

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



YAPILARDA YER ALTI SUYUNA KARŞI YAPILAN KORUMA
SİSTEMLERİNİN UYGULANABİLİRLİĞİ VE GÜVENLİĞİNİN
İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Zafer ÖZDEMİR

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
İnşaat Mühendisliği Programı

AĞUSTOS, 2020

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**YAPILARDA YER ALTI SUYUNA KARŞI YAPILAN KORUMA
SİSTEMLERİNİN UYGULANABİLİRLİĞİ VE GÜVENLİĞİNİN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Zafer ÖZDEMİR

(Y1713.090012)

**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
İnşaat Mühendisliği Programı**

Danışman: Doç. Dr. Sepanta NAİMİ

AĞUSTOS, 2020

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum ‘‘Yapılarda Yer Altı Suyuna Karşı Yapılan Koruma Sistemlerinin Uygulanabilirliği ve Güvenliğinin İncelenmesi’’adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim.
(03/05/2020)

Aday / İmza

ÖNSÖZ

Tez çalışmamda bilgi ve desteği ile her zaman yardımcı olan, yol gösteren, kıymetli hocam tez danışmanım Doç. Dr. SEPANTA NAİMİ'ye ve tez öncesi yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. MEHMET FATİH ALTAN hocama çok teşekkür ederim.

Ağustos 2020

Zafer ÖZDEMİR
İnşaat Mühendisi

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ	xiii
ŞEKİL LİSTESİ	xv
ÖZET	xix
ABSTRACT	xxi
1.GİRİŞ	1
1.1 Tezin Konusu	2
1.2 Tezin Amacı	2
1.3 Literatür Araştırması.....	3
1.4 Hipotez.....	5
2.YER ALTI SUYU VE ETKİLERİ	7
2.1 Suyun Özellikleri.....	7
2.1.1 Islatma	7
2.1.2 Çözücülük.....	7
2.1.3 Kılcallık	8
2.2 Yapıyı Tesir Eden Sular.....	8
2.2.1 Yer altı suları	9
2.2.1.1 Sızıntı sular.....	9
2.2.1.2 Yer altı suları.....	10
2.2.1.3 Toprak nemi	10
2.2.1.4 Kılcal su	11
2.3 Toprak üstü suları.....	11
2.3.1 Yağış Suları	11
2.4 Yer Altı Suyunun Yapıya Girişini Etkileyen Faktörler	12
2.4.1 Yer çekimi	13
2.4.2 Hidrostatik basınç	13
2.4.3 Hava akımı.....	14
2.4.4 Yüzey gerilimi	14
2.5 Yer Altı Suyun Yapıya Tesirleri ve Neticeleri.....	14
2.5.1 Suyun fiziksel etkisi	15

2.5.1.1 Donma etkisi	15
2.5.1.2 Şişme – büzülme	16
2.5.1.3 Yoğuşma ve buharlaşma etkisi	17
2.5.1.4 Islanma-Kuruma etkisi	18
2.5.2 Suyun kimyasal etkisi	18
2.5.2.1 Sülfat etkisi	19
2.5.2.2 Klor etkisi	20
2.6 Yer Altı Suyu Etkilerinin Neden Olduğu Sonuçlar	20
2.6.1 Karbonatlaşma	20
2.6.2 Korozyon	21
2.6.3 Çiçeklenme (effloresans)	23
2.6.4 Mantarlaşma ve çürüme	24
2.6.5 Alkali – silika Tepkimesi	25
3.YAPILARDA YER ALTI SUYUNA KARŞI YAPILAN KORUMA SİSTEMLERİ	27
3.1 Yer Altı Sularına Karşı Yalıtım ve Uzaklaştırma	27
3.1.1 Temel ve bodrumlarda su yalıtımı	28
3.1.2 Toprak altı tahliye (drenaj) sistemleri.....	30
3.1.2.2 Geçici drenaj	31
3.1.2.2 Kalıcı drenaj.....	32
3.1.3 Basınçlı yer altı suyuna karşı yalıtım.....	34
3.1.4 Basınçsız yer altı suyuna karşı yalıtım	36
4.SU YALITIM MALZEMELERİ VE UYGULAMALARI	39
4.1 Yüzeysel Su Yalıtımı	40
4.1.1 Sürme tip su yalıtım malzemeleri	41
4.1.1.1 Likit ve ince sürme tipi yalıtım malzemeleri	42
4.1.1.2 Kalın sürme ve kaplama tipi malzemeler	48
4.2 Serme tip su yalıtım malzemeleri	50
4.2.1 Bitüm esaslı su yalıtım örtüleri	50
4.2.2 Sentetik esaslı su yalıtım örtüleri	54
4.2.3 Bentonit şilteler	56
4.3 Yapısal Su Yalıtımı	58
4.3.1 Yapı kimyasalları.....	58
4.3.2 Su tutucu bantlar	61

5.YER ALTI SU YALITIM SİSTEMLERİNİN UYGULANABİLİRLİĞİ	63
5.1 Su Yalıtımı Yapılacak Yüzeylerin Hazırlanması	64
5.2 Toprak Altı Sularına Karşı Su Yalıtımda Temel Prensipler	69
5.2.1 Basınçlı suya karşı su yalıtımında temel prensipler	70
5.2.1.1 Su yalıtım türünün belirlenmesi	70
5.2.1.2 Toprak altı suyunun geçici tahliyesi	70
5.2.1.3 Yalıtım malzemesi seçimi ve uygulanması.....	71
5.2.1.4 Bitümlü serme tipi yalıtım örtülerinde kat belirleme	71
5.2.1.5 Sentetik esaslı serme tipi yalıtım örtülerinde kat belirleme	72
5.2.1.6 Düşey yüzeylerde yalıtım uygulanacak yerin belirlenmesi	73
5.2.1.7 Bitümlü yalıtım yapıştırma biçimleri.....	73
5.2.1.8 Sentetik yalıtım örtülerinin serilmesi ve yapıştırılması	74
5.2.2 Basınçlı su ve toprak nemine karşı yalıtımda prensipler.....	90
6.KOÇARSLAN İŞ HANI SU YALITIM UYGULAMASI VE MALİYETİ	97
7.SONUÇ VE ÖNERİLER	103
KAYNAKLAR.....	105
EKLER	109
ÖZGEÇMİŞ	117

KISALTMALAR

°C	:Santigrat Derece
UV	:Ultraviyole
Mpa	:Megapascal
kN	:Kilonewton
APP	:Stiren Bütadien Kauçuk
PBÖ	:Polimer Bitümlü Örtülerin Uygulaması
PE	:Polietilen
PVC	:Polivinilklorür
PIB	:Poliizobitülen
CPE	:Klorinepolietilen
EPDM	:Etilen Propilen Dienmonomer
ECB	:Etilen Kopolimerbutil
CSPE	:Klorosülfone Polietilen
NH₄	:Sülfat
K⁺	:Potasyum İyonu
Cl⁻	:Klor İyonu
Mg⁺²	:Magnezyum İyonu
Na⁺	:Sodyum İyonu
Ca⁺²	:Kalsiyum İyonu
EPM	:Etilen Propilen
EVA	:Etilen Vinil Asetat
PIB	:Poli-İzobutilen
ECB	:Etilen Kopolimerler Ve Bitüm
EVA	:Etilen Vinil Asetat
TPE	:Modifiye Termoplastik Poliolefin Esaslı Membran
FPO/TPO	:Flexible Polyolefin /Termoplastik Poliolefin Esaslı Membran
TS	:Türk Standardı
EN	:Avrupa Standardı
Xps	:Extrude Polistren Foam
EPS	:Expanded Polystyren Foam
%	:Yüzde
THF	:Etrahydrofuran

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1: Kılcal su yükselmesi	8
Çizelge 2.2: Bazı yapı malzemelerinde şişme-büzülme değerleri.	16
Çizelge 2.3: Denizlerimizin tuzluluk oranları ve iyon yoğunlukları.	18
Çizelge 3.1: Yer altı suları toprak altı yapı elemanlarının ilişkisi.	29
Çizelge 3.2: Basınçlı zemin sularına karşı kullanılan yalıtım malzemeleri.	35
Çizelge 3.3: Basıncsız zemin sularına karşı kullanılacak yalıtım malzemeleri. ...	37
Çizelge 4.1: Yüzey su yalıtımında kullanılacak su yalıtım malzemeleri.	40
Çizelge 4.2: Taşıyıcı malzemelerin mekanik mukavemetleri.	51
Çizelge 4.3: Türkiye’de kullanılan kaplama bitümlerin özellikleri.	52
Çizelge 5.1: Yapıda suyun etki etme türü, yalıtım yeri ve malzeme seçimi.	63
Çizelge 5.2: Polimer modifiyeli bitümlü sürme su yalıtım malzemesi için asgari özellikler.	71
Çizelge 5.3: Perde yüksekliklerine göre asgari örtü kalınlığı (TS EN 13658).	72
Çizelge 5.4: Sentetik örtülerde temel kaynak türüne göre en az ek yeri genişlikleri (TS EN 13658).	75
Çizelge 5.5: Polimer geliştirilmiş bitümlü sürme su yalıtım malzemeleri için özellikler (TS EN 15814).	92
Çizelge 5.6: Yalıtım uygulama	93
Çizelge 5.7: Yalıtım işçilik	93
Çizelge 5.8: Kullanım yerine göre yalıtım.	94
Çizelge 5.9: Yalıtım çözüm detayları	95
Çizelge 5.10: Yalıtım diğer özellikler	96
Çizelge 6.1: Yer altı su yalıtımı proje maliyeti	102

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Kılcal hareket	8
Şekil 2: Yeryüzündeki suyun dağılımı.	9
Şekil 3: Sızıntı sular.....	9
Şekil 4: Hidrostatik Basınç.	10
Şekil 5: Su Döngüsü	11
Şekil 6:Tatlı ve Tuzlu su kütleleri	12
Şekil 7:Suyun duvarlardan girişini etkileyen faktörler.	13
Şekil 8: Damlalık yapılmadığı için bina cephesinde oluşan hasar.	15
Şekil 9: Yapı oturması (Ezilmiş ıslak zemin - kuru zemin).....	17
Şekil 10: Donatı korozyonu sonucu donatının açığa çıkması.	22
Şekil 11: Donatı korozyonu sonucu pas tabakasının beton yüzeyine sızması.	23
Şekil 12: Pencere altı çiçeklenme.....	23
Şekil 13: Dış cephede çiçeklenme.....	24
Şekil 14: Bodrum kat duvarlarında oluşan hasarlar.	25
Şekil 15: Alkali-silika tepkimesi.	26
Şekil 16: Alkali-silika tepkimesi hasarına bağlı olarak oluşan çatlaklar	26
Şekil 17: Zemin türleri ve tahliye.....	31
Şekil 18: Drenaj uygulama kesiti.	32
Şekil 19: Çevresel tahliye (drenaj).	33
Şekil 20: Alansal tahliye (drenaj).....	33
Şekil 21: Basınçlı suya maruz kalan yapı elemanı.	36
Şekil 22: Basınçsız sızıntı sularına maruz kalan yapı elemanı.	37
Şekil 23: Asfalt emülsiyon uygulamaları.	44
Şekil 24: Hibrit esaslı su yalıtım malzemesi.....	47
Şekil 25: Bitüm esaslı sürme tip su yalıtım malzemesi (kalın).....	49
Şekil 26: Polimer bitümlü örtülerin uygulaması	53
Şekil 27: Sentetik su yalıtım örtü uygulaması.	55
Şekil 28: Bentonit şilte uygulaması.....	57

Şekil 29: Pvc su tutucu bant	61
Şekil 30: Su ile şişen bant.....	62
Şekil 31: Yüzey temizliği.....	65
Şekil 32: Yüzey tamiratı.....	66
Şekil 33: Yüzey tamiratı.....	67
Şekil 34: Astarlama	68
Şekil 35: Pahlama	69
Şekil 36: Yapı temelinde yalıtım kat, adet ve kalınlıkları (TS EN 11758-2).....	72
Şekil 37: Tam yapışma.	73
Şekil 38: Şeritsel yapışma.	73
Şekil 39: Noktasal yapışma.	74
Şekil 40: Basınçlı su için temel su yalıtımında dıştan bohçalama.	76
Şekil 41: Basınçlı su için dıştan bohçalama (bitümlü örtü, 1. Kısım).	77
Şekil 42: Basınçlı su için dıştan bohçalama (bitümlü örtü, 2. Kısım)	77
Şekil 43: Basınçlı su için dıştan bohçalama (sentetik örtü, 1. Kısım).	78
Şekil 44: Basınçlı su için dıştan bohçalama (sentetik örtü, 2. Kısım).	79
Şekil 45: Temel su yalıtımında dilatasyon.	80
Şekil 46: Temel su yalıtımında farklı kotlarda dilatasyon.	81
Şekil 47: İçten bohçalama, doğru uygulama.	82
Şekil 48: İksa sistemine su yalıtımı, yanlış uygulama.	82
Şekil 49:İçten bohçalama detayı, doğru uygulama.	83
Şekil 50: İksa sistemi üzerine su yalıtımı detayı, yanlış uygulama.	83
Şekil 51: Temel basınçlı su için içten bohçalama (bitümlü örtü).	84
Şekil 52: Bitümlü örtülerin birleşim detayı.	85
Şekil 53: Bitümlü örtü ile basınçlı su yalıtımı, temel (içten bohçalama, 1. aşama). .85	
Şekil 54: Bitümlü örtü ile basınçlı su yalıtımı, temel (içten bohçalama, 2. aşama). .86	
Şekil 55: Sentetik örtü ile basınçlı su yalıtımı, temel (içten bohçalama, 1. aşama)...86	
Şekil 56: Sentetik örtü ile basınçlı su yalıtımı, temel (içten bohçalama, 2. aşama)...87	
Şekil 57: Çift radye uygulaması, temelde.	88
Şekil 58: Temelerde çift radye uygulaması detayı.....	88
Şekil 59: Flanşlı sistem	89
Şekil 60: Kazık başının likit malzeme ile yalıtılması.....	90
Şekil 61: Mimari görünüş.....	97
Şekil 62: Vaziyet planı	97
Şekil 63: Drenaj	98

Şekil 64: Temel altı membran uygulaması	99
Şekil 65: Membran koruması	99
Şekil 66: Şişen bant ve aderans arttırıcı.....	100
Şekil 67: Bodrum kat kristalize sürme uygulaması.....	101
Şekil 68: Asansör kuyusu kristalize sürme uygulaması	101
Şekil A.1: Bodrum perde su yalıtımı	109
Şekil A.2: Drenaj.....	109
Şekil A.3: Fore kazıklı radye temellerde uygulama detayı.....	110
Şekil A.4: Fore kazıklı radye temellerde uygulama detayı.....	110
Şekil A.5: Kazık başları uygulama kesiti	111
Şekil A.6: Soğuk derz uygulama detayı	111
Şekil A.7: Toprak temaslı perdelerde boru geçiş detayı.....	112
Şekil A.8: Temel ve bodrumlarda pozitif yönden su yalıtımı uygulama detayı	112
Şekil A.9: Temel ve perdelerde pozitif yönden uygulama detayı	113
Şekil A.10: Düşey dilatasyon detayı	113
Şekil A.11: Yatay dilatasyon detayı	114
Şekil A.12: Negatif yönden yalıtım detayı	114
Şekil A.13: Asansör kuyusu ve perdelerde negatif yönden yalıtım detayı.....	115
Şekil A.14: Pozitif ve negatif yönden yalıtım detayı	115
Şekil A.15: Asansör kuyusu derz ve pah uygulaması	116
Şekil A.16: Asansör kuyusu yalıtım uygulaması	116

YAPILARDA YER ALTI SUYUNA KARŞI YAPILAN KORUMA SİSTEMLERİNİN UYGULANABİLİRLİĞİ VE GÜVENLİĞİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Su, insanların yaşamını sürdürebilmesi için vazgeçilmez bir yere sahip olmasına rağmen, yapılar için olumsuz etkileri olan, tahrip edici bir maddedir. Yapılarda en büyük dayanıma ihtiyaç duyulan yerler temel ve bodrumlar olmakla birlikte, yapılara en büyük zararı veren sular, temel ve bodrumları etkileyen yer altı sularıdır. Bu sebeple, yapılarda yer altı suyuna karşı koruma sistemleri uygulanmalıdır. Eğer gerekli çalışmalar yapıp, tedbir alınmaz ise, yer altı suları çeşitli şekillerde yapıya etki eder ve zamanla yapıda olumsuz durumlara neden olur. Yapılmayan veya yanlış yapılan su yalıtım uygulamaları, yapı ömrünü önemli derecede azaltmakta, insan güvenliği ve sağlığını tehdit etmekte, yapı güvenliğinde geri dönüşü olmayan sorunlara neden olmaktadır. Bu nedenle, yapılan yüksek lisans tez çalışmasında, yer altı suyunun olumsuz etkilerinin neler olduğu ve bunlara karşı yapılan koruma sistemlerinin uygulanabilmesi için bilinmesi gerekenler ele alınmıştır.

Söz konusu çalışmada, suyun halleri ve yapıya etki eden su türleri anlatılmış, yer altı suyunun hangi yollarla ne şekilde yapıya etki ettiği ele alınmıştır. Yapılarda hasara neden olan suyun fiziksel ve kimyasal etkilerine değinilmiş, verdiği zararların yapıda ne gibi sonuçlara neden olduğu anlatılmıştır. Yer altı suyunun oluşturduğu hasarların anlaşılması ile birlikte, yapılarda yer altı suyuna karşı yapılan koruma sistemlerinin neler olduğu, sistem özellikleri, kullanım alanları ve esasları ele alınmıştır. Bu doğrultuda, su yalıtım uygulamalarında kullanılan malzemeler sınıflandırılmış, özellikleri, uygulama usul ve kaideleri detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Su yalıtım sisteminin belirlenip, başarılı olabilmesi ve yapının yer altı suyunun olumsuz etkilerinden zarar görmemesi için, proje aşamasında ve uygulama

esnasında yapılması gereken işlemler ve uyulması gereken kurallar anlatılmış ve bazı tavsiyelerde bulunulmuştur. Ayrıca, maliyet açısından örnek proje ile su yalıtım maliyetinin, yapının toplam maliyeti içerisinde oldukça düşük, yapı sağlığı ve güvenliği açısından ise oldukça büyük öneme sahip olduğu vurgulanmıştır.

Söz konusu bu çalışma, su yalıtımı hakkında rehber olabilecek, doğru detay, doğru uygulama ve doğru malzeme tercih edilmesinde yardımcı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Yer altı suları, Temel ve Bodrum, Su Yalıtımı*

EXAMINING THE APPLICABLE NESS AND SAFETY OF PROTECTION SYSTEMS MADE AGAINST SUB-WATER IN BUILDINGS

ABSTRACT

Although water has an indispensable place for people to survive, it is a destructive substance that has negative effects for structures. Although the places that need the greatest strength in the structures are the basics and basements, the water that does the greatest damage to the structures is the groundwater that affects the foundations and basements. For this reason, underground water protection systems should be applied in the structures. If necessary studies are carried out and precautions are not taken, groundwater affects the structure in various ways and causes adverse situations in the structure over time. Waterproofing practices that are not made or miscarried significantly reduce building life, threaten human safety and health, cause irreversible problems in building safety. Therefore, the master's thesis study focused on what the negative effects of ground water are and what needs to be known in order to implement the protection systems against them.

In this study, the state of water and the types of water that affect the structure were explained and the way the groundwater affects the structure was discussed. The physical and chemical effects of the water that cause damage to the structures were mentioned and the damage caused by the structure was explained what resultsWith the understanding of the damage caused by groundwater, the structures discussed what protection systems against groundwater, system characteristics, uses and principles are discussed. Accordingly, the materials used in waterproofing applications are classified and their characteristics, application procedures and bases are explained in detail. In order for the waterproofing system to be determined, successful and the building is not damaged by the negative effects of groundwater, the procedures that should be taken during the project stage and during implementation and the rules that must be followed have been explained and some

recommendations have been made. In addition, it has been emphasized that the cost of waterproofing with the sample project in terms of cost is very low within the total cost of the structure and is of great importance in terms of building health and safety.

This work will help you to guide the waterproofing and to choose the right detail, the right application and the right material.

Keywords: *Groundwater, Building foundation and Basement, Waterproofi*

1. GİRİŞ

Yapılar tasarlanırken, mimari olarak; estetik, kullanışlı ve konforlu olması amaçlanırken, statik olarak da, milyonda bir göçme ihtimali olacak şekilde hesapları yapılır. Yapı tasarımında, en önemli unsurlardan biride, proje bütçesidir. Bütçe, eldeki imkanlar dahilinde kullanılır ve yapı güvenliğinden asla ödün verilmez. Bahsettiğimiz diğer kriterler de bütçe doğrultusunda optimum bir yapı meydana getirilecek şekilde planlanır.

Yapı ömrü, projelendirme, uygulama ve bakım olmak üzere üç ana unsura bağlıdır. Doğru projelendirilip uygulanan ve yapı ömrü boyunca gerekli bakımları yapılan binalar uzun yıllar boyunca sağlıklı bir şekilde hizmet edebilmektedir.

Yapılarda, projelendirme, uygulama ve kullanım aşamaların da karşımıza çıkan ve yapılarda olumsuz tesirlere neden olan en önemli etkenlerden biri sudur. Yapılarda suya karşı önlem alınmadığı taktirde, güvenli, sağlıklı, konforlu ve uzun ömürlü bir yapıdan söz edilemez (Gel, 2007). Su, yapılarda ;

-Yağışlar

-Yer altı suları

-Sızıntı suları, toprak nemi

-Yapı içerisindeki su

-Su buharının yoğuşması ile karşımıza çıkar.

Suyun, belirtilen şekillerde yapıyı olumsuz etkilemesi, suya karşı alınan önlemler ve yapılan uygulamalar sayesinde önlenbilir. Bu uygulamalara, su yalıtımı adı verilir. Su yalıtım uygulamalarında dikkat edilecek önemli unsur, doğru teşhis, doğru zemin hazırlığı, doğru malzeme seçimi ve uygulamasıdır.

Su ve nemin olumsuz etkilerine karşı doğru teşhisi koyabilmek için zemin etüdleri çok önemlidir. Zemin etüdlerinden elde edilen bilgiler doğrultusunda, suyun

özellikleri ve yapıya olan etkisi öngörülebilir, bu doğrultuda su yalıtım sistem ve uygulamaları planlanır. Su yalıtım uygulama maliyetleri, tüm yapının toplam maliyetinin %1-3 kadardır. Ancak su yalıtım uygulamasının yapılmaması veya yanlış uygulamaların yapılması sonucunda oluşacak tadilat ve tamir maliyeti oldukça yüksek olabilmektedir.

Yapılara çeşitli şekillerle etki eden su ve nem, taşıyıcı elemanlarda korozyon meydana getirir, donatılarda kesit ve dayanımın büyük oranda azalmasına neden olur. Yapılan çalışmalar sonucu, su yalıtımı olmayan yapılarda, kullanılan demirler 10 yıl gibi kısa bir sürede taşıma kapasitesinin %66'sını kaybettiği ortaya çıkarılmıştır. Bu nedenle dayanımını kaybeden yapı, kullanım ömrünü tamamlayamaz (Coşkun, 2012).

Türkiye, deprem kuşağı ülkesidir ve nüfusunun %95'i deprem bölgesinde yaşamaktadır (Birinci, 2013). Yapılar tasarlanırken bu doğrultuda deprem yönetmeliklerine göre statik hesapları yapılır ve projelendirilir. Ancak, statik hesapların deprem risklerine göre yapılması tek başına yeterli değildir. Yapının ekonomik ömrü boyunca güvenliğinin sağlanması da gerekmektedir. Su yalıtımının olmadığı ve suya maruz kalan bir yapıda 10 yıl içerisinde dayanımının büyük bir kısmını kaybeden yapı, depreme karşı beklenen performansı gösteremez. Bu da su yalıtım uygulamalarının, yapının güvenliğinin ve konforunun statik hesaplar kadar hayati öneme sahip olduğunu göstermektedir.

1.1 Tezin Konusu

Yer altı sularının yapıda oluşturduğu fiziksel ve kimyasal etkilerin neler olduğu ve yapıya ne şekilde etki ettiğini tanımlayarak, buna karşı yapılabilecek su yalıtım uygulamalarının neler olduğu, hangi malzemelerin ne şekilde kullanıldığının, yer altı su yalıtım uygulamaları güvenliğinin ve öneminin irdelenmesi.

1.2 Tezin Amacı

Bu çalışmadaki amaç, yer altı sularının yapılara nasıl etki ettiğini ve sonuçlarının ne olduğunu görmek, yapılan su yalıtım uygulamaları ve kullanılan malzemelerin uygulanabilirliğini ve güvenliğini irdelemektir. Bu sayede, yer altı

suyunun olumsuz etkilerinden kurtulmak için doğru su yalıtım uygulamalarının ve malzemelerinin tercih edilmesine katkı sağlamaktır.

1.3 Literatür Araştırması

Reman (1997) yüksek lisans tezinde, genel olarak insan ve yapı sağlığı açısından ısı, ses, su ve nem yalıtımının gerekliliği, malzeme tanıtımı ve uygulama tarzları açıklamıştır.

Oymael (1997) kitabında, suyun yapılara etkiye şekillerini ve neden olduğu hasarları açıklamaktadır. Özellikle temellerde ki su yalıtım uygulamalarının telafisinin olmadığını ve uzmanlık gerektirdiğini anlatmaktadır.

Oğan (1997) makalesinde, zeminde ki yer altı su miktarının yapılan sondajlar ile belirlenerek, tasarımcıya ve uygulamacıya yön verebileceğini, yer altı sularına karşı yapılan yalıtım sistemlerinin zemin raporu ve gözlemler doğrultusunda belirlenebileceğini anlatmıştır. Hatta zemin raporu doğrultusunda basınçlı yer altı suyun olması halinde temelin, radye temele dönüşebileceğini anlatmıştır.

Avlar (1999) bildirisinde, canlıların yaşamını sürdürebilmesi için ve yapıların inşaa edilebilmesi için gerekli olan suyun, yapıların tamamlanmasından sonra zararlı bir madde haline gelebileceği vurgulanmıştır. Suyun oluşturacağı zararlar kent ve yapı ölçeğinde incelenmiş, oluşum nedenleri ve önleme uygulamaları irdelenmiştir. Bu sayede kullanıcılar açısından sonuçları ve önemi vurgulanmıştır.

Gökaltun (2001) makalesinde, yapıların toprak altında kalan kısmına etki eden yer altı suyunu, basınçlı su, basınçsız su ve nem olması duruma göre karşılaştırmış ve alınacak yalıtım önlemlerini açıklamıştır.

Oymael (2001) kitabında, genel anlamda su yalıtımı ve su yalıtım malzemeleri hakkında bilgiler vermiştir.

Gel (2003) makalesinde, betonarme yapılarda suyun neden olduğu korozyonu inceleyerek, buna karşı oluşturulabilecek su yalıtım uygulamaları hakkında bilgilere yer vermiştir. Temellerde ve bodrumlarda yer altı su seviyesine göre yalıtım detayları paylaşılmıştır.

Tekin (2003) yüksek lisans tezinde, yapı elemanlarında su ve ısı etkisini incelemiş, malzeme seçiminin de tasarımın bir parçası olduğu, doğru uygulama ve malzeme

seçiminin, yapının ekonomik ömrünü tamamlamasında önemli bir etken olduğu belirtilmiştir.

Gönül ve Çelebi (2003) makalelerinde, yapıyı nemden koruma yöntemlerini araştırmışlardır. Zemin suları analiz edilmiş ve depolama süreçleri incelenmiştir. Bu konuda geliştirilmiş yöntemler tanıtılarak, hangi koşullarda hangi yöntemin uygun olabileceği belirtilmiştir. Uygulamalara katkı olarak farklı önerilerde bulunmuşlardır.

Çelebi (2004) makalesinde, yapı dayanımı için imalat sürecindeki yapı malzemelerini incelemiş, özellik ve uygulama koşullarına göre, yapının dayanımını doğrudan etkilediğini açıklamıştır. Yapının, malzeme teknik bilgilerini bilerek inşaa edilmesi, performans kaybı olmadan yapının uzun ömürlü olmasına neden ocağından bahsetmiştir. Yapıya zarar verecek temel faktör olarak da su ve nemi göstermiştir.

Ekinci ve Yıldırım (2004) çalışmalarında, toprak altı su yalıtım uygulamalarının önemi ve karşılaşılabilecek sorunları anlatmışlardır. Buna karşı yapılabilecek uygulamalar hakkında bilgi verilmiştir. Temel ve bodrumların sürekli su ve neme maruz kaldıklarından, su yalıtımı uygulamasının önemine dikkat çekmişlerdir.

Şimşek (2005) yüksek lisans tezinde, yapının yer altı sularına karşı uzun ömürlü olabilmesi için, zeminin de yapı kadar önemli olduğu anlatılmıştır. Yapının, zemin ile temasın da yer altı sularının oluşturduğu korozyonun ön plana çıkarak yapının ömrünü kısalttığı vurgulanmıştır.

Şimşek ve Akıncıtürk (2006) makalelerinde, basınçlı yer altı suyunun verdiği zararlar ve bu zararların önlenmesi için malzemeler üzerinde araştırma yapılmıştır. Su geçirimsizliğinde puzolan katkı maddelerinin etkisi incelenmiştir.

Ekinci vd. (2007) makalelerinde, yapı elemanlarının iç ve dış etkilere karşı bozulabileceğini ve özelliklerini yitirebileceklerini vurgulamışlardır. Yapının hasta yapı sendromuna uğramaması için bakımlarının yapılması gerektiğine ve bu bakımların ekonomik olarak getirdiklerine değinilmiştir.

Tekin (2010) bildirisinde, depremin neden olduğu can ve mal kayıpları vurgulanmış, depreme karşı su yalıtım uygulamalarının önemi açıklanmıştır. Türkiye’de su yalıtım üzerine durulmadığı, önem verilmediği ve kişilerin inisiyatifine bırakıldığı belirtilmiştir. Uygun teknik bilgi, malzeme ve uygulama standartlarının yürürlüğe girmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Uygunoğlu (2012) alışmasında, su yalıtımı, malzeme ve uygulamaları hakkında genel bilgilere yer vermiştir.

Birinci (2013) alışmasında, ülkemizin deprem kuşağında olduğu ve nüfusunun neredeyse tamamının deprem ile i içe yaşadığı vurgulanmıştır. Bu doğrultuda ilçelerin durumu ve mevcut yapı stoğu ele alınmış, kentsel dönüşüm mevzuatı ve mali politikaların önemi ortaya konmuştur. Son 50 yıldıki yapıların duruma göz önünde bulundurulurken kentsel dönüşüm gerekliliğini vurgulamıştır.

Aykanat (2014) alışmasında, su yalıtımı yapılmayan binalarda zaman içerisinde yapısal hasarlar ile birlikte kf gibi sağlıksız yüzeylerin ortaya çıkacağını söylemiş ve bu sorunlara karşı bina ve kent ölçeğinde zm önerilerinde bulunmuştur.

Dağ (2001) tez çalışmasında, suyun zararlı etkilerine karşı önlem alınması gerektiği, başarı elde edilemediği taktirde çoğu kez geri dönüşü olmadığı ve maliyetinin yüksek olduğu belirtilmiştir. Bu doğrultuda, su yalıtım uygulamalarının doğru ve uzun ömürlü olabilmesi için yapılması gerekenler irdelenmiştir.

şahal (1992) tez çalışmasında, temellerde su yalıtımının her zaman başarılı olamadığını ve bunun sonucunda maddi-manevi zararların ortaya çıktığına değinmiştir. Bu nedenden yola çıkararak, bina temellerinde suyun olumsuz etkilerine karşı geçirimsizlik işlevlerini yerine getiren su yalıtım uygulamalarını gerçekleştirecek adımları sırası ile ele almıştır. Söz konusu yaklaşımda, aktif ve pasif yalıtım önlemleri açıklanmıştır.

şahinoğlu (2017) tez çalışmasında, yapı ömrü boyuna temel ve bodrumların, su ve nem etkisine maruz kaldığını, su yalıtımının olmadığı yapıların faydalı hizmet ömrünün ciddi anlamda azaldığından bahsetmiştir. Bu anlamda, su yalıtım uygulamalarının usul ve kaidelerini, hangi malzemelerin kullanılması gerektiğini anlatmıştır.

1.4 Hipotez

Su yalıtım uygulamaları, yapı inşaa edilirken, statik proje kadar dikkate alınmamaktadır. Öyle ki, evre ve şehircilik Bakanlığı'nın 3 Temmuz 2017'de yayınladığı Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği ile binalarda su yalıtımı zorunlu hale gelirken, uygulamanın esaslarını belirleyecek olan su yalıtım yönetmeliği de 27 Ekim

2017 tarihinde Resmi Gazete’de yayımlandı (Resmi gazete, 2017). Yaklaşık 3 yıl önce yayınlanan bu yönetmelik, deprem kuşağında olan ülkemiz için geç kalınmış bir zorunluluktur.

Günümüzde, yapılardaki su yalıtım uygulamaları yapı denetim ve belediye yapı kontrol birimleri tarafından kontrol edilmektedir. Ancak hem uygulama hem de kontrol açısından yeterli önem verilmemekte, su yalıtım konusu müteahhit ve uygulayıcının vicdanına bırakılmaktadır. Edindiğim saha gözlemlerime dayanarak, bazı belediyeler bu işi sıkı tutup ciddi kontroller yaparak, yapıya vize vermek için su yalıtım uygulanmasının kanıtlanmasını istese de, genel anlamda su yalıtımı kağıt üzerinde kalmaktadır. Yapı denetimlerde aynı şekilde su yalıtım konusunu ihmal etmekte ve çoğu kez donatı saymaktan öteye gidememektedir.

Su yalıtım uygulamasının olmadığı veya uygun şekilde yapılamadığı yapılarda 10 yıl da donatıda kaybedilen %66’lık dayanım kaybı, aslında su yalıtım uygulamasını doğru yapıldığı bir betonarme yapıda, donatıda %66’lık bir kazanım anlamına gelmektedir. Dolayısıyla deprem yönetmeliğine göre kullanılan donatı miktarı ancak su yalıtımının olduğu bir yapıda anlamlı hale gelecektir.

17 Ağustos 1999 Gölcük depremi sonrası, İBB tarafından hazırlanan rapora göre, 55 bin konut incelenmiş, bu konutların %64’ünde korozyon etkisiyle hasar meydana geldiği tespit edilmiştir (Bitüder, 2014). Bu rapora göre, yapılarda meydana gelen hasarların en büyük nedenini korozyon oluşturmaktadır. Bu nedenle, su yalıtım yönetmeliği, deprem yönetmeliği kadar dikkate alınmalı, uygulanmalı ve kontrol edilmelidir.

2. YER ALTI SUYU VE ETKİLERİ

2.1 Suyun Özellikleri

Su diğer akışkanlardan farklı olarak yüksek kaynama ve donma sıcaklıklarına, özgül ısıya ve yüzey gerilme sahiptir. Su molekülleri kutuplu (polar) yapıya sahiptirler ve devamlı bir kimyasal bileşim olarak varlığını sürdürmektedir. Su, bu sayede hayatın vazgeçilmez maddesidir. Su doğada 3 farklı yapıda bulunabilir. Sıvı hali ile deniz, göl akarsu, yağmur ve yer altı sularını oluşturur, katı haliyle buz ve kar şeklinde bulunabilir ve gaz hali ile de su buharı olarak boşluklarda ve atmosferde bulunur. Su bu üç halde bulunduğu konuma ve şartlara göre sürekli değişiklik göstermektedir ve farklı özelliklere sahiptir. Suyun malzemeleri etkileyecek özellikleri şunlardır ;

2.1.1 Islatma

Sıvıların yüzeyleri ıslatabilmesi için adhezyon kuvvetinin kohezyon kuvvetinden büyük olması gerekir. Bu sayede yüzeyde yayılır ve yüzey ıslanmış olur. Suyun molekülleri arasındaki çekim kuvveti sayesinde dağılmadan kalabilir veya başka moleküllerle de bağlar kurabilir. Buda suya ıslatma özelliği verir.

2.1.2 Çözücülük

Suyun çözücü özelliği sayesinde, organik ve inorganik maddeler çözünebilir. Çözünme hızı yapıdaki sertlik oranı, bileşiği, sıcaklık ve hareket yapışana göre farklılık gösterir. Yapı malzemelerinde de akan su, durgun suya göre daha fazla çözücü etkiye sahiptir. Suyun çözücü özelliği bulunduğu şartlara ve malzemeye göre farklılık gösterir.

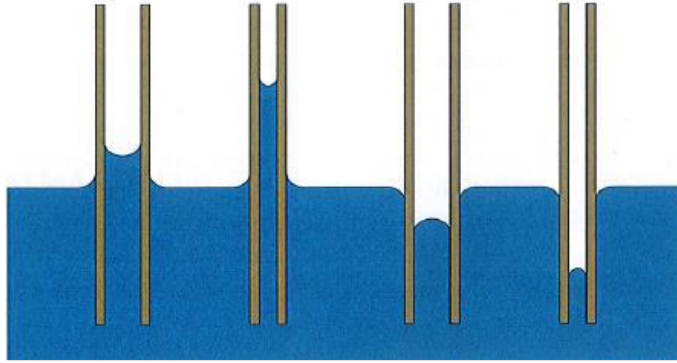
2.1.3 Kılcallık

Yer altı sularının bulunduğu boşluklardan atmosfere doğru hareket etmesidir. Bu harekette yükselme miktarı, zemin taneleri arasındaki boşluklara ve zemin yapısına bağlıdır.

Zemin taneleri arasındaki boşluklar birbirine bağlı olduğunda oluşan kanallar kılcallık etkisi oluşturur ve su yukarı yönde yükselir (Toydemir ve diğ. 2000).

Çizelge 2.1: Kılcal su yükselmesi

Zemin Cinsi	Kılcal Yükseklik (m)	Çekme Gerilmesi (kN/m^2)
Kum	0,01-1,0	0,5-10
Kil	>10	>100
Silt	1,0-10	10-100



Şekil 1. Kılcal hareket

2.2 Yapıya Tesir Eden Sular

Su yapıya en çok sıvı ve gaz hali ile tesir eder. Yapıya tesir eden suları ikiye ayırırsak bunlar; yer altı suları ve yer üstü sularıdır. Yapının yer altı ve yer üstü sularıyla temas biçimleri, yapının tasarımını ve kullanılan malzemeleri de etkilemektedir. Yer altı ve yer üstü suları, yapının bulunduğu topografik ve jeolojik unsurlara bağlı olarak farklılık gösterir.



Şekil 2. Yeryüzündeki suyun dağılımı.

Yapının tasarım aşamasında, yer altı ve yer üstü sularının fiziksel ve kimyasal özelliklerin bilinmesi ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Gerekli önlemler alındığı takdirde sular yapıya zarar veremeyecek veya verdiği zararlar azalmış olacaktır.

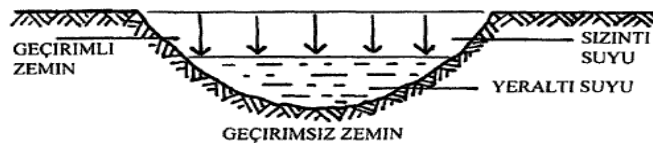
2.2.1 Yer altı suları

Yer altı suları, yağışlar sonrası suyun zemin yapısına bağlı olarak toprak tabakaları arasından yer çekimi doğrultusunda hareket etmesiyle oluşur. Bu hareket geçirimsiz veya az geçirimli tabakalara geldiğinden azalır ve su birikir. Birikmeye başlayan su, zamanla geçirimsiz tabakanın üstünde bulunan geçirimli zeminlerin boşlukları arasına girerek suya doymun bir zemin oluşturur. Yükselen suyun en üst noktası bize yer altı su seviyesini vermektedir. Biriken yer altı suları yapının temelinde, bodrum perde ve döşemelerine çeşitli şekilde zarar verebilir.

Yer altı suları; toprak nemi, sızıntı suları, yer altı suyu ve kılcal boşluklar olarak farklı başlıklar altında incelenir (Sunguroğlu ve diğ. 1990).

2.2.1.1 Sızıntı sular

Yağmur ve kar sularının geçirimli toprak tabakalarından sızmasıdır. Sızıntı sular, geçirimli toprak tabakalarından yer çekimi etkisi ile daha da derinlere iner. Suların yer çekimi etkisi ile derinlere indiği bu bölgelere süzülme katmanı denir. Süzülme bölgesindeki sızıntı suları, yapı elemanlarına basınçsız su etkisine maruz bırakır (Gürdal, 1994).

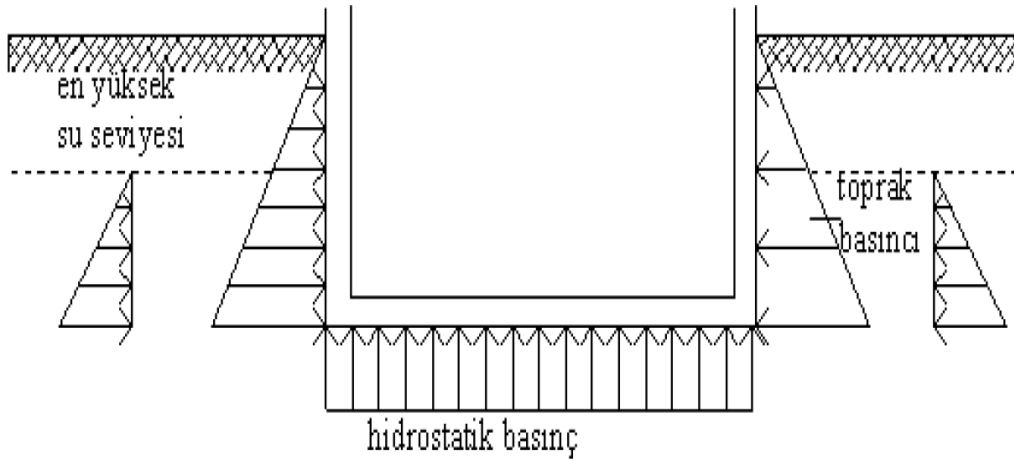


Şekil 3. Sızıntı sular

2.2.1.2 Yer altı suları

Sızıntı suları geçirimli tabakadan aşağı yönlü hareket ederken, geçirimsiz bir tabakaya geldiğinde birikme meydana gelir ve burada yer altı sularını oluşturur. Sızıntı sularının aşağı yönlü hareketinde geçirimsiz düzlem tabakaya rastlayan sızıntı suları, tabaka boyunca yatay yönde de hareket edebilir. Geçirimsiz tabaka üstünde ve geçirimli toprakların hava boşluğunda biriken suların en üst seviyesi yer altı su tablası olarak isimlendirilir. Yer altı su tablasının kotu, yer altı su seviyesini temsil etmekte olup bu seviyenin altındaki zemin tamamen suya doymun haldedir (Tekin ve diğ. 2015).

Yapının toprak altında kalan kısmı, yer altı su seviyesinin altında kalır ise bu sular yapının suyla temas eden yüzeylerinde hidrostatik basınç oluştururlar. Bu basınç düşey ve yatak olarak etki etmektedir. Su seviyesi altında kalan yapı elemanlarının suyla temas eden yüzeyleri suyun basınç etkisi altındadır (Şahal, 1992).



Şekil 4. Hidrostatik Basınç.

Yer altı su seviyesi mevsimlere göre farklılık gösterdiğinden, yağışların fazla olduğu mevsimlerde daha çok basınç oluştururken, yağışların az olduğu mevsimlerde daha az basınca neden olmaktadır.

2.2.1.3 Toprak nemi

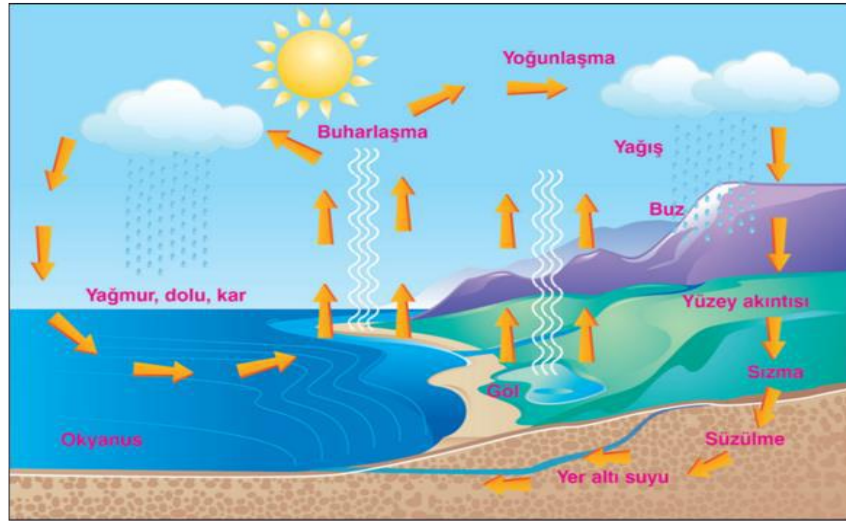
Sızıntı suları, tabaklar arasında aşağı doğru geçiş yaparken, toprak danelerinin arasındaki boşluklar nemli kalır. Bu daneler arasında adezyon ile kalan ıslaklığa zemin nemi denir (Sunguroğlu ve diğ. 1990).

Toprak'ta zemin neminin oluşmasına neden olan bir diğer etken de mevsimlerin kurak olduğu dönemlerde kılçaklık etkisi ile birlikte suyun zemin yüzeyine doğru yükselmesi ve toprak katmanlarını ıslatmasıdır. Zeminde nem, yer altı sularına ve sızıntı sularına bağlı olmadan da vardır.

2.2.1.4 Kılcal su

Kılçallık (kapilarite), suyun, basınç farkına gerek olmaksızın kılcal kanal boyunca hareket etmesidir. Üst kısımlara kılçallık yoluyla ilerleyen yer altı suları, o bölgeyi suya doymun hale getirerek zemin basıncının ve bunun nedeni olarak toprak altı yapı elemanlarına uygulanan zemin yanal basıncının artmasına yol açar. Bu basınç yapmayı statik olarak etkilemese bile yapıda nem ve rutubet oluşumuna neden olabilir.

2.3 Toprak Üstü Suları



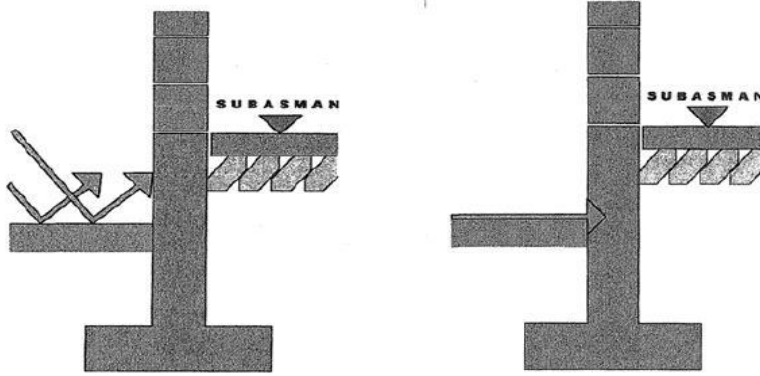
Şekil 5. Su Döngüsü

Toprak üstü su kaynakları, yağmur ve kar şeklindeki yağışlar, tatlı ve tuzlu su kütleleri ve atmosferik nem olarak ayırabiliriz. Yeryüzüne düşen yağışlar su döngüsü gereği denizlere, vadilere, göllere, nehirlere ve yeraltındaki su kütlelerine karışır.

2.3.1 Yağış suları

Yağmur ve kar şeklindeki yağışlar, atmosferdeki suyun dönüşünün temel yoludur. Bu sular yapının toprak üstü elemanlarından yer çekimi ile aşağı doğru akar.

Yapının bulunduğu yerin yağmur alma oranı suyun yapıya etkisi için önemli bir etkidir.



Şekil 6. Tatlı ve tuzlu su kütleleri

Su kütlelerinin etkileri kimyasal özelliklere göre değişiklik gösterir. İçinde düşük oranda erimiş tuz ve çözülmüş mineraller bulunduran ve sertliği az olan tatlı su, yapıya oldukça fazla zarar verir.

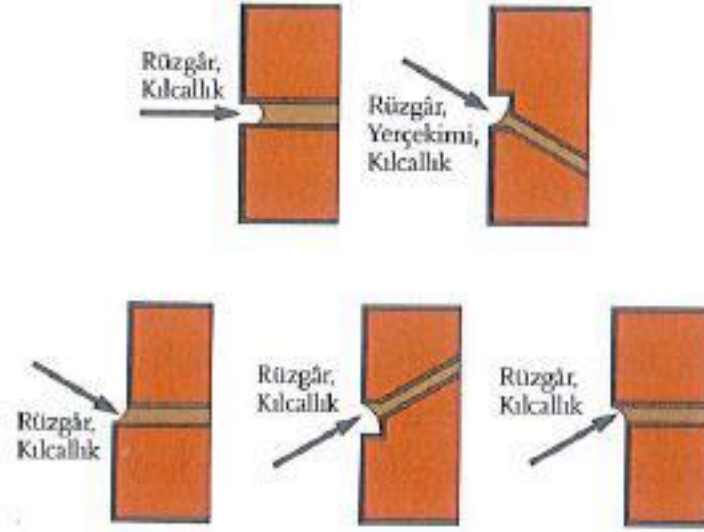
İçerisinde çözülmüş tuzlar ile beton üzerinde kimyasal etkisi olan deniz suyunun da, gel git etkisi, ıslanma-kuruma-donma ve dalgaların aşındırma etkisiyle birlikte yapılara fazlaca etkisi vardır.

Atmosferik nem (su buharı)

Atmosferde bulunan su hava rutubetidir. Atmosfer su buharı açısından doymun hale geldiğinde su buharı yoğunlaşarak nem ve çiy meydana getirir. Nem zaman içerisinde yapı malzemelerinde oldukça zarar vermektedir. Kısa vadede rutubet ve çillenme oluştururken, uzun vadede yapıya ciddi zarar verebilmektedir.

2.4 Yer Altı Suyunun Yapıya Girişini Etkileyen Faktörler

Su üç farklı halde bulunabilir ve yapıya etki edebilir. Suyun yapıya etki edebilmesi için yapı malzemelerindeki imalat hataları dışında, suyun kendisi, girebileceği boşluklar ve suyu itebilecek kuvvete ihtiyaç vardır. Yapılarda su; çatılar, cephe ve temellerde farklı şekilde etki eder.



Şekil 7. Suyun duvarlardan girişini etkileyen faktörler.

Yapı elemanlarına nüfus eden bu farklı etkileri, sızma, kılcallık, yüzey gerilimi, basınçlı su etkisi, yoğuşma ve yanlış uygulamalar olarak ele alabiliriz.

2.4.1 Yer çekimi

Su yer çekimi ile birlikte sürekli aşağı yönlü hareket etmek ister ve kılcal boşluklardan, geçirimli tabakalardan yol alır. Geçirimsiz tabaka ile karşılaştığında birikip yer altı suyunu oluşturur. Bu da yapıya hidrostatik basınç olarak geri döner.

Yapılarda yatay ve az eğimli yüzeyler yer çekimi etkisiyle birlikte suyun sızmasına neden olabilir. Bu etkiyi en çok çatılarda görmekteyiz. Yağış sularının yer çekimiyle birlikte oluşturduğu hareket, çatı yüzeyinde akıma ve çatı üzerine baskıya neden olur. Eğer çatıdaki eğim yeterli düzeyde ise su akım oluşturacaktır ancak çatıda yeterli eğim yok ise yağmur suları ve kar yeterli akıma sahip olamayıp çatıda sızmalara neden olabilir.

Yağış suları yer çekimi etkisiyle yapının zemin ve bodrum katlarında sızmalara neden olabilir. Eğer yapıda gerekli önlemler alınmış ise yağış suları yer altı sularına karışır.

2.4.2 Hidrostatik basınç

Yer altı su seviyesinin yüksek olduğu veya sonradan yükselen yerlerde yapının suyla temas halindeki yüzeyleri hidrostatik basınca maruz kalırlar. Basınç

kuvveti yapı yüzey alanına dik bir şekilde etki eder ve derinlik artıkça basınç da artar.

Hidrostatik basınç sadece toprak altında yer altı sularıyla değil teras katlarda balkon vb. yerlerde de suyun tahliye edilememesi gibi durumlarda da küçük çaplı görülebilir (Tekin ve diğ. 2015:24).

2.4.3 Hava akımı

Rüzgarla ile birlikte hızlanan yağışlarda, duvar yüzeyinde kinetik enerji ve dış hava basıncı, duvardaki gözeneklerin iç basıncından fazla olduğunda, basınç farkından oluşan kuvvet duvardaki gözeneklere girer. Eğer duvar hidrofob özellikte değil ise kılçaklık etkisi oluşur.

2.4.4 Yüzey gerilimi

Su moleküllerinin sabit değildir ve birbirleri üzerinde kayarlar. Bunun sebebi de çekme kuvvetinin düşük olmasıdır. Su, üste bulunan moleküllerin alta bulunan moleküller tarafından çekilmesiyle yüzeyde küçülmeye çalışır. Bu yüzden oluşan yüzey gerilmesi ile su, çatlak, derz, birleşim yeri vb. yerlerden ilerlemeye çalışır.

2.5 Yer Altı Suyun Yapıya Tesirleri ve Neticeleri

Su, yapıda kullanılan malzeme özelliklerine ve suyun özelliklerine göre etkide bulunur ve yapıya hasar verir. Su, toprak üstü ve toprak altı olmak üzere yapıya dışarıdan ve içeriden zarar verir. Oluşabilecek hasarın türü ve şiddeti, su miktarına, su bileşenlerine, sıcaklığa ve kullanılan malzeme özelliklerine göre değişir.

Betonarme yapılarda kullanılan beton, bazik özelliğe sahiptir. Beton da bazik özellikli malzemeler gibi maruz kaldıkları suyu itmezler tam tersi olarak bünyesine çekerler. Betondaki oluşabilecek boşluk ve segregasyon yapının daha çok etkilenmesine, suyun etkisinin artmasına neden olur. Yapı proje aşamasında, yapının inşaa edileceği alanda zemin etüdü yapılmalı, bu doğrultuda zemin türü, suyun özellikleri ve iklim şartlarının öğrenilmesi gerekir. Suyun özellikleri tespit edilip, suyun malzeme üzerindeki etkileri belirlenmeli, oluşabilecek hasarlar tahmin edildikten sonra ideal çözümler bulunmalıdır. Bu doğrultuda yapıda kullanılacak

yalıtım tipi proje aşamasında belirlenmelidir. Burada amaç, suyun yapı içerisinde girmeden uzaklaştırılması ve suyun olumsuz etkisinden yapının korunmasıdır.

Suyun Yapıdaki Etkileri;

- Suyun fiziksel etkileri,
- Suyun kimyasal etkileri olmak üzere ikiye ayrılabilir.

2.5.1 Suyun fiziksel etkisi

Suyun yapı elemanları üzerinde neden olduğu fiziksel etkiler donma, nemlenme, ıslanma, çiçeklenme, küflenme, mantarlaşma, çatlama ve kopma vb. çıplak gözle fark edilebilecek oluşumlardır



Şekil 8. Damlalık yapılmadığı için bina cephesinde oluşan hasar.

2.5.1.1 Donma etkisi

İçerisinde su bulunan boşluklu malzemelerde, su sıcaklığının sıfırın altında düşmesi sonucu meydana gelir. Sıcaklık sıfırın altında düşerken, ilk olarak büzülme meydana gelir. Su donma evresine geçtiği zaman yaklaşık olarak %10'luk hacim artışı meydana gelir. Malzeme boşluklarında suyun varlığı, donma olayı gerçekleştirdiğinde iki kat önemli hale gelir. Malzemede bulunan suyun donmasıyla

birlikte, malzemede iç gerilmeler ve malzemede zorlamalar meydana gelir. Eğer suyun donması sonucu ortaya çıkan bu gerilmeler, malzeme mukavemetini geçerse, suyun donma hızına da bağlı olarak malzemede çatlama, kırılma hatta parçalanmalar meydana gelebilir (Eriş, 1994).

Donma derecesi, boşluklardaki su haciminin boşluk hacmine oranıdır. Bu oran %80 üzerinde olması durumunda, malzemenin hasar görme ihtimali yüksektir. Yapısındaki kılcal boşluklara su alan malzemelerde, boşlukların dağılımı doyma derecesini etkilemektedir. Kılcal boşlukları az olan betonda donma sebebiyle oluşacak hasarlar da az görülür. Donma daha çok yapılarda beton, taş gibi kırılğan malzemelerde etkili olur (Akgöz, 1995).

2.5.1.2 Şişme – büzülme

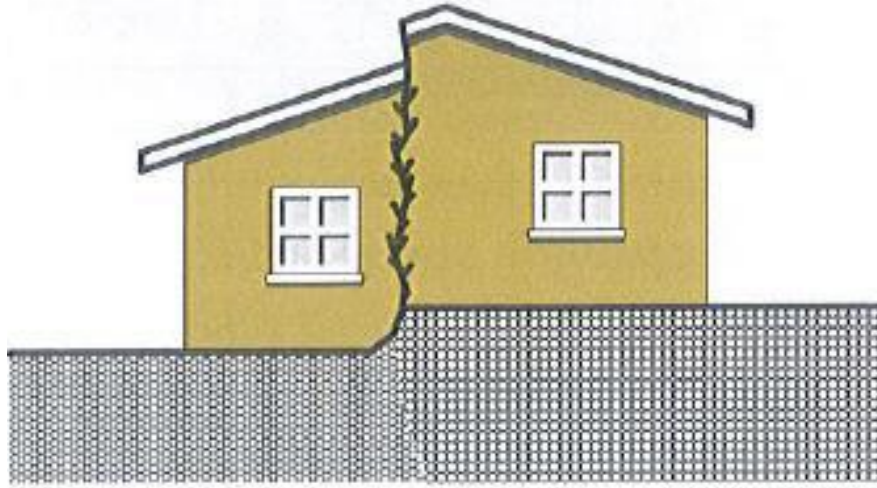
Malzemenin kılcallık veya başka bir sebeple su emmesi ile hacmi artar ve şişme meydana gelir. Malzemenin emdiği suyu kaybetmesi ile de büzülme meydana gelir. Malzemenin şişme ve büzülme oranı iç özelliklerine ve su alma miktarına göre değişir.

Çizelge 2.2: Bazı yapı malzemelerinde şişme-büzülme değerleri.

Malzeme	Şişme (mm/m)	Büzülme (mm/m)
C18 Beton	0,14-0,16	~0,2
C30 Beton	0,16-0,19	0,2
Cürüflu Beton	~0,17	0,2
Kireçtaşı	0,09-0,16	0,13-0,14
Granit	0,06-0,2	0,15-0,2
Bazalt	0,35	0,38
Çimento Harcı	~0,2	0,3-0,45
Kireç Harcı	0,4	0,8-1,1

Malzemelerde şişme olduğunda basınç, kuruma olduğunda da çekme gerilmeleri meydana gelir. Tabloda malzemelerin şişme ve büzülme miktarları arasında fark olduğu görülmektedir. Bu fark malzemenin kurduğunda daha fazla büzüldüğünü göstermektedir (Toydemir ve diğ. 2000). Beton gibi malzemelerde kuruma sürecinde çatlaklar oluşabilir var olan çatlaklarında büyüme olasılığı vardır. Bu süreç devam ettiği sürece malzemelerde yorulma meydana gelir ve oluşan hasarın etkisi artar. Bu sebepten dolayı, yapı malzemeleri ıslanmaya karşı korunmalı ve buna göre tasarlanmalıdır.

Şişme-büzülme olayı, yapının oturduğu zeminlerde de meydana gelir. Killi zeminlerde, yağışlı ve kurak dönemlerin arka arkaya geldiği dönemlerde önemli problemlere neden olur. Gerekli önlemler alınmadığında farklı oturmalarla neden olur ve bunun sonucunda temellerde çatlaklara ve hasarlara neden olabilir.



Şekil 9. Yapı oturması (Ezilmiş ıslak zemin - kuru zemin)

2.5.1.3 Yoğuşma ve buharlaşma etkisi

Atmosferde her zaman su buharı bulunur. Havanın içerdiği su miktarı, hava sıcaklığına, su kütlesine, bitkilere, insanlara ve hava akımlarına bağlıdır. Soğuk havalarda ısıtılan bir yapının içeresinde bulunan mutlak nem oranı dışarısına göre fazladır. Bunun sonucunda dışarıya doğru difüzyon ve infiltrasyon yoluyla su buharı geçişi meydana gelir. Bu geçiş süresince kısmi buhar basıncı azalarak dışarıdaki havaya yaklaşır. Su buharının akışında, basınç ve sıcaklığın azalma hızı, yapı duvarını oluşturan katmanların ısı geçirimsizlik ve buhar değerlerine bağlıdır. Eğer sıcaklık çığ noktasına kadar düşerse, buharın bir kısmı yoğuşarak su haline gelir ve

bulunduğu yapı duvarını etkilemeye başlar. Yoğuşma ve buharlaşma devamlı olarak tekrarlanırsa yoğuşmadan oluşan su, tamamen buharlaşmaz ise duvar katmanında devamlı olarak birikecektir.

2.5.1.4 Islanma-kuruma etkisi

Deniz suyuna maruz kalan betonarme yapılarda suyun oluşturduğu zararlardan biride, ıslanma kuruma olayıdır. Gelgit olayına maruz kalan liman gibi deniz üzerine inşaa edilen betonarme yapılar bu etkiye maruz kalmaktadır.

Islanma kuruma olayı bir döngü halinde gerçekleşir ve beton içerisinde çok eksenli gerilmeler ve şekil değışimleri meydana getirir. Islanma kuruma etkisinin betonda oluşturacağı hasar, güneşin kuruma etkisine, neme ve betonun sıcaklığına bağlıdır.

2.5.2 Suyun kimyasal etkisi

Suyun kimyasal etkisi, betonun yapısı itibariyle kimyasal tepkimelere yol açar, betonun kalitesi bozulur ve betonarme yapılarda zamanla çeşitli hasarlara neden olur. Suyun içerisinde bulunan NH_4 , K^+ , Na^+ , Mg^{+2} gibi katyonlar ve Cl^- , SO_4 gibi anyonlar, betonarme yapılarda erime, rutubet, hacimde artış gibi hasarlara neden olur. Hasarların boyutu suyun içerisindeki iyonların yoğunluğuna, beton cinsine ve etkime süresine bağlıdır.

Deniz suyuna direk maruz kalan yapılar dışında, denize yakın çevrede bulunan yapılarda da, rüzgarın deniz suyu nemini taşımasıyla birlikte, deniz suyu etkisine maruz kalır.

Deniz suyunun yapılarda oluşturduğu etki başlı başına büyük bir sorundur ve ayrıca incelenmesi gerekir. Deniz suyu, içerdiği iyonlarla birlikte betonarmede olduğu kadar çelik yapılarda da oldukça büyük etkiye sahiptir. Deniz suyu, metallerde korozyon oluşumunu hızlandırıcı etkiye sahiptir.

Türkiye, 3 tarafı denizlerle çevrili yarı ada bir ülkedir. Etrafında bulunan denizler farklı özelliklere sahiptir. Bu açıdan, Türkiye'yi çeviren deniz sularının kimyasal özellik ve oranlarının farklılığı, denize yakın yerlerde yapılacak olan yapılarda dikkate alınması gerekir.

Çizelge 2.3: Denizlerimizin tuzluluk oranları ve iyon yoğunlukları.

Deniz	Tuzluluk	Ca ⁺² (mg/L)	SO ⁻² (mg/L)	Na ⁺ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	Mg ⁺² (mg/L)
Akdeniz	3,8	1450	2910	19261	12080	580
Ege	3,7	1450	2836	18771	11768	560
Karadeniz	1,8	640	1272	8402	5261	250
Marmara	2,7	980	1945	12841	8049	379

Yapının dizaynı aşamasında, yapı ile etkileşime girecek suyun gerekli analizleri yapılmalı ve önlemleri alınmalıdır.

Oksijen-Korozyon

Klorür-Korozyon

Asit-Çimento Erimesi

Karbondioksit-Karbonatlaşma

Alkaliler-Agrega genleşme tepkimesi

Sülfatlar-Çimento genleşmesi

Asit etkisi

Asit, betonda nötralize olduğundan oluşacak hasar sınırlıdır. Asit'in betonda hasara yol açabilmesi için çok fazla miktarda bulunması gerekir. Fakat asitin bu sınırlı etkisi sonucu ortaya çıkan maddeler farklı tahribatlar biçimlerinin ilerlemesine de neden olabilir.

Su bileşeninde bulunan asit, yoğunluk, cins ve sıcaklıklarına göre farklı hızlarda tepkimeye girerler ve malzemenin cinsine göre de bozulmalara ve tahribatlara neden olurlar.

2.5.2.1 Sülfat etkisi

Toprak içerisinde bulunan sülfat ve suyun içinde çözülmüş halde bulunan sülfat betonarme elamanlarla temas halinde bulunduğu, çimento bazlı yapı

malzemelerinde önemli hasara neden olabilirler. Sülfat, çimento bileşenleri kalsiyum hidroksit ve kalsiyum alüminat ile tepkimeye girer ve bunun sonucunda çıkan ürünlerin hacmi, tepkimeye giren ürünlerin hacminden daha fazla olur. Bu durum çimentoda hasara yol açar (Akman, 2000).

2.5.2.2 Klor etkisi

Bütün sulara belirli oranlarda klor bulunur. Suyun içerisindeki klor iyonu, beton içerisinde kalan donatının elektrokimyasal olarak korozyona uğramasına yol açar.

Donatı, bulunduğu beton içerisinde bir miktar oksit tabakasıyla çevrilidir. Beton, içerdiği malzemelerden dolayı bir miktar klor içerir ama bu klor serbest halde değildir ve zararsızdır. Fakat çeşitli yollarla dışarıdan gelen yüksek yoğunluklu klor, pasifize oksit tabakasında birikerek zamanla bu koruyucu tabaka ile tepkimeye girer. Oluşan tepkime sonucu boşluk oluşur ve eriyen demir kısmı klorüre dönüşür. Bu tepkime sonucunda hacim artışı meydana gelir ve demir betondan ayrışır, betonda çatlaklar meydana gelir(Akman, 2000).

2.6 Yer Altı Suyu Etkilerinin Neden Olduğu Sonuçlar

Suyun etkileri, yukarıda bahsedilen özelliklerine bağlı olarak, kimyasal (bozulma, çürüme, çözünme) veya fiziksel (parçalanma, aşınma, ufalanma) olarak iki şekilde gerçekleşir. Bu iki durum da sıcaklık, mikroorganizmalar, zararlı gazlar vb. diğer etkenler ile birlikte gerçekleşir ya da birbirine uygun ortamı oluştururlar. Bu durumda suyun neden olduğu hasar ve sonuçların büyüklüğü artar.

2.6.1 Karbonatlaşma

Karbonatlaşma, betonarme elemanlarının hava ve neme maruz kalması sonucu meydana gelir. Betonda meydana gelen kılcal çatlaklar ve difüzyon ile betona nüfus eden karbondioksit, beton bünyesinde hidrate olmuş kireç ile tepkimeye girer, kalsiyum hidroksil ve karbonik asit meydana gelir. Bu olaya karbonatlaşma denir.

Karbonatlaşma'ya etki eden faktörler şunlardır;

-Yeterli pas payı ile birlikte sıva kalınlığı gazların girişini engeller.

-Su/çimento oranı arttıkça karbonatlaşma da hızlanır

-Kür koşullarının sağlanması karbonatlaşmayı yavaşlatır.

-Yük dayanımında karbonatlaşma hızı az olur.

-Yüksek çimento dozajı karbonatlaşmayı yavaşlatır.

-Puzolanların kullanımı

-Kuru ve suya doygun ortamlarda karbonatlaşma durur, %50 bağıl nemde en fazla reaksiyon meydana gelir.

-Oda sıcaklığında reaksiyon hızlı, aşırı sıcaklıklarda yavaştır.

Karbonatlaşma, kılcal çatlakların çok olduğu dış kısımdan iç bölgelere doğru azalarak etkisini gösterir. Karbonatlaşma etkisi ile birlikte betonun pH değeri düşer ve donatıyı paslanmaya karşı koruyan alkali ortam kaybolur. Kılcal çatlamanın yoğun olduğu pas payı bölgesinde karbonatlaşmanın fazlalığı, donatının paslanmasına neden olur (Tekin ve diğ. 2015:38).

Karbonatlaşma, sürekli suya maruz kalan betonarme elemanlarda, su ile temasta olan yüzeylerde, temeller ve yüksek rutubet olan bölgelerde bulunan betonarme elemanlarda meydana gelir.

2.6.2 Korozyon

Dünyada yapıların büyük bir çoğunluğu betonarme yapılardır. Beton, içinde bulunan demir donatıyı fiziksel etkilerden korurken, diğer taraftan da alkali ortam sağlayarak demiri kimyasal etkilerden de korur. Korozyon oluşumunun iki ana nedeni vardır; Karbonatlaşma etkisiyle betondaki pH değerinin düşüşü ve klor iyonlarının donatı ile temas etmesi. Korozyon için çeşitli önlemler alınabilir. Bunun için alınabilecek en önemli önlem, betonu kuru tutmaktır. Bunu yapabilmek için su yalıtımının yapılması gerekir. Böylelikle klor iyonunun girişi engellenir ve karbonatlaşma olayı zorlaşır (Çelebi, 2004). Korozyon sülfat, asit, klor, alkali-silika tepkimeleri ve karbonatlaşma gibi durumların sonucudur. Gözle görülebilen korozyonlar, korozyonun ilerlemiş aşamalara geldiğinin habercisidir. Yapı elemanının bulunduğu koşullara göre donatı hacminde, 2,5 katı büyüklükte pas oluşumları görülebilir. Betonarme elemanlarda kullanılan pas payları yetersiz kalması durumunda beton çatlak ve paslı donatı açığa çıkar. Bu durumda hava ile doğrudan temas korozyon hızında artışa neden olacaktır (Akman, 2000).

Betonarme elamanlarda korozyonun oluşmasına ve devam etmesine 4 etken neden olur.

-Oksijen

-Su

-Pas payı yetersizliği

-Yoğuşma sonucu nemlenme



Şekil 10. Donatı korozyonu sonucu donatının açığa çıkması.

Korozyon sonucunda meydana gelen donatı hacmindeki kayıp, başlangıçta alınan hesap değerlerin karşılanamamasına neden olur. Bu yapının statik hesabı açısından istenilmeyen bir durumdur. Dayanımı 365 Mpa olan 12'lik betonarme çeliğinin başlangıç yük kapasitesi 41.3 kN iken, korozyon sonucu oluşan donatıdaki kesit kaybının yıllık 0.25mm olduğu kabulü ile birlikte 5 yılın sonunda yaklaşık 26 kN, 15 yıl sonunda da 6 kN yük taşıma kapasitesine düşecektir. Bunun sonucunda donatı taşımama kapasitesini 25 yıl sonunda tamamen kaybedecektir (Yıldırım, 2012:43-47).



Şekil 11. Donatı korozyonu sonucu pas tabakasının beton yüzeyine sızması.

2.6.3 Çiçeklenme (effloresans)

Betonarme elemanları etkileyen sular, içlerinde çözülmüş kimyasal maddeler bulundurlar. Bu maddeler temas ettikleri malzemelere zarar verebilirler. Betonarme elemanlara temas eden su, içerdiği kimyasal bileşenlere bağlı olarak, malzemenin üzerindeki tuzları çözmekte, koparmakta, sürüklemekte ve sonra da yapının herhangi bir yerinde buharlaşan su ile yüzeye çıkan tuzlar, ince taneler şeklinde yüzeyde birikir. Bu olaya çiçeklenme denir Gürdal & Karagüler (1999).



Şekil 12. Pencere altı çiçeklenme.



Şekil 13. Dış cephede çipekleme.

Magnezyum, sodyum klorür, potasyum nitrat gibi tuzlar sıcaklığın etkisiyle suda çözünebilirler. Çözünen tuzlar, suyun soğuması ve daha sonrasında buharlaşmasıyla birlikte kristal şeklinde görülebilir. Bu durum beton kılcal boşluklarında meydana gelebilir.(Addleson, 1972). Çipekleme betonarme yapılarda beton ve sıva yüzeylerde görüldüğü gibi, sıvasız tuğla duvarda da görülebilir. Çipekleme malzeme yapışana etki ederek çatlaklara yol açabileceği gibi estetik olarak da kötü bir görüntüye neden olmaktadır.

2.6.4 Mantarlaşma ve çürüme

Mantarlaşma ve çürüme olayı genellikle ahşap malzemelerde meydana gelir. Ahşap malzemelerde suyu ve nemin etkisi betona göre daha fazladır. Ahşap, sahip olduğu selüloz yapısından dolayı su ile temas halinde olunca şişer, kurduğunda da büzülme eğilimi gösterir. Ahşap, su ile temas halinde iken, bünyesinde bulunan organik ve inorganik maddelerin sıcaklıkla birlikte çözülür ve mantar oluşumuna neden olur.

Ahşap gibi doğal malzemelerde mantarlaşma olayını engellemek zordur. Mantar oluşumu ahşap malzemenin yapısını bozar, ayrışmalara, görüntü bozukluklarına, çürümelere ve kötü kokulara neden olur. Mantar ve çürümelere çoğunlukla rutubetli, havasız ve güneşsiz ortamlarda kullanılan ahşaplarda meydana gelir. Mantarlaşma ve çürüme sık olarak, akıtan çatılardan, yoğuşma etkisinden, cephede yanlış kullanılması gibi nedenlerden oluşur (Şimşek, 2005).



Şekil 14. Bodrum kat duvarlarında oluşan hasarlar.

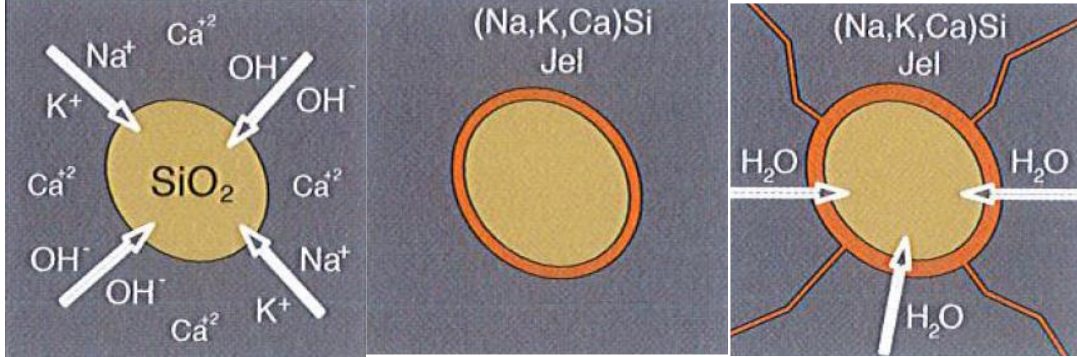
2.6.5 Alkali – silika Tepkimesi

Alkali silika tepkimeleri, karmaşık bir kimyasal tepkimedir. Betonda bulunan agregalardan gelen silis ile çimentodan ve dışardan gelen alkali hidroksitler arasında meydana gelir. Üç şekli vardır ;

- Alkali-karbonat
- Alkali-silikat (yavaş ilerler),
- Alkali-silika

Alkali tepkimelerinden yapılarda en sık görüleni alkali-silika tepkimesidir. Bu tepkimenin oluşabilmesi için ortamda; alkali, nem ve aktif silis formu olmalıdır. Bunlarda biri dahi olmazsa tepkime gerçekleşmez. Beton içinde bulunan agregalarda belli oranlarda silis ve çimento içerisinde de alkali içerik bulunur. Tepkimedeki önemli husus, tepkimenin neden olduğu genişlemenin sorun oluşturabileceği gerçeğidir. Çimentoların bazılarında yüksek miktarda sodyum oksit ve potasyum oksit gibi alkali oksitler bulunurken, bu oksitler betondaki suda çözünerek aktif hidroksitlere dönüşürler. Agrega içinde bulunan hidroksit ve aktif silislerin tepkimesi sonucu çıkan jel betonun çatlamasına neden olur. Alkali silika tepkimesi sonucunda çıkan jel az emme ve şişme özelliğine sahipse betonda problem meydana gelmez. Lakin jel, çok su emme ve şişme özelliğine sahip ise betonda içsel gerilmeler oluşur.

Bu gerilmeler betonun çekme dayanımından fazla olursa betonda çatlaklar meydana gelir. Beton içindeki şişme %2-3 mertebelerine kadar ulaşır. Tepkime hızları yavaş olduğundan dolayı da oluşan çatlaklar birkaç yıl sonra gözlemlenebilir.



Şekil 15. Alkali-silika tepkimesi.

Alkali-silika tepkimelerinin etkileyen faktörler şunlardır:

- Karışım oranlarının etkisi
- Alkali içeriğinin etkisi
- Agrega cinsisinin ve tane büyüklüğü reaktif silis oranını etkiler.
- Dış alkaliler etkisi.
- Rutubetin etkisi.
- Sürüklenmiş havanın etkisi
- Sıcaklığın etkisi



Şekil 16. Alkali-silika tepkimesi hasarına bağlı olarak oluşan çatlaklar.

3. YAPILARDA YER ALTI SUYUNA KARŞI YAPILAN KORUMA SİSTEMLERİ

Su canlıların hayatın devam ettirebilmesi için vazgeçilmez bir kaynaktır. Yapılar için ise bu tam tersidir. Su, yapının ömrünü ve kullanım kalitesini doğrudan etkileyen önemli bir unsurdur. Bu yüzden yapılardaki su yalıtımı konusu hayati öneme sahiptir.

Su yalıtımı, yapının tasarımından itibaren düşünülmesi ve hesaplanması gereken önemli parametrelerden birisidir. Suyu, yapıdan uzaklaştırmak ve güvenli bir yalıtımı sağlamak için, yapının su ile temas edecek veya edebilecek elemanların belirlenmesi, bu doğrultuda tasarlanması ve kullanılacak malzemelerin seçilmesi gerekmektedir (Avlar, 1999)

Mimari projeler tasarlanırken, yapı kabuğu ve yapı elemanlarının belirlenmesinde suyun tahliyesi için kullanılan çatılar, saçaklar, denizlik ve benzeri elemanlar etkili olduğu gibi, arazi yapısına göre de toprak altı drenaj sistemlerin kullanıldığı görülmektedir.

Yapıyı oluşturan elemanların yer altı ve yer üstü sızdırmazlık tedbirleri birbirinden farklı incelenmelidir. Bu sebeple, proje tasarım aşamasında, iklime bağlı yağış miktarları, zemin etüdlerinin yapılması ve yer altı su seviyesinin belirlenmesi gerekmektedir.

3.1 Yer Altı Sularına Karşı Yalıtım ve Uzaklaştırma

Daha önceki bölümlerde bahsedildiği gibi yer altında iklim ve arazi yapısına göre, birikme suyu, yer altı suyu, kapiler su ve boşluklardaki su buharı bulunmaktadır. Bu sulara karşı önlem alınmadan önce, yapının hangi amaçla kullanılacağı, su yalıtım tedbirleri ve planlaması yapının dizayn aşamasında belirlenmiş olması gerekmektedir (Akıncıtürk, 2001). Bu planlamayı yapmadan

önce ise, arazinin zemin etüdleri yapılarak, zeminin su geçirimsizliği ve yer altı su seviyesi bilinmelidir. Yer altı suları, sızıntı suların geçirimsiz tabakalarda birikmesi sonucu oluşur ve mevsimlere göre farklılık gösterir. Bu yüzden yapının tasarım aşamasında, yer altı su seviyesinin en yüksek olduğu değerler dikkate alınmalıdır. Ayrıca yer altı su seviyesi gibi su rejiminin ve debisinin de değişebileceği unutulmamalıdır.

3.1.1 Temel ve bodrumlarda su yalıtımı

Temel ve bodrumlarda ki su yalıtımın amacı, yapıyı sudan korumakla beraber, toprakta bulunan kimyasal maddelerden de yapıyı korumaktır(Akyol, 2008). Yağış suları yer çekimi etkisiyle sızarak alt tabakaya iner, geçirimsiz tabakaya ulaştığında yer altı suyunu oluşturur. Yer altı suları, kılcal boşluklardan yer çekimine ters doğrultuda hareket ederek kapiler suları oluşturur ve yapıyı kılcalık yolu ile etkiler Ekinci & Yıldırım (2004).

Temel ve bodrumlar, yapının tüm ağırlığını taşıdığı için korozyona karşı en iyi korunması gereken yapı bölümleridir. Yer altında kalan temel ve bodrumlar, zemin oturmaları ve deprem etkisiyle en çok gerilmeye maruz kalan elemanlardır. Suyun etkisine maruz kalan temel ve bodrumlar da donatılar, korozyona uğrayarak paslanarak çürümeye başlarlar ve taşıyıcı özelliklerini yitirirler. Sonraki aşamalarda yapı elemanları suya karşı korunmaya çalışılsa da bu çürüme etkisi durdurulamaz (Akyol, 2008).

Ülkemiz, deprem kuşağında olan bir ülkedir. Deprem sonrası hasar gören yapılarda yapılan çalışmalarda, su ve nemin getirmiş olduğu korozyon etkisinin, hasara neden olan en önemli etken olduğu ortaya çıkmıştır. Yapılan bölgesel çalışmalar neticesinde yıkılan yapıların %67' si, korozyon sebebiyle yıkıldığı tespit edilmiştir. Özellikle yer altı yapı elemanları olan temel ve bodrumdaki korozyon etkisi oldukça fazla olmuştur (Tekin, 2010).

Temel ve bodrumları, suyun zararlı etkilerine karşı korumak ve uygun su yalıtımını uygulamak uzmanlık gerektiren bir iştir. Bu elemanlarda yapılan su yalıtımı geri dönüşü mümkün olmadığından dolayı titizlikle yapılmalıdır ve drenaj sistemleriyle desteklenmelidir. Drenaj, yalıtım uygulamasını zorlayacak basıncı azalttığı gibi, uygulama yapılacak alanında kuru kalmasına neden olabilmektedir.

Ancak drenaj sistemleri tek başına yeterli değildir ve su yalıtım uygulaması yerine geçmez (Oymael, 1997).

Temel ve bodrum yalıtımının en önemli özelliği, telafisiz olması ve hata kabul etmemesidir. Bu nedenle yalıtım uygulaması belirlenirken, temel tipi, arazi yapısı, bitişik-ayrık nizam olması, yağış rejimi, yer altı su seviyesi, gibi detaylar belirlenmeli ve çözüme kavuşturulmalıdır (Aksöz, 1995).

Yer altı sularını

- Basınçlı Su

- Basınçsız Su

- Toprak nemi (Zemin rutubeti) olmak üzere 3 şekilde inceleriz.

Yer altı suyundaki durumlara göre yalıtım ve korunma önlemleri farklılık gösterir.

Yalıtım önlemleri alınmadan önce, zemin cinsine ve su duruma göre, suyu yapıdan uzaklaştırıcı ve suyun miktarını azaltıcı drenaj sistemleri de uygulanabilir.

Çizelge 3.1: Yer altı suları toprak altı yapı elemanlarının ilişkisi.

Yapı Elmanı	Su Tipi	Su Etkileme Alanı	Su Etki Tipi
Yer Altı Su Seviyesi Üstü	Kapiler Su Sızıntı Suları	Çok Geçirgen Zeminler	Nem Yapmayan Zemin Suları
Temel ve Perde		Az Geçirgen Zeminler	Biriken Basınçlı Su
Yer Altı Su Seviyesi Altı	Yer Altı Suyu	Tüm Zemin Ve Yapı Tipleri	Dıştan Basınçlı Su

Yer altı sularına karşı yapılan yalıtımlar, yer üstünde yapılan yalıtımlardan farklı olarak çoğu defa hata kabul etmez, onarımı, düzeltimi veya yeniden yapılması mümkün olmaz. Bu yüzden yer altı yalıtımının titizlikle ve özenle yapılması gerekir (Gel, 2003).

3.1.2 Toprak altı tahliye (drenaj) sistemleri

Drenaj, yağmur ve kar gibi yer üstü sularının ve yer altı sularının kontrol altına alınması, yapıdan uzaklaştırılması, toplanması ve yer altı su seviyesinin düşürülmesi için yapılan sistemlerdir.

Drenaj (tahliye) sistemlerin asli görevi, yer altı sularını tahliye ederek, yapıya etki eden yer altı suyunun basıncını azaltarak yapının zemin üzerinden dengede kalmasını ve yapı çevresindeki yer altı neminin düşürülmesini sağlamaktır. Titizlikle yapılan drenaj çalışmaları, bodrum katlardaki nem problemini ortadan kaldırır, yapıya uygulanan hidrostatik basıncı ve don etkisinin olumsuzluklarını ortadan kaldırır. Drenaj sadece yapıdaki etkileri önlemek için değil, çevredeki sel ve toprak kaymalarını önlemek içinde yapılır. Drenajın olumlu faydalarının yanında, planlamasına gerekli önem verilmediği takdirde bir çok yapı nemin olumsuz etkilerine maruz kalır. Drenaj, yapı ömrü boyunca aktif bir şekilde çalışmaya devam etmelidir. Bu nedenle, drenaj sisteminin sürekliliğini koruyacak şekilde tasarımı yapılmalıdır.

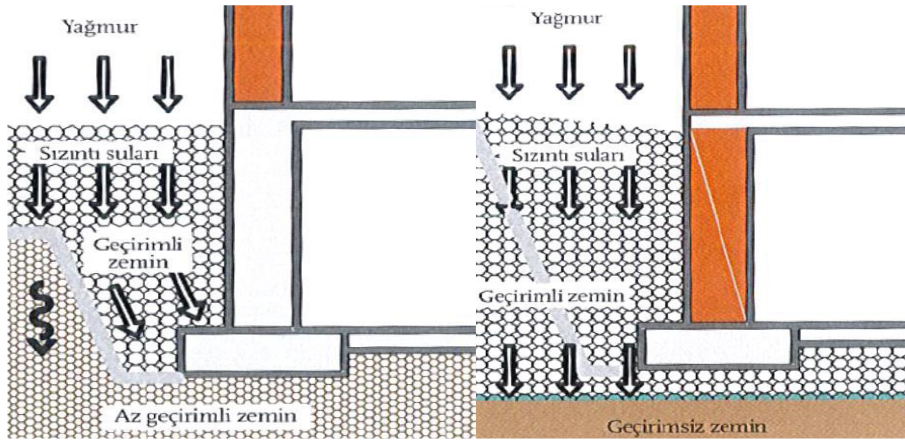
Drenajı etkileyen topoğrafik etkenler:

Zeminin yapısında doğal olarak tahliye kanalları vardır. Fakat bu kanallar çeşitli nedenlerden dolayı kazı ve dolgu sonucunda bozulurlar ve özelliklerini kaybederler.

Drenaj sistemi, arazi yapısına, yapının konumuna, yapının toprak altındaki alanına ve derinliğine, zemin geçirimsizliği, topoğrafik şartlarına ve yer altı su seviyesine göre planlanması gerekir.

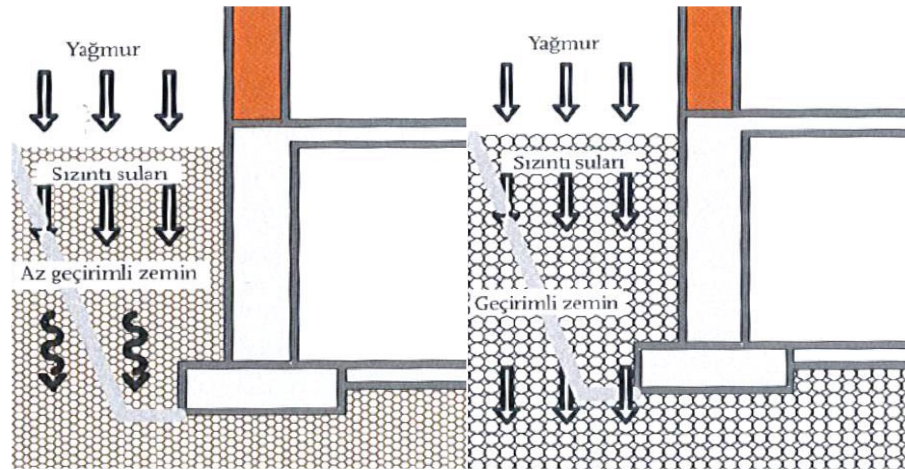
Su geçirimsizliği yüksek ve yer altı su seviyesinin düşük olduğu zeminlerde drenaj sistemine gerek yoktur. Dane yapıları büyük olan zeminlerde sular daneler arasındaki boşluktan kolayca akar ve yapıyı etkilememiş olur.

Yapının konumlanma şekli ve arazi eğimi drenaj için önemlidir. Eğer arazi eğimli ve temel altı geçirimsiz bir tabakaya sahip ise sular geçirimsiz tabakadan geçip, temel altındaki geçirimsiz tabakada birikmeye başlar. Biriken sular yapıya hidrostatik basınç uygular ve olumsuz etkilerine maruz bırakır. Bu durumda drenaj sistemini zorunlu hale getirir. (Şimşek, 2005).



Tahliye (drenaj) önerilir.

Tahliye (drenaj) önerilir.



Tahliye (drenaj) önerilir.

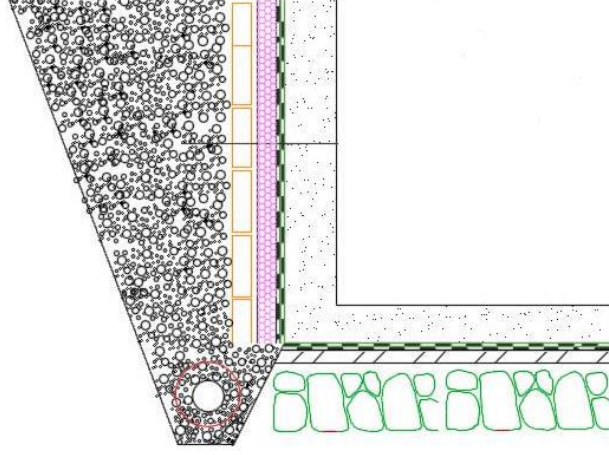
Tahliye (drenaj) önerilmez.

Şekil 17. Zemin türleri ve tahliye.

3.1.2.2 Geçici drenaj

Geçici drenaj sistemi, yapı drenaj ve yalıtım sistemlerinin uygulanabilmesi için, yer altı su seviyesi altında kalan imalatlar için yapılır. Yapının, temel ve bodrum katlarının suyun olumsuz etkilerine maruz kalmaması için uygulanır. Uygulama, bir yapı çukuru açılarak yapılır. Bu çukur, temelin altında ve suyun birikmesini ve tahliye edilmesini sağlayacak büyüklükte olmalıdır. Açılan çukur sayesinde kuru bir zemin sağlanmış olur, grobeton, temel yalıtım, temel imalatı ve bodrum perde imatları yapılabilir hale gelir. (Nam, 1997:96).

Geçici drenaj sistemi, suya karşı alınan tüm önlemler bittikten sonra uygun şekilde kapatılmalıdır. (Ertem, 2002:244).



Şekil 18. Drenaj uygulama kesiti.

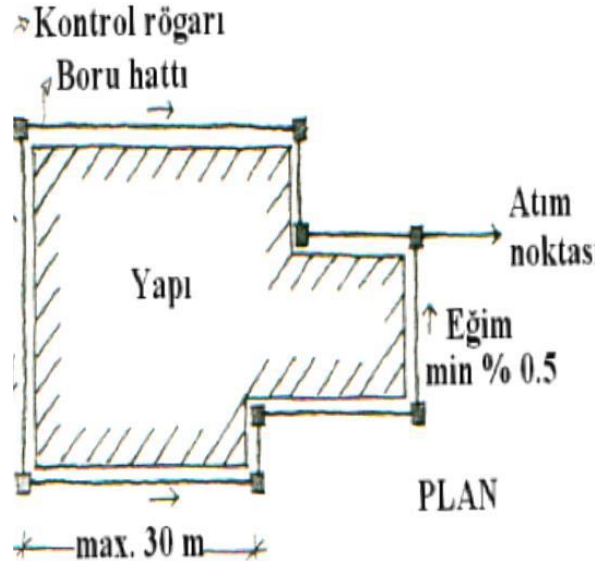
3.1.2.2 Kalıcı drenaj

Yapının, geçirimsiz bir tabaka üzerine kurulduğu, yer altı su seviyesinin altında olan ve yıllık yağış miktarının fazla olduğu bölgeler için, suyun yapı ömrü boyunca tahliye edilmesi gerekir.

Drenaj sisteminde su, toprak altına ve üstüne konulan yatak ve dikey drenaj borularıyla tahliye edilir. Sistemin devamlı olması için drenaj elemanlarının çalışma şekilleri bilinerek hareket edilmelidir. Kalıcı drenaj sistemleri çevresel ve alansal olarak ikiye ayrılır.

Çevresel tahliye (drenaj)

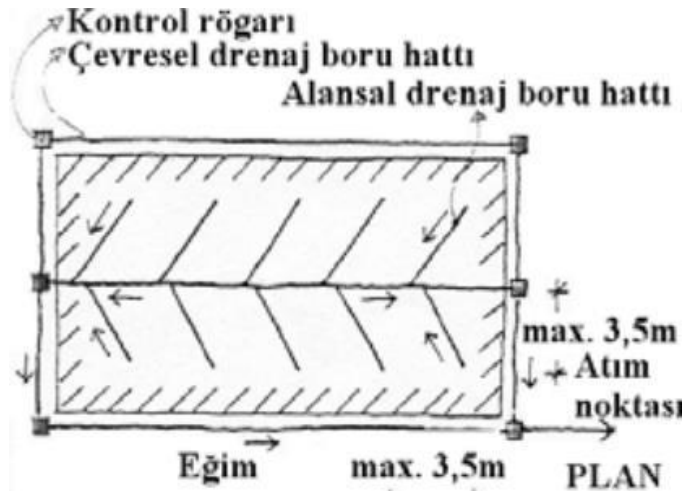
Yer altı su seviyesinin fazla olduğu ve bodrum perdelerine hidrostatik basıncın olduğu durumlarda uygulanır. Var olan yalıtımın uygulanıp korunabilmesi için yapılır. Bodrum perdeleri boyunca tüm yapı çevresine dolandırarak uygulanır. Zemin boyunca akan sular, Drenaj boruları vasıtasıyla toplanır ve tahliye kuyularına iletilir. Drenaj boruları tıkanmaması içinde etrafına çakıl taşları serilmelidir. (Avlar, 2000:79).



Şekil 19. Çevresel tahliye (drenaj).

Alansal tahliye (drenaj)

Yer altı sularının yapı temeli altında kaldığı durumlarda uygulanır. Yapı temeli, suyun kaldırma etkisinden korunurken, uygulanan su yalıtımının da korunması sağlanmış olur. (Ertem, 2002:244).



Şekil 20. Alansal tahliye (drenaj).

Drenaj sistemleri, yapıya etki edene yer altı suyunu aza indirir, su yalıtım, temel ve bodrum imalatlarının kuru ortamda yapılmasına olanak sağlar ve yer altı su basıncını azaltır. Ancak, drenaj sistemleri, suyu yapıdan tamamen yalıtımayacağı

için hiçbir zaman su yalıtımına bir alternatif değildir. Drenaj sistemleri, sadece su yalıtımı ile birlikte kullanıldığı zaman etkili çözümler üretmiş olur

3.1.3 Basınçlı yer altı suyuna karşı yalıtım

Yer altı su seviyesi yapının bodrum katı hizasında veya bodrum seviyesini geçiyor ise, yapıda su ile temas eden kısımlar hidrostatik basınç altındadır. Hidrostatik basınç oluşturan yer altı sularına karşı, suyun olduğu taraftan uygulanan pozitif yalıtım ve suyun olmadığı yani iç taraftan uygulanan yalıtım sayesinde su ile yapı elemanı arasında bir katman oluşturmak, yer altı sularına karşı yalıtım uygulamalarının temelini oluşturmaktadır. Bu uygulamalar arasında, suyun olduğu taraftan yani yapının dışından uygulanan pozitif yalıtım uygulaması daha fazla fayda sağladığı ve betonarme elemanın içindeki demiri korozyona karşı da koruması sebebiyle, yer altı sularına karşı daha uygun bir uygulamadır. Yapı elemanının iç tarafından yani suyun bulunmadığı taraftan yapılan negatif yalıtım ise, genellikle herhangi bir sızdırma olmasına karşın sonradan yapılan uygulamalardır.

Basınçlı sularda;

- Çimento esaslı malzemeler
- Sürülerek uygulanan malzemeler
- Örtü (membran) şeklindeki malzemeler

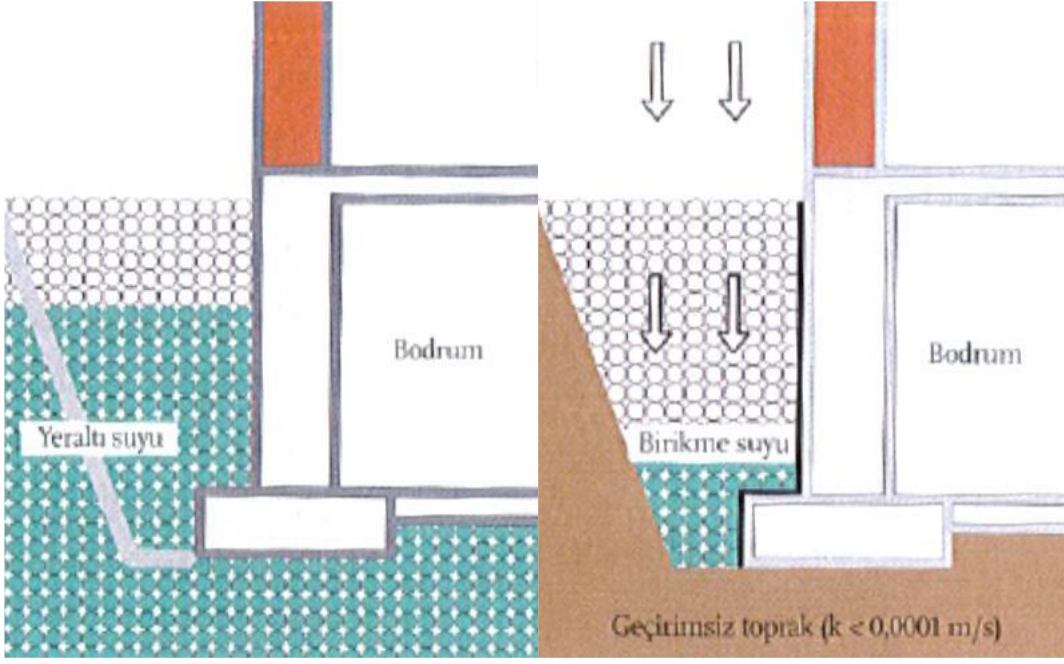
- Kil esaslı malzemeler yapı elemanlarında uygulanan su yalıtım malzemeleridir.

Yer altı sularına karşı yapılacak olan yalıtımın, malzeme seçimi, detaylandırılması ve uygulama biçimleri, hidrostatik basınca göre belirlenir.

Tercih edilen su yalıtım malzemeleri, suyun hidrostatik basınca karşı dayanıklı ve uzun ömürlü olması gerekir. Hidrostatik basınç etkisi altın yalıtımın pozitif yönde yani suyun olduğu taraftan yapılması doğru bir tercih olacaktır

Çizelge 3.2: Basınçlı zemin sularına karşı kullanılan yalıtım malzemeleri.

Özellik	Çimento Esaslı Malzeme	Sürme Tip Malzeme	Membran (örtü) Malzeme	Kil Esaslı Malzeme
Pozitif veya Negatif Taraftan Uygulama	Her İkisi de	Pozitif	Pozitif	Pozitif
Astar Gereksinimi	Evet	Evet	Evet	Evet
Uygulama Kolaylığı	Orta	Basit	Zor	Basit-Orta
Onarım Kolaylığı	Basit	Basit	Orta-Zor	Orta
Koruma Gerekliliği	Gerekmez	Gerekir	Gerekir	Gerekmez
Kimyasallara Karşı Direnç	İyi	Orta-İyi	İyi	Kötü-Orta
Elastik Özellik	Kötü	İyi-Çok İyi	İyi	İyi



Şekil 21. Basınçlı suya maruz kalan yapı elemanı.

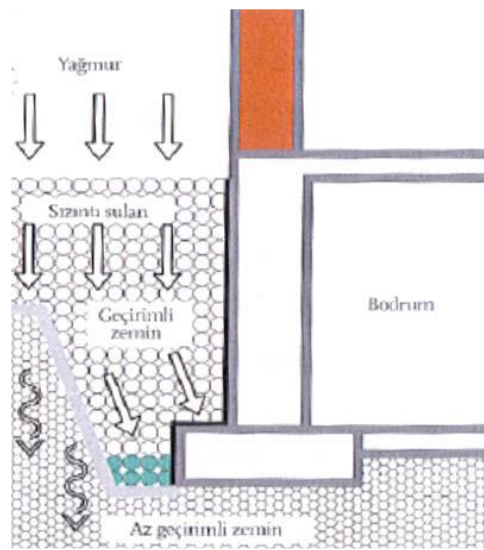
3.1.4 Basınçsız yer altı suyuna karşı yalıtım

Yağmur, kar suları veya kullanım sularının zemin tabakasından süzülmesi ve yapı ile temas etmesi ile etki eden zemin sızıntı sularıdır. Bu sular yapıya hidrostatik basınç uygulamadan etki ederler. Basınçlı yer altı sularında kullandığımız malzemelerin hepsi, basınçsız sulara karşı da kullanılabilir. Fakat, bazı malzemeler ekonomik olmayacağından, basınçsız sulara karşı yeterli olabilecek yalıtım malzemeleri tercih edilmektedir. Basınçsız yer altı sularında, genellikle bitümlü malzemeler, çimento esaslı malzemeler ve buhar kesiciler tercih edilmektedir.

Yalıtım malzemesi seçiminde, zemin geçirimsiz ise suların birikme ve hidrostatik basınç uygulama olasılığına karşı, zemin etüdüleri ve iklim özellikleri göz önünde bulundurulmalı ve bu doğrultuda malzeme tercih edilmelidir.

Çizelge 3.3: Basınçsız zemin sularına karşı kullanılabilen yalıtım malzemeleri.

Özellik	Çimento Esaslı Yalıtım Malzemeleri	Bitümlü Yalıtım Malzemeleri	Buhar Kesici Örtüler
Pozitif veya Negatif Taraftan Uygulama	İkisinde	Pozitif	Pozitif
Astar Gereksinimi	Evet	Evet	Evet
Uygulama Kolaylığı	Orta	Basit-Orta	Zor
Onarım Kolaylığı	Basit	Basit	Zor
Koruma Gerekliği	Gerekmez	Gerekir	Gerekmez
Kimyasallara Karşı Direnç	İyi	Kötü-Orta	Orta
Elastik Özellik	Kötü	Kötü-Orta	Orta



Şekil 22. Basınçsız sızıntı sularına maruz kalan yapı elemanı.

4. SU YALITIM MALZEMELERİ VE UYGULAMALARI

Su yalıtım uygulamaları için kullanılacak yöntemler ve bu yöntemlere göre belirlenecek olan malzemeler, projeye başlanmadan belirlenmeli ve yapı inşası sırasında uygulama sırası geldiğinde, uygulama tekniğine uygun bir şekilde titizlikle uygulanmalıdır. Su yalıtımı, proje öncesi veya uygulama yapılma aşamasının öncesinde planlanamaması ve gerekli araştırmaların yapılamaması, yanlış sistem ve malzemenin seçilmesi sonucunda yeterli olmayabilir, yapının ömrü boyunca sorunlara neden olabilir. Bu sorunlar neticesinde, yapı hizmet süresince sorunları devamlı artar, beklenen kullanım süresini tamamlayamadan hizmet dışı kalabilir.

Su yalıtım uygulamalarında, doğru yalıtım sistemi ve yalıtım malzemesi seçimi yanı sıra, uygulanan işçilik kalitesi ve uygulama tekniği önemli bir etkidir. Uygulama hataları ve kalitesiz işçilik, yanlış yöntem ve malzemeyle birleştiğinde, suyun vermiş olduğu hasarlarla ilgili sürekli bakım onarım gerektirecektir. Bu da malzeme ve işçilikten ödün vermenin ve ucuza kaçmanın pahalıya mal olacağını göstermektedir.

Yapılarda uygulanan su yalıtım yöntemleri yapısal ve yüzeysel olarak ikiye ayrılır. Yüzeysel su yalıtımı temel, yapısal su yalıtımı ise yardımcı niteliktedir.

Bir diğer uygulama sınıflandırma biçimi de pozitif ve negatif şeklindedir. Pozitif yalıtım suyun olduğu yani yapının dış tarafından uygulanırken, negatif yalıtım suyun olmadığı yani yapının iç tarafından uygulanır. Pozitif su yalıtım uygulaması suyu yapı elemanlarından direk uzaklaştırırken, negatif su yalıtım uygulaması ise yapının kullanımındaki rahatsızlığı gidermek ve suyun iç kısımlarda görünmemesi amacıyla yapılan uygulamadır. (Tekin ve diğerleri, 2015:79).

Su yalıtım malzemeleri:

-Sürme (püskürtme) tip su yalıtım malzemeleri,

-Serme tip su yalıtım malzemeleri,

-Dolgu tip su yalıtım malzemeleri

Olarak üç tipte tanımlanabilir. Su yalıtımı malzemelerinde, yukarıda bahsedilen 3 tipte de temel prensip olarak boşluk bırakmaksızın süreklilik olacak şekilde uygulanmalıdır.

4.1 Yüzeysel Su Yalıtımı

Su yalıtım malzemesi ile sızdırmaz bir tabaka elde etmek için yapılan ve esas olarak pozitif yani yapı dışından veya negatif yani içeriden uygulanarak sızdırmaz bir yüzey elde etmemizi sağlayan sisteme denir. Yüzeysel su yalıtımı, cinsine ve üretim şekline göre püskürtme (likit) ve örtü (membran) şeklinde uygulanır. Yüzeysel su yalıtımında esas olan uygulanacak yüzeyin kullanılacak malzemeye uygunluğudur.

Çizelge 4.1: Yüzey su yalıtımında kullanılacak su yalıtım malzemeleri.

Yüzeysel Su Yalıtım Malzemeleri			
Sürme Tip Su Yalıtım Malzemeleri	Likit ve İnce Sürme Tip Malzemeler	Bitüm Esaslı Likit Malzemeler	Asfalt Solüsyon
			Asfalt Emülsiyon
		Kreozot	
		Reaksiyon Esaslı Malzemeler	Poliüretan Esaslı
			Poliüreya Esaslı
	Akrilik Esaslı		
	Kalın Sürme ve Kaplama Tipi Malzemeler	Çimento Esaslı Malzemeler	Hibrit Esaslı
			Elastik Sürme
		Polimer Modifiye Edilmiş Kalın Bitümlü Kaplamalar	Elastik Olmayan Sürme
			Elastik Kaplama
Elastik Olmayan Kaplama			
Serme Tip Su Yalıtım Malzemeleri	Bitüm Esaslı Örtüler	Tıkaç Harçları	
		Plastik ya da Sentetik Esaslı Örtüler	
		Betonit Şilteler	

4.1.1 Sürme tip su yalıtım malzemeleri

Su yalıtım malzemeleri arasında en çok kullanılan çeşitlerden bir tanesi de sürme yalıtım malzemeleridir. Sürme yalıtım malzemeleri, uygulanacak yüzeylere eksiksiz ve geçirimsiz bir tabaka meydana getirecek şekilde malzemenin tekniğine uygun olarak uygulanır. Sürme yalıtım malzemeleri yapıda, temellerde, perdelerde, teraslarda, balkonlarda, ıslak hacimlerde ve dış cephelerde kullanılmaktadır. Ayrıca sürme yalıtım malzemeleri, havuz, kanal, su deposu vb yerlerde de ana yalıtım veya yardımcı yalıtım malzemesi olarak da kullanılır(İzoder, 2006).

Sürme yalıtım malzemeleri, sıvı bir şekilde kullanıma hazır olarak da alınabildiği gibi, toz şeklinde de alınıp yardımcı araçlar sayesinde su ve benzeri inceltici malzemeler ile birlikte sıva hale getirilip uygulanabilir. Sürme yalıtımında, genellikle malzeme yoğunluğuna göre, rulo, fırça veya mala yardımıyla uygulama gerçekleştirilmektedir.(Tekin ve diğ. 2015:79).

Sürme yalıtım malzemeleri genellikle 2 veya 3 kat şeklinde uygulanır ve kurduğunda en az 1 mm geçirimsiz bir tabaka halini alır.

Su yalıtım uygulamalarının tamamında olduğu gibi sürme yalıtım uygulamalarında da, sürme yalıtımın yapılacağı yüzeyin hazır hale getirilmesi, yapılacak olan su yalıtımında hayati önem arz etmektedir. Bu açıdan sürme yalıtım uygulamalarında en titiz ve özenle çalışılması gereken evre uygulama yüzeyinin hazırlanmasıdır. Uygulama yüzeyinin hazırlığının yapılmaması, aceleye getirilmesi veya önem gösterilmemesi durumunda, su yalıtım uygulamasının başarıya ulaşması hayalden öteye gidemeyecektir. Uygulama hatalarından oluşabilecek katmandaki en ufak bir süreksizlik, uygulamanın başarısız olmasına neden olacak ve su yapı kullanımını olumsuz etkileyecektir.

Bu yüzden sürme yalıtım uygulamalarında yüzey hazırlığında şu hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir;

- Tij delikleri uygun malzeme ile kapatılmalıdır.
- Köşe derz bölgelerine pah çalışması yapılmalı
- kırık dökük çatlaklar onarılmalı
- taşıyıcı olmayan yüzeyler sağlamlaştırılmalı

- pürüzsüz yüzeyler pürüzlü hale getirilmeli
 - tutunmayı önleyici boya, pas vb gibi tabakalar kazınmalı
- Sürme yalıtım malzemeleri uygulama aşamasında da şu hususlara dikkat edilmelidir;
- Gerekli ise astar kullanılmalı
 - Yüzey temiz hale getirilmei
 - Ortam sıcaklığına dikkat edilmeli
 - Malzemenin tüm yüzeylere homojen sürülmesi sağlanmalı
 - Malzeme kurlenme aşamasında su,nem,toz ve güneşin direk etkisinden korunması gereklidir.
 - Farklı malzeme geçişi olan yerlerde file veya keçe ile kullanılmalıdır. (Akyol, 2008:20).

Sürme yalıtım malzemeleri, kolay uygulanabilir olmaları, bütünlük oluşturmaları ve girinti çıkıntı gibi zor detaylarda kolay uygulanabilmesi nedeniyle tercih edilen malzemelerdir.

Sürme tipi malzemeler ihtiyaç doğrultusunda tercih edilmeli her malzeme her yerde gelişi güzel kullanılmamalıdır. Bazı malzemeler güneşe direk maruz kaldıklarına çatlamalara ve bozulmalara neden olurken, bazı malzemelerde üzerinde gezinilen alanlarda kullanılmaması gereklidir. Sürme yalıtım malzemeleri, özel durumlar dışında pozitif yani suyun olduğu taraftan uygulanmalıdır.

4.1.1.1 Likit ve ince sürme tipi yalıtım malzemeleri

Genellikle oda sıcaklığında sıvı haldedirler. İçerisinde kullanılan malzemelere göre sınıflandırılırlar. İçerisinde, bitüm, akrilik, poliüratan, çimento, bitüm-kauçuk, poliüreye ürünlerinden biri veya bir kaçını birlikte bulunabilir.

Malzemenin uygulandığı yüzeyde çatlak, su basıncı veya herhangi bir nedenden dolayı çekme gerilmesi oluşuyorsa eğer likit su yalıtım malzemesi taşıyıcı özelliği olan malzemelerle birlikte kullanılması gerekmektedir. Hareketli veya çatlakların oluşabileceği yüzeylerde likit malzemeler genellikle tek başına yeterli olmazlar. Likit malzeme uygulamalarında kalınlık 2mm den az olmaktadır. (Tekin, Diri, Bonfil & 2016: 202)

Bitüm esaslı likit su yalıtım malzemeleri

Emülsiyon ve solvent esaslı malzemeler, standartlara (TS 103, TS113) uygun üretilmiş astarlardır. Bitüm, sıvı, yarı sıvı veya katı halde bulunabilen yüksek moleküllü siyah renkli bir malzemedir. Bitüm katı haldeyken ısıtılıp akıcı kıvamına getirilebilir ve sıvı haldeyken yüzeylere yapışma özelliği ile tercih edilmektedir. Bitüm içerisinde, katran, zift ve petrolden üretilen asfalt çimentosu bulunmaktadır ve bu özellikleri sayesinde su yalıtımı için uygun bir malzemedir. (Yıldırım, 2012)

Asfalt solüsyonları

Asfalt solüsyonları, çoğunlukla su yalıtım uygulamalarına astar olarak kullanılmaktadır. İçeriğinde solvent ile seyreltilmiş penetrasyon bulunmaktadır. Beton, gaz beton, metal, sıva gibi yüzeylerde uygulanabilir. Binanın dış yüzeyinden uygulandığında, iç tarafta ki kabarmaları, suyu, rutubeti, küfü ve boya bozulmasını önler. Asfalt solüsyonlar, hızlı kuruma özelliğine sahip bir malzemedir ve kurduğunda ince elastik bir görünüme sahip olurlar. Uygulanacak yüzeylerde gerekli hazırlıkların yapılmış olması uygulamanın verimli olması açısından çok önemlidir. Kullanım şartlarına göre fırça veya tabanca ile uygulanabilir. Malzeme su ile seyreltilebilir, iki kat uygulandığı zaman ilk katın tamamen kuruması beklenmelidir. Asfalt solüsyon, kapalı ortamlarda kullanılacaksa eğer ortamın havalandırılması sağlık açısından önemlidir. İçerisinde buluna solvent den dolayı direk ateşe maruz kalmamalıdır.

Asfalt solüsyonları;

-Betonarme, ahşap ve metallerde

-Bina cephelerinde

-Yer altı suyunu karşı metallerin korozyon önlemlerinde

-Temel ve bodrumlarda nemin önlenmesi için

-Temel ve çatılarda bitümlü uygulamalarda astar olarak kullanılabilir.

Asfalt emülsiyonları

Asfalt emülsiyonları, yapısında solvent bulundurmaz ve bu yüzden kokusuzdur. Bütümlü malzemenin su içinde disperse edilmesiyle elde edilir. Kuru veya nemli yüzeylere uygulanabilir.

Uygulamaya başlanmadan önce yüzey hazırlığı yapılmalıdır. Uygulama fırça veya tabanca yardımıyla uygulanabilir. Kullanımında su ile seyreltilebilir. İki kat uygulanacaksa veya üzerine membran yapıştırılacaksa tamamen kuruması beklenmelidir.

Asfalt emülsiyonları;

- Temel ve bodrumlarda nemin önlenmesi için
- Temel ve çatılarda bitümlü uygulamalarda astar olarak kullanılabilir.
- Islak hacimlerde su yalıtım malzemesi olarak
- Yalıtım amaçlı harç ve sıvalar içerisine geçirimsizlik ve aderans arttırıcı katkı olarak kullanılabilir. (Tekin ve diğ. 2015:83)



Şekil 23. Asfalt emülsiyon uygulamaları.

Kreozot

Kreozot, odun katranından elde edilen ve içerisinde hidrokarbonların, krezoillerin ve fenolün bulunduğu bir sıvıdır. Sedir ve ardıcın yakılması ile meydana gelen odun katranının yağlı kısmından elde edilir. Siyah-kahve renkli bir sıvı olan kreozot, ahşap ve metallerin sıvı yalıtımında astar olarak kullanılır (Tekin ve diğ. 2015:84).

Reaksiyon esash likit malzemeler

Polimer esaslı akışkan malzemeler bu gruba girer. Bu tip malzemelerin ortak özellikleri ek yerlerinin olmamasıdır. Uygulamanın kaliteli olması için yüzeyin önceden hazırlanmış temiz bir yüzey olması gerekir ve malzeme homojen bir şekilde

sürülmelidir. Bu tip malzemeler, uygulanan bölgede bir su geçirimsiz katman oluşturma prensibine dayanır. Reaksiyon esaslı malzemeler, genellikle kimyasal ve fiziksel olarak dayanımı yüksek yalıtım malzemeleridir.

Poliüretan esaslı malzemeler

Poliüretan esaslı malzemeler, elastikliği yüksek olan esnek malzemelerdir. Tek veya çift bileşenli şekilde, olan hazır kullanımlı, su geçirimsiz bir tabaka oluşturan likit su yalıtım malzemesidir.

Poliüretan esaslı yalıtım malzemeleri uygulandıktan sonra yaklaşık 4 kata kadar elastikliğe ulaşabilirler. Sahip oldukları bu elastiklik sayesinde çatlaklarda, sıcak-soğuk farklarında ve hareketli alanlarda sızdırmazlık özelliği sağlamaktadırlar.

Poliüretan esaslı yalıtım malzemeleri üretici firmalara göre farklılık gösteren uygulama miktarları vardır ve bu miktarlara uyulması doğru bir karar olacaktır. Fırça, rulo ve püskürtme şeklinde uygulanır. Poliüretan esaslı malzemeler uygulanmadan önce astar sürülmelidir. Kullanılabilecek en doğru astarlar, poliüretan esaslı solventli astar veya epoksi esaslı çift bileşenli solventsiz kaplama astardır. Güneş etkilerine karşı dayanıklı olan tipleri vardır. Yapılarda temel, perde, teras, çatı gibi alanlarda kullanılabilir. Uygulama öncesi yüzeyin temiz ve nemden uzak olması gerekmektedir. Poliüretan esaslı yalıtım malzemesi uygulandıktan sonra, yağmur, yüksek nem, toz ve benzeri olumsuz şartlardan korunması gerekmektedir. (Tekin ve diğ. 2015:85).

Poliürea esaslı malzemeler

Poliürea esaslı malzemeler, çift bileşenli su yalıtım malzemeleridir. Poliürea esaslı malzemeler, yüksek elastiklik özelliğine sahiptir ve düşük sıcaklıklarda bile etkilidirler. Poliürea esaslı malzemeler, asitlere ve yüksek çekme gerilmesi dayanımı ile de çatlaklara karşı oldukça dayanıklıdır. Dayanım kazanma süresi çok kısadır, bu yüzden üzerindeki etkilere karşı hızlı karşılık verir. Aynı zamanda, uygulama üzerine bir başka uygulamanın da vakit kaybetmeden yapılmasına olanak sağlar.

Poliürea esaslı su yalıtım malzemeleri;

-Ultraviyole (UV) dayanımlı Alifatik

-Ultraviyole (UV) dayanımsız Aromatik

-Sıcak olarak makine ile, soğuk olarak rulo ile uygulanabilen Poliaspartik, Saf Poliürea ve hibrit poliürea çeşitleri vardır.

Uygulama yapılacak yüzeyler temiz ve yeterli dayanıma sahip olması gerekmektedir.

Uygulama yüzeyi nerm oranı en fazla %5 olmalıdır. Beton ve şap yüzeylerde aşındırıcı araçlar kullanılarak sağlam olmayan yüzeydeki çimento şerbeti ve toz alınmalıdır. Uygulama yüzeyi açık gözenekli hale geldikten sonra, Epoksi esaslı çift bileşenli solbentsiz şeffaf kaplama ile astarlanmalıdır. Malzemenin uygulama miktarı üreticinin kılavuzuna göre belirlenmelidir. Poliürea esaslı yalıtım malzemeleri betonarme elamanlarda, çatılarda, teraslarda ve metal kaplamaların su yalıtımında kullanılabilir(Tekin ve diğ. 2015:86).

Akrilik esaslı malzemeler

Akrilik esaslı emülsiyonlardır. Akrilik kopolimer, stiren ve saf akrilik, akrilik esaslı yalıtım malzemesinin türevidir. Akrilik yalıtım malzemeleri, elastomerik esaslı olarak farklı yerlerde uygulanabilir şekilde geliştirilmiştir. Bu malzemeler, düşük ve yüksek sıcaklıklarda hareket kabiliyetini kaybetmezler ve farklı hava koşullarına karşı dayanıklıdırlar. Ayrıca, beyaz rengiyle de güneş ışınlarına karşı korunaklıdır.

Akrilik esaslı yalıtım malzemeleri, uygulanıp kuruma aşamasına gelene kadar yüksek buhara karşı narindirler. Malzeme kuruyana kadar yüksek oranda buhara maruz kalırsa eğer, ilk hali olan sıvı hale geri dönebilir. Çatlaklara karşı dayanıklı bir malzemedir ancak, çatlakların çok olduğu yerde elastik dayanım sağlayacak malzemeler kullanılmalıdır.

Akrilik esaslı su yalıtım malzemeleri, küfe, yosuna, kirlenmeye, mantarlaşmaya ve sararmaya karşı dirençlidir. Bu malzemeler çatılarda, balkon ve teraslarda, çimento esaslı yüzeylerde ve seramik altı su yalıtımında kullanılır. Uygulama yapılacak yüzey temizlenip gerekli hazırlıklar yapıldıktan sonra, malzeme su ile seyreltilerek fırça rulo veya sprey makinesiyle uygulanabilir. Çoğunluklar 3 kat olarak kullanılır. Islak veya suya doymuş zeminlerin uygulamadan önce neminin azaltılması gerekmektedir(Tekin ve diğ. 2015:86).

Hibrit esaslı malzemeler

Bu malzemeler, iki tür malzemenin bir araya gelmesi ile ortaya çıkarlar. Bunlar, poliüretan-polieter, poliüretan-poliürea, poliüretan-silon, polieter-silon ve akrilik-poliüretan gibi bileşenlerden oluşur. Hibrit esaslı malzemelerin temel mantığı avantajların bir araya gelmesi ilkesine dayanır. Bu şekilde daha kullanışlı ve faydalı bir su yalıtım malzemesi haline gelmektedir. Bu bağlamda örnek verecek olursak, Poliüretan-sila malzemesi bu amaçla meydana gelmiş, ayrı bir astar malzemesine gerek olmadan pozitif ve negatif taraftan sürülebilen, düşük sıcaklıklı ıslak hacimlerde kullanılan bir malzemedir.

Hibrit su yalıtım malzemeleri, hızlı uygulanan, çatlak köprüleme özelliği olan, nefes alan ve ağır metal içermeyen malzemelerdir. Bu malzemeler, düşük sıcaklıklarda yüksek performans gösterir ve güneşin zararlı ışınlarına karşı dayanıklıdır (Tekin ve diğ. 2015:87).

Hibrit esaslı su yalıtım malzemesinin uygulanacağı zemin ıslak olmamalıdır. Fakat uygulanacak yüzeylerde nem olabilir. Bu doğrultuda üretici firmanın kullanım şartları ve önerileri doğrultusunda uygulama yapılmalıdır.



Şekil 24. Hibrit esaslı su yalıtım malzemesi

Hibrit esaslı su yalıtım malzemelerinin yapılarda kullanım yerleri;

-Teras ve balkonlarda

-Bodrum katlarda

-Çatılarda

-Kılçak çatlak tamirlerinde

-Islak hacimlerde

-Nem engellenecek zeminlerde

-Çelik, beton, alimünyum, ahşap, cam yüzeylerde ve asfalt esaslı zeminlerde su yalıtım malzemesi olarak kullanılabilir.

Çimento esaslı malzemeler

Çimento esaslı su yalıtım malzemeleri, kalın ve ince sürme tip malzemeler sınıfında da yer alır. Kristalize olan ve kristalize olmayan çimento esaslı su yalıtım malzemesi olarak 2 çeşittir. Kristalize olan malzeme, betonun içinde bulunan kimyasal malzemeler ile tepkimeye girerek betonda kristaller meydana getirir. Oluşan bu kristaller, betonda yüzeyden iç kısımlara doğru kapiler boşlukları tıkayarak, su geçirimsiz bir tabaka oluşmasını sağlar. Elastik olmadıkları için çatlaklarda bir onarım gerçekleştiremez. Kullanılacak yüzeylerde pozitif ve negatif taraftan uygulanabilir. Kullanım yerleri, temeller, bodrumlar, havuzlar ve su depoları gibi yerlerdir. Çimento esaslı malzemeler, ahşap ve çelik de kullanılmazlar (Tekin ve diğ. 2015:88).

Kristalize olmayan çimento esaslı su yalıtım malzemeleri, brüt beton ve şap benzeri yüzeylerde uygulanırlar. Negatif uygulama yönü yalıtım ihtiyaçlarını karşılamayacağı için, pozitif yönden uygulanır. Bu malzemeler yarı elastik, tam elastik ve rijit olmak üzere üç çeşit üretilirler.

4.1.1.2 Kalın sürme ve kaplama tipi malzemeler

Çimento ve Bitüm esaslı malzemelerdir. Bu malzemeler fırça veya mala yardımıyla uygulanır

Kalın bitümlü kaplamalar

İki bileşenli su yalıtım malzemeleridir. Kıvamları koyu ve renkleri siyahtır. Toz ve sıvı bileşenleri vardır. Toz bileşeni modifiye çimento katkılı, sıvı bileşeni ise polimer bitüm karışımı oluşturur. Yüzeylerde su geçirmeyen sürekli bir asfalt tabaka

oluşturur. Elastik seviyeleri yüksek olduğundan çatlaklara ve hareketlere karşı uyum sağlar. Kimyasal etkilere karşı ve yüksek debili sulara karşıda dayanıklıdır. Islak yüzeylerde kullanılmaz, yüzeyin az nemli veya kuru olması gerekir. Malzeme su bazlıdır kapalı alanlarda uygulanmasında bir sakınca yoktur. Uygulanan yüzeylerde aderansı yüksek olduğu için kabarma yapmaz.

Bitüm esaslı su yalıtım malzemeleri;

-Temel, bodrum ve perdelerde yeraltı su yalıtımı olarak su ve nem önleyici malzemesi olarak

-Bitümlü membran tamirlerinde

-Tuğla, taş, beton, şap vb yüzeylerin su yalıtımında

-Banyo, çatı, teras gibi bölgelerin detaylarında,

-Sürekli su sızıntısına ve basıncına maruz kalan yalıtım malzemelerinin korunmasında ve yalıtımında kullanılır.



Şekil 25. Bitüm esaslı sürme tip su yalıtım malzemesi (kalın).

Çimento esaslı malzemeler

Çimento esaslı su yalıtım malzemeleri, sürme tipi malzeme olarak 3'e ayrılır. Bunlar elastik, özel ürünler ve elastik olmayan malzemelerdir.

Elastik malzemeler kendi içinde tam elastik, elastik ve yarı elastik olarak 3'e ayrılır.

Çoğunlukla banyo, balkon, mutfak gibi seramik altında ve su deposu, havuz, teras gibi güneş ışınlarına maruz kalan veya insan geçişinin yoğun olduğu yüzeylerde yalıtım malzemesi olarak kullanılır. Çimento bazlı yerlerde kullanılabilir fakat ahşap ve çelik yüzeylerde kullanılmaz. Yapılarda negatif taraftan uygulanmaz. Güneş ışınlarına karşı dayanıklı olan malzemeler olduğu gibi, güneş ışınlarına dayanıksız olanları da vardır.

Özel ürünler olarak tıkaç malzemeleri mevcuttur. Bu malzemeler, hızlı priz alma özellikleri ile basınçlı ve sızıntı sulara kısa sürede etkili çözümler sunar. Temel, bodrum perdeleri, havuz, depo ve asansör kuyularında kullanılırlar. Beton yüzeylere uygulanır, tuğla, kerpiç gibi yüzeylerde uygulanmaz.

4.2 Serme tip su yalıtım malzemeleri

Serme tipi su yalıtım malzemeleri, 3 şekildedir;

- Bitüm esaslı örtüler
- Sentetik esaslı örtüler
- Bentenit esaslı örtüler.

4.2.1 Bitüm esaslı su yalıtım örtüleri

Bitüm malzemesi, su yalıtım için kullanılan ilk malzemedir. Asfalt ve ziftten meydana gelir. Yüz yıllardır kullanılan bu malzeme, doğal yollardan elde edilen su geçirimsizliği sağlayan kaplama olarak kullanılmıştır. Bitüm, taş blokların yalıtımda kullanıldığı gibi gemi su yalıtımında da kullanılmıştır.

Milad öncesi yıllara dayanan bitüm, pers, mısır, indus gibi geniş coğrafyalardaki topraklarda kullanılmıştır. 19.YY'a kadar doğal olarak kullanılan bitüm, daha sonraları petrolün işlenmesiyle elde edilmiştir (Tekin ve diğ. 2015:51).

Bitüm esaslı su yalıtım örtüleri, yapıdaki hareketlerden ve sıcaklık değişimlerinden dolayı belli bir dayanımda olması için farklı malzemeler ile birlikte kullanılmaktadır (Grandao Lopes J., 1994: 288).Kullanılan bu malzemeler ile birlikte 3 ana katman vardır. Bunlar ;

-Taşıyıcılar

-Kaplama Bitümü

-Yüzey Kaplamalarıdır.

Taşıyıcılar

Taşıyıcı sayesinde, istenilen kalınlıkta bitümlü malzeme belirli bir dayanıma kavuşarak, yapıdaki hareketliliklere karşı dayanıklı hale gelmektedir. Taşıyıcı, çekme ve delinmeye karşı belirli bir mukavemet sağlar aynı zamanda çatlak gibi yapı hareketlerine karşı örtünün zarar görmesini engeller. Örtülerde taşıyıcılar iki gruba ayrılır. Bunlar organik ve inorganik taşıyıcılardır. İlk zamanlarda inorganik malzeme olarak, keçe, karton, jütten yapılmış hasır gibi malzemeler kullanıldı. Organik malzemelerde ise kullanımında mikroorganizmalara karşı koyamadıkları için tercih edilmediler. İnorganik malzemelerde ise cam tülü, polyester keçe, polyester lif, ve polietilendir. Günümüzde en çok kullanılan malzemeler cam tülü ve polyester keçe olmuştur.

Bitümlü su yalıtım örtüsünün dayanımını, taşıyıcı malzemenin özellikleri belirler. Bu bağlamda en çok kullanılan polyester keçe, cam tülü ve cam dokuma ile kıyaslandığında, kopma, delinme ve yorulma dayanımı bakımından daha üstündür.

Çizelge 4.2: Taşıyıcı malzemelerin mekanik mukavemetleri.

Taşıyıcı	Ağırlık (gr/m²)	Çekme Mukavemeti (N/50mm)	Kopma Anında Boy Uzaması
Cam Tülü	50-150	Boyuna 200-300	Boyuna %2-3
		Enine 150-250	Enine %2-3
Polyester Keçe	150-350	Boyuna 600-1100	Boyuna %30-40
		Enine 400-800	Enine %30-40
Cam Dokuma	150-200	Boyuna800-1000	Boyuna %4
		Enine 600-800	Enine %4
Polietilen Gövde	10 mikron		Boyuna %30-40
			Enine %30-40

Taşıyıcı malzeme seçiminde cam tülü ve polyester keçe, uygulanacak yerin şartlarına göre tercih edilmelidir. Taşıyıcıda olması gereken ana özellikler ise;

- Bitümü emebilmeli
 - Güneşten ve mikroorganizmalardan etkilenmemeli
 - Maliyeti etkilememesi
 - Sıcaklığa karşı dayanıklı olması
 - Hafiflik
 - Gerekli dayanıma sahip olması
 - Isı genişleme katsayısı diğer malzemelerle yakın olması
- (Tekin ve diğ. 2015:91).

Çizelge 4.3: Türkiye’de kullanılan kaplama bitümlerin özellikleri.

	Okside Bitümler	Plastomer Bitümler(APP)	Elastomer Bitümler(SBS)
Yumuşama Noktası °C	85-105	130-150	100-120
Kalıcı Deformasyon %	100	300	10
Kopma Anında Uzaması %	140	400	1650-1950
Geçmesi Gereken Akma Isı Deneyi °C	80-90	125	80-90
Geçmesi Gereken Soğukta Bükülme Testi °C	0	-10	-20

Yüzey Kaplamaları

Bitümlü örtüler fonksiyon ve detay gereği beş farklı şekilde üretilir:

- Bir tarafı PE, diğer tarafı talk veya ince kum ile kaplanmış.
- Her iki tarafı polietilen (PE) film ile kaplanmış.

- Bir tarafı metal folyo, diğerk tarafı PE, kum veya talkla kaplanmış.
- Bir tarafı reflektif mineral, diğerk tarafı PE, talk veya ince kum ile kaplanmış.
- Her iki tarafı talk veya ince kum ile kaplanmış.

Polimer bitümlü örtülerin kalite standartları Avrupa ile aynıdır. EN 13707 ve TS EN 13969 ürün standarttı polimer bitümlü örtülerin kullanım özelliklerini belirlerler,

TS 11758-2 ise uygulama kural ve standartlarını belirler (Tekin ve diğ. 2015:92).

Polimer bitümlü örtülerin kullanım yerleri;

- Temel ve Bodrumlarda
- Beton çatılarda
- Metal çatılarda
- Prefabrik çatılarda
- Teras Çatılarda su ve nem yalıtımı için kullanılır.



Şekil 26. Polimer bitümlü örtülerin uygulaması

PBÖ türleri, yapının bulunduğu konumun iklim özelliklerine göre belirlenmelidir. Akdeniz, Ege ve Marmara bölgeleri gibi sıcak iklime sahip olan bölgelerde APP (Ataktik Polipropilen) esaslı, iç Anadolu, doğu Anadolu ve karadeniz bölgeleri gibi kış mevsiminin yaşandığı bölgelerde de ise SBS (Stiren Bütadien Kauçuk) esaslı örtüler kullanılmalıdır.

SBS esaslı örtüler, APP esaslı örtülere göre daha elastik malzemeler olduğundan dolayı, çelik yapılardaki hareketlere karşı koyabilmesi açısından kullanımı tercih edilmelidir.

SBS esaslı örtüler iklime bakılmaksızın temel yalıtımlarında kullanılabilir. (Tekin ve diğ. 2015:93).

PBÖ şaloma pürmüz kullanılarak astarlı yüzeylerde kullanılır. Genellikle iki kat şeklinde kullanılır. Kaynaştırma yapılırken en ve boydan 10 cm bindirme yapılır. PBÖ, 4,3 ve 2 mm kalınlıklarda ve 1 m enindedir. Uzunlukları rulo şeklinde 8,10 ve 15m'dir.

4.2.2 Sentetik esaslı su yalıtım örtüleri

Sentetik esaslı örtüler, uzun ömürlü su sızdırmazlık özelliği, uygulama kolaylığı ve mekanik özellikleri ile tercih edilen malzemelerdir. Güneş ışınlarına ve farklı sıcaklık değerlerine karşı dayanıklı çürümeyen malzemelerdir. Üretici firmalara ve kimya sanayine bağlı olarak farklılık gösteren sentetik esaslı örtülerin bazı çeşitleri ;

- PE (polietilen)
- PVC (polivinilklorür)
- PIB (poliizobitülen)
- CPE (klorinepolietilen)
- EPDM (etilen propilen dienmonomer)
- ECB (etilen kopolimerbutil)
- CSPE (klorosülfone polietilen)

PE, genişmeden dolayı ahşap, çelik ve beton yüzeylerde kullanılmazlar. Benzin ve mazota karşı dayanıklı değildir. Ancak, darbelere, güneş ışınlarına, mikroorganizmlara ve kimyasal maddelere karşı dayanıklıdırlar.

Polivinilklorür (PVC), genel olarak bir yapının mevcut ihtiyaçlarını karşılayabilirler. Yüksek sıcaklıklara karşı dayanım sağlayamazlar bu yüzden sıcak

havanın veya suyun olduğu yerlerde kullanılmamalıdır. Güneş ışınlarına ve kimyasal maddelere karşı dayanıklıdırlar. Uygulaması kolaydır.

Polizobitülen (PIB), kimyasal maddelere ve organik çözücülere karşı PE kadar dayanıklı değildirler. 180 Derece sıcaklığa kadar ve güneşin ışınlarına karşı dayanıklıdır.

PIB, PVC, EPDM, CPE ve ECB kanalet, tünel çatı ve temek gibi yerlerde kullanılmaktadır. Uygulama yapılacak alan tesviye edilmeli, örtü altına ve üstüne koruyucu olarak keçe veya polyester kullanılmalıdır. Sentetik örtülerin uygulamasında, örtü birleştirilmesi genellikle sıcak hava ile yapılmaktadır. ECB örtülerin birbirine ek yapılmasında sıcak asfalt kullanılır iken, EPDM örtülerde birleşim noktalarında solvet bazlı yapıştırıcı, kendinden yapışkanlı bant ve sıcak asfalt kullanılabilir.

Sentetik örtülerin tamamı su geçirimsizdirler ve buhar geçirme oranı azdır. Tek kat olarak kullanılırlar EPDM ve ECB bazı yüzeylere yapıştırılsa da genellikle yüzeye yapıştırılmazlar. Gerekli durumlarda örtünün sabitlenmesi için koruyucu jeotekstil kullanılıp, çakıl serimi yapılmaktadır. Örtü üzerine sadece beton dökülecekse eğer yine jeotekstil kullanılmalıdır. Çatılarda kullanılması durumunda, çatıya çıkış durumuna göre beton üzerine 300 gr/m² veya 500 gr/m² koruyucu keçe serilmelidir.



Şekil 27. Sentetik su yalıtım örtü uygulaması.

Sentetik esaslı örtülerin birbirine eklenebilmesi için üç yöntem vardır. Bunlar ;

EL Makinesi; bindirme bölgesinde silindir basıncı ve yaklaşık 500 °C sıcaklıkta buhar çıkışı ile kaynak yapılır. Bindirmeler en az 10 cm, kaynak bölgesi de en az 3 cm olmalıdır.

THF solvent: Çoğunlukla metallerde uygulanır, solvent sürülerek yapıştırma yapılır.

Robot kaynak makinesi: Otomatik bir şekilde sıcak hava üfleyen makineler ile uygulanan ekleme yöntemidir. Tek ve çift şekilde kaynak yapılır. Hava basıncı testi ile kaynağın olup olmadığı test edilir. Çift kaynak arasında kalan boşluğa 2 dakika boyunca 2 bar basınç uygulanarak ölçüm yapılır. Basınç kaybı %20'yi aşmadığı sürece kaynak işlemi başarıyla gerçekleşmiş olur.

Plastik esaslı su yalıtım örtüleri çoğunlukla yüzeye yapıştırılmazlar. Teras gibi yerlerde kullanılması halinde rüzgarın kaldırma etkisine karşı zemine sabitlenmesi gerekmektedir.

Plastik kökenli su yalıtım örtülerinin avantajları ;

- Daha hafiftir.
- Genleşmeye karşı daha uyumludur, uzaması fazladır.
- Her iki doğrultuda da aynı dayanımdadır.
- Yüzeylere uyumlu çalışır
- Düşük sıcaklıklarda da elastiktir.

4.2.3 Bentonit şilteler

Kendi ağırlığının 6-7 katına kadar su emebilen ve hacmi 15 kata kadar artış gösterebilen kil malzemelerdir. Su ile temas ettiğinde şişer ve yoğun bir kıvama ulaşır. Bu sayede de su yalıtımı için uygun bir özelliğe sahip olur. Bentonit kili, ocaklardan çıkartılıp geosentetik standartlara göre üretilip toz haline getirilir.

Bentolit şilte, örgülü ve örgüsüz olmak üzere iki prolipilen dokuma arasında üretilir ve jeokompozit ismini alır. Delinmeye karşı oldukça dayanıklıdır.



Şekil 28. Bentonit şilte uygulaması.

Jeosentetik kil şilte, (JKŞ) bentonit katmanın jeosentetik katmanlar arasına yerleştirilmesi ile meydana gelir. Jeosentetik tabakaların amacı kilin dağılmasını ve uygulamanın yapılabilmesini sağlamaktır. Şiltenin çalışma prensibine göre, ortada bulunan bentonit kili su aldığı anda genişleme özelliği ile şilte üzerinde basınç oluşacak ve bu sayede arzu edilen sızdırmazlığa ulaşılabilecektir. JKŞ, temel yalıtımlarında direk toprak üzerine uygulanabilir. Uygulama, herhangi bir kaynağa gerek duyulmadan üst üste bindirilerek yapılır. Gerek duyulduğu takdirde sabitlenmek için çeşitli malzemeler kullanılabilir.

JKŞ, yüksek miktarda suyu emerek genişleme yolu ile çatlakları kapatır ve suya karşı bir set oluşturur. Kimyasallara karşı dayanıklıdır, düşük sıcaklıklara karşı dirençlidir, esnek bir yapıya sahiptir ve hidrostatik basınca karşı kullanılabilir. Ancak, bentonitenin su etkisine maruz kalıp şişmesine kadar yalıtım oluşmaz bu da JKŞ'ye karşı güven duyulmamasına ve tercih edilmemesine neden olur.

JKŞ kullanım alanları, temeller, metro tünelleri, depolar, hidro elektrik santralleri, kanallar vb yerlerde kullanılabilir.

4.3 Yapısal Su Yalıtımı

Genel olarak yapısal su yalıtımı; beton yapı elemanlarının imal edilmesi sırasında, beton kalitesinin iyileştirilmesi/artırılması, imalat kolaylığı, betona verilmek istenilen özelliklerin verilebilmesi sağlamak ve su sızdırmazlığını elde etmek amacıyla sıvı veya toz haldeki yapı kimyasallarının betona katılması ile yapı elemanlarına su sızması ve suyun etkilerinin azaltıcı uygulamalar bütünü olarak tarif edilir. Su çimento oranını azaltarak betonda mevcut kapiler boşlukları azaltan, beton içerisindeki kılcal boşlukları tıkayan özelliklere sahip beton katkıları yapısal su yalıtımı yapar. Önceki bölümlerde de ifade edildiği gibi yüzeysel su yalıtımı temel nitelikte, yapısal su yalıtımı ise su sızdırmazlığa yardımcı niteliktedir.

Yapısal su yalıtımında, su sızdırmazlık niteliği kazandırmak istenilen harç, beton vb. yapı malzemelerinin içine malzemenin üretimi aşamasında gözenekliliği (porozite) yok eden veya azaltan farklı katkı malzemeleri ilave edilir. İlave edilen katkı maddeleri genellikle yapı malzemesine kürlenme sırasında etki ederler. Katkı malzemesi farklı etkileşimlerle yapı malzemesi içerisinde bulunan hava boşluğu miktarını boyutça ve sayıca azaltırlar. Hava boşluğunu azaltan katkı maddesinin günümüzde en bilineni hava sürükleyicilerdir. Hava sürükleyici katkı maddeleri yapılarında amonyum tuzu ve yağ alkolü kimyasalları bulundurur ve sertleşmekteki betonun içinde bulunan havayı beton dışına iterek homojen dağılmış küçük boşluklar halinde kalmasını sağlarlar. Diğer katkı malzemeleri ise su geçirimsizlik katkı maddeleridir ve betonun karışması esnasında betona eklenir. Kılcal su emmeye karşı etkilidirler ve betondaki karışım suyunu azaltarak belli miktar da hava sürüklerler.

Yapısal su ürünleri kullanılır iken karışım oranlarına ve uygulama tekniğine dikkat ederek uyulmalıdır. Yapı elemanının kılcal su etkisinde olduğu hallerde, yapısal su yalıtım malzemeleri verimli olmaktadır. Eğer yapı elemanı, basınçlı suya maruz ise yapısal su yalıtımı ile serme tip su yalıtım malzemeleri beraber kullanılmalıdır.

4.3.1 Yapı kimyasalları

Yapı kimyasalları, yapıların her aşamasında karşımıza çıkabilmektedir. Amaçları, malzemenin dayanımını arttırma ve ömrünü uzatmanın yanında, hız ve kolaylık sağlamaktır.

Yapı kimyasalları ile su yalıtımı rijit bir yapıyı da beraberinde getirir. Rijit bir beton elamanda en önemli sorunlardan biri çatlaklardır. Yapılarda zamanla çeşitli etkilerle birlikte çatlaklar meydana gelir. Bu çatlaklar sonucunda beton su geçirimli hale gelmektedir. Bu sebepten dolayı yapı kimyasalları görünen ve tamir edilebilir yüzeyler dışında, elastik su yalıtım uygulamaları ile birlikte kullanılmalıdır.

Betonun su geçirimliliğini etkileyen bir çok faktör vardır. Bunlar;

-Betonun vibrasyonu

-Kür koşulları

-Agrega dağılımı (granülometri)

-Çimento dozaj yetersizliği

-Fazla su ilavesi

-Sıcaklık ve nem değişimleri

-Beton içinde malzeme dağılımı (Beton Reçetesi) gibi unsurlar betonun su geçirimliliğini etkileyen başlıca unsurlardır.

Betonun, deniz suyu etkisi, hava şartları, aşınma vb. olumsuz etkenlere karşı beton dayanım ve kalitesinin artırılması için çeşitli katkı maddeleri kullanılmaktadır. Bu katkı maddeleri mineral ve kimyasal olarak iki çeşide ayrılır. Mineral katkılar puzolanik tepkime ile beton içinde aderans arttırıcı etki yaparak beton içerisindeki kılcal boşlukları doldururlar. Bu sayede betonun su sızdırmazlığı arttırılmış olur. Kimyasala katkılar ise, beton içerisine katıldığı gibi yüzeyine de uygulanabilir. Betonda, erken ve yüksek dayanım sağlama, akışkanlığı arttırmak, prizi hızlandırmak ve sızdırmazlık gibi nedenlerden dolayı yapı kimyasalları kullanılır.

Kimyasal katkılar aşağıdaki gibi sınıflandırılırlar;

-Su geçirimsizlik

-Akışkanlaştırıcı

-Süper akışkanlaştırıcı

-Su tutucu

-Priz hızlandırıcı

-Priz geciktirici

-Hava sürükleyici

Kimyasal katkı kullanımında dikkat edilmesi gereken hususlar;

-Yanlış beton karışımını kimyasallar düzeltmez

-Her betonda (agrega-çimento karışımında) aynı etkiyi yapmayabilir

-Katkı maddelerinin birbiriyle uyumu bilinmeli

-Yan etkilerine dikkat edilmeli

-Üreticinin kullanım hakkındaki uyarıları dikkate alınmalıdır.

Su geçirimsizlik katkıları

Amaç, betondaki kılcal boşlukları tıkayarak su geçirimsiz bir beton elde etmektir. Beton içerisine harç suyu ile birlikte karıştırılarak konulması homojen dağılım için önemlidir.

Sızdırmazlık için kullanılan katkıları, beton içindeki boşlukları doldurarak veya tıkayarak, kapillariteyi önleyerek ve çimentodaki kireci tepkime ile dönüştürerek etkili olurlar.

Su geçirimsiz katkıları, barajlar, havuzlar, tüneller, kanallar, su deposu, temeller vb. gibi su ile temas eden bütün yapı elemanlarında kullanılabilir. Beton içerisinde kullanım miktarı genellikle, çimento miktarının %0.5' i kadardır (İzoder, 2006).

Su geçirimsiz katkı maddelerindeki karışımların bazıları;

- Alkali alüminatlar,

- Asfalt emülsiyonları,

- Mineral tuzlar,

- Sodyum silikat potasyum silikat,

- Suda çözünmeyen sabunlar, yağlar,

- Vinsol reçineleri,

- Katbek asfaltları, Çinko magnezyum, kalsiyum plusilikatlar,

- Alkali klorürler,
- Bazı petrol ürünleri sayılabilir.

Beton içerisindeki boşlukları dolduran bu katkı maddeleri, su iticilik görevi üstlenirler.

Akışkanlaştırıcı katkıların kullanım amacı;

-Aynı özellikteki katkısız betona göre, dayanımı arttırmak ve su sızdırmazlığı sağlamak için kullanılır

-Su/Çimento oranını azaltarak daha az çimento kullanıp aynı dayanım ve işlenebilirliği sağlamak için

-Daha işlenebilir bir beton için kullanılır.

Akışkanlaştırıcı katkıları genellikle suyu kesmek için veya işlenebilirliği arttırmak için kullanılır. Akışkanlaştırıcılar, su kesme özelliğine göre 3 gruba ayrılırlar.

-Normal akışkanlaştırıcı %10-15

-Süper akışkanlaştırıcı %15-30

-Hiper akışkanlaştırıcı %30 üstü

4.3.2 Su tutucu bantlar



Şekil 29. Pvc su tutucu bant

Su tutucu bantlar, suya karşı basınç oluşturarak suyu durdurur ve diğer tarafa geçmesini engeller. Uygulaması kolay ve düşük işçilik maliyeti gerektirir. Pvc veya kauçuk esaslıdır. İnce kesitli veya donatı dış yüzeyine yapılacak uygulamalarda tavsiye edilir.

Su ile şişen bantlar, iki betonun birleşim yerlerinde uygulanır. İkinci beton döküldüğünde iki beton arasında kalır ve su ile temas ettiğinde suyu bünyesine alıp şişer. Beton içerisindeki çatlakları doldurarak sızdırmazlık sağlar.



Şekil 30. Su ile şişen bant

Uygulama öncesi, zemin toz ve pislikten temizlenmelidir. Kendinden yapışabildiği gibi olumsuz durumlarda yapıştırıcı ile birlikte kullanılır. Uygulama, beton döküm zamanına göre yapılmalıdır. Çünkü, mevsim şartlarına bağlı olarak ıslanma riski vardır. Bu doğrultuda uzun süre bekletilmeden biran önce beton dökümü yapılmalıdır.

Uygulama alanları;

- Genel olarak soğuk derzlerin olduğu yerlerde
- Temel ve perde birleşim yerlerinde
- Su depoları ve havuzlarda
- Tünel ve yer altı yapılarında
- Aritma tesislerinde kullanılabilir.

5. YER ALTI SU YALITIM SİSTEMLERİNİN UYGULANABİLİRLİĞİ

Bu bölümde, yapılarda yer altı sularına karşı yapılacak olan su yalıtım sistemlerinin tasarım ve uygulama kuralları ele alınacaktır. Bu doğrultuda çalışmalar, yalıtım türü tanımlama, yöntem ve malzeme şeklinde irdelenecektir. Yapılarda suyun etkisi ve etki etme şekli, etkilenen elemanlar ve su yalıtım malzemelerin özet bilgileri tabloda belirtilmiştir.

Çizelge 5.1: Yapıda suyun etki etme türü, yalıtım yeri ve malzeme seçimi.

Yapı Bölümü	Suyun Gelişi	Etkileme Alanı	Suyun Etkisi	Malzeme
Yer Altı Su Seviyesi Üstündeki Yapılar	Kapiler, Sızıntı ve Bağlı sular	0,0001 m/s Üzeri Geçirgen Olan Zeminler	Zemin Suları ve Nemi	Bitümlü Örtü, Sentetik Örtü ve Bitüm Esaslı Sürme
		Drenajlı		
Yer Altı Su Seviyesi Altındaki Yapılar	Yüksek Seviyede Yer Altı Suyu	0,0001 m/s kadar Geçirgen Zemin	Basınçlı Su (Pozitif)	Bitümlü Örtü, Sentetik Örtü ve Bitüm Esaslı Sürme
		Temel Derinliği 3m den az ve Drenajsız		
Yer Altı Su Seviyesi Altındaki Yapılar	Yüksek Seviyede Yer Altı Suyu	Bütün Yapı ve Zemin Türleri	Basınçlı Su (Pozitif)	Bitümlü Örtü, Sentetik Örtü ve Bitüm Esaslı Sürme
Dış Perde	Yağmur, Sıçrama ve Birikme Suyu	Yapı Dış Duvarları	Basınçsız ve Yoğunluğu Az Su	Kaplama Arkasından Nefes Alabilen Örtüler

5.1 Su Yalıtımı Yapılacak Yüzeylerin Hazırlanması

Yapılarda su yalıtım malzemeleri en çok temel, bodrum ve çatılarda kullanılmaktadır. Su yalıtımının başarılı olabilmesi için, uygulanacak yöntem, malzeme seçimi ve uygulama yapılacak yüzeyin hazırlanması en önemli unsurlardır.

Su yalıtım uygulamalarında yüzey hazırlığı, en başta yapılması gereken ve yalıtımın başarılı olabilmesindeki ilk hayati adımdır. Su yalıtım malzemesinin etkisini ve ömrünü uzatan temel prensiptir. Su yalıtımın uygulanacağı yüzey kuru ve temiz olmalıdır. Yüzey hazırlığı temel olarak, yüzeydeki girinti çıkıntının giderilmesi ve zayıf tabakaların kaldırılmasına dayanır. Su yalıtım malzemesi ve yüzey arasındaki aderansın sağlanabilmesi için, toz, çıkıntı, zayıf yüzey, yağ, boya, dolgu vb. gibi katmanlardan arındırılması gerekmektedir. Temizlik sonrası oluşan boşluklar tamir harcı ile onarılmalı, prüzsüz (brüt beton yüzeyi vb) yüzeyler prülendirilmelidir. Sürme yalıtım uygulamasında, yüzeyde gerekli tesviye işlemi yapılarak, tüm yüzeylere eşit kalınlıkta uygulanması sağlanmalıdır. Duvar yüzeylere sıva uygulaması yapılarak sürme yalıtım uygulanmalıdır. Temel altı sürme yalıtımlarında, grobeton perdahlanarak yüzeyi düzgün hale getirilmelidir (Tekin ve diğ. 2015:113).

Bodrum perdelerde kalıp bağlamak için kullanılan tayrot demir boruları 3 cm derinliğe kadar kesilip yapısal tamir harçlarıyla içeriden ve dışarıdan doldurulması gerekir. Aynı şekilde çiroz kullanılması halinde de aynı işlem tekrarlanmalıdır. Betonda oluşan zayıf yüzeyler, çatlaklar ve segregasyon bölgeleri, sağlam homojen yüzeye kadar kazınarak tamir harçlarıyla onarılması gerekmektedir. Su yalıtım malzemelerinin kırılmasını, zarar görmesini engellemek ve boşluksuz bir yüzey elde etmek amacıyla, iç ve dış taraftaki köşe noktalarına pah uygulaması yapılmalıdır. (Tekin ve diğ. 2015:113).

Yüzey hazırlığı işlemi 4 ana başlık altında toplayabiliriz.

-Yüzey Temizliği, Yüzey Tamirâtı, Astarlama, Köşelere Pah Uygulaması

Yüzey Temizliği



Su yalıtım malzemelerinin yapışması ve aderansının artabilmesi için, inşaat artığı, toz, boya, yağ, silikon vb. malzemelerden yüzeylerin temizlenmesi gerekmektedir.



Su yalıtımı yapılacak yüzeyler, pürüzsüz, düzgün ve perdahlı olmalıdır.

Yüzeydeki girinti çıkıntılar düzeltilmelidir.



Temizlik işleri, basınçlı hava ve su jeti ile yapılarak, yüzeyler su yalıtım uygulamalarına hazır hale getirilir

Şekil 31. Yüzey temizliği

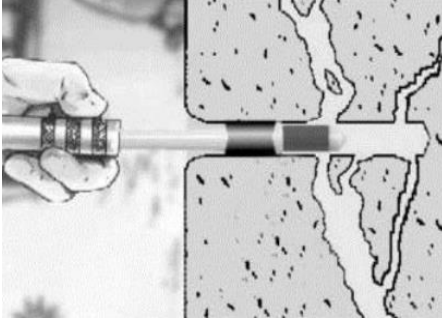
Yüzey Tamiratı



Su yalıtımı uygulanacak yüzeylerde, boşluk, kırık, çöküntü, çatlak gibi dengesiz yüzeyler olmamalı, bu gibi yüzeyler çimento, epoksi veya poliüretan esaslı malzemelerle tamiratu yapılmalıdır.



Yüzeylerde boya kabarması, pullanma, sıva dökülmesi gibi durumlar olması halinde, yüzey kazınarak sağlam zemin elde edilmelidir.



Betonarme yapı elemanlarında oluşan çatlaklar su sızdırır. Bu yüzden su yalıtım uygulaması öncesi, epoksi veya poliüretan esaslı malzemelerle enjeksiyon yapılması gerekebilir.



Betonarme elamanlarda, beton dökümü sırasında yerleştirme hataları sonucu oluşan segregasyon bölgelerinde ve pas payının yetersiz kaldığı yüzeylerde tamir harcıyla onarım yapılması gerekmektedir.

Şekil 32. Yüzey tamiratu

Yüzey Tamiratı



Sürekli suyun sızdığı ve su yalıtım uygulamasın yapılmasına engel olduğu bölgelerde hızlı priz alan ani tıkaç malzemeleriyle suyun gelmesi engellenmelidir.



Tij, çiroz ve tierod deliklerinde kalan malzeme varsa eğer, delikler etrafı bir miktar açılarak temizlenmelidir.



Temizlenen ve düzeltilen yüzeyler yüksek mukavemetli tamir harçlarıyla kapatılmalıdır.



Kapatılan delikler de yüzeyler düzgün olmalıdır.

Şekil 33. Yüzey tamiratı

Astarlama



Betonarme yüzeylerde su yalıtım uygulamalarında, kullanılacak malzemeye göre kendi astarı ile astarlanmalıdır. Astarlama işlemi rulo fırçalarıyla hızlı yapılabilir.



Yüzeyler standartlar dahilinde bitüm ile astarlanmalıdır.



Bazı malzemelerde astar gerekmez. Bu gibi durumlarda yüzey pürüzlendirmek için kumlama yapılır. Böylelikle üzerine gelecek su yalıtım malzemesini aderansı artılmış olur.

Şekil 34. Astarlama

Pahlama



Betonarme elemanlarda, birleşim bölgelerinin oluşturduğu köşe noktalar en zayıf bölgelerden bir tanesidir. Serme ve sürme yalıtımlar için 45 °C açılı ve en az 8x8 cm pahlar yapılmalıdır.



Pah bölgelerinde polyester file kullanılmalıdır.



Pahlama işleminde, yüksek mukavemetli ve rötire yapmayan özel tamir harçları kullanılmalıdır.

Şekil 35. Pahlama

5.2 Toprak Altı Sularına Karşı Su Yalıtımda Temel Prensipler

Yapılardaki su yalıtımını toprak altı ve toprak üstü olarak iki gruba ayırırsak eğer toprak altındaki uygulamalar, telafisi ve geri dönüşü olmayan, tek seferlik uygulamalar olması açısından doğru şekilde yapılması hayati öneme sahiptir. Doğru bir su yalıtımı proje aşamasında yapılan zemin etüdüleri akabinde planlanması ve gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir.

Su yalıtım uygulamasının seçiminde projenin, temel tipi, bodrum sayısı, bitişik yapının olup olmaması ve arazi konumu da önemli bir etkidir.

5.2.1 Basınçlı suya karşı su yalıtımında temel prensipler

Basınç etkisi, daha önce ki bölümlerde bahsedildiği gibi suya doymuş zeminin yapı elemanlarını uyguladığı hidrostatik basınçtır. Yapının yer altında kalan temel ve bodrum gibi yapı elemanlarına karşı sürekli oluşan bu basınç, yapının ömrünü ve kullanım kalitesini etkilemektedir. Dolayısıyla, yer altında yapılacak olan su yalıtım uygulamaları bu doğrultuda belirlenmektedir.

5.2.1.1 Su yalıtım türünün belirlenmesi

Yapının inşa edileceği alanda zemin etüdü neticesinde su yalıtım uygulamaları tercih edilir. Zemin etüdü sonucu yer altı su seviyesinin yüksek olması ve dolayısıyla yapının basınçlı suya maruz kalması halinde pozitif yönden su yalıtım uygulaması yapılmalıdır.

Etüd sonucu elde edilen verilerde yer altı su seviyesi, yapının temel seviyesi altında kalsa bile, temel altına yakın bölgede geçirimsiz bir tabaka varsa, bu tabakada sızıntı ve yağış suların birikmesi ihtimaline karşı yine basınç etkisi varmış gibi yalıtım uygulaması yapılmalıdır.

Yer altı suları yapılara dışarıdan tesir etmektedir. Bu doğrultuda su yalıtım uygulamalarının dışarıdan pozitif taraftan yapılması doğru olanıdır. Bu sayede nem, rutubet ve en önemlisi yapının taşıyıcı elmanı olan demiri korozyon etkisinden uzak tutmuş oluruz.

5.2.1.2 Toprak altı suyunun geçici tahliyesi

Yer altı su seviyesi, yapı temel ve bodrum seviyesi üstünde kalıyorsa, yapının inşa edilebilmesi için su seviyesinin düşürülmesi gerekmektedir. Su seviyesi ve debisi yüksek olan yerlerde, hafriyat başlangıcıyla beraber su tahliye kuyusu açılır ve hafriyat bitene kadar pompa vasıtasıyla su tahliye edilir. Temel tesviye aşamasında kalıcı olarak çukur veya çukurlar açılır ve su tahliyesi su yalıtım uygulamaları bitene kadar devam eder. İstenildiği durumlarda su yalıtım uygulamasının yükünün azaltılması ve ömrünün arttırılması için, kuyu yapı ömrü boyunca su tahliyesi yapacak şekilde planlanır ve su tahliyesi belli aralıklarla devam eder.

5.2.1.3 Yalıtım malzemesi seçimi ve uygulanması

Yer altı su yalıtım malzeme seçiminde, zemin özellikleri ve yapı durumunun, tercih edilecek olan yalıtım malzemesiyle uyumu önemlidir. Basınçlı yer altı sularına karşı sürme tipi yalıtım malzemelerinin kullanıldığı gibi sabit kalınlık ve fayda açısından serme tip örtüler su yalıtım malzemesi olarak tercih edilmektedir.

Sentetik esaslı serme tip örtülerde 2mm kalınlıkta örtüler tercih edilirken, bitüm esaslı örtüler kullanılması halinde en az 3mm kalınlıkta ve çift kat uygulanmalıdır. Serme tip yalıtım örtüsü kullanacakken hava şartlarını dikkate almak gerekir. 5 derece altında uygulama yapmaktan kaçınılmalı veya soğuk hava şartlarına uygun SBS katkılı bitümlü örtü kullanılmalıdır. Aynı şekilde sıcak hava şartlarında APP katkılı bitümlü örtü kullanılmasında fayda vardır. Eğer sürme yalıtım malzemesi tercih edilecekse en az 4mm kalınlık oluşturulacak şekilde sürekli bir tabaka oluşturulmalıdır. Kullanılacak sürme yalıtım malzemesinin çatlaklara karşı köprüleme özelliğinin de olmasına dikkat edilmelidir. Sürme tip yalıtım malzemesinin hazırlanması ve uygulama aşamasında hava şartlarına bağlı olarak, su oranının azalması veya donma ihtimaline karşı gerekli önlemler alınmalıdır (Tekin ve diğ. 2015:117).

Çizelge 5.2: Polimer modifiyeli bitümlü sürme su yalıtım malzemesi için asgari özellikler.

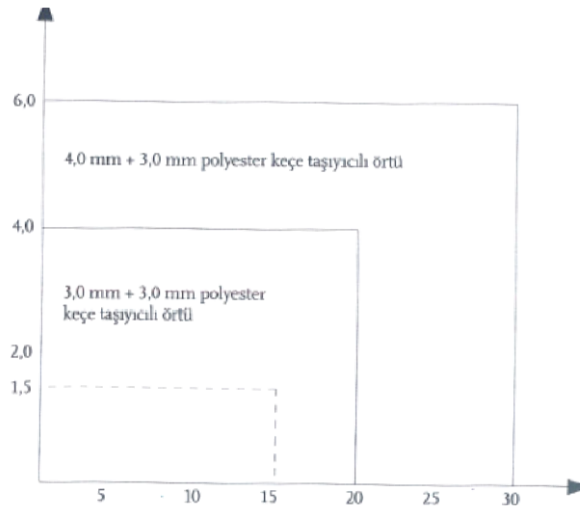
Özellik	Deney Metodu	Basınçlı Suya Karşı Yalıtım
Çatlak köprüleme	TS EN 15812	2,0 mm (CB 2 sınıfı)
Su geçirimsizlik	TS EN 15820	0,0075 N/mm ² (C2A sınıf)
Basınç dayanımı	TS EN 15815	0,30 N/mm ² (C2A sınıf)
Kuru film kalınlığı		≥4,0 mm

5.2.1.4 Bitümlü serme tipi yalıtım örtülerinde kat belirleme

Bitümlü serme yalıtım malzemelerinin kullanımı, yapı temel ve bodrumlarının yer altı su seviyesinin ne kadar altında olduğuna göre

belirlenmektedir. Kullanılacak olan malzemenin özellikleri de hidrostatik basınç ve toprak yapısına göre belirlenir. Bitümlü serme tip yalıtım malzemesi, yer altı suyu basınçlı-basınçsız olmaksızın 3 mm den az kalınlıkta kullanılmamalıdır. Hidrostatik basınca göre 2 kat veya daha kalın malzeme tercih edilerek uygulanabilir. Hidrostatik basınç derinlikle arttığından dolayı, derinlikle beraber malzeme kalınlığı ve kat sayısı değişebilir. Örneğin 3 bodrumlu bir yerde, 3. ve 2. Bodrumlarda çift kat, 1. Bodrumda tek kat olarak bitümlü serme örtü uygulanabilir.

Yapının em yüksek yer altı su seviyesi altında kalan yeri (m)



Yapının zemine uyguladığı basınç (N/cm²)

Şekil 36. Yapı temelinde yalıtım kat, adet ve kalınlıkları (TS EN 11758-2).

5.2.1.5 Sentetik esaslı serme tipi yalıtım örtülerinde kat belirleme

Sentetik esaslı serme örtüleri, hammaddesine göre zeminlerle arasında en az 300 gr/m² jeotekstiller ile birlikte kullanılmalıdır. Aşağıdaki tabloda perde yüksekliğine göre kullanılacak örtü kalınlıkları gösterilmektedir.

Çizelge 5.3: Perde yüksekliklerine göre asgari örtü kalınlığı (TS EN 13658).

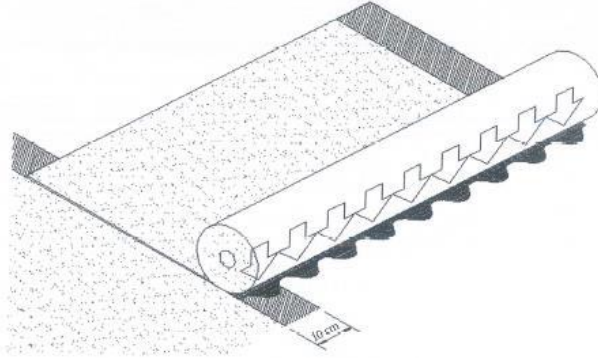
Temel Perde Yüksekliği	Su Yalıtım Örtüsünün Türü	
	PIB, PVC, EVA	ECB, EPDM
4,0m'ye kadar	1,5mm	2,0 mm
4,0 – 9,0 m arası	2,0 mm	2,5 mm
9,0 m üzeri	2,0 mm	2,5mm

5.2.1.6 Düşey yüzeylerde yalıtım uygulanacak yerin belirlenmesi

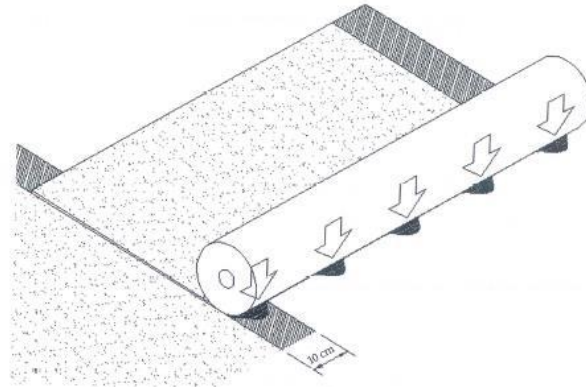
Yer altı suyu, kapilarite etkisi neticesinde zeminin dane ve boşluk özelliklerine göre, yer altı su seviyesinin bir miktar üstüne yükselir. Yer altı suyu seviyesi üstünde kapalı bir kapiler bölge oluşturur. Oluşan kapalı kapiler bölge üstünde açık kapiler dediğimiz hava ile dolu bir bölge bulunur ve bu bölge yapıya nem olarak etki eder. Bu bölgenin yalıtımı da alt taraftaki yalıtım sistemiyle aynı olmalıdır. Su yalıtım uygulamasında kullanılan örtüler sürekli olmalı ve kırılmaya maruz kalmamalıdır. Temel ve bodrumla beraber toprak seviyesinin en az 25cm üstüne çıkmalıdır.

5.2.1.7 Bitümlü yalıtım yapıştırma biçimleri

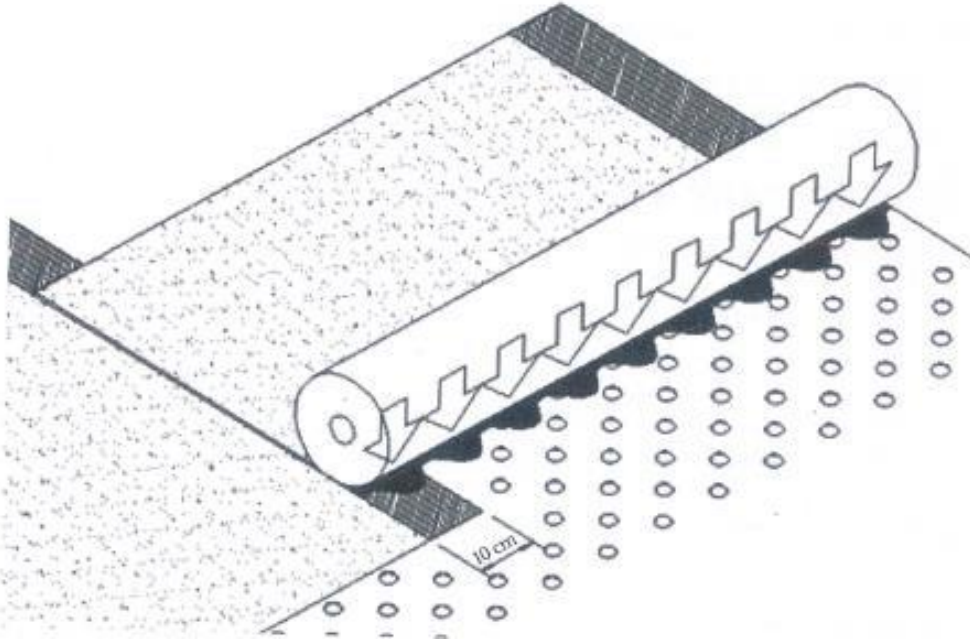
Bitümlü yalıtım örtülerinin 3 farklı yapıştırma şekli vardır. Bunlar, tam, şeritsel ve noktasal yapıştırma. Tam yapıştırma, örtünün alttaki tabakayla boşluk kalmayacak şekilde yapıştırılmasıdır. Şeritsel yapıştırma, örtünün alt tabakayla enine ve boyuna şeritsel olarak yapıştırılmasıdır. Noktasal yapıştırma ise, delikli cam tülü kullanılarak uygulanan yapıştırma şeklidir.



Şekil 37. Tam yapışma.



Şekil 38. Şeritsel yapışma.



Şekil 39. Noktasal yapışma.

Noktasal ve şeritsel yapıştırılmalarda, yapıştırılan bölgeler arasında en fazla 20 cm olmalıdır. Bindirme ve ek bölgelerde yapıştırma tam olarak yapılmalıdır. İki kat olarak yapılacak uygulamalarda, üst kat yapıştırılırken alt katın iki bindirme noktası ortalanarak bindirme yapılmalıdır.

5.2.1.8 Sentetik yalıtım örtülerinin serilmesi ve yapıştırılması

Sentetik örtülerde, bindirme bölgeleri en az 8 cm olmalıdır. Örtü bindirme noktaları enlemesine şaşırtmalı olacak şekilde yapılmalı ve ek yerleri bitümlü örtüdeki yöntemlere göre yapıştırılmalıdır. Uygulama sonrası uygun yöntemle test yapılmalıdır. Aşağıdaki tabloda sentetik yalıtım örtülerinin yapıştırma yöntemine göre olması gereken kaynak genişlikleri verilmiştir.

Çizelge 5.4: Sentetik örtülerde temel kaynak türüne göre en az ek yeri genişlikleri
(TS EN 13658).

Birleştirme Yöntemi	Ürünler	Kaynak genişliği (en az) (cm)
Sıcak hava üfleli	EVA	3
	PE-C	3
	PIB	3
	PVC-P	3
Sıcak kamalı yada sıcak gaz kaynak	ECB	2
	EVA	2
	FPO/TPO	2
	PE-C	2
	PVC-P	2
	TPE	2
Geniş kenar maskeleme bandı ile uygulama	Elastomer A	3
	PIB	4
Yapıştırıcı uygulama	Elastomer A	4
	PIB	4
Vulkanizasyon	Elastomer A	5
	Elastomer A	2

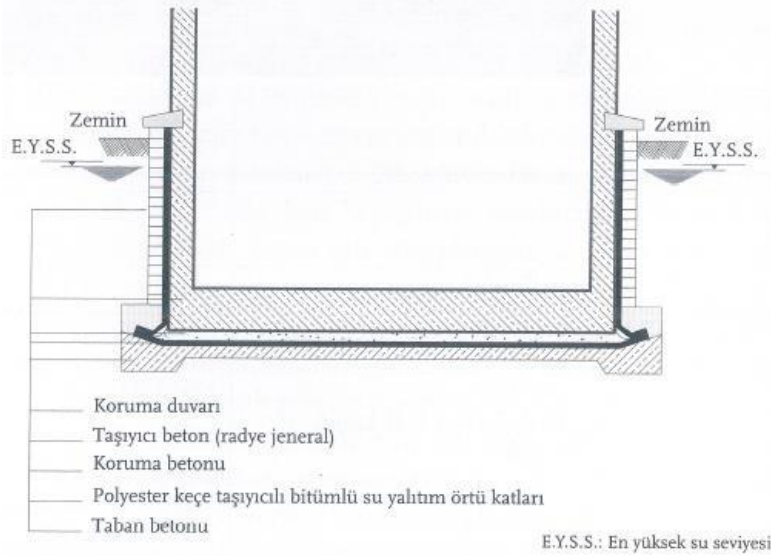
Yapım ve tasarım kuralları

Yer altı suyuna karşı yapılan yalıtım uygulamasında, yapının ayırık veya bitişik nizam olmasına göre içten veya dıştan bohçalama olmak üzere iki şekilde uygulanmaktadır.

Dıştan bohçalama uygulaması

Dıştan bohçalama, ayırık nizamlarda yeterli uygulama alanı olması halinde, yapı perdelerinin imalatından sonra uygulanan sistemdir. Yalıtımı koruma amaçlı temel altında grobeton, perde dışına da koruma duvarı örülür veya koruma betonu dökülür.

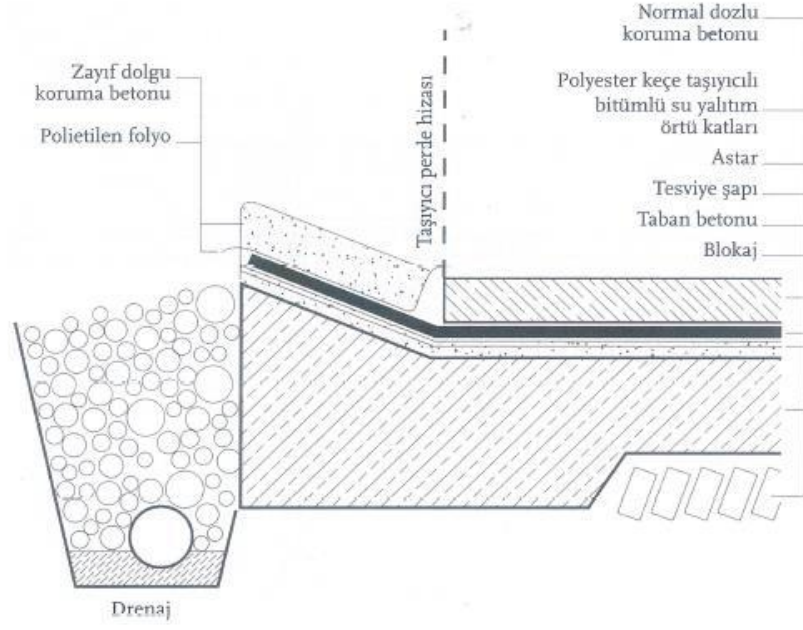
Temel altına dökülecek grobetonun ince agregalı olması ve perdahlanarak engebesiz bir yüzey olmasına dikkat edilmesi gerekir.



Şekil 40. Basınçlı su için temel su yalıtımında dıştan bohçalama.

Grobeton temel altında düz temel bitiminde ise dışarı yönlü eğimli dökülmelidir.

Bitümlü örtüler 2 kat, sentetik, jeosentetik örtüleri tek kat ve şaşırtmalı olarak uygulanır. Kalınlıkları, malzeme özelliklerine göre değişiklik gösterebilir. Örtülerin serim uygulaması bittikten sonra, demir imalatı sırasında zarar görmemesi için jeotekstil serilir veya koruma betonu dökülür.



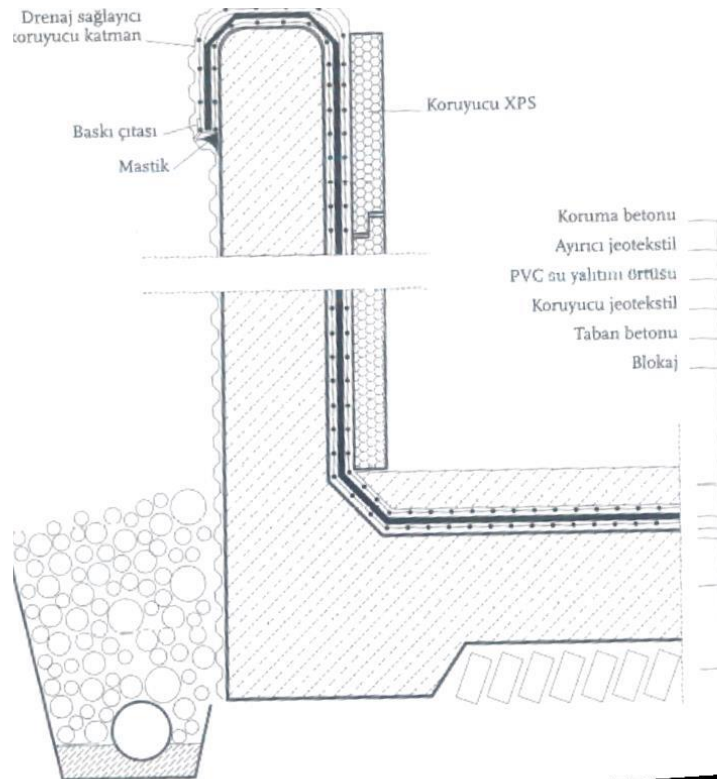
Şekil 41. Basınçlı su için dıştan bohçalama (bitümlü örtü, 1. Kısım).



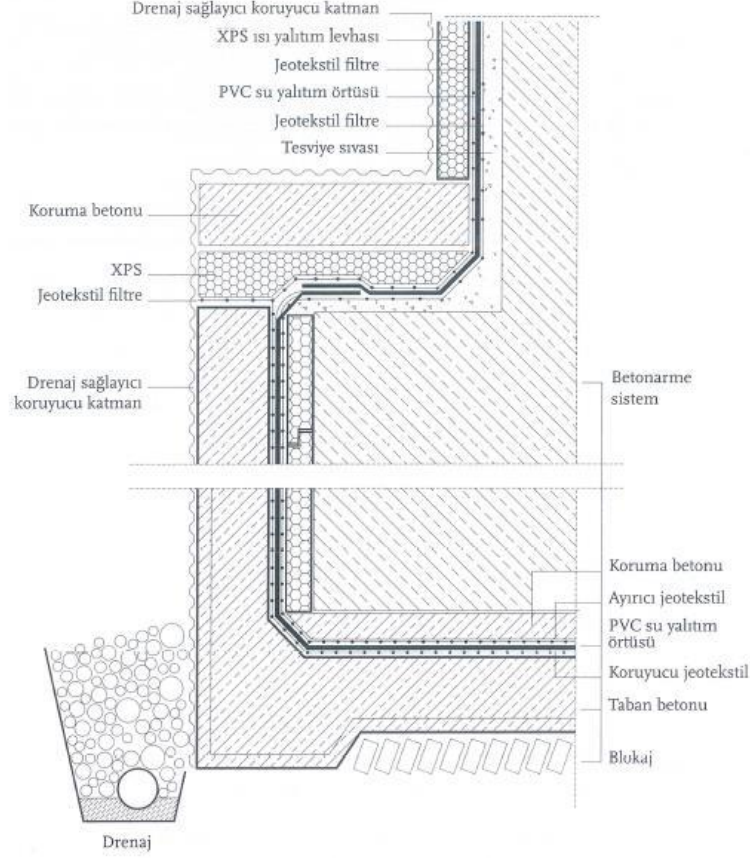
Şekil 42. Basınçlı su için dıştan bohçalama (bitümlü örtü, 2. Kısım)

Bir sonraki aşama, beton üzerinde bırakılan yalıtım örtü filizlerinin sayesinde yalıtımın perdelere uygulanmasıdır. Burada ki en önemli konu temelden gelen filizlerin yeterli uzunlukta olması, perde betonlarına devamlı ve korunaklı bir şekilde uygulanmasıdır. Daha önceki bölümlerde anlatıldığı gibi perde yüzeyleri yalıtım uygulamasına hazır hale getirilmelidir. Perdelere uygulanan yalıtım örtüsü zemin kotunun 25 cm üstüne kadar çıkması gerekmektedir.

Perdelere yapılacak yalıtım örtüsü, daha sonra perde etrafının doldurulması ve doldurulduktan sonraki dolgu ve çökmenin oluşturacağı kuvvetlere karşı koyabilmesi için koruma katmanı oluşturulması gerekmektedir. Bu katmanlar genellikle beton, tuğla duvar, xps köpük ile yapılmaktadır.



Şekil 43. Basınçlı su için dıştan bohçalama (sentetik örtü, 1. Kısım).



Şekil 44. Basınçlı su için dıştan bohçalama (sentetik örtü, 2. Kısım).

Perde yalıtım uygulaması yaparken, köşe ve kıvrımlı bölgeler pah uygulaması yaparak yumuşak bir geçiş yapılması sağlanmalıdır. Bu sayede malzemenin zarar görme ihtimali azalmış olacaktır.

Temel yalıtımı bitüm esaslı örtüler kullanılarak yapılırsa, yalıtım örtüsü üzerine polyester keçe serilmeli ve koruma betonu dökülmelidir. Perde uygulamalarında ise, yalıtım örtünün korunması amacı ile basınç dayanımlı köpük ve koruyucu duvar uygulaması yapılmalıdır.

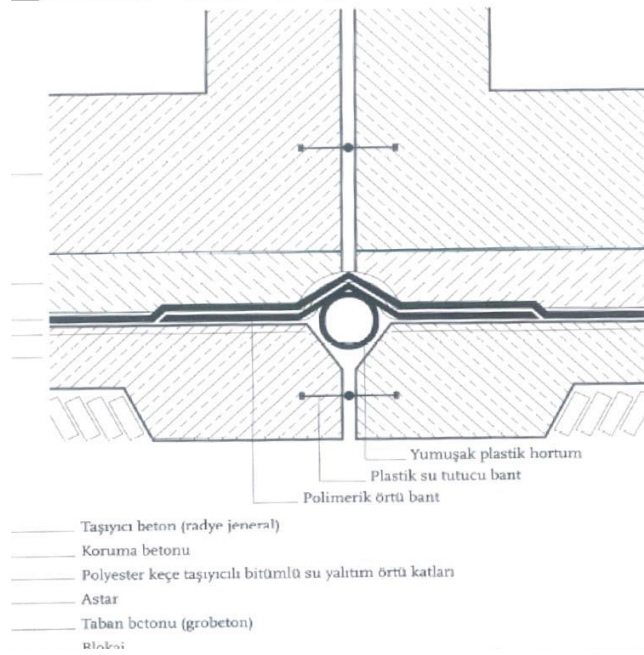
Temel yalıtımı sentetik esaslı örtülerle yapıldığında, yalıtım örtüsü üzerine polyester keçe serilir ve koruma betonu dökülür. Perde duvarlarındaki yalıtım örtüsünü korumak için de yine polyester keçe ve koruyucu duvar kullanılmalıdır. Ayrıca ilave olarak drenaj levhası uygulanabilir. Genel olarak uygulamadaki önemli hususlar şöyledir;

-Yalıtım uygulaması, yer altı su seviyesi üzerine kadar çıkmalıdır.

-Yalıtım uygulaması, temel ve perdeleri tamamı ile kaplayacak şekilde olmalıdır.

-Zemin altında mümkün oldukça basit yapılar oluşturulmalı, farklı kotlar ve köşe noktalarda pah uygulaması yapılmalıdır.

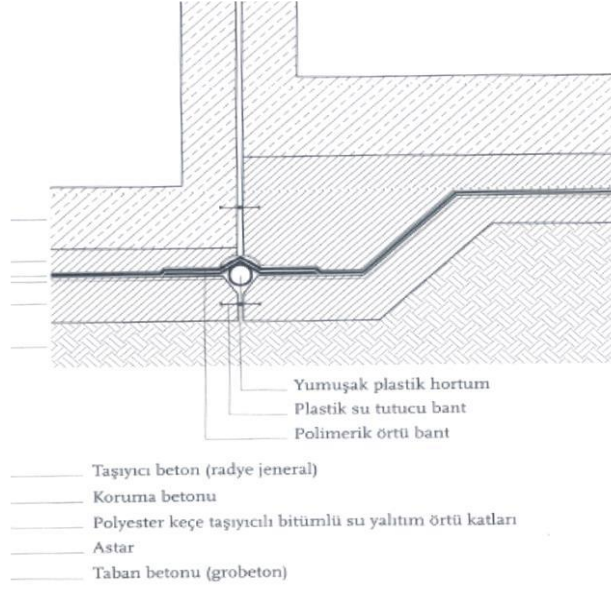
-Yalıtım uygulaması, koruma duvarı yapılarak dolgunun zararlı hareketlerine karşı korunmalı ve dolgunun oluşturduğu basıncı kullanarak yalıtım malzemesin perdeye devamlı olarak yapışık kalması sağlanmalıdır.



Şekil 45. Temel su yalıtımında dilatasyon.

Uygulanan yalıtımının korunması:

Uygulanan yalıtım örtüsü, koruma duvarı, xps, polyester keçe ve drenaj levhasıyla koruma altına alınmalıdır. Yalıtım örtüsü, koruma altına alındıktan sonra, dolgu ile birlikte devamlı ve yeterli bir şekilde basınca maruz bırakılmalıdır. Kullanılacak dolgu, yalıtım malzemesine zarar verebilecek büyüklüklerde moloz ve taş içermemelidir. Yapı etrafında su birikmesini önlemek için geçirimli toprak kullanılmalıdır.



Şekil 46. Temel su yalıtımında farklı kotlarda dilatasyon.

Derzlerin yalıtımı:

Yapıda çeşitli amaçlarla yapılan derzler, su yalıtım uygulamaları ile kesişiyorsa, derzler de suya karşı yalıtılmalıdır. Bu amaçla derzlerin olduğu yerlerde şişen bantlar veya su tutucu bantların kullanılması gerekir. Dilatasyon olan yapılarda da, dilatasyon bantları kullanılmalıdır.

İçten bohçalama uygulamaları

Bu uygulama, yapının bitişik nizam olması veya etrafında yeterli çalışma alanı olmaması durumunda uygulanır. Yapının kullanım alanından bir miktar feragat edilir. Dış tarafta korucu perde, iç tarafta da esas taşıyıcı perde inşaa edilir.

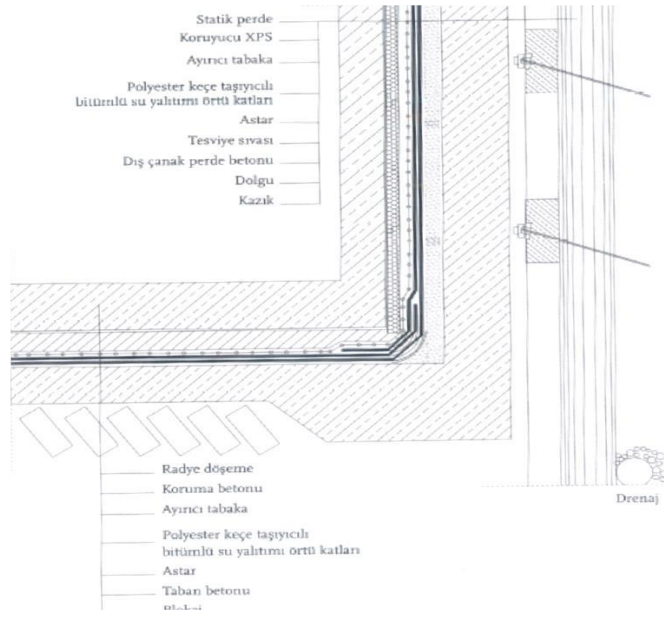
Yalıtım örtüsü dış perdenin iç kısmına yapılır ve koruma altına alınır. Daha sonrada iç perdenin demir montajı yapılarak betonu dökülür.



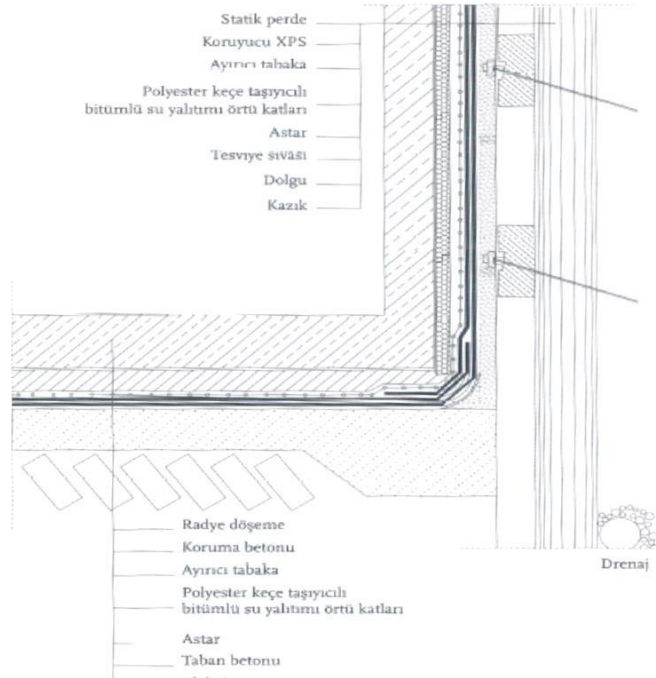
Şekil 47. İçten bohçalama, doğru uygulama.



Şekil 48. İksa sistemine su yalıtımı, yanlış uygulama.



Şekil 49. İçten bohçalama detayı, doğru uygulama.

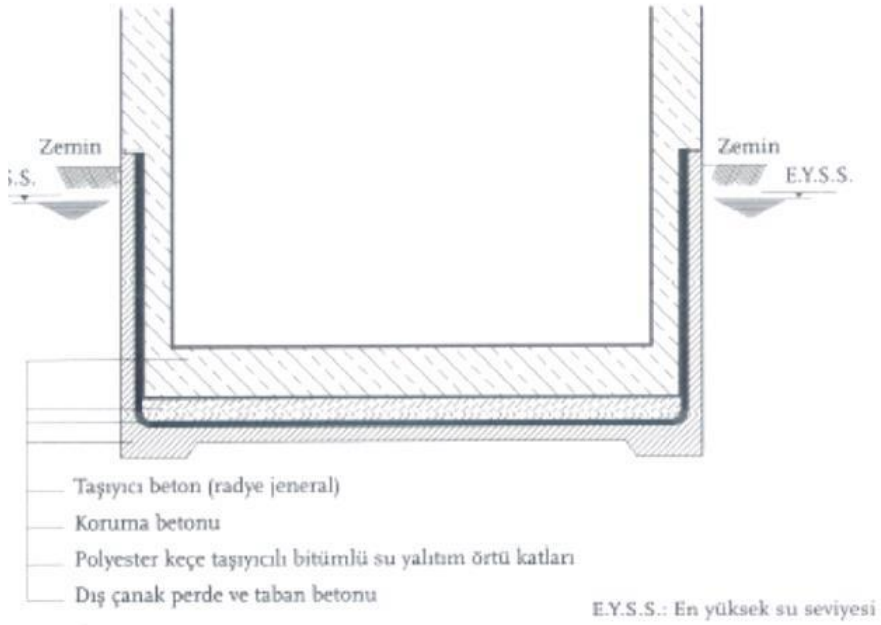


Şekil 50. İksa sistemi üzerine su yalıtım detayı, yanlış uygulama.

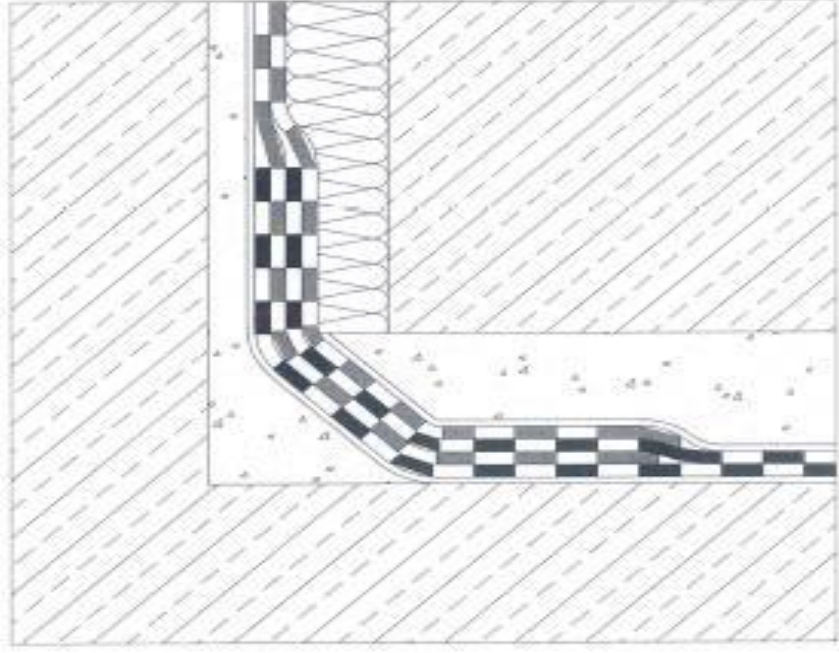
Yapıda farklı oturmalar olma ihtimaline karşı dış koruyucu ve iç perde aynı temel üzerine oturmalıdır. Dış koruyucu perde, yalıtım malzemesini koruması için geçirimsiz betondan yapılması daha doğru olan bir uygulamadır.

Yalıtım malzemesi uygulanacak dış duvarın iç yüzeyi, düzgün olmalı ve sivri köşeler pah uygulamasıyla uygun hale getirilmelidir. Bindirme boyları en az 10 cm olmalı ve dıştan bohçalama gibi zeminin 25-30 cm üstüne kadar uygulama devam edilmelidir.

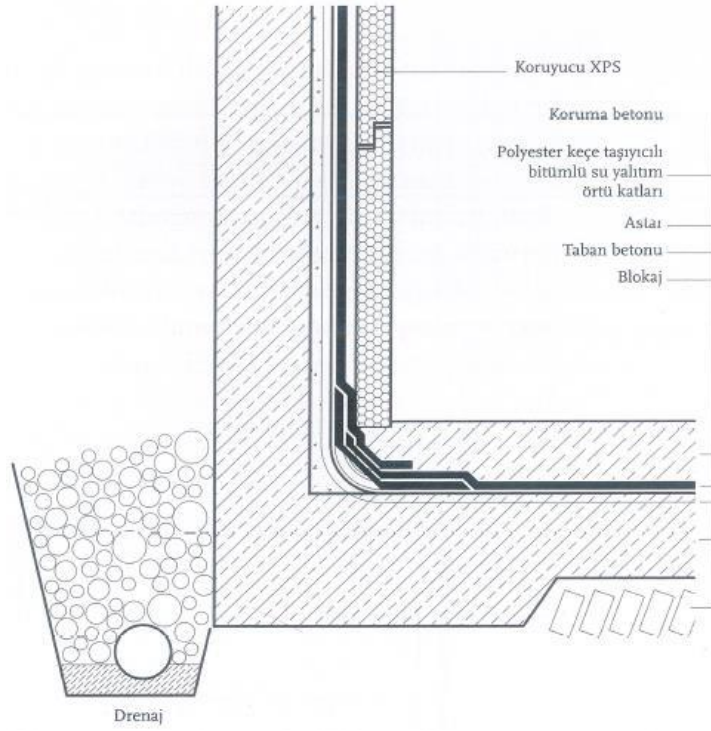
Koruyucu dış perde, oluşturulan sistemde meydana gelen yatay ve düşey yükleri taşıyabilecek şekilde dizayn edilmelidir. Dış perdede oluşacak yapısal hasarlar su yalıtım uygulamasının da zarar görmesi anlamına geleceğinden, dış perdenin bu doğrultudaki yüklerle karşı koyabilecek şekilde yapılmalıdır.



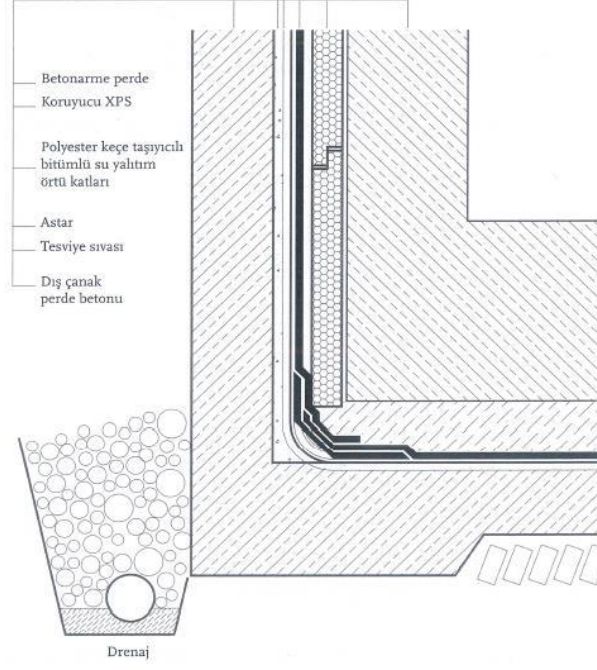
Şekil 51. Temel basınçlı su için içten bohçalama (bitümlü örtü).



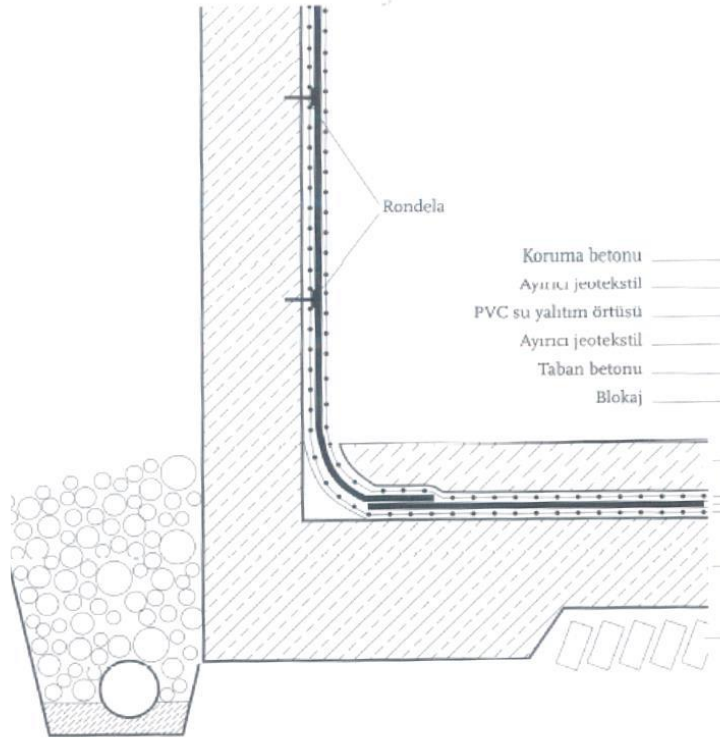
Şekil 52. Bitümlü örtülerin birleşim detayı.



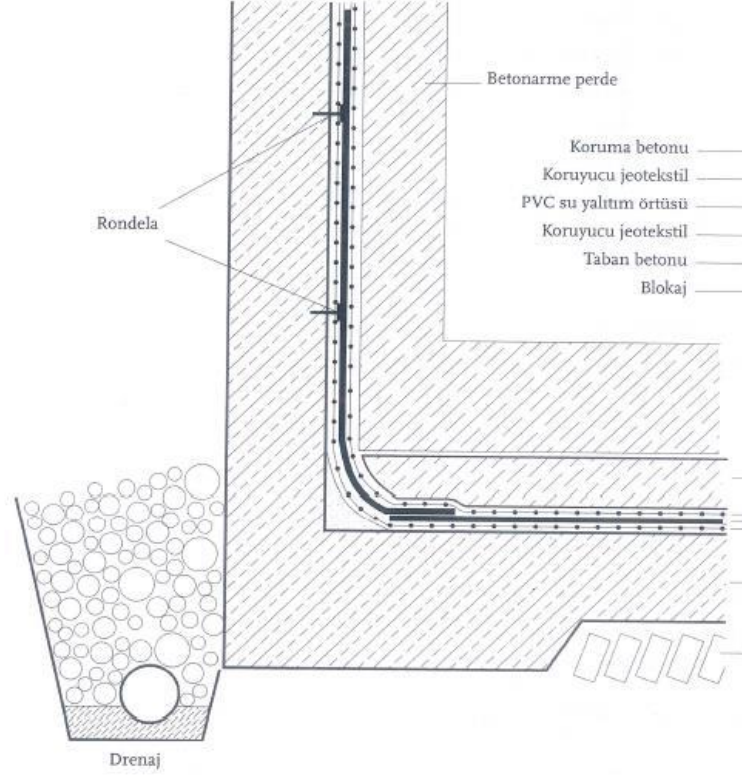
Şekil 53. Bitümlü örtü ile basınçlı su yalıtımı, temel (içten bohçalama, 1. aşama).



Şekil 54. Bitümlü örtü ile basınçlı su yalıtımı, temel (içten bohçalama, 2. aşama).



Şekil 55. Sentetik örtü ile basınçlı su yalıtımı, temel (içten bohçalama, 1. aşama).



Şekil 56. Sentetik örtü ile basınçlı su yalıtımı, temel (içten bohçalama, 2. aşama).

Kazıklı temel uygulamalarında su yalıtımı

Kazıklı temellerde yapılan su yalıtım uygulamalarında ne önemli husus kazık başlarının su yalıtımının yapılabilmesidir. Kazıklı temellerde maliyete, riske ve zamana bağlı olarak yapılan 3 çeşit uygulama vardır. Bunlar;

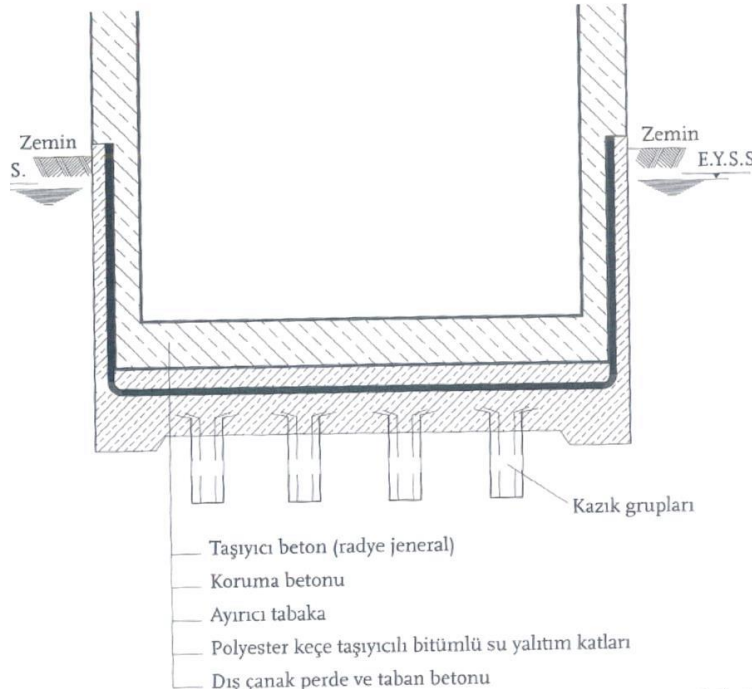
- Çift Radye yöntemi
- Flanşlı uygulama yöntemi
- Başlık kaplama yöntemi

Çift radyede Yöntemi:

Çift radye yöntemi, kolay ve risksiz bir yöntem olmakla beraber, maliyeti yüksektir. Yöntem, kazık başları ile çalışacak ilave bir radye temel yapımına dayanır. Bu temel, grobeton gibi yalıtım örtüsüne uygulanabilir bir alan sağlamak amacıyla yapılır. Bu sayede yalıtım örtüsü devamlı ve kesintisiz bir şekilde uygulanır.



Şekil 57. Çift radye uygulaması, temelde.

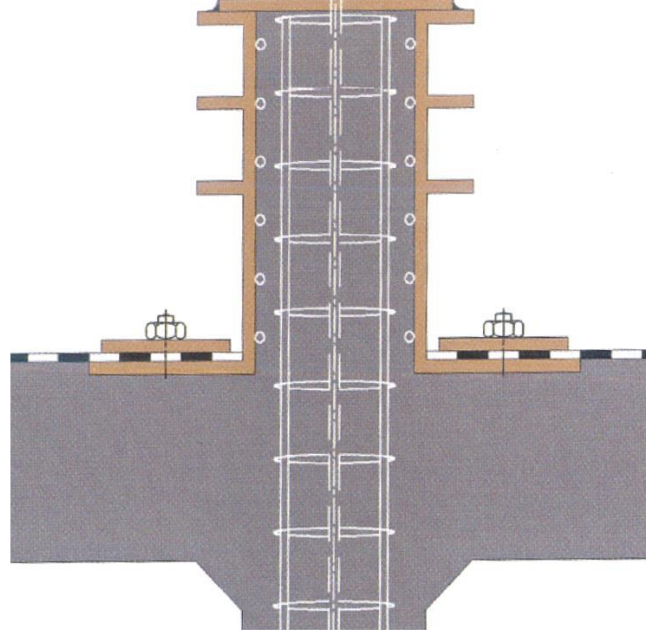


Şekil 58. Temelerde çift radye uygulaması detayı.

Flanşlı uygulama yöntemi:

Flanşlı uygulama yöntemi, temel içine geçen kazık sayısının az olduğu yapılarda kullanılır. Temel içerisinde kalan kazıklara, flanş başlık yapma esasına dayanır. Kullanılacak yalıtım örtüsü bu flanş başlık içerisinde körlenir. Temel, perde ve kolon donatıları flanş başlığa kaynaklanma suretiyle imalatına devam edilir.

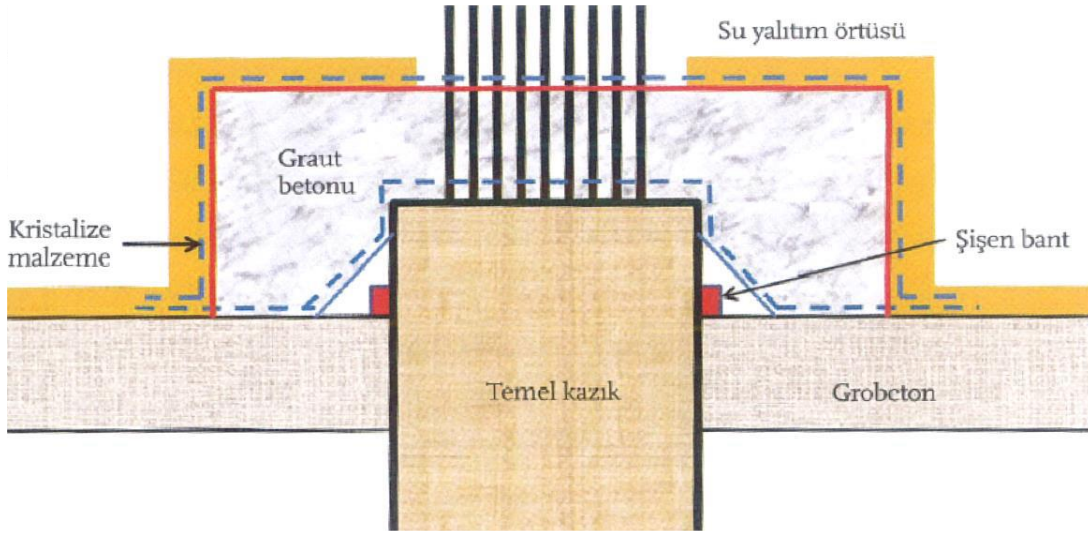
Bitümlü ve sentetik örtüler, flanşlı uygulama yönteminde su yalıtım uygulaması olarak kullanılabilir



Şekil 59. Flanşlı sistem

Kazık başlarının likit malzeme ile kapanması:

Bu yöntem yer altı suyunun az olduğu, hidrostatik basıncın az olduğu yerlerde neme karşı kullanılan bir yöntemdir. Kazık etrafına şişen bant uygulaması yapılır. Kazık başına kristalize malzeme, belli kalınlıkta ve çapta yüksek mukavemetli geçirimsiz özellikle brüt beton dökülür. Temel altı seviyesinden gelen su yalıtım örtüsü, kazık başlığında filizlere kadar getirilerek körlenir. Kazık başlığına yakın ve kazık başlığı içinde yine kristalize malzeme uygulanarak güvenli tarafta kalınmaya çalışılır. Bu uygulamada en zayıf noktalar kazık filizlerin olduğu noktalardır. Basınçlı suyun olduğu bölgelerde su, kazık filizlerinin olduğu bölgelerden içeri girebilmektedir. Bu da yapı kullanımını olumsuz etkileyen bir unsurdur. Başlık kaplama yönteminde, bitümlü su yalıtım örtüsü ve PVC kullanılabilir.



Şekil 60. Kazık başının likit malzeme ile yalıtılması.

5.2.2 Basınçlı su ve toprak nemine karşı yalıtımda prensipler

Genel olarak yapılacak olan yalıtım uygulaması, zemin etüdüleri neticesinde, topraktaki neme ve basınç etkisine göre belirlenmektedir.

Yalıtım türünün belirlenmesi

Basınçsız su, zeminin boşluklu yapısı arasından süzülen sulara denir. Yağışlar ve sulama suları toprak tarafından emilerek perdelerden süzülür. Bu sular genelde yapıyı etkilemezler ya da az etkilerler.

Yalıtım yöntemi

Zeminde geçirimli tabakalar altında veya etrafındaki geçirimsiz/az geçirimli tabakalar, sızıntı sularının akmasını engellediği için birikme suları meydana gelir ve yapıda olumsuz durumlar ortaya çıkabilir. Bu sular, mevsimsel yağışlarla birlikte kısa süreli basınçlı su etkisi yapabilirler.

Zemin etüdüleri sonucu basınçsız suyun olduğu yerlerde, mevsimsel yağışların getirdiği yağış sularının etkisi göz ardı edilebilmektedir. Bu suların, basınçlı su gibi etkilemeyeceği düşünüldüğünden, zemin etüdüleri dışında mevsimsel yağış rejimlerinin de bilinmesinde fayda vardır. Bu doğrultuda sızıntı sularının mevsimlere göre oluşturacağı hidrostatik basınç kuvveti ve süresi belirlenmelidir.

Yer altı sularının basınç etkisi oluşturmayacağı düşüncesinin oluşabilmesi için;

-Yapı alanın geçirimli tabakadan oluşması

-Yer altı su seviyesinin temelin fazlaca altında olması

-Sızıntı sularının drenaj sistemleri ile kontrol altında olması gerekmektedir(Tekin ve diğ. 2015:137).

Malzeme belirleme

Basınçlı sularda kullanılan tüm yalıtım uygulamaları, basınçsız suyun olduğu yerlerde de uygulanabilir.

Serme malzemelerden bitüm esaslı su yalıtım malzemesi en az 3mm keçe taşıyıcılı, pvc membran da ise 2mm örtü kullanılır.

Sürme tipi yalıtım malzemeleri kullanılması halinde, 3mm katman oluşturabilecek bitümlü malzeme kullanılır. Tek bileşenli TS 113 veya TS 109 malzeme sadece neme karşı kullanılır.

Yapı, farklı malzemelerden oluşuyorsa 2mm den büyük çatlaklara karşı köprüleme özelliği olan malzemeler kullanılır. Betonarme bir yapıda 2mm den fazla çatlak oluşmamalıdır, yapı bu doğrultuda hesaplanarak yapılmalıdır (Tekin ve diğ. 2015:138).

Yapım ve tasarım kuralları

Yalıtım uygulamalarında, suyun yapıya olan etkilerinden korunmak için yalıtımın, suyun mevcut olduğu pozitif taraftan uygulama yapılması her zaman daha etkili bir çözümdür.

Bu uygulamada bitümlü malzeme tek veya çift bileşenlidir. Üretici talimatlarına göre karışım hazırlanır. Yalıtım öncesi yüzey hazırlığı yapılır ve yeterli yapışmayı sağlamak için yüzeylere astar sürülür. Tek bileşenli malzemelerde fırça, rulo ve püskürtme vasıtasıyla düzenli ve sürekli bir katman oluşturacak şekilde uygulama yapılır. Uygulama yapıldıktan sonra malzeme kür aşamasında çevre şartlarından korunmalıdır. Uygulama kürlendikten sonra ikinci kat uygulaması yapılır. İstenildiği takdirde 3. Kat da uygulanabilir. Yalıtım sonunda oluşacak geçirimsiz tabaka en az 3mm olmalıdır.

Çizelge 5.5: Polimer geliştirilmiş bitümlü sürme su yalıtım malzemeleri için özellikler (TS EN 15814).

Özellikler	Deneyin Metodu	Birimi	Neme Karşı Yalıtımın Sınıfı	Basınçsız Suya Karşı Yalıtımın
Çatlağı köprüleme	TS EN 15812	Mm	1,0 (CB 1 sınıfı)	1,0 (CB 1 sınıfı)
Su Sızdırmazlık	TS EN 15820	N/mm ²	0,0075 (W1 sınıfı)	0,0075 (W1 sınıfı)
Basınç mukavemeti	TS EN 15815	N/mm ²	CO sınıfı	0,06 C1 sınıfı
Kurumuş film kalınlığı		Mm	≥3,0	≥3,0

Sürme malzeme kullanımında, ek yerlerde, köşelerde ve pahlarda file kullanmakta fayda vardır. Kullanılan file en az 75 gr/m² cam elyafı olmalı ve 10 cm bindirme yapılmalıdır.

Serme tipi malzeme ile yalıtım uygulaması

Basınçsız sulara karşı membran örtülerde tercih edilmektedir. Yapı bodrum yüksekliğine göre çeşitli malzemeler tercih edilir. Basınçsız sulara temel ve perdelerde 3mm kalınlıkta 2 kat polyester keçeli bitümlü polimer örtü kullanılır. Nem etkisinde ise 3mm kalınlıkta cam tül bitümlü polimer örtü ve bir kat polyester keçeli örtüler birlikte kullanılır.

Uygulamada şaloma alevi kullanılır ve yalıtım koruma duvarıyla bitirilir. Basınçsız toprak suyuna karşı yapılan uygulamalardaki esaslar basınçlı sulara karşı yapılan uygulama ile aynıdır. Pozitif yönden yapıldığı gibi negatif yönden de yapılabilir.

Çizelge 5.6: Yalıtım uygulama

UYGULAMALAR	BİTÜM ESASLI ÖRTÜLER	SENTETİK ESASLI ÖRTÜLER	SÜRME ESASLI ÜRÜNLER
Süre	-Kısa sürede uygulanır. -Küre ve beklemeye gerek yoktur.	-Kısa sürede uygulanır. -Küre ve beklemeye gerek yoktur.	-Kısa sürede uygulanır. -Küre ve beklemeye gerek yoktur. (çimento esaslı ürünler hariç)
Rutubet	-Nemli yüzeylere yapışmaz, özel uygulamalar gerektirir.	-Nemli yüzeyler sorun teşkil etmez	-Nemli yüzeyler sorun teşkil etmez -Poliüretan- poliürea esaslı ürünler max %4 nem şartı vardır, astar kullanılmalıdır.
Altyapı	-Zeminin düzgün ve temiz olması gereklidir.	-Zeminin düzgün ve temiz olması gereklidir.	-Zeminin düzgün ve temiz olması gereklidir.

Çizelge 5.7: Yalıtım işçilik

İŞÇİLİK	BİTÜM ESASLI ÖRTÜLER	SENTETİK ESASLI ÖRTÜLER	SÜRME ESASLI ÜRÜNLER
Bilgi	-Profesyonel ekip tarafından uygulanmalı.	-Profesyonel ekip tarafından uygulanmalı.	-Profesyonel olması şart değildir.
Ekipman	-Tüp kullanımı olduğundan iş güvenliği önlemleri alınmalı	-Elektirikli aletler kullanıldığından dolayı iş güvenliği önlemleri alınmalı	-Özel alet gerekmemektedir.
İşçilik Ücretleri	-Ucuz	-Pahalı	-Ucuz ve masrafsızdır.

Çizelge 5.8: Kullanım yerine göre yalıtım

KULLANIM YERİ	BİTÜM ESASLI ÖRTÜLER	SENTETİK ESASLI ÖRTÜLER	SÜRME ESASLI ÜRÜNLER
Temelerde	-Düşük yer altı su seviyesi -Basınç seviyesine göre kalınlık belirlenir.	-Yüksek yer altı su seviyesi	-Yüksek yer altı su seviyesi
Teraslarda	-Sıcaklık farkının az olduğu yerlerde -Açık alanda ilave şap -Üzerine kaplama yapılmaz	-Rahatlıkla uygulanır. -Üzerine kaplama yapılmaz	-Rahatlıkla uygulanır. -Üzerine kaplama yapılmaz
Tünel, metro gibi mühendislik yapılarında	-Kısmen uygulanır.	-Rahatlıkla uygulanır.	-Rahatlıkla uygulanır.
Toprak altı	-Özel dayanımlı tipleri kullanılır	-Rahatlıkla uygulanır. -Mikroorganizmalardan zarar görmez	-Toprak altlarında uygulanabilir.
Yüksek su basıncında	Yüksek su basıncı olan yerlerde kısmen kullanılabilir.	Yüksek su basıncı olan yerlerde kullanılabilir.	-Yüksek su basıncı olan yerlerde kullanılabilir.
Islak hacimlerde	-Üzerine seramik yapıştırılmadığı için ilave şap gerektirir.	-Üzerine seramik yapıştırılmadığı için ilave şap gerektirir.	-Üzerine seramik yapıştırılabilir. İlave şap gerektirmez.
İçme suyu depolarında	-Kullanılmaz. -Bazı depolarda dıştan uygulanır.	-Kısmen kullanılabilir.	-Kısmen kullanılabilir.

Çizelge 5.9: Yalıtım çözüm detayları

ÇÖZÜM DETAYLARI	BİTÜM ESASLI ÖRTÜLER	SENTETİK ESASLI ÖRTÜLER	SÜRME ESASLI ÜRÜNLER
Uygulama Kolaylığı	-Uygulaması kolaydır -Detaylarda zorluk vardır.	-Doğru eğitimle kolay -Detaylarda zorluk vardır	-Kullanım şartları doğrultusunda kolaydır.
Bakım	-Astar gereklidir -Tamir-bakım nispeten kolaydır.	-Astar gerektirmez -Uygulama yüzeyine keçe serilmelidir. -Tamir-bakım kolaydır.	-Astar gerektirmez -Tamir-bakım kolaydır.
Su kaçağı riski	-Şaşırtmalı olarak uygulanır -Birkaç kat üst üste uygulanması riski azaltır. -Su kaçağı tespiti zordur.	-Su kaçağı tespiti çok zordur, uygulama esnasında bakılabilir.	-Su kaçağı tespiti mümkündür ve müdahale edilebilir.
Detay uygulaması ve fire	-Detay uygulamaları kolay değildir -Fire artabilir.	-Detay uygulamaları kolay değildir -Fire artabilir.	-Detay uygulamaları kolaylıkla yapılabilir -Fire azdır.
Ek yerleri ve köşeler	-Ek yeri oluşur -Ek yerleri kaynağı kontrolü mümkün değil -Köşelerde yardımcı malzeme kullanılır -Birleşim yerleri detayı zor çözülür	-Ek yeri oluşturur. -Ek yerleri kontrolü mümkündür. -Geriye dönük tamir yapılabilir. -Birleşim yerleri detayı zor çözülür	-Ek yeri oluşmaz -Birleşim yeri detayı çözümü kolaydır.
Uygulama Metraj	-Geniş açıklıklar geçilebilir.	-Geniş açıklıklar geçilebilir.	-Püskürme ve elastik dolgu türleri tercih edilmelidir.

Çizelge 5.10: Yalıtım diğer özellikler

DİĞER ÖZELLİKLER	BİTÜM ESASLI ÖRTÜLER	SENTETİK ESASLI ÖRTÜLER	SÜRME ESASLI ÜRÜNLER
Delinmeye ve darbelere karşı dayanım	-Kısmen tamiri yapılabilir.	-Kısmen tamiri yapılabilir.	-Delinmelere ve darbelere karşı dayanıklıdır.
Kimyasallara karşı dayanım	-Nemli yüzeylere yapışmaz, özel uygulamalar gerektirir.	-Nemli yüzeyler sorun teşkil etmez	-Nemli yüzeyler sorun teşkil etmez -Poliüretan- poliürea esaslı ürünler max %4 nem şartı vardır, astar kullanılmalıdır.
Uv dayanımı	-Dayanıklı değildir. -Güneş ışığına direk maruz kalmamalıdır.	-Dayanımlı ve dayanımsız türleri vardır.	-Dayanımlı ve dayanımsız türleri vardır.
Fiyat	-Diğer örtü malzemelere göre oldukça uygundur. -İlave tüp maliyeti vardır.	-Malzeme fiyatı yüksektir. -Uygulama için ekipman maliyeti vardır.	-Ürün fiyatları uygundur. -Özel ekipman gerektirmez-Poliürea ve poliüretanın bazı türleri makine ile uygulanır

6. KOÇARSLAN İŞ HANI SU YALITIM UYGULAMASI VE MALİYETİ

Su yalıtım uygulamasının yapıldığı Koçarslan iş hanı, İstanbul İli Beyoğlu İlçesinde bulunan 1922 m² inşaat alanına ve 202 m² oturuma sahip bir projedir. Söz konusu proje, 2 bodrum kat + zemin + 6 normal kat şeklinde projelendirilmiştir.



Şekil 61: Mimari görünüş



Şekil 62: Vaziyet planı

Proje öncesi yapılan zemin etüdleri incelenmiş ve yer altı suyunun mevcut olduğu tespit edilmiştir. Projenin mevcut konumu da dikkate alındığında, bir tepenin eteğinde yapılacak olması ve denize 50 m mesafede olmasından dolayı yer altı su seviyesinin yüksek olması ve hidrostatik basıncın fazla olması beklenilmekteydi. Nitekim de beklenildiği gibi oldu ve sıfır kotundan 3 metre aşağısında yer altı suyu ile karşılaşıldı.

Proje hafriyatının bitmesi ile birlikte daha önceden planlanan temel altı kalıcı drenaj sistemi ve 2 adet su tahliye kuyusu açılmıştır. Açılan tahliye kuyularıyla birlikte çalışmaların yapılabilmesi sağlanmış, oluşturulan kalıcı drenaj sistemi ile birlikte de alansal olarak suyun tahliye edilmesi, temel ve bodrumlara olan etkisinin azaltılması hedeflenmiştir.



Şekil 63: Drenaj

Projede, yer altı suyuna karşı esas olarak pozitif yönden bitümlü membran uygulaması, beton içine beton geçirimsizlik katkısı ve beton birleşim yerlerine de şişen bant uygulaması planlanmış ve hayata geçirilmiştir. İlave ek önlem olarak da, negatif yönden kristalize sürme yalıtım uygulaması yapılmıştır.

Membran uygulaması 3mm kalınlıkta malzeme ile 2 kat şeklinde temel ve bodrumlara uygulanmıştır.



Şekil 64: Temel altı membran uygulaması



Şekil 65: Membran koruması

Membran uygulaması tam yapıştırma tekniği ile bindirme kurallarına uygun şekilde, şaşırtmalı olarak üst üste 2 kat uygulanmıştır. Çalışma alanı koşullarının zorlayıcı olduğu projede, çalışma payının olmadığı yerlerde, bodrum perdeleri dışında duvar oluşturularak yalıtım uygulaması yapılmıştır. Çalışma payının olduğu yerlerde bodrum perdelerine direk uygulama yapılmıştır. Membran koruması için de

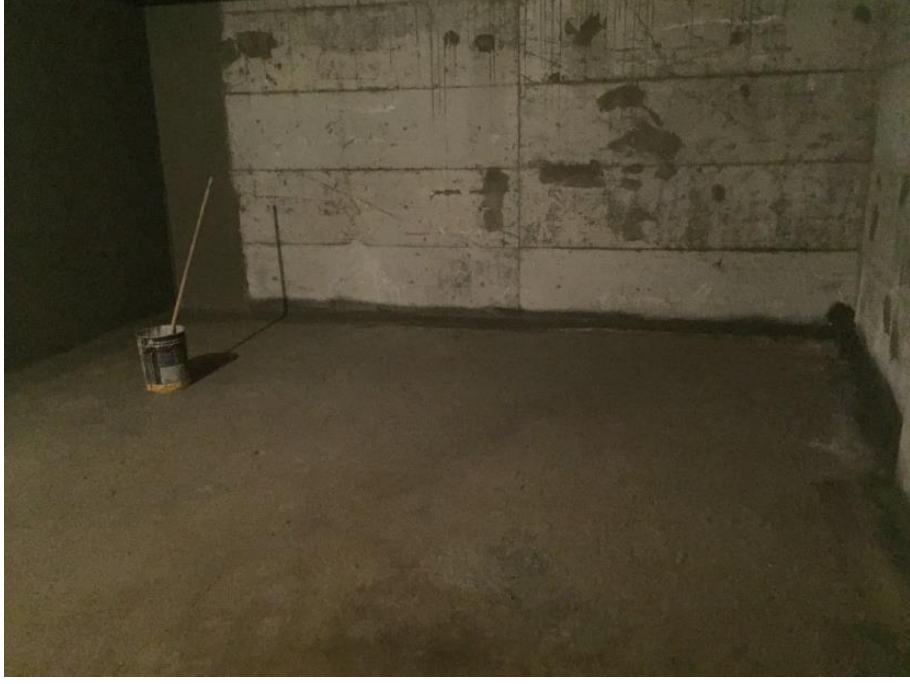
EPS yapıştırılmış ve dolgu öncesi drenaj levhası örtülerek membran uygulaması korumaya alınmıştır.



Şekil 66: Şişen bant ve aderans arttırıcı

Bodrum katlarda beton birleşim yerlerine aderans arttırıcı ve şişen bant uygulaması yapılmıştır.

Temel, asansör kuyusu ve 2.bodrum kat perdelerinde yer altı suyuna ve neme karşı ilerleyen yıllarda sorun olmaması için içeriden (negatif yönden) kristalize su yalıtım uygulaması yapılmıştır. Uygulamada, dış taraftan kapatılan çiroz delikleri ve segregasyonlar iç taraftan da çimento esaslı tamir harcı ile tamir edilmiş ve kapatılmıştır. Pah uygulaması yapılarak birleşim yerlerine uygulama kolaylığı sağlanmıştır.



Şekil 67: Bodrum kat kristalize sürme uygulaması



Şekil 68: Asansör kuyusu kristalize sürme uygulaması

Çizelge 6.1:Yer altı su yalıtımı proje maliyeti

Uygulama	Maliyet
Membran Uygulaması	41500₺
Kristalize Su Yalıtım Uygulaması	7500₺
Beton Su Geçirimsizlik Katkısı	2200₺
Şişen Bant Uygulaması	3950₺
Astar Uygulaması	2000₺
Temel Altı Drenaj Uygulaması	2500₺
Tahliye Su Pompası	1650₺
Toplam	61300₺

Maliyet konusuna geldiğimiz zaman Koçarslan İş Hanı projesi yapım maliyeti toplam 4,5 milyondur. Bunun yaklaşık 61 bin lirası temel altı su yalıtımına harcanmıştır. Yer altı su yalıtım uygulaması maliyetinin, toplam proje maliyetine oranı %1.4 olmuştur. Bu oran, çatı katında ve çatıda yapılan su yalıtım uygulamalarının eklenmesiyle birlikte %1.8'e ancak yükselmektedir.

Yer altı su yalıtım maliyeti, toplam maliyete baktığımızda çok düşük miktarlarda kalmasına rağmen, yapının ömrü ve kullanım kalitesine bakıldığı zaman büyük öneme sahiptir. Bu yüzden, çoğu kez geri dönüşü olmayan temel altı su yalıtım uygulamalarını ciddiye alıp, proje aşamasından itibaren gerekli önlemler alınmalı ve bir 'Su Yalıtım Projesi' tasarlanmalıdır.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılarda yer altı suyuna karşı yapılan koruma sistemleri, suyun olumsuz etkilerinden korunmak ve yapı ömrünü uzatmak için, yapı ve kullanıcı sağlığını korumak amacıyla yapılan, hayati öneme sahip olan uygulamalardır.

Su sızdırmazlık uygulamaları, eldeki mevcut araştırmalara göre çok eski tarihlere dayanmaktadır. Bununla birlikte, suyun olumsuz etkileri ve suya karşı yapılan su yalıtım uygulamaların önemi dünyada, 19.yy'da artmıştır. Türkiye'de ise su yalıtımının önemi, 1999 Gölcük depreminden sonra anlaşılmaya başlanmıştır. Gölcük depreminden sonra yapılan incelemeler sonucunda, meydana gelen yıkımların en büyük nedenlerinden birinin, su ve ısı yalıtımı olduğu ortaya konmuştur. Su ve ısı yalıtımı olmayan binalarda, betonarme elemanlar içerisindeki donatı, korozyona uğrayarak dayanımını büyük ölçüde kaybedip, deprem sırasında beklenen performansı gösteremeyerek, binaların yıkılmasına sebep olmuştur.

17 Ağustos 1999 Gölcük depremi sonrası, İBB tarafından hazırlanan rapora göre, 55 bin konut incelenmiş, bu konutların %64'ünde korozyon etkisiyle hasar meydana geldiği tespit edilmiştir (Bitüder, 2014). Bu rapora göre, yapılarda meydana gelen hasarların en büyük nedenini korozyon oluşturmaktadır. Türkiye'nin bir deprem ülkesi olduğu gerçeği de, su yalıtım uygulamalarının ne derece hayati önem arz ettiğini göstermektedir.

Su yalıtım uygulamaları, yapıların kalıcı ve uzun ömürlü olması için yapılması gereken en önemli, gerekli ve zorunlu uygulamaların başında gelmektedir. Su yalıtımı, bu zorunluluğun farkında olup, sorumluluğu üstlenenlerin en temel problemlerindedir. Bu problem, yapılarda yer altı suyuna karşı yapılan koruma sistemlerinin uygulanabilirliği ve yalıtım önleminin nasıl alınması gerektiğidir.

Yapılarda yer altı suyuna karşı yapılacak koruma sistemlerin belirlenmesine, yapının proje aşamasından itibaren başlanılmalıdır. İlk olarak suyun yapıya hangi

yoldan ne şekilde etki edeceği belirlenmelidir. Daha sonra su, zemin, ve yapı özellikleriyle birlikte, yapılacak olan su yalıtım uygulamasına ve kullanılacak malzemelere karar verilmelidir.

Yapılarda yer altı sularına karşı yapılan koruma sistemlerinin çeşitliliği ve malzeme türlerinin fazlalığından dolayı uygulamalarda tercih hataları da meydana gelebilmektedir. Bu yüzden su yalıtımında ilk olarak, hangi uygulamanın yapılması gerektiğinin belirlenmesinde fayda vardır. Bu da, proje aşamasında yer altı suyunun oluşturabileceği problemlerin belirlenmesi ve su geçişinin hangi sistemle engelleneceğini belirlemekle mümkündür. Yer altı sularına karşı zamanında yapılamayan veya yanlış yapılan su yalıtım uygulamaları da, yapılarda geri dönüşü olmayan sorunlara neden olmaktadır.

Yer altı sularına karşı yalıtımın başarılı olabilmesi için, teşhisin doğru yapılması, malzemenin doğru seçilmesi, uygulamanın doğru yapılması ve işçiliğin kaliteli olması gerekir. Kısaca, doğru teşhis, doğru uygulama, doğru malzeme ve doğru işçilik ilkeleri benimsenmelidir. Doğru uygulama ve işçilik, uygulama standartlarının ve detaylarının iyi bilinmesi, bu doğrultuda da tecrübeli titiz bir ekip tarafından uygulanması ile mümkündür. Doğru malzeme seçimi de, malzemeleri iyi tanımakla gerçekleştirilir.

Yer altı sularına karşı söz konusu önlemler alındığında, yapılar suyun zararlı etkilerine karşı korunmuş olurlar. Böylece, bakım ve onarım maliyetlerinin düşük, kullanım ömürleri uzun olduğu yapılar meydana gelir. Bununla birlikte su yalıtım uygulamalarında, emniyet, kalite, estetik ve maliyet birlikte ele alınarak uygun çözümler belirlenmelidir.

Gölcük depreminde olduğu gibi, deprem değil su yalıtımı olmayan bina öldürür. Dolayısı ile yer altı sularına karşı, doğru teşhis, doğru uygulama, doğru malzeme ve doğru işçilik yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Addleson, L.** (1972). *Materials For Building Volue 3, Water and Its Effects-2*, Iliff Books, London
- Akincitürk, N.** (2001). “*Yapı Temellerinde su sorunu ve yalıtım uygulamaları*”, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yalıtım Kongresi, ss.158, Eskişehir.
- Akman, M.S.** (2000). *Yapı Hasarları ve Onarım İlkeleri*. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi yayımları, 17.
- Aksöz, B.** (1995). *Yapı hasarları ve Tamirat Metodları*, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Akyol, K.** (2008). “Su Yalıtımı ve Su Geçirimsizlik Katkı Oranlarının Beton Su Emmesine ve Basın Dayanımına Etkilerinin Araştırılması” Yüksek Lisans Tezi, ss.16-17 Sakarya Üniversitesi, Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, Sakarya.
- Avlar, E.** (1999). “*Binalarda Oluşan Su Sorunları ve Sonuçları*” Yapıda Yalıtım Konferansında sunulan bildiri, ss.77-88, İstanbul, 11-12 Şubat.
- Avlar, E.** (2000). *Yapılarda Su ve Nem Korunumu*, YTU, İstanbul
- Aykanat, A.** (2014). Yapıda Küf Mantarı Sorununun Çözümüne Yönelik Koruma Uygulama Yöntemi Önerisi, E-Journal of New World Sciences Academy, 9, 48-61.
- Birinci, F.** (2013). “Türkiye’nin Depremselliği ve Yapı Stoğu Yönünden Mevzuat ve Mali Politikaların Kentsel Dönüşümü Zorlaştıran Unsurları”, 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı MKÜ, Hatay.
- Çelebi, G.** (2004). “Detay Malzemeleri: Depreme Dayanıklı Yapı Üretiminde Yalıtımın Önemi.” Türkiye Mühendislik Haberleri Sayı 433 ,ss.50-51
- Coşkun, T.** (2012). “İstanbul’da Deprem Sonrası Yapılan İncelemelerde Karşılaşılan Korozyon Hasarı Üzerine Bir İnceleme”, İÜ Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Dağ, F.E.** (2001). *Suyun Yapıdaki Etkileri ve Yapıların Suya Karşı Yalıtımı*, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Ekinci, CE & Yıldırım, ST.** (2004). “*Betonarme Temel ve Bodrum Perdelerinde Su ve nem yalıtımının önemi*”. Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları, ss.11-19
- Ekinci, CE, İşci, N, & Alyavuz, F.** (2007). “*Yapılar Nasıl Hastalanır*”, e-Journal of New World Sciences Academy, Volume: 2, Number: 1.
- Eriş, M.** (1994). *Yapı Fiziği ve Malzemeleri*, Literatür Yayıncılık, İstanbul
- 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, 244.

- Gel, M.K.** (2003). “*Betonarme Yapılarda Donatıların Korozyonu ve Su Yalıtımı*”, Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 427 ss.117.
- Gel, M.K.** (2007). “Sağlıksız Yapıların İnsan Sağlığına Etkileri ve Yalıtım İçin Çözümler”, İzolasyon Dünyası Dergisi, 112
- Gökaltun, E.** (2001). “*Yapıların Zemine Oturan Döşemelerinde Ortaya Çıkan Nem Sorunları ve Yalıtım Çözümleri*”, Anadolu Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Eskişehir.
- Gönül, İA & Çelebi, G.** (2003). *Binalarda Zeminden Kaynaklanan Nemlenmeyi Önleme Yöntemleri*, Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, (18)4,112, Ankara.
- Grandao, Lopes J.** (1994). *Flat Roof Waterproofing Systems*, Report ITE 34 (in Portuguese), L.N.E.C., Lisbon, 288
- Gürdal E.** (1994). Yapıların Suya Karşı Yalıtımı, Sistem ve Malzemeleri, Yapı endüstri Merkezi, İstanbul
- Gürdal E. & Karagüler M.E.** (1999). *Yapı hasarları ve Yapı Korunması İTÜ Mimarlık Fakültesi*, Mimarlık Bölümü Yapı bilgisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Ders Notları, İstanbul
- İzoder.** (2006). “*İnşaat Teknolojisi – Su Yalıtımı*” Teknik Yayınları, İzolasyon Dünyası, 64: 54-56
- 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, 96.
- Oğan, B.** (1997). “*Temel Su İzolasyonu ve Bir Uygulama Örneği*”, İzolasyon Dünyası Dergisi. Sayı 4, Mart-Nisan, 6-7.
- Oymael, S.** (1997). *Yapı Fiziği Ders Notları*. ODE Yayınları, İstanbul.
- Oymael, S.** (2001). *Yapı Bilgisi I-II-III.*, Milli Eğitim Yayınları.
- Reman, D.** (1997). “*Hizmet Yapılarında Yalıtım*” Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir.
- Sunguroğlu, İ., F., Aygün, M., Ünlü, A. ve Altun, C.,** (1990). *Temellerde Suya ve Neme Karşı Yalıtım*, İnşaat Dergisi, 29, İstanbul
- Şahal, A.,** (1992). *Temellerde Su Yalıtımı*, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 115.
- Şahinoğlu, M.F.** (2017). ‘Su Yalıtımında Kullanılan Malzeme Çeşitleri Ve Temel Ve Bodrum Perdelerinde Su Yalıtımının Önemi’, Uzmanlık Tezi, İlbank A.Ş.
- 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

- Tekin, Ç.** (2010). “*Deprem Güvenliğinde Temellerin Suya Karşı Yalıtımının Önemi*”, Yapı Fiziği ve Sürdürülebilir Tasarım Kongresi, İstanbul.
- Tekin, Ç., Diri A.C.,& Bonfil, J.** (2016). *Mimari Yapılarda Su Yalıtımı*, Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, 202
- Tekin, Ç., Diri, A.C., ve Bonfil, J.** (2015). *Mimari yapılarda Su Yalıtımı* (Birinci baskı). Türkiye: BTM yayınları, 18-138.
- Tekin, N.** (2003). “Malzeme Özelliklerinin Yapı Hasarlarındaki Rolü ve Dış Duvarlarda Isı-Su Etkisinde Davranışı”, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Toydemir, N.,Gürdal, E. ve Tanaçan, L.,** (2000). *Yapı Elamanı Tasarımında Malzeme*, Literatür Yayıncılık, İstanbul
- Uygunoğlu, T.** (2012). “*Su Yalıtımcısı Ders Notu*”, Afyon .
- Üstündağ, S.I.** (2016). *Su Yalıtımının Yapı Maliyetindeki Yeri ve Uygulanmasının Önemi*, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne
- Yıldırım, M.** (2012). *Yapılarda Su Geçirimsizliği ve Yalıtım Teknolojisi*, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 43-148

İnternet Kaynakları

- Url-1**<<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/10/20171027-1.htm>>, alındığı tarih: 05.10.2019
- Url-2** <<https://www.btm.co.tr/urunler/su-yalitimi>>, alındığı tarih: 05.10.2019
- Url-3** <<https://www.isonem.com.tr/su-yalitim-urunleri>>, alındığı tarih: 06.10.2019
- Url-4** <<https://www.tr.weber/su-yalitim-uygulamalari/temel-perde-duvarlar-icin-su-yalitim-sistemi> >,alındığı tarih: 19.12.2019
- Url-5** <<https://koster.com.tr/bodrum-distan-su-yalitimi/> >,alındığı tarih: 19.12.2019
- Url-6** <<https://www.izoder.org.tr/dosyalar/Bina-ve-Tesisatta-Su-Yalitimi.pdf> >, alındığı tarih: 24.01.2020
- Url-7** Bitüder, 2014, *Depreme Karşı Yalıtım Bilinci*, Milliyet Gazetesi, 25 Ocak 2019,<<https://www.milliyet.com.tr/konut/depreme-karsi-yalitim-bilinci-1926043>>

EKLER

Örnek Sistem Çözümleri



Şekil A.1: Bodrum perde su yalıtımı



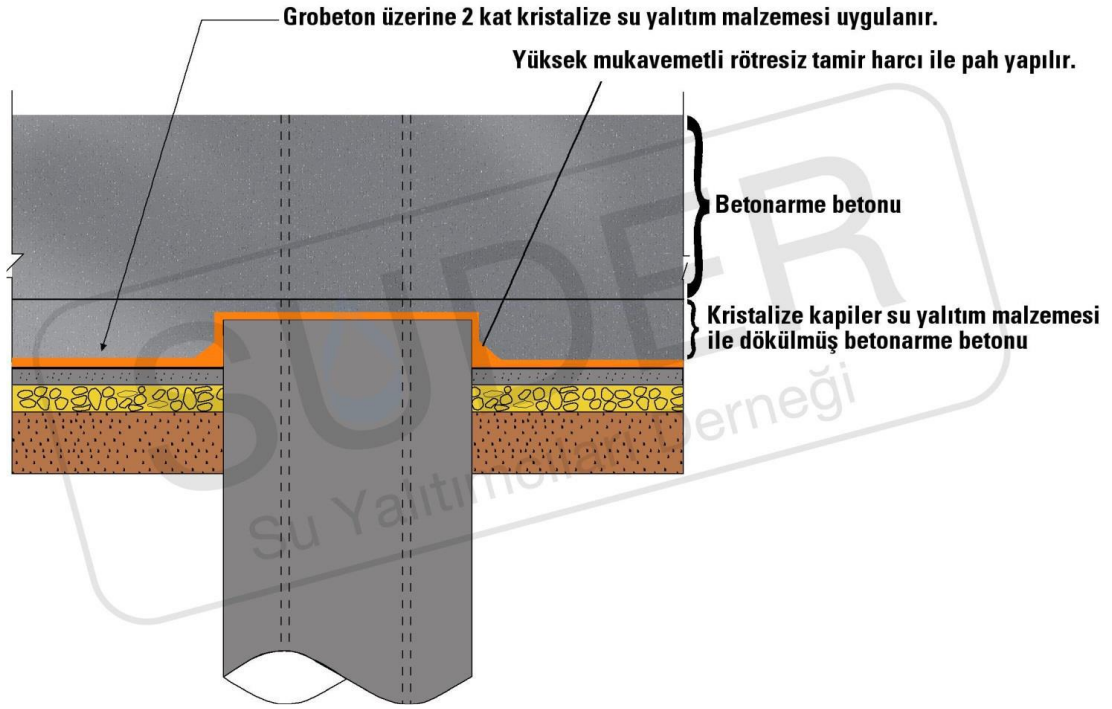
Şekil A.2: Drenaj



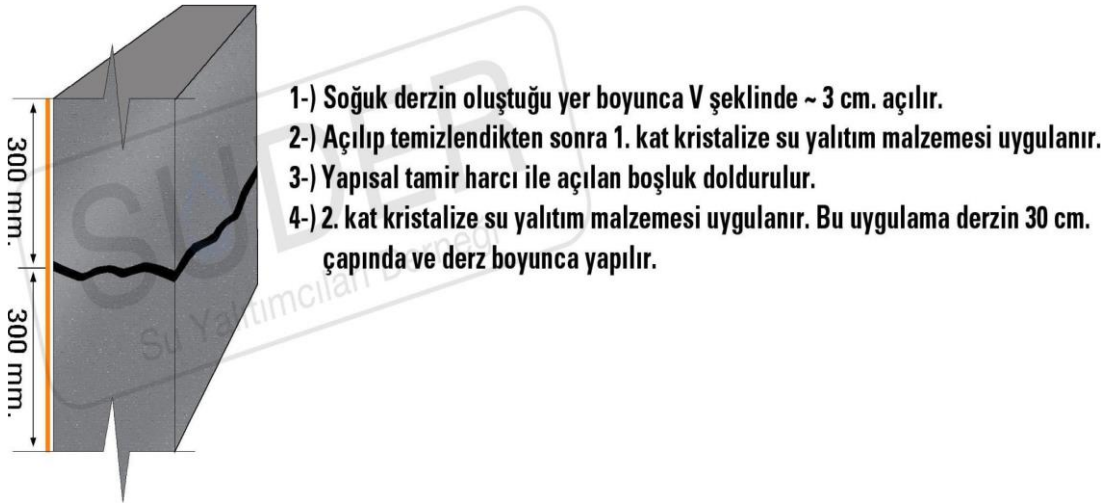
Şekil A.3: Fore kazıklı radye temellerde uygulama detayı



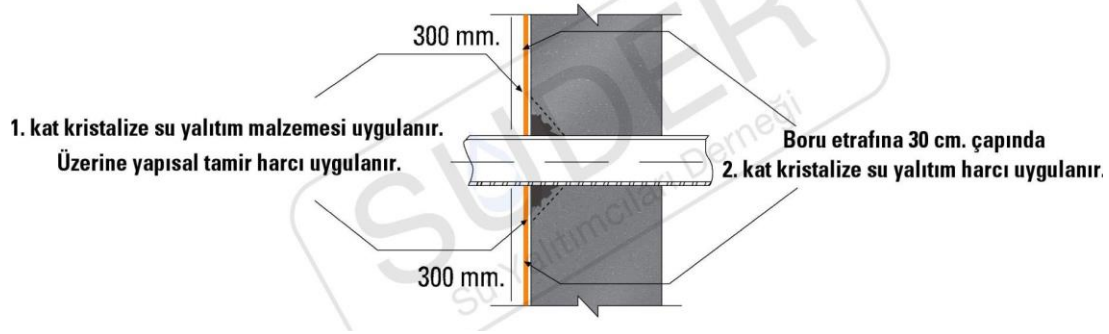
Şekil A.4: Fore kazıklı radye temellerde uygulama detayı



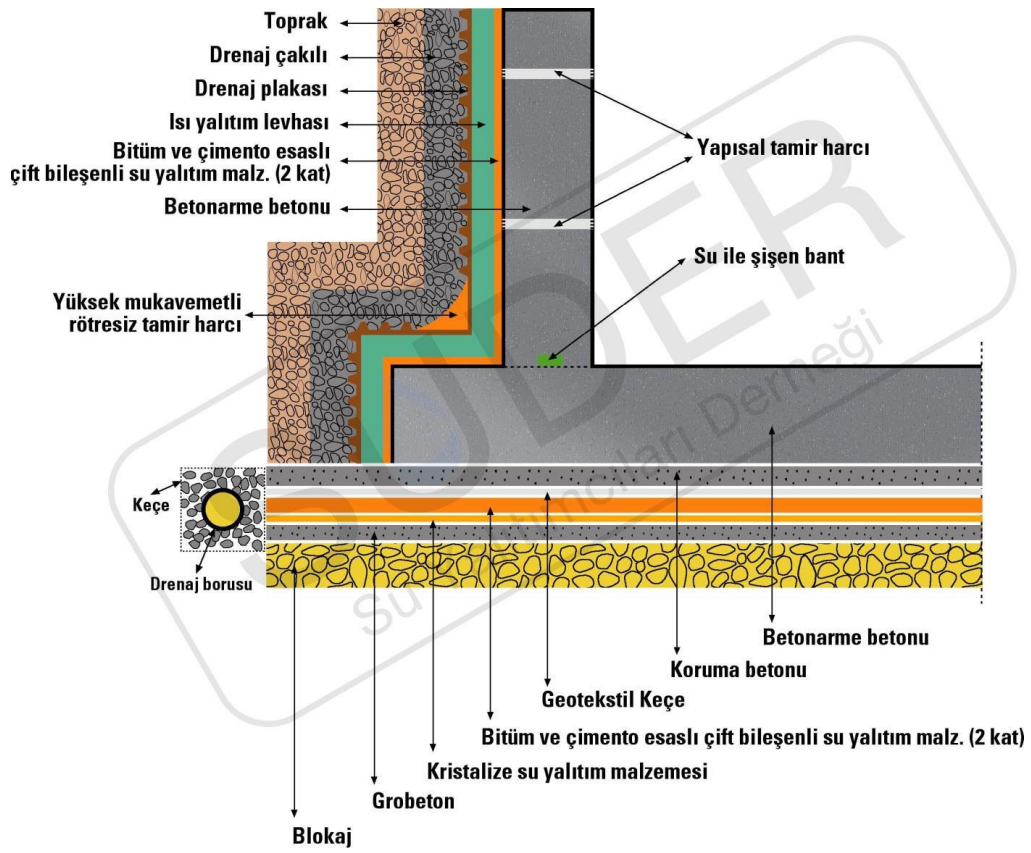
Şekil A.5: Kazık başları uygulama kesiti



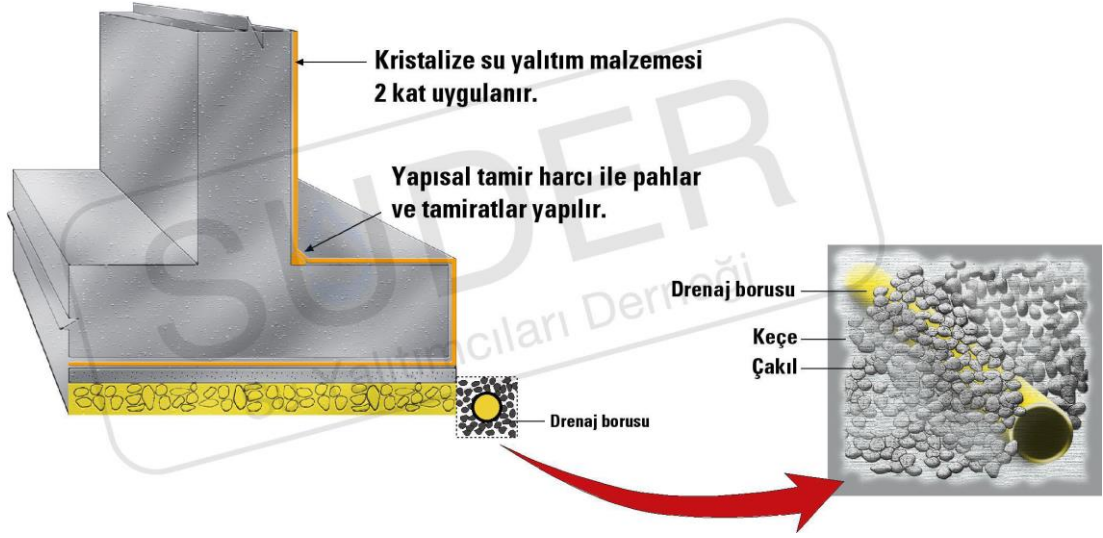
Şekil A.6: Soğuk derz uygulama detayı



Şekil A.7: Toprak temaslı perdelerde boru geçiş detayı



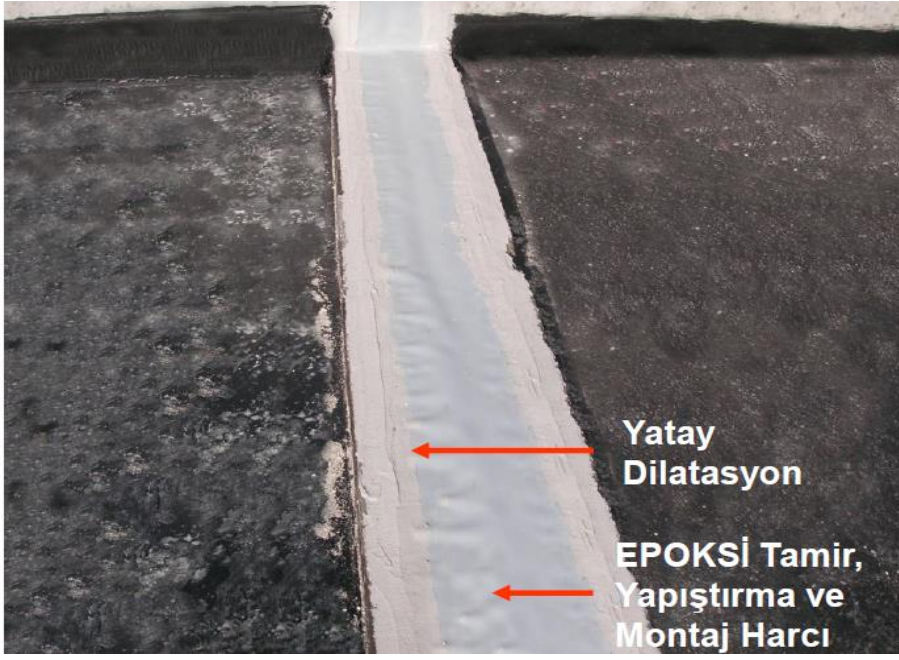
Şekil A.8: Temel ve bodrumlarda pozitif yönden su yalıtımını uygulama detayı



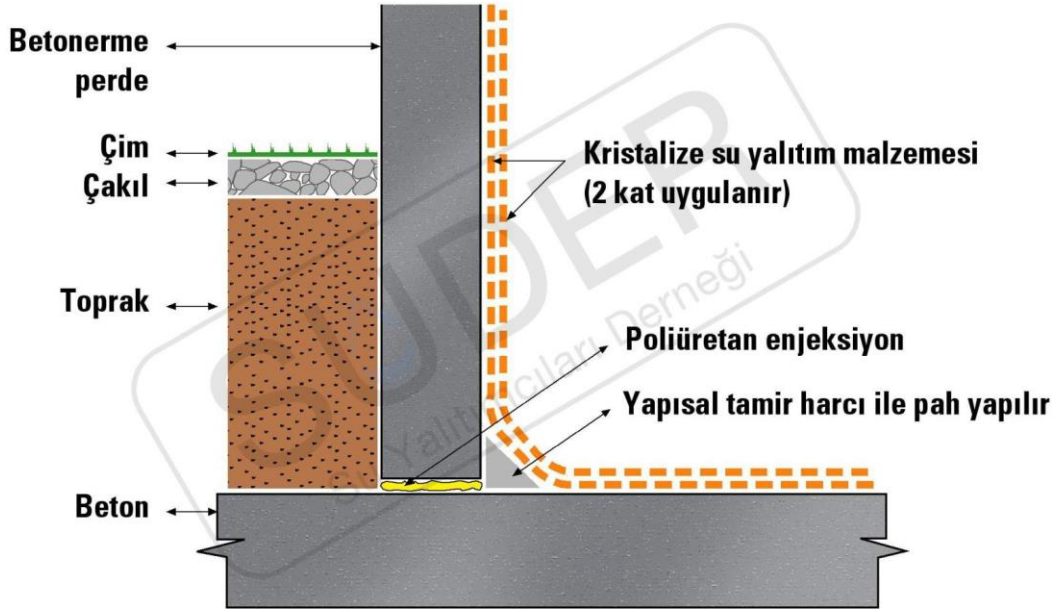
Şekil A.9: Temel ve perdelerde pozitif yönden uygulama detayı



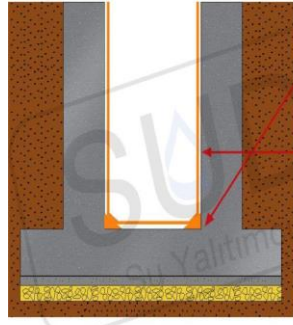
Şekil A.10: Düşey dilatasyon detayı



Şekil A.11: Yatay dilatasyon detayı

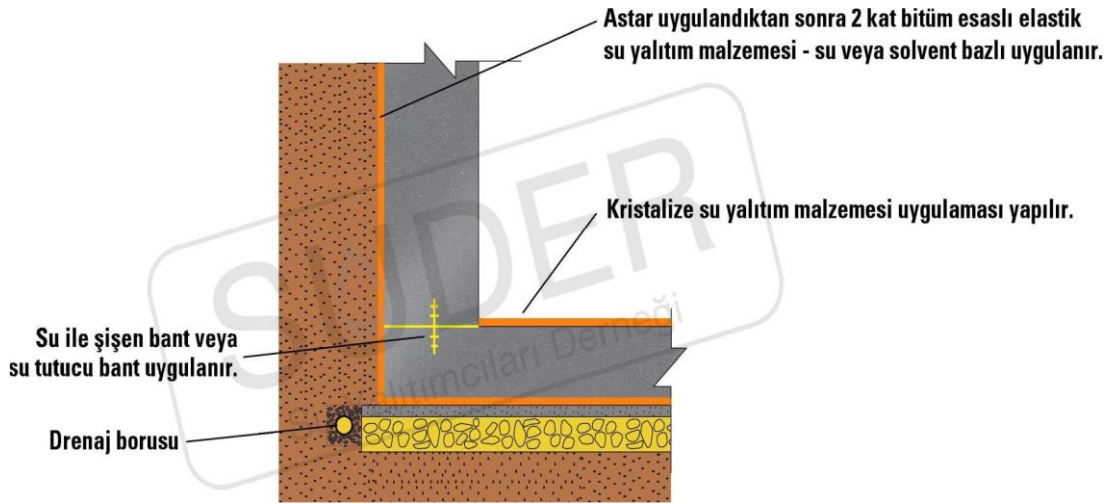


Şekil A.12: Negatif yönden yalıtım detayı



- 1-) Yapısal tamir harcı ile yatay ve düşey köşe birleşimlerine pah yapılır. Beton yüzeyde ayrılmış (segregasyon) olan yerler temizlenir ve yüksek mukavemetli rötresiz tamir harcı ile tamir edilir.
- 2-) Kristalize su yalıtım malzemesi yüzeye 2 kat uygulanır.

Şekil A.13: Asansör kuyusu ve perdelerde negatif yönden yalıtım detayı



Şekil A.14: Pozitif ve negatif yönden yalıtım detayı



Şekil A.15: Asansör kuyusu derz ve pah uygulaması



Şekil A.16: Asansör kuyusu yalıtım uygulaması

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı :Zafer ÖZDEMİR
Uyruğu :T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi :Ankara-1992
Medeni Hali :Evli
e-posta :zaferozdemir10@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Yeri	Mezuniyet Tarihi
Lise	Sincan AML	2010
Lisans	İstanbul Aydın Üniversitesi <i>İnşaat Mühendisliği</i>	2015

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2015	FBT Endüstri	Saha Mühendisi
2016	Karma YD.	Kontrol Mühendisi
2019	EKM Yapı	Şantiye Şefi

Hobiler

Gazete ve makale okumak, spor yapmak

