

İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ

**YAPILARDA SU YALITIMI MALZEMESİ SEÇİMİNDE PRENSİPLERİN
ARAŞTIRILMASI**

Ceyda BİLGİN

UZMANLIK TEZİ

HAZİRAN 2018



İL BANK
TÜRKİYE'NİN YAPICI GÜCÜ

İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ

**YAPILARDA SU YALITIMI MALZEMESİ SEÇİMİNDE PRENSİPLERİN
ARAŞTIRILMASI**

Ceyda BİLGİN

UZMANLIK TEZİ

Tez Danışmanı (Kurum)

Dr. İsmail KOÇAK

Tez Danışmanı (Ankara Üniversitesi)

Doç. Dr. Arzuhan Burcu GÜLTEKİN

Ceyda BİLGİN tarafından hazırlanan “Yapılarda Su Yalıtımı Malzemesi Seçiminde Prensiplerin Araştırılması” adlı tez çalışması aşağıdaki Yeterlik Sınav Kurulu tarafından OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile UZMANLIK TEZİ olarak kabul edilmiştir.

	Unvan	Adı ve Soyadı	İmzası
Başkan	Genel Müdür Yardımcısı	Salih YILMAZ	
Üye	Daire Başkanı	Hüseyin TÖREN	
Üye	Daire Başkanı	Hakkı ÇIRAK	
Üye	Daire Başkanı	Orhan IŞIK	
Üye	Daire Başkanı	Doç. Dr. Birol KAYRANLI	

Tez Savunma Tarihi: 20.06.2018

ETİK BEYAN

İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ Uzmanlık Tezi Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Ceyda BİLGİN
20 Haziran 2018

Yapılarda Su Yalıtımı Malzemesi Seçiminde
Prensipilerin Araştırılması

(Uzmanlık Tezi)
Ceyda BİLGİN

İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ

Haziran 2018

ÖZET

Dünyada ve Türkiye’de gittikçe artan yalıtım malzemeleri çeşitliliği ve sistem çözümlerine rağmen bu konuda büyük ve küçük ölçekli sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu sorunlar zaman içinde yapılarda, kullanıcı üzerinde, ülke ölçeğinde, doğal ve yapay çevrede problemler meydana getirmektedir. Bu çalışma kapsamında, öncelikle yapı üzerinde sıklıkla sorun meydana getiren su etkeni incelenmiştir. Yapıya etkileyen su türleri ve suyun yapı üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Bunun yanında, su etkisinin yapıda ortaya çıkardığı sorunların nedenleri tespit edilmiştir. Tespit edilen nedenlerin engellenmesi ve oluşan sorunların çözülebilmesi için alınacak tedbirlerin önemli olduğu görülmüştür. Bu sebeple, mevcut su yalıtım malzemelerinin özelliklerinin bilinmesinin, alınacak tedbirler için önemli bir koşul olduğu anlaşılmıştır. Kullanım alanına ve mevcut soruna bağlı olarak uygun su yalıtım malzemesi seçiminin ardından malzemenin doğru şekilde uygulanmasının önem arz ettiği ele alınmıştır. Su yalıtım malzemelerinin uygulanması aşamaları için kontrol listeleri oluşturulmuştur. Bu çalışmanın sonucunda; su yalıtımı konusunda, ilk olarak tasarım aşamasında, ardından uygulama ve kullanımda sıklıkla rastlanan sorunlarla karşılaşılması veya karşılaşılan sorunların uygun şekilde çözülebilmesi için öncelikle doğru malzeme seçiminin önemli olduğu görülmüştür. Ayrıca, su yalıtım uygulamalarının etkin ve verimli olabilmesi için su yalıtım malzemesinin doğru şekilde seçilmesi, doğru işçilik ve uygulamanın ardından bilinçli bakım ve kullanım evresi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Nem etkisi, su yalıtımı, su yalıtım malzemeleri, su yalıtım sorunları
Sayfa Adedi : 95

Tez Danışmanı : Dr. İsmail KOÇAK (Kurum)
Doç. Dr. Arzuhan Burcu GÜLTEKİN (Ankara Üniversitesi)

Investigation of the Principles in the Selection of Waterproofing
Materials in Construction
ILBANK Expertise Thesis

Ceyda BİLGİN

İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ

June 2018

ABSTRACT

Despite the growing diversity of insulation materials and system solutions in the world and Turkey, large and small scale problems are encountered in this subject. These problems are over time, causing problems on the user, country scale, natural and artificial environment. Within the scope of this study, firstly the effect of water on the structure which causes frequent problems has been investigated. The structure has determined the effect of water species and water on the structure. In addition, the causes of the problems that the water effect has revealed in the structure have been identified. It has been seen that the precautions to be taken in order to prevent identified causes and solve the problems that are occurring are important. Therefore, it has been understood that knowing the properties of existing waterproofing materials is an important condition for the measures to be taken. Depending on the area of use and the current problem, it has been dealt with that it is important to apply the material properly after the selection of the appropriate waterproofing material. For this reason, checklists have been established for the implementation of waterproofing materials. Thanks to the study; it is important to make the right material selection first so that they do not encounter similar problems in the design phase, then in application and use, or that the problems they encounter can be solved appropriately. Nevertheless, water insulation applications have to be selected correctly, waterproofing material must be selected correctly, conscientious maintenance and usage phase must be followed after proper workmanship and application.

Key Words :Moisture effect, waterproofing, waterproofing materials,
waterproofing problems

Page Number :95

Supervisor :Dr. İsmail KOCAK (Corporate),
Assoc. Prof. Arzuhan Burcu GULTEKİN (Ankara University)

TEŞEKKÜR

Tez alıőmam boyunca bilgi ve desteklerini esirgemeyen, çalıőmam süresince tecrübelerinden faydalandığım, kurum danışmanım Teknik Uzman Mimar Sayın Dr. İsmail KOÇAK ve Teknik Uzman Yüksek Mimar Sayın Mehmet TÜRKMEN “İLBANK A.Ő.” ile üniversite danışmanım Sayın Doç. Dr. Arzuhan Burcu GÜLTEKİN’e “Ankara Üniversitesi” teşekkürlerimi sunarım.

Tez yazım sürecimde, manevi desteğini her zaman yanımda hissettiğim ailem ve dostlarıma da özellikle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	vii
RESİMLERİN LİSTESİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
GİRİŞ.....	1
1. YAPILARI ETKİLEYEN SU TÜRLERİ VE SUYUN YAPI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ.....	5
1.1. Su ve Özellikleri.....	5
1.1.1. Suyun yapıya etkiyen özellikleri.....	6
1.1.2. Suyun yapı bünyesine gelişi.....	12
1.1.3. Suyun yapı bünyesinde yayılması.....	15
1.2. Yapılara Etki Eden Su Türleri.....	16
1.2.1. Yeraltı suları.....	18
1.2.2. Yerüstü suları ve yağışlar.....	20
1.3. Suyun Yapılar Üzerindeki Etkileri.....	22
1.3.1. Suyun yapılar üzerindeki fiziksel etkileri	23
1.3.2. Suyun yapılar üzerindeki kimyasal etkileri.....	25
1.4. Suyun Yapılar Üzerindeki Etkilerinin Ortaya Çıkardığı Sorunlar.....	30
1.4.1. Suyun yapı elemanları üzerinde oluşturduğu sorunlar.....	30
1.4.2. Suyun insan sağlığı ve konfor şartlarında oluşturduğu sorunlar.....	37
1.4.3. Suyun ekonomik alanda oluşturduğu sorunlar.....	37
2. YAPILARDA KULLANILAN SU YALITIM MALZEMELERİ VE GENEL ÖZELLİKLERİ.....	39
2.1. Serme Tip Su Yalıtım Malzemeleri	39
2.1.1. Bitüm esaslı serme tip su yalıtım malzemeleri	40
2.1.2. Plastik esaslı serme tip su yalıtım malzemeleri.....	47
2.2. Sürme Tip Su Yalıtım Malzemeleri	50
2.2.1. Bitüm esaslı sürme tip su yalıtım malzemeleri	50
2.2.2. Çimento esaslı sürme tip su yalıtım malzemeleri	53
2.3. Su Yalıtımında Kullanılan Yapısal Malzemeler	54
2.3.1. Kimyasal katkılar	54
2.3.2. Buhar yalıtım malzemeleri.....	55
2.3.3. Tamamlayıcı ürünler	56
3. YAPILARDA SU YALITIMI MALZEMELERİNİN SEÇİMİNDE PRENSİPLER VE UYGULAMA YÖNTEMLERİ	61
3.1. Yeraltı Sularına Karşı Yalıtımda Uygulama Yöntemleri.....	61
3.1.1. Zemin rutubeti yalıtımında uygulama yöntemleri.....	61
3.1.2. Basınçlı suya karşı yalıtımda uygulama yöntemleri	62
3.1.3. Basınçsız suya karşı yalıtımda uygulama yöntemleri.....	65

3.2. Yerüstü Sularına Karşı Yalıtımda Uygulama Yöntemleri	68
3.2.1. Çatılarda su yalıtımında uygulama yöntemleri	70
3.2.2. Dış duvarlarda yüzey sularına karşı yalıtımda uygulama yöntemleri.....	82
3.2.3. Islak hacimlerde ve teraslarda su yalıtımında uygulama yöntemleri	85
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	87
KAYNAKLAR	91
ÖZGEÇMİŞ	95

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. Yapı malzemelerinin su geçirimsizlik katsayılarına ait değerler	7
Çizelge 1.2. Yapı malzemelerinin hidroskopik nemlilikleri	9
Çizelge 1.3. Yapı malzemelerinde şişme ve büzülme değerleri	25
Çizelge 2.1. İklim bölgesine göre kullanılacak malzemelerin penetrasyon değerleri	40
Çizelge 2.2. Bitümlü örtülerde kullanılan taşıyıcıların özellikleri	41
Çizelge 2.3. Bitümlerin özellikleri	44
Çizelge 2.4. Polyester keçe taşıyıcısının fiziksel özellikleri	45
Çizelge 3.1. Basınçlı suların yapıya etkisi.....	75
Çizelge 3.2. Yeraltı sularına karşı yapılan su yalıtım uygulamaları için oluşturulan kontrol listesi	76
Çizelge 3.3. Çatılarda yapılan su yalıtım uygulamaları için oluşturulan kontrol listesi ..	81
Çizelge 3.4. Duvarlarda yapılan su yalıtım uygulamaları için oluşturulan kontrol listesi	84

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Yapı malzemelerinin su geçirimsizlik katsayılarına ait değerler	6
Şekil 1.2. Kılcallık etkisiyle suyun yükselerek yapıyı erkilemesi	10
Şekil 1.3. Geçirimsiz elemanlarda kapiler emme sonucu gerçekleşen nem iletim yolları	11
Şekil 1.4. Kılcallıkta adezyon ve kohezyon kuvvetleri ve kılcal su emme.....	11
Şekil 1.5. Hidrostatik basınç	13
Şekil 1.6. Su ve su buharının difüzyon yoluyla geçişi	14
Şekil 1.7. Yapıya etkiyen sular	17
Şekil 1.8. Zemine oturan ve zemine oturmeyan döşemeli bodrumsuz yapılarda zeminden yapıya doğru olan nem transferi	18
Şekil 1.9. Bodrumlu yapılarda zeminden yapıya doğru olan nem transferi	18
Şekil 1.10. Yapıya etkiyen zemin suları	19
Şekil 1.11. Sızıntı ve yeraltı suları	19
Şekil 1.12. Zemin neminin yapıya etkisi	20
Şekil 1.13. Zemine oturan döşemelerde sıçrama ve birikme sularının etkisi	22
Şekil 1.14. Yerüstü sularının yapıya etkisi	21
Şekil 1.15. Yapılarda oluşabilecek su sorunlarının etkileşim üçgeni	30
Şekil 1.16. Çiçeklenme sorununun oluşumu	31
Şekil 1.17. Bodrum kat duvarında kabarma sorununun oluşumu	32
Şekil 1.18. Donatı paslanması sonucu pas payı betonunda çatlak oluşumu	35
Şekil 1.19. Beton içindeki donatının korozyonu ve passivasyon tabakasının oluşumu .	36
Şekil 2.1. Bitümlü örtüler.....	41
Şekil 2.2. Yüzey temizliği.....	42
Şekil 2.3. Yalıtım malzemesinin yüzeye serilmesi	43
Şekil 2.4. Köşe birleşim noktalarına malzeme serilirken pah verilmesi.....	45
Şekil 2.5. Şaşırtma yöntemiyle yapılan su yalıtım uygulaması	48

Şekil	Sayfa
Şekil 2.6. Mekanik tespit yöntemi	48
Şekil 2.7. Plastik örtülerin el fön makinesi ile kaynaklanarak birleştirilmesi	49
Şekil 2.8. Yalıtım olarak kullanılan karışımın katları arasına taşıyıcı serilmesi	51
Şekil 2.9. Değişik profillerde su tutucu bantlar	57
Şekil 2.10. Su tutucu bantların değişik açılarda kaynaklanarak birbirine eklenmesi	58
Şekil 2.11. Derz dolgu macunlarının uygulanması	59
Şekil 3.1. Temel altında bulunan suyun drenaj ile uzaklaştırılması	62
Şekil 3.2. Basınçlı suların yapıya etkisi	63
Şekil 3.3. Çevresel drenaj sistemi	63
Şekil 3.4. Basınçlı suya karşı temelde uygulanan yalıtım detayı.....	64
Şekil 3.5. Temel perdesinde uygulanan yalıtım detayı	65
Şekil 3.6. Basınçsız suların yapıya etkisi	66
Şekil 3.7. Kiremit altı su yalıtım uygulaması	71
Şekil 3.8. Eğimli çatılarda yoğuşma	73
Şekil 3.9. Havalandırılmalı ve havalandırılmısz eğimli çatıda karın erimesi.....	74
Şekil 3.10. Çatılarda rüzgar yükü	75
Şekil 3.11. Çatı eğimine dik yönde serilen su yalıtım örtüleri	76
Şekil 3.12. Ters teras çatı detayı	77
Şekil 3.13. Bahçe çatı katmanları	79
Şekil 3.14. Gezilebilen çatı dik inişli süzgeç detayı	80
Şekil 3.15. Giydirme cephe uygulaması detay çözümü.....	82
Şekil 3.15. Islak hacim su yalıtım uygulaması detay çözümü.....	85

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 1.1. Korozyon sonucu donatının zarar görmesi	40
Resim 1.2. Donatı korozyonu sonucu pas payının beton yüzeyine sızması	48
Resim 2.1. Temel duvarında kendinden yapışkanlı örtü uygulaması	60
Resim 2.2. Polimer bitüm esaslı serme tip yalıtım malzemesinin yüzeye uygulanması	60
Resim 2.3. Plastik örtülerin robot kaynak makinesi ile kaynaklanarak birleştirilmesi ..	63
Resim 2.4. Yalıtım olarak kullanılan karışımın katları arasına taşıyıcı serilmesi	64
Resim 2.5. Çimento esaslı karışımın karıştırıcı ile karıştırılması	66
Resim 2.6. Çimento esaslı karışımın fırça yardımıyla yüzeye uygulanması	68
Resim 2.7. Buhar dengeleyici katman uygulanması	70
Resim 3.1. Kiremit altı örtüsünün döşenmesi	86

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılan simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

C

Cm

kg

m²

ph

Sn

Açıklamalar

Santigrat

Santimetre

Kilogram

Metrekare

Power of hydrogen

Saniye

Kısaltmalar

ASTM

CE

EN

ISO

İZODER

TS

Açıklamalar

American Society for Testing and Materials

(Amerikan Test ve Malzeme Kurumu)

Avrupa Standartları

(Conformité Européenne)

Uluslararası Standartlar Teşkilâtı

(International Organization for Standardization)

Isı Su Ses ve Yangın Yalıtımcıları Derneği

Türk Standardı

GİRİŞ

Yapılar su etkisiyle çeşitli şekillerde temas halindedir. İnsan kullanımı için gerekli bir madde olan su, zaman içinde yapılar üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Suyun olumsuz etkilerinin yapıdan uzaklaştırılması su yalıtımı olarak adlandırılmaktadır. Yalıtım sektörünün bilimsel araştırmalar kapsamında gösterdiği gelişim göz önüne alındığında benzer gelişimin, özellikle doğru malzeme ve sistem seçimi konusunda, Türkiye uygulama sahasında yeterli seviyede olmadığı gözlemlenmektedir.

Gelişen teknoloji ve sanayileşme ile birlikte kullanıcıların artan konfor ve güvenlik ihtiyacı su yalıtımı konusunu önemli kılmaktadır. Su yalıtımının etkili ve doğru şekilde uygulanamayışı yapıların suyun zararlı etkilerine maruz kalmalarına neden olmaktadır. Bu durum, yapıyı ayakta tutan en önemli eleman olan yapı donatılarına zarar vermektedir. Deprem bölgesinde yer almakta olan ülkemizde yapı donatılarının geri dönüşü mümkün olmayan tahribatlara uğraması, kullanıcı güvenliğini tehlikeye atmakta ve yapı ömrünün kısalmasına neden olmaktadır. Geri dönüşü imkânsız olan bu tahribatlar aynı zamanda enerji ve kaynak sarfiyatı ile mevcut enerji rezervlerinin tükenme hızını arttırmakta ve ülke ekonomisini olumsuz yönde etkilemektedir.

Bu çalışmayla; yapıları etkileyen su türleri ve oluşturdukları sorunlar, yapılarda kullanılan su yalıtım malzemelerinin genel özellikleri ve kullanılan su yalıtım malzemelerinin seçiminde kullanılacak olan prensipler ve uygulama yöntemlerinin araştırılması amaçlanmaktadır. Böylece su ve su buharı kaynaklı sorun oluşumunu engellemeye yönelik malzeme seçim prensiplerinin ve sistem detaylarının belirlenmesi mümkün olmaktadır. Ayrıca; öncelikle mimar ve mühendisler olmakla birlikte, yapı üretim sürecinde etkili olan uygulayıcıların, ardından kullanıcıların, su etkisinin oluşturduğu sorunlarla karşılaşmamaları için dikkat etmeleri gerekenler hususlara dikkat çekilmesi hedeflenmektedir. Bununla birlikte, karşılaştıkları sorunların çözümü sırasında seçebilecekleri malzeme ve sistem çözümleri hususlarında bilgilendirme yapılması amaçlanmaktadır.

Yapıda suyun zararlı etkilerinin önlenmesi için öncelikle tasarım aşamasında doğru çözümlerin üretilmesi gerekmektedir. Ardından su yalıtımı uygulaması aşamasında

uyulması gereken kurallara öncelikle mimar ve mühendisler olmakla birlikte, yapının üretim sürecinde etkili olan uygulayıcıların, ardından kullanıcıların dikkat etmesi gerekmektedir. Aksi durumlarda, yapı bünyesine giren suyun zararlı etkileri yapı ömrünü kritik seviyelere düşürmektedir. Zarara uğrayan donatılar kullanıcı güvenliği ve konforunu tehlikeye atmaktadır. Aynı zamanda enerji ve kaynak sarfiyatı ile mevcut enerji rezervlerinin tükenme hızını arttırmakta ve ülke ekonomisini olumsuz yönde etkilemektedir.

Yapılan bu çalışmayla öncelikle mimar ve mühendisler olmakla birlikte, yapının üretimi ve kullanımı süresince etkili tüm katılımcılarda, yapılardaki su etkisi, meydana getirdiği problemler ve sebepleri, çözüm önerileri hususlarında farkındalık oluşturulması hedeflenmiştir. Bu şekilde, su etkisinin oluşturacağı problemlerle karşı karşıya kalınmasının önüne geçilebileceği veya karşılaşılan durumlarda çözüm oluşturulabileceği varsayılmaktadır. Yapının tasarım ve uygulama aşamalarında; malzeme ve sistem seçimi uygun kurallar çerçevesinde yapılır, standart ve yönetmelikler geliştirilir, kullanıcılar yeterli bilinç seviyesine ulaşırsa yapıların güvenli ve dayanıklı olmasının sağlanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, yapı ömrünün uzamasıyla birlikte, günümüzde ciddi bir sorun olarak karşımıza çıkan enerji rezervlerinin tüketiminde azalma oluşacağı öngörülmektedir. Bu şekilde, hem kullanıcıların bütçelerine hem de ülke ekonomisine katkıda bulunulacak ve ekosistemde sebep olunan zarar minimuma indirgenecektir. Düşük enerji tüketimi sayesinde, artan nüfusun ve sanayileşmenin meydana getirdiği enerji ihtiyacı talebinin azalacağı varsayılmaktadır. Bu durumun da ekosisteme ve yapay çevreye kısa ve uzun vadede olumlu yönde fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Daha önce de belirtildiği gibi yapılar, su etkisiyle karşı karşıyadır. Bu etken, zamanla yapılarda, kullanıcılar üzerinde, ülke ölçeğinde, ekosistemde ve yapay çevrede problemlerin oluşmasına neden olmaktadır. Su etkisinin meydana getirdiği sorunlar, Türkiye’de bu tür sorunların en çok karşılanan türlerindedir. Başta tasarımcı ve uygulayıcıların, beraberinde kullanıcıların su etkisinin meydana getirebileceği problemlerle karşılaşmamaları veya karşılaştıklarında uygun çözüm üretebilmeleri amacıyla çalışma kapsamında; su etkisinin oluşturduğu sorunlar, oluşma biçimleri ve nedenleri, su etkisine karşı kullanılacak malzeme ve sistem çözümleri ele alınmıştır.

Çalışmada kaynak taraması ve uygulama aşamasında gözleme dayalı bir yöntem izlenmiştir. Bu doğrultuda, öncelikle sorun belirlenmiştir. Ardından çalışmanın amacı, önemi, varsayımı ve kapsamı ve çalışmada izlenen yöntem açıklanmıştır.

Birinci bölümde; yapıları etkileyen su türleri, suyun yapıya gelişi ve yapı üzerindeki etkileri ele alınmıştır. Suyun yapılar üzerinde ortaya çıkardığı olumsuz etkiler açıklanmıştır. Bu etkenlerin ekosistemde ve yapay çevrede oluşturduğu sorunlar ve nedenleri araştırılmıştır.

İkinci bölümde; yapılarda kullanılan su yalıtım malzemesi çeşitleri ve genel özellikleri açıklanmıştır. Su etkisinin yapılarda, kullanıcılar üzerinde, ülke ölçeğinde, ekosistemde ve yapay çevrede sorun oluşturmaması ya da oluşturduğu sorunların çözümlenebilmesi amacıyla bu etkenlere karşı kullanılacak malzemeler ele alınmıştır.

Üçüncü bölümde, yapılarda su yalıtım malzemelerinin seçiminde kullanılacak prensipler ve uygulama yöntemleri, kontrol listeleri oluşturularak incelenmiştir. Su yalıtımının uygulanacağı noktaya etkiyen su türüne bağlı olarak, tasarım, uygulama ve kullanım aşamalarında alınacak önlemler araştırılmıştır.

Çalışmanın son aşamasını oluşturan sonuç ve öneriler bölümünde ise; yapılarda uygulanan su yalıtım malzemelerinin türleri üzerinden elde edilen sonuç ve önerilere değinilmiştir. Buna göre, su etkeni ve oluşturduğu sorunların nedenleri konusunda, yapı üretim sürecinde etkin olan tüm bireylerin bilinçlenmesine dikkat çekilmiştir. Kullanıcıların da yeterli farkındalık seviyesine geldiği ve aynı zamanda mevcut mevzuat ve yönetmelikler kapsamında gerekli donanımın sağlandığı durumda, yapı sektöründe bulunan ürün ve çözüm yöntemleriyle su etkeninin yapıya sorun oluşturmasının engellenebileceği ve oluşan sorunların çözülebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

1. YAPILARI ETKİLEYEN SU TÜRLERİ VE SUYUN YAPI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Geçmişten günümüze suyun yapılar üzerindeki etkisi kullanıcı konforuyla beraber yapı güvenliğini de kapsayan bir etkidir. Bu etken yapının tasarım aşamasından başlayarak uygulama ve kullanım aşamalarına kadar uzanmaktadır. Bunun için gerekli ve uygun yalıtım tercihlerini yaparak suyu etkili bir biçimde yapıdan uzaklaştırmak, kullanım konforu, yapının ömrü ve güvenliği açısından önem arz etmektedir.

Bu nedenle su etkeninin yapıda oluşturduğu sorunların doğru anlaşılabilmesi ve anlaşıldığı doğrultuda doğru çözüme ulaştırılabilmesi için su etkisinin türlerinin, yapıya geliş ve yayılma biçimlerinin bilinmesi önem arz etmektedir. Bundan dolayı çalışma kapsamında öncelikle yapıyı etkileyen su türleri ve suyun yapı üzerindeki etkileri tanımlanmaya çalışılmıştır.

1.1. Su ve Özellikleri

Yaşam için canlıların ihtiyacı olan su, yeryüzünde kapladığı alanda olduğu gibi insan vücudunda da çok büyük oranda bulunmaktadır. Buradan yola çıkılarak suyun ekosistem ve insan hayatı için önemi anlaşılmaktadır. Hayatın gerçek kaynağı olan suyun varlığı olmaksızın yeryüzünde doğal yaşamın oluşması ve bu yaşamın canlılarla birlikte devamlılığının sağlanması mümkün değildir [1].

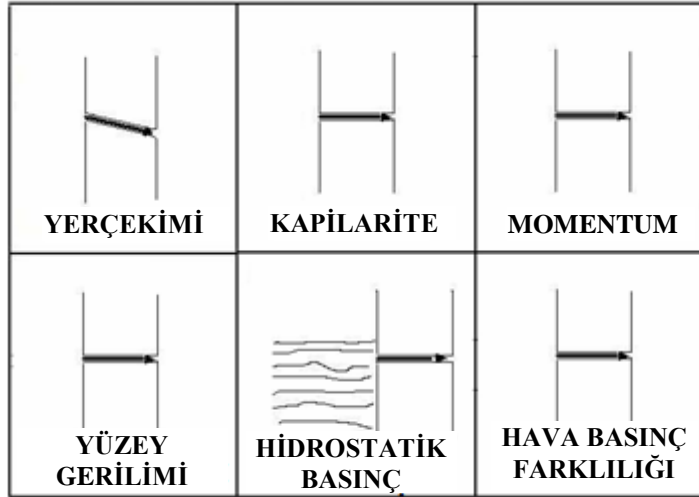
Su, dönüşümü sürekli devam eden katı, sıvı ve gaz halinde bulunabilen bir maddedir. Katı halinde; buz, buzul ve kar şekliyle, sıvı halinde; sel, yağmur, toprakaltı suları, deniz, göl ve nehirlerde, gaz halinde ise; malzeme bünyesindeki boşlukları ve atmosferde bulunmaktadır [2].

Suyun ekosistem ve insan vücudunda olduğu gibi yapılaşma sektöründeki etkisi de büyüktür. Bundan dolayı bu bölümde; su ve yapıya etkiyen özellikleri, suyun yapıya geliş, yapı bünyesinde dağılması ve yapı üzerindeki etkileri incelenecektir.

1.1.1. Suyun yapıya etkiyen özellikleri

Suyun yapılarla oluşan etkileşimine bakıldığında, Türkiye genelinde de yoğun bir şekilde olmak üzere yapı üretim aşamalarının, suyun etkin kullanımına bağlı olduğu görülmektedir. Yapı uygulama aşamalarında kullanılan malzemelerin üretiminde su önemli bir yardımcı elemandır. Bunun yanı sıra su, mimari tasarıma bağlı olarak da binaların çeşitli yerlerinde kullanılmaktadır. Üretim aşamalarında, üretici kontrolü dâhilinde kullanılan suyun yanı sıra, ekosistemde doğal halde bulunan su da yapıyı etkilemektedir.

Binalar, insanlara güvenlik, sağlıklı yaşam ve konfor ortamını sağlamalarının yanında, bu işlevlerini yapı ömrünün tamamı boyunca sürdürmekle de yükümlüdürler. Şekil 1.1’de görülen, yapının performansını ve kullanıcı sıhhatini kötü yönde etkileyen en önemli faktörlerden birisi de tam anlamıyla kontrol altına alınamamış nem faktörüdür. ASTM E241’e göre, yapısal kusurlar dışındaki sorunların ve strüktürel hasarların yaklaşık %90’ının sebebinin kontrol altına alınmamış nem olduğu belirtilmektedir. Nem sorunu sebebiyle meydana gelen zararlı organizmaların, sağlıksız mekânlar meydana getirdiği ve kullanıcı üzerinde istenmeyen tehlikeli neticelere sebep olduğu da gözlemlenen bir sonuçtur [2].



Şekil 1.1. Suyun yapıya etki etmesinde etkili olan faktörler [2]

Su ve havada bulunan su buharının yapılarla etki etmesinde suyun çeşitli özellikleri etkilidir. Bunlar; suyun geçirimsizlik, ıslatma, kılcal hareket, kohezyon-adezyon ve çözücülük özellikleridir.

Suyun geçirimsizlik özelliği

Yapı elemanlarıyla ayrılan ortamlardaki su seviyelerinin farklı olması ortamlar arasında hidrolik basınç farklı oluşturur ve bununla birlikte malzeme içerisinde su akımı meydana gelir. Suyun geçirimsizliği, belli koşullar dâhilinde, birim alandan birim sürede geçen suyun miktarı olarak tanımlanır. Malzemenin bu özelliği geçirimsizlik katsayısı (permeabilite) olarak adlandırılır. Bazı yapı malzemelerinin su geçirimsizlik katsayılarına ait değerleri Çizelge 1.1’de verilmiştir [3].

Çizelge 1.1. Yapı malzemelerinin su geçirimsizlik katsayılarına ait değerler [8]

Malzeme	Su emme %	Su geçirimsizlik cm/sn	Kılcallık cm ² /sn	Deformasyon %
Taş	0.30-5	10 ⁻⁹ -10 ⁻¹²	10 ⁻⁶ -10 ⁻⁷	0.004-0.15
Çimento harcı	30-50	10 ⁻⁹	10 ⁻⁶	0.02-0.04
Beton	1-8	10 ⁻⁷	10 ⁻⁵	0.01-0.08
Tuğla	8-18	10 ⁻⁶ -10 ⁻⁸	10 ⁻² -10 ⁻⁴	0.01
Ahşap	15-100	-	-	5-15
Plastik	0.01-2	-	-	0.10-0.50

Geçirimsizlik katsayısının oranı malzemenin gözenekli yapıda (porozite) olmasıyla ilişkilidir. Malzemenin porozitesi düşük seviyede olduğunda geçirimsizlik katsayısı da düşük olmaktadır. Porozitenin yüksek olması durumunda bu değişim belirli bir oran dâhilinde olmamaktadır. Geçirimsizlik katsayısı betonda 10⁻⁷ cm/sn, doğal taşlarda ise 10⁻⁹ 10⁻¹² cm/sn seviyesindedir. Bu katsayının 1,4.10⁻⁸ cm/sn seviyesinde olduğu betonda, su geçirimsizliğinin sağlandığı düşünölmektedir [4].

Buhar geçirimsizliği, buhar basıncı farklılığının bulunduğu durumlarda malzeme içerisinde su buharının geçmesi durumudur. Su buharı difüzyonu meydana gelmesini etkileyen koşullar, ortam sıcaklığı ve bağıl nem seviyelerindeki farklılıktır. Buharın akım istikameti çoğunlukla su buharı basıncının fazla olduğu yerden daha az olduğu yöne doğru

olmaktadır. Su buharının difüzyon hızındaki artışta yapı elemanı katmanlarının direnç ve kalınlıkları ters orantılı olacak şekilde etkilidir [5].

Günümüz yapılarının ana üretim malzemesi olarak kullanılan betonun bulundurulması gereken en önemli özelliklerden biri geçirimsiz olmasıdır. Betonun bazı özellik kazanmasını sağlayan, beton harcının bağlayıcı maddesi olan çimentonun hidrotasyonu ile meydana gelen ve beton donatısını aşınma tehlikesine karşı muhafaza eden serbest kireç, su tarafından çözülerek erir ve beton hacmindeki boşluk oranının yükselmesine neden olur. Betondaki boşluk hacminin artışı beton dayanımının düşüşüne yol açar [6].

Su etkisi altında kalan malzemelerin ısı iletkenliklerinde artış gözlenir. Betonda bulunan boşlukların doygunluğa ulaştığı hallerde, ortamdaki ısı düşüşüyle donmuş su hacmi %10 civarında hacim artışı gösterir. Bu durum da, betonda malzemenin çekmeye karşı gösterdiği direnç sebebiyle çatlaklar oluşmasına sebep olur. Suyun bu etkisi, diğer gözenekli yapı malzemelerinde de benzeri sorunlara sebebiyet vermektedir [6].

Suyun ıslatma özelliği - Higroskopik emicilik

Higroskopik basınç, malzemenin yüzeyleriyle etkileşimde olan nemli havada bulunan su buharını, buhar basıncı farklılığı bulunmasa da belli koşullar altında emerek içerisine alması ve tutması olarak tanımlanır. Havada bulunan nem; emme ve kılcal kondansasyon şeklinde higroskopik malzemeler tarafından bünyelerine alınırlar [7]. Malzemeyle temas eden su buharından yeterli seviyede enerji serbest bırakılarak yoğunlaşma noktasına gelmeden malzemede bulunan küçük gözeneklerde yoğunlaşma olur. Bu durum kılcal kondansasyon olarak tanımlanır. Yapı malzemelerinin çoğu nemi tutan, yani higroskopik olduklarından, temas ettikleri su buharıyla dengeli nem içeriğine sahiptirler [3].

Bünyesinde boşluk bulunan yapı malzemelerinin tümü suyla etkileşim halinde bulduklarında boşluklarını kaplayacak seviyede bünyelerine su alırlar. Cismin bünyesinde var olan ve dışarı ile temas halinde olmayan boşluklar normal şartlar altında su etkisine maruz kalmazlar ve bunun yanında; suyun genişerek hacminin artması durumunda koruyucu bir genişleme alanı olarak yararlı bir görev yaptığı da düşünülür. Bu

boşlukların suyla dolması durumunda artan hacim karşısında genişleme alanı bulamayan su malzemeye zarar vererek parçalanmasına sebep olur [8]. Bazı yapı malzemelerinin higroskopik denge nemliliğine ait değerleri Çizelge 1.2’de verilmiştir.

Çizelge 1.2. Yapı malzemelerinin hidroskopik nemlilikleri [8]

Malzeme	Birim Ağırlık Kg/m ²	% rölatif nemliliğe göre % hacim olarak su miktarı				
		30	50	70	90	95
Tuğla	1360-1530	0.17	0.19	0.22	0.27	0.29
Kiremit	1620-1880	0.33	0.42	0.58	0.90	1.10
Klinker	1950	0.10	0.14	0.20	0.31	0.35
Gazbeton	760	1.7	2.0	2.7	3.9	4.6
Kireç harcı	1800	1.4	1.5	2.2	3.8	4.7
Çimento harcı	2140	4.4	6.0	7.9	10.7	11.8
Cam yünü	100-200	0.2	0.2	0.2	0.25	0.3

Suyun kılcal hareket (Kapilarite) özelliği

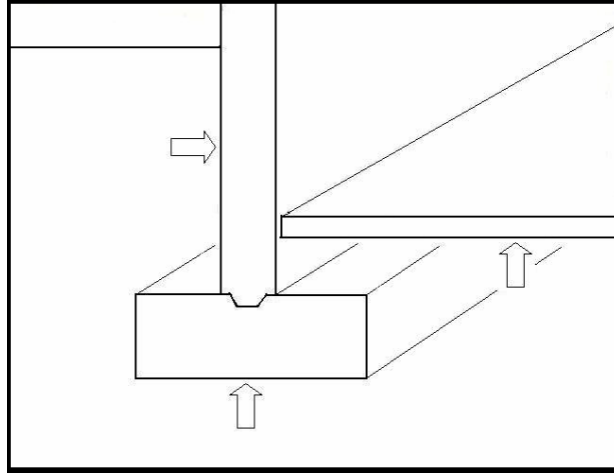
Kılcallık, malzemenin yüzeyleriyle etkileşimde olan suyun belli koşullar altında, basınç farkı bulunmadan kılcal kanallar ile bir doğrultu boyunca hareket etmesi olarak tanımlanır. Malzemede bulunan kılcal kanal çaplarının inceliği veya kalınlığı oranına göre kılcal emicilik artış gösterir [8].

Suyun kılcallık özelliği, malzeme boşluklarında bulunan kılcallardaki yerçekimine zıt yönde oluşan hareketi tanımlamaktadır. Ekosistemdeki bitkilerin kılcallarında bulunan suyun aşağıdan yukarıya doğru çıkması gibi, zeminin altında bulunan sular da kılcal Şekil 1.2’de görüldüğü gibi hareket yoluyla yukarılara çıkma eğilimindedir. Zemin parçacıkları arasında bulunan boşlukların çapları arttıkça suyun yükselme miktarı azalır. Zeminden yukarıya doğru çıkma hareketi, çıkan suyun, su molekülleriyle kılcal damarların genişliği arasında bulunan çekim gücünü yenmesiyle son bulur.



Şekil 1.2. Kılcallık etkisiyle suyun yükselerek yapıyı etkilemesi [5]

Su, zemin tanelerinin mevcut boşluklarının birbirleriyle bağlantıları sebebiyle, kılcal kanallar boyunca yukarı doğru hareket etmektedir. Kılcallık etkisiyle yükselmeye başlayan su Şekil 1.3'teki gibi büyük boşluklarda çok yavaş yükselme gösterirken, küçük boşluklar yükselmesini hızlandırır. Bundan dolayı, yeraltı seviyesindeki yapı malzemelerinin boşluk oranı önemlidir. Bütün malzemeler su etkisine maruz kaldıklarında kılcallık etkisiyle, boşluk miktarıyla orantılı olacak şekilde su emer. Bu malzeme türleri hidroscopik malzemeler olarak adlandırılır [8].



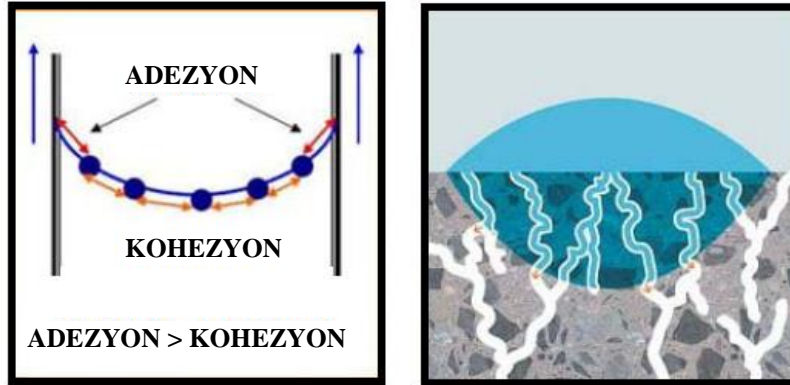
Şekil 1.3. Geçirimli elemanlarda kapiler emme sonucu gerçekleşen nem iletim yolları [2]

Yeraltı sularının zeminde yaptığı kılcal hareketler, zemin katmanlarının suya doygunluğunu arttırmaktadır. Zemindeki suyun birim hacmin büyüklüğü ve alt katmanların üstünde uyguladığı basınç, zemin taneleriyle temas eden yüzeylerindeki gerilmeleri arttırmaktadır. Tüm bunlar zeminin efektif gerilmelerini arttırmaktadır, bu gerilme artışı da zemin tavrını fazlasıyla etkilemektedir [8].

Suyun kohezyon ve adezyonu

Cisimlerdeki moleküllerin kendi aralarındaki bağlayıcı kuvvet 'kohezyon' olarak adlandırılır. Kohezyon gücü, maddenin içerisinde bulunan kuvvet faktörleriyle birlikte kararlılığını muhafaza etme özelliğidir. Kohezyonun fazla olması malzemenin katı ve dayanım gücünün fazla olduğu anlamına gelir.

Birbirine etkileyen iki cismin ayrılmasına karşı direnen kuvvet de 'adezyon' olarak adlandırılır. Adezyon, moleküllerin arasında bulunan çekim gücünden oluşur. Bu kuvvet, Şekil 1.4'te de görüldüğü gibi birbirleriyle temas halinde olan yüzeylerin alanı ve düzgün olmaları ile doğru orantılı olacak şekilde artış gösterir. Herhangi bir katı yüzey herhangi bir sıvıya maruz kaldığında, sıvının kohezyonu, katı ile sıvının aralarındaki adezyondan yüksek olması durumunda sıvı, yüzeyde tutunamaz. Eğer adezyon, sıvının kohezyon kuvvetinden yüksek olursa, sıvı katı yüzeyine yayılır ve emilim olayı gerçekleşir [9].



Şekil 1.4. Kılcallıkta adezyon ve kohezyon kuvvetleri ve kılcal su emme [22]

Suyun çözücülük özelliği

Çözünme; çözülebilen bir madde moleküllerinin, birbirleriyle bağlarının ayrılmasıyla birlikte, farklı bir madde içerisine nüfuz etmesi durumu olarak tanımlanır. Çözünme olayı, hem aynı hem de farklı fazdaki maddeler arasında gerçekleşebilir. Çözünmede, çözünen ve çözücü maddelerin kimyasal özellikleri direkt olarak etkilidir. Suyun çözücü olmasındaki etkenlerden biri, kutuplu yapıda olmasıdır. Bu özelliğinden dolayı suyun kutuplu moleküllere sahip maddeler için çözücülük etkisi yüksektir.

Hidrofil, bir moleküldeki hidrojen bağı kurma özelliği sayesinde suya bağlanma olayı olarak adlandırılır. Bu yapıda olan maddeler, çözünme hızının da etkisiyle, suyun içerisinde tümüyle erirler. Hidrofob özelliği, molekülde bulunan su iticiliğidir. Bu yapıda olan yağ çeşitlerinin moleküllerini, su molekülleri ittiğinden dolayı suda çözünme olayı gerçekleşmez [10].

Geniş kapsamlı bir çözücülük etkisi olan su, organik maddelerin yanında inorganik maddeleri de çözebilir. Kristal durumda bulunan tuzlar ve benzeri iyonik bileşenler, kutupsuz molekülle çözücülerde çözünmezken, su içerisinde kolaylıkla çözünürler. Su, saf haldeyken koku, tat ve rengi olmayan bir sıvı olmakla birlikte, içerisinde çözülmüş maddelerin özelliklerine göre farklı koku, tat ve renge dönüşebilir.

Bir maddenin çözünme hızında, malzeme içyapısı, bileşenleri ve dokusu etkili olduğu gibi, çözücü madde içerisindeki bileşikler de etkilidir. Suyun sertlik oranı, asit oranı, sıcaklığı, basıncı ve sudaki hareketlilik de çözünme hızını etkileyen faktörlerdendir. Malzemeye temas halinde akan suyun, durgun suya göre çözücülük ve tahrip oranı fazladır [10].

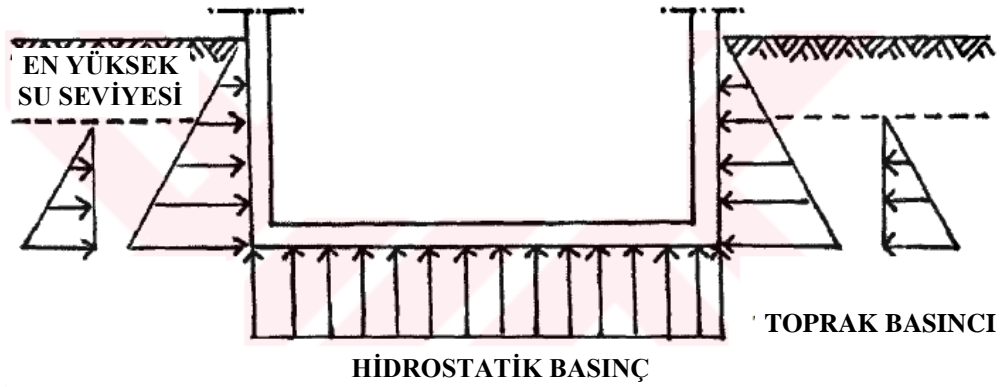
1.1.2. Suyun yapı bünyesine gelişi

Hayatın kayağı olan su, yapıların inşa aşamalarında vazgeçilmez bir malzeme olmakla birlikte, özellikle yapıların tamamlanmasıyla birlikte, bulunduğu üç farklı hal olan, gaz, sıvı ve katı hallerinde problemlere neden olan bir etkiye sahiptir. Suyun tüm bu hallerine yönelik olarak yapının bütününde önlemler almak gereklidir.

Suyun üç farklı halinin olumsuz etkilerini tespit edebilmek için öncelikle yapı bünyesine geliş yolları araştırılmalıdır. Herhangi bir yapı elemanında suyun yarattığı sorunlar, bu yapı elemanının yapıda bulunduğu konuma göre değerlendirilir. Çoğunlukla suyla direkt temas halinde olan yapı elemanları; temel, duvar ve çatılar olarak görülmektedir. Bu yapı bölümleri farklı biçimlerde neme maruz kalırlar [8].

Yapı zeminindeki suların nemlenmeye etkisi çeşitli yollarla oluşabilmektedir. Kuvvetli yağışlar neticesinde birikmeyle ya da sel sonucu yapının duvar yüzeylerini etkilemektedir. Suyun kılcallık özelliğiyle yapı elemanlarına nüfuz etmesi sonucunda

yapıda nemlenme oluşur. Aynı zamanda, yapının toprakaltında bulunan elemanlarını etkileyen topraktaki sızıntı suları ve zemindeki mevcut nemin, yapı temellerinin, bodrum duvarlarının yüzeylerini etkilemesi sonucunda da nemlilik meydana gelir. Suyun bu yüzeylerde bulunan kılcal çatlak ve gözeneklerden yapıya etki etmesi sonucu da nemlenme oluşabilmektedir [3]. Bunun yanında, yapının yeraltı su seviyesi altında bulunan bazı bölümlerinin Şekil 1.5'te de görüldüğü gibi hidrostatik basınçla birlikte binaya gelmesi ve yapıya nüfuz etmesi sonucu da nemlenme oluşur.



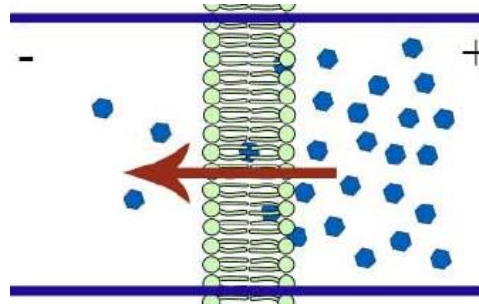
Şekil 1.5. Hidrostatik basınç [8]

Yağış suları, atmosferde serbest halde bulunan su buharının yoğunlaşma sonucu kar, dolu veya yağmura dönüşerek yağış şeklinde yeryüzüne iner. Bunun sonucunda da yapılara temas eder ve farklı etkenler sonucu yapı elemanlarında nemlenme oluşturmaya başlar. Yapı elemanlarındaki nemlenmeler; yağmur sularının duvar yüzeylerine veya çatılara çarparak çatlak ve gözeneklerden içeriye sızması şeklinde olabildiği gibi duvar yüzeyinde yağış suları sonucu oluşan nemin yapı malzemelerindeki kanallar yoluyla kılcallık etkisiyle de oluşabilmektedir.

Duvar çatlaklarından ve çatıdan giren yağış suyu yerçekimi etkisiyle yapı bünyesinde dağılabilirken aynı zamanda yapının kılcal boşluklarında bulunan yağmur suyunun rüzgâr basıncı etkisiyle de yapı elemanı içine girerek nemlenme oluşturabilir. Yapının inşa sürecinde yapıda kalan suyun etkisiyle de nemlenme meydana gelebilir. Yapı inşaatının tamamlanmasından sonra yapının herhangi bir elemanının yeterli kuruluk seviyesine gelmeden yalıtım uygulaması yapılması, nemin gereğinden fazla süre yapı bünyesinde tutulmasına neden olur.

Yapı elemanlarının içinde bulunan ve yapının dışarıdan maruz kaldığı rutubetin oluşturduğu nemlenme; kullanım dışı kalmış bodrum mahallerinde bulunan nemin, difüzyon, terleme veya emicilik etkisi ile diğer döşemeleri etkilemesi ile oluşabilir. Aynı zamanda yapıyı dış ortama karşı koruyan bir yapı elemanının buhar difüzyon geçirgenliği fazlaysa, buhar basıncının iç ve dış ortamdaki farklılığı nedeniyle su buharı malzemenin içerisinden difüzyon ile geçer. Terleme olayını yaşamadan malzemeye nüfuz eden buhar, malzeme içinde doyma sıcaklığına rastlar ve yoğunlaşarak kondansasyona sebep olduğundan dolayı nemlenme oluşturur [3].

Havada herhangi bir kütle hareket veya basınç etkeni olmaksızın iç ve dış havadaki değişken sıcaklık ve nemliliğin etkisinden kaynaklı higroskopik emicilikle nemin malzemeye geçişi de nemlenmeye sebep olmaktadır. Difüzyon ve terleme yoluyla nemlenme Şekil 1.6'da şematize edildiği gibi farklı mevsimlerde yapı elemanlarının iç veya dış yüzeylerinde meydana gelir [3].



Şekil 1.6. Su ve su buharının difüzyon yoluyla geçişi [22]

Yapının inşa sürecinde yapılan hatalı imalatlar ve oluşan arızalar neticesinde suyun sızma şeklinde ilerlemesi de nemlenmeye neden olmaktadır. Bu durumu engellemek adına yapının tasarım aşamasından başlayarak yalıtımda uygulanacak tüm detayların düşünülmesi ve uygulamalarının en doğru şekilde yapılması gerekmektedir. Yalıtım konusundaki yanlış imalatlar, geri dönüşü oldukça zor sonuçlara yol açmaktadır. Yapıda bulunan tesisat mekanizmalarının hatalı olarak uygulanması sonucu oluşan sızmalar, periyodik bakım süreçlerinde yeterli özenin gösterilmeyerek yapı bünyesini dış etkenlere açık halde bırakılması, yanlış imalat ve kötü işçilik, yalıtımların hızla yıpranmasına neden olmakta ve bu durum nem etkisini arttırmaktadır [3].

1.1.3. Suyun yapı bünyesinde yayılması

Bünyesinde düzensiz şekilde boşluk barındıran katı cisimler gözenekli cisim olarak adlandırılır. Yapıların üretim sürecinde çeşitli işlevlerde kullanılan beton, taş, sıva vb. malzemeler basınç kuvveti etkisi altında olan gözenekli ve gevrek malzemelerdir. Gözenekli cisimlerin su geçirimsizlik ve su emme özellikleri vardır [8].

Gözenekli malzemeler bünyelerinde sürekli ve süreksiz boşluklar bulundurmaktadırlar. Sürekli boşluklar, birbiriyle bağlantılı ve dışa açık olmakla birlikte süreksiz boşluklar birbiriyle bağlantısız ve akışkan akışının mevcut olmadığı boşluklardır. Bunlar aynı zamanda moleküler ve makro boşluklar olarak da adlandırılır. Moleküler boşluklar aynı zamanda kuvvet aralığı olarak da bilinmektedir [7]. Boşluk iç yüzeyinin akışkan hareketini etkileyerek oluşturduğu boşluklar da makro boşluklar olarak tanımlanmaktadır. Moleküler boşluklar ve makro boşlukların boyutları arasında kalanlar da gözenek olarak adlandırılır.

Yerçekimi, kapillarite, kılcallık gibi etkilerle yapı bünyesine giren su, yapıda kullanılan gözenekli malzemelerin de etkisiyle yapı içerisinde yayılır. Yapı bünyesinde suyun yayılmasında, yapıyı meydana getirenler ürünlerin su ile ilgili nitelikleri etkili olmaktadır [8].

Malzemenin bünyesindeki suyun ilerleyişinin, yapı malzemesinin özelliklerine bağlı olarak belirli bir hızda gerçekleştiği görülmektedir. Gözenek oranı fazla olan malzemelerde kapiler emicilik etkisiyle su emme seviyesi artış göstermektedir. Kapiler emicilik ile değişen iç mekân havası, yapı malzemelerini ve mekân içerisinde yaşayan canlıları olumsuz anlamda etkilemektedir. Zemin ve yapı arasında gerçekleşen suyun yayılma sürecinde su, sıvı halde ve gaz (buhar) halde yapıyı etkilemektedir.

Suyun sıvı haldeki etkisi, yapının zemin suları ile temas ettiği bölümlerinin çoğu, suyu bünyesine çeşitli yollardan alabilecek malzemelerden oluştuğu için, yapı, su ile temas ettiği andan itibaren su, kuru bir yapı elemanının boşlukları üzerinde yayılma gösterir ve emilir. Zeminlerin içerisinden su geçmesine izin veren özelliğe su geçirgenliği denilmektedir. Suyun yapıya transferinin gerçekleşebilmesi için öncelikle kuvvet veya

potansiyel anlamında farklılık olması gerekir. İki bölge arasındaki transfer oluşmasının en önemli sebeplerinden biri budur [1].

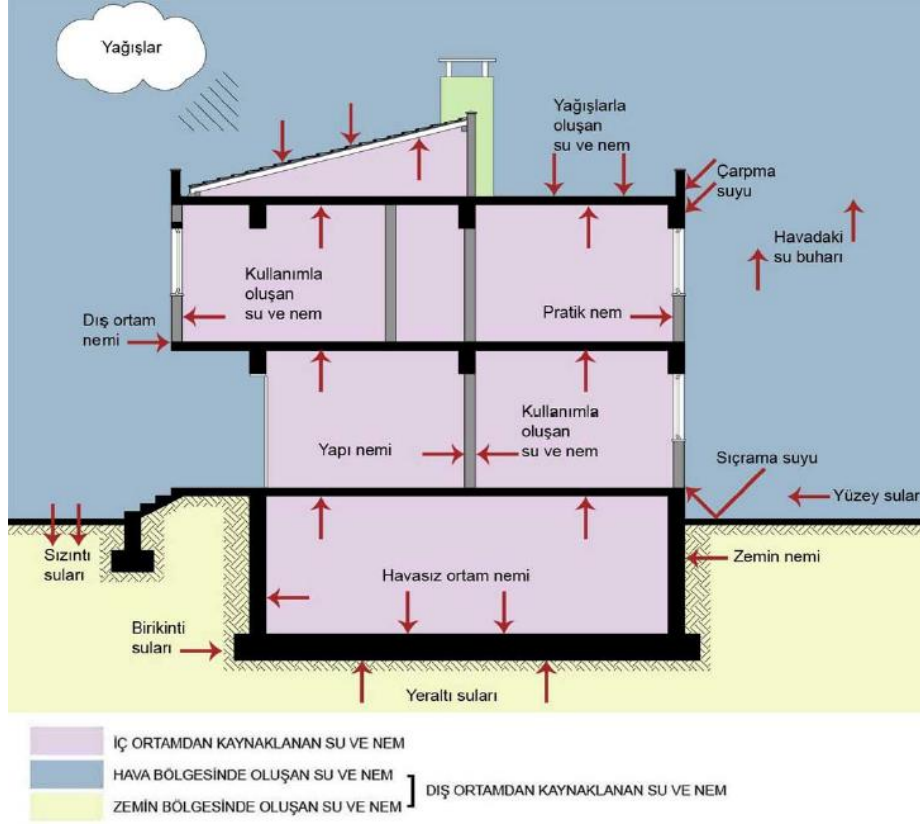
Suyun gaz (buhar) haldeki nem transferi, yapı malzemeleri ve boşlukları üzerinden iki şekilde gerçekleşmektedir. Bunlardan biri, difüzyon sonucunda gerçekleşen nem transferi, diğeri ise hava hareketleri sonucunda gerçekleşen nem transferidir [1].

Yapı bünyesine giren su; birtakım malzemelerin erimesine ve bunun sonucunda boşluk hacminin artışına, kimyasal madde içeren su olması halinde malzemeye reaksiyona girmesine ve hacimde artışa, düşük sıcaklıklarda ise suyun donmasıyla birlikte çatlak oluşumuna sebep olmaktadır. Bu etkiler, yapı dayanım gücünün düşmesi ve yapı ömrünün kısılması gibi sonuçlar doğurmaktadır.

1.2. Yapılara Etki Eden Su Türleri

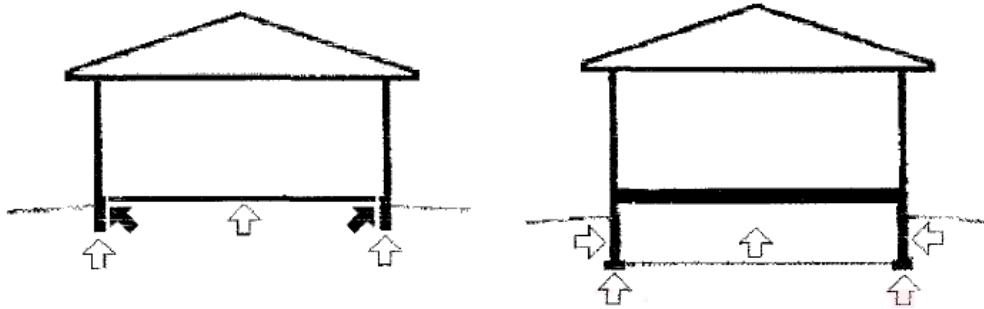
Suyun doğada bulunduğu üç halden, su buharı ve sıvı hali yapılarla etkimektedir. Suyun yapılarla etkileyen bu halleri; Şekil 1.7’de de şematize edildiği gibi, zemin nemi, yapı suyu (yapı malzemesinin bünyesindeki nem), havanın nemi, zemin suyu (basınçlı su ile yüzey ve sızıntı sularını içeren basınçsız su), yağış suları, yüzeyde bulunan birikme suları, sıçrama suları gibi farklı birçok kaynaktan meydana gelmektedir.

Mevcut kaynaklarda bulunan basınçlı su yüksek oranda bodrum katı mevcut yapılar açısından önemli bir sorun olarak görünür. Basınçlı su dışındaki su etkilerinin hepsi tüm yapılar için etkili olabilecek nem kaynaklarıdır.

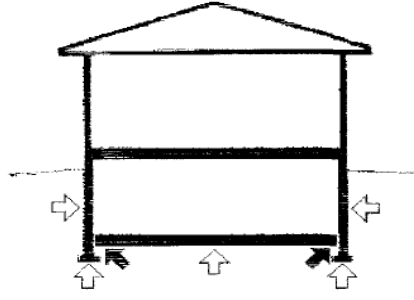


Şekil 1.7. Yapıya etkiyen sular [22]

Zemine oturan döşemelerdeyse, nem sorunu yaşanmasının en önemli sebepleri, yüzeyde bulunan birikme suları, zemin nemi ve sıçrama suyudur. Basınçsız sular (sızıntı ve yüzey suları) da zemine oturan döşemeleri etkileyen en önemli kaynaklardandır [11]. Bundan dolayı yapıya etki eden su türleri; zemin suları ve yerüstü suları ve yağışlar olarak sınıflandırılır. Zeminden yapıya yönelik meydana gelen nem transferine, Şekil 1.8 ve Şekil 1.9’da şematize edildiği şekilde, bodrumlu ve bodrumsuz yapıların zeminle temas halindeki kabuklarındaki uygulamalar sebep olmaktadır.



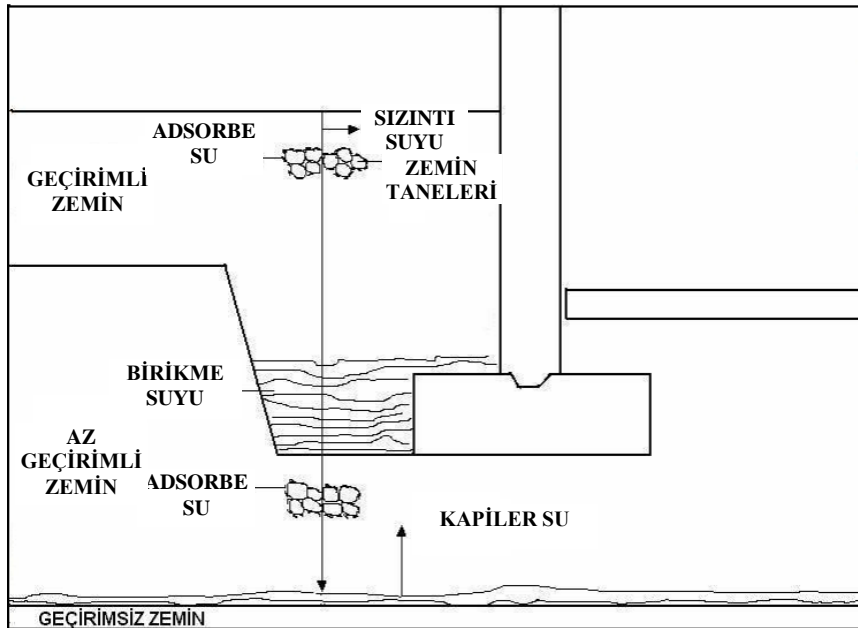
Şekil 1.8. Zemine oturan ve zemine oturmeyen döşemeli bodrumsuz yapılarda zeminden yapıya doğru olan nem transferi [2]



Şekil 1.9. Bodrumlu yapılarda zeminden yapıya doğru olan nem transferi [2]

1.2.1. Yeraltı suları

Zeminin en üst tabakasıyla yağmur sularının temasının ardından zemin cinsi ve arazinin topografik yapısına bağlı olarak toprak katmanları arasında farklı çeşitte sular meydana gelir. Bu sular zemin suları olarak adlandırılır [8]. Hidrostatik basınç ve kapillariteye sebep olan zemin suları; sızıntı suları, zemin nemi ve yeraltı suları olarak üç ayrı grupta değerlendirilir. Yapıya etkileyen zemin suları, Şekil 1.10'da şematize edilmiştir.

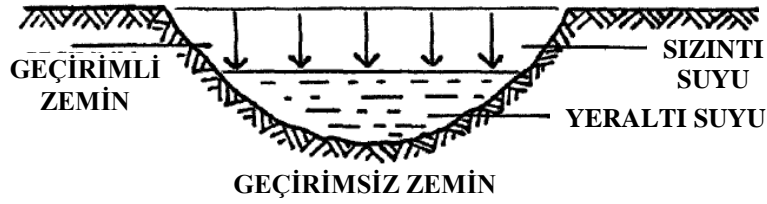


Şekil 1.10. Yapıya etkileyen zemin suları [19]

Sızıntı Suları

Yağmur suları ve yüzey sularının geçirimli zeminin yüzeyiyle etkileşimde bulunup toprak katmanları arasına sızmasıyla meydana gelen sular sızıntı suları olarak adlandırılır.

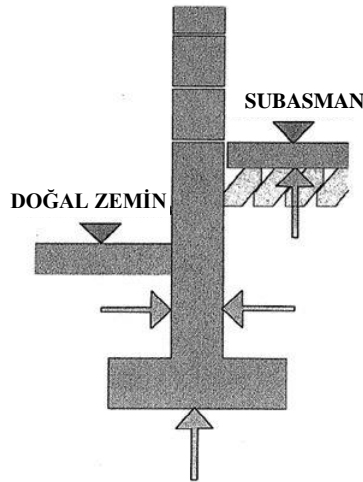
Sızıntı sularının Şekil 1.11’de de görülen başlıca özelliği, yerçekimi kuvvetiyle zemin bileşenleri arasında ilerleyerek zeminin derin noktalarına doğru ilerlemesidir. Bu suların zemin bileşenleri arasından derine doğru ilerleyişinin olduğu bu bölge süzülme katmanı olarak adlandırılır. Binaların bu bölgede kalan bileşenlerine etkileyen su basınçsız sudur [8]. Sızıntı suyuna özgün bu iniş, geçirimsizlik katsayısı daha düşük bir katman tarafından engellendiğinde oluşan birikme, yeraltı havuzu oluşuma sebep olur [5].



Şekil 1.11. Sızıntı ve yeraltı suları [6]

Zemin Nemi

Sızıntı sularının, zemin katmanları bulunan toprak taneleri arasındaki hava boşluklarından aşağıya inişleriyle birlikte bu boşluklar su ile dolar. Bu katmanlarda, adezyon kuvveti etkisiyle tutunan ıslaklık zemin nemi olarak adlandırılır. Nemin oluşumuna etki eden diğer faktör, Şekil 1.12’de de görüldüğü gibi, yağış etkisi bulunmadığında; ısıl basınç, kapilarite ve kılcallık etkisi neticesinde suyun yeraltındaki seviyesinden zeminin bulunduğu yüzeye doğru çıkmasıdır. Yağışın az sıcaklığın fazla olduğu mevsimlerde buharlaşma meydana geldiği için üst katmanlardaki nem miktarında düşüş gözlenir.



Şekil 1.12. Zemin neminin yapıya etkisi [19]

Sızıntı sularından farklı olarak zemin neminde, bulunduğu noktadan derinlere ilerleme ve damlama, yeraltı sularından farklı olarak birikme gibi özellikleri bulunmamaktadır. Zemin neminin ilerleyişi, toprak katmanları arasında bulunan kılcal boşluklardan olur. Bu alanda kalan yapı elemanlarına basınçsız su etkisi hâkimdir [8].

Yapıların toprak altında bulunan bölümlerinin olduğu zeminlerde, sızıntı sularının zemin nemine dönüşerek yapı bünyesine kadar yükselmesi, yapı bünyesinde birçok hasara sebep olmakla birlikte bina sağlığını olumsuz yönde etkileyerek hacimleri sağlıksız ortamlara dönüştürür [12]. Zemin neminin ilerleyişinde toprak katmanları arasındaki kılcal boşluklar büyük oranda önem arz eder [13].

Yeraltı Suları

Sızıntı sularının geçirimli toprak katmanları arasında bulunan boşluklardan yerçekimi etkisiyle aşağıya doğru ilerlediği sırada karşısına geçirimsiz bir katman çıktığı durumda, o alanda birikip yeraltı sularını meydana getirirler. Sızıntı suları, belli bir düzeye kadar geçirimsiz katman üstünde bulunan geçirimli tabakayı ve toprak taneleri içinde bulunan hava boşluklarını suyla doldurarak suya doymuş bir alan meydana getirirler [8].

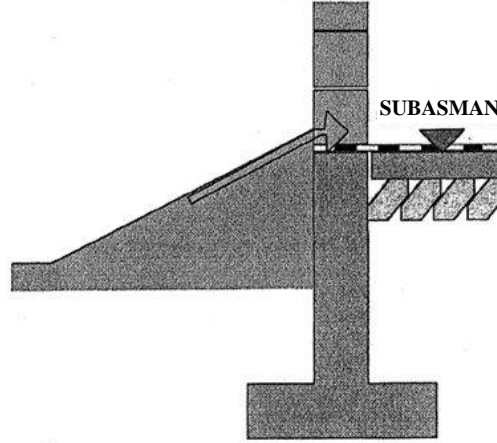
Bu doymuş su bölgesinin üzerinde oluşan yüzeysel yeraltı su seviyesi olarak adlandırılmaktadır. Yağışın yoğun olarak etkili olduğu veya kuraklık yaşanan mevsimlerde yeraltı suyunun maksimum seviyesi artar veya azalır.

Bir binanın toprak altında bulunan elemanlarından bazılarının yeraltı su seviyesinin en yüksek halinin altında kaldığı hallerde bu su temas ettiği malzemelerde hidrostatik basınç meydana getirir. Bu basınç etkisi, yatay yüzeylerde düşey doğrultuda etkili olurken düşey yüzeylerde yatay doğrultuda etkili olur. Yapı elemanları yeraltı su seviyesinden düşük seviyede bulunuyorlarsa basınçlı su etkisi altında kalırlar [8].

1.2.2. Yerüstü suları ve yağışlar

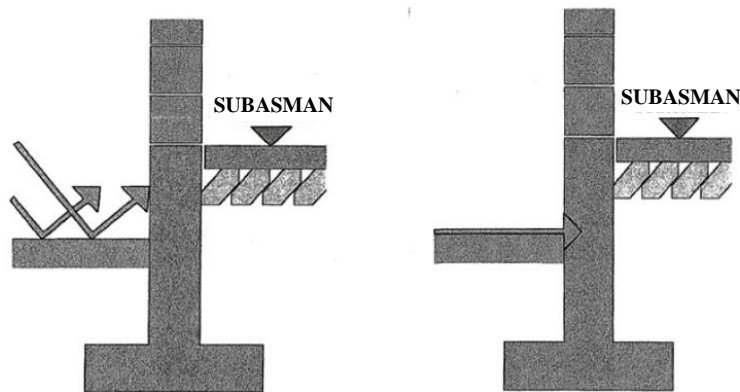
Hava içerisinde farklı düzeylerde bulunan su buharı, yeryüzündeki denizden beslenir. Yeryüzüne uygun koşullar altında; kar, yağmur ve dolu olarak inen su buharı yapıların dış havayla temas halindeki yüzeylerini etkisi altına alır. Yapıyı etkileyen yerüstü

suları; Şekil 1.13. ve Şekil 1.14'te de örnekleri görüldüğü gibi, yağmur ve kar şeklindeki yağışlar, su buharı, yeryüzündeki tatlı ve tuzlu su kütleleri, kullanma suları, yapı malzemesinin kendi bünyesindeki nem, havada bulunan nem olarak sınıflandırılır.



Şekil 1.13. Yerüstü sularının yapıya etkisi [19]

Yağmur ve kar şeklindeki yağışlar: Yağmur, dolu veya kar biçiminde yapıya temas eden sular, yapının toprak üstünde bulunan elemanlarından çatıları ve duvar yüzeyleri etkiler. Yağış haline yapının bu bölümlerine etkileyen su, yerçekiminin de etkisi ile aşağıya doğru ilerler. Binanın bulunduğu bölgedeki yağış alma yoğunluğu su etkisinin binada yaratacağı olumsuzluklar açısından önem arz etmektedir [3].



Şekil 1.14. Zemine oturan döşemelerde sıçrama ve birikme sularının etkisi [3]

Su Buharı

Atmosferdeki hava içinde bulunda su buharı veya hava rutubeti olarak tanımlanır. Suyun barınması açısından kısıtlı bir kapasiteye sahip olan dünya, suyun hareketi için

müsait bir alan olduğundan dolayı atmosferde her zaman su mevcuttur. Atmosferdeki su miktarı 13.000 km³ civarındadır [10].

Yeryüzündeki tatlı ve tuzlu su kütleleri: Yerkabuğunda bulunan tatlı veya tuzlu su kütlelerine örnek olarak tuzlu ve tatlı göller, yeraltı ve kaynak suları, denizler, okyanuslar gösterilebilir. Bu suların içerdikleri farklı maddeler, hareketlilikleri, kimyasal veya fiziksel özellikleri, yapı üzerinde ne yoğunlukta etkili olacağını belirler. Örneğin, tatlı suların yapıya daha fazla zarar verme nedenleri arasında, içerisinde çözülmüş tuz oranının az olması ve sertliğinin düşük olması gösterilebilir [10]. Deniz suyu içerdiği çözülmüş tuzlardan ötürü yapı strüktürü üzerinde zararlı etkilere sahiptir. Yeryüzündeki okyanus ve denizlerdeki tuzluluk %3,5 oranındadır. Deniz suyu içerisinde, magnezyum klorür (MgCl), potasyum sülfat (K₂SO₄), sülfat (CaSO₄), sodyum klorür (NaCl), magnezyum sülfat (MgSO₄), tuzlarını barındırır.

Yapıların betonarme bölümlerinin suyun içerisinde kalması veya gel-git olayı etkisine maruz kalması durumlarında, yapı deniz veya okyanus sularının aşındırıcı olumsuz özelliklerini yaşamaktadır. Bunun yanında, deniz ortamında bulunan tuz içeriği yoğun olan su damlacıkları, bulunduğu ortamın şartlarına bağlı olarak kıyıda içeriyeye kadar girerek, çok uzak noktalardaki yapıları da bu zararlı etkilere maruz bırakmaktadır.

Kullanma Suyu

Yapıda bulunan çamaşırhane, banyo benzeri su kullanımının aktif olarak bulunduğu mahallerde yapı duvar ve döşemeleri kullanım suyu etkisi altında kalmaktadır. Kullanım suyu etkisi altında kalan alanlarda oluşan problemler yapı üzerinde gözle görülür zararlara yol açtığı için bu etkiye yönelik önlemler alınması gerekmektedir.

1.3. Suyun Yapılar Üzerindeki Etkileri

Yapı su ilişkisine bakıldığında, Türkiye’de bulunan yapıların üretim evrelerindeki tüm teknikler suyun kullanımına yöneliktir. Yapının üretimi açısından çok önemli bir yardımcı olan su, ilerleyen aşamalarda yapıya ve kullanıcılara zarar vermekte ve belirli önemlerin alınmasını zorunlu hale getirmektedir. Suyun yapıya verdiği zararlara önlem

almadan önce yapı üzerindeki etkileri doğru olarak araştırmalı ve sorunun tanımına göre doğru bir önlemlerle su yapıdan uzaklaştırılmalıdır [12].

Suyun içerisinde taşıdığı iyon eşitleri ve miktarı, klorürlerin varlığı ve basıncı da malzeme üzerinde yarattığı etkileri belirlemektedir. Binalara etkiyen su içerisinde Na⁺, K⁺, NH₄⁺ gibi katyonlar ve anyonları barındırması halinde, anyonların konsantrasyonuna, sıvı ısısına ve etkileme uzunluğuna bağlı olarak betonda çeşitli olumsuzluklar oluşur [15].

Yapı malzemelerinin birçoğu su ile etkileşim haline girdiklerinde farklı özelliklerine bağlı olarak suyun zararlı etkileri altında kalırlar. Bazık karaktere sahip, boşluklu ve gözenekli yapıdaki malzemeler, kendilerine etki eden suyu uzaklaştırmanın aksine suyu kendilerine geçerek sudan daha fazla etkilenirler [13].

Doğru yalıtım malzemesinin ve yönteminin seçilmesi, suyun yapı üzerindeki zararlı etkilerinin doğru şekilde tanımlanmasıyla mümkündür. Suyun yapılar üzerindeki olumsuz etkileri ele alınırken, suyun yapıdaki fiziksel etkileri ve suyun yapıdaki kimyasal etkileri olarak iki bölümde incelenmiştir.

1.3.1. Suyun yapılar üzerindeki fiziksel etkileri

Suyun yapılar üzerinde, yapı malzemesinin kimyevi yapısına etki etmeden yalnızca fiziki değişiklikler yarattığı etkiler, fiziksel etkiler olarak adlandırılır. Suyun yapılar üzerindeki fiziksel etkileri; don etkisi, şişme büzülme etkisi ve yapıda ıslanma sonucu oluşan diğer fiziksel etkiler olarak sınıflandırılmıştır.

Suyun don etkisi

Yapı malzemelerinde her zaman az veya çok miktarda nem bulunur. Farklı yollardan yapı malzemesinde bulunan boşluklara giren su, ısı kaybına uğramasıyla birlikte donma olayı gerçekleşir. Ancak, ısı düşüşü donma öncesi büzülme olayına sebep olur. Betonun içerisinde bulunan agregaların genleşme katsayılarının birbirinden farklı oranlarda olması sebebiyle oluşan büzülme, beton içyapısında gerilmelere sebep olur ve sonuçta çatlaklar meydana gelir [17].

Boşlukların içinde suyun donma olayı, boşlukların suya doymun hale gelmesiyle birlikte sıcaklığın düşüşüyle gerçekleşir. Ortam sıcaklığının sıfır derecenin altına düşmesiyle su donar ve hacmi %10 civarında genişler. Genişleyen malzeme bünyesinde iç gerilmeler meydana gelir ve su, etrafında basınç oluşturmaya başlar [16]. Bu basınç, donan bölge etrafında kopma çatlama gibi zararlara sebep olarak malzeme iç bölgelerine kadar ilerler.

Doyma derecesi, malzemenin donma tehlikesiyle karşı karşıya olup olmadığını belirlemede önemli bir etkidir [19]. Malzeme boşluklarında ne oranda su olduğunu ifade eden doyma derecesi, malzemenin emicilik özelliğinin malzeme boşluğuna oranı olarak tanımlanabilir. Doyma derecesinin %80 altında kalması, malzemenin donma tehlikesine karşı dayanımının yüksek olduğu anlamına gelmektedir [18].

Şişme ve büzülme etkisi

Yapı malzemelerinden bünyesinde farklı özellik ve büyüklüklerde boşluklara sahip olanların ıslanmaları sonucu hacimlerindeki artış şişme olarak adlandırılır. Tüm ıslanma olaylarının ardından kuruma olayı gerçekleşeceğinden, cisim bünyesine alınan su kuruyarak malzemedan uzaklaşacaktır [19].

Çizelge 1.3'te yapılan deneylere göre elde edilen verilerin sonucunda, malzemelerin su emdiğinde meydana gelen şişme miktarı ile kuruduğu andaki büzülme miktarı kıyaslandığında her zaman fark meydana geldiği ortaya çıkmaktadır. Bu farklılıktan cismin kurumasiyla birlikte daha çok büzüldüğüne işaret etmektedir. Bu döngü sebebiyle cisimlerde çatlak oluşmasıyla birlikte hali hazırda bulunan çatlakların da büyüdüğü ve devamlı bir doku haline geldiği gözlemlenmektedir. Bundan dolayı yapı kabuğunu meydana getiren ve yapıda kaplama olarak kullanılan malzemeler için önlemler gerekmektedir [19].

Çizelge 1.3. Yapı malzemelerinde şişme ve büzülme değerleri [8]

Malzeme	Islanmada şişme (mm/m)	Kurumada büzülme (mm/m)
300 kgf/cm ² 'lik beton	0.14-0.16	0.20
180 kgf/cm ² 'lik beton	0.16-0.19	0.20

Letye betonu (cüruf çimentosundan)	0.17	0.20
Çimento harcı	0.20	0.30-0.45
Melez harç	0.35	0.40-0.60
Kireç sıva	0.40	0.80-1.10
Yapay taş	0.16-0.20	0.20
Gre	0.30-0.60	0.30-0.60
Bazalt	0.35	0.38
Granit	0.06-0.20	0.15-0.20
Kireçtaşı	0.09-0.16	0.13-0.40

Yapıda ıslanma sonucu meydana gelen diğer fiziksel etkiler: Yapıya farklı biçimlerde giren su, diğer fiziksel etkenlerin yanında kimyevi yapı malzemelerinin çözünmesine, ısı izolasyon ürünlerinin dayanımlarını kaybetmesine boya ve sıvalarda kabarmalara, ahşap benzeri yapı ürünlerinde nem dezenformasyonuna sebebiyet vermektedir.

Ahşabın içinde barındırdığı kolloid maddesi neme maruz kaldığı durumlarda, şişmeye ve hacminde artışa sebebiyet vermektedir. Ahşaptaki bu hacim artışı mukavemetini azaltarak koflaşmasına neden olur. Nem miktarının fazla olması ahşaba zararlı bazı mantarların çoğalmasıyla birlikte renk ve görüntü değişimine neden olur.

Isı izolasyon malzemeleri çoğunlukla neme yönelik dayanıma sahip olmadıkları için neme maruz kalmaları durumunda dayanımlarını kaybederler. Nem miktarı yüksek yapı malzemeleri bulunan ortamlarda nem değeri fazladır. İç mekândaki nem miktarının artması ya da yapı malzemelerinin aralarında su dolması neticesinde bakteri gibi zararlı canlıların çoğalması için uygun bir ortam oluşur. Bu ortam kullanıcılar için oldukça sağlıksızdır [19].

1.3.2. Suyun yapılar üzerindeki kimyasal etkileri

Su etkisi altında kalan yapı elemanları, su ve su içerisinde bulunan türlü kimyasal maddelerden etkilenir. Suyun malzemeler üzerinde bulunan çözücülük özelliği ve içerdiği kimyasal maddeler bu etkiyi oluşturan faktörlerdir. Doğa üzerinde bulunan en çözücü sıvı sudur. Su etkisi beton üzerinde görülmeye başlamasıyla birlikte, betonun bünyesinde

kimyasal reaksiyon ve değişiklikler meydana geldiği ve direncinin bozularak farklı hasarlar oluştuğu gözlemlenir.

Betonun gözenekli ve geçirgen yapısı nedeniyle geçirgenlik seviyesi düşüktür. İyi hazırlanmış bir beton yüzeyinde dış etkilere karşı korunmak için bir katman meydana gelir. Bu katmanın ortadan kalkması durumunda beton dış etkenlere karşı savunmasız hale gelir. Saf yağmur suları da savunmasız hale gelen beton üzerinde aşındırıcı bir etkiye sahiptir. İlk olarak Ca(OH)_2 'yi ardından kalsiyum silikat jelinin bir kısmını eritip betondaki boşluk hacminin artmasına neden olur. Bu boşluk hacmiyle birlikte su betonun içlerine doğru girerek korozyona ve ıslanma etkileriyle beton korozyonu oluşmasına neden olur.

Beton korozyonun farklı bir şekli de betonun bünyesinde değişik tuzların oluşmasıyla meydana gelir. Beton çimentosunda serbest halde bulunan kirecin, asit veya asitli tuzlarla teması halinde kalsiyum tuzları oluşur. Oluşan bu tuzlar betonun dayanımını ve bağlayıcılığını düşürür ve ortadan kaldırırlar. Yapıya etkileyen su içerisinde Na^+ , K^+ , Mg_2^+ , NH_4^+ gibi katyonlar ile SO_4 gibi anyonları barındırması halinde; bu anyon ve katyonların konsantrasyonuna, sıvı ısısına ve etkileme süresi ve şiddetine bağlı olarak betonda çeşitli zararlara neden olur [19].

Betonu olumsuz yönde etkileyen dış faktörler asit ve sülfattır. Bunların betona etkimesi su içerisinde çözülmüş olmasına bağlıdır. Klor ve karbondioksitin, betonarme malzeme bünyesinde bulunan donatıda korozyona neden olmasından dolayı Resim 1.1'de görüldüğü gibi doğrudan olmasa da dolaylı yoldan beton üzerinde olumsuz yönde etkilidir.



Resim 1.1. Korozyon sonucu donatının zarar görmesi [3]

Su içerisinde bulunan klorür oranı donatı üzerindeki korozyon hızını artırır. Donatıda kesit kaybı, betonarme malzeme üzerinde donatıya paralel çatlaklar pas

ürünlerindeki basınç artışından kaynaklanarak betonda oluşan kimyasal etkiler arasındadır [19]. Suyun yapı üzerindeki kimyasal etkileri genel olarak; çözücülük, hidroliz, hidrasyon, oksidasyon-redüksiyon, asit, sülfat etkileri olarak sınıflandırılır.

Suyun çözücülük etkisi

Çözücülük; katı bir maddenin çözücü bir sıvı içinde molekülleri arasındaki bağların koparak dağılması olarak tanımlanır. Su, organik ve anorganik maddeler için de iyi bir çözücüdür. Çözünme olayı, çözücünün sıcaklığı, cinsi, asidik yoğunluğu, sertliği, hareket hali ve basınç miktarıyla ilgili olarak değişmektedir [20].

Su, serbest şekilde yoğun miktarda CO₂ barındırması nedeniyle, kireç üzerinde kimyasal olarak fazla etkilidir. Betona etkileyen suyun tuz yoğunluğunun az olması, donatıları korozyon hasarlarına korumakta olan kireci çözdüklerinden dolayı harcı gevşeterek çatlak ve boşluklar oluşmasına neden olur. Oluşan çatlaklar ve boşluklardan su malzemeye daha fazla ve hızlı nüfuz ederek betonda dayanımın azalmasına sebep olur [20].

Suyun hidroliz etkisi

Hidroliz, bir takım minerallerin ayrışmasında etkili olan bir olaydır. Suda bulunan moleküller iyonize olur ve serbest hidrojen ile hidroksil iyonlarını meydana getirir. Suyun sıcaklığı yükseldikçe suda bulunan serbest iyon miktarında artış gözlenir. 10 derecedeki suyla 30 derecedeki su kıyaslandığında, sıcaklığı fazla olan suda 2 veya 3 katına kadar fazla dissosiasyon meydana gelir. Yani hidroliz olayı sıcaklığın artışıyla doğru orantılı bir değişim göstermektedir. Belirli bir sıcaklık altında hidroliz olayı meydana gelmez. Karbondioksit, sudaki hidrojen iyonlarının yoğunluğunda artışa sebep olarak hidrolizin oluşmasına katkı sağlar. İnorganik veya organik asitler de hidrolizin artışını takviye eden etkenlerdendir [21].

Suyun hidrasyon etkisi

Bazı minerallerin suyla temas etmeleri durumunda suyu içlerine alıp dönüşüm yaşamaları durumu hidrasyon olarak adlandırılmaktadır. Bu mineraller suyu bünyelerine

kimyasal reaksiyonlar sonucu aldıklarından dolayı hacimlerinde artış gözlenir ve bu durum mukavemetlerinin azalmasına neden olur. Hidrasyon yaşayan malzemeler yeniden kurduklarında su kaybına uğrayarak dehidre olurlar. Örnek olarak, sarı renkte bir limonitin dehidre olmasından içinde kalan suyun miktarına bağlı olarak farklı tonlarda kırmızı renkte demir oksitler oluşur [21]. Hidrasyon olayı aynı zamanda farklı olaylarla birlikte de oluşum gösterebilir ve bunun sonucunda malzemelerde hacim artışına sebebiyet verir. Hacimdeki artış miktarı çok fazla olabildiği gibi düşük seviyelerde de kalabilir.

Suyun oksidasyon ve redüksiyon etkisi

Suyun oksidasyon ve redüksiyonu, elektron alma ve elektron verme özelliğine verilen addır. Bir elementin bu şekilde değerinin artması oksidasyona uğradığı anlamına gelir. Bu olayın yoğun olarak gözlenmesindeki en büyük etken sudur. Atmosferde yoğun olarak bulunan oksijen başka elementlerle bir araya gelerek oksitleri meydana getirir. Oksijen ve bir elementin bir araya gelerek farklı bileşik oluşturması oksidasyon olarak adlandırılır. Oksijenin demir bileşenlerine etkisinin açık olması, bazı minerallerin oksijen etkisi altında kalarak parçalanmalarına sebep olur. Bu şekilde poröze dönüşen beton, farklı diğer etkenlerin zararlı etkilerine daha açık hale gelmiş olur [21].

Oksidasyon olayı oksijenin bulunduğu koşullar altında gerçekleşirken, oksijen bulunmayan ortamlarda bunun tersi indirgeme olayı gerçekleşir. Oksidasyon olayını yaşamış bileşiklerin oksijenden kurtulması ya da bünyesindeki elementlerin elektron alması olayı indirgeme olarak adlandırılmaktadır. Bu olayın gerçekleşmesi için ortamda oksijen yoğunluğunun az, su miktarının fazla olması gerekmektedir. Bu oksidasyon ve redüksiyon olaylarının etkileri malzemelerde boşluklar yaratmak olduğu için ciddi hasarlara sebep olur.

Asit etkisi

Hidrasyona uğramış olan çimento alkali bir ortam meydana getirerek asitlerle etkileşime açık hale gelir. Asitler ya da benzeri organik bileşikler beton üzerinde ayrışmalara sebep olarak olumsuz sonuçlara yol açmaktadır. Asit ile betonun reaksiyonu çoğunlukla çimentonun hidrate olan parçalarını kalsiyum tuzları haline getirirken, H_2SO_4 ,

HCl benzeri güçlü asitler betonu tamamıyla çözerek parçalanmasına neden olur. Asitlerin, kalsiyum tuzu çözme yeteneğine bağlı olarak bu parçalayıcı etkisi artış gösterir [19].

Asitlerin çok agresif olanları daha büyük olumsuz etkilerde bulunurken, düşük çözme yeteneğine sahip asitler zararlı olarak görülmezler. Asitler çözücülükleriyle birlikte açığa çıkardıkları maddelerin yapıdaki etkileri de büyüktür. Örneğin, sülfürik asidin betonda kalsiyum sülfat ortaya çıkmasıyla, çözünürlüğü az seviyede olan kalsiyum sülfat suyun etkisi altında kalarak kalsiyum sülfatı yapıdan uzaklaştırarak hasara neden olacaktır.

Asitlerin betonda tahrip gücü olmakla birlikte, asit betonda nötr hale geldiği için etki alanı belirli bir seviyede kalmaktadır. Asitlerin büyük olumsuzluklar meydana getirebilmesi için çok büyük yoğunlukta etki etmesi gerekmektedir. Düşük yoğunlukta etkiyen asit daha yavaş hızda etkide bulunabildiği gibi farklı şekillerde de yapıda zararlı olabilir.

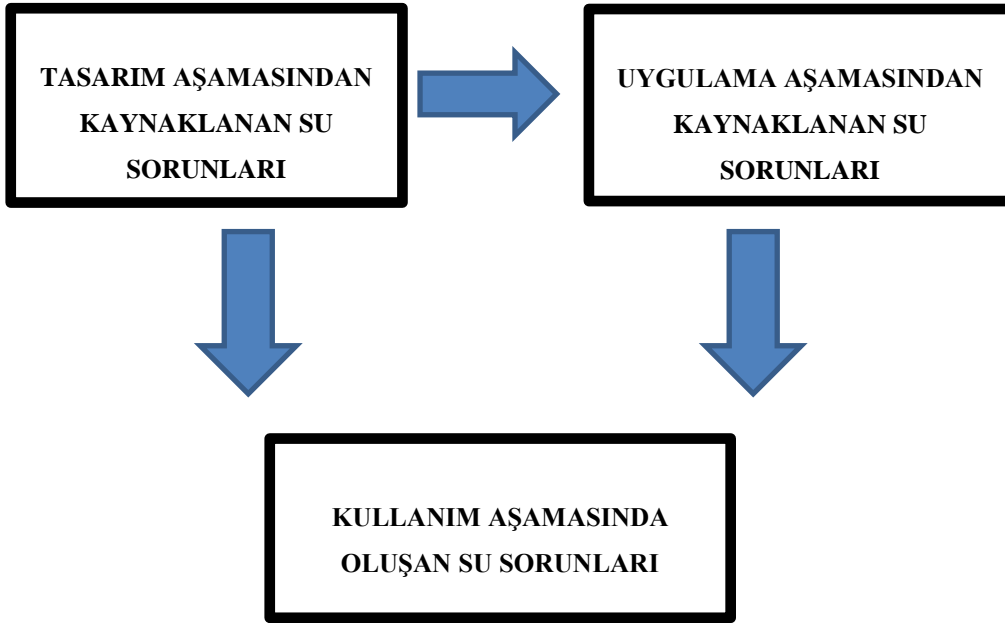
Sülfat etkisi

Betonda oluşan hasarlar içinde sülfat tuzları önemli bir yere sahiptir. Çimento hamuru içerisinde bulunan bileşenlerden kalsiyum hidroksit ve kalsiyum alüminat hidrat içeren solüsyonda mevcut olan sülfat iyonu ile tepkimeye girer ve sonucunda ortaya çıkan ürün hacimleri başlangıçtakilerden fazla olduğu için çimentoda hasarlar oluşmaya başlar. Sülfatın malzemelere etkisi öncelikle, alçı taşına dönüşmesiyle olur. Ardından alçı taşı yani kalsiyum sülfat çimentoda bulunan hidrasyona uğramış kalsiyum alüminatla bir araya gelerek etrenjiti oluşturur. Etrenjit içeriğinde çok sayıda molekül su bulunduran bir tuzdur. Bu aşamalar gerçekleşirken hacimde artış gözlenir.

Sülfat etkisinde farklı tuzlar da oluşur ve bu kristaller hacim artışında bulunarak hasarlara neden olmaktadır. Betonun yüzeyinde parçalanmayla birlikte beyazlaşmaya neden olur. Bununla birlikte kesitinde azalma gözlenen betonda çatlaklar da artarak taşıma gücü kaybına neden olur [19].

1.4. Suyun Yapılar Üzerindeki Etkilerinin Ortaya Çıkardığı Sorunlar

Su etkisi yapıya etkimeye başladığı andan itibaren yapı elemanları üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaya başlar. Bu sorunların meydana gelme sebepleri arasında, tasarım, uygulama veya kullanım aşamasından kaynaklı problemler gösterilir. Bu sorunlar; suyun yapı elemanlarına etkileri, insan sağlığı ve konforuna etkileri ve ekonomik etkiler olmak üzere Şekil 1.15’te de şematize edildiği gibi sınıflandırılır.



Şekil 1.15. Yapılarda oluşabilecek su sorunlarının etkileşim üçgeni [1]

1.4.1. Suyun yapı elemanları üzerinde oluşturduğu sorunlar

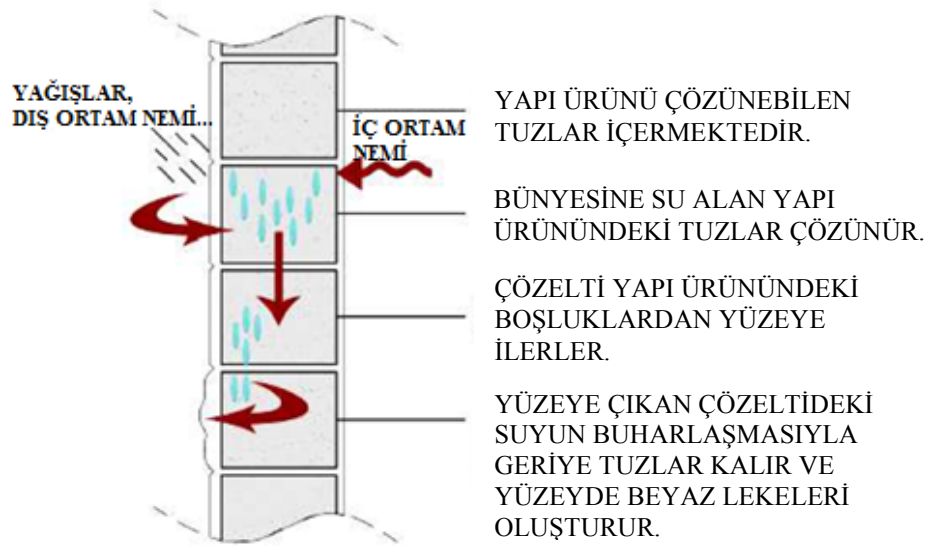
Suyun yapı elemanları üzerinde gözle görülür etkiler oluşturmaya başlamasıyla birlikte çeşitli sorunların meydana geldiği anlaşılmaya başlanır. Bu etkenler; çiçeklenme, çatlama, kabarma ve dağılmalar, bakteri ve böceklerin üremesi, çürüme, korozyon, karbonatlaşma ve klor etkisi olarak gözlenmektedir.

Çiçeklenme

Yapı bünyesine giren suyun yapı malzemesi içerisindeki tuzları çözmesi ve ısı düşüşüyle birlikte buharlaşma oluşur ve bu tuzlar dış cephede ve farklı iç yüzeylerde beyaz lekeler ve tüylenmeler gözlemlenmeye başlanır. Bu durum çiçeklenme olarak adlandırılır.

Etkileri çoğunlukla dış cephe üzerinde görülen çiçeklenme problemleri, yapı malzemesinin niteliklerine ve problemin oluşabileceği ortamın şartlarına bağlı olarak değişmektedir. Özellikle, deniz kumu veya tuğla katkısıyla üretilen harçlar, bazı çimento ve farklı karışımlar da yapılarda tuz kaynağı oluşturmakta ve bu şekilde çiçeklenme sorununa sebebiyet vermektedir. Bunun beraberinde, yapı malzemelerinin toprakla temas halinde kalacak şekilde depolanması da çiçeklenme probleminin oluşumunda önemli sebeplerden biridir [22].

Yapının subasman kotunda gözlemlenen çiçeklenme problemine sebebiyet veren su etkenleri, Şekil 1.16'da da görülen, kılcallık etkisiyle yükselmiş olan zemin nemi, sıçrama suları ve yüzey suları olduğu bilinmektedir. Çiçeklenme probleminin subasman seviyesinin üzerinde olduğu durumlarda, problemi meydana getiren su etkenleri, yağış suları ve zemin nemi olarak belirlenmektedir [22].



Şekil 1.16. Çiçeklenme sorununun oluşumu [7]

Çatlama, kabarma ve dağılmalar

Yapı malzemelerinde çatlama, kabarma ve dağılma problemleri çiçeklenme problemine benzer şekilde, yapıyı etkileyen suların yapı malzemeleri üzerindeki tuzları çözerek ve yapı yüzeyinde birikmesi şeklinde meydana gelir. Bu durumdan farklı olarak, su içerisindeki tuzların yüzeye yakın olan alanlarında çökerek şişmesi bu problemleri oluşturan sebeplerdendir.

Böcek ve bakterilerin çoğalma hızını arttıran sebeplerden bir diğeri de ortamda bulunan hava akımının düşük seviyelerde oluşudur. Bu sebeplerden dolayı, havalandırma konusunda yetersiz alanlar ve ıslak hacimler bu tür varlıkların çoğalması için uygun ortam oluşturur. Şekilde havalandırılma sorunu yaşayan bir çatı arasında oluşan mantar ve küf sorunu gözlemlenmektedir. Bu tür hacimlerde hava akımı oluşturmak ve nem seviyesini dengede tutmak insan sağlığı açısından da çok önemlidir [22].

Çürüme

Çoğunlukla zeminle temas halinde olan yapı malzemeleri ahşap olmasa da zemindeki nem ile temas halindeki ahşap malzemelerin bünyesinde çürüme meydana gelir. Çürüme olayı, bazı mantar çeşitlerinin ahşabı besin olarak kullanması sonucu ortaya çıkar. Bu mantar türleri ahşaptaki hücresel yapıya zarar vererek çürüme olayının başlamasına neden olur. Çürümeye sebebiyet veren mantar türlerinin gelişimi dört koşul altında gerçekleşir. Bunlar; uygun ısıl şartlar, nem, oksijen ve besin kaynağı olarak kullanılabilir bir malzeme olarak sayılır [23].

Bu koşullardan bazılarının mantarların çoğalması için uygun olmaması halinde mantar sporları ahşap malzeme içerisinde zarar vermeden kalarak şartlar aktif hale geldiğinde zarar vermeye başlar. Bir mantar bünyesindeki hif adı verilen ince iplikçiklerden oluşmaktadır. Bunlar, belirli nem seviyesi oluşmadığı sürece malzeme içerisinde gözle görülmeyecek seviyededir. Ancak nemli ortamlarda hiflerin hacmi artarak miselyum adı verilen kütleyi oluştururlar. Mantarlar bu şekilde spor meydana getirmedikleri sürece fark edilmezler. Çürümeye sebep olan mantarlar bunu üreme organları oluşturup milyonlarca spor üreterek yaparlar [23].

Mantarların çürümeye sebebiyet verebilmesi için ahşap malzemedeki nemin %20 ve üzerinde olması gerekmektedir. İyi ısıtılan, doğru havalandırma uygulanan alanlarda ve toprak ile arasında belirli bir boşluk olacak şekilde imal edilen zemin kat döşemelerinde nem seviyesi %10-20 seviyelerinde değişmektedir. Bundan dolayı çoğu yapıda ahşabın çürümesi için uygun nem seviyesi oluşmaz. Ancak farklı kaynaklardan oluşan nem sebebiyle ahşap içerisindeki nem oranı arttığı durumda çürüme gerçekleşir.

Zeminden gelen nem ile nemlenmiş olan ahşap elemanın bulunduğu ortam kendisine göre kuru ise denge oluşana kadar havaya nem verir. Eğer ortam, elemanın nemliliği son bulmadan suya doyarsa ahşap elemanın nemliliği devam eder. Nem içeriği yükselmiş olan elemanda mantarlar çoğalmak için uygun ortamı bulmuş olacağı için çürüme gerçekleşir. Çürüme olayının sonucunda çürüyen malzemedeki bütünlük sona erer. Hücre yapısı bozularak dayanımı azalan malzeme ufalanarak rengi kahverengiye dönüşür ve şeklinde de farklı bozulmalar oluşur [23].

Korozyon

Metal veya metal alaşımlarının kimyasal etkilere maruz kalarak aşınması durumuna korozyon adı verilmektedir. Kimyasal bir tepkimeyle oluşan korozyonun meydana gelmesinde gerekli koşullar, ilk olarak ortamda su, oksijen ve elektron hareketini sağlayacak sistemin bulunması gerekir. Bunun yanında, karbondioksit veya klor gazlarıyla oluşan tepkimeler de korozyona sebep olmaktadır. Bundan dolayı yapılarda örneği Resim 1.2'de de görüldüğü gibi iç veya dış ortamda su ve su buharıyla etkileşimde olan yapı elemanlarında korozyon sorununa sıkça rastlanmaktadır [24].



Resim 1.2. Donatı korozyonu sonucu pas payının beton yüzeyine sızması [3]

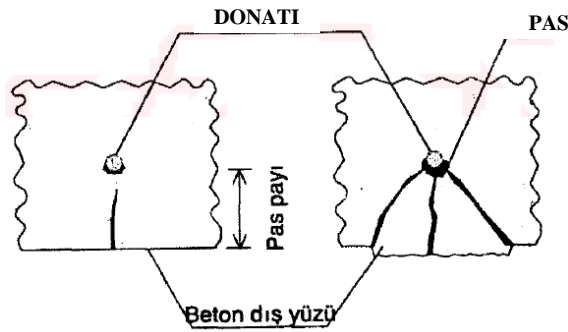
Yapı malzemelerinden betonarme donatısı üzerinde korozyonun etkisi çok büyüktür. Betonarme çeliğindeki korozyona gerekli önlemler ve onarım yöntemleri uygulanmazsa yapının yıkımına kadar gidebilecek sonuçlara sebebiyet verir. Donatının paslanmasını önleyen bölüme pas payı adı verilmektedir. Pas payı beton iç yüzeyine en yakındaki donatının betonun dış yüzeyiyle arasındaki mesafedir. Betonun donatı korozyonunun engellenmesi için arada kalan bu betonun çekme dayanımının yüksek

olması, su ve gaza geçirimsizliğinin bulunması, çelikle aderansının iyi seviyede olması önemli fiziksel şartlardandır. Çevredeki fiziksel ve kimyasal tahrip edici etkilere dayanımının ve taşıyıcılık niteliğinin artması için beton pas payının belirli bir kalınlıkta olması da önemlidir [25].

Korozyon sonucunda betonarme donatı kesitinde meydana gelen kayıp sonucu, yapı tasarım aşamasında hesaplanan değerleri karşılamamasına sebep olur. Bu durum da yapının taşıyıcılık niteliğini olumsuz yönde etkileyerek yapı ömrünü kısaltır. Korozyon oluşması için elektrolitik iletkenlikle birlikte elektriksel iletkenlik de olmalıdır. Gözenekli yapıda olmaları nedeniyle betonarme malzemelerin içyapısında su bulunmaktadır. Bu sayede elektrolitik ortam oluşur. Elektrik iletkenliğini sağlayan betonarme çeliği için elektron kaybına uygun ortam koşulları sağlanmış olduğundan dolayı korozyon olayı da meydana gelmiş olur [26].

Yapılarda donatı korozyonunun oluşmasına neden olan faktörler, karbondioksit ya da klor maddelerinin, betondaki kılcal boşluklara yayılmış olan su ve oksijenin sebebiyet verdiği kimyasal reaksiyonlar sonucunda donatının üzerindeki koruyucu tabakanın (passivasyon) bozulmasıdır.

Korozyon malzeme üzerinde etkili olmaya devam ettikçe Şekil 1.18’de görüldüğü gibi, kimyasal tepkimeler sonucu oluşan pas yoğunluklu su dışarı akar ve pas rengi çatlama yüzeyinde görülür [24]. Bu şekilde donatıdaki paslanma sonucunda meydana gelen hasar gözle tanı konulabilir bir niteliğe dönüşür. Biraz daha ilerlemesi durumunda pas payı olarak kullanılan beton koparak ayrılır ve donatı dışarıdan gelebilecek olumsuz etkilere açık hale gelir.



Şekil 1.18. Donatı paslanması sonucu pas payı betonunda çatlak oluşumu [8]

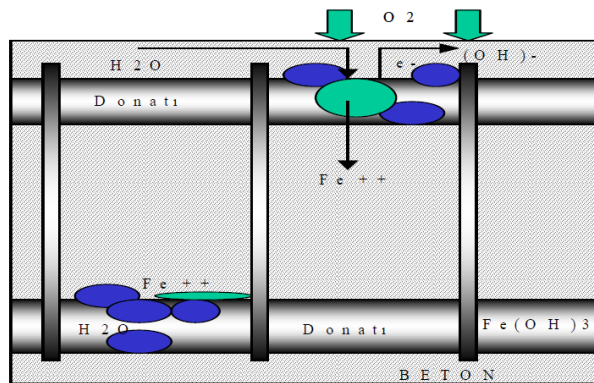
Karbonatlaşma

Havada %0.03 oranında karbondioksit gazı bulunur ve bu beton içerisinde bulunan hidroksitlerle tepkimeye girerek karbonatları meydana getirir. Beton malzeme, hidratasyon esnasında meydana gelen kireç ve bünyesindeki alkalın iyonları sebebi ile bazik nitelik taşımaktadır. Betonun bu yüksek bazik özelliği donatı paslanma hızını geciktirmektedir.

Atmosferde bulunan karbondioksit gazının betona nüfuz etmesi ile alkalın koruyucu, kalsiyum karbonata dönüşüp nötr özelliğe bürünür. Bu da bazik niteliğini kaybederek koruyucu etkisini yitirmesine neden olur. Bu dönüşüme karbonatlaşma denir ve dış mekân etkilerine açık betonarme taşıyıcıların donatı çeliklerinde korozyon olayının meydana gelmesinde güçlü bir etkiye bulunur [26].

Klor etkisi

Betonarme donatısının bulunduğu ortamın pH seviyesi 12 üzerinde bir değerdeyse üzerinde malzemenin kendini korumasına yarayan Şekil 1.19'da oluşum şekli görülen passivasyon adı verilen bir katman bulunmaktadır. Ortamdaki pH değerinin 8-10 aralığına düşmesi durumunda beton içerisine girmeye başlayan zararlı varlıklar bu katmanı tahrip eder. Bu tahribatı yaratan maddelerin en önemlisi klor iyonlarıdır. Betondaki alkali yapıyı, ortama geçiş yapan klor ve benzeri asit iyonları nötrleştirir. Bu asit iyonlarının zararlı etkileri korozyonu hızlandırmasına rağmen passivasyon koruması sayesinde bertaraf edilir. Fakat zaman içerisinde bu iyonlar alkali yapıyı bozarak koruyucu katmana zarar verirler. Karbonatlaşmadaki artış sonucunda bu tahribat hızlanır [24].



Şekil 1.19. Beton içindeki donatının korozyonu ve passivasyon tabakasının oluşumu [3]

Deniz suyu, denizden çıkarılan agregalarla imal edilen betonlar ve atmosfer etkisi, bünyesinde barındırdığı klor nedeniyle korozyonda etkilidir. Bunların yanı sıra beton içerisindeki donatı pas paylarının yetersizliği ile karbonatlaşmayı hızlandırma açısından büyük etkiye sahiptir [19].

1.4.2. Suyun insan sağlığı ve konfor şartlarında oluşturduğu sorunlar

Yapı elemanlarının nemlenmesi sonucu malzemelerin bünyelerinde çeşitli değişimler meydana gelir. Bu durum insan sağlığına olumsuz yönde etki eder. Nem oranının arttığı alanlarda solunum zorlaşmaya başlar ve insanlar üzerinde bitkinlik, yorgunluk, vücut direncinin düşmesi gibi etkiler gösterir. Bu hacimler, hastalığa neden olan mikropların çoğalması için ideal şartları sağladığından insanlar üzerinde enfeksiyona da yol açmaktadır [27]. Nemli havanın kuru havaya göre insan bronş ve akciğerlerinde en uç noktalara kadar solunması tehlikesi bulunmaktadır. Ayrıca nemli hava koku açısından kuru havaya göre daha rahatsız edici bir ortamdır [28].

İnsan sağlığı açısından en ideal sıcaklık aralığı 16-20 °C, bağıl nem oranı ise %40 olarak kabul edilir. Yapı malzemelerinin nemlenme sonucunda bu aralık dışına çıkması sonucunda performansına yönelik değişiklikler meydana gelir. Örneğin, tuğladan üretilen bir duvarın kuruyken ısı iletkenliği 0,53 olmasına rağmen, aynı yapıdaki bir duvarın nemlenme sonucu bu katsayı 1,02'ye yükselir. Bu artış mekândaki konfor seviyesini standartların altına düşürür [29].

Nem kaynaklı oluşan yapı hasarları yapının fiziki yapısında biçimsel ve bünyesel açıdan problemleri hızlandırır ve yapı performansı ve konfor seviyesinde düşüşe sebebiyet verir. Bu durum yapı kullanıcısının ihtiyaçlarını karşılamayarak yapının fonksiyonunu yitirmesine neden olur [25].

1.4.3. Suyun ekonomik alanda oluşturduğu sorunlar

Bina yapım sürecinde uyulması gereken bazı kurallara, malzeme seçim kriterlerine ve şartlarına uyan detaylara özen gösterilmediği durumlarda yapının kullanım sürecinde beklenmedik farklı çeşitte sorunlar meydana gelebilir. Yapının inşa süreci tamamlandıktan

sonra ortaya çıkan hasarlara yapılan müdahaleler maliyet açısından büyük bir yük getirmektedir.

Yapıda oluşan sorunların önemli sebeplerinden biri olan nemlenme için tasarım ve imalat aşamalarında tedbirlerin özenle alınmış olması gerekmektedir. Bu hasarların onarılması ve tekrar oluşumunun engellenmesi için yapının kullanım sürecinde alınabilecek önlemler fazlasıyla maliyetlidir. Kullanımına başlanmış yapılardaki kullanıcıların yaşam konforunu da olumsuz yönde etkileyen bu hasarlar için tedbirlerin tasarım aşamasından itibaren alınması önem arz etmektedir [30].

Yapıların üretim aşamalarında belirli imalat ilkelerine, malzeme nitelikleri ve koşullarına uygun sistem detaylarına özen gösterilmediğinde yapı doğal ömründe beklenmedik farklı sorunlar oluşmaya başlar. Bu sorunların giderilmesi için gerekli olan onarım maliyetleri çok yüksek seviyelerde olduğu için ekonomik zarara sebep olmaktadır.

Yapı elemanlarının ısı iletkenliğinin artmasıyla birlikte ısı geçirgenlik direncinin düşmesi sebebiyle enerji tüketim miktarı artmaktadır. Günümüz enerji maliyetleri göz önünde bulundurulduğunda ortaya çıkmaktadır. Diğer yandan yapı alış-satışlarında yüksek nem oranının yapıya verdiği zarar yapının mali değerini düşürmektedir [31].

İstenen düzeylerin üzerinde seyreden nem oranı yapı malzemesi, insan sağlığı, fiziksel konfor ve ekonomik koşulları negatif yönde etkilediği için yapılar için kritik bir sorundur. Bundan dolayı nemlenme sonucunda meydana gelen bu negatif sonuçların engellenmesi için tasarım ve üretim evrelerinde tüm tedbirlerin alınması gereklidir [2].

2. YAPILARDA KULLANILAN SU YALITIM MALZEMELERİ VE GENEL ÖZELLİKLERİ

Yapıları suya karşı koruma sistemleri proje aşamasından itibaren başlayarak uygulama aşaması belirlenen sistemlere göre yapılmalıdır. Yapının kullanıcı tarafından faal olarak kullanılmaya başlanmasından itibaren yapılan yalıtım uygulamaları güvenlik zafiyetine neden olabileceği gibi, yapım maliyetini de arttırarak yapının belirli bir süre kullanım dışı kalmasına sebep olur [8].

Su yalıtımının etkili olmasında uygun yalıtım sisteminin seçilmesi ve uygulanması gibi doğru ve nitelikli malzemenin doğru şekilde uygulanması da önemlidir. Bundan dolayı su yalıtım malzemelerinin teknik özelliklerini bilerek uygun seçimleri yapmak ve uygulama kıstaslarını, uygun ve hatasız olarak yerine getirmek gerekir [19].

Yapı elemanları arasında su etkisi ile doğrudan veya dolaylı şekilde temas halinde olanları sebebiyle ve yapıyı nem etkilerine karşı korumak adına çeşitli malzemeler üretilmektedir. Mevcut malzemelerin oluşturduğu dezavantajlar, malzeme teknolojisinin geliştirilerek yeni ve daha iyi malzemelerin üretilmesine yardımcı olmaktadır.

3000 yılı aşkın süredir, çağdaş teknolojinin geliştirilerek farklı malzemelerle desteklenmesiyle birlikte kullanım alanına göre daha uygun su yalıtım malzemeleri üretilmeye çalışılmaktadır. Üretilen bu malzemelerden en yüksek oranda verim alınabilmesi için malzeme gelişim süreçlerini ve teknik detaylarını iyi şekilde bilmek gerekmektedir [19]. Bu öneme dayanarak, bu bölümde su yalıtım malzemeleri; serme tip su yalıtım malzemeleri, sürme tip su yalıtım malzemeleri ve su yalıtımında kullanılan yapısal malzemeler olarak sınıflandırılarak anlatılacaktır.

2.1. Serme Tip Su Yalıtım Malzemeleri

Serme tip su yalıtım malzemeleri, örtü şeklinde uygulanan ürünlerdir. Meydana geldiği materyallere göre, bitüm esaslı serme tip malzemeler ve plastik esaslı serme tip su yalıtım malzemeleri olarak sınıflandırılır.

2.1.1. Bitüm esaslı serme tip su yalıtım malzemeleri

Bitüm; ham petrolün kendiliğinde çökmesi ve ardından damıtılmasıyla üretilen ve alev alabilen bir petrol bileşenidir. Bitüm doğada, sarımtırak ve sıvı veya siyah ve katı olarak bulunabilir. Bitümün, inorganik alkali malzemelere, hafif asitlere, tuzlu karışımlara ve alkollere karşı dayanımı yüksek olmakla birlikte, güçlü asit, yağ ve solventlere karşı dayanımsızdır.

Bitüm, su geçirimsizliği yüksek bir malzeme olduğu için, yapıda kullanım alanına karar verilirken Çizelge 2.1’de örnekleri gösterildiği gibi bitümün penetrasyon değeri göz önünde bulundurulur. Penetrasyon değeri; bir iğnenin özel bir aygıt olan vicat ile bağlanarak, belirli bir basınç ve sıcaklık değeri altında bitüme batma uzunluğudur.

Çizelge 2.1. İklim bölgesine göre kullanılacak malzemelerin penetrasyon değerleri [7]

Penetrasyon		
Bölge	Temelde	Çatıda
Sıcak Bölgeler- Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu	10-20	10-20
Ilıman Bölgeler- Karadeniz, Marmara ve Ege	20-30	10-20 veya 10-20 ile 20-30 penetrasyonlu bitümlerin 1/1 karışımı
Soğuk Bölgeler- Orta Anadolu ve Doğu Anadolu	20-30 ile 40-50 penetrasyonlu bitümlerin 1/1 karışımı	20-30

Bitümün sıcak ortamda yumuşaklığının artmasıyla, tek başına kullanıldığında mekanik etkenlere karşı dayanım sağlama kapasitesi düşmektedir. Böyle durumlarda, bitümün dayanımını arttırmak için yardımcı taşıyıcı araçlar kullanılır. Armatür olarak adlandırılan bu taşıyıcılar arasından; bitümü bünyesine hızlı ve kolay alabilmesi, kullanıldığı diğer malzemelerle Çizelge 2.2’de görüldüğü gibi yakın seviyelerde ısıl genişleme göstermesi, suya ve farklı mikroorganizmalara dayanıklı, maliyeti düşük ve hafif olması beklenir.

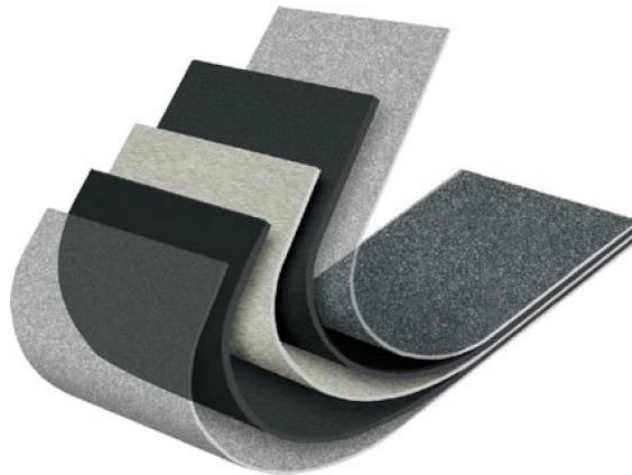
Çizelge 2.2. Bitümlü örtülerde kullanılan taşıyıcıların özellikleri [8]

Taşıyıcı tipi	Ağırlık (gr/m ²)	Çekme Mukavemeti (N/5cm)		Boy Uzaması (%)
		Boyuna	Enine	
Cam Tülü	50-120	200-300	150-250	2-3
Cam Dokuma	150-200	800-1000	600-800	4
Polyester Keçe	150-350	600-1100	400-800	30-40

Bitüm ve taşıyıcı ile beraber membran şeklinde üretilen bitümlü örtüler bulunmaktadır. Bu malzemeler teknik özelliklerine göre; okside bitüm esaslı serme tip su yalıtım malzemeleri ve polimer bitüm esaslı serme tip su yalıtım malzemeleri olarak sınıflandırılır.

Okside bitüm esaslı serme tip su yalıtım malzemeleri

Bitüm 50°C’de eriyerek 0°C’de kırıldığı için ilk kullanım alanlarında yol inşaatlarında yapıştırıcı alanında kullanılmıştır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte bitümün erime ve kırılma noktaları yükseltebildiği için, erimiş bitüm içerisine yüksek ısıda hava üflenerek Şekil 2.1’de görülen okside bitüm meydana getirilmiştir. Bu şekilde oksijenle yapısına müdahale edilen bitüm ısıl kararlılığa ulaşarak yapılarda kullanıma uygun hale gelmiştir.



Şekil 2.1. Bitümlü örtüler [7]

Okside bitümlü örtülerde ilk zamanlar taşıyıcı şeklinde kullanılan malzemeler cam tülü veya bitkisel keçelerdir. Fakat bitkisel keçelerin yapısından kaynaklı çeşitli mikroorganizmalara yaşam alanı sağlaması sebebiyle sürdürülebilir olmamıştır. Güncel olarak kullanılan bitümlü örtü taşıyıcıları; cam tülü, alüminyum folyo gibi malzemelerdir.

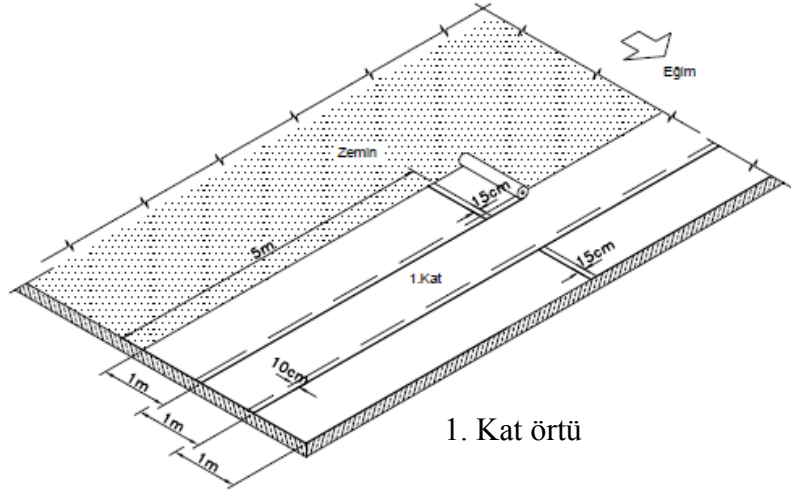
Okside bitümlü örtüler yapılarda, teknik özelliklerine ve üretildiği taşıyıcına uygun olarak farklı bölümlerde ve farklı amaçlar için kullanılır. Eğimli ve düz teras çatıların son katmanında su geçirimsizliği sağlamak için yalıtım örtüsü şeklinde veya buhar dengeleyici örtü olarak kullanılmaktadır. Temel altı ve temel perde duvarlarında geçirimsizlik sağlamak için, banyo- mutfak, soğuk oda depo benzeri ıslak hacimlerde neme karşı geçirimsizlik sağlamak için kullanımı mevcuttur.

Okside bitümlü örtü, sıcak asfalt ile uygulanır. Uygulama sırasında yüzeyin Şekil 2.2'deki gibi düzeltilmiş, temiz, kuru ve uygulamaya hazır halde olması gerekmektedir. Yalıtım için hazırlanmış olan yüzey ilk olarak solüsyon astar veya bitümlü emülsiyon astar uygulanır. Ardından, sıcak asfalt ile yapışması sağlanır. Su yalıtım uygulaması çatı yüzeyinde yapılıyorsa, örtü çatının en düşük kotundan eğim yönüne dik şekilde, enine ve boyuna bindirme yapılarak serilmeye başlanır. Bini paylarının boyuna binilerde 10 cm, enine binilerde 15 cm olacak şekilde yapıştırılır. Yapıştırma sırasında yan yana gelen örtüleri şaşırtma yöntemiyle, üst üste gelen örtülerin ek yerlerini ortalayarak uygulanır.

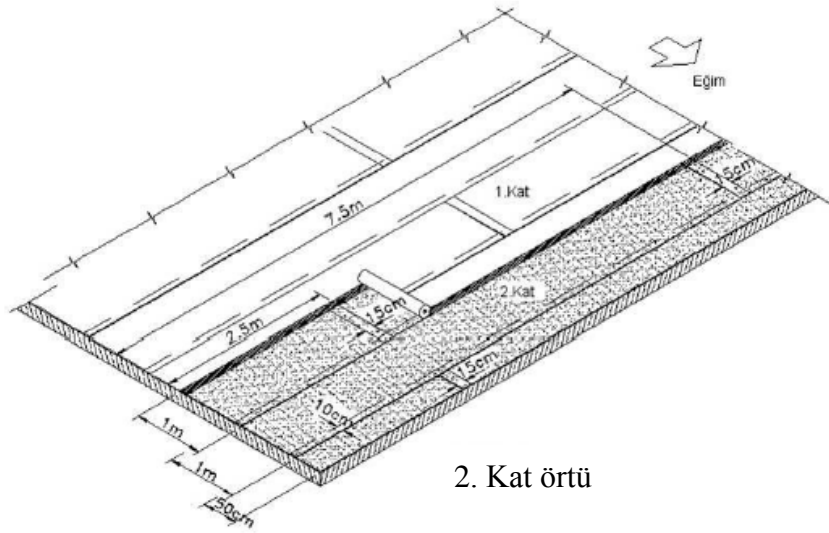


Şekil 2.2. Yüzey temizliği [8]

Bu örtü kalınlıkları, 1,8 mm ile 3,8 mm arasında değişim göstermektedir. Rulo halindeki okside bitümlü örtülerin Şekil 2.3'te görüldüğü gibi birbirine yapışarak bozulmamaları için alt ve üst yüzey kaplamalarında ince ya da kaba kum kullanılır.



1. Kat örtü



2. Kat örtü

Şekil 2.3. Yalıtım malzemesinin yüzeye serilmesi [8]

Okside bitümlü örtülerin özellikleri Çizelge 2.3'te görüldüğü gibi olup, üretim biçimi rulo şeklindedir. Ruloların boyutu çoğunlukla eni 1 m, boyu 10-20 m arasında değişecek şekilde üretilmektedir. Ruloların dış çevre koşullarından daha az etkilenmesi için kapalı alanlarda ve yüzeye dik biçimde depolanmalıdır. Uzun süre açık alanda depolanma zorunluluğu olan malzemelerin yüksek sıcaklıklardan korunmasına özen gösterilmelidir. Bunun dışında ruloların üst üste depolanmaları gerek durumda aralarına ayırıcı palet kullanılarak istiflenmesi gerekmektedir.

Çizelge 2.3. Bitümlerin özellikleri [3]

Nitelik	Okside Bitümler	Plastomer Bitümler (APP)	Elastomer Bitümler (SBS)
Yumuşama noktası (Bilya halka metodu) °C	85-105	130-150	100-120
Geçmesi gereken akma ısı deneyi °C	80-90	125	80-90
Kopma anındaki boy uzaması %	140	400	1650-1950
Kalıcı deformasyon %	100	300	10
Geçmesi gereken soğutma eğilme testi ısı °C	-5	-7	-20
Penetrasyon aralığı taşıyıcı (Armatür)	25-35	20-30	40-50

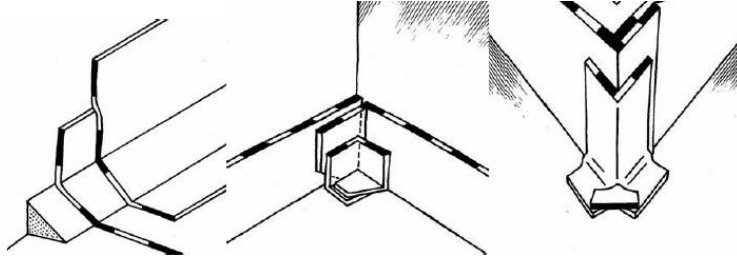
Polimer bitüm esaslı serme tip su yalıtım malzemeleri: Polimer; monomer adı verilen, birbiriyle aynı ve küçük moleküllerin bir araya gelmesiyle oluşan molekül zincirleridir. Polimer bitüm; bitümün çeşitli fiziksel özelliklerini daha dayanıklı hale getirmek için polimerler ile yüksek ısı altında işlem görmesi sonucu oluşan bitümdür. Polimer bitümlü örtüler de, polimer bitümle oluşturulmuş su yalıtım örtüleri olarak tanımlanır. Bundan dolayı polimer bitümlü örtülerin fiziksel dayanımı okside bitümlü örtülere göre daha fazladır.

Elastomer; nitelikleri doğal kauçuk lastiğiyle benzerlik gösteren, çoğunlukla yapay olarak üretimi yapılan ve ilk uzunluğunun iki katına kadar uzama kapasitesine sahip büyük moleküllü polimerlerdir. Plastomer ise; dayanımı yüksek, çoğunlukla sert ve hacmini koruma eğiliminde olan bir madde olarak tanımlanır. Elastomerik polimerlerle yeniden oluşturulan bitümlere elastomerik bitüm, plastomerik polimerlerle oluşturulmuş bitümlere de plastomerik bitüm denir. Buna dayanarak, Çizelge 2.4'te nitelikleri görüldüğü şekilde, polimer bitümlü örtüler, üretimde kullanılan polimer türüne göre, elastomerik bitümlü örtüler ve plastomerik bitümlü örtüler olarak sınıflandırılır.

Çizelge 2.4. Polyester keçe taşıyıcısının fiziksel özellikleri [3]

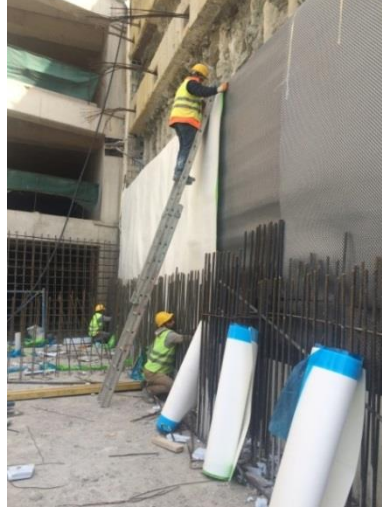
Nitelik	Birim	Değer
Kalınlık	mm	2-5
Ağırlık	Gr/m ²	150-350
Çekme Mukavemeti	N/50mm	Enine 400-800 Boyuna 600-1100
Kopma Anındaki Boy Uzaması	%	Enine 30-40 Boyuna 30-40

Polimer bitümlü örtüler için ilk zamanlarında, taşıyıcı olarak cam tülü kullanılmıştır. Fakat cam tülünün fiziksel dayanımının zayıf olmasından dolayı malzeme geliştirilerek taşıyıcı olarak cam dokuma kullanılmaya başlanmıştır. İlk kullanıldığı yıllarda cam dokuma maliyetinin yüksek olmasından dolayı polyester taşıyıcılı bitümlü örtülerin kullanımı başlamıştır. Günümüzde polimer bitümlü örtülerde, cam tülü, cam dokuma ve polyester taşıyıcı malzeme olarak kullanılmaktadır. Şekil 2.4'te yalıtım uygulamasının köşe birleşim noktalarındaki detayı gösterilmektedir.



Şekil 2.4. Köşe birleşim noktalarına malzeme serilirken pah verilmesi [7]

Elastomerik bitümlü örtüler, şekil değiştirme, ısı değişimlerine uyumluluk özellikleri açısından dayanıklıdır. Bu malzeme ile uygulamada, fazla girinti-çıkıntının olduğu detaylarda ve geniş açıklık bulunan alanlarda uygun ve ekonomik çözümler üretilebilmektedir. Bu örtülerin kullanım kolaylığı sağladığı bir diğer alan da düşük hava sıcaklıklarında ve uygulaması zor dar düşey uygulama alanlarında kullanılabilmesi olmasıdır. Resim 2.1'de temel duvarından uygulanan kendinden yapışkanlı örneği görülmektedir. Polimer bitümlü bu örtüler sağladığı bu özelliklere bağlı olarak, temel yalıtım detaylarında, teras çatılarda, eğimli beton yüzeylerde, hafif metal çatıların su yalıtımında, ıslak hacim detaylarında, köprü, yol gibi birçok su geçirimsizlik uygulamasında kullanılır.



Resim 2.1. Temel duvarında kendinden yapışkanlı örtü uygulaması [6]

Polimer bitümlü örtülerin uygulama aşamaları okside bitümlü örtülerle benzer olmakla birlikte, farklı olarak polimer bitümlü örtülerin, kendinden yapışkanlı çeşitleri de vardır. Polimer bitümlü örtüler şalümo alevi aracılığıyla ısıtılarak uygulanır. Bu uygulama şekli, polimer bitümlü örtülerin okside bitümlü örtülere göre daha hızlı ve kolay uygulama yapılmasını sağlar. Polimer bitümlü örtülerin uygulanacağı alanın da ahşap mala ile düzeltilerek kurutulmuş ve temiz şekilde bitirilmiş bir yüzey olması gerekmektedir.

Yalıtım yapılacak yüzeye ilk olarak solüsyon veya bitümlü emülsiyon astar sürülür. Ardından Resim 2.2’de görüldüğü şekilde şalümo ateşi ile ısıtılmış olan veya kendinden yapışkanlı su yalıtım örtüsü yüzeye yapıştırılır. Uygulama esnasında bini paylarının bırakılması gerekir. Boyuna bini uygulanırken 10 cm, enine olanlarda ise 15 cm bini payı bırakılır. Ek yerlerinin yapıştırılmasına dikkat edilirken yan yana gelen örtülerin şaşırtılarak uygulanması gerekir.



Resim 2.2. Polimer bitüm esaslı serme tip yalıtım malzemesinin yüzeye uygulanması [8]

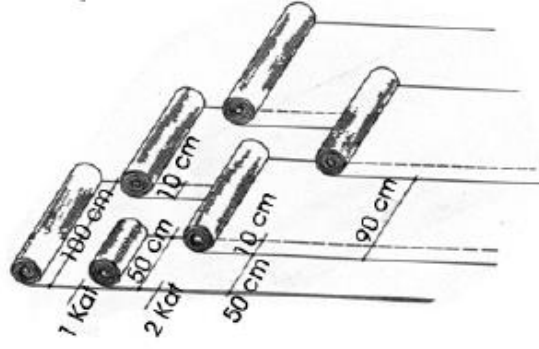
Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri 1,5 mm- 4,5 mm kalınlıklarında üretilmektedir. Kalın olan örtüler çoğunlukla son kat örtüsü olarak ve yüksek dayanım gerektiren köprü gibi alanlarda, temelde veya toprak ile etkileşim halinde olan teras çatılarda kullanılır. Rulo şeklinde üretilen polimer bitümlü örtülerin de eni 1m, boyları 10-20 m arasında değişir. Rulo şeklindeki örtülerin depolanma sürecinde dış etkenlere karşı gerekli önlemlerin alınması gerekir.

2.1.2. Plastik esaslı serme tip su yalıtım malzemeleri

Plastikler; ısı ve kimyasal tepkimeler sonucu oluşan sentetik malzemelerdir. Sıklıkla kullanılan plastikler polivinil klorid (PVC) ve polietilen (PE) gibi reçinelerdir. Plastikler; termoplastikler ve termosetler olmak üzere iki kategoride incelenir. Termosetler, ısı dengeye sahiptirler ve ısıtıldıklarında bir kez sertleşirler. Termoplastikler ise, ısı plastiklerdir ve her ısıtıldıklarında yumuşayarak sertleşirler. Bu kategorizasyonda plastik örtüler termoplastikler sınıfına girmektedir. Toz veya granül halinde bulunan termoplastik polimerler, belirli sıcaklık ve basınç altında plastifiye edilir. Ardından, bunlara belli bir kalınlık verilerek plastik örtüler üretilir.

Plastik örtüler, esneyebilme ve gerilme özellikleri sayesinde yapı hareketlerinden ve ısı değişimlerinden etkilenmezler. Kimyasal yapıları sayesinde, asit yağmurlarına, UV ışınlarına, topraktaki mikroorganizmalara ve dış hava koşullarına karşı dayanımı yüksektir. Hafif oldukları için yapıya yük getirmezler ve su geçirimsizlik, buhar geçirimsizliği ve yanmazlık özellikleri yüksektir.

Şekil 2.5’de şaşırtmalı uygulama yöntemi gösterilen plastik örtüler tek kat uygulanabilme özelliğiyle kolay uygulanma ve gerektiğinde kolay onarım sağlanabilmektedir. Aynı zamanda üzerine ek bir örtü uygulaması gerektirmeyen çeşitleri de bulunmaktadır. Bu nitelikleri sayesinde yapı bölümlerinden çatı, temel, ıslak hacimlerde kullanılmaktadır. Bunun dışında yüksek oranda yalıtım gerektiren, tüneller, atık depoları, sulama kanalları, barajlar, endüstri tesisleri, kapalı otoparklar gibi alanlarda da yoğun olarak kullanılmaktadır.



Şekil 2.5. Şaşırtma yöntemiyle yapılan su yalıtım uygulaması [33]

Plastik örtüler; tek renkte veya iki renkli (sinyal tabakalı) olarak üretilebilir. Kalınlık olarak, kullanım alanındaki ihtiyaca yönelik olarak 1mm ve 1mm arasında değişmektedir. Plastik örtülerin üç ayrı sistemde uygulama şekli bulunmaktadır. Bunlar; serbest yayma (balastlı sistem), tam yapıştırma ve mekanik tespit yöntemleridir. Aralarından en sık uygulananı Şekil 2.6'da görülen plastik örtü uygulama yöntemidir. Çatılarda ısı yalıtımı da uygulanması durumunda ısı yalıtımı ve plastik örtü serbest olarak serilir.

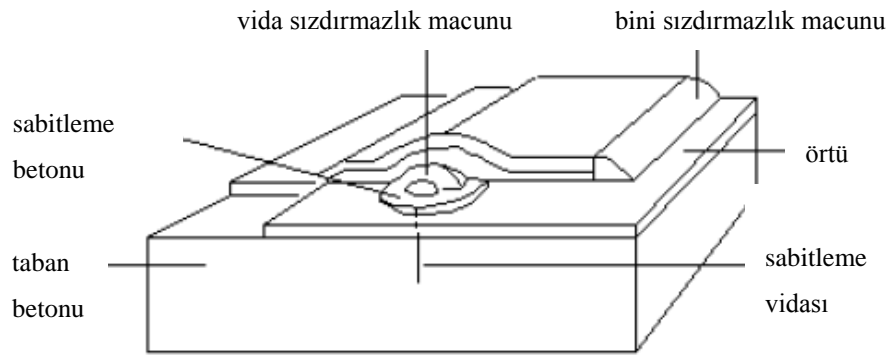


Şekil 2.6. Plastik örtülerin el fön makinesi ile kaynaklanarak birleştirilmesi [22]

Örtünün üzerine çapı 2,5 civarında olan balast adı verilen dere çakılları örülür. Bu uygulama sisteminde örtü çatıya sabitlenmeyerek çatı hareketine olanak sağlamaktadır [22]. Düşük maliyeti sebebiyle de tercih edilen bu yöntemde kullanılan çakılların çatıya getireceği yükün statik açıdan göz önünde bulundurulması gerekir. Tam yapıştırma yöntemi, çoğunlukla eğimli çatılarda kullanılır. Plastik örtüler yüzeye, özel yapıştırıcılar ile yapıştırılır. Bunun yanında plastik örtülerin kendinden yapışkanlı olanları da bulur. Bu

örtüler, üzerinde bulunan silikonlu kâğıdın ayrılmasıyla yüzeye yapışır ve betonla reaksiyona girer.

Diğer yöntem olan, mekanik tespit yönteminde Şekil 2.7’de görüldüğü gibi çatı üzerine serbest biçimde serilen plastik örtü, dış etkenlere karşı uygulanan zemine pul veya vida parçalarıyla noktasal veya özel lama ve vidasıyla şeritsel olarak tespit edilir. Mekanik tespit yapılacak noktaların yoğunluğu, çevresel etkenlere göre belirlenir [22].



Şekil 2.7. Mekanik tespit yöntemi [3]

Plastik örtüler; rulolar şeklinde, ekstrüzyon (eritme ve kalıplama), perdahlama, laminasyon gibi farklı şekillerde üretilirler. Birbirlerine kaynaklanması da Resim 2.3’te görüldüğü gibi, el fön makinesi, robot kaynak makinesi veya THF adı verilen Tetra Hydro Furan sölüsyonu aracılığıyla yapılır [22]. Kaynağın genişliğinin 3 cm, bininin genişliğinin 10 cm olması gerekir.



Resim 2.3. Plastik örtülerin robot kaynak makinesi ile kaynaklanması [22]

Plastik örtüler, meydana geldikleri termoplastik çeşidine göre beş çeşide ayrılmaktadır. Bunlar; polivinilklorüd (PVC), polietilen (PE), poliizobitülen (PIB), etilen propilen dien monomer (EPDM), termoplastik poliolefin (TPO) esaslı plastik örtüler olarak bilinmektedir [22].

2.2. Sürme Tip Su Yalıtım Malzemeleri

Sürülerek uygulanan su yalıtım malzemeleri sürme esaslı su yalıtım malzemeleri olarak adlandırılır. Sürme esaslı su yalıtım malzemeleri, bitüm esaslı likit malzemeler ve çimento esaslı likit malzemeler olarak ikiye ayrılır.

2.2.1. Bitüm esaslı sürme tip su yalıtım malzemeleri

Bitüm esaslı likit malzemeler, hazırlanma ve uygulama adımlarındaki farklılıklara göre değişiklik gösterir. Bunlar, soğuk uygulanan bitüm esaslı likit malzemeler ve sıcak uygulanan bitüm esaslı likit malzemeler olarak ikiye ayrılır. Soğuk uygulanan bitüm esaslı likit malzemelere örnek olarak, bir çözücüde inceltilmiş olan bitüm solüsyonu, suda dağılmış bitüm emülsiyonu ve bitümlü karışımlardandır. Solüsyonlar, emülsiyon ve likit malzemeler bir veya iki bileşenden oluşabilmektedir.

Soğuk uygulama yapılan bitümlü karışımların kullanım alanı niteliklerine göre değişiklik gösterir. Örneğin; yatay ve düşey yüzeylerde, bodrum- temel gibi kapalı mahallerde, çatlak bulunan yüzeylerde, ıslak hacimlerin sızıntı ve kullanım sularının yalıtılmasında, bitümlü yalıtım örtülerinin uygulanmasından önce astar olarak, su basıncının fazla olduğu alanlardaki uygulamalarda cam tülü, keçe benzeri taşıyıcılarla birlikte kullanılmaktadır. Bundan dolayı, soğuk uygulama yapılan bitümlü karışımlar, yalıtım katmanlarının altında Şekil 2.8’de görüldüğü gibi astar görevinde veya yalıtım amacıyla kullanıldığı söylenebilir. Yalıtım malzemesi olarak kullanıldığı durumlarda malzemelerin iki kat uygulanmasının ardından keçe, cam tülü benzeri taşıyıcılar uygulanmaktadır. Sonrasında Resim 2.4’te görüldüğü gibi diğer katmanlar uygulanarak sistem tamamlanır.



Resim 2.4. Yalıtım olarak kullanılan karışımın katları arasında taşıyıcı serilmesi [22]

Soğuk uygulama yapılan bitümlü karışımların uygulanması üç aşamada değerlendirilebilir. Bu üç aşama; yüzeyin hazırlanması, karışımın hazırlığı ve uygulamanın yapılacağı yüzeyin temizlenmesidir. Uygulama yapılmadan önce yüzeydeki gerekli tadilatlar ve temizlik yapılarak yüzey uygulamaya hazır hale getirilmelidir.



Şekil 2.8. Yalıtım olarak kullanılan karışımın katları arasında taşıyıcı serilmesi [22]

Bu karışımlar hazırlanırken bitümlü karışımın sahip olması gereken niteliğe göre ürünler eklenerek oluşturulmalıdır. Bitümlü karışımın suyla karıştırılmasıyla oluşturulabildiği gibi, iki bileşenli bir ürün olması durumunda, toz ve sıvı bileşenlerinin bir araya getirilmesiyle de bu karışım elde edilmektedir [22]. Karışımların homojen olduğu durumlarda karıştırma işlemi esnasında hava kabarcığının veya topaklanmanın meydana gelmemesi için Resim 2.5'te görüldüğü gibi karışım bir karıştırıcı aracılığıyla oluşturulur. Bunun yanında, bazı soğuk bitümlü karışım çeşitleri katkı veya çözücü kullanılmadan oluşturulur. Böyle durumlarda karışım karıştırılarak homojen kıvamına getirilir.



Resim 2.5. Çimento esaslı karışımın karıştırıcı ile karıştırılması [22]

Soğuk uygulama yapılan bitümlü karışımlar, belirli bir süre sonra içinde bulunan su veya sıvı bileşeni buharlaşmaktadır. Bu durum karışımın özelliğinin kaybetmesine neden olduğundan dolayı karışımların kuruyup özelliklerini kaybetmeden yüzeye uygulanması gerekir [22].

Uygulama aşamasına geçildiğinde, soğuk uygulanan bitümlü karışımlar fırça, rulo veya basınçsız püskürtücüler aracılığıyla uygulanır. Niteliklerine göre birkaç kat şeklinde sürülebilen bu karışımların uygulaması kolaydır. Bu uygulamalarda dikkat edilmesi gereken husus, önce uygulanan katın kuruması beklenmeden bir sonrakine geçilmemesidir.

Soğuk uygulanan bitümlü karışımların üretim ve depolanma şekli, metal tenekelerde farklı ağırlıklarda veya sac varillerde yapılabilmektedir. Malzemeler, serin ve kuru alanlarda, çok yüksek veya çok düşük sıcaklıklara maruz kalmayacak şekilde ambalajlarında korunarak depolanmalıdır.

Sıcak uygulanan bitüm esaslı likit malzemeler, soğuk uygulanan bitümlü karışımlara göre daha zor uygulanır. Bu karışımlar, kömür katranı zifti, %40-45 oranındaki düşük penetrasyonlu asfalt çimentosu, okside asfalt ve mineral agrega bileşenlerinin bir araya getirilmesiyle oluşur. Sıcak uygulanan bitümlü karışımlar dökülerek uygulanmaları sebebiyle yatay yüzeylerde kullanılmaktadırlar.

Sıcak uygulanan bitümlü karışımlar da diğerleri gibi üç aşamada değerlendirilir. Yüzeyin hazırlanması, malzemenin hazırlanması ve uygulamaya geçilmesi bu adımlardandır. Bu uygulamayı farklı kılan özellik, bileşenlerin farklı kazanlarda 150-190°C sıcaklığa gelecek şekilde ısıtılarak sıcak bir şekilde karıştırılmasıdır. Ardından, yalıtıma hazır olan yüzeye, önceden karıştırılmış bitüm karışım dökülerek bir fırça yardımıyla yüzeyde dağıtılır. Dağıtılan bitüm sıkıştırılır ve üzerine dış etkenlerden koruyucu bir tabaka serilir [22].

Sıcak uygulanan bitüm esaslı likit malzemeler, belirli bir sıcaklıkta uygulandıklarında yüzeye yapışabilirler. Bitüm esaslı bu malzemenin döküleceği zamana kadar sıcaklığını koruyabilmesi için bitüm üretim alanıyla uygulama bölgesi birbirine yakın olmalıdır. Sıcak veya soğuk uygulama yapılan bitüm esaslı karışımlarda sürekliliğin sağlanması, uygulanan su yalıtımının verimliliğini de arttırmaktadır. Fakat uygulama aşamasında kimyasal tepkimelerin gerçekleştiği durumlar insan sağlığına zarar verebilmektedir. Bundan dolayı, bu uygulamaları iyi havalandırılan veya açık ortamlarda gerçekleştirmek önemlidir [22].

2.2.2. Çimento esaslı sürme tip su yalıtım malzemeleri

Çimento esaslı likit malzemeler, kalın sürme veya örtü tipindeki malzemeler içinde yer alır. Bu malzemeler; elastik mala uygulamalı örtü malzemeleri, elastik olmayan mala uygulama kaplama malzemeleri ve özel malzemeler olmak üzere üç grupta incelenir.

Çimento esaslı ve çift bileşenli olan bu malzemeler akrilik dispersiyon ve geçirimsizlik katkıları içerir. Aynı zamanda bu malzemelerin; yarı elastik, elastik ve tam elastik olmak üzere üç farklı çeşidi bulunmaktadır. Çoğu yapının ıslak hacimlerinde seramik altında su yalıtım malzemesi olarak uygulanır. Bunun yanında malzemenin elastikiyet özelliğine göre yüksek dayanım gerektiren, su depoları, yüzme havuzları gibi mekânlarda da kullanılabilir. Uygulanacağı yüzey, çimento bazlı sıva, şap yüzey veya brüt beton yüzey olabilir. Metal, ahşap, sunta gibi yüzeylerde uygulama yapılamaz. Negatif su basıncına yönelik uygulaması yoktur. Buna karşın UV ışınlarına karşı dayanıklı veya dayanıksız çeşitleri bulunur.

Çimento esaslı malzemeler arasında bulunan tıkaç malzemeleri özel ürün olarak nitelendirilmektedir. Tıkaç malzemeler hızlı bir şekilde priz alabilirler. Çoğunlukla, yapıya çatlak yüzeylerden yüksek basınçla veya sızıntı şeklinde gelen suyu hızlı bir şekilde engelleyebilmek amacıyla temel, bodrum, havuz, su depoları gibi alanlarda kullanılırlar [10]. Uygulaması çimento bazlı yüzeylerde, gazbeton veya sıvalı yüzeylerde de uygundur. Hareket etmeye müsait olan, genel çatlak bulunan, gazbeton veya sıvası zayıf yüzeylerde ve direkt olarak tuğla yüzeyine uygulanmaması gerekir. Uygulama aşamasında, hazırlanan karışım Resim 2.6’da görüldüğü gibi fırça ya da püskürtücü aracılığıyla uygulanabilir.



Resim 2.6. Çimento esaslı karışımın fırça yardımıyla yüzeye uygulanması [22]

2.3. Su Yalıtımında Kullanılan Yapısal Malzemeler

Yapılarda su ve su buharının meydana getirdiği problemlerin çözülmesinde kullanılan su yalıtım malzemeleri bazı durumlarda tek başına ihtiyaçları karşılayamamaktadır. Bundan dolayı, su yalıtım malzemelerine ek olarak yapısal bir takım malzemeler kullanılmaktadır. Bunlar sınıflandırıldığında; kimyasal katkıları, buhar yalıtım malzemeleri, tamamlayıcı malzemeler olarak ayrılmaktadır.

2.3.1. Kimyasal katkıları

Yapı üretiminin tüm aşamalarında kimyasal malzemeler kullanılmaktadır. Kullanılan bu kimyasallar, yapı malzemelerinin daha verimli hale getirilmesi, dayanımının artırılması ve yapı ömrünün uzatılmasını sağlamaya yönelik olarak kullanılır. Bunların yanında yapılarda su geçirimsizliği sağlamak için de kullanılır.

Yapılarda etkin olarak kullanılan kimyasal katkıları, beton ve harç katkılarıdır. Betonun dayanımını arttırmak için, beton üretimi esnasında veya döküm öncesi, beton mikserine eklenen ve çimento dozajının %5'ini geçmemesi gereken katkıları beton katkıları olarak adlandırılır. Aynı şekilde harç üretimi esnasına harç karışımına eklenen katkıları da harç katkıları olarak adlandırılır.

Yapı bünyesindeki beton ve harç malzemeleriyle oluşturulan yapı elemanları, içyapısında buldukları kılcal boşluklardan dolayı su etkisine açıktırlar. Beton veya harç malzemelerine katılan bu ürünler kılcal boşlukları doldurur ve su geçirimsizliğine katkı sağlar. Bunun yanında yanlış bir beton veya harç uygulaması yapıldığı durumlarda da su yalıtımı açısından zafiyet oluşur. Beton veya harcın doğru kıvamda ve doğru zamanda uygulanmaması gibi sebeplerle de su geçişi oluşabilir. Bu sorunun önüne geçmek için beton katkıları da etkili bir yöntemdir.

Beton katkıları fonksiyonlarına göre su azaltıcılar (Normal veya süper akışkanlaştırıcılar), priz ayarlayıcılar (Geciktirici veya hızlandırıcı), su geçirimsizlik katkıları, hava sürükleyiciler, özel kimyasallara dirençli katkıları, sıva ve tıkaç malzemeleri, rötre azaltıcı katkıları olarak sınıflandırılırlar. Ayrıca, katkıları kullanım amaçlarına göre; su geçirimsizlik sağlayıcılar, çimento esaslı tamir harcı katkısı, aderans (yapışma) artırıcı katkı, şatkrit (püskürtme betonu) katkısı, priz hızlandırıcı katkı, polipropilen lif katkıları olarak sınıflandırılır.

2.3.2. Buhar yalıtım malzemeleri

Su buharı, pozitif basınçlı mahalden negatif basıncı olana doğru difüzyon ile hareket halindedir. Su buharının hareketi esnasında ortamdaki ani ısı değişikliği yoğuşma olayına sebep olur. Yoğuşma, yapı ve yapı malzemeleri üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Buhar yalıtım ürünleri bu olumsuz etkilerin meydana gelmesini önlemek adına yalıtım sistemlerinde kullanılır. Bu ürünlerin yalnız başına kullanılmasının su yalıtımına bir faydası yoktur. Bundan dolayı diğer su yalıtım sistemlerine yardımcı olarak kullanılır. Buhar yalıtım malzemeleri, yapılarıdaki kullanım işlevlerine göre; buhar kesiciler ve buhar dengeleyici olarak sınıflandırılır.

Buhar kesiciler; buhar geçirgenlik direncinin çok fazla olduğu araçlar olarak tanımlanmaktadır. Genellikle; bitümlü örtüler, PVC veya PE esaslı plastik örtülerden meydana gelen buhar kesiciler aynı zamanda cam esaslı malzemeler için de bu hedefle Resim 2.7’de görüldüğü gibi kullanılır. Yapı elemanlarının alüminyum veya bakır folyo kaplanması buhar geçirimsizliğini arttırmaktadır.



Resim 2.7. Buhar dengeleyici katman uygulanması [7]

Buhar dengeleyicileri ise; buhar basıncının ısı yalıtım malzemeleri üzerindeki olumsuz etkilerini engellemektedir. Kullanım alanı olarak ise; özellikle büyük çatılarda buhar basıncının her noktada eşit olması için kullanılır. Bunun için buhar dengeleyici buhar kesicinin altında olacak şekilde uygulanmaktadır. Aynı zamanda, ısı yalıtım malzemesi içinde bulunan buharın da basınç etkisi yaratarak su yalıtımına zarar vermesini engeller. Buhar dengeleyici ürünler, buhar kesicilere benzer olarak bitümlü örtülerden meydana gelir.

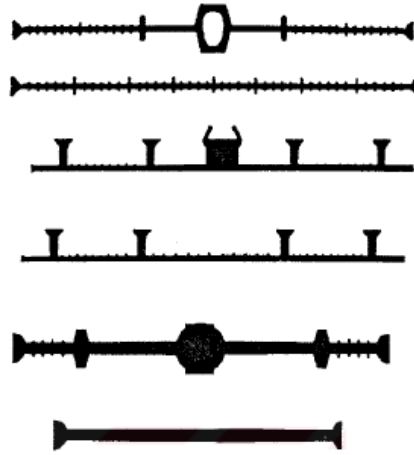
Buhar kesici ve buhar dengeleyicilerle dengeye gelen su buharının yapı elemanlarına zarar vermeden yapıdan uzaklaştırılması gerekir. Bundan dolayı, eğimli çatılar için mahya ve saçak detaylarında, eğimli çatılar içinse parapet için yeterli önlemlerin bulunması gerekir.

2.3.3. Tamamlayıcı ürünler

Su yalıtım malzemelerinin yanında kullanılan tamamlayıcı malzemeler, farklı amaçlara göre ayrılmaktadır. Bunlar; su tutucu bantlar, derz dolgu macunları ve yardımcı profiller olarak sınıflandırılır.

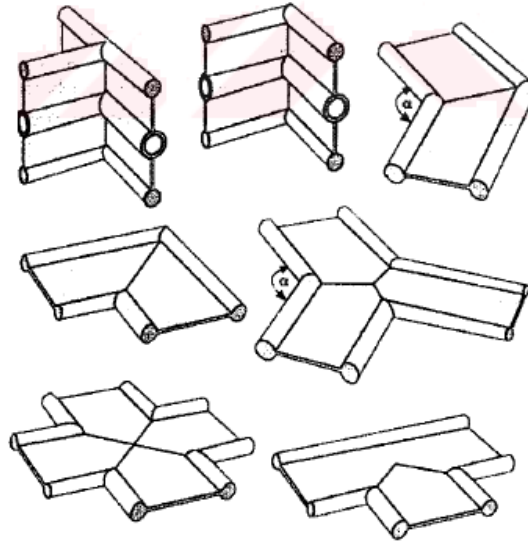
Deprem yükü, sıcaklık değişiklikleri, zemin oturmaları gibi etkenlerin yapıda oluşturduğu gerilmeler çeşitli hasarlara sebep olmaktadır. Bu gerilmelerin yapıda olumsuz sonuçlar oluşturmaması için yapılarda genişleme derzleri kullanılmaktadır. Su tutucu bantlar, bu genişleme derzlerinin çalışma verimini arttırmak adına, bu bölümlerden yapıyı etkileyebilecek sulara karşı yapıyı korumak için kullanılmaktadır. Genellikle PVC'den oluşan su tutucu bantlar, kullanım amaçları ve alanlarına göre sınıflandırılmaktadır.

Şekil 2.9'da değişik profilleri görülen su tutucu bantlar, yoğun olarak barajlar, göletler, su depoları, temeller, su depolama kanalları gibi alanlarda kullanılmaktadır. Kullanılacak bant tipinin seçilerek boyut hesaplarının yapılması da kullanım alanına göre değişmektedir. Su tutucu bantların, mevcut boyutlarının üzerinde bir alana uygulanması gerektiğinde bantların birleşimi kaynak yöntemiyle sağlanır. Birleşimin ardından ek yerlerinde su yalıtım testi uygulanması gerekir.



Şekil 2.9. Değişik profillerde su tutucu bantlar [8]

Mevcut su tutucu bantlardan Şekil 2.10'da da örnekleri görülen farklı tipte çeşitlerin uygulanması gerektiği durumlarda kaynaklama esnasında özel birleşim parçaları kullanılır. Kullanılacak tüm su tutucu bantların yerini ve tipini tasarım aşamasından itibaren belirlemiş olmak gereklidir. Uygulama aşamasına geçildiğinde, doğru işçilik ve kaynaklama yöntemleriyle, temiz yüzeye uygun şekilde yerleştirilmelidir. Su tutucu bantların betonla birleşiminin dayanıklı şekilde yapılması önemlidir. Beton dökümü yapılırken su tutucu bant bulunan noktalar vibratörle doğru şekilde sıkıştırılmalıdır.

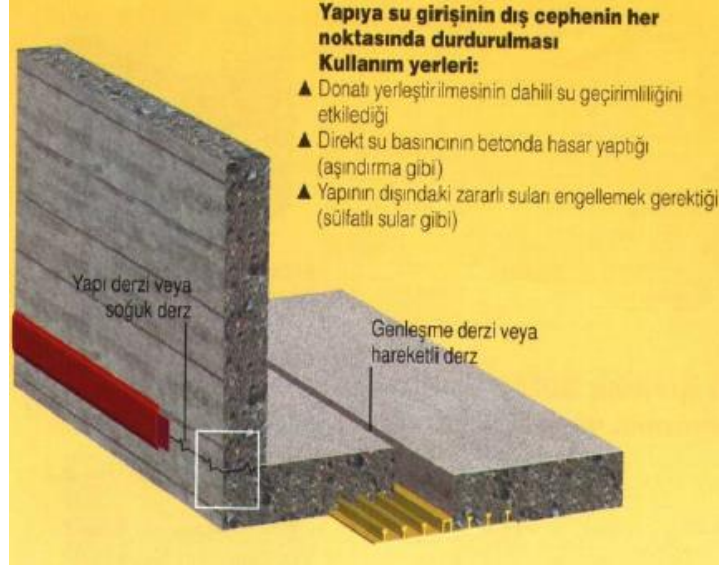


Şekil 2.10. Su tutucu bantların değişik açılarda kaynaklanarak birbirine eklenmesi [8]

Yapılarda kullanılan bir diğer tamamlayıcı ürün derz dolgu macunlarıdır. Dolgu macunları yapıların toprakaltı ve toprak üstü bölümlerinde, genişleme derzlerinde, yapı malzemelerinin birleşme yerlerinde, su yalıtım malzemeleri ve köşelerin bitim alanlarında, yapı cephe kaplamalarında derz dolgusu şeklinde, pencere ve kapı çevresinde, genişleme ve kontrol derzlerinde kullanılmaktadır.

Dolgu macunları kullanım amaçlarına göre; esnek, boyanabilir, uzun ömürlü, UV ışınlarına dayanıklı, kolay uygulanabilir ve ekonomik olmalıdır. Bundan dolayı yapılarda kullanılan dolgu macunlarını oluşturan malzemeler skrilik, bütül, latex, polisülfid, silikon benzeri ürünlerdir. Dolgu macunlarının sistem detaylarında uygulanması Şekil 2.11’de görüldüğü gibi spatula veya dolgu tabancası ile yapılır. Dolgu macunun derzlere uygulanmasının ardından yüzeyde kalan fazlalıklar derz silme aparatı ile alınır.

Yapı malzemelerinin ve yapıların su etkisi altında olumsuz etkilere maruz kalmamaları için farklı yardımcı profiller kullanılır. Köşebentler, sistem detaylarında ihtiyaç olan şekilde özel boyut ve biçimlerde üretilen lamalar veya damlalık profilleri yardımcı profillere örnek olarak gösterilir.



Şekil 2.11. Derz dolgu macunlarının uygulanması [8]

Yardımcı profillerin yapılarda kullanım alanları; kapı ve pencere, eşik ve denizlik, çatı parapetleri, çatılarda sıva dipleri, baca ve çatı eteği, cephe kaplama bitimleri olarak gösterilir. Bu profiller, suya karşı dayanımı yüksek olan çelik veya plastik malzemelerden üretilir. Yardımcı profiller, yapıya etkiyen suları yüzeyinde bulundurduğu eğimden dereye akıtarak yapı bünyesinden uzaklaştırır. Böylece yapıda biriken su, yapıya ve yapı malzemelerine zarar vermeden atılmış olur [22].

3. YAPILARDA SU YALITIMI MALZEMELERİNİN SEÇİMİNDE PRENSİPLER VE UYGULAMA YÖNTEMLERİ

Yapının neme maruz kalan elemanlarını su ve su buharı etkisinden korumak için doğru malzeme seçilmesi ve malzemenin doğru kıstaslara göre uygulanması gerekir. Yapılarda su yalıtım malzemesi seçim kriterleri ve malzemenin uygulanma esasları belirlenirken yapının maruz kalacağı suyun, yapı üzerinde hidrostatik basınç oluşturup oluşturmadığı göz önünde bulundurulur. Suyun, bulunduğu konuma göre değişiklik gösteren bu basınç etkisinden dolayı su yalıtım sistemi uygulamaları, yeraltı suları ve yerüstü suları olarak sınıflandırılarak incelenecektir [23].

3.1. Yeraltı Sularına Karşı Yalıtımda Uygulama Yöntemleri

Yapıların yoğun şekilde su etkisi altında kaldıkları en kritik bölge yapının yer altında kalan bölümü olan temellerdir. Suyun bütün maddesel halleriyle; katı, sıvı ve gaz olarak, temel imalatları esnasında karşılaşılır. Su, gözenekli malzemelerden buhar difüzyonu yoluyla, sıvı halde sızıntı şeklinde, donmuş veya katı halde ise yüzeydeki tüm boşlukları doldurarak hasar oluşumuna sebep olur. Temellerdeki su varlığı, sızıntı, difüzyon, kılcallık gibi etkilerle betonarme donatısında aşınma, beton şişmesi gibi problemler yaratarak taşıyıcı bileşenlerine zarar verir.

Yapıyı, yeraltında bulunan suyun olumsuz etkilerinden korumak için uygulanan su yalıtım sistemlerinde suyun oluşturduğu basınç seviyesi önemlidir. Bunun yanında, zeminin bünyesinde barındırdığı nem de yapı üzerindeki olumsuz etkilerdendir. Suyun türüne göre farklı önlem gerektiren yeraltı suları; zemin rutubeti, basınçlı sular ve basınçsız olarak sınıflandırılmıştır [32].

3.1.1. Zemin rutubeti yalıtımında uygulama yöntemleri

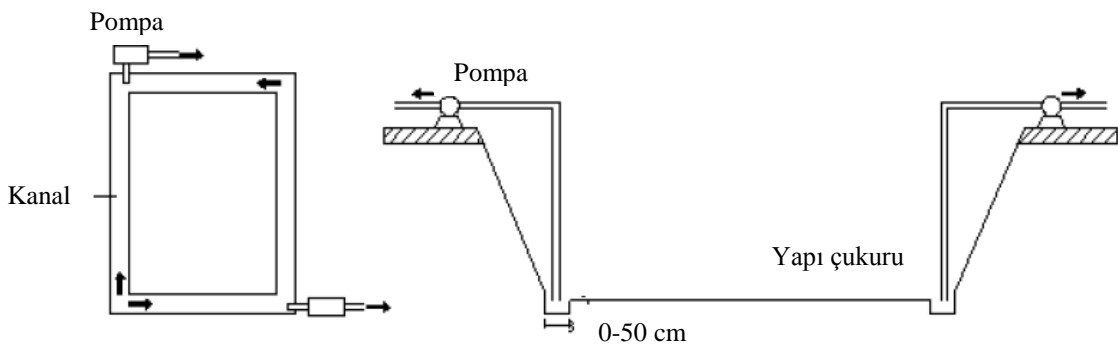
Zemin rutubeti; zeminin cinsine bağlı olarak değişkenlik gösteren, zeminde her zaman mevcut olan kılcallık etkisiyle yapıları etkileyen sudur [5]. Yapı ile zemin arasında oluşan nem transferi sırasında oluşan nem hem yapı elemanlarının bünyesinde hem de şantiye sahasında kütleli olarak depolanırlar. Depolanan bu nem hem yapı elemanlarındaki nem oranını hem de sahadaki kütleli nem içeriğini artırır. Nem oranının

belirli bir seviyenin üzerine çıkması yapıda aşırı nemlenme sonucunu oluşturur. Yapılardaki nem içeriği oranı aşağıda bulunan formülasyon ile hesaplanır [2]:

$$\text{Nem içeriği (\%)} = \frac{\text{Malzemenin ıslak ağırlığı} - \text{Malzemenin kuru ağırlığı}}{\text{Malzemenin kuru ağırlığı}} \times 100$$

Formülde de görüldüğü şekilde aynı miktarda suya sahip ağır bir malzemenin içerdiği nem oranı, hafif bir malzemeye göre daha fazla olacaktır. Bundan dolayı her yapı elemanının aşırı nemli olarak değerlendirileceği nem içeriği oranları birbirinden farklıdır. Nem içeriği %6 seviyesinde olan bir ahşap kuru olarak değerlendirilirken bu değer, harç ve tuğlalar için aşırı nemli, sıva için ise ıslak sayılmaktadır. Yapı hacimlerindeki aşırı nemliliği belirlemede havada bulunan bağıl nem oranı önemlidir. Tıbbi olarak optimum nem oranı %45-50 seviyeleri olarak kabul edilir. Bağıl nemin %85 ve üzerinde olduğu hallerde hava aşırı nemli sayılır [2].

Temel kotunun altında kalan alanlarda, bina etrafında ve temel sömelleri arasında da drenaj yapılarak yalıtım sistemi tamamlanmış olur. Toprak ile temas halinde olan temel perdelerine tek kat cam tülü taşıyıcılı polimerik örtü kullanmak yapılacak yalıtımda istenen etkiyi sağlar. Şekil 3.1’de gösterilen drenaj sistemiyle yapıyı, temel etrafında toplanan suyun olumsuz etkilerinden korumak suyun en hızlı şekilde uzaklaştırılması sağlanır.

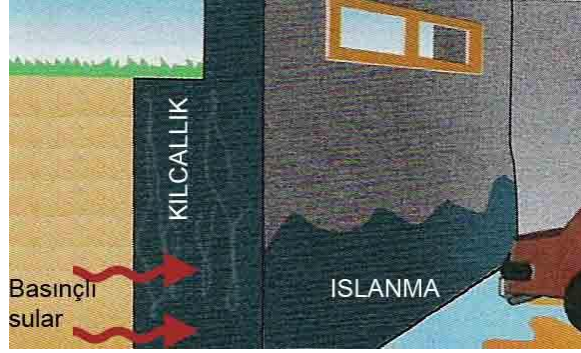


Şekil 3.1 Temel altında bulunan suyun drenaj ile uzaklaştırılması [32]

3.1.2. Basınçlı suya karşı yalıtımda uygulama yöntemleri

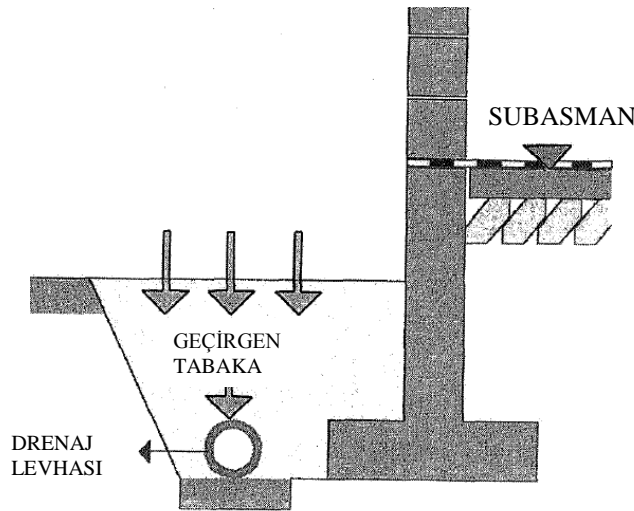
Yapı elemanlarına ve yalıtım malzemelerine belirli ve devamlı olarak hidrostatik basınç uygulayan sular basınçlı su olarak adlandırılır. Metre şekliyle, su sütunu yüksekliği

olarak tanımlanan su etkisi kg/ m^2 şeklinde basınç uygular. Örnek olarak; 3 m su yüksekliği, yapı taban yüzeyine 3 ton/ m^2 basınç uygulamaktadır [5]. Şekil 3.2’de basınçlı suların yapıya etkimesiyle birlikte kılcallık etkisiyle ortaya çıkan sorun görülmektedir.



Şekil 3.2. Basınçlı suların yapıya etkisi [22]

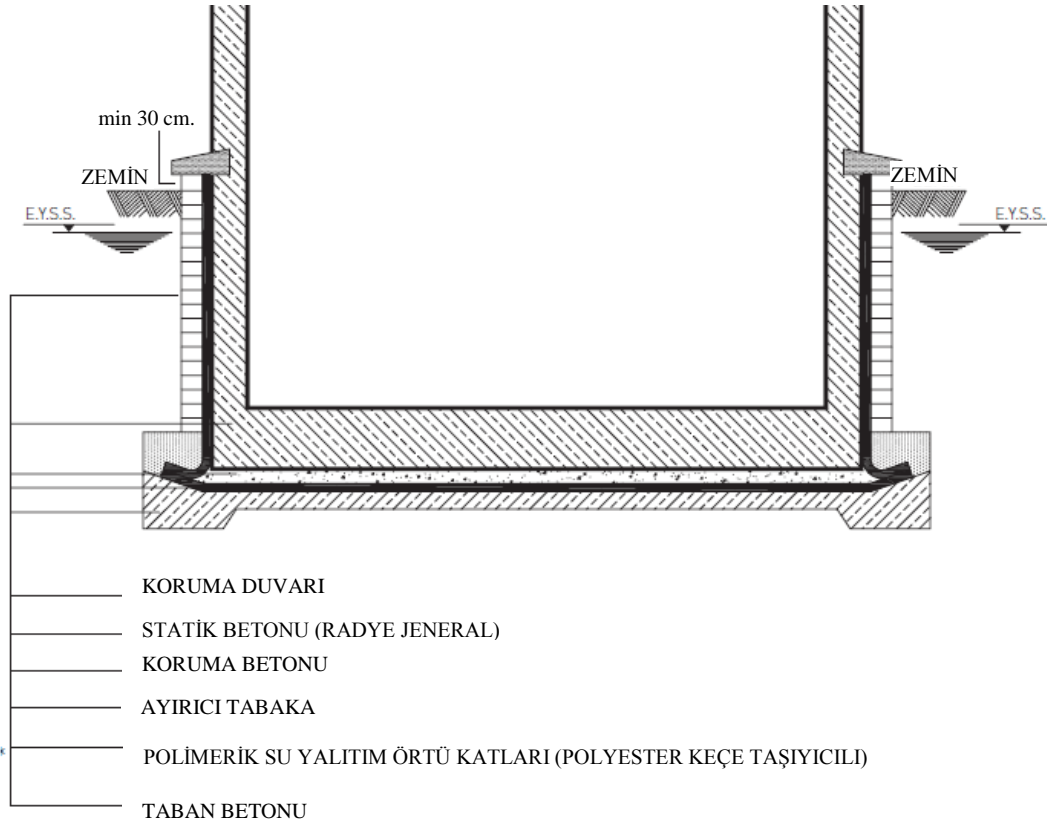
Basınçlı suya karşı yalıtım uygulamaları detaylandırılırken, su basıncı ve yapının yalıtım üzerinde uyguladığı sıkışma basıncı göz önünde bulundurulur. Bu etkiler göz önünde bulundurulduğunda, çevresel drenaj sistemi ve alansal drenaj sistemi olmak üzere iki farklı tip drenaj sistemi oluşturulur. Çevresel drenaj sistemi; Şekil 3.3’te görüldüğü gibi, toprak altında bulunan yapı elemanlarının etrafında zemin suyunun birikerek hidrostatik basınç oluşturmasını engellemek için bodrum duvarlarının etrafında uygulanır. Alansal drenaj sistemi ise; zemin suyunun, zemine oturan döşemelerin altında birikerek hidrostatik basınç oluşturmasını engellemek için oluşturulur.



Şekil 3.3. Çevresel drenaj sistemi [11]

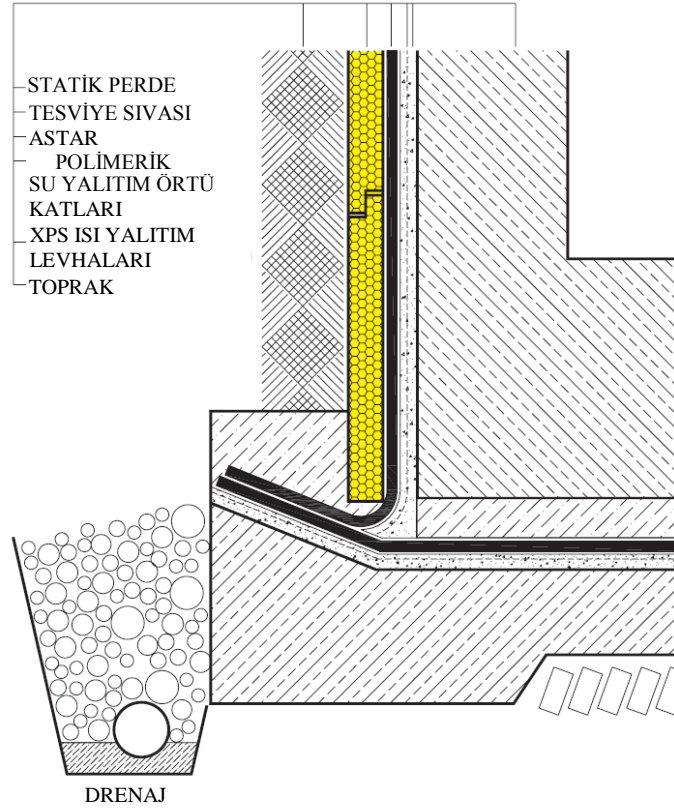
Basınçlı zemin sularına yönelik yalıtım uygulaması yalnızca bodrumlu yapılar için uygulanmaktadır. Bodrumsuz yapılar için bu uygulamaya ihtiyaç olmamaktadır. Basınçlı zemin sularına karşı uygulanan yalıtımın esası, pozitif olarak adlandırılan su ile temas eden taraf veya negatif olarak adlandırılan su ile temas etmeyen taraftan suyun gelişine bir engel oluşturmasına dayanmaktadır. Bu türdeki uygulamalarda uygulama pratikliği sağlaması açısından radye temel uygulaması yapılır. Pozitif, yani suyun etkideği taraftan yapılan uygulamanın getirdiği faydalar daha etkili olduğu için basınçlı suya yönelik en uygun çözüm olarak nitelendirilir. Negatif taraftan yapılan uygulamalar daha çok bitmiş yüzeylerde sonradan müdahale edilmesi gerektiği durumlarda kullanılır [23].

Basınçlı zemin sularına karşı uygulanan yalıtım sistemlerinin hepsi basınçsız zemin sularının etkili olduğu alanlarda da kullanılabilir. Fakat bu sistemler basınçsız sular için ihtiyacın üzerinde bir uygulama olduğundan maliyeti oldukça arttırmaktadır. Bundan dolayı Şekil 3.4 ve Şekil 3.5 kesitlerinde görüldüğü gibi, basınçsız zemin altı sularına karşı yalıtım için çoğunlukla polimerik çimento veya bitüm esaslı yalıtım malzemeleri ve buhar kesici örtüler kullanılmaktadır [23].



Şekil 3.4. Basınçlı suya karşı temelde uygulanan yalıtım detayı [10]

Basınçlı zemin sularına karşı yalıtım için kullanılmakta olan çimento esaslı yalıtım malzemeleri, sürme esaslı yalıtım malzemeleri, serme esaslı yalıtım malzemeler, kil esaslı yalıtım malzemeleri yapı elemanlarının yüzeyine uygulanan malzemelerdir. Şekil 3.5'te temel perdesinde kullanılan polimerik serme esaslı katman detayı görülmektedir. Beton harcına eklenen katkı malzemeleri, hem pozitif hem de negatif yüzeyde etkili olmasına rağmen yüzey üzerine uygulanan sistemler kadar etkili değildir.



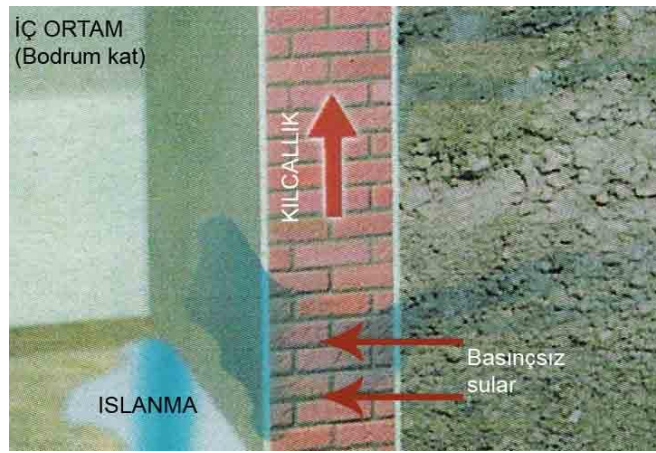
Şekil 3.5. Temel perdesinde uygulanan yalıtım detayı [10]

3.1.3. Basınçsız suya karşı yalıtımda uygulama yöntemleri

Basınçsız sular; basınç uygulamayan, damlayıp akabilen, yağış, sızıntı ve kullanma sularını kapsamaktadır. Bu tür sulara karşı yalıtımda en önemli unsur, boğçalama yöntemiyle yalıtımın sürekliliğini sağlamaktır. Basınçsız sulara karşı temel yüksekliğine göre seçilebilecek malzemeler; taban yüzeyinde, tek kat polyester keçe taşıyıcılı 3 mm kalınlığında polimer bitümlü örtü veya 3 mm kalınlığında tek kat polyester taşıyıcılı örtüyle birlikte 3 mm kalınlığında polimer bitümlü cam tülü taşıyıcılı örtü şeklinde olacak şekilde seçilebilir. Düşey yüzeyde ise, yani temel perde duvarlarında, 3 mm kalınlığında

tek kat cam tülü taşıyıcılı polimer bitümlü örtü ya da 3 mm kalınlığında iki kat cam tülü taşıyıcılı polimer bitümlü örtü şeklinde tercih edilebilir [5].

Yapılarda su yalıtım malzemesi seçilirken, yeraltı su seviyesinin yapının aşağısında kalması, yapının oturduğu zeminin geçirimli malzemeden oluşuyor olması, yapıya gelen su akışının kontrol altında olması durumlarında, Şekil 3.6'da örneği görülen basınçsız sulara karşı kullanılan malzemelerle su yalıtımı sağlanır. Yeraltı suları ve birikme suları dışında kalan zemin suları yapılar üzerinde hidrostatik basınç etkisi yapmamaktadır [2].




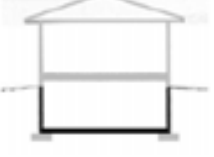


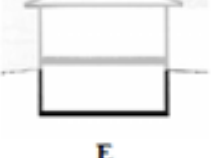
Şekil 3.6. Basınçsız suların yapıya etkisi [22]

Zemin ve yapı arasındaki nem transferi sonucunda meydana gelen nemlenme ve olumsuz etkilerini engelleme şekilleri Çizelge 3.1'de verilmiştir. Zeminden meydana gelen nemlenmenin önüne geçmek için, yapının bulunduğu konum ve yeraltı su seviyesine bağlı olarak farklı sistemler tercih edilir.

Bodrumu bulunan yapıların yeraltı su seviyesi temel seviyesinden aşağıdaysa, basınçsız zemin sularına karşı uygulanan yalıtım sistemi yeterlidir. Şema A'da görüldüğü gibi yapının bulunduğu zeminin, sızıntı sularını doğal bir şekilde drene edecek kadar geçirimli olmadığı durumlarda birikme sularının yapı üzerinde oluşturduğu hidrostatik basıncı engellemek için çevresel drenaj sistemi gerekir. Şema B'de görüldüğü şekilde, zeminin geçirimliliğinin yeterli seviyede olduğu durumlarda drenaj sistemine gerek kalmaz. Yeraltı su seviyesinin bodrum döşemesinin üzerinde olduğu durumdaysa üç alternatif çözüm önerisi vardır.

Birincisi, Şema C’de görüldüğü gibi, bodrum katta oluşacak hidrostatik basıncın çevresel drenaj sistemi oluşturularak önlenmesidir. Bodrum katlarda, basınçsız zemin sularına yönelik kullanılan yalıtım sistemleri ve uygulama prensiplerine göre yalıtım yapılır.

Çizelge 3.1. Basınçlı suların yapıya etkisi [22]

Yapı Konumu	Yeraltı Suyu Durumu	Yöntem No	Drenaj		Su yalıtımı		Şema
			Çevresel Drenaj	Alansal Drenaj	Basınçlı zemin sularına karşı yalıtım	Basınçsız zemin sularına karşı yalıtım	
BODRURLU YAPILAR	Yeraltı su seviyesi her zaman için bodrum kat döşemesinin oldukça aşağısında	1	+	/	/	+	
		2	/	/	/	+	
	Yeraltı su seviyesi bodrum kat döşemesinin yakınında veya üzerinde	1	+	+	/	+	
		2	+	+	+	/	
		3	/	/	+	/	

Şema D’de görüldüğü üzere diğer çözüm, hidrostatik basınca karşı oluşturulan çevresel ve alansal drenaj sisteminde oluşan bir sorun durumunda basınçsız zemin sularına karşı üretilen yalıtım sistemleri ve uygulama prensiplerine göre yalıtımın riskli olduğu noktalar için üretilmiştir.

Şema E’de görülen bir diğer çözüm önerisi, çevresel ve alansal drenaj sisteminin kurulmadığı durumlarda yeraltı suları bodrum katlarda hidrostatik basınç oluşmasına olanak sağlar. Bu durumda bodrum katlarda basınçlı zemin sularına yönelik kullanılan yalıtım sistemleri ve uygulama prensiplerine göre yapılır.

Çizelge 3.2. Yeraltı sularına karşı yapılan su yalıtım uygulamaları için oluşturulan kontrol listesi

YERALTI SULARINA KARŞI SU YALITIM UYGULAMALARINDA KONTROL EDİLMESİ GEREKEN KONULAR	EVET/HAYIR
1. Projelendirme aşamasında yer altı su seviyesi ve zemin etüt raporları göz önünde bulundurularak sistem detayı tasarlandı mı?	
2. Zemin koşullarına bağlı olarak seçilen su yalıtım malzemeleri yeterli basınç dayanımını sağladı mı?	
3. Temelde suyun basınç etkisine karşı temel altı kota drenaj borusu döşendi mi?	
4. Su yalıtım malzemeleri uygulanmadan önce uygulama yüzeyi sağlam, temiz ve düzgün bir duruma getirildi mi?	
5. Su yalıtım malzemeleri nakliye aşamasında ve şantiye sahasında depolanırken dış etkenlere karşı muhafaza edildi mi?	
6. Temel perdelerindeki tij delikleri tamir harçları ile doldurularak sızdırmazlık sağlandı mı?	
7. Su yalıtım malzemesi uygulaması için en düşük +5 C ortam sıcaklığı, yağışsızlık gibi uygun koşullar sağlandı mı?	
8. Su yalıtım malzemeleri mevcut standartlara uygun olacak şekilde tip ve kalınlıkları seçildi mi?	
9. Temel perdelerinde su yalıtım örtüleri su basman kotuna kadar yükseltildi mi?	
10. Temelde uygulanan su yalıtımı, tasarım aşamasında üretilen sistem detayına uygun olarak yatay ve düşey hatta koruma altına alındı mı?	
11. Grobeton üzerine uygulanan örtü, keçe ile, perde yalıtımında ısı yalıtım levhası veya drenaj levhası uygulanarak koruma şapı ve geri dolgudan korundu mu?	
12. Uygulanan örtülerin ek yerlerinin şaşırtmalı, bini paylarının doğru uygulandığının ve tam sızdırmazlık sağladığının kontrolü yapıldı mı?	

Zemine oturmayan döşemeli bodrumsuz yapılarda, yeraltı su seviyesinin yapının altında kaldığı durumlarda, zemin-döşeme arasında bulunan boşluğun alt kotu, dışardaki zemin yüzeyiyle aynı hizada ya da aşağıda kalacak şekilde uygulanabilir. Zeminin

geçirimli bir yapıya sahip olduğu durumda, boşluk alt kotu drenaj sistemine ihtiyaç duymaksızın dış zemin yüzeyinin altında bırakılabilmektedir. Yeraltı su seviyesi yüzeye yakınsa, her durumda basınçsız zemin sularına yönelik kullanılan yalıtım sistemleri ve uygulama prensiplerine göre yalıtım yapılır [2]. Çizelge 3.2’de çatılarda yapılan su yalıtım uygulamaları için oluşturulan kontrol listesi oluşturulmuştur. Bu listeye saha çalışmalarında dikkat edilmesi gereken hususların kontrolünün kolaylaştırılması hedeflenmiştir.

3.2. Yerüstü Sularına Karşı Yalıtımda Uygulama Yöntemleri

Yapıların toprak üzerindeki tüm yapı elemanları ve yüzeyleri dış mekândan gelebilecek su etkisine karşı tehlike altındadır. Bu yapı elemanları hidrostatik basınçtan etkilenmezler fakat yağmur ve kar suları, Uv ışınları benzeri zararlı etkenlere maruz kalmaktadırlar. Toprak üstünde kalan bu yüzeylerin suya karşı yalıtımında en önemli kıstas, yapı elemanlarının içerisine yüzeysel su olarak tanımlanan yağış sularının sızmasının engellenmesidir.

Toprak üstünde bulunan bina kabuğunda tamamen sızdırmazlığın sağlanması için tüm doğal su kuvvetlerine yönelik dayanımının yüksek olması gerekir. Bina kabuğunda kullanılan su yalıtım sistemi hem su yalıtım malzemeleri hem de cephede kullanılan yapı elemanları tarafından sağlanır.

Çatı uygulamaları, bina kabuğundaki tüm elemanlarla birlikte sürekliliğinin sağlanarak bağlantısının doğru şekilde yapılması gereken su yalıtımının önemli parçalarındandır. Çatılarda bulunan su yalıtım uygulamaları, çatının türüne ve işlevine göre farklı form ve detaylarda olabilirler. Tümüyle bina kabuğunu oluşturan bu elemanların, tekil olarak da yalıtımının sağlanması gerektiği gibi sistem bütününde yapı elemanlarının bütünündeki yalıtım sisteminin birlikte hareket ederek devamlılığının da sağlanması gerekmektedir.

Toprak üstü su yalıtım sistemlerinin toprak altı sistemlerinden birçok farkı bulunmaktadır. Toprak üstünde bulunan malzemelerden birçoğu negatif yönde buhar geçişi sağlanabilmesi için gözenekli yapıdadır. Toprak altında bulunan malzemelerden birçoğu

ise malzemenin kabarma ve ayrılmaya maruz kalmaması için negatif yönde buhar geçirgenliği sağlamayan türden seçilirler [10].

Tüm toprak üstü yüzeylerde, nemin iç yüzeylerden dışarıya çıkabilmesi için geçirimli tabakaların oluşturulması gereklidir. Geçirimsiz tabakalarında arkasında buhar basıncı oluşur ve bu durum tabakanın katmanlardan kopup ayrılmasına sebep olur. Geçirimli ve nefes alabilen bir tabaka kullanıldığında, oluşan yoğuşma boşluklu duvardan dışarıya çıkar. Dışarıya çıkamayan nem, betonarme donatısına, duvar iç bileşenlerine ve iç ortam hacmindeki konfora zarar verir.

Toprak üstü yapı elemanlarının toprak altındakilerden bir diğer farkı, aşınmaya maruz kalmalarıdır. Bu nedenle toprak altında bulunan elemanların hidrostatik basınca dayanıklı olması gerekir [32]. Toprak üstü sularına dair su yalıtımı malzemesi uygulama yöntemleri çatılar, dış duvarlar ve ıslak hacimler olmak üzere üç ayrı bölüme ayrılarak değerlendirilecektir.

3.2.1. Çatılarda su yalıtımında uygulama yöntemleri

Çatıların uzun ömürlü, dayanıklı ve güvenli olması açısından en büyük tehlike su etkisidir. Çatı bünyesine alınan su; çatının taşıyıcılarındaki elemanları korozyona uğrattır veya çürümesine neden olur. Çürüme ve korozyon etkisi taşıyıcıların kesitlerinin azalarak yük taşıma kapasitelerinin çok büyük oranda azalmasına sebep olur. Ayrıca, çatı elemanları arasına giren su sıcak dönemlerde buharlaşarak, soğuk dönemlerde ise donarak malzemelerin bozulup çatlak oluşumuna neden olmaktadır [33]. Diğer yandan, çatı mahallerinde insan sağlığı açısından zararlı varlıkların oluşmasına da sebep olmaktadır. Bu durum suyun çatıdan uzaklaştırılmasının önem arz ettiğini göstermektedir. Bundan dolayı Şekil 3.7'de çatılarda yalıtım uygulanması detayında görüldüğü gibi, çatılardan suyun etkisini azaltma konusu tasarım aşamasından itibaren ele alınarak, çatıda hangi türde malzemelerin kullanılarak ne tür bir sistem seçileceği bu aşamada tespit edilmelidir.



Şekil 3.7. Kiremit altı su yalıtım uygulaması [33]

Çatının uygulanması aşamasına geçildiğinde de, tasarım aşamasında seçilen sistem detaylarına uyularak özenli bir uygulama gerçekleştirilmelidir. Yapının kullanıcı tarafından aktif olarak kullanımının başlamasından itibaren oluşacak sorunlara yapılan müdahaleler her zaman yeterli olmamaktadır. Yapılan onarımlar, yapının belirli bir dönem boyunca hizmet dışı kalması, yapı ömrünün kısalması, kullanım giderlerinin artması, istendiği seviyede yeterli verimin alınamaması gibi sorunlara neden olmaktadır [33].

Çatının kullanımı sırasında yaşanacak bu tür sorunların önüne geçmek için tasarım aşamasında tüm veriler doğru şekilde analiz edilerek göz önünde bulundurulmalı, doğru detay çözümleri yapılmalı ve uygulama aşamasında ise seçilen bu malzemelerin doğru ve eksiksiz şekilde uygulanmasına önem verilmelidir. Su yalıtım malzemeleri seçilirken, malzemenin güvenilir, uzun ömürlü ve ekonomik olması da diğer ölçütlerdendir.

Çatılarda seçilecek su yalıtım malzemesinin niteliği, çatıda bulunan taşıyıcı sistemi, çatı eğimine ve çatıdaki örtünün çeşidine bağlı olarak belirlenmektedir. Eğimli çatılarda kullanılan su yalıtım malzemeleri niteliklerine göre üç gruba ayrılır. Bunlar; bitüm esaslı malzemeler, polimer bitüm esaslı malzemeler ve plastik esaslı malzemeler olarak belirtilir. Belirtilen malzemelere yardımcı olmak üzere ek yardımcı elemanlar da kullanılmaktadır [33].

Rüzgâr etkisiyle çatıda biriken çeşitli atıklar su giderlerini tıkayarak suyun birikmesine yol açmakta ve biriken sular da korozyona neden olmaktadır. Yağış sularının yapıyı direkt olarak etkilediği çatılardan suyun hızlı şekilde uzaklaştırılması gerekir.

Yüzeysel sular eğimli çatılardan hızlı biçimde uzaklaştırılırken, az eğimli çatılardan suyun uzaklaşması uzun sürede olmaktadır. Bundan dolayı bu tür çatıların suyun zararlı etkilerine karşı yalıtılması daha fazla önem arz etmektedir.

Çatılar; kullanım biçimlerine, eğim oranlarına, kaplama malzemelerine ve taşıyıcı sistemlerine göre farklı sınıflarda incelenirler. Bu bölümde eğimli çatılar, teras çatılar ve bahçe çatılar olmak üzere üç ayrı sınıfta incelenecektir [34].

Eğimli çatılarda su yalıtımında temel prensipler

Eğimli çatılar için su yalıtımı sistemi seçilirken eğimli çatılar, çatı arası kullanımı mevcut olan ve çatı arası kullanılmayan çatılar olarak sınıflandırılır. Çatı arası kullanılmayan çatılarda çatı arası döşemesinin üzerine çoğunlukla ısı yalıtım malzemesi yerleştirilir. Bu tür çatılarda ısı yalıtım malzemesi döşeme üzerine serildiği için eğimli çatı kesitinde tekrar ısı yalıtım malzemesi kullanılmazken, su yalıtım malzemesi çatı kaplama malzemesinin altında, kaplama tahtasının üstünde kalacak şekilde uygulanır.

Çatı arasının kullanıldığı eğimli çatılardaysa su ve ısı yalıtım malzemeleri eğimli yüzey içerisine uygulanır. Çatı kaplama malzemesinin altına su yalıtım malzemesi serilir. Resim 3.1’de kiremit altı örtüsünün döşenme şekli görülmektedir.



Resim 3.1. Kiremit altı örtüsünün döşenmesi [7]

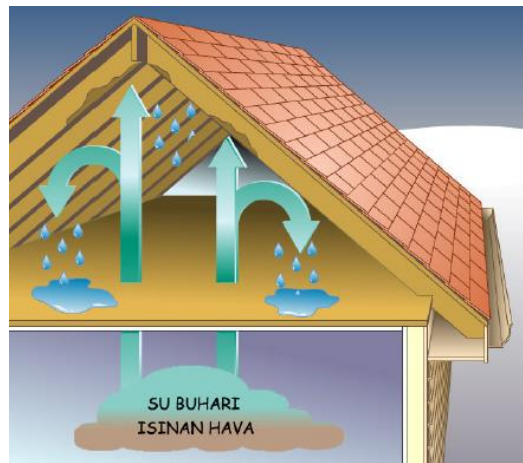
Eğimli çatılardaki çatı eğimleri, çatıya gelen yağışın türü, şiddeti, miktarı ve rüzgâr yüküne göre belirlenmektedir. Mevsim koşullarına bağlı olarak şiddetli kar ve yağmur etkileri altında kalan bölgelerde suyu en kısa sürede uzaklaştırmak için çatılar eğimli yapılır. Eğimli çatılar, kısa süreli bakım onarım faaliyetleri dışında üzerinde gezmeye

elverişli olmayan çatı türleridir. Günümüz yapılarında iklim bölgesi farklılığı dikkate alınmayarak, çoğunlukla yüksek yapılarda teras çatı uygulaması yapılmaktadır.

Eğimli çatılarda çatı drenaj sistemi sayesinde, çatıya gelen yüzey sular hızlı bir şekilde uzaklaştırılır ve birikme suyu etkisi oluşmaz. Bundan dolayı eğimli çatılar teras çatılara göre suyun uzaklaştırılma hızı ve denetimi bakımından avantajlıdır. Eğimli çatılarda yaşanan su yalıtım problemleri çoğunlukla baca dipleri, oluklar veya parapet gibi bağlantı sistem detaylarından kaynaklanmaktadır [35].

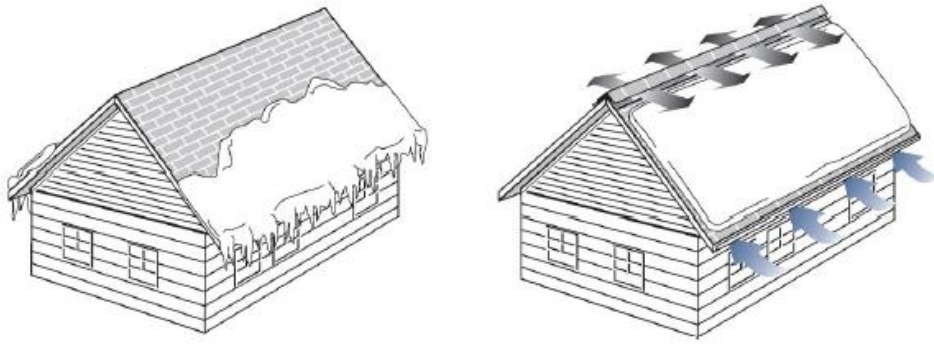
Çatılarda farklı sebeplerle meydana gelen su buharının oluşturduğu problemler, uygun malzeme seçilerek ısı yalıtım uygulaması yapmak ve ısı yalıtım tabakasıyla çatı kaplama malzemesi arasında havalandırma yapılarak kontrol altına alınabilir. Genel bir kural olarak, ısı yalıtımı uygulanmış olan tavanların üzerinde yalıtılmış tavan alanının %0.3'ü oranında havalandırma alanı bulunmalıdır.

Eğimli çatılarda oluşan su buharının kontrol altına alınması teras çatılara nazaran daha kolaydır. Şekil 3.8'de görüldüğü gibi çatı arası kullanımı olan yapıların çatı detaylarında, havanın saçaktan girerek mahyadan çıkabileceği şekilde boşluklar bırakılarak havalandırma sorunu çözülmektedir. Yalnızca çatı katmanları arasında havalandırmanın sağlandığı kullanılabilir çatı arası mahallerinde, hava sirkülasyonunun sürekliliğine dikkat edilmelidir. Eğim oranı daha yüksek olan yapıların havalandırılması daha kolaydır [36]. Yoğuşma problemi oluşmaması için havalandırma boşlukları oluşturulurken saçak ve mahya arasındaki uzaklığın ve çatı eğimi oranının göz önünde bulundurulması önemlidir.



Şekil 3.8. Eğimli çatılarda yoğuşma [33]

Çatı arası havalandırması, yoğuşma problemlerini azaltarak yapı taşıyıcı sistemde bulunan donatıların ısıl genleşmelerinin de önüne geçmektedir. Doğru havalandırması sağlanan çatı ve havalandırılmayan çatı altında bulunan mekân sıcaklıkları arasında $10C^0$ 'ye kadar farklar oluşabilmektedir. Şekil 3.9'da havalandırmalı ve havalandırmasız eğimli çatıda karın erime biçimleri görülmektedir. Bir yapı doğru havalandırılan bir çatıya sahipse aynı ısı yalıtım malzemesi kullanılarak daha düşük enerji tüketimi sağlanabilmektedir. Çok yoğun yağışlı bölgelerde saçaklarda oluşan aşırı yığılmalar bu sistem sayesinde kontrol altına alınmaktadır.

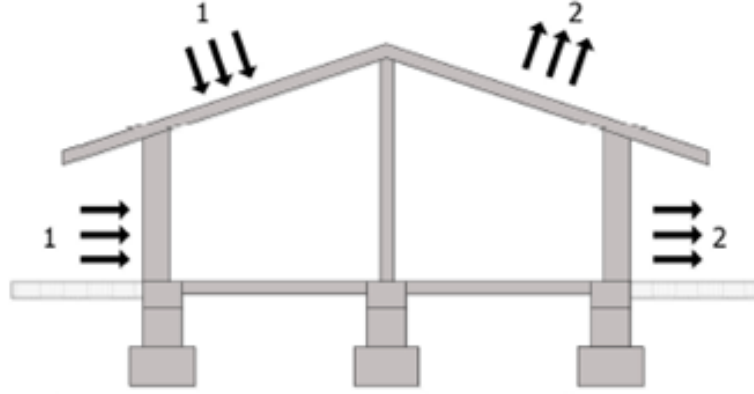


Şekil 3.9. Havalandırmalı ve havalandırmasız eğimli çatıda karın erimesi [33]

Havalandırma sistemi bulunmayan çatılarda çatı katmanlarının hangi sıralama ile olacağı ve seçilen malzemelerin buhar difüzyon direncinin uygun aralıkta olması gerekmektedir. Kullanılabilecek su yalıtım örtüsü seçilirken, su buharı difüzyon direnç katsayısı (Sd) göz önünde bulundurulmalıdır. Buna göre örtüler; geçirimli, yarı geçirimli ve geçirimsiz örtüler olarak üç sınıfta değerlendirilebilir.

Eğimli çatılarda yapıda oluşan su buharının tahliye olmasını sağlayıp çatı taşıyıcı sisteminde yoğuşma olayını azaltan bu geçirgen örtüler bu avantajlarının yanında, çatı kaplama malzemesinin rüzgâr yükünü azaltma ve rüzgâr ile savrulmuş yağmur, kar, toz benzeri olumsuz etkilerin girişine karşı koruma, gibi faydalar da sağlamaktadır. Aynı zamanda bu örtüler, çatı kaplaması montajı tamamlanana kadar çatıyı dış hava koşullarının olumsuz etkilerinden korunmak için de kullanılır. Buhar geçirgenliği bulunan örtüler, direkt olarak ısı yalıtım malzemesi katmanının üzerine uygulanabilmektedir.

Ayrıca çatıdaki kaplama malzemesi seçilirken, ekonomi, estetik endişeler gibi etkenlerin dışında yapının konstrüksiyonu, dış hava koşulları, rüzgâr yükü ve yüzeysel suların etkisi de göz önünde bulundurulmalıdır. Şekil 3.10'da çatılardaki rüzgâr yükünün yapıya etkime biçimi görülmektedir. Kaplama malzemesi de, çatının eğim yüzdesi, yağışın türü, şekli ve miktarına bağlı olarak değişebilir.



1.Basınç etkisi yüzeylerde basınç ve buna bağlı eğilme gerilmesi oluşturur.

2.Emme etkisi yüzeylerde çekme ve buna bağlı eğilme gerilmesi oluşturur.

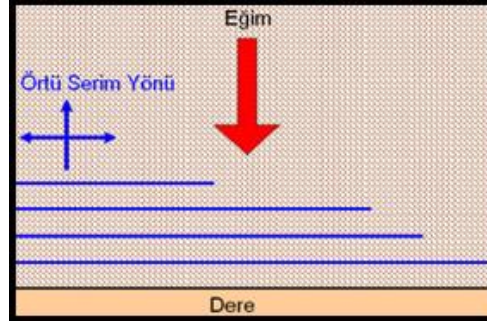
Şekil 3.10. Çatılarda rüzgâr yükü [33]

Çatılarda su yalıtımı malzemesi seçiminde ve uygulanmasında; çatının taşıyıcı sistemi, çatıdaki eğim ve çatıda kullanılacak malzemenin türüne dikkat edilmektedir. Seçilecek malzemenin iklim koşullarına uygun olması, uygulama aşamasında hava sıcaklığının ve mevsim koşullarının uygun aralıkta olması gerekmektedir.

Eğimli çatılarda, eğim oranı %5'in üzerinde olduğu için su yalıtım örtüsü iki kat uygulanır. Uygulamanın yapılacağı bölgede yapıdaki çatı eğiminin %5'in üzerinde olduğu ve don riskinin bulunmadığı yapılarda 4 mm kalınlığında tek kat polyester keçe taşıyıcılı örtü kullanmak yeterli olur. Fakat don riskinin bulunduğu alanlarda, su yalıtım malzemesinin iki kat uygulanması gerekmektedir.

Su yalıtım malzemesi seçilerek uygulama aşamasına geçildiğinde, eğimli çatı yüzeylerinde, tüm örtüler eğim yönüne dik şekilde, aynı yönde ve paralel şekilde serilirler. Örtülerin uygulanmasına düşük kottan başlanarak yüksek kota doğru devam edilir. Su yalıtım örtüleri, çatıdaki dere kısmından başlanarak mahyaya doğru, çatı saçağına paralel olacak şekilde döşenir. Serilen örtülerin bindirme payı minimum 10 cm bırakılmalıdır. Çatı

eğiminin %33'ün altında olduğu durumlarda bindirme payının daha fazla olması gerekmektedir. Çatı kaplama malzemesinin niteliklerine ve çatı eğimine bağlı olarak su yalıtım örtülerinin uygulama yöntemleri değişiklik gösterir. Şekil 3.11'de çatı eğimine dik yönde serilen su yalıtım örtüleri görülmektedir.



Şekil 3.11. Çatı eğimine dik yönde serilen su yalıtım örtüleri [33]

Baca uygulamaları, çatı pencereleri, yağmur iniş boruları detayları ve örtü bindirme detayları gibi uygulamalar sırasında mevcut standart ve yönetmeliklere bağlı kalınması uygulamanın sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Aynı zamanda detay uygulamalarına üreticilerin önerileri de göz önünde bulundurularak karar verilmelidir.

Teras çatılarda su yalıtımında temel prensipler

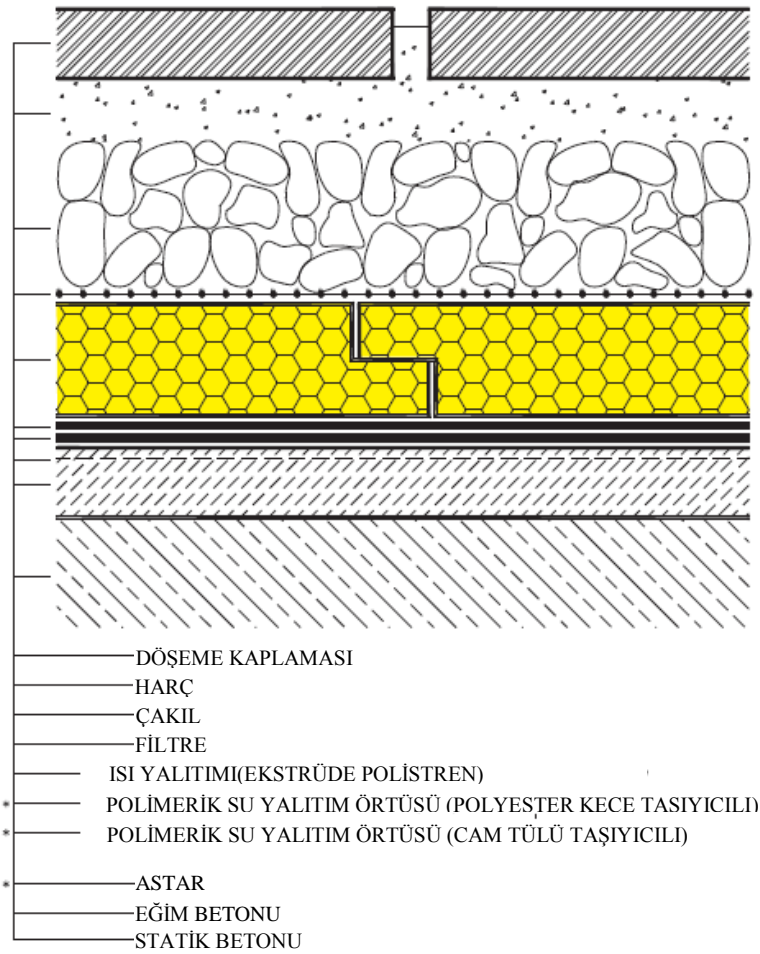
Teras çatılar, üzerinde gezilebilen ve gezilemeyen türleri olarak inşa edilebilmektedir. Büyük ölçekli yapıların yüksek çatı konstrüksiyonlarına alan sağlamak için veya çatı bahçesi, otopark, helikopter pisti gibi farklı fonksiyonlar için teras çatılar kullanılabilir. Gezilebilen veya gezilemeyen düz çatılar oluşturulurken, prefabrike elemanlar, donatılı malzemeler veya hafif metal taşıyıcılar kullanılabilir.

Yapılarda yatay şekilde konumlandığı için direkt olarak atmosfer etkilerine açık şekilde bulunan teras çatılar, dış ortam ısısındaki değişikliklerinden etkilenerek, kullanılan kaplama malzemesine de bağlı olarak çeşitli genleşme, büzülme hareketlerine neden olur. Atmosferik faktörlerden daha az etkilenmek ve malzemelerin fiziksel değişimini azaltmak için çatı yüzeylerinde ısı yalıtımı uygulanmalıdır.

Geleneksel teras çatı uygulamalarında, ısı yalıtım malzemesinin basınç dayanımı yüksek ve açık gözenekli yapıdaysa, su yalıtım malzemesinin altına uygulanır. Isı yalıtım

malzemelerinin, XPS, ekstrüde polistren köpük gibi kapalı gözenekli ve yüksek basınç dayanımına sahip olması durumunda ise, ısı yalıtımı etkisinin yanında su ve su buharından etkilenmeme özelliği de gösterir. Bundan dolayı bu tür, ısı yalıtım malzemeleri su yalıtım malzemesinin altında da üzerinde de bulunabilir. Su yalıtım malzemesinin ısı yalıtım malzemesinin altında yer aldığı teras çatılar ters teras çatılar olarak adlandırılmaktadır.

Spesifik teras çatılarda, Şekil 3.12’de detayı görüldüğü gibi, ısı yalıtım malzemesinin serme tip su yalıtım malzemesinin uygulanma ısısına dayanıklılığının olmadığı durumlarda, ısı yalıtım malzemesinin üzerine eğim betonu dökülmesiyle oluşturulur. Bu uygulamanın üzerine su yalıtım örtüsü uygulanır ve çatıda tasarlanan diğer işlemlere göre gerekli tabakalar da uygulanarak tamamlanır. Bu detaya göre, ısı yalıtım malzemesinin altına buhar kesici, üzerineyse buhar dengeleyici uygulanması gerekir.



Şekil 3.12. Ters teras çatı detayı [10]

Isı yalıtım malzemesinin özelliklerine göre katmanlarının yerinin değişmesi teras çatıdaki işlevi değiştirmez. Teras çatıda dikkat edilmesi gerek en önemli ve ilk nokta, suyun çatıdan hızlı şekilde tahliye edilebilmesi için çatı drenajının doğru şekilde yapılmış olması gerekmektedir. Bu uygulamayla beraber, çatının uygulama adımlarının, dışardan yüzey su etkisine, içerden ise su buharı etkisine karşı düşünülerek tasarlanması gerekmektedir [10].

Teras çatı uygulamalarında sürme veya membran türünde su yalıtım ürünleri kullanılmaktadır. Membran türündeki su yalıtım malzemelerinden bitümlü veya sentetik örtüler seçilmektedir. Bitümlü örtülere örnek olarak, ilgili standartlara uygun şekilde üretilmiş, en az kalınlığı 3 mm olan tek kat cam tülü taşıyıcılı ve en az 3 mm kalınlıkta polyester keçe taşıyıcılı örtüler kullanılmalıdır.

Çatıdaki kullanım işlevine göre, PVC, EPDM, ECB, TPO, PIB gibi sentetik esaslı su yalıtım örtüleri kullanılmaktadır. Gerektiği durumlarda, malzemenin taşıyıcı çeşidi veya atmosferik etkilere karşı dayanımı da dikkate alınmalıdır. Sentetik örtüler aynı zamanda ayırıcı taba olarak beton veya bitüm ile temas ettikleri noktalarda da kullanılmalıdır.

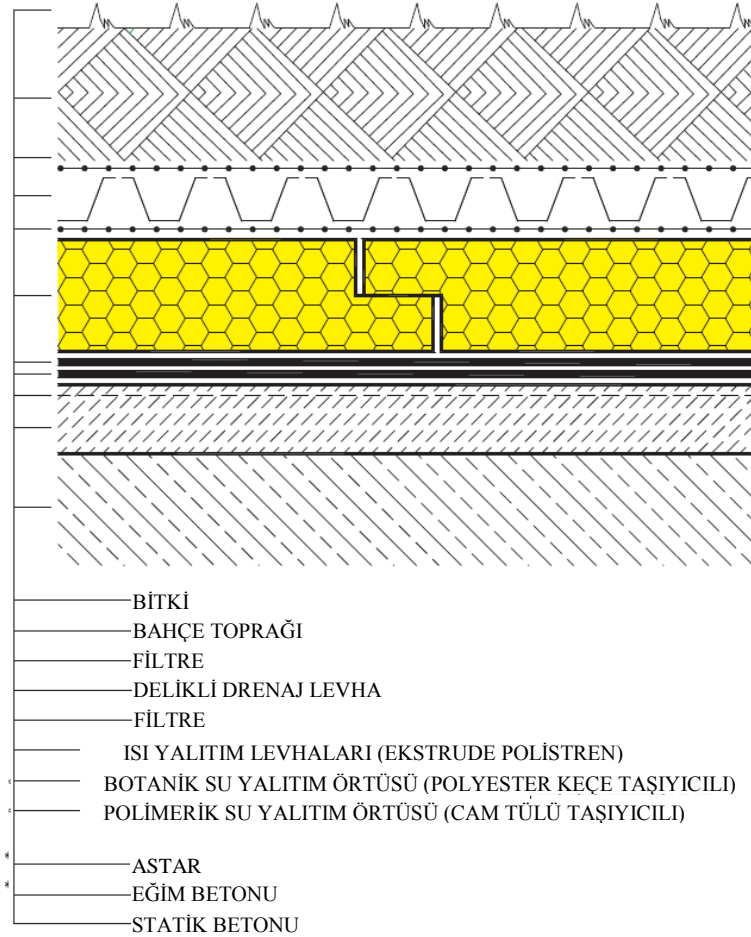
Gezilen veya gezilemeyen teras çatılarda sürme esaslı malzemeler kullanıldığı durumlarda, kesinlikle ters teras çatı uygulaması yapılmalıdır. Sürme esaslı su yalıtım malzemesi olarak; poliüretan, hibrit, bitüm veya polyester esaslı ürünler mevcut standartlara uygun şekilde, uygun boyut ve kalınlıklarda uygulanması gerekir. Sürme esaslı su yalıtım malzemelerinin çatlak köprüleme ve elastikiyet özelliklerini sağlaması önemli koşullardandır. Bu malzemeler, teraslarda çoğunlukla 2 kat ve minimum 1 mm kalınlıkta uygulanması gerekmektedir. Öngörülen bir çatlama riski bulunuyorsa reaksiyon esaslı malzemelerin katlarının arasında minimum 50 g/m² keçeler konulmalıdır. Çimento veya bitüm esaslı malzemeler için alkaliye dayanımı yüksek olan fileler uygulanmalıdır [10]. Teras çatı döşemelerinde yalıtım uygulamasında, poliüretan veya poliürea esaslı malzemeler kullanılacaksa uygulamanın yapılacağı betondaki iç nem oranının %3'ten az olmasına dikkat edilmelidir. Nem oranı özellikle nefes almayan malzemelerin kullanımı esnasında önemlidir.

Sürme esaslı malzemeler çoğunlukla eğim betonu üzerine uygulanır. Eğim betonunun çatlamayacak özellikte olması, sürülen malzemenin çatlak köprüleme ihtimali

olmasından dolayı önemlidir. Eğim betonunun bu özelliğe sahip olmadığı durumlarda sürme malzemenin doğrudan döşeme yüzeyine uygulanması gerekmektedir. Tüm su yalıtım malzemelerinin uygulama aşamalarında uygun iklim şartlarının oluşması gerekmektedir [10].

Bahçe çatılarda su yalıtımında temel prensipler

Bahçe çatılar, bitkilendirme miktarına göre iki ayrı kategoride değerlendirilmektedir. Yoğun şekilde bitkilendirmenin olduğu alanlar, parklar, yoğun köklü bitkinin ve sık bitki örtüsünün bulunduğu alanları kapsarken, seyrek şekilde bitkilendirme, çimen ve benzeri bitkilerin bulunduğu alanları kapsar. Bahçe çatı katmanları Şekil 3.12’de de görüldüğü gibi oluşturulmalıdır.

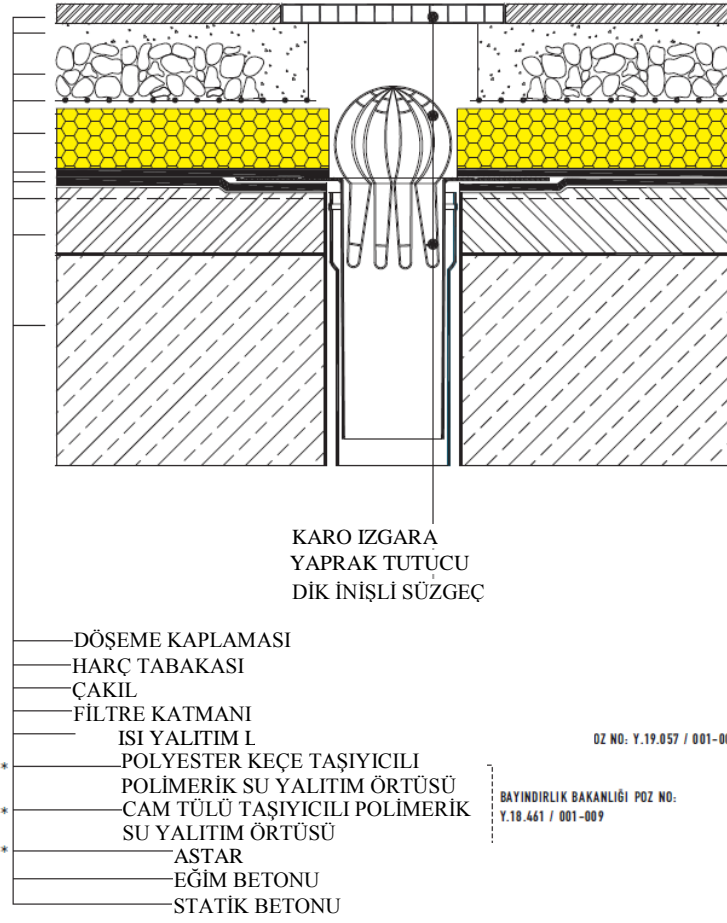


Şekil 3.12. Bahçe çatı katmanları [10]

Yapıda bulunan drenaj katmanının, yağışsız mevsimlerde de bitkilerin su ihtiyacını karşılaması için su depolayabilme özelliğine sahip olması gerekmektedir. Aynı zamanda toprak kalitesini yüksek tutabilmek ve bitkilerin ömrünü uzatabilmek için yoğun suyu hızlı drene edebilecek bir drenaj sistemi oluşturulması gerekir.

Bitki toprağının kalınlığı, yoğun bitkilendirme için ağaç gereksinimi ve bitki örtüsüne bağlı olarak 40-100 cm arasında, yoğun bitkilendirme içinse yaklaşık 10 cm olması gerekmektedir [10]. Büyük bahçe çatılarında bulunan su giderleri rögar işlevini de görece şekilde oluşturularak, rögar kapağı gerektiği durumlar kaldırılıp süzgecin temizliğini de sağlayacak şekilde düzenlenmelidir. Küçük çatı alanlarında ise süzgecin bulunduğu alanda toprak yerine filtre elemanına sarılı çakıl kullanılarak temizliğin sağlanması önemlidir.

Eğimli, teras ve bahçe çatılarda su geçirimsizliğinin sağlanması adına Şekil 3.14'te detayı görüldüğü gibi, soğuk derzlerde, genişleme derzlerinde, dilatasyonlarda, birleşim noktalarında, süzgeç, baca ve ışıklık kenarlarında bütünlük sağlanmalıdır [10]. Çizelge 3.3'te çatılarda yapılan su yalıtım uygulamaları için oluşturulan kontrol listesi oluşturulmuştur. Bu listeye saha çalışmalarında dikkat edilecek hususların kontrolünün kolaylaştırılması hedeflenmiştir.



Şekil 3.14. Gezilebilen çatı dik inişli süzgeç detayı [10]

Çizelge 3.3. Çatılarda yapılan su yalıtım uygulamaları için oluşturulan kontrol listesi

ÇATILARDA SU YALITIM UYGULAMALARINDA KONTROL EDİLMESİ GEREKEN KONULAR	EVET/HAYIR
1. Projelendirme aşamasında mevcut iklim ve yağış koşulları göz önünde bulundurularak çatı sistem detayı tasarlandı mı?	
2. Yapının bulunduğu iklim koşullarına bağlı olarak seçilen su yalıtım malzemeleri çatıda yeterli dayanımını sağlıyor mu?	
3. Suyu çatıdan hızla uzaklaştırabilmek için yeterli en düşük eğim oranı şartı sağlanıyor mu?	
4. Çatılardaki yatay ve düşey su tahliyeleri eğim betonu ile aynı seviyeye getirilmiş mi?	
5. Süzgeç delikleri minimum boru çapına uygun açıldı mı?	
6. Mevcut yağış koşulları göz önünde bulundurulduğunda çatı yüzeyinde yeterli sayıda su inişi uygulandı mı?	

7. Su yalıtım malzemesi uygulaması için en düşük +5 C ortam sıcaklığı, yağışsızlık gibi uygun koşullar sağlandı mı?	
8. Su yalıtım malzemeleri mevcut standartlara uygun olacak şekilde tip ve kalınlıkları seçildi mi?	
9. Hafif metal çatılarda projesine uygun mekanik tespit uygulaması yapıldı mı?	
10.Çatılarda kullanıma uygun ısı yalıtım malzemeleri seçilerek cephe boyunca su köprüsü oluşumunu engellemek adına iç mekânlarda oluşabilecek yoğunlaşmanın önüne geçildi mi?	
11.Uygulanan örtülerin ek yerlerinin şaşırtsmalı, bini paylarının doğru uygulandığının ve tam sızdırmazlık sağladığının kontrolü yapıldı mı?	
12.Su yalıtım malzemeleri nakliye aşamasında ve şantiye sahasında depolanırken dış etkenlere karşı muhafaza edildi mi?	
13. Aynı anda devam eden diğer uygulamaların diğer uygulamalara zarar vermesi engellendi mi?	
14.Tüm çatı elemanlarında su yalıtımının sürekliliği ve katmanların arasındaki sızdırmazlık sağlandı mı?	

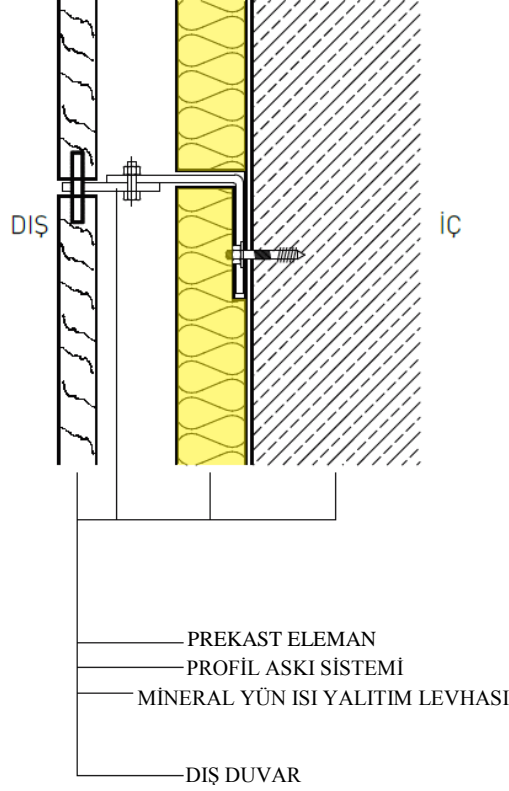
Çatılarda dilatasyon noktalarında bulunan yalıtım sisteminin sürekli ve güvenli olması önemlidir. Bundan dolayı çatı alanı dilatasyon boyunca bölünmeli ve dilatasyonun iki tarafındaki duvarlar, toprak üst seviyesinin minimum 20 cm üzerinde olması gerekir. Yükseltilmiş döşeme, ağaçlı alanlarda kullanılacak detaylarda uzun köklere yer oluşturmak için kullanılmaktadır. Yükseltilmiş döşemenin ağırlığını kaldırabilmesi için bu bölgenin altında takviye örtü kullanılmalıdır.

3.2.2. Dış duvarlarda yüzey sularına karşı yalıtımda uygulama yöntemleri

Duvar yüzeylerinde su yalıtımı, yüzeyde bulunan yapı elemanlarında tahribat oluşmaması için özellikle yağmur suyu ve sızıntılarına karşı önlem almak adına yapılır. Tuğla duvarlara etkiyen yağmur suyunun bir kısmı cephe yüzeyinden akıp giderken bir bölümü duvar tarafından emilir. Emilen bu su, büyük oranda ortam şartlarından kaynaklı etkenlerle buharlaşır.

Dolu tuğla duvarların dış hava koşullarına dayanıklı olmamaları sebebiyle korunma seviyesi arttırılmalıdır. Boşluklu betonsa hava koşullarına karşı daha dayanıklıdır. Çok

düzgün olmayan ve taraklanmış beton yüzey suyu içeriye iletmekte etkin olduğu için dış yüzey sıvanmalı ve yarı geçirgen boyayla boyanmalıdır. Şekil 3.15'te giydirme cephe sistemi detay çözümünde uygulanan ısı yalıtım detayıyla iç mekân ısısının kontrol altına aldığı görülmektedir.



Şekil 3.15. Giydirme cephe uygulaması detay çözümü [10]

Yoğun yağışın olduğu yerlerde boşluklu duvarlarda geniş önlemler alınmalıdır. Duvar boşluğunda bulunan bağ hatıllarının yatay ve düşey dış duvara eğimli olmasına ve temizliğine önem verilmelidir. Boşluk oluklarının kurduğu açıklığın minimum 20 cm üzerine uzanması ve oluğun üzerinden en az her 1m'de bir dikey bağlantı oluşturulmalıdır [34].

Rüzgârın fazla olduğu alanlarda, suyun uçup geri dönmesini engellemek için tahliye boruları oluşturulmalıdır. Pencere kasa ve lentolarının doğru olarak birleştirilmesine ve yerleşiminin iç yüzeye yakın olacak şekilde yerleştirilmesine dikkat edilmelidir. İç duvarın mümkün olduğunca hava geçirimsizliğine sahip olması gerekir. Bu şekilde dış duvarın iki yüzeyindeki basınç farkı azaltılmış ve suyun içeri giriş miktarı azaltılmış olur.

Sıcak iç yüzeylerdeki nem dışarı doğru çekilmeye müsait olduğu için duvar içerisindeki ısı dağılımı önemlidir. Isıtılmayan binalarda ise tam tersi durum söz konusudur. Örnek olarak; iç mahallin ısıtılmadığı duvarlarda yağmur suyu dışarda tutulamaz [34].

Taş duvarlarda, dış yüzeyin geçirimsizliğini sağlamak için boya veya seramik kaplama uygulaması yapılır. Duvara girebilen çok az bir su bile, içerideki sıcaklık seviyesini ve yüzeydeki boyayı bozar. Buharlaşmayı önleyen geçirimsiz kabuk sistemlerde sızıntı oluşması sorun yaratan bir durumdur.

Dış yüzeyler boyanarak yüzeyde geçirimsizlik sağlandığında, çatlaklar, pencere kasalarının kenarları ve diğer malzemeler arasında bulunan boşluklar mastik ile doldurulur. Bu müdahalenin mümkün olmadığı alanlarda, suyu cephe giydirme sistemi aracılığıyla cepheden uzaklaştırmak, geçirimsiz bir kabuk sistem oluşturmaya göre daha etkin bir çözümdür [34]. Çizelge 3.4'te duvarlarda yapılan su yalıtım uygulamaları için oluşturulan kontrol listesi oluşturulmuştur. Bu listeyle saha çalışmalarında dikkat edilmesi gereken hususların kontrolünün kolaylaştırılması hedeflenmiştir.

Çizelge 3.4. Duvarlarda yapılan su yalıtım uygulamaları için oluşturulan kontrol listesi

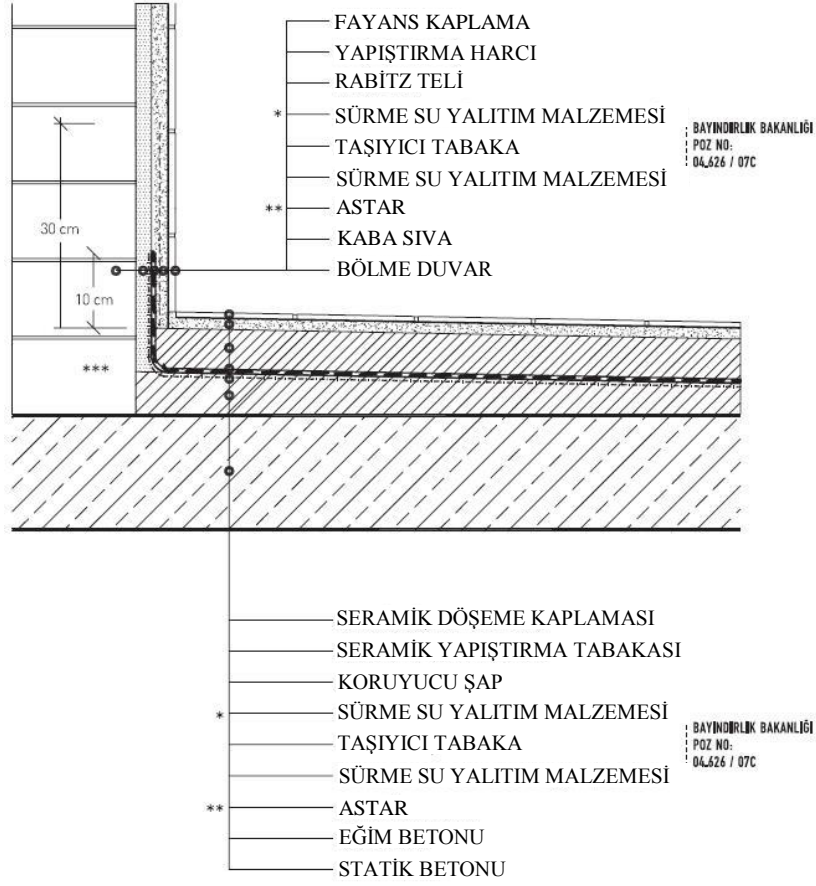
DUVARLARDA SU YALITIM UYGULAMALARINDA KONTROL EDİLMESİ GEREKEN KONULAR	EVET/HAYIR
1. Projelendirme aşamasında yer altı su seviyesi ve zemin etüt raporları göz önünde bulundurularak sistem detayı tasarlandı mı?	
2. Tüm doğrama kasaları, çıkmalar, saçaklar da dâhil olmak üzere cephe yüzeyinde su yalıtımı sürekliliği sağlanarak oluşabilecek sızmaların önüne geçildi mi?	
3. Rüzgârın fazla olduğu alanlarda tahliye boruları oluşturuldu mu?	
4. Cephede su köprüsü oluşumu engellenerek iç mahallerde yoğuşma oluşmasının önüne geçildi mi?	
5. Uygulanan örtülerin ek yerlerinin şaşırtmalı, bini paylarının doğru uygulandığının ve tam sızdırmazlık sağladığının kontrolü yapıldı mı?	
6. Pencere kasa ve lentolarının doğru olarak birleştirilmesine ve yerleşiminin iç yüzeye yakın olacak şekilde yerleştirilmesine dikkat edildi mi?	

7. Aynı anda devam eden diğer uygulamaların diğer uygulamalara zarar vermesi engellendi mi?	
8. Su yalıtım malzemeleri mevcut standartlara uygun olacak şekilde tip ve kalınlıkları seçildi mi?	
9. Su yalıtım malzemeleri nakliye aşamasında ve şantiye sahasında depolanırken dış etkenlere karşı muhafaza edildi mi?	
10. Aynı anda devam eden diğer uygulamaların diğer uygulamalara zarar vermesi engellendi mi?	

3.2.3. Islak hacimlerde ve teraslarda su yalıtımında uygulama yöntemleri

Yapılarda bulunan ıslak hacimlerde ve teras mahallerinde, kullanım suyu veya su tesisatlarından sızıntı şekliyle döşeme kaplamasından geçip yapıda olumsuz etki oluşturmasının önüne geçmek için su ve su buharı etkisine karşı yalıtım uygulaması yapılır. Bir döşemede uygulanan yalıtım şeklini örnek olarak kaba döşeme imalatından ince imalatlara doğru sıralarsak, öncelikle eğim betonunun %3 ile %5 arasında eğimli olacak şekilde yeterli kalınlıkta dökülmesi gerekir. Ardından, yalıtım malzemesi olarak membran kullanılması, döşeme kaplaması olarak ise çimento harçlı karo veya mozaik kullanılması uygun olur.

Islak hacimlerde su yalıtımı uygulaması yapılırken, döşemede uygulanan sistemin duvarda ve minimum el yıkama musluklarının seviyesinde olacak yüksekliğe kadar çıkartılmalıdır. Islak hacim mahallerinin duvarlarında yapılan su yalıtımı uygulamalarında, dış duvar yüzeyinden içeriye doğru döşeme sistemiyle aynı olacak şekilde membran kullanılması uygun olur. Şekil 3.16'da da detayı gösterildiği gibi duvar yüzeyinde sıva teli ve mozaik veya çimento harçlı karo, fayans, mermer gibi bir duvar kaplaması uygulanmalıdır. Su yalıtım aracı olarak cam elyafı ve polyester uygulanmalıdır. Bu uygulama öncesinde, temiz bir yüzey haline getirilmiş ve kurutulmuş yüzeye cam elyafı serilir. Ardından, polyester solüsyonu katalizörüyle karıştırılarak fırça ile tampon şeklinde sürülür. Bu şekilde uzun ve detaylı işçiliğin ardından sağlam ve geçirimsiz bir katman ile doğru bir yalıtım sistemi oluşturulmuş olur.



Şekil 3.16. Islak hacim su yalıtım uygulaması detay çözümü [10]

SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünyada ve ülkemizde su yalıtımı, yapıları suyun olumsuz etkilerine karşı korumak, yapı ömrünü uzatmak, yapı ve kullanıcı sağlığının zarar görmemesi amacıyla zorunlu olan bir uygulamadır. Aynı zamanda enerji tasarrufu sağlamak, ülke ekonomisine katkıda bulunmak, sürdürülebilir yapılar ve şehirler oluşturmak ve insan doğasına uygun konfor şartlarını sağlamak adına su yalıtımı uygulaması gereklidir. Bu gerekli uygulamanın sağlanabilmesi için yapıda suya yönelik geçirimsizlik sağlayacak yalıtım önlemlerinin nasıl alınması gerektiği sorununa cevap bulunmalıdır.

Yapıda su etkisine yönelik yalıtım tedbirlerinin alınmasına dair verilecek olan kararların tümü proje aşamasında oluşturulmalıdır. Öncelikle, yapıya etki eden suyun özellikleri, ardından suyun yapıya gelişi ve yapı bünyesinde yayılma biçimleri tespit edilmelidir. Bu şekilde, suyun yapıda yayılmasıyla ortaya çıkan sorunlar göz önünde bulundurularak hangi yalıtım sistemi ve malzemesinin ve yapının hangi bölümlerinde kullanılması gerektiğine karar verilmelidir.

Gelişen teknoloji ile birlikte yapılarda suya karşı alınacak önlemlerde kullanılan yalıtım sistem ve malzemelerinin çeşitliliğinde artış yaşanmaktadır. Bu çeşitlilik içinde malzemenin doğru seçilerek doğru teknik ve doğru işçilik ile uygulanması zorlaşmaktadır. Doğru malzeme seçimi de yalıtım malzemelerinin iyi tanınmasıyla sağlanmaktadır. Proje aşamasında su etkisiyle ilgili sorunun ortaya konarak hangi sistemle bunun önüne geçileceği belirlenmelidir. Doğru zamanda yapılamayan veya yanlış yapılan yalıtım uygulamaları, uzun vadede çözümsüzlüğe sebep olmaktadır.

Yapıda hangi su yalıtım malzemesinin hangi mahalde kullanılacağına karar verildikten sonra uygulamanın doğru teknik ve işçilik doğrultusunda gerçekleştirilmesi gerekir. Suyun yapıya etkidiği yeraltı ve yerüstü sularına karşı alınacak tedbirler önem arz etmektedir. Bunun için öncelikle hazırlanacak projede seçilen su yalıtım malzemesinin yapıya ve içerisinde bulunduğu koşullara uygun olmasına dikkat edilmelidir.

Yerüstü sularına karşı, çatı mahallinde yapılacak su yalıtımı uygulaması için bölgenin iklim özelliklerine göre yağış yoğunluğu ve şiddetinin tespit edilerek buna göre yalıtım sisteminin belirlenmesi gerekmektedir. Duvarlarda yapılacak su yalıtımı

uygulamasý için bölgenin iklim özelliklerine göre rüzgâr etkisiyle itilen yağış suyu şiddet ve yoğunluğu tespit edilmelidir. Buna bağlı olarak yapının cephe tasarımında seçilen cephe sistemine uygun olacak şekilde su ve su buharı etkileri de düşülmeli ve yapı fiziği açısından en uygun koşulları sağlayacak sistemin seçilmelidir. Özellikle duvar ve çatılarda seçilecek su yalıtım sistemi mimari estetik kararlarla birlikte düşünölmelidir.

Yeraltı sularına karşı yalıtımda öncelikle yer altı su seviyesi ve zemin etüt raporları göz önünde bulundurulmalı ve zemin koşullarına bağlı olarak seçilen su yalıtım malzemelerinin yeterli basınç dayanımını sağlaması gereklidir. Yapının bulunduğu alandaki yeraltı sularının etkiye biçimlerinin ve miktarının tespit edilerek yapının taşıyıcı sistemi ve toprakaltı yapı elemanlarının çeşidine bağlı olarak su yalıtım sisteminin belirlenmesi gerekir. Aynı zamanda yapı içerisinde bulunan ıslak hacim, teras, havuz, depo gibi kullanım sularının da bulunduğu mahallerde su etkisi yapı elemanlarına zarar vermeyecek şekilde kontrol altına alınmalıdır. Dilatasyon uygulamasının bulunduğu yapılarda dilatasyonların yerine ve öngörölen hareket miktarına uyumlu su yalıtım malzemelerinin belirlenmesi gerekir.

Proje aşamasının ardından uygulama aşamasına geçildiğinde, su yalıtımının uygulanacağı mahallerin ve yalıtım sistemlerinin belirlenmiş olması, su yalıtım malzemelerinin teknik özelliklerinin, boyutlarının, sahaya taşınmasının detaylarının belirlenmiş olması gerekmektedir. Aynı zamanda uygulama öncesi yüzey hazırlığının, uygulama yöntemlerinin, süreç, plan ve programlamasının tamamlanmış olması önemlidir.

Uygulama aşaması, gerekli ve yeterli önlemler alınarak, doğru teknik ve doğru işçilik ilkelerine uygun şekilde tamamlandıktan sonra kullanım aşaması önem arz etmektedir. Yapılan uygulamalarda oluşabilecek zararların önüne geçilmesi, su yalıtım malzemelerinin doğru şekilde korunması ve bakımının sağlanması gerekmektedir.

Yalıtımın başarılı olabilmesi için malzemenin doğru seçilmesi ve uygulamanın teknik detaylarına ve işçilik kalitesine dikkat edilerek yapılması gerekmektedir. Kısaca su yalıtımı uygulaması; doğru malzeme, doğru teknik ve doğru işçilik ilkeleri doğrultusunda gerçekleştirilmelidir. Söz konusu yalıtım önlemleri alındığı durumlarda yapılar suyun zararlı etkilerine karşı korunmuş olurlar. Bu ilkeler uygulandığında, yapılara nereden ve ne şekilde gelirse gelsin, suyun, yapı ve kullanıcı sağlığına zarar vermesini önlenmiş, bakım,

onarım, yakıt masraflarından büyük ölçüde tasarruf sağlanmış ve binanın değeri korunup arttırılmış olur.

Türkiye’de mevcut su yalıtım problemleri açısından giderilmesi gereken eksiklere aşağıda sıralanan öneriler getirilebilir:

- Yapı üretimine, tasarım aşamasından uygulama ve kullanım aşamasına kadar müdahil olan tüm kişiler su yalıtımı konusunda kendi alanlarına yönelik olacak şekilde yeteri kadar eğitilmelidirler.
- Yapıların yalıtımı konusunda, yapı üretim sürecinin tamamında ilgili tüm meslek disiplinlerinin koordineli olarak çalışmaları sağlanmalıdır.
- Mevcut standartlar geliştirilerek günümüz teknolojisine uyumlu hale getirilmesi gerekmektedir. Malzeme standartlarıyla birlikte uygulama esaslarına yönelik olacak şekilde de standartlar oluşturulması için teşvik edici çalışmalar yapılmalıdır.
- Yapılacak olan işler için hazırlanan şartnamelerde su yalıtımı hususuna özel olarak dikkat çekilmeli ve değişen konumlara göre değişen ihtiyaca yönelik çözümler üretilmesi adına geliştirmeler yapılmalıdır.
- Teknolojik gelişmelerin takibi adına su yalıtımı konusunda tecrübeli firmaların öncülüğünde sempozyumlar düzenlenerek bildiri yayınlanması teşvik edilmelidir.

KAYNAKLAR

1. TMMOB Makine Mühendisleri Odası. (1999). Binalarda Oluşan Su Sorunları ve Sonuçları, İstanbul, 77-89.
2. Gönül, İ.A., Çelebi, G. (2003). *Binalarda Zeminden Kaynaklanan Nemlenmeyi Önleme Yöntemleri*. Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, (18)4, 47-112.
3. Yıldırım, M. (2012). *Yapılarda Su Geçirimsizliği ve Yalıtım Teknolojisi*, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-176.
4. Toydemir, N., Gürdal, E., Tanaçan, L. (2000). *Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme*, Literatür Yayıncılık, İstanbul, 1-156
5. Sözer, N. (2005). *Türkiye’de İlgili Yönetmeliklere Uygun Isı, Su, Ses ve Yangın Yalıtımı Çözümleri, Yalıtım Malzemeleri ve Bir Bina Projesi Üzerinde Uygulama Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-275.
6. Aydın Şahin, M. (2009). *Plastik Yalıtım Malzemelerinin Yapıda Kullanım Olanakları*, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1-299.
7. ÖZER, M. (1974). *Yapıların Isı, Su ve Buhar Yalıtımları*, Haşmet Basımevi, İstanbul, 1-186.
8. Dağ, F.E. (2001). *Suyun Yapıdaki Etkileri ve Yapıların Suyu Karşı Yalıtımı*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-73.
9. Tuncel, S. (1998). *Cephe Kaplama Malzemesi Olarak Tuğlanın Betonarme Karkas Yapı Dış Duvarlarına Uygulanması ve Yağmur Suyu Etkilerinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-148.
10. Tekin, Ç., Diri, A.C., ve Bonfil, J. (2015). *Mimari Yapılarda Su Yalıtımı*, BTM Yayınları, İstanbul, 18-138.
11. TMMOB Makine Mühendisleri Odası. (2001). *Yapıların Zemine Oturan Döşemelerinde Ortaya Çıkan Nem Sorunları ve Yalıtım Çözümleri*, Eskişehir, 169-175.
12. Şahal, A.N. (1992). *Temellerde Su Yalıtım*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-73.
13. Sunguroğlu, İ., Aygün, M., Ünlü, A., Altun, C. (1990). *Temellerde Suyu ve Neme Karşı Yalıtım*, İnşaat Dergisi, Sayı 29, İstanbul, (16)2, 46-95.
14. Aköz, F. (1999) *Su Yalıtımı Temel İlkeleri, Çatılarda Örtü ve Yalıtım Sorunları Sempozyum Bildirileri*, Yapı Endüstri Merkezi, İstanbul, 52-147.
15. Addleson, L. (1972). *Materials For Building Volume 2, Water and its Effects-1*, Iliff Books, London, 1-172.
16. Akman, M.S. (2000). *Yapı Hasarları ve Onarım İlkeleri*, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, İstanbul, 1-93.
17. Aksöz, B. (1995). *Yapı Hasarları ve Tamirat Metodları*, Yüksek Lisans Tezi,

- İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-164.
18. Gürdal, E., ve Karagüller, M.E. (2000). *Yapı Hasarları ve Yapı Korunması*, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Ders Notları, İstanbul, 1-175.
 19. Etik, F. (2010). *Yapılarda Su İzolasyonu ve Uygulama Teknikleri*, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 1-175.
 20. Lufsky, K. (1980). *Yapılarda Su İzolasyonu, İzolasyon Tekniğinde Bitüm ve Plastikler*, Seyaş Yayınları, İstanbul, 1-96.
 21. Alver, G., ve Avlar, E. (1999). *Çatılarda Su ve Su Buharının Oluşturduğu Sorunlar ve Çözüm Önerileri*, Çatılarda Örtü ve Yalıtım Sorunları Sempozyum Bildirileri, Yapı Endüstri Merkezi, İstanbul, 75-114.
 22. Güzelçoban, S. (2007). *Yapılarda Su ve Isı Etkenleri, Oluşturduğu Sorunlar, Nedenleri ve Çözüm Önerileri*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-208.
 23. Trechsel, H. R. (2001). *Moisture Analysis and Condensation Control In Building Envelopes*, ASTM, West Conshohocken, 1-162.
 24. Cilason, N., Aksoy, M.E. (1999). *Beton Yapı Hasarları Onarım ve Korunması ve Sıcak İklimlerde Beton*, Lebib Yalkın Yayınları, İstanbul, 1-152.
 25. ÜNLÜ, A. (1988). *Geleneksel Teras Çatılarda Hasar Önleyici ve Düzeltici Bir Yaklaşım*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-96.
 26. Gürdal, E., Karagüler, M.E. (2000). *Yapı Hasarları ve Yapı Korunması*, İstanbul Teknik Üniversitesi Döner Sermaye İşletme Yayınları, İstanbul, 1-55.
 27. Akman, A. (2013). *Yapı Bütünündeki Nem Olgusunun İnsan Sağlığı ile Olan İlişkisi*, Yapı Dergisi, 115, 83-84.
 28. Köster, J. J. (1995). *Bodrum ve Duvarlarda Yalıtım*, Dizayn Konstrüksiyon Dergisi, 120, 41-48.
 29. Baerman, D. (1997). *Subsurface Moisture Protection*, Time-Saver Standarts for Architectural Design Data, A.B.D., 13-18.
 30. Nam, E. (1997). *Yeraltı Su Seviyesi Altında Bulunan Yapı Elemanlarında Su Yalıtım Uygulama Yöntemleri ve Kullanılan Malzemeler*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-138.
 31. Aksöz, B. (2000). *Yapı Hasarları ve Tamirat Metodları*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-122.
 32. Özer, A. (2001). *Likit Membranlarla Teraslarda Su Yalıtımı*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-104.
 33. Serdaroğlu, D. (2008). *Eğimli Çatılarda Yalıtım Sorunları ve Çözüm Önerileri*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-202.
 34. Akyol, K. (2008). *Su Yalıtımı ve Su Geçirimsizlik Katkı Oranlarının Beton Su Emmesine ve Basınç Dayanımına Etkilerinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 1-116.

35. Nam, E. (1997). *Yeraltı Su Seviyesi Altında Bulunan Yapı Elemanlarında Su Yalıtım Uygulama Yöntemleri ve Kullanılan Malzemeler*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-96.
36. Sunguroğlu, İ., Cansun, O., Yücesoy, L., Işık, B., Kızılgün, F., Aygün, M., Ünlü, A. Altun, C. (1990). *İnşaat Uygulaması Sırasında Temel Suyuna Karşı Alınacak Önlemler ile Yapılması Gereken İmalatın Seçimi ve Niteliği*. İstanbul Teknik Üniversitesi Döner Sermaye İşletme Yayınları, İstanbul, 1-45.
37. ŞAHAL, A. (1992). *Temellerde Su Yalıtımı*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-115.
38. Şimşek, Z. (2005). *Yapı Yeraltı Kabuğunda Su ve Nem Sorunlarının Geçirimsiz Beton Malzeme ile Giderilmesinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 1-43.
39. Yıldırım, M. (2012). *Yapılarda Su Geçirimsizliği ve Yalıtım Teknolojisi*, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 43-148.
40. TSE (1989). TS 3078-Beton İşlerinde Kullanılan PVC Plastik Dilatasyon Malzemeleri-PVC Plastik Su Tutucu Contalar, Ankara.
41. TSE (2002a). TS 11758-1 (05.04.2002)-Polimer Bitümlü Örtüler-Su Yalıtımı için Eritme Kaynağıyla Birleştirilerek Kullanılan Malzemelerin Özellikleri, Ankara.
42. TSE (2003a). TS 11758-2 (23.12.2003): Polimer Bitümlü Örtüler-Su Yalıtımı için Eritme Kaynağıyla Birleştirilerek Kullanılan Malzemelerin Uygulama Kuralları”, Ankara.
43. Tuna, G. (1998). *Yapı Dış Yüzey Sıvalarında Oluşan Sorunların Belirlenmesi ve Çözüm Önerileri*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-117.
44. Tuncel, S. (1998). *Cephe Kaplama Malzemesi Olarak Tuğlanın Betonarme Karkas Yapı Dış Duvarlarına Uygulanması ve Yağmur Suyu Etkilerinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1-148.
45. AKMAN, M.S. (2000). *Yapı Hasarları ve Onarım İlkeleri*, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Yayınları, İstanbul, 1-17.
46. Avlar, E. (1995). *Binalarda Nem ve Önlemleri*, Yıldız Teknik Üniversitesi Basım Yayın Merkezi, İstanbul, 20-29.
47. Ertem, E. (2002). *Yeraltı Su Seviyesi Altında Kalan Bodrum Kabuklarında Karşılaşılan Yalıtım Problemleri; Çözümüne Uygun Uygulama Teknikleri ve Yalıtım Malzemelerinin İrdelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 1-244.
48. İnternet : *İzocam İçen Yalıtım Uygulaması*. URL: http://www.izocam.com.tr/userfiles/images/urunler/2015/yalitim_uygulamaları/duvar_yalitimi/tasyunu-kalibel/2.jpg, Son Erişim Tarihi: 15.02.2018.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : BİLGİN, Ceyda
Uyruğu : T.C.
Doğum Tarihi ve Yeri : 16.10.1990, Trabzon
Medeni Hali : Bekâr
Telefon : 0 (216) 432 10 73
0 (506) 570 95 61
e-mail : ceydab@ilbank.gov.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek Lisans	Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık, Rölöve-Restorasyon	Devam ediyor.
Lisans	Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık	2014
Lise	Vefa Lisesi	2008

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2014-Halen	İller Bankası İstanbul Bölge Müdürlüğü	Teknik Uzman Yardımcısı

Yabancı Dil

İngilizce
Fransızca

Hobiler

Seyahat
Sinema



İL BANK
TÜRKİYE'NİN YAPICI GÜCÜ