapsamında değerlendirilmesi ve insan sağlığı üzerindeki etkilerinin anlaşılmasını sağlamak hedeflenmiştir.

1.2 Kapsam

İnsanın içerisinde barındığı ve birçok hayati eylemlerini gerçekleştirdiği yapıların, konumlandığı çevresinden başlayarak, tasarımı, üretimi, kullanılan malzemeler ve içerisinde sağladığı konfor da dâhil olmak üzere başta kullanıcısı olan insan ve bütün canlılar üzerinde olumlu ya da olumsuz etkileri bulunmaktadır. İnsanın bulunduğu mekân içerisinde yaşama kalitesini arttırmak ve etrafını çevreleyen yapı kabuğundan sonraki dış çevresinde daha sürdürülebilir bir yapı ve düzen sağlanmalıdır. Bu doğrultuda zincirin ilk halkası olan yaşama alanlarımızın, yapı biyolojisi ilkeleri kapsamında daha sağlıklı tasarlanması ve üretilmesi gerekmektedir.

Çalışmada, insan sağlığının ve konforunun hedeflendiği, yapı biyolojisi ilkeleri kapsamında;

- İç mekân hava niteliğinin zenginleştirilmesi,
- Isıl, akustik ve görsel konfor sağlanması,
- Sağlıklı malzeme seçimi ve kullanımı,

Açısından kerpiç kullanımının etkileri incelenmiş; tasarımdan, üretim ve kullanımına kadar gerekli detaylar belirtilmiştir.

Çalışma kapsamında;

Endüstriyel malzeme ve inşaat teknolojilerinin gelişimi ve günümüz yapılarında kullanımı ile birlikte yapı kaynaklı sağlık sorunlarının ortaya çıkışı ve beraberinde Yapı Biyolojisi Bilimi'nin oluşumuna yer verilmiştir. Yapı kaynaklı sağlık sorunu oluşumu, Hasta Bina Sendromu, Bina ile İlgili Hastalıklar, sağlığı etkileyen başlıca unsurlar ve alınabilecek önlemler açıklanmıştır. Yeni yapı oluşumunda veya mevcut yapı iyileştirmesi yapılırken malzeme ve iç mekân için uygun konfor değerlerinin biyoklimatik yapı analizi verileri doğrultusunda sağlanabileceği aktarılmıştır.

Doğal yapı ve malzeme tercihinin sağlıklı yaşama ve yapılaşma için gerekliliği vurgulanmış, toprak içerikli doğal bir malzeme olan kerpicingin geçmişten günümüze kullanımı, bileşimi, yapım yöntem ve sistemleri, hayat döngüsü süreçleri açıklanmıştır. Yapı malzemesi olarak kerpicingin kullanımının olumlu ve olumsuz yönlerine değinilmiş, teknolojisinin gelişimi, deprem ve suya dayanımının artırılması için yapılan çalışmalar ve alınabilecek önlemler bilgi olarak sunulmuştur.

Yapı biyolojisi ilkeleri açısından değerlendirilen kerpicingin sağlık açısından faydaları, ekolojik faydaları ve enerji tasarrufu sağlaması yönü ile bireysel ve ulusal ekonomi sağlama noktasında önemi, incelenen Kadıovacık Biyoev örneği ile sunulmuştur.

Çalışma kapsamında yapı biyolojisi açısından değerlendirilen kerpicingin, insan, yapı ve çevre açısından sağladığı tüm olumlu özellikleri ile günümüzde tercih edilebilir bir yapı malzemesi durumuna gelmesini sağlamak, hedeflenmektedir.

Çalışmanın kapsamı dâhilinde elde edilen bilgiler, açıklanan ve sunulmuş olan tüm detaylar aslında sadece akademik dünyayı değil, yapı oluşumunda görev alan bütün tasarımcıları, uygulamada görev alan teknik ekibi ve hatta yapı kullanıcılarını da dahi ilgilendirmektedir.

1.3 Yöntem

Sürdürülebilir bir yaşantının ve mimarinin temelini oluşturan Yapı Biyolojisi Bilim Dalı, tükenmekte olan kaynakların etkin kullanımına olanak sağlayan doğal malzeme kullanımını savunarak, tümünden gelim olarak sıralaması yapılırsa; sağlıklı çevre, sağlıklı toplum, sağlıklı yapı ve sağlıklı birey oluşumunu hedeflemektedir. Çalışmada yapıda sağlıklı yaşanması amacı ile yapı kaynaklı hastalık nedenleri incelenerek yapı biyolojisi kapsamında çözüm aranmıştır. Bu kapsam doğrultusunda doğal ve sürdürülebilir bir malzeme olan toprak menşeli “Kerpiç” belirlenmiş olup, geleneksel ve çağdaş kerpiç yapılar incelenmiştir. Geçmişte geleneksel yapıları kullanan insanların yapı kaynaklı sağlık sorunları yaşamamaları ancak günümüz yapılarında yaşayan insanların yapı kaynaklı hastalanmalarına değinilerek sağlıklı ve doğal, yapı ve malzeme seçiminin önemi vurgulanmıştır.

Literatür taraması sonucu oluşturulmuş olan çalışmada; yapı biyolojisi kavramı, ortaya çıkışı, yapı biyolojisi kapsamı ve bu kapsamda insan ve yapı olguları ve ihtiyaçları ve sağlıklı yapı ölçütleri, yapılarda hastalıklara neden olan etkenler, bu etkenlerin analiz ve ölçüm yöntemleri (biyoklimatik yapı analizi) araştırılmıştır. Bulgular sentezlenerek ana ölçütü kerpiç malzemenin kullanımının etkileri olarak yapı biyolojisi kapsamında değerlendirilmiştir. Değerlendirmede; kerpicing geçmişten günümüze kadar gelişimi, ekonomikliği, Türkiye’de ve dünyada kullanımı ve kaynak etkinliği, yapım yöntemleri ve sistemleri, fiziksel ve mekanik özellikleri, mekânsal ve çevresel etkileri, geri dönüşümü konularına yer verilmiştir. Çağdaş bir kerpiç yapı örneği olan Kadiovacık Biyoevi yapı biyolojisi kapsamında değerlendirilerek, kerpicing sağlıklı ve ekolojik yapı oluşumunda gerekli bütün ölçütleri tek başına sağlayabildiği bulguları işlenmiştir.

2. YAPI BİYOLOJİSİ

Yapı biyolojisi, yapıların ve iç mekân ortamlarının insan sağlığına olan etkilerini inceleyen çok geniş kapsamlı bir bilim dalıdır.

Yapı biyolojisi, sağlıklı ve çevresiyle uyum içerisinde olan yapılaşmaları inceleyen, denetleyen ve yönlendiren bir bilim dalı ve aynı zamanda bünyesinde geliştirilen ilkeler doğrultusunda yeni yapılar için tasarım, malzeme seçimi, uygulama ve mevcut yapılar için iyileştirme konularında yol göstericidir. Biyolojik yapı inşa etmek, bireylerin ve toplumun sağlık hizmetlerine aktif ve vazgeçilmez bir katkı sağlarken, gezegenimizin mevcut hammaddelerinin dikkatli kullanımına da etki ederek ülke ekonomisine katkı sağlar.

Disiplin olarak kültürel ve biyolojik bir anlam taşıyan yapı biyolojisi bilimi, insan ile yapılaştığı çevre arasındaki bütünsel ilişkileri konu edinir. 1960'lı yıllarda tıp doktoru Hubert Palm tarafından Almanya'da kuramsallaştırılmıştır. Ekolojik mimarlığın da gelişmesini tetikleyen Yapı Biyolojisi bilim dalı, çeşitli tahriş ediciler için kapalı yaşama ortamını araştıran bir yapı bilimi alanıdır. Uygulayıcılar, konut, ticari ve kamu binaları ortamının, sakinlerin sağlığını ve performansını nasıl etkileyebileceğini, huzurlu veya stresli bir ortam oluşturabilme durumlarını araştırır. Yapı biyolojisinin önemli alanları; yapı malzemeleri ve süreçleri, yapı malzemelerinin toksik değerleri, gaz salınımı, nem tutma kapasiteleri, iklimlendirme sistemlerinin hava kalitesine etkisi, radyoaktivite ile elektroiklim ve yapıların enerji etkin, bütüncül tasarımı gibi kullanıcının yapısal çevresinin iyileştirilmesi odağında birçok başlığı içermektedir. Çevre bilincinin tabana yayıldığı ve bireylere değer veren gelişmiş toplumlarda yaygın bir yaklaşım olan yapı biyolojisinin hedefi; bireyler için biyolojik, sosyolojik ve psikolojik olarak ihtiyaçlarını karşılayan, sağlıklı bir hayat için en doğru iç ortamların oluşturulmasıdır. Yapı biyolojisi bu yaklaşımıyla, özellikle Avrupa'da yapı sektörünün geleceği olarak görülen sürdürülebilir yenilenmenin temelini oluşturmaktadır.

2.1 Yapı Biyolojisinin Tanımı

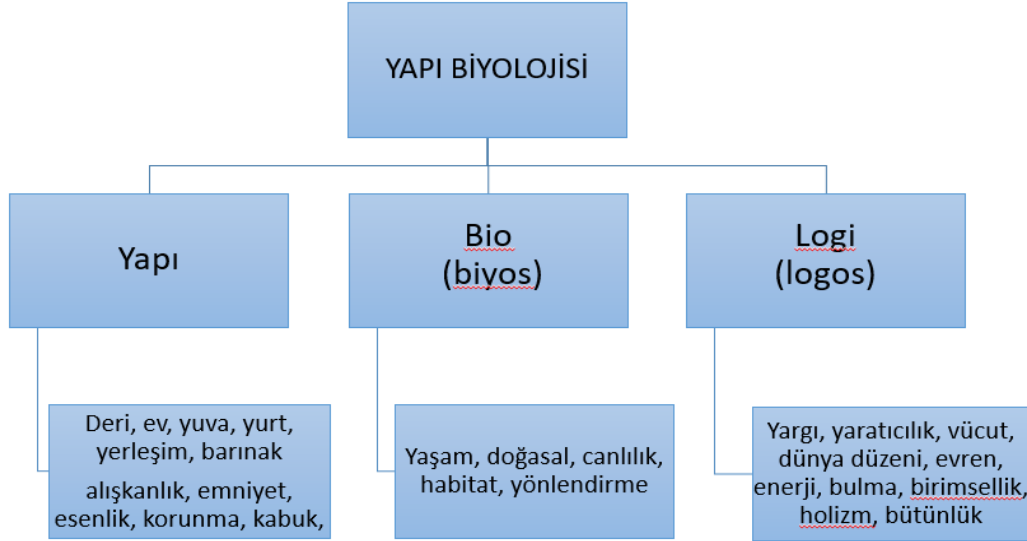
Yapı biyolojisi kelimesi çözümlendiğinde;

Yapı Biyolojisi = Yapı + Bio +Logi şeklinde bir açılıma ulaşılır.

Bu açılımdaki kelimeler incelenecek olunursa (Şekil 2.1);

- Yapı: ev, barınak,
- Bio: canlı
- Logi: bütünlük, dünya düzeni,

Olarak sıralanmaktadır. Burada yapının barınma ya da başka amaçlarla oluşturulmuş mimari bir kabuk olduğu bilinmektedir. Çözümlemedeki diğer parçalarla birlikte toparlanacak olursa; canlıların bütünlük, bir düzen içerisinde barınmalarını ve bu barınma alanlarını konu edinen bir bilimle karşılaşılmaktadır.



Şekil 2.1. Yapı Biyolojisi Kelimesinin Anlamsal Açılımı (Akman, 2013), (P. Öztürk, 2020)

Yapı biyolojisi, çeşitli tahriş ediciler için kapalı yaşama ortamını araştıran bir bilim alanıdır. Evlerin ve ofislerin güvenli ve sağlıklı olmasını sağlayan sistematik ve güvenilir bir yaklaşım sunarak bütüncül bir yapı ortamına öncülük ettiği düşünülmektedir.

" Bina Biyolojisi, bina dokusunun sağlığı, yapılar, yapı ortamları ve sakinleri üzerinde doğrudan veya dolaylı etkisi olan bina ortamı içinde ve çevresinde yaşıyan organizmaların incelenmesi ile ilgilenir. " Jagjit Singh (1993)

Bütün canlı türleri buldukları ortamla bir uyum içerisindeyler. Diğer canlılar gibi insanlar da yaşadıkları, içinde buldukları çevreye uyum sağlarlar. Ancak insanların çevreyi etkilemesi gibi çevre de insanı etkiler. Yani sürekli bir etkileşim söz konusudur. Bu etkileşim olumlu ya da olumsuz yönde olabilir.

İnsanların hayatlarını sürdürebilmeleri için belirli konfor öğelerinin sağlanması gereklidir. Bu öğelerinin en başında kişinin bedensel ve ruhsal sağlığı gelmektedir. İnsan varoluşundan itibaren çevresinden etkilenen bir varlıktır. Öyle ki, anne karnında dahi annesinin içerisinde bulunduğu fiziksel ve sosyal etkileşimlerden olumlu veya olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu en basit örnek insan için içerisinde bulunduğu çevrenin ne denli önemli olduğunu göstermektedir. Yapı da insanın içerisinde barındığı yapma bir çevredir ve tasarımı, yapısı, yapı malzemeleri ve konumuyla insanların ruh ve beden sağlığı üzerinde doğrudan etkileri vardır. Bu etkileri mümkün olduğunca pozitif çevirmek için yapıları, yapı biyolojisinin kavramsal ilkelerini göz önüne alarak tasarlamak ve inşa etmek gerekmektedir.

2.2 Yapı Biyolojisinin Amacı

Yapı biyolojisinin amacı, yapı kullanıcılarının fiziksel ve psikolojik sağlığını, **güvenlik ve konfor** koşulları içerisinde, **üretkenliğinin** devamlılığını sağlayarak, yapı bir çevre oluşturmaktır.

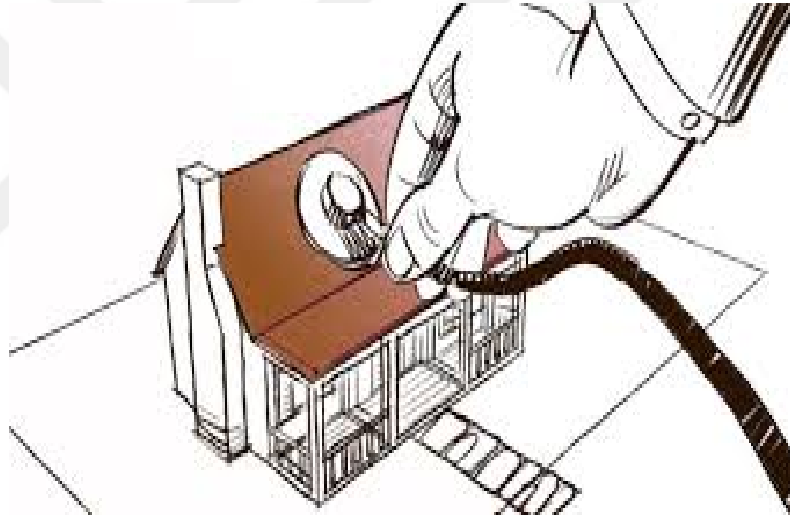
Sağlıklı ve konforlu yaşama ortamı, yapının barınak teşkil etme ve güvenlik sağlama işlevlerinden sonra en önemli görevini oluşturmaktır ve iyi bir iç mekân hava kalitesi sağlanarak elde edilebilir. Konforun tanımı ise "iyi olma hissi" dir. İç mekân hava kalitesi de bize termal konforu ifade eder.

Termal konfor deneyimi, rahatsızlık olmaması veya nasıl olduğumuzun farkında olmamaktır. Yani arzulanan, hava kalitesi sağlanmış, sağlıklı bir

ortamda kişinin kendini iyi hissetme veya durumundan hoşnut olduğu için nasıl olduğunu sorgulamamasıdır.

İnsanların içerisinde kendilerini iyi hissettiği binalar inşa ederken, aynı zamanda inşaat işçileri ve çevre üzerinde de olumsuz etki oluşturulmaması gerekir.

Yapı biyolojisi, dış çevrede yer alan ve doğayı kirletip, dengesini bozan yapının, doğa ile insan arasındaki olumsuz etkilerini yok etmeyi amaçlar ve bunun için yapının tasarım ve kullanımını insan sağlığı açısından yönlendiren, düzenleyen kararlar üretir ve denetler. Yapı biyolojisi, insan ile yapı ve çevresi arasında olumlu ilişkiler kurmaya çalışarak insanın hayat kalitesini arttırmayı amaçlar (Şekil 2.2)

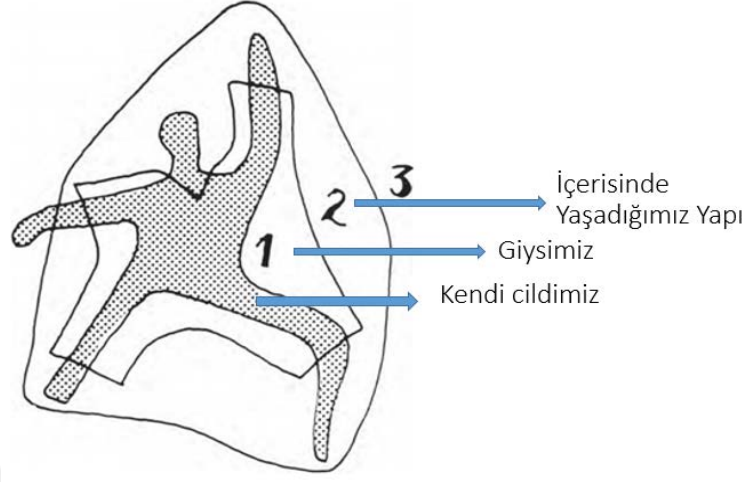


Şekil 2.2. Sağlıklı yapı oluşturma (Url-1)

Bina (yapı) biyolojisi, biyo-ev tasarımı, biyolojik mimari ve ekolojik bina olgularının tümü, özünde daha doğal ve yenilenebilir kaynaklarla, bina sakinlerinin hayatları boyunca sağlıklı bir yapı ve çevrede yaşamalarını hedefler. Aslında başka bir deyişle yapılmaya çalışılan daha insan dostu binaların üretilmesidir. Teknoloji, kültür ve biyoloji arasında bir denge kurmak amaçlanmaktadır.

İçerisinde yaşanan evler veya konutlar, yaşayan organizmalar olarak görülebilir. Üçüncü cilt terimi (ilki kendi cildimiz, ikincisi bizim giysilerimiz), insanlar ve yaşama alanları arasındaki yakın ilişkiyi kesin olarak tanımlar. Yaşama

ortamımızla ne kadar yakından ilişkili olduğumuzu ve ayrıca ona ne kadar bağımlı olduğumuzu açıkça gösterir(Şekil 2.3).



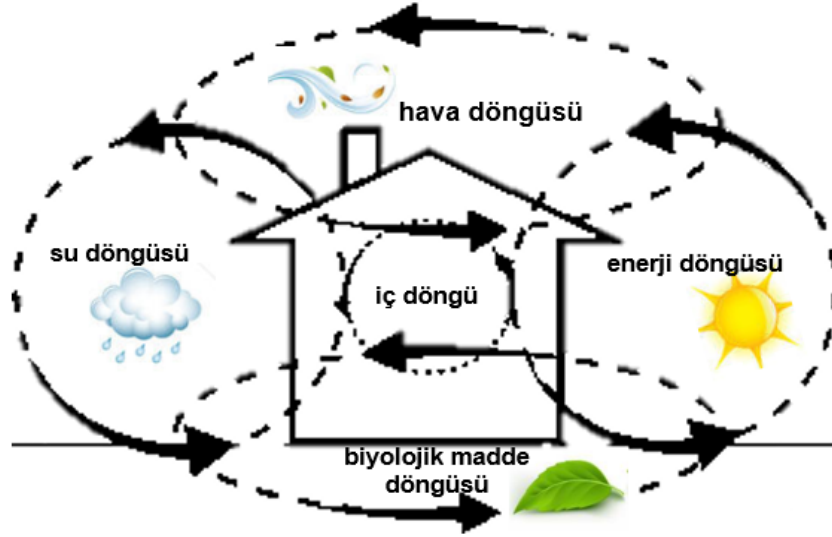
Şekil 2.3. Üçüncü cilt terimi (De siste syke hus (Son Hasta Binalar), Björn Berge, 1988)

Yapı Biyolojisi, içerisindeki kullanıcının sağlığına ruhen, zihnen ve bedenen katkıda bulunan ve çevre üzerinde düşük etkisi olan yapı oluşumunu savunur.

Yapı biyolojisi, insanlar ve yaşama ortamları arasındaki ilişkilerin tamamının bir organizasyonu olarak tanımlanabilir.

Yapı Biyolojisi, yapıyı çevre yani mekân, kullanıcı sağlığı ve konum yani içinde yer alınan doğa arasındaki etkileşimin bütünsel bir işleyiştir.

Yapı biyolojisi, insan ile yapılaştığı çevre arasındaki ilişkiler bütünü kapsar. Bu bilim dalı, yapıların, iç mekân ve ortamların insan sağlığına olan etkilerini inceler. Aslında evimiz, iş yerimiz birer yapı organizmasıdır. Tıpkı yaşayan bizler gibi, yapıların da içinde, dışında ve çevresinde bir döngü ve bu döngüler sonucu etkileşimler söz konusudur (Şekil 2.4). Evimizi, iş yerimizi bizi saran üçüncü bir deri, bize en yakın yaşanılan çevre olarak tanımlamak doğru bir yaklaşımdır. Bu bağlamda ve tanımlamalar doğrultusunda, en yakın çevremiz olan yapı ile iç içe bir etkileşim içerisinde olduğumuz ve bağımlılığımız anlaşılmaktadır.



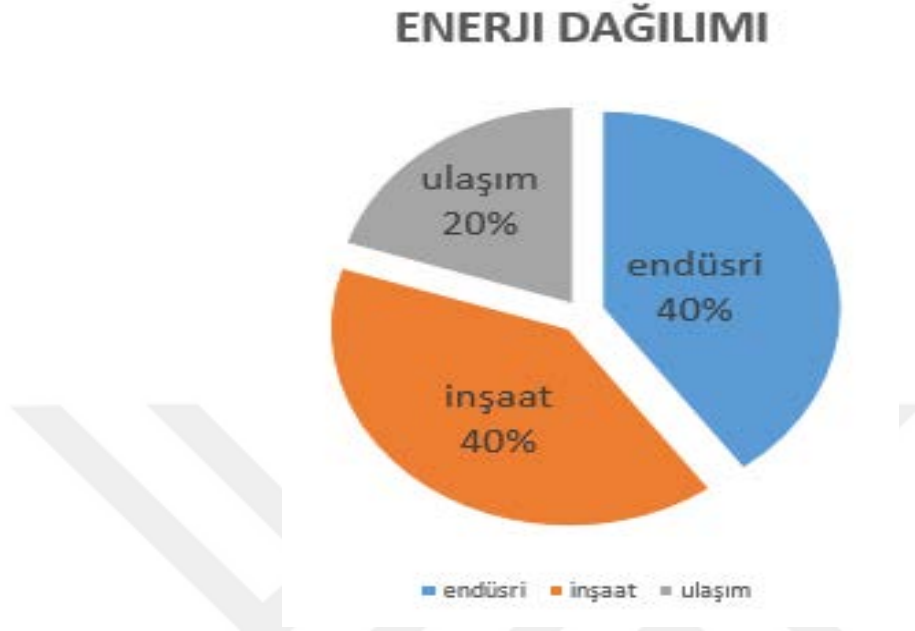
Şekil 2.4. Yapı organizması (P. Öztürk, 2020)

Yapı biyolojisi, kapsamı sınırlı olmayan, bilinen disiplinlerin ötesinde nitelik taşıyan, **kültürel ve biyolojik** açıdan derin anlamlar içerir. Çünkü biyolojik ilkelerin eksikliği nedeniyle yerleşim gereksinimleri yeterince karşılanamadığı durumda, yapı kültürü ve sanatı kendini geliştiremez, yapılaşma basitleşir, ruhsuzlaşır, geçmişinden koparak anlamsızlaşır, sorumsuzlaşır ve kullanıcılarında ve çevresinde hissettireceği güçlü etkiyi ve bağı yitirir.

Günümüzde yaşantısının %90'ını kapalı, yapay çevrelerde, yani yapı içlerinde geçiren insanlar için, iç mekânlar sağlığını belirleyen en önemli ortamlar olmuştur. Yapı biyolojisi, bu iç ortamları düzenleyerek hastalanmadan sağlıklı kalınmasını hedefler. “*Sağlıksal tedbirlilik*” olarak tanımlanabilecek bu yaklaşım, bugün özellikle çevre bilincinin tabana yayıldığı gelişmiş toplumlarda yaygındır. Özetle yapı biyolojisi, yapıdan kaynaklanan ruhsal ya da bedensel bir hastalığı tedavi etmek zorunda kalmak yerine, yapıyı baştan kullanıcıları hasta etmeyecek şekilde tasarlamak ve üretmektir (Url-2).

Günümüzde başta ekonomik nedenler olmak üzere çeşitli nedenlerden dolayı, dünya çapında hızla kentleşmeye doğru bir eğilim yaşanmaktadır. Endüstri devriminin şekillendirdiği sosyal, ekonomik ve çevresel koşullar, hızlı ve alt yapısız kentleşme sürecine zemin hazırlamıştır. Bu süreç sonunda ortaya çıkan sorunların büyük bir kısmı, yoğun nüfus ihtiyacına cevap vermek için hızlı ve plansız bir biçimde inşa edilen yapılar nedeniyle meydana gelmiştir.

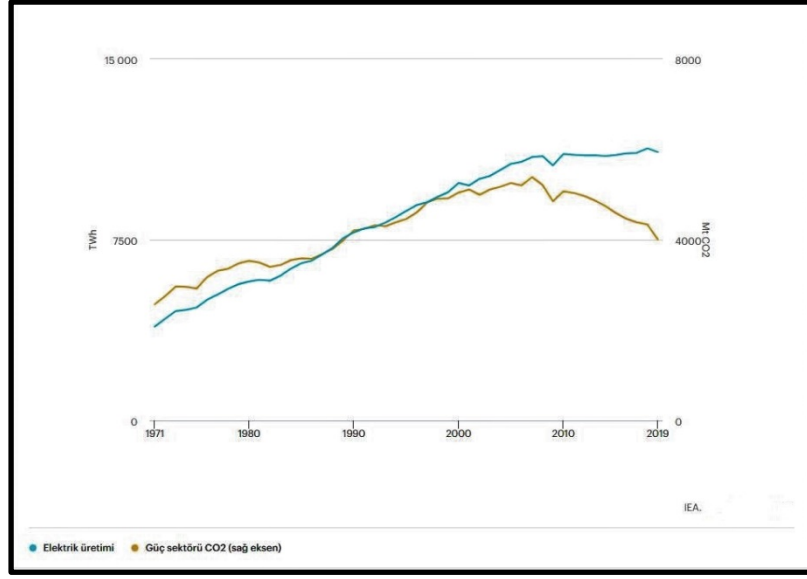
Günümüzde inşaat sektörünün dünya enerjisinin% 40'ını tükettiği bilinmektedir. Geri kalan enerji tüketimi ise ulaşım ve endüstri sektörlerinde yaşanmaktadır (Şekil 2.5).



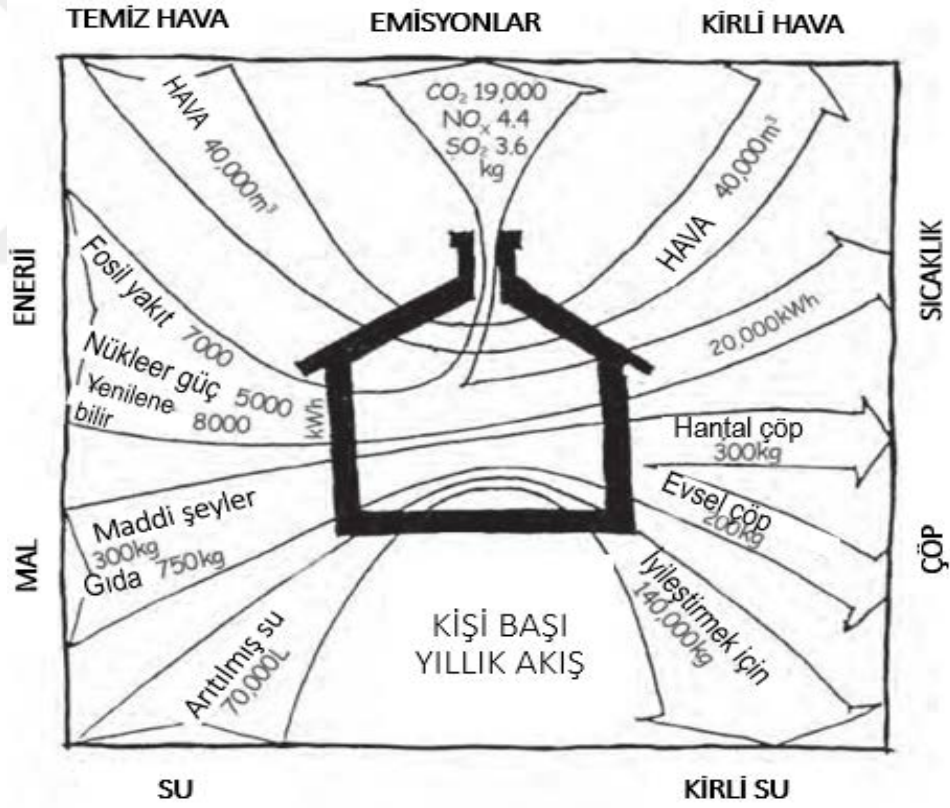
Şekil 2.5. Dünya genelinde sektörlere göre enerji tüketimi (P. Öztürk, 2020)

İnşaat enerji üretilmeyen, buna karşılık en büyük ölçüde enerjinin tüketildiği önemli bir sektördür. Yapılar, gezegendeki en zararlı kirleticilerdir ve gelişmiş ülkelerde kullanılan enerji ve ortaya çıkardığı gazlar sonucu tüm iklim değişmiştir. Bugün, inşaat sektörü dünya sera gazlarının yaklaşık % 23-40'ının salınımindan sorumludur. Bu durum, modern inşaat endüstrisi ve çevre dostu olmayan yapı malzemelerden kaynaklanmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA- International Energy Agency) Mayıs 2019 verilerine göre inşaat sektöründen kaynaklanan CO₂ salınıminin, 2000 yılında 7.7 milyar tondan, 2018 yılında 9.6 milyar tona ulaştığı görülmektedir (Şekil 2.6).

Geçmişte bina endüstrisinde; yakınlık, bulunabilirlik ve coğrafi konum nedeniyle çeşitli inşaat malzemelerinin mevcut olması, daha az enerji kullanımıyla yapı oluşturmayı mümkün kılmıştır. Ancak bugün inşaat alanına malzemenin ulaşımı için ekstra enerji tüketimi ve kullanılan araçlar nedeniyle de karbon salınımı yapılmaktadır. Yapının üretimi sırasında harcanan enerji ve oluşturulan çevre kirliliği dışında, yapının kullanım süresince kaynak akışı; enerji tüketimi, atık ve salınımların oluşumu şeklinde sürmektedir (Şekil 2.7).



Şekil 2.6. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) Mayıs 2019 CO₂ salınımı verileri (IEA¹)



Şekil 2.7. Bir bina için gerekli kişi başı yıllık kaynak akış sistemi (Byggd Miljö, Mauritz Glaumann, KTH Gävle, 1998)

¹ IEA (International energy agency), 1974'te kurulan Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) 29 üye ülkeden oluşur ve 29 üye ülkede enerji güvenilirliği ve uygun fiyatta sürdürülebilirliğinin sağlanması için politikalar geliştirilmesi gerektiğini savunan bağımsız bir örgütlenmedir.

Kaynağın binaya girdiği hali ile çıktıktan sonraki hali birbirinden farklıdır. Enerji yanmış atık ürünlere, yapı malzemeleri hantal katı atıklara, hava kirli havaya, su gri veya kanalizasyon suyuna, tüketim maddeleri de atık veya geri kazanılabilir maddelere dönüşmektedir. Bu şekilde bir kaynak akışı haliyle kaynakları tükenme noktasına getireceği gibi çevre üzerinde de onarılması güç tahribata neden olacaktır.

Bu nedenle, günümüz modern binalarından farklı olarak, neredeyse sıfır karbon ayak izine sahip, geleneksel yapı malzemelerinin tercih edildiği kentsel konut mimarisi, dikkat çeken bir konu haline gelmiştir. Çünkü sağlıklı bir hayat sürdürmek için yaşayan tüm insanlar eşit fırsatlara sahip değillerdir ve barınma da sağlığın en güçlü sosyal ve çevresel belirleyicilerinden biridir. Şehirlerde sağlıklı yapılarda yaşayabilmek herkesin hakkıdır ancak gelişmiş ülkeler dahi bunu karşılayabilecek durumda değildir. Günümüzün en büyük sosyal, kültürel ve ekonomik sorunlarından biri sağlıklı ve aynı zamanda herkes için uygun fiyatlı konut çözümüdür. Çünkü yapılan araştırmaların da gösterdiği gibi içerisinde barındıkları yapının, yapısal özellikleri ile insanların sağlık durumları arasında önemli etkileşimler söz konusudur ve mesele insanlara daha sağlıklı yapılarda yaşama fırsatı sunmaktır. Yapılı ortamlar oluşturdukları etkileşim alanları veya ortaya çıkardıkları potansiyellerle davranışlarımızı değiştirebilir. İnsan mekân etkileşimi sağlığımızı da fazlasıyla etkileyebilir. İnsanların sağlıklı olmalarını kolaylaştıran sağlıklı bir fiziksel ve sosyal ortam, sosyal eşitsizliklerin azaltılmasını ve eşit fırsatların teşvik edilmesini sağlar. Bu nedenle genel politika sağlığın teşvik edilmesi olmalı ve kullanıcılar, sağlığı geliştiren binaların planlanması, gerçekleştirilmesi ve sürdürülmesinde daha fazla söz sahibi olmalıdır (Abel, 2019).

2.3 Yapı Biyolojisinin Ortaya Çıkışı

II. Dünya Savaşı'ndan sonra, Almanya'da savaş sonrası evsiz kalan ve büyüyen nüfusu barındıracak yeni evler hızla inşa edilmiştir. Bu yeni ve seri üretim evlerin oluşumu alışılmadık hastalık kalıplarını doğurmuştur. Bu zararlı etkiler yapı kullanıcısının duyarlılığına göre değişiklik göstermiştir. Tüm bu veriler ışığında bir çalışma başlatılmıştır. İlgili profesyoneller çok disiplinli bir araştırma başlatmışlar, bu evleri sistematik olarak çeşitli kil formları kullanarak

doğal malzemelerden yapılmış geleneksel, endüstriyel öncesi evlerle karşılaştırmışlardır. Bu etkiler sınıflandırılmaya ve karakterize edilmeye başlanmıştır. Ortaya çıkan, bireyin en duyarlı olduğu ve çok zaman harcadığı uyku alanları için önerilen eşik kuralları olan bir Bau Biologie Test Metodu olmuştur. Bu test metodu başlangıç oluşturmuş ve bu metottan yola çıkılarak, "Bina (Yapı) Biyolojisi" adı altında sağlıklı binalar için 25 prensip geliştirilmiştir (Url-2).

" Baubiologie ", yapı biyolojisi anlamına gelen Almanca bir kelimedir. Almanca inşa etmek ya da hayat boyu inşa etmek anlamına gelir. Türkçe olarak "Yapı Biyolojisi" veya "Yaşamak için bina" anlamına gelmektedir. Bau-biologie und Oekologie veya Bina Biyolojisi ve Ekolojisi ifadesi özellikle; (1) Yapılı çevrenin insan sağlığı üzerindeki etkisi ve bu bilginin evlerin ve işyerlerinin inşasında veya değiştirilmesinde uygulanmasına ve (2) İnsan yaşayışı ve diğer yaşama biçimleri arasındaki çevre ile bütüncül etkileşim olarak tanımlanabilir. Bilim olarak nispeten yenidir ve günümüz bina uygulamalarının zararlı biyolojik ve ekolojik etkilerini, daha bütünsel bir yaklaşımla çözüm ihtiyacını karşılamak için ortaya çıkmıştır. Bu alan çok kapsamlıdır ve kapsadığı çeşitli konular, geleneksel bir bilim olarak nitelenemeyecek kadar birbirine bağımlıdır, bu yüzden başlı başına bağımsız bir bilim olarak gelişmiştir.

Yapı Biyolojisi ve Ekolojisi, Almanya'daki Gesundes Bauen - Gesundes Wohnen (Sağlıklı Bina - Sağlıklı Yaşama) Derneği'nin, 1970 yılında, son elli yıl boyunca kaybolan bina uygulamaları da dâhil olmak üzere daha sağlıklı ve daha sürdürülebilir binalar hakkındaki mevcut tüm bilgileri toplama çalışmalarıyla başlamıştır. Elbette ilk medeniyetler "Yapı Biyolojisi ve Ekolojisi" nin bilinçli olmasa da ilk uygulayıcılarıydı, çünkü mevcut olan yapı malzemesi sadece doğal olanlardı. Çağdaş uygulayıcıların bu ilk medeniyetlere dair nesiller boyu deneme ve yanılma yoluyla elde edinilmiş ve günümüzde ihmal edilmiş, unutulmuş bu bilgi ve öğretileri, mümkün olduğunca öğrenmeleri ve geliştirip uygulamaları gereklidir (Url-3).

Yapı Biyolojisi kavramı, bahsedildiği gibi Almanya'da geliştirilmiştir ve Avrupa'dan ABD'ye ve dünyanın diğer bölgelerine yayılmıştır. İlk olarak Almanya'da Prof. Dr. Anton Schneider tarafından yazılmaya başlanmıştır. Bu

alandaki Alman öncüleri arasında tıp doktoru Hubert Palm; Profesör Anton Schneider, odun teknolojisi uzmanı ve elektrobiyoloji uzmanı olan gazeteci Wolfgang Maes yer alırken, Amerika’da; Chicago’daki İnsan Ekoloji Araştırma Vakfı’ndan Dr. Theron G.Randolph; 1930’dan beri bu alanda çalışan (Denver’den bir mimar olan FAIA) Richard L. Crowther; Ken Kern ve bu isimlerle birlikte elektrik mühendisi ve mucit olan bilim adamı Nikola Tesla ve ergonomi biliminin kurucusu Wilhelm Reich’i de bulunmaktadır.

Birim olarak;

"Insitut fuer Baubiologie und Oekologie" olarak "Neubeuern" de faaliyet göstermektedir.

ABD'de (Florida): "Uluslararası Bau Biyoloji ve Ekoloji Enstitüsü"

Yeni Zelanda'da: "Yeni Zelanda Bina Biyolojisi ve Ekoloji Enstitüsü".

Türkiye’de: “Yapı Biyolojisi Enstitüsü”,

Gibi örnekleri de diğer ülkelerdeki faaliyet gösteren birimlerdir.

Bu enstitülerde, danışmanlar, tasarımcılar ve inşaat sektöründen müfettişler yer almaktadır. Bu sektörde çalışma fırsatları sınırlı olmasına rağmen her geçen gün genişlemektedir. Mevzuatlarda (özellikle ekonomik bazı bölgeler için), binaların inşaa edilmesinde sağlık konularına verilen önem artmaktadır ve yapıların biyolojik faktörlerinin nedenleri incelenmektedir (Url-4).

1960’lı yıllarda tıp doktoru Hubert Palm tarafından Almanya’da kuramsallaştırılan ve ekolojik mimarlığın da gelişmesini sağlayan Yapı Biyolojisi bilim dalı, yapı malzemelerinin toksik değerlerinden, gaz salınımına, nem tutma kapasitelerine, iklimlendirme sistemlerinin hava kalitesine etkisinden, radyoaktivite ile elektrosmog ve yapıların enerji etkin, bütüncül tasarımına kadar yapısal çevremizin iyileştirilmesi odağında birçok başlığı içermektedir.

1980’lerde ‘yeşil tüketim’ fikrinin gelişimiyle beraber mimaride de yaşanan değişimin etkisi görülmüştür. Ana fikrini yeşil tüketim ve geri dönüşümden alan

yeşil mimari, üretilen enerjinin verimliliği, kaynaklarının geri dönüşebilirliği ve dayanıklılığı (durabilite), binanın çevreye verdiği tahribatın azaltılması anlamına da gelmektedir. 80'lerin sonu itibariyle, 'yeşil' terimi yerini "ekolojik" terimine bırakmıştır(Arsan, 2009).

Bu dönemde, sürdürülebilirlik kavramına da referans veren mimari yaklaşımları üç ana başlık altında toplamak mümkündür:

- Sağlıklı, organik ve biyolojik bina tasarımı,
- Pasif güneş enerjili bina tasarımı,
- Bağlamcı yaklaşımlar.

Dönemin modernist mekan arayışlarına alternatif olarak ortaya çıkan ekolojik yaşama ve mekan arayışı, ilk olarak Almanya'da filizlenmiştir. Temsilcileri Peter Schmid, Floyd Stein, Gaia grubu, Francis Séguinel ve Horst Schmitges gibi mimarlar tarafından oluşturulup tüm dünyaya yayılan bu akım, 'biyolojik bina' (Baubiologie) olarak da adlandırılan, sağlıklı ve organik yapı üretmeye dayanır. 'Hasta bina sendromu' (HBS) olgusunun yeni yeni gündeme geldiği bu dönemde, biyolojik binalar ile özellikle iç mekânda insan sağlığını olumsuz etkileyen; kirli hava ve su, kimyasal parçacıklar, sentetik bina malzemeleri ve elektromanyetik alanlar gibi unsurların ortadan kaldırılması hedeflenmektedir. Biyolojik bina yaklaşımının savunduğu ana fikir, "*azla yaşamak, enerji tasarruf etmekten iyidir*" felsefesi üzerine kurulmuştur. Böylelikle yapının ısıtma ve soğutulmasında sürekliliğin sağlanması ve daha az enerji tüketilmesi amacı ile yalıtılıp kapalı bir kutu haline getirilmesi yerine "nefes alan, terleyen, yerel mikro iklimle ilişki kuran ve düzenleyen" canlı bir organizma gibi tasarlanması gerekmektedir. Dolayısıyla yapının canlı bir organizma gibi tasarlanması fikri, geleneksel mimarideki doğal malzeme; yani toprak, ahşap ve taş kullanılarak güneş enerjisi ile ısıtılıp, soğutulan, doğal havalandırma ve aydınlatmadan yararlanan aynı zamanda, enerji etkin, nitelikli yapılara yönlendirmiştir (Arsan, 2009).

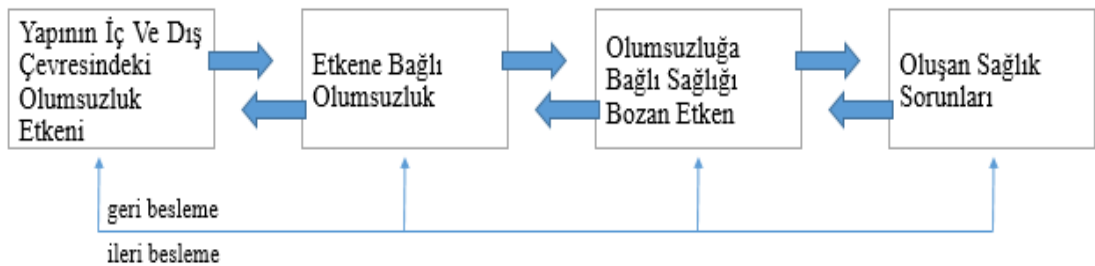
Avrupa'da, yapı biyolojisi, insanların çevresinin sağlık üzerindeki etkisiyle ilgili genel bir endişeden kaynaklanarak evrilmiştir. Bununla birlikte Amerika

Birleşik Devletleri'nde bina ekolojisi, iç mekân hava kirliliği ile ilgili belirli sorunların oluşumuyla başlamıştır. Evrimi yerel koşullara bağlı olarak değişebilse de, yapı biyolojisi, günümüzde özellikle gelişmiş dünyada tüm ülkeler tarafından yürekten desteklenmesi gereken bir kavramdır.

Bu alanda dünyada farklı terminolojiler kullanılsa da “biyo-harmonik mimari, sağlıklı bina, hasta bina sendromu veya bina biyolojisi” gibi, bu terimlerin hepsi aslında benzer şeyler ifade etmekte ve hedef, yapı ve onu kullanan kişilerin sağlığı olmaktadır.

2.4 Yapı Biyolojisinde Sağlık Sorunu Oluşumu ile Yapı ve Çevresi Arasındaki İlişki

Yapı biyolojisi; insan, en yakın çevresi olan yaşadığı yapı ve bu yapının dışını saran çevre arasındaki tüm ilişkileri konu edinen bir bilimdir. İnsan, yapı ve çevrenin birbiri üzerinde sürekli etkileşimi ve bu etkileşimlerin olumlu ya da olumsuz sonuçları oluşmaktadır. Yapı biyolojisi bu olumsuz sonuçların oluşmaması veya iyileştirilmesi konularını da kapsayarak daha sağlıklı yaşama koşullarının sağlanmasını amaçlar. Yapı ve çevrenin olumsuz etkileri sonucu insanlarda, fizyolojik veya psikolojik sağlık sorunları oluşumu bir model üzerinde işlenirse (Şekil 2.8)'deki gibi bir oluşumla karşılaşılır. Burada etkenler ve bu etkenlere bağlı hastalık oluşumu adımları veya tam tersi şeklinde hastalığın oluşumuna neden olan etkenler gibi ulaşılabilir (Balanlı vd, 2013).



Şekil 2.8. Sağlık sorunları oluşumunda yapı ve çevresinin etkileri (Balanlı vd, 2013)

İçerisinde yaşanmakta olunan bir yapı ve çevresinde bulunan olumsuz bir durum, bu duruma bağlı bir olumsuzluğa neden olacak ve bu olumsuzluk da sağlığı bozan bir etkenin oluşumuna ve bu etkende sağlık sorununa yani hastalanmaya yol açacaktır (Balanlı vd, 2013).

Günümüzde binalardan kaynaklanan, sağlık problemleriyle sıkça karşılaşılmaktadır. Tıbbi, psikolojik ve mühendisliği ilgilendiren çeşitli faktörler, iç ortam sağlığı oluşumunu etkilerler. Yapılarda mühendislikle ilgili kısmı, bina içi çevre kalitesidir. Bina içi çevre kalitesini belirleyen en önemli faktör iç mekân hava kalitesi iken; ışık, ses, su kalitesi gibi diğer faktörler de tamamlayıcı unsurlar olarak eşlik ederler

(Şekil 2.9) (Çilingiroğlu, 2010).



Şekil 2.9. Bina içi çevre kalitesini oluşturan faktörler (Çilingiroğlu, 2010), (P. Öztürk, 2020)

İç ortamda kullanıcının sağlığını etkileyen en önemli etken iç mekân hava kalitesidir. Bu kaliteyi sağlayan belirleyiciler ise; havanın doğal karışımı, sıcaklığı, bağıl nem oranı, ortam içindeki devinimi ve elektroiklimsel oluşumlardır. İç mekânda çeşitli nedenlerden oluşan gaz ve parçacık oluşumu iç mekânda hava kirliliğine neden olur.

İç mekân hava kalitesine artan ilgi sonucu yapılan araştırmalarda, kötü iç hava kalitesi ile ilgili iki tür hastalık tespit edilmiştir:

- Hasta bina sendromu (SBS) – (Sick Building Syndrome)
- Bina ile ilgili hastalıklar (BRI) - (Building-Related Illness)

2.4.1 Hasta bina sendromu (HBS)

Hasta Bina Sendromu, Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün tanımına göre; bir binadaki insanların hastalık belirtilerinden muzdarip olduğu veya çalıştıkları veya içinde buldukları binadan kronik hastalıklarla enfekte olduğu yaygın bir

dünya sağlığı sorunudur. "Hasta Bina Sendromu" (HBS) terimi, bina sakinlerinin bir binada geçirilen zamanla bağlantılı görünen akut sağlık ve konfor etkileri yaşadığı, ancak belirli bir hastalık veya nedenin tanımlanamadığı durumları tanımlamak için kullanılır. Şikâyetler belirli bir odada veya bölgede sınırlandırılmış olabilir veya bina genelinde yaygın olabilir.

Bir binada yaşayanların, binada geçirilen zamanla bağlantılı olarak gelişen akut sağlık etkileridir. HBS belirtileri arasında duyu organlarının tahrişi (gözler, burun, boğaz, kulaklar ve cilt) bulunur.

Hasta bina sendromu ve Bina ile ilgili hastalık ayırımı hastalığın nedenlerinin klinik olarak teşhisi ile mümkündür (Zhang, 2005). HBS, bina ile ilişkili hastalıklara göre farklılık gösterirler çünkü verdiği rahatsızlıklar kolayca fark edilemez ve kolayca yok edilemezler. Hastalığa neden olan etkenler çok değişkendir.

Son 50 yılda düzenli olarak maruz kaldığımız kimyasal çeşitlilik önemli ölçüde artmıştır. Bu kimyasallar sadece tuvalet malzemeleri ve ev temizleyicileri gibi kullanmayı seçtiklerimiz değil, aynı zamanda çevremizdeki plastikler, boyalar, koruyucular, yapıştırıcılar, tekstiller ve çok çeşitli modern inşaat malzemelerden salınan gazları içermektedir (Pearson, 1989).

Bugün sanayileşmiş dünyada yaşayan birçok insanın vücudunda toksik olduğu talihsiz bir gerçektir. Çevredeki kimyasallar tarafından zehirlenme durumu ve vücutta sınırlı da olsa bir toksik atık birikimi söz konusudur. Vücut çok miktarda zehirle karşı karşıyadır ancak hemen hasta eden değil, yavaş hareket eden, zamanla hastalayan ve hatta öldüren türden. Bunlar katlanmış bir etkiye sahiptirler, böylece vücutta ne kadar çok toplanırsa ve bu birikimler çıkarılmadan yaşlandıkça, sağlığa müdahale etme olasılığı o kadar artar. Bu toksinler güçlü olmasına rağmen, nadiren tehlikeli bir doza maruz kalındığında ölümcül olabilmektedir. Bunun yerine rutin olarak, vücudun doğal detoksifikasyon sistemini bunaltan çok küçük toksik kimyasalların çok küçük dozlarına maruz kalınmasıyla; alerjiler, sık soğuk algınlığı ve flus, açıklanamayan baş ağrıları ve kas krampları, bağışıklık sistemi bozuklukları, hiperaktivite vb sağlık sorunları oluşmaktadır.

Salgınlar; yetersiz temizlik, yetersiz bakım veya inşaat malzemeleri veya uygulama sürecindeki kusurların doğrudan bir sonucudur. Dünya çapında ekonomik veya diğer nedenlerden yeterli bakım yapılmayan binaların kendisi veya yapısal elemanları küf veya çürümeden bozulduğu için geri kazanılamayacak kadar zarar görür ve bu durumun bir sonucu olarak, binalarda hasta bina sendromu olarak nitelenen görüngenü oluşur. Sağlık profesyonelleri eski veya bakımsız bir binada yaşayanların yaşama alanında oluşan veya dışından gelen havadaki parçacıkları minimize etmek ve sağlık açısından sorun yaşanmaması için hepa hava filtreleri kullanılmasını önerir.

Kötü havalandırılan alanlarda kimyasal ve biyolojik kirletici maddelerin birikmesi, nem, yükselmiş karbondioksit ve düşük oksijen seviyeleri, iç mekân hava kalitesini düşürür ve Hasta Bina Sendromu olarak bilinen görüngenü ile sonuçlanır (Seignot, 2000). Bu alanlarda yaşayanlarda çok çeşitli belirtiler oluşabilir; solunum, göz, burun ve boğaz sorunları, baş ağrısı, baş dönmesi, mide bulantısı, yorgunluk, yönelim bozukluğu ve hatta geçici hafıza kaybı gibi, ancak tipik olarak bu belirtiler binadan ayrıldıktan sonra kısa sürede azalır (Seignot, 2000; NHS Choices, 2012).



Şekil 2.10. İç mekânda kullanıcının konforunu etkileyen faktörler (P. Öztürk, 2020)

İç mekân konforu, hava temizliği, sıcaklık, nem ve ışık koşulları, ses seviyeleri ve elektro-iklim gibi çok farklı faktörlerden etkilenir (Şekil 2.10).

Konforu etkileyen üç ana faktör kategorisi vardır:

- Kişisel
- Ölçülebilir çevre
- Psikolojik

Çoğu kişisel faktör, kullanıcının kontrolü altındadır çünkü metabolizma ve giyim ile çözülebilir.

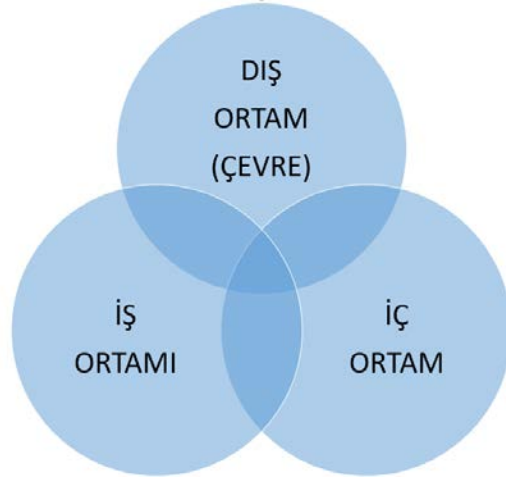
Ölçülebilir çevresel faktörler “hava sıcaklığı, yüzey sıcaklığı, hava hareketi ve nem gibi” tasarımcının ve mühendisin araştırma ve ölçümlenmeleriyle belirlenir ve doğru tasarım ve çözümlenmelerle uygun konfor elde edilebilir.

Psikolojik faktörler de “renk, doku, ses, ışık, hareket ve hoş koku gibi” tasarımcıların çözüm getirebileceği bir konfor kategorisidir, ancak veriler kişiye göre değişik etkiler oluşturduğu için ölçülmesi daha zordur.

Sonuçta, binaların ölçülebilir çevresel faktörler konusunda başarı göstermesi beklenir. Bu nedenle konforun ana belirleyicileri; hava ve yüzey sıcaklığı, rahat hava hareketi, nem ve ısı transferleridir (Nessım, 2007).

Enerji verimliliği ve ısı kaybı ile ilgili kaygılar sonucu, havalandırmanın minimuma indirilmesinin yol açtığı problemin üstesinden gelmenin bariz bir yolu bu kimyasalların kullanımını havalandırmayla azaltmak olacaktır. Bununla birlikte, çevrelenmiş ortamlar üzerinde yapılan araştırmalar, bitkilerin havayı temizlemek ve yeniden oksijen almak ve terleme yoluyla bağıl nemi artırmak için kullanılabileceğini ve böylece tüm bu belirtileri havalandırma seviyelerini artırmadan hafifletebileceğini göstermektedir (EcoLogic Design Lab, 2009) (Wright, 2013).

İnsanların yaşantılarını sürdürdükleri alanları genelleyecek olursak; iç ortam (ev), iş ortamı (ofis) ve dış ortam (çevre) olarak bir sıralama karşımıza çıkar (Şekil 2.11).



Şekil 2.11. İnsanların yaşantılarını sürdürdükleri alanlar (P. Öztürk, 2020)

İnsanlar zamanlarının çoğunu iç mekânlarda geçirmektedirler. Bu nedenle, sağlıkları, termal ortam içeren iç ortamın kalitesine bağlıdır. Yapılan çalışmalar, bina iç ortam kalitesinin iyileştirilmesi ile ilişkili, belirtileri azaltarak sağlık üzerinde olumlu etkisi olduğunu göstermektedir.

Hasta Bina Sendromu (HBS) yaygın olarak en çok vakit geçirdiğimiz yapılarıdaki kötü iç mekân ve hava kalitesini tanımlamak için kullanılmaktadır. Bulunulan çevre, insan sağlığı için elverişli değilse; vücut, üşüme, aşırı ısınma veya aşırı hassasiyet olarak görüngüye tepki göstermektedir.

Eşik doz, yapı kullanıcılarına göre değiştiği için, belirtiler; yorgunluk, konsantrasyon kaybı ve depresyondan Lejyoner hastalığı ve kardiyovasküler dejenerasyon dahil ciddi sonuçlara kadar değişir (Carnevale, 1995). Sağlıksız bir ortama yanıt olarak, tahriş olmuş cilt, boğaz ağrısı ve kuru veya sulu gözler gibi enfeksiyonlar ve alerjik reaksiyonlar bildirilmiştir (Bluyssen, 2009). Uyuşukluk, baş ağrısı, kuru cilt ve burun, göz ve mukus semptomları, Hasta Bina Sendromunun en sık görülen belirtileridir (Finnegan vd, 1984). Migren ve yüksek baş ağrısı sıklığı da iç ortamın kalitesi ile ilişkilidir (Tietjen vd, 2012). Göz ve üst solunum yolu rahatsızlık belirtileri 800 ppm²'nin üzerinde bir karbondioksit yoğunluğu ile ilişkili olduğu bildirilmektedir (Tsai vd, 2012).

² **Ppm**, (İng.: Parts per million) milyonda bir birime verilen isimdir. **ppm** = (mg çözünen / litre çözelti) olarak da ifade edilebilir.

Hasta Bina Sendromu 1980'lerin başlarında, özellikle açık plan ofislerde havalandırma için klima kullanılmasının ardından, işyerinde sağlıkla ilgili konuların yoğunlaşmasıyla tanımlanmıştır (Van Meel, 2000). Bu nedenle, binayla ilgili rahatsızlık oluşumundan klimanın sorumlu olup olmadığı konusunda bir tartışma başlamıştır. Son enerji krizi, çevresel ve ekonomik zorluklarla birlikte, bina inşaatında doğal havalandırmaya öncelik verilmesi için teşvik başlatmıştır. Doğal havalandırmanın sürdürülebilir, enerji tasarruflu ve düşük karbon salınımıyla bir tasarım için mükemmel bir çözüm olduğu düşünülebilir ve klimalı binalara kıyasla kullanıcıların sağlığını olumlu etkilediği açıktır (Korkmaz, 2005).

2.4.2 Bina ile ilgili hastalıklar

Hasta Bina Sendromu (HBS) çok sayıda özellikli olmayan belirtiyi kapsamakla birlikte, bina ile ilişkili hastalık belirli ajanların (kimyasallar, bakteriler, mantarlar, vb.) neden olduğu özellikli, teşhis edilebilir belirtileri içerir. Bunlar tipik olarak tanımlanabilir ve ölçülebilir.

Bina ile ilgili hastalıklarda genellikle 4 nedensel ajan vardır;

1.) İmmünolojik, 2.) Bulaşıcı, 3.) Toksik ve 4.) Tahriş edici (Seltzer, 1994).

Klinik olarak tanımlanabilecek bazı bilinen ajanların neden olduğu çok özel hastalıklardır. Bu hastalıklar ancak kaynağı ortadan kaldırarak çözülebilir, havalandırma ile çözülecek etkenler değildir. Belirtileri arasında aşırı duyarlılık pnömonileri ve nemlendirici ateş gelir ve astım ve lejyonella bilinen örnekleridir. Lejyoner hastalığı genellikle bina içinde kirlenme kaynağı olan ve klinik olarak tespit edilebilen Legionella pneumophila adı verilen organizma içeriğinin neden olduğu bir hastalıktır.

Bina ile ilgili hastalıkların kaynağı:

- Kimyasalların kullanımından kaynaklanan hastalıklar - Yapı içerisinde kimyasal gaz salınımı yapan malzemelerin kullanımı başta solunum sıkıntıları, astım olmak üzere kanser gibi daha ciddi boyutlara varan hastalıklara sebebiyet vermektedir.

- Elektriksel nedenlerden kaynaklanan hastalıklar - İnsan vücudu elektriksel frekanslara duyarlıdır. Kablolar en aza indirilmeli, özellikle yatak odalarında yatak alanına bir metreden daha yakın elektrik tesisatı yerleştirilmemeli, TV ve diğer cihazların kullanımı azaltılmalıdır. Sentetik yer döşemelerinden gelen statik elektrik dahi sorunlara neden olabilmektedir.
- Kafes etkisi - Beton ve çelik binalar canlıların yaşama sistemlerini düzenlemeye yardımcı olan doğal radyasyonları engellediklerinde ortaya çıkmaktadır.
- Yeraltı kaynaklı hastalıklar - Bu, dünyadan kaynaklanan doğal radyasyonla ilgilenen jeobiyoloji bilimi kapsamında olan bir konudur. Geleneksel ilkelere dayanan yeni bir bilimdir (Url-5).

3. YAPI BİYOLOJİSİ KAPSAMI

Yapı biyolojisi, çevre hukukuna uygun, çevresel hususların gözetilerek kullanıcı için temiz ve sağlıklı iç mekân oluşumunu amaçlar. Yapı biyolojisi, bina zarfındaki nemin termal kütle kullanılarak geçişine izin verecek kadar sıkı olmadığı “nefes alabilen ev” kavramını teşvik eder. Güneş yönünde radyant ısı gibi pasif kontrollerle, ek olarak enerji verimliliği sağlar. Daha az kimyasal, proaktif nem kontrolleri ve düşük elektromanyetik maruz kalma prensipleri ile sağlıklı ev veya çalışma alanı için bir temel sağlar. Kimyasal, elektrik, kafes ve yer kaynaklı bina hastalıklarının önüne geçilmesi için yapı üretimi başlangıcında gerekli araştırmalar ve analizler sağlayarak sorun oluşumunu engelleyici öneriler getirir. İnsan vücudu üzerinde kimyasal ve tehlikeli etkileri olan formaldehit yapıştırıcılar, plastik maddeler, yalıtım malzemeleri, boyalar, cilalar ve duvarcılık, beton ve yumuşak mobilyalarda kullanılan malzemeler için doğru ve sağlıklı olanların gerekli biyoklimatik ölçümler gerçekleştirilerek seçimini kolaylaştırır.

Yapı biyolojisi, inşaat kapsamında çatı kontrüksiyonu, çatı bahçeleri, çatı kaplama malzemeleri, kat oluşumları, farklı zemin oluşumları ve zemin kaplama malzemeleri seçimi ve nedenlerini kapsar.

Hizmetler noktasında; elektrik, elektrik alanlar, devreler, elektrik ve maruz kalma sınırlarının ölçülmesi, güç besleme sistemleri, genel atık bertarafı, atık su konuları kapsamı dâhilindedir. Sıcaklık konusunda; ısıtma, soğutma ve kontrolü ilkeleri, ısı çeşitleri, ısı kaybı, soğutma etkileri, hava temizleyicileri, filtrasyon, hava dolaşımı, havalandırma, enerji tasarrufu, güneş evi tasarımı, aktif ve pasif güneş enerjisi ısıtma sistemleri yapı biyolojisinin konusudur. Ayrıca iç mekân konfor oluşumunu sağlayan doğal havalandırma, mekanik havalandırma, klima, nem yönetimi yapı biyolojisinin konuları içindedir. İç çevre oluşumunda; binalarda iç ışık, doğal ışık, yapay ışık, elektrik ışığı, dâhili akustik kontrol ve iyileştirilmesi, gürültü yalıtımı gibi konularla ergonomi kapsamında, biçim,

şekil ve mekânsal boyutlar, mobilya tasarımı ve iç düzen yine yapı biyolojisi kapsamında olan konulardır. Yapısal bu konuların dışında, kullanıcının psikolojik ve ruhsal yapısını etkileyen konuları (doğa ve etkileri, rengin fiziksel ve psikolojik etkileri, stresli veya sakinleştirici ortamlar gibi) iç tasarımdaki genel ilkeleriyle birlikte incelemek ve yönlendirmek yapı biyolojisinin konusudur.

Yüzeysel olarak yaklaşıldığında yapı biyolojisi, toksik olmayan yapı malzemeleri, iç mekân hava kalitesi, elektrik tesisatları, elektromanyetik radyasyon ve radon gibi şeylerin sadece bir çalışması gibi görünmektedir. Bu görünenler resmin bir parçası olmakla birlikte, bütünsel olarak bakıldığında, çalışma ekoloji, biyoloji, tıp, mühendislik, eğitim ve ekonomi gibi birçok alana uzanmaktadır. Yapı biyolojisi dar bir uzmanlaşmış konu değildir. İlişki ve sentez gibi kendine özgü özellikleri olan geniş bir bilimdir.

3.1 Yapı Biyolojisi Kapsamında Yapı

"Yapı, insanın çeşitli gereksinmelerini gidermek üzere, doğal çevre içinde tasarladığı ve ürettiği yapma bir çevredir" (Öztürk ve Balanlı, 1995).

Günümüz koşullarını değerlendirdiğimizde artık yapılar, insanların yalnızca barınma veya diğer ihtiyaçlarını karşıladıkları mekânlar değildir. Yapılar, kullanıcılarının sosyal, ekonomik ve çevresel gelişimlerini sağladıkları yerler haline gelmiştir. Ancak Endüstri Devrimi ile birlikte, hızlı nüfus artışı, bilinçsiz kaynak tüketimi, azalan kaynak sıkıntısı ve giderek çevreye verilen zararlar sonucu insanlık küresel olarak birçok çevresel sorunla yüz yüze kalmıştır. Farkındalığı artan ve sorunları gören kullanıcılar doğa ile uyumlu, insan sağlığına zarar vermeyen ve enerji kaynaklarını minimum seviyede kullanan sürdürülebilir mekân arayışına girmişlerdir. Başlangıçta doğru tasarım ilkeleri gözetilerek oluşturulan mekânsal düzenleme, enerji korunumuyla birlikte mekânların doğru bir şekilde ısıtılıp aydınlatılmasına olanak sağlarken ve kullanıcı için gerekli diğer tüm konfor koşullarının oluşturulmasına da büyük oranda destek olmaktadır. Yapılarda sağlıklı iç mekânların tasarımı yapılırken, doğal gün ışığı kullanımı, iç mekân hava kalitesi ve doğal havalandırma, su korunumu ve enerjinin etkin kullanımı göz önünde bulundurulmalıdır. Tüm bu

veriler ışığında, yapının konumlanacağı doğru yerleşim planlaması yapıldığında, inşasında doğru malzemeler ve yapım teknikleri seçildiğinde, sonuç kullanıcılarını da mutlu edecek ve yüksek maliyet gerektirmeyen, çevresi ile uyumlu mekânların oluşumunu ortaya çıkacaktır. Burada üzerinde durulması gereken çıkış noktası, sürdürülebilir mimari ilkelerinde de önemle vurgulanan geleneksel ve yerel mimari uygulama ve malzeme tercihi olacaktır.

Biyolojik bir yapı inşa etmenin planlama ve tasarım aşamalarında, aşağıdaki ek ölçütler dikkate alınmalıdır:

- 1.** Yer seçim sürecinin bir parçası olarak toprağın ve jeofizik koşullarının bir analizi ve enerji hatlarına, bozuk yeraltı enerji alanlarına ve su damarlarına yakınlık gibi incelemeler yapılmalıdır.
- 2.** İklimsel faktörler (hâkim rüzgârlar, sıcaklık, güneş yönelimi) ve yaşama tarzı dikkate alınarak, odaların ilgili işlevlerine göre yönlendirmesi düşünülmelidir.
- 3.** Yapının “nefes alma” kabiliyetini arttıran hem yapısal hem de bitirme yapı malzemeleri; işlenmemiş ahşap, kil tuğlalar, mantar, yün, sisal, hindistancevizi lifleri gibi doğal yapı malzemeleri tercih ile dış yüzeyle nem, ısı ve temiz hava alışverişi yapabilir ve uygun iyon seviyelerini koruyabilir. Ancak kullanımda çok sayıda ve çeşitli, havada taşınan toksinleri (difüzyon) emebileceği dikkate alınmalıdır.
- 4.** Güneş enerjisi kullanımı, ısı ve enerji tasarrufu yöntemleri ve ısı yalıtımı kullanımı gibi enerji konusunda dikkatli kararlar alınmalıdır. İzolasyon malzemelerinin verimli olması gerekir, ancak havaya zehirli gazlar veya zararlı parçacıklar yaymamalıdır.
- 5.** Konveksiyonla ısı dağıtımını yerine radyant kullanan ısıtma, havalandırma ve hava filtreleme sistemlerini tercih edilmelidir. Sauna benzeri bir ısı depolama tesisi veya bir aile sağlığı merkezi gibi hizmet veren bir alanda suni bir havalandırma sistemi gerektiğinde doğal havalandırmayı destekleyebilir; sıradan hava filtreleri, iyonize olmayan elektronik filtreler veya HEPA filtreler gibi ileri teknoloji alternatifleri kullanılabilir.

6. Her oda için doğru aydınlatma (ışık sıcaklığı, spektral aralık, yoğunluk vb.) oluşturmaya dikkat edilmelidir. Bu faktör, sağlık için evi içinden veya dışından istenmeyen gürültüye karşı korumak kadar önemlidir.

7. Elektromanyetik alanlardan kaçınılmalıdır. Özellikle evin çok zaman geçirildiği alanlar (yatak odası ve çalışma alanı) korunmalıdır. Topraklanmış cihazlar uyku ve çalışma alanlarından uzağa yerleştirilerek kullanılmalı ve kullanılmadığında devreleri kapatmak için kesme anahtarları kullanılmalıdır.

8. İç tasarım yaparken, sakinlerle doğru orantılı mobilya kullanılmalı, gaz salınımı olmayan malzemeler ve ürünler tercih edilmelidir.

Yirmi beş Yapı Biyoloji İlkesi ve sekiz Planlama ve Tasarım Kriteri uygulanarak, sadece modern bina inşaatındaki en belirgin hatalardan kaçınmakla yetinmeyip, aynı zamanda bugünün ortalama yapısından çok daha yüksek yaşama kalitesine sahip bir yapı ortaya çıkarılmalıdır. Bazı mimarlar ve inşaatçılar bu alanda uzman, bilgili ve yetkindir. Ancak, yetkin biri bulunmadığında bir biyo-harmonik yapı üretmenin anahtarı, sadece bilgilendirilmiş bir yapı sahibi de olabilir (Ziehe,?)

Yapının oluşumunda, tasarlandığı çevrenin korunmasıyla birlikte yapı kullanıcıları da düşünülerek, kullanıcıların konforunu sağlamak için de yine tasarım aşamasında dikkat edilmesi gereken bazı temel özellikler vardır. Bu temel özellikler:

- Estetik ve konfor: Yapı, öncelikle kullanıcının konforu gözetilerek, yapılacağı çevresel ortamı bozmayacak şekilde, estetiğe önem verilerek tasarlanmalıdır. Yapı, yapım amacına uygun tasarlanmalı, yapımında mevcut standartlara ve yönetmeliklere uyulmalıdır. Ayrıca bulunduğu toplumun kültürel özellikleriyle uyum içerisinde olmalıdır (Kokulu, 2016).
- İç ve dış etkilere karşı koruma: Yapı kullanıcılarını dış etkilerden koruma ve onlara barınma unsuru teşkil ettiği için öncelikle, yapıyı dışarıdan etkileyebilme ihtimali olan rüzgâr, yağmur, kar, don, sıcaklık ve güneş ışığı gibi faktörler düşünülmelidir. Yapıyı örten çatının sağlam

ve sızdırmazlığına dikkat edilmeli, özellikle cephede kullanılan malzemelerin hava şartlarından etkilenmesi ve soğuktan donması önlenmeli, yapının zemini yapı yüküne ve çevresel veriler dikkate alınarak oluşturulmalıdır (Kokulu, 2016).

- Ekonomiklik: Yapı oluşumunda kullanılan malzeme, yapı maliyetini belirleyen en önemli etmenlerden biridir. Yapı maliyetini olabildiğince ekonomik seviyeye getirebilmek için bazı önlemler almak mümkündür. Bunların en başında LCC (Life Cycle Cost–Yaşama Döngüsü Maliyeti) ve LCA (Life Cycle Assessment–Yaşama Döngüsü Analizi) göz önünde bulundurulmalıdır (Kokulu, 2016). Yapı, oluşumu ve kullanımı sırasında ve hatta kullanım ömrü sona erdiğinde yıkımı esnasında dahi bir maliyet gerektiren döngü içerisindedir. Yapıyı oluştururken maliyet ekonomisi sağlayabilmek için;

1. Kullanılacak malzemenin sağlam olmasına dikkat edilmeli; nakliye, montaj ve kullanım sürecinde zayıf bir malzeme kullanımı nedeniyle çok fazla fire ve atıl malzeme oluşturulmamalıdır.
2. Gereksiz ve kalitesiz malzeme ve ürün kullanılmamalı, kullanım esnasında hızlı bozulma ve yenilenme gerektirmemesi sağlanmalıdır.
3. Yapım esnasında ihtiyaç dâhilinde, gereğinden fazla araç-gereç çalıştırılmamalıdır.
4. Yapı malzemesi seçiminde veya yapı üretim tekniğinde karar verilirken sadece üretim maliyeti düşük olan tercih edilmeyip, kullanım sürecindeki etkileri de göz önünde bulundurularak enerji verimliliği açısından yapıya ekonomik katkı sağlayacak ürün ve teknikler düşünülmelidir.

Kaynağından çıkarılan malzemeyi mümkün olduğunca doğal haliyle kullanmak veya işleme maliyetini olabildiğince geri çekmek yapı oluşumu maliyetini de haliyle düşürecektir. Yapının kullanım ömrünü tamamlaması sonrası yıkımında

geri dönüştürülebilir veya bertarafında doğaya karışan malzeme kullanımı, gelecek nesiller için yapabileceğimiz en iyi şeydir.

- Çevresel etki: Yapı bulunduğu çevre koşullarına uyum sağlamalıdır. Bu nedenle daha tasarım evresinde çevresel veriler çok iyi analiz edilmelidir. Yapının çevre verilerine uygun tasarlanması, ekstra önlemler alınması ve enerji kullanımı gerektirmez ve yapının çevre üzerindeki olumsuz etkisi en az seviyeye çekilebilir. Enerji, zehirlilik ve geri dönüştürülebilirlik, yapı malzemelerinin çevresel etkilerini değerlendirirken en çok gözetilen parametrelerdir (Kokulu, 2016).

“Ekosistemi gözetilen tasarımlarda yapıların enerji tüketiminin azaltılması, çevre üzerindeki negatif etkilerinin minimuma çekilmesi hedeflenirken; morfolojik özelliklerin yanı sıra yörenin toplumsal ve kültürel altyapısı ile ekonomik faktörler de sürece dâhil edilmelidir”(Arsan, 2008). Yerine ait malzemeler ne kadar fazla yapıya dahil edilebilirse yapının ekolojik bakımdan değeri de o kadar artar. Yani yapının bulunduğu topoğrafyanın sunduğu malzeme taş ise o taşı kullanarak, killi toprak ise kerpiç kullanarak, ormanlık ise de ahşap kullanarak aynı zamanda ekonomi yapmış oluruz. Çünkü hazırda bulunan doğal malzeme kullanımı, hem ulaşım hem de tedarik konularında çok avantaj sağlamaktadır.

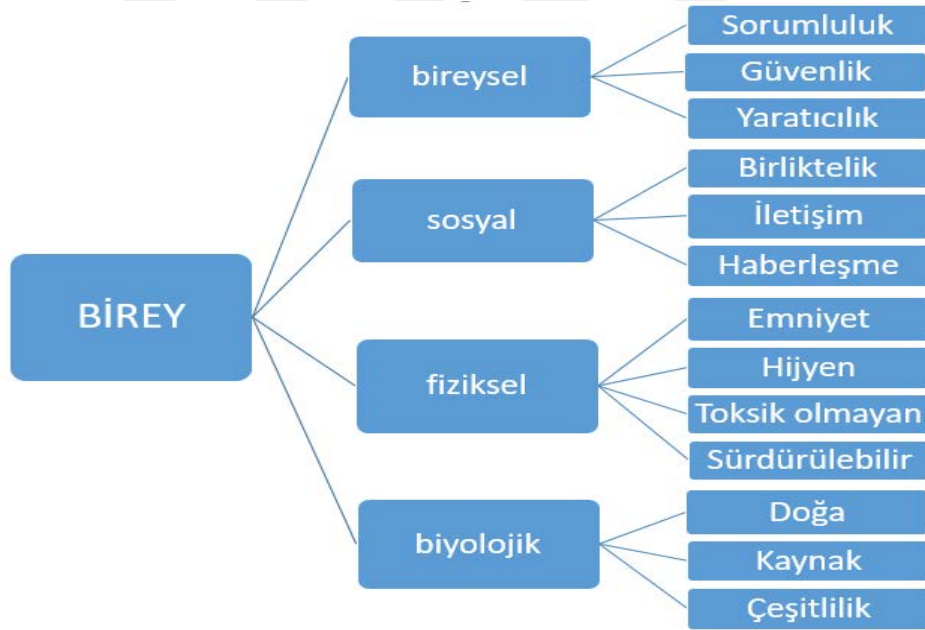
3.2 Yapı Biyolojisi Kapsamında İnsan

Günümüzde gelişen teknoloji ve artan olanaklar sayesinde sağlıklı, güvenli ve konforlu bir hayat sürdürmek için, yapı oluşumunda da insan sağlığına zarar vermeyen malzemelerin tercih edilmesi gerekir.

İnsan sağlığına uygun iç iklim koşulları; kullanılan malzemeler, ısıtma sistemleri, elektrik tesisatı vb. unsurlarla belirlenir. Binanın çevresel uyumu; tasarım sürecinde doğru konumlandırılmasına, cephe çözümlerine, atık oluşturmayacak malzeme seçimi ve yerel kapasitelerden faydalanmasına bağlıdır. Yapının enerji ve kaynak kullanımını; asgari düzeye indirmemiz; inşaat, kullanım, yıkım süreçlerinde en az enerji ve malzeme kullanacak tasarım ve uygulama çözümlerine gitmekle mümkün olabilir.

Yapıda yıkıcı bir faktör nadiren tek başına insanlarda olumsuz etkiler oluşturur. Birçok sakin, farklı olumsuz etkilerin toplamı ve yoğunluğundan zarar görmektedir. Yapı biyolojisi bu nedenle dikkate alınması ve değerlendirilmesi gereken çok sayıda bireysel yönü içerir. Bina ve sakinleri, tüm ilişkilerin etkili olabileceği ayrılmaz bir sistem olarak anlaşılmaktadır. Yapı biyolojisindeki önemli görevler, bina ile ilgili sağlık açısından sakinler gibi konut sakinleri üzerindeki zararlı etkilerden kaçınmak veya azaltmak ve özellikle yaşama ve uyku alanlarında paraziti en aza indirmekle mümkün olabilir.

Yapı, fiziksel ve sosyal bir çevre içinde, kullanıcıların biyolojik, psikolojik, sosyolojik gereksinimlerini karşılamak üzere tasarlanıp, üretilirken; yapı içerisindeki mekânın şekillenmesi için de kullanıcıların gereksinimleri, yapının fiziksel ve sosyal iç çevre niteliklerinin amacına uygun oluşumu gibi bazı parametrelerin karşılanması gerekir. Yapı oluşumunda kullanıcı birey için ihtiyaçları (Şekil 3.1)'de ilişkilendirilmiştir.



Şekil 3.1. Yapı biyolojisi açısından kullanıcının ihtiyaçları (P. Öztürk, 2020)

Mekandaki esneklik, kullanım ve ferahlık, hijyen, sürdürülebilirlik, güvenlik koşullarının sağlanması, boyutsal özelliklerin ve konfor düzeyinin yeterli derecede oluşturulmuş olması bu bahsedilen mekânsal parametreler olarak sıralanabilir. Elbette bir iç mekân tasarımı yapılırken kullanıcıdan bağımsız düşünmek mümkün değildir. Tüm ihtiyaçlar belirlenip tasarım oluşturulurken,

renk, form, hacim, kişi sayısı gibi nicel ve nitel bütün ölçütlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu ölçütler gözetilerek sonuçlandırılan bir iç mekân organizasyonu, yapının verimli kullanımını sağlarken aynı zamanda kullanım ömrünü de arttırmaktadır.

Karşılanmamış kullanıcı gereksinimleri ile oluşturulmuş yapılar, biyolojik ve psikolojik sorunlara yol açarak kullanıcı sağlığının bozulmasına neden olacaktır.

3.3 Yapı Biyolojisi Temel İlkeleri

Yapı Biyolojisi, sağlıklı binalar kavramıyla yapıların insan sağlığına uygunluğunu açıklayan bir bilimdir.

Yapı Biyolojisi içeriğinde ortaya çıkan bu temel ilkeler insanlar için biyolojik, psikolojik ve sosyal açıdan olumlu bir ortam yaratma sürecini hızlandırır.

İnsan sağlığı için güvenli yapı malzemelerinin seçimi noktasında belirleyici ilkeleri sayesinde doğru yönlendirmeyi sağlarken, inşaat ve tasarım da dâhil olmak üzere farklı bina tekniklerinin sağlık üzerindeki etkilerini değerlendirir. Hizmetlerin nasıl kurulduğunu, binayı kullanan kişilerin sağlığını nasıl etkileyebileceğini açıklar.

Bina tasarımının içerideki fiziksel çevrenin kalitesini nasıl etkileyebileceğini açıklarken, kullanıcı için ergonomik ve psikolojik hususların da ne denli önemli olduğunu vurgular.

Bu bağlamda, yapı tasarımı ve üretimi aşamasında; yapı biyolojisi disiplini tarafından belirlenmiş ve beş ana başlık altında oluşturulmuş olan 25 ilkeyi gözeterek işe başlamak ve sonuca ulaşmak gerekmektedir.

Günümüzde Yapı Biyolojisi İlkeleri tüm dünyada bütünsel bir yaşama ortamına öncülük etmektedir. Bu, evlerini ve ofislerini güvenli ve sağlıklı hale getirmeyi seçen herkes için en güvenli ve en güvenilir yaklaşımdır.

Bina biyolojisinin temel kuralları konut mülkiyeti ile ilgili olmasına rağmen, ofis ve idari binalar, okullar veya çocuk gündüz bakım merkezleri gibi konut






dışı binalara da uygulanmalıdır. Çünkü kilit önlem, bir kişinin kapalı bir alanda geçirdiği zamandır.

Yapı Biyolojisi ve Ekolojisi Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan bu ilkeler, her biri beşer maddelik şu beş ana başlık altında toplanmaktadır:

3.3.1 Eko sosyal yaşama alanı:

Binanın yerinde, doğal veya suni kirlenme olmamalıdır; diğer bir deyişle, alt toprakta, yüzeyde veya yakın çevrede kirlenme olmamalıdır. Bina sürüm kaynaklarından uzak olmalıdır, yani saha etkileri, sık kirlilik, gürültü ve havadan kaynaklanan kirleticilerden arındırılmış olması gerekir. Bina tarzı; yeşil alanlar ve doğaya ücretsiz erişim ile merkezi olmayan, trafik alanlarıyla dönüşümlü ve rahat olmalıdır. Bina altyapı planlamasında karma fayda odağının iyi olması için; işyerine, okula, ikmal hizmetlerine, toplu taşıma sistemlerine vs. ulaşımın yakınlığı çok önemlidir. Bir bütün olarak bina, tekerlekli sandalye ile erişim sağlayacak ve sosyal dışlanmaya yol açmayacak şekilde tasarlanmalıdır (Hartmann, 2014). Bu konu kapsamında sınıflandırılan beş yapı biyolojisi ilkesi ve her bir ilkenin akılda kalıcılığını arttırmak üzere tasarlanan piktogramları Tablo 3.1’de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Eko sosyal yaşama alanı sınıfında yer alan yapı biyolojisi ilkeleri (Url-6)






	1. Altyapı planlamasında karma fayda odağının iyi olması: işyerine, okula, ikmal hizmetlerine, toplu taşıma sistemlerine vs. ulaşımın yakınlığı
	2. Yaşam alanını insancıl ve çevreyi koruyacak şekilde kurgulamak
	3. Kırsal ve kentsel yerleşim alanlarında yeterli yeşil alanları öngörmek
	4. Bölgesel ve kendine yeterliliği güçlendirmek, yerel hizmet ağlarını ve tedarikçilerini kullanmak
	5. İnşaat alanlarını olabildiğince; toprak, radyasyon, emisyon ve gürültü kirliliği olmayan yerlerden seçilmesi

3.3.2 Termal ve akustik konfor:

Kullanılan malzemeler doğal olarak ve asgari birincil enerji kullanımı ile üretilmiş ve taşınmış olmalıdır; yani, tercihen, doğal özelliklerini bozmadan

bölgesel olarak tedarik edilmelidir. Tüm materyaller, tahriş edici veya toksin yaymadan kokusuz veya hoş bir kokuya sahip olmalıdır; diğer bir deyişle, gazların iç ve dış alana serbest bırakılmasından kaçınılmalıdır. Sadece küçük radyoaktiviteye sahip yapı malzemeleri kullanılmalıdır; doğal taş veya toprak yapı malzemelerine özellikle dikkat edilmelidir. Ses ve titreşim önleme sadece harici sese karşı değil, bina içinde, örneğin infrasound, mekanik titreşime ve telefon sesine karşı koruma anlamına gelir. Bu özellikler binadaki donanımla ilgili olarak gözlemlenmelidir (Hartmann, 2014). Bu konu kapsamında sınıflandırılan beş yapı biyolojisi ilkesi ve piktogramları Tablo 3.2’de gösterilmiştir.

Tablo 3.2. Termal ve akustik konfor sınıfında yer alan yapı biyolojisi ilkeleri (Url-6)






	1. Doğal, zararlı maddeler içermeyen ve radyoaktivitesi olabildiğince düşük malzemeleri kullanmak
	2. Isı yalıtımı ile ısı depolanması ve iç yüzey ile iç ortam sıcaklıkları arasındaki dengeyi doğru ilişkilendirmek
	3. Nem oranını denkleştirebilen malzemeleri kullanmak
	4. Yeni-yapı nemine dikkat etmek
	5. İç mekan akustiğini ve ses yalıtımını optimize etmek (sesaltı titreşimleri dahil)

3.3.3 Sağlıklı iç mekân iklimi:

Oda nemi, nem düzenleme malzemeleri kullanılarak ayarlanmalıdır. Doğal ve nefes alan yapı malzemeleri iç mekân havasının nem tepelerini dengeler, iç ve dış mekân açık yüzeyler arasındaki nem basıncını difüzyon ile eşitler. Yeni yapılarda buna özellikle dikkat edilmelidir. Isı yalıtımı ile termal depolama arasında bir denge bulunmalıdır. Bunun temeli, insanın sıcaklık hissi ve bunun sonucunda yaşanan rahattır (sıcaklık hissetmek). Bina soğudukça, bina bileşenlerinde yoğuşma oluşmasını önlemek için, sıcaklık asla çiğ noktasının altına düşmemelidir. Doğal temiz hava akımları iyi hava kalitesi sağlar ve nemi önlemek için harekete geçerek, odadaki havayı canlandırır ve polen gibi kirleticileri temizler, ince ve siyah tozun yanı sıra ısıtma yüzeylerinde yüksek

yüzeý sıcaklıklarında toz birikmesini önler. Yaşama alanlarının sıcaklığını yönetirken, doğrudan güneş ışığı ve düşük sıcaklık sistemlerine olan termostatik bağlantısı dikkate alınmalıdır. Son olarak, manyetik alan bozulması, yansıma, amplifikasyon, radyo dalgaları, elektrik tesisatlarından elektrostatik etkiler, bina otomasyonu ve yapay aydınlatmadan kaynaklanan “istenmeyen yan etkilerden” kaçınılmalıdır (Hartmann, 2014). Bu konu kapsamında sınıflandırılan beş yapı biyolojisi ilkesi ve piktogramları Tablo 3.3’de gösterilmiştir.






Tablo 3.3. Sağlıklı iç mekân iklimi sınıfında yer alan yapı biyolojisi ilkeleri (Url-6)

	1. Uyarıcı ve zararlı maddelerin azaltılmak ve yeterli taze havayı sağlamak
	2. Sağlığa zararlı küf ile maya mantarlarını, bakterileri, toz ve alerjenleri önlemek
	3. Nötür ya da iyi kokan malzemeleri kullanmak
	4. Elektromanyetik alanları ve dalga boylarını minimize etmek
	5. Isınma için ışıınım sıcaklığını öncelemek

3.3.4 Çevre, enerji ve su:

Güneş termal enerjisi, biyokütle, çevresel ısı, fotovoltaiik, rüzgâr ve hidroelektrik gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı yoluyla enerji tüketimi düşük tutulmalıdır; buna süreç ısısı, atık su, ısı geri kazanımı ve hibrit enerji sistemleri gibi doğal olmayan ısı kaynaklarının kullanılması da dâhildir. Kaynakları koruyan ve birincil enerjinin en az düzeyde kullanımını gerektiren sistemler kullanılmalıdır. İyi içme suyu kalitesi ve ılık su hijyeni, çoğunlukla doğal su yönetimi, gri su geri dönüşümü veya yağmur suyunun kullanılmasıyla elde edilebilir (Hartmann, 2014). Bu konu kapsamında sınıflandırılan beş yapı biyolojisi ilkesi ve piktogramları Tablo 3.4’de gösterilmiştir.






Tablo 3.4. Çevre, enerji ve su sınıfında yer alan yapı biyolojisi ilkeleri (Url-6)

	1. Enerji tüketimini minimize etmek ve yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak
	2. İnşaat ve tadilat sürecinde, olumsuz çevre etkilerine neden olmamak
	3. Doğal kaynakları sakınmak, flora ve faunayı korumak
	4. Yerel inşaat yöntemlerini öncelemek, malzeme ve ekonomik ilişkileri en iyi yaşam döngüsü verilerine göre tercih etmek
	5. Optimum içme suyunu sağlamak

3.3.5 İnsan odaklı tasarım:

Bu, doğa tarafından bolca sunulan uyumlu geometrik boyutlar, oranlar ve formlarla yönlendirilmelidir. Işık, aydınlatma ve renk tasarımı mantıklı bir “gün ışığı yönetimi” gerektirir (Hartmann, 2014). Bu konu kapsamında sınıflandırılan beş yapı biyolojisi ilkesi ve piktogramları Tablo 3.5’de gösterilmiştir.

Tablo 3.5. İnsan odaklı tasarım sınıfında yer alan yapı biyolojisi ilkeleri (Url-6)

	1. Oran, ölçek ve formların uyumlu olmasına dikkat etmek
	2. Görmek, işitmek, koklamak ve dokunmak gibi duyu etkilerini teşvik etmek
	3. Doğasındakine yakın ışık ve renk ilişkilerine dikkat etmek, titreşimsiz aydınlatma elemanları kullanmak
	4. Fizyolojik ve ergonomik bilgileri dikkate almak
	5. Yerel yapı kültürünü ve zanaatı teşvik etmek

3.3.6 Yapı biyolojisi ve ekolojisi enstitüsü’ nün çalışma alanları

Yapı ve yerleşim olgusunun yapı biyolojisi ilkeleri doğrultusunda doğru yapılmadığı durumlarda, hastalıklara neden olan ve çevreyi tahrip eden bir faktör olduğunu ortaya koyarak, yapılaşmayı ekolojik ve sürdürülebilirlik sınırlarını içerisinde inşa edilmiş global bir çevrecilik hareketine doğru ilerletmek yapı biyolojisinin birincil amacıdır.

Yapı ve yerleşim olguları ile sağlık, refah ve yapı kaynaklı hastalıklar arasındaki yakın ilişkileri tespit edip topluma göstermek ve toplumda bu konuda bilinç sağlayıp tabana yayılan bir farkındalık elde etmek,

Daha sağlıklı ve daha sürdürülebilir bina alanlarında yaşayabilmek için; araştırma ve geliştirmeleri desteklemek veya yürütmek;

Kurslar, çalıştaylar ve seminerler düzenlemek, insanları konu ile ilgili eğitmek, sağlıklı ve daha sürdürülebilir bina ve yaşama tarzı alanını kapsayan yayınları onaylamak veya üretilen bilgi aktarımını sağlamak,

Eğitim, bilim, ekonomik, politik, idari ve sağlık kurul ve organların konuya yönelik sorumluluklarına dikkatlerini çekmek,

Daha sağlıklı ve daha sürdürülebilir bir yapıyı çevre ve yaşama tarzını teşvik etmek,

Çevre, araştırma, sağlık, toplum, yerel ve merkezi hükümet organizasyonları da dâhil olmak üzere diğer ilgili kişilere tavsiyelerde bulunup, gerekli durumlarda işbirliği yapmak;

Sağladıkları ürün ve hizmetlerde daha sağlıklı ve daha sürdürülebilir bir yapı endüstrisine kendini adanmış, konuya duyarlı, geniş görüşlü kişileri dayanışmaya çağırarak, destek olmak ve iletişim sağlamak;

Daha sağlıklı ve daha sürdürülebilir bina, malzeme ve hizmetler hakkında bilgiyi kamuya ve inşaat sektörüne sunarak, inşaat piyasasında tüketicilere malzeme ve uygulamaları konularında objektif bir danışman olmak,

Yerleşim ve imar alanlarının yoğunlaşarak yığılmaya neden olduğu bölgelerdeki sorunların çözümüne katkıda bulunmak,

Biyoloji ile ekolojinin biçimlendirdiği gerçek bir yapı-kültürünün, aynı zamanda toplumsal bir eğitim olarak gelişmesi için fikir vermek,

Yaşamayı ve yerleşmeyi kullanıcı için daha insancıl kılmak, yaşama koşullarının düzelmesine yardımcı olmak ve insanı yapı olgusunun odağına yerleştirmek.

Yapı tasarımı ve teknolojileri konularındaki araştırmalar ile uygulamaları arasında aracı olmak (Akman, 2013) alışma alanları içerisinde yer almaktadır.

3.3.7 Yapılarda sağlığımıza etki eden başlıca unsurlar

- Yapı malzemeleri ve bina tasarımı
- Mobilyalar
- Elektrik tesisatı
- Boyalar ve cilalar
- Zemin kaplamaları
- Elektronik ev cihazları
- Yapı ve yalıtım malzemeleri
- Klima ve kalorifer sistemleri

3.3.8 İç ortam hava kirliliği

Hava insan yaşaması için hayati önem taşıyan bir unsurdur. İnsanlar yemeden 30 gün, su içmeden 3 gün boyunca yaşayabilirken, nefes almadan sadece  dakika yaşayabilmektedirler. İnsan hayatı için bu kadar önemli bir fonksiyon sağlanırken, fonksiyonda kullanılacak hava kaynağı da önem arz etmektedir. Bulunulan ortam hava kalitesi ne kadar iyi ise insanlar da kendisini o kadar sağlıklı ve enerjik hissedeceklerdir. Aksi durumda havasız ve koku içeren ortamlar, sağlıksız olmakla birlikte, kullanıcı konforunu olumsuz etkileyerek, çalışma performanslarının düşmesine neden olacaktır. Bu sebeple, yaşama alanlarının tasarımılarında, hava kalitesi için gerekli önlemlerin alınmış olması ve düzenlemelerin sağlanmış olmasının önemi büyüktür.

- Hava kalitesi, genellikle dış ortam hava kirleticileri yoğunluğunun llmesi ile karakterize edilmesine rağmen, iç ortam kirleticilerinin de sağlığı etkileyerek hastalıklara neden olabileceği fark edilmiştir.

İç ortam hava kalitesi, dış ortam yoğunluklarından etkilenmesine rağmen, iç ortam hava kirleticileri dış ortaminkilerden farklıdır ve çoğunun yapı içindeki

birikme ve uzaklaşma hızı yüksektir. İçeride bulunduğu zaman güvende olduğu düşünülmemelidir. Çevre Koruma Ajansı (EPA), evlerde ve diğer binalardaki havanın dış ortam havasından daha ciddi şekilde kirlenebileceğini belirtmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre, yılda 4.3 milyon kişi hava kirliliği ile ilgili hastalıklar nedeniyle erken ölmektedir.

İç mekân hava kirliliği büyük sağlık sorunlarına neden olabilir. Uzun süre iç mekân hava kirleticilerine maruz kalabilecek insanlar genellikle iç mekân hava kirliliğinin etkileri açısından en fazla risk altında olan kişilerdir. Buna çocuklar, yaşlı yetişkinler ve uzun süreli (kronik) hastalığı olan insanlar da dâhildir.

3.3.8.1 İç Mekân Hava Kirliliği Belirtileri

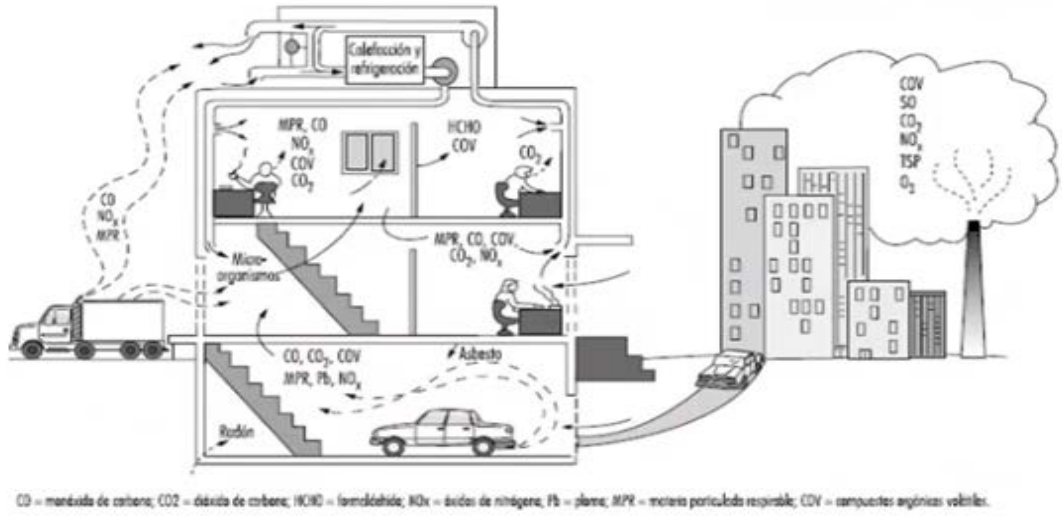
Hissedilen bazı belirtiler iç mekân hava tehlikelerinin işareti olabilir ve fark edildiklerinde ciddiye alınıp incelenmesi gereklidir. Bu belirtiler;

- Anormal ve fark edilir kokular, bayat veya havasız iç mekân durumları.
- Hava hareketinde gözle görünür bir eksiklik.
- Kirli veya arızalı merkezi ısıtma veya klima donanımı.
- Hasarlı baca boruları veya çekmeyen bacalar.
- Mekân içerisindeki çok fazla nem. (Evler için genellikle% 30 ila% 50 bağıl nem önerilir.) Durgun su, hasarlı su tesisatı malzemeleri ve ıslak yüzeyler; küfler, bakteriler ve böcekler için üreme alanıdır.
- Mekânda küf ve mantar oluşumu.
- Yenileme, taşınma, yeni mobilya satın alma veya ev veya hobi ürünlerini kullandıktan sonra sağlık reaksiyonu.
- Ev dışında fark edilir derecede daha sağlıklı hissetmek.

3.3.8.2 İç Ortam Hava Kirliliğinin Nedenleri

İç mekân hava kirliliğinin oluşumuna neden olan ve yapı kabuğu dışındaki çevrede de hava, su ve toprak kirlenmesini meydana getiren;

- Zehirli Maddeler
- Radyoaktif Maddeler
- Petrol ve Petrol Ürünleri
- Eysel ve Kentsel Atıklar
- Endüstriyel Atıklar
- Gürültü



Şekil 3.2. Yapı iç mekân hava kirleticileri (Sustentabilidad y control de Sistemas de Climatización)

Gibi kirletme kaynakları, genellikle enerji kullanımı ile ortaya çıkar. Sektörlere göre enerji kullanma oranları ise en genel haliyle;

% 40 endüstri (sanayi), % 20 ulaşım, % 40 inşaat (yapı sektörü) olarak özetlenir.

Günümüzde kullanılan toplam ticari enerjinin yaklaşık %90'ı fosil yakıt tüketilerek sağlanmaktadır. Kirleticiler yerel olarak havaya salınırken, kirlenme sadece enerjinin büyük oranda tüketildiği alanlarla kalmayıp bazen dünya üzerindeki çok büyük kütsel hava hareketleri ile çok uzak mesafelere ulaşır ulaştıkları yerlerde de hava kirliliği ve buna bağlı çeşitli etkiler oluşturarak, küresel bir sorun haline gelmektedir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Kirleticilerin büyük kütleli hava hareketleriyle taşınması (Url-7)

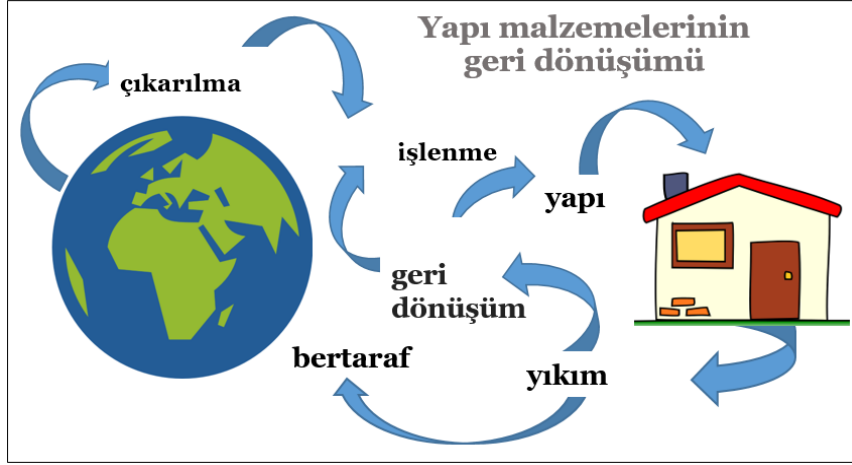
Sektörler içerisinde en büyük enerji tüketim payına sahip alanlardan biri de bahsedildiği gibi yapı sektörüdür. Yapı sektöründe enerji tüketimi, sadece yapı üretim aşamasında iken gerçekleşmez.

Yapı sektöründe enerji kullanım aşamaları:

1. Malzemenin çıkarılması,
2. İşlenmesi,
3. Yapı üretimi,
4. Yapı kullanımı,
5. Yapı geri dönüşümüdür (Şekil 3.4).

Sıralamadan da anlaşılacağı üzere yapıda kullanılacak malzemenin ham olarak çıkarılıp, işlenmesi, yapının üretimi, kullanımı ve yapının kullanım ömrü sona erdiğinde geri dönüşümü süreçlerinde enerji tüketimi ve buna bağlı kirletici oluşumu söz konusudur.

Yapı içerisinde enerji, ev alet ve gereçleri tarafından tüketiliyor olsa da, en büyük enerji tüketim miktarı ve dolayısı ile iç mekân hava kirletici nedenleri ısıtma ve soğutma sistemleri kullanımından kaynaklanmaktadır.



Şekil 3.4. Yapı malzemelerinin yaşama döngüsü (P. Öztürk, 2020)

Isıtma ve soğutma sistemlerinin çevreyi tehlikeye düşürecek kadar enerjiyi kullanmaları, Sanayi Devrimi sonrası hızlı ve seri üretim için kullanılan yapı malzemeleri etkisi ile gündeme gelmiştir.

İkinci Dünya Savaşı sonrası 1945’lerden 1970’lere kadar konut açığını gidermek amacıyla, Avrupa’da betonarme prefabrikte yapı elemanları kullanılmış, yapılar çok miktarda enerji kaybetmiş; insanların yapı içinde sağlıklı yaşaması için;

1. Merkezi ısıtma sistemi ve
2. Soğutma için klima sistemleri tasarlanmıştır.

Bu sistemlerin kullanımı sonucu, günümüzde enerji kullanımında en fazla tüketim yapı sektöründe yaşanmaya başlanmıştır. Ayrıca bu sistemlerin mekân içerisinde kullanımı, yeni yapı malzemelerine bağlı olarak görülen enerji kayıpları, hava kirleticiliği ve olumsuz insan sağlığı etkileri sonucu “yapı fiziği” ve “yapı biyolojisi” dersleri kurgulanmış ve müfredata alınmıştır (Işık, 2015).

Azalan doğal kaynaklar ve buna bağlı enerji tüketimi için alınan önlemler sonrası, enerji verimliliğindeki iyileşmeler, binaların hava geçirmez olmasını, havalandırmayı azaltmasını ve iç mekân hava kirleticilerinin seviyelerini yükseltmesini sağlamıştır. Havalandırma eksikliği, kirleticilerin solunan havaya geri dönmesine neden olabilir. İç ortam hava kirliliği, dış ortam hava

kirliliğinden daha büyük bir sağlık tehlikesidir ve kirleticiler iç mekânlarda 100 kata kadar daha yüksektir.

İç mekân hava kirliliği dış çevredeki kirletici kaynaklı oluşabildiği gibi büyük ölçüde, havaya gaz veya parçacık salan kaynaklardan ileri gelir. Yapı malzemeleri ve oda spreylere gibi şeyler sürekli kirlilik oluşturur. Sigara dumanı ve odun sobası gibi diğer kaynaklar da iç mekân kirliliğine neden olur. Bazı iç mekân hava kirleticileri yıllardır kullanılmaktadır. Ancak genellikle eve giren dış hava nedeniyle etkileri zayıftır.

İç ortam hava kirliliği sorunu; yapıya göre, bölgeye göre ve yılın zamanına göre değişim göstermektedir. Kirleticiye maruz kalma derecesi; bina havalandırma hızı, yemek pişirme, ısıtma veya havalandırma teknikleri, sigara tüketimi, bina yapısı ve tipinden etkilenebilir. Bu nedenle, hava kalitesi araştırması yapılırken tüm bu faktörlerin dikkate alınması gerekir (Url-8). Kirleticiler insan sağlığını etkiler; astım-bronşit, kanser, bağışıklık sistemi bozulması, psikolojik rahatsızlıklar, ömür kısalması gibi sonuçları vardır. İç hava kalitesini etkileyen kirletici kaynakları üçe ayrılabilir.

Ana kategoriler:

1. Malzemeler
2. Yaşayanların faaliyetleri ve yaşama biçimleri
3. Dış ortam kirleticileri (ASHRAE TRANSACTIONS, 2004)

Ancak yapı oluşturulacak bölge, öncesinde kirletici maddeler (zehirli ve biyolojik atıklar, radyasyon, gürültü ve titreşim) için kontrol edilmelidir.

1. İç mekân hava kirletici malzemeler

Asbest, formaldehit, kuşun, mineral yün, lejyonella (tatlı suda yaşayan bir tür zatürre yapan bakteri), küfler, boyalar, binalardaki bitkiler, alçı, polivinil klorür (PVC), radon, uçucu organik bileşikler (VOC'ler) ve organik çözücüler, duvar kâğıtları ve ahşap koruyucuları.

2. İç mekân hava kirletici yaşayan faaliyetleri ve yaşama biçimleri

Bazı iç mekân kirleticileri, sakinlerin faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır ve çok zararlı olabilir. Bu kirleticiler arasında şunlar vardır:

Karbon dioksit

Yakıt yanması veya nefes alıp verme sonucu oluşur. Yüksek yoğunlaşmalar dışında zararlı değildir.

Karbon monoksit

Genellikle tıkanmış bacalardan ve yanlış havalandırmadan kaynaklanır ve ölümcül olabilir.

Tütün Dumanı

Pasif sigara içmenin başlıca etkileri koku, göz tahrişi ve nefes alma güçlüğüdür.

Kokular

Hareket ve terleme sonucu vücut kokusu oluşumu.

3. Dış ortam kaynaklı kirleticileri

Partiküller

Hava kaynaklı parçacık madde, dış ortam hava kirliliğinin başlıca biçimlerinden biridir. Tozlar, malzemenin ince parçacıklara ayrılmasıyla oluşan küçük katı parçacıklardır.

Toz Akarları

Toz akarları mikroskopik, örümcek benzeri böcektir. Yetişkin bir toz akarı yaklaşık 200µm büyüklüğündedir. Toz akarlar vücudumuzdan gelen ölü deride beslenir. Birçok insanda toz akarı nedeniyle alerjiler ve astım gelişir.

Nem

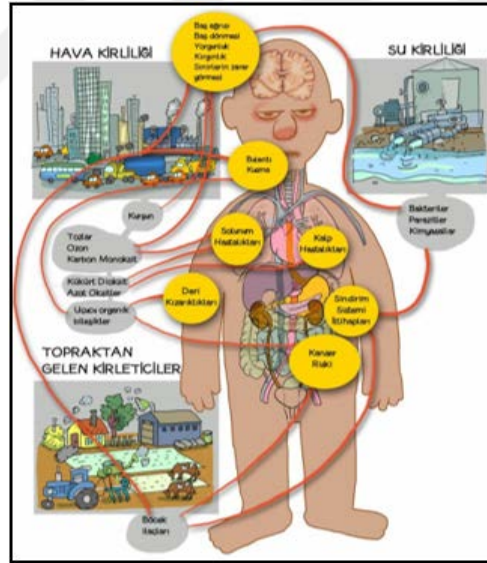
Binalarda nem seviyelerini sınırlamanın temel nedeni yoğuşmayı ve küf oluşumunu önlemek içindir. Bir mekânda bağıl nem% 70'i aşarsa günde 12 saat veya daha uzun süre, küf oluşumu mümkündür.

Yetersiz gün ışığı

Güneş hayatın en temel bileşenlerinden biridir. Güneşin tekrarlayan günlük döngüsü sonucu oluşan radyasyon ve doğal ışığın; konfor seviyemiz, bağışıklığımız, ruh halimiz ve faaliyetlerimiz üzerinde önemli etkileri vardır (Nessım, 2007).

3.3.8.3 İç Ortam Hava Kirliliğinin Kullanıcı Sağlığına Etkileri

Her gün 20.000 seferden fazla nefes alındığı düşünüldüğünde, küçük bir hava kirliliğinin dahi sağlık üzerinde önemli bir etkisi olabilir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Kötü hava kalitesinin insan vücuduna etkileri (TMMOB İzmir şubesi, 2015)

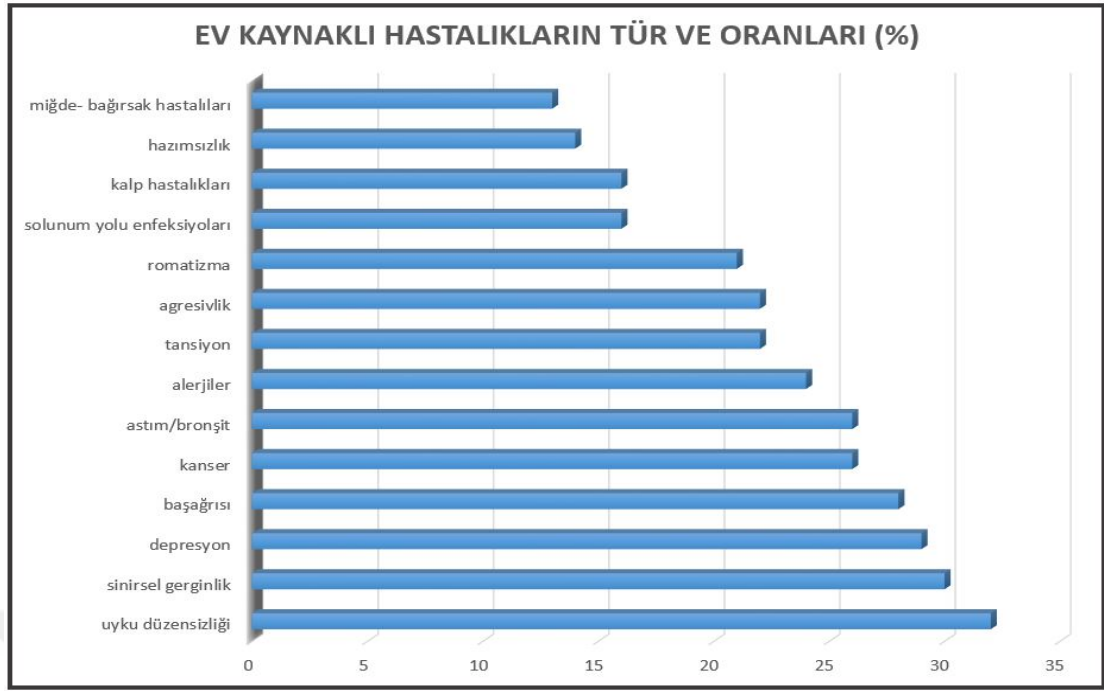
Kötü iç hava kalitesi, birçok hastalık için kullanıcının yakalanma riskini arttırabilir (Tablo 3.6).

Yapılan araştırmalar sonucu elde edilen bulgular son 10 yılda astımlı çocuk sayısında ciddi bir artış yaşandığını göstermektedir ve yine konu ile ilgili kapsamlı çalışmalar astımı ozon, parçacık kirliliği ve bir dizi yaygın kapalı

çevresel astım tetikleyicisi ile ilişkilendirmektedir. Şekil 3.6’da görülebileceği üzere yapılan araştırmalar sonucu;

Tablo 3.6. İç Mekân Hava Kirleticilerinin İnsan Sağlığına Etkileri (Nessım, 2007) (Öztürk, 2020)

İç Mekân Konforunu Etkileyen Kirleticiler Ve İnsan Sağlığına Etkileri	
Asbest	Asbest akciğer kanseri ve mezotelyoma (nadir tümörler) neden olduğu için; beyaz, kahverengi veya mavi tüm formlarının kullanımından kaçınılmalıdır.
Formaldehit	Ahşap esaslı panel ürünlerinde formaldehit içerikli tutkallar vardır. Ayrıca duvar boşluklarındaki üre-formaldehit köpük (UFF) yalıtımı kullanılmaktadır. Düşük gaz yoğunlaşmaları gözleri, burnu ve boğazı tahriş edebilir.
Kurşun	Kurşun bir zehirdir. Kurşun borular ve boya maddeleri kesinlikle kullanılmamalıdır. Kurşun, beyne ve sinir dokularına zarar verebilir.
Mineral Yün	İzolasyon için kullanılır. Yüksek oranda maruz kalmak üst solunum yollarında tahrişe neden olabilir. Mineral liflerin mekâna sızabileceği çatlak oluşumu önlenmelidir.
Lejyonella	Durgun tatlı suda oluşan bakteri solunduğunda lejyoner hastalığına(bir tür zatürre)neden olur. Su depolarındaki termostatlar 55 C olarak ayarlanarak bakteri oluşumu önenebilir.
Küf	Küf alerjiye ve ölüme yol açabilen toksik oluşumlardır. Nem, sıcaklık ve düşük hava hareketi kaynaklı oluşur.
Boyalar	Toksik olabilirler ve nemi şiddetlendirebilirler. Beyaz ispirto, terebentin, VOC, kurşun, kadmiyum, cıva veya formaldehit çözücülü boyalar kullanılmamalıdır. Nefes alabilen, su bazlı boyalar tercih edilmelidir.
Polivinil Klorür (PVC)	Kanserojen olduğu bilinmektedir. PVC'ler doğum kusurlarına, kansere, kronik bronşite ve cilt hastalığına neden olabilir. PVC yerine mümkünse ahşap tercih edilmelidir.
Radon	Radon, tatsız, kokusuz ve renksiz doğal olarak oluşan bir radyoaktif gazdır. Zemindeki toprak ve kayalardan, yeraltı suyu ve yapı malzemeleri kaynaklı mekâna yayılır. Akciğer kanserine yol açar.
VOC' ler ve Organik Çözücüler	Hava ısındığında emisyon oranları artar. Kokuları nedeniyle rahatsızlığa neden olabilirler ve daha da kötüsü yapıda hasta bina sendromu belirtileri başlayabilir.
Karbon Dioksit	Yüksek yoğunluklar dışında karbondioksit toksik değildir.
Karbon Monoksit	Tıkanmış bacalar veya yanlış hava akışlarından ölümcül olabilen CO zehirlenmesi oluşur.
Partiküller	Solunduğunda bazı tozlar, akut akciğer iltihabına veya kanserine neden olabilir.
Toz Akarları	Alerjiye, nefes almada zorluk ve hatta ciddi bir astım krizine neden olabilirler.
Sigara Dumanı	Sigara kanserojendir. Pasif olarak dumanına maruz kalmak; nefes alma güçlüğü, koku ve göz tahrişine neden olur.



Şekil 3.6. Ev kaynaklı hastalık tür ve oranları (YBE Enstitüsü), (P. Öztürk,2020)

Evdeki kirleticiler nedeniyle kullanıcılarda oluşan hastalık tür ve oranlarına ulaşılmıştır.

Araştırmacılar kullanıcının iç mekânda sağlıklı yaşayabileceği konfor düzeylerini ölçümleyerek, iç mekânda ideal ortam sağlanabilmesi için gerekli seviyeleri belirlemişlerdir (Tablo 3.7).

Tablo 3.7. Chartered Institution Of Building Services Engineers tarafından önerilen konfor seviyeleri (CIBSE³ 1986)

MEKAN İÇERİSİNDE KULLANICI KONFOR DEĞERLERİ	
Temiz Hava Dağılımı	Minimum kişi başına 8 litre / s
Mekandaki Hava Beslemesi	Saatte toplam 4-6 hava değişimi
Ses	Genel ofis işleri için 46 dBA üst sınırdır
Aydınlatma	Genel ofis işleri için 500 lüks

³ CIBSE (Chartered Building Services Institution) Londra'da kurulmuş olan, 1976 yılında kraliyet sözleşmesi alan, uluslararası profesyonel bir bina hizmetleri mühendisliği kuruluşudur.

İç mekân hava kirleticilerin mekâna yaydıkları kirletici kaynaklarının yönetimi için şu üç yöntem uygulanabilir:

Kaynak uzaklaştırma: Kirletici yayan kaynakların iç ortamdan uzaklaştırılması ya da yapıya girişinin engellenmesidir. Örnek olarak, üzerinde küf oluşmuş malzemelerin değiştirilmesi gibi.

Kaynak değişimi: Kirletici yayan kaynakların, yaymayanlar ile değiştirilmesidir. Örnek olarak, toksik gaz içeren duvar boyalarının toksik madde içermeyenler ile değiştirilmesi verilebilir.

Kaynakların muhafaza içine alınması: Kaynaktan yayılan kirleticilerin havaya salınmasını engellemek için muhafaza içine alınması çözüm olabilir. Örnek olarak tamirat sırasında plastik örtü kullanılarak çıkan tozların havaya karışmasını engellemek veya mekân içerisinde kullanılan menfezler verilebilir.

İç mekân hava kirletici malzemeler, kullanıcı faaliyetleri sonucu oluşan hava kirliliği veya dış ortam kaynaklı kirleticilerin mekâna dâhil olması ile mekânın hava kalitesini düşürerek çeşitli hastalık ve sorunlara sebep olduğu görülmektedir. İç mekânlarda yetersiz havalandırma nedeniyle çok az dış hava girmesi sonucu, kirleticiler sağlık ve konfor sorunlarına yol açabilecek seviyelerde birikebilir. Binalar özel mekanik havalandırma araçlarıyla inşa edilmedikçe, içeri ve dışarı "sızabilecek" dış hava miktarını en aza indirecek şekilde tasarlanmış ve inşa edilmiş olanlar daha yüksek iç mekân kirletici seviyelerine sahip olabilir.

Sızma, doğal havalandırma ve mekanik havalandırma yolları ile iç mekâna girebilecek dış ortam havası da yapı içi hava kalitesini düşürebilmektedir. Sızma olarak bilinen bir süreçte, dış hava duvarlara, zeminlere ve tavanlara, pencereler ve kapıların etrafındaki açıklıklar, derzler ve çatlaklar aracılığıyla binalara akar. Doğal havalandırmada hava açık pencerelerden ve kapılardan geçer. Sızma ve doğal havalandırma ile ilişkili hava hareketi, iç ve dış mekânlarda ve rüzgârdaki hava sıcaklığı farklılıklarından kaynaklanır. Banyo ve mutfak gibi tek bir odadaki havayı aralıklı olarak temizleyen dış havalandırılmalı fanlardan, iç havayı sürekli olarak temizlemek ve filtrelenmiş havayı dağıtmak için fanlar ve kanal işlerini kullanan hava işleme

sistemlerine kadar bir dizi mekanik havalandırma cihazı vardır. Dış ortam havasının iç mekân havasını değiştirme hızı hava değişim oranı olarak tanımlanır. Sızma, doğal havalandırma veya mekanik havalandırma az olduğunda, hava değişim oranı düşüktür ve kirletici seviyeleri artabilir.

İç mekân hava kirleticilerinin veya dış ortam havasının iç mekâna etkilerinin toplum tarafından anlaşılması, günümüz ve gelecekteki hayat kalitesinin iyileştirilmesi için farkındalıkların oluşması gerekmektedir.

Türkiye'nin üç büyük şehrinde (İstanbul, Ankara ve İzmir) gerçekleştirilen iç mekân hava kirliliği farkındalık araştırması, şaşırtıcı sonuçlar ortaya koymuştur. Araştırma sonuçlarına göre;

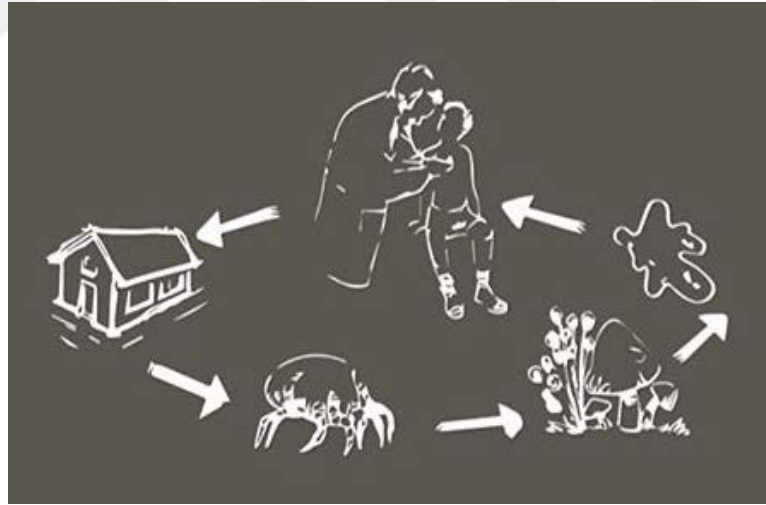
- Bu illerde yaşayan her 5 kişiden 3'ü, yaşadıkları ortamdaki hava kirliliği kaynaklarının farkında değilken,
- Katılımcıların % 90'ı yeni mobilyaların iç mekân hava kirliliği kaynağı olabileceğini bilmemekte,
- Katılımcıların % 79'u saç spreylerinin iç mekân hava kirliliğine neden olabileceği hakkında bilgi sahibi değilken,
- Katılımcıların %55'i iç mekân hava kalitesinin dış ortamdaki havaya oranla daha iyi olduğunu düşünmektedir.

Ayrıca endişe verici bir sonuç olarak katılımcıların %22'sinin ailelerinde alerji ve astım problemi bulgusuna rastlanmıştır. Bu oran Türkiye geneli için düşünüldüğünde, her 4 kişiden birinin bu tür rahatsızlıklardan etkilendiği gerçeğiyle karşılaşılmaktadır (Url-9).

Bu veriler doğrultusunda, iç mekân hava kalitesi konusunda yeterli bilgi sahibi olunmadığı ve gerekli farkındalık oluşumu için biraz daha gayret gösterilmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

3.4 Biyoklimatik yapı analizi

Biyoklimatik yapı analizi, mevcut iç mekânların insan sağlığına olan etkilerinin ölçülerek, bu verilere göre binalarda gerekli tedbirlerin alınması, mimari müdahalelerin belirlenmesi ve sağlığı tehdit eden unsurların iyileştirilmesine yönelik önerileri kapsarken, yeni oluşturulacak yapılar için de sağlıklı iç mekânların oluşumunda tasarım ve malzeme öneri ve desteği sağlar. Günümüzde biyoklimatik yapı analizleri, danışmanlık hizmeti olarak uzman yapı biyologları tarafından gerçekleştirilmektedir. Uluslararası standartlar doğrultusunda belirlenmiş değerlendirme ölçütleri kapsamında, üç ana grupta toplanan etkenler elektronik cihazlarla ölçülerek, yapı ve yapıda kullanılan yanlış malzeme seçiminden kaynaklı, alerjenler, radyoaktivite, toksik gazlar, formaldehit, asbest, radon, polen, mantar, bakteri, parçacık maddeler, elektriksel, manyetik ve statik alanlar değerlendirilir (Şekil 3.7). Böylece hastalığa neden olan yapısal unsurlar belirlenip, ardından ortamın iyileştirilmesine yönelik gerekli tadilat ve mimari uygulamalar önerilir.



Şekil 3.7. Biyoklimatik yapı analizi ile iç mekânda ölçümlenebilen kirleticiler (YBE Enstitüsü)

Bu önerilerle; yapıda zehirsiz yapı malzemelerinin bütünleşmesi ile insan sağlığı desteklenirken aynı zamanda enerji etkinliği sağlamak da hedeflenir (Url-10). Böylece daha ekolojik yapılar elde edilerek, sürdürülebilir bir gelecek için adım atılmış olur.

Ekolojik özellikleri olan yapıları, kırsal kesim içindir ya da şehir kenarı içindir diye sınırlandırmamak gerekir. Şehir merkezlerinde, bitişik nizam parsellerde ekolojik niteliklerde yapılar inşa etmek mümkündür ve artık dünyada bunun birçok örneği vardır. Şehir içinde bulunan mevcut yapılara müdahale de tabii ki yapılabilir ve muhakkak kısmi bir iyileştirme de elde edilebilir. Günümüz yaşantısında yapı için %100 “ekolojiktir” nitelenmesine ulaşmak, zaten mümkün değildir. Burada mümkün merteye bir yaklaşma söz konusudur ki, doğru malzeme seçimleri ve tasarım ile şehir merkezlerinde de sağlıklı ve ekolojik yapılar rahatlıkla gerçekleştirilebilir, mevcut yapıların da nitelikleri iyileştirilebilir.

Yapı Biyolojisi Test Yöntemleri Standardı SBM-2015, uyku alanlarında, yaşama alanlarında, işyerlerinde ve özelliklerde karşılaşılan fiziksel, kimyasal ve biyolojik risklere genel bir bakış sunmaktadır.

Belirli ölçümlerin nasıl yapılacağı ve olası sağlık risklerinin nasıl değerlendirileceği hakkında kılavuzlar sunar.

Yapı Biyolojisi Test Yöntemleri Standardı kapsamında üç bölüme ayrılan biyoklimatik yapı analizleri, yapı biyolojisi test uygulamalarının ve önlemlerinin temelini oluşturmaktadır.

1. ALANLAR, DALGALAR, RADYASYON

Kaynakları ve analizleri aşağıda açıklanan elektrik alan, dalgalar ve radyasyon insan sağlığı konusunda çok ciddi sorunlara neden olabilmektedir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Elektrik ve manyetik alan, dalgalar ve radyasyon kaynakları (Url-11)

- ALTERNATİF ELEKTRİK ALANLARI (Düşük Frekans, ELF / VLF)

Kaynaklar: Elektrik tesislerinde, kablolarda, cihazlarda, prizlerde, duvarlarda, zeminlerde, yataklarda, yüksek gerilimli ve diğerk güç hatlarında bulunan AC voltajları.

Analiz: Düşük frekanslı elektrik alan gücünün (V / m) ve insan vücudu voltajının (mV) yanı sıra baskın frekans (Hz) ve baskın harmoniklerin tanımlanması.

- ALTERNATİF MANYETİK ALANLAR (Düşük Frekans, ELF / VLF)

Kaynaklar: Elektrik tesisatı, kablolar, ev aletleri, transformatörler, motorlar, havai ve toprak kabloları, elektrik hatları, demiryolları olarak sıralanabilir.

Analiz: Güç şebekesinden veya demiryolu sisteminden düşük frekanslı manyetik akı yoğunluğunun (nT) ölçüm ve veri kaydı ve baskın frekans (Hz) ve baskın harmoniklerin tanımlanması.

- RADYO-FREKANS RADYASYONU (Yüksek Frekans, Elektromanyetik Dalgalar)

Kaynaklar: Cep telefonu teknolojisi, RF vericileri, yayın, trunked telsiz sistemleri, görüş hattı sistemleri, radar, askeri, telsiz telefonlar vb.

Analiz: Radyo frekanslı elektromanyetik güç yoğunluğunun ($\mu W / m^2$) ölçülmesi, baskın frekansların belirlenmesi (kHz, MHz, GHz) veya RF kaynakları ve sinyal özellikleri (darbeler, periyodiklik, geniş bant genişliği, modülasyon...)

- STATİK ELEKTRİK ALANLARI (Elektrostatik)

Kaynaklar: Sentetik halı, perde ve tekstil, vinil duvar kâğıdı, vernikler, laminatlar, doldurulmuş oyuncak hayvanlar, TV veya bilgisayar ekranları vb.

Analiz: Yüzey potansiyelinin (V) elektrostatik ölçümü ve aynı zamanda deşarj süresi (s).

- STATİK MANYETİK ALANLAR (Manyetostatik)

Kaynaklar: Yatak, şilte, mobilya, ev aletleri, inşaat malzemelerindeki çelik bileşenler, arabalardan kaynaklanan DC akım, fotovoltaik sistemler vb.

Analiz: Manyetik akı yoğunluğunun (μT , metal / çelik) uzamsal sapması olarak dünyanın manyetik alan bozulmasının ölçülmesi veya manyetik akı yoğunluğunun (μT , doğru akım) ve pusula sapmasının ($^\circ$) zamansal dalgalanması olarak ölçümü.

- RADYOAKTİVİTE (Alfa, Beta ve Gama Radyasyon, Radon)

Kaynaklar: yapı malzemeleri, taşlar, fayanslar, cürufklar, atık ürünler, cihazlar, antikalar, havalandırma, karasal radyasyon, yer, çevre...

Analiz: Radyoaktif radyasyonun sayım hızı (cps), eşdeğer doz oranı (nSv / h) ve sapma (%) olarak ölçümü ve uzun süreli veri kaydı olarak radon yoğunluğunun (Bq / m^3) ölçümü.

- JEOLJİK MESAFELER (Dünyanın Manyetik Alanı, Karasal Radyasyon)

Kaynaklar: yeryüzündeki akımlar ve radyoaktivite; faylar, kırıklar, yeraltı suyolları, jeolojik yataklar nedeniyle oluşan yerel rahatsızlıklar vb.

Analiz: Yeryüzünün manyetik alanı (nT) ve radyoaktif radyasyon (ips) ve baskın rahatsızlıklarının (%) ölçümü.

- SES DALGALARI (Havadan ve Yapıdan Doğan Ses)

Kaynaklar: trafik gürültüsü, hava trafiği, tren trafiği, sanayi, binalar, cihazlar, makineler, motorlar, transformatörler, rüzgâr türbinleri, ses köprüleri...

Analiz:Gürültü , ses , infrasound ve ultrason (dB), salınımlar ve titreşimlerin (m / s^2) ölçümü

- IŞIK (Yapay Aydınlatma, Görünür Işık, UV ve Kızılötesi Işık)

Kaynaklar: akkor lambalar, halojen ışık, floresan tüpler, kompakt floresan lambalar, LED ekranlar, ekranlar, VLC veri iletimi vb.

Analiz: Elektromanyetik alanların ölçümü (V / m, nT), ışık spektrumu, spektral dağılım (nm), ışık titremesi (Hz,%), aydınlatma seviyesi (lx), renk oluşturma indeksi (CRI, Ra, R 1-14), renk sıcaklığı (K), ultrason (dB).

2. İÇ MEKAN ZEHİRLERİ, KİRLİLİK, İÇ İKLİM

İnsan sağlığı üzerinde kanser hatta ölümlere dahi sebebiyet veren kimyasal ve toksik içeren iç mekân kirleticileri (Şekil 3.9) kaynak ve analizleri aşağıda açıklanmıştır.



Şekil 3.9. Toksik içeren iç mekân kirleticileri (Url-12)

- FORMALDEHİT ve diğer Zehirli Gazlar

Kaynaklar: vernikler, tutkallar, sunta, ahşap ürünler, mobilyalar, cihazlar, ısıtma, gaz kaçaqları, yanma, egzoz dumanları vb.

Analiz: Formaldehit, ozon ve klor, kentsel ve endüstriyel gazlar olarak toksik gazların ($\mu\text{g} / \text{m}^3$, ppm) ölçülmesi, doğal gaz, karbon monoksit, azot dioksit ve diğer yanma gazları

- ÇÖZÜCÜ ve diğer Uçucu Organik Bileşikler (VOC)

Kaynaklar: boyalar, vernikler, yapıştırıcılar, sentetikler, inşaat malzemeleri, sunta, mobilya, kaplamalar, seyrelticiler, temizleyiciler vb.

Analiz: Aldehitler, alifatikler, alkoller, aromatikler, esterler olarak uçucu organik bileşiklerin ($\mu\text{g} / \text{m}^3$, ppm) ölçümü, eterler, glikoller, ketonlar, kresoller, fenoller, siloksanlar, terpenler ve diğer organik bileşikler (VOC)

- PESTİKİD ve diğer Yarı aktif Organik Bileşikler (SVOC)

Kaynaklar: ahşap, deri ve halı korumaları, yapıştırıcılar, plastikler, macunlar, kaplamalar, güve geçirmezlik maddeleri, haşere kontrol maddeleri vb.

Analiz: Biyositler, böcek öldürücüler, mantar ilaçları, ahşap olarak yarı aktif organik bileşiklerin (mg / kg, ng / m³) ölçümü, koruyucu maddeler, halı kimyasalları, piretroidler, yangın geciktiriciler, plastikleştiriciler, PCB'ler, PAH'lar, dioksinler ölçümü.

- AĞIR METALLER ve diğer Benzer Toksinler

Kaynaklar: ahşap koruyucular, yapı malzemeleri, bina nemi, PVC, boyalar, sırlar, sıhhi tesisat boruları, endüstri, toksik atıklar, çevre vb.

Analiz: İnorganik maddeler, hafif ve ağır metaller (alüminyum, antimon, arsenik, baryum gibi (mg / kg) ölçülmesi, kurşun, kadmiyum, krom, kobalt, bakır, nikel, cıva, çinko...), metal bileşikleri ve tuzlarının ölçülmesi.

- PARÇALAR ve LİFLER (İnce Partikül Madde, Nanopartiküller, Asbest, Mineral Lifler ...)

Kaynaklar: aerosoller, havadaki parçacıklar, toz, duman, kurum, yapı ve yalıtım malzemesi, havalandırma ve iklimlendirme, toner vb.

Analiz: Toz, parçacık, asbest ve diğer liflerin (/ l, µg / m³, / g,%) ölçülmesi

- İÇ MEKÂN İKLİMİ (Sıcaklık, Nem, Karbondioksit, Hava İyonları, Hava Değişimleri, Kokular ...)

Kaynak: nem hasarı, yapı malzemeleri, havalandırma, ısıtma, mobilyalar, nefes alma, elektrik alanları, radyasyon, toz, çevre...

Analiz: Hava ve yüzey sıcaklığı (°C), hava nemi ve malzeme nemi (rh, ah,%), oksijen ölçümü(hacimsel%), karbondioksit (ppm), hava basıncı (mbar), hava hareketi (m / s) ve hava iyonları (/ cm as) ve hava seçmeli-ricity (V / m), kokuların ve hava değişim oranının tanımlanması.

4. MANTAR, BAKTERİ, ALERJENLER

İç mekânda neme bağlı oluşup kötü koku oluşumuna da neden olan, insan sağlığını tehdit eden kirleticiler, başta alerji ve solunum sistemiyle ilgili olmak üzere birçok hastalığa neden olabilmektedir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Küf, mantar ve toz akarı örnekleri (wikipedia), (P. Öztürk, 2020)

- KÜF, MANTAR ve Sporları ve Metabolitleri

Kaynaklar: nem hasarı, ısı köprüleri, inşaat kusurları, yapı malzemeleri, iyileştirme hataları, klima, çevre vb.

Analiz: Kültürlenebilen ve kültürlenemeyen kalıpların, sporlarının ve parçalarının (m^3 , cm^2 , dm^2 , g) ve metabolitleri (MVOC, mikotoksinler ...)

- MAYA ve Metabolitleri

Kaynaklar: Nemli alanlar, hijyen sorunları, yiyecek depolama, çöp, mutfak aletleri, su arıtma sistemleri, sıhhi tesisat sistemleri vb.

Analiz: Maya ve bunların metabolitlerinin (m, dm^2 , g, L) ölçme ve tanımlanması.

- BAKTERİ ve Metabolitleri

Kaynaklar: nem alanları, atık su hasarı, hijyen sorunları, yiyecek depolama, çöp, su arıtma, sıhhi tesisat sistemleri vb.

Analiz: Bakterilerin ve metabolitlerinin (m^3 , dm^2 , g, l) ölçümü ve tanımlanması.

- TOZ AKARLARI ve diğer Alerjenler

Kaynaklar: Toz akarları, dışkıları ve metabolitleri, böcekler, küf, polen, hijyen, ev tozu, evcil hayvanlar, kokular, nem, havalandırma vb.

Analiz: Akar sayısı ve dışkı, polen, hayvan kılı, alerjenlerin (m³, g, %) ölçümü ve tanımlanması.

Yapı Biyolojisi Standardı kapsamında, gerekli durumlarda ek ölçümler, analizler, denetimler, istişareler ve değerlendirmeler yapılabilir.

Bunlar, toksinler ve mikrobiyal kontaminasyon için musluk ve içme suyunun test edilmesi, mobilyalar, ev ve ağaç zararlıları için yapı malzemelerinin, mobilyaların, cihazların ve diğerlerinin test edilmesi, ilgili projeler için iyileştirilmesidir. Ayrıca yenileme ve inşaat sırasında destek, danışmanlık ve planlama hizmetleri, uyku alanlarında, uzun vadeli risklerin önlenmesi ve hassas rejenerasyon veya uyku süresi gibi konular için özel olarak geliştirilmiş ilave talimatlar ve test koşullarını içerir (Baubiologie Maes, 2015), Yapı Biyolojisi Test Yöntemleri Standardı (SBM-2015).

4. DOĞAL YAPI VE KERPIÇ

4.1 Doğal Yapı

Yapı üretiminde, ekolojik açıdan doğru malzeme seçimi her zaman kolay değildir. Çünkü dikkat edilmesi gereken birçok faktör vardır. Önemli hususlar; malzemelerin yapı iç ikliminde kullanıcılar üzerine etkileri, genel olarak bitki, hayvanlar ve dış çevre üzerine etkileri ve bu malzemelerin üretimi ve geri dönüşümünün çevre üzerine etkileridir. Ayrıca, malzeme üreten, inşaat ve yıkım işlerini üstlenen herkes için de oluşturduğu ortamı ve etkileri söz konusudur.

Günümüzde sanayileşme süreci ile geleneksel yapım tekniklerinin terk edilerek iskelet sistemli yapılara ve kompozit yapı bileşenlerine yönelinmesi birçok olumsuzluğu da beraberinde getirmiştir. Bu sistemlerin uygulanması ile

- Yapının yükünü hafifletme ihtiyacı doğmuş ve duvarlar inceltiştir.
- İnce duvarlar enerji kaybına yol açmıştır.
- Nem bariyerleri ve ısı yalıtımı gibi farklı malzemeler kullanılmaya başlanmıştır.
- Yalıtım malzemeleri kullanımı sonucu yapılar nefes alamaz hale gelmiştir.
- İç konfor rahatsızlığını önlemek amacıyla klima ve havalandırma sistemi gibi yapay ısı ve nem düzenleyici cihazlara ihtiyaç duyulmuştur.
- Bu cihazlar gerek harcadıkları enerji, gerekse içerdikleri çevreye zararlı gazlar nedeniyle çevre yükü getirmiştir. Zincirleme tepkimeler sonucunda büyük bir enerji ihtiyacı doğmuştur. Bu ihtiyaçların fosil yakıtlardan karşılanması, küresel ısınma, asit yağmurları gibi doğada telafi edilemez sorunlara neden olmuştur.

Hem meydana gelen çevresel sorunlar hem de yapılarda zararlı malzemelerin doğrudan kullanımları sonrasında yapıların içerisinde ortaya çıkan olumsuz koşullar ve zararlı gazlar nedeniyle insan sağlığında negatif etkiler ortaya çıkmıştır. Bu negatif etkiler ışığında problemlerin çözümü için daha sürdürülebilir olan doğal yapılara yani doğal malzemelere ve yapım tekniklerine yönelim başlamıştır.

Tıpkı tükettiğimiz yiyecekler gibi, içinde yaşadığımız yapıların da doğal ve sağlıklı olmasını isteriz. Gelişen dünyada sağlıklı yapı oluşumu için doğal malzeme kullanımı tercih edilmeye başlanmıştır.

Doğal yapılar, toprak başta olmak üzere taş ve ahşap malzeme kullanılarak inşa edilmektedir (Şekil 4.1), (Şekil 4.2).



Şekil 4.1. Ahşap doğal ev örneği (Url-13)



Şekil 4.2. Taş doğal ev örneği (Url-14)

Evlerimiz en çok zaman geçirdiğimiz mekânlardır ve bu mekânların sağlıklı malzemelerle oluşturulması, konforlu ve huzurlu bir hayat sürmek için çok önemlidir. Günümüz binaları başta çimento olmak üzere sağlığa zararlı kimyasallar içeren malzemelerle inşa edilmektedir ve tasarımında da kullanıcı ve çevre ölçütleri gözetilmeyen bu yapılaşma şehirleri çirkinleştirmekte, beton yığına dönüştürmektedir. Oysa doğal yapılar sağlıklı, doğa ile uyumlu ve kendi çekiciliği olan estetik oluşumlardır.

Doğal yapılar inşa edilirken, zararlı kimyasallar içeren veya salınım yapan sağlıksız malzemeler değil doğal malzemeler kullanılır. Geçmişte olduğu gibi

günümüzde de toprak, doğal bir yapı malzemesi olarak temin, üretim ve ekonomi konularında tercih durumunda ilk sırayı almaktadır. Toprak dünyanın en iyi ısı direnci olan ve nefes alabilen doğal yapı malzemesidir. Bu özellikleri ile toprak, yapıda doğal iklimlendirilme sağlar. Toprak menşeli kerpiç yapılar, yazın serin kışın sıcak tutma özelliğine sahiptir. Ayrıca toprak kullanılarak inşa edilen yapılarda nem her zaman dengede olur.

Doğal yapılar; toprak, taş ve ahşap gibi doğada kolaylıkla bulunan malzemelerle, uzmanlar tarafından belirlenen ve yönlendirilen, tasarım ve teknikler doğrultusunda kolaylıkla inşa edilebilir. Bugünün dünyasında, toplumda doğal yapıların özellikle de toprak (kerpiç) yapıların sağlam olmadığı ve depreme karşı dayanıksız oldukları kanaati mevcuttur. Bilinenin aksine tekniğine uygun belirli kurallar doğrultusunda yapılan her tür yapıda olduğu gibi toprak menşeli kerpiç yapılar da usulüne göre yapıldığında son derece dayanıklıdır. Bunun kanıtı, yapılan arkeolojik çalışmalar sonucu ulaşılan insanlık tarihi için en erken yapılaşmalar yine topraktır. Bu yapılar, topraktan çeşitli tekniklerle üretilmiş ve yaşanan onca deprem ve çevresel faktörlere rağmen günümüze kadar varlığını sürdürebilmişlerdir.

Son yıllarda dünyada doğal yapıların sağlam inşa edilmesi için araştırmalar ve çalışmalar yapılmaktadır. Bu bilgiler ışığında doğal yapıların çağdaş ve dayanıklı örnekleri günümüzde uygulanmaktadır (Şekil 4.3). Aslında, doğru tekniklerle inşa edilmemiş bir yapı beton da olsa, çelik de olsa, doğal bina da olsa depremde zarar görecektir. Önemli olan doğru şekilde ve uygun teknikle inşa etmektir.



Şekil 4.3. Modern kerpiç yapı örneği (Url-15)

Doğal gıdalara ulaşabilmek için 2-3 katı fazla para ödeyen insanlar, doğal ve sağlıklı bir toprak yapıya, betonarme veya çelik bir yapıya kıyasla çok daha uygun maliyetlerle sahip olabilmektedirler. Üstelik her tür iklim koşulunda, sıcak veya soğuk fark etmeden, toprak bulunan her yerde toprak yapı inşa edilebilmektedir. Toprak yapıların tek olumsuz yönü su etkilerine karşın direncinin zayıf olmasıdır. Bu durum için de gerekli önlemler alındığında sorun yaşanmayacaktır.

Doğal yapılar özellikle de toprak olanlar her yörenin özelliğine göre şekillenir. Yağmuru bol olan yerde yağmura dayanıklı, geniş çatı saçaklarıyla suya karşı korumalı inşa edilir. Dere yatağı veya zemin suyu gibi durumlar varsa da yine gerekli önlemler alınır veya uygun arsa seçimine gidilir. Doğal yapılarda haliyle kullanılan doğal malzemenin zamanla bakım istemesi söz konusudur. Bu durum toprak yapılarda özellikle dış cephede su veya rüzgâr gibi çevresel faktörler sonucu oluşan yüzey aşınımı veya kapı, pencere kenarlarında oluşabilecek dökülmelerin bakımı işidir.

4.2 Doğal Yapı Malzemesi Toprak

Toprak, organik ve mineral maddelerle su ve havadan oluşan dört bileşenin birbirleriyle karışımı durumundaki yapıdır. Toprak, hava ve su ile birlikte yaşadığımız gezegenin temel malzemesidir. Toprak doğurgandır, üretkendir, bütün canlı türlerinin taşıyıcısıdır. Aynı zamanda toprak mikrop barındırmayan yapısıyla iyileştirici özellikleri olan bir malzemedir. Terra özelliği sayesinde antibiyotik üretiminde de kullanılır. Hatta araştırmacıların bulgularına göre, doğada bazı hayvanlar dahi içgüdüsel olarak toprağın bu özelliğinden faydalanmakta, yaralandıklarında ağızlarında ıslattıkları toprağı yaralarını iyileştirmek için üzerine örterek kullanmaktadırlar. Hatta bitkilerde de toprağın bu tedavi edici, onarıcı özelliği kullanılır. İnsanlar da tarih çağlarından beri toprağı şifa verici bir unsur olarak kullanmışlardır. Güzelleşmek için kil maskeleri, çamur tedavileri gibi günümüzde de çeşitli kullanımları söz konusudur. Kendi kendini tenileme özelliğine de sahip olan toprak, yerkürenin üzerini kaplayan, havayı ve suyu arıdıran, mineral kaynağı ve canlılığın döngüsünü sağlayan dinamik bir ekosistemdir.

Toprak, sadece canlıların hayatlarını sürdürmek için gerek duydukları, insanların ürünlerini ekip biçtikleri ve barınmak için üstünde yapılarını inşa ettikleri yer olarak görülmemelidir. Toprak, geçmişin kültürel mirasını barındırıp gelecek kuşaklara aktardığı için de önemlidir. İnsanın bütün hayat yolculuğunda daha iyi yaşama için verdiği mücadelede elde ettiği kazanımların temelinde insanın kendi yaratisının yanında toprağın sağladığı katkılar da önemli yer almaktadır. Toprak insanların temel ihtiyaçlarını karşılamış, başlıca üretim ve geçim kaynağı olması nedeniyle de geniş topraklara sahip devletleri güçlü hale getirmiştir. İnsana kucak açan, barındıran, doyuran toprak, insan için o kadar değerlidir ki savaşların çoğu bu yüzden çıkmıştır (Ortaş, 2017).

Toprak, üzerinde hayat bulduğumuz yerdir. İnşa edilen her şeyin kaynağı dünyanın kabuğundan elde edilir ve jeolojik, solar, biyolojik ve/veya endüstriyel üretim süreçlerinin bir şekilde bir araya getirilmesi sonrası mevcut biçimini alır. Ahşap güneş enerjisinin, biyolojik büyümenin, toprak ve havadan alınan besinin sonucu oluşurken, çelik ve tüm metaller, içinde cevher bulunan kayaların damıtılması ile elde edilir.

Üzerinde hayat bulan insanoğlu için içerisinde yaşayacağı yapının da en iyisi topraktan üretilir. Toprak yapılar, toplumların en yoksulundan en zenginine kadar her kesimin bütün güncel gereksinmelerini en fazla enerji tasarrufu sağlayarak ve en az çevre kirleterek, en üst düzeyde sağlar. Aslında toprak yapılar, insanların doğayı daha anlamlı bir şekilde hissedebilecekleri ve doğayla bir olabilecekleri bir yol sunar. Toprak yapı, mekânla birlikte hayat tarzları hakkında bir sorgulama alanı yaratma potansiyeline sahiptir. Toprak, insan yaşantısına dair bilgiler barındırırken, gelecekteki yaşama standardına ve yerleşimlere de ışık tutmaktadır.

Yapılan kazı ve araştırmalarda, toprak altından çıkan heykeller, çanak çömlekler, tapınaklar, evler, geçmiş hayata, mimariye dair bilgiler taşır ve bunları gelecek kuşaklara aktarır. Geçmişin izlerini ve zenginliklerini barındıran, günümüzü yaşanır kılan, geleceğimizin olmazsa olmazı toprak, ancak korunduğu ve hak ettiği değeri gördüğü sürece böylesi işlevleri sürdürebilir.

İlk dönemlerde sadece barınmak için yapılan yapılar, zamanla insanların bu alandaki beceri, deneyim ve bilgileri arttıkça gelişerek yuvaya, eve dönüşmüşlerdir. Her ne kadar çağımızın teknolojik gelişmeleri ve kentlere göç gibi toplumsal hareketler, insanın toprakla ilişkisini koparmış olsa da, uzmanların da belirttiği gibi insanın bedensel ve ruhsal sağlığı için toprağa olan bağımlılığı yadsınamaz.

Toprak yapı kavramı, her türlü yapı ve yapı bileşeni işinde, toprağın pişirilmeden yapı malzemesi olarak kullanımını kapsar. (Kafesçioğlu, 2017)

Birçok insan için toprak, konut yerine, dünyanın ev denilen o parçasına bağlıdır. Ekolojik binada, bu çıkış noktasıdır ve Latince “*Genius loci*” olarak adlandırılan bir yerin ruhunu belirleme çabası vardır. Toprak hayatın çimlendiği, doğurganlığı bollaştırır; fakat aynı zamanda ekolojik döngülerin sona erdiği çürümeyi de sembolize eder. Toprak, dünyanın en yaygın yapı malzemelerinden biridir. Bina için birçok iyi özelliğe sahiptir. Yanmaz ve gürültüye dayanıklıdır, ısı ve nemi depolayabilir ve azaldığında mekâna salar, böylece hoş bir iç mekân iklimine katkıda bulunabilir.

Toprak, insanoğlu için yaratılışının ilk gününden beri büyük önem taşır. İnsanın kendini ifade etmeye başlamasıyla, kendisi için çok değerli gördüğü toprağı imgeleştirmesi ve anlamlar yüklemeye başlaması antik çağlara kadar uzanır.

Toprak, Dünya mitolojilerinin merkezi ve ortak simgeleri arasında daima öncelikli, güçlü ve belirleyici unsurlar arasında yer almıştır. Makro ölçekli yaratılış mitlerinden başlayacak şekilde evrenin merkezi ve canlı türlerinin yaratılışında ve çeşitlenmesinde toprak daima her şeyin kaynağı ve belirleyiciliğiyle merkezi bir sembol olmuştur (Aça,2018).

Antik Yunan mitolojisinde “Gaia”ve antik Roma mitolojisinde ise “Terra” olarak adlandırılmış olan toprak ana, aslında bir tanrıça olan ve gökyüzüyle birleşip her şeyi yaratan, doğurganlığı simgeleyen, her şeyin ondan oluştuğuna inanılan toprağın ta kendisidir. Türk mitolojisinde ise beş kutsal unsurun en verimli topraktır. Bütün yaratıklar toprağın üzerinde ve içinde beslendiği gibi, sular ve içindeki hayvanlar da yine toprağın üzerindedirler. En kahraman kuşlar ne kadar yükseklerde uçsalar dahi nihayet toprağa iner, dinlenir, beslenirler.

Bunun içindir ki Türkler; Göğe (Ata), Toprağa da (Ana), demişlerdir. Ateş, deniz, su ve ağaç gibi kutsal unsurların tanrıları olmasına rağmen, bu unsurları toprak ya içinde barındırarak veya yetiştirerek üzerinde taşımaktadır. Bunun için denir ki; “Toprak hem bitirir, hem yitirir.” (Toprak her şeyi hem yetiştirir, var eder, hem de yok eder) (Url-16).

İnanç olarak yaklaşıldığında da; Nuh Peygamber Tanrı'nın buyruğuyla yaptığı ve içerisine canlılardan aldığı gemiyle yol alışının ardından toprağı arar ve sular çekildiğinde gemi, hayatın kaynağı olan toprağa ulaşır.

Burada usta halk ozanı Âşık Veysel'in “Benim sadık yârim kara topraktır.” dizeleri toprağın önemini çok güzel dile getirir. Toprak, insanlık için hayatın kaynağı, yaşarken sığınağı ve öldüğünde de esas yurdudur.

Sivil toplumda ve karar alıcılar arasında toprağın insan hayatındaki temel rolleriyle ilgili tam bir farkındalık yaratmak amacıyla, 2015 yılı, Uluslararası Toprak Yılı ilan edilmiştir (Url-17).

4.3 Geçmişten Bugüne Toprak Yapılar

İnsan varoluşundan itibaren beyinsel açıdan diğer canlılardan üstün olmasına rağmen; beslenme, barınma ve korunma için yeterli içgüdü ve beceriye sahip değildir. Bu nedenle karşılaştığı bu sorunları aklını ve edindiği becerilerini kullanarak etrafındaki ulaşabileceği malzemelerle çözmek zorundadır. Tabii günümüz imkânlarına ulaşması için hayli zor deneyimler ve aşamalar kat etmesi gerekmiştir.

Tarih boyunca, her kıtada yerli halk tarafından oluşturulan barınaklarda, yerel kaynaklar; kültür, iklim, güneş, bölgenin jeolojik şartları ve yerel faktörlerin harmanlanmasıyla bölgesel bir adaptasyon elde edilmiştir. Böylece insanlık tarihi boyunca karma, pratik bir birikim elde edilmiş, gelişmiş bir bilgi birikimiyle geleneksel yöntem ve tekniklerle yapı stilleri ve inşaat yöntemleri oluşturulmuştur.

Paleolitik çağda insanlar taş mağaralarda barınmışlardır. İnsanlar mağaralardan çıkıp korunma ve barınma ihtiyaçları için yapı oluşumuna gittiklerinde ilk

kullandıkları malzeme, etraflarında kolayca ulaşabildikleri taş olmuştur. Mezolitik ve neolitik çağlarda önceleri dere yataklarından toplama taşlardan yararlanılmış ve bunlar çamur yardımıyla bağlanarak duvarlar örülmüştür. Toplayıcılıktan ziraat üretimine geçildiği bu dönemde insanlar dere kenarı veya daha verimli olan yerlere göç ettiklerinde bazı yörelerde toplama taşların bulunmaması yapay taş üretimini zorunlu kılmış ve bu sayede ilk yapay taş olan kerpiç icat edilmiştir (Akman, 2003).

Taşlar hazır buldukları yerlerde kullanıldı; başka yerlerde de, daha bol oldukları için ahşap ve diğer organik malzemeler kullanıldı. Ancak, yapı oluşturmada diğer malzemelerin mümkün olan en iyi şekilde kullanılması ve sıkıca sabitlenmesi için toprak kullanılması gerekliydi. Odun ve taşın bulunmadığı yerlerde, yalnız çamur kullanılmıştır. Bugün, bu üç temel teknik gelişmekte olan Üçüncü Dünya ülkelerinde kullanılmaktadır. Modern endüstriyel ülkeler de ise bu temel teknikler kırsal alanlarda daha sık kullanılmaktadır.

Maddi bir yapı olarak toprak, mevcut bulunabilirliği, maliyeti ve basit yapım teknikleri nedeniyle yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Toprak yapısının olumsuz bir yönü, su hasarına dayanıklılığın taş ve pişmiş toprak gibi diğer yapı malzemelerine göre çok daha düşük olmasıdır. Ancak, yüzyıllar boyunca taş yapı malzemesi olarak kullanılmaya başladığında ve yüzyıllar boyunca gelişen taş işleme teknolojisi olsa dahi, toprak taş işlerinde harç, dolgu veya sıva olarak ve konut yapımında kullanılmaya devam edilmiştir (Olotuah, 2002), (Jimenez-Delgado ve Canas-Gerrero 2006).

Toprak yapı kavramı, toprağın pişirilmeden yapı malzemesi olarak kullanıldığı her türlü yapı ve yapı bileşenini kapsar (Kafesçioğlu, 2017). Toprak yapı ürün ve içerikleri Tablo 4.1’de görülmektedir.

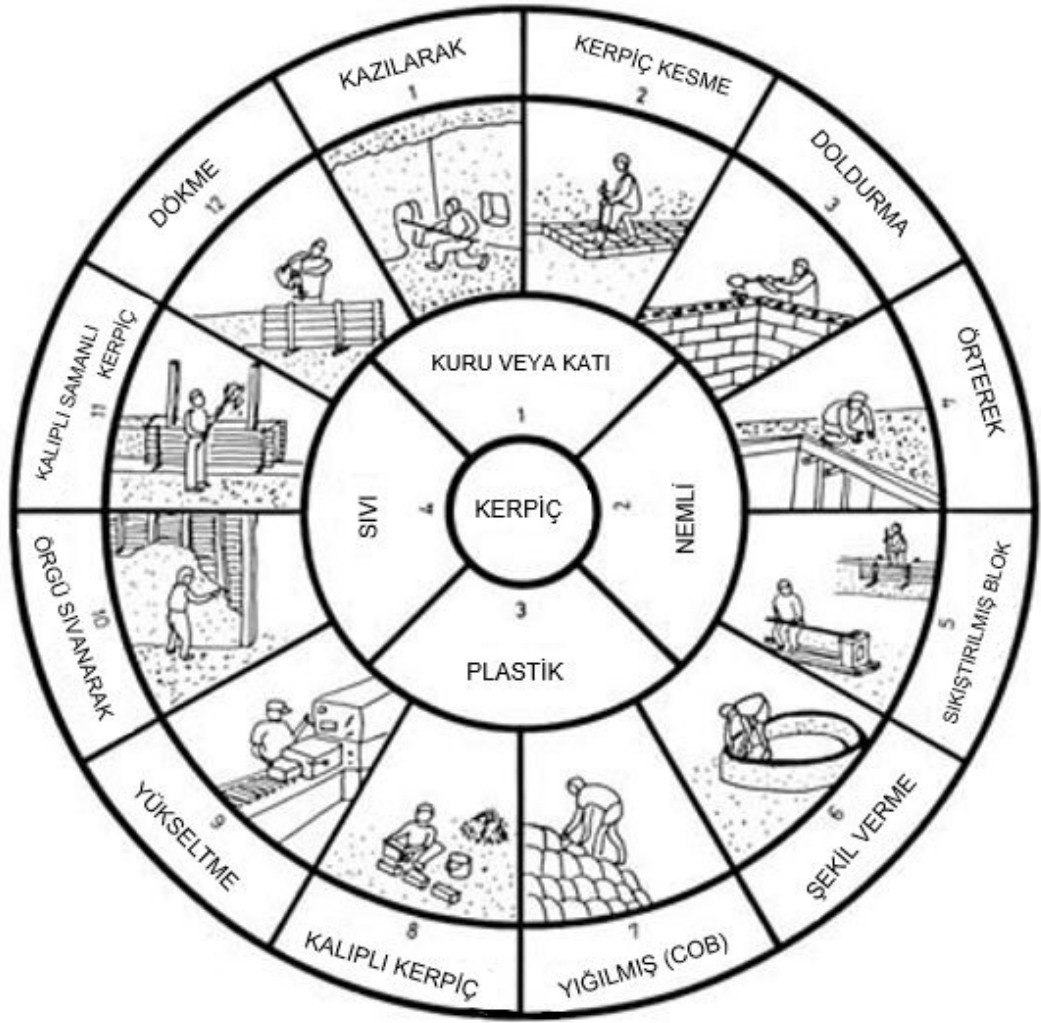
Eski zamanlarda, insanlar evlerini üretebilmek için boş zamanlarında çamurla üretim şeklini kullanmışlardır. Ancak anıtsal kubbelerin inşasında veya dini ve kamu binaları inşa etmek için daha verimli ve hızlı bir inşaat tekniğine ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır. Medeniyetin gelişimiyle güneşte kurutulmuş çamurdan

yapılan modüler bir yığma birimi kerpiç tuğlası oluşturulmuştur ve önceden şekillendirilmiş tuğlaların kullanımı ile istenilen seri üretim tesis edilmiştir.

Tablo 4.1. Toprak yapı ürünleri ve içeriği (Hall, Lindsay, Krayenhoff, 2012), (Koç ve Akbulut,2017)

Toprak Yapı Ürünü	Ürün İçeriği
Toprak Harç	Çeşitli katkı maddeleri içeren malzemelerdir. Kuru veya nemli hazır karışımlar halinde bulunur ve uygulama türüne göre belirli oranlarda karıştırılırlar. <ul style="list-style-type: none"> • Toprak Sıva Harcı (earth plaster mortar): yapının dış cephesine uygulanan, genellikle kum ve/veya lif içeren malzemelerdir. • Toprak Duvar Harcı (earth masonry mortars): toprak yığma bloklarda kullanılan genellikle kum ve doğal sertleştiriciler (natural tempering) içeren malzemelerdir. • Püskürtme Toprak Harçlar (earth spray mortars): toprak blokların üretiminde toprak karışımının bir kalıba püskürtülmesi ile üretim yapılmaktadır
Toprak Blok (earth blocks)	Nemli ve çeşitli katkı maddeleri içeren karışımın kalıplanıp, şekil verilmesi ile üretilirler. Toprak blokların mekanik (earth blocks) özellikleri içeriğindeki su miktarı ve sıkıştırılma şekline (elle veya mekanik) göre değişmektedir. Tuğladan farklı olarak toprak bloklar pişirilmez ve açık havada kurutulurlar
Yığma Toprak Blok (earth block masonry)	Toprak blok (earth block), sıkıştırılmış toprak blok (compressed earth block), çimento ile stabilize edilmiş (earth block masonry) sıkıştırılmış toprak blok (cement stabilized compressed earth block) ve toprak harçlar (earth mortars) ile çerçevesel ve yarı ahşap yapılarda dolgu (earthen infill) malzemesi olarak toprağın kullanıldığı yapım sistemleridir.
Sıkıştırılmış Toprak (rammed earth)	Nemli toprak karışımının hazırlanan kalıplara belirli oranlarda konulup sıkıştırılması ile üretim yapılmaktadır. (rammed earth) Üretilen duvar tamamen kurduğunda kalıp çıkarılmaktadır.
Yerinde Dökme Toprak (poured earth)	Toprak sıva harçlarından yapılmaktadır. Yapıların iç veya dış duvarlarına su yalıtımı sağlamak amacıyla bir veya (earth plaster) birkaç kat şeklinde uygulanmaktadır. Bütün toprak sıva katmanlarının ortalama kalınlığı genellikle 20 mm'den fazla olmamaktadır. Toprak sıvalar nemi kontrol ederek iç mekân hava kalitesini düzenlemektedir.
Dökme Toprak (cob)	Nemli haldeki toprak karışımının (straw clay) monolitik bir duvar oluşturmak amacıyla kalıp kullanmadan hafifçe sıkıştırılması ile üretilen yapım sistemidir.
Toprak Dolgu (earthen infill)	Taşıyıcı çerçevesel veya yarı ahşap sistemlerle kullanılan bir inşaat metodudur. Ahşap paneller arasında kalan (earthen infill) dikmeler ve desteklerin taşıyıcı özelliği olmayan toprak malzeme ile doldurulması ile üretimin yapıldığı bir sistemdir.
Toprak Sıva (earth plaster)	Yapıların iç veya dış duvarlarına su yalıtımı sağlamak amacıyla bir veya birkaç kat şeklinde toprak sıva harcı uygulanmaktadır. Bütün toprak sıva katmanlarının ortalama kalınlığı genellikle 20 mm'den fazla olmamaktadır. Toprak sıvalar nemi kontrol ederek iç mekân hava kalitesini düzenlemektedir.
Kil Panel (clay panels)	Oran, kalınlık ve üretim şekli bakımından toprak bloklardan farklılık gösterirler. Genellikle taşıyıcı özelliği olmayan, iç duvarların üretiminde kullanılmaktadırlar. Kil paneller genellikle 30 mm kalınlığa kadardır ve alçı panellerle benzer ebatlardadırlar.
Duvar Astarı (wall linings)	“iç katman (inner leaf)” olarak da adlandırılan bu teknik mevcut ince dış cephe duvarlarının (tarihi yapılarda) ısı yalıtımı, rüzgâr geçirmezliği ve ses yalıtımını iyileştirmek için yenileme çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Bu teknikte toprak malzeme ve kil paneller de kullanılmaktadır.

12 Temel toprak yapı inşa tekniği Şekil 4.4'de görülmektedir.



Şekil 4.4. 12 Temel toprak yapı inşa tekniği (Url-18)

Yeryüzündeki binalar MÖ 12.000'e kadar uzanmaktadır (Pacheco-Torgal ve Jalali, 2012).

Arkeolojik kanıtlara göre, kerpiç 12.000 ila 10.000 yıl önce icat edilirken, kalıplanmış kerpiç üretimi 7.000 yıl önce Mezopotamya'da gelişmiştir. Yunanistan ve Roma'nın antik taş tapınaklarından önce çamur tuğlaları kullandıkları bilgisine ulaşılmıştır.

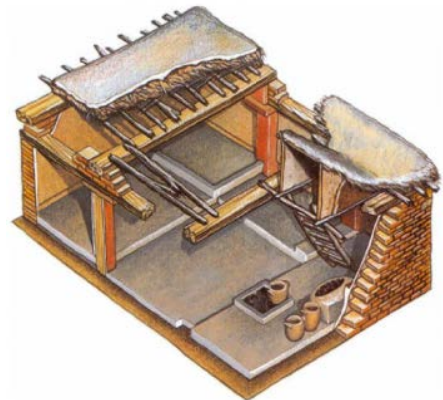
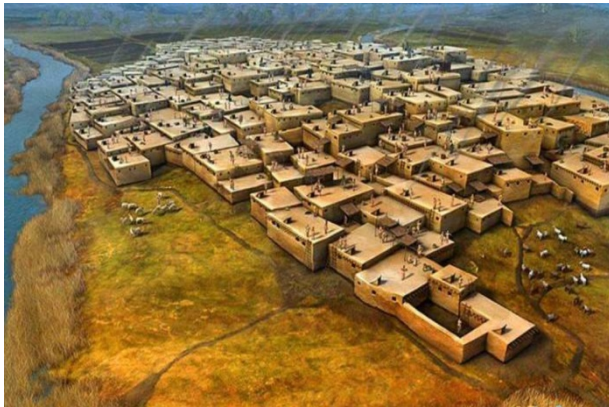
Roma mühendisi Vitruvius'un (M.Ö. 30 civarı) yazıları aracılığıyla, eski Yunanlılar'ın rafine kerpiç üretim ve inşaat sistemi bilgilerine ulaşılmıştır.

45 cm x 26 cm x 10 cm olan ortalama dikdörtgen Lidya kerpiç tuğla boyutu da Romalılar tarafından kullanılmıştır. Halk için kullanılan pentadoron kerpiç boyutu (beş el avuç içi kare) 45 cm x 45 cm x 8 cm'dir. Özel binalar

için tetradoron kerpiç (dört avuç içi kare) 30 cm x 30 cm x 10 cm ölçülmüştür (Mud Village Society, 1991).

Dünya üzerindeki kerpiç yapılara bakıldığında bazılarının oldukça estetik çekiciliği ve tarihi değeri olan kaleler, saraylar, mezarlar ve tapınaklar gibi büyük ve gösterişli yapılar olduğu görülürken geri kalanı da oldukça basit az katlı konut birimlerinden daha büyük olanlara doğru sıralanmaktadır. Neredeyse tüm antik kültürlerde yapı malzemesi olarak kullanılan kerpiç, sadece konut yapıları için değil aynı zamanda kamu yapıları için de kullanılmıştır.

Neolitik dönemde Konya yakınlarında inşa edilen Çatalhöyük yerleşkesinde de civarda taş bulunmadığı için kerpiç bloklar kullanılmıştır (Şekil 4.6). M.Ö. 7200 yıllarında Çatalhöyük'te yapılan binaların duvarlarında yapı malzemesi olarak kerpiç ve ahşabın kullanıldığı görülmüştür (Çelebi, 1979). Çatal Höyük yapıları şaşırtıcı derecede yüksek bir standart sergilemektedir. Yük taşıyan dış duvarlar, çatı konstrüksiyonunu taşıyan iç ahşap destekli toprak bloklardan inşa edilmiştir. Çatılar düzdür, yağmur suyuna karşı koruma sağlamak için direkler üzerini örten otlar veya sazların üzerine toprak tabakasından yapılmıştır. Evlere girişlerin çatıdan olduğu bu bireysel yapılar birbirine değen petekler gibi gruplandırılmıştır. Yani her bir yapının kendini çevreleyen duvar oluşumu bulunmaktadır (Şekil 4.6).



Şekil 4.5. Çatal Höyük yerleşkesi (Url-19)

Şekil 4.6. Çatal Höyük evi (Url-20)

Anadolu'da bulunan en eski yerleşim Aşıklı Höyük'te başlamıştır (Şekil 4.7). İlk yerleşiklik, MÖ 9. bin yılda toprağa yarı-gömük, oval biçimli, kerpiç duvarlı kulübe benzeri binalarda başlamış ve aynı zamanda saz örgü kulübeler de

kullanılmıştır. MÖ 9. bin yıl yerleşmesinde toprağa yarı-gömülü, oval biçimli kerpiç kulübeleri, kullanımları bittikten sonra çöplük olarak kullanılmışlardır. Uygarlığın ilk yerleşiklik süreçlerinden itibaren yerleşmenin sonuna dek öne çıkan en önemli unsurlardan biri, “süreklilik” olgusudur. MÖ 9. bin yılda bu durum, yapı için açılan çukurun kullanımı devam ederken aynı zamanda gerçekleştirilen duvar ve taban yenilemelerinden yani aynı alanda bina yapım ve kullanımının süreklilik içererek devam etmesinden ve de benzer şekilde ateş yerlerinin de süreklilik içerir şekilde aynı noktada konumlandırılmasından izlenebilmektedir. Taban ve duvarları kireç sıvalı özel amaçlı oluşturdukları yapılarından görülebileceği üzere, kirecin yakılması ve söndürülmesi işlemi olan ilk piroteknoloji uygulamasını da Anadolu topraklarında gerçekleştirmiş olan bu uygarlık,

MÖ 8. bin yılda bitişik planlı, adeta birbirine eklenerek çoğalan, çoğunlukla tek veya iki, nadir de olsa üç odalı ve girişlerin damdan gerçekleştirildiği, dörtgen planlı kerpiç konutlarda yaşamışlardır (Özbaşaran, 2013).



Şekil 4.7. MÖ 8. Binyılda Aşıklı Yapılaşması (Url-21)

Önceleri (pisse de terra) çamur toprakları kullanılırken mezolitik dönemde yerini kile ve uzun bir deneyimleme sonrası kerpice bırakmıştır. Kerpiç, yapı malzemesi olarak antik dünyada yoğun bir şekilde kullanılmış ve arkeologlar yaptıkları kazılarda günümüze ulaşan örneklerini birçok yerde keşfetmişlerdir. Yapılan kazılarda kerpicing; taşıyıcı perde (paye), yerinde dökülen ve kütleli olarak kurumaya bırakılan bölme duvarlar ve hatırlar, yer döşemesi gibi çok farklı yerlerde ve amaçlarla kullanılmış olduğu

görülmektedir. Kerpicing samanla takviye edilip rötresinin kısaltılıp güçlendirilmesine Mısır uygarlığında rastlanır. Günümüzden 3500 yıl önce bu güçlendirme sürecinin varlığı Tevrat'da hikâye edilmiştir (Akman, 2003)

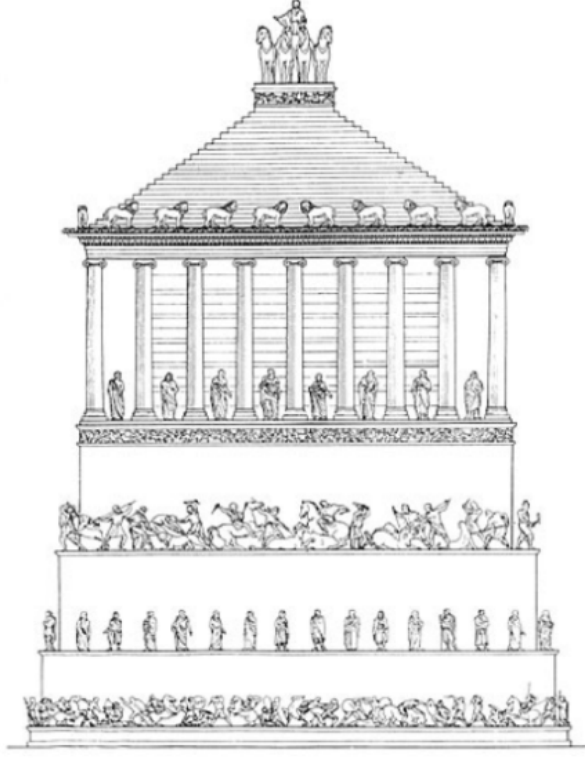
MÖ 7. yy'da Babil Kulesi kerpiçten ve katran harcından inşa edilmiştir (Şekil 4.8). Babil'de kerpiçe asfalt katılma yöntemiyle suya dayanıklı kerpiç elde edilmiştir. Doksan metre yükseklikte, "insanlığın ilk gökdeleni" olarak adlandırılmaktadır (Dethier,1983). Babil 'de güneşte kurutulmuş kerpiç yapımı çok önemli ve yaygın hale gelmişti ve yazın ilk ayı (*Sivan*) "tuğla ayı" olarak biliniyordu (Mud Village Society, 1991).

Asurlular kerpiçte ilk stabilizasyon uygulaması diyebileceğimiz gelişmeyi başarmışlardır. Ayrıca hazırladıkları harca bitüm katarak oluşturdukları yapıların suya karşı mukavemetini arttırmaya çalışmışlardır.



Şekil 4.8. Babil Şehri ve Babil Kulesi (Url-22)

Kaldeliler ve Sümerler de yapılarında kerpiç kullanmışlardır ve yapı inşaatında kerpiçleri birbirine ziftle yapıştırmışlardır, bu nedenle yaptıkları evler sağlam olmuştur. Ayrıca yapıların üzerinde çamur, kireç veya zift tabakası kullanmışlardır. Lidya kralı Krezüs'ün ünlü sarayı ve dünyanın yedi harikasından biri olarak görülen Karya kralı Mausolus'un anıt mezarının (Şekil 4.9), taşıyıcı duvarları yine kerpiçtir (Akman, 2003).



Şekil 4.9. Karya Kralı Mausolus'un Anıt Mezarı (Url-23)

Kerpiç binalar Türkistan'da (M.Ö. 8000-6000'e kadar uzanan), Asur'da (MÖ 4000'den itibaren) bulunmuştur ve anıtsal toprak yapılar bugün hala Mısır'ın yukarısında (MÖ 3200'den itibaren) görülebilir.

M.Ö. 2500 yılındaki Mısır yapıları yüksek derecede gelişmişlik göstermektedir. Günümüze kalan birçok örnekte ölçüm araçları ve mühendislik teknikleri bu gerçeği doğrulamaktadır (Şekil 4.10). Duvar resimleri kerpiç üretim tekniklerini göstermektedir (Şekil 4.11). Ayrıca “İncil referansları Yahudilerin tuğla yapma ile görevlendirilmesini ve görevlerinde uzmanlaşmasını anlatır” (Niroumand, 2013). Saman kullanımı ve arzı Mısır'ın diğer bazı bölgelerinde de belirtilmiştir. Uygarlık içinde nüfus baskısı ve daha sert ortamlarda yerleşim, toprak için yeni talepler yaratmıştır. Binalar hiç yapısal eleman gerektirmeyen tekniklerle ve tamamen kerpiçten inşa edilmiştir (Zainb vd. 2013).

Sümer, Antik Mısır ve Antik Hindistan'da çocukların da kerpiç yapımı ve taşınması için görevlendirilmiş olduklarını arkeolojik kanıtlarla ortaya konmuştur.



Şekil 4.10. Mısır'da kerpiç duvar inşaatı (Url-24)

Mısır uygarlığı, MÖ 10. yüzyılın başlarından bu yana bina yapmak için ham toprağın ilk kullanıcılarıdır (Atzeni vd, 2007) .



Şekil 4.11. Mısır'da kerpiç yapımı Kraliçe Hatshepsut Mezarı'ndan (Hassan Fathy Arşivinden), (Url-24)

Bugün Yukarı Mısır'da Medinet Habu'nun devasa toprak blok duvarı ve Gurna yakınlarındaki Ramses II tapınağındaki depo odalarının tonozları (Şekil 4.12) gibi yaklaşık 3200 yıllık anıtsal yapılar bulunmaktadır (Gernot, 2009) .



Şekil 4.12. Ramses II Tapınağındaki depo odaları (Url-18)

Yemen'in güneyindeki tarihi Şibam şehri tamamen kerpiç olarak (yaklaşık onbeşinci yüzyıl) inşa edilmiştir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Yemen'de Şibam Şehri (Url-25)

Hindistan'da, en eski toprak bina Spiti vadisinde Tabo Manastırı'dır (Himachal Pradesh) . Kerpiç ile inşa edilmiş ve MS 996'dan beri Himalaya kışlarına dayanmıştır (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Hindistan'da Tabo Manastırı (Url-26)

Sasaniler (205-651) döneminde İran'daki Bem kenti en fazla kerpicin kullanıldığı kent olup, en büyük kerpiç yapısı Akhaemenid İmparatorluğu tarafından inşa edilen ve MÖ en az 500'e dayanan "Arg-e-Bam" dır (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. İran'da Arg-e-Bam (Url-27)

Toprak, sadece evler için değil, dini yapılar için de tüm eski kültürlerde yapı malzemesi olarak kullanılmıştır. Mali'deki Djenne Camisi tamamen kerpiçten yapılmış dünyanın en büyük kerpiç yapı eseridir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Mali'deki Djenne Camisi (Url-28)

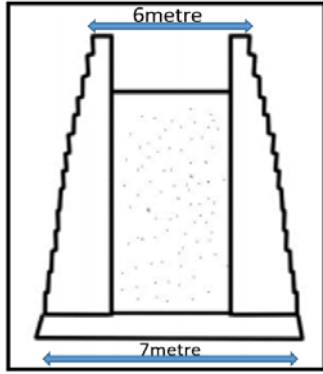
14. yüzyılda yapılan camide, Djenne Faray adı verilen geleneksel yağ ve Djenne toprağının karışımıyla oluşturulan kaliteli bir kerpiçle inşa edilmiştir. Cami duvarları ortalama 60 cm kalınlığındadır ve yapı yükseldikçe azalmaktadır. Yapının en yüksek noktası 16 metredir. Yapı üzerinde çokça kullanılan hurma dalları ise duvarları ayakta tutmak ve tamirat sırasında kolaylık sağlayacak merdiven görevi görmesi için yapılmıştır. Mali'nin başkenti Bamako'nun Mopti bölgesinde yer alan caminin, yağmur sezonunda üç tarafı sularla çevrilmektedir.

Şekil 4.17 Fas'taki Draa vadisinde yaklaşık 250 yaşında olan müstahkem bir şehri göstermektedir.



Şekil 4.17 Fas' da Draa vadisi kerpiç yapılaşma (Url-29)

Dünyanın en büyük yapısı olan ve UNESCO tarafından Dünya Mirasları listesine alınan Çin Seddi inşasında da belirli bölümlerde kerpiç kullanılmıştır. MÖ. 221 ile MS. 608 yılları arasında başlanıp tamamlanması 2000 yıldan fazla süren Çin Seddi'nde duvarların taban kalınlığı 7 metre, üst kalınlığı ise yaklaşık 6 metre olup (Şekil 4.18), kalın duvarların üzerinde atlarla, hatta arabayla bile yolculuk yapmak mümkündür (Şekil 4.19).



Şekil 4.18 Çin Seddi Duvar Detayı
(Soyluk vd, 2018)



Şekil 4.19 Çin Seddi (Url-30)

Çin Seddi'nin inşasında kullanılan beş çeşit duvar malzemesi vardır: sıkıştırılmış toprak, kerpiç, taş, tuğla ve kayadır.

Sıkıştırılmış toprak: Çin Seddi duvarlarında kullanılan en eski yapı malzemesi sıkıştırılmış topraktır. Ahşap panolarla kalıplar hazırlandıktan sonra killi toprak, balyoz benzeri ağırlıklarla sıkıştırılarak duvarlar oluşturulmuştur. Sıkıştırma işlemi bir tabaka toprak sıkıştırıldıktan sonra diğer tabaka eklenerek kademeli olarak yapılmıştır. Genel olarak duvarın dikey uzanan kısımları stabil olmadığından tepeye doğru daralmak zorundaydı. Toprağın birbirine bağlanmasına ve güç katmasına yardım etmek için inşaatta genellikle kamışlar atılmıştır.

Kerpiç: 2. yüzyılda kerpiç tuğla yapım yöntemlerinin yaygınlaşması üzerine, kerpiç duvarlar, sıkıştırılmış toprak duvarların yerini aldı. Kerpiç tuğlalar, killi toprak şekillendirilerek yapılmış ve güneş altında kurutulduktan sonra, yine killi topraktan elde edilen çamur çimento gibi malzemeler kullanılarak bir araya getirilmiştir. Tuğla kullanılarak insanları hatta atları taşıyacak kadar geniş duvarlar yapmak daha kolaydı. Ancak şiddetli yağmur veya sürtünme altında

kolayca eriyebilirlerdi. Sonuç olarak kerpiç duvarlar çoğunlukla Kuzeybatıdaki kuru bölgelerde inşa edilmiştir. Daha sonraki dönemlerde kullanılmaya başlanan ateş tuğlalarının ve taşların bariz üstünlüğüne rağmen, Ming, kolayca bulunabilen yerel malzemeleri kullandığı için batı bölgelerinde kerpici kullanmaya devam etmiştir. Jiayuguan ve Gansu eyaletinin duvarları neredeyse tamamen kerpiçten yapılmıştır (Soyluk vd, 2018).

Geçmişte farklı uygarlıklarda farklı kerpiç türlerinin uygulaması yapılırken, bina yapımında kerpiç uygulaması için farklı teknikler de uygulanmıştır. Genellikle yapılarda kerpiç blokların harç ile örülmesi haricinde harç kullanılmayan örnekler de rastlanılmaktadır. Bloklar (kerpiçler) tam kurumadan rutubetli iken, üst üste konularak duvar yapılmıştır. İnşaat yöntemleri ve kerpiç bileşimi; iklime, yerel geleneklere ve tarihi döneme göre değişiklik göstermektedir.

Kerpici, sadece tarihi incelerken eski bir yapı malzemesi olarak değil, aynı zamanda modern yapıda kullanımının çok güzel örneklerinin de bulunduğu çağdaş bir yapı malzemesi olarak değerlendirmek gerekir.

New Mexico'daki Pojoaque'daki Poeh Müzesi bu konuda çağdaş ve güzel bir örnektir (Şekil 4.20).

1987 yılında yerli Puebloan halkının sanatını tanıtmak için inşa edilen müzenin silindirik ana kulesi, New Mexico'daki en yüksek kerpiç binadır.



Şekil 4.20Mexico'daki Pojoaque'daki Poeh Müzesi (Url-31)

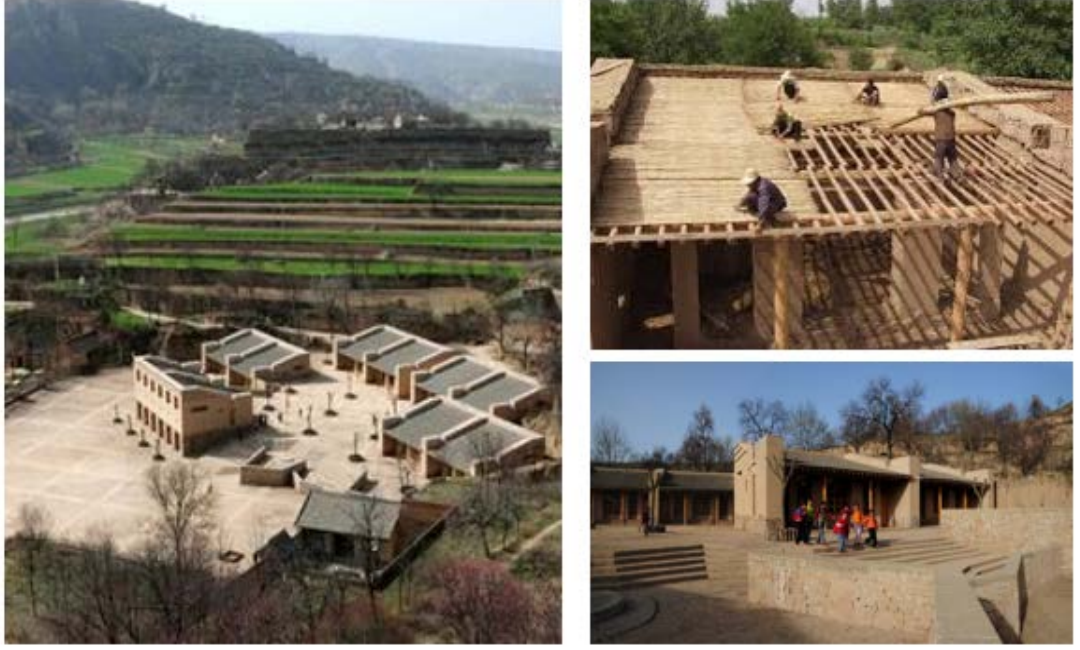
Bir başka modern kerpiç yapı örneği; İçyapısı oval şekilde olan şapel (Şekil 4.21),

7,2 m yüksekliğinde ve 60 cm kalınlığında rammed toprak duvarla çevrilmiş olup, çatısı ve dışı dikey ahşap şeritler tarafından oluşturulan kabukla tamamlanmıştır. Sıkıştırılmış toprak duvar, eski tuğlalardan büyük kırık tuğla parçaları, çakıl ve kil içermektedir. Keten liflerinin katkısı ve yoğun bir sıkıştırma silindiri ile sıkıştırılarak inşa edilmiştir.



Şekil 4.21 Chapel of Reconciliation, Berlin, Almanya (Minke, 2006)

Hong Kong'da deprem sonrası Guangming'in rekonstrüksiyonu için kerpiç kullanılarak inşa edilen ilkokul, 2017 yılında World Architecture Festival'de birincilik ödülü almıştır (Şekil 4.22).



Şekil 4.22 Maosi Gansu’da kerpiç bir ilkokul yapısı (Url-30)

Eko-okul, gelişmiş hesaplama simülasyon çalışmalarına dayanan tasarım ve araştırmaları içeren 'yüksek bilim ve düşük teknoloji' tasarım konseptinin canlı bir örneğidir. Maosi Ekolojik Gösteri İlköğretim Okulu'nun tasarımı mevcut mağara okullarına çekici, modern ve yerel olarak uygun bir alternatif sunmaktadır. Özellikle yerel toprak mimarisinin çevresel açıdan sürdürülebilir yönlerini benimseyerek uzun süredir devam eden yerel bina gelenekleri ile sürekliliği sürdürmektedir. Çamur tuğla ile çift cam gibi modern teknolojiyi birleştiren dikkatli malzeme ve teknikler, okulun enerji tüketimini en aza indirmesini sağlamıştır. Okul yapısı sorunsuz bir şekilde çevredeki manzaraya rahatça karışmaktadır. Şekil 4.23’de görülen konut yapısı Avustralya’da kerpiçten inşa edilmiştir. Geniş bir bağda yer alan yapı, birbirine zıt yönde açılı bir şekilde uzayan birimlerden oluşmaktadır. Bu karakteristik özelliği ile çapraz havalandırma sağlanır.



Şekil 4.23 Melbourne, Avusturalya’ da bir kerpiç bir ev (Minke, 2006)

Şekil 4.24 Pedagojik olarak denetlenen bu tesis, yerel çocuklara ve gençlere boş zamanlarında aktif etkinlik ve oyun fırsatı tanımaktadır. 32,5 m uzunluğunda masif, çakıllı toprak duvar binayı alt bölümlere ayırır ve termal enerjiyi korumaya ve atmosferik nemi dengelemeye yarar. Sırlı güney cephe pasif güneş enerjisi sağlar. Kuzey dış duvar grafiti sanatçıları ve gençlerin katılımıyla dekore edilen yapıda kullanılan yeşil çatı yağışların% 70'ini emerek yağmur suyu kullanımını sağlayarak sağlıklı bir yapı olmanın yanında ekolojik bir yapı özelliğine de sahiptir.



Şekil 4.24 Spandau, Berlin’ de bir gençlik merkezi (Minke, 2006)

İnsanoğlunun bunca zaman içerisinde farklı coğrafyalarda, farklı kültür ve medeniyetlerde yaşasa dahi korunma ve barınma ihtiyacı aynı kalmış ancak yapı malzemesi konusundaki arayışı ve araştırmaları, elde ettiği bilgi ve deneyimlediği birikimler artarak günümüz uygarlığına ışık tutmuştur.

Dünyanın birçok yerinde çok sayıda farklı kültürlerin ürettiği yüzyıllardan beri kullanılagelen toprak malzeme ile üretilmiş mimari miras her geçen gün yitirilmektedir. Bugün bakıldığında UNESCO Dünya Mirası Listesi’ne alınan kerpiç mimari mirasın % 57’si dahi tehlike altında bulunmaktadır (GETTY CONSERVATION INSTITUTE)⁴. UNESCO Dünya Mirası Listesi’ne alınan varlıkların yaklaşık %10’unu kerpiç mimari mirası oluşturmaktadır (Ulusoy vd, 2017).

4.4 Doğal Yapı Malzemesi Kerpiç

İlk çağlarından itibaren, insanın ürettiği ve biçimini istediği gibi belirlediği, ilk yapı malzemesi kerpiç olmuştur. Kerpiç uygun oranlarda kil içeren toprağın, su ve gerekli görülen katkı maddeleri ile harmanlanıp yoğrulmuş kalıplara

⁴ UNESCO Dünya Mirası Listesi’ne alınan varlıkların yaklaşık %10’unu kerpiç mimari mirası oluşturmaktadır (UNESCO-World Heritage Earthen Architecture Programme (WHEAP); GETTY CONSERVATION INSTITUTE).



Şekil 4.25. Kerpiç blok yığma duvar kerpiç (Url-33)



Şekil 4.26. Tokmaktama yöntemi (P. Öztürk, 2020)

dökülmesi ve kurutulması ile elde edilir (Şekil 4.25). Günümüzde ise kerpici kalıplarda sıkıştırmak suretiyle de yapı inşa edilmektedir (Şekil 4.26).

Toprak yapım teknikleri 9000 yılı aşkın süredir bilinmektedir. Kerpiç, Anadolu'da hayat bulan medeniyetlerin binlerce yıl kullanarak geliştirdikleri, kendi tecrübe, deneyim ve kültürlerini aktardıkları çok önemli ve dünya tarihinde en çok kullanılan yapı malzemesidir ve ilk insan yapımı malzemelerden biridir.

Kerpiç etimolojik olarak incelendiğinde; pişmemiş tuğla. Pişmiş tuğlaya 'bışığ kerpiç' denir. (Kaşgarî, Divan-i Lugati't-Türk, 1073)

Kerpiç, “Saman ve balçık karışımı ilkel tuğla”. Kelimenin Orta Türkçedeki bir başka şekli “pışık” dır. Kelime Eski Kıpçakça, Çağatayca da “kerpiç” olarak geçmektedir. Uygurcada ise “kış” şekliyle kaynaklarda yer almaktadır (KBS⁵ I: 499). (Yıldırım, 2011)

Kerpiç, İngilizce'de “adobe” olarak ifadelendirilmektedir. “Adobe” terimi etimolojik olarak bakıldığında İspanyolca/Arapça kökenlidir. Adobe kelimesi,

⁵ KBS. : Türkiye Türkçesinde Türkçe Sözcüklerin Köken Bilgisi Sözlüğü.

güneşte kurutulmuş tuğla anlamına gelen Arapça'dan gelmektedir ve nemli topraktan imal edilmiş ve güneşte kurutulmuş inşaat malzemelerini ve genellikle kerpiç tuğlaları tanımlamak için kullanılır (Arpacıoğlu, 2006).

Amerika Birleşik Devletleri'nde, ikinci hecedeki aksanla "uh-dow-bee" olarak söylenen bir kelimedir. Adobe birçok mimari kelimedenden farklı olarak, Yunanca veya İtalyanca'dan gelmez. İspanya'da ortaya çıkmayan ancak İspanyolca bir kelimedir. Adobe kelimesi, [çamur] tuğla anlamına gelen Mısır "thobe" kelimesinden gelmektedir. Arapçada bu "at-tob", İspanyolca'da "adobe", Fransızca'da ise "toub" çamur olmuştur (Doat, 1991)(Moquin, 1994).

Müslümanlar Kuzey Afrika'dan İber Yarımadası'nın içine göç ettiklerinde, sekizinci yüzyıldan sonra İspanyolca bir kelimeye dönüşmüştür. İspanyollar bu kelimeyi Müslüman inşaatçılardan aldıklarında önüne '*a*' harfini getirerek New Mexico' daki geleneksel pueblos halk evlerini tanımlamışlardır ve bugün bu evler '*pueblos*' olarak bilinmektedir (Şekil 4.27).



Şekil 4.27 New Mexico' Daki Pueblos (Halk) Evleri (Url-34)

Bu kelime, İngilizce'ye 15. yüzyıldan sonra İspanya'nın kolonileştirmesi yoluyla girmiştir. Kelime Güneybatı Amerika'da ve İspanyolca konuşan ülkelerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapı malzemesinin kendisi gibi, kelime de eskidir - dilin çıkışına geri dönülürse - kelimenin türevleri eski hiyerogliflerde de görülmüştür.

İlk tarihlerden bu yana, hayatın her kesiminden insanı içerisinde barındırıp bugüne ulaşan kerpiç (adobe), dünyayı kurtarmaya yardımcı olacak doğal bina yöntemlerinin başında gelmektedir. Toprak temelli ürünler doğal olarak sürdürülebilir (insanı çevreleyen malzemelerle yapı inşa etmek) ve enerji verimlidir. İşte bu özel amaçla Adobe yazılım firması, Amerika'da güneybatıdaki kerpiç inşaatın yararlarını eğitim yoluyla arttırmaya adanmış birçok gruptan sadece biridir (O'keefe, 2019).

Kerpiç inşaat yöntemleri ve bileşimi, iklime, yerel geleneklere ve tarihi döneme göre değişiklik göstermektedir.

Kerpiç bir yapı insanoğlu için; içerisinde fiziksel bir korunma yaşayıp barındığı, himayeci, aynı zamanda ana maddesi olan toprak nedeniyle geçmişe ve bugüne dair izler taşıması yönüyle sosyal, kültürel ve duygusal yönden kullanıcılarına aidiyetlik hissettiren, tinsel boyutu olan yaşayan bir organizma gibidir. İnsanlarla birlikte varoluşun ilk gününden beri neredeyse yaşayan ve günümüze kadar varlığını sürdüren kerpiç malzeme; sıcaklığı, plastiklik özelliği, dokusu, rengi ve en önemlisi insan ile olan geçmişi nedeniyle gizemli ve çok etkileyici bir malzemedir. Ayrıca insan için çok farklı anlamlar taşıyan toprağın bir tür ete kemiğe bürünüp mekânsallaşması, insan üzerinde dinginlik, yumuşaklık, mekânsal süreklilik etkileri uyandırır (Akman, 2013). İnsan, kerpiç bir yapıda yaşarken kendisinden ve geçmişinden izler içerisinde, toprağa kodlanmış enerji alış verişi halindedir. Ancak, insan için bu kadar derin anlamlar taşıyan ve geçmişle gelecek arasında köprü oluşturabilecek bu malzeme ve tekniği unutulmaya yüz tutmuştur.

Kerpiç, yerel halklar tarafından üretilen, düşük maliyetli, kolayca temin edilen bir yapı malzemesidir. Yapıların uygulanması basit ve ek enerji gerektirmediği için insanlar yapılarını bir uzmana (mimar ve mühendis) ihtiyaç duymadan kendi kendilerine oluşturmuşlardır.

Kerpiç; teknolojik olarak üretimi basit, kurak iklim koşullarına uygun ve geniş bir kullanım alanına sahip, dayanıklı binalar üretme potansiyeline sahip önemli bir yapı malzemesidir. Üretimi ve uygulaması için ek bir enerji kaynağına ihtiyaç duyulmayan, çevre dostu bir malzemedir ve tamamen geri

dönüştürülebilir olduğu için yapı bertaraf edildiğinde minimum düzeyde atık oluşturur. Çevreden kolaylıkla elde edilebilen malzemelerle basit bir süreç sonunda hızlı ve düşük bir maliyetle oluşturulan kerpiç malzemenin özellikleri; kullanılan kerpiç toprağının cinsine, su, bitkisel ve diğer katkı maddeleri ve miktarlarına, kalıplama ya da kurutmadaki yöntem ve sürelerle bağlı olarak farklılaşmaktadır.

Kerpicin en erken gelişimi çoğunlukla ağaç kaynaklarının bina yapımı için sınırlı olduğu yerlerde meydana gelmiştir. Özellikle tüm sıcak, kuru, subtropikal iklimlerde ve bitki örtüsünün fazla olmadığı ülkelerde odun eksikliği vardır (Akman, 2003).

İnsan, en çok kullandığı odunun eksikliğiyle başa çıkmada yeni arayışlara girmiştir. Avrupa'da 1800'lü yıllara kadar ahşap, ev ısıtma ve pişirme için ana yakıt olarak kullanılırken; konut, endüstri ve gemi yapımı için de ciddi anlamda tüketim söz konusuydu. Ahşaba bu denli bağımlılık sonucu ormanların yok olması ile karşı karşıya gelinebilirdi. 16. yüzyılın sonlarında, Almanya'daki hükümet yetkilileri kalan ağaçları korumak için yeni binaların topraktan yapılması konusunda ısrar etmişlerdir (Guntzel, 1990).

Tuğla endüstrisinin gelişimiyle dünyanın her yerinde toprak yapı terk edilmiştir. Fakat II. Dünya Savaşı sırasında toprağın çok kullanılması ve yöneticilerin toprağın faydalarını görmeleri üzerine, bütün dünyada toprak yapıya yönelik tekrar bir ilgi başlamıştır. Afet ve savaş zamanlarında kolay ulaşılabilirliği ve ekonomikliği nedenleri ile toprak, tecih edilen bir yapı malzemesi olmuştur.

Kerpiç tuğlaların kullanımı, ucuza satılan inşaat malzemelerinin bol miktarda tedarikinin başladığı 19. yüzyılın sonunda azalmaya başlamıştır. Fabrika yapımı sırasında enerji talebinin düşük olması nedeniyle ve geleneksel olarak kullanıldığı iklim bölgelerinde, ısı konforunda temel bir standart sağladığı için, 1970'lerin petrol krizlerinde, toprak yapımına olan ilgi yeniden başlamıştır(Alva-Balderrama, 2001; Parra-Saldivar ve Batty, 2006).

Batı, toprak yapı tekniğini benimseyip, niteliklerini geliştirirken, asıl kökeni olan Anadolu'da geleneksel hali ile kalmış, gelişmemiştir. İnsanların hafızalarında; her zaman bakım isteyen, kötü bir malzeme olarak yer etmiştir.

Bu mimari yöntem günümüzde maalesef çok kötü durumdadır. Toprak tabanlı malzemelerle ilgili çoğu inşaat tekniği inşaat endüstrisinin gelişimi sonrası sistematik olarak ihmal edildiğinden, akademik araştırmalarla kerpici "yeniden keşfetmeye" ihtiyaç vardır. Kerpiç, ülkemizde üniversitelerde ve eğitimde yer almamakta ve yönetmeliklerde de yer almadığı için standartları yetersiz kalmaktadır. Geçmişte olduğu gibi insanların deneyimleyerek öğrenmeleri günümüz koşullarında zaman kaybından başka bir şey değildir. Unutulmuş bir yöntem olduğu için tecrübelerini aktaracak usta bulmak da mümkün görünmemektedir. Dolayısıyla yeni nesil ancak bu işin kurallarını üniversitelerde öğrenip geliştirebilir. Bunca olumsuzluklara rağmen kerpicing önemini fark eden ve tekrar kazanmak için çaba gösteren kitle hızla artmaktadır (Işık, 2019). II. Dünya Savaşı'na kadar kırsal alanlarda, okullar, kiliseler ve kamu binaları için popülerlik kazanan kerpiç bugün batıda kerpiç tuğla modunda rağbet görmektedir (Mc Henry, 1989)

Ülkemizde de 1948 senesinde toprak yapıyı geliştirmek için, bütün Anadolu üzerinde yaygın bir araştırma, alan çalışması yapılmıştır. Bayındırlık Bakanlığı ve İTÜ işbirliği ile Mustafa İnan'ın öncülüğünde Ruhi Kafesçioğlu ve bir grup, toprak yapılar üzerine çalışmalara başlamıştır. Veri tabanı hazırlamak amacıyla, İzmir'den Hakkâri'nin ücra köylerine kadar bütün Anadolu 12 bölgeye ayrılmış ve gezilerek, yerel ustalar bulunup, işin püf noktalarını öğrenilmiştir. Yerel ustaların yaptığı çalışmalar incelenerek, ülkemizin 79 noktasından alınan kerpiç örnekleri incelenip analiz edilmek üzere İstanbul'a getirilmiştir.

Laboratuvarda çalışan ekip tarafından, getirilen kerpiçlerin nitelikleri belirlenip; yorumları yapıp, raporlar ve dosyalar hazırlanmıştır. O dönem için oldukça önemli olan bu çalışma 1950 senesine kadar sürmüştür. Ancak Prof. Ruhi Kafesçioğlu'nun kendi ifadesiyle, 1950'de bir kırılma yaşanmış ve yönetimin değişmesiyle, bütün bu yapılan çalışmalar "Gelişen Türkiye'ye toprakla uğraşmak yakışmaz" sözüyle değerlendirilmiş ve bu anlayışla bütün raporlar rafa kaldırılmıştır (Kafesçioğlu, 2019).

Aslında bu yaklaşım sadece ülkemizde değil tüm dünyada yaşanan sosyal bir sorun kabul edilebilir. Çünkü Mc Henry'nin de belirttiği gibi, "Kerpiç bir imaj

sorunu yaşadı.” Mc Henry ve kerpiç konutlar üzerinde çalışan diğer uzmanlara göre de, kerpiç fakirlerin evi olarak görülüyordu.

El yapımı kerpiç, saman veya diğer malzemeler, toplumda döküntü, çıkıntı yapan kaba görüntülü olarak değerlendirilmiş ve geçen yüzyıl boyunca - özellikle Orta Doğu'da - şehir içi kerpiç konutlar, buldozerlerle yıkılarak, yerini çimento bloklu konutlara bırakmış ve genellikle aynı kerpiç rengini vermek için de hafifçe alçı ile sıvanmıştır. Yine Mc Henry'nin ifadesiyle, “çimento bloku, dünyanın dört bir yanındaki insanların en büyük hayal ettiği şeydir.”

Kerpiç, çirkin olmak veya yoksulluğu sembolize etmek zorunda değildir. Aslında kerpiçle inanılmaz sonuçlar elde edilerek; hükümetler ve halkları tarafından kerpiçle inşa kabul edilebilir ve arzu edilir hale getirilebilir.

Günümüzde özellikle Amerika Birleşik Devletleri, Birleşik Krallık, Almanya ve Yeni Zelanda gibi bazı gelişmiş ülkelerde kerpiç malzemenin kullanımı her geçen gün artmakta ve minimum çevresel etkiye sahip alternatif, düşük maliyetli bir inşaat malzemesi olarak kullanılmaktadır. Toprak yapı artık sadece gelişmekte olan dünyanın bir görünüşü değildir. Fransa'da nüfusun %15'i toprak duvarlı evlerde yaşamaktadır. Avustralya'nın bazı bölgelerinde evlerin önemli bir yüzdesi kerpiç inşa edilmiştir.

Dünya nüfusunun yaklaşık % 30 ila % 50'si (yaklaşık 3 milyar kişi) toprak binalarda yaşamakta veya çalışmaktadır (Rael 2009). Kırsal nüfusun çoğunluğu ve kentsel nüfusun en az % 20'si dâhil olmak üzere gelişmekte olan ülkelerdeki nüfusun yaklaşık %50'si toprak yapıda yaşamaktadır (Gubasheva, 2017) (Şekil 4.28).



Şekil 4.28 Toprak mimarisinin dünya üzerindeki coğrafi dağılımı (De Sensi, 2003)

Peru'da, 2007 Nüfus Sayımına göre, evlerin yaklaşık % 40'ı topraktan yapılmıştır (bu yaklaşık dokuz milyon kişinin yaşadığı iki milyon evdir) (Gubasheva, 2017). Hindistan'da, 2001 Nüfus Sayımına göre, tüm binaların% 30'u topraktan yapılmıştır (buna yaklaşık 305 milyon kişinin yaşadığı 73 milyon ev dâhildir). Kerpiç yapılar çoğunlukla kırsal alanlarda kullanılır. Evler tipik olarak bir kat yüksekliğindedir, duvar yüksekliği yaklaşık 3.0 m'dir ve kalınlıkları 25 cm ila 85 cm arasındadır. And Dağları (Peru) gibi sarp yamaçlara sahip dağlık bölgelerde, evler en fazla üç kat yüksek olabilir. Ancak daha sıcak ve çöl ikliminin hâkim olduğu düzlük alanlarda (Yemen örneği gibi) çok katlı örnekleri görülmektedir. Orta Doğu ve Asya'nın bazı bölgelerinde, toprak evler genellikle üst üste inşa edilir, böylece bir evin çatısı yukarıdaki evin alt katı olarak kullanılır. Hatta tarihteki örnekleri incelendiğinde eskiden yapının üzerine bir yenisinin inşa edildiği, höyük diye nitelendirdiğimiz oluşumlar mevcuttur. Kerpiç evler İran, Bolivya, Etiyopya, Özbekistan gibi çoğu gelişmekte olan ülkenin kentsel bölgelerinde bulunur.

"Dünya Nüfus Beklentisi" başlığıyla Birleşmiş Milletler (BM) tarafından hazırlanan bir rapora göre şu an dünya üzerinde yaşamakta olan yaklaşık 7,7 milyar olan nüfusun iki milyar artarak 2050 yılında 9,7 milyara yükseleceği bilgisi verilmiştir. Raporu hazırlayan uzmanlar ayrıca, olağanüstü bir durum gelişmezse dünya nüfusunun içinde bulunduğumuz yüzyılın sonunda 11 milyar olacağı öngörüsündedir. Nüfusun bu denli hızlı artışının bir sebebi ise dünya genelinde ortalama insan ömrünün uzaması olarak bildirilmektedir. Bu rapor verileri ve öngörülerine göre değerlendirildiğinde, daha uzun yaşama süresine sahip dünya halkının, daha kaliteli bir hayat ve barınma hakkı olduğu düşünülerek çözüm arayışlarına gidilmelidir.

Kerpiç, barınma sorunları olarak bakıldığında daha iyi bir hayatın anahtarıdır. Günümüzde, gelişmekte olan ülkelerin çoğu yeterli sayıda ve uygun fiyatlı konut sağlama sorunu ile karşı karşıyadır. Hızla artan nüfus nedeniyle, yaşadığımız yüzyılda barınma koşulları kötüleşmiştir. Kaynakların yetersiz ve kıt kalması, konut talebini arttırmıştır ve acil pratik çözümler sağlama gerekliliği gündeme gelmiştir. Barınak, en önemli temel insan ihtiyaçlarından biridir. "Gelişmekte olan ülkelerle ilgili olarak, büyük konut ihtiyacının

endüstriyel olarak üretilen yapı malzemeleri ile karşılanamayacağı zaten bilinmektedir” (Minke, 2000). Bununla birlikte, dünya nüfusunun % 25'inin kalıcı bir evi yoktur ve kentsel nüfusun % 50'si gecekondu mahallelerinde yaşamaktadır (Kerali ve Geoffrey, 2001) ve gelişmekte olan ülkelerdeki kentsel yerleşimlerin % 80'inin geçici malzemelerden (plastik levhalar, düzleştirilmiş kartonlar) yapılmış gecekondu mahallelerinden ve kendiliğinden gelişen, organik yerleşimlerden oluştuğu görünmektedir. 2005 verilerine göre dünyada yaklaşık 100 milyon insan evsizdir. Dünya Kaynakları Enstitüsü (WRI) 'nün raporuna göre mevcut barınma politikalarında bir değişiklik olmazsa Dünya genelindeki evsiz sayısının 2025 yılında 1.6 milyar kişi olacağı belirtilmiştir. Ayrıca böyle giderse 2050 yılına gelindiğinde 2.5 milyar insanın daha şehirlerde yaşayacağı ve bu artışın yüzde 90'ının Asya ve Afrika kıtalarında gerçekleşeceği belirtilmektedir. Sahra altı Afrika, Latin Amerika, Ortadoğu ve Asya'nın bir bölümü nüfusun ve kentleşmenin hızla arttığı bölgelerdir. Bu bölgelerde yıllık kentsel büyüme ile birlikte en yüksek gecekondu büyüme oranları yaşanmaktadır. Bu sayılar korkutucudur ve giderek de artış göstermektedir. Barınma ve konut sıkıntısının insan hayatına etkisinin yanı sıra ekonomi ve çevre üzerinde de ciddi etkileri bulunmaktadır. Kent kenarlarında, derme çatma ev diye nitelendirilemeyecek yapıda gecekondu veya oluşumlar içerisinde, elektrik, içme suyu, kanalizasyon gibi en tabii ihtiyaçlarını sağlayacak alt yapıdan yoksun, hijyen koşullarının sağlanamadığı bu yaşama alanları maalesef günümüzün bir gerçeğidir. Bu nedenle derhal önlem alınmalı ve üretken, verimli ve kapsayıcı olmayan kalabalık şehirlerin oluşumunun önüne geçilmelidir.

Tarihte bakıldığında kalabalık nüfus, barınak ve maliyet problemleri olan Mısırlılar kerpiç tuğlasını yapı malzemesi olarak seçmişlerdir. Pişirme tuğlaları yerine kerpiç, güneşte kurutulmuş tuğlaları kullanmaya çalışmışlardır. Pişirme tuğlaları, başlangıçta az bulunan yakıt ve iyi bir harç ihtiyacı nedeniyle Mısırlılar için çok pahalı bir malzeme olmuştur. İnsanlar kerpiç tuğlalarını satın alacak parası olmasa bile, üretim teknikleri çok basit olduğu için yapılarını kerpiç kullanarak kendi başlarına yapabilmişlerdir. Ayrıca yerel olarak eşit ebatlı kerpiç tuğladan üretilen kerpiç tuğla duvar, önemli ölçüde daha pahalı olan yalıtımlı bir tuğla duvar ile neredeyse aynı özelliklere sahiptir. Sonuçta

kerpiç tuğlalar kullanılarak ekonomik bir etki de takip edilebilir: Basit imalatlarından dolayı hafif hammadde, yerel beceriler ve istihdam maliyeti geliştirilebilir ve oto inşaat teşvik edilebilir.

Günümüzde endüstriyel malzemelerin aşırı kullanımından kaynaklanan çevresel sorun nedeniyle endüstriyel olmayan malzemelerin kullanımı yeniden gündeme gelmiştir. Endüstriyel olmayan yapı malzemeleri kavramı, sahadan veya yakındaki hammaddeler kullanılarak düşük somut enerjiyle basit, hızlı bir işlem kullanılarak üretilen yerel malzemeler anlamına gelir. Kerpiç tuğlası, Dünya'da daha iyi bir hayat için ipucu olabilecek endüstriyel olmayan malzemelerin dikkate değer örneklerinden biridir. Dünyada kullanılan en eski yapı malzemelerinden biridir. Kerpiç tuğlaları çoğunlukla 100 kilodan daha hafif ve çatlamadan hızlı bir şekilde ayrı ayrı havalandırılabilirler ve daha sonra kerpiç uygulamasıyla tek tek tuğlaları bir yapıya bağlamak için monte edilebilecek kadar küçük birimlerden yapılır. Kerpiç; kil, doğal lif, kum ve sudan yapılır. Kerpiç güneşte pişmiş (kurutulmuş) anlamına gelen "yanmamış duvarcılık" olarak adlandırılabilir. Kerpiç, kültürel, iklimsel ve ekonomik nedenlerden dolayı eski çağlardan beri inşaatta kullanılmaktadır. Kerpiç yapılar, kerpiç tuğlalardan veya yekpare kerpiç duvarlardan yapılır. Kerpiç duvarları yük taşımaktadır, yani başka bir yapıdan ziyade kendi ağırlıklarını temele taşırlar. Gereksinimlere bağlı olarak herhangi bir şekil ve ebatla kalıplanır. Kerpiç tuğlanın maliyeti diğer yapı malzemelerine göre çok daha ucuzdur ve bu nedenler kerpici daha kullanılabilir hale getirir.

4.4.1 Kerpiç bileşimi

TS 2514'te verilen tanıma göre;

Kerpiç, killi ve uygun nitelikteki toprağın içine saman veya diğer bitkisel lifler (saz türünden bitkiler, kaba ot, kenevir lifleri, ahır yemliklerinden toplanmış artık samanlar, kuru funda, çam iğneleri, ağaç dalları, testere, rende talaşları vb. maddeler) karıştırılıp su ile yoğrulduktan sonra kalıplara dökülerek şekillendirilmesi ve açık havada kurutulması ile elde edilen yapı malzemesidir (TS 2514, 1977).

Yapı malzemesi kerpiç, topraktan elde edilen değişik özellikteki katkı maddeleri ile suyun karışımından oluşan bir bileşiktir. Kuru toprağa su ilave edildiğinde, toprak katı fazdan yarı katı faza sonra da plastik kıvama geçer, yani şekil verilebilir bir durumdadır. Ancak kerpiç tuğlaların gerçek bileşimi ve kalitesini; oluşumundaki çakıl, kum, silt, kil ve organik madde (saman) miktarı ve özellikleri belirler.

Kum, çakıl, silt ve kil toprak parçacıklarıdır. Sadece boyutlarına göre değil, aynı zamanda özelliklerine ve rollerine göre de farklıdırlar. Kerpiç tuğlaları yapmak için kullanılan toprak kumlu ve killi olmalıdır. Ayrıca, biyolojik olarak çözünen, suyu emen ve yüksek oranda sıkıştırılabilen organik madde miktarı çok olduğu için üst toprağın kullanılması tavsiye edilmez.

Kerpiç tuğla bileşenleri, aslında, betondakilere benzer olarak kabul edilebilir:

Atıl agrega olarak taneli topraklar (kum ve çakıl) ve bağlayıcı olarak da yapışkan topraklar (silt ve kil) ile temsil edilir (Gubasheva, 2017).

Kerpicingin bileşimini daha iyi anlayabilmek için toprağa dönersek; toprak, canlıların yaşadığı, yeryüzündeki yüzeylerin üzerindeki ince tabakadır. Toprak oluşumu için uzun bir süre ve ince bir toprak tabakası oluşumu için bin yıldan fazla zaman gerekir. Toprak, parçalanmış kaya parçacıkları ve organik maddeler gibi çeşitli malzemelerden oluştuğu için, içerdiği parçacıkların boyutuna bağlı olarak çeşitli tiplerde sınıflandırılabilir. Topraktaki parçacıkların boyutuna bağlı olarak sınıflandırması yapıldığında aşığıda verilen sıralamayla karşılaşıyoruz:

- Kumlu Toprak
- Killi Toprak
- Siltli Toprak
- Kireçli Toprağı
- Tebeşir Toprağı

Bu sınıflandırma içerisinde kerpiç bileşiği ile ilgili olan kum, kil ve silt sınıfları ele alınıp özellikleri açılırsa kerpiç oluşumundaki etkileri de daha iyi anlaşılacaktır.

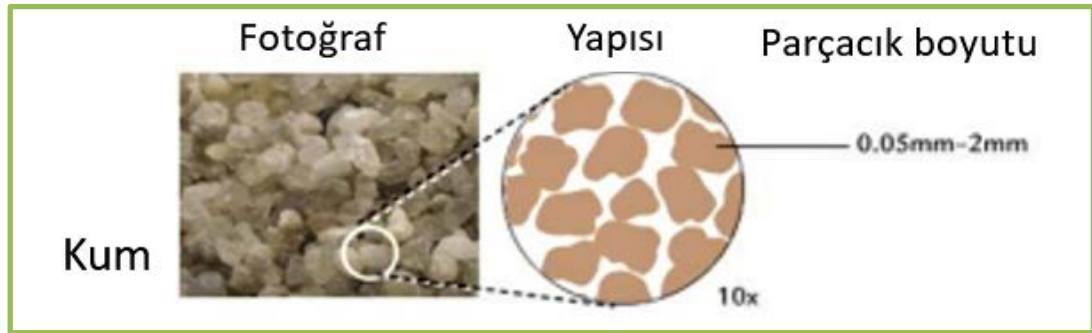
4.4.1.1 Kumlu toprak

Kum; silisli kütlelerin, kayaların, doğal etkenlerle parçalanarak ufalanmasından ya da kayaların parçalanmasıyla oluşan, genellikle kuvars esaslı granüler malzemedir (Şekil 4.29).

Çapı 0.06 – 2 mm arasındadır. Daha küçük parçacığı olan, mil ise, 0.0625 mm ile 0.004 mm arasındadır.

Kum, kuru veya doymuş halde kohezyonsuzdur, ancak rutubetli halde belirgin bir kohezyonu vardır.

Kum kile göre büyük ebattadır, bu yüzden kile göre daha çok yüzey işgal eder. Kum toprak yapısında çatı vazifesi görür. Hava ve suyun dolaşımını kolaylaştırır (Url-35).

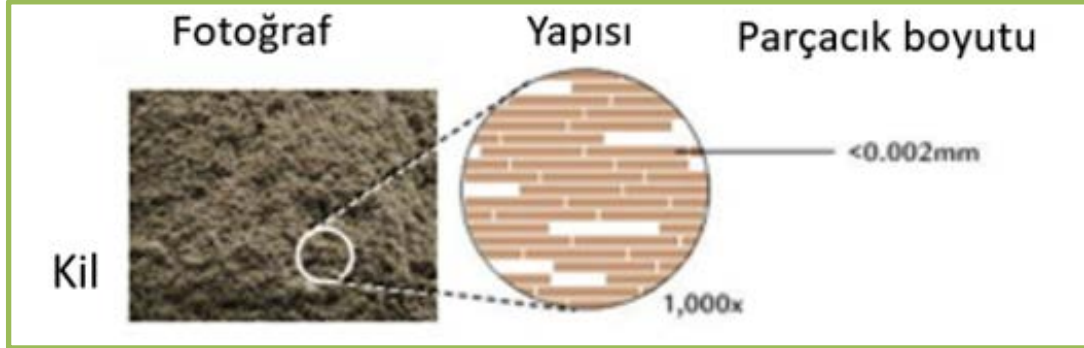


Şekil 4.29. Kumun görünüşü ve yapısı (Gubasheva, 2017)

4.4.1.2 Killi toprak

Kil doğada bol miktarda bulunan bir malzemedir. Fakat saf kil bulmak oldukça zordur. Kilin içerisinde en çok kalker, silis, mika, demir oksit mineralleri bulunur. Genellikle 0,002 mm'den daha küçük taneli malzemeye kil adı verilmektedir (Şekil 4.30). Kil sarımtırak, kırmızımtırak, esmer gibi renklerde bulunur. Bu özelliğini bileşiminde bulunan yanıcı maddeler verir. Kilin yapısı itibarıyla su çekme özelliği vardır. Bu nedenle kil daima nemlidir. Kili meydana getiren maddeler sulu alüminyum silikatlardır.

Kile bileşiminde bulunan yanıcı maddeler rengini verir ve sarımtırak, kırmızımtırak, esmer gibi renklerde bulunur. Kilin yapısı itibarıyla su çekme özelliği vardır ve plastisite, kohezyon, renk, rötre özellikleri gösterir.



Şekil 4.30 Kilin görünüşü ve yapısı (Gubasheva, 2017)

Ezilmiş kile uygun miktarda su karıştırıldığı zaman işlenebilme ve şekillendirme özelliği kolaylaşır ve kolayca şekil alır. Kum, su ile karıştırıldığı zaman herhangi bir plastik özellik kazanamaz. Kilin plastisite özelliği kazanabilmesi için muhakkak surette su ile karıştırılması gereklidir, aksi takdirde su dışında hiçbir madde kile plastisite özelliği kazandırmaz.

Kilin kohezyon özelliği, kil hamuruna kuruduğu zaman kendisine verilmiş olan şekli muhafaza etme kabiliyeti sağlar. Ancak kum bu özelliğe sahip olmadığı değildir ve su ile ıslandıktan sonra kurumaya terk edildiği zaman küçük bir darbe ile kendi kendine dağılır. Kilin kohezyona sahip olabilmesi için mutlaka su ile yoğurulması gereklidir ve su dışında diğer sıvılarla kil kohezyon kazanmaz.

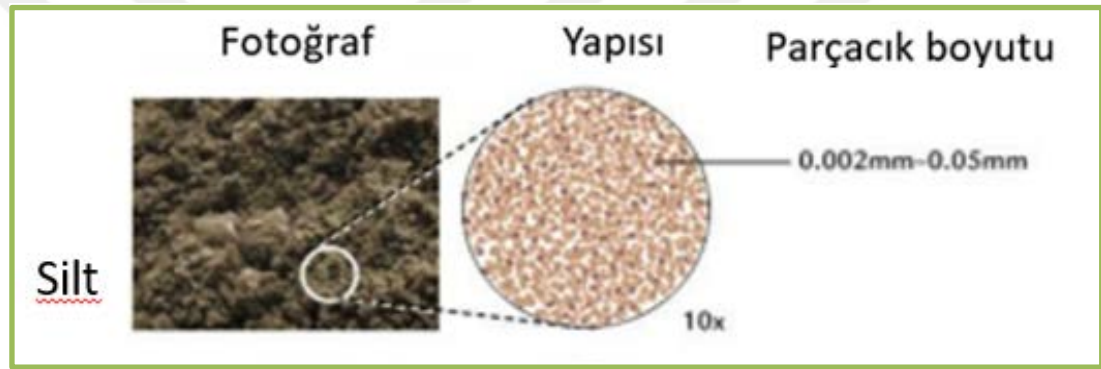
Kil su ile yoğrulup şekillendikten sonra kurumaya bırakıldığında, şekillendirme sırasında verilmiş olan ölçüleri küçülür yani kil hamurunun kuruma sırasında hacmi küçülür. Bu olaya kilin *rötre yapması* denir ve rötre, kilin kuruması sırasında olduğu gibi pişmesi sırasında da devam eder. Kilin kurumasından meydana gelen rötre, kilin plastisite özelliğine bağlıdır.

Kil, düşük ısı derecesinde bir etüve (ısıtma, pişirme veya kurutma amaçlı kullanılan laboratuvar fırını) konulursa sertleşir; önce serbest haldeki suyunu, daha sonra da emdiği suyun önemli bir kısmını kaybederek gittikçe artan bir rötre yapmaya başlar. Etüvün ısı derecesi 200 °C'yi geçmezse bu olay geriye

dönüşebilir. Bu durumda kil soğuduğu zaman öğütülerek pudra haline getirilerek su ile yoğrulursa plastisite gösterebilir (Url-36).

4.4.1.3 Siltli toprak

Silt, kumdan küçük kilden büyük taneli malzemelere verilen isimdir ve 0,002 mm ile 0,1 mm arasındaki alüminyum silikatlardan oluşur (Şekil 4.31). Akarsuların taşıdığı alüvyonların bir kısmı silttir. Yapısı itibarıyla su tutma özelliği olmasına karşın kilde olduğu gibi kohezyon özelliği göstermezler. İçindeki su miktarına bağlı olarak akışkanlık kazanırlar. Arazide yüzeyi kuru bir zemin görüntüsü verse de alt tabakalarındaki su sebebiyle akışkan olabilen silt bataklıkları oluşturabilir (Url-37).

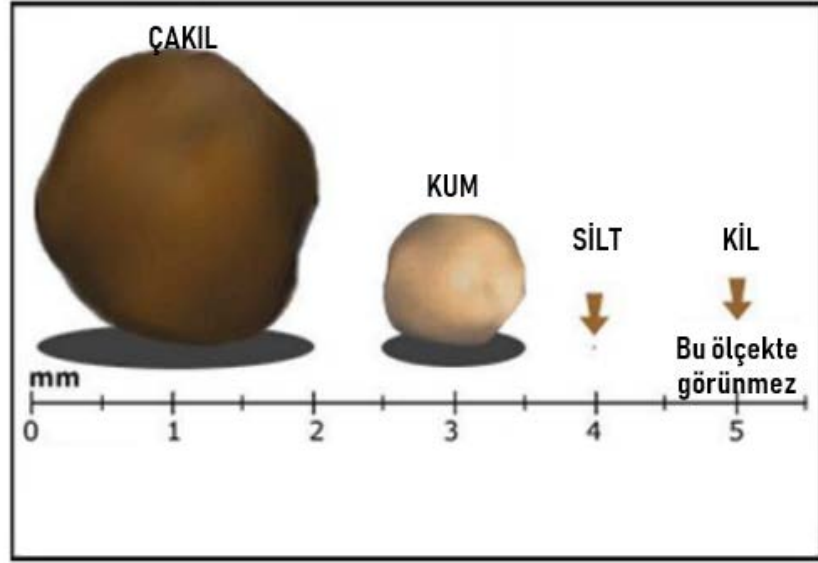


Şekil 4.31 Siltin görünüşü ve yapısı (Gubasheva, 2017)

Kerpiç tuğlanın gerçek bileşimi, çakıl, kum, silt, kil ve organik malzeme (saman) miktarına göre kalitesi değişen hammaddelere bağlıdır. Kum, çakıl, silt ve kil toprak parçacıklarıdır. Sadece boyutları ile değil, kerpiç tuğla imalatındaki özellikleri ve rolleri ile de farklıdırlar (Şekil 4.32). Kerpiç tuğlalarını yapmak için kullanılan toprak, yerinde kumlu killi alt toprağı ifade eder. Ayrıca, mevcut olan önemli miktarda organik malzemedan dolayı, biyolojik olarak ayrışan, suyu emen ve yüksek oranda sıkıştırılabilir olduğu için üst toprağın kullanılması önerilmez.

Çakıllar akarsu boylarında, deniz ve göl kıyılarında birikmiş irili ufaklı taş parçacıklarıdır. Çakıl irilik derecesine göre 2–70 mm çapı olarak göz önüne alınır. Çapı 2 mm 'den büyük olan taş parçalarına çakıl denir (Url-38).

Toprak zeminler, ıslak ve kuru durumları arasında büyük hacim değişmeleri olan silt ve killeri yüksek oranda barındırırlar.



Şekil 4.32 Toprak parçacıkları ve boyutları (Gubasheva, 2017)

Yapı malzemesi olarak kullanılan toprak, beton gibi, değişik özelliklerdeki unsurların bir araya gelmesinden oluşan bir bileşiktir. Kum, iç iskelet rolünü oynarken, iç yapışkanlığı sayesinde kil, bağlayıcı rolü oynamaktadır (Kafesçioğlu vd. 1980). Kerpiç; uygun nitelikli toprak, genellikle kum ve çakıl adı verilen ince granüler taneler arasına serpiştirilmiş silt" ve kilden meydana gelir. Silt ve kil, daha kaba taneleri birleştiren bağlayıcılardır.

Ayrıca saman veya bitki lifleri (saz türünden bitkiler, kaba otlar, kenevir lifleri, kuru funda, çam iğneleri, ağaç dalları, testere ve rende talaşları) gibi diğer bağlayıcıların da katılması ve su karıştırılması ile yoğrulan harcın kalıplara dökülerek şekillendirilmesi ve açık havada kurutulması sonucu kerpiç ortaya çıkar. Kerpiçte, agregayı bağlayıp rijitliği sağlayan, kimyasal maddelerle reaksiyona girip stabilize olan maddeler genellikle kil ve silttir (Kafesçioğlu vd. 1980).

Kerpiç tuğlalarda kil temel bileşendir. Esas olarak mikroskobik kil mineral parçacıklarından oluşan ince taneli (yaklaşık 0.002mm) bir toprak malzemesidir. Kil tuğlaları yoğunlaştırır, bağlayıcı görevi görür ve su erozyonuna karşı direnci artırır. Kil, tuğlaları beton bloktaki çimento gibi bir

arada tutar. Yapıştırıcı özelliği nedeniyle, kerpiç içinde minimum ölçüde kil gerekli ise de, su tutuculuğu yüzünden hacim değiştirecek olan kil, oranı arttıkça, malzeme içinde önemli bozukluklar oluşturmaya meyillidir. Burada, kerpiç harcındaki kum, iç iskelet rolü oynar ve kil de oluşturduğu kohezyon sayesinde bağlayıcı rol üstlenir. Ancak kerpiç oluşumunda kullanılan kil son derece ince taneli ve tanelerin su emme kapasiteleri de oldukça yüksektir. Kerpiç bünyesine su nüfuz edince bu ince taneler suyu emerek genişleyip ayrılırlar ve su buharlaşınca da rötrenin denilen çatlaklar oluşur. Bu nedenle, kerpiç oluşumunda gereğinden az veya fazla miktarda kil kullanılmaması gerekir.

Kil minerallerinin kökeni, su ve kayaların (silikat mineralleri) etkileşiminden bulunur. "Su + kaya = kil" olarak yazılabilir. Bu, kilin sulu ve çoğu kayadaki minerallerden daha fazla olduğunu gösterir. Birkaç çeşit kil vardır ve hepsi kerpiç tuğla yapmak için kullanılabilir. Silt, boyutu yaklaşık 0.002 - 0.06 mm arasında değişen parçacıklardan oluşur. Hareket halindeki direnci kumlardan daha düşük olduğu için kurduğunda çok az kohezyona sahiptir. Bununla birlikte, silt ıslakken kohezyon gösterir. Çeşitli nem seviyelerine maruz kaldığında, silt şişer ve hacimce net bir şekilde değişerek küçülür. Çakıl, kum ve daha az miktarda silt, su varlığında kararlılıkları ile karakterizedir. Bununla birlikte, kurduklarında, bazı uyumları vardır. Bu nedenle, bir binanın temel malzemeleri olarak kendi başlarına kullanılamazlar.

Kerpiç ile tuğlanın özellikleri birbirine benzerdir. Ancak kerpiç ile tuğla arasındaki en önemli fark, kerpicin herhangi bir enerji harcamaksızın güneş ışınları ile kurutulması, tuğlanın ise fırında 900 °C ısıda pişirilmesidir. Kerpiç ile tuğla arasındaki diğer bir fark ise tuğla basınç altında kalıplanıp şekillendirilirken kerpiç insan gücü ile kalıplara yerleştirilmektedir. Kilin bağlayıcılığında yararlanılarak su ile yoğrulan ve kalıplarda şekillendirilen kerpiç harcı güneşte kurumaya bırakılır. Kurutulduktan sonra basınç dayanımı tuğla kadar yüksek olmayan ve su direnci düşük bir yapı malzemesi elde edilir. Kerpicin ana bileşenleri kil ve kumdur. Kil, kumu birleştirme görevini sağlarken kum içindeki kil miktarı kerpicin özelliklerini belirlemektedir. Optimum kil/kum oranı 1/5 olarak bilinmektedir.

Kerpiçte granülometrilerin sağlanması ile doğru orantılı olarak mekanik özellikler de artar ya da azalır. Bazı kurumların kerpiç harcı granülometri ayarı ile ilgili tavsiye ettikleri malzeme oranları Tablo 4.2'deki gibidir.

Tablo 4.2. Önerilen kerpiç harcı granülometri oranları

Kurum	Granülometri Oranı
UBSC"ye (Uniform Building Code Specification) göre	%55-75 oranında kum ile %25-45 oranında silt ve kil
A.B.D. 'de Kerpiç Araştırmalarını Değerlendiren (A.S.A.E.)	%75-%80 kum (kaba-ince), %20-%25 oranında mil humus ve organik madde ihtiva eden kil.
Türk Standartları Enstitüsü (T.S. 2514)	%40'ı 0.063 mm.'lik elekten geçmiş ve içinde 3 cm.'den iri taş bulundurmeyen, %35 kil ihtiva eden 1 m ³ toprak için; 10-12 cm. boyunda biçilmiş 7-10 kg. saman, kilin kolloit hale gelmesine neden olacak madde bulundurmeyen 500 lt. su ve kerpicin çatlamasını önlemek için(% 60'dan az) kum

2011 yılında kerpiç yapı standartları (TSE 2514, TSE 2515) yürürlükten kaldırılmış ve yenilenmemiştir (Koç ve Akbulut, 2017).

4.4.2 Kerpiç yapım yöntemleri

Kerpiç malzemenin yapıdaki kullanım biçimi; doğal kısıtlar, iklim koşulları ve yapım teknolojisi ile ilişkili olarak farklılık göstermektedir (Echarts, 1977).

Kerpicin geleneksel mimarideki en yaygın kullanım biçimi kerpiç bloklarla ya da sıkıştırılmış toprak ile yapım şeklindedir.

4.4.2.1 Geleneksel yöntemle kerpiç tuğla veya blok üretimi

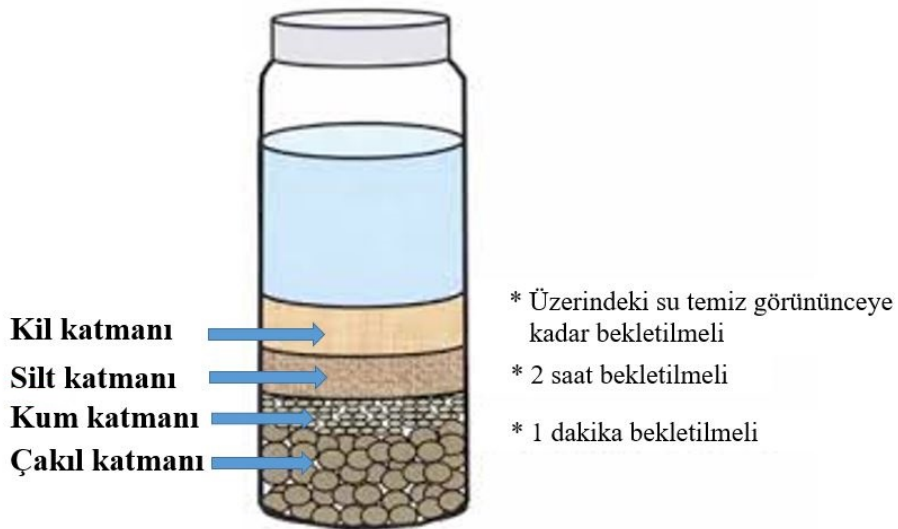
Geleneksek kerpiç tuğla ebatı bölgeden bölgeye ve döneme göre değişiklik göstermektedir. İlk zamanlar çok daha büyük ebatlı kerpiç bloklar üretilmiştir. Bu da bize o dönemde yaşayan insanların fiziksel olarak daha güçlü olduğu izlenimini vermektedir. Anadolu'da genellikle iki farklı boyutta üretilmiştir. Kerpiç tuğlanın büyük ebatlı olanına ana, küçüklerine de kuzu adı verilir. Bu iki

farklı boyutta yapılan kerpiç üretimi, duvar örgü işinde büyük kolaylık sağlamıştır. Kalın duvar örgüsünde bağlama duvarı çok daha kolay oluşturulmuştur. TS 2514'e göre taşıyıcı duvarlarda kullanılacak kerpiç boyutları mm olarak, 120×300×400 mm (ana) ve 120×190×400 mm (kuzu), ya da 120×250×300 mm (ana) ve 120×180×300 mm (kuzu) olmalıdır (TS 2514, 1977).

Geleneksel yöntemle kerpiç üretimi için öncelikle üretimde kullanılacak toprağın analiz edilmesi ve içerisinde sağlığa zararlı kimyasal içeriğin bulunmaması gereklidir. Ayrıca toprak içeriğinin kerpiç yapımına elverişli kil oranına sahip olması gerekir. Bu oran, alınan örneklerin laboratuvar analiziyle öğrenilebileceği gibi uygulayıcı tarafından gerçekleştirilecek basit bir deney sayesinde de elde edilebilir.

Bu deney için şeffaf bir kabın 1/3'üne toprak, 1/3'üne su konup çalkalanır ve beklenir. Bekle süresi sonrası oluşan katmanlar şeffaf kap üzerinde işaretlenerek yüzde oranları belirlenir (Şekil 4.33).

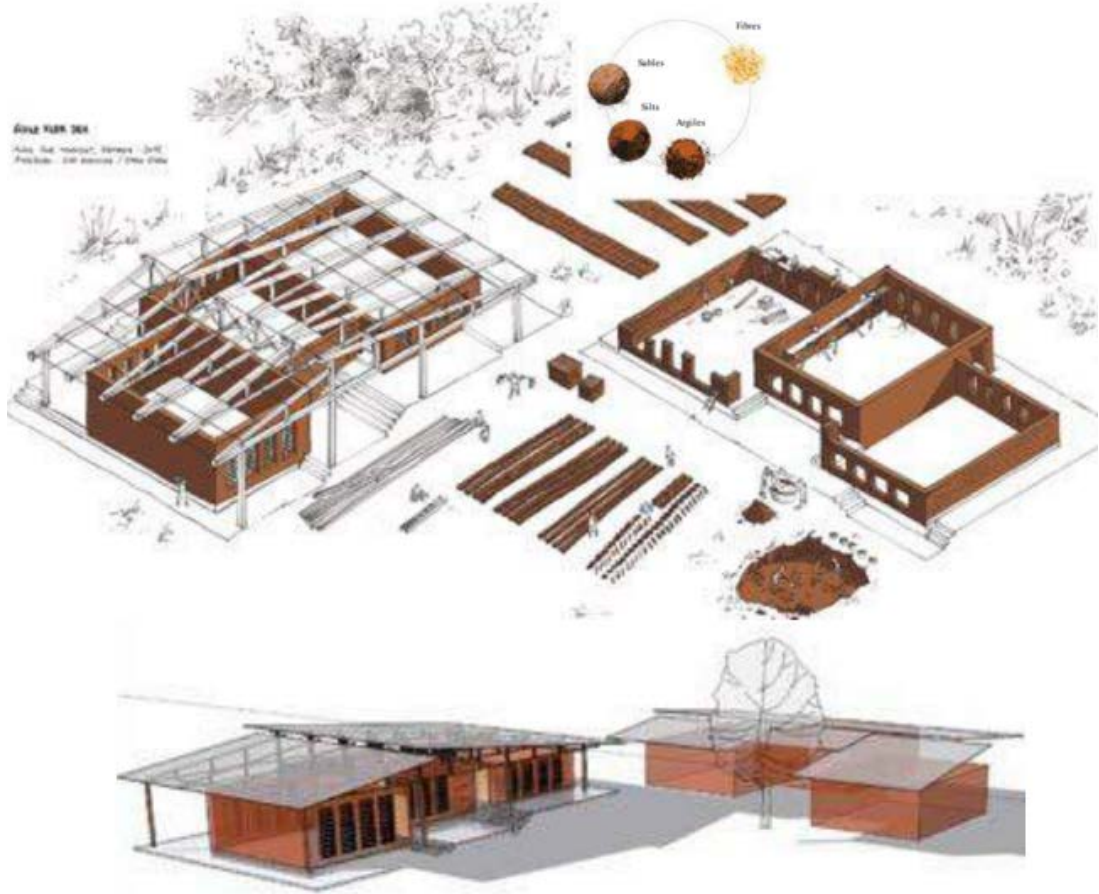
Geleneksel kerpiç yapımında toprak içeriğindeki %30 civarında kil bağlayıcılık sağlarken, alker için toprakta %8- 10 kil bulunması yeterli olmaktadır (Işık, 2000).



Şekil 4.33. Toprak içeriği belirleme deneyi (Url-39)

Uygun oranlar elde edilince, karışımın içerisinde hazırlanacağı bir havuz oluşturulması gerekir. Havuz oluşumu için uygun alan belirlenip bir çukur kazılır (Şekil4.34).

Kazılan çukur içerisine killi toprak, su ve saman ilave edilip karıştırılır ve sonrasında en az bir gün kür oluşumu için dinlendirilir. Kür oluşumu inorganik bir malzeme olan toprak ve organik olan samanın etkileşime girerek daha sünek yapıda bir malzeme oluşturmasını sağlamak içindir. Saman kür sırasında özsuyunu karışıma salarak bağlayıcılığı arttıran, malzemeyi birbirine yapıştıran bir etki sağlayacaktır. “Bu görüngenü muhtemelen farklı kil mineralleri arasındaki elektrokimyasal çekimle daha kompakt ve düzenli bir yapı oluşturacaktır” (Minke, 2006). Saman ilavesi kerpiçte kuruma sırasında büzülme azaltarak rötre çatlakları oluşumunu engellerken aynı zamanda malzemenin ısı yalıtım değerini de arttırmaktadır.



Şekil 4.34. Kler Deh Koleji kerpiç üretim ve inşaat alanı şeması (Müller, 2016)

Kür sonrası hazırlanmış olan kalıplara alınan harç, kerpiç kesme diye ifadelendirilen şekil verme işlemi ile kuruması için belirlenmiş alana, kalıp hafif sarsılarak çıkarılır (Şekil 4.35). Önce gölgede sonra güneşte kuruma sağlanır. Kuruma sonrası hazırlanan kerpiç bloklar (tuğla) yapı inşaatında, yığma yapı tekniğiyle veya karma sistemde duvar örgüsünde kullanılır (Şekil 4.36).



Şekil 4.35. Kerpiç kesme ve kurutma aşamaları (Kafesçioğlu ve Gürdal)



Şekil 4.36. Kler Deh Koleji kerpiç üretim ve inşaatı (Müller, 2016)

Geleneksel yapı oluşumunda kullanılan kerpiç, yapı kullanımı sona erdiğinde yapının yıkılması ile tekrar doğaya, geldiği yere dönebilen bir malzemedir (Şekil 4.37).



Şekil 4.37 Geleneksel kerpiç yapı hayat döngüsü (P. Öztürk, 2020)

4.4.2.2 Tokmaktama (Dövme) yöntemiyle kerpiç üretimi

Tokmaktama veya dövme yöntemiyle kerpiç üretiminde; hazırlanan kerpiç karışımı daha önceden oluşturulmuş kalıp içerisine alınarak tokmak veya basınçlı dövme aleti

(kompaktör) aracılığıyla sıkıştırılması ile yığma kerpiç üretimi yapılır. Geleneksel yöntemde tuğla üretimi ve duvar örme gibi ayrı ayrı işlem gerektiren adımlar tek bir seferde karışımın kalıp içerisinde sıkıştırılmasıyla elde edilir. Bu uygulamada kalıplar alındığında sıva dahi gerektirmeyecek kadar düzgün yüzeyler elde etmek mümkündür. Tokmaktama yöntemi ile kerpiç üretiminde kalıp çok önemli bir faktördür ve sağlam olması ve uygulama sırasında açılmaması gerekir. Kalıbın şeklini koruyabilmesi için yeterli sayıda kuşaklama ve gergi bağlantıları kullanılmalıdır. Ayrıca kalıbın sökme ve yeni üretim için yeniden montajında sıkıntı oluşturmaması gerekir. Kalıp oluşumunda, kerpiç uygulaması başlamadan önce yapı iç bölgesinde kalan kalıp yüzeyi, yapı yüksekliği kadar çevrelenir. Karşısına gelecek dış cepheyi tutan diğer parça yaklaşık 60cm yüksekliğinde bağlantılarla tutturularak işleme başlanır ve 60cm

yüksekliğinde içi dolduğunda sökülüp bir üst hizaya bağlanarak işleme ara vermeden kat yüksekliğine ulaşana kadar devam edilebilir.

Tokmaktama ile kerpiç üretiminde hızlı mukavemet elde ederek ürünün kurummasını beklemeden uygulamaya devam edebilmek için alker (alçı ve kireç katkılı kerpiç) veya kerpicingin stabilizasyonunu hızlandıracak başka katkı madde ilavesi düşünülmelidir.

İşe hazırlanan killi toprağın içerisine karıştırılacak alçı ve kireç miktarının ölçümü ile başlanır (Şekil 4.38).



Şekil 4.38. Alker karışımı için alçı ve kireç(P. Öztürk, 2020)



Şekil 4.39. Kuru haldeki malzemenin karıştırılması (P. Öztürk, 2020)

Alçı ve kireç malzemelerinin miktarlarının toprakla %10 oranında olması uygun bir orandır. Ölçülen ve bir araya getirilen malzemeler öncelikle kuru olarak karıştırılarak homojen bir karışım elde edilmeye çalışılır (Şekil 4.39). Daha sonra karışıma su ilave edilmeye başlanır. Ancak su ilave ederken oldukça dikkatli ve ihtiyatlı davranılır. Çünkü karışımın sadece sıkıştırıldığında birbirini tutmasına yetecek kadar su ihtiva etmesi gerekmektedir(Şekil 4.40).

Aksi halde sıkıştırılma işlemi sona erdiğinde kalıp açılınca elde edilen kerpiç eleman, onu tutan kalıp kalkınca stabil olmayacak yani kendisini taşıyamayıp yayılacaktır.

Yeterli su ilave edildikten sonra karışım kuru görünümlü, dağılğan bir hal almaktadır. Prof. Dr. Işık'ın ifadesiyle tıpkı bir pilav gibi tane tane görünmelidir. Sonrasında tanelerin birbirini tutuculuğunu kontrol etmek için, avuç içine alınan bir miktar malzeme sıkılmak suretiyle test edilir. Malzeme tıpkı sıkıldığı gibi şekil değiştirmeden kalıyorsa kerpiç hazır demektir.



Şekil 4.40. Kuru haldeki karışıma su ilave edilmesi (P. Öztürk, 2020)

Kerpiç hazır duruma geldikten sonra hazırlanmış olan kalıba kürek vasıtasıyla yaklaşık 15cm yüksekliğinde doldurulur. Ardında tokmaklanarak stabilize edilir. Tokmaktama sırasında kalıp içerisinde her yerin, özellikle de kenar kısımların yeterince sıkıştırıldığından emin olmak gerekir (Şekil 4.41).



Şekil 4.41. Kalıp içerisinde karışımın işleme (P. Öztürk, 2020)



Şekil 4.42. Kalıp alınması (P. Öztürk, 2020)

Sıkıştırma aşaması sonrası yine kerpiç eklenir ve sıkıştırma işlemine kalıbı doldurana kadar devam edilir. Kalıp dolup işlem sona erdiğinde önce kalıbı tutan bağlantı elemanları sökülür ve kalıp itina ile kerpiç elemandan ayrılır (Şekil 4.42). Kalıbın başlangıçta yağlanması da bu işlemi kolaylaştırır (Şekil 4.43).



Şekil 4.43. Hazırlanmış olan kerpiç eleman (P. Öztürk, 2020)



Şekil 4.44. Kalıbı alınan ürünün testi (P. Öztürk, 2020)

Kalıbın alınması ardından yapılan kerpiç yapı elemanı artık stabil ve taşıyıcı bir üründür (Şekil 4.44).

4.4.2.3 Püskürtme yöntemiyle kerpiç üretimi

Püskürtme yöntemiyle kerpiç üretimi için tokmaktama yönteminde olduğu gibi önceden oluşturulmuş bir kalıp sistemi gereklidir. Bu yöntemde beton teknolojisinde kullanılan püskürtme cihazları kullanıldığı için tokmaktama yönteminden farklı bir kerpiç karışım oranı oluşturulması, cihazın basıncına göre bir karışım yoğunluğu elde edilmesi gerekmektedir. Ayrıca bu yöntemde basınçla püskürtme işlemi gerçekleştirildiği için tekrar bir sıkıştırma yapılmasına gerek kalmaması üretimi daha seri hale getirmektedir.

4.4.3 Kerpiç yapı sistemleri

Anadolu'daki geleneksel mimari içinde kerpicing kullanımına göre değerlendirildiğinde kerpiç yapıım sistemini; “yığma sistem kerpiç yapılar”, “kerpiç dolgulu ahşap karkas-çatki sistem (hımış) yapılar ve “karma sistem kerpiç yapılar” olarak tanımlanabilir (Kafesçioğlu, 2017).

4.4.3.1 Yığma sistem kerpiç yapılar

Masif kerpiç yapıım sistemleri olarak da sınıflandırılabilen bu sistemde;

- Oluşturulan kerpiç blokların yığma tekniğiyle aralarında yine kerpiç harcı kullanılarak örülmesiyle,
- Dövme kerpiç yöntemiyle kalıp içerisinde kerpiç harcı sıkıştırılmasıyla,
- Elle hazırlanan biçimli kerpiç topaklarının ya da rastgele yığından alınan kümelerin üst üste yığılmasıyla,
- Dövme kerpiç yönteminde ahşap omurgalar ilave edilerek,

Yığma kerpiç yapı üretilebilir. Şekil 4.45'de Kayseri Sindel Höyük Köyü'nde eski bir kerpiç yapı yüzey aşınımına uğradığı için toprak sıva altındaki kerpiç blok örgüsü ve yeni yapılmakta olan yığma kerpiç yapıdaki kerpiç blok örgüsü görülmektedir.



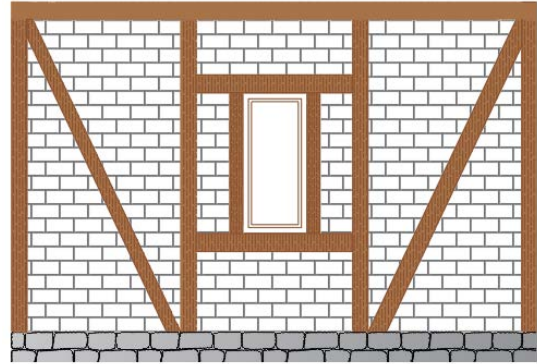
Şekil 4.45 Geleneksel yöntem eski ve yeni yığma kerpiç yapı örneği (P. Öztürk), (Url-40)

4.4.3.2 Kerpiç dolgulu ahşap karkas çatkı sistem (hımış) yapılar

Taşıyıcı olarak düzenlenen ahşap karkas sistemin, Şekil 4.46'deki Ilıca Köyü'ndeki örnek yapıda olduğu gibi, kerpiç blokları veya dökme kerpiç ile doldurulması ile oluşan sistemlerdir. Uygulamasında ahşap taşıyıcı çatkılar zemin veya yağmur suyu gibi faktörlerden zarar görmemesi için Şekil 4.47'de görüldüğü gibi taş veya beton bir zemin üzerine oturtulmalıdır. Pencere veya kapı boşlukları oluşturulurken ahşap kirişlerle takviye edilmelidir.



Şekil 4.46. Ilıca Köyü hımış yapı örneği (Url-41)



Şekil 4.47. Ahşap çatkı arası kerpiç dolgu(hımış yapı) (P. Öztürk, 2020)

4.4.3.3 Karma sistem kerpiç yapılar

Kerpiç ile birlikte ahşap, taş, tuğla, çelik, betonarme gibi birçok sistemin uygun tasarım ve çözümlenmelerle birlikte kullanılabilirdiği karma sistemde yapı oluşumudur.

Farklı tekniklerin bir arada uygulanmasının güzel bir örneği olan Daylı Köyü (Şekil 4.48) yapısında görülmektedir. Zemin ve orta katta taşıyıcı olarak çaprazlamalarla desteklenen ahşap çatki sisteminde, zemin katta ahşap dikmelerin arası kerpiç dolgulu (hımış), orta katta yatay ve balıksırtı istif tuğla dolgulu ve üst katta ahşap çıtaların üzeri kireç harçla sıvalı bağdadi duvar yapısı görülmektedir.



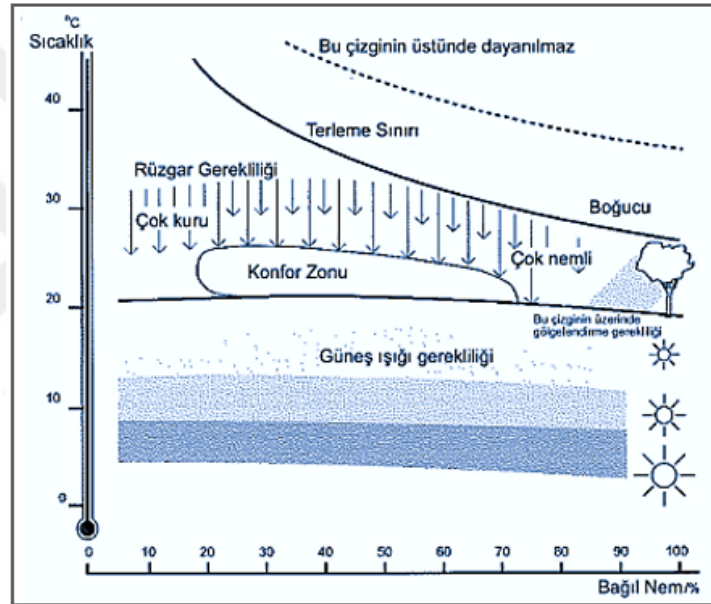
Şekil 4.48. Karma sistem kerpiç yapı örneği (Url-42)

4.4.4 Kerpiç yapı biyolojisi

“Yapı Biyolojisi Bilimi” içerisinde yaşadığımız yapıların, insan biyolojisi ile uyumlu olmasını araştırır ve öğretir. Yapı biyolojisinde amaç, içerisinde yaşayan insanın sağlıklı bir şekilde mekândan maksimum konforu elde etmesini sağlamaktır. Bu durum tüm yapılarda olması gerektiği gibi kerpiç yapılarda da sağlanmalıdır. Kerpiç yapıları bu konuda değerlendirmeye almadan önce kısaca yapı içinde insan için gerekli konfor koşullarından kısaca bahsetmek yararlı olacaktır.

Bir iç mekânda konfor; termal konfor, nem, hava, ses ve ışık kalitesi, elektro-iklim gibi kategorilere ayrılır. Çalışma ortamı sıcaklığı, iç mekân sıcaklığı, yüzey sıcaklığı ve mekân içerisindeki sıcaklık değişimleri gibi değişkenler termal konforun konularıdır. Hava ve iklim insanları fizyolojik ve psikolojik açıdan etkiler. İnsanların kendilerini rahat hissettikleri, sağlıklı ve dinç oldukları bir konfor aralığı bulunmaktadır. Bu konfor aralığı “*biyoklimatik konfor*” olarak adlandırılır. Mekân içerisindeki havanın insan bağıl nem seviyesi, fizyolojisi açısından ne çok kuru ne de çok nemli olmalıdır. % 40-60

arasında bağıl nemle uygun değerde konfor elde edilir (Şekil 4.49). Temiz hava kalitesi havadaki koku, toz, parçacıklar ve yayılım miktarına göre değişir. Ses ile ilgili ses seviyesi, konuşma anlama, yankı, yankılanma zamanı, gürültü, darbe sesi, infrasound ve titreşimler ise yapıdaki ses konforunu oluşturur. Aydınlatma, ışık gücü, renk, gün ışığının mevcudiyeti ve güneş ışığının yanı sıra parlama ve yansımalar da mekân içerisindeki ışık konforunu oluşturur. Elektro-iklim, elektrik enerjisine bağlıdır ve manyetik alanların yanı sıra statik elektrik oluşumuna da etki eder. Birçok insan için konfor, iç iklimi; yani sıcaklık, havalandırma ve ışık faktörlerini ayarlayabilme kolaylığı veya kontrol edebilmesi durumudur.

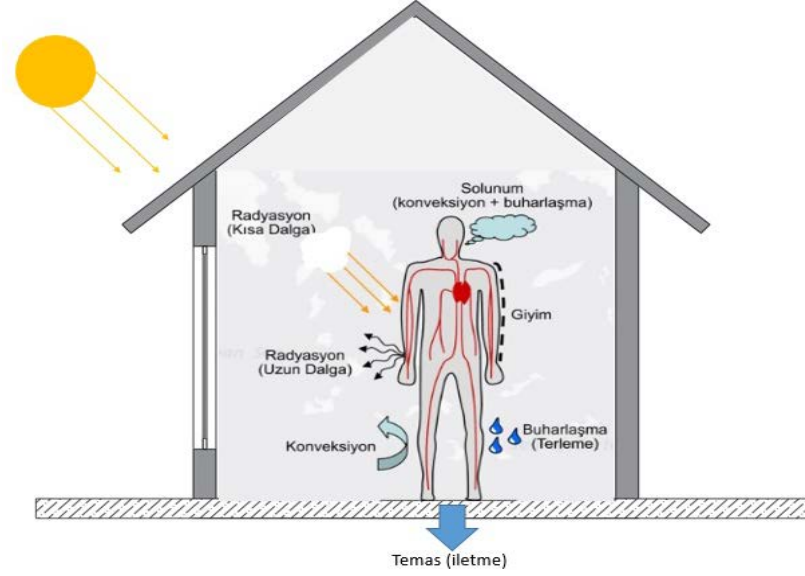


Şekil 4.49. İnsan Sağlığı İçin İdeal Konfor Durumu (Url-43)

Yapı içerisinde Kullanıcının konfor ortamını tanımlayan altı temel parametre vardır (Parsons, 2003): 1. Hava Sıcaklığı 2. Ortalama Radyant Sıcaklığı 3. Bağıl Nem 4. Hava Hızı 5. Metabolik Isı Üretimi 6. Kıyafet. İlk dördü 'çevresel faktörler', son ikisi ise 'kişisel faktörler' olarak adlandırılır. Dört çevresel faktör doğrudan ölçülebilir. Bununla birlikte, kişisel faktörlere istinaden, insan vücudu sürekli olarak çevresel faktörlerin etkilerine maruz kalmaktadır. Kendini sabit bir sıcaklıkta düzenleme girişimindedir ve bu etkilere karşı hareket etmek için karşı işlemleri kullanır. Cilt yüzeyinin soğutulması için terin buharlaşması, solunumun buharlaşması, iletim, kan yoluyla konveksiyon, radyasyon ve metabolik depolama örnek gösterilebilir.

Yapıda sağlığı etkileyen maddeler, kimya özelliği, radyasyon, hava standartları, yapının ısı kayıp kazancı alanlarında çalışılır. İnsanların yaşama süreçlerinde; vücuttan açığa çıkan enerji, gaz ve su buharı uzaklaşmayıp vücut üzerinde asılı kalıyorsa veya çok hızlı uzaklaşıyorsa bireyde rahatsızlık durumu başlar. Bu rahatsızlık durumu hastalık oluşumuna neden olur. Çok soğuk ve çok sıcak ortamlar kişinin çalışma etkinliğini düşürür. Kışın iyi giyimli bir kişide uygun ortam ısısı 20-22 derecedir. Yazın ise 20-24 derecelik bir ortam ısısı en uygun ısı değerleri olarak belirtilmektedir. Ortam ısısının bu değerlerin üzerinde artması, uyku hali, uyuşukluk ve yorgunluk etkisi yapar. Hatta dikkatin dağılması, hata yapma ve kazalara sebebiyet verir. İnsanlar vücutlarındaki biyolojik işlemler gereği 36 derece ile yaşar. Vücuttan enerji atılma debisi (miktarı) yapılan faaliyete bağlı olarak değerir. Spor yapanlar en hızlı enerji tktirirken, uyku halinde olanlar en az enerji tktir. Vücut kendi ısısını korumak için çeşitli yöntemlere başvurur. Vücut 18 dereceden soğuk ortamda çok enerji kaybeder; 24 dereceden sıcak ortamda ise enerji gereken miktarda ve hızda vücuttan uzaklaşmaz, vücutta terleme ve buna bağlı olarak meydana getirdiği elektrolit yetersizliğine bağlı sorunlar olabilir. Ortam havası neme doymuş ise terleme sonucu oluşan buhar vücutta asılı kalır ve serinleme etkisi yapamaz ve sıcak çarpması vb sorunlar oluşur. Vücut sicağa maruz kaldığı zaman kan akışını hızlandırır, soğuğa maruz kaldığı zaman ise yavaşlatır. Kan akışı hızlandığında vücutta deri sıcaklığı artar ve deriden kaçan uzun dalga radyasyon oranı artar.

Bunun dışında soğuk havada damarlar büzülür, kan derinlere inerek vücut ısısını muhafaza etmeye çalışır, kalp daha yavaş kan pompalar, kan basıncı düşer, vücut yüzeyi ısı kaybını azaltmak için przli hale gelerek tavuk derisi görünümünü alır, titreme başlar ve küçük kaslar kasıldığı için ısı artar. Sıcak havada terleme başlar ve tam tersi etkilerle vücudun ısı dengesi korunmaya çalışılır (şekil 4.50).



Şekil 4.50 Yapı içi konforu ve insan etkileşimleri (Url-44),(P. Öztürk, 2020)

Vücut bulunulan ortamın koşullarına göre oluşturduğu tepkilerle uyum sağlamaya çalışır. Bu sabit döngü işlemine termoregülasyon denir ve giysi ve aktivite seviyesi de buna katkıda bulunur. Termoregülasyon döngüsü esasen bir ısı-denge döngüsüdür. Ancak bu koşulların kritik seviyelere ulaşması durumunda vücut zayıf düşer ve değişik hastalıkların başlamasına veya ölüme neden olur.

Yani özetle, 36°C'lik iç ortam sıcaklığını korumaya yarayan ısı düzenleyicilerin çalışmadığı ya da çok az çalıştığı ortamlar konforludur.

Kerpiç, % 40-50 sabit bağıl nem oranına sahip olmasıyla biyoklimatik konfor sağlayan, yaşamak ve çalışmak için sağlıklı bir ortam sunan gözenekli, nefes alabilen bir malzemedir. İnsan ve çevre sağlığını en iyi koruyan yapı kerpiç (toprak esaslı) yapılarıdır. Kerpiç iyi yalıtım özelliklerine sahip bir malzemedir. Çok fazla yenilenemeyen enerji tüketmez, üretiminde çok az su kullanır ve kullanım ömrünü tamamladığında geri dönüştürülebilir. Bir yapı malzemesine dönüşümü sürecinde herhangi bir kimyasal işlem gerektirmez ve hiçbir kimyasal veya endüstriyel atık üretmez. Bu olumlu yönleriyle toprak mimarisi, sürdürülebilir bir gelecek ve gezegenin korunumu için önemlidir.

Kerpiç yapılar malzemenin ısı geçiş katsayısı, buhar geçiş katsayısı, ısı depolama değerleri ile diğer malzemelerin sağlayamadığı insanın konforlu bir

şekilde yaşayabileceği fiziksel ortamı kazandırır. Enerjiyi az kullandığı için: doğal çevreyi kirletmez, aile bütçesini ve ülke bütçesini korur. Dünyada en çok sayıda insanı barındıran yapı topraktan olmakla beraber, son yüz yılda bu alanda sanayi üretimi olmadığı için mühendislik ve mimarlık eğitiminde yer almamaktadır (Işık, 2017).

Termal kütle terimi, yapı malzemelerinin sıcaklık değişimine karşı direncini ifade eder. Termal (ısı) kütle, malzemenin ısıyı veya soğuğu depolama ve uzun zamanda bırakma özelliğidir (Yeang, 2006). Bu özellik iç mekân sıcaklıklarının kontrolüne yardımcı olmak için çok etkili bir şekilde kullanılabilir. Sıcak iklimlerde, yüksek termal kütleyle sahip kerpiç veya rammed toprak gibi kalın duvarlar idealdir. Gün boyunca yavaşça ısınırlar ve daha sonra gece boyunca soğuduklarında evi ısıtan bu ısıyı yavaşça serbest bırakırlar. Bu özellik uzun zamandır çöl topluluklarında birçok geleneksel bina tekniğinde kullanılmaktadır.

Katı kaya, örneğin toprak duvarlarından daha büyük bir termal kütleyle sahiptir, ancak toprak veya kerpiç sıkıştırılır stabilize edilirse, termal kütlesi kayalarinkine benzer şekilde gelişebilir.

Geleneksel yapılar, günümüzün klima gibi iklimlendirme teknolojisi olmadan, yaşamayı göreceli olarak konforlu kılacak şekilde tasarlanmıştır. Araştırmalar masif duvarların aynı ısı iletim katsayısına sahip daha hafif duvar teknolojilerinden daha iyi ısı performansı ortaya koyduğunu göstermektedir (Kosny vd. 2001).

Yapılarda termal konfor, vücutta üretilen ısı ile vücuttan kaybedilen ısının eşit olması durumunda sağlanabilir. Sıcaklık, nem, hava esintisi ve eşyanın radyasyonu gibi iklim koşulları termal konforu etkileyen faktörlerdir. Bu nedenle yapılarda termal özellik doğru çözümlenmelidir. Yanlış kullanılan termal kütlelerin özelliği, sıcaklıktaki değişiklikleri büyütürken binanın gündüz ısınmasına ve gece soğumasına neden olabilir. Termal kütle, pasif bina tasarımı ile birlikte kullanılmalıdır. Örneğin, termal kütleyle sahip bir bina, kışın güneşin duvara çarparak ısıtmasına göre, yaz aylarında tüm gün boyunca duvarın gölge etkisinde ve serin kalmasını sağlayacak şekilde yönlendirilmelidir.

Kerpiç gibi termal kütleye sahip bir malzemenin üç ana özelliği vardır, bunlar:

- Yüksek yoğunluk - bu malzemeler çok yoğundur.
- Yüksek termal iletkenlik – bu malzemedden ısı akabilir.
- Düşük yansıtma – bu malzemeler ısı ve ışığı yansıtmaz, karanlık ve mat dokuludur, böylece daha fazla enerji emer.

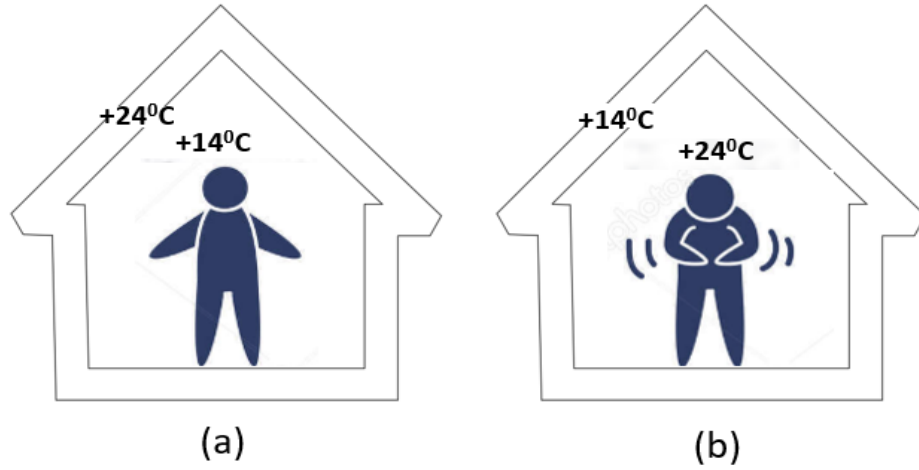
Biyoklimatik konforun önemli koşullarından biri olan, duvar yüzeyi sıcaklık derecesiyle ortam sıcaklığı arasındaki farkın 2.5 °C den fazla olmaması koşulu da, hiçbir ek önlem getirilmeden, ancak toprak duvarlarla sağlanabildiği görülmektedir (Işık, 2017).

Konforlu bir iç mekânın sağlanabilmesi için kullanıcının yapı içerisinde ideal vücut ısısına hâkim olması gerekir. Yani yapının iç hava ısı seviyesi en uygun sıcaklıkta olmalıdır. Ortamdaki hissedilir sıcaklığı ve dolayısıyla vücutta oluşan ısı kaybını etkileyen bir diğer parametre de ortalama ışıınım sıcaklığıdır. Kullanıcının bulunduğu ortamda bulunan sıcak veya soğuk duvarlar iç mekân ısısını konfor koşulları dâhilinde de olsa etkileyerek kullanıcının sıcaklığı veya soğukluğu hissetmesine neden olacaktır. Bu nedenle ışıınım sıcaklığı konforda etkilidir. Yapının içi sıcakken duvarlarının soğuk olması, mekânın ısısının düşmesine neden olurken, ısı seviyesini sabit tutabilmek için daha fazla enerji tüketerek ek ısıtma sağlamak gerekir.

Kullanıcının mekândaki ısı algısı değerlendirilecek olursa; yapı kabuğu yüzey ısısı kullanıcıyı saran iç ortam ısısından fazla ise kullanıcı mekânı sıcak algılayacak Şekil 4.51 (a), tam tersi durumda kullanıcı mekânı soğuk hissedecektir Şekil 4.51 (b).

Kerpiç yapıların termal kütle özelliği sayesinde duvar yüzeyleri iç ortama sürekli depoladığı ısıyı salarak kullanıcı için ideal bir ısı ortam düzeyi sağlar.

Mekân sıcaklığı ile sıvanmış beton bir duvar veya döşeme ısısı arasındaki fark 10° C veya daha fazla olabilir. Ortalama 15° C'lik yüzey ısısına sahip bir mekânda üşümek için sıcaklığının 24-25° C olması gerekir. Yüzey ısısını 18° C'ye yükseldiğinde, hava sıcaklığının da 18° C olması konfor için yeterlidir.



Şekil 4.51. Kullanıcının mekândaki ısı algısı (P. Öztürk, 2020)

Ölçümlenen ideal kerpiç malzemenin özellikleri Tablo 4.3’de görüleceği gibi; ortalama birim ağırlığı 1.2-1.6 g/cm², basınç dayanımı 3-20 kgf/cm² ve ısı geçirimsizlik katsayısı 0.4 kcal/mh°C ve suda çözülme süresi 20-45 dakika aralığında değişmektedir. Bununla birlikte kerpiç malzemenin özellikleri; toprağın cinsine, karışıma giren su miktarına, lif miktarına ve kurutma yöntem ve sürelerine bağlı olarak da değişebilmektedir (Blondet, 2003).

Tablo 4.3. İdeal Kerpiç Malzeme Özellikleri (Blondet, 2003)

Ölçümlenen İdeal Kerpiç Malzeme Özellikleri	
Ortalama birim ağırlığı	1.2-1.6 g/cm ²
Basınç dayanımı	3-20 kgf/cm ²
Isı geçirimsizlik katsayısı	0.4 kcal/mh°C
Suda çözülme süresi	20-45 dakika aralığı
30cm kerpiç duvar için; özgül ısı kapasitesi	1260 J/kg K
30cm kerpiç duvar için; yoğunluk	1540 kg/m

Kerpiç ve bazı malzemelerin ısı (termal) kütle değerleri Tablo 4.4’de görülmektedir. Burada suyun en yüksek termal kütleyle sahip olduğu dikkat çekmektedir. Termal kütle güçlü bir araç olabilese de, uygun şekilde kullanılacak iklime ve bina tipine dikkat edilmelidir.

Tablo 4.4. Kerpiç ve bazı malzemelerin bağıl termal kütle değerlerinin karşılaştırması (Url-45)

MALZEME	TERMAL KÜTLE (hacimsel ısı kapasitesi, KJ / m³.k)
Su	4186
Somut	2060
Kumtaşı	1800
Sıkıştırılmış toprak blokları	1740
Rammed Earth	1673
Tuğla	1360
Toprak duvar (kerpiç)	1300

4.4.5 Yapı malzemesi olarak kerpiç kullanımının olumlu yönleri

- Kerpiç sağlıklı ve ekonomiktir. Yöresel imkânlarla ve basit aletler kullanılarak kolayca üretilebilir.
- Kerpiç elastiki ve yumuşak bir yapı malzemesidir. Bu avantajı sayesinde, özellikle de kalıpla uygulanacaksa yapı formunda da istenilen tasarım ve esnekliğe imkân tanır.
- Kerpiç malzeme nefes aldığı için sağlıklı iç mekân hava kalitesi sağlar ve bu özelliği sayesinde küf ve koku oluşumuna fırsat vermez.
- Kerpiç yapı, kerpiç hamurunun gözenekli yapısı sebebiyle havadaki nemi bünyesine alarak, depolar ve gerektiğinde bünyesindeki nemi iç mekâna salarak (tamponlama özelliği) nemi dengede tutar (Çavuş vd, 2015).
- Yapı içerisinde oluşan buharın duvardan rahatlıkla geçmesi nedeniyle dış duvarlarda ve tavanlarda yoğuşma oluşmaz (Koçu, 2012).
- Kerpiç, ısı tutuculuk özelliğinden dolayı ısı ve nem dengesinin korunmasını sağlar. Yapı içerisinde daha yaşanılabilir, temiz ve sağlıklı bir biyoklimatik konfor sağlar. Kerpiç her mevsimde yapı kullanıcılarına uygun yaşama koşulları sağlar. Bu yönüyle ayrı bir ısı yalıtım malzemesine gerek duyulmayarak yapı ömür boyu ekonomi sağlamaktadır. Isıtma kesildikten sonra uzun süre bünyesindeki ısıyı

ortama salarak sıcaklığın dengeli kalmasını sağlar. Ayrıca bu özelliği ile yapıyı dış ortamın sıcaklığından veya soğuktan korur (Çavuş vd, 2015).

- Sudan sonra en iyi enerji depolayan malzemelerden birisi olan toprak, yapı malzemesi olarak mekânı çevreleyen duvarlarla bir kabuk oluşturduğu için ısı enerjisini bünyesinde toplar. Isıtma kesildikten sonra uzun süre bünyesindeki ısıyı ortama vererek sıcaklığın dengeli kalmasını sağlar. Yapıyı dış çevredeki istenmeyen sıcak veya soğuk etkisinden korur.
- Kerpiç malzemenin çok iyi bir ses ve ısı yalıtımı özelliği vardır. Kalınlığı arttıkça, ses ve ısı yalıtımı gücü yükselir. Bilhassa düşük katsayılı ısı geçirgenliğinden dolayı, yaz ve kış dönemlerinde bioklimatik konfor sağlar. Kerpiç mükemmel bir akustik özellik sunar. Toprak, yapılarda hem ses yansımalarını dağıtır hem de sesi dışarıdan veya odadan odaya etkili bir şekilde engeller. Kerpiç yapılar, dış dünyadan sessiz, sakin bir iç ortam üretecektir.
- Yangına emniyetlidir. İçinde saman gibi yanıcı madde katkısı olsa da bu özelliğini muhafaza eder.
- Kerpiç ekonomik bir malzemedir. Üretim maliyeti düşük olup üretimi için tesis ve kalifiye eleman gerekmez.
- Kerpiç tuğlası, beton veya yanmış tuğla kadar yüksek mekanik mukavemet elde etmez. Bununla birlikte, kerpiç yeterince güçlü, sünek ve depreme karşı dayanıklıdır.
- Üretimi ve kullanımı sırasında herhangi bir mekanik enerjiye gerek duyulmaz. Örneğin 1m³ beton üretmek için 300 - 500 kWh gibi bir enerji gerekirken aynı miktarda kerpiç üretmek için bu enerjinin % 1'i yeterlidir. Yapılan araştırmalar 1kWh elektrik enerjisi üretimi için atmosfere ortalama 5.5 g SO₂ ve 2.5 g NO₂ aktarıldığını göstermiştir.
- Yapı inşa etmek için en sürdürülebilir malzeme kerpiçtir. Kerpiç, en düşük bedenlenmiş enerjiye sahiptir ve en yenilenebilir enerjidir. Kerpiç,

sınırlı kaynakları (su, üst toprak, ağaçlar, enerji vb.) korurken, çevreyi kirletmeyen ve toksik olmayan toprak kullanır. Kerpiç tuğlaları tamamen geri dönüştürülebilir, neredeyse sıfır karbon ayak izine sahip ve küresel ısınma ve ormansızlaşmaya karşı çözüm olabilir. Kerpiç gerek üretiminde, gerek malzeme ömrünü tamamladığında çevreye zarar vermez. Yıkımı diğer yapı malzemelerine oranla fazla enerji gerektirmez ve geri dönüşümlü bir malzemedir.

- Kerpiç malzemenin temini kolaydır.
- Temel kazısı sırasında çıkarılan toprak, kerpiç üretiminde kullanılırsa taşıma masrafı olmayacağı için yapı ekonomisine ek bir tasarruf sağlar. Ayrıca temel hafriyatı da değerlendirilmiş olur.
- Kerpiç yoğun ve sağlam bir malzeme olduğu için böceklere karşı dayanıklıdır.
- Sıcak bir malzemedir.
- Estetik olarak güzel ve çevreleyen manzara ile iyi birleşme sağlayabilen bir malzemedir.
- Diğer bir olumlu yönü, kerpicing çürümemesi ve korunması halinde süresiz olarak mevcudiyetini devam ettirebilmesidir, çünkü biyolojik içeriklerden değil mineralden yapılmıştır.

Kerpiç konusunda araştırmalara devam edilmeli, kendini kanıtlamış olan, rafa kaldırılmış eski bilgiler, ayrıntılar hatırlanmalı, güncellenmeli ve bunlar doğru ve yerinde, günümüzde uygulanmaya devam edilmelidir. Yeni geliştirilen toprak yapım teknikleri, sadece kendin yap inşaatlarında değil, aynı zamanda yüklenicileri içeren endüstriyel inşaat oluşumları için de kerpicing değerini yükseltecektir.

4.4.6 Yapı malzemesi olarak kerpiç kullanımının olumsuz yönleri

Kerpicing olumlu yönlerinin yanı sıra bazı yetersiz özellikleri de bulunmaktadır. Bunlar:

- Yağışlı havada kerpiç yapılamaz. Sudan ve yağışlardan korunmalıdır. Kışın soğuğu, sonbaharın yağışlı ayları ve çok sıcak yaz günleri kerpiç yapımı için uygun değildir. Kerpiç yapımında en elverişli zaman, (Mayıs-Eylül arası) ilkbahar sonu ile yaz başlangıcıdır. Toprak, bu dönemde yağışlarla yeterince su aldığından, kerpiç harcının karılması da kolaylaşır.
- Kerpiç duvarların yüzeyi, genellikle çamur harç ile sıvanır. Bu sıva kurduğunda toz ürettiğinden, sıvalı yüzeylere ayrıca badana ve boya gibi uygun bir kaplama tatbik etmek suretiyle, dış etkenlerden korumak gerekmektedir.

Geleneksel yöntemlerle üretildiğinde kerpiç yapıların içinde ve dışında toz oluşumu ve dökülmeler yaşanabilmektedir. Bu durumun önlenmesi için duvar yüzeylerinde alçı veya alçıdan üretilmiş panolar gibi nefes alan malzemeler kullanılabilir ve duvar yüzeyinden yapı içine toprak, toz vb. dökülmesi önlenebilir. Dış duvar yüzeyinde de yine sudan etkilenmeyen nefes alabilen sıva veya kaplama malzemeleri kullanılabilir (Koçu, 2012).

- Kerpicingin birincil bağlayıcı bileşeni kil olduğundan, kerpicingin bir süre suya maruz kalmasına izin verilirse çabucak yumuşayabilir hatta aşınabilir. Kerpiç ıslatılarak veya ıslakken donarsa tehlikeye girebilir. Kurumadan önce donma durumu yaşanırsa, karışımın içindeki donmuş suyun genişlemesi sonucu, kerpiç ufalanabilir ve yapısal bütünlüğünü kaybedebilir. Suyun malzeme üzerindeki etkileri; su emme, kapillarite, donma, çiçeklenme, eriyebilen tuzların açığa çıkması, nem nedeni ile oluşan şekil deformasyonları, kondensasyon ve nemin havadaki gazlarla birleşmesiyle ortaya çıkan asitlerin etkisi olarak görülmektedir (Gündüz, 1999)
- Kerpiç tuğlalar, kil tuğlaları gibi bir fırında pişirilmediğinden, kalıcı olarak sertleşmezler, ancak kararsız kalırlar ve değişen su içerikleriyle sürekli olarak büzülür ve şişerler. Güçleri su içeriği ile de dalgalanır: su içeriği ne kadar yüksek olursa, kerpiçte mukavemet o kadar düşük olur.

- Kerpiç etkili bir yalıtkan değildir. Kerpiç yapılarda termal kütlelen birçok avantajı varken, diğer önlemlere gerek kalmadan soğuk veya çok sıcak şartlarda, sıcaklıkları süresiz olarak dışarıda tutamayacaktır ve bu durum sıcaklık değerlerinin aşırı uçlarda olduğu bir iklimde yapı oluşumunda göz önünde bulundurulması gereken bir faktördür.
- Kerpiç, yapı üretimi teknolojik olarak basit olsa da, bozulmasına neden olan faktörlerden korunması koşuluyla, sürdürülebilir nitelikte dayanıklı yapılar üretme potansiyeline sahip bir yapı malzemesidir. Bununla birlikte, kerpiç yapılar için yürürlükte bulunan bina kodları ve yönetmeliklerinin olmaması, mimarların ve mühendislerin malzemeyi modern yapıya uyarlamasını zorlaştırmaktadır. Ayrıca, kerpiç tuğla ile ilgili homojen üretilmemesi veya kapsamlı bilgi sahibi olunmaması gibi durumlar, kullanımdaki güvenilirliğini etkiler ve konuyla ilgili daha detaylı araştırmanın gerekliliğine işaret eder. Gelecekteki çalışmalar, kerpiç malzemelerin özelliklerine ve kerpiç yapıların güçlendirilmesine odaklanmalıdır. Bu araştırmalar ve neticesinde edinilecek gelişmeler sayesinde kerpiç, gelecek inşaat sektöründe yıldızı parlayan, birçok yönüyle fayda sağlayan, çevre dostu, yüksek kaliteli bir malzeme olarak sektöre kazandırılabilir.
- Kerpiç bir yapı için iyi oluşturulmuş bir zemin çok önemlidir. Kerpicingin en zayıf yönü olan sudan korunumu için, zeminde alınacak önlemler üzerinde hassasiyetle durulması gereken bir noktadır.

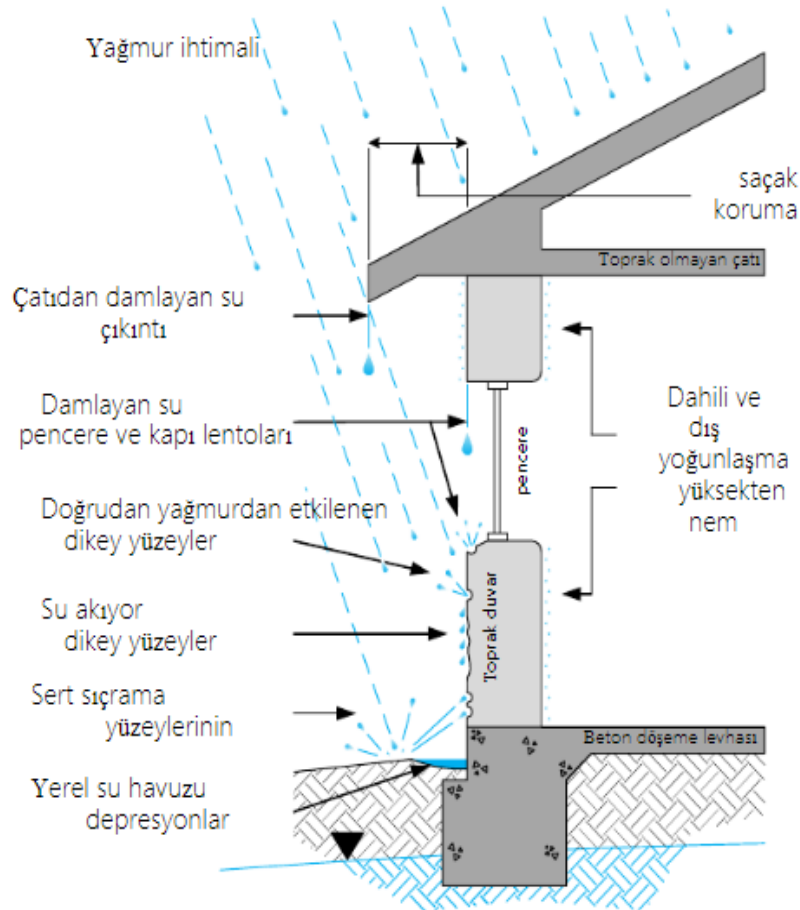
Çok fazla yağmur suyu, yer altı suyu, yapı çevresindeki bitkilerin sulanması veya sel gibi durumlar iyi hesap edilmeli, uygun seviyede ve uygun malzeme ile makul bir kaide, su basman oluşturulmalıdır. Kerpiç yapı yüzeyi çatı çıkıntısı ile korunmadığı durumda veya yere sıçrayan herhangi bir sudan geri sıçrama alan yapı yüzeyinde, yüzey erozyonu meydana gelebilir (Şekil 4.52).

Yapılarda cephe yüzeyine etkileyen suyun %85-90' ını yağmur suyu oluşturur ve yapı geneline etkileyen yağışın yaklaşık olarak %40' ı cephelere tesir eder (Şekil 4.53). Islanan kerpicingin taşıyıcılık özelliği ısı tutuculuğu azalır. Yağmur suyunun kerpiç yapısını bozmaması ve yapı tahribatı oluşturmaması için cephede su

geçirmeyen boya ve kaliteli bir sıva uygulaması ile önlem alınması gerekir (Gündüz, 1999).



Şekil 4.52. Kayseri Sindel Höyük Köyü kerpiç yapıda zemin ve yüzey aşınımı (P.Öztürk)



Şekil 4.53. Kerpiç yapılarda duvarlar için olası neme maruz kalma durumları (Beckett vd, 2020)

Geçmişte uygulanan örneklere bakıldığında Orta Anadolu'da genellikle yapı üst örtüsünün toprak dam şeklinde oluşturulduğu, yağmur ve kar suyunun istenilen yöne akması için meyil oluşturularak saçaksız düz dam örneklerinde bir veya birkaç çörtenle yapıdan uzaklaştırıldığı görülmektedir. Saçak bulunması durumunda da yağmur ve kar suları saçaklar vasıtasıyla yapıdan uzaklaştırılmıştır.

Yapılarda ahşap, hasır ve benzeri elemanlarla oluşturulan döşemenin üzerine ince dallar yerleştirilerek içerisine saman ve benzeri malzeme katılan toprak, kat kat 15 cm kalınlığa kadar dökülür. Loğ taşı ile sıkıştırılarak oluşturulan dam uygulamalarında bazı bölgelerde suya karşı önlem almak için son katta suyu emmeyen bir katman olması için Horasan şapı veya çorak adı verilen tuz katılmış ince killi toprak kullanılmıştır. Böylece hem su için önlem alınmış hem de her yağış sonrası loğ taşı ile sıkıştırma işlemine gerek duyulmamıştır. Yılda bir kere silindirlemek yeterli olmuştur. Şekil 4.54' de görülen yapı, bu sistemde yapılmış ve uzun zamandır boş ve bakımsız kalmasına rağmen halen ayakta kalmayı başarmıştır.



Şekil 4.54. Kayseri Sindel Höyük Köyü toprak damlı kerpiç yapı örneği (P. Öztürk)

- Kerpiç eğilme, darbe ve aşınmaya karşı dayanıksızdır.
- Kerpiğin basınç dayanımı düşüktür.
- Kerpiğin birim hacim ağırlığı yüksektir.
- Çok yüksek çekme dayanımı yoktur.

Kerpiç, ısı geçirgenliği oldukça düşük olan bir malzemedir, fakat bünyesi gözenekli olduğu için rutubet alır. Nemlenmesi halinde ısı geçirgenliği ve taşıyıcı özelliği zayıflar. Rutubete karşı çok duyarlı olduğu için, gereken tedbirler (taş temel, geniş saçak vb.) alınarak her türlü rutubetlenme önlenmelidir (Şekil 4. 55).



Şekil 4.55. Kerpiç yapıda taş temel ve geniş saçak uygulanması (Kayseri) (P.Öztürk)

- Kerpiç yapılarda inşaat aşaması kuruma döneminde büzülme ve zayıf noktalarda; dış köşelerde, duvarların birleşme yerlerinde, pencere ve kapı açıklıklarının çevresinde çatlaklara neden olabilir ve çökme yaşanabilir. Ancak bu durum alınacak tedbirlerle önlenabilir veya takviyeler ile hafifletilebilir.
- Kırsal alanda kerpiç yapılar genellikle yerel halk tarafından, mevcut imkânlar dâhilinde, kendine özgü bilgi ve basit yöntemlerle üretilip kullanılmakta olduğu için sürekli bakım gerektirmektedir. Şekil 4.56 'da toprak damdan yağmur ve kar suyunun yapıya zarar vermemesi için kullanıcıyı kendi imkânları dâhilinde aldığı önlem görülmektedir.



Şekil 4.56. Kayseri'de kerpiç bir yapıda mevcut imkânlarla yağmur suyu önlemi (P. Öztürk)

- Zayıf bina tasarımı ve mühendislik teknikleri uygulanarak veya yerel olarak bilinçsiz ve kurallarına uygun olarak yapılmayan kerpiç yapılar, dayanıklılık konusunda sorunludur, dolayısıyla deprem durumunda yapıda hasar görme veya yıkılma tehdidi yaşanabilir.
- Kerpiç yapı inşaatına başlamadan önce kerpiç oluşumunda kullanılacak hammadde olan toprağın ve barındırdığı kilin özelliklerinin iyi araştırılması gerekir. İçerisinde radyasyon etkisinin olup olmadığı öğrenilip, çevreye etkisi ve insan sağlığına olumsuz etkilerinin olup olmadığı tespit edilmelidir.

4.4.7 Kerpiç yapı teknolojisinin güncellenmesi

Dünya yapı mirasının önemli bir kısmını toprak kullanılarak üretilen yapılar oluşturmaktadır. Özellikle yağış miktarları yüksek olan ülkelerde su hareketinin neden olduğu erozyon sonucu bu mevcut mirasın ve günümüz toprakla inşa edilen yeni binaların dayanıklılığını etkileyen sıkıntılar yaşanabilmektedir. Toprak binalarda suyun geçirgenliğini azaltıp, malzemenin dayanıklılık performansını ve direncini arttırmak için alternatif yöntemler geliştirilebilir.

Ek olarak, önerilen çözümlerle şunları yapmak mümkündür:

Binalar yüzyıllar boyunca sert hava koşullarına karşı bazı tekniklerle korunmuştur. Bunlar, karışıma biyopolimerlerin (hayvansal veya bitkisel yağlar veya katı yağlar) dâhil edilmesi; bazı minerallerin eklenmesi; kireç ile toprak stabilizasyonu vb. Ancak, bu bilgi ve teknikler muhtemelen toprak yapılarla ilişkin önyargı nedeniyle unutulmuştur. Toprak inşaatın en olumlu yönlerinden biri olan su buharı geçirgenliği elde etmek, sağlıklı yapı oluşumu için gelecek nesillere ışık tutabilir, bu nedenle toprak yapıların teknolojilerinin güncellenerek yeniden sektöre kazandırılması gerekir.

Kerpiç yapının avantajlarından yararlanmak üzere:

- Deprem güvenliği
- Çevre etkisinden ve sudan zarar görmemesi (durabilite)
- İnşaat teknolojisi

Konularının güncellenmesi ve bilginin yaygınlaştırılması gerekmektedir.

4.4.7.1 Deprem güvenliği

Yapıların fiziksel özellikleri kadar deprem güvenliği de önemlidir. Deprem gerektirdiği koşullara ve yapı kurallarına uygun olarak yapılan toprak yapılar da her türdeki yapılar gibi, olağan dışı şiddette bir deprem yaşanmazsa hasar görse ve çatlaklar oluşsa da yıkılmamaktadır (Kafesçioğlu, 2017).

Üst düzey yönetici ve bürokratlar tarafından ölümlere sebebiyet veriyor diye olumsuz değerlendirilen kerpiç yapılar, kurallara uygun yapıldıklarında, yurdumuzda olagelen şiddetteki depremlerde yıkılmadıkları görülmektedir. Toprak yapılarla ilgili bu olumsuz düşünce ve yanlış kanı düzeltilmelidir. Çünkü başka malzemeler gibi kerpiç için de geçerli olan, doğru uygulandığında her malzeme iyidir felsefesini benimsemektir.

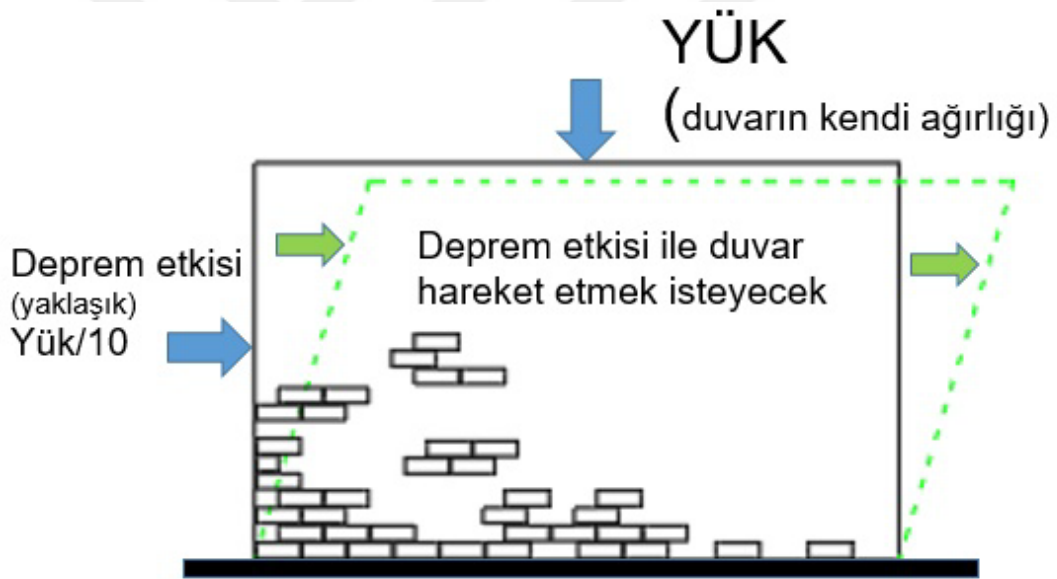
Genellikle depremlerde yıkılan kerpiç yapıların, kırsal alanlarda, sınırlı imkân ve malzeme ile yanlış ve yetersiz teknik kullanılarak oluşturulmuş yapılar olduğu gözlemlenmiştir. Oysa geleneksel kerpiç yapı tekniklerine dönüp bakıldığında; ahşap iskelet kurgusu ve yığma duvarlarda hatıl gibi sıvayı destekleyen, ülkemize has yapım yöntemlerinin geliştirilmiş olduğu görülecektir (Kafesçioğlu, 2017).

Yığma bir yapıda olduğu gibi kerpiç yapılarda da duvarlar, üzerine gelen çatı yükü ve kendi ağırlığını zemine aktarmak suretiyle ek bir taşıyıcıya gerek kalmaksızın yapı sistemini oluştururlar. Normalde dünyanın yerçekim etkisi de bu oluşumu desteklediği için düşey etki eden yük zemine iletilir ve sistem kusursuz çalışır. Ancak deprem durumunda yapıya farklı kuvvetler tesir etmeye başlar.

Deprem sırasında kerpiç yığma yapılar farklı hasar oluşumuna neden olan; çekme kuvveti, kesme kuvveti ve eğilme kuvveti olarak nitelendirilen 3 çeşit kuvvete maruz kalırlar. Her üç kuvvet de kerpiç duvarda çatlama deformasyonu oluşturmaktadır.

- Düzlemsel çekme gerilmeleri, yapının duvarlarında çapraz çatlamalara, köşelerde çatlamalara, kapı ve pencerelerde çatlak oluşumlarına neden olur.
- Düzlem dışı eğilme basınçları, düşey duvar birleşimlerinde hasar oluşumuna, kalkan duvarında çökme veya ayrılma hasarına ve duvarın düşeyden ayrılmasına neden olur.
- Güçlü zemin hareketleri, kalkan duvarının devrilmesine neden olur (Url-46).

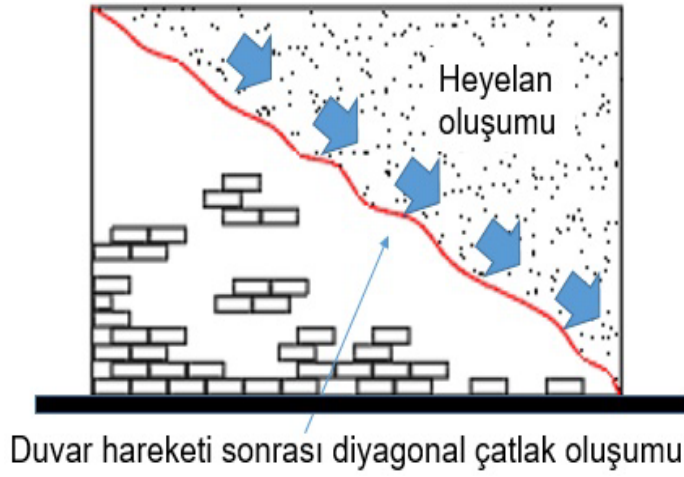
Depremde yapının kendi yükünün (bu oran değişebilmekte) yaklaşık 1/10'u oranında yatayda bir deprem yükü etkisi yaşanır. Bu etki durumunda kararlı olan duvar, etki yönünde hareket etmek isteyecektir (Şekil 4.57).



Şekil 4.57. Kerpiç yapıda deprem yükü etkisi (Işık, 2003, 2005),(P. Öztürk, 2020)

Kerpiç duvar hareket etmek istediğinde, duvarda diyagonal bir çatlak oluşacaktır. Çatlak sonrası hareket kazanan duvarda heyelan oluşacak ve yapı hasar görecektir (Şekil 4.58a).

İTÜ İnşaat Fakültesi laboratuvarında 2002 de Prof. Dr. Bilge IŞIK tarafından yapılan deneylerde deprem yatay yükü sonucu, Köşegen çatlak meydana gelmekte, yapı üst parçası kayarak yapının yıkılmasına sebep olmakta (Şekil 4.58b)



(a)



(b)

Şekil 4.58a. Deprem etkisinde kerpiç yapının davranışı (Işık, 2003, 2005), (P. Öztürk, 2020)

Şekil 4.58b. İTÜ İnşaat Fakültesi laboratuvarında 2002 de Prof. Dr. Bilge IŞIK tarafından yapılan deney

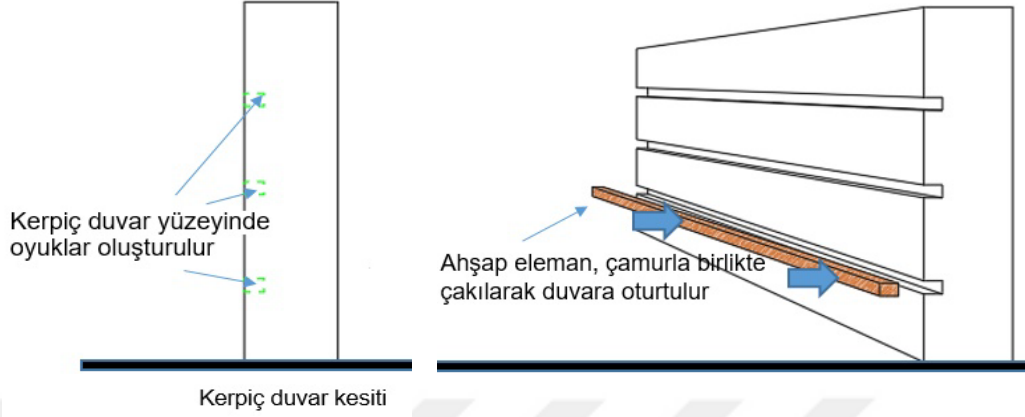
Laboratuvar deneyi sonrası “yatay kuvvet söndürme düzlemleri”Ankara sarsma tablası deneyinde de uygulanmış ve yapının yıkılmasını engellemiştir. Bu deney sonucu uygun teknikle kerpiç yapı inşa edildiğinde depreme karşı güvenilir bir yapı elde edilebileceği bulgusuna ulaşılmıştır (Şekil 4.59).



Şekil 4.59. Ankara sarsma tablası deneyi (Işık, 2013)

Deprem etkisiyle gelen enerjinin duvarı harekete zorlayıp hasar oluşturmasının önüne geçmek için geçmişte de Anadolu’da kullanılmış geleneksel yöntemler uygulanabilir.

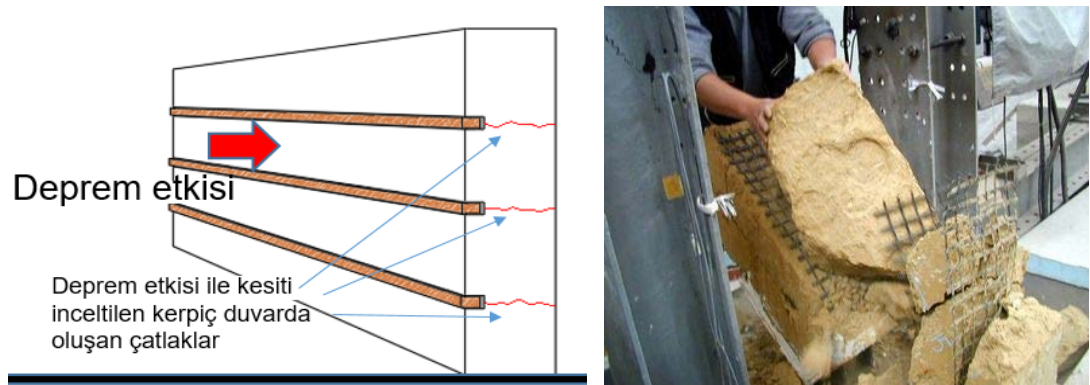
Öncelikle kerpiç duvar yüzeyinde belirli aralıklarla oyuklar oluşturulur (Şekil 4.60a). Kerpiç duvar yüzeyinde oluşturulan bu oyuklara, hazırlanmış olan çamurla birlikte ahşap elemanlar çakılmak suretiyle oturtulur (Şekil 4.60b).



Şekil 4.60a. Kerpiç duvar yüzeyinde oyuklar oluşturulması (P. Öztürk, 2020)

Şekil 4.60b. Kerpiç duvardaki oyuklara ahşap elemanların oturtulması (P. Öztürk, 2020)

Deprem durumunda kerpiç duvara etkiyen yanal enerji, oluşturulmuş olan oyuklar nedeniyle kesitinde incelmeler oluşturulan duvarda, kesitin inceltildiği noktalarda (Şekil 4.61a) yatayda doğrusal çatlaklar oluşturacak, bu sayede diyagonal çatlama ve hasar oluşumunun önüne geçilecektir. Yani enerji istenilen şekilde etkiyerek söndürülmüş olacaktır. Deprem yatay yükü ile yatay çatlakların oluşması sağlandığında, duvar düşey yükleri taşımaya devam etmekte ve yapı deprem etkisi ile yıkılmamaktadır (Şekil 4.61b).



Şekil 4.61a. Deprem enerjisinin kerpiç duvarda istenilen şekilde söndürülmesi (P. Öztürk, 2020)

Şekil 4.61b. Duvarın yatay hareketini sağlayan geo-grid (Işık, 2003,2005)

Aslında depremde de enerji, tıpkı herhangi bir kalıpta, inceltelen kesit yerlerindeki kırılmalar benzeri istenildiği gibi yönlendirilebilmektedir. Bunun örneklerini geçmişteki yapı oluşumlarında görmekteyiz. Tarihi yapıları incelediğimizde kerpiç veya taş olsun, yığma yapılarda malzemeyi örerken ara ara yatayda başka bir malzeme sırası ile (tuğla, ahşap vb) örgüde malzeme değişikliği yapılmıştır. Bu uygulama harç kullanılmayan kuru örgü yığma yapılarda dahi yapının depreme karşı korunmasını sağlamıştır. Böylelikle malzeme farkından dolayı elastisite farkı oluşup depremde yine oluşturulan bu alanlarda enerji söndürme işlemi gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla yapı hasarı önlenmiştir. Yapılmak istenen duvarda çapraz oluşabilecek çatlama önlemek, yatay etki nedeniyle herhangi bir çatlama oluşacaksa da sadece yatayda oluşacak bir çatlakla yapının yıkılma veya hasar görme durumunun önüne geçmektir (Şekil 4.62).

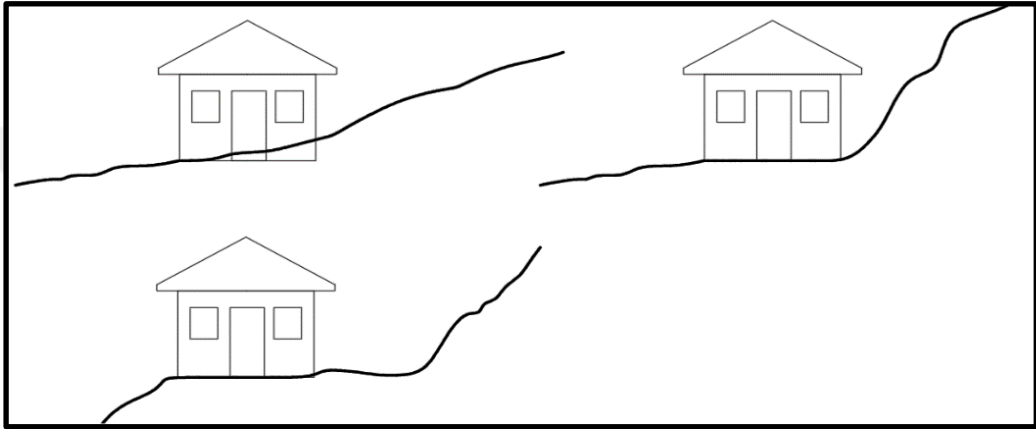


Şekil 4.62. Ankara Bala (2007) Depremi'nde kerpiç yapı hatıl ile korunmuş (Işık, 2017)

Yapılan araştırmalarda ve depremler sonrası gözlemlerde; kerpiç malzemeli yapılarda, kalın toprak dam uygulamalarının kerpiç duvara fazladan yük bindirmesi sonucu depremlerde ağır hasarlara neden olduğunu göstermektedir. Bir proje dâhilinde uygulanmayan ve bilinçsizce yapılan kerpiç yapılarda özellikle uygun yapılmayan kapı, pencere açıklıkları ve zemin suyu nedeniyle zayıflayan ve aşınan duvarda çatlama ve sonrasında yıkılma yaşanmıştır. Depremlerde bu ve benzeri yaşanan veya yaşanması muhtemel sorunlar çözülmesi imkânsız durumlar değildir ve daha inşaat öncesi projelendirmede veya inşaat sırasında yerinde uygulanırken alınacak bir takım önlemler ve detay

çözömlerleriyle, kerpiç içerisine katılacak çeşitli bağlayıcı malzemelerle güçlendirme sağlanarak, deprem hasarı, can ve mal kaybının önüne geçilmiş olunacaktır. Bu önlemler;

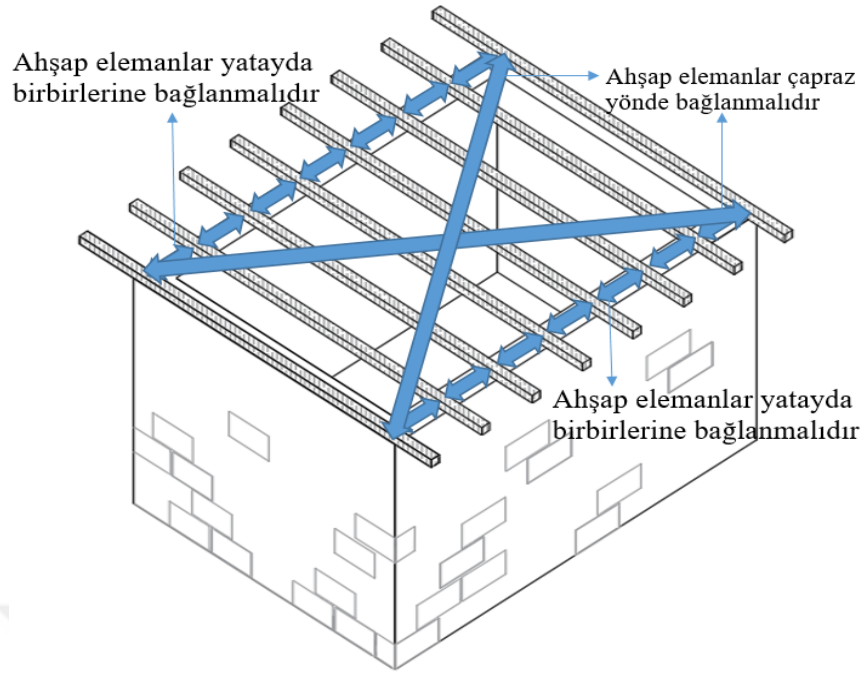
- Deprem bölgelerinde kerpiç malzeme ile yapılacak olan taşıyıcı duvarlar ve oluşturulacak binaların boyutlandırılması, yürürlükte olan standart ve yönetmeliklere göre yapılmalıdır (Çamlıbel, 2000).
- Evler eğimli bölgelere yerleştirilmemelidir (Şekil 4.63).



Şekil 4.63. Eğimli bölgelerde hatalı yapı konumlandırma örnekleri (P. Öztürk, 2020)

Deprem bölgelerinde, çatılar mümkün olduğunca hafif olmalıdır. Toprak damlı olarak yapılan binaların planının yalın, kare veya dikdörtgen olmasına çalışılmalı, fazla hareketli (girinti ve çıkıntı) olmaması sağlanmalıdır. Deprem bölgelerinde kerpicin bir ahşap iskeletle takviyesi faydalı olur (Korkmaz vd, 2005), (Aydın vd, 2005), (Koçu, 2012).

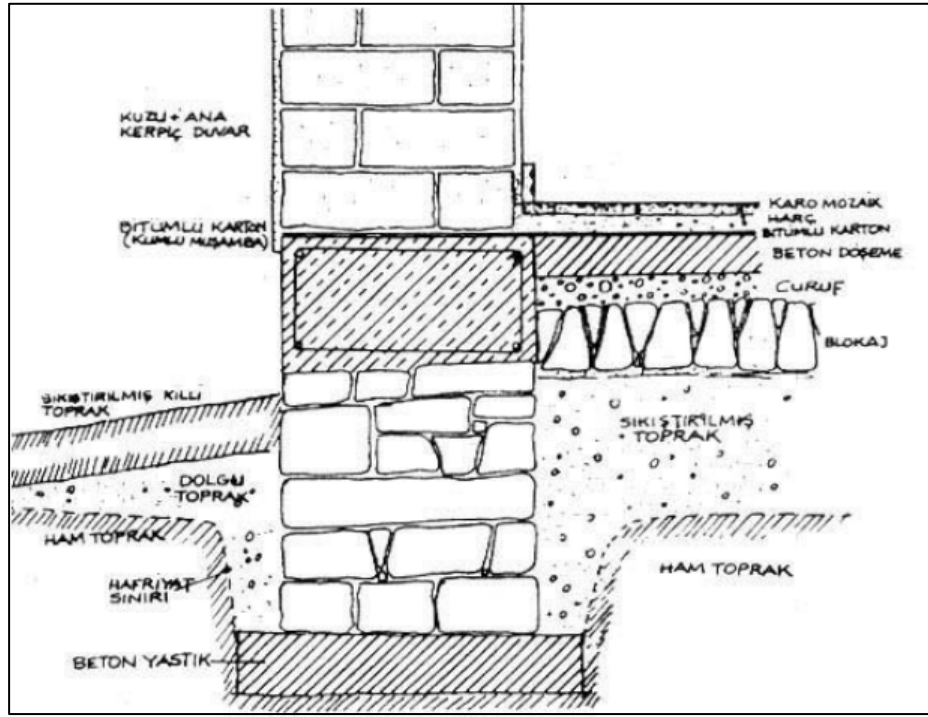
Ayrıca toprak çatı örtüsü kullanımında toprağın altını tutacak malzeme olarak ahşap kullanılacaksa, ahşap tavan kirişlemelerinin aksları yaklaşık 40-60 cm. olacak şekilde yerleştirilmeli, ahşap kirişler serbest bırakılmayıp birbirlerine yatayda ve çapraz olarak bağlanmalıdır. Aksi halde deprem durumunda hareket ederek yapı hasarı oluşumuna neden olacaktır (Şekil 4.64).



Şekil 4.64. Toprak örtülü kerpiç yapıda ahşap taşıyıcı bağlantısı (P. Öztürk, 2020)

- Kerpiç yapılarda karma sistem kullanmak, ahşap taşıyıcı sistemle takviye etmek deprem ihtimaline göre alınabilecek iyi bir önlemdir. Hititler döneminde kerpiç yapılar ahşap taşıyıcılarla desteklenmiştir ve bu dönemde çatıyı taşıyan sistem de ahşap tercih edilmiştir. Ayrıca yapı tabanının altına çakıl taşı serildiği ve deprem durumunda yapının sarsıntıya maruz kalması durumunda, çakıl taşlar üzerinde bir bütün olarak hareket ederek sarsıntının en aza indirildiği bulgularına ulaşılmıştır. 3 bin 500 yıl önce Hititler tarafından kullanılan bu sistem günümüzde Japonların başlattığı ve deprem kuşağı ülkelerinin yeni yeni kullanmaya başladığı bir sistemdir (Url-47).
- Deprem bölgelerinde kerpiç yapılarda bir ahşap iskelet ile takviye yapılması depreme karşı yapıyı daha sağlam kılar. Bu iskelet için yığma duvarlarda en az her 4m'de ve (en az) 30*30cm temele yapısal olarak bağlanmış ahşap direkler kullanılabilir. Tabi bu direkler pencere, kapı açıklıklarında veya her 3m yükseklikte ahşap kirişlerle yatayda da bağlanmalıdır.
- Kerpiç yapılarda duvarların stabilitesi için; özellikle deprem bölgelerinde subasman seviyesinde betonarme hatılın çepeçevre dolaşması ya da

köşelerde ve duvarların birleşme yerlerinde çok iyi bağlantılı ahşap hatıl kullanılması gereklidir (Şekil 4.65).



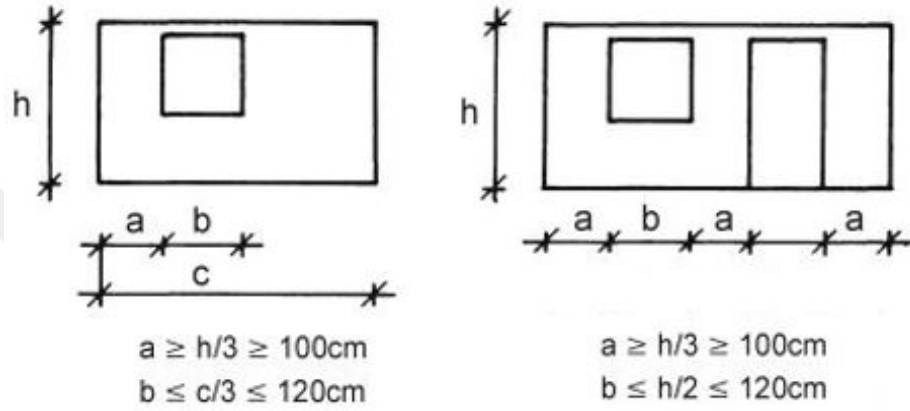
Şekil 4.65. Taş temel duvarı ve üstünde betonarme hatıl (Özgünler ve Gürdal, 2012)

- Çok yüksek, ince duvarlar veya dış merkezli dikey yüke sahip duvarlar için, duvarın burkulması veya rüzgâr basıncı hâkim endişedir. Bu, takviye edilmemiş yığma duvarlarda söz konusu olan bir durumdur.

Bu nedenle kerpiç yapı planlamada enine ve boyuna taşıyıcı duvarlar tertip edilmeli, bu duvarların kesintisiz, sürekli olmasına özen gösterilmeli, şaşırtmalı yapmaktan kaçınılmalıdır. Düz dam yapılacaksa, tavan kirişleri duvardan en az 40-50 cm. taşırılmalıdır. Burada belirtilenler dışındaki hususlarda kerpiç yapı standartlarındaki (TS.2514 ve TS.2515) kurallara uyulmalıdır (Çınar vd, 2002), (Anonim, 2010), (King, 2010).

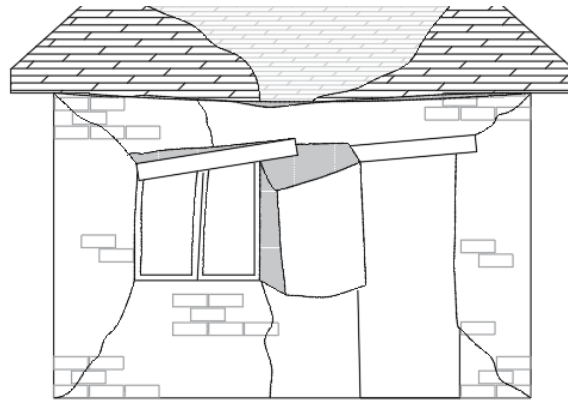
- Depremde hasar görmüş kerpiç yapılar incelendiğinde ahşap dikme, payanda ve kirişlerde çivileme tekniği kullanıldığı görülmüştür. Bu nedenle kerpiç yapılarda, strüktür elemanı olarak kullanılacak ahşapta geçme tekniği kullanımı tercih edilerek deprem etkilerine karşı daha sağlam yapılar elde edilebilir (Koçu ve Korkmaz, .

- Pencere ve kapı boşlukları gibi oluşumlar için TS 2514, TS 2515 deprem ve kerpiç yapı standartlarına uyulmalıdır. Deprem bölgelerinde pencere boşlukları 0.90 m. / 1.20 m. den fazla olmamalıdır (Koçu ve Korkmaz). Pencere genişliği 120 cm'den fazla ve duvar uzunluğunun 1/3'ünden fazla olmamalıdır. Açıklıklar arasındaki duvarların uzunluğu 1 metreden az ve yüksekliğin en az 1 / 3'ü olmalıdır (Minke, 2006). Yapı yüksekliği ve kerpiç duvar uzunluğu ile duvar yüzeyinde oluşturulabilecek açıklık boyutları ile ilgili basit bir denklem Şekil 4.66'de görülebilir.



Şekil 4.66. Kerpiç yapı boyutlarına göre açıklık oranları (Minke, 2006)

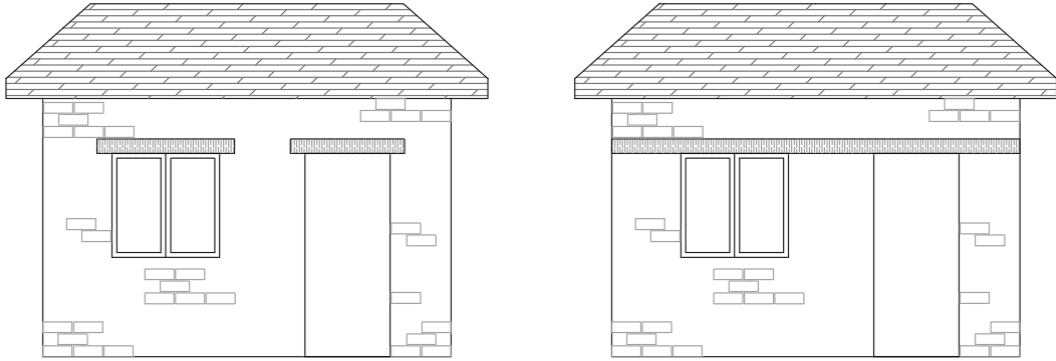
Deprem etkisi altında, bu pencere, kapı gibi açıklıklar duvar yapısını zayıflattığı ve dengesini bozduğu için, kuvvetler bu açıklıkların köşelerine yoğunlaşır ve çatlaklar oluşabilir (Şekil 4.67).



Şekil 4.67. Kerpiç yapılarda pencere kapı açıklıklarında deprem hasarı (P. Öztürk, 2020)

Depremde yapı duvarında açılan boşluklar nedeniyle zayıflayan bölümlerde mutlaka lento veya kirişlemeler kullanılmalıdır. Lentolar açıklığı aşır duvar

içine taşmalıdır hatta daha iyi bir çözüm olarak boydan boya duvarda devamlılık sağlamalıdır (Şekil 4.68) .



Şekil 4.68. Kerpiç yapılarda pencere kapı açıklık çözümleri (P. Öztürk, 2020)

Kerpicci desteklemek için kullanılacak ahşap dikme, payanda ve kirişlerin nemden, böcek gibi zararlılardan etkilenmeyen, dayanıklı ve işlem görmüş malzeme olması gerekmektedir.

- Kerpiç duvar üzerine ahşap veya betonarme döşeme yapılacaksa ahşap/ betonarme hatıllar üzerine oturtulmalıdır. Islak hacimlerde döşemelerde olabilecek su, duvardan olabildiğince uzakça bir noktada toplanıp bina dışına çıkarılarak, döşeme-duvar birleşim noktalarında suyun duvar altına nüfuz etmesi engellenmelidir. Islak hacimlerde duvar yüzeylerinde fayans ve benzeri kaplama uygulanması durumunda, yüzeye çimento katkılı bir toprak sıva kullanılmalıdır (Özgünler ve Gürdal, 2012).

4.4.7.2 Sudan Zarar Görmenin Engellenmesi

Yığma yapım yönteminde kerpiç malzemeyi ya da alkeri, duvarlarda taşıyıcı blok veya sıva olarak ve döşemelerde de kullanmak mümkündür. Ama başarılı bir uygulama için, doğru kullanım bilgilerinin bilinmesi ve bunlara uyulması şarttır. Kerpiç, suya ve neme karşı dayanıklı olmadığından, temel malzemesi olarak taş duvar önerilmektedir. Zeminden en az 50cm yüksekliğinde bir temelin üzerine yaklaşık 10cm kalınlığında bir betonarme hatıl ile kerpiç bloklarla duvar örülmelidir (Özgünler ve Gürdal, 2012).

Kerpiç yapıların suya dayanımlarının zayıf olduğu bilinmektedir. Bu zayıf yönleri alınacak bazı önlemlerle desteklenebilir. Yükselen zemin suyu ve

rutubete karşı duvarlarda ve döşemelerde yalıtım ile ilgili tedbirler alınmalıdır. Yapının pencere altına kadar olan bölümünün taş yapılması, zemin suyu veya yoğun yağış, sel gibi beklenmedik durumlar için iyi bir çözümdür. Yağmur durumunda bahçaden duvara sıçrayacak su, taş yerine toprak duvara geldiğinde zamanla duvar yüzeyinde aşınmalara neden olacaktır. Çatıdan gelen yağmur ve kar suları, kerpiç malzemeleri bozmayacak şekilde iyi çözülmeli, sular yapıdan en kolay şekilde uzaklaştırılmalıdır. Çatıdaki suların atılmasında günümüz yalıtım malzemelerinden, teknik ve teknolojilerinden yararlanılmalıdır (Koçu, 2012).

Yapının fiziki olarak sudan korunumu için alınacak önlemler dışında suya karşı direncini arttırmak için kerpicin kendi bünyesinde de bir takım iyileştirmeler de yapılabilir.

Belirli oranda su nedeni ile toprak taneleri birbirinden ayrılır, malzeme aşınır veya mukavemet kaybeder. Toprak yapı malzemesi olarak kullanılabilmek için belirli şartlarda stabilize edilmelidir (Işık, 2007,2008,2010).

Toprak yapı malzemeleri genellikle iki nedenden dolayı stabilize edilir. Birinci neden toprakların uyumu ve mukavemetini sağlamak içindir. İkinci neden ise malzemenin suya karşı direncini arttırmak içindir.

Toprak malzemelerin ana zayıflıkları dayanıklılıkla ilgilidir. Toprak taneleri su miktarına bağlı olarak; 1- Nemlenirse mukavemet azalır. 2- Su fazla ve sürekli ise taneler birbirinden tamamen ayrılır. Su ile beraber akarak gider, yapı yıkılır.Tarih içinde suya mukavemet, organik madde katkısı ile olmuştur (B. Işık-545 ders notu). Saman, kaktüs suyu ve benzerleri katılarak yapıda kullanılan toprak tanelerinin su ile ayrılması geciktirilmiştir. Saman ile stabilizasyon için toprak+saman+ su karıştırıldıktan sonra en az 8 saat veya birkaç gün bekletilmesi gerekir. Bu işlem inşaat süresini uzatmaktadır. Toprak yapılar, toprağı güçlendirip dayanımını arttırmak için kimyasal bağlarla direncini arttırma yöntemleri uygulanabilir. Her tür yapılacak iyileştirme işlemi, kullanılacak uygun toprak ile daha iyi sonuç verir. Uygun olmayan toprağa çeşitli katkılar ilave edilse de iyileştirilmesi çok zordur. İyileştirme işleminde asıl amaç, normal bir kerpiçten daha üst kalitede kerpiç üretimi sağlayabilmek

içindir. İyileştirilmiş kerpiç daha üretim sırasında kalıplanma ve kuruma kolaylıkları sağlarken, kuruma sırasında çatlama oluşmaz veya çok az miktarda rastlanır. Yapı daha sağlam ve dayanıklı olur, su ve neme karşı direnci artar ve yüzeylerde toz ve kir üretimi gibi sorunlar oluşmaz (Acun ve Gürdal, 2003).

Dünyada suya dayanıklılık için en yaygın olarak kullanılan stabilizatör çimento olmaktadır. Günümüzde Batı Dünyası toprağı çimento ekleyerek stabilize etmektedir. En sık kullanılan çözüm % 4-8 oranında portland çimentosu karıştırmaktır. Bu karışımın mukavemet kazanması beton teknolojisinde olduğu gibi uzun vakit almaktadır. Ancak, çimento, toprağı güçlendirip somutlaştırılmış enerjisini arttırırken, su emme kapasitesini azaltmaktadır. Çimento katılan toprak malzemenin fiziksel özellikleri kaybolmaktadır. Çimento katkısı ile ısı iletkenliğı artarak kerpiç beton duvara benzemektedir. Bu olumsuz etki toprağın cazibesinin büyük ölçüde azalmasına neden olur. Çünkü toprağın higroskopik özelliğı yok olmakta, çimento ile toprağın kimyasal bir tepkimeye girmesi sonucu toprak kendi özelliklerini yitirip, geri dönüştürülebilir doğal bir malzeme olma sınıfından çıkmaktadır. Bu olumsuz duruma çözüm bulabilmek için 1990'lı yıllara kadar araştırmacılar (Houben ve Guillaud, 1994) birçok test yapmıştır. Çok çeşitli kimyasal stabilize edici ajan üzerinde denemeler yapılmıştır. Bunlar; çimento, kireç, bitüm, doğal ve sentetik reçineler, hayvansal ürünler(hayvan kanı, kazein, yağ) , bitkisel yağlar, HCL gibi asitler, soda, silikatlar, parafen, mum, yüksek fırın cürufu, pekmez ve endüstriyel atıklar, vb.

Houben ve Guillaud (1994) stabilizasyon yöntemlerini üç ana katagoride sınıflandırmışlardır. Bunlar mekanik, fiziksel ve kimyasal stabilizasyonlardır.

Mekanik Stabilizasyon: Kompaksiyon veya sıkıştırma olarak da adlandırılabilen mekanik stabilizasyonda, kullanılan malzemelerin sıkıştırılması sonucu yoğunluğunda oluşan değışiklik, mekanik mukavemet söz konusudur. Blok üretimi sırasında basınç uygulayarak bünye daha kompakt hale getirilir. Kalıp içine döküm yönteminde tokmak veya bir kompaktör kullanarak sıkışma sağlanır. Sıkıştırma, basınç dayanımı ve suya karşı direnci artırmak için uygulanan bir yöntemdir (Houben ve Guillaud, 1994)

Granülometrinin iyileştirilmesi de yine kerpiçdayanıklılığını arttıran bir yöntemdir. Kullanılacak olan toprağa, başka toprakların katılması veya toprağın granülometrisinde yapılabilecek değişiklikler kerpicingin porozitesini ve dayanımlarını etkilemektedir. Bu yöntemde, toprağı oluşturan tanelerin büyüklük oranlarının ayarlanması ile basınç dayanımı yükseltilebilir. Tane büyüklüklerinin ayarlanması, yoğrulmuş toprak içindeki boşluk oranını azalttığından, basınç dayanımı da artmaktadır.

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

Fiziksel Stabilizasyon: Fiziksel stabilizasyonda, malzeme dokusunun değiştirilmesi söz konusudur. Mevcut toprak malzemeye farklı tahıl bölüntülerinin kontrollü bir şekilde karıştırılması veya doğal topraklarla inşaat toprağının karıştırılmasıdır.

Anadolu'da geçmişten beri kerpicingin sağlamlığını arttırmak ve çatlamları önlemek için içerisine saman katılmıştır (Wright, 2013). Organik lifsel bitki atıklarının katılmasıyla dengeli, homojen kuruma sağlanır, büzülme ve çatlamlar azalır, dayanım artar. Toprak blok, kerpiç üretiminde karışımın hazırlanması sırasında saman veya diğer bitki lifleri katmak bünyede armatür ağı oluşturur, basınç dayanım gücünü artırır, dengeli kurumayı kolaylaştırarak biçimsel bozulma ve iç çatlakların oluşma riskini azaltır veya önler.

Kimyasal Stabilizasyon: Kimyasal stabilizasyonda, toprağın özelliğini değiştiren malzemelerin eklenmesi ile kimyasal veya fiziko-kimyasal reaksiyon sonucu taneler birbirlerine bağlanır (Medvey ve Gergely, 2020).

- Kireç ile Sağlama

Kireç yüksek oranda kil içeren topraklarda çok etkili bir stabilizatör olarak kullanılmaktadır. Kerpiç toprağına kireç ilave edildiğinde üç tür kimyasal reaksiyon meydana gelir. Bunlar; iyon değişimi, kirecin karbonatlaşması ve

puzolanik reaksiyonlardır. Kerpice düşük oranda kireç ilavesinin basınç dayanımını düşürdüğü buna karşın suya karşı direnci arttırdığı bilinmektedir (Taylor, 1990). Kil mineralleri ve kireç arasındaki reaksiyon yavaş gerçekleşir. Bu da sadece kendisinin stabilizator olarak kullanılmasını zorlaştırır. Ama kirecin yararlı özelliği olarak sayılacak plastik olma ve akışkan özelliği, emilen su oranını azaltarak toprağı kompakt hale getirir. Kabul edilebilir olan en düşük kireç oranı seçilir. Kireç oranı kuru ağırlık için yaklaşık % 3 -10 arasındadır ve bu oran topraktaki kil oranına göre artar.

- Alçı ile Sağlamaştırma

Kerpice alçı ile stabilizasyon çalışmaları ilk defa ülkemizde, İstanbul Teknik Üniversitesi'nde 1980 yılında Prof. Ruhi Kafesçioğlu önderliğinde başlatılmış ve TÜBİTAK MAG 505 araştırması ile geliştirilerek bir deneme yapısı oluşturulmuştur. Bu yapı halen İTÜ Ayazağa kampüsünde hizmet vermektedir. Tüm bu çalışmalar sonucunda alçılı kerpiç (alger) bir yapı malzemesine dönüşmüştür (Işık, 2000). Alçı katkısı, algerin sıradan kerpice göre eğilme ve çekme dayanımını artırır, kuvvet etkisi karşısında kırılma ve dağılma gibi oluşumlar önlenir. Ayrıca deprem sırasında yapıya tesir eden yan yüklere karşı dayanım da artar.

- Alçı ve Kireçle Sağlamaştırma

Uygun granülometrideki toprak içerisine belirli oranlarda alçı ve kireç katılarak suyla karıştırılması ile elde edilen karışıma Alger denir. Alçılı kerpiç geleneksel kerpice göre daha mukavemetli ve suya karşı daha dayanıklıdır ayrıca fiziksel ve mekanik özellikleri de daha üstündür. MAG 505 araştırmalarında istenen en iyi performansı elde etmek için çalışmalar yapılmış ve %10 alçı katkısı ile oluşturulan yeni tür kerpiçte mukavemet ve rötre açısından en iyi sonuçlar elde edilmiş, birim ağırlığın da azaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Deney sonuçlarına göre Tablo 4.5'deki verilere ulaşılmıştır.

İTÜ Mimarlık Fakültesi malzeme profesörü Ruhi Kafesçioğlu'nun deneylerle belirlediği toprak+alçı+kireç stabilizasyonu: inşaat sırasında harç karışımı aşamasında 20 dakikada mukavemet kazanmaktadır. Bu malzeme ile elde edilen

yapı sudan zarar görmemektedir (İTİ Ayazağa 2. ArGe yapısı TÜBİTAK İNTAG TOKİ 622-inşaat 1995)

Tablo 4.5. Normal kerpiç ve alker karşılaştırması (Özgünler ve Gürdal, 2012)

	Normal Kerpiç	Alker
Birim Ağırlık	1,70-1,80 kg/lt	1,45 kg/lt
Rötre	%5	%1,8
Zamana Bağlı Su Emme	2,7cm	3cm

Ayrıca nem ve yağmur etkisine karşı dayanıklılık artmıştır. Alker'e katılan alçının çabuk priz yapması, kalıptan çıktığı sırada yeterli sağlamlık kazanmasını sağlar. Yapılan araştırmalarda, priz süresini uzatmak için %2 oranında yapılan kireç katkısı ile yaklaşık olarak 4-5 dakika priz süresinde gecikmeye ulaşılmıştır. Böylelikle kireç karışım oranında yapılacak ayarlama ile priz başlama süresi 12-13 dakikaya uzatılabilmektedir. Uygulama sırasında alkerin işlenebilirliği açısından en iyi su ilave oranının %18-20 ile yakalandığı tespit edilmiştir.

(Alker), yapı klimatolojisi ve yapı fiziği açısından istenilenleri gerekli düzeyde karşılarken; su ile çözülmemekte ve fiziksel değerleri özellikle ısı yalıtım değeri daha da iyileşmekte, ek bir yalıtım malzemesine ihtiyaç duymaksızın, tek başına sağlıklı yapı yapma olanağını sağlayabilmektedir (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. Alçılı kerpiçin (Alker) bazı fiziksel ve mekanik özellikleri (Bardou, Arzoumanian, 1987)

Fiziksel Özellikler	Birim hacim ağırlığı (Δ) (kg/m ³)	1550	Mekanik Özellikler	Basınç dayanımı (σ_b) (kgf/cm ²)	35-50
	Isı iletkenlik katsayısı (λ) (w/m ⁰ K)	0.40		Eğilmede çekme dayanımı ($\sigma_{eç}$) (kgf/cm ²)	0.14-0.16
	Özgül ısı (C) (kcal/kg ⁰ C)	0.30			
	Buhar difüzyon direnç faktörü (μ)	13			

4.4.7.3 İnşaat Teknolojisinin Geliştirilmesi

Kerpiç yapı malzemesinin ve inşaat yöntemlerinin geliştirilerek günümüz malzeme ve inşaat teknikleriyle yarışabilir duruma getirilmesi gerekmektedir.

Almanya, Fransa, Kanada, ABD, Avustralya ve İngiltere’de kerpiç; insan sağlığını destekleyen iç mekân konforu sunması ve enerji tasarrufu sağlaması ile tercih edilir bir malzeme haline gelmiştir. Bireysel ve ülke çapında ekonomi sağlaması ile önem kazanmış ve kamusal yapılarda; müze, kültür merkezi, okul gibi yeni yapı oluşumlarında kullanılmaya başlanmıştır.

Ülkemizde de kerpiç alanında yapılan çalışmalar

Ülkemizde Alker’in oluşumu ve gelişimi konusunda İTÜ öncülüğünde 1976 yılından bu yana kerpicing yapı malzemesi olarak kullanımına temel oluşturacak çalışmalar yapılmıştır (Işık, 2016). Bu çalışmalar;

1980 TÜBİTAK MAG

Prof. Ruhi Kafesçioğlu, Nihat Toydemir, Erol Gürdal ve Bülent Özür birlikteliğinde, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi’nde yürütülmüş olan bir projedir.

Amaç: Kerpiç yapı malzemesi alçı ile güçlendirilmiştir.

Sonuç: Yüksek basınç dayanımı ve suya karşı direnç sağlayan Alker (alçılı kerpiç) elde edilmiş ve inşaat sektörüne sunulmuştur.

1983 1. Deneme Yapısı, İTÜ Ana Okulu

Alkerin özelliklerinin iyileştirilmesi için yapılan çalışmalar sonucunda ilk deneme yapısı inşa edilmiştir.

Amaç: Alker’in inşaatta kullanılması hedeflenmiştir.

Sonuç: Yoğun emek gerektiren, yüksek nitelikli kerpiç yapı inşa edilmiştir. 18 ay süre ile termal konfor şartları ve sıcaklık/nem değişimleri ölçümlenmiştir ve sonucunda ısı geçiş değerinin $\lambda = 0,4 \text{ W/mK}$ olduğu hesaplanmış ve alker yapıda

iç mekân konforu sağlandığı belgelenmiştir ve bu doğrultuda deneysel ısı geçiş değerleri hesaplanmıştır.

1995 2. Deneme Yapısı, TÜBİTAK İNTAG TOKİ 662 (Habitat II Yapısı)

Birinci deneme yapısında edinilen veriler ışığında, malzemenin toplu konuta kazandırılması amacı ile TÜBİTAK'ın desteği ve TOKİ nin kaynak sağladığı araştırma Prof. Bilge Işık tarafından yürütülmüştür. İnşaat aşamasında alker, betoniyer ile karıştırılmış ve endüstriyel betonarme kalıplara yerleştirilerek elektrikli el kırıcısı ve benzinli kompaktör harcı sıkıştırılmada kullanılmıştır. 1996'da Uluslararası Habitat-II delegelerini ağırlanmıştır.

Amaç: Alkerin inşaat makinaları ile kullanılabilirliği

Sonuç: İnşaat süresi kısaltılmış ve daha seri bir üretim sağlanabilmiştir (Işık vd., 1995). ArGe yapısının 1999 İzmit depremini hasarsız ve çatlaksız geçirmiş olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.69).



Şekil 4.69. Tübitak İntag Toki 622, Prje 1995, İTÜ Ayazağa, (proje, inşaat: Bilge IŞIK) (Prof. Dr. Bilge IŞIK arşivinden)

1997 3. Deneme Yapısı, Altınoluk TÛTNAR Yazlığı

Bu üçüncü deneme yapısının ARGE projesi, mimari projesi ve şantiye yönetimi Prof. Bilge Işık tarafından yürütülmüştür. Altınoluk projesi piyasa koşullarında oluşturulan ilk alker yapısıdır. Tokmaklama tekniği ile oluşturulmuştur (Şekil 4.70).

Amaç: Projenin topluma kazandırılması hedeflenmiştir.

Sonuç: Bu yapı ile toplu konutta alker kullanılabileceği kanaati güçlenmiştir.



Şekil 4.70. Altınoluk “TÜTNAR Yazlığı” 1997, (proje, inşaat: Bilge IŞIK), (Işık, 2012)

Altınoluk yapısının ısıtma sistemi için kalorifer tesisatı döşenmesine rağmen ailenin yapıyı kullanımında kış döneminde, kalorifer tesisatına ihtiyaç duymadığı, sadece salonda bulunan sobanın ısısının yeterli olduğu gözlemlenmiş ve bu durum yapının yaz ve kış iklim şartlarında elverişli olduğunu ve uygun konfor sağladığı sonucuna ulaştırmıştır (Işık, 1997).

2000 4. Deneme Yapısı, URFA, GAP İdaresi Lojmanı

Urfa’da İTÜ-GAP Pilot Yapı projesi ile bölgeye yapı teknolojisini aktarmak için yapı malzemesi sanayicileri bağışlarla destek olmuşlardır. İnşaatın koordinasyonu, bağış görüşmeleri ve proje Prof. Bilge Işık tarafından yürütülmüştür.

Amaç: GAP Bölgesi insan yerleşmelerine öneri getirmeye çalışılmıştır.

Sonuç: Birecik Barajı sonrası, GAP Bölgesi’nde çok sayıda konut ihtiyacı duyulmuş; bölge iklimi ile uyumlu, sağlıklı, ekonomik, sürdürülebilir ve bireysel ya da toplu konut üretimine uygun çözüm sağlanmıştır (Şekil 4.71).



Şekil 4.71. Urfa, GAP İdaresi 400m² iki katlı Lojman, 2000, (proje, inşaat: Bilge IŞIK) (Işık, 2012)

Bölgede mevcut yapılarda kullanılmış olan briketin uygun ısıl konfor sağlamaması sıcak yaz günlerinde insanların rahatsızlık duymalarına neden olmaktadır ve kerpiç bu soruna karşı iyi bir çözüm sunmuştur (Işık, 2000).

2009 Sarsma Tablası Deneyi:

Kerpicin gelişimi için uzun süren uğraşlar ve deprem riski üzerine yapılan laboratuar çalışmaları sonrası bir de alan çalışması yapılarak, Ankara Afet İşleri Genel Müdürlüğünce yürütülen sarsma tablası deneyi ile 8 deprem testi uygulanarak depremde alkerin davranışı ölçümlenmiştir. Deney aşamasında kerpiç yapıda deprem enerjisinin söndürülebilmesi için yatayda kerpiç duvar yer yer zayıflatılmış ve test sonrası yapıda çok az miktarda ince çatlak oluşumu görülmüştür. Deney sonucu, kerpiç bir yapının doğru teknikle yapıldığı zaman depreme en az diğer yapı sistemleri kadar dayanıklı olabileceği kanıtlanmış ve kerpiç yığma yapıların deprem güvenliği belgelenmiştir (Şekil 4.59).

Kerpicin ülkemizde yaygınlaşması için çalışmalara devam edilmiştir.

Şanlıurfa Viranşehir'de 2011 yılında yoksul ve evsiz insanlar için ev ve gelir getirici ortak üretim ve sosyalleşme alanı sağlayacak bir yapılaşma projesi geliştirilmiştir. Belediyenin tahsis ettiği arazide, Metin Yeğin küratörlüğünde ve Prof. Dr. Bilge Işık teknik danışmanlığında, Türkiye'nin ilk dayanışmacı kerpiç yapılardan oluşan mahallesini kurmak için çalışmalar yapılmıştır (Şekil 4.72).



Şekil 4.72. Şanlıurfa Viranşehir yapılaşma projesi (Url-48)

Göbeklitepe Arkeolojik bölgesinde hizmet vermek için Prof. Dr. Bilge Işık tarafından tasarım danışmanlık desteği verilen, Kreatif mimarlığın projelendirdiği ve Doğu Grup'un üstlendiği Ziyaretçi Merkezi inşa edilmiştir (Şekil 4.73). Tarihi bir kalıntının yanına yapılan yeni bir yapı hem form hem de kullanılacak malzeme ve tekniği konusunda büyük bir sorumluluk gerektirir. Ziyaretçi merkezi için seçilen dairesel plan formu, Göbeklitepe mimari formuyla bütünleşirken, yapı malzemesi olarak da kerpiç tercih edilmiştir. 2019 yılında tamamlanan yapının kerpiç ile inşa edilmesi ülkemiz açısından değerlerimizin korunması için önemli bir adımdır. Ayrıca bir diğer önemli nokta, yapının yerin ruhunu yansıtması, ziyaretçi üzerinde bıraktığı etki ve yapı ile ilgili elde edilen sonuçların dünyaya duyurulmasıdır (Işık, 2016).



Şekil 4.73. Göbeklitepe Ziyaretçi Merkezi (Işık, 2012)

2015- 2017 yılında Prof. Dr. Bilge Işık danışmanlığında Muğla Köyceğiz'de yapılan BKM Film Platosu, ülkemizde kerpiç ile inşa edilmiş bir diğer çağdaş yapı örneğidir (Şekil 4.74). Yapı eski bir dere yatağına konumlandığı için yoğun yağış döneminde sele maruz kalmış ancak yapıda hiçbir zarar oluşmamıştır.

Kerpicin üç farklı uygulama tekniğinin de kullanılmış olduğu yapı, kerpicin güçlendirilmesi ile suya karşı da oldukça dayanıklı olabileceğinin bir kanıtıdır. Yapı, 2019 yılında 7. Uluslararası Kerpiç Konferansı'na ev sahipliği yaparak ülkemizdeki kerpicin geldiği noktayı araştırmacı ve bilim insanlarına göstermiştir.



Şekil 4.74. Köyceğiz BKM Plato (Url-49)

Alker üzerine yapılan çalışmalar sonucu; alkerin stabilizasyon nedeniyle geleneksel kerpice göre daha rasyonel inşa olanağı sağlaması ve yalıtım değerinin ve basınç mukavemetinin artmış olması dünyada bu konu üzerine araştırma yapan insanların da ilgisini çekmeyi başarmış ve bu edinilen sonuçlar bilimsel çalışmalar için literatürde kaynak oluşturmuştur.

Günümüz insanı için seri üretim, ekonomi, uygulama kolaylığı ve hız en önemli faktörlerdir. Bu doğrultuda kerpiç malzeme ve inşaat teknolojisinde gerçekleştirilebilecek güncellemeler malzemeyi ve uygulamasını daha tercih edilebilir duruma getirecektir. Bahsi geçen kerpiç üretim ve inşaat teknolojisi için geliştirmeler kerpiç üretim tekniklerinin her biri için farklı şekilde gerçekleştirilebilir;

Geleneksel Kerpiç Üretim Tekniği: Bu yöntemle yapılan kerpiç uygulamalarında karışım hazırlanması, kesme (kerpiç blokların şekillendirilmesi), kurutma ve örme işlemleri için geniş alana, uzun çalışma süresine ve çalışacak çok sayıda işçiye ihtiyaç duyulur.

İnşaat süresini kısaltmak için beton teknolojisindeki makineler ile toprak malzeme harcı hazırlanıp (Şekil 4.75), kalıplanarak üretilebilir ve inşaat süresi kısaltılabilir (Işık, 2015).



Şekil 4.75. Beton teknolojisindeki makineleri kerpiç üretiminde kullanmak (Minke, 2006)

Tokmklama Kerpiç Tekniği: Hazırlanan toprak harcın doğrudan kalıba yerleştirilip sıkıştırılması tekniğine denilmektedir. Tokmklama tekniğinde beton sektöründeki kalıp kullanılabilir (Şekil 4.76). Malzeme kalıba yerleştikten hemen sonra kalıp alınır ve işleme devam edilebilir.



Şekil 4.76. Tokmklama tekniğinde beton sektöründeki kalıp kullanımını (Minke, 2006)

Bu teknikte kalıbın alınması için bekleme gerektirmemesi ve harcın yerleştirilip sıkıştırılması ardından ürünün taşıyıcılık sağlaması ve inşaatın devamı için ürünün kurumması beklenmesi gibi bir gerekliliğin bulunmaması, inşaatın seri imalatı açısından büyük kolaylık sağlar. Dört kişilik ekip ile günde kalıba 3 m³ malzeme yerleştirilebilir. İnşaat, geleneksel yöntemle göre kısa sürede biter.

Püskürtme Tekniği: Beton teknolojisindeki makineler toprak malzeme ile inşaat da kullanılabilir. Genel olarak yığma yapıların deprem sonrası güçlendirme çalışmalarında kullanılan shot-crete makinası ile taşıyıcı toprak duvar elde edilir. İnşaat süresi dört kişilik ekip ile 1 saatte 3 m³ üretim yapılır (Işık, 2007,2008,2010).

Bu teknikle artık toplu konut için seri bir üretim söz konusudur ve günümüzde çağdaş yapı inşaatı kerpiçle de çok rahat yapılabilir. Püskürtme için kullanılacak makine daha güçlü seçilerek (1 saatte 200m³) çok daha seri üretim gerçekleştirilebilir (Şekil 4.77).



Şekil 4.77. Ankara sarsma tablası Shotcrete ile inşaat (Işık, 2013)



Şekil 4.78. Shotcrete ile duvar kalıbının doldurulması (Url-50)

Ayrıca günümüzde geliştirilen diğer bir yöntem de hafif nemli toprak kütesinin hidrolok veya kaldıraç yardımıyla yoğun bir şekilde sıkıştırılması ile pürüzsüz ve kararlı **Sıkıştırılmış Toprak Bloklar (STB)** elde edilmekte ve yapı sektöründe tavan, duvar ve hareketli duvar vb alanlarda kullanılmaktadır. Avrupa 'da hasır, elyaf, kimi sanayi ürünleri veya inse saz bitkileri ile güçlendirilerek oluşturulan bu paneller; içerisindeki toprağın kil yoğunluğunun

fazla oluşu nedeniyle “kilpan” olarak adlandırılmıştır (Şekil 4.78) (Çiçek, 2014).



Şekil 4.79. Sıkıştırılmış Toprak Blok (STB) (Çiçek, 2014)

Kerpi üzerine 1980 yılında başlanılan araştırmalar ve 40 yılı aşkın bir süredir devam eden ve gelişen projeler kapsamında;

1. Kerpiç yapılarda iklim konforu ve enerji tasarrufu ölçülebilir oldu.
2. Kerpiç yapı deprem güvenliği test edildi ve güvenilirliği belgelendi.
3. Kerpiç yapı inşaatında, beton inşaat teknolojisi ve makinalarının kullanımı ile kerpiç inşaat hızı ve standardı sağlanmış oldu (Url-51).

Dünya genelinde kerpiç alanında yapılan çalışmalar

Son yıllarda, kerpiç mimarinin korunması ve sürdürülebilir bir malzeme olarak zayıf yönlerinin güçlendirilerek yeni yapım yöntemlerinin geliştirilmesine yönelik Türkiye’de olduğu gibi tüm Dünya’da yapılan çalışmaların sayısının arttığı görülmekte ve kerpiç dünyanın her yerinde, üzerinde en çok çalışma ve araştırma yapılan konuların başında yer almaktadır. Kerpicin yaygın olan bir geleneği gösteren yapı malzemesi olması nedeniyle, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde malzeme özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla pek çok araştırma başlatılmıştır.

Bugün Fransa’da 1979’da kurulan bağımsız bir araştırma organizasyonu olan CRATerre- EAG, toprak mimarisi hakkında bilimsel ve teknik bilginin gelişmesine katkıda bulunmaktadır. CRATerre-EAG bugün toprak mimarisi ve inşaatında dünya lideridir. Kurum tarafından toprak mimarisi uzmanlık eğitimi

yanında, 18 aylık lisansüstü kurs programları ile Fransız Kültür Bakanlığı tarafından tanınan bir diploma verilir (Maini,?).

Toprak yapım tekniğiyle ilgili kurslar düzenleyen, Centre de Terre gibi mimari uygulamalar ile mevcut yapım teknikleri için çeşitli uzmanlıklar öneren Grenoble'daki mimarlık fakültesi, toprak malzeme ile çalışmak isteyen mimarları destekleyen kuruluşlardır (Sinha, 1996).

UNESCO tarafından, CRATerre-EAG inisiyatifiyle 1998 yılında toprak mimarlığı üzerine bir kürsü oluşturulmuştur. Çevre ve miras, İnsan yerleşmeleri, Ekonomi ve üretim olarak sınıflandırılan üç başlık altında toprak mimarisi bilimsel ve teknik bilgi birikiminin yaygınlaştırılması hedeflenmiştir.

Auroville Toprak Enstitüsü, 1989 yılında HUDCO, Hindistan Hükümeti tarafından kurulmuştur. Kurum toprak tabanlı teknolojileri araştırıp, geliştirmekte, teşvik etmekte, danışmanlık, eğitim gibi bir çok hizmeti yurt içi ve yurt dışı yürütmektedir (Maini,?).

İngiltere'de The Plymouth school of Architecture ve The Devon Earth Building Association, toprak yapılara olan ilgiyi canlandırmak ve bu malzemenin kullanımını arttırmak için uluslararası konferanslar ve kurslar düzenlemektedir (Sinha, 1996).

Geleceğin dünyası ve yaşantısı için arayış içinde olan bilim insanları Mars'ta yapılaşma için kerpiç üzerine araştırmalar yapmaktadırlar. Khalili'nin en iyi bilinen icadı olan "süper kerpiç" ile tasarladığı taşıyıcı sistemi de Ay ve Mars'da insanlar için yerleşkeler tasarlarlarken üretmiştir.

5. YAPI BİYOLOJİSİ AÇISINDAN KERPIÇ KULLANIMININ ETKİLERİ

Bu bölümde kerpiç kullanımı, yapı biyolojisi ilkelerinin, özelliklerine göre sınıflandırılmış olduğu;

1. Eko sosyal yaşama alanı,
2. Termal ve akustik konfor,
3. Sağlıklı iç mekân iklimi,
4. Çevre, enerji ve su,
5. İnsan odaklı tasarım,

Her biri beşer maddelik ilkeyi kapsayan, beş ana başlık altında incelenmektedir.

5.1 Eko Sosyal Yaşama Alanı

5.1.1 Altyapı planlamasında karma fayda odağının iyi olması: işyerine, okula, ikmal hizmetlerine, toplu taşıma sistemlerine vs. Ulaşımın yakınlığı

İnsanlar binlerce yıldır yeryüzünün coğrafi konumuna uygun doğal yerleşimlerde yaşamışlardır. Sanayi devrimi ile şehre hızlı ve benzeri görülmemiş göç, beraberinde plansız yapılaşmalar, büyük sağlık, aşırı kalabalık, kentsel yoksulluk ve suç sorunları getirmiştir. Yaşanılan kentin dev yoğunluğu insanları doğa ve insancıl yaşama öğelerinden koparmaya başlamış, doğal olmayan yaşamsal bir çerçeveye sıkıştırmıştır. Bozulan her şey gibi insanlar arasındaki ilişkiler de etkilenmiş ve kültürel sorunlar da baş göstermiştir. Kentlerin karmaşıklığı arttıkça, kentlerin ideal büyüklüğü, şekli ve düzenlenmesi ile ilgili çeşitli teoriler ortaya çıkmıştır.

Oluşan bu sorunlu kentsel yaşama alanları ve ilişkiler konusunda çözüm olarak, doğaya uyumlu ve sürdürülebilir bir toplumun gelişimi için altyapı ve binalar

planlanmalı ve taşıma ihtiyaçları en aza indirilmelidir. Çok fonksiyonlu bir topluluk oluşumu için iyi gelişmiş bir toplu taşıma aracıyla bağlantı sistemi gereklidir. Yaya ve bisiklet trafiği planlama için bir başlangıç noktası düşünülmelidir. Kasabalar, kırsal yerleşimler ve toplulukların yaşadığı alanlar bir ağ yapısına bütünleşmelidir.

Günümüzde yaşadığımız ve çalıştığımız çevreyi ulaşım olanakları ile değerlendirdiğimizde, fiziksel ve psikolojik ihtiyaçlarımızın ötesinde yaşama alanlarımızda çevre dengesinin mevcudiyeti ve korunması birincil ölçüttür. Bu nedenle gelişen endüstri ve sanayileşmenin beraberinde getirdiği, kentlerdeki plansız nüfus artışı sonucu geri itilen doğa ve insan olgusuna önem veren küçük, yerel yerleşim birimlerinin oluşumuna ihtiyaç vardır.

Bu küçük yerleşim birimleri tıpkı bir mahalledeki yaşantı gibi düşünüldüğünde, insanların günlük iş ve hayatlarının çoğunu yerel olarak gerçekleştirebileceği, yürüyerek veya bisikletle istediği yere kolayca ulaşabileceği anlamına gelir. Büyük şehir merkezi alanlarına bağlantı sağlayan ana arterler, başlıca trafik güzergâhları gürültülü, kirli ve tehlikelidir ve bu bölgelerde yaşamak uygun değildir, ancak zaman zaman buralara kolay erişim gereklidir.

Hafif sanayi ve işletmeler konut mahallesine hayat katar ve insanların mağazalara veya işyerlerine ulaşmak için yürüyebileceği veya bisiklete binebileceği anlamına gelir. Ancak ağır sanayi işletmeleri yaşama alanlarına uygun değildir ve bu alanlardan çok uzakta bir araya getirilmelidir. Küçük, kendi kendine yeten yerleşimlerde toplulukların işe gidip gelme, mal ithal etme veya büyük ölçekli altyapıya daha az ihtiyacı vardır. Ayrıca bu tarz yerleşim şekli azalan enerji kaynakları veya doğal afetler karşısında esnekliği arttırmıştır.

Ekolojik, sosyal ve ekonomik açıdan sürdürülebilir toplumlarda, sosyal bir yapıya ulaştırma gerektikçe fosil yakıtlara olan bağımlılık devam etmektedir. Çözüm için hemen hemen her yerde yürümenin ve bisiklete binmenin mümkün olduğu çevre oluşumları gerekmektedir, tabi gerektiğinde ulaşım çevre araçları ve toplu taşıma sistemleri ile sağlanabilmelidir. Ekolojik döngüler için bilinçli toplumların içerisinde yer aldığı kültürel değerler ve yerel olarak ayırt edici özelliklerin dikkate alınmasıyla oluşturulacak kırsal birimler planlanabilir.

Böylece, bir topluluk kimliğinin geliştirilmesi, sakinlerin yaşadıkları yere olan bağlılığını güçlendirir ve ziyaretçiler için ayırt edici bir cazibe sağlar.

Sıralanan bu özellikleri sağlayan yerleşimler için kerpiç yapılaşma en ekonomik ve insancıl çözüm olabilir. Yatayda oluşturulabilecek kente yakın yeni ve sağlıklı yapılaşma için kerpiç kullanımı tercihi, azalan enerji kaynakları ve giderek artan çevre kirliliği konularında iyi bir çözüm sunacaktır.

5.1.2 Yaşama alanını insancıl ve çevreyi koruyacak şekilde kurgulamak

Her insanın yaşadığı, kendini ait hissettiği mekânda; kendinden izler, kendine hizmet eden şeyler bulundurma gereksinimi vardır. Geçmişten izler taşıyan, kültürel, manevi kökenleri veya yapı kullanıcılarının felsefi bakış açısını kucaklayan yapılar oluşturulması ile yapı ve insan arasında güçlü bağlar kurulacaktır. Geleneksel kültürlerde, manevi felsefeler binalarının nasıl planlandığını ve detaylandırıldığını ve hayatın diğer birçok yönünü yönetirken, yüzyıllar boyunca dünyayla nasıl uyum içinde yaşanacağına dair bir bilgelige de sahiptir. Bireylerin veya toplumun mirasını, kültürünü, inançlarını veya felsefelerini yansıtan binalar, insanların yaşadıkları yerle bağlantı kurmasına neden olur. Yeryüzünün ritimleriyle veya kültürel gelenekle bağlantısı kesilen binalar bir tecrit ve boşluk hissi yaratır. Kullanıcıların yaratıcılığını ifade eden ve değerler taşıyan binalar oluşturulmalıdır. Bunun sağlanabilmesi de ancak yapının daha tasarım evresinde kullanıcının da sürece dâhil edilmesiyle mümkün olabilir. İnsanlar, yaşadıkları, çalıştıkları veya başka türlü zaman geçirdikleri yerlere ne kadar kendisinden ve geçmişinden bir şeyler katabilirlerse, yerle o kadar fazla bağlantı kurarlar ve buna daha fazla saygı duyarlar. Kullanıcı ruhunu yansıtan bir binayı daha çok ev gibi hisseder ve mekânın tadını çıkarabilir. Steril ortamlar veya kullanıcı tarafından değiştirilemeyen ortamlar asla ev gibi hissettirmezler. İnsanlar otel veya hastane gibi yerlerde konaklasalar da asla ev gibi benimseyip bu alanlara sinemezler.

Binalar tasarlanırken sağlıklı aile ve toplum ilişkileri geliştirmek için; insanlar farklı ilişkilere saygı göstermeli ve mahremiyet için sınırlar ve alanlar ile sağlıklı etkileşimlerin bulunduğu topluluklar sağlamalıdır. Çünkü insanların kişisel sınırlarını göz ardı etmek gerginlik ve kavga oluşturabilir. Topluluğun yerel karakterini tamamlamak veya yansıtmak için tasarlanan binalarda, gerçek

bir yerin ruhu anlayışı elde edilmesiyle, yerel yapı malzemeleri ve iklime dayalı bölgesel farklılıklar ve orada yaşayan insanların genel felsefesi daha büyük bir uyum ve topluluk duygusu oluşturur. Çünkü kökenlerinden bağımsız olarak anlamsızca bina stillerinin kopyalanması bir mahallede veya o yerleşim alanında uyumsuzluk oluşturabilir ve binalar farklı bir iklimde veya coğrafyada iyi performans gösteremeyebilir.

Kerpici oluşturan ana bileşeni olan toprak da geçmişe ait izler taşıyarak insanlar üzerinde yerin ruhu ve o yere aitlik hissi uyandıran bir malzemedir. Bulunduğu coğrafyaya uyum sağlayan ve çevreye yakışan kerpiç, doğasında bulundurduğu enerjisiyle insanları kendisine çekmeyi başaramıştır. Kerpiç görüntüsü, içeriği, rengi, dokusu, kokusu olsun birçok yönüyle kullanıcılarında farklı duygular uyandıran mistik bir yönü olan adeta geçmişte yaşayan ataların fısıltılarını günümüze taşıyan bir değer ve insanı saran içerisinde yaşanması bir malzemedir.

5.1.3 Kırsal ve kentsel yerleşim alanlarında yeterli yeşil alanları öngörmek

İnsanların doğa ile temel bir bağlantısı vardır ve hayatları bitki ile çevrili olduğunda kendilerini iyi hissederler. Bu temel nedenle; yapı tasarımlarında tüm mekânlardan doğaya bakış açısı kazandırılması ve doğal çevreye kolay erişim sağlanması önemli bir faktördür. Doğaya bakış, kişinin vücudunu fizyolojik ve psikolojik olarak uyarır ve dinç olmak, gençleşmek için temiz hava, güneş ışığı, su ve tabiata erişim gereklidir. Doğayla bağlantısı olmayan zehirli ve kimyasal salınımların bulunduğu veya elektro-kirlenmiş iç ortamlar kullanıcılar için çok daha streslidir.

Biyolojik, ekolojik ve sosyolojik yönleriyle şehir planlamasında, bio-evler ve biyo-yerleşimler uzun süredir Avrupa genelinde üzerinde çalışılan bir konudur ve genellikle güneş ısı kontrol sistemleri veya ısıtma için yalıtılmış kış bahçelerini içerirler. Biyoteknoloji, binaların neden olduğu sert süreçleri tersine çevirmek için bitki örtüsünü kullanır. Bitkiler genellikle gelen güneş radyasyonunun% 70 ila % 90'ını keser. Yaprak döken ağaçlar yaz aylarında güneş etkisini keserek ısıda 5 derecelik bir azalma sağlayabilirken, kışın yapraklarını döktüğü için güneşin geçmesine izin verir, böylece enerji kaybını% 30'a kadar azaltır.

Bitkiler ayrıca hava kirliliği giderirler. Evi sadece estetik olarak değil, aynı zamanda işlevsel olarak tamamlamak için mümkün olduğunca bitkinin kullanılması tavsiye edilir.

5.1.4 Bölgesel ve kendine yeterliliği güçlendirmek, yerel hizmet ağlarını ve tedarikçilerini kullanmak

Yapı stoğunda, yeni binaların toplamı mevcut binaların küçük bir bölümünü oluşturmaktadır. Sürdürülebilir kalkınmayı da sağlamak için yeni bina oluşumlarında yenilenebilir kaynaklara öncelik tanırken, mevcut binaların ekolojik döngülere ve yerel koşullara daha iyi adapte olabilmesi için sağlıklı, dengeli ve verimli bir kaynak kullanımı gerekir. Bu tür bir dönüşüm için topluluğun geri kalanının yani mevcut yapı kullanıcılarının daha fazla çaba göstermesi gerekmektedir.

Enerji tasarruflu binalar inşa etmek için binalarda enerjinin nasıl kullanıldığını anlamak gereklidir. Konuyla ilgili yapılan bir araştırmada 50 yıllık bir süre boyunca bir binanın enerji tüketimi incelenmiştir ve enerji tüketiminin, toplamın yaklaşık % 9'unun bina yapım aşamasında kullanılan (% 5 malzeme üretimi için ve % 4 taşımak için) ve % 90'ın üzerinde binayı ısıtmak ve işletmek için kullanıldığı görülmüştür.

Buradan edinilen fikir, ısıtma ve elektrik tedariki için gereken enerjinin azaltılmasının çok önemli olduğudur. Enerji tasarruflu binalarda, toplam enerji tüketiminde radikal azalma yaşanmaktadır. Bu da yenilenebilir enerji kaynaklarının yapı üretiminde tercihinin doğru bir yaklaşım olduğu sonucuna ulaştırır. Enerji tasarruflu yapı oluşumu konusunda tercihler ve alınabilecek önlemler;

- Yapı oluşumunda yenilenebilir hammadde (ahşap, saz kamışı, saman, yün, mantar, çeşitli bitki lifleri vb) kullanımı,
- Kolay ulaşılabilir, yerel yapı malzemeleri (ahşap, taş, toprak, kerpiç vb) kullanımı,

- Doğadan çıkarılması sırasında, işlenilme, nakliye, uygulama, arıtma ve geri dönüşüm evrelerinde enerji gereksinimi en az olan malzemelerin kullanımı,
- Çevre dostu ham ve atık maddelerin (saman, kerpiç, saz, volkanik tüf, çevrede termik santral varsa uçucu kül gibi) kullanımı,
- Isınma, aydınlatma, havalandırma, elektrik ve sıcak su gibi ihtiyaçları kendi içinde işleyen kapalı sistemlerden (jeotermal enerji, rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi vb) elde etme gibi sıralanabilir.

Kerpiç malzemenin yapı üretiminde kullanımı, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim konusunda da en doğru tercih olacaktır. Kerpicin kendi fiziksel ve mekanik özelliklerinin sağladığı yararlar sıralandığında ve yapının üretimi ve kullanımı sürecinde en az enerji tüketimi göz önünde bulundurulduğunda, kerpicin sürdürülebilir bir dünya için gerekliliğini ortaya koymaktadır.

5.1.5 İnşaat alanlarını olabildiğince; toprak, radyasyon, emisyon ve gürültü kirliliği olmayan yerlerden seçilmesi

Doğal çevreye uyumlu yapılaşma için; iklim, yerel coğrafya, jeoloji, hidroloji, flora ve faunanın yanı sıra mikroklima verileri araştırılmalıdır. Bina ve yerleşimin temelleri bu çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre uyarlanmalıdır. Doğal çevreye ve yerel iklime uyum sağlayan binalar enerji tasarrufu sağlarken, biyolojik çeşitlilik de korunmuş olur.

Zemin yüzeyinin altında ne olduğuna dair bir fikre sahip olmak çok önemlidir. Jeolojik haritalar bu bilgiye ulaşmak için iyi bir başlangıçtır. Kil, kum, moren ve kayanın nerede olduğu bilgisine kolayca ulaşılabilir. Herhangi bir belirsizlik varsa, planlamayı sağlıklı oluşturmak amacı ile yapılması gereken şey jeoteknik incelemedir. Ayrıca zeminin altında yersel radyasyon olarak tanımlanan ve yerküremizde buluna radyasyon canlılara uyum ya da uyumsuzluk şeklinde tesir etmektedir. Canlıların oluşumu ve hayatta kalabilmeleri için çok gerekli olan bu etki belirli bir seviyeyi aştığı durumda canlılar için zararlı hale gelmektedir. Özellikle insanlarda beyin ve sinir sistemini etkilemekte strese neden olmaktadır.

Binaların yerleştirilmemesi gereken yerlerin belirlenmesinde (örneğin, ekime uygun arazi üzerinde veya zemin koşullarının bina için kötü olduğu yerlerde, yersel radyasyon aykırılığı bulunan maden, tuz, kömür, petrol yatakları, manyetik alan aykırılıkları, yeraltı suyu, boşluk ve çökme vb) ve yerel kanalizasyon sistemleri için zeminin jeolojik durumu önemlidir. Bir yapı oluşumunda uygulanılacak temel yöntemi ve alt yapı sistemini oluşturan su, kanalizasyon, elektrik hatlarının döşenmesi çok önemlidir. Bu nedenle zeminde bu oluşumları engelleyen sıkıntılar çözülmeli veya en aza indirilmelidir.

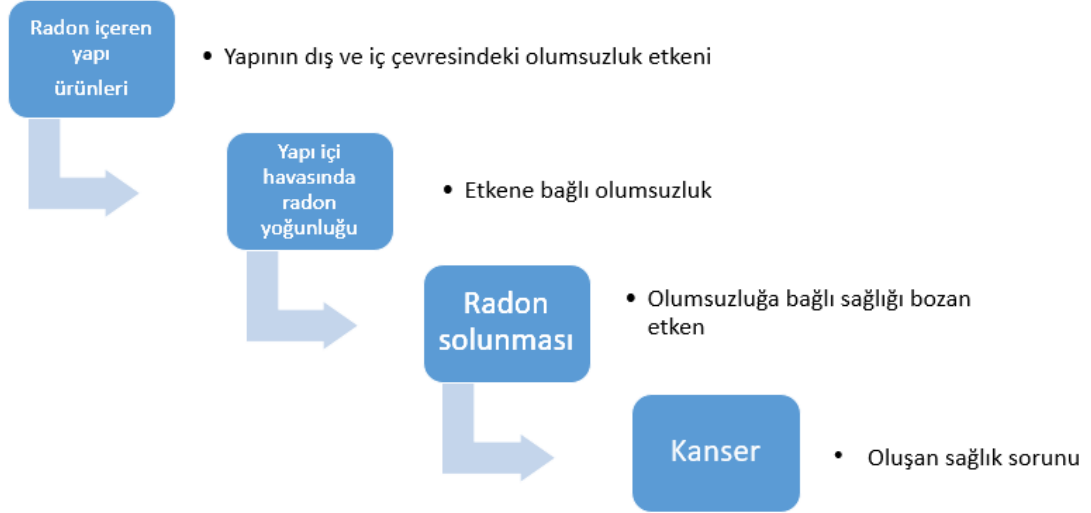
Kerpiç yapılar; yağmuru az, kurak bölgelerde, sel tehlikesi olmayan yerlerde, sel yatağı dışında ve deprem etkilerinin az olduğu bölgelerde rahatlıkla yapılabilir. Ancak, kerpiç yapı oluşumunda da uygun sitenin seçimi, toprak ve jeofizik analizler yine önemlidir. İnşaat öncesi iklimsel ve jeolojik koşullar saptanmalı; yağmur, sel, heyelan, deprem gibi kerpiç yapıda sıkıntıya neden olabilecek veriler değerlendirilerek yapılaşmaya gidilmelidir. Deprem bölgelerinde kerpicin bir ahşap iskelet ile takviyesi düşünülebilir. Ayrıca zemindeki radon durumu da evlerdeki en yaygın radon gazı kaynağıdır, incelemelerde gözetilmesi gereken sağlığı tehdit eden önemli bir faktördür.

5.2 Termal ve Akustik Konfor

5.2.1 Doğal, zararlı maddeler içermeyen ve radyoaktivitesi olabildiğince düşük malzemeleri kullanmak

Yapı içindeki radon kirliliği, akciğer kanserine neden olabilen, bir yapı biyolojisi konusudur. Tabiatta bulunan radyumun, radyoaktif bozunumu ile ortaya çıkan radon, yapı içi havasını toprak ve kayalardan sızarak ve su, doğal gaz veya yapı ürünlerinden yayılarak kirlletmektedir (Balanlı vd, 2004).

Yapı biyolojisi açısından radon içeren yapı ürünlerinin sağlık sorunu oluşumu incelendiğinde (şekil 5.1);



Şekil 5.1 Radonun sağlık sorunu oluşturmasında yapı ve çevre arasındaki ilişki (Balanlı vd, 2004), (Öztürk, 2020)

Radonun sağlık sorunu oluşturmasında yapı ve çevre arasındaki etkileşim görülmektedir.

Yapı ürünlerinden radonun salınımı, ürünün nemi, yoğunluğu, gerecin yapısı ve karıştırıldığı veya bileşim oluşturduğu maddelerin nitelikleri ile ilişkilidir (Wadden, 1983).

Radyoaktivite de zararın başladığı bir alt limit yoktur. Limit “sıfır” noktasıdır. Radyoaktivitenin uzun zamandır bilinen zararlılığı, yapı sektöründe bugüne kadar dikkate alınmamıştır. Aksine, yapı malzemelerindeki radyoaktivite durumunun araştırılması ve zararlı etkilerinin ortaya konulmasından beri, radyoaktif atık maddeler içeren yapı malzemeleri artan oranda üretilmeye devam edilerek piyasada kullanılmaktadır. Yapılar, sadece yapı malzemelerinden dolayı dahi tamamen radyoaktiviteye bulaşmış olabilirler. Kötü havalandırılan kapalı hacimlerde solunan havanın radyoaktivitesi, kimyasal zehirleri de dâhil edecek olursak, difüzyona açık iç mekânlara oranla ~ 10 kata kadar daha fazla olabilmektedir (Akman, 2013).

Kimyasal bileşimleri ve biyolojik aktiviteleri bilinmeyen tüm yapı malzemeleri radyoaktiviteleri bakımından araştırılmalı ve bu faktörün tespiti durumunda piyasaya sürülmemesi ya da kullanımının denetlenmesi sağlanmalıdır.

WHO (Dünya Sağlık Örgütü) ve EPA (Çevresel Koruma Örgütü), radonu kanserojen madde olarak A sınıfı (class A) kapsamına almıştır (Wadden, 1983).

Kerpiç yapı açısından değerlendirildiğinde; yapı inşaatı öncesi mutlaka toprak analizi yapılması gereklidir. Bu sayede toprak içeriğinde radyoaktif madde bulunup bulunmadığı analiz edilmiş olur. Ayrıca zemin için de aynı şekilde ölçümler yapılarak herhangi bir toprak, kayaç, su kaynağı veya doğal gaz gibi kaynaklar vasıtasıyla yapı içerisine girebilecek radon için önlemler alınmalıdır.

Bu önlemler:

Öncelikle radon ve radyoaktif bozunma ürünlerinin yapı içerisine girişini engellemek gerekir. Mekân içerisine girdi ise kirleticileri dışarı atmak ya da yoğunluğunu düşürmek gerekir. Radonun yapı içine girişini engellemek; radon içermeyen yapı ürünü kullanmakla, radonu dışarı atmak ya da yoğunluğunu düşürmek; yapının gerektiği gibi havalandırılması ile olabilir (Balanlı vd, 2004).

5.2.2 Isı Yalıtımı ile ısı depolanması ve iç yüzey ile iç ortam sıcaklıkları arasındaki dengeyi doğru ilişkilendirmek

Enerji tasarrufu, tasarımın önemli bir bileşenidir. Isı yalıtımı, kışın ısı kaybını yavaşlatarak ve yaz aylarında yapıyı serin tutarak enerji tasarrufuna katkı sağlayacaktır. Sağlıklı yapıların en önemli işlevlerinden biri de iç mekânda ısı (termal) konfor koşullarının sağlanmasıdır.

Ülkemizdeki yapılaşmada; nüfus artışı ve göç nedeniyle konut ihtiyacının plansız şekilde karşılanmasını esas alan bir politika izlenmiştir. Bina üretimlerinde binaların kullanım ömürleri boyunca enerji ve bakım maliyetleri dikkate alınmayarak ilk yatırım maliyetlerinin düşük olması benimsenmiştir. Bu nedenle ısıtma ve soğutma amaçlı enerji giderleri, ailelerin bütçesinde, ticari binaların ve kamu kurumlarının işletme giderlerinde her geçen gün artan enerji fiyatları ile bir yük oluşturmaktadır. Ayrıca giderek artan klima kullanımı endişe verici boyutlarda enerji ve elektrik tüketimine sebep olmaktadır. Ülkemizde kullanılan enerjinin üçte birinden fazlası ısıtma ve soğutma amacıyla harcanmaktadır. Yaygın ısıtma sistemi soba kullanımıyla bireysel ve verimsiz bir ısınma şeklidir. Yıllık yaklaşık 14 milyon ton civarında kömür tüketimi olan ülkemizde son yıllarda doğal gazın yaygınlaşması ile kombi sistemi tercih

edilir olmuştur. 1.derece gün bölgesinde yer alan şehirlerimizde yaz aylarında dış sıcaklıklar 40~45 °C seviyelerine ulaşmaktadır. Soğutma işlemi ısıtma işlemine göre 3~6 kat daha fazla maliyete sahiptir (Keskin, 2010).

TÜİK'in 2000 yılı bina sayımına göre; bina sayısı 1984 yılında 4,3 milyon iken, 2000 yılında %78 artışla 7,8 milyona ve konut sayısı ise yine aynı yılın verilerine göre %129 artışla 16,2 milyona ulaşmıştır. Artan konut sayısı ve kullanım alanı, binalarda enerji verimliliği önlemlerinin ivedilikle alınması gerektiğini göstermektedir (Keskin, 2010).

İstatistiksel olarak, Donnelly'nin araştırmasına göre, bir binada kaybedilen toplam ısının genellikle % 10 - 15'i genellikle radyan ısı birleşimi nedeniyle pencerelerden, % 25'i tavandan ve % 35'lik bir kısmı da dış duvarlardan kaybedilir. Yani ısı kaybı ve kazancının büyük kısmı genellikle dış duvardan elde edilir (Donnelly, 2010). Bu araştırma göstermektedir ki; yapıyı ısıtmaktan çok ısıyı muhafaza etmek daha elzem bir durumdur. Yapılarda ısı yalıtımları uygulanarak, ısı kayıplarının önüne geçilmeye çalışılmaktadır. Tabi ısı yalıtım malzemesi kullanımı denilince, malzemenin insan sağlığı açısından uygunluğu ve yanmazlığı da burada önem arz etmektedir.

İklim kuşağımız için önemli bir faktör, yapıyı kışın sıcak tutabilmek kadar yazın da serin tutabilmektir. Isı yalıtım malzemesi hem sığağa hem soğuga karşı önlem sağlamaz. Isı yalıtım malzemeleri yapıyı kışın soğuktan korur, iç mekân sıcaklığının dışarıya sızmasını geciktirir. Yapının ısı yalıtımıyla birlikte ayrıca ısıyı depolama ihtiyacı vardır. Isı depolama kapasitesi olan malzemelerle yazın iç mekânların aşırı ısınması önlenbilir ve klima kullanımı azaltılabilir. Bu malzemeler yoğunluğu, özgül ağırlığı fazla olan malzemelerdir ki bu bakımdan en iyi malzeme toprak ve kerpiçtir (Akman, 2009).

Yaşama alanlarında ısı yalıtımı ile birlikte ısı depolanması ve konveksiyon ısıyı yerine radyant ısı dağılımı kullanılması enerji verimliliği açısından iyi birer çözümdür. Konveksiyonel ısı dağılımı, ısının gaz (hava gibi) veya sıvı hareketiyle iletilmesidir. Radyant ısı transferi ise; ısının görünmeyen kızılötesi dalgalar aracılığıyla yayılmasıdır. Tüm malzemeler termal enerjiyi her yöne

sürekli yayar. Böyle bir ısınma şekli hava sıcaklığı düşük olsa bile kullanıcıyı rahatlıkla sıcak tutabilir.

Günümüzdeki enerji sorunu göz önünde bulundurulduğunda, bina kabuğunun ısı konforu minimum enerji kullanarak sağlaması büyük bir önem taşımaktadır. Isıl konfor koşullarını sağlamak için, yapma ısıtma kullanılmakta ve bu enerji kaynakları (kömür, petrol, vb.) giderek azalmaktadır. Bu durum karşısında yapma ısıtmaya alternatif pasif ısıtma sistemleri veya termal konfor özellikli yapı malzemeleri kullanmak en iyi çözüm olacaktır. Isı yalıtımı ve ısı depolanmasını kendi bünyesinde bulunduran kerpiç bu alanda tercih edilebilecek en doğru yapı malzemesi olabilir. Kerpiç termal kütle özelliği olan bir malzemedir.

Termal kütle terimi, yapı malzemelerinin sıcaklık değişimine karşı direncini ifade eder. Termal kütle, bir malzemenin genel olarak ısıyı emme ve saklama ve gerektiğinde bu ısıyı serbest bırakma kapasitesini ifade eder. Bu özellik, iç mekân sıcaklıklarının kontrolüne yardımcı olmak için çok etkili bir şekilde kullanılabilir. Sıcak iklimlerde, yüksek termal kütleyle sahip kerpiç veya rammed toprak gibi kalın duvarlar idealdir. Gün boyunca yavaşça ısınırlar ve daha sonra gece boyunca soğuduklarında evi ısıtan bu ısıyı yavaşça serbest bırakırlar. Bu özellik uzun zamandır çöl topluluklarında birçok geleneksel bina tekniğinde kullanılmaktadır. Bu durum, yaz aylarında aşırı ısının emilimiyle, soğutma yükünün ve kışın da ısıtma yükünün azalmasını sağlar, dolayısı ile ekonomi sağlar. Bir malzemenin yalıtım kabiliyeti termal direnç veya R değeri olarak ölçülür. R değeri ne kadar yüksek olursa yalıtım o kadar iyi olur. Kerpiç yapıların yüksek R değeri nedeniyle yaz aylarında termal olarak verimli davrandığı iddia edilebilir.

Termal kütlelerin üç ana özelliği vardır, bunlar:

- Yüksek yoğunluk - belirtildiği gibi, bu malzemeler çok yoğundur.
- Yüksek termal iletkenlik - malzemedeki ısı akabilir.
- Düşük yansıtma - malzemeler ısı ve ışığı yansıtmaz, karanlık ve mat dokuludur, böylece daha fazla enerji emebilir.

Kerpiç ısı kütlesi ve bileşimlerinin organik özellikleri sayesinde, duvardan ısı geçişine karşı iyi bir dirence sahiptir. Modern inşaat malzemeleriyle kıyaslandığında yazın daha az soğutma enerjisi gerekir. Termal kütlesi az olan binalarda, doğrudan güneş ışığı veya havanın kendi ısısı konfor sağlar. Hava nispeten verimsiz bir ısı deposudur ve güneş bulunmadığında hava ısısı düşecek ve yedek ısıtmaya ihtiyaç olacaktır. Eğer zemin ve duvarlar da soğuksa, bunu başarmak için daha yüksek bir hava sıcaklığına ihtiyaç duyulur. Hava sıcaklığının bu şekilde ayarlanması daha pahalıya mal olur ve iç mekânda kuru, kirli hava oluşumu ortaya çıkar. Böylesi bir durumda hem ekonomik hem de etkili bir çözüm olarak sıcak bina yüzeylerinin yaydığı ısıyı kullanmak en iyi çözüm olacaktır. Bu durumda kerpiç çok avantajlı bir yapı malzemesi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kerpicingin düşük ısı iletkenliği bir evin içinde daha istikrarlı bir sıcaklık davranışı sağlar ve ısı kayıplarını azaltır. Kerpiçteki kilin gözenekliliği arttıkça kerpicingin yalıtım kapasitesi de artar. Organik (saman vb) ilavelerinin kil gövdesinde gözenek oluşturmada etkili olduğu bulunmuştur ve kilin mekanik özelliklerin korunmasını sağlamaktadır. Kerpiç, evi serin tutarak gündüzleri ısıyı depolayabilir ve daha sonra bu depolanmış sıcaklığı gece boyunca serbest bırakarak evin içini ısıtır. Bu davranış, bu malzemenin toprak evlerin ısıl gradyanını azaltmasına izin veren önemli bir faktör olan kerpicingin yüksek özgül ısı kapasitesinden kaynaklanmaktadır (Parra-Saldivar ve Batty, 2006). Öte yandan, kerpicingin ısı iletme kabiliyeti, su içeriği ve ısı iletimi arasında güçlü bir ilişki olan nem içeriğine büyük oranda bağlıdır (Rees vd. 2001). Kerpiç içinde bulunan nem, malzemenin hem termal iletkenliğini hem de termal kapasitesini değiştiren gizli ısı etkilerine sahiptir. Enerji depolanması, kerpiç malzemenin kil yapısındaki tuzlardan kaynaklanan kristalleşme ısısı ile gerçekleşir. (Parra-Saldivar ve Batty, 2006).

Teorik olarak, herhangi bir binada ısı kaybının ve kazancının kütlesi duvardan geçmektedir. İç duvarların varlığı veya yokluğu, oda sıcaklığını değiştiren ve binanın iç alanının termal davranışını belirleyen önemli bir faktördür. Sıcaklığın azaltılması açısından en kalın iç duvar, yıl boyunca çoğu iklim bölgesi için en büyük etkiyi gösterir (Parra-Saldivar ve Batty, 2006).

Bu nedenle, iyi bir çevre dostu malzeme olarak kerpiç, hâkim çevre koşulları üzerinde ters bir etkiye sahiptir. Ayrıca kerpiç duvarların genellikle kalın yapılması, çevresel ısı oluşumlarına doğal bir yalıtım sağlamaktadır. Kerpiç yapı duvarları genellikle kalın olup, malzemeyi oluşturan ve tutan çevresel ısıdan doğal bir yalıtım oluşturur. Ancak kerpiç yapılarda, kerpicingin yüksek U değeri ve organik bileşenin geçirgenliği nedeniyle kışın ısınmaya daha fazla enerji harcanmaktadır. Burada U değeri malzemenin teorik bir değeridir. Malzemenin yalıtım kabiliyetini ifade eden λ değerinin malzeme kalınlığına oranı malzemenin U değerini verir. En iyi malzeme yalıtım kabiliyeti değeri 0.035 W/mK ve 0.055W/mK aralığındadır. Değerin düşük çıkması malzemenin yalıtım kabiliyetinin iyi olduğunun bir göstergesidir.

Sağlık için, mekânda ve mekânı oluşturan yapı elemanlarında büyük sıcaklık farklarının olmaması gerekir. Saman tek başına çok iyi doğal, organik bir ısı yalıtım malzemesidir. Isı iletkenlik hesap değeri 0.058 W/mK değerindedir. Kerpiç evlerin duvar kalınlığının 50-70 cm olması halinde TS.825'de soğuk iklim bölgeleri için tavsiye edilen ısı iletkenlik katsayısı $U=0.50 \text{ W/m}^2\text{K}$ değerini sağladığı bulunmuştur (Koçu, 2012).

Nispeten, kışın yapının sık sık maruz kaldığı rutubet nedeniyle, iç ortamda her zaman daha fazla nem vardır ve iç ve dış arasındaki farklı ısı nedeni ile daha fazla ısı kaybedilir. Kış döneminde, kerpiç yapılarda her ne kadar ısı kaybı yaşanıp, ekstra bir ısıtma yapılsa da diğer yapı malzemelerine kıyasla kerpiç yine de oldukça avantajlı durumdadır. Lisa Schroder, soğuk iklimlerde dış duvarlar için geliştirilmiş yalıtım değerlerine sahip kerpiç tuğlalar yapılabileceğini tavsiye etmektedir. İşlenmemiş talaş ve kâğıt hamuru gibi hafif agregaları içerebilecek bu sağlıklı kerpiç tuğlaların dış tarafının neme karşı ek koruma için 3 kat sıva gerektireceğini belirtmektedir.

Kerpiç evleri daha soğuk iklimler için uygun kılan şey, güneş için tasarlandıkları zamandır. Mükemmel termal kütle özellikleri, duvarların ısıyı yavaşça tutmasını ve ısıyı yavaşça eve bırakmasını sağlar.

Yüksek kütleli bir inşaat malzemesi olarak, kerpicingin termal depolama için büyük bir kapasiteye sahip olduğunu söyleyen Mc Henry, kerpicingin termal

kütlesi ile ısıyı depolamasından ve ardından günlük ortalama sıcaklığın yüksek ve düşük seviyelerini dengelemesinden bahsetmektedir. Ayrıca betonun (kum, çakıl, çimento) teknik elementleriyle yüksek kütleli olmasına rağmen, termo depo için kerpiç kadar avantajlı olmadığını ve daha fazla ısı yalıtımı gerektirdiğini belirtmektedir.

Kerpiçin fiziksel ve mekanik özellikleri incelendiğinde elde edilen bulgular doğrultusunda, sıcak dönemlerde toprak yapılarında soğutma sağlamak için herhangi bir aracın kullanılmasına gerek kalmadığı ve soğuk dönemlerde ise beton yapılarında kullanılan yakıt tüketiminin 1/4'ü kadar yakıt tüketimiyle toprak yapılarında uygun konfor koşullarının sağlanabileceği sonucuna ulaşılmaktadır (Kafesçioğlu, 2017).

5.2.3 Nem Oranını denkleştirebilen (Higroskopik) malzemeleri kullanmak

Yapı içerisindeki havanın çok kuru olması da insanların sağlığını olumsuz yönde etkileyen bir faktördür. Mekânda iklimlendirme sağlayan havalandırma cihazları havayı kurutma eğilimindedir. Yüksek nem de küflenme, virüs ve mantar oluşumuna sebebiyet vermektedir. Mikro organizmaların gelişmesi için besin ve nem gerekir. Mikroplar bu gezegenin her yerinde olduğundan ve çoğu yapı malzemesi ve mobilya mikro organizmalar için mükemmel bir yaşama alanı ve besin kaynağı olduğu için mikro organizma problemlerini ele almanın anahtarı nemin kaynağını tanımlamaktır. Nem bir yüzey üzerinde 48 saatten fazla bulunduğunda, yüzeydeki mikroplar, iç hava kalitesini önemli ölçüde etkileyebilecek ve kullanıcıların sağlığını etkileyebilecek endotoksinler, mikotoksinler ve mikrobiyal uçucu organik bileşikler üreterek alanı ele geçirmeye çalışacaktır (Bijlsma, 2018). O halde mekân içerisinde nemin dengede tutulması gerekmektedir. İnsan sağlığı için mekân, % 30 - 50 ideal nem aralığında olmalıdır. İdeal nem dengesi sağlayabilmek için yapı oluşumunda, su buharı ve hava difüzyonuna izin veren, higroskopik yapı malzemeleri tercih edilmelidir. Ayrıca daha iyi bir iç mekân konforu sağlamak, gürültüyü azaltma ve pencerelerin iç yüzünde yoğuşmanın önlenmesi için, camlı yüzeylerde, çift cam veya üçlü cam kullanılabilir.

Higroskopik olarak en uygun yapı malzemesi doğada kolayca ulaşılabilen topraktır. Bu açıdan değerlendirildiğinde, kerpiç yapı, higroskopik özelliğini

kullanarak kendinden regüleli bağıl nem sağlayarak iç ortam nemini düzenler. Yani kerpiç yapılarda duvar yüzeyleri, mekândaki fazla nemi emebilir ve havadaki nem seviyesi düştüğünde tutmuş olduğu nemi ortama geri salabilir. Aşırı nem durumunda, soğuk ve sıcak farklılıkları nedeniyle özellikle pencere ve bazı yalıtımsız yüzeyler üzerinde yoğuşma oluşabilir. Böylesi durumlarda doğrudan yapılacak olan bir havalandırma ve nemi kaynağında kontrol altında tutma en iyi çözümdür. İyi bir doğal havalandırma, doğal malzemeler ve mobilyalar ile oluşturulan sıcak ve kuru bir bina, sağlıklı bir iç ortam sağlar.

5.2.4 Yeni yapı nemine dikkat etmek

Yeni yapılarda kullanılan yalıtımlar nedeniyle yapı tıpkı mühürlenmiş bir kutu gibi geçirimsiz bir hal almaktadır. Sonuç olarak hiçbir şekilde nefes alamayan havalandırma da gerçekleştirilmezse hastalık yapan ortamlar oluşmaktadır (Şekil 5.2). İç ortamın nemini ayarlamak için su buharı difüzyonuna izin veren yapı malzemeleri seçilmelidir.



Şekil 5.2. Yapı nemi (Url-52)

Kil nem dengeleme kapasitesi çok iyi bir malzeme olduğu için bünyesine girdiği kerpici de nem konusunda istikrarlı ve konforlu hale getirir. Bu nedenle kerpiç evler iyi bir iç iklime sahiptir.

İç ortamlarda bağıl nemin sağlık üzerindeki etkilerinin gözden geçirildiğinde, bağıl nemin solunum yolu enfeksiyonu ve alerji tesirini etkilediği görülmektedir. Hava yoluyla bulaşan enfeksiyöz bakteri ve virüsler üzerinde yapılan deneysel çalışmalar, bu organizmaların hayatta kalmasının veya enfektivitesinin% 40 ila 70 arasındaki bağıl nemlere maruz bırakılarak en aza

indirildiğini göstermiştir. Alerjenik akar ve mantar varlığının iç mekanda artışı doğrudan bağıl neme bağlıdır. Akar varlığı, bağıl nem% 50'nin altında olduğunda en aza inerken, % 80 bağıl nemde maksimum boyuta ulaşmaktadır. Çoğu mantar türü, bağıl nem% 60'ı geçmediği sürece büyüyemez. Bağıl nem, iç mekân yapı malzemelerinden formaldehitin gaz salma hızını, kükürt ve azot dioksitten asit ve tuz oluşum oranını ve ozon oluşum hızını da etkiler. Bağıl nemin, alerjenlerin, patojenlerin ve zararlı kimyasalların bolluğu üzerindeki etkisi, iç mekân bağıl nem seviyelerinin iç mekân hava kalitesinin bir faktörü olarak kabul edilmesi gerektiğini düşündürmektedir. Bağıl nemden kaynaklanan olumsuz sağlık etkilerinin çoğu, iç mekân seviyelerini% 40 ile 60 arasında tutarak en aza indirilecektir. Bu, kışın soğuk kış iklimi olan bölgelerde nemlendirme gerektirir (Arundel vd. ,1986).

Kerpiç yapılar yeni yapıldıkları dönemlerde de nem dengesi sağlayarak insanlara sağlıklı bir ortam sunabilmektedir. Kerpiç inşaatı sırasında da geleneksel yöntemde kurutulmuş kerpiç blokları kullanıldığı için ve diğer tokmaktama veya püskürtme yöntemlerinde de karışıma çok az miktarda su ilave edildiği için yapı inşaatı sırasında da çok ıslak değildir. Toprağın fazla nemi hızlıca bünyesinden atma özelliği ve kerpicing nefes alma özelliği sayesinde kullanıcı için hızlı bir şekilde uygun nem dengesine ulaşabilmektedir. Yapı kullanımı sürecinde ise kerpiç yapılar yalıtılmış bir kutu gibi nefes alma ve buhar difüzyonu özelliklerini yitirmediği için iç mekânda kuru, nemsiz bir ortam değil aksine ideal bir hava konforu sunmaktadır.

5.2.5 İç Mekân akustiğini ve ses yalıtımını (Ses Altı Titreşimleri Dâhil) optimize etmek

Yapılarda uygun olan fizik ortamın, bir başka deyişle, türlü yönlerden gerekli olan konfor koşullarının oluşturulmasında ses de benzeri diğer fizik etkenler gibi önemli rol oynar. Mekân içerisindeki ses seviyesi mekânın algılanma biçimini değiştirir. İşitsel açıdan gerekli konfor koşulları sağlanmadığında ve gürültü kabul edilebilir düzeyleri geçtiğinde insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler oluşur (Kutlu, 2018).

Gürültünün insanları hasta edebileceği bilinmektedir (Şekil 5.3). Nobel ödüllü Robert Koch 100 yıl önce "*Bir gün insanlar kolera veya veba kadar gürültü ile mücadele etmek zorunda olacaklar*" ifadesini kullanmıştır.



Şekil 5.3. Ses kirliliği (Url-53)

Hoş sesler yatıştırıcı veya uyarıcı olup memnuniyetle karşılanırken, gürültü günlük hayatta yaygın bir sorundur. Yapılarda oluşan veya dışarıdan gelen gürültü ve gürültüye bağlı titreşimler, kullanıcılarda hem fiziksel hem de psikolojik olarak rahatsızlık yaratabilir. Günümüzde kentlerde yaşayan insanların ~%75'i, evlerindeki gürültü ortamından yakınmaktadırlar. Bu insanların ~%10'u da bir rahatsızlık düzeyinde ya da işitme sorunu yaşamaktadır. Nüfus yoğunluğu ve trafik arttıkça, endüstri bölgeleri genişledikçe ve anakent yaşantısında bireylerin düşünmeden yaptıkları gürültü, ses ve titreşimlerin sağlığımız üzerindeki olumsuz etkilerinden kurtulmamız mümkün görünmemektedir. Diğer bir gerçek de şudur ki, yoğun sanayileşmenin yaşandığı günümüzde konu ile ilgili normların belirlenmesinde insanın işitmesine dair değerler değil, endüstri ürünlerinin akustik şiddetleri temel alınmaktadır. Bu durum da özellikle endüstri bölgelerinde bulunan nüfus için katlanılamayan, rahatsız edici etkiler doğurmaktadır.

Endüstri dışında, sokak gürültüsü 90 dBA'ya ulaşarak kalp stresine neden olabilmektedir. Desibel hacmi artınca yavaş yavaş gözün gözbebekleri büyür ve cilt solgunlaşır. Özellikle çocuklar, yüksek gürültü girişleri nedeniyle yüksek tansiyondan muzdarip olabilirler. Aritmetik ve problem çözme ile başa çıkmada

zorluk yaşayabilirler. Gürültü ve titreşimden kaynaklanabilen birçok hastalık vardır. Bunlar:

Biyolojik sorunlar; işitme kayıpları, solunum sistemi sorunları, kan basıncının artması, cilt direncinin zayıflaması, refleks zayıflıkları, göz bebeğinin büyümesi, hormonal dengenin bozulması ve düşük doğumlardır (Kutlu, 2018).

Psikolojik sorunlar; yorgunluk, gerginlik-sıkıntı, uykusuzluk, saldırgan davranışlar, dikkatin dağılması, sinirsel gerilim, nevroz olarak sıralanabilir (Kutlu, 2018).

Bunun dışında ses ve titreşimler özellikle küçük yaştaki çocuklarda davranış bozukluklarına, gerginliğe, saldırgan davranışlara, hoşnutsuzluğa, yaşamaktan korkmaya ve yoğunlaşma eksikliğine yol açmaktadır. Fareler üzerinde yapılan deneyler, gürültüden kaynaklanan stres ortamında kanserin iki katına çıktığını göstermiştir.

İnsan metabolizmasının ses ve titreşim yoğunluğuna alışması, biyolojik adaptasyonu mümkün değildir. Aksine, artan gürültü nisbetinde hassasiyetimiz de artarak, çalışma performansımız düşmekte, öğrenmede azalma görülmekte ve hafızada zayıflık başlamaktadır.

Gürültünün kaynağı rüzgâr, trafik, ağır inşaat sesleri, havalandırma ve ısıtma sistemlerinden gelen istenmeyen sesler olabilir. İnsanlar ayrıca düşük frekanslı seslerden de bilinçli olarak algılamasalar da rahatsız olurlar. Yapılarda kullanılacak ses yalıtımı ve sese karşı özel tasarlanmış yalıtımlı pencerelerle gürültüye karşı önlem alınabilir. Gürültüyü saptırmak ve absorbe etmek için bir dizi yöntem kullanılır.

Bu yöntemler binalarımızı inşa etme şeklimiz ve bariyer kullanımımızdır. Ayrıca çatıların da gürültü emici özelliği vardır.

Ses seviyesini tanımlamak için birim olarak desibel (dB) kullanılır. İnsan kulağının sesleri nasıl yorumladığına karşılık gelen farklı frekanslar bu şekilde ölçülendirilir.

Kerpiç ses geçirimsizliği konusunda oldukça iyi bir malzemedir. Kerpiğin bir diğer avantajı ses yalıtımıdır (Binici vd, 2008). Kerpiç karışımına yapılan organik ilavelerin, kerpicingin mekanik özelliklerini korunmasıyla birlikte, kil gövdesinde gözenek oluşturma için etkili olduğu bulunmuştur. Bilindiği üzere gözeneklilik ses yalıtımı için olumlu bir etki sağlar. Ayrıca kerpiç yapı içerisinde bağıl nem % 40 ve üzerinde tutulabildiği için, müzik aletleri nemli ortamda daha az dalgalanma yapar ve akustik açıdan da uyum içinde kalma olasılığı artar. Kerpiç yapılarda duvarların kalın yapılması da ayrıca ses yalıtımı sağlama konusunda bir diğer olumlu faktördür.

Kerpiç evler mükemmel akustik özellikler sunar. Toprak, yapılarda hem ses yansımalarını dağıtır hem de sesi dışarıdan veya odadan odaya etkili bir şekilde engeller. Kerpiç evler, dış dünyadan sessiz, sık sık göz ardı edilen bir değer olan sakin bir iç ortam üretecektir.

Morton (2008) 16 inç sıkıştırılmış bir toprak tuğla duvarın, 46 db ila 57 db'lik bir ses azaltma endeksi ortaya koydu (ses yalıtımı). 40-50 db (akustik özellikler) akustik zayıflama katsayısına (500Hz'de test edildi) sahip olduğunu ortaya koydu (Minke 2000). Toprağın bu özellikleri sıcak tropikal ortamın güvenli olmayan, rahatsız edici ekonomisinde oldukça arzu edilir.

5.3 Sağlıklı iç mekan iklimi

5.3.1 Uyarıcı ve zararlı maddeleri azaltmak ve yeterli taze havayı sağlamak

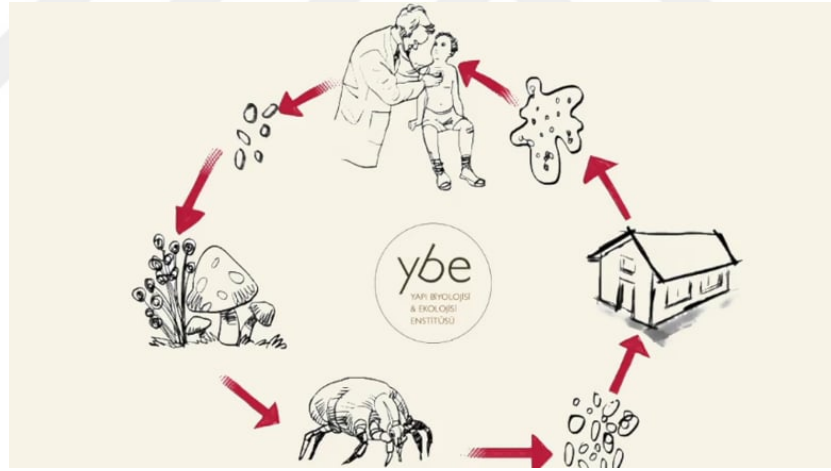
İçerisinde yaşamakta olduğumuz yapıları üçüncü cildimiz olarak tanımlamak mümkündür. Kıyafetlerimiz bizim ikinci cildimizdir. Her üçü de (cildimiz, kıyafetlerimiz ve yapılar) bizi dış etkilerden korur. Tıpkı cildimizin vücut ısımızı muhafaza etmesi; nefes alıp vermesi, nem ve havanın emilimi ve serbest bırakılması ve kirleticilerin filtre edilmesi gibi yapı da bizleri dış çevreye karşı koruyan üçüncü bir cilt, bir kabuktur.

Sağlıklı bir cilt, dış ve iç arasında sürekli değişim anlamına gelir. Sentetik giysiler nedeniyle terleme, yapışkanlık ve koku hissi rahatsız edici olduğu gibi daha da ileri boyutta hastalanma nedenidir. Nefes almayan yapılar da tıpkı sentetik kıyafetler gibi insan sağlığını tehdit eder. Sağlığı tehdit eden bu duruma karşı yapı oluşumunda nefes alabilen malzeme seçimi bir öncelik olmalıdır.

Bu hususta kerpici değerlendirecek olursak nefes alabilen, nem seviyesi ayarı ve kirleticilerin filtrasyonu konusunda en iyi yapı malzemesidir. Kerpici oluşturan topraktaki dane boyutlarının doğal boşluklu yapısı nedeniyle havanın sürekli iç ve dış mekân arasında değişimine izin veren bir ortam sağlar. Hem yapısal hem de son kat yapının “nefes alma” yeteneği olan kerpiç yapılarda hem iç hem de dış emilim gösteren duvarlar sayesinde, havadan kaynaklanan toksik filtreleme ve etkisizleştirme sağlanmaktadır.

5.3.2 Sağlığa zararlı küf ile maya mantarlarını, bakterileri, toz ve alerjenleri önlemek

Yapı oluşumunda kullanılan malzemelerde, malzemenin bileşimi ve yapısından kaynaklanan, biyolojik etkiler söz konusu olabilir. Bazı yapı malzemeleri üretilirken, uygulanırken ve kullanılırken çevreye çeşitli parçacıklar, gaz ve buhar yayarlar veya zararlı mikroorganizmalara, küçük hayvanlara yaşayabilecekleri ortamlar oluştururlar (Şekil 5.4). Bazıları da bileşim veya karışımlarındaki zararlı maddeleri dokunma ile çevreye iletirler.



Şekil 5.4. Sağlığa zararlı iç mekân kirleticileri (Url-54)

Zehirli maddelerin oluşumu; yetersiz havalandırma, aşırı nem veya mikrop üreten ve dağıtan havalandırma sistemleri nedeniyle de olabilir. İç ortamın zararlı buharları, parçacıkları, radyoaktiviteyi, bakterileri, virüsleri ve mantarları desteklediğinde mekân içerisinde rahatsız edici bir koku oluşumu da söz konusu olacaktır. Sürekli devam eden kötü koku fizyolojik açıdan da sağlığı olumsuz etkileyecektir. Tüm bu sıralanan ve sağlığı tehdit eden faktörlerin önüne geçebilmek; iç ortamın hava kalitesini ayarlamak ve hava kirleticilerini

filtrelemek ve etkisizleştirmek için su buharı ve hava difüzyonuna izin veren yapı malzemeleri kullanılmalıdır.

Kerpiç yapı malzemesi bu hususta değerlendirilecek olursa;

Kerpicin gözenekli oluşumu hava difüzyonunu sağlama açısından oldukça elverişlidir. Yapı sıkıca kapalı olsa dahi kerpiç duvarların nefes alabilme özelliği sayesinde, kirlenen, kullanılan hava sürekli yenisiyle değişim halindedir. Ayrıca kerpicin havayı filtreleme gibi mükemmel bir özelliği de bulunmaktadır. İç mekânda sigara dumanı ve benzeri, ortama salınan kirleticileri, zararlı gaz ve buharları filtreler. İyi hava değişimi ve kerpicin higroskopik özellikleri sayesinde mekânda bakteri, virüs ve mantarlar oluşmaz. Mekânda sağlanan uygun nem düzeyi ve kuru ortam sayesinde küf gibi kimyasal koku yayıcılar oluşmaz. İç mekân kirleticileri rahatsız edici olabilir veya maruz kalan insanlar için sağlık sorunlarına neden olabilir. Küf sağlığın yanı sıra bina yapısını da etkileyebilir. Kerpicin küf oluşumuna imkân vermemesi nedeniyle, küf bina yapısını tehdit edebilecek bir unsur olamaz.

Kerpiç yapılarda bu konu ile ilgili bahsedilebilecek tek dezavantaj, geleneksel usulde üretimi yapılan kerpiç yapılarda toz oluşumu olabilir. Bilindiği gibi, toz akarları yüksek tozlu alanlarda bol miktarda bulunur. Ancak günümüz modern kerpiç yapım tekniklerinde, kerpiç karışımına katılan alçı, kireç gibi malzemeler bu durumun oluşumunu önlemektedir. Ayrıca hazır nefes alabilen alçı pano kullanımı da bir diğer çözüm şekli olabilmektedir.

5.3.3 Nötür ya da iyi kokan malzemeleri kullanmak

İç ortamın hava kirleticilerini filtrelemek ve etkisizleştirmek için hava difüzyonuna izin veren yapı malzemeleri seçilmelidir. İç mekânda kötü koku oluşumuna da neden olan küf ve mantar sağlığın yanı sıra bina yapısını da etkileyebilir. Kötü kokan bir ortamın insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olduğu bilinmektedir. Küf ve mantar dışında bazı yapı malzemeleri de ortama saldıkları gazların sağlıksız olması ve kötü kokması nedeniyle rahatsız edici olabilir.

Araştırmalar, iç mekân hava kalitesi ve solunumun, kardiyovasküler ve otoimmün hastalıklar gibi belirli sağlık koşulları ile önemli bir ilişki

gösterdiğinden, iç mekân hava kalitesi sağlık mesleğinde birçok kişi için yeni bir odak noktası haline gelmiştir (Schulze vd, 2017). İç mekân kirleticileri rahatsız edici olabilir ve ciddi belirtilere ve hatta hastalığa neden olabilecek olumsuz sağlık etkilerine yol açabilir. Hava kirleticiler vücudun solunum sistemi, bağışıklık sistemi, deri ve mukus zarları, kardiyovasküler sistem, karaciğer, böbrekler ve gastrointestinal gibi belirli bölgelerini etkileyebilir. “Evinizin havasında ne varsa vücudunuzda da o biter” ifadesi bu durumu çok iyi ifade etmektedir. Hava kirleticilerin büyüklüğü, şekli ve kirleticiye maruz kalınan süre de dâhil olmak üzere sağlık üzerindeki farklı şiddette etkiler oluşturur.

Hemen hemen her evde kötü kokuyu baskılamak, iç mekânda güzel koku elde etmek amacıyla veya temizlik ürünü olarak kullanılırken aynı anda güzel koku etkisi yapması için spreyleyler tercih edilir. İçerdikleri terpen, hidrokarbonlar, terpen alkoller ve diğer ilgili doymamış bileşiklerle duyuşal tahriş, solunum rahatsızlıkları, akciğerlerin işlev bozukluğu gibi potansiyel olarak ciddi sağlık etkilerine sahip olabilir ve merkezi sinir sistemine zarar verebilir. İnsanların mekânlarda güzel koku istemesi ve bunu doğal yollardan uygulaması da mümkündür. Zehirli oda spreyleyleri yerine güzel bir öneri, evlerde uçucu yağlar kullanmak olabilir. Uçucu yağlar, bitkilerden ekstrakte edilen ve çok miktarda iyileştirici özellik içeren doğal organik bileşiklerdir. Oda spreyley yerine kişisel ortamları tazelemek için uçucu yağların kullanılması, evlerin havasını zararlı kimyasallar ve havadaki tahriş edici maddelerle kirletmekten kaçınmakta yardımcı olacaktır. Ancak yine de öncelikli ve önemli olan, yapı içerisinde kötü koku oluşumuna imkân vermeyen nefes alabilen, doğal havalandırmalı yapı çözümleri olmalı, mekân içerisinde farklı, güzel koku etkisi kullanıcının keyfine bırakılmalıdır.

Uzun süreli bir kokuya maruz kalma, koku yorgunluğuna neden olur (Şekil 5.5). Koku alma yorgunluğ, havadaki bileşiğe uzun süre maruz kaldıktan sonra belirli bir kokuyu ayırt etmede geçici, normal yetersizliktir (ASHRAE, 2005). Yüksek koku alanından ayrıldıktan sonra hassasiyet zamanla geri yüklenir. Koku yorgunluğ terimi, yapı biyolojisi kapsamında iç mekân hava kalitesinin araştırılmasında, örneğin tütün ve temizlik maddelerinden gelen

kokuların algılanmasında kullanılır. Koku tespiti belirli kimyasallara maruz kalmanın bir göstergesi olabileceğinden, koku alma yorgunluğu aynı zamanda kişinin kimyasal tehlikeye maruz kalma konusundaki farkındalığını da azaltabilir. Koku almanın uyarıcı olduğu böylesi durumlarda farkında olmadan uzun süre kimyasallardan etkilenme durumu söz konusu olabilir.



Şekil 5.5. Koku alma yorgunluğu (Url-55)

Kötü koku belirtileri olarak da adlandırılan kakosmi, insanların hoşnut olmadıkları ya da kötü olarak nitelendirdikleri kokuların algılanması sonucunda ortaya çıkan biyolojik ve psikolojik sağlık sorunlarıdır ((Balanlı ve Darçın, 2012). Araştırmalar kötü kokunun insanda, baş ağrısı, baş dönmesi, mide bulantısı, yorgunluk, halsizlik, dikkatsizlik, kaygı, iştahsızlık, gerginlik ve hatırlama güçlüğüne neden olabileceğini göstermiştir.

Nefes alabilen yapı malzemeleri, iç mekân iklimini kötü kokulardan, kimyasal birikimden, nemden ve küflerden uzak tutmaya yardımcı olur. Bazı iç mekân bitkileri de havadaki kirleticileri emebilir.

Kerpiç yapı içerisinde koku barındırmayan bir malzeme, ekolojik olarak dosttur. Nefes alabilme özelliğine de sahip olan kerpiç kötü koku oluşumuna ve mevcudiyetine izin vermez. Ayrıca kerpiç yapılarda nefes alabilme ve bağıl nem özelliği sayesinde kötü koku oluşumuna neden olan küf ve mantar oluşmaz. Temel karışımında herhangi bir toksik veya endüstriyel bileşen içermediği için, birçok modern inşaat malzemesinde olduğu gibi kötü kokuya neden olan gaz salınımı riski yoktur. Mekân içerisinde sigara dumanı veya benzeri koku ve hava kirleticileri emerek iç mekânda ferah bir etkiyi sürekli

kılar. Aslında, yararlı ömrü sona erdiğinde, kerpiç basitçe geldiği yeryüzüne geri dönebilir.

5.3.4 Elektromanyetik alanları ve dalga boylarını minimize etmek

"Elektrik yükünün etrafında oluşan elektrik alanla, bu yüklerin hareketi ile meydana gelen manyetik alanın birleşerek oluşturduğu alana "elektromanyetik alan" denilmektedir" (Korur vd. 2011). Elektromanyetik alanlar doğal manyetik alanlardan çok daha güçlüdür ve vücudun uyum sağlayamadığı ve sağlık sorunlarına neden olan formlardadır. Bu sebeple tasarımlarda teknik elektromanyetik parazitlerden arındırılmış binalar oluşturmaya dikkat edilmelidir. Yapılarda doğal iyonizasyon dengesi korunarak, doğal manyetik alanlara ve faydalı kozmik ve karasal radyasyona imkân verilmelidir.

Birçok modern yapı malzemesi kozmik ve karasal radyasyonu engeller veya bozar; sentetik yüzeylerle aşırı pozitif iyonlar ve statik yükler oluşturulması, cihazlar ve kablolar teknik elektromanyetik parazitlerin ana kaynağıdır. Ayrıca bazı yapısal malzeme kullanımında da elektriksel kirlilik oluşumu önlenmesi için dikkat edilmesi gerekir. Basit bir örneği; çatı yalıtım malzemesi olarak kullanılan cam yünü levhaların yüzeyinin kaplanmasında alüminyum folyo kullanılmaktadır. "Bu yapı ürünlerinin topraklanmadığı durumlarda, yakın çevreden geçen yüksek veya düşük gerilim hattının neden olduğu elektromanyetik alandan etkilenmekte ve bir anten gibi çalışarak yapı içindeki havayı kirletmektedir" (Topar, 1996).

Toprak alanları faydalı olmasına karşın fay hatları ve yeraltı akımları tarafından bozulabilir ve yeraltı kaynaklı bu etki dünyanın yüzeyinde yoğunlaşmış ve zararlı miktarlarda görünebilir. Bu stres bölgelerinden birinin üzerinde uzun yıllar boyunca veya yüksek elektrik veya manyetik alanlarda yaşamak özellikle de yatak odalarının bu alanlara denk gelmesi hastalığa neden olabilir. İnsanlar günümüzde sağlıklarının her zamankinden daha fazla farkındadırlar ama ne yazık ki, bağışıklık sistemine son derece zararlı olabilecek ve üzerinde kontrolümüz olmayan bazı doğal etkiler vardır, örneğin Jeopatik Stres (GS). Giderek artan bir şekilde elektromanyetik strese (ES) neden olan zararlı insan yapımı Elektromanyetik alanlarla çevrili halde yaşanmaktadır.

Dünyayı dev bir elektro-mıknatıs gibi düşünülürse, radyasyon dalgaları dünyanın çekirdeğinden sızdığında ve hızlı akan yeraltı akışları, mineral yoğunlaşmaları veya fay hatları gibi diğer doğal elektromanyetik olayları ikiye ayırdığında GS oluşur.

Negatif toprak ışınları, vücudun doğal biyoritmini etkileyerek ve hasta bina sendromuna neden olan binalar yoluyla yükseldikçe zararlı olurlar. Sağlık üzerindeki etki, uykusuzluk ve sinirlilikten ciddi psikolojik ve fiziksel hastalıklara kadar etkili olabilir.

Kerpiç yapılar bu konuda toprağın teknik elektromanyetik etkileri baskılaması, bir anlamda topraklama oluşumu konusunda avantaj sağlar. Ancak yine de yeraltı kaynaklı etkileşimlere karşı tedbirli olunmalı mümkünse bu bölgelerde yapılaşmaktan kaçınılmalıdır.

Yapı oluşumunda, teknik elektromanyetik alanların yayılmaması için gereken önlemler dikkate alınırken havadaki doğal elektriksel alanın korunması da sağlanmalıdır.

Gezegemizde yaşayan tüm canlılar, havadaki doğal elektriksel ve manyetik alanların olumlu etkileriyle canlılıklarını sürdürmektedirler. Yani elektroiklimsel bir denge söz konusudur. Ancak bazı etkiler bu dengenin bozulmasına neden olmaktadır.

Evlerde kullanılan elektrikli cihazların ürettiği manyetik alanlar da konfor şartlarını ciddi anlamda etkileyen bir unsurdur (Ekinci vd, 2004).

Yapı içerisinde de doğal ve yapay olarak sınıflandırılabilen iki tür etki, doğal elektriksel alan dengesinin bozulmasına neden olur. Yapı malzemeleri kaynaklı olan elektriksel kirlilik doğal, elektrikli aletler gibi teknik kaynaklı olanlar ise yapay elektriksel kirlilik olarak nitelenmektedir. İç mekânlarda kullanılan sentetik ve plastik kaplama malzemeleri gibi ürünler, statik elektriklenme ile elektrostatik alan oluşturarak elektrik alan kirliliği oluşturmaktadır. Elektrikli cihazlar, bilgisayar, mikrodalga, televizyon vb ürünlerin çalışması veya çalışmadan fişte takılı olmaları da yapay elektrik alan kirlenmesine neden olmaktadır. Elektrikli cihazların vb ürünlerin oluşturduğu elektriklenme

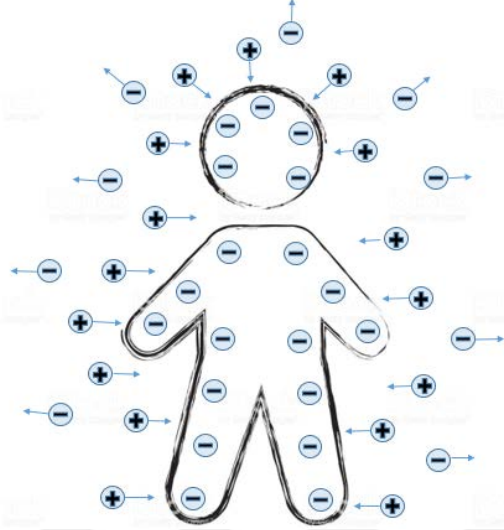
topraklama yolu ile nötürlenirken, statik elektrikleme de bu yöntem kullanılamaz. Statik elektrik elektriğin sabit durumudur ve bir cismin bir başka bir cisimle etkileşimi sonucu yüzeyinde oluşan elektrik dengesizliğidir. İki zıt yüklü cisimde birbirini çekme durumu oluşur ve hava aracılığıyla yük boşalımı olur.

Hava pozitif ve negatif iyonlarla yüklüdür. Her elektrik kaynağı, şebekeler, jeneratörler ve piller de dâhil olmak üzere, elektrik alan oluşturur. Anahtarı kapalı fişe takılmış bir cihaz da olsa yine bir elektrik alan oluşturur. Dolayısıyla, elektrikli cihazlar veya sentetik yüzeyler nedeniyle çok fazla pozitif iyon havadaki yük dengesini bozar. Fırtına öncesi pozitif yüklenen ve yıldırımla dengeye gelen havada elektriksiz rahatlama hissedilir. Tıpkı sentetik bir yüzeyde sürtünmeyle oluşan statik enerjinin yüzeye dokunulduğunda bir akım oluşumuyla dengeye gelmesi gibi düşünülebilir. İç mekânda da bitkiler havadaki negatif iyon dengesinin sağlanmasında çok yararlıdır. Toprak iyonizasyon konusunda çok önemli bir malzemedir. Bilindiği üzere günümüz dünyasında telefon, televizyon, bilgisayar, mikrodalga ve elbette wi-fi gibi sahip olduğumuz tüm cihazlardan gelen elektromanyetik radyasyon (EMF'ler) ile sürekli olarak aşırı yüklenmekteyiz. Yaşadığımız bu sürekli EMF akışı, zamanla vücudumuz için zararlı serbest radikallerin ve pozitif elektronların birikmesine neden olur. Ancak toprağa dokunmak veya çıplak ayakla toprakta yürümek vücutta biriken elektrik yüklerini dengeleyecektir.

Oksijen vücudumuzdaki elektron alışverişine bağlı olarak önemli bir düzenleyici role sahiptir. Vücudumuzun ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için soluduğumuz oksijenin negatif yüklü olması gerekir. Bu nedenle, bulunduğumuz mekânlarda düzenli bir havalandırma sağlanması ve iç mekânda negatif yüklü oksijen miktarının artırılması gerekir (Url-56). İnsan vücudunda hastalığa neden olan serbest radikaller pozitif yüklüdür. İnsan vücudunda elektrik yükleri nedeniyle denge bozulur ve toprakla temas, topraklama gerekir.

Statik elektrik, "durgun elektrik", elektriğin sabit durumunu ifade eder ve çevredeki malzemelerle etkileşime giren malzemenin yüzeyindeki elektrik dengesizliğidir (Anaç ve İncesakal, 2018).

Statik elektrilk sadece cihazlarda değil insan vücudunun yüzeyinde de biriken elektrik yüküdür. Her zaman olur, ama yün benzeri giysiler insanın üzerindeki elektrik yükünü arttırmaktadır. Bu elektrik toprağa iletilemezse (kauçuk, plastik türevi tabanlı ayakkabılar) insan üzerinde gerilim artar ve iletken bir maddeye ilk temasda bir boşalma olur (Şekil 5.6).



Şekil 5.6. İnsan üzerindeki elektrik yükünün değişimi (P. Öztürk, 2020)

Statik elektrik depolanamayan kullanılamaz bir enerji kaynağıdır. Bu enerjinin fazlası binaya zarar verir ve insanlar için zararlıdır. Bu nedenle, inşaatlardan ve insan vücudundan uzak tutulmalıdır (Anaç ve İncesakal, 2018).

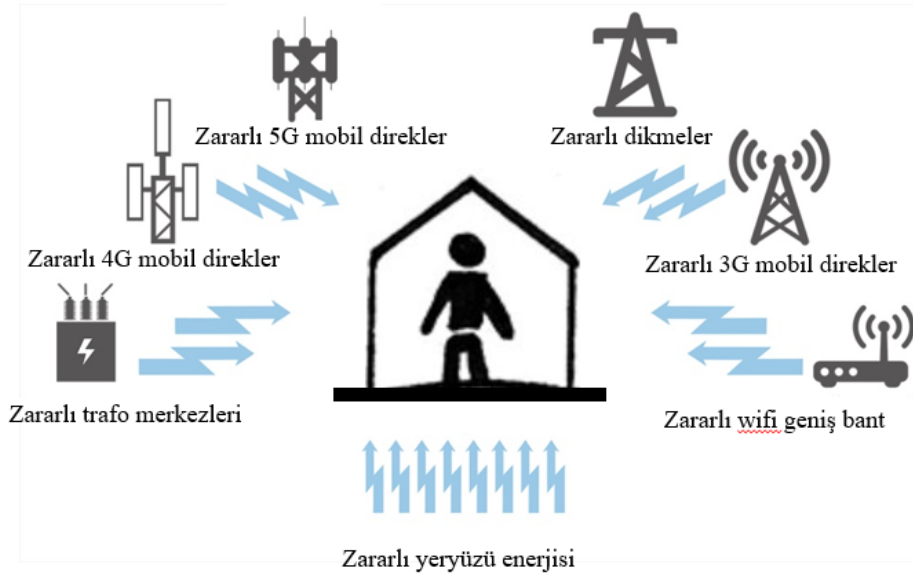
İnsan vücudu sanılanın aksine çok güçlü ve inanılmaz bir şekilde uyku esnasında kendi kendini tamir edebilen, yenileyebilen, gençleştiren bir sisteme sahiptir. Yalnız bunu yapabilmesi için kendi iç elektrik sistemini kullanması gerekir. Sistemde elektriksel uyarılar beyin tarafından üretilir ve hücreler arası iletişim için kullanılır. İnsan vücudu esas olarak mineral içeriği yüksek su kütlesinden oluşur ve bu oluşum da yüksek elektriksel iletkenlik sağlar. Ancak vücut sistemi dışından gelen ve vücut sisteminden binlerce kat fazla olan elektriksel alanlar ve bu alanlara sürekli maruz kalma, vücut işleyişini bozar ve hastalıklara neden olur. Bu nedenlerden ötürü özellikle de uyku alanlarında gereksiz ve fazla elektriksel alan oluşumunun önüne geçilmesi gerekir. Yatak ve elektrik hatları arasında sadece bir metre mesafe bile alan gücünü % 90 veya daha fazla azaltabilir (Maes, 2015).

Yapı içerisindeki elektrik hatlarının oluşumunda kullanılan kabloların da korunmalı, topraklanmış kablolar olması çok önemlidir. Çünkü topraklanmamış kablolar, topraklanandan on kat daha güçlü elektrik alan oluşumuna neden olmaktadır.

Elektriksel kirliliğe maruz kalma süresi ve etki alanın şiddetine bağlı olarak oluşan sağlık sorunlarının başında beyin aktivitelerinin etkilenmesi gelir. Bu etkileri uzun süre yaşayan insanlar; baş ağrısı, dikkat dağınıklığı, uyku problemleri, halsizlik, yorgunluk, sinir hali, korku, kalp rahatsızlığı, bağışıklığın zayıflaması, hormon bozukluğu, depresyon, denge bozukluğu, metabolizma bozukluğu, beyin tümörü ve lösemi gibi hastalık oluşumu riski taşırlar.

Bu tür doğal ve yapay elektriksel kirliliğin önüne geçilebilecek en iyi yapılaşma doğal malzeme kullanımı ile mümkündür. Bu konuda doğal malzemeler içerisinde toprak en ideal olanıdır. Bilindiği üzere elektrik akımının zarar vermemesi amacı ile topraklama yapılır. Metaller hariç hiçbir organik veya inorganik malzeme kuru iken iletken değildir. Toprak da kuru iken iletken değildir. Ancak killi toprak yapısal özelliği nedeniyle hep ıslaktır. Kerpiç yapıda, kerpicingin ihtiva ettiği kil içeriği nedeniyle duvarlar kuru olmasına rağmen nem difüzyonu nedeniyle her daim bir miktar nem barındırmaktadır. Dolayısı ile kerpiç yapı sürekli iletkenlik halindedir. Yani toprak bir yapı içerisinde bir anlamda topraklama etkisi yaşanmaktadır. Bina biyolojisine göre ideal bir ev ortamı doğal bir iyonlaşma dengesi sağlamalı, insan kaynaklı elektromanyetik alanların etkisini azaltmalı özellikle yatak odasında uyurken ideal olarak sıfırlanmalıdır. Toprak yapı türü olan kerpicingin mekânda statik elektrik oluşumuna neden olmaması, bir yandan da yapıda, iç mekânda kullanılacak malzemelerin de statik elektrik alan oluşturmayacak nitelikte uygun ölçütlerde seçilmesi gerekir. Teknik elektrik alt yapı yine uzman desteği ile uygun şekilde oluşturulmalıdır. Böylece ideal ve sağlıklı elektroiklimsel hacim, kerpiç malzeme ile elde edilebilir. Kerpiç yapılar statik elektriğe maruz kaldıklarında kerpicingin ana bileşeni olan toprak gibi davranabilir ve statik elektriği insan vücudundan uzaklaştırarak daha sağlıklı bir elektroiklim oluşturur.

Yapı içerisinde oluşan veya dış çevre kaynaklı elektrik alanlar, dalgalar ve radyasyon canlılar üzerinde çok fazla olumsuz etkiye sahiptir (Şekil 5.7).



Şekil 5.7. Dış çevre kaynaklı ve iç mekânda oluşan dalga ve radyasyon kaynakları (Url-57)

Canlıların sağlıklı yaşayabilecekleri ortamlar için, hayati önemi olan kozmik- arzi radyasyonun değişime uğramaması gereklidir.

Derin uzaydan etki eden kozmik radyasyonun etkisi tam olarak bilinmemektedir, bazıları yararlı olabilir, bazıları oldukça zararlı olabilir. Ancak güneşten gelen kızılötesi ışınlar (ısı) yeryüzündeki canlılık için kesinlikle gereklidir.

Kozmik yalıtım ortamında canlılar ölür. Prof. Bose'nin Hindistan'da yaptığı deneylerde bitkiler seralarda daha zayıf düştüğünden, düşük elektriksel uyarımlara dahi direnç gösteremeyerek çürümüşler, aynı dozajdaki elektriksel uyarımlara maruz bırakılan açık havadaki çiçekler ise normalin üzerinde bir gelişim göstermişlerdir (Akman, 2013).

Betonarme karkas ve çelik yapılar sıkça "faraday kafesine" benzetilir. Atmosferik radyasyonların perdelendiği bu iç mekânlarda sıfır-potansiyel şartları oluşur ki, bu da sadece doğadaki doğru alanları değil, diğer hayati önemi olan, manyetik alanları, düşük frekanslı elektriksel alternatif alanları ve

hakkında az bilgi sahibi olduğumuz kozmik-arzi radyasyonları da kapsar (Akman, 2013).

Mikrodalgalardan özellikle andokrin güdümler etkilenir ki, bu da tüm organizma düzeninin bozulmasına (yanlış programlanma) yol açabilir. Böyle durumların ilaçla önüne geçmeye çalışmak, kısır bir belirti tedavisinden başka bir şey değildir. Olası bir çıkış yolu ise biyolojik yapı yönelimli bir konut değişimi olabilir.

Dünyanın canlılar için yararlı olan kendi statik manyetik alanı vardır. Manyetik etkileşim insan vücudunda da hücre zarlarında madde alışverişlerini mümkün kılarak, hücrenin atık maddeleri ve toksinleri bünyesinden uzaklaştırıp su, besin maddeleri, oksijen ve gerekli mineralleri alarak işlevinin uygun bir seyirde ve canlılık içinde sürdürülmesini mümkün kılmaktadır. Uzaya gönderilen astronotlarda görülen ve haftalarca sürebilen yorgunluk, adale ağrısı, baş ağrısı ve dönmesinin nedeni sonraki yıllarda yapılan kapsamlı araştırmalar sonucu elde edilen bulgulara göre dünyanın manyetik alanının eksikliğinden kaynaklandığı belirlenmiştir. Uzay koşullarında manyetik alan “sıfır” olduğu için hücre zar transferleri de gerçekleşemeyeceği için böyle sorunlar yaşanmıştır (Yılmaz, 2014 Url-58).

Bu bağlamda, yapılarda dikkat edilmesi gereken hususların başlıcaları şunlardır:

- 1- Çelik levhalar gibi malzemeler nedeni ile topraktaki manyetik alanların, manyetik ekran etkisine uğramamaları gerekir.
- 2- Yapı inşasında veya tesisatında kullanılan, demirli beton, çelik taşıyıcılar, tesisat boruları, demir, ısıtma sistemleri gibi elemanlar nedeni ile doğal manyetik alanlardan kaynaklanan kirlilikler oluşturmaktadır. Manyetik alanlara ferromanyetik müdahalelerle etkilerinin yönlendirilmesi sağlanabilir. Aksi durumda bu alanlarda maskeleyme yapılabilir veya önlenemiyorsa bu alanlardan uzaklaşılır.
- 3- Elektrik tesisatlarından, evde kullanılan elektrikli araç ve gereçlerden yayılan, yapay manyetik alternatif alanların önlenmesi gerekir.

İnsanlar dünyanın doğal elektroklimatı içinde evrimleşmiştir ve kendi elektriksel uyarıları yer ile uyumludur. Metabolizmamız uyurken dış etkenlere karşı daha hassas olduğundan, içimizdeki manyetik alanın çevremizdeki manyetik alanlar tarafından bozulmamasına önem göstermeliyiz. Bu olumsuz etkilenim, yatak çevresindeki elektrik tesisatına ve yaylı ya da demir taşıyıcılı bir yatak üzerinde uyumaya bile bağlı olabilir.

Yerkabuğunun doğal manyetizmasından en iyi şekilde faydalanan kesimler, toprakla teması yoğun olan kırsal alan insanları veya toprak yapıda hayatını sürdüren insanlardır. Daha uzun ömürlü ve sağlıklı olmalarındaki gizem, bu manyetik alan etkileşimi nedeniyle hücrelerin sürekli canlı ve fonksiyonel olmasında yatmaktadır. Tıpkı temiz ve berrak bir denizde yaşayan balıklar misali aktif bir seyir gösteren bu hücreler, doğanın sunduğu bu koruyucu ve doğal denge durumundan yararlanmaktadırlar. Teknolojiyle birlikte şehir hayatı, insanların toprakla temasını azalttığı gibi elektromanyetik kirlilik ortamı da doğal manyetik alanla olan temasları sonucu kusurlara sebep olmuştur. Kalp krizi yaşlarının 20'li yaşlara düşmesi, bağışıklık sistemlerinin çöküşü, sık hastalıklara maruz kalma, beyin kanamaları sıklıklarında artışlar ve de kanser olgularında görülen tırmanış bu nedenlerle ortaya çıkmıştır (Yılmaz, 2014, Url-58).

5.3.5 sınıma için ışıının sıcaklığını incelemek

Yapılarda dış duvar alanlarında yaşanan ısı kayıplarının fazla oluşu, yüzey sıcaklığının önemine dikkat çekmektedir. İç mekânda sıcak kalmanın sağlıklı ve verimli bir yolu, termal kütle ve ısı yalıtımı ile birlikte iyi bir ısı yayabilen yüzeyden radyan ısı almaktır. Isı yayan yüzeyler bir binayı ısıtmak için idealdir. Çünkü ısı yayan sıcak bir yüzey, sıcaklıktan daha önemlidir.

Konfor sadece sıcak havanın içeride tutulması ile sağlanamaz. Sıcak hava verimli bir ısı şekli değildir ve çok etkili bir şekilde çıkışına izin verilmezse uzun süre kullanılan sıcak ve kirli hava sağlık açısından zararlı olabilir.

Doğal radyan ısıtma ve temiz hava için havalandırma daha sağlıklıdır. Doğal ve elle ayarlanabilen araçlar kullanarak binayı ısıtmak ve havalandırmak, kullanıcı için daha az maliyetlidir ve çevreye de zararsızdır. İyi bir tasarımla, aşırı sıcak


iklimlerinde veya çok kirli ortamlarda hala kullanılabilir güzel bir çözüm şeklidir.

İç ortam hava sıcaklığı gün içinde ve odadan odaya çok radikal değişim göstermemeli ve kullanıcıların sağlığı için uygun değerde olmalıdır. Günlük ve mevsimsel sıcaklık değişimlerini iç mekâna yansıtan oda sıcaklığındaki dalgalanmalar insanları doğa ile uyumlu tutar. Sabit sıcaklıklar uyuşukluğa neden olabilir. Uzun süre soğuk veya sıcakta yaşanırsa rahatsızlık ve sağlık sorunları ortaya çıkar.

Konforlu ve sağlıklı iç mekan sıcaklıkları için uygun değer aralığı $18^{\circ} - 24^{\circ} \text{C}$ 'dir. Yatak odası alanlarında, yaşama alanlarından daha düşük sıcaklıklar tercih edilebilir. Bazı insanlar tarafından daha geniş bir $16^{\circ} - 26^{\circ} \text{C}$ aralığı tercih edilebilir, ancak fazla ısıtılan hava uyuşukluğa neden olabilir. Mekân içerisinde, zemin ve tavan sıcaklıkları arasında 2°C 'den fazla fark olmamalıdır.

Yapıların termik performansını kullanılan malzemelerin özelliği oluştururken, kullanılan bu malzemelerin kalınlıkları da duvar yüzeyinin sıcaklık durumuna etkilidir (Tablo 5.1).

Tablo 5.1. Farklı Malzemelerden Yapılan Duvarlardaki Isı Kaybı Miktarları ve İç-Dış Duvar Yüzeylerindeki Sıcaklık Dereceleri (Kafesçioğlu, 2017)



	BETON (20 cm)	DOLU TUĞLA (19 cm)	DELİKLİ TUĞLA (19 cm)	KÖPÜK BETON (20 cm)	ALKER (50 cm)
ISI KAYBI Q (kcal/m ² C)	72.1	52.8	44.2	36.1	17.2
ISI KAYBININ ALKER DUVARA ORANI	4.16	3.05	2.55	2.8	1
İÇ YÜZEY SICAKLIĞI (C)	9.7	12.5	13.7	15	17.5
DIŞ YÜZEY SICAKLIĞI (C)	-2	-2.4	-2.8	-3.2	-4
İÇ ORTAM SICAKLIĞI (C)	20				
DIŞ ORTAM SICAKLIĞI (C)	-5				

Kerpiç yapıların, mevcut hava koşullarından bağımsız olarak iyi bir enerji yönetimine sahip olduğu söylenebilir. Kerpiç bir yapıda daha az yapay soğutma prosedürü kullanır ve kışın daha az ısıtma gerektirir. Olumlu olarak, bu binaların bu nedenle hem kış hem de yaz aylarında daha konforlu iç mekânlar

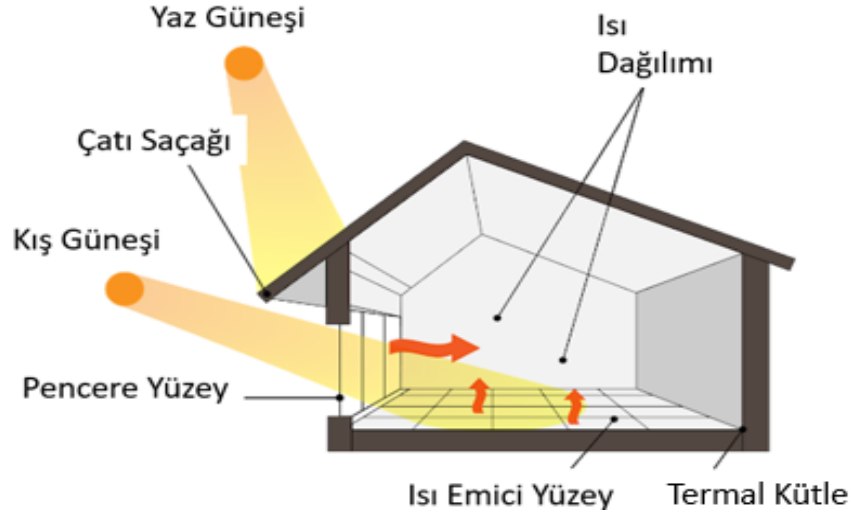
sunduğu bir gerçektir. Ayrıca kerpiç yapılarda Şekil 'de görülebileceği gibi mevsime göre uygun çözümler kullanılabilirse pasif ısıtma veya iç mekân ısı muhafazası ile enerji tasarrufu sağlanabilir. Mekanik ısıtma ve soğutma ihtiyacını azaltmak için güneş enerjisinden faydalanmak en ideal çözümdür. Yalıtım ve gelişmiş havalandırma ekleyerek evde enerji verimliliğini ve konforunu artırır. Pasif bir güneş evinde, güneşin sıcaklığı kışın emilir ve yaz aylarında itilir. Bu ısıtma ve soğutma yöntemi oldukça verimlidir, çünkü ısıyı evin her yerine dağıtmak için güneş enerjisini kullanır.

Pasif güneş bina tasarımı teknikleri, mekanik ısıtma ve soğutmanın ortaya çıkmasından binlerce yıl önce de uygulanmıştır. Tamamen gelişmiş güneş mimarisi ve kentsel planlama yöntemleri ilk olarak Yunanlılar ve Çinliler tarafından kullanılmıştır. Roma hamamlarında güneye bakan geniş pencereler kullanılmış ve güneş ışığının alanları doğal olarak ısıtmasına izin vermiştir. Birçok erken uygarlıkta mimarlar, kışın güneş ışığından ısıyı korumak ve yaz aylarında gölgeyi en üst düzeye çıkarmak için teknikler geliştirmişlerdir.

Pasif güneş enerjisinin çalışması için, bir evin güneye bakan büyük pencereleri, çatı çıkıntıları ve temelden çatıya kadar sürekli olan yalıtımı olmalıdır. Büyük pencereler eğimle gelen kış güneşinden faydalanmak için tasarlanırken, çatı çıkıntıları dik açıyla gelen yaz güneşinin eve girmesini engelleyecek şekilde konumlandırılır. Bir ev, gelişmiş yalıtım sayesinde neredeyse hava geçirmez hale geldiğinde, havalandırması da gerekli hale gelir.

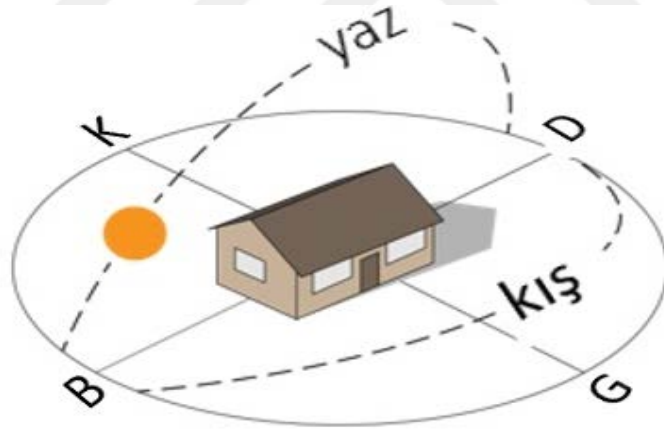
Kerpiç bir yapıda pasif güneş enerjisinin çalışması için evin güneye bakacak şekilde yönlendirilmesi gerekir. Burada pasif bir güneş evi ve güneş arasındaki ilişkiyi görebiliriz (Şekil 5.8).

Tipik bir yaz öğleden sonra, güneşin dik açısı, uzun çatı çıkıntıları nedeniyle evi ısıtamaz. Ancak kışın, güneş ufukta çok daha düşük bir açıda ilerler ve içerideki yüzeyleri ısıtmak için geniş pencereleriyle eve ulaşır.



Şekil 5.8. Pasif Güneş Kontrolü İle Yüzey Isı Etkisi (Url-59)

Güneşin ulaştığı yüzeyler ısınır ve mekânı da ısıtır. Güneş etkisini yitirdiğinde de yüzeylerde depolanan ısı iç ortama yayılır. Bu değişen güneş desenleri nedeniyle, günler kış aylarında çok daha kısa ve yaz aylarında çok daha uzundur (Şekil 5.9).



Şekil 5.9. Mevsime göre değişen güneş etkileri (Url-59)

Yapının yüzey ısıtma için yönü ve yeri önemlidir. Yapının doğu-batı eksenini boyunca yönlendirilmesi ile güneş daha fazla duvar alanına temas edecek ve pasif güneş tasarımı en iyi şekilde çalışacaktır. Böylece, yapı içindeki mekânlarda güneş ve etkileri en iyi şekilde kullanılacaktır.

Ayrıca yön faktörüyle birlikte iklim, hâkim rüzgâr ve topografik özellikler tasarımda doğru bir şekilde kullanılabilirse; doğal ventilasyon, aktif- pasif güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi ve yakın çevreden temin edilebilecek

malzemelerle %30-40'lara varan enerji tasarrufu sağlanabilmektedir (Aytıs ve Polatkan, 2019)

5.4 Çevre, Enerji ve Su

5.4.1 5.4.1 Enerji tüketimini minimize etmek ve yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak

Bir ürün veya sistem yaşama döngüsünün her aşamasında çevreyi etkileri. Bu; hammaddelerin çıkarılması sırasında, imalat, taşıma, kurulum, kullanım ömrü ve geri dönüşüm ve imha sürecindeki etkileri olarak sıralanabilir. Bir bina ömrü boyunca (inşaat, kullanım, söküm) kaynak ve enerji tüketimiyle çevre üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir.

Gömülü enerji, bir ürünün veya sistemin üretimi, tesise taşınması ve kurulması için ihtiyaç duyulan toplam enerji miktarıdır. Yapı ürünleri için, genellikle birim ürün başına megajoules (mj) cinsinden ölçülmüştür. Her zaman yapı malzemelerinin çevresel etkisi ve işlevi dikkatle tanımlanmalıdır. Gömülü enerji, malzeme seçerken dikkate alınması gereken önemli bir faktördür. Nadiren bakılan bir ölçüttür ancak bir malzeme ne kadar enerjiyle üretilirse o kadar pahalıdır. Isıtma ve soğutma faturalarına bakılır, ancak üretimin enerji maliyetlerine çok az dikkat edilir.

Daha az malzeme kullanmak kaynak tasarrufu sağlar. Yerel kaynaklı ürünler nakliye için daha az enerjiye ihtiyaç duyar ve ekonomiye katkı sağlar. Yerel ürünler hakkında çevresel bilgileri bulmak genellikle daha kolaydır. Yerel emek ve becerileri kullanmak, insanların daha kısa mesafeler ve daha az seyahat etmeleri anlamına gelir ve dolayısı ile enerji israfı yapılmamış olur.

Malzeme taşınmasının sorun olduğu yörelerde veya malzemenin az olduğu dönemlerde, üretim enerjisinin sorun olduğu yer ve dönemlerde, diğer yapı malzemelerinin üretim tesislerinin kurulması, süresi, maliyeti, işletmesi sorun olduğu yerlerde kerpiç yapı üretimi en doğru tercih olabilir.

Bir malzemenin ne kadar enerjiyle üretilirse o kadar pahalı olması çok dikkat edilen bir ölçüt değildir ancak kerpiç bu konuda çok tasarruflu bir malzemedir. Kerpiç bir yapı için; toprağın çıkarılması, karışımın oluşturulması

ve inşaatın tamamlanması aşamalarında diğer malzemelere kıyasla çok daha az enerji tüketilir. Mchenry, “bir binanın 100 metrekaresi başına, betondan kerpice geçildiğinde üretimde yüzde 60-70'lik bir enerji tasarrufu olduğunu” hesaplamıştır.

Toprak doğal olarak kararsız bir yapıda olmasına rağmen, bir kerpiç yapıda duvarlar, yük taşıyan, kendi kendine yeten ve doğal olarak enerji tasarrufu sağlayan elemanlardır. Ayrıca kerpiç yapılar kullanım süreleri boyunca ısıtma ve soğutma konularında da çok fazla enerji tüketimi gerektirmezler. Yapı oluşumunda güney cephelerinde sera gibi cam alanlar oluşturulması (Pasif solar uygulama) ile kış dönemlerinde ısınmak için çok daha az enerjiye ihtiyaç duyulur. Kullanım ömrü tamamlanan kerpiç yapılar kolayca yıkılarak tekrar doğaya yani kaynağına dönüşürler.

Aslında kerpiç çürümeyen ve korunması halinde süresiz olarak mevcudiyetine devam edebilen bir malzemedir, çünkü biyolojik içeriklerden değil mineralden yapılmıştır. Bu özelliği de kerpici diğer malzemeler arasında çok avantajlı kılmaktadır.

5.4.2 İnşaat ve tadilat sürecinde, olumsuz çevre etkilerine neden olmamak

Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün tanımına göre sağlık; : “kusursuz bedensel, ruhsal ve sosyal refah durumu” dur. Bu tanım doğrultusunda, her bir birey için temel bir hak olan sağlıklı yaşamak hedefine ulaşmak için hizmet etmek, içerisinde yaşanılan toplumun görevidir. Sağlıklı hayatın başlangıcı bedenimizle başlarken devamı üçüncü cildimiz dediğimiz yaşadığımız yapı ve sonrasında çevre ve genişleyerek devam etmektedir. Yani en yakın çevre olan yapılaşmadan başlayan sıkıntı, tıpkı küçük bir kartopunun büyüyerek bir çığa dönüşmesi gibi, hem fiziksel hem psikolojik hem de sosyal açıdan problemleri doğuracaktır. Sağlıksız yapılar biyolojik olarak insanlara ve çevredeki canlılara zarar verirken, çevre ile uyumsuz tasarımı yine insanlarda ve çevrede psikolojik rahatsızlıklara neden olabilecek ve yine tasarımdaki kusurlar nedeniyle kullanıcı ve yakın çevresi arasında sosyal problemler veya sürtüşmeleri oluşabilecektir.

Ancak sağlıklı yapılaşma sağlayan kerpiç, içeriğinde bulundurduğu toprağın yumuşak etkisi, geçmişten günümüze izler aktaran tinsel boyutu ve insanları

birbirine kaynaştıran kültürel bağıyla sosyal problem değil sosyal birleşimlerin yaşanacağı bir köprü oluşturur.

5.4.3 Doğal Yapı Malzemeleri

Günümüzde ekonomik konut üretimi yaklaşımı nedeniyle mekânın niceliği olumsuz yönde etkilenmektedir. Sağlıklı bir konutta, kullanıcının sürekli temas halinde ve etkileşimde bulunduğu yüzey ve kaplamaların fiziksel ve kimyasal özellikleri oldukça önemlidir.

Yapı oluşumunda malzeme seçimi yapılırken, kullanıcı ihtiyacına uygun, yaşama döngüsü ile çevreyi olumsuz etkilemeyen ve tasarımla bir bütün olabilen malzemeler seçilmelidir. Bu yüzden ilk olarak yapıda kullanılacak malzemenin özellikleri göz önünde bulundurulmalı, kullanıcı sağlığını tehdit etmeyen, uzun vadede yapıda sorun oluşturmayacak, sağlam ve kaliteli olmasına önem verilmelidir.

Bütünsel yaklaşımın birinci kaidesi, yapı malzemelerinin tıpkı besin maddeleri, hava ve su gibi canlılığın temel taşları arasında yer almalarıdır. Yeryüzünde her şey bir mikro ya da makro kozmos düzeni içinde yaşamakta olup, bu düzende her atom, dalga ya da ışın şeklinde yayılan enerji yüklü parçacıklardan oluşmaktadır. İnsanoğlu da işte bu kozmik evrim içinde gelişmiş ve var olabilmıştır.

Bu açıdan bakıldığında binalar da birer yapı organizmasıdır. Yapı organizmaları içlerinde barındırdıkları insanlar ile bir uyum ya da uyumsuzluk ilişkisi içindedirler. Canlı bir beden içindeki organlardan bir tanesi hasta ise bu hastalık nasıl tüm vücudu etkiler ise, insan ve yapı da aynı paralelliği gösteren bir bütünü oluşturmaktadır. Yapı, vücudumuzu saran üçüncü bir deridir. Doğal organik pamuklular ve yün giysiler, ikinci cildimiz, çoğu sentetik kumaştan daha rahat bir “biyolojik arayüz” oluşturur, çünkü nefes alabilir ve statik elektrik oluşturmazlar. Doğal yapı malzemeleri aynı sebepten dolayı Yapı Biyolojisi tarafından ideal çözüm olarak görülmektedir. Yapıyı oluşturacak duvar malzemeleri, bozulmadan ve sentetik buhar bariyerlerine (yalıtım malzemesi) ihtiyaç duymadan buharın geçişine izin verecek doğal malzemelerden seçilmelidir (Url-60).

Yapı malzemelerinin kabulünü belirleyen, kanunların öngördüğü şartlar, standartlar ve fonksiyonellikleri bakımından uygun olsalar da, en önemlisi, sağlık açısından sakıncasız olmalarıdır.

"İnsana ve doğaya saygılı mimaride yapı, bulunduğu topografyanın ekolojik döngüleri içerisinde yer alabilmeli, çevresine yabancı bir nesne değil, yerine ait olmalıdır. Bu bağlamda yapı, topografyasının malzemesi ile oluşup, ömrünü tamamladığında aynı yerde toprağa dönebilmelidir" (Akman, t.y. Kokulu 2016).

Yapı oluşumunda, toksik olmayan, radyoaktif olmayan ve dışına zararlı gaz ve kimyasal salınımı olmayan mümkünse doğal yapı malzemeleri tercih edilmelidir. Doğal veya sentetik atıl malzemeler iç mekân iklimini kirletmez. Ancak doğal malzemelerin kullanımı konusunda da dikkat edilmesi gereken unsurlar vardır. Kayrak ve granit, doğal malzeme olmasına rağmen radyoaktif olabilir, aynı şekilde reçineli kereste ve doğal lifler alerjik reaksiyonları tetikleyebilir.

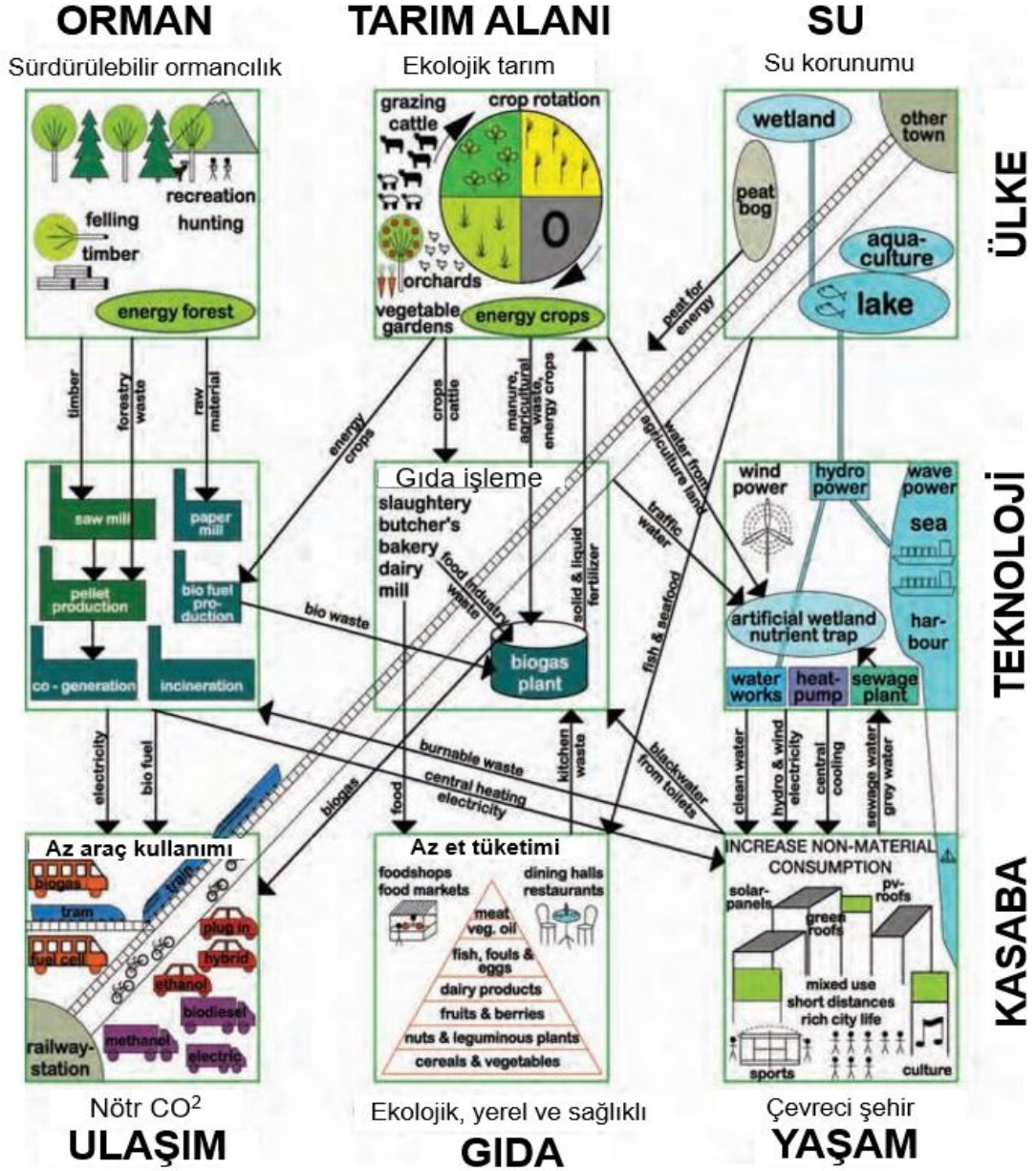
Doğal bir yapı malzemesi olan toprak menşeli kerpiç, kullanıcısı için sağlıklı, ekonomik ve pek çok açıdan faydalar sunan bir malzemedir. Temel karışımında herhangi bir toksik veya endüstriyel bileşen içermediği için, birçok modern inşaat malzemesinde olduğu gibi gazdan arınma veya kirlenme riski yoktur.

Ancak kerpiç yapımına başlanılmadan kullanılacak toprağın gerekli analizleri yapılması gereklidir. Çünkü toprağın muhteviyatında bulunabilecek radyasyon sağlığı tehdit eden ciddi bir sorundur. Ayrıca kerpiç kullanımı sayesinde toksik yayılımlardan arındırılmış yapı, altındaki toprağın oksijen-azot seviyelerinin korunmasında da etkilidir. Yani yapı kullanım ömrünü tamamlaması sonrası yıkımında, altındaki toprak alan atıl olmayacaktır.

5.4.4 Yerel inşaat yöntemlerini öncelemek, malzeme ve ekonomik ilişkileri en iyi yaşama döngüsü verilerine göre göre tercih etmek

Ekolojik, sürdürülebilir veya yeşil bina gibi birçok akımın asıl nedeni enerji ve hammadde tüketiminin azaltılması, sera gazı yayılımları, su kullanımı, atık üretimi ve daha pek çok şey sayılabilir. Bir binanın çevresel etkisi, özellikle binanın yaşama döngüsü sürecinin farklı aşamalarında yapılan seçimlere bağlıdır; yapı malzemelerinin seçimi güçlü bir çevresel etkiye sahiptir. Düşük

Yaşama Döngüsü Maliyeti (LCC) ve yüksek teknik performansa sahip bir malzemenin seçilmesi binanın çevre üzerindeki olumsuz etkisini azaltır (Collet vd, 2006).



Şekil 5.10. Yerel kaynak kullanımı ve yaşam döngüsü (Bokalders ve Block, 2010)

Yerel coğrafi yapı, topografya, hâkim rüzgâr, güneş etkisi, yerel malzemeler ve yerel uygulayıcılar tasarım ve uygulamada doğru bir şekilde kullanılabilirse enerji tasarrufu sağlanarak daha ekonomik yapılaşma ve yaşama döngüsü elde edilebilir. Yerel seçimler nakliye için de fazladan enerji tüketimini önler ve ekonomi sağlar. Amaç toplumun temel ihtiyaçlarını karşılarken kendi kendine

yetebilen, yerel kaynakların daha verimli kullanıldığı, iklim değişikliğini en aza indirgeyen, yerel kültürün, yerel üretimin ve yerel ekonominin gelişebilmesidir (Şekil 5.10).

Günümüzde artan ham madde ve enerji tüketimi, özellikle gelişmiş toplumlarda etkinliği artan " sağlıklı yaşama isteği ", kerpiç yapı malzemesinin insan, çevre ve yapı sağlığı açısından sahip olduğu olumlu özellikleri tekrar gündeme getirmiştir (Akman, 1995).

Nitekim geçmiş dönemlerde yapılmış örneklerini görebilmekteyiz. Kerpiç, diğer inşaat malzemelerinin az olduğu kurak ve yarı kurak topraklarda tarih öncesi çağlardan beri yaygın olarak kullanılan yerel bir yapı malzemesi olmuştur. Dünyanın farklı coğrafyalarında yerel faktörler gözetilerek edinilen deneyimlerle oluşturulan yapılar, birbiri ile çok uzak, kültürel bir bağı bulunmayan farklı toplumlarda benzer yapılaşmaların oluşmasına neden olmuştur. Bu oluşumlar aslında yerel faktörlerin doğru yaşama döngüsü için birbiri ile alakasız toplumlarda da olsa edinilen deneyim ve doğru sentezlerle benzer sonuçlara ulaşılabileceği göstermektedir.

5.4.5 Optimum içme suyunu sağlamak

Su, canlıların hayatlarını sürdürülebilmeleri için karşılanması gereken en temel ihtiyaçtır. Yeterli miktarda ve iyi kalitede içme suyuna erişim hayati bir hak ve sosyal ve ekonomik gelişmişlik açısından ele alınabilecek önemli bir göstergedir. Hava gibi, içme suyu kalitesi çoğumuzun kabul ettiği bir şeydir. Canlılığın devamı için tüketilen su, insani tüketim koşullarına uygun, içerisinde herhangi bir zararlı madde veya canlı organizma içermeyen, güvenilir nitelikte olmalıdır. Tüm dünyada su güvenliği olarak ifadelendirilen kavram; halk sağlığı, ekosistem ihtiyaçları, kalite, miktar, endüstriyel ve tarımsal üretim, enerji, sınır aşan sular, jeo-politik, hukuk, dış politika, ekonomi, iklim değişikliği, kuraklık, taşkınlar gibi birçok konuyu içermektedir (Yayan, 2015).

İnsani tüketim amacıyla kullanılan suların; kimyasal, mikrobiyolojik ve radyoaktif içerik durumuna karşı, hayat boyu tüketim sonucu oluşabilecek etkiler de göz önünde bulundurularak insan sağlığını olumsuz etkilememesi için denetlenmesi ve korunması gerekir. Çünkü suyun içime uygunluk kalitesini

muhafaza etmek dışında miktar olarak sürdürülebilir yeterliliğini sağlamak da çok önemli bir konudur.

Tüketilen içme suyunun kullanıcıya ulaşımı;

1. Musluk suyu
2. Tank suyu
3. Kuyu suyu
4. Şişelenmiş su,

Şeklinde. Dolayısıyla su kirleticilerinin etkisi bu kaynaklarda başlamaktadır. İçme suyunun kaynağı, bulunması muhtemel kirleticilerin türünü ve dolayısıyla dikkate alınması gereken ideal su filtrasyon sistemini belirleyecektir. Biberonla beslenen bebekler ve küçük çocuklar, vücut ağırlıkları için çoğu yetişkinden dört kat daha fazla su içtikleri için, içme suyunda olması muhtemel kirletici maddelere özellikle duyarlıdır. Bu durum, sudaki kirleticinin bir yetişkine tesirinden çok bebek ve çocukları daha çok etkilemesi açısından ciddiyle üzerinde durulması gereken bir konudur.

Kalıcı bir önlemlerle içme suyu güvenliğini garanti altına almanın en etkili yolu; su tedarikinin sağlandığı kaynağın beslenme havzasından nihai tüketiciye kadar bütün aşamalarını içeren kapsamlı bir risk analizi ve risk yönetimi yaklaşımından geçmektedir. Bu yaklaşım Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından hazırlanmış olan İçme Suyu Kalitesi Rehberinin 3. baskısında İçme Suyu Güvenliği Planı (Water Safety Plan) kavramı ile tanımlanmıştır (Yayan, 2015).

Kerpiç yapılarda da diğer yapılarda olan su güvenliği ve kullanım şartları aynıdır. Ancak bilindiği gibi kerpiç yapıların suya karşı zafiyet durumu söz konusudur. Yapı içerisine alınan temiz su ve kullanım sonucu oluşacak kirli (gri) su için yapıya zarar vermeyecek şekilde sızdırmaz bir tesisat kullanılması gereklidir. Aksi takdirde yapı hasarı kaçınılmazdır. Ayrıca kerpiç yapılarda toplama suyun arıtılması veya kullanım suyu olarak kullanılması durumu söz konusu olduğunda toplama alanı yapının çatısında veya yapıya temas eden bir

yüzeyde olması halinde yine önlemlerin doğru şekilde alınıp yalıtılmış yüzeylerde toplama yapılarak yapıya zarar vermemek çok önemlidir.

5.5 İnsan Odaklı Tasarım

5.5.1 Oran, ölçek ve formların uyumlu olmasına dikkat etmek

Mekânda form ve boyut ilişkisinin doğru bir biçimde kurgulanmış olması, o mekânın istenilen düzeyde verimli ve konforlu kullanılabilmesine yardımcı olur. Mekân tasarlarken kullanıcı ihtiyacı belirlenerek, gerek kullanıcı sayısı gerekse fonksiyonun ve ihtiyaçların tespit edilmesi gerekir. Belirlenen bu prensipler mekân tasarım ölçütlerinin bütününe kapsar. Ayrıca doğru bir iç mekânın hacim ilişkisinin, mekândaki doluluk-boşluk oranının planlamaya doğru biçimde aktarılmasıyla, kullanılmayan alanların, planlama evresinde oluşmasına izin verilmemesi gerekir.

Doğal kalıpları, uyum ve orantılı yasaları ve insan ölçeğini kullanarak tasarım oluşturulduğunda kullanıcının güven ve konfor ortamı oluşturulmuş olur. Garip oranlar duylara karışır ve insan ölçeğinden daha büyük binalar ve oransal zıtlıklar ürkütücü olabilir. Sağlıklı yapı üretimi için biyoharmolojide ileri sürülen esasların dikkate alınması gerekir. Sağlıklı yapılar, kullanıcısıyla uyumlu, dengeli ve ahenkli olan yapılardır. Tüm doğal formlar doğal güçlere tepki verir ve aynı kalıplar ve oranlar tekrar tekrar ortaya çıkar. Yapılı formlarda doğal oranların kullanılması, bir kişinin bir yerin haklılığı hakkındaki doğuştan gelen hissini arttırır. İnsan ölçeğine göre inşa etmek insanların yaşadıkları mekânlarda kendilerini rahat hissetmelerini sağlar. Yapı biyolojisinin özel bir şekli biyojeometridir. Matematiksel ilişkilerden şekiller, renkler ve oranlar bilgisi ile süptil enerji alanları dengelenebilir.

Ölçü, oran ve form bakımından kerpiç yapılar değerlendirildiğinde; kerpiç malzemenin yumuşak ve esnekliği sayesinde özellikle de kalıpla yapılan uygulama yöntemlerinde istenilen formu oluşturmada ideal bir malzeme olduğu görülür. Ölçü ve oran konusunda ise yığma bir yapı sistemi olmasından ötürü, yapıyı oluşturan ve kendi kendini taşıyan duvarlar kendi ağırlıkları nispetince kalınlık uygulanarak oluşturulur. Yani duvar yüksekliği arttıkça, ağırlığı da artacak haliyle basınç etkisi artacak ve bu etkiyi tabana yayması gereken duvar

zemin yüzeyinin de genişlemesi gerekecektir. Bu oran kabaca 1/ 10 oranındadır. Örnek olarak 300cm yüksekliğindeki bir kerpiç duvar oluşumu için minimum 30cm duvar kalınlığı uygulama gerekmektedir. Ayrıca kerpiç yapılar yığma yapım yöntemi kullanılarak inşa edilen, insancıl, doğal bir malzeme olduğu için oransal bakımdan da yapı oluşumunda daha insan ölçeğine yakın boyutlar ortaya çıkmaktadır.

5.5.2 Görmek, işitmek, koklamak ve dokunmak gibi duyu etkilerini teşvik etmek

Mimari bir tasarım, çevresinde veya kullanıcılarında farklı duyguların ve çağrışımların eş zamanlı yaşanmasına neden olur. Mekân sadece görsel olarak değil tüm duyularla hissedilir. Bu hissetme veya duyumlama bedensel, somut bir algılama ile birlikte insanın psikolojik olarak da etkilenmesine neden olur (Onur, 2017). Bir mekânın, insanın beş duyusuna hitap eden, içerisinde geçmiş anıların veya yaşanmışlıkların bulunmasıyla kullanıcıyı kendine bağlayan bir etkisi vardır. Bu özelliği tasarımcının yapı oluşumunda kullanarak tasarımı sadece görselde bırakmayıp, işitme, koklama ve dokunma gibi diğer duyuşal özellikleri de mekâna dâhil edebilmesi tıpkı küçük bir çocukken annenizin en sevdiğiniz yemeği pişirdiğinde o kukuyu alıp hissettiğiniz heyecanı mekânda sürekli kılacaktır. Yani kullanıcıyla mekân arasında güçlü duygusal bir bağ oluşumu sağlanacaktır.

Mekânın nesnel varlığını oluşturan üç boyutunun ötesinde, diğer duyularla birlikte tanımlanmaya başlandığı andan itibaren mekânsal algı devreye girer (Rapaport, 1987).

İnsanın bir yemeği ilk tadışında o yemeğin ağzında oluşturduğu tadın daimi olarak hatırlanacağı gibi mekânların da kendine özgü kokusu, dokusu, görünüşü veya mekânın dışından veya içinden tesir eden sesle ilk tanışma o mekânda bulunan kişinin ilk etkilendiği haliyle devamlı hatırlamasına neden olacaktır.

Kerpiç yapılar, mekânın algılanmasında duyulara hitap etmesi yönüyle kullanıcılarında veya ziyaretçisinde olumlu etkiler sağlama noktasında başarılıdır. Toprağın yüzeylerde oluşturduğu doku, mekânda hissedilen taze ve doğal koku, bazen aranan sessizliğin sesi veya açtığımız pencereden dinleyebileceğiniz

doğa ve kuş sesleri ve toprağın o eşsiz renginin gün batımında aldığı kızıl renkle oluşan görsek şölen insanı kerpiç yapıya bütün duyularıyla bağlayabilmektedir.

5.5.3 Doğasındakine yakın ışık ve renk ilişkilerine dikkat etmek, titreşimsiz aydınlatma elemanları kullanmak

Güneş canlılığın en temel bileşenlerinden biridir. Güneş ışığının doğrudan mekâna nüfuz etmesi ve kızıl ötesi ışık dalgalarının yayılması insanın bağışıklık sistemi için çok gereklidir. Işık görme için gerekli olmanın yanı sıra, insan performansını, uyanıklığını ve ruh halini etkileyen bir faktördür. Uyku düzenleri ve hormon salgılanması gibi vücut ritimlerini etkiler.

Günümüzde hastalanmamızın nedenlerinden birisi de, özellikle kentlerde, güneşi az görmemizden kaynaklanmaktadır. “Güneş girmeyen eve doktor girer.” ifadesi aslında güneşin sağlık açısından önemini ve yaşantımız için gerekliliğini vurgulamaktadır. Güneş ışığının cildimiz tarafından emilmesi de vücudumuzun kimyasının gerekli bir parçasıdır.

Güneş ışığı olmasaydı hayat olmazdı. Güneş ışığının yetersiz olması insanda depresyon ve letarji gibi rahatsızlıklara neden olabilmektedir.

Işık ve sağlık arasındaki ilişkiyi araştıran pek çok çalışma ile ışığın, insanın melatonin ve kortizol hormonlarını etkileyerek biyolojik ritmini düzenlediği ortaya konulmuştur (Bommel, 2005).

Işığın, ısının, renklerin aslında canlılığın kaynağı olan güneşi, evimize ve yaşadığımız çevrelere doğrudan dâhil edemememiz, kentlerdeki yoğun yapılaşma ve duman, camlar arkasında geçirdiğimiz günlük hayat, bizi bu hayati önemi olan enerjiden izole ederek, yaşantımızı renksizleştirmektedir. Pencerelerde kullanılan camlar güneşten gelen ultraviyole (UV) ışınlarını %100’e varan bir oranda tutar ve geçirmez. Ultraviyole ışınlarının girmediği kapalı ortamda soğuk algınlığı, astım, bronşit gibi hastalıkların mikropları çoğalır ve D-vitamini oluşamaz. Bedendeki D-vitamini eksikliği ise, raşitizm (kemik hastalığı), diş çürümesi, gelişim bozuklukları ve tansiyon düşüklüğüne neden olur.

Günüşüğünü ele alacak olursak, depresyonu yok edici özelliği, vücutta D vitamini sentezine yardımcı olması ve insana enerji vermesi, zihni canlandırması,

hormonları etkileyerek biyolojik ritmi dengelemesi bilinen etkilerindedir (Russell, 2008).

Doğada, aydınlık ve karanlık arasındaki geçişler kademeli ve tutarlıdır. Bugün, bir düğmeye dokunarak ışık ortamımızı değiştirebiliriz. Birçok insan zamanlarının çoğunu içeride, gün boyunca doğal ışığa çok az maruz kalma ve geceleri aşırı yapay ışık seviyeleri ile geçirmektedir. Açık-koyu döngülerimizi kendimiz seçmekteyiz. Bu yanlış hizalama sirkadiyen⁶ ritimlerimizi bozar, bu da melatonin üretiminin bozulmasıyla büyük ölçüde sağlık sorunlarına yol açar.

Yapay ışık ve renkler doğal olanın yerini doldurmaz ve doğal ışığın insan bünyesine olan yararlı etkilerini sağlayamaz. Doğal ışık spektrumunun morötesi, kızılötesi ve renk çeşitliliği, fizyolojik açıdan bedenimizi, psikolojik açıdan da ruhsal durumumuzu olumlu etkilemektedir.

Güneş ışığı olmasaydı hayat olmazdı. Bu nedenle gün boyunca gün ışığı veya gün ışığı olmayan kapalı alanlarda doğal ışık spektrumlu suni ışık ile aydınlatma sağlamak ve akşamlar için de daha sıcak renkli aydınlatmalar kullanmak sağlık için gereklidir.

Gündüz doğal gün ışığı veya tam spektrumlu yapay ışık, fizyolojik işlevleri uyarır ve bütün günü iç mekânda geçirenler için gereklidir. Gün boyunca tam spektrum ışığının olmaması depresyona neden olabilir. Akşamları çok fazla mavi ışık melatonin üretimini bastırır ve uykusuzluğa neden olur.

Görsel konfor sağlanırken, görsel etkinlik amaçlı yeterli miktarda ışığın olması, ışık, aydınlatma ve aydınlık düzeyi dağılımının düzenli olması, yüzeylerin dokularının ve üç boyutlu maddelerin biçimlerinin yeterince algılanabilmesi, parlamamanın olmaması ve renklerin istenildiği zaman yeterince algılanabilmesi gereklidir (IEA, 2000). İyi düşünülmüş ve tasarlanmış bir iç mekânın doğal yöntemlerle aydınlatılması ile daha kolay algılanması mümkün olacaktır. Bu sayede yapay aydınlatma sistemleri daha az kullanılacağından, mekânı aydınlatmak için gerekecek enerjiye daha az ihtiyaç duyulacaktır. Bu sebeple

⁶ Tüm organizmalar gezegenimizin doğal 24 saatlik aydınlık ve karanlık döngüsüne yanıt olarak bir iç zaman tutma sistemi, bir **sirkadiyen** saat geliştirdi. Canlıların gece ve gündüz döngülerini düzenleyen bu ritmik değişimler çoğu türün davranış ve fizyolojisini de belirler.

gün ışığının geliş saatleri, geliş açısı, binanın bulunduğu konum gibi tüm parametreler değerlendirilerek, pencerelerin konumları ve boyutları, cephe yüzeylerinin yansıtıcı özelliği, bina yönelimi gibi değişkenlerin incelenmesi gerekmektedir. Özellikle pencerelerin yapıya uygulanış biçimi, iç mekâna gün ışığının alınması aşamasında doğrudan etkindir. Genellikle duvar düzlemine yatay biçimde konumlandırılan pencereler, tavana yakın bir biçimde yerleştirildiğinde gün ışığının iç mekânda daha geniş alanlara yayılmasına fayda sağlamaktadır. Işığın mümkün olduğunca yukardan mekân içerisine alınmasının sağlanması, dengeli ve aydınlık bir mekânın tasarımına imkân tanımaktadır. Aynı zamanda geniş pencere açıklıkları, mekânın aydınlık seviyesinin arttırılmasını sağlamaktadır. Mekânın aydınlatılması istenen bölümlerinin pencere ile olan mesafesi arttıkça, ışık miktarında azalma görüleceği için; ışığın farklı boyutta ve konumda tasarlanmış pencere açıklıkları ile söz konusu mekâna daha verimli bir biçimde alınması sağlanabilir.

Normal 6 mm şeffaf düz cam, dışarıdan gelen görünür ışığın çoğunun (% 87) , radyan ısının bir kısmı ile birlikte geçmesine izin verir. Ultraviyole ışığın çoğunu dışarıda tutar, ancak zaman içinde halı ve mobilyaların solmasını önlemek için yeterli değildir.

Hem ışık hem de radyan ısı iletimi renkli cam ile azaltılacaktır. Ancak, renkli camın arkasındaki uzun süreli çalışma muhtemelen “Hasta Bina Sendromu” nda bir faktördür. Bu durum depresyona, ölçülebilir bir kas gücü kaybına, soğuk algınlığına karşı direncin azalmasına ve fizyolojik dengenin bozulması neden olabilir. Kötü aydınlatma koşullarına maruz kalmak genel halsizliğe yol açar (Jafari vd, 2015).

Ayrıca aydınlatmada yaşanan titreşim sorunu kullanıcıda rahatsızlık hissi oluşturur ve göz bozulmaları, baş ağrısı gibi problemlere neden olabilir.

Güneş ışığı, güzel hissedebilmek ve iyi bir deneyim oluşturmada en önemli faktörlerden biridir. Işık etki ettiği rengin parlaklığını belirler ve değişen ışık ve gölge bize saati verir. Işık doğrudan, dolaylı veya dağınık olarak etkiyebilir. Işığın aynı zamanda deneyimi etkileyen bir güzelliği ve yer değiştiren bir rengi vardır (sezon, hava durumu ve günün saati gibi). Pencereler yapıda, hem

dışarıdan bir görünümün, hem de gün ışığının bir odaya girmesine imkân tanıdığı için önemli bir rol üstlenirler. Pencerelelerin oturtulması ve bir pencere girintisinin tasarımı ilginç manzaraya sahip güzel, aydınlık odalar oluşturmada söz konusu olduğunda çok önemlidir. Bazı mekânlar için güneye bakan yönde pencere arzu edilmez, örn. stüdyolar ve mutfaklar, çünkü güneş ışığı çok güçlüdür.

Ayrıca akşam saatlerinde güvenlik için de bina çevresinde ve sokaklarda yapılacak aydınlatmalar önemlidir.

Kerpiç yapılarda da yukarıda bahsedilen doğal aydınlatma, ışık ve renk konuları diğer yapı sistemlerinde olduğu gibi aynı standartları taşımalıdır. Kerpiç malzemenin kendi doğal renk tonu insanlar üzerinde sıcak ve yumuşak etki hissi uyandırmaktadır, bu nedenle kimi zaman kerpiç yapılarda düzgün yüzeyler elde edilmeye çalışılarak doğal rengi ve dokusu dış cephede veya iç mekânda kullanılmaya çalışılmaktadır. Böylece güneş etkisiyle kerpicingin aldığı renk insanda güzel hisler uyandıracaktır. İç mekânlarda, açık renk kullanımı doğal gün ışığı etkisini arttıracaktır ve mekânın daha aydınlık ve ferah hissedilmesini sağlayacaktır. Dış cephede, güneşe maruz kalan yüzeylerde beyaz renk boya kullanılarak daha fazla yansıma sağlanabilir. Saçak altı gibi iç mekâna doğru yansımaların olması beklenen yerlerde koyu emici renkler uygulanabilir. Derinde olan yüzeyler kış radyasyonu Emilimi için koyu renkte olabilir.

5.5.4 Fizyolojik ve ergonomik bilgileri dikkate almak

Çalışma ve yaşama ortamındaki stres ve insanın bu stresle baş edebilme çabalarını ya da uyumunu sağlayacak önlemleri konu edinen ergonomi, uyum ve uygunluk anlamına gelmektedir. İşin insana ve insanın da işine ve iş yaptığı ortama uyumu için gereken şartların araştırılmasıdır (İşsever, 2010). Aslında ergonomi insan odaklı tasarımıdır. Ergonomi, antropometri bilim dalını esas alan kurallarla çalışır.

Bir yapıda ergonomik tasarım oluşturulurken; fiziksel çevre faktörleri, mekânsal organizasyon prensipleri ve donatı-takım tasarımı birlikte düşünülmelidir. Ayrıca ergonomik tasarımda kullanıcı gereksinimleri (fiziksel- psiko-sosyal gereksinimler) de dikkate alınmalıdır. Ergonomi ve güvenlik gözetilerek

oluşturulmuş bir tasarımda, kullanıcının bir parça mobilya veya donanım kullanırken veya hareket ederken rahatı düşünülür. Boyutların ortalama insan vücuduna uyması gerekir. Kötü ergonomik tasarım, kazalara veya uzun süreli kullanım ve tekrarlayan eylemlerden kaynaklanan rahatsızlığa neden olabilir. Binaların düşmeye, kaymaya, yangına, yanıklara, elektrik çarpmasına, kesilmelere, devrilmeye ve boğulmaya karşı koruma sağlaması gerekir.

Sanayileşmiş toplumlarda her yıl nüfusun ~ %2.4'ü ev kazalarında yaralanmakta, bu kazaların ~ %0,7'si ise ölüm ile sonuçlanmaktadır (Akman, 2013).

Mekân örgütlemelerinde özellikle mobilya ve donatı elemanlarının yanı sıra merdiven, mekân içerisinde oluşturulmuş nişler vb. gibi sabit elamanlara ergonomik ve fonksiyonel biçim verilmesi gerekmektedir. Çalışma alanlarında aydınlatma, hava ve gürültü koşullarına ilişkin en iyi ortamı oluşturmak ve geliştirmek de ergonominin konusudur.

Ergonomik olarak tasarlanmayan, antropometrik ölçü ve oranlara uyulmadan oluşturulan sabit ürünler veya hareketli eşyalar kullanıcıyı bir süre sonra rahatsız etmeye başlar ve hatta hastalanmasına neden olur. Hatalı çözümler ve uzun süreli kullanımlarında kullanıcının kemik ve kas yapısında geri dönüşü olmayan hasarlar oluşabilir.

Topluma bir anlayış kazandırılıp sorumluluk duyguları aşılandığında, fizyolojik bilgiler ışığında örgütlenmiş mekânlara olan talep oluşabilir. Bu gerçekleştiğinde konutların, okulların, iş yerlerinin, dinence mekânlarının, hastanelerin, vs. teşekkülü ve donanımı için gerekli olan üretim randımanlı olur ve talebin karşısında arz artar. Kerpiç yapıların mekân örgütlemelerinde ergonominin uygulamaya aktarılmasına engel bir durum söz konusu değildir. Ergonominin de çalışma alanı olan aydınlatma, havalandırma ve ses konularında kerpiç fiziksel ve mekanik özelliklerinin yararlı yönleriyle tasarım ve uygulamada kolaylıklar sunmaktadır.

5.5.5 Yerel yapı kültürünü ve zanaati teşvik etmek

Endüstri Çağı öncesinde, el işçiliğine dayanan her türden üretimi ifade etmek için "Zanaat" sözcüğü kullanılmıştır (Sözen ve Tanyeli, 2010). Rönesans

Dönemi'nde ortaya çıkan, sanatsal etkinliklerin, “sanat” ve “zanaat” olarak iki grupta değerlendirilmesiyle bu dönemden itibaren 20. yüzyıla kadar güzel sanatlar dışındaki tüm beceriler “zanaat” olarak adlandırılarak, ikinci derecede önem kazanmışlardır (Sözen ve Tanyeli, a.g.y)

Yüzyıllardır farklı kültürlerin katkılarıyla oluşturulmuş tarihi çevrelerde bulunan zengin bir geleneksel yapı stoğuna sahip olan Anadolu'da; usta, çırak ve yaşayanların arasındaki iletişim, çevresel özellikler ile kültürel pratiğin birleşimiyle yöresel yapı kültürünü oluşturmuştur (Karakul ve Bakırer, 2018). El işçiliğinin incelikleri ve yılların tecrübesinin sentezlenmesi sonucu benzersiz eserler ortaya konulmuştur.

Ancak günümüz yaşantısında insanlar artık çoğunlukla büyük ölçekli mobilya işletmelerine, inşaat şirketlerine ve konut gelişmelerine bağımlı yaşamaktadırlar. Bir zamanlar işçilik ve işçiliğe içsel bir değer veren, yaratıcı, bireyselleştirilmiş fikirlere dayalı olan kültür, çağın hızlı yaşantısı ve seri üretimi içerisinde kaybolmuştur.

Anadolu yapı geleneğinde, ağırlıklı bir rolü olan, zanaat mimari ilişkisinin çağdaş mimari anlayışı içinde korunması ve sürdürülebilir yönlerinin günümüz yapılarında hayat bulması insanlar üzerinde de içerisinde yaşayacakları yapıya bağlanma, saygı ve hayranlık hissi oluşturacaktır.

Kerpiç yapı, yerel yapı kültürünün ayrılmaz bir parçası olmasıyla bu özelliği içinde barındırmaktadır. Geleneksel kerpiç yapılarda yapı ile kullanıcısı arasında simbiyotik bir ilişki söz konusudur. Yapının inşasında emeği geçen, içerisine kendine ve kültürüne has zanaati ekleyen kullanıcı için yapı, bir parçası gibidir. Yapı için de kullanıcısının sürekli bakım ve ilgisi gereklidir. Yani karşılıklı güçlü bir bağdan bahsedilebilir. İnsan eli değen, içinde emek ve maharetin yoğrulduğu her ürünün kullanıcıyı derinden etkilediği ve kendine çektiği bir yönü vardır. Zanaatin ve zanaatçının yok olmasına engel olmak, yeni nesil zanaatçilerin oluşumunu sağlamak, bu konuda destek vermek ve destek bulmak bu değerlerin yaşatılması ve yeni nesillere aktarılabilmesi için çok önemlidir.

5.6 Yapı Biyolojisi Açısından Çağdaş Kerpiç Bir Yapının Değerlendirilmesi

İzmir’ de Kadıovacık Köyü yerleşim alanı içerisinde yer alan Kadıovacık Biyo-Evi ülkemizde son dönemde inşa edilen çağdaş ve ekolojik bir yapı örneğidir. Yapı biyolojisi ve ekolojisi ilkeleri doğrultusunda, insana ve çevreye saygılı yapılaşmanın örneğini oluşturmak üzere projelendirilmiş ve inşa edilmiştir. İnsan sağlığını destekleyen iç iklim konforu, enerji etkin ve sıfır atık çözümleri ile örnek teşkil eden bir yapıdır. Yapımına 2018 yılı nisan ayında başlanan ve 2019 yılında tamamlanan yapı ile bulunduğu yerin mimari kültürel belleğine uyum sağlanıp bunu geleceğe taşımak hedeflenmiştir. İnşasında birçok yenilikçi yapım yöntemi, iklimlendirme teknolojisi ve doğal yapı malzemeleri kullanılmıştır (Şekil 5.11).

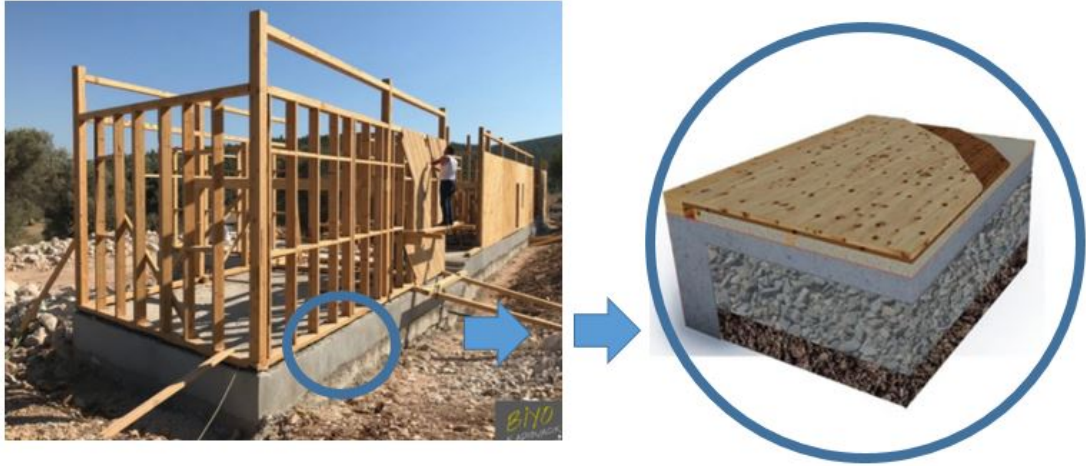


Şekil 5.11. YBE Enstitüsü Kadıovacık Biyoevi (Url-61)

1325m² arsa alanında, 226m² alana oturan yapı, ikisi konut, biri ofis olmak üzere üç bağımsız bölümden oluşmaktadır. Tek katlı olarak inşa edilen yapıda **Yapı Biyolojisi ve Ekolojisi Enstitüsü'nün** ofisi de yer almakta ve sağlıklı yapım yöntemlerine yönelik eğitim amaçlı kullanılmaktadır. Tek katlı inşa edilen yapının birimlerinden doğaya yönelim mevcuttur. Yapı hala tarımın devam ettiği ovaya bakan konumdadır ve mimari tasarımı ve malzemesi ile aykırı durmayıp aksine uyum içerisinde.

Kadıovacık Biyoevi'nin mimari tasarımında azami ölçüde enerji tasarrufu hedeflenmiştir. Üst yapıda büyük ölçüde doğada yetiştirilebilen hammaddelere dayalı malzemeler (ahşap karkas sistemi, saz kamışı yalıtım, ahşap döşemeler, kapı ve doğramalar) kullanılmıştır. Temeli ve yüzde yüz geri dönüştürülebilir çinko-titanyum çatısı dışında bina, doğal yapı malzemeleri kullanılarak inşa edilmiştir.

Temel ve döşeme: Yapının temeli betonarme şeritlerden oluşan çerçeve şeklinde oluşturulmuş ve böylece beton kullanımı minimum seviyeye çekilmiştir. Beton çerçeve arasında mıcır dolgu kullanılarak zemin suyuna karşı önlem alınmıştır. Döşeme oluşumunda ahşap ızgaralar arası ısı yalıtımı sağlaması için perlit kullanılmış ve son kat olarak ahşap rabitalı zemin uygulanmıştır (Şekil 5.12).

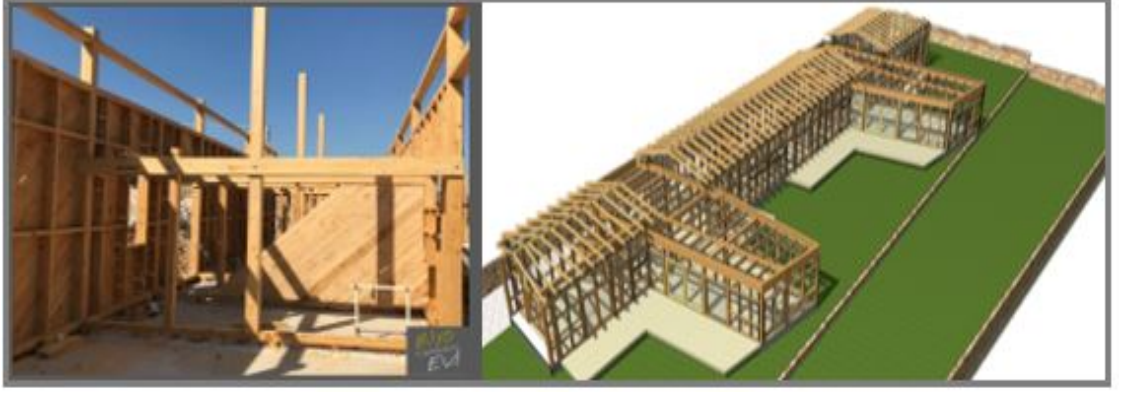


Şekil 5.12. Temel ve döşeme detayı (Url-61)

Tablo 5.2. Zemin ölçüm verileri (Url-61)

U değeri: 0,090 W/m ² K	U değişkenlik katsayısı: U < 0.3
Gömülü enerji: > 497 kW/m ²	Yoğuşma: 0 Kg/m ²
Ahşabın nem miktarı: + 0,0 %	Nem difüzyon direnci: 6,1 m
Kalınlık: 86,54 cm Ağırlık: 200 Kg/m ²	İç duvar yüzeyi: 19,7°C (55%)
Nem emme kapasitesi: 519 g/m ² a	Isı depolama kapasitesi: 113 KJ/m ² K

Taşıyıcı sistem: Binanın taşıyıcı sistemi uzun ömrü ve deprem dayanımı nedeniyle ahşap karkas olarak tasarlanmış ve ülkemize özgü, Toroslardan yöresel sedir ağacı tercih edilmiştir (Şekil 5.13).



Şekil 5.13. Ahşap taşıyıcı system (Url-61)

Yapı oluşumunda sağlıklı iç mekân konforu sağlamak için malzeme seçilirken aynı zamanda dayanıklı ve yapı ömrünü tamamladığında yıkımı durumunda asgari ölçüde atık oluşturacak ürünler olması gözetilmiştir.

Taşıyıcı malzemelerin doğal yetişen hammaddelerden seçilmesinin yanı sıra kesim, yapıştırma ve sıkıştırma süreçlerinin yüksek enerji gerektirmemesi de gömülü enerji düzeyini düşük tutmuştur.

Yapının ahşap karkası, yöredeki atölyelerde kesimi ve laminasyonu yapılan kolon, kiriş, aşık ve merteklerle, yerel dülger ustaları tarafından ağırlıklı ahşap geçmeler ile uygulanmıştır. İşçiliğin yöreden temini yöredeki zanaati canlandırıp, iş kapasitesini artırıp hareketlilik getirirken, ulaşım için enerji en aza indirgenmiş ve ekonomi sağlanmıştır. Ahşap yüzeylerde kuruma amaçlı sağlığa zararı olmayan, kimyasal içermeyen, organik yüzey koruyucu ve yağlar emdirilmiştir (Şekil 5.14).



Şekil 5.14. Yüzey koruyucu ve yağ emdirilen ahşap yüzeyler (Url-61)

Cephe yönelimi ve duvar oluşumları: Yapının form ve yönelimi oluşturulurken, cephelerinin konumuna göre ısı depolama ve yalıtımını sağlayan dört farklı dış cephe çözümü düşünülmüştür.

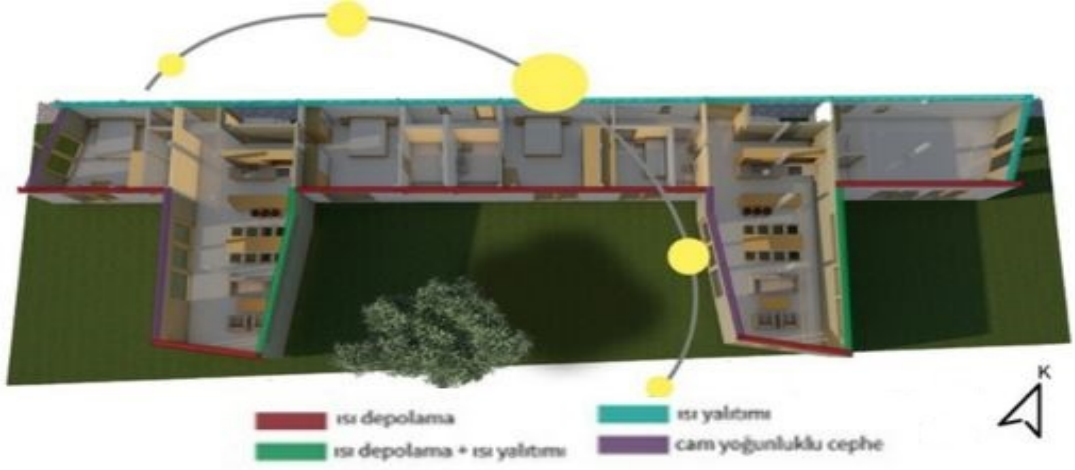
Uygun iç iklim sağlanması, nefes alabilirliği, toksik gaz açığa çıkarmaması, ısı depolama kapasitesi ve ekolojik bir malzeme olması nedeni ile duvar dolgusu olarak ve iç yüzey sıvası olarak toprak kullanılmıştır. Cephelerde kullanılan saz kamışı yalıtım panelleri yapı için özel üretilirken, (toprak kaba sıva yerine kullanılan) sıkıştırılmış toprak paneller, kil boya, toprak ısıtma duvarı teknolojisi ilk defa bu yapıda kullanılmıştır (Şekil 5.15). İç havanın nem oranı da yine toprak duvar ve sıva ile dengelenmiştir. Dış duvara, su ve ısı yalıtımı sağlayan, hem de nefes alabilir özelliği olan kireç tabanlı sıva uygulanmıştır.



Şekil 5.15. Saz kamışı, sıkıştırılmış toprak panel ve kireç bazlı toprak sıva (Url-61)

Cephelere göre duvar oluşumları;

Yapının kuzey ve doğu duvarları, tek sıra kerpiç bloklarla örülmüş ve ısı yalıtımını sağlama için saz kamışı ile kaplanmıştır. Batı ve güney cepheleri ise ısı depolama özelliği için çift sıra kerpiç blokla örülmüştür (Şekil 5.16).



Şekil 5.16. Cephe yönelimine göre duvar çözümleri (Url-61)

Güney cephedeki uzantılar ahşap kaplama yapılmış diğer tüm cephelerin yüzeyi perlit esaslı doğal malzeme ile sıvanmıştır (Url-62)

- Kuzey-Doğu Cephesi Duvar Oluşumu (Şekil 5.17)



Şekil 5.17. Kuzey-doğu cephesi duvar katmanları (Url-61)

Dıştan içe doğru katmanlar:

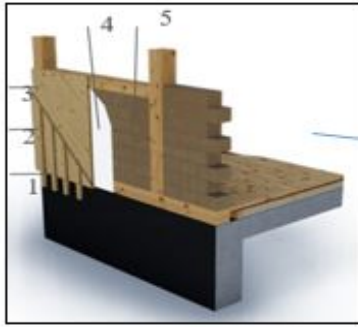
- 1) Dikey ahşap çıtalar (3 x 5 cm kesitinde)
- 2) Dikey ahşap tahtalar (2 x 17 cm kesitinde)
- 3) Diagonal ahşap kaplama (2 x 17 cm kesitinde)
- 4) Rüzgar kesici Soft membran
- 5) 5 cm kalınlığında ısı yalıtımı için ahşap karkas arasına yerleştirilen saz kamışı

6) 10 cm kalınlığında ahşap karkas arasına örülen kerpiç bloklar

Tablo 5.3. Kuzey-doğu cephesi ölçüm verileri (Url-61)

Yoğuşma:0Kg/m2	U değeri: 0,60 W/m2K
Ahşabın nem miktarı: + 0,0 %	U değışkenlik katsayısı: $U < 0.24$
Gömülü enerji: > 86 kW/m2	Nem difüzyon direnci: 3,2 m
Kalınlık: 29,015 cm	Ağırlık: 306 Kg/m2
İç duvar yüzeyi: 18,6°C (55%)	Nem emme kapasitesi: 759 g/m2a
Sıcaklık söndürme genliği : (1/ TAV): 36,1	Faz değışimi: 11 h
Isıdepolama kapasitesi: 237 KJ/m2K	

- Güney Batı Cephesi Duvar Oluşumu (Şekil 5.18)



Şekil 5.18. Güney-batı cephesi duvar katmanları (Url-61), (Url-62)

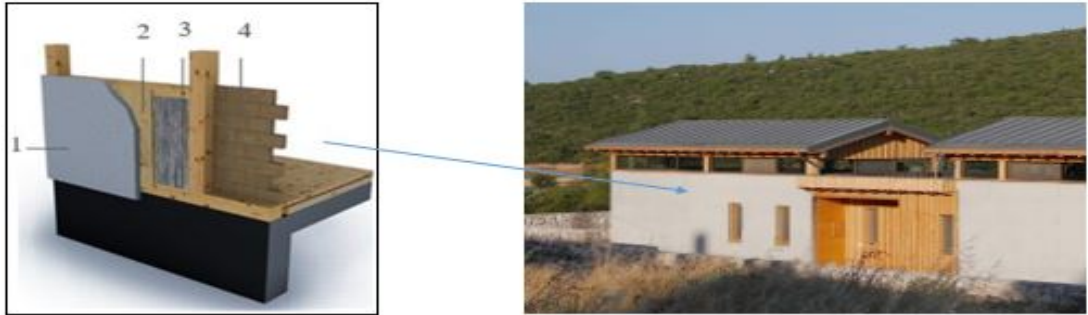
Dıştan içe doğru katmanlar:

- 1) Dikey ahşap çıtalar (3 x 5 cm kesitinde)
- 2) Dikey ahşap tahtalar (2 x 17 cm kesitinde)
- 3) Diyagonal ahşap kaplama (2 x 17 cm kesitinde)
- 4) Rüzgar kesici Soft membran
- 5) 15 cm kalınlığında ahşap karkas arasına örülen kerpiç bloklar

Tablo 5.4. Güney-batı cephesi ölçüm verileri (Url-61)

U değeri: 1,17 W/m ² K	U değişkenlik katsayısı: U < 0.24
Gömülü enerji miktarı: > 77 kW/m ²	Yoğuşma: 0 Kg/m ²
Ahşabın nem miktarı: + 0,0 %	Nem difüzyon direnci: 3,6 m
Kalınlık: 24,015 cm	Ağırlık: 298 Kg/m ²
İç duvar yüzeyi: 17,4°C (59%)	Nem emme kapasitesi: 1042 g/m ² a
Sıcaklık söndürme genliği : (1/ TAV): 12,3	Faz değişimi: 9,8 h
Isı depolama kapasitesi: 180 KJ/m ² K	

- Kuzey-Batı Cephesi Duvar Oluşumu (Şekil 5.19)



Şekil 5.19. Kuzey-batı cephesi duvar katmanları (Url-61), (Url-62)

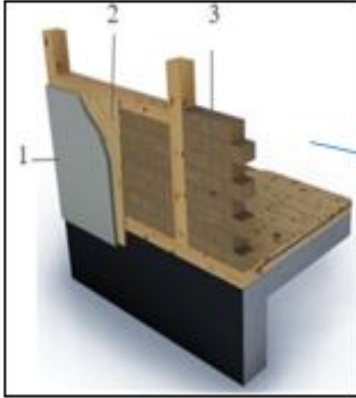
Dıştan içe doğru katmanlar:

- 1) 2 cm yalıtımlı kireç bazlı sıva
- 2) Diyagonal ahşap kaplama (2 x 17 cm kesitinde)
- 3) 10 cm kalınlığında ısı yalıtımı için ahşap karkas arası saz kamışı
- 4) 5 cm kalınlığında ahşap karkas arası örülen kerpiç bloklar

Tablo 5.5. Kuzey-batı cephesi ölçüm verileri (Url-61)

U değeri: 0,44 W/m ² K	U değişkenlik katsayısı: U < 0.24
Gömülü enerji enerji miktarı: > 50 kW/m ²	Yoğuşma: 0 Kg/m ²
Ahşabın nem miktarı: + 0,0 %	Nem difüzyon direnci: 1,6 m
Kalınlık: 25 cm	Ağırlık: 175 Kg/m ²
İç duvar yüzeyi: 18,9°C (59%)	Nem emme kapasitesi: 2134 g/m ² a
Sıcaklık söndürme genliği : (1/ TAV): 25,8	Faz değişimi: 9,7 h
Isıdepolama kapasitesi: 133 KJ/m ² K	

- Güney-Doğu Cephesi Duvar Oluşumu (Şekil 5.20)



Şekil 5.20. Güney-doğu cephesi duvar katmanları (Url-61), (Url-62)

Dıştan içe doğru katmanlar:

- 1) 2 cm yalıtımlı kireç bazlı sıva
- 2) Diyagonal ahşap kaplama (2 x 17 cm kesitinde)
- 3) 15 cm kalınlığında ahşap karkas arası örülen kerpiç bloklar

Tablo 5.6. Güney-doğu cephesi ölçüm verileri (Url-61)

U değeri: 1,07 W/m ² K	U değişkenlik katsayısı: U < 0.24
Gömülü enerji miktarı: > 35 kW/m ²	Yoğuşma: 0 Kg/m ²
Ahşabın nem miktarı: + 0,0 %	Nem difüzyon direnci: 1,5 m
Kalınlık: 25 cm	Ağırlık: 296Kg/m ²
İç duvar yüzeyi: 17,6°C (59%)	Nem emme kapasitesi: 3928 g/m ² a
Sıcaklık söndürme genliği : (1/ TAV): 13,9	Faz değişimi: 9,7 h
Isıdepolama kapasitesi: 184 KJ/m ² K	

- İç Duvar Oluşumu

Duvarların iç yüzeylerinde, ahşap iskeletin arası kerpiç bloklarla örüldükten sonra toprak paneller kaplanmıştır (Şekil 5.21). Toprak sıva altında bulunan elektrik kablolarının taşıdığı ısının duvar yüzeyine dağılması ile yapının ısınması sağlanmaktadır. Duvar yüzeyleri üzerinden sıcaklığın “ışınım” etkisi ile iç meknlara yansıtılması sayesinde hem iç mekan hava kalitesi desteklenerek hem de her mevsim optimum konfor koşulları sağlanmaktadır.



Şekil 5.21. İç duvar yüzey kaplamaları (Url-61)

İç duvar yüzeylerinde kaplanan sıkıştırılmış toprak panellerin yüzeyi (ıslak hacimler hariç) toprak sıva ile sıvandıktan sonra kil tabanlı boya ile boyanmıştır. Böylece mekanda toz parçacık oluşumu önlenmiş, nefes alabilir yüzeyler korunmuş ve malzemelerin doğal özellikleri sayesinde iç mekanda zararlı kimyasal salınım engellenmiş, nötr bir ortam oluşturulmuştur.

Kapı ve pencere doğramaları: Pencere açıklıkları hem estetik hem de işlevsel önem taşımaktadır (Şekil 5.22). Pencere ve çatı uygulamaları sayesinde bina, yazın kendini serin tutabilirken, kışın da asgari yapay iklimlendirme ile sıcak kalma performansı göstermektedir.

Tüm kapı ve pencere doğramaları masif lamine ahşap olup, dış koşullardan korunmaları için doğal yağlar emdirilmiştir.

Yapı boyunca yatayda +3.50 kotunda oluşturulan yatay, doğrusal (bant) pencereler, havalandırma ve ışık alma (dolaylı aydınlatma) işlevi görmektedir. Bu kottaki pencerelerin ahşap doğramaları görsel amaçlı antrasit renginde organik boya ile renklendirilmiştir.

Yapı genelinde çift cam kullanılmış, ses yalıtımını sağlayabilmesi için iki farklı cam kalınlığı uygulanmıştır.



Şekil 5.22. Kapı ve pencere doğramaları (Url-61)

Çatı sistemleri: Çatı çözümünde yapı formuna uygun iki farklı sistem uygulanmıştır. Yapının güney cephesindeki uzantılar yapı teraslarını birbirinden ayırırken, çatı sisteminde de üzerini örten düz çatı sistemi ile kırma çatının doğrusal tek parça görüntüsünü bölerek cepheye hareket kazandırmıştır. Kırma çatı sistemi üzeri, dayanımı ve işçilik kalitesi nedeni ile çinko-titanyum kaplama uygulanmış (Şekil 5.23) ve düz çatılarda toprak dam üzeri ekstensif bitki örtüsü

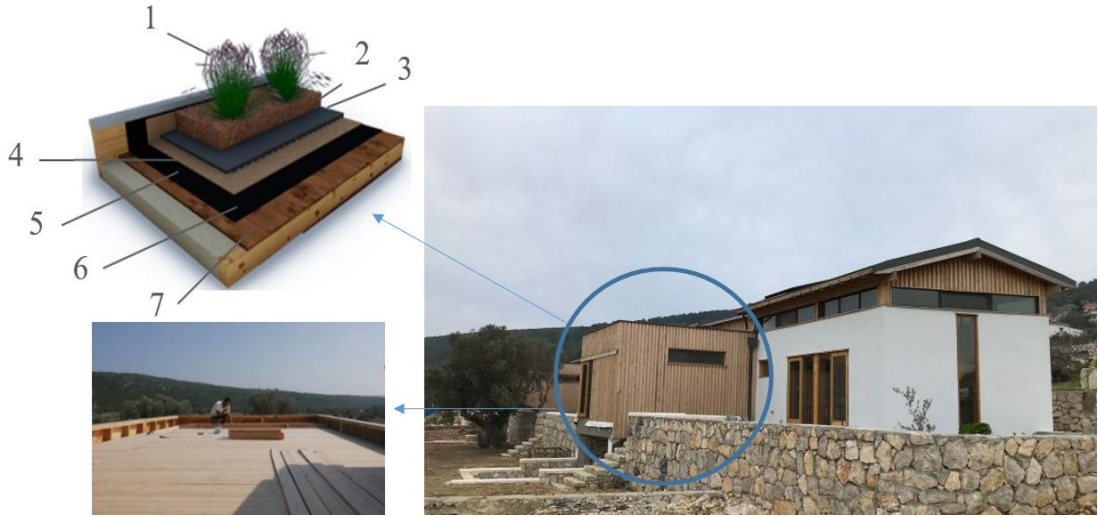
tercihi ile (yeşil çatı sistemi) ısı yalıtımı ve depolanması amaçlanmıştır (Şekil 5.24).



Şekil 5.23. Kıрма çatı örtüsü uygulama aşamaları

Dıştan içe doğru kıрма çatı örtüsü katmanları:

- 1) Çinko çatı sistemi
- 2) Nem difüzyon örtüsü (Separatörlü) (5 mm)
- 3) Kavak kontrplak kaplama (25 mm)
- 4) Nem bariyeri (3 mm)
- 5) Çatı kirişleri arası ısı yalıtım (7 cm)
- 6) Ahşap lambri (24 mm)

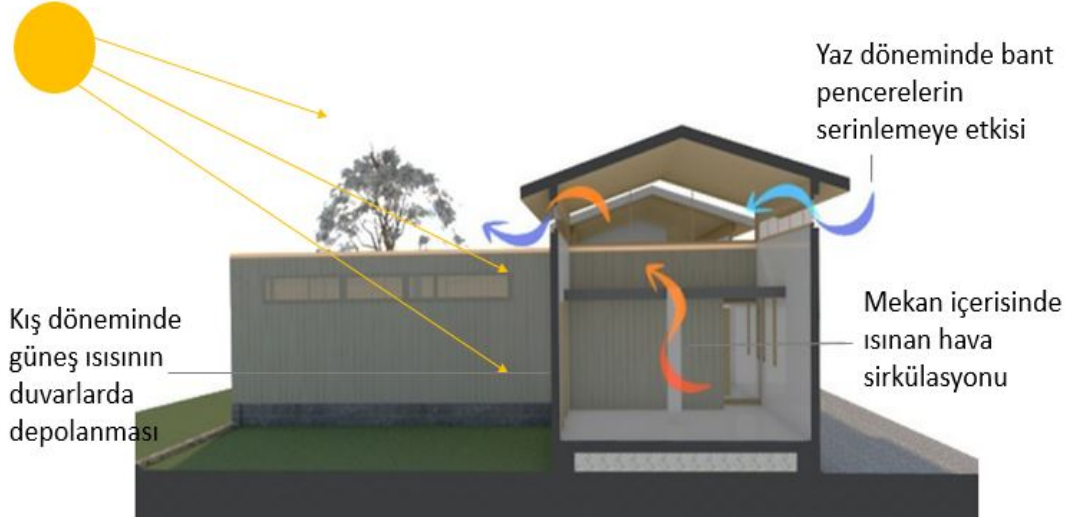


Şekil 5.24. Yeşil çatı katmanları (Url-61)

Dıştan içe doğru yeşil çatı katmanları:

- 1) Sedum bitki örtüsü
- 2) 20 mm kalınlığında torflu toprak ve gübre
- 3) Viyol
- 4) Su tutucu keçe membran
- 5) Kök tutucu
- 6) Bitümlü membran
- 7) Ahşap tavan kaplaması

Pasif ve aktif iklimlendirme çözümleri: Ekolojik yapı oluşumunda yaz ve kış aylarında asgari enerji ile en iyi iç mekan konforu elde edilmeye çalışılır. Kadiovacık Biyo-evi yapısında +3.50 kotunda eklenen bant pencereler estetik bir görüntü ve dolaylı aydınlatma sağlar. Bu pencerelerin pasif iklimlendirme etkisi; ısınan havanın doğal havalandırma etkisi ile dışarıdan (kuzeyden) gelen serin hava ile yer değiştirmesi sonucu, doğal yollarla serinleme etkisi sağlamasıdır. Yapı, yörenin kış aylarındaki güneşli gün sayısının fazla oluşu göz önünde bulundurularak tasarlanmıştır. Güney, güney-batı ve güney-doğu duvarlarında kış döneminde güneş etkisi ile ısı depolanması ve pencerelerden de sera etkisi sağlanarak ısı konforu elde edilmektedir (Şekil 5.25).



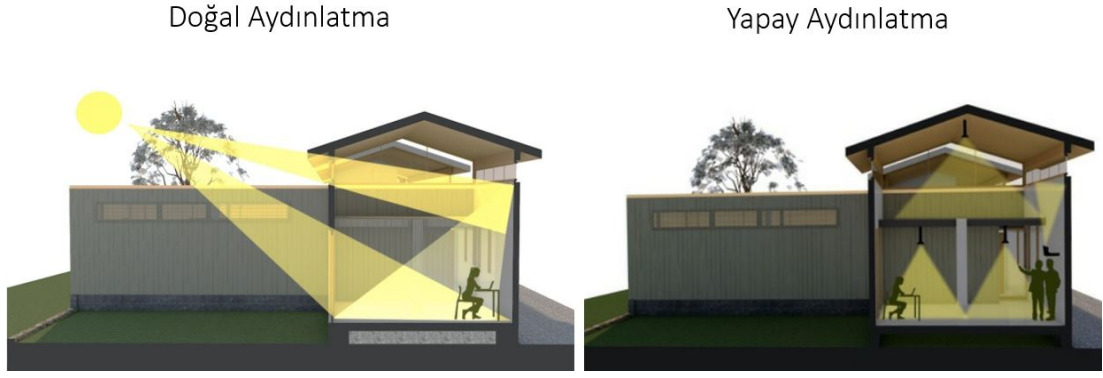
Şekil 5.25. Pasif iklimlendirme çözümleri (Url-61)

Yapının güney-doğu yönünde konumlandırılmış fotovoltaik panellerle üretilen elektrik, duvar içerisindeki resistanslı borulara iletilerek radyan ısınmada kullanılmaktadır. Bu yöntem su ile ısıtma teknolojilerine göre daha uygun ve etkisi geniş yüzeylerden ışıyım yoluyla daha fazladır. Doğru akım kullanıldığı için de insan sağlığına olumsuz bir etkisi yoktur (Şekil 5.26). Mekan içerisinde ıslak hacimlerde yerden ısıtma sistemi kullanılmaktadır.



Şekil 5.26. Aktif iklimlendirme çözümleri (Url-61)

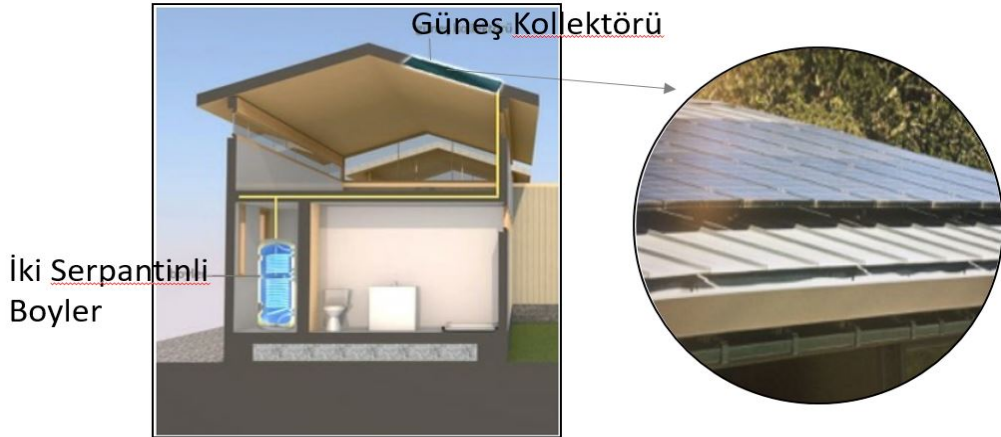
Yapıda doğal ve yapay yollarla olmak üzere, günün farklı saatlerinde farklı dalga boylarında (mavi ve sarı dalga boyu) aydınlatma sağlanabilmektedir. Aydınlatma düzeylerinin oluşumu, iç mekân aktivitelerinin gerektirdiği seviyede, doğru konum ve aydınlatma elemanı ile sağlanmaktadır (Şekil 5.27).



Şekil 5.27. Mekan içi doğal ve yapay aydınlatma çözümleri (Url-61)

Yapıda elektrik tesisatı kolay ulaşılabilir ve müdahale edilebilir olması açısından sıva üstü kablolama şeklinde uygulanmıştır.

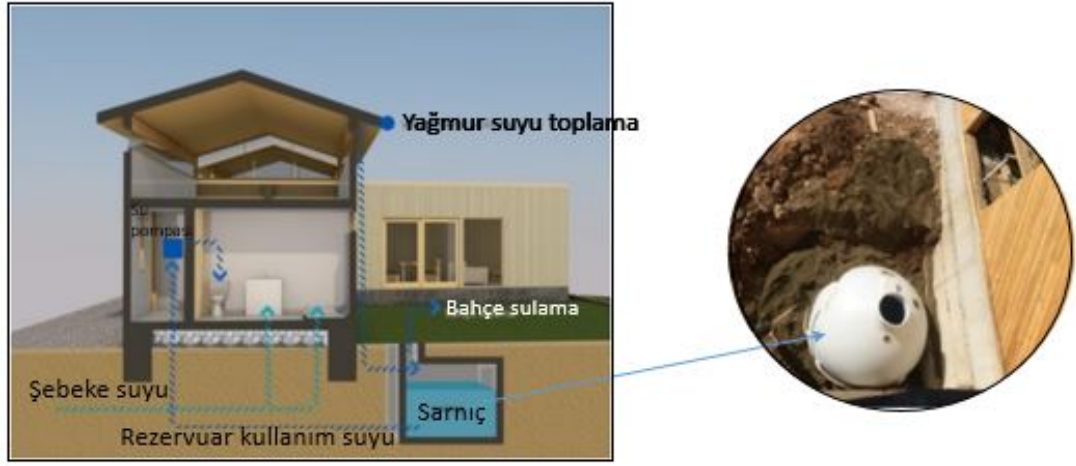
Sıcak su ve gri su çözümleri: Sıcak su ihtiyacı için çatıda konumlandırılan güneş kollektörleri ve iki serpantinli boyler kullanılmaktadır (Şekil 5.28). Yapının tüm teknik sistemlerinin idare edilebileceği, yapı içine gürültü etkisi olmayan (akustik yalıtımlı), teknik bir oda oluşturulmuştur. Yapıyı oluşturan kerpiç duvarlar, sıkıştırılmış toprak paneller, toprak sıva, sazlar ve ahşap da dahil olmak üzere tüm malzemeler doğal olarak akustik konfor sağlayıcıdır.



Şekil 5.28. Sıcak su çözümü (Url-61)

Yapıda şebeke suyu ve toplanan yağmur suyu olarak iki hatlı su sistemi mevcuttur (Şekil 5.29). Kıırma çatıdan toplanan gri su 10m³ kapasiteli su depolarında biriktirilerek rezervuarlarda ve bahçe sulamasında kullanılabilir. Bu sayede su ihtiyacı doğal yollarla sağlanmış olmakta,

dışa bağımlılık azalmakta, kaynak korunumu sağlanmakta ve su giderleri konusunda ekonomi sağlanmaktadır.



Şekil 5.29. Yapıda toplanan yağmur suyu kullanımını (Url-61)

Kadıovacık Biyoevi'nde kaynak kullanımı ve salınımlar itibariyle ayak izi olabildiğince düşük tutulmaya çalışılmıştır. Yaşama Döngüsü Analizi yapılan binanın, analiz raporuna göre karbon ayak izi, uluslararası ölçekte analiz edilmiş birçok yapıya göre daha düşük çıkmıştır. Yapı Biyolojisi ve Ekolojisi Enstitüsü merkez ofisinin bulunduğu "Kadıovacık Biyoev" binası, farklı mevsimlerde ölçümler yapılarak, mimari, yapısal araştırmalara da veri sağlamaktadır.

6. TARTIŞMA

Sağlıklı binalar, insanın konforlu ve sağlıklı bir şekilde tüm ihtiyaçlarını ve hayati gerekliliklerini karşılayabildiği ve bunu çevresiyle uyum içerisinde yürütebilmesine imkân tanıyan binalardır.

Yapı oluşumunda, özellikle de konut inşaatında geçmişe dönüp bakıldığında, insanların genellikle tüm ailenin ve komşuların desteğiyle kendi evlerini inşa ettikleri görülür. Yüzyıllar boyunca etkili ve biyolojik olarak sağlıklı olduğu kanıtlanan yapı malzemeleri ve yöntemleri kullanıldı. Herkes temel olarak bir ev inşa etmenin farkındaydı. Bugün bina teorisi ve pratiği tamamen kullanıcılarından ayrılmıştır (Ziehe, ?). Uzmanların devraldığı ve çoğu zaman kullanıcının sorgulama gereği dahi duymadan kabullendiği yapı oluşumları ne yazık ki sağlık ve çevre konusunda endişe verici noktalara ulaşmıştır. Nüfusun karar verme süreçlerine katılması gerekir. Çünkü doğru ve iyi projelerin hayata geçirilebilmesi için hem yatırımcı hem de katılımcı bir topluluğa ihtiyaç vardır. Düzgün kullanıldığında teknoloji; doğaya, hayata ve kültüre tabi olmalıdır. İnsan hayatının temel ihtiyaçlarını göz ardı eden bir bina gelişimi başta yanlış yönde ilerleyip sonucunda canlıların yok oluşunu hazırlar.

Daha da trajik olan, zararlı malzemelerin kullanımına izin veren yasa ve yönetmeliklerdir. Zarar görmüş doğanın ve sağlığı zarar görmüş insanlığın geri dönüşü olmayan ciddi tehlikelere doğru hızla yol aldığı gerçeğiyle yüzleşilmesi, günümüz insanını çevrenin korunmasına ve çevreyle uyum içinde sağlıklı yaşamaya ve yapılaşmaya yönlendirmektedir. İnsan yapımı yapay çevrenin kendisine ve doğaya zarar vermemesi için insan sağlığına zarar vermeyen doğal malzeme kullanımı ve bazı temel ilkelere uyarak yapılaşmak gerekmektedir.

Dünya genelinde büyük endüstri firmaları menfaatleri uğruna, pazar oluşumu ve ürünlerinin satışı için devletin aldığı kararlara tesir ederek ürün standartlarının eşik değerlerini, kendi istekleri doğrultusunda yönlendirmektedirler. Devlet

sağlıklı yapı standartları mevcut olsa ve uygulanabilseydi, bugün endüstrilerin zararlı olan yapı ürünlerinin çoğu piyasada satılmazdı (Ziehe, ?).

Aslında bu açıklanan durum tüm yapı sektöründe olduğu gibi sağlıklı yapılaşmalar için de biyolojik, psikolojik ve sosyolojik faktörler içerisine dördüncü bir bileşen olan ekonomiyi eklemektedir. Ancak malzemede ve yöntemlerde, maliyet ve teknolojik olarak ilerleme, sağlıklı ve çevreye duyarlı yapı oluşumunu geri plana itmiştir.

“Ülkemizde sağlıklı bina, yaşanabilir bina, yeterli bilimsel araştırmalara dayalı olarak tanımlanmamış olup bu konuda yasal düzenlemeler ve uygulamalar istenilen düzeyde değildir” (Oral, 2007). Ülkemizde de faaliyet göstermekte olan Yapı Biyolojisi ve Ekolojisi Enstitüsü sağlıklı bina oluşumu üzerinde gereken çabayı gösterse de henüz yapılması gereken yasal düzenleme ve takip yapılamamaktadır. “Binanın kullanımına yönelik belirli şartlar imar yasalarında kısmen mevcut olup, bunlar çevre sağlık, hijyen, güvenlik ve enerji yönlerinden yetersizdir. Gelişmiş ülkelerde, bu tür kuralların yapı kodları ve üniform standartlar halinde yerel yönetimler denetiminde uygulamaya konularak, zorunlu uygulamaların uzman profesyonellerin sorumluluğu altında hazırlanan yasal düzenlemelerle yapıldığı bilinmektedir” (Oral, 2007).

Yapı biyolojisi ilkeleri ile vurgulanan temel ölçütler, imar yasaları ile doğru bir şekilde uygulamaya konulup sağlıklı yapılar elde edilmeye çalışılmalı bunu yaparken kullanıcının psikolojik ve sosyolojik gereksinimleri de ön planda tutularak memnuniyeti de düşünölmelidir.

Ülkemizde 1992 yılında Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) tarafından Marmara Üniversitesi'ne yaptırılan ankette 60 bin denek ile yapılan görüşme sonucunda Türk halkının % 96'sının tek veya iki katlı evde oturmak istediğı verisine ulaşılmıştır. Fransa'da 1963 yılında yapılan bir halk oylamasında ise 200 yıllık apartman kültürüne sahip Fransız halkının % 68'inin tek katlı evde oturmak istediğı anlaşılmış ve o tarihten itibaren iskân politikası en çok iki katlı konutlar yönünde değiştirilmiştir. Ancak ülkemizde, tüm yönlendirme sorularının DPT tarafından titizlikle incelendiğı anketin kesin sonuçlarına rağmen, iskân

politikamızda az katlı konutlara doğru hiç bir değişim yapılmamıştır (Erengözgin, 2017).

Ülkemizde büyük kentlerde oluşan çok katlı, yoğun ve sağlıksız yapılaşma ve beraberinde nüfus artışı, göç ve trafik sorunu gibi giderek artan problemler karşısında çözüm düşünölmelidir.

Rant uğruna, yer yok bahanesiyle, çok katlı yapılaşmayı savunanlar için Erengözgin; Türkiye'nin toplam alanının 800 bin kilometrekare olduğunu ve elverişsiz alanlar dışında 400 bin kilometrekare arazi bulunduğunu belirtmektedir. Ülkenin yüz ölçümünün yüzde 5'i olan 40.000 kilometrekaresinin yani 40 milyon dönümün konuta tahsis edilmesi halinde, 70 milyon kişinin "üst eşikte", binde 5'i olan 4.000 kilometrekaresinin yani 4 milyon dönümün tahsisi halinde ise "alt eşikte" fakat yine de her birinin bağımsız yeşil alana sahip olduğu, bir veya iki katlı evlerde oturabileceğini hesaplamıştır (Erengözgin, 2017).

"Yapılan araştırma ve istatistikler bize, özellikle sanayileşmiş bölgelerde yaşayan insanların %96'sının yaşantılarından memnun olmadığını ve bu oranın %90'ının da fiziksel, biyolojik ya da psikolojik rahatsızlıklar sebebiyle ilaç bağımlısı olduğunu gösteriyor" (Akman, t.y.) (Kokulu, 2016).

Bu veriler, halkımızın yaşadığı mekânlardan memnun olmadığını ve bu durum için çözüm düşünölmezse hastalıklı bir topluma dönüşüleceğini göstermektedir. Çalışma doğrultusunda edinilen bilgiler ve taranan daha önceki araştırmalar ışığında bir proje önerisi getirilebilir. Yapı biyolojisi ilkeleri doğrultusunda, düşük maliyetli kerpiç veya yerelde kolay elde edilebilecek doğal malzemeli kentten uzak yapılaşmalar ve bu yapıları kendi örgütsel çatısında toplayan, daha insancıl ölçekte kasabalar oluşturulabilir. Devlet veya bazı çevreci kuruluşların desteği ile arazi tahsisi gerçekleştirilebilir ve bu alanlarda şehir planlamacı ve mimarların birlikte oluşturacakları planlı bir yerleşim haritası elde edilebilir. Sonrasında, oluşturulan tip projeler uzmanların önderliğinde, kullanıcılar için kendi evini kendin yap formatında uygulanabilir. İnsanlık için kentin karmaşasından kurtulabilecekleri, kendi iç huzur ve mutluluğuna dönebilecekleri, tasarım ve üretiminde kendinden pek çok şey katabilecekleri

ideal bir yaşama modeli elde edilebilir. Böylesi bir oluşumla, insanların sağlıklı olmalarını kolaylaştıran sağlıklı bir fiziksel ve sosyal ortam, sosyal eşitsizliklerin azaltılmasını ve eşit fırsatların teşvik edilmesini sağlarken, güvenli yerleşim alanları elde edilir.

Ülkemiz için önerilen bu modelle oluşturulabilecek çözüm, tüm dünya geneli düşünüldüğünde çok küçük bir parçadır. Dünya geneline bakıldığında, dünyadaki binalar küresel enerji tüketiminin % 40'ını oluşturmaktadır. Binaların enerji tüketiminin azaltılması ve CO₂ seviyesinin düşürülmesi için, Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency – IEA) tarafından, gezegenin karbon ayak izinin 2050'ye kadar % 77 azaltılması hedefi konulmuştur. Bu hedef doğrultusunda, dünyadaki GSMH'nın yarısından fazlasını temsil eden ve küresel birincil enerjinin üçte ikisini üreten altı piyasaya (ABD, Brezilya, Çin, Avrupa, Hindistan, Japonya) odaklanılmıştır. Binalarda enerji verimliliği ile ilgili olarak sektör profesyonelleri arasında bugüne kadar yapılmış en kapsamlı küresel piyasa araştırması gerçekleştirilerek Binalarda Enerji Verimliliği (BEV) projesi oluşturulmuştur. Proje kapsamında ayrıntılı analizler sonucu 2050 yılını hedefleyen üç alternatif senaryo ortaya konulmuştur. Bu senaryolardan biri de;

“Yapı sektörünü dönüştürecek ve iklim değişikliği için geliştirilen çözümlere oransal olarak katkıda bulunacak şekilde koordineli ve yoğun bir aksiyon alınması”dır (Url-63). Böylesine büyük bir senaryonun gerçekleştirilmesi için gerçekten çok ciddi ekonomik bedellerden bahsedilebilir. Tüm dünya için düşünüldüğünde bu kadar büyük koordineli ve aksiyon gerektiren bir senaryo için alternatif, ekonomik, uygulanması her yönüyle yararlı ve kolay bir yapılaşma olan kerpiç, değerlendirilmeye alınmalı ve hedeflere ulaşma noktasında çözüm olarak düşünülmelidir.

7. SONUÇ

Günümüzde yaşanan, ekonomik sorunlar, sağlıksız yapılaşmalar ve kapasitesini aşmış kent hayatı ve her geçen gün daha da artan yapı ihtiyacı, çözüm gerektiren ciddi bir meseledir. Hızla gelişen endüstri ve yüksek teknolojinin bedeli olarak dengesi bozulan bir doğa ve doğanın onaramadığı, geri dönüşü olmayan çevre kirliliği ile yüz yüze kalınmıştır. Yaşanılan bu olumsuz durumlar, günümüz ve gelecek canlı hayatının sürdürülebilirliği için kullanımı sırasında en az enerji ile kullanıcıya sağlıklı yapı konfor koşullarını sağlayabilen, çevresi ile uyum yakalayan, ekolojik malzemelere yönelmesine neden olmuştur. Çalışmada bu paralellikte belirlenen, doğal bir yapı malzemesi olan kerpicin; olumlu doğal yapısı ile son derece önemli ve günümüzde çok daha anlam kazanmış olan yapısal konfor şartlarını karşılmasına dikkat çekilmiştir. Geri dönüştürülebilirliği, eskimezliği, ekonomikliği ve ekolojik çevreye sunduğu sayısız katkı göz önünde bulundurularak, modern yapı kültürüne kazandırılması amaçlanmıştır. Sağlıklı ve çevresi ile uyumlu yapı oluşumunda, yapı biyolojisi ilkeleri kapsamında; iç mekan hava niteliğinin zenginleştirilmesi, ısı, akustik ve görsel konfor sağlanması ve sağlıklı malzeme seçimi konularında kerpiç kullanımının etkileri literatür taraması ile incelenmiş, kullanıcı ve çevre odaklı yorumlanmıştır.

Dünyada endüstrinin gelişimiyle birlikte inşaat ve malzeme teknolojisinde de gelişmeler yaşanmıştır. Yeni üretilen malzeme ve geliştirilen inşaat teknikleri kullanımı sonucu yeni kuşaklarda çeşitli rahatsızlıklar başlamıştır. Hasta Bina Sendromu veya Bina Kaynaklı Hastalıklar diye nitelendirilen bu rahatsızlıklar; yapıda sorunlar çözülmedikçe kronikleşip daha da ciddi, ölümlerle sonuçlanan boyutlara ulaşabilmektedir. Yapı Biyolojisi Bilimi, zamanının çoğunu kapalı ortamlarda geçiren insanların, içerisinde buldukları mekânın olumsuz; psikolojik, sosyolojik ve biyolojik etkileri nedeniyle rahatsızlık yaşamalarının önlenmesi, kullanıcı ve çevresi ile uyumlu, sağlıklı yapı oluşumu için çalışır.

Yapı kaynaklı hastalıkların oluşumunu önleyebilmek için yapı biyolojisi bilimi kapsamında geliştirilmiş ilkeler dikkate alınmalıdır. Yapılarda sağlıklı iç mekân oluşumu için her türlü kullanıcı gereksinimleri ve doğal gün ışığı kullanımı, iç mekân hava kalitesi, doğal havalandırma, su korunumu, enerjinin etkin kullanımı gibi tasarım ölçütleri göz önünde bulundurulmalıdır. Uygulamada kullanılacak yapı malzemesi seçiminde ve iç mekân dekorasyonunda; kullanıcının sağlığını olumsuz etkileyebilecek malzeme, kullanıcı faaliyeti ve dış ortam kaynaklı hava kirleticilerinin oluşumuna izin verilmemesi gerekir. Aksi takdirde, başta uyku düzensizliği, gerginlik, depresyon, baş ağrısı olmak üzere astım, kalp hastalığı ve kanser gibi çok daha ciddi ve ölümcül hastalıklara neden olabilir. Yeni yapı uygulamasında ve mevcut yapı iyileştirilmesinde biyoklimatik yapı analizi yöntemi kullanılarak, malzeme seçiminde ve mekânların oluşumunda sağlık açısından herhangi bir sakıncanın tespiti sağlanabilmektedir.

Sağlık açısından sakıncası olmayan ve çevresi ile uyumlu yapı denince, çevreden kolaylıkla elde edilebilecek, üzerinde çok fazla işlem gerektirmeden kullanılacak doğal malzeme ile oluşturulan doğal yapılar akla gelmektedir. Yerelde, hazır olarak bulunan taş, ahşap ve toprak kullanılarak inşa edilen yapılar hem ekolojik hem de çok fazla enerji ve işçilik gerektirmediği için ekonomiktir. Taş ve ahşabın sınırlı olduğu alanlarda da toprak daha kolay elde edilebilirliği ile tercih edilen bir yapı malzemesi olmuştur. Toplayıcılıktan yerleşik hayata geçen insanların ilk oluşturdukları yerleşimler toprak kullanılarak inşa edilmiştir. Ülkemizde bulunan Çatal Höyük ve Aşıklı Höyük yerleşkeleri bilinen ilk örnekleridir. Bu eski inşa biçimleri özellikle Anadolu'nun zengin mimari kültürünün çok önemli bir parçasını oluştururken yaşantımıza derinlik ve kalite katmaktadır. Tarihin ilk çağlarında kili keşfeden ve taşın bulunmadığı alanlarda barınabileceği yapı için kullanan insanoğlu zamanla tecrübe ederek kerpiçi keşfetmiş, geliştirmiş ve günümüze ulaştırmıştır. Dünya genelinde koruma altına alınan yapıların büyük bir bölümü kerpiçten oluşmaktadır. Depreme dayanıksızdır diye küçümsenip, unutulmuş kerpiç yapılar, tarihine dönüp bakıldığında yüzyıllardır ayakta kalan devasa örnekleri (Dünyanın en eski gökdelenleri ile Yemen'deki Şibam, Mali'deki Djenne Cami, İran'da Bam Şehri gibi) ile adeta bu söyleme meydan okumaktadırlar. Kerpiç

mimarisi, çevrede insanın yaşayabileceği ve ihtiyaçlarını giderebileceği uygun iç mekân oluşumu için binlerce yıl boyunca kullanılan toprak üzerine yoğunlaşmış insan marifetini gözler önüne sermektedir. İlk çağlarından itibaren, insanın ürettiği ve biçimini istediği gibi belirlediği, ilk yapı malzemesi olan kerpiç, uygun oranlarda kil içeren toprağın, su ve gerekli görülen katkı maddeleri ile harmanlanıp yoğrularak kalıplara dökülmesi ve açık havada kurutulması ile elde edilmiş sonrasında da yığma yapı tekniği ile yapı inşasında kullanılmıştır. Günümüzde de kullanılabilen bu geleneksel yöntem çok fazla zaman aldığı için, kerpiç teknolojisinde iyileştirmelere ihtiyaç duyulmaktadır.

Yapı biyolojisi açısından kerpiç kullanımının etkileri incelendiğinde;

- Kerpicin yatayda yapılaşabilecek altyapı planlamasına uygunluğu, insanda aitlik hissettiren kültürel bir yapı malzemesi oluşu, doğa ile bütünleşebilmesi, ekolojik döngülere ve yerel koşullara adapte olabilmesi özellikleri sayesinde *eko sosyal yaşama alanı* oluşumu için uygun bir malzemedir.
- Kerpiç bulunduğu coğrafyanın toprak içeriğinde herhangi bir radyoaktif madde bulunmadığı durumda hiçbir şekilde zararlı salınım ve kirliliğe neden olmaması, yüksek termal özelliği sayesinde iç mekân ısı dengesini yönetebilmesi, higroskopik özelliği ile iç mekânda nem dengesi oluşturabilmesi ve gözenekli yapısı ile iyi bir ses ve akustik konfor sağlayabilmesi ile yapıda iyi bir *termal ve akustik konfor* özelliğine sahiptir.
- Kerpiç nefes alabilen doğal bir malzeme oluşuyla mekanda sürekli temiz hava dolaşımı sağlayabilmesi, iç mekanda uygun nem dengesi oluşturması ile sağlığa zararlı küf, mantar, toz ve allerjen oluşumunu önleyebilmesi ve bu sayede içi mekanda kokusuz ve nötr bir hava ortamı sunabilmesi, içeriğindeki toprağın iyonizasyon özelliği sayesinde mekanda uygun bir elektroiklim oluşturması ve yüzeylerinde ısı depolayıp gerektiğinde radyan ısı salınımı (ışınım) yaparak iç mekanda

ısırl konfor sağlayabilmesi özellikleri ile *sağlıklı iç mekan iklimi* oluşturabilen bir malzemedir.

- Kerpiç yerel olan toprağın, yerel yöntemlerle tesis gerektirmeden ve çok fazla enerjiye ihtiyaç duyulmadan yapıya dönüşümü ile enerji tasarrufu ve düşük maliyeti ile ekonomik oluşu, inşaat ve tadilat sürecinde çevresine olumsuz etkisinin bulunmaması, doğal bir malzeme oluşu ile en iyi yaşama döngüsü verilerine sahip olması özellikleri ile *çevre ve enerji* konularında uyumlu ve tasarruflu bir malzemedir.
- Kerpiç kalıplanabilir özelliği ile oran, ölçü ve form konularında istenilen esnekliğe sahip oluşu, insanın tüm duyularına hitap edebilmesi, dokusu ve rengi ile sıcaklık etkisi, mekân örgütlemelerinde fiziksel ve mekanik özellikleri ile ergonomik tasarıma kolaylık sunması, yerel yapı kültürünün bir parçası olup zanaatlerle kaynaşabilmesi özellikleri ile *insan odaklı tasarım* için ideal bir malzemedir.

Bulgularına ulaşılmıştır.

Bu bulgular ışığında;

- Ülkemizde ve dünyanın pek çok yerinde imkânların sınırlı olduğu dönemlerde ve kırsal alanlarda, zorunluluk nedeniyle kullanılan kerpiç yapılaşma günümüzde önem kazanmaktadır. Aslında araştırmacı ve bilim insanlarının da tavsiyeleri bu yöndedir. Ülkemiz coğrafyası da kerpiç yapı için çok elverişlidir.
- Kerpiç, termal kapasite özelliği ile sağladığı iç mekân konforu sayesinde yaz ve kış aylarında ısıtma ve soğutma için enerji tüketimi gerektirmez. Dolayısı ile bireysel ve ülke ekonomisi için büyük katkı sağlar.
- Kerpiç; yüksek kaliteli, çevre dostu ve sağlıklı bina yöntemi olarak kanıtlanmış sicili ile teknolojisinde sağlanacak iyileştirmelerle modern uygulamalarda kullanılmalıdır.
- Kerpiç, meşru bir inşaat şekli olarak kabul edilmeli ve başta ülkemiz olmak üzere dünya yapı yönetmeliklerinde tanınmalıdır. Ülkemizde

bulunan kerpiç yapı oranına bakıldığında, kerpiç yapının yönetmeliklerde yer alması gerekliliği görülmektedir. Bu konuda medya, üniversiteler, mimarlar odası ve çeşitli sosyal kuruluşlar üzerine düşen görev; konuyu gündeme alarak farkındalığı arttırmaktır.

- Dünya genelindeki yapılaşmaların %33'nün kerpiç yapı olduğu düşünüldüğünde mimarlık eğitiminde kerpiç konusu yer almalıdır.
- Kerpicin, kabul görüp kullanımının teşviki ve akademik olarak eğitimlere dâhil edilebilmesi için sanayide yer alması gereklidir.
- Çağın ihtiyaçlarına cevap verebilecek şekilde, sanayi sektörü ile işbirliği yapılarak kerpicingin üretimi sağlanabilir. Standartlara uygun kerpiç üretimi gerçekleştirilip, mimarların ve yapı sahiplerinin tercih ettiği bir yapı malzemesi haline getirilebilir.
- Yerel malzeme kullanımı dışa bağımlılığı azaltır, dolayısı ile modern kerpiç teknolojisi ekonomiye katkı sağlar.
- Toplu konut problemi için de yüksek katlı olmayan, yatayda gelişecek kerpiç yapılar sağlıklı çözümler olacaktır.
- Kentlerde göç nedeni ile artan nüfus problemine karşı, kendi toprağına dönmek için çaba harcayan insanlar için kerpiç büyük maddi katkı sağlayabilecek bir çözüm olacaktır.
- Ayrıca, toplumun dikkatini çeken saygın kişilerin kerpiç yapı tercihi, kerpici basit bir yapı olmaktan tercih edilen bir noktaya taşıyacaktır.

Çalışmada Yapı Biyolojisi ve Ekolojisi Enstitüsü Kadıovacık Biyoevi için yapılan değerlendirme; kerpiç ve doğal malzeme ile ekolojik, çevreye duyarlı, sağlam, enerji tasarruflu ve sağlıklı olarak çağdaş bir yapının inşa edilebileceğini göstermektedir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar;

Ekonomik açıdan değerlendirildiğinde; bireysel olarak inşa edilen bir kerpiç yapıda, yerel malzeme ve iş gücü ile yapılaşıldığı için yapım aşamasında ve

kullanım süresince ekonomi sağlanacaktır. Sanayi ürünü olarak kerpiç kullanımında yapılaşma sırasında ekonomi sağlanamasa da kullanım süresince uygun iç mekân konforu sağlandığı için enerji tüketimi en az seviyede olacaktır. Ülkemizde yapı sektörüne yıllık yaklaşık 50 milyar dolarlık bir yatırım yapıldığı göz önünde bulundurulduğunda bu yapılaşmada kerpiç tercihi ile doğru orantılı bir enerji tasarrufu elde edilecektir. Dolayısı ile ülke ekonomisine katkı sağlanacaktır.

Sosyolojik açıdan değerlendirildiğinde; kerpiç ile yatayda gelişebilecek bir yapılaşma ile mahalle veya kasaba kültürü yeniden canlandırılabilir. Bu oluşum insan ilişkilerinde de unutilan ya da kopan bağları tekrar pekiştirecektir.

Kültürel açıdan değerlendirildiğinde; kerpiç yapı mirasımızın korunması sağlanırken, mevcut kerpiç yapıların işlevlendirilmesi ile iç ve dış turizme katkı sağlanır. Ayrıca kültürel öğelerin ve zanaatin harmanlanarak çağdaş kerpiç mimarisine dâhil edilmesi toplumu ortak bir noktada buluşturan ve bireylerin özüne sahip çıktığı bir gelecek sunar.

Bilimsel açıdan değerlendirildiğinde; kerpiç sağlık açısından en uygun iç mekân kalitesi sunan, çevreye ve canlı hayatına duyarlı, üstün nitelikleri olan özel bir yapı malzemesidir.

Sonuç olarak, değişen yaşama koşulları karşısında, yapısal çözüm ve yenilikçi malzeme kullanımı dışında tüm canlılığı tehdit eden sağlıksız ortamların oluşumunu ve kaynak tüketimini önleme noktasında yapısal ve sistemsel çözüme ihtiyaç vardır. Bu konuda kerpiç doğru bir çözümdür. Daha fazla insanın güncellenen kerpiç teknolojisini keşfiyle, kendi özellikli ekolojilerine adapte olabilecekleri, sürdürülebilir doğal yaşama merkezlerini ve konutlarını inşa edebilmeleri mümkün olacaktır. Bu yeni oluşumu teşvik etmek ve ilerletmek için kentin kalabalık ve plansız yapılaşmasından uzak, yeni yerleşim yerlerinde, geleneksel malzemelerin kullanıldığı veya güncellenen teknolojisi ile kerpiç binaların inşası konusunda gereken destekler sağlanmalıdır. Doğru tasarlandığında kerpiç; uygun maliyetli, çevre dostu, sağlıklı ve dayanıklı bir yapı malzemesidir. Tamamen kerpiçten yapılmış bir yapının ideal olmadığı yerlerde dahi, kerpici daha güçlü kılan diğer malzemelerle birlikte

kullanılabilmektedir. Yapı biyolojisi açısından yaklaşıldığında da “KERPİÇ” sadece sağlıklı yapı üretimi ve doğanın korunmasını sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda, trafik, hava ve su kirliliği, iş stresi, kalabalık yalnızlığı gibi, aslında yapay olarak oluşturulmuş problemler karşısında sağlığını ve mutluluğunu kaybetmekte olan bireyler için, doğa ile teknolojisi geliştirilmiş doğal bir malzemenin uyumlu birlikteliği sonucu, hayatı ve doğayı yapıcı bir şekilde paylaşacağı ve tekrar iç huzurunu yakalayabileceği, tasarımında söz sahibi olduğu ekolojik yaşama alanları oluşturulmasında bir çözümdür.



KAYNAKLAR

Abel, Thomas. (2019). Yapı Biyolojisi Forumu 2019 sunumu,

Acun, S., Gürdal, E. , (2003). “Yenilenebilir Bir Malzeme: Kerpiç ve Alçılı Kerpiç”, *TMH - Türkiye Mühendislik Haberleri*, Sayı 427 - 2003/5

Aça, M.,(2018).“ Dünya Mitolojilerinde Toprak Simgeciliği”

Akman, Alp, (1995). “Kerpiğin Araştırılması ve Niteliklerinin İncelenmesi”, *Yapı*, 169, 104-105.

Akman, And, (2009). “Yapıda Ekoloji Kavramı Bütünsel Olarak Ele Alınmıyor”, *Arkitera*, 15 Nisan 2009. <https://www.arkitera.com/soylesi/yapida-ekoloji-kavrami-butunsel-olarak-ele-alinmiyor/>

Akman, And, (2013). “Biyolojik Yapılaşma ile Sağlıklı Yerleşimin Temel İlkeleri”, *Eko yapıdergisi*, sayı: 317, 5 Eylül 2013.

Akman, And, (2013). “Kerpiç Mimarlığın Dikotomisi”, *Eco Yapı Dergisi*, 5 Ekim 2013.

Akman, M. Süheyl, (2003). “Yapı Malzemelerinin Tarihsel Gelişimi” , *TMH - Türkiye Mühendislik Haberleri*, Sayı 426 - 2003/4, ss.32.

Alva-Balderrama, A., (2001). “The conservation of earthen architecture”,The GettyConservation Institute Newsletter.

Anaç, M., İncesakal, M., (2018). “Analysis of the Concept of Construction Biology in the Context of Electrification in Modern Architecture”, Kerpic’18 – Back to Earthen Architecture: Industrialized, Injected, Rammed, Stabilized 6th International Conference Hasan Kalyoncu University, Turkey, 1-2 June 2018.

Anonim, (2010), “Konya’nın Eski Kerpiç Evleri”, Yıl: 23, Sayı:268,s.48-49,Konya, İpek Yolu, KTO.

Arpacıoğlu, Ü., (2006). “Geçmişten Günümüze Kerpiç Malzeme Üretim Teknikleri Ve Güncel Kullanım Olanakları”, 3.Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi.

Arsan, Z. D., (2008). “Türkiye’de Sürdürülebilir Mimari” (Sustainable Architecture in Turkey). *Mimarlık*. Mart-Nisan 2008, 340: 21-30.

Arsan, Z. D., (2009).‘Enerji Etkin Mimarlık Yaklaşımları Üzerine bir Eleştiri’, *Ege Mimarlık Dergisi*. 1, sayı 68.

Arundel, Av. , Sterling, Elia M. , Biggin, Judith H., Sterling Theodor D. , (1986). “Indirect Health Effects of Relative Humidity in Indoor Environments” Nisan 1986.

ASHRAE TRANSACTIONS,(2004-Part 2),"Indoor Air Quality of an Energy – Efficient, Healthy House with Mechanically Induced Fresh Air",s.77.

ASHRAE, (2005). “Inc., Odors chapter, Fundamentals volume of the ASHRAE Handbook”, Atlanta, GA.

Atzeni, C., G. Pia, U. Sanna ve N. Spanu, 2007.”Toprak bazlı malzemelerin gözenekli mikroyapısının bir fraktal modeli”. Construct. İnşa etmek. Mater., 22: 1607-1613.

Aydın, D., Çınar, K., (2005), “Using Earth and Flora As a Building Material in Konya Plain Rural Settlements-Adobe-Grassy Earth, Living in Earthen Cities” Kerpic/05,İTÜ.,s.150-157,6-7July,İstanbul.

Aytıs, S., Polatkan, I., (2019). “Ekolojik Mimarlık Kavramı Ve Temel İlkeler”. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Mimarlık Fakültesi

Balanlı, A., Darçın, Polat, Ceylan, Aygöl, (2013) “Yapı İçindeki Küfün Yapı Biyolojisi Açısından İrdelenmesi”, 4. Çevre Tasarım Kongresi, YTÜ & Uludağ Üniversitesi Bursa / 12, s. 413- 420, 13 Aralık 2013.

Balanlı, A., Öztürk, A., (1995). “Yapı Biyolojisi Kavram ve Kapsam, Sağlıklı Kentler ve İnşaat Mühendisliği”. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İzmir şubesi, İzmir, 20-21 Ekim 1995, 135-140.

Balanlı, A., Vural, M S., Taygun, Gökçe T., (2004). “Yapı Ürünlerindeki Radonun Yapı Biyolojisi Açısından İrdelenmesi” 2. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, İstanbul: TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi, ss.378-386, 6-8 Ekim 2004.

Balanlı, A.; Darçın, P., (2012). “Yapı Ürünleri ve Kakosmi”, 6. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, TMMOBMimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi, s.163 – 173, 7 –9 Kasım 2012, İstanbul.

Bardou, P., Arzoumanian, V., (1987), “Archi de Terre, Parenthèses (éditions)”.

Baubiologie Maes, (2015). “Yapı Biyolojisi Test Yöntemleri Standardı” (SBM-2015)

Beckett, C., Jaquin , P. A., Morel J. C., (2020). “Weathering the storm: A framework to assess the resistance of earthen structures to water damage”.

Berge, B., (1988). “The Last Sick Houses, Gyldendal Norsk Forlag”, ISBN-13: 9788200033516

Bijlsma, Nicole, (2018). “Healthy Home, Healthy Family”.

Binici, H., Aksoğan, O., Bakbak, D., Kaplan, H., Isık, B., (2008) “Sound insulation of fiber reinforced mud brick walls” *Construction and Building Materials*, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2008.05.008

Blondet M., Garcia M. Gladys Villa., Brzev Svetlana., (March 2003). “Earthquake-Resistant Construction of Adobe Buildings: A Tutorial”.

Bluyssen, P.M., (2009). “The Indoor Environment Handbook: How to Make Buildings Healthy and Comfortable”; London, UK., Earthscan.

Bokalders, V., Block, M., (2010). “The Whole Building Handbook How to Design Healthy, Efficient and Sustainable Buildings”, Earthscan in the UK and USA in 2010.

Bommel van W., (2005) “CIE and the way of putting ‘lighting and health’ into daily lighting practice”, *Proceeding Book of Lux Europa 2005 (10th European Lighting Conference, Berlin, September 19-21)*, 25–26.

Carnevale, D.G.; RIOS, J.M. (1995) “How Employees Assess the Quality of Physical Work Settings”. *Public Prod. Manag. Rev.* , **18**, 221–231.

CIBSE Guide, London, (1986), “Chartered Institution of Building Services Engineers, CIBSE guide”, London: Chartered Institution of Building Services Engineers; 1986.

Collet, F., L. Serres, J. Miriel, M. Bart, (2006). “Güneye Bakan Kil Duvarının Isıl Davranışının İncelenmesi”. *Built Environmental*, 41: 307-315.

Çamlıbel, N., (2000), “Yapıların Taşıma Gücünün İyileştirilmesi”, s. 258, İstanbul, Birsen Yayınevi.

Çavuş, M., Dayı, M., Uluşu, H., Aruntaş, Y., (2015). “Sürdürülebilir Bir Yapı Malzemesi Olarak Kerpiç”, *Adobe As A Sustainable Building Material*, 2nd International Sustainable Symposium, 28-30 May 2015, Turkey, Ankara.

Çelebi, R., (1979), “Kerpiç Yapım Yöntemleri ve Kullanımı Üzerine bir İnceleme”, *Doçentlik Tezi, İDMMA, Mimarlık Bölümü*, s. 176, İstanbul.

Çınar, K., Koçu, N., Korkmaz S.Z., (2002), “Yapı Malzemesi Olarak Kerpicin Konya Evlerinde Kullanılması ve Sorunları”, *Yıl:15, Sayı:171, Mayıs,s.33.Konya, İpek Yolu, KTO*.

Çiçek, B., (2014). “Çağdaş Bir Yapı Malzemesi Olarak Toprak”, *İTÜ Vakfı Toprak Yapılar Çalışma Grubu, Selçuk Üniversitesi Mimarlık Fakültesi- Konya Sürdürülebilir Mimari Tasarımda Kerpiç Malzeme Kullanımı Paneli 16-18 Mayıs, Konya*.

Çilingiroğlu, S., (2010). “İç Hava Kalitesi”, *Makale*, 24 02 2010

Dethier, J.,(1983). “Down to earth: Adobe Architecture, An Old Idea, A New Future”,trans.Ruth Eaton, New York: Factson File.

Doat, P., Claire N., (1991). "Building with Earth", New Delhi: Mud Village Society.

Donnelly, J. (2010). "Energy Efficiency in Traditional Buildings Government of Ireland", Ireland. ISBN 978-1-4064-2444-7

Echarts, W. P. (1977). Anonyme Lehmbauten Anatoliens. Erdkunde, 31, 52-64.

EcoLogic Design Lab, 2009. <http://ecologicdesignlab.com/2009/04/house-plants-living-walls-and-iaq/>, 08.04.2020.

Ekinci, C.E., Güler, Ç. ve Eminel, M., (2004). "Yapılarda Elektroiklimsel Kirliliğe Neden Olan Etkenlerin İncelenmesi", Sürdürülebilir Çevre İçin Enerji Denetimi-Yalıtım Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı. ss: 455-471. İstanbul.

Erengöz, Ç., (2019). "Yaşam döngüsü ve mimari kurgu / Düştüğümüz yanlışlar". <https://www.temizmekan.com/yasam-dongusu-ve-mimari-kurgu-dustugumuz-yanlislar/>

Finnegan, M.J., Pickering, C.A., Burge, P.S. (1984) "The sick building syndrome": Prevalence studies. *Br. Med. J.*, 289, 1573–1575.

Gernot, M., (2009). "Dünya ile İnşa Etmek: Sürdürülebilir Bir Mimari Tasarım ve Teknolojisi". Amerika Birleşik Devletleri, 2. Edn., Birkhauser Basel Publishere, ISBN:9783764374778.

Glaumann, M., (1998). "Environmental assessment of buildings": compilation January [systematic and method for assessing the external and internal environmental impact of built-up properties], Gävle; KTH, Inst. for Built Environment.

Gubasheva, S. ,(2017). "Adobe bricks as a building material", Bachelor Thesis.

Guntzel, S., (1990). Raum- Topographe- Topologie. Zur Raumbeschreibung in den Kultur und Medienwissenschaften, Bielefeld: Transcript Verlag 2007.

Gündüz, G.N., (1999). "Kerpiç Yapılarda Sıva İle Dış Yüzey Korunması", Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Hall, M.R., Lindsay, R., Krayenhoff, M. (2012) "Modern Earth Buildings Materials, Engineering, Construction and Applications", UK, Woodhead Publishing Limited.

Hartmann, F., (July 2014). "The third skin of human beings. An outline of modern building biology", <https://www.erziehungskunst.de/en/article/the-third-skin-of-human-beings-an-outline-of-modern-building-biology/>, 10.04.2020.

Houben, H., Guillard, H., (1994). "Earth Construction, A Comprehensive Guide, Intermediate Techology Publications, London.

<http://www.iccevrekalitesi.net/pdf/1.pdf>

http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/458d34b9c5f3ae1_ek.pdf

IEA, International Energy Agency. (2000). “Daylight in Buildings: a Sourcebook on Daylighting Systems and Components”. IEA SHC Task 21/ ECBCS Annex 29 raporu. Wafllington D.C.

Işık, B., (2000). “Türkiye’de Kerpiç Yapı Kültürü ve Alçı İle Stabilize Edilen Kerpiç- Alker Yapılar”, ALÇIDER 3. Ulusal Alçı Kongresi Bildirileri, (01-02 Kasım), ss. 3-25, Ankara.

IŞIK B., (2003). “Depreme Dayanıklı Yapı Elde Edilmesi için Alker Duvarın Tasarım Kriterlerinin araştırılması”, CD *Bildiri No: AE-048*, Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 26-30 Mayıs 2003, İstanbul - **Ing Poster: Investigating the design criteria of alker wall to achive the earthquake safe structure**

IŞIK B., (2005). “*Investigating the Earthquake Safety of Alker Wall*”, Earth Building 2005, University of Technology, Sydney, 19-20 January

Işık, B., (2010) "Study on Seismic Reliability of Gypsum Stabilized Earthen Construction 'Alker' in conformity with 'Disaster Code 97' in Turkey" IJASE: M #10017 ISSN 2008-3556 (teslim: 2009 ekim, EDİTÖRDE: 2010 ocak)

Işık, B., (2010) "Use of Prefabricated Concrete Installation Walls for Self-Built Earthen Housing Projects in the GAP Region of South- Eastern Turkey”, JEPE, Journal of Environmental Protection and Ecology, Book 3, vol. 11 (2010). Re No 1541/08.06.09 ISSN: 1311-5065, Science Citation Index Extended (SCIE) by THOMSON Scientific and Elsevier

Işık, B., (2010) “Aging investigation on the first case-study building constructed with gypsum stabilized earthen material Alker in 1983”, JEPE, Journal of Environmental Protection and Ecology, Book 3, vol. 11 (2010) Re No 1540/08.06.09 ISSN: 1311-5065, Science Citation Index Extended (SCIE) by THOMSON Scientific and Elsevier

Işık, B., (2012). “Kıbrıs Dilekkaya’da Püskürtme Tekniği ile Karma Kerpiç Konut İnşaatı”, 3. Konut Kurultayı, Kıbrıs’ta Konut: Planlama, Tasarım, Uygulama 09-10-11 Mart 2012, K.T.M.M.O.B. Lefkoşa.

Işık, B., (2013),”Modern mimaride kerpiç, yeni yapı teknolojisi” ANKARA, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 16.01.2013

Işık, B., (2015), Yeşil Çevre Tasarımı ve Kerpiç Yapılar, İAÜ, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Toprak Zirvesi 2015 12 03

Işık, B., (2016). “E-Bülten” İstanbul Aydın Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Dergisi, sayı:3, Mayıs-Haziran 2016.

Işık, B., (2017). “Yeşil Çevre Tasarım ve Kerpiç Yapılar, Yaşamın Her Karesinde Toprak”, İstanbul Aydın Üniversitesi, s. 188-195.

Işık, B., (2019). “Kerpiç Ülkemizin Simgesi”, Yeni Şafak Pazar Eki.

Işık, B., (2007), “Healthy living with gypsum-stabilized earth” Healthy Houses 2007, Brno, Czec Republic, June 21–22

Işık, B., Tulbentci T., (2008) “Sustainable housing in island conditions using Alker-Gypsum stabilized earth: A case study from northern Cyprus”, *Building and Environment*, ISSN 0360 – 1323, pp 1426-1432; DOI information: 10.1016/j.buildenv. 2007.06.002

İşsever, H., (2010). *Ergonomi, İstanbul Üniversitesi Açık Ve Uzaktan Eğitim Fakültesi (Ortak Ders)*

Jafari, M.J.; Khajevandi, Ali Asghar; Mousavi Najarkola, Seyed Ali; Yekaninejad, Mir Saeed; Pourhoseingholi, Mohammad Amin; Omid, Leila; Kalantary, Saba (2015). "Association of Sick Building Syndrome with Indoor Air Parameters". *Tanaffos*. 14 (1): 55–62, 2015-01-01.

Jimenez-Delgado, M.C., I. Canas-Guerrero, (2006). “Earth building in Spain”. *Construction Build. Mater.*, 20: 679-690.

Kafescioğlu, R., (13 Ekim 2019). “Toprak Anadolu’nun geleceği”, *Yeni Şafak*, Prof. Dr. Ruhi Kafescioğlu röportaj.

Kafescioğlu R., Gürdal, E., Toydemir, N., Özuer, B.,. (1980).“Yapı Malzemesi Olarak Kerpicingin Alçı ile Stabilizasyonu”, TÜBİTAK M.A.G. 505 AraştırmaProjesi, s.3.

Kafescioğlu, R.,(2017). “Neden Toprak Yapılar?” , *Yaşamın Her Karesinde Toprak*, İstanbul Aydın Üniversitesi, s:144-152.

Karakul, Ö., Bakırer, Ö., (2018). “Tarihi Yapılarda Zanaat-Mimari Bütünlüğü ve Çağdaş Tasarımlarda Sürdürülebilirliği Üzerine Bir Değerlendirme”.

Kerali, G. Anthony. (2001) “Durability of compressed and cement-stabilised building blocks”. PhD thesis, University of Warwick.

Keskin, T., (Ağustos 2010). “Binalar Sektörü Mevcut Durum Değerlendirmesi Raporu”, Türkiye’nin Ulusal İklim Değişikliği Eylem Planı’nın Geliştirilmesi Projesi.

King, B., Tanaçan, L., (2010), “Toprak Mimarisinin Yeniden Doğuşu-Kil Kökenli İnşaata Taze ve Güncellenmiş Bir Bakış”, *Mimarlıkta Malzeme*, Yıl: 5, Sayı: 17, s.62-80, Ekim, İstanbul.

Koç Z.,G., Akbulut ,D. E., (2017). “Ekolojik Tasarım Kapsamında Dünyada ve Türkiye’de Toprak Yapı Standart ve Yönetmeliklerinin Değerlendirilmesi”, DOI: 10.5505/megaron.2017.48615

Koçu, N. , (17 Ekim 2012). “Sürdürülebilir Malzeme Bağlamında 'Kerpiç' ve Çatı-Cephe Uygulamaları (Konya-Çavuş Kasabası Örneği)”, *Teknik Makale*, Sayı:15 (Eylül-Ekim2012).

Koçu, N., Korkmaz, S.Z., (2015). “Kerpiç malzeme ile üretilen yapılarda deprem etkilerinin tespiti”, Selçuk Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi.

Kokulu, N., Aralık 2016. “Sağlıklı Yapı Tasarımında Malzeme Seçim Kriterlerinin Değerlendirilmesi”, s.18-20

Korkmaz, S.Z., Koçu, N., Türer, A., Korkmaz, H.H., (2005), “Earthquake Damage Characteristics of Earthen-Adobe Houses, Living in Earthen Cities”-Kerpıc/05, İTÜ., s.46-53, 6-7 July, İstanbul.

Korur, S., Korkmaz,S.Z., Dereli, M., (2011). “The Effect Of Electromagnetic Pollution On Indoor Air Quality”, International Journal of Arts & Sciences.

Kosny, J., Petrie, T., Gawin, D., Childs, P., Desjarlais, A. ve Christian, J. (2001). “Thermal Mass - Energy Savings Potential in Residential Buildings”, White Paper. Oak Ridge National Laboratory.

Kutlu, R.,(Ocak 2018). “Çevresel Faktörlerin Mekân Kalitesi Ve İnsan Sağlığına Etkileri”.

Maes, W. ,(2015). "Stress from electricity and radiation" <http://www.maes.de/> (09.05.2020, saat:14.00)

Maini, S., “Earthen Architecture For Sustainable Habitat and Compressed Stabilised Earth Block Technology” (Director of the Auroville Earth Institute Auroville Building Centre – INDIA)

Mc Henry, Paul Graham, (1989). “Adobe And Rammed Earth Buildings, design and construction”.

Medvey, B. , Gergely, D., (2020). “Durability of Stabilized Earthen Constructions”: A Review, Ocak 2020.

Minke, G, (2006). “Building with Earth Design and Technology of a Sustainable Architecture”, Berlin · Boston, Birkhäuser – Publishers for Architecture Basel ·

Minke, G. (2000), “Soil Construction Handbook”. UK ,WIT Press.

Moquin, M. , (1994). “Ancient Solutions For Future Sustainability: Building With Adobe, Rammed Earth, And Mud”, 6-9 Kasım 1994.

Mud Village Society, (1991). “Building with Earth”, New Delhi, India, s.284.

Müller ,Dominique Gauzin.(2016). “Architecture En Terre D’Aujourd’Hui AG négaWatt”–02.07.2016
https://negawatt.org/IMG/pdf/160702_intervention_d.gauzin-muller_constructionterre.pdf

Nessım, M. A., (2007). “Ecological Economical Housing”. A Thesis Submitted to the Faculty of Engineering at Cairo University in Partial Fulfillment of the

Requirements for the Degree Of Master Of Science In Architecture Environmental Planning And Design, s.16-27

Niroumand, H., Zain, MFM, Jamil, M., Niroumand, Shahla, (2013). "Earth Architecture from Ancient until Today", 2 nd Cyprus International Conference on Educational Research, (CY-ICER 2013).

O'keefe, M Timothy , (16 Ağustos 2019). "All About Adobe - Sustainable and Energy Efficient".

Olotuah, A.O., (2002). "Recourse to earth for low-cost housing in Nigeria". Build. Environ., 37: 123-129.

Onur, D., (2017). "Tasarım Eğitiminde Duyusal Farkındalık ve Yaratıcılık İlişkisi Üzerine". DOI: 10.4305/METU.JFA.2018.2.1

Oral, G. K., (2007). "Sağlıklı Binalar İçin Enerji Verimliliği ve Isı Yalıtımı", 8. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi.

Ortaş, İ., (2017). "Toprak İnsan Uygarlık İlişkisi", Yaşamın Her Karesinde Toprak, s.1-26.

Özbaşaran, M. (2013). "Orta Anadolu'nun Neolitikleşme Sürecinde Aşıklı", Colloquium AnatolicumXII: 1-14.

Özgünler, S. A., Gürdal, E., (2012). "Dünden Bugüne Toprak Yapı Malzemesi: Kerpiç", *Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi*.

Pacheco, F., T., Jalali, S., (2012). "Earth construction: Lessons from the past for future eco efficient construction", *Construction And Building Materials*, 29, 512-519.

Parra-Saldivar, M., L., Batty W. (2006). "Thermal behaviour of adobe constructions". *Building and Environment*, , 41, 1892-1904.

Parsons, K. C., (2003). "Human Thermal Environments: The Effects of Hot, Moderate, and Cold Environments on human Health, Comfort, and Performance", London, Taylor and Francis.

Pearson, D. (1989). "The natural house book: creating a healthy, harmonious and ecologically sound home". London: Conran Octopus Limited.

Rapoport, A. (1987) "Pedestrian Street Use: Culture and Perception", *Public Streets for Public Use*, 80-94.

Russell ,J., (2008). "Promoting Subjective Well-Being at Work", vol. 16, 1: pp. 117-131.

Schroder, L., (2010) "Adobe Homes for All Climates: Simple, Affordable, and Earthquake-Resistant Natural Building Techniques".

Schulze, F., Gao, X., Virzonis, D., Damiati, S., Schneider, MR ve Kodzius, R. (2017). “Hava kalitesinin insan sağlığı üzerindeki etkileri ve mikroakışkan iplerle değerlendirilmesi yaklaşımları”. Genler . PMID: 28953246

Seignot, L. L., (2000).“ Interior Planting: A Guide to Plantscapes in Work and Leisure Spaces Hardcover”, 17 Oct. 2000.

Seltzer, JM (1994). "Building-related illnesses". The Journal of Allergy and Clinical Immunology, 1994-08-01, 94 (2 Pt 2): 351–361.

Sinha, S., (1996). “Down To Earth Buildings, Architecture of Ecology,Architectural Design”, March, 91-93.

Soyluk, A., Yıldız, A., Sarıcioğlu, P ., (2018).“Gemişten Günümüze Sınır Duvarları”, Cilt: 6, Sayı: Agp zel Sayısı, Ekim 2018.

Szen, M., Tanyeli, U., (2010). “Sanat Kavram ve Terimleri Szlğ”, İstanbul, Remzi Kitabevi.

Taylor, R.M.,(1990). “An Evaluation Of The New Mexico State Monuments Adobe Test Walls At Fort Selden”, 6th İnternational Conferance On The Conservation Of Earthen Architecture, New Meksico, Pp:383-389

Tietjen, G.E., Khubchandani, J., Ghosh, S.,Bahattacharjee, S., Kleinfelder, J. (2012) “Headaches Symptoms and Indoor Environmental Parameters: Results from the EPA BASE Study”, *Ann. Indian Acad. Neurol.* , **15**, 95–99.

TMMOB İzmır şubesi, (2015). “Okullarda İç Hava Kalitesi”.

Topar, A. H., (1996). “Yapıda Elektroiklimsel Kirlilik İle İnsan Sağlığı İlişkisi ve Alınabilecek nlemler”, (Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

TS 2514, (1977). “Kerpiç Bloklar Yapım ve Kullanma”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Tsai, D., Lin, J., Chan, C. (2012). “Office Workers’ Sick Building Syndrome and Indoor Carbon Dioxide Concentrations”. *J. Occup. Environ. Hyg.* , **9**, 345–351.

Ulusoy, B., D., Güler, K., obancaoğlu, T., (2017). “Anadolu’da Geleneksel Kerpiç Mimari Miras ve Koruma Sorunları”, Yaşamın Her Karesinde Toprak, s:162.

Url-1 < yapıbiyolojisi.org, 09.03.2020

Url-2 < Yapı Biyolojisi & Ekolojisi

<http://www.yapibiyolojisi.org/yapi-biyolojisi-ekolojisi/>, 12.04 2020

Url-3 < A Sustainable, Healthy And Harmonious Built Environment For All,

<http://www.bbe.org.nz/>, 20.02.2020

Url-4 < Healthy Buildings

file:///C:/Users/asus/Desktop/Healthy%20Buildings%20.pdf

Url-5 < Healthy Buildings I (Building Construction & Health)

<https://www.acs.edu.au/courses/healthy-buildings-i-building-construction-health-11.aspx> , 08.05.2020

Url-6 < Yapı biyolojisinin 25 temel ilkesi

<https://www.baubiologie.de/downloads/25leitlinien-tuerkisch.pdf>, 02.05.2020

Url-7 < Atmosfer Fizigi

<http://kisi.deu.edu.tr//melik.kara/Atmosfer%20Fizigi%20ve%20K/H4-Sunum%203.pdf>, 16.05.2020

Url-8 < Hava kirletici salınımlar

<https://www.marcev.com/hizmetlerimiz/hava-kirletici-emisyonlar/>, 16.05.2020

Url-9 < İç mekân hava kalitesi farkındalık araştırması sonuçları

<https://www.hurriyet.com.tr/teknoloji/dyson-ic-mekan-hava-kalitesi-farkindalik-arastirmasi-sonuclarini-paylasti-41338545> , Haber Giriş: 26.09.2019 - 14:33, 18.05.2020

Url-10 < Biyoklimatik yapı analizi

<http://www.yapibiyolojisi.org/biyoklimatik-yapi-analizi/>, 26.09.2019

Url-11 < Elektrik ve manyetik alan, dalgalar ve radyasyon kaynakları
https://www.google.com.tr/search?hl=tr&sxsrf=ALeKk03afpmALsZcao1lgzP_1aGguJDdnw:1590434180541&q=overhead+power+line&sa=X&ved=2ahUKEwjR3vmC3c_pAhVGXpoKHbTUAtIQvQ4oAHoECAsQKA, 16.04.2020

Url-12 < Toksik içeren iç mekân kirleticileri

https://lh3.googleusercontent.com/5MRQroxhFhXiHaQ8j1mXZtrO1RSRYr7quQzxfPftzXSyHJFchcF6I619S3z_qu4Q13g8WA4=s170, , 20.05.2020

Url-13 < Designing idea

<https://www.google.com.tr/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fdesigningidea.com%2Fwood-kitchen-countertops%2F&psig=AOvVaw090Eg55wGEPSc-LfyN99x2&ust=1590328939403000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCJdf142TyukCFQAAAAAdAAAAABBC>, 14.05.2020

Url-14 > Doğanın içinde muhteşem bir taş ev

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.busetirim.com.tr%2Ftr%2Fyasam%2Fev%2Fdoganin-icinde-muhtesem-bir-tas-ev&psig=AOvVaw0d8NWxmjCeOtTEZKMKooj0&ust=1590329495005000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCIj2v5aVyukCFQAAAAAdAAA AABAD, 08.05.2020>

Url-15 >Modern kerpiç yapı örneği

<https://www.google.com.tr/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.pinterest.co.uk%2Fpin%2F354658539406338232%2F&psig=AOvVaw0UrBSNgVOTIx7EFz5XkE3e&ust=1590329688179000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCLDTyPKVyukCFQAAAAAdAAAABAU, 08.05.2020>

Url-16 < Türk Mitolojisinde “Toprak”, 01.05.2016

<https://cesmecistan.wordpress.com/2016/05/01/turk-mitolojisinde-toprak/15.03.2020, saat:23:53>

Url-17 < Craterre

<https://naturalbuildingcollective.wordpress.com/tag/craterre/26.01.2020>

Url-18 < World earth techniques

http://www.earth-auroville.com/world_techniques_introduction_en.php,08.05.2020

Url-19 < Catalhoyuk-Neolitik Kenti

<https://www.azbibak.com/catalhoyuk-neolitik-kenti/05.05.2020>

Url-20 < Çatal höyük evi

Horst Schroeder link.springer.com , 05.05.2020

Url-21 < MÖ 8. Binyılda Aşıklı Yapılaşması

https://tr.wikipedia.org/wiki/A%C5%9F%C4%B1kl%C4%B1_H%C3%B6y%C3%B6k,05.05.2016

Url-22 < Babil Kulesi

https://www.google.com.tr/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fgettags.info%2Fhen-arkeolog%2F&psig=AOvVaw1OROj-xCrJGuehtfxUm0tY&ust=1590330391119000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCNCDz_OYyukCFQAAAAAdAAAABAD,Date.of.publication:,22.06.2019

Url-23 < Karya kralı Mausolus'un Anıt Mezarı

<https://www.google.com/search?q=Karya+kral%2F+Mausolus%2F%2F99un+an%2F%2Fmezar%2F%2F%2F&sxsrf=ALeKk00WDLI76I-fb0EIljFyTXUCfKEnLQ:1586267454400&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved>

=2ahUKEwiloI3hutboAhVgxMQBHcBoB1gQ_AUoAXoECAwQAw&biw=954
&bih=922#imgrc=aSDot3wSK8rXTM_, 05.05.2020

Url-24 < Mısır'da kerpiç duvar inşaatı

<https://quatr.us/history/mud-brick-history-architecture.htm>, 26.02.2020

Url-25 < Yemen'de Şibam Şehri

https://www.google.com/search?q=%C5%9Eibam+%C5%9Fehri+yemen&sxsrf=ALeKk00MrpjcVUT73xzwOEsyFiXxzduBQg:1586262474009&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjUmaKaqNboAhXYwcQBHb2MBVAQ_AUoA3oECBIQBQ&biw=954&bih=922#imgrc=hy1_FVEPgZMrBM, 11.06.2020

Url-26 < Hindistan'da Tabo Manastırı

https://www.google.com/search?q=Tabo+Manast%C4%B1r%C4%B1++Himachal+Pradesh&sxsrf=ALeKk00b1eAUC-Q1uOz8h4KVmcEH5IqLPg:1586263147885&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiYoMzbtboAhVjzMQBHSjRD1kQ_AUoAnoECBQQBA&biw=954&bih=922#imgrc=iGJsbeNz9ezzkM&imgdii=YyuVnhPL9vsShM, 26.05.2020

Url-27 < İran'da Arg-e-Bam

https://www.google.com/search?q=Arg-e-Bam%22&sxsrf=ALeKk02Dt0Z1RXdKbncRsj8N1BDQA3T5Ug:1586264972617&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjAl9nBsdb0AhUyxKYKHSZNAzoQ_AUoAXoECBkQAw&biw=954&bih=922#imgrc=9L1z53pPf2iDfM, 28.05.2020

Url-28 < Kerpiç ve tuğlanın arkeolojisi

http://www.arkeotekno.com/pg_335_kerpice-ve-tuglanin-adobe-arkeolojisi, 08.05.2020

Url-29 < Fas'da Draa vadisi kerpiç yapılaşma

https://www.google.com/search?q=fas+draa&sxsrf=ALeKk01NZoAWE-dny23mYynrBrbXeMz31w:1586265258269&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjz__PJstboAhWMxMQBHauBDVAQ_AUoAXoECBoQAw&biw=954&bih=922#imgrc=0AObSQMdVf0oM&imgdii=jMli7ok4D-Yp8M, 28.05.2020

Url-30 < Çin Seddi

https://www.google.com/search?q=%C3%A7in+seddi&sxsrf=ALeKk038O2oF1HWGFO_iEW4qwAkud6M1w:1586265483832&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjEp7u1s9boAhVhwqYKHQLOCVkQ_AUoAXoECBoQAw&biw=954&bih=922#imgrc=NDLISxdD7qEEMM, 28.05.2020

Url-31 < Mexico'daki Pojoaque'daki Poeh Müzesi

<https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fpojoaque.org%2Fvisit%2Farts-culture%2F&psig=AOvVaw2IWWMDFFGIGr30uTa3CCU5&ust=1594199274218000&source=images&cd=vfe&ved=2ahUKEwuijOac5brqAhXQ0oUKHdEfAdsQr4kDegUIARClAQ>, 28.05.2020

Url-32 < Ecological school project

https://www.cpr.cuhk.edu.hk/en/press_detail.php?id=118&t=cuhk-ecological-school-project-wins-jury-commendation-for-innovation-at-2009-unesco-heritage-awards, 11.06.2020

Url-33 < Kerpiç blok yığma duvar

http://www.ankara.bel.tr/files/7015/6534/6212/KERPIC_EV_ozlem_basoda.pdf

Url-34 < New Mexico' Daki Pueblos (Halk) Evleri

http://www.arkeotekno.com/pg_335_kerpice-ve-tuglanin-adobe-arkeolojisi, 28.05.2020

Url-35 < Kum

<https://tr.wikipedia.org/wiki/Kum>, 15.03.2020

Url-36 < Kil

<https://tr.wikipedia.org/wiki/Kil>, 15.03.2020

Url-37 < Silt

<https://tr.wikipedia.org/wiki/Silt>, 15.03.2020

Url-38 < Çakıl

https://tr.wikipedia.org/wiki/%C3%87ak%C4%B1_ta%C5%9F%C4%B1, 15.03.2020

Url-39 < Toprak içeriği belirleme deneyi

Aggregate Test Archive, s.3-4, civilblog.org, 19.03.2020

Url-40 < Geleneksel yöntem yığma kerpiç yapı örneği

<https://insapedia.com/kerpic-nedir-kerpic-kullanim-alanlari-ve-yapi-elemanlari/>, 08.05.2020

Url-41 < Ilıca Köyü hımış yapı örneği

http://www.boyabatgazetesi.com/?%20subaction=showfull&id=1320294049&archive=1302500339&start_from=&ucat=16&, 18.06.2020

Url-42 < Karma sistem kerpiç yapı örneği

[http://www.boyabatgazetesi.com/?%20subaction=showfull&id=1320294049&archive=1302500339&start_from=&ucat=16&,"](http://www.boyabatgazetesi.com/?%20subaction=showfull&id=1320294049&archive=1302500339&start_from=&ucat=16&,) 18.06.2020

Url-43 < İnsan Sağlığı İçin İdeal Konfor Durumu

http://www.rusnauka.com/18_DSN_2011/Stroitelstvo/1_90439.doc.htm, 12.04.2020

Url-44 < Yapı içi konforu ve insan etkileşimleri

https://www.researchgate.net/figure/Heat-transfer-between-human-body-and-the-environment4_fig1_320580895, 20.05.2020

Url-45 < Kerpiç ve bazı malzemelerin bağlı termal kütle değerlerinin karşılaştırması

<http://www.yourhome.gov.au/technical/fs49.html,> 17.06.2020

Url-46 < Kerpic-nedir? Kerpic kullanım alanlari ve yapi elemanlari

<https://insapedia.com/kerpic-nedir-kerpic-kullanim-alanlari-ve-yapi-elemanlari/>

Url-47 < Kerpic evler

<https://odatv4.com/nedir-basbakanin-sucladigi-kerpic-evler-meselesi-0803101200.html,> 08.05.2020

Url-48 < Şanlıurfa Viranşehir yapılaşma projesi

<https://www.milliyet.com.tr/gundem/tapu-engeline-takilan-utopya-1970534,> 20.06.2020

Url-49 < Köyceğiz BKM Plato

<https://www.haberturk.com/yilmaz-erdogan-sanat-koyu-kurdu-magazin-haberleri-1890612-magazin,> 20.06.2020

Url-50 < Püskürtme beton sektöründeki cihazların kerpiç yapıda kullanımı

<http://kerpic.org/expression-of-interest-2-TERRA-2015-KONYA-BILGE2.pdf>

Url-51 < Kerpiç evler

https://www.yapikatalogu.com/blog/kerpic-evler_184, 08.05.2020

Url-52 < Yapı nemi

<https://gameasphalt.ru/tr/sredstvo-dlya-unichtozheniya-gribka-v-vannoi-gribok-v-vannoi-komnate/,> 02.06.2020

Url-53 < Ses kirliliği

<https://hukukdestegi.com/tr/2018/08/31/ses-gurultu-kirliligi/>, 02.06.2020

Url-54 < Sağlığa zararlı iç mekân kirleticileri

<https://vimeo.com/yapibiyolojisi>, 17.05.2020

Url-55 < Koku alma yorgunluğu

<http://www.leblebitozu.com/15-maddede-koku-bilimi-ve-tarihi-hakkinda-siradisi-bilgiler/>, 02.06.2020

Url-56 < İç Mekân Havasında Sağlığımıza Zarar Veren 14 Unsur

file:///C:/Users/asus/Desktop/%C4%B0%C3%A7%20Mekan%20Havas%C4%B1nda%20Sa%C4%9Fl%C4%B1%C4%9F%C4%B1m%C4%B1za%20Zarar%20Veren%2014%20Unsur%20_%20YBE.html, 16.05.2020

Url-57 < Dış evre kaynaklı ve iç mekânda oluşan dalga ve radyasyon kaynakları

<https://www.pngwing.com/en/free-png-suzdw>, 15.05.2020

Url-58 < Manyetik alan

<http://dribrahimyilmaz.com/tedavilerim/manyetik-alan-tedavisi/2014,05.05.2020>

Url-59 < Passive solar design

<http://www.dkcontractors.biz/passive-solar-design.html>, 06.05.2020

Url-60 < Healthy Home Design & Consulting,

<https://www.paulabakerlaporte.com/bau-biologie/>, 04.02.2020

Url-61 < YBE Enstitüsü Kadiovacık Biyoevi

<https://docplayer.biz.tr/119329733-Amaci-lokasyonu-enerji-etkinligi-insan-ve-cevre-odagi-ekolojik-ayak-izi-tasiyici-sistemi-insaat-sureci.html>, 04.02.2020

Url-62 < Arkitera Kadiovacık Biyoevi

<https://www.arkitera.com/proje/kadiovacik-biyoevi/>, 08.02.2020

Url-63 < Enerji tüketiminde dönüşüm için BEV

<http://www.skdturkiye.org/files/yayin/Enerji-Tuketiminde-Donusum-Icin-BEV.pdf>, 15.05.2020

Van Meel, J. , (2000). “The European Office: Office Design and National Context”, The Netherlands, 010 Publishers: Rotterdam.

Wadden, R. A., Scheff, P. A., (1983), "Indoor Air Pollution/Characterization, Prediction, and Control", USA, John Wiley&Sons, Inc.

Wright, F., (Ocak 2013). "Sewage and Satori The Creation of a Living Ecological Infrastructure"

Yayan, C., (2015). "İçme Suyu Güvenliği Planlarına İlişkin Dünyadaki Uygulamalar ve Türkiye", Uzmanlık Tezi.

Yeang, K. (2006). "Ecodesign: A Manual for Ecological Design". Wiley.

Yıldırım, T., (2011). "Dîvânü Lügâti't-Türk'te Geçen Mimarlıkla İlgili Adlar", Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 4/2, 23-41.

Zainb, M. Jamilc, Shahla N., (CY-ICER 2013). "Earth Architecture from Ancient until Today Hamed Niroumanda", M.F.M 2 nd Cyprus International Conference on Educational Research.

Zhang, Y, (2005), "Indoor Air Quality Engineering", s. 5, USA, CRC Press.

Ziehe, H., "Bau-biyoloji ve Ekolojiye Giriş".
https://www.afsc.org.au/topics/building_biology/introduction_to_baubiologie_by_helmut_ziehe.htm