

**TOPRAK ALTI SU ETKİLERİNE KARŞI KORUNUMDA SU YALITIM
SİSTEMLERİNİN İRDELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mimar Yavuz KARAŞAHİN
20107031

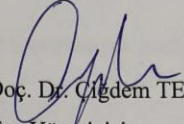
Mimarlık Ana Bilim Dalı
Yapı Fiziği ve Malzemesi Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Çiğdem TEKİN

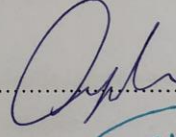
Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 25.05.2018

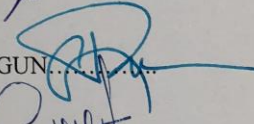
Tezin Savunulduğu Tarih: 19.06.2018

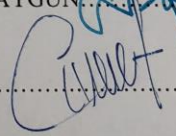
Yavuz KARAŞAHİN tarafından hazırlanan 'Toprak Altı Su Etkilerine Karşı Korunumda Su Yalıtım Sistemlerinin İrdelenmesi' adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.


Doç. Dr. Çiğdem TEKİN
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından Mimarlık Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Üye : Doç. Dr. Çiğdem TEKİN.....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Gökçe Tuna TAYGUN.....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Cüneyt DIRİ.....

Bu tez, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel etik kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ücret karşılığı başka kişilere yazdırmadığımı (dikte etme dışında), uygulamalarımı yaptırmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

Yavuz Karasahin
A1

Babam ve Oğluma,

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenim hayatım süresince bana maddi manevi çok emeği geçen tez danışmanım değerli hocam Doç. Dr. Çiğdem TEKİN'e, tez çalışmam boyunca yanı başımda futbol oynayan Oğluma, Karıma, Anneme, Abime, Aileme, Kardeşlerime, Burak TAYLAN' a, Deniz KAHRAMAN' a, Dr Said DUSAK' a, Engin UÇAN' a, laboratuvar çalışmalarımda bana desteğini esirgemeyen TİCEM grubuna ve ismini sayamadığım herkese en içten teşekkürlerimi sunarım.

Rahmetli Babam Osman KARAŞAHİN' e verdiğim söz üzerine tamamladığım bu çalışmamın, su yalıtımına değişik bir bakış açısı getirmesini dilerim.

Mayıs 2018

Yavuz KARAŞAHİN
Mimar

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ	ix
KISALTMALAR	xiii
SEMBOLLER	xv
ŞEKİL LİSTESİ	xvii
RESİM LİSTESİ	xix
TABLO LİSTESİ	xxiii
ÖZET	xxv
SUMMARY	xxix
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı	10
1.2 Çalışmanın Yöntemi.....	11
1.3 Literatür Araştırması	12
2. TOPRAKALTI SU ETKİLERİNE KARŞI KORUNUM	15
2.1 Toprakaltı Su Yalıtımında Karar Süreci.....	16
2.2 Toprakaltı Su Yalıtımı Öncesi Uygulama Süreci.....	33
2.3 Toprakaltı Su Yalıtımında Yalıtımın Uygulama Şekilleri.....	46
2.4 Toprakaltı Su Yalıtımında Yalıtım Sistemleri.....	52
2.5 Beton Öncesi ve Beton Sonrası Sistemlerin Değerlendirilmesi	66
2.5.1 Beton Öncesi ve Sonrası Sistemler Üzerine Bir Araştırma	78
2.5.2 Beton Öncesi ve Beton Sonrası Sistemlerin Maket Üzerinden Anlatımı ..	83
3. MİMARİ YAPILARDA SU YALITIM YAKLAŞIMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	89
3.1 Türkiye'de Standart ve Yönetmelikler Bağlamında Mimari Yapılarda Su Yalıtımının Değerlendirilmesi.....	90
3.2 Mimari Yapılarda Su Yalıtımında Uluslararası Yaklaşımlar	104
3.3 Su Yalıtım Yöntemlerinin Karşılaştırılması.....	114
4. TOPRAKALTI SU ETKİLERİNE KARŞI KORUNUMDA YALITIM SİSTEMİ VE MALZEME SEÇİMİNİN DENEYSEL BİR ÇALIŞMA İLE DEĞERLENDİRİLMESİ	115
4.1 Deneysel Çalışma	115
4.2 Sonuçların Değerlendirilmesi.....	154
5. SONUÇLAR	157
KAYNAKLAR	161
ÖZGEÇMİŞ	163

KISALTMALAR

ASTM	: American Society for Testing and Materials (Amerikan Standartları)
BBA	: British Board of Agrément
DIN	: Deutsches Institut für Normung (Alman Standartları)
BSI	: British Standards (İngiliz Standartları)
EN	: European Norm (Avrupa Standartları)
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
Tuik	: Türk İstatistik Kurumu
HDPE	: High Density Polyethylene (Yüksek Yoğunluklu Polietilen)
PVC	: Poly Vinyl Chloride

SEMBOLLER

Cm	: Santimetre
M	: Metre
Mm	: Milimetre
N	: Newton
Kn	: KiloNewton
Kpa	: KiloPaskal
Kg	: Kilogram
Gr	: Gram
m²	: Metrekare
m³	: Metreküp
°C	: Derece



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Deprem Bölgelerine Göre Nüfus Dağılımı.	2
Şekil 1.2 : Taşıyıcı Sisteme göre Yapı Kullanma İzin Belgeleri.	3
Şekil 1.3 : Sızdıran Çatı, Nemli Duvarlar, Çürümüş Pencere Verileri.	3
Şekil 1.4 : Konutun İzolasyonundan Dolayı Isınamama.	4
Şekil 1.5 : Binayı Etkileyen Sular.	8
Şekil 1.6 : Binalarda Oluşan Su Sorunları.	8
Şekil 1.7 : Bina Ölçeğinde Su Sorunları.	9
Şekil 2.1 : Hidrostatik Basınç.	16
Şekil 2.2 : Su Yalıtımı Karar Süreci.	16
Şekil 2.3 : Negatif Su Yalıtımı.	18
Şekil 2.4 : Pozitif Su Yalıtımı.	19
Şekil 2.5 : Yalıtım Öncesi Yüzey Hazırlığı.	21
Şekil 2.6 : Yapısal Su Yalıtımı Detayı.	23
Şekil 2.7 : Şevli Hafriyat İmalatı.	33
Şekil 2.8 : Kademeli Şevli Hafriyat İmalatı.	33
Şekil 2.9 : Zemin Etüdüne Göre İksa Önlemleri (Kazık İmalatı Vs) Hafriyat İmalatı.	34
Şekil 2.10 : Bitişik Nizam Durumunda (Yol veya Bina) İksa Önlemi ile (Kazık, Zemin Çivisi, Kuyu temel vs) Hafriyat İmalatı.	34
Şekil 2.11 : Drenaj Detayı.	36
Şekil 2.12 : Drenaj İmalatından Önceki Yer Altı Su Seviyesi.	37
Şekil 2.13 : Drenaj İmalatından Sonraki Yer Altı Su Seviyesi.	37
Şekil 2.14 : Şevli Kazı, Drenaj Sistemi, Yalıtım İmalatı, Yalıtım İmalatının Korunması Ve Geri Dolgu İmalatı.	39
Şekil 2.15 : Şevli Hafriyatta Su Yalıtım Sistemi.	47
Şekil 2.16 : Bitişik Nizamda Su Yalıtım Sistemi.	49
Şekil 2.17 : Bitişik Nizamda Su Yalıtımında Çift Temel Sistemi.	50
Şekil 2.18 : İksa Önlemleri Çift Yüz Kalıpta Su Yalıtım Sistemi.	51
Şekil 2.19 : Kazık Başı Yalıtım.	52
Şekil 2.20 : Konvansiyonel (Beton Sonrası) Sistem Şematik Gösterimi.	53
Şekil 2.21 : Beton Öncesi Sistem Şematik Gösterimi.	53
Şekil 2.22 : İçten Su Yalıtımı Yapılması.	54
Şekil 2.23 : İçten Bohçalama Temel Yalıtımı 1. Aşama.	55
Şekil 2.24 : İçten Bohçalama Temel Yalıtımı 2. Aşama.	56
Şekil 2.25 : Dıştan Su Yalıtımı Yapılması.	57
Şekil 2.26 : Dıştan Bohçalama Temel Yalıtımı 1. Aşama.	58
Şekil 2.27 : Dıştan Bohçalama Temel Yalıtımı 2. Aşama.	59
Şekil 2.28 : Ampuatmanlı Temel Yalıtımı 1. Aşama.	60
Şekil 2.29 : Ampuatmanlı Temel Yalıtımı 2. Aşama.	61
Şekil 2.30 : Ampuatmanlı Temellerde Yalıtım (PVC Membran Uygulaması).	62

Şekil 2.31 : Yüzeysel Su Yalıtımı Örnek Detayı (Bitümlü Membran, Sentetik Membran, Sürme Su Yalıtımı)-1.....	63
Şekil 2.32 : Yüzeysel Su Yalıtımı Örnek Detayı (EPDM, Sodyum Bentonit vs Beton Öncesi Sistem).....	64
Şekil 2.33 : Bitümlü Membran İçten Yalıtımlı Sistem Detayı.	65
Şekil 2.34 : Bitümlü Membran Dıştan Yalıtımlı Sistem Detayı.	65
Şekil 2.35 : Konvansiyonel Sistemlerde Su Yürümesi (Beton Sonrası Sistemler)....	67
Şekil 2.36 : Konvansiyonel Sistemlerde Grobetonun Çökmesi.....	68
Şekil 2.37 : Konvansiyonel Sistemler.....	69
Şekil 2.38 : Yalıtım Örtüsündeki Yırtıktan Su Girişi.	70
Şekil 2.39 : Konvansiyonel Sistemde Suyun Yatayda Yürümesi.	70
Şekil 2.40 : Su Çıkan Yere Enjeksiyonla Müdahale.....	71
Şekil 2.41 : Konvansiyonel Sistemlerde Suyun Yayılması.	71
Şekil 2.42 : Beton Öncesi Sistemler.	72
Şekil 2.43 : Beton Öncesi Sistemde Yalıtımda Sorun Oluşması.	73
Şekil 2.44 : Beton Öncesi Sistemde Suyun İlerleyişi.	73
Şekil 2.45 : Konvansiyonel Sistemlerde Grobetonda Çökme.....	74
Şekil 2.46 : Beton Öncesi Sistemlerde Grobetonda Çökme.	74
Şekil 3.1 : Bariyer Tip Koruma.	108
Şekil 3.2 : Yapısal Koruma.....	109
Şekil 4.1 : ASTM D 5385 Test Düzeneği.....	117
Şekil 4.2 : ASTM D 5385 Test Düzeneği.....	118
Şekil 4.3 : Deney Düzeneğinde Suyun Tahliye Borularından Çıkış prensibi.....	124
Şekil 4.4 : Test Düzeneği.....	126
Şekil 4.5 : Deney Düzeneği Ölçüleri-1.....	128
Şekil 4.6 : Deney Düzeneği Ölçüleri-2.....	128
Şekil 4.7 : Deney Düzeneği Ölçüleri-3.....	128
Şekil 4.8 : Sıyırılma Testi Düzeneği.....	142
Şekil 4.9 : Yapışma Test Paneli.....	150
Şekil 4.10 : Sıyırılma Testi Grafik Sonuçları.....	155
Şekil 4.11 : Yapışma Testi Grafik Sonuçları.....	156

RESİM LİSTESİ

Sayfa

Resim 1.1: Krallar Vadisi - Kral Tutankamon' un Mezarı (Mısır).	2
Resim 1.2 : 1999 İzmit Depremi Sonrası-1.	5
Resim 1.3 : 1999 İzmit Depremi Sonrası-2.	6
Resim 2.1 : Bitümlü Membran İmalatı.	25
Resim 2.2 : Sentetik Örtü İmalatı.	26
Resim 2.3 : Sentetik Örtü İmalatı.	27
Resim 2.4 : Sürme Tip Yalıtım Örneği.	28
Resim 2.5 : Grobeton Altına Naylon Serilmesi.	38
Resim 2.6 : Kazıdan Önceki Arsa Durumu.	40
Resim 2.7 : İksa Önlemleri Kazı İmalatı. Yeraltı Suyunun Tespit Edilmesi.	40
Resim 2.8 : İksalı Kazı İmalatı.	41
Resim 2.9 : Drenaj Uygulaması Yapılması.	41
Resim 2.10 : Kazı Kotuna Getirilen Hafriyatın Grobeton İmalatı Önceki Hazırlığı.	42
Resim 2.11 : Grobeton Üzerinin Helikopter Makinesiyle Düzeltilmesi.	42
Resim 2.12 : Yer Altı Suyu İnşaat Faaliyetleri Boyunca Toplanması.	43
Resim 2.13 : Yalıtım ve Koruma Betonu Uygulaması.	43
Resim 2.14 : Koruma Betonu Üzerine Temel Demiri İşlenip Temel Betonunun Dökülmesi.	44
Resim 2.15 : Bina Toprak Altı Perde İmalatları.	44
Resim 2.16 : Geri Dolgu İmalatı.	45
Resim 2.17 : Şevli Veya Kademeli Şevli Yapılan Hafriyatın Çift Yüz Perde	47
Resim 2.18 : Bina veya Yola Bitişik Nizam Yapılan İmalat Örneği.	48
Resim 2.19 : İksa Önlemleri Alınarak Yapılan Dik Kazılarda, Çift Yüz Kalıp Kullanma Alanı Yeterli Olduğu Örnek.	51
Resim 2.20 : Kazıklı İksa Yapılmış Tek Yüz Perde Uygulaması Yapılacak Olan İnşaat Sahası.	75
Resim 2.21 : Tek Yüz Perde Çalışma Sahası.	76
Resim 2.22 : Tek Yüzde PVC Membran Uygulaması.	76
Resim 2.23 : Tek Yüzde PVC Membran Uygulaması Keçe İmalatı.	77
Resim 2.24 : Tek Yüzde PVC Membran Uygulaması Perde Demir İmalatı.	77
Resim 2.25 : Beton Sonrası Sistem İçin Maket Çalışması-1.	83
Resim 2.26 : Beton Sonrası Sistem İçin Maket Çalışması-2.	84
Resim 2.27 : Beton Sonrası Sistem İçin Maket Çalışması- 3.	84
Resim 2.28 : Beton Sonrası Sistem İçin Maket Çalışması-4.	85
Resim 2.29 : Beton Sonrası Sistem İçin Maket Çalışması-5.	85
Resim 2.30 : Beton Sonrası Sistem İçin Maket Çalışması-6.	86
Resim 2.31 : Beton Öncesi Sistem İçin Maket Çalışması – 7.	86
Resim 2.32 : Beton Öncesi Sistem İçin Maket Çalışması – 8.	87
Resim 2.33 : Beton Öncesi Sistem İçin Maket Çalışması – 9.	87

Resim 2.34 : Beton Öncesi Sistem İçin Maket Çalışması - 10.....	88
Resim 3.1 : Bitümlü Membran Uygulaması İçin Örnek.....	104
Resim 3.2 : Çatı ve Cephe Yalıtımı.	105
Resim 3.3 : Beton Geçirimsizlik Örnek Uygulama.	106
Resim 3.4 : Enjeksiyonla Yalıtım Örnek Uygulama.	106
Resim 3.5 : Yapısal Bariyer Su Yalıtımı Örnek.	107
Resim 4.1 : Testler ASTM D5385 Modifiye Test Makinesi.	119
Resim 4.2 : Numune Kalıbı.	119
Resim 4.3 : Numune Hazırlama.	120
Resim 4.4 : Numune Kalıbına Beton Öncesi Malzeme Yerleştirilmesi	120
Resim 4.5 : Test Düzeneğine Taşma Tüpü Konulması.	121
Resim 4.6 : Numune Betonun Dökülmesi.	121
Resim 4.7 : Betonun Kalıptan Çıkarılması.	122
Resim 4.8 : Deney Numunesine Yırtık Açılması.	122
Resim 4.9 : Deney Düzeneğindeki Metal Tabla.	123
Resim 4.10 : Metal Tablanın Bağlanması.	123
Resim 4.11 : Deney Düzeneğine Su Konulması.....	124
Resim 4.12 : Deney Düzeneğine Basınç Verilmesi.....	125
Resim 4.13 : Yatayda Su Yürütme Test Düzeneği (ASTM D 5385 Modifiye).	126
Resim 4.14 : Yatayda Su Yürütme Sonucu Borulardan Su Çıkışı Örneği.	127
Resim 4.15 : Beton Öncesi Malzemelerin Kalıplara Serilmesi.	129
Resim 4.16 : Numune Malzemede Yırtık Açılması.	130
Resim 4.17 : Test Düzeneğindeki Boruların Konulması.	130
Resim 4.18 : Test Düzeneğine Beton Dökülmesi.....	131
Resim 4.19 : Numunede Ölçü Kontrolü Yapılması.....	131
Resim 4.20 : Prizini Alan Numunenin Kalıptan Çıkarılması.	132
Resim 4.21 : Su Yalıtım Membran Malzemesinin Üzerinde Açılan 25x25 mm Yırtık.	132
Resim 4.22 : Test Düzeneğindeki Metal Tabla.	133
Resim 4.23 : Bir Yüzünde Yalıtım Olan Beton Numunenin Yerleştirilmesi.	133
Resim 4.24 : Su Kaçağı Riskine Karşı Mastik Yapılması.	134
Resim 4.25 : Betonla Metal Tabla Arasına Su Kaçağına Karşı Malzeme Konulması.	135
Resim 4.26 : Metal Tablanın Monte Edilmesi.....	135
Resim 4.27 : İki Metal Tabla Arasındaki Bulonların Sıkılması.	136
Resim 4.28 : Test Düzeneğindeki Musluklar-1.	136
Resim 4.29 : Test Düzeneğine Su Konulması.	137
Resim 4.30 : Test Düzeneğine Kompresör ve Manometre Bağlanması.	137
Resim 4.31 : Test Aşaması (3 bar 10 dakika).	138
Resim 4.32 : Test Aşaması (5 bar 10 dakika) ve (7 bar 60 dakika).....	138
Resim 4.33 : Test Tamamlanması Sonrası Düzeneğin Sökülmesi.	139
Resim 4.34 : Test Sonrası Deney Numunesinin Kontrolü.....	139
Resim 4.35 : Test Sonrası Deney Numunesinin Kırılması-1.....	140
Resim 4.36 : Prizi Almış Olan Numunelerin Kalıptan Çıkarılması.	143
Resim 4.37 : Sıyırılma Testi Numunesinin Hazırlanması-1.	143
Resim 4.38 : Sıyırılma Testi Numunesinin Hazırlanması-2.	144
Resim 4.39 : Sıyırılma Test Aşaması-1.	144
Resim 4.40 : Sıyırılma Test Aşaması-2.	144
Resim 4.41 : Sıyırılma Testinin Sayısal Verilerinin Alınması.	145
Resim 4.42 : Sıyırılma Testi Düzeneği.	145

Resim 4.43 : Test Düzeneği Denemeleri-1.....	146
Resim 4.44 : Test Düzeneği Denemeleri-2.....	146
Resim 4.45 : Test Düzeneği Denemeleri-3.....	147
Resim 4.46 : Test Düzeneği Denemeleri-4.....	147
Resim 4.47 : Test Düzeneği Denemeleri-5.....	148
Resim 4.48 : Test Düzeneği Denemeleri-6.....	148
Resim 4.49 : Test Düzeneği Denemeleri-7.....	149
Resim 4.50 : Test Düzeneği Denemeleri-8.....	149
Resim 4.51 : Yapışma Testi Aşaması Numune Hazırlanması.....	150
Resim 4.52 : Yapışma Test Aşaması-2.	151
Resim 4.53 : Yapışma Test Aşaması-1.	151
Resim 4.54 : Yapışma Test Aşaması-3.	152
Resim 4.55 : Çekme Deneyi Düzeneği.....	153





TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1 : Su Korunumlu Bina Tasarımında Etkenler.....	10
Tablo 2.1 : Mott MacDonald Ltd. Raporu (2001) Uyarlaması_Hidrostatik Su Basıncına Karşı Direnç.	81
Tablo 2.2 : Mott MacDonald Ltd. Raporu (2001) Uyarlaması_Yapışma Kuvveti.	82
Tablo 3.1 : Su Yalıtımı Malzemelerine Yapılan TSE Test Yöntemleri.	102
Tablo 3.2 : Su Yalıtım Malzemelerine Yapılan ASTM Test Yöntemleri.	103
Tablo 3.3 : Tasarım Akış Şeması. BS 8102:2009 Uyarlama.	111
Tablo 3.4 : Su Tablo Sınıflandırmasına Göre Farklı Koruma Türlerinin Kullanımı.	112
Tablo 3.5 : Su Geçirmezlik Koruma Dereceleri.....	113
Tablo 3.6 : Yönetmeliklerin Karşılaştırılması.....	114
Tablo 4.1 : Yatayda Su Yürütme Testi Sonuçları.	154
Tablo 4.2 : Örnek Karşılaştırma Tablosu. Beş Farklı Üründe TSE Standardında Test Yapılıyor.	156



TOPRAK ALTI SU ETKİLERİNE KARŞI KORUNUMDA SU YALITIM SİSTEMLERİNİN İRDELENMESİ

ÖZET

Canlıların yaşamı için vazgeçilmez olan su, binalar için bir o kadar zararlı ve tahrip edici etkiye sahiptir.

Farklı tür ve miktarda su etkisi altında bulunabilecek olan binalar için, suya karşı korunum amaçlı kullanılacak yöntemler, farklılık göstermektedir. Su yalıtımı, hiç yapılmaz ya da doğru yapılmaz ise, yasal olarak denetleme mekanizması düzenlenmez ve kişisel inisiyatiflere bırakılırsa, çözümü mümkün olmayan sonuçlara sebep olduğu gibi, can ve mal kayıplarına da neden olabilecek ölçüde dikkate alınması gereken konulardan biridir. Suyun bina için içerden ya da dışarıdan olabilecek her türlü etkisi dikkate alınmalı ve çözüme kavuşturulmalıdır. Özellikle mimari yapılarda toprakaltı su yalıtımının uygulanmadığı ya da yeterli uygulanmadığı durumların geri dönüşlerinin ya çok masraflı ya da imkânsız olduğu görülmektedir. Bu nedenle bu çalışmada sonradan telafisi çoğu zaman mümkün olmayan toprakaltı su yalıtımına dikkat çekilmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmada; ‘Toprak Altı Su Etkilerine Karşı Korunumda Su Yalıtım Sistemlerinin İrdelenmesi’ başlıklı çalışma dört bölümde incelenip, beşinci bölümde de sonuçlara yer verilmiştir.

Birinci bölümde; çalışmanın amacı, yöntemi ve konu hakkında yapılmış olan çalışmalara yer verildi. Su yalıtımının ilk kullanımından kısaca bahsedilip, yalıtımsız veya niteliksiz yapılan su yalıtım uygulamalarının, söz konusu yapı malzeme ve elemanlarının faydalı servis ömürlerini önemli ölçüde azaltmakta olduğu, yapı fiziği ve yapı biyolojisi açısından çoğu zaman telafisi olmayan yapısal sorunlara neden olabildiği, bu nedenle de binalarda uygun malzeme, detay ve nitelikli uygulamalarla su yalıtımı yapılması gerekliliğinden bahsedildi.

Mimari yapı güvenliğinde su yalıtımı ve önemi ile su yalıtımının ülkemizdeki deprem gerçeğini ne kadar yakından ilgilendirdiği anlatıldı. Ülkemizin deprem bölgesinde olması ve deprem sonuçları sayısal verilerle anlatıldı. Mimari yapılarda tercih edilen taşıyıcı sistemin %97 oranında betonarme olması ve betonarme elemanlarına suyun verebileceği hasarlardan bahsedilerek, konunun mal ve can kaybına sebep olabilecek hassasiyette olduğu belirtildi.

İkinci bölümde toprak altı su etkilerine karşı korunuma yer verildi. Toprakaltı su etkilerine karşı su yalıtımında karar süreci aşama aşama anlatıldı, bu aşamaları destekleyen uygulama örneklerine yer verildi. Ülkemizde bugün en çok kullanılan toprak altı su yalıtım sistemleri çizimlerle anlatıldı. Ülkemizde kavram olarak da çok bilinmeyen beton öncesi ve beton sonrası sistem kavramlarına ayrıntılı olarak yer verildi. Bu sistemleri karşılaştıran bir araştırma raporu paylaşıldı, her iki sistemin çalışma prensibini ifade edebilecek maket çalışması yapıldı.

Üçüncü bölümde; Ülkemizde 1999 depremi sonrası kanun, yönetmelik ve standart kapsamında su yalıtımı konusunda yapılan yasal düzenlemelere yer verilip, bu çalışmalara göre yapılan değişiklikler anlatıldı. ‘Binalarda Su Yalıtım Yönetmeliği’ detaylı olarak incelenerek, yönetmeliğin toprakaltı su yalıtımına ilişkin maddeleri değerlendirildi. Toprakaltı su yalıtımında ulusal-uluslararası standart ve yönetmelikler kısmen karşılaştırıldı. Su yalıtımı konusunda uluslararası yaklaşımlar değerlendirilerek, ülkelerin su yalıtımına bakış açıları kısaca aktarıldı. Su yalıtım yönetmeliğine içerik olarak daha yakın bulunan İngiliz yönetmeliği ile karşılaştırıldı.

Dördüncü bölümde; Ülkemizde henüz yalıtım sisteminin uygulama yapılmadan uygulama yapılan yüzey ile ilişkisini deneysel olarak sorgulayan yasal bir düzenleme bulunmamaktadır. Toprakaltı su yalıtımı amaçlı kullanılan malzemelerin Türk Standartları Enstitüsü veya yetkisi bulunan laboratuvarlar tarafından yapılmakta olan test içeriklerinin, sadece malzemelerin özellikleri hakkında detaylı bilgi sahibi olmamızı sağladığı, farklı malzemelerin birbiri ile uyumu ve su yalıtım malzemelerinin bir bütünü olan su yalıtım sisteminin yapısal beton ile ilişkisi hakkında bir veriye ulaşılamadığı anlatıldı. Toprak altı su yalıtım sistemleri konusunda ülke standartları dahilinde yapılmayan test yöntemleri hakkında bilgi verildi, test düzenekleri kurularak laboratuvar ortamında hem malzeme hem de malzemenin yapısal beton ile ilişkisini sorgulayan deneyler yapıldı ve bu deneylerin sonuçları da değerlendirildi.

Tezin sonuç bölümünde ise, deprem gerçeği göz önünde bulundurularak ülkemizde yönetmelik ve uygulanan standartlar kapsamındaki eksiklikler sebebiyle oluşan boşlukta kullanılan su yalıtım malzeme ve sistemlerinin önüne geçebilmek için, sistem sorgusu ve buna bağlı deney yöntemlerinin geliştirilmesi gerekliliği anlatıldı. Proje safhasında yapılacak ön incelemelerle oluşturulacak su yalıtım raporu, her projeye özgü hazırlanacak su yalıtım projesi ve detayları, bu projeler dahilinde belirlenecek yerine ve detayına uygun su yalıtım sistemleri ile bu sistemleri sorgulayacak standartlar, yönetmelikler ve su yalıtım imalatının denetim mekanizmasının güçlendirilmesi gerekliliği paylaşıldı.

Sonuç bölümü dahil beş bölümde anlatılmaya çalışılan bu araştırma, içeriğinde detay çizimlerine ve örnek uygulama resimlerine sıklıkla yer verildi. Yapılan anlatımlarda, araştırmayı okuyan kişilerle bilgi ve birikimlerin paylaşılması amaçlı, imalat tecrübesi dahilinde olması ya da olmaması gerekenler paylaşıldı.



INVESTIGATION OF WATER INSULATION SYSTEMS IN PROTECTION AGAINST S OIL WATER EFFECTS

SUMMARY

The water, which is indispensable for the life of the living, has such a harmful and destructive effect on the buildings.

The methods that can be used for water protection differ for buildings that may be affected by different types and quantities of water. If waterproofing is never done, or if it is not done properly, the legal control mechanism is not regulated and if it is left to personal initiative, it is one of the considerable considerations that can lead to unresolved consequences as well as loss of life and property. Any effects that may be internal or external to the building should be considered and resolved. Especially when the underground waterproofing is not applied or not sufficiently applied in the architectural structures, it seems that the return of the underground waterproofing is either too costly or impossible. For this reason, it has been tried to draw attention to the underground waterproofing, which is often impossible to compensate in this work.

In this study; the study entitled "Examination of Waterproofing Systems in Conservation Against Underground Water Effects" was reviewed in four sections and the results in the fifth section.

In the first chapter; the purpose of the study, the method and the study on the subject was given. It has been mentioned briefly about the first use of waterproofing that the waterproofing applications without insulation or without qualification considerably reduce the useful service lives of the building materials and elements and can cause structural problems which are not often compensated in terms of building physics and structure biology, , the necessity of water insulation with detailed and qualified applications was mentioned.

It was explained how closely water insulation and waterproofing in architectural building safety related to earthquake truth in our country. The fact that our country is in the earthquake zone and the earthquake results are explained numerically. It is stated that the preferred structural system for the architectural constructions is concrete which is 97% reinforced concrete and the concrete which can give water to the reinforced concrete members is sensitive to cause loss of property and life.

In the second part, protection against the effects of underground water was given. Decision-making process of waterproofing against groundwater effects was explained step by step, examples of applications supporting these steps were given. In our country, the most used underground waterproofing systems today are described with drawings. The concepts of pre-concrete and post-concrete systems, which are not very well known in our country, are covered in detail in our country. A research report comparing these systems was shared, and a model study was conducted to express the working principle of both systems.

In the third chapter; in our country, after 1999 earthquake laws, regulations and standards, the legal arrangements on water insulation were given and the changes made according to these studies were explained. The 'Waterproofing Regulations of Buildings' was examined in detail and the materials related to underground waterproofing of the regulation were evaluated. National-international standards and regulations were partially compared in groundwater insulation. International approaches to water insulation were assessed and the perspective of countries on water insulation was briefly explained. Compared to the English regulation, which is closer in content to the water insulation regulation.

In the fourth chapter; in our country, there is no legal regulation that questions the relation of the insulation system with the applied surface before the application. The test contents which are being made by the Turkish Standards Institute or the authorized laboratories of the materials used for underground waterproofing provide a detailed information about only the properties of the materials and the compatibility of the different materials and the relation of the waterproofing system which is a part of the waterproofing materials with the structural concrete the money was not reached. Experiments were carried out about the test methods which were not done within the national standards for underground waterproofing systems. Experiments were

conducted to test the relation between material and material with structural concrete in the laboratory environment and the results of these experiments were also evaluated.

In the conclusion section of the thesis, it was explained that the system questionnaire and the related test methods should be developed in order to be able to avoid the water insulation materials and systems used in the gap due to the deficiencies within the scope of the regulations and applied standards in our country considering earthquake reality. The water insulation report to be made at the project stage, the water insulation project and details to be prepared for each project, the water insulation systems to be determined within these projects, and the standards, regulations and the inspection mechanism of waterproofing should be strengthened.

This research, which is being discussed in five chapters, including the conclusion section, is often featured in detail drawings and sample application pictures. In the narratives that were made, the people who read the research were shared with those who should or should not be in manufacturing experience in order to share their knowledge and experience.



1. GİRİŞ

Çinli filozof Lao Tzu" Sudan daha yumuşak ve ince başka bir şey yoktur; fakat önüne çıkan her şeyi sürükleyecek ve parçalayabilecek kadar güçlüdür." diyerek suyun hem zarıflığını ve hem de gücünü tariflemiştir.

Canlıların yaşam kaynağı olan su, gerek dünya yüzeyinde kapladığı alan bakımından gerek insan vücudunun oluşumundaki oran bakımından önemini ortaya koymaktadır. Yaşamın asıl kaynağı olan bu madde olmadan yeryüzündeki doğal ortamın devam etmesi ve aynı zamanda canlıların yaşamlarını sürdürebilmesi imkânsızdır [1].

Suyun gerekliliği kadar, su etkisinin oluşturduğu sorunlar da yaşam döngüsünde her daim kendisini hissettirmektedir. Suyun oluşturabileceği etkiler, mimari yapılarda yapı fiziği ve iç ortam konfor koşullarından can ve mal kaybına kadar varan sonuçlar meydana getirebilir. Oluşması muhtemel su sorunlarına karşı kent ölçeğinden bina ölçeğine kadar birbiri ile ilişkili yalıtım önlemlerinin alınması gerekmektedir.

Uygar bir dünyanın inşasında önemli katkısı bulunan su yalıtımının günümüzden 13.000 yıl öncesine dayanan kapsamlı bir tarihçesi vardır. Su yalıtımı, marangozluk ve duvarcılıktan sonra bilinen en köklü zanaatlardan bir tanesidir. İnsanoğlu tarımı keşfederek yerleşik hayata geçmeye başladığında, hasatlarını nem etkisine karşı bozulmadan depolamak, ticaretle uğraşmaya başladıklarında ise suya dayanıklı çeşitli deniz araçları geliştirmek gibi çözüm arayışlarına girmişlerdir [1].

Su yalıtımı tarihinde en gelişmiş toplum eski Mısırlılardır. Araştırmacılar, Büyük Giza Piramitini incelediklerinde ve eski mezarları ilk açtıklarında, mezarların Nil Nehri'nden dolayı her yıl sele, su taşkınlarına maruz kalmasına rağmen herşeyin tamamen kuru ve mükemmel şekilde olduğu gibi kaldığını görmüşlerdir (Resim 1.1). M.Ö. 3600 yıllarında Mısırlılar, mezarları Nil Nehri'nin sebep olduğu sellere karşı korumak için bitüm emülsiyon da kullanmışlardır [1].

Binlerce yıl önce inanılmaz su yalıtım becerileri sergileyen Mısırlılara rağmen, 21. yüzyılda su yalıtımı için yılda yüzlerce milyon harcanması inşaat sektörünün karşı karşıya olduğu en büyük sorunlardan bir tanesidir [1]. Yapıyı farklı şekillerde

etkileyen su sorunlarına karşı korunum, günümüzde gerçek anlamda çözüm bulunabilmiş değildir.

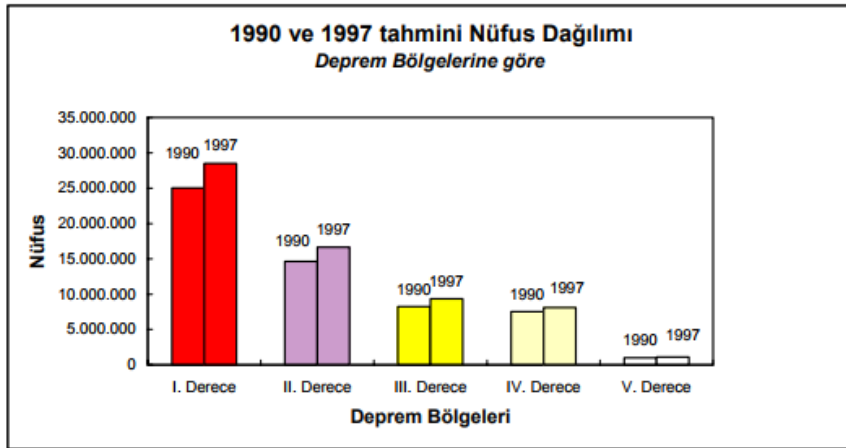


Resim 1.1: Krallar Vadisi - Kral Tutankamon' un Mezarı (Mısır).

Suyun yapı üzerinde oluşturduğu fiziksel olarak görülebilir etkileri kontrol edilebilir olarak algılanmaktadır. Oysa suyun yapı elemanlarında görünmeyen bileşenlerdeki etkisinin varlığı ancak dinamik bir etki ile ortaya çıkmaktadır. Bu noktada yapım sistemi ve yapının yer aldığı alanın zemin yapısı önem kazanmaktadır. Bu nedenle Türkiye koşullarında su korunumu düşünüldüğünde dikkat edilmesi gereken en önemli iki veri;

* Türkiye'nin deprem kuşağında yer alması, yerleşim alanlarının ve nüfusun büyük bir çoğunluğunun da deprem kuşağında yaşaması (Şekil 1.1),

* Yapı stoğunun yaklaşık %97'sinin de betonarme yapılardan (Şekil1.2) oluşmasıdır.



Şekil 1.1 : Deprem Bölgelerine Göre Nüfus Dağılımı [2].

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Toplam hane	161 49	162 908	164 994	249 816	295 389	326 484	357 286	404 058	363 053
Betonarme	153 627	156 281	158 025	243 049	283 276	317 816	347 389	392 974	355 504
Çelik	39	101	288	82	313	743	480	699	378
Ahşap	17	15	19	130	449	294	1.245	257	193
Diğer	7 808	6 511	6 662	6 555	11 351	7 631	8 172	10 128	6 978
Betonarme (%)	95.1	95.9	95.8	97.3	95.9	97.3	97.2	97.3	97.9

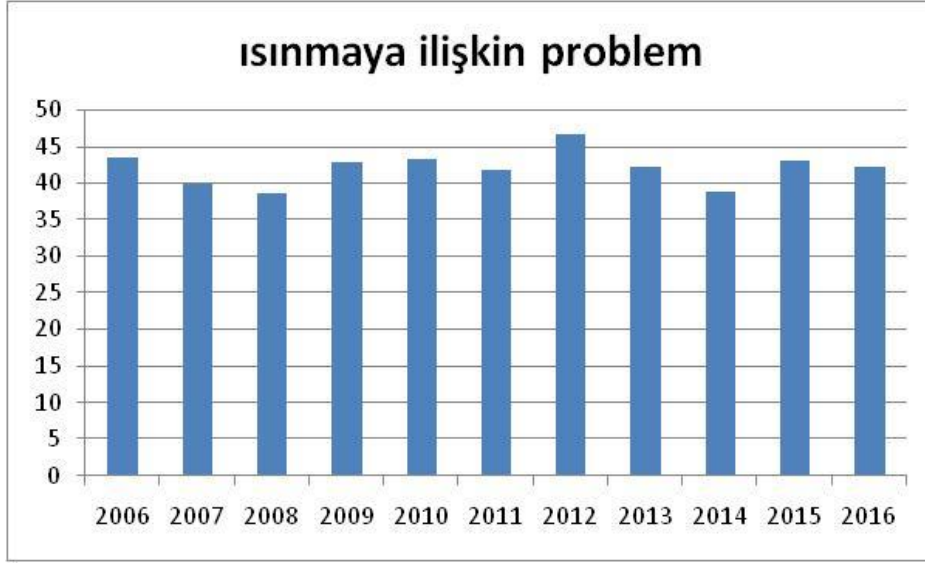
Şekil 1.2 : Taşıyıcı Sisteme göre Yapı Kullanma İzin Belgeleri [3].

Türkiye koşullarında etki eden deprem ve en çok tercih edilen betonarme sistem üzerinden düşünüldüğünde yapının servis ömrü süresince bakım onarım maliyeti dışında kullanım süresince sağlıklı olması ve herhangi bir dinamik etki (deprem) durumunda can güvenliğini de sağlayabilmesi gerekmektedir.

Su yalıtımı sadece sağlıklı ortamlar, ekonomik kayıplar açısından değil, ülkemizin deprem kuşağında bulunması nedeniyle de ayrı bir önem taşımaktadır. Bir binanın taşıyıcı sistemi için su ve korozyon en büyük tehditlerden biridir. Yapıların taşıyıcı sistemine sızan su zamanla donatıların korozyona uğramasına neden olmaktadır. Böylece sadece 10 yıl içinde binanın taşıma kapasitesi yüzde 66 azalmaktadır. Bu da orta şiddetli bir depremde bile binanın riskli gruba girmesi demektir. Ülkemizdeki binaların yüzde 85’inde su yalıtımı bulunmamaktadır. TUİK tarafından yapılan yaşam koşulları istatistiklerinde özellikle su ve ısı problemlerine ilişkin olarak özellikle görülebilir problem verileri yer almaktadır (Şekil 1.3 ve 1.4). Bu veriler yalıtımdan kaynaklanan sorunların büyüklüğüne, aynı zamanda kullanıcıların yalıtım konusunda henüz yeterli bilgiye sahip olmadığına işaret etmektedir.



Şekil 1.3 : Sızdıran Çatı, Nemli Duvarlar, Çürümüş Pencere Verileri [3].



Şekil 1.4 : Konutun İzolasyonundan Dolayı Isınamama [3].

Türkiye’de 1900–1999 yılları arasında 149 tane hasar yapan deprem meydana gelmiş ve bu depremler; 578.544 binanın yıkılması veya ağır hasara uğramasına ve 97.203 insanın yaşamının son bulmasına neden olmuştur (Resim 1.2 ve 1.3) [2].

17 Ağustos 1999 tarihinde yaşanan büyük deprem, Türkiye’deki yapıların güvenliğinin tartışılmasına yol açmıştır. Bu tartışmalarda ön plana çıkan, eksik malzeme kullanımı ve kalitesiz işçilik olmuştur. Ancak, yapı güvenliğini tehdit eden en önemli tehlikelerden biri olan korozyon ve korozyonun engellenmesi için şart olan su yalıtımı konusu gündemde çok az yer bulmuştur.

1999 depremi ardından İBB tarafından yaklaşık 56.000 binada yapılan kontrollerde; binaların %79’u hasarlı bulunmuştur [5]. Bu hasarlar:

- % 64’ü korozyon,
- % 41 malzeme eksikliği
- % 18 inşaat aşaması betonun sulanması,
- % 11 eskime-yıpranma,
- % 3 proje hatası şeklindedir.



Resim 1.2 : 1999 İzmit Depremi Sonrası.

Doğan M., 2009 tarafından yapılan çalışmada; İstanbul'da depremin etkilediği alanlarda yapılan incelemede, ilçelere göre farklı değerlerde hasar gören binalar için korozyon tespit edilen bina oranı %33 ile %57 arasında değişmekte olduğu yer almaktadır [6].

Koçak A., 2005 yapılan çalışmada; Mevcut binaların incelenmesi sırasında ortaya çıkan önemli sorunlardan ve yapı kusurlarından biri olarak rutubet ve buna bağlı olarak taşıyıcı elemanlardaki korozyon olarak belirtilmiştir. İstanbul ilinde incelenen binaların %42'sinde rutubet ve korozyona rastlanmıştır [7].

Sorguç D. 2000 yapılan çalışmada; Marmara depreminden sonra binalarda yapılan hasar tespit çalışmaları sırasında İstanbul'daki binaların %80'inde, depremden dolayı değil donatıların korozyona uğraması sonucu kolonlarda aderans çatlakları saptanmıştır. Bu nedenle donatıların korozyona karşı korunması ve korozyon önleyici uygulamalar büyük önem kazanmıştır [8].



Resim 1.3 : 1999 İzmit Depremi Sonrası.

Türkiye; topraklarının %92'si deprem kuşağında, nüfusunun %95'i deprem bölgesinde, yapıların %95'i betonarme ve hasar gören yapıların büyük bir çoğunluğunun hasar nedeni ise korozyondur. Bu veriler üzerinden güvenli bir yapı tasarımının gereklilikleri arasında su yalıtımının olması kaçınılmazdır. Bu açıdan su yalıtımı, bir binanın uzun ömürlü ve dayanıklı olması için en önemli uygulamaların başında gelmektedir.

Yapılarda su yalıtımı, suyun hangi şiddette, hangi halde ve nereden gelirse gelsin yapı kabuğundan içeri girerek yapı elemanlarına dolayısıyla da yapıya zarar vermesini önlemek için yapılır. Suyun yapılarda sıvı veya gaz halinde bulunması yıpranmaların ve zararlı etkilerin en önemli nedenidir [9].

Suyun binayla olan ilişkisini başlatan ve geliştiren, malzeme ve onun su karşısındaki davranışdır. Bu açıdan Türkiye'deki binalara baktığımızda %97'si betondan üretilmiş olan binaların uygulama aşamasından başlayan geleneksel yapımlar kâgir malzemeye ve ıslak üretime bağlıdır. Neredeyse su olmadan bir binanın gerçekleştirilmesi bile imkânsızdır. Yapım süresince oluşturulan yapı elemanları bünyesinde yer alan harç, beton, şap, sıva gibi birleşimler yalnız su yardımıyla elde edilebilmektedir.

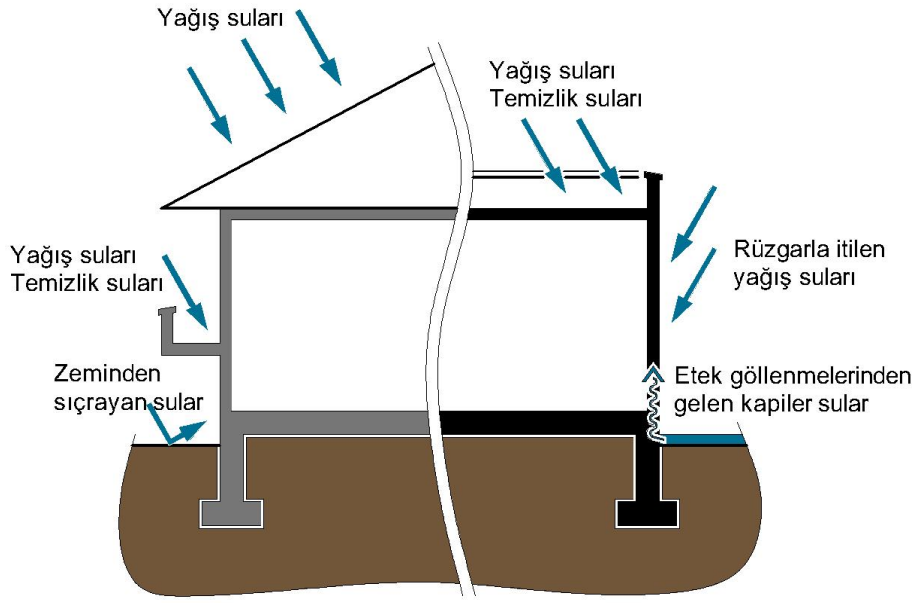
Yapı elemanlarının üretiminde etkin rol alan su, binalar ve yapma çevreler tamamlandıktan sonra, bina ölçeğinde bina ve insan sağlığına zarar veren bir madde haline dönüşebilmektedir. Bu dönüşümde binanın kendi bünyesi ve elemanları ile iç ortamda ve dış ortamda temas etme şekline bağlı olarak çeşitli sorunlar ortaya çıkmaktadır.

Bir binaya etki eden dış kaynaklı sular, sadece bina için değil yerleşim dokusu hatta kent için de sorunlar oluşturabilmektedir. Aslında kent ölçeğinde olabilecek su sorunları öncelikle çözümlenmiş olmalı ki, binaya süreçte etki edebilecek dış kaynaklı su problemleri kontrol edilebilsin.

Su sorunları kent ölçeğinde ele alındığında, yoğun yağışlar ile oluşan su baskınları yapılaşma alanlarının yanlış seçimi, alt yapı yetersizliği, alt yapı bakımsızlığı ve doğal ortamların tahribi gibi nedenlerle büyük sorunlar oluşturabilmektedir. Suyun tahribinin alansal etkili olduğu ve büyük hasarlar oluşturduğu bu sorunlar; can kaybına (insan, hayvan, bitki), büyük ölçekli maddi hasarlara (bina, araç vb.), bulaşıcı hastalıklara neden olmakta ve barınma, yeme ve içme sorunları, ulaşım ve iletişim sorunları gibi sonuçları ortaya çıkarabilmektedir [10].

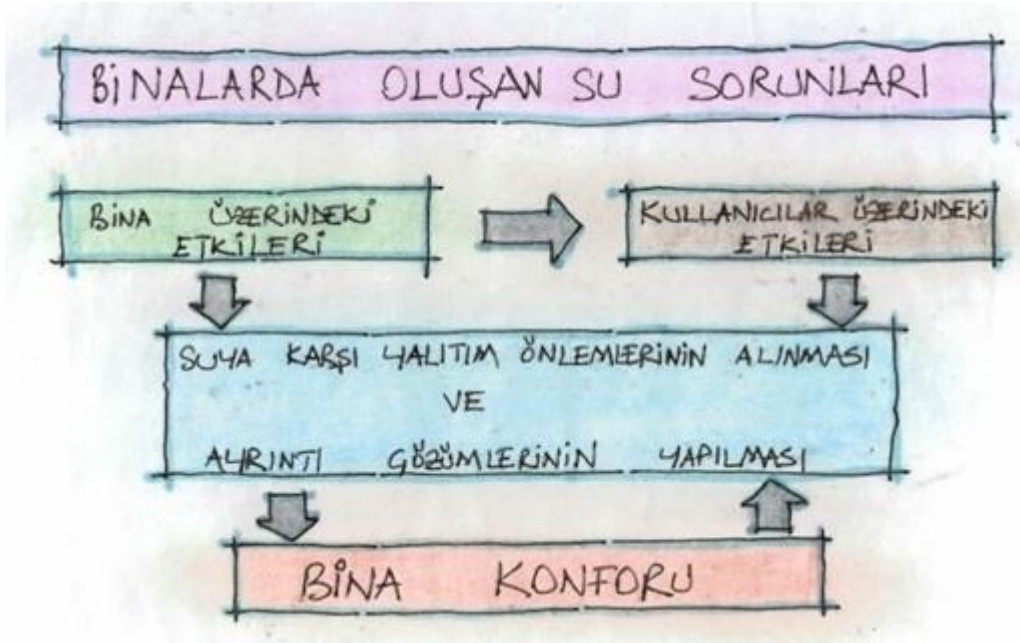
Su sorunları bina ölçeğinde ele alındığında; yağışlar, zemin nemi ve yeraltı suyu gibi etkenlere karşı tasarım aşamasında gerekli ve yeterli önlemlerin alınmaması uygulama aşamasında uygulama eksiklikleri, uygulama hataları ve kullanım aşamasında bilinçsiz kullanım gibi nedenlerle su sorunları oluşabilmektedir [10]. Genel olarak, binayı etkileyen su sorunlarının dış ortamdan ve iç ortamdan kaynaklandığı söylenebilir.

Dış ortamdan kaynaklı su sorunları; yağışlar, havadaki su buharı ve yüzeyde yoğunlaşması, zeminin içerdiği su ve nemdir (Şekil 1.5). İç ortamdan kaynaklanan su sorunları ise; yapı dış kabuğundan her türlü suyun bina içine sızarak insan ve bina sağlığı açısından nemli bir ortam yaratması yanı sıra ıslak hacimlerde kullanımdan kaynaklanan kullanım suları ve buharlaşmalar, sıcaklık farklarından oluşan terleme suları ve yapı elemanları bünyesinde yoğunlaşma ile ortaya çıkmaktadır [10].



Şekil 1.5 : Binayı Etkileyen Sular [11].

İçeriden ya da dışarıdan farklı şekillerde binayı etkileyen su ile başlayan sorunlar hem bina hem de kullanıcılar için sağlıksız koşullar oluşturabilmektedir. Ancak gerekli önlemlerin alınması ile bina ve kullanıcı için sağlıklı konforlu koşullar sağlanabilir (Şekil 1.6).

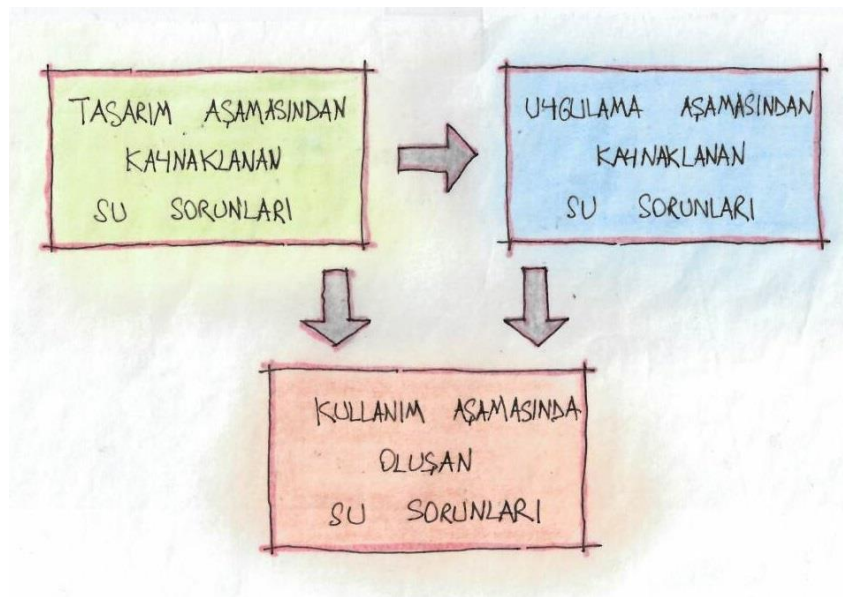


Şekil 1.6 : Binalarda Oluşan Su Sorunları.

Binalarda hemen hemen her kullanıcının değişik biçim ve boyutlarda karşılaştığı su sorunları yalıtım ürünlerinin ve yalıtım yöntemlerinin çeşitlilik kazandığı ve geliştiği günümüz koşullarında büyük ölçekte çözüme ulaşmamaktadır. Bu sonuç yaygın olan bu sorundan korunum konusunda belirli bir bilincin oluşmadığının göstergesidir [10].

Yalıtım sisteminin, proje aşamasında tasarlanmaması, kullanılan malzemelerin yanlış seçimi ve bunların uygulamalarını tamamlayan şartnamelerin yeterli olmaması ile geliştirilen yeni sistem ve detaylara göre revize edilmemeleri ve uygulayıcıların bilgisizliği başlangıçta bina maliyetinin küçük bir kısmını teşkil eden su yalıtımının daha büyük masraflara yol açmasına sebebiyet vermektedir.

Binada oluşabilecek su sorunları; tasarım, uygulama ve kullanım olarak üç aşamada ele alınmalıdır (Şekil 1.7). Binada oluşabilecek su sorunları her üç aşamada ele alındığında tasarım, uygulama ve kullanım üçgeninde bir etkileşim zinciri oluşturmaktadır. Bu bağlamda tasarım aşamasında suya karşı gerekli önlemlerin alınmaması ve gerekli ayrıntı düzenlemelerinin yapılmaması uygulama aşamasına yansımaktadır. Ayrıca tasarım aşamasında gerekli çözümlerlerin yapılmasına karşın uygulama aşamasında bu çözümlerlerin gerçekleştirilmemesi uygulama aşamasından kaynaklanan su sorunlarını oluşturmaktadır. Kullanım aşamasında ise hem tasarım aşamasından hem de uygulama aşamasından kaynaklanan su sorunlarının kullanım aşamasına yansması söz konusudur. Bunların yanı sıra kullanım aşamasından kaynaklanan su sorunları da suyun bina üzerindeki etkisini artırmaktadır [10].



Şekil 1.7 : Bina Ölçeğinde Su Sorunları.

Tasarım aşamasında binada etkin su kontrolü için öncelikle tasarımcının bina alanına ilişkin kontrol edebildiği ve edemediği şartları tanımlaması gerekir. Bu bağlamda tasarım aşamasının planlanması gerekir (Tablo 1.1).

Tablo 1.1 : Su Korunumlu Bina Tasarımında Etkenler.

Tasarımcının kontrol edemediği çevresel etkenler	Tasarımcının kontrol edebildiği yapısal etkenler
İKLİM	FORM
Yağış türü ve miktarı	Çatı biçimi (Eğim, saçak)
Havanın nemi	Yapı elemanı bileşenlerin seçimi
Rüzgâr (rüzgarla itilen su)	Yapı elemanı sistem tasarımı
COĞRAFİ KONUM	SİSTEM VE MALZEME SEÇİMİ
Su kütleleri ile ilişki,	Su geçirimsiz duvar-döşeme tasarımı
Yer altı su seviyesi	Su geçirimsiz döşeme tasarımı
Suyun içeriği (kimyasal bileşenleri)	Etkileşime girmeyecek malzeme seçimi

Tasarım aşamasında mevcut veriler üzerinden yapılacak planlama ve uygulama aşaması için malzeme seçimi, sistem ve detay tasarımı gibi konularda alınacak ön kararlar, ilgili standart ve yönetmelikler ile gerekli uygulama kurallarına bağlanarak düzenlenebilir. Süreç kişisel inisiyatiflerden arındırılmış olur. Bu planlama kullanım aşamasında olası problemleri azaltacaktır. Kullanıcı için su yalıtımı, kontrolü ve bakımına ilişkin bilgi modeli oluşturularak yapının servis ömrü süresince su yalıtımının kontrol edilebilir düzeyde kalması sağlanabilir.

1.1 Çalışmanın Amacı

Su; kullanıcı konfor ve sağlığını, yapının servis ömrü ve dayanıklılığını etkileyen, kontrol edilemez ise can ve mal kayıplarına neden olabilecek özellikte fiziksel çevre etkilerinden biridir.

Su; toprakaltı ve toprak üstünde farklı tür, miktar ve şiddette yapı elemanlarını etkiler. Yapı, içeriden ya da dışarıdan etki edebilecek tüm su etkilerine karşı temelden çatıya kadar korunumlu tasarlanmalıdır. Ancak, toprakaltı elemanların suya karşı korunumu yapının diğer bölümlerine göre telafisi en zor alanlardır. Toprakaltı su yalıtımının ilk maliyeti genel yapı maliyetine göre % 2-3'lük paya sahip iken, su yalıtımı hiç yapılmamış ya da doğru yapılmamış olan yapılarda, yapının servis ömrüncü su

kaynaklı bakım ve onarım masrafları ilk yatırım maliyetinin yaklaşık % 10-15'ini oluşturmaktadır.

Ülkemizde su yalıtım konusu; üretici, tasarımcı, yapımcı ve kullanıcı açısından, yapılan araştırmalara, hâlihazır uygulamalara ve yasal düzenlemelere bakıldığında, geliştirilmesi gereken önemli konular olduğu görülmektedir. Su yalıtım malzeme ve sistemlerine ilişkin gereklilikler çokça sayılabilir. Ancak, bu çalışmada yoğunlaşılan alan özellikle toprakaltı su yalıtımıdır. Bu konudaki gereklilikler içinden bazıları değerlendirildiğinde;

Su yalıtım yönetmeliği toprakaltı su yalıtımı ile ilgili olarak daha alt açılımlı, yoruma imkan vermeyecek, net bilgi verebilecek şekilde detaylandırılmalıdır.

Piyasada mimari yapılarda toprakaltı su etkilerine karşı korunum amaçlı birçok malzeme bulunmaktadır. Ancak, bu malzemelerin yapının şartlarına ilişkin nasıl seçilebileceği belirsizdir. Bu seçim genellikle üretici firmaların inisiyatifinde şekillenmektedir.

Su yalıtım malzemelerine ilişkin standartlar mevcuttur. Bu standartlar ürün kalitesi ve üreticinin kontrolü açısından olumludur. Ancak, malzemenin yapısal betonla ilişkisini sorgulayan herhangi bir standart bulunmamaktadır.

Ülkemizde toprakaltı su yalıtımında alışıldık geleneksel hale gelen yöntemler vardır. Ancak, bu yöntemlerin uygulama tamamlandıktan sonra yapısal beton ile davranışını önceden sorgulayan bir standart ve yaptırım bulunmamaktadır.

Belirtilen bu gereklilikler kapsamında çalışmada; toprakaltı su yalıtımında kullanılan malzeme ve sistemler su yalıtım yönetmeliği bağlamında irdelenerek, bu sistemlerden biri olan beton öncesi sistemde kullanılan malzemenin yapısal betona uygulaması sonrası, su etkisi altındaki davranışının bir deney ile sorgulanması amaçlanmaktadır. Böylece tasarımcı, yapımcı ve kullanıcı için doğru malzeme seçimi ve sistem tasarımına ilişkin bir örnek oluşturularak farkındalık sağlanması hedeflenmiştir.

1.2 Çalışmanın Yöntemi

Bu çalışmada amaca ilişkin olarak; Yapılan araştırmalar, makale, lisansüstü çalışmalar, ulusal ve uluslararası standart ve yönetmelikler, aynı zamanda ulusal dernek çalışmaları incelendi.

Hali hazır yöntemler ve yönetmelik üzerinden yapılan değerlendirmelere göre; toprakaltı su yalıtım yöntemlerine ilişkin malzeme ve sistem detayları aşamalı ve karşılaştırmalı olarak verildi.

Toprakaltı su yalıtımı bağlamında Haziran 2018'de yürürlüğe giren Su Yalıtım Yönetmeliği değerlendirildi. İngiliz standartı ile karşılaştırma yapıldı.

Toprakaltı su yalıtımı; beton öncesi ve beton sonrası sistemler şeklinde ikiye ayrılarak uluslararası bir araştırma ve maket çalışması üzerinden irdelendi. Buna göre beton öncesi sistemlerin genel yaklaşımı; su yalıtım malzemesinin yapısal betona tamamen yapışması ve herhangi bir su etkisi altında suyun betona nüfus ettiği alanın kısa sürede tespit ve müdahale edilebilmesidir. Ülkemizde su yalıtım malzemesinin beton ile ara yüzünde suyun nasıl hareket edebileceğini tespiti ilişkin herhangi bir test yada standart bulunmamaktadır. Bu amaçla ASTM standartları incelendi. Su yalıtım malzemesinin yapıştığı yüzey ile olan ilişkisini sorgulayan yöntemler incelenerek, bu çalışma için modifiye edilerek bir test düzeneği tasarlandı. Buna göre malzeme ve malzeme ile yapıştığı yüzey ile olan ilişkisini sorgulayan testler; “Betondan sıyrılma testi”, “Yatayda su yürütme testi”, “Birleşim yeri ayrılma direnci testi” ve “Yalıtım örtüsü çekme direnci tespiti testi” yapılmıştır. Testler İTÜ Teknopark Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

1.3 Literatür Araştırması

Konuyla ilgili yapılmış olan çalışmalar incelenip, su yalıtımı ve yapıların suyun zararlı etkilerinden korunması başlığı altında öneriler sunan araştırmalar;

Akyol K.; yapılarda su yalıtımı ve geçirimsizliği sağlamak için kullanılan yalıtım çalışmalarını ve bu amaçla beton içerisine katkı maddesi katılması durumunda bu katkı miktarının oranlarının beton karakteristik özelliklerine etkisini incelemiştir. Sonuç kısmında kullanılan katkı türlerinin betonun su geçirimsizliğini azaltarak olumlu etki gösterdiğini ve su/çimento oranını düşürerek basınç dayanımına olumlu yönde etkili olduğunu belirtmiştir [10].

Şahal A.N.; temellerde su yalıtımı ile ilgili olarak, zemin suları, su yalıtım sistemleri, yalıtım malzeme ve uygulamaları ile arazi şekli, zemin cinsi ve bina konumuna göre yalıtım sistemi seçimi konularını incelemiştir. Sonuç olarak; kapiler ve basınçlı suya

karşı kullanılacak su yalıtım sistemlerini tablo halinde vermiş, kullanıcılara hangi durumda hangi yalıtım sisteminin kullanılması hakkında önerilerde bulunmuştur [4].

Dağ F.E.; suyun yapıdaki etkileri ve yapıların suya karşı yalıtımı konularında, suyun yapı bünyesinde oluşturmuş olduğu hasarlar, su yalıtım sistemleri, uygulama detayları, su türleri ve yapı bünyesine gelme yolları anlatılmıştır. Sonuç olarak; yalıtım uygulamalarından istenen verimin alınabilmesi için ön proje safhası, yüzey temizliği ve nitelikli uygulama yapılması gerekliliği anlatılmış, yalıtım tabakasının sadece kendi yüzeyine dik gelen kuvveti iletebileceği belirtilerek sıyrılmaya karşı zafiyetini giderilmesine vurgu yapılmıştır [12].

Ekinci C. E. ve Yıldırım S. T.; betonarme temel ve bodrum perdelerinde su-nem yalıtımının önemi konusunda yapılan çalışmada yalıtımsız veya niteliksiz yapılan su-nem yalıtım uygulamalarının yapı malzeme ve elemanların faydalı servis ömürlerini önemli ölçüde düşürdüğü, yapı fiziki ve yapı biyolojisi açısından çoğu zaman telafisi olmayan yapısal sorunlara neden olabileceği belirtilmiştir. Yapı malzemesinin faydalı servis ömürlerini arttırmak için uygun malzeme, detay ve nitelikli uygulama yapılması gerektiği belirtilerek burada da yalıtımın sadece yüzeyine dik gelecek kuvvetleri karşılayabileceğine dikkat edilmesi gerektiği anlatılmıştır. Ayrıca betonun korozyona uğramaması için korozyon engelleyici (inhibitör) katların kullanılması gerektiği vurgulanmıştır [13].

Konu ile ilgili yapılmış olan çalışmaların yanında Türkiye ve dünyada kullanılmakta olan şartname ve standartlar kapsamında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın "Binalarda Su Yalıtım Yönetmeliği", Türk Standartları [14], Amerika Standartları [15], İngiliz Standartları [16] birbiriyle karşılaştırılarak incelendi. Yabancı ülke standartlarında detaylı anlatım mevcut iken Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın "Binalarda Su Yalıtım Yönetmeliği" ve TSE'de su yalıtımı sistemi vurgusunun bulunmadığı sadece malzemeler ile ilgili kısıtlayıcı ve uygulamaya yönelik maddelerin bulunduğu ayrıca beton öncesi yalıtım sistemi ile ilgili maddelerin bulunmadığı görülmüştür [7,8].

İncelenen tez, makale, standart ve yönetmelikler bağlamında ülkemizde toprakaltı su yalıtımında yeterli seviyede olmadığımız görülmüştür. Bu çalışmada, eleştirilmesi gereken birçok sorun içinden bir tanesi ele alınmıştır; toprakaltı su yalıtım sistemlerinin irdelenmesi.

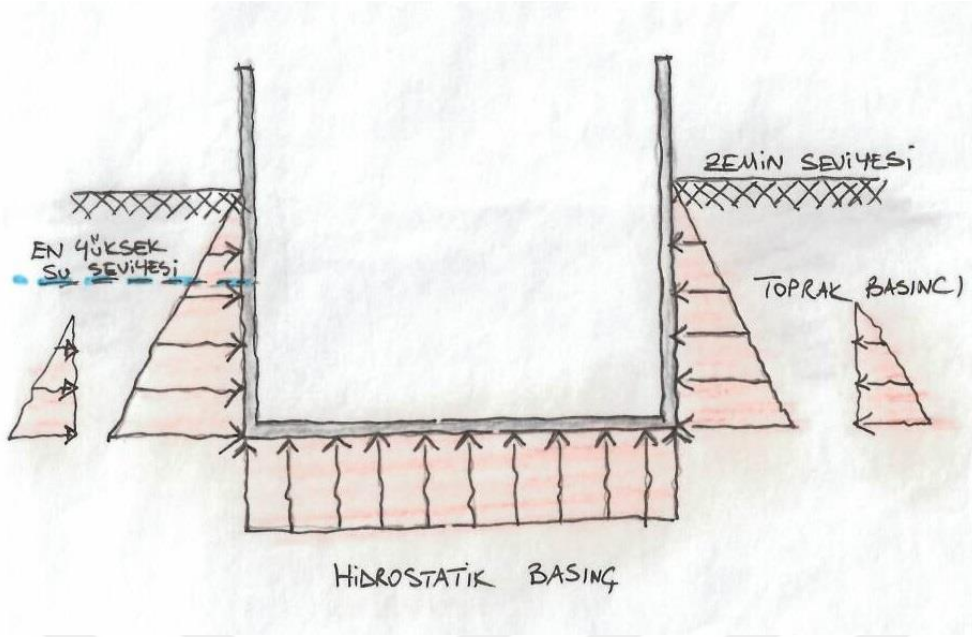


2. TOPRAKALTI SU ETKİLERİNE KARŞI KORUNUM

Toprak altı suları; zemin altı sızma suları, yeraltı suyu ve toprak nemi olarak sınıflandırabiliriz. Toprak üstü suları ise yağış suları, sıçrama suları, atmosfer nemi, deniz ve göl gibi sular ve kullanma sularıdır. Bu sınıflandırmada belirtilen sular yapının bulunduğu alanın mikro iklim koşulları, jeolojik ve topografik yapısına bağlı olarak değişen özelliklere sahiptir. Dolayısıyla yapı tasarım sürecinde, toprak altında ve üstünde sıvı ya da su buharı şeklinde yapıyı etkileyebilecek olan suların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi ve uygun önlemlerin alınması gerekmektedir.

Yağış sularının zemin en üst tabakası ile temas etmesinden sonra toprak tabakaları arasında zeminin cinsine ve arazinin şekline bağlı olarak çeşitli sular bulunmaktadır. Bu sulara toprakaltı suları adı verilmektedir. Toprakaltı suları, yapının temel, bodrum kat duvarı ve döşemesi gibi toprakaltı elemanlarının bünyesine farklı yollardan etki etmektedir. Bölgenin iklim koşulları, yağış miktarları, yer altı toprak tabakalarının geçirimsizlik özellikleri, toprak yüzeyi altında oluşabilecek ve yapıyı etkileyebilecek suların miktar ve özelliklerini belirlemektedir.

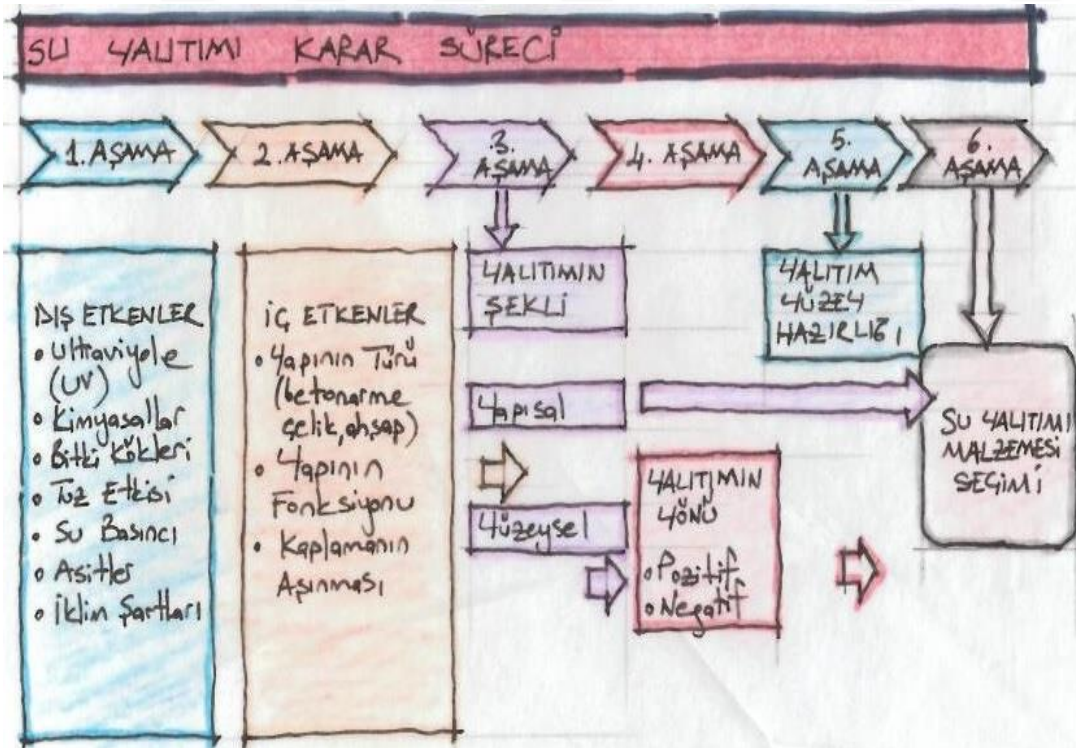
Binalarda Su Yalıtım Yönetmeliğinin 4. Maddesinin 'c' bendinde yer alan ifadeye göre; '*Yeraltı suyunun sürekli olarak veya geçici süre ile yapıda hidrostatik basınç oluşturduğu etki tipine de basınçlı su etkisi*' adı verilmektedir. Şekil 2.1'de toprak altı sularının oluşturduğu derinliğe bağlı hidrostatik basıncın anlatımı yer almaktadır. Temel alt kotu zemindeki en yüksek su seviyesinin altında tasarlanan yapılarda, derinlik arttıkça zeminden binaya gelen basınç artmaktadır. Artan su basıncına göre de alınması gereken önlem düşünülerek, yalıtım sistemi kurgulanmalıdır.



Şekil 2.1 : Hidrostatik Basınç.

2.1 Toprakaltı Su Yalıtımında Karar Süreci

Yeni inşa edilecek yapıların farklı su etkilerine karşı temelden çatıya korunumlu olarak tasarlanması gerekir.



Şekil 2.2 : Su Yalıtımı Karar Süreci [7].

Doğru su yalıtımına ulaşılabilmesi için geçilmesi gereken 6 adet aşama kabul edilebilir (Şekil 2.2). Bu aşamalar içeriğinde tasarımdan başlanarak uygulama ile son bulan bir sıralama düşünülmektedir. Yapının, dolayısıyla toprakaltı su yalıtımı yapılacak yerin mevcut yeraltı ve yerüstü verileri ile çevre şartlarının da düşünüleceği dış etkiler, yapının taşıyıcı malzemeleri ile suya maruz kalabileceği mekânların (otopark, depo, ofis, ev vs) düşünüleceği iç etkiler, tüm bu verilere göre karar verilmesi gereken yalıtımın şekli (yapısal veya yüzeysel), Su Yalıtım Yönetmeliğinde suyun geliş yönünde su yalıtımı yapılması prensibinin dikkate alınması kaydıyla, mecburi çevresel etkilere göre karar verilmesi gereken yalıtımın yönü (pozitif veya negatif), toprakaltı su yalıtımının yapılmadan önceki hafriyattan başlayarak tüm safhaların düşünüleceği yüzey hazırlığı ve son olarak da tüm veriler ışığında bu yapıda toprakaltı su yalıtımı olarak kullanılması uygun olan malzemelerin karşılaştırılıp, doğru malzeme ile doğru yalıtım sisteminin oluşturulması gerekmektedir.

1. Aşama: Dış etkiler; ultraviyole (uv), kimyasallar, bitki kökleri, tuz etkisi, su basıncı, asitler, iklim şartları, zemin durumu (yer altı su seviyesi, zemin geçirgenliği vs, iksa önlemi alınması, toprak altı gazlar), deniz, göl vb yer yakını olması. Proje alanının yakın çevresindeki fiziksel çevre koşullarının tanımlanmasını ifade etmektedir.

2. Aşama: İç etkiler; proje alanındaki mevcut fiziksel çevre verilerine göre tasarımcının aldığı kararları içermektedir. Yapının türü (betonarme, çelik, ahşap), yapının fonksiyonu gibi.

3. Aşama: Proje alanında etkin su korunumu için verilen kararı tanımlar. Bu karar çerçevesinde su yalıtım projelendirmesi kendi içindeki aşamaları; projelendirme, malzeme seçimi, uygulama tanımlamalıdır. Su yalıtımında genel olarak iki uygulama şekli vardır: Yapısal su yalıtımı, yüzeysel su yalıtımıdır.

Su Yalıtım Yönetmeliğinin 11. Maddesinin ‘1’ bendinde; *‘Toprakla temas eden temel, döşeme ve perde duvarlarda su yalıtımı;*

a) Örtü veya sürme esaslı yalıtım malzemeleri ile yüzeysel yalıtım sistemi oluşturularak ve/veya

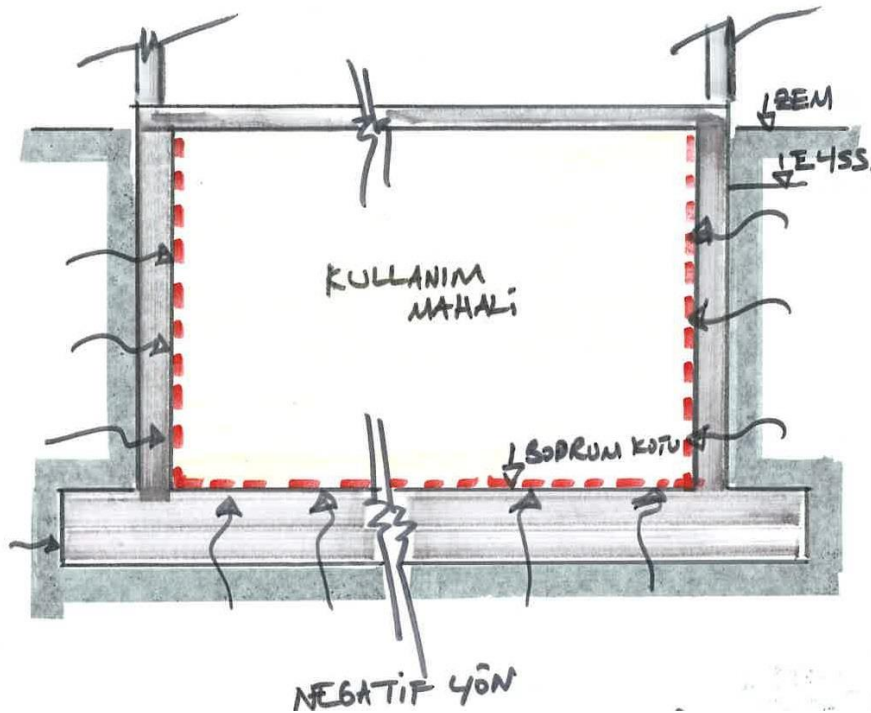
b) Yapısal yalıtım sağlanarak yapılabilir.’ İfadesi ile de yalıtımın uygulama şeklinin sınıflandırılması anlatılmaktadır.

4.Aşama; Yalıtım malzemesinin uygulama yönünü ifade etmektedir. Negatif ve pozitif yalıtım şeklinde uygulama yapılmaktadır.

Negatif Yalıtım;

Binaya uygulanacak olan su yalıtımının yapı ile su arasında değil de yapının su ile yalıtım arasında bulunması durumunda su basıncının negatif su basıncı olarak adlandırıldı. Negatif su basıncına karşı yapılan yalıtım yapı kullanıcılarını korumakta fakat yapıyı korumamaktadır. Bodrum kat gibi yer altında kalan kısımların bina içerisinden yapılan su yalıtımı sonucunda yapının suyu kolaylıkla bünyesinden atamamasına bağlı olarak kuruma süresi uzamaktadır. Bu durum korozyon gibi yapı malzemelerinin bozulmasını hızlandırmaktadır [18].

Negatif su basıncı yalıtımı genellikle yalıtımsız olarak tamamlanmış ya da yalıtımı doğru yapılmamış ve yapı dışından yalıtımın yapılamayacağı durumlarda (tek yüz kalıp) uygulanmaktadır. Bu sistemde ana prensip şekil 2.3’de görüldüğü üzere, bir dış çanak iç yüzüne yatayda ve düşeyde bir defada yalıtım yapılması ve binanın bu havuz içine oturması şeklindedir.



Şekil 2.3 : Negatif Su Yalıtımı.

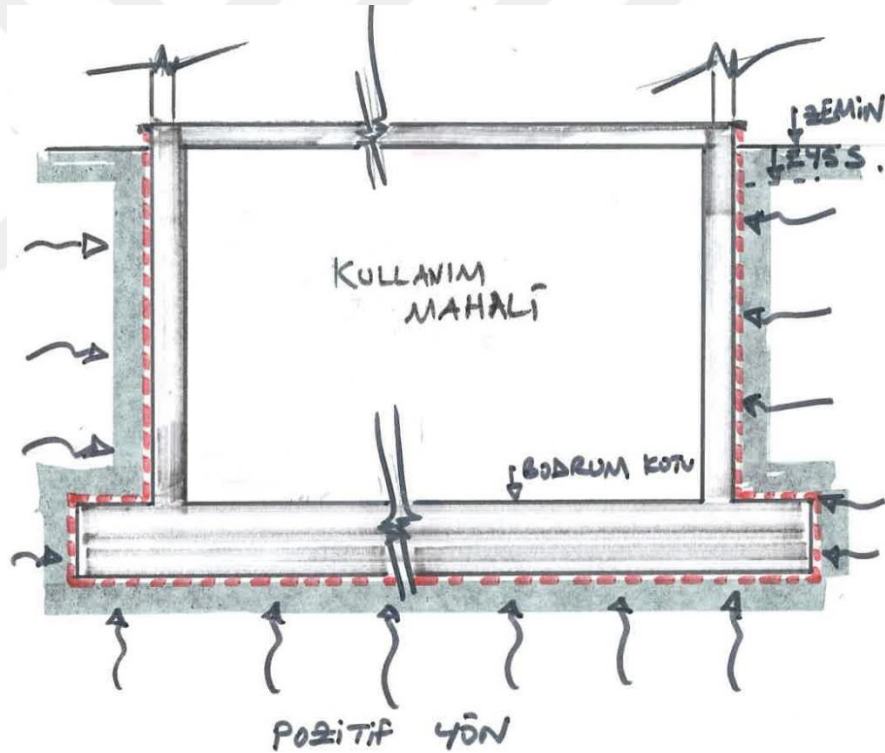
Negatif yönden yapılan uygulamalarda su yalıtımı malzemesi, suyun geldiği yöne göre yapı elemanının diğer tarafında konumlandırılmıştır. Temel perde duvarlarının içinden, havuz ve kanaletlerin dış tarafından yapılan yalıtımlar negatif yönden yapılan

uygulamalara örnektir. Bu tür uygulamalarda su, yalıtım katmanını uygulama yüzeyinden ayırmaya yönelik baskı uygulamaktadır [5].

Pozitif Yalıtım;

Binalara uygulanacak olan su yalıtımının yapı ile su arasında yer alması ve suyun yapı ile buluşmasını engellemesi en doğru çözümdür. Bu şekilde yapılan su yalıtımına pozitif su basıncına karşı yapılmış yalıtım denilmektedir [18].

Pozitif yalıtım uygulaması, ayırık nizam, yapılarda veya temel perde duvarları dışında insan çalışmasına yeterli şev açıklığının bulunması halinde tercih edilir. Bu sistemde ana prensip, radye jeneral temelin oturacağı beton taban yalıtımının yatayda birinci aşama olarak yapılmasından sonra, kaba inşaatın belli bir seviyeye gelmesi ile taban yalıtım filizlerinden hareketle ikinci aşama olarak perde duvar yalıtımının yapılması şeklindedir [19].



Şekil 2.4 : Pozitif Su Yalıtımı.

Pozitif yönden yapılan uygulamalarda su yalıtımı malzemesi suyun geldiği yönde yer almaktadır (Şekil 2.4). Temel perde duvarlarının dışından, havuz ve kanaletlerin iç tarafından yapılan yalıtımlar pozitif yönden yapılan uygulamalara örnektir. Bu tür uygulamalarda su, yalıtım katmanını uygulama yüzeyine doğru itmektedir [5].

Pozitif yönden yapılan uygulamalarla, hem yapı elemanı suyun zararlı etkilerinden korunur hem de kullanılabilir konforlu iç ortamlar sağlanır. Negatif yönden yapılan uygulamalarda ise su yapı elemanına sirayet ettikten sonra su yalıtım malzemesi tarafından engellendiğinden sadece kullanılabilir iç ortamlar sağlanabilir. Bu sebeple su yalıtım uygulamalarında her zaman suyun geldiği taraftan yalıtım yapılması ilk tercihtir. Buna karşılık kullanılmakta olan binalarda suyun geldiği taraftan yalıtım yapılmasının mümkün olmadığı durumlarda negatif yönden yalıtım tercih edilmektedir [5].

5. Aşama: Yüzeyin, üzerine su yalıtım kaplaması gelecek şekilde hazırlanması için yapılan tüm işlemlere yüzey hazırlığı denir. Yüzey hazırlığı yüzeysel yalıtım uygulamaları öncesinde yapılır. Su yalıtımı ürünlerinin uygulanacağı yüzeylerin uygulamadan önce yalıtıma hazır hale getirilmesi sağlıklı bir yalıtım yapılabilmesi açısından çok önemlidir [6].

Başlıca yapılması gereken yüzey hazırlık işlemlerini, kırık, boşluk, çökme ve çatlakların tamiri, köşeler ve keskin dönüşler yuvarlatılması, taşıyıcı olmayan katmanların kaldırılması, tozuyan yüzeylerin sağlamlaştırılması, segregasyona uğramış yüzeyin tamiri, varsa parlak yüzeylerin pürüzlendirilmesi, tij deliklerinin doldurulması, kalıp yağı, boya, pas gibi aderans engelleyici katmanların kaldırılması ve grobeton yüzeyinin düzeltilmesi olarak sıralanabilir (Şekil 2.5).

Binalarda Su Yalıtım Yönetmeliği' nin 4. Bölümünün 7. Maddesi kapsamında da yapılması gereken su yalıtım öncesi yüzey hazırlığı işlemlerine açıklık getirilmiştir;

(1) Su yalıtımı uygulanacak yüzeylerde öncelikle temizlik ve gerekli tamir işlemleri yapılır. Bu amaçla;

a) Uygulama yapılacak yüzeyler, su yalıtım malzemesinin aderansını azaltabilecek toz, gevşek dolgular, çıkıntılar, boya, kalıp yağı, gres, çiçeklenme, betondaki ayrışmaya bağlı bozukluklar ve benzeri unsurlardan arındırılacak ve basınçlı su, mekanik yöntem (spatula, tel fırça, jet taşı ve benzeri), ıslak kumlama, özel temizlik malzemeleri ve benzeri uygun yöntemler kullanılarak su yalıtımına hazır hâle getirilir.

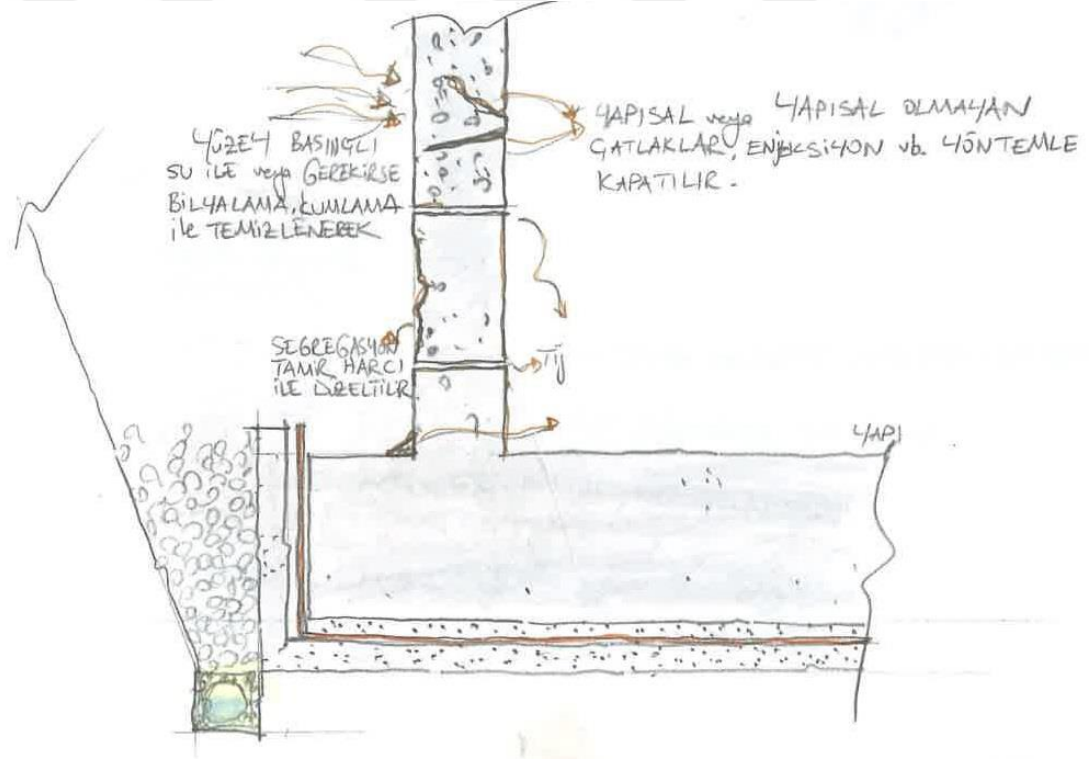
b) Beton yüzeyinde kullanılan kür malzemesinin, üzerine uygulanacak su yalıtım malzemesinin aderansını olumsuz etkilemesinin söz konusu olduğu durumunda, kür malzemesi uygun yüzey temizlik yöntemiyle yüzeyden arındırılır.

c) Yüzeylerdeki delik ve boşluklar ile yapısal olmayan çatlaklar TS EN 1504-3 standardına uygun tamir harcı ile tamir edilir.

ç) Taşıyıcı olmayan yapı elemanlarına yapılacak su yalıtımı uygulamalarına alt zemin oluşturması amacıyla, alt zemin yapısı ile uyumlu, TS EN 998-1 standardına uygun sınıfta siva veya TS EN 1504-3 standardına uygun tamir harcı uygulanır.

d) Uygulama yüzeyinin kesintiye uğradığı dilatasyonlarda, iç ve dış köşelerde, su yalıtım sisteminin su geçirimsizliğini sürdürecekt ve yalıtım malzemesinin sürekliliğini sağlayacak şekilde önlem alınır.

(2) Malzemenin zemine yeterince tutunmasına engel olacak nitelikteki yüzeyler, mümkünse mekanik yöntemlerle pürüzlendirilecek, değilse seçilen malzemeye uygun yapışma sağlayıcı astar uygulanır [20] şeklinde açıklanmaktadır.



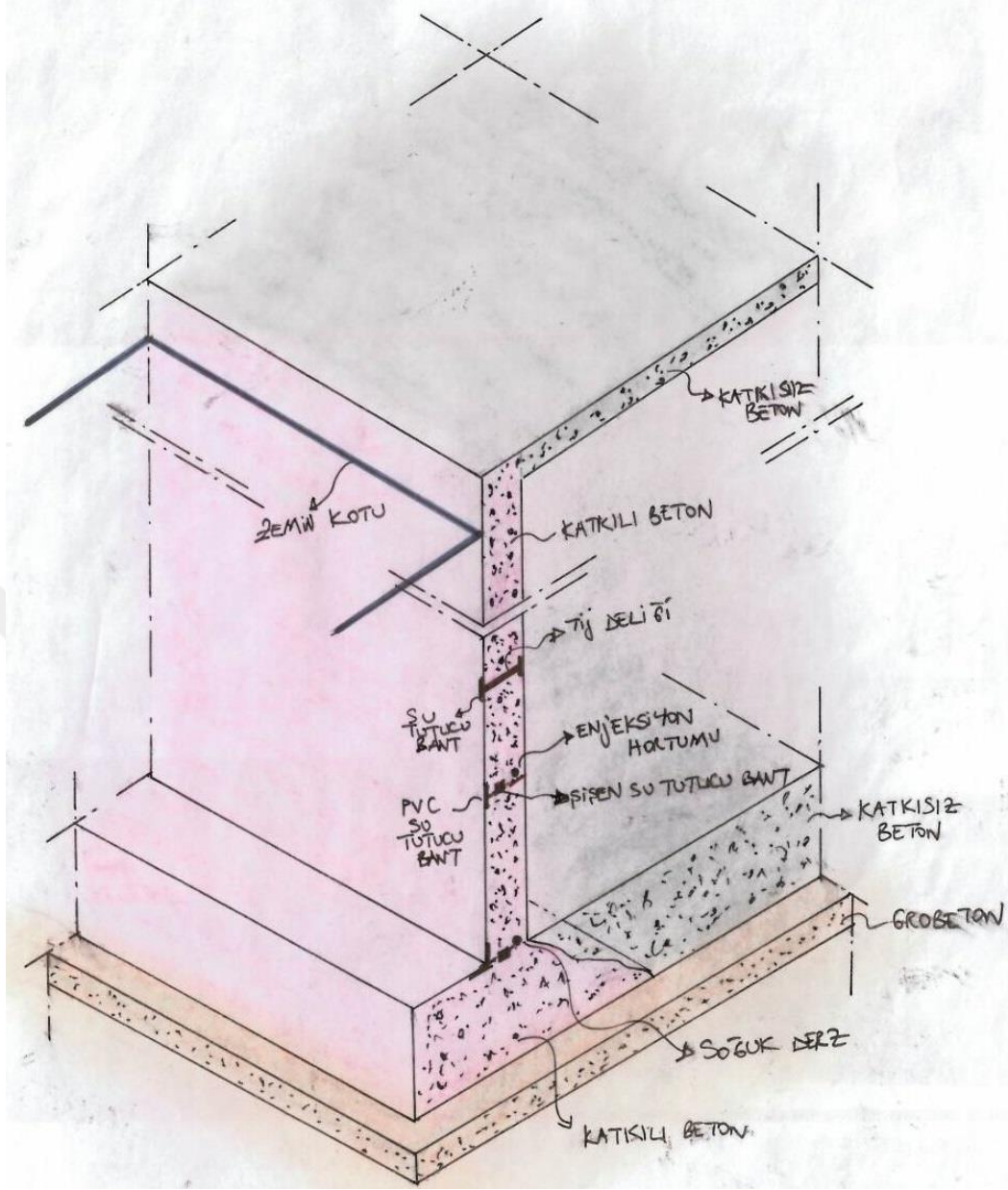
Şekil 2.5 : Yalıtım Öncesi Yüzey Hazırlığı.

6. Aşama: Son aşama olarak malzeme ve sistem seçimine gelindiğinde, seçimin yapılabilmesi için tasarım aşamasındaki parametrelerle birlikte malzeme ve sistemlerin verilerinin de dikkate alınması gereklidir. Tablo 2.1’de toprakaltı su yalıtım malzemelerinin belli kriterlerde karşılaştırılması yapılmıştır. Karşılaştırılan toprakaltı su yalıtım malzemeleri, yüzeysel su yalıtımı ve yapısal su yalıtımı olmak üzere iki ana başlığa ayrılmaktadır. Yüzeysel su yalıtımı da örtü ve sürme olmak üzere

iki ana başlığa ayrılmaktadır. Örtü tip su yalıtımı da, bitüm esaslı örtüler, sentetik esaslı örtüler ve beton öncesi örtüler olmak üzere üç başlığa ayrılmaktadır.

Yapısal su yalıtımı; Binalarda Su Yalıtımı Yönetmeliği' nin 4. Maddesinin '1' bendine göre Yapısal yalıtım, yapıların maruz kalabileceği suyun geçişinin bütünsel bir yapı tasarımı ve uygulaması dahilinde, beton bünyesinde uygun geçirimsizlik ve sızdırmazlık sağlanarak ve gerekli diğer önlemler alınarak engellenmesidir [20]. Genel olarak beton elemanların imalatı sırasında imalat kolaylığı sağlamak, betonun kalitesini artırmak, istenen özelliklerin verilmesini sağlamak ve su geçirimsizliği elde etmek amacıyla toz ya da sıvı halde bulunan yapı kimyasallarının katkı olarak kullanılması ile yapının su girişini ve etkilerini azaltıcı uygulamalar bütünüdür [21]. Üretim sırasında, beton, sıva veya şap taze haldeyken, sertleşmeden kullanılır. Beton prizini aldıktan sonra ilavesi ya da onarımı mümkün değildir.

Yapısal su yalıtımında kullanılan beton katkısı su yalıtım malzemesi; radye temel betonunun alt 25 cm'lik bölümünde ve toprak temas eden yapısal perde betonunda, çimento miktarının % 2-3' ü oranında kullanılmalıdır (Şekil 2.6). Beton içeriğinde cüruf olmalı, soğuk derz, tij delikleri vs kısımlarına üretici firmanın detaylarına uygun imalat yapılmalıdır.



Şekil 2.6 : Yapısal Su Yalıtımı Detayı.

Yüzeysel Su Yalıtımı:

Suyun bulunabileceği dış ortam ile yapı kabuğu arasında su geçirimsiz katman oluşturmak için yapılan işlemler bütünüdür. Bu amaçla su geçirimsiz özel su yalıtım malzemeleri kullanılır. Su yalıtımı, yapılara suyun girebileceği bölgelere doğru su yalıtım malzemelerinin uygulanması ile yapılır. Su yalıtımı uygulamalarının suyun geldiği taraftan, yani yapının dış tarafından yapılması ilk tercih olmalıdır. Temelde yapılacak uygulamalarda ilk adım; zemin etüdü ve varsa zemin suyunun test edilerek bu suların olası etkilerinin tespit edilmesidir. Yapılan etüt çalışmalarının ardından, mümkünse binanın toplam oturma alanından daha büyük olacak şekilde yatay olarak

grobeton dökülür ve bunun üzerine su yalıtım katmanı uygulanır. Bina su yalıtımının üzerine inşa edilir ve suyun etki edebileceği seviyeden temele kadar olan düşey duvarlara da su yalıtımı uygulanır. Grobeton üzerine yapılan su yalıtımı ile düşey duvarlara yapılan su yalıtımlarının üst üste bindirilmesi ile bina dıştan bohçalanmış olur. Binanın oturma alanından daha geniş temel çukurlarının açılmadığı durumlarda ise yapının üzerine oturacağı bir betonarme çanak oluşturulur. Bu çanağın iç tarafından su yalıtımı yapılır ve bina bu çanağın içine oturtulur. Uygulamalar, yalıtımı geçemeyen suların yapıdan uzaklaştırılması amacıyla su yalıtımından daha aşağı seviyede drenaj (tahliye) yapılması ile tamamlanır [21]. Serme (örtü) ve Sürme Tip olmak üzere iki gruba ayrılır.

Serme Tip Malzemeler; Binalarda Su Yalıtımı Yönetmeliği' nin 4. Maddesinin 'h' bendine göre su yalıtım örtüleri, Binalarda su yalıtımı amacıyla kullanılan, bitüm veya plastik/kauçuk esaslı örtü veya levha biçimindeki malzemeleri [20] olarak tanımlanmaktadır.

Bitümlü Örtüler; Polimer esaslı plastiklerle bitümün (asfalt) modifiye edilerek, taşıyıcı donatılı ya da donatısız üretilen su yalıtım örtüleridir. Camtülü veya polyester taşıyıcıların bitüm ile belli kalınlıklarda kaplanması ile elde edilmektedirler. Toprakaltı amaçlı üretilen bitümlü örtülerin her iki yüzeyi de polietilen film kaplı üretilmektedir. Kullanım amacına göre ve basınçlı su durumuna göre 2-3-4 mm kalınlıklarda çeşitleri bulunmaktadır. Bitümlü yalıtım malzemesini, uygulanacağı iklim bölgesi göre ve yapının uygulanacağı yere göre uygun penetrasyon derecelerinde olacak şekilde seçmek gerekmektedir. Bitümlü örtüler, bitüm içeriğine katılan reçinenin çeşidine göre plastomerik ve elastomerik olarak ikiye ayrılmaktadır.

Toprakaltı su yalıtımı yapılırken, basınçlı su durumuna göre kalınlık tercihi yapılan bitümlü membranlarda, çift kat uygulama yapılır. Çift kat uygulamanın sebebi, üst kata gelebilecek herhangi bir fiziki müdahaleye rağmen alt katında sağlam katman kalmasıdır. Yüksek ateşte birbirine yapıştırılarak imalatı yapılan bitümlü membranın ilk kat uygulamasına başlanmadan bitümlü astar yüzey oluşturulmaktadır. İki kat aynı yönde ve ek yerleri şaşırtılarak imalat yapılmaktadır.



Resim 2.1 : Bitümlü Membran İmalatı (Yavuz Kardeş'in Arşivi).

Resim 2.1'de Esenlerde 2007 senesinde yapılan spor salonunun temel yalıtım imalatı görülmektedir. Temel altına su yalıtımı için çift kat 3 mm bitümlü membran imalatı yapılmıştır.

Sentetik Örtüler; bu örtüler, toz veya granül haldeki termoplastik polimerlerin plastifiye edilerek uygun ısıda, kalınlık ayarlı merdanelerde, taşıyıcı veya taşıyıcısız olarak kalınlık verilmesiyle elde edilmektedir. Üretici firmaların geliştirdikleri içeriklere göre PVC, HDPE, EPDM vb tipleri bulunmaktadır. Tek kat yapıp, hem yüzeye mekanik montajla irtibatlandırılan, hem de betona yapışan tipleri kullanılmaktadır. Malzemeye göre sıcak robot makinesi ile veya kendinden yapışma ile birleşimleri yapılmaktadır.

Resim 2.2'de Sultanbeyli' de 2008'de yapılan Zihinsel Engelliler Rehabilitasyon Merkezinin su yalıtım imalatı görülmektedir. Temel altına su yalıtımı için tek kat 2 mm PVC membran imalatı yapılmıştır. İmalat katmanları keçe, PVC membran ve son kat keçe üzeri koruma betonu şeklinde teşkil edilmiştir.



Resim 2.2 : Sentetik Örtü İmalatı (Yavuz Kardeşin Arşiv).

Beton Öncesi Sentetik Örtüler; Beton öncesi sistemler, yapılaşmanın yoğun olduğu kent merkezlerinde bitişik nizam yapıların bulunduğu yerlerde temel çukurunun dik açıldığı ve çift yüz kalıpla betonarme sistemin oluşturulmasına imkân olmayan detaylarda, iksa sisteminin yapının perde duvarına yapışık olması gibi konvansiyonel (beton sonrası) sistemlerin kullanılma imkânının bulunmadığı yerlerde değerlendirilmektedir. Bu sistemler, yapısal taşıyıcı elemanlarla (temel ve perde) tam yapışma sağlayarak, olası bir sorunda suyun yapısal taşıyıcı ile yalıtım malzemesi arasında ilerlemesine engel olmak prensibine göre çalışmaktadır. Delinmediği sürece her su yalıtım malzemesi doğrudur. Delinme durumunda ise müdahale edilebilir tek su yalıtım malzemesi betona yapışan sistemlerdir.

Resim 2.3’de beton öncesi sentetik örtü örneği görülmektedir. Tek yüz kalıp uygulanarak imalat yapılmaktadır. Su Yalıtım Yönetmeliğinde hiçbir şekilde konu edilmeyen bu örtü çeşidine piyasa koşullarında sıklıkla rastlanmaktadır. Çalışma prensibi olarak delinme, darbe dayanımı, çekme kopma mukavemeti gibi fiziki özellikleri çok yüksek verilerde olan bu cins malzemelerde, kör kalıp önüne bu malzemenin konulması, demirin işlenmesi, ön kalıbın kapatılıp betonun dökülmesi şeklinde imalat sırası takip edilmektedir. Beton ısı vs kimyasal tepkime ile de bu cins malzemeler beton yüzeyine tam yapışma sağlamaktadır.



Resim 2.3 : Sentetik Örtü İmalatı (Anonim Arşiv).

Sürme Tip Malzemeler; Binalarda Su Yalıtımı Yönetmeliği' nin 4. Maddesinin 'j' bendine göre sürme esaslı su yalıtım malzemeleri, bir veya birden fazla bileşen içeren, mala, rulo, fırça ile sürülerek veya özel makinalar ile püskürtülerek uygulanan, çimento, akrilik dispersiyon, bitüm ve reaksiyon reçine esaslı ve benzeri esaslı su yalıtımı sağlayan malzemeler [20] olarak tanımlanmaktadır.

Sürme su yalıtım malzemelerinin seçiminde, suyun geçişinin engellenmesinin yanında kimyasal ve mekanik dayanım, elastikiyet, özel yapışma koşulları vb başka özelliklerde aranmaktadır. Sürme tip malzeme seçilirken özellikle dikkat edilecek konu, farklı tip malzemenin her detayda kullanılmamasıdır. Ürün seçiminde detay düşünülmelidir. Su yalıtımı karar sürecindeki (Şekil 2.2) iç ve dış etkenlerle başlayan tasarım aşamasının son kararı verilirken kullanılacak sürme cins su yalıtım malzemesinin çimento, bitüm, poliüretan ya da akrilik içerikli olup olması gerekliliği hassasiyetle tespit edilmelidir.

Hangi cins sürme malzeme kullanılırsa kullanılsın, genelde 2-3 katta m² ye 1,5-5 kg arası sarf edilecek şekilde malzeme kullanılması üretici tarafından önerilmektedir. Üretici beyanına göre karıştırma işlemi bu cins malzemelerde çok önemli olup, yüzeye eşit kalınlıkta uygulanmasına, yani işçilik hassasiyetine özellikle dikkat etmek gereklidir.



Resim 2.4 : Sürme Tip Yalıtım Örneği (Anonim Arşiv).

Resim 2.4’ de yüzey hazırlığı tamamlanmış olan betonarme yüzeye uygulanan bitüm esaslı sürme tip su yalıtım örneği yer almaktadır. Fırça ile sürülerek yapılan bu imalatla, malzeme karışımını, m² sarfiyatını, malzemenin yüzeye homojen dağılmasını sağlayan ustalık derecesi bu yöntemde dikkat edilecek önemli bir husustur. Bu sistemlerde yüzeyde istenilen kalınlığın oluşturulmadığı durumlarda, su yalıtımının doğru yapıldığı kabul edilemez. Beton yüzeydeki oluşabilecek olan kılcal çatlaklardan gelebilecek olan yüzey gerilmelerini azaltmak için iki kat su yalıtımı arasına cam tülü file konulmasında yarar vardır. Ayrıca, sürme uygulamalarında malzemenin kür süresine hassasiyetle dikkat edilmeli, bu sürenin sonunda diğer katmanlara veya imalatlara geçilmesi gerekmektedir.

Tablo 2.1’de Su Yalıtım Yönetmeliği kapsamında kullanılabilecek beş farklı toprakaltı su yalıtım malzemesinin karşılaştırılması yapılmaktadır. Bu karşılaştırılma yapılırken de, malzemelerin temel ve toprakaltında, yüksek su basıncında kullanımı, kullanıldıktan sonra olası sorunda müdahale edilebilir olması, ek yerleri ve köşe birleşimleri dahil uygulama kolaylığı ve bilgisi, detay çözümü ve fire miktarı ile uygulama metrajı, kullanılacak ekipman, uygulama yapılacak yerin rutubet ve nem durumu, uygulama yapılacak yüzeyin altyapısının düzgün olması, delinme darbe gibi fiziksel dayanıklılık özelliği, su buharı ve toprak altı gazlarına karşı geçirimsizlik özelliği, fiyat ortalaması, imalat yapılacak yapısal betonun özelliği ve malzemenin betona yapışması, yapısal beton ile yalıtım malzemesi arasında yatayda su yürütmesi, tek yüz perdede kullanılması özelliklerine bakılmaktadır. Uygun toprakaltı su yalıtım sistem ve malzemesinin belirlenmesinde, oluşturulabilecek tabloların doğrultusunda seçim yapılması daha doğru sonuca gidilmesini sağlayacaktır.

Tablo 2.1 : Toprakaltı Su Yalıtımında Kullanılabilecek Malzemelerin Karşılaştırılması.

	YÜZEYSEL YALITIM				YAPISAL SU YALITIMI
	ÖRTÜ TİPİ SU YALITIMI			SÜRME TİP SU YALITIMI	
	BİTÜM ESASLI ÖRTÜLER	SENTETİK ESASLI ÖRTÜLER	BETON ÖNCESİ ÖRTÜLER		
TEMELLERDE KULLANIM	Temellerde kullanılabilir.	Temellerde kullanılabilir.	Temellerde kullanılabilir.	Yer altı su seviyesi yüksek olan yerlerde yönetmelik gereği kullanılamaz.	Temellerde kullanılabilir.
TOPRAK ALTI KULLANIM	Toprak altı uygun tipleri kullanılabilir.	Toprak altlarında rahatlıkla uygulanır. Mikro-organizmalardan zarar görmez.	Toprak altı uygulamalar için uygundur.	Toprak altlarında uygulanabilir. Üreticiden kimyasal dayanım tablosu istenmelidir.	Toprak altı uygulamalar için uygundur.
YÜKSEK SU BASINCINDA KULLANIM	Yüksek su basıncında kısmen kullanılabilir.	Yüksek su basıncında kısmen kullanılabilir.	Yüksek su basıncında kullanıma uygundur.	Yüksek su basıncı olan yerlerde düşeyde kullanılabilir.	Yüksek su basıncında kısmen kullanılabilir.
SU KAÇAĞI RİSKİ	Su kaçağı olursa suyun nereden geldiğinin tespit edilmesi zordur.	Su kaçağı olursa suyun nereden geldiğinin tespit edilmesi zordur.	Su kaçağı olursa tespit edilmesi mümkündür, müdahale edilebilir.	Su kaçağı olursa suyun nerden geldiğinin tespit edilmesi zordur.	Su kaçağı olursa tespit edilmesi mümkündür, müdahale edilebilir.
UYGULAMA KOLAYLIĞI	Ehil ustası olmalı, şaluma ateşi ile yapıldığı için uygulaması zordur.	Ehil ustası olmalı, sıcak robot aleti ile yapıldığı için uygulaması zordur.	Kendinden yapışkanlı ürünlerde ustalık gerektirmez.	En çok ustalık gerektiren çeşit sürme yalıtımdır. Ustanın tecrübesine göre yalıtımın kalınlığı belirlenir.	Beton dökümü esnasında beton mikserine eklenerek imalatı yapılır, ek parçaları ile beraber imalatı kolaydır.

Tablo 2.1 (devam): Toprakaltı Su Yalıtımında Kullanılabilecek Malzemelerin Karşılaştırılması.

	YÜZEYSEL YALITIM				YAPISAL SU YALITIMI
	ÖRTÜ TİPİ SU YALITIMI			SÜRME TİP SU YALITIMI	
	BİTÜM ESASLI ÖRTÜLER	SENTETİK ESASLI ÖRTÜLER	BETON ÖNCESİ ÖRTÜLER		
EK YERLERİ VE KÖŞE BİRLEŞİMİ	Ek yeri oluşturur. Ek yerlerinin kaynağının yapılıp yapılmadığının kontrolü mümkün değildir. Köşe bileşimlerinde sorun yaşamamak için yardımcı malzemeler kullanılmalıdır. Malzeme değişimlerinde, bileşim yerlerinin detayı zor çözmek gerekir.	Ek yeri oluşturur. Ek yerlerinin kaynağının yapılıp yapılmadığının kontrolü mümkündür.Köşe bileşimlerinde sorun yaratır. Malzeme değişimlerinde, bileşim yerlerinin detayı zor çözülür. Yardımcı malzemeler kullanmak gerekir.	Ek yeri oluşturur. Köşe birleşimlerinde sorun yaşamamak için yardımcı malzemeler kullanılmalıdır.	Ek yeri oluşturmaz.	Ek yeri oluşturmaz.
DETAY UYGULMALARI VE FİRE	Her türlü detayda kolaylıkla uygulama yapmaya izin vermez. Fireyi artırır.	Her türlü detayda kolaylıkla uygulama yapmaya izin vermez. Fireyi artırır.	Her türlü detayda kolaylıkla uygulama yapmaya izin vermez. Fireyi artırır.	Her türlü detayda kolaylıkla uygulama yapmaya izin verir. Firesi azdır.	Firesi yoktur. Ek parçalar harici (su tutucu bant) detayı yoktur. Beton dökümüne ve standartlarına dikkat etmek gerekir.
UYGULAMA METRAJİ	Çok geniş açıklıklar geçilebilir.	Çok geniş açıklıklar geçilebilir.	Çok geniş açıklıklar geçilebilir.	Püskürtme ve elastik türleri tercih edilmelidir.	Çok geniş açıklıklar geçilebilir.

Tablo 2.1 (devam): Toprakaltı Su Yalıtımında Kullanılabilecek Malzemelerin Karşılaştırılması.

	YÜZEYSEL YALITIM				YAPISAL SU YALITIMI
	ÖRTÜ TİPİ SU YALITIMI			ÖRTÜ TİPİ SU YALITIMI	
	BİTÜM ESASLI ÖRTÜLER	SENTETİK ESASLI ÖRTÜLER	BETON ÖNCESİ ÖRTÜLER		
EKİPMAN ve İŞ GÜVENLİĞİ	İşçilik esnasında sürekli tüp kullanıldığı için her an yangına sebebiyet verebilir. İş güvenliği tedbirleri önemlidir.	İşçilik esnasında elektrikli aletler kullanılır.. İş güvenliği tedbirleri önemlidir.	İşçilik için özel alet ve ekipman gerekli değildir.	İşçilik için özel alet ve ekipman gerekli değildir.	İşçilik için özel alet ve ekipman gerekli değildir.
İŞÇİLİK ÜCRETİ	Pahalıdır.	Pahalıdır.	Ucuz ve masrafsızdır.	Pahalıdır.	Ucuz ve masrafsızdır.
SÜRE	Uygulama süresi kısadır. Kür yapmaya ve beklemeye gerek duyulmaz.	Uygulama süresi kısadır. Kür yapmaya ve beklemeye gerek duyulmaz.	Uygulama süresi kısadır. Kür yapmaya ve beklemeye gerek duyulmaz.	Uygulama süresi uzundur. Çimento esaslı ürünlerde kürlemeye ihtiyaç vardır.	Uygulama süresi kısadır. Kür yapmaya ve beklemeye gerek duyulmaz.
RUTUBET	Uygulama esnasında yüzey nemliyse yapışmaz.	Uygulama esnasında yüzeyin nemli olması sorun yaratmaz.	Uygulama esnasında yüzeyin nemli olması sorun yaratmaz. Suyun içerisinde yapılan çeşitleri vardır.	Uygulama esnasında yüzeyin nemini kontrol etmek gerekir.	Uygulama esnasında yüzeyin nemli olması sorun yaratmaz.
ALTYAPI	Çok düzgün bir altyapı gereklidir. Zemin düzgün değilse sorun yaşanır.	Çok düzgün bir altyapı gereklidir. Zemin düzgün değilse sorun yaşanır.	Düzgün bir altyapı gereklidir.	Çok düzgün bir altyapı gereklidir. Zemin düzgün değilse sorun yaşanır.	Önceden hazırlanmış bir beton yüzeye ihtiyacı yoktur.

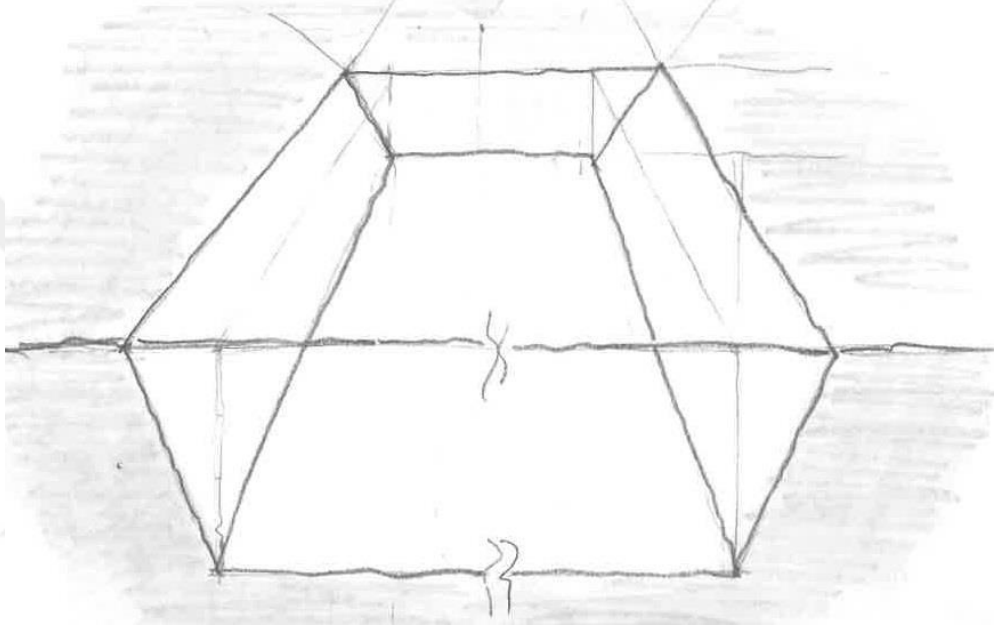
Tablo 2.1 (devam): Toprakaltı Su Yalıtımında Kullanılabilecek Malzemelerin Karşılaştırılması.

	YÜZEYSEL YALITIM				YAPISAL SU YALITIMI
	ÖRTÜ TİPİ SU YALITIMI			ÖRTÜ TİPİ SU YALITIMI	
	BİTÜM ESASLI ÖRTÜLER	SENTETİK ESASLI ÖRTÜLER	BETON ÖNCESİ ÖRTÜLER		
DELİNME, DARBELERE DAYANIKLILIK	Koruma tabakası gereklidir.	Koruma tabakası gereklidir	Delinme ve darbe dayanımı yüksektir. Koruma ihtiyacı yoktur.	Koruma tabakası gereklidir	Böyle bir sorunla karşılaşılmaz.
SU BUHARI İLETİMİ, GAZ, ALKALİ, KLOR, SÜLFAT GEÇİRİMSİZLİĞİ	Asidik ortamda kullanılamaz.	Kimyasallara dayanıklıdır.	Kimyasallara dayanıklıdır.	Kimyasallara dayanıklı olan ve olmayan türleri vardır.	Kimyasallar için ek bariyer kullanılmalıdır.
FİYAT	Diğer örtü malzemelere göre ucuzdur. İşçilik ek maliyet gerektirir.	Ürün fiyatı yüksektir. İşçilik ek maliyet gerektirir.	Ürün fiyatı diğer malzemelere göre en yüksektir. İşçilik ücreti ucuzdur.	Ürün fiyatı diğer malzemelere göre ucuzdur. İşçilik ek maliyet gerektirir.	Ürün fiyatı diğer malzemelere göre yüksektir. Özel beton kullanılması sebebiyle ek maliyet getirir.
YATAYDA SU YÜRÜTMESİ	Koruma betonu ve yalıtımlı sıva yapıldığından yatayda su yürütür.	Koruma betonu ve yalıtımlı sıva yapıldığından yatayda su yürütür.	Yapısal betona tam yapışma sağlandığından yatayda su yürütmez.	Koruma betonu ve yalıtımlı sıva yapıldığından yatayda su yürütür.	Böyle bir ölçüm yapılamaz.
BETON ÖZELLİKLERİ	Beton içeriği normal.	Beton içeriği normal.	Beton içeriği normal..	Beton içeriği normal.	Özel beton gerektirir.
TEK YÜZ PERDEDE KULANIM	Mümkün değildir.	Mümkün değildir.	Tek yüz perdeye uygundur.	Mümkün değildir.	Tek yüz perdeye uygundur.
YAPISAL BETONA YAPIŞMA	Düşeyde şaluma ateşi ile yapışsa da bu tam bir yapışma sağlamaz.	Temelde yapışma yoktur, perde de noktasal bağlantı vardır.	Yapısal betona yapışıktır.	Temelde mümkün değildir. Düşeyde yapışsa da bu tam bir yapışma sağlamaz.	Yapısal betonun içindedir.

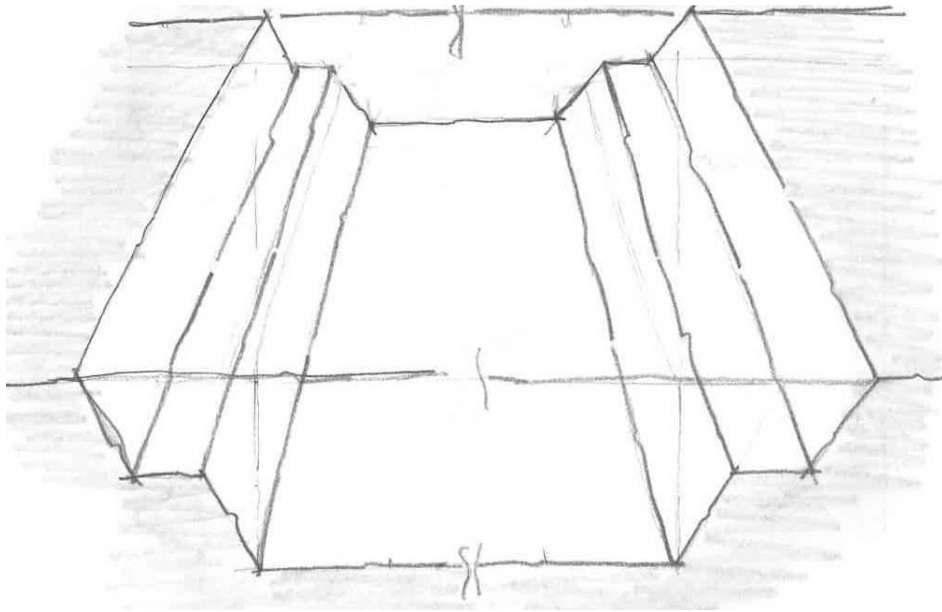
2.2 Toprakaltı Su Yalıtımı Öncesi Uygulama Süreci

Proje alanına ilişkin mevcut fiziksel çevre verileri üzerinden tüm analizler yapılarak, yalıtımın uygulama şeklinde karar verilir, su yalıtım projesi hazırlanır. Sonra proje alanında hafriyat ile başlayan inşa sürecine geçilir.

Proje alanı yakın çevre koşullarına göre farklı şekillerde hafriyat imalatı yapılır;

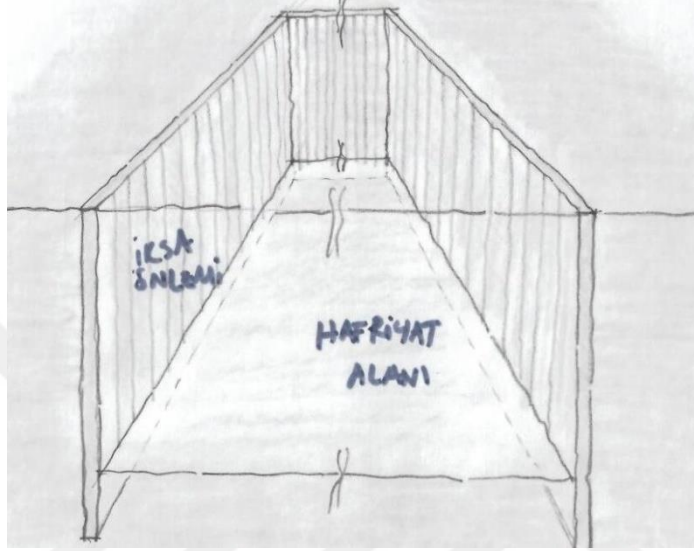


Şekil 2.7 : Şevli Hafriyat İmalatı.

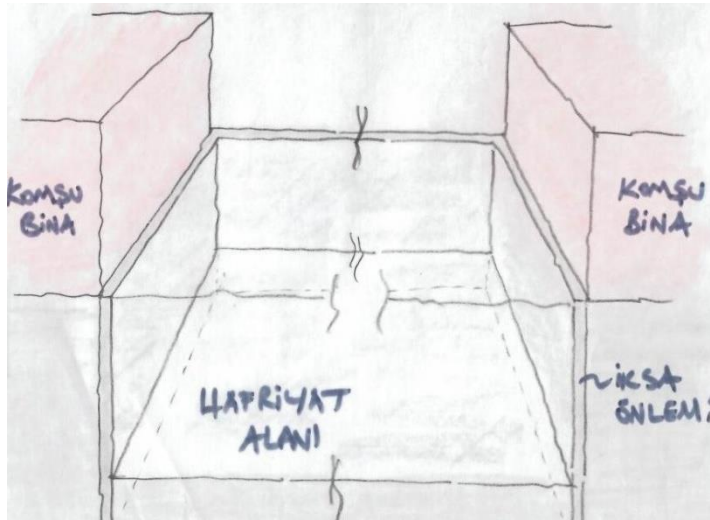


Şekil 2.8 : Kademeli Şevli Hafriyat İmalatı.

Zemin etüdü, çevre koşulları, bina özelliği gibi parametreler incelendikten sonra, yapı alanında açılacak hafriyat çukurunun yapım aşamasına geçilir. Çevre verileri doğrultusunda boş arsa olan ve kazı derinliğinin de yaklaşık 10 metreyi çok aşmadığı yapılarda şevli veya kademeli şevli hafriyat imalatı uygulanır. Zemin etüdüne göre şevin açısı belirlenerek imalat yapılır. Uygun olan durumda yapılacak en masrafsız ve bilinen metot şevli kazıdır (Şekil 2.7-8).



Şekil 2.9 : Zemin Etüdüne Göre İksa Önlemleri (Kazık İmalatı Vs) Hafriyat İmalatı.



Şekil 2.10 : Bitişik Nizam Durumunda (Yol veya Bina) İksa Önlemi ile (Kazık, Zemin Çivisi, Kuyu temel vs) Hafriyat İmalatı.

Günümüz şartlarında arsa m² fiyatının artması, inşaat yapılacak alanın azalması, yapıların temel derinliklerinin fazlalığı (bodrumların çok katlı yapılması), özellikle şehir içlerinde bitişik nizam yapıların bulunması, eski zamanda zemin etüd

raporlarındaki zemin sorunları sebebiyle inşaat yapılmayan birçok yere, inşaat teknolojisinin de ilerlemesi sebebiyle yapı izni verilmesi gibi sebeplerden dolayı, iksa önlemlerinin alınması koşulu ile hafriyat imalatları yapılabilmektedir. (Şekil 2.9-10)

Yönetmeliğin 10. Maddesinde yer alan,

(1) Tabii veya tesviye edilmiş zemin kotu ile temel alt kotu arasındaki mesafenin 3 metreden daha fazla olduğu veya arazi eğiminin yapı elemanları etrafında su birikmesine yol açabileceği durumlarda, temelde uygulanacak yalıtım, birikmesi muhtemel suyun yapıdan uzaklaştırılmasına yönelik drenaj sistemi ile birlikte oluşturulur.

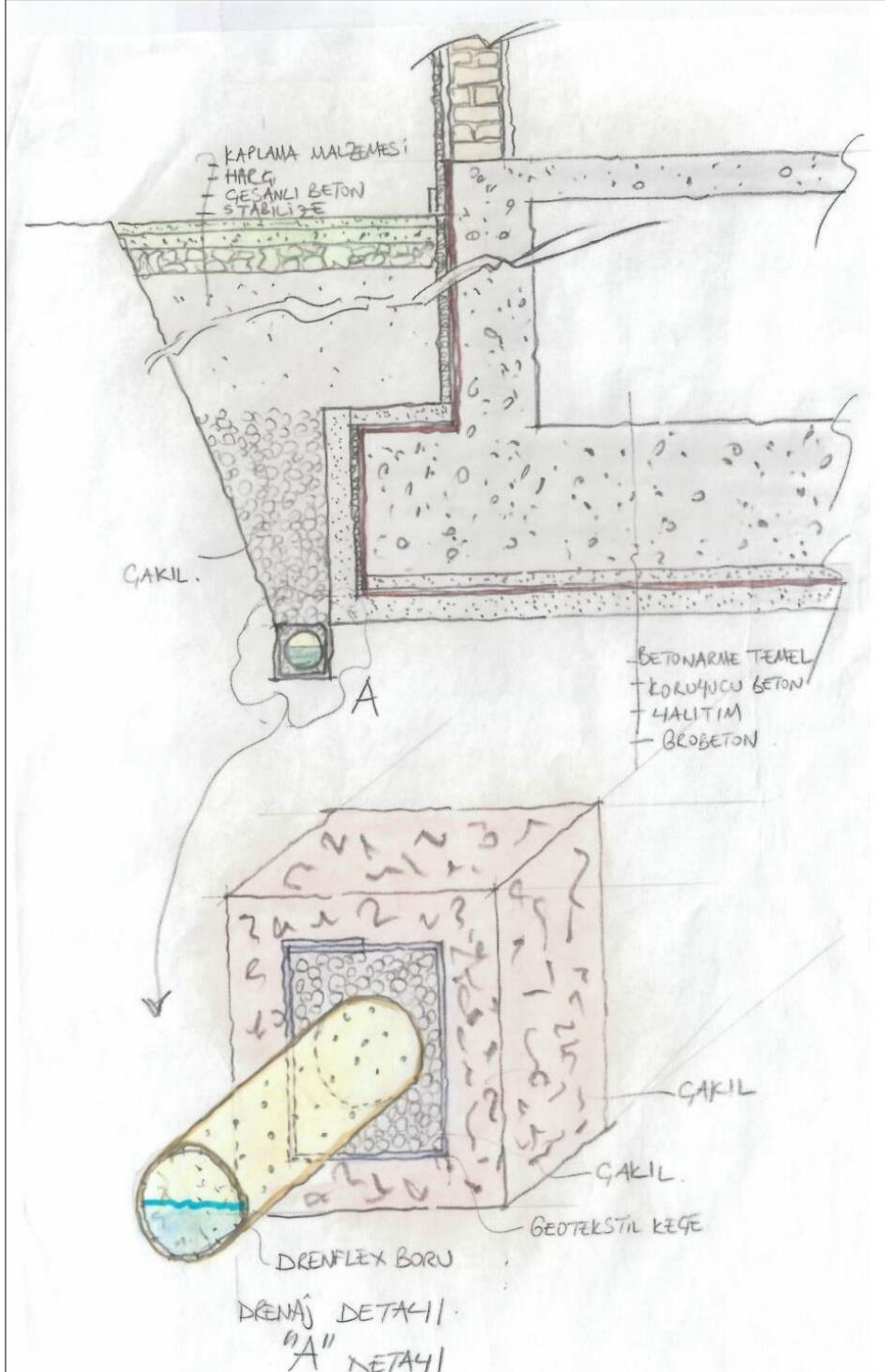
(2) Temel çukuru açıldığında yeraltı suyu ile karşılaşıldığı durumlarda, yeraltı suları uygun yollarla tahliye edilerek temel taban seviyesinin altına düşürülür. Bu işlemten önce, yeraltı suyunun düşürülmesi sebebiyle civar yapıların etkilenme durumu etüd edilerek gerekli önlemler alınır.

(3) Temel çukurları, toprak kayması önlenerek şekilde şevli açılır. Bitişik nizam yapılaşma dolayısıyla şevli temel çukuru açılmasının mümkün olmadığı durumlarda, su yalıtım malzemesinin uygulanacağı betonarme çanak iksa sisteminden ayrı inşa edilerek, su yalıtımı malzemesi tekniğine uygun olarak bu çanağın iç yüzeylerine uygulanır [20] ifadesi ile hafriyat esnasında yeraltı suyuna karşı alınması gereken önlemlerden bahsedilmektedir.

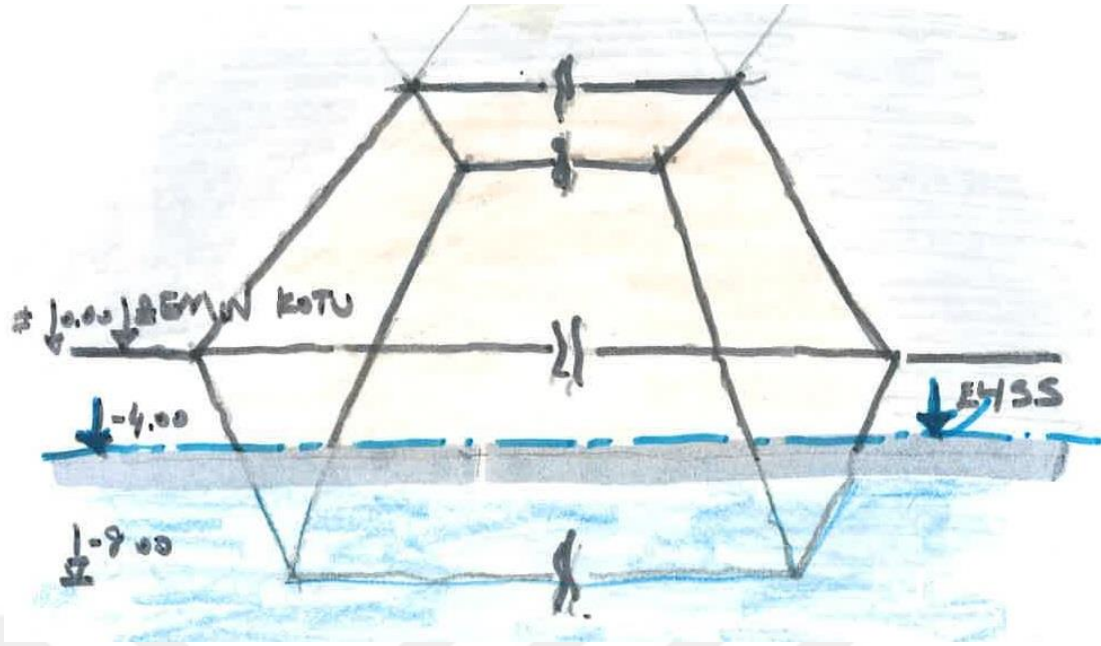
Hafriyat çukurunun açılmasından sonra su seviyesinin temel taban yüzey kotunun altına düşürülmesi gerekir. Su seviyesini düşürecek pompaların seçimi için suyun debisi ölçülmeli ve ona göre bir değerlendirme yapılmalıdır. Taban alanı etrafındaki drenajın, suları topladığı pompaj çukurlarına, alanın kendi sahası içindeki suları da toplayabilecek şekilde planlanmalıdır. İnşaat seviyesi, suyun kaldırma gücünü karşılayabilecek basınca ulaşınca kadar pompaj ile su tahliyesi durdurulmamalıdır. Aksi halde yapının yüzdürülme riskinin bulunduğu unutulmamalıdır [22].

Yeraltı suyunun seviyesi kazı kotunun altına düşürülerek, kazı alanını yeraltı suyundan arındırmak gereklidir (Şekil 2.12-13). Şekil 2.11’de drenaj imalatı detay örneği yer almaktadır. Su debisi doğrultusunda, hafriyat esnasında kaçlık drenflex boru (Drenaj imalatında kullanılan delikli boru) kullanılacağı tespit edilip, keçe ile sarılarak temel tabanının alt kotuna yerleştirilir. Üzerine filtrasyon amaçlı çakıl serilir. Drenflex borusunun daha da alt kotuna belli bölgelerde toplama çukuru yapılır. Toplama çukurlarına pompa konularak yeraltı suyu tahliye edilir ve su seviyesinin inşaat

imalatları esnasında temel kotunun altında kalması sağlanır. Yalıtım vb tüm imalatların tamamlanmasından sonra, bu toplama çukurlarının yerini rögar alır ve yeraltı suyu yağmur suyu hattına borularla bağlanır.

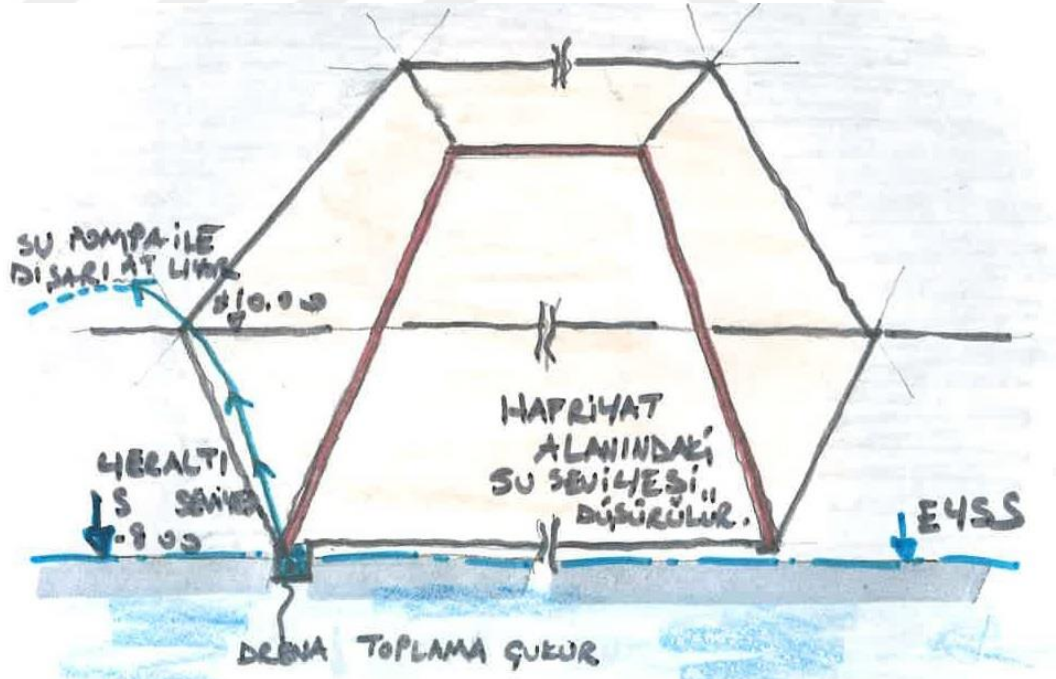


Şekil 2.11 : Drenaj Detayı.



Şekil 2.12 : Drenaj İmalatından Önceki Yer Altı Su Seviyesi.

Şekil 2.12'deki en yüksek su seviyesi (EYSS), kurulan drenaj hattı ve toplanan suyun pompa vasıtasıyla tahliyesi ile Şekil 2.13'deki gibi kazı kotunun altına düşürülür. Bu esnada deşarj pompasının suyun durumuna göre düzenli çalışmasının göz önünde bulundurulması gerekmektedir.



Şekil 2.13 : Drenaj İmalatından Sonraki Yer Altı Su Seviyesi.

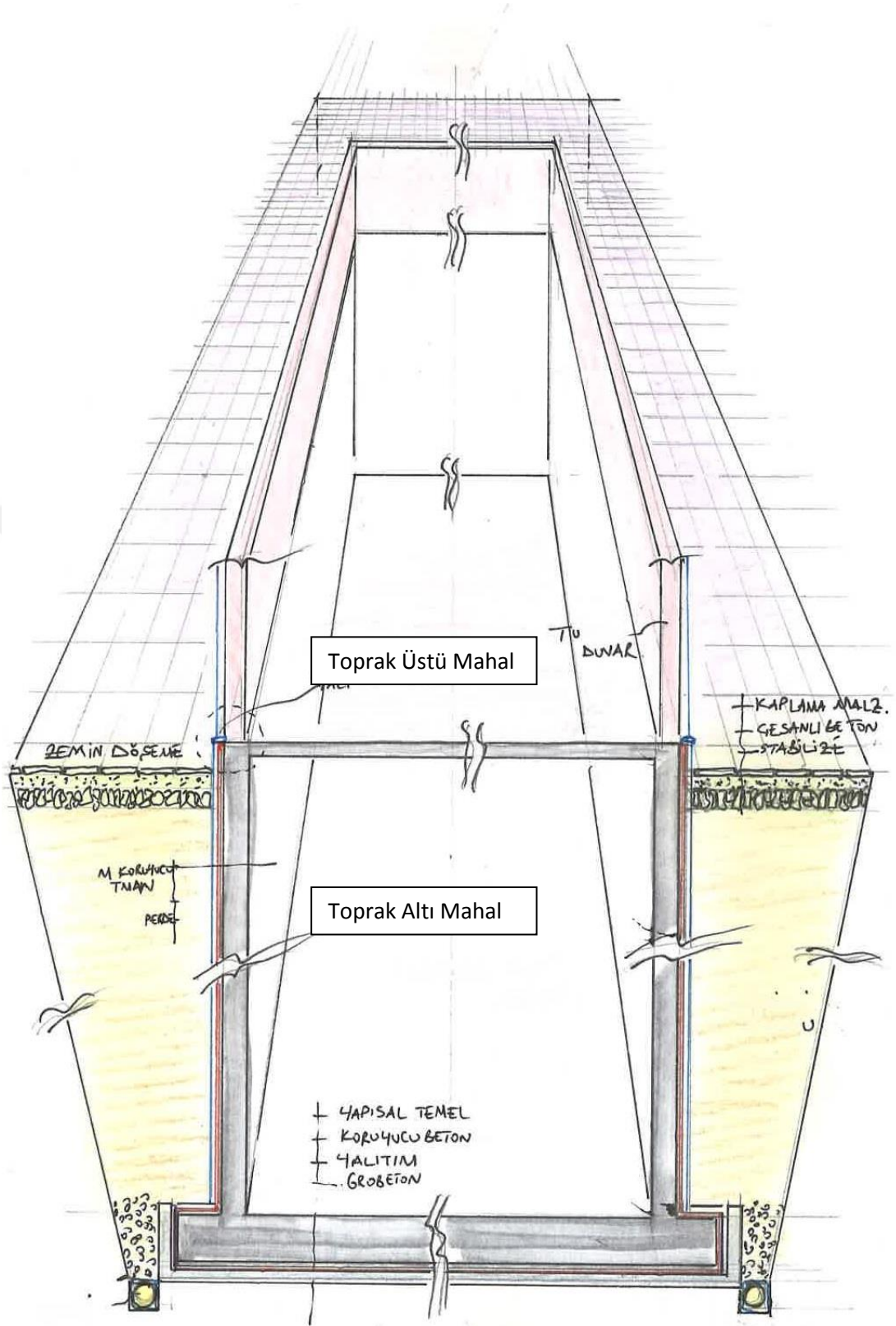


Resim 2.5 : Grobeton Altına Naylon Serilmesi.

Hafriyat imalatının tamamlanıp da proje kazı kotuna gelinmesi, yeraltı su seviyesinin de kazı kotunun altına düşürülmesi sonrası, gerekli ise temel altı iyileştirme imalatları (Kazık, jet groud, enjeksiyon, stabilize serilmesi vs) yapılır.

İyileştirme imalatı sonrası, grobeton dökülmeden yere çift kat naylon serilir (Resim 2.5). Naylon serilmesinin amacı grobetonun suyunun çakılların arasındaki boşluklardan akmasını önlemektir. Grobetonun içeriğindeki suyu kaybetmesi, çatlamasına ve yalıtım altı tabakasının bozulmasına sebep olur.

Grobeton yüzeyinin yalıtım öncesi hazırlığı tamamlandıktan sonra, yalıtım projesi doğrultusunda uygun sistem ile uygulama yapılmaktadır. Gerekli koruma önlemleri alındıktan sonra (beton öncesi sistemler hariç) yapısal temel imalatı yapılmaktadır. Daha sonra yapısal perde imalatına yapılarak, perde yüzeyinin yalıtım öncesi hazırlıkları tamamlanır. Temelden gelen toprakaltı su yalıtım imalatı perde yüzeyinde de devam ettirilip, gerekli koruma önlemleri alınır. Yalıtımın tamamlanması ve koruma katmanlarının uygulanmasını müteakip geri dolgu imalatı yapılır. Geri dolguda kullanılan malzemelerin filtrasyon işlemini gerçekleştirebilen ve drenaja kadar suyu ulaştırabilen nitelikli malzemeden seçilmesi gerekmektedir. Geri dolgu imalatı sonrası yüzey kaplama işlemleri ile çevre imalatları sonlandırılır (Şekil 2.14).



Şekil 2.14 : Şevli Kazı, Drenaj Sistemi, Yalıtım İmalatı, Yalıtım İmalatının Korunması Ve Geri Dolgu İmalatı.

Toprakaltı su yalıtımı öncesi imalat sürecinin örnek bir yapı üzerinden anlatımı resim 2.6-16’da görülmektedir.



Resim 2.6 : Kazıdan Önceki Arsa Durumu (Yavuz Karaşahin Arşiv).

2009 yılında imalatına başlanan Güngören Hükümet Konağı işi. İş kapsamında öncelikle arsa verileri, yapının projesi, zemin bilgileri incelenmiştir. Tüm bu veriler sonucu iksa önlemi için geoteknik inceleme istenmiştir.



Resim 2.7 : İksa Önlemlili Kazı İmalatı. Yeraltı Suyunun Tespit Edilmesi (Yavuz Karaşahin Arşiv).

Zemin etüdüne göre zemin emniyet gerilmesinin düşük olması ve yol ile bina cephe yakınlığı sebebiyle iksa önlemi alınmasına karar verilmiş ve imalatına başlanmıştır. Arsa çevresine iksa kazıkları çakılmıştır. Aynı halde ankraj kotlarına uygun hafriyat çalışması yapılmıştır.



Resim 2.8 : İksalı Kazı İmalatı (Yavuz Karaşahin Arşiv).

Hafriyat çalışmaları esnasında, zemin etüt raporunda da belirtilen yeraltı suyuna rastlanmıştır. Çalışmaların aksamaması için üst kotlarda çukur kazılarak suyun belli bölgelere toplanması sağlanmıştır.



Resim 2.9 : Drenaj Uygulaması Yapılması (Yavuz Karaşahin Arşiv).

Çevre drenaj imalatı tamamlanıp, resim 3.12’ de görüldüğü üzere toplama çukurları ile zemin suyu kazı kotunun altına düşürülmüştür. Kazı kotu tamamlandıktan sonra zemin silindirle sıkıştırılmıştır.



Resim 2.10 : Kazı Kotuna Getirilen Hafriyatın Grobeton İmalatı Önceki Hazırlığı
(Yavuz Karaşahin Arşiv).

Sıkıştırılan zemin üzerine naylon serilerek, dökülecek grobetonun suyunun toprağa sızıp çatlamaması sağlanmıştır.



Resim 2.11 : Grobeton Üzerinin Helikopter Makinesiyle Düzeltilmesi (Yavuz
Karaşahin Arşiv).

Yer altı suyu ıslah edildikten sonra temel altı grobeton dökülerek ve yüzeyi helikopter makinesi ile düzgün hale getirilmiştir. Bu şekilde temel altı izolasyona hazır hale gelen yüzeyde, yalıtım imalatına başlanmıştır.



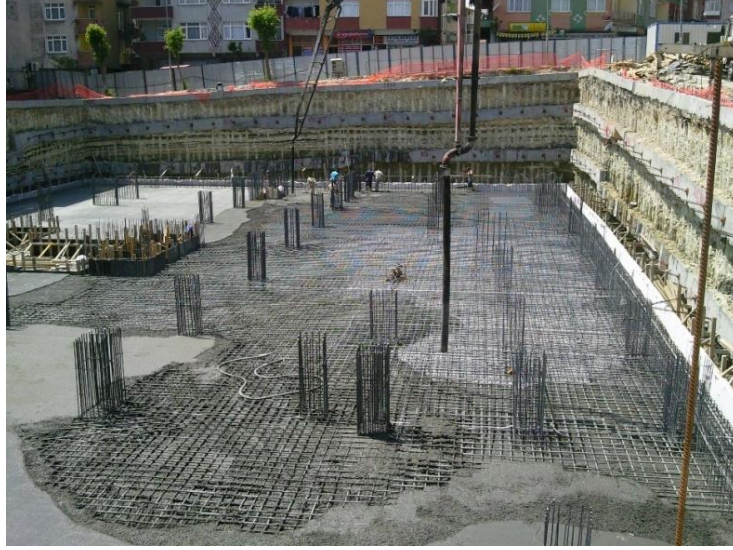
Resim 2.12 : Yer Altı Suyu İnşaat Faaliyetleri Boyunca Toplanması (Yavuz Karaşahin Arşiv).

Kazı kotuna ulaşıldığı zaman, yeraltı su seviyesinin kazı kotunun altına indirilmesi amaçlı drenaj ve çakıl imalatı yapılmıştır. Hafriyat köşesinde toplama çukuru oluşturulup, su seviyesi düşürülmüştür.



Resim 2.13 : Yalıtım ve Koruma Betonu Uygulaması (Yavuz Karaşahin Arşiv).

Kazık imalatı yapılmasına karşın, toprak altı betonarme yüzeylerde çift yüz kalıp yapılabilme mesafesi olması sebebiyle, yalıtım malzemesi olarak sentetik membran seçilmiştir (PVC membran).



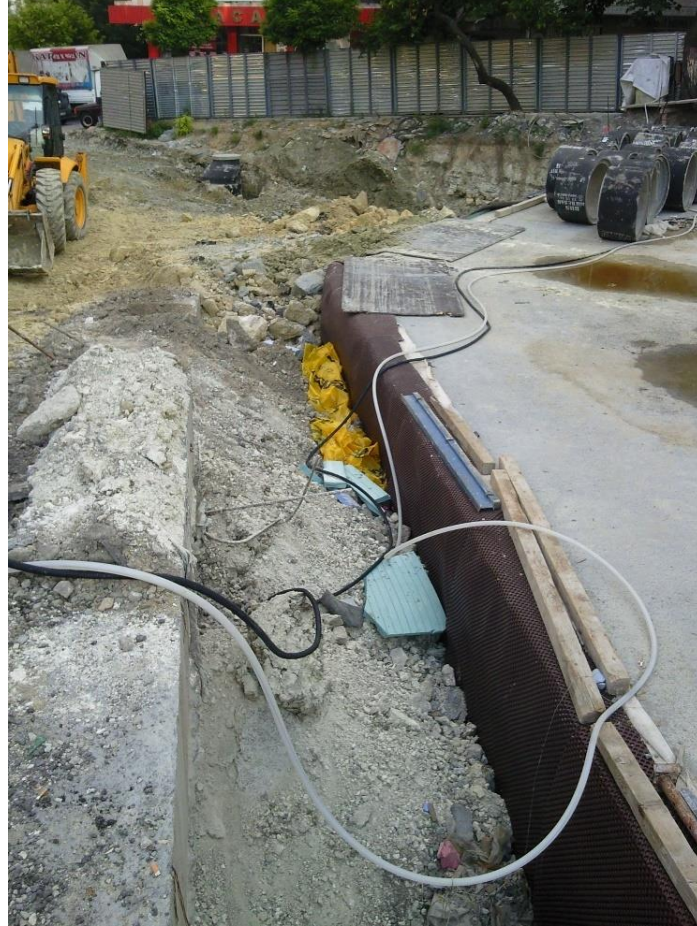
Resim 2.14 : Koruma Betonu Üzerine Temel Demiri İşlenip Temel Betonunun Dökülmesi (Yavuz Karaşahin Arşiv).

Grobeton üzeri keçe, onun üzerine 2 mm PVC membran ve son kat olarak keçe imalatı yapılarak, yalıtım imalatını 5 cm koruma amaçlı koruma betonu dökülmüştür. Koruma betonu üzeri temel demirleri işlenip, temel betonu dökülmüştür.



Resim 2.15 : Bina Toprak Altı Perde İmalatları (Yavuz Karaşahin Arşiv).

Toprak altı perde beton imalatları tamamlandıktan sonra, yönetmelikler ve standartlar kapsamında perde yüzeyleri yalıtıma hazır hale getirilmiştir. Daha sonra perde yan yüzlerin yalıtım imalatı yapılmıştır. Perde yüzeyine; keçe, PVC membran ve son kat keçe imalatının üzerine ısı yalıtım levhası ile yalıtımı korumak amaçlı drenaj levhası imalatı yapılarak, geri dolguya hazır hale getirilmiştir.



Resim 2.16 : Geri Dolgu İmalatı (Yavuz Karaşahin Arşiv).

Tüm yalıtım ve yalıtımı koruma imalatları yapıldıktan sonra geri dolgu imalatı yapılmıştır. Drenaj sisteminin tam anlamıyla çalışabilmesi için, yüzey sularının süzülerek drenflex borusuna kadar girmesi gerekmektedir. Süzülmenin sağlanması için kullanılan geri dolgu, nitelikli malzemedan seçilmiştir.

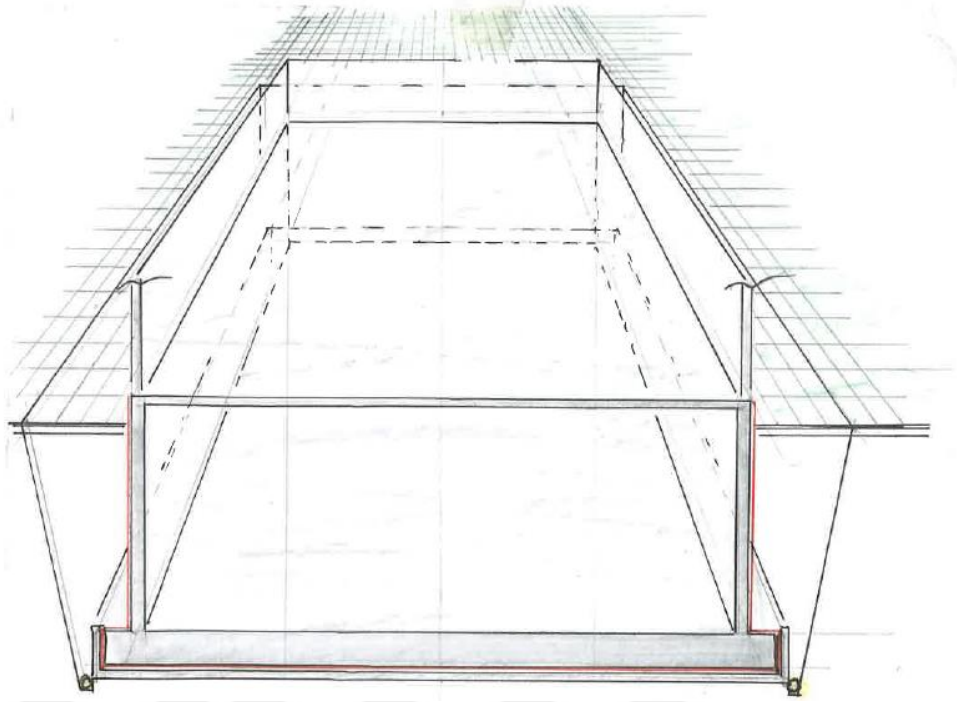
Toprakaltı su yalıtımında imalat süreci aktarılan örnek alanda özetle;

- İnşaat yapılacak arsanın zemin verilerine uygun olarak hafriyat imalatı yapılmıştır (Resim 2.6-7).

- Hafriyat imalatının devamında veya imalat sırasında yer altı suyunun durumuna göre toplama çukurları açılarak ve suyun hafriyat sahasında kalmasına engel olunmuştur (Resim 2.8).
- Temel kazı kotuna gelindiği zaman çevre drenaj imalatı yapılarak suyun toplanması için çukur oluşturulmuş (Resim 2.12), toplanan su sahadan uzaklaştırılmıştır (Resim 2.9). Yeraltı su seviyesi temel taban kotunun altına kadar çekilerek, imalatların bitiminde drenaj yağmur suyu kanalına bağlanmıştır.
- Kazı kotu düzenlenen ve yeraltı suyu kazı kotundan alt kota indirilen sahaya grobetondan önce naylon serilerek, grobeton imalatı yapılmıştır (Resim 2.10).
- Grobeton imalatının prizi almadan hemen önceki zamanında (plastik kıvamı), yüzeyin düzgünlüğü için helikopter perdah ile geçilmiştir (Resim 2.11).
- Yalıtım uygun görülen sistemle yapılmıştır. Gerekirse koruması yapılmıştır (Resim 2.13).
- Temel demirleri işlenip, beton dökülmüştür (Resim 2.14).
- Toprak altı perde imatları tamamlanınca, bu kısımların da yalıtımı yapıp, korumaya alınmıştır (Resim 2.15).
- Geri dolgu imalatı yapılarak, toprakaltı işlemler tamamlanmıştır (Resim 2.16).

2.3 Toprakaltı Su Yalıtımında Yalıtımın Uygulama Şekilleri

İnşaat imalatlarının ilk aşaması olan hafriyat çalışmalarına başlamadan önce, çevre, zemin, proje bilgileri vb verilerinin incelenmesi gerekmektedir. Bu veriler ışığında hafriyatın düz şevli mi, iksa önlemlimi veya ne şekilde açılacağı hususunun kararı verilir. Bu durum hafriyat sonrası yapılacak inşaat alanının belirlenmesini, yapısal betonun toprakaltında kullanılacak kalıp sistemini (çift yüz, tek yüz vs) ilgilendirmektedir. Tüm bu kararlar sonrası da oluşacak nihai duruma göre yalıtım sisteminin kararının verilmesi gerekir. Burada yalıtım sisteminin kararında uygulama alanı bakımından inceleme yapılır. Bunun dışında da sistem seçimi için birçok veriye (iç etkenler, dış etkenler, yalıtım projesi vs) ihtiyaç duyulmaktadır.



Şekil 2.15 : Şevli Hafriyatta Su Yalıtım Sistemi.

Şevli veya kademeli şevli yapılan hafriyatta çift yüz perde kullanılarak yapısal beton dökülmesi durumunda; hem yüzeysel su yalıtımı, hem de yapısal su yalıtımı yapılabilir (Resim 2.17, Şekil 2.15).



Resim 2.17 : Şevli Veya Kademeli Şevli Yapılan Hafriyatta Çift Yüz Perde

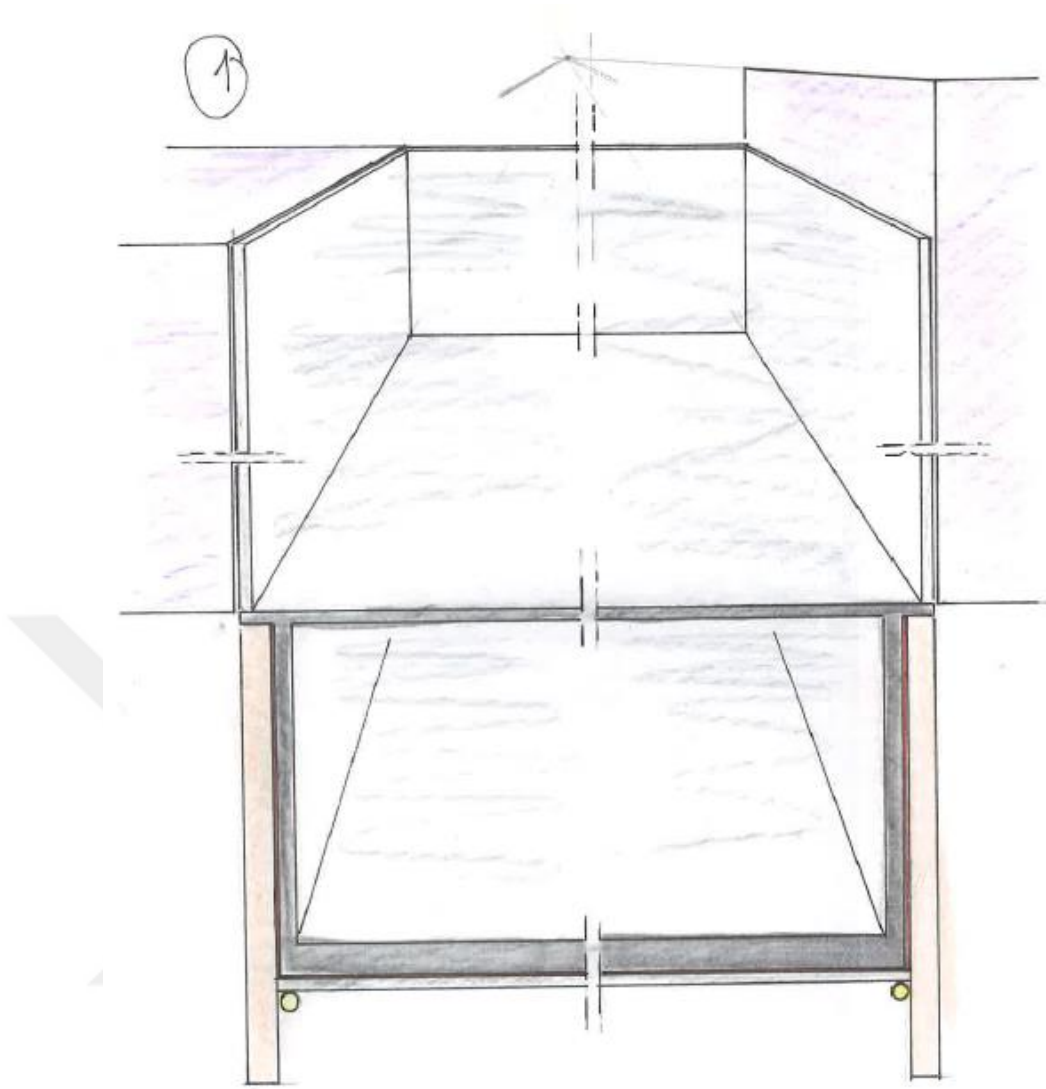
Resim 2.17’de Beykoz Otağtepe’ de 2011 yılında yapılmaya başlanan Kavacık İ.Ö.O. binasının toprakaltı betonarme perde imalatı yer almaktadır. Zemin etüdüne göre dik

şevli açılan hafriyat sonrası çift yüz kalıp sistemiyle yapısal perde imalatı yapılmıştır. Bu gibi durumlarda su yalıtımı sistemi olarak yüzeysel veya yapısal ürünlerden uygun olan herhangi biri kullanılabilir. Bu inşaatta PVC membran malzemesi ile toprakaltı su yalıtımı imalatı yapılmıştır.



Resim 2.18 : Bina veya Yola Bitişik Nizam Yapılan İmalat Örneği (Yavuz Kardeş'in Arşivi).

Resim 2.18'de Üsküdar'da 2011 yılında yapımına başlanan Mithatpaşa Anadolu Kız Meslek Lisesi'nin iksa önlemi yapılarak hafriyat yapılması imalatı yer almaktadır. Şekil 2.17'deki prensiple bitişik nizam yapılması gereken bina için, tek yüz kalıp sistemi ile yapısal perde imalatı yapılmıştır. Bu gibi durumlarda su yalıtımı sistemi olarak beton öncesi veya yapısal ürünlerden uygun olan herhangi biri kullanılabilir. Bu imalat zamanında beton öncesi sistemin bilinmemesi, yapısal ürünlere de güvenilememesi sebebiyle PVC membranın detaylandırılması ile su yalıtımı çözülmeye çalışılmıştır (Resim 2.20-24).

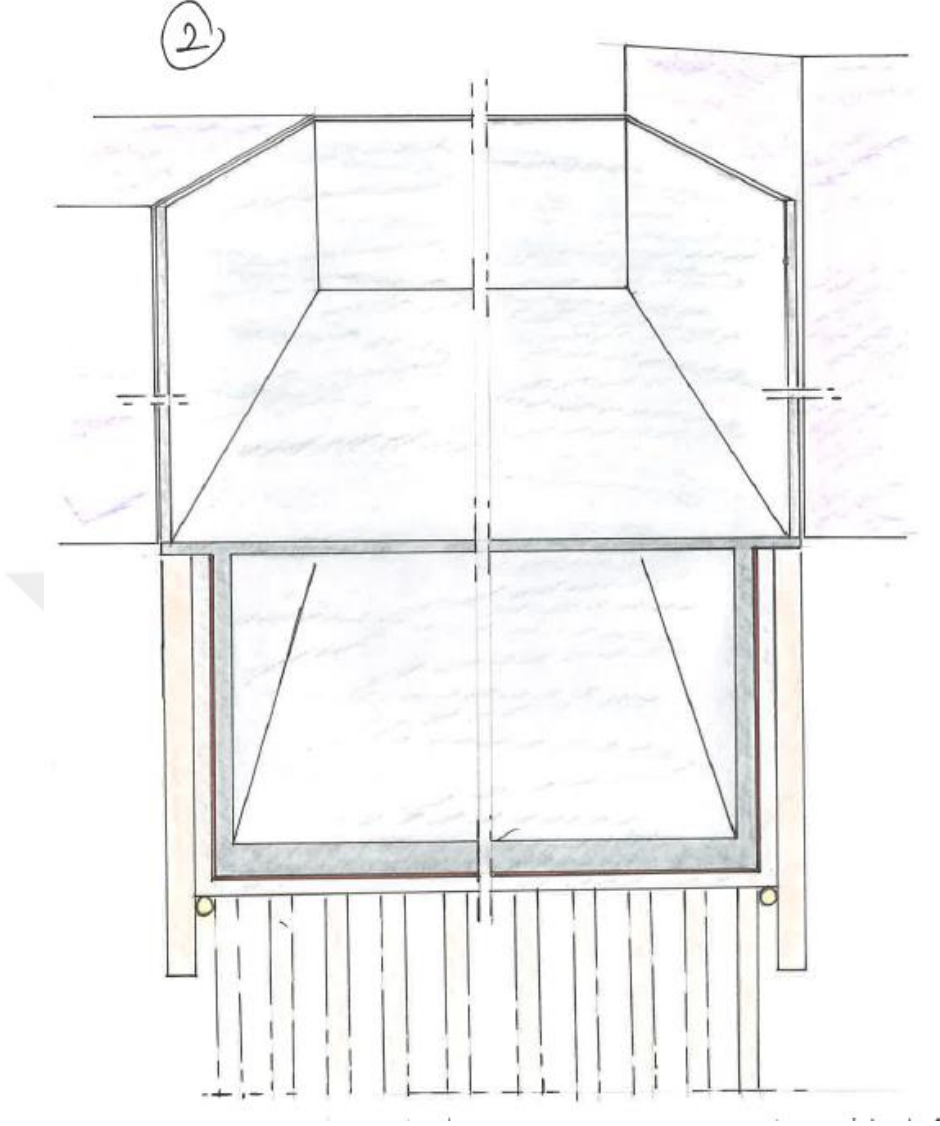


Şekil 2.16 : Bitişik Nizamda Su Yalıtım Sistemi.

Bina veya yola bitişik nizam yapılan hafriyatlarda; (Şekil 2.16), (Resim 2.18)

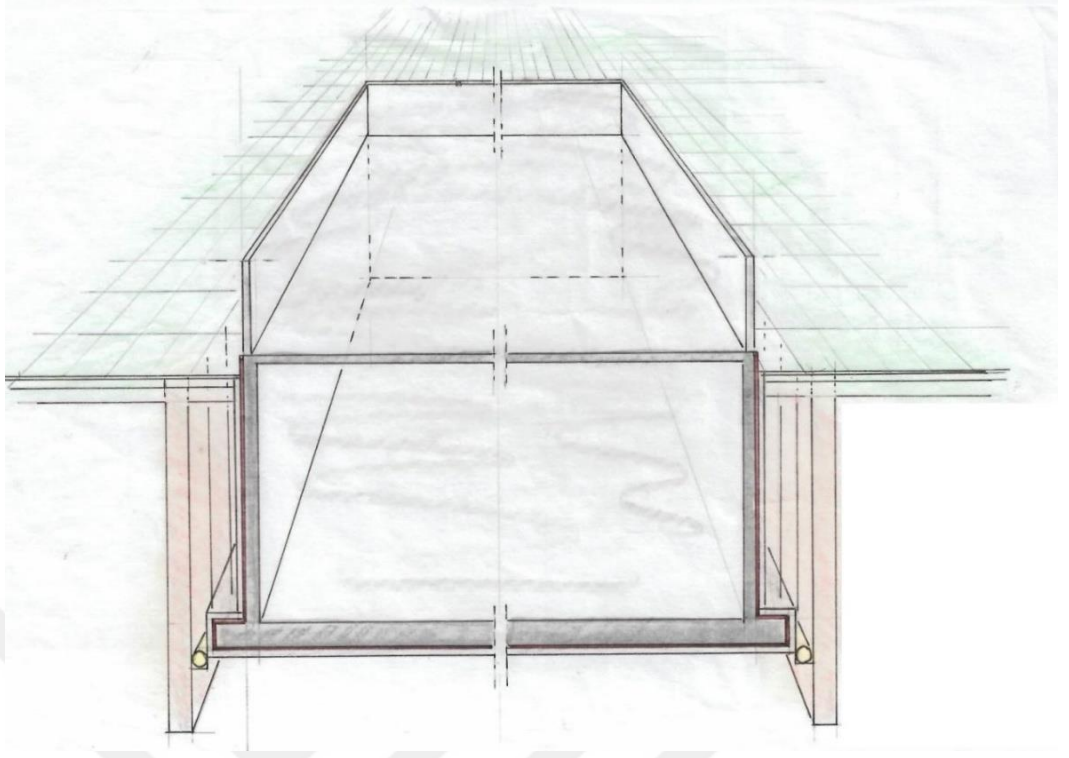
- Beton öncesi kullanılan örtü su yalıtımı veya
- Yapısal su yalıtımı kullanılabilir.

Bu durumlarda konvansiyonel sistem kullanılabilmesi imkânsızdır. Çift yüz perde yapılması durumunda, iksa ile yapısal perde arasında çalışma mesafesinin bırakılması gerekmektedir. Bu durum da m² kaybının yanında, yeni yapılan binanın perde duvarlarının içe alması sebebiyle bitişik mevcut binaya tam yapışma sağlanamaz.



Şekil 2.17 : Bitişik Nizamda Su Yalıtımda Çift Temel Sistemi.

Bina veya yola bitişik nizam ve temel altı kazık vb iyileştirme yapılan kazılarda, çift perde ve çift temel yapılarak tüm yüzeysel su yalıtım malzemeleri kullanılabilir. İçten yalıtım olarak da isimlendirilen bu sistemin detayları şekil 2.22-23-24’de yer almaktadır. İçten yalıtımda drenaj imalatı grobetonun ve temelin altına yapılır. Zaman ve para kaybı olarak gözükse dahi yalıtım imalatının düzgün olabilmesi için kullanılan bir yöntemdir.



Şekil 2.18 : İksa Önlemlili Çift Yüz Kalıpta Su yalıtımı Sistemi.

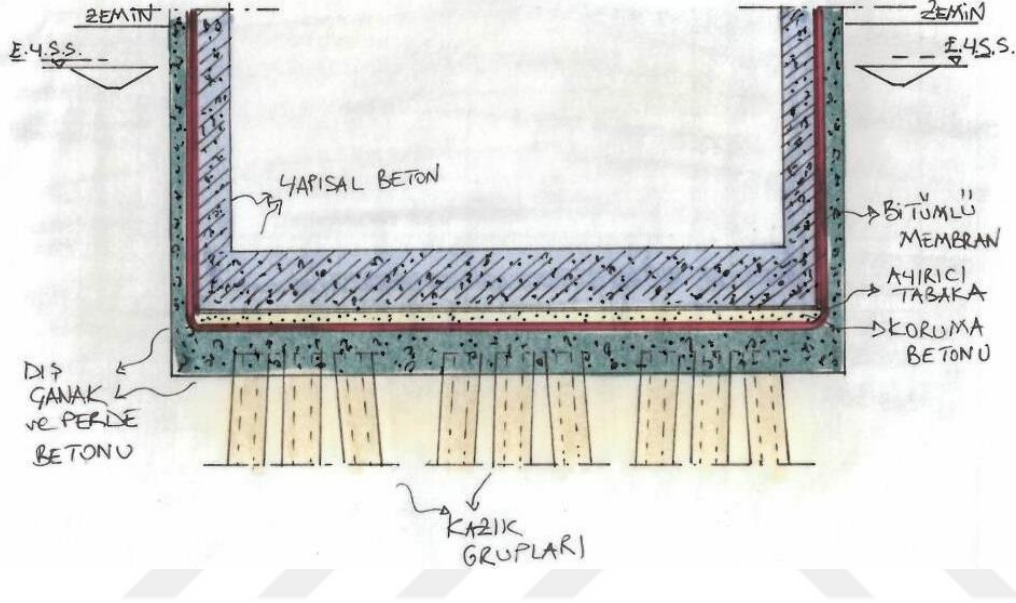
İksa önlemi alınarak yapılan dik kazılarda, çift yüz kalıp kullanma alanı yeterli olduğu durumda; (Resim 2.19)

- Yüzeysel örtü malzemeleri veya
- Yapısal su yalıtım malzemeleri kullanılabilir.



Resim 2.19 : İksa Önlemi Alınarak Yapılan Dik Kazılarda, Çift Yüz Kalıp Kullanma Alanı Yeterli Olduğu Örnek(Yavuz Karaşahin Arşiv).

Resim 2.19’de 2011 yılında yapımına başlanan Beylikdüzü Spor Salonu ve Kapalı Yüzme Havuzu yapısının ankrajlı kazık iksa önlemi ile açılan hafriyat imalatı sonrası, çift yüz kalıp sistemi ile yapısal perdenin yapılması yer almaktadır. Su yalıtım sistemi olarak yüzeysel veya yapısal sistemlerden uygun olan herhangi biri kullanılabilir. Bu binada toprakaltı su yalıtımından koruma sağlamak için yapısal temel ve perdeye PVC membran imalatı uygulanmıştır.

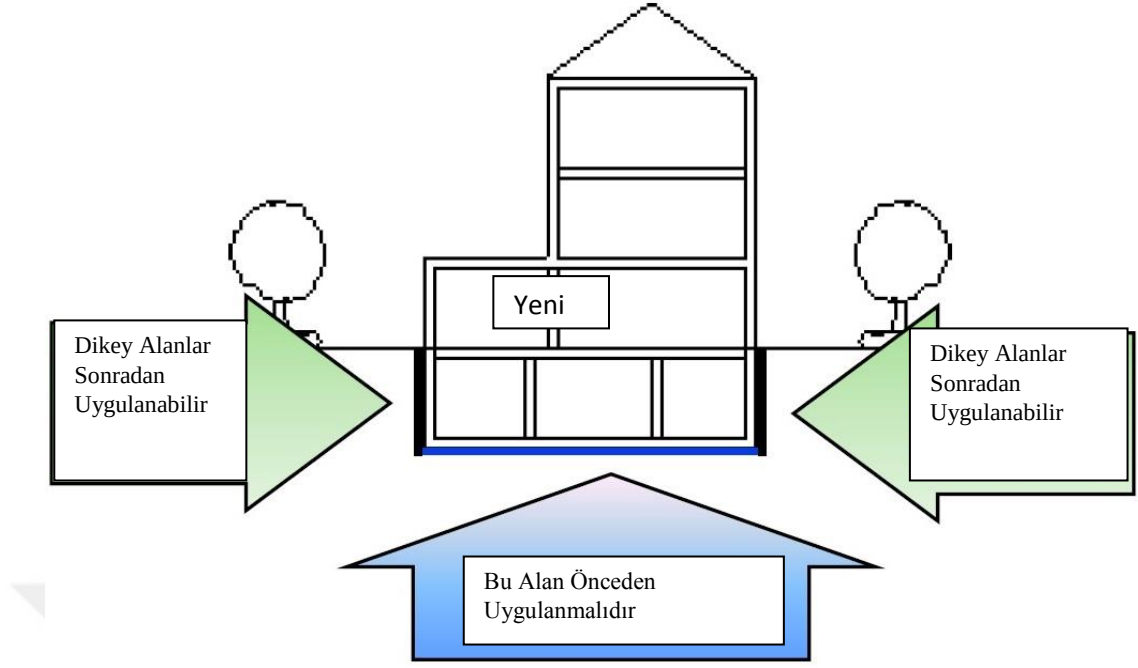


Şekil 2.19 : Kazık Başı Yalıtım.

Şekil 2.19’ de yer alan kazık başı yalıtım detayında, kazıkların üzerine başlık prensibi ile çanak betonu imalatı yapılır. Aynı şekil kazık önlerine de aynı imalat yapılarak su yalıtım sistemine düzgün yüzey oluşturulur. Bu durumda su yalıtım sistemi olarak istenilen yüzeysel su yalıtım sistemi veya yapısal beton uygulaması yapmak mümkün olmaktadır.

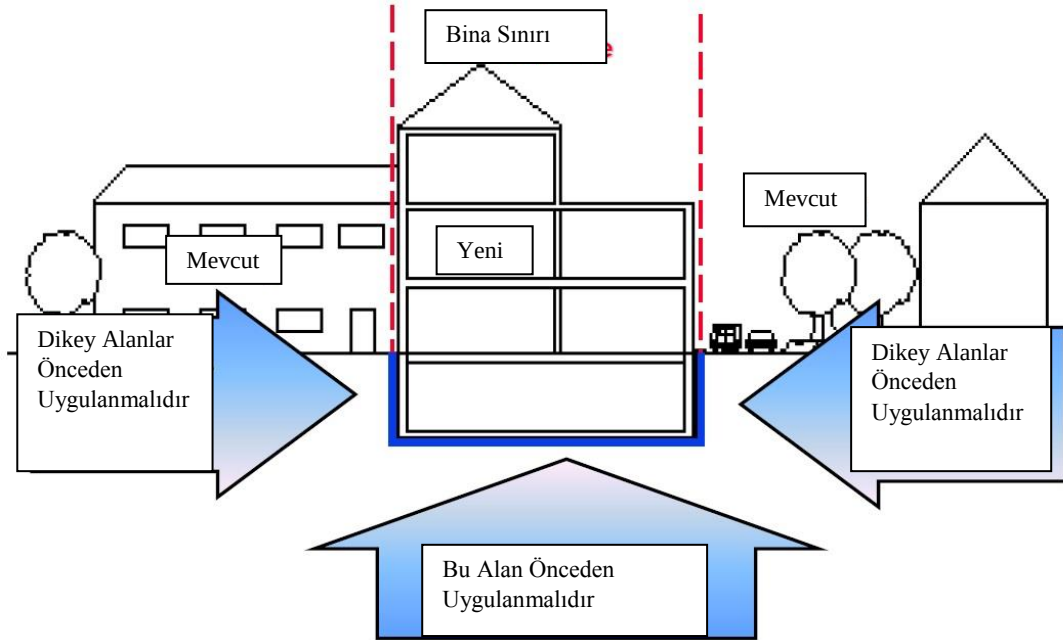
2.4 Toprakaltı Su Yalıtımında Yalıtım Sistemleri

Proje alanının yakın çevre koşulları su yalıtım uygulaması için yeterli çalışma koşullarına sahip olmalı ya da bu koşullar kendi alanı içinde oluşturulabilecek şekilde planlanmalıdır. Koşullara bağlı olarak bitişik nizam yapılarda ya da bina çevresinde yeterli çalışma alanının bulunmadığı proje alanında içten yalıtım yapmak, ayrık nizam yapılarda ise dıştan yalıtım yapmak doğru uygulama şekilleridir. Burada içten dıştan ifadesi yanlış yorumlanmamalıdır. Her iki yalıtım yönteminde su yalıtımı de ana strüktürün dışındadır.



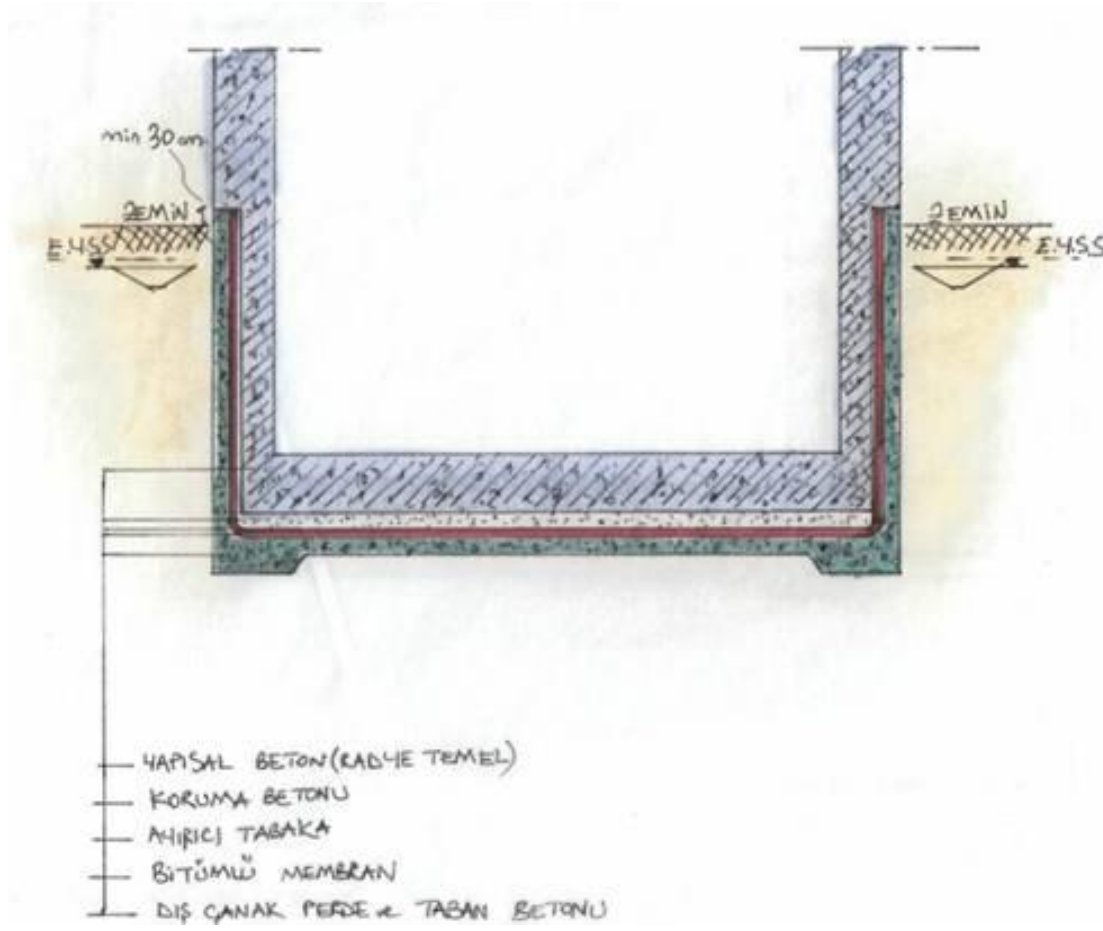
Şekil 2.20 : Konvansiyonel (Beton Sonrası) Sistem Şematik Gösterimi [23].

Binanın çevresine erişim olan durum; düşey kısımlardaki yapısal betonların (perde) sonradan yalıtımı yapılabilir. (Konvansiyonel Sistem) Bina altı yalıtımı (temel) mutlaka yapısal betondan önce yapılmalıdır (Şekil 2.20).



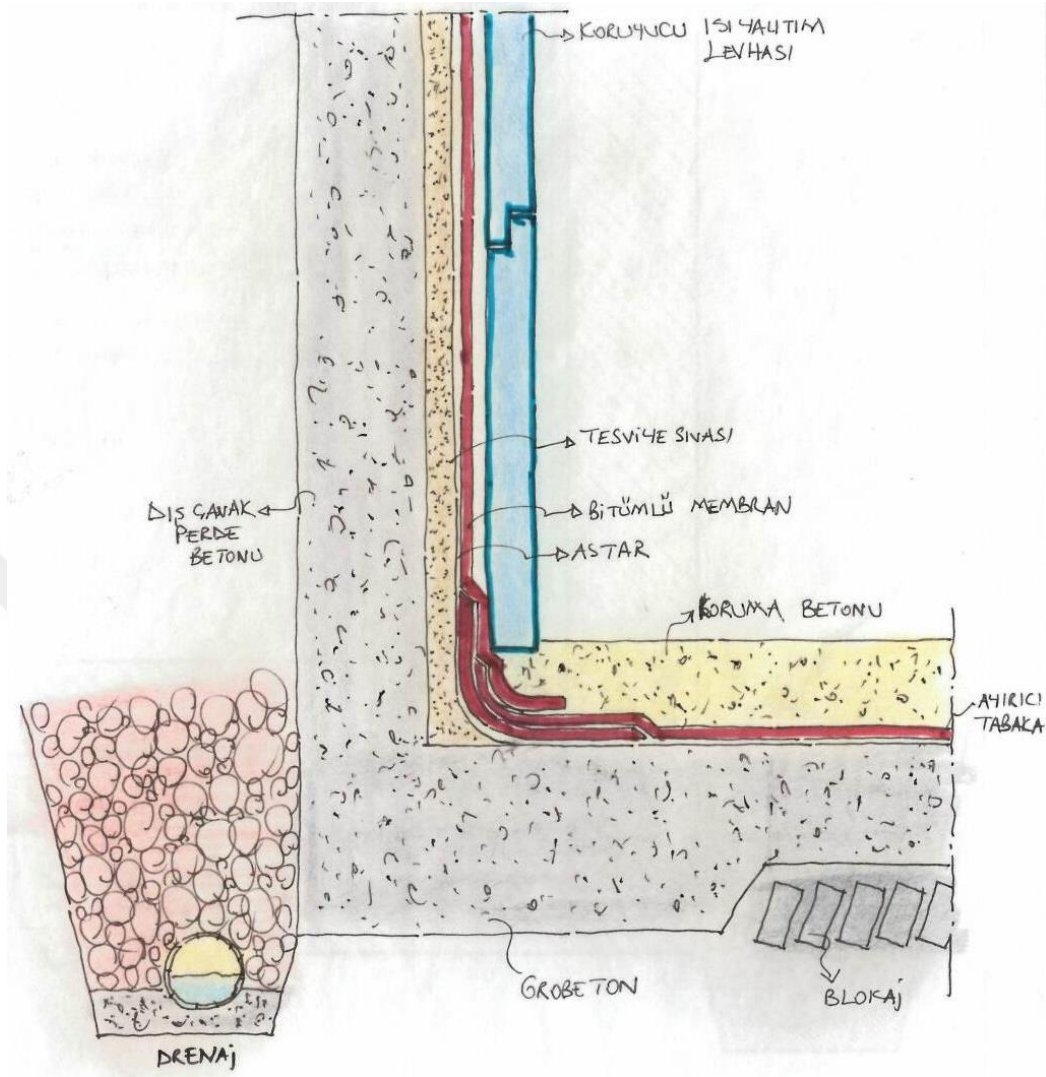
Şekil 2.21 : Beton Öncesi Sistem Şematik Gösterimi [23].

Binanın çevresine erişim olmayan durum; düşey kısımların ve bina altının yapısal betonların (perde-temel) yalıtımı mutlaka yapısal betondan önce yapılmalıdır (Şekil 2.21).



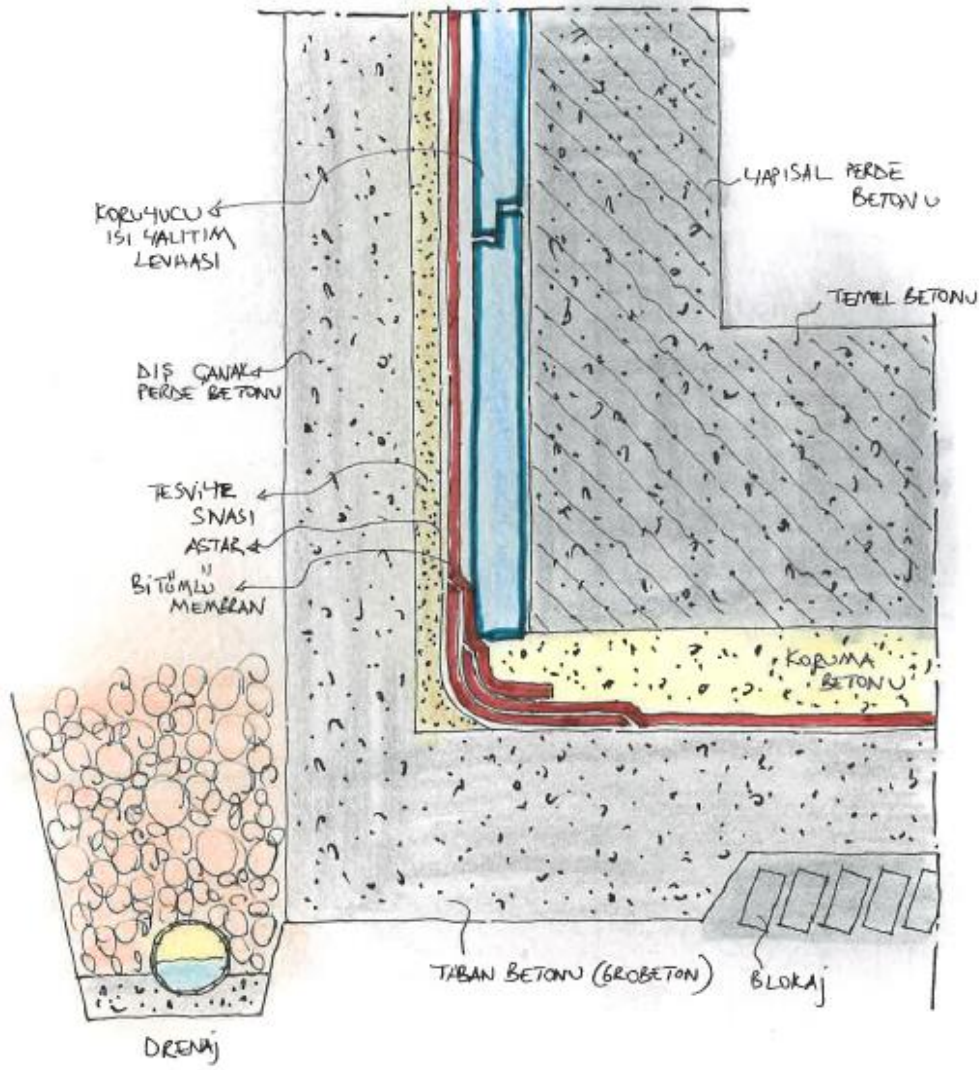
Şekil 2.22 : İçten Su Yalıtımı Yapılması.

Yapının zemin oturma alanı dışında, çalışma mesafesi kalmıyorsa, taban betonu ve dış hatlarda yan perdeler oluşturulur. Bu yapının iç cephelerine tabanda ve yanda su yalıtım katmanı uygulanır. Tabanda koruma betonu, yanlarda koruma katmanı oluşturulur ve ikinci taban betonu dökülür. Daha sonra ikinci perde beton duvarlar çıkarılır (Şekil 2.22). Bu sistem aynı temel elemanlarının iki kez oluşturulmasını gerektirdiğinden, diğerlerine göre daha yüksek maliyetlidir. Ancak, arada kalan yalıtım sistemi, dıştan gelecek su basıncına ve içten gelebilecek zedelenmelere karşı çok güçlüdür. Yani, bu sistemle yapı tam olarak koruma altına alınır. Sürekli yükselen rutubete karşı yalıtımda duvarla birlikte uygulanan nem kesici tabakalar söz konusudur. Bu tabakaların, duvarın statik bütünlüğünü bozmayacak biçimde teşkili zorunludur. Ayrıca bodrum duvarlarının genelde betonarme perde olması nedeniyle, burada kullanılacak betonun geçirimsiz beton olması gerekir [22].



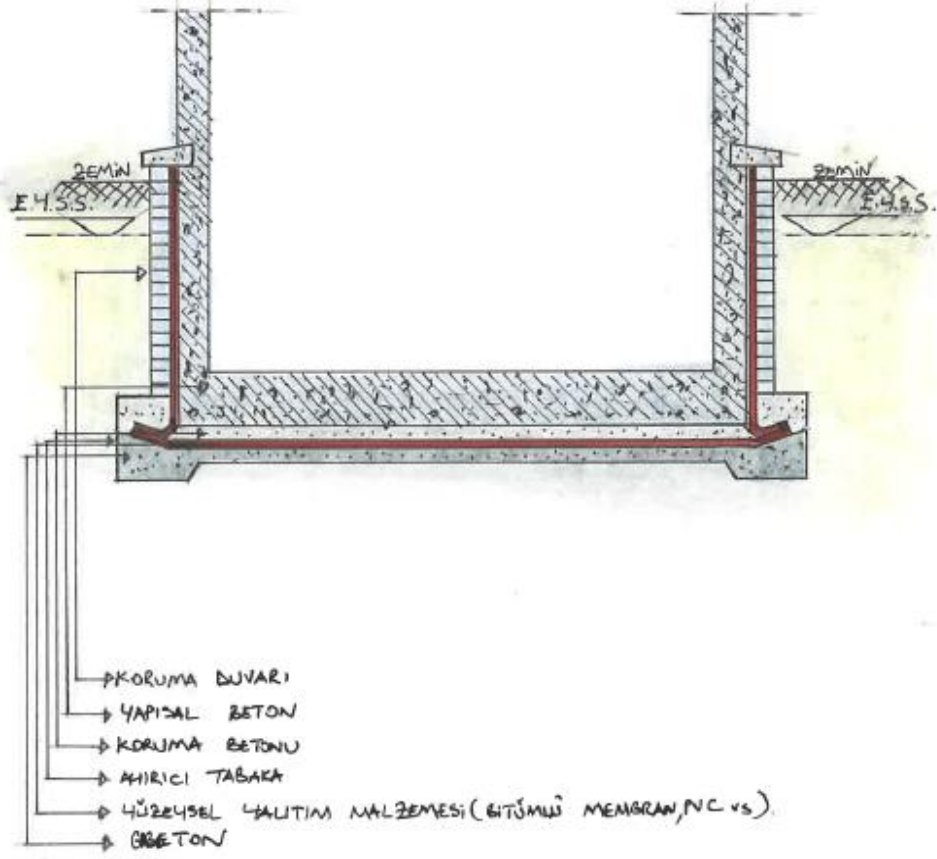
Şekil 2.23 : İçten Bohçalama Temel Yalıtımı 1. Aşama [14].

Şekil 2.23’ de içten yapılan su yalıtım sisteminin 1. Aşaması yer almaktadır. Kazı sınırı mevcut yan parselde bitişik olması durumunda bu sistem uygulanır. Tek yüz sistem kalıp ile yapısal perdenin oluşturulması gerekliliğinde, çanak perdesi ve çanak temeli imalatı öncelikle yapılır. Böylece su yalıtımı ve diğer imalatlara altlık oluşturacak düz zemin oluşturulur. Temelde konvansiyonel sistemler gibi düşünülerek istenilen yüzeysel veya yapısal sistem su yalıtımı uygulaması yapılabilir. Yapısal perde de ise yüzey, dış çanak perde betonu olarak oluşturulup, imalat yapılır. Normal şartlar altında konvansiyonel sistemlerde yapılan yüzey hazırlık işlemlerinin tamamlanmasının ardından, mevcut parametrelere uygun yüzeysel veya yapısal sistem su yalıtımı uygulaması yapılır. Yalıtım uygulamaları sonrası, düşeyde ısı yalıtım levhaları ile yatayda koruma betonu ile önlem alınarak su yalıtımına zarar gelmesi önlenir.



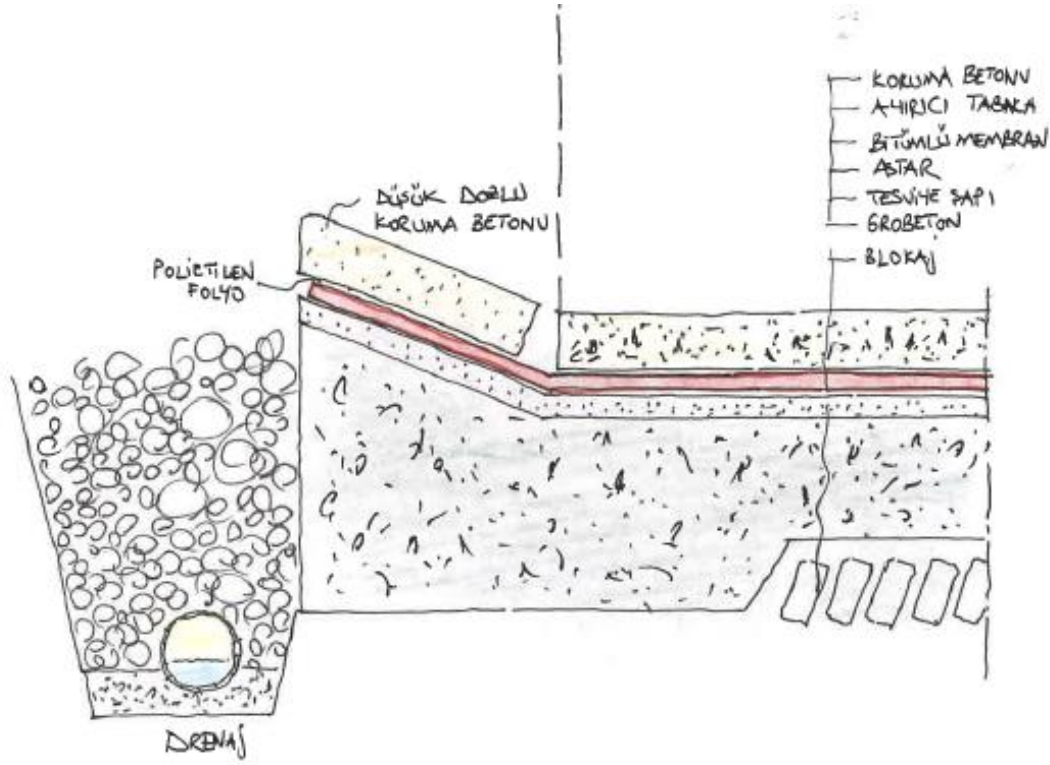
Şekil 2.24 : İçten Bohçalama Temel Yalıtımı 2. Aşama [14].

2. Aşamaya geçildiğinde ise, yataydaki yalıtım üzerine koruma betonu uygulaması yapılır. Koruma betonunun üzerine temel demirleri işlenip, beton dökülür. Düşeyde ise yalıtımın önüne ısı yalıtım levhası ile koruma yapılır. Isı yalıtım levhası bir şekilde düşeyde tutturularak önüne kör kalıp yapılır. Yapısal perde demirleri işlenip, kalıbı kapatılıp yapısal perde betonu dökülerek imalat tamamlanır (Şekil 2.24).



Şekil 2.25 : Dıştan Su Yalıtımı Yapılması.

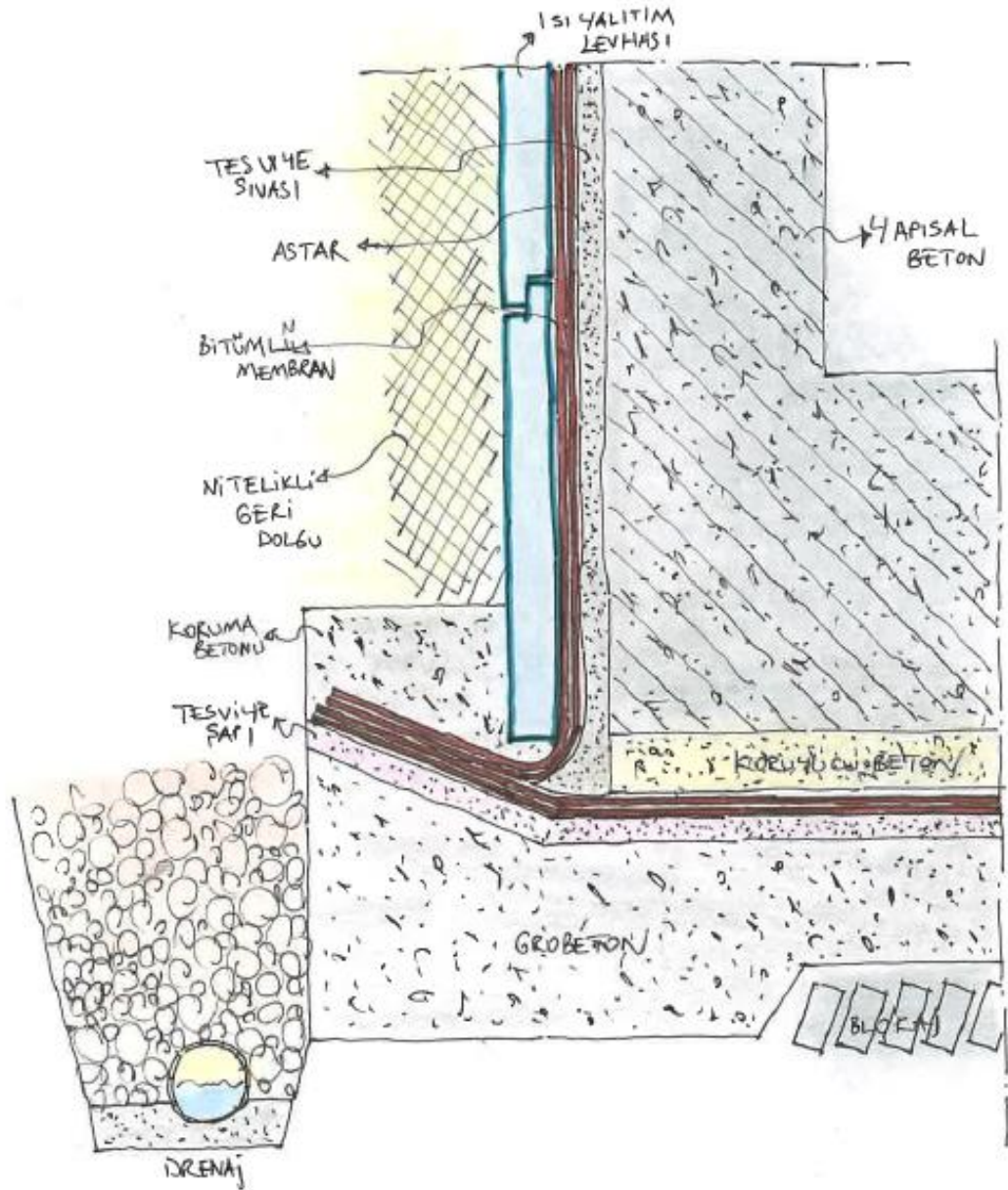
Ayrık nizam, yapılarda veya temel perde duvarları dışında insan çalışmasına yeterli şev açıklığının bulunması halinde tercih edilir. Bu sistemde ana prensip, radyejeneral temelin oturacağı beton taban yalıtımının yatayda birinci aşama olarak yapılmasından sonra, kaba inşaatın belli bir seviyeye gelmesi ile taban yalıtım filizlerinden hareketle ikinci aşama olarak perde duvar yalıtımının yapılması şeklindedir (Şekil 3.25). Bu sistemin uygulanmasında en önemli konu tabandan gelen yalıtım filizlerinin muhafazası ve sürekliliğidir. Bu amaçla taban betonu, temel perde sınırının minimum 60 cm taşacak şekilde ve içe doğru şevli hazırlanır. Daha sonra perde sınırını aşan taban yalıtım filizleri düşük dozlu beton ile korunmaya alınır.



Şekil 2.26 : Dıştan Bohçalama Temel Yalıtımı 1. Aşama [14].

Ampuatmanlı temeller ve ampuatmansız temeller olmak üzere iki tipte dıştan su yalıtımı uygulaması yapılabilir.

Şekil 2.26’da ampuatmansız dıştan su yalıtımı yapılan detay yer almaktadır. Bu detaya göre 1. Aşamada, drenajdan sonra yere grobeton dökülür. Grobetonun üzerine yüzeyi düzgünleştirmek için tesviye betonu da dökülebilir, grobetonun yüzeyi makine ile de temizlenebilir. Hazırlanan alana yüzeysel yalıtım malzemesinin uygun olanı serilir veya sürülür. (Yapısal su yalıtımı yapılacak ise bu detaylara gerek yoktur) Şekil 2.26’da nokta nokta ile gösterilen sınır yapısal perde sınırıdır. Grobeton ve üzerindeki yalıtım bu sınırdan dışarı taşırılarak imalatın yalıtımla ilgili ilk kısmı tamamlanır. Yalıtım üzeri koruma betonu benzeri taşan kısma, daha sonra kırılarak yapısal perdeden gelen yalıtımla birleşmek üzere düşük dozlu betonla koruma yapılır. Kırma işlemi sırasında zarar görmemesi için de polietilen folyo veya keçe gibi ayırıcı bir tabaka konulur.

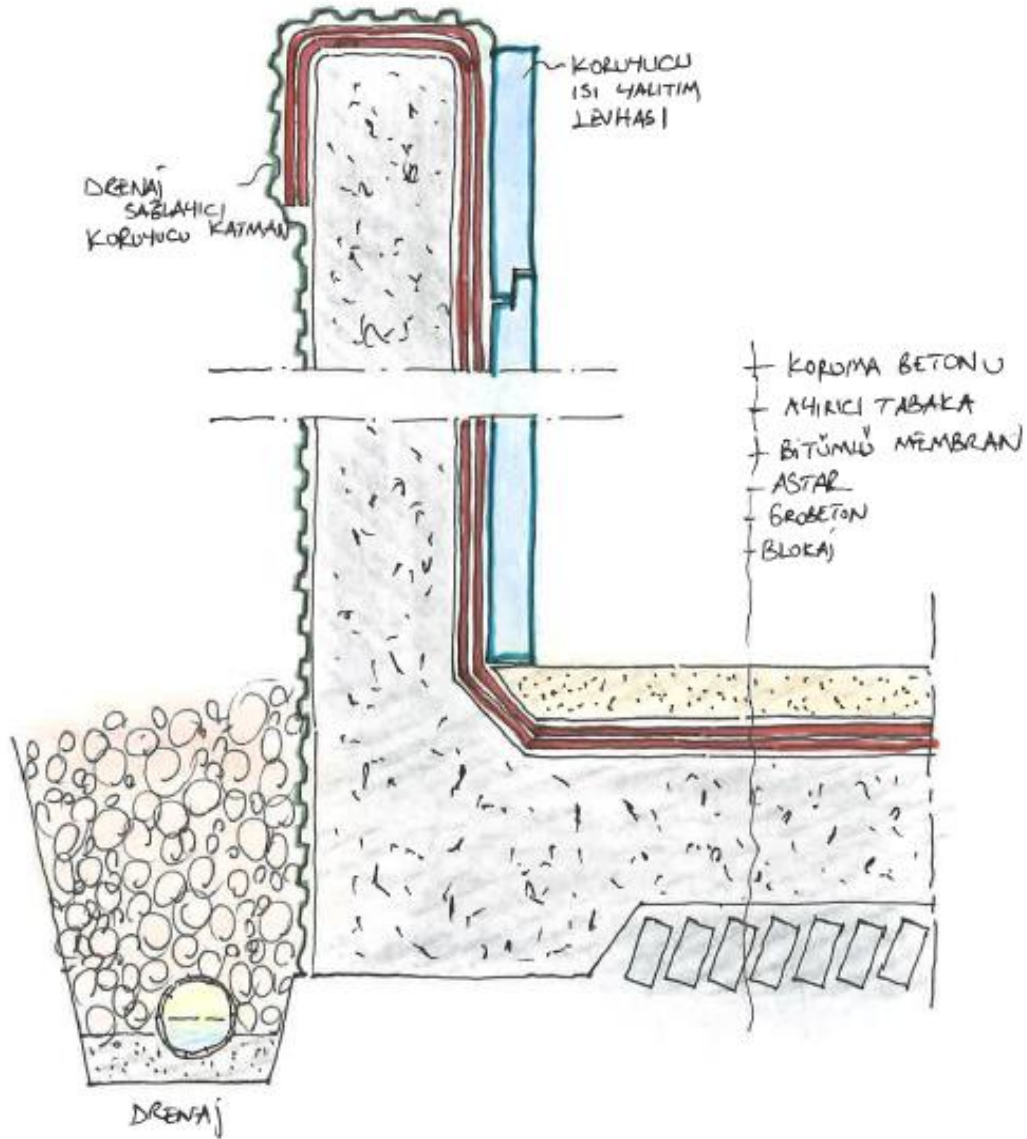


Şekil 2.27 : Dıştan Bohçalama Temel Yalıtımı 2. Aşama [14].

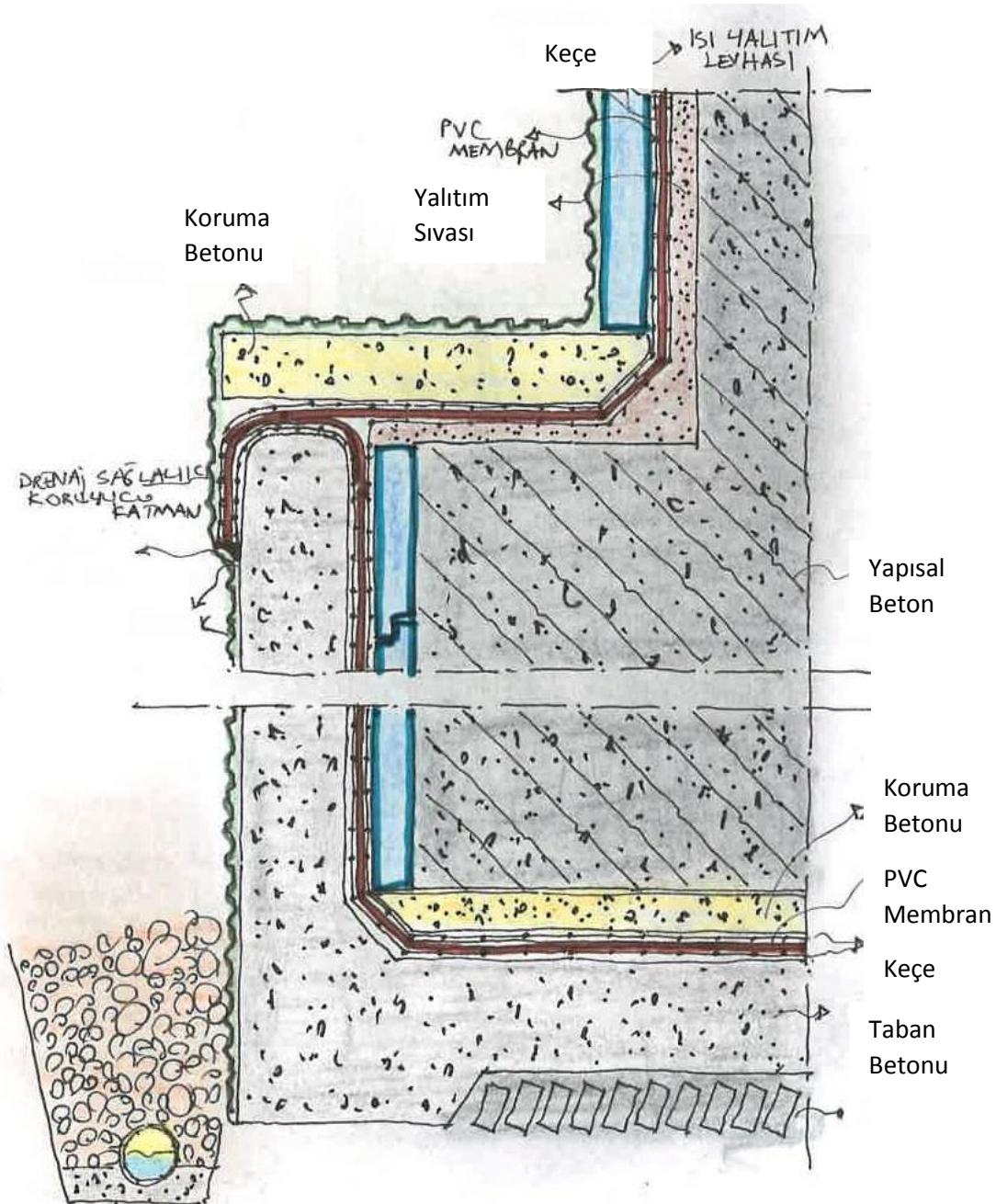
2. Aşamaya gelince; öncelikli olarak perde sınırına çift yüz kalıp sistemi kurularak beton dökülür. Yapısal perde yüzeyine tesviye sıvası imalatı yapılır. Yalıtım projesinde belirtilen sisteme uygun toprakaltı su yalıtım imalatı yapılır. Yapısal perdeden gelen yalıtımın ucu, kırılan düşük dozlu betonun altından çıkan yalıtım ile birleştirilerek bohçalama sağlanmış olur. Dış yüzeye ısı yalıtım levhası, onun önüne de drenaj levhası veya kılıcına tuğla ile koruma yapılarak imalat tamamlanmış olur. Şekil 2.26-27’de anlatılan detayda örnek yalıtım malzemesi olarak çift kat bitümlü membran kullanılmıştır.

Şekil 2.28-29-30’da yer alan detaylarda ise, ampuatmanlı temellerde yapılacak olan uygulama aşamaları görülmektedir. Şekillerde hem bitümlü membran hem de sentetik membran uygulama detayları yer almaktadır.

Ampuatmanlı temellerde; 1. Aşama olarak havuz sistemini oluşturmak için temel yüksekliğinde tuğla yapıp üzeri sıvanan veya demirli betondan yapılan kulakların imalatı yapılır. Grobetonla beraber oluşturulan bu sistemde yalıtım öncesi temizlikler, düzeltmeler yapıldıktan sonra uygun olan yüzeysel yalıtım malzemesi serilir veya sürülür. Isı yalıtım levhası veya duralit gibi malzemelerle düşeyde, koruma betonu ile yatayda yalıtıma zarar gelmemesi için önlem alınır. Yalıtım malzemesi, kulaklara kadar çıkarılarak burada üzeri korunaklı halde bırakılır.

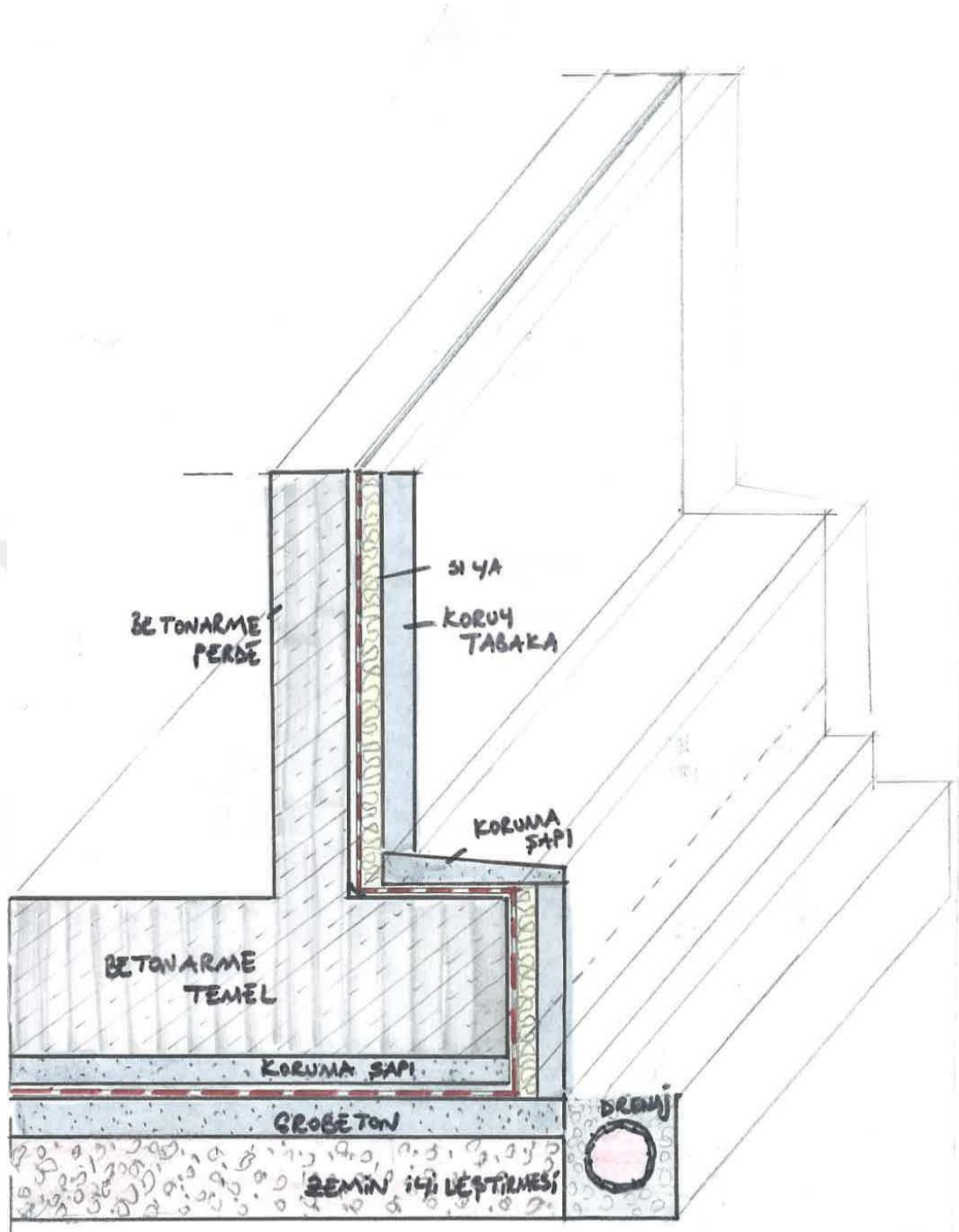


Şekil 2.28 : Ampuatmanlı Temel Yalıtımı 1. Aşama [14].



Şekil 2.30 : Amputatmanlı Temelerde Yalıtım (PVC Membran Uygulaması) [14].

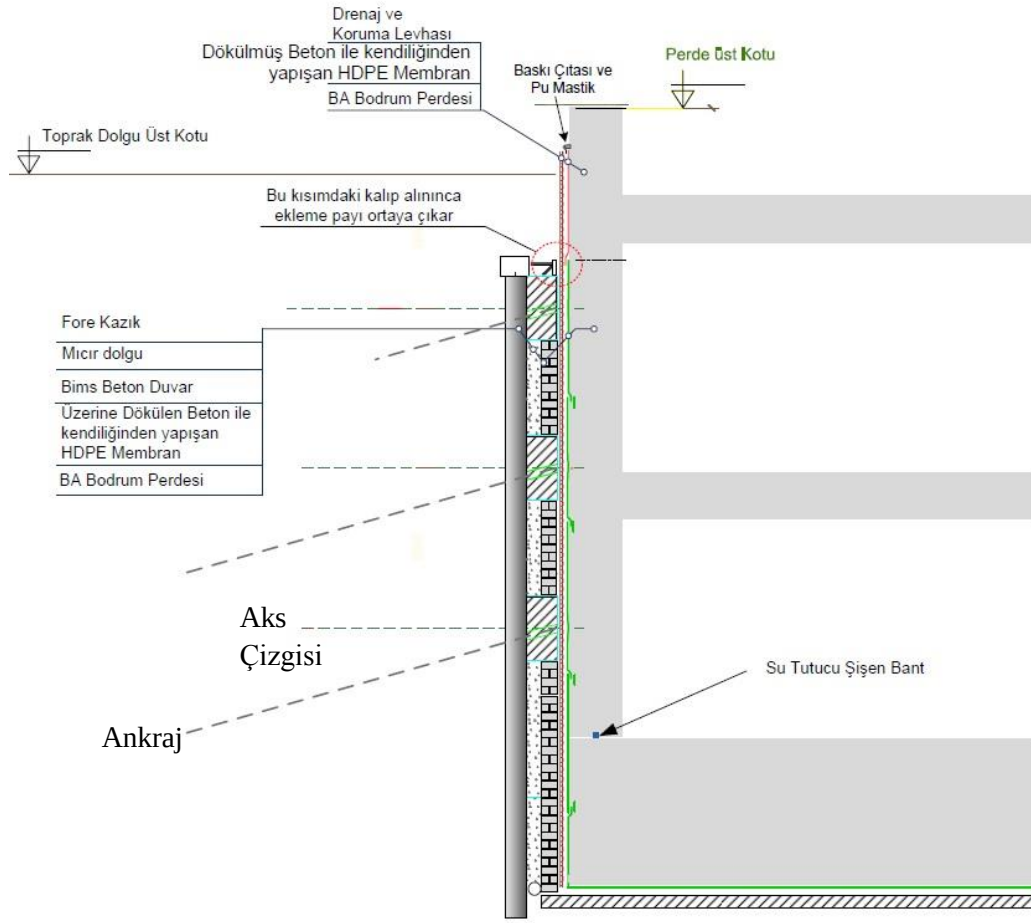
Şekil 2.30’da ampuatmanlı temellerde yapılan PVC membran uygulamalı detay yer almaktadır. Detay aşamaları olarak herşey aynı olmakla beraber, PVC membranın iki yüzüne de geotekstil keçe konularak geçişlerin yumuşak malzemelerle yapılması sağlanmaktadır.



Şekil 2.31 : Yüzeysel Su Yalıtımı Örnek Detayı (Bitümlü Membran, Sentetik Membran, Sürme Su Yalıtımı)-1.

Şekil 2.31’de beton sonrası yüzeysel yalıtım malzemeleri ile yapılan toprakaltı su yalıtım sisteminin şematik gösterimi yer almaktadır. Bu sistemde su yalıtım malzemesi olarak, PVC, HDPE vb içerikli sentetik membranlar (noktasal yapışma ile), bitümlü membran (tam yapışma ile), çimento, bitüm, poliüretan vs içerikli sürme yalıtımlar (tam yapışma ile) kullanılabilir. Tüm bu sistemler konvansiyonel sistemler olarak

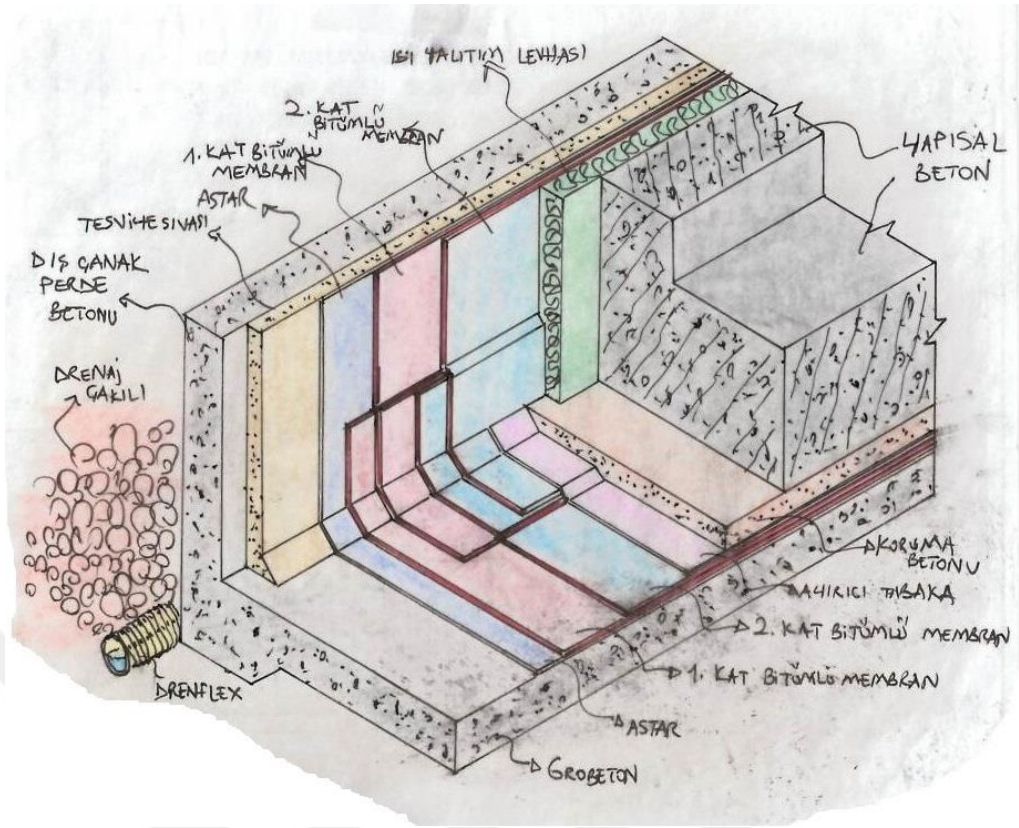
belirtilen beton öncesi sistemlerdir. Bu sistemlerde; yapısal beton ile su yalıtım malzemesi arasında yalıtım sıvası, koruma betonu gibi ara katmanlar yer almaktadır.



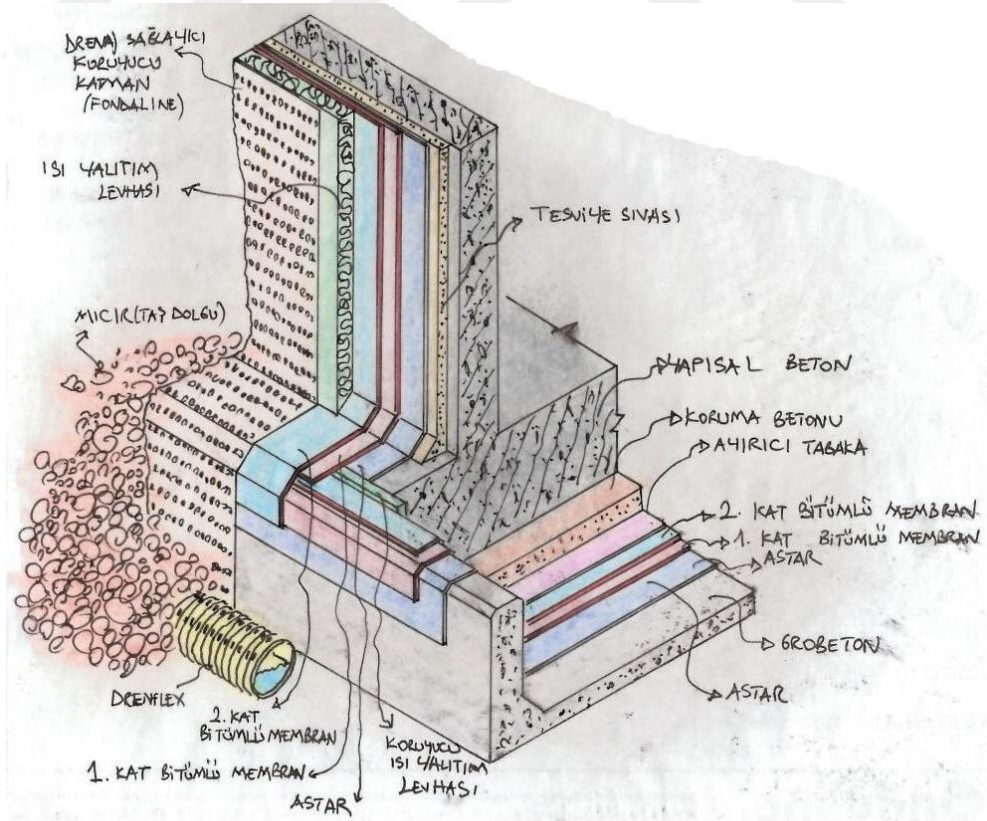
Şekil 2.32 : Yüzeysel Su Yalıtımı Örnek Detayı (EPDM, Sodyum Bentonit vs Beton Öncesi Sistem) [23].

Şekil 2.32’de beton öncesi yüzeysel yalıtım malzemeleri ile yapılan toprakaltı su yalıtım sisteminin şematik gösterimi yer almaktadır. İksa kazık imalatına yapışık haldeki yapısal perde, tek yüz perde sistemi ile çözülebilir. Bu sebepten de sistem çözümü tek yüz perdeye uygun olan beton öncesi malzemeleri ile mümkündür. Burada, su yalıtım malzemesi olarak dökülmüş beton ile kendiliğinden yapışan HDPE membran malzemesi kullanılmıştır.

Şekil 2.33-34’de bitümlü membran malzeme ile oluşturulan içten ve dıştan su yalıtımı sistemi yer almaktadır. Yalıtım yapılacağı yüzeyin tesviye sıvası, astarı gibi yüzey hazırlığı, çift kat şaşırtmalı bitümlü membran imalatı, koruma betonu, ısı yalıtım levhası, drenaj levhası ile oluşturulan içten veya dıştan yapılan su yalıtım sistemi yer almaktadır.



Şekil 2.33 : Bitümlü Membran İçten Yalıtımlı Sistem Detayı.



Şekil 2.34 : Bitümlü Membran Dıştan Yalıtımlı Sistem Detayı.

2.5 Beton Öncesi ve Beton Sonrası Sistemlerin Değerlendirilmesi

Su yalıtım sistemi, sadece en zayıf bağlantı kadar iyidir. Yapıyı toprakaltı su etkilerinden korumak amaçlı uygulanan su yalıtım sistemleri, kullanım yerlerine göre değişiklik göstermektedir.

Hafriyat için şev kazısı imkânı olan ve zemin etüdünün de izin verdiği durumlarda;

- Temel ve perde betonu üzerine beton sonrası sistemlerden her hangi bir yüzeysel su yalıtım malzemesi uygulanabilir (Basıncılı su durumuna göre) (Resim 2.17 ve Şekil 2.15).
- Yapısal su yalıtımı uygulanabilir (Şekil 2.6).

İksa önlemi alınmış olsa dahi çift yüz kalıp kullanma imkanı olan saha şartlarında,;

- Temel ve perde betonu üzerine beton sonrası sistemlerden her hangi bir yüzeysel su yalıtım malzemesi uygulanabilir (Basıncılı su durumuna göre) (Şekil 2.18 ve Resim 2.19).
- Yapısal su yalıtımı uygulanabilir (Şekil 2.6).

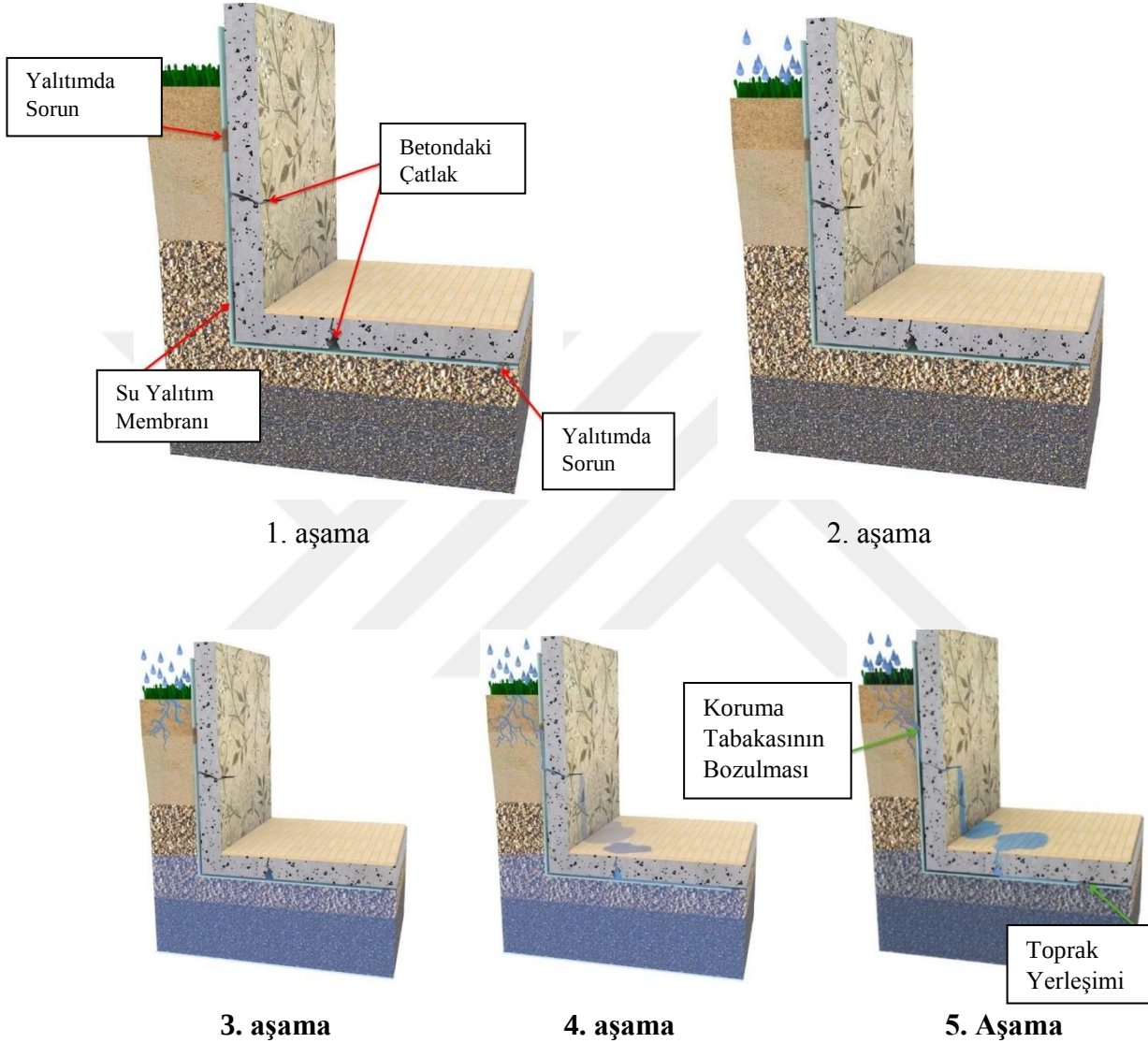
Bitişik nizam veya yapılan iksa önlemine tam bitişik applike edilmesi gereken bir binada toprak altı perdesine su yalıtımı yapılması için, birkaç değişik sistem kullanılabilir (2.3 Toprakaltı Su Etkilerine Karşı Yapı Korunumunda Kullanılabilecek Malzemelerin Değerlendirilmesinde anlatıldığı üzere) (Şekil 2.16-17 ve Resim 2.18).

- Dış perde ve temel beton dökülerek, içine beton sonrası sistemlerden her hangi bir yüzeysel su yalıtım malzemesi uygulanabilir ve koruma tabakaları yapıp, yapısal beton ikinci bir perde ve temelle uygulanabilir (Şekil 2.22-23-24).
- Dökülen perde ve temel betonuna yapısal su yalıtımı yapılabilir (Şekil 2.6).
- Beton öncesi sistemler kullanılabilir (Şekil 2.32).

Beton sonrası sistemlerin (Konvansiyonel Sistemler) kullanıldığı durumlarda, (yüzeysel su yalıtımı yapılması) Şekil 2.35'de görüldüğü üzere imalat sonrasında sorunlarla karşılaşılabilir. Yalıtım imalatının korunması için uygulanan koruma betonu ve betonarme perde yüzeyine yalıtım öncesi uygulanan tesviye sıvası, bu sistemlerde

yalıtımın yapısal betona yapışmasına imkân vermez. Seçilen izolasyon sistemi ile yapısal beton arasında oluşan bu ara katmanlar sebebiyle de;

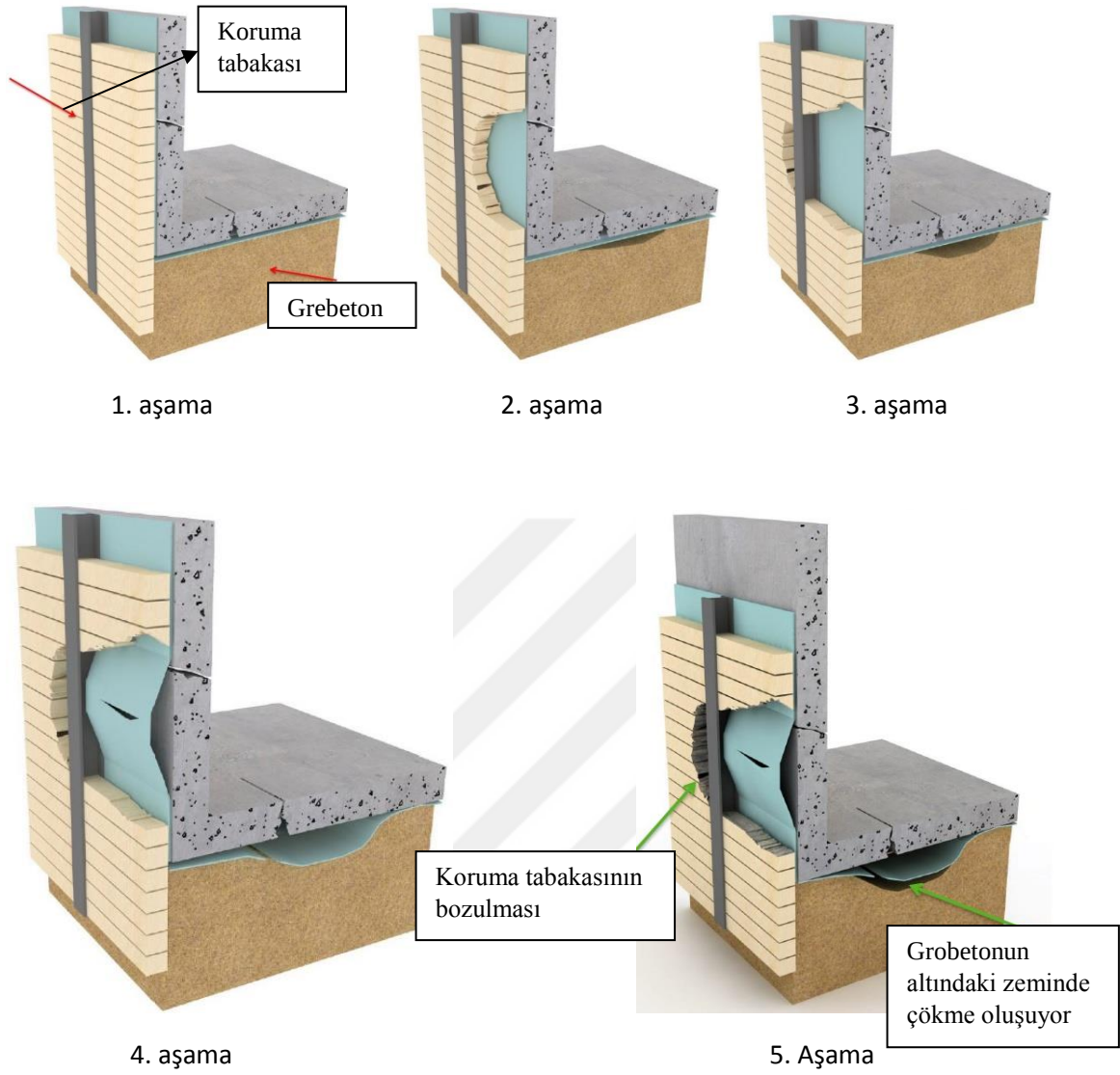
- Yapıya herhangi bir su girişi olması durumunda, tam müdahale şansı imkânsızdır (Şekil 2.35).



Şekil 2.35 : Konvansiyonel Sistemlerde Su Yürümesi (Beton Sonrası Sistemler) [23].

Şekil 2.35'in 1,2,3,4,5'de aşamaları görülen uygulama sonucunda konvansiyonel sistemlerde; yalıtımda oluşan herhangi bir yırtıktan geçen su, su yalıtım membranı ile yapısal beton arasında hareket eder. Betondaki bulduğu herhangi bir çatlaktan içeri girer.

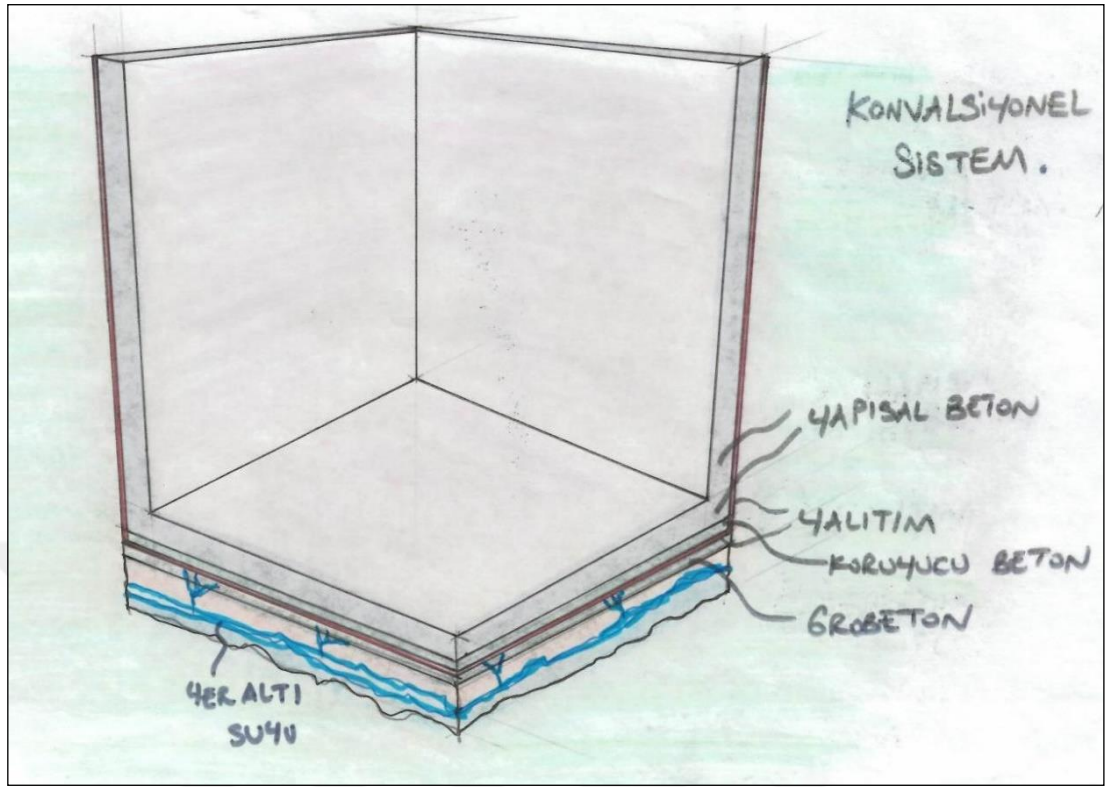
- Yalıtım sistemi yapısal betona yapışık olmadığı için, düşeyde yalıtım sistemini koruyan koruyucu tabaka veya temel altı zemin çökmelerinde, yalıtım tabakası da çökerek deforme olur (Şekil 2.36).



Şekil 2.36 : Konvansiyonel Sistemlerde Grobetonun Çökmesi [23].

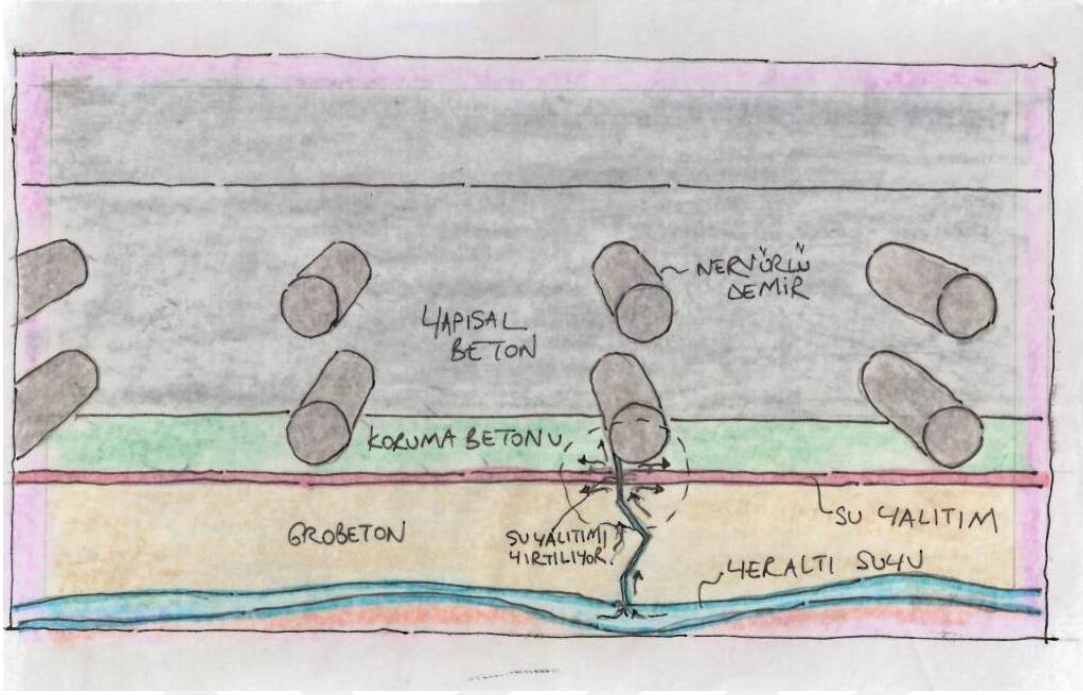
Şekil 2.36'da aşamaları görülen konvansiyonel sistemlerde, yalıtımın oturduğu grobetonun çökmesi durumunda, su yalıtımı da yapısal betondan bağımsız olduğu için çökerek deforme olmaktadır.

Beton Sonrası (Konvansiyonel) Sistemler;



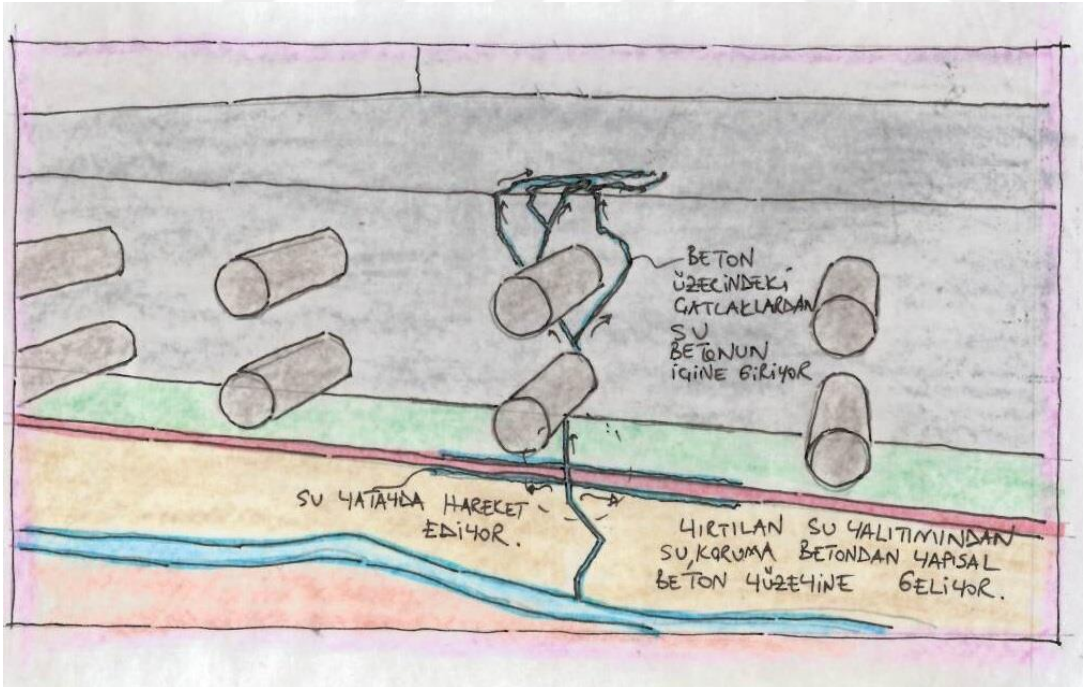
Şekil 2.37 : Konvansiyonel Sistemler [23].

Konvansiyonel yani kelime anlamı olarak geleneksel sistemler olarak adlandırılan sistemler, yapımı alışlagelmiş olan su yalıtım yöntemleridir. Yatayda grobeton üzeri su yalıtımı ve onun üzerine koruma betonu ile yapısal temel dökülmesi, düşeyde ise yapısal perde betonunun üzerine tesviye sıvası, onun üzerine su yalıtımı ve koruma katmanları ile oluşan sistemlerdir (Şekil 2.37). Yapısal perde imalatı tamamlandıktan sonra yalıtım imalatına geçilmesi sebebiyle de bu sistemlere beton sonrası sistemler de denilmektedir. Sistem içerisinde kullanılan su yalıtım malzemesi olarak, su yalıtım projesi verileri doğrultusunda yüzeysel su yalıtım malzemelerinden örtü tipi veya sürme tipi herhangi bir malzeme ile uygulama yapılabilir. Sistem dahilinde koruma betonu ve tesviye sıva tabakaları sebebiyle yatayda ve düşeyde yapısal betona yapışma olamamaktadır. Bu sebeple de yalıtım üzerindeki deformasyonlar sebebiyle oluşabilecek su kaçakları, yalıtım tabakası ile yapısal beton arasındaki bu tabakalarda yatayda ilerlemesi mümkün olacaktır. Bu şekilde su kaçağının tespiti de, dolayısıyla sorunun giderilmesi de imkânsız olacaktır.



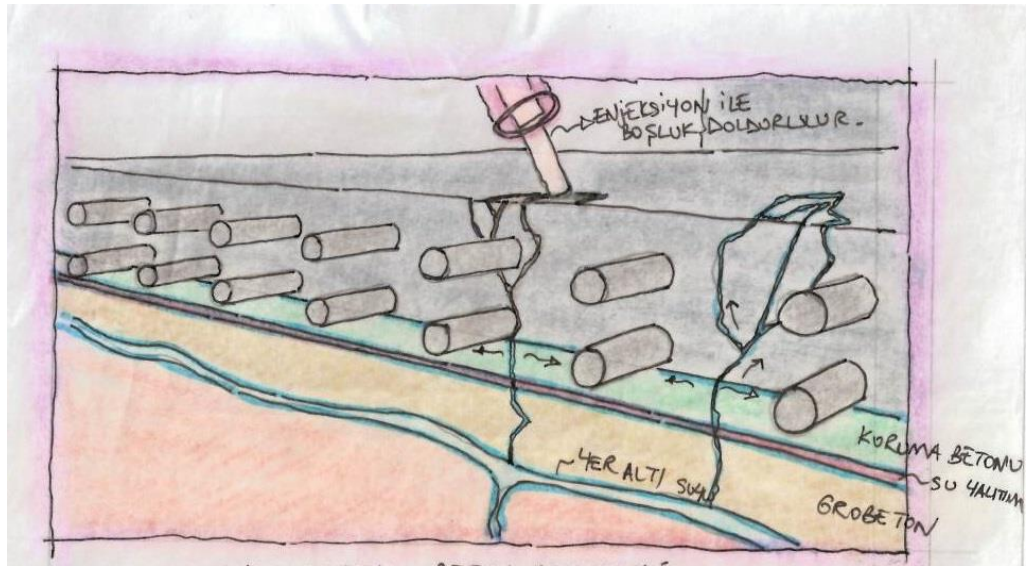
Şekil 2.38 : Yalıtım Örtüsündeki Yırtıktan Su Girişi [23].

Konvansiyonel membranlar yapısal betona tamamen bağlı değildir. Koruyucu tabaka ile yapısal betondan ayrılmışlardır (Şekil 2.38).



Şekil 2.39 : Konvansiyonel Sistemde Suyun Yatayda Yürümesi [23].

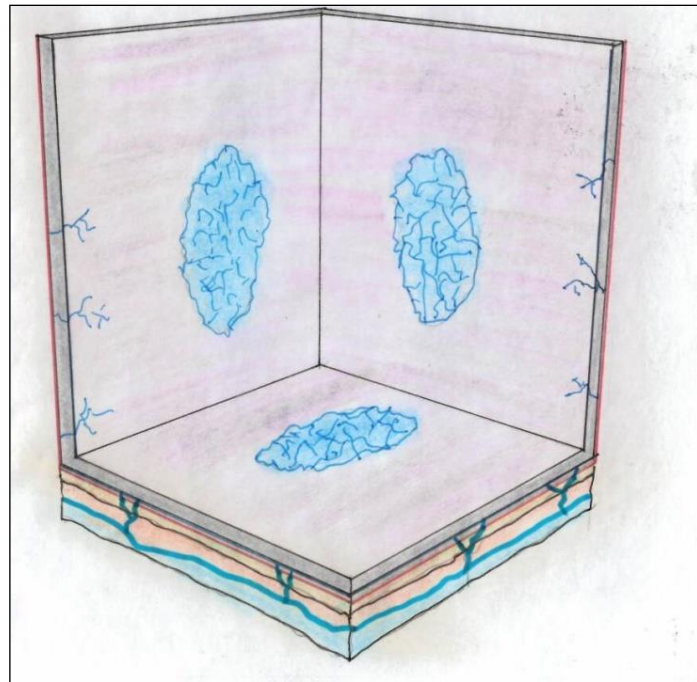
Konvansiyonel sistemlerde, yalıtımdaki oluşan herhangi bir hasardan giren su, betondaki çatlak ve zayıf noktalardan yapının bünyesine girmeye çalışmaktadır (Şekil 2.39).



Şekil 2.40 : Su Çıkan Yere Enjeksiyonla Müdahale [23].

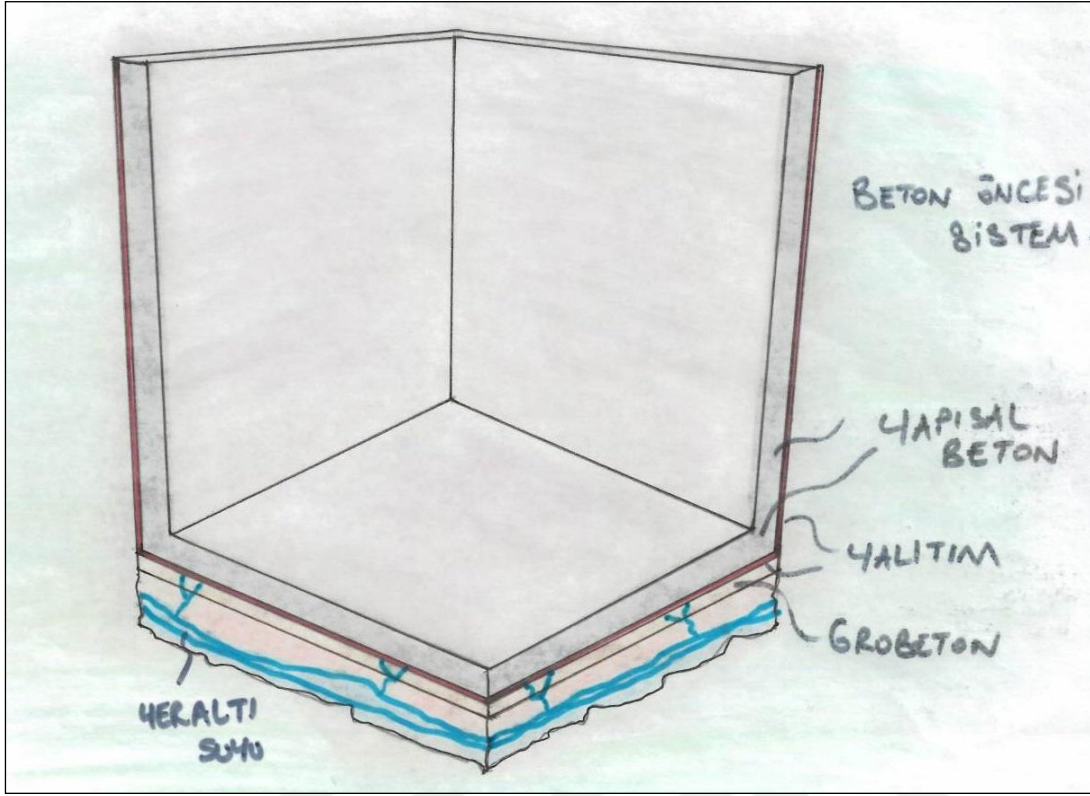
Yalıtım ile yapısal beton arasındaki koruma betonunda yatayda yürüyen su, betonda zayıf bulunduğu her noktadan içeri girmeye çalışır (Şekil 2.39). Enjeksiyon yöntemi ile kapatılan boşluktan bir sonraki zayıf noktaya yoluna devam eden su, basınç altında ya da yapıda daha fazla yol bulmak için kılcal hareketle yolunu izlemeye devam etmektedir (Şekil 2.40).

Yapısal beton içerisinde bulunduğu her yoldan içeri giren su, artık yapısal sorun olarak kendisini gösterir. Su yapı içerisine girdikten sonra, sorunun kaynağını bulup çözümü imkânsızdır (Şekil 2.41) [23].



Şekil 2.41 : Konvalsiyonel Sistemlerde Suyun Yayılması [23].

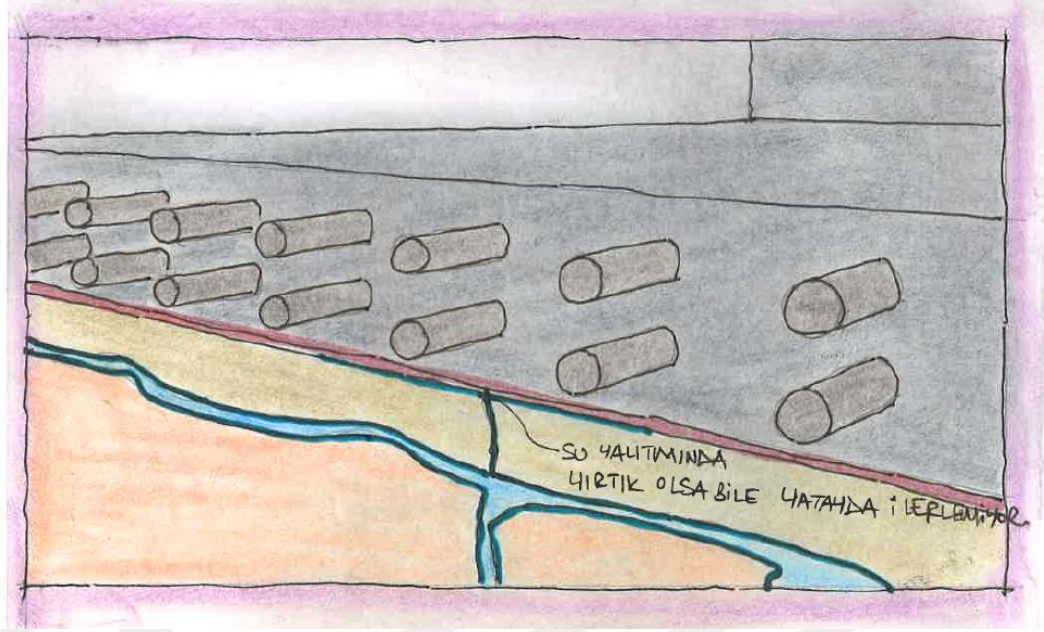
Beton Öncesi Sistemler:



Şekil 2.42 : Beton Öncesi Sistemler [23].

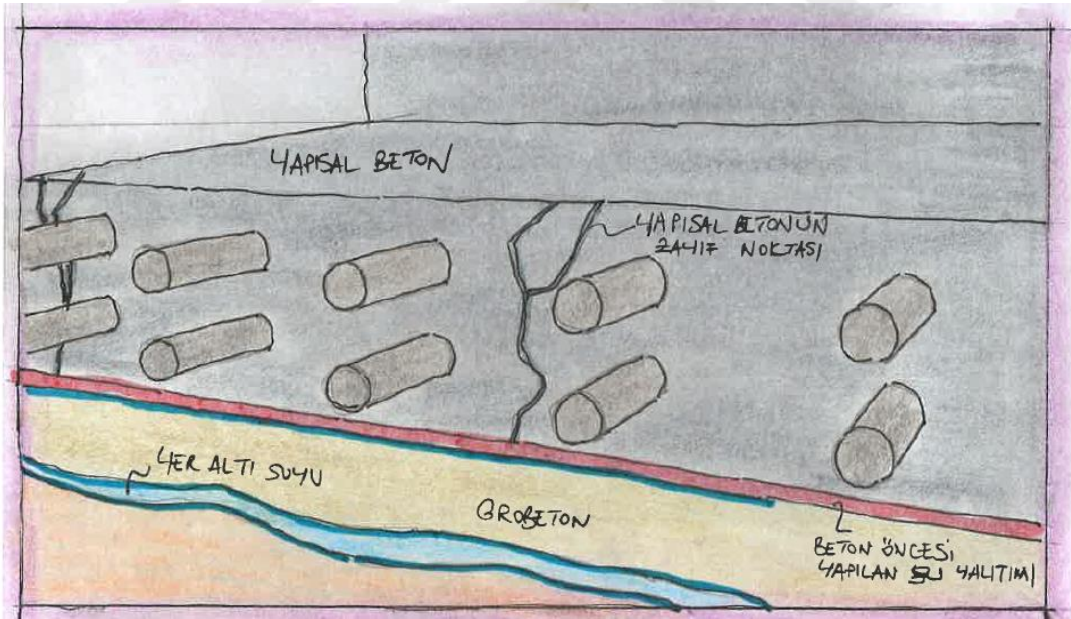
Beton öncesi sistemlerde, yatayda grobeton üzeri su yalıtımı imalatı yapıp onun üzerine herhangi bir ara katman olmadan yapısal temel dökülmesi, düşeyde ise yapısal perde betonu dökülmeden iç kalıba su yalıtım malzemesinin konulması, demir ve dış kalıp tamamlanmasından sonra beton dökülmesi şekliyle oluşan sistemlerdir. Yapısal perde imalatından önce yalıtım malzemesi kalıp içerisine konulması sebebiyle de bu sistemlere beton öncesi sistemler denilmektedir (Şekil 2.42).

Sistem içerisinde kullanılan su yalıtım malzemesi olarak, su yalıtım projesi verileri doğrultusunda yüzeysel su yalıtım malzemelerinden beton öncesine uygun özellikli örtü tipi malzeme ile uygulama yapılabilir. Beton dökülünce reaksiyona giren yalıtım malzemesi betona tam yapışma sağlamaktadır. Sistem dahilinde koruma betonu ve tesviye sıva tabakaları olmaması sebebiyle yatayda ve düşeyde yapısal betona tam yapışma olmaktadır. Yalıtım üzerindeki deformasyonlar sebebiyle oluşabilecek su kaçakları, yalıtım tabakası ile yapısal beton yapışık olduğu için yatayda yürüyemeyecektir. Bu şekilde su kaçağının tespiti de, dolayısıyla sorunun giderilmesi de mümkün olacaktır.



Şekil 2.43 : Beton Öncesi Sistemde Yalıtımda Sorun Oluşması [23].

Beton öncesi sistemlerde; yalıtım malzemesi betona tamamen yapışmakta, arada koruyucu beton vb herhangi bir tabaka bulunmamaktadır (Şekil 2.43) (ASTM D 903 Testi).

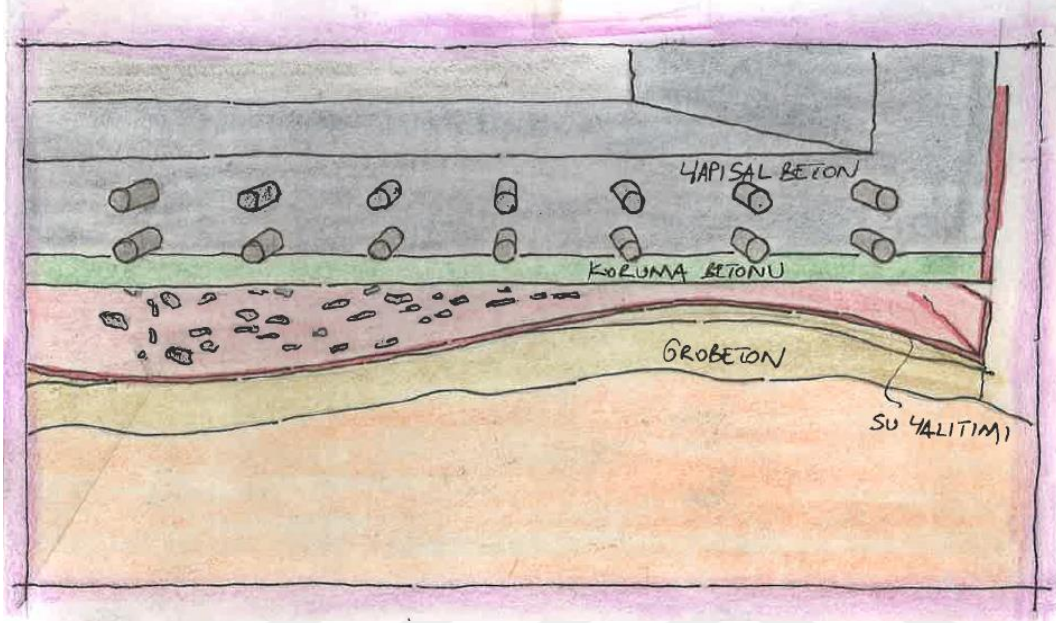


Şekil 2.44 : Beton Öncesi Sistemde Suyun İlerleyişi [23].

Yalıtımdaki herhangi bir sorun sebebiyle delinen kısımdan girebilecek olan su, yapısal betondaki çatlaktan (en zayıf nokta) yapıya girmektedir (Şekil 2.44). Bu kısımlardan yapılan enjeksiyon gibi müdahaleler ile sorun çözülür. Yapısal beton ile yalıtım

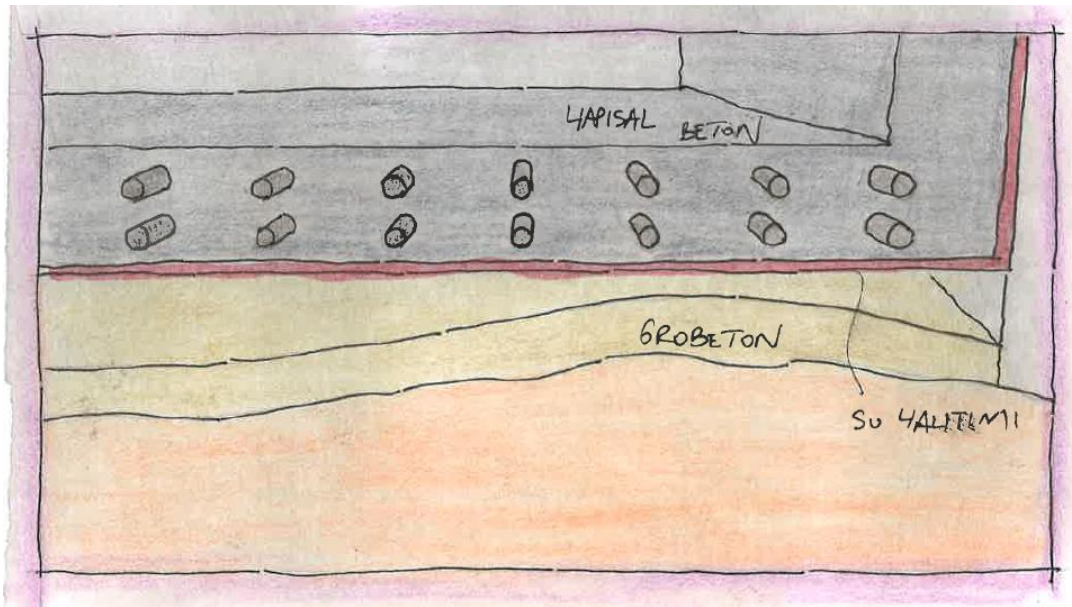
arasında başka bir tabaka bulunmadığı için, su yatayda yürüyemez (ASTM D 5385 Testi) ve lokal müdahale ile çözüm bulunur.

Konvansiyonel sistemlerde zeminde çökme olunca, çöken grobeton ile birlikte su yalıtımı da çöker ve hasar görür (Şekil 2.45).



Şekil 2.45 : Konvansiyonel Sistemlerde Grobetonda Çökme [23].

Beton öncesi sistemlerde, zeminde çökme olunca grobeton çökse dahi su yalıtımı yapısal betona yapışık kalır ve çökmez. Böylece herhangi bir hasar oluşmaz (Şekil 2.46).



Şekil 2.46 : Beton Öncesi Sistemlerde Grobetonda Çökme [23].

Resim 2.20-21-22-23-24’ de 2011 yılında yapımına başlanan Üsküdar Mithatpaşa Kız Meslek Lisesi binası ile ilgili örnek uygulama resimleri yer almaktadır. İksa önlemleri hafriyat yapılmış olan inşaatta, yapısal perde sınırının iksa yüzeyine bitişik nizam olması durumunda yapılan toprakaltı su yalıtım uygulamasının örneği yer almaktadır.



Resim 2.20 : Kazıklı İksa Yapılmış Tek Yüz Perde Uygulaması Yapılacak Olan İnşaat Sahası (Yavuz Karaşahin Arşiv).

Resim 2.20’de kazıklı iksa uygulaması yapılmış olan inşaat sahasında alanın tam olarak değerlendirilebilmesi için, yapısal beton perdeleri ile iksa kazık imalatının hem yüz olması gerekliliği görülmüştür.

Yeraltı su seviyesinin yüksek olması ve buna bağlı basınçlı su etkisinin fazla olması sebebiyle su yalıtım imalatının özenle yapılması gerekliliği görülmüştür. Ancak yapısal betonla kazık imalatı arasında yalıtım yapılabilmesi için bırakılması gereken çalışma mesafesinin, Resim 2.21’de görüleceği üzere bırakılmasının imkanı mümkün olmamıştır.

Beton öncesi yalıtım malzemelerin henüz bilinmediği zamanda, yalıtım imalatının da yapılmasının zaruri olduğu bu durum için detay geliştirilmiştir. Perde kalıbının üzerine önüne keçe de konularak PVC su yalıtımı yukarıdan asılarak tutturulmuştur (Resim 2.22-23). Perde demirleri yalıtımın önüne imal edilmiştir (Resim 2.24). Ön perde kalıbı kapatılarak beton dökülmüştür. Yukarıdan pay bırakılarak her katta bir üst katın

yalıtımının kaynağı yapılmıştır. Elastikiyet özelliği ve mekanik bağlanması sebebiyle uygulamada PVC membran malzeme kullanılmıştır. Bu durum, beton öncesi sistemin kullanma gerekliliği ile ilgili örnek olarak karşımıza çıkmıştır.



Resim 2.21 : Tek Yüz Perde Çalışma Sahası (Yavuz Karaşahin Arşiv).

Yapının oturacağı alan en dar yerinde yaklaşık 9,5 metre genişliğe sahip olması sebebiyle m² kaybının mümkün olmadığı ve iki cephesinde mevcut yapı, diğer iki cephesinde de cadde olması sebebiyle kazıklı iksa önlemi alınması gerekliliğinden yeni yapının iksaya sınır tek yüz perde sistemi ile yapım mecburiyeti hasıl olmuştur.



Resim 2.22 : Tek Yüzde PVC Membran Uygulaması (Yavuz Karaşahin Arşiv).



Resim 2.23 : Tek Yüzde PVC Membran Uygulaması Keçe İmalatı (Yavuz Karaşahin Arşiv).

Beton sonrası sistem malzemesi olan PVC membran, detay çözümleri ile beton öncesi sistem yapılmaya çalışılmıştır.



Resim 2.24 : Tek Yüzde PVC Membran Uygulaması Perde Demir İmalatı (Yavuz Karaşahin Arşiv).

2.5.1 Beton Öncesi ve Sonrası Sistemler Üzerine Bir Araştırma

Beton öncesi ve sonrası su yalıtım sistemleri arasındaki yöntem farklılığını değerlendirebilmek için UK'da ve ABD'de kullanılan birkaç alternatif membran sistemi karşılaştırılmıştır [24]. Bu karşılaştırma;

- Geleneksel bitümlü membran sistemleri,
- Sürme malzeme,
- Sodyum bentonit esaslı jeotekstil kompozit ürün,
- Bentonit plastik levha kompozit ürün ve
- Plastik levha örgü sistemini kapsamıştır.

Basınca Duyarlı Kendinden Yapışkanlı Plastik Membranlar;

Yapısal temelin alt tarafına tamamen yapıştığından dolayı, yapısal temel ile membran arasında oluşabilecek negatif basınç problemlerini ortadan kaldırdığı, yapısal betona bütünleşerek doğrudan sürekli bir bağın sağlanması, yapı ile membran arasındaki suyun yatayda ilerlemesini önlediği, yapısal betonun alt tarafına tam olarak yapıştırılmasının, yapısal beton altındaki grobeton tabakanın hareketinde, membranın hareket problemlerini ortadan kaldırdığı, bu uygulama tasarımının geleneksel membranların tasarımlarına kıyasla daha basit kurulum tekniklerine sahip olduğu ve detaylandırılmasına izin verdiği, yani diğer birçok membran formuna göre daha karışık bohçalama geometrilerine uygun olduğu tespit edilmiştir.

Sodyum bentonit ürünü, plastik levha / örgü kompozit sistemi ve basınca duyarlı kendinden yapışkan plastik membran sistemlerinin betondan sıyrılma direnci benzerlik göstererek yapısal betona tam yapışma sağlandığı ön görülmektedir. Diğer membranlarda ise bu şekilde bir yapışma söz konusu olmayıp, mekanik yollarla veya ısıtılarak yapışma ile imalat yapılmaktadır.

Dökülmüş Betondan Sıyrılma Yapışma: Farklı üreticiler, yapıştırma membranların soyulma direnci karakteristiğini çeşitli test metotlarıyla tanımlar(ASTM D 1000, ISO R527, ASTM D 903, BS 4254, BBA MOAT 27 test metotları). Farklı deney metotlarına rağmen, basınca duyarlı yapışma veya reçineyle dökülmüş betonla mekanik bağlamanın kullanıldığı yeni membranların geleneksel bitüm esaslı yapıştırıcılardan daha fazla bağlanma gücüne sahip olduğu genel bir eğilim ortaya

çıkılmaktadır. Alan tanımlamaksızın testte elde edilen kuvveti tanımladığından dolayı sıvı uygulanan sistemin bağlanma mukavemeti için verilen değer indirgenmiştir. Bu nedenle, bu ürün için elde edilen yapışma kuvveti değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Hidrostatik Su Direnci; Bir membran sisteminin hidrostatik basınç direncinin belirlenmesi, bu sistemin performansını ortaya koyan başlıca işlevsellik testidir. Bu karşılaştırmaya dahil edilen malzemelerin büyük bir çoğunluğu, BBA MoAT 27'ye uygun olarak test edilmiştir. Bu test, membran malzemesini 15 mm'lik bir bindirme kısmını da kapsayacak şekilde 24 saat boyunca 6mss basınca maruz bırakarak yapılmıştır. Bu test sonucunda, bu karşılaştırmaya dahil edilen tüm konvansiyonel sistemli membranlar, test sırasında bindirme kısımlarında herhangi bir penetrasyon göstermemiştir. Basınca duyarlı kendinden yapışkan plastik membran, sodyum bentonitbazlı jeotekstille olduğu gibi, ASTM D 5385'e test edilmiştir. Basınca duyarlı kendinden yapışkan plastik membran ve sodyum bentonit malzemelerin her ikisinde de bu test sırasında herhangi bir sızıntı olmadığı tespit edilmiştir.

Levha membranlarının çoğu aşağıdaki üç yöntemden biri kullanılarak bağlanmaktadır. Bunlar: ısıtarak yapıştırma (sıcak uygulamalı), ayrı astar / yapıştırma sıvısı kullanılan membranlar, kendinden yapışkanlı bir film içeren membranlardır.

Yapısal betona kesintisiz yapışma, yapışmamış alanlar delinirse, membranın alt kısmından suyun geçişine izin vereceği için önemlidir ve bu durum suyun yapısal elemanlardaki boşluklardan sızması ihtimalini artırmaktadır. Beton öncesi sistemler, doğrudan yeni dökülmüş betona bağlanır ve yapısal temele sürekli olarak yapışmaktadır. Bu durum konvansiyonel sistemlerle gerçekleştirilemez.

Bitümlü membranlar için yakma yönteminin uygulanması, membranın tüm genişliği boyunca eriyik haldeki bitümün sürekli yapışması anlamında yüksek bir uygulamacı tecrübesine ve becerisine dayanır. Dikkatsizce yapılan uygulamalar, alt tabakaya bağlanmamış alanlara yol açan yetersiz ısıtma veya aşırı kavurmaya neden olabilir. Benzer problemler, sıvı bağlanmış membranlar ve kuru koşulların sağlanması, tam bir yapışkan tabakanın elde edilmesi gibi faktörlerin de önemli olduğu kendinden yapışkanlı membranlar için de söz konusudur.

Yalıtım sistemi seçilirken, bohçalama geometrisinin karmaşık olduğu, saha kullanımı ve uygulama zorluğu problemlerinin olduğu yerlerde, hem yapışma tekniği hem de detaylandırma kolaylığı olan malzemeler tercih edilmelidir.

Geleneksel su yalıtım sistemlerinin uygulandığı durumlarda, potansiyel yer hareketleri sonucu oluşan çökmelerden dolayı yalıtım membranı grobetondan ayrılarak deforme olmaktadır. Beton öncesi sistemlerde ise, membran yapısal betona bağlı olduğu için çökme olsa dahi deforme olmamaktadır.

Yapışkanlı sistemlerin yanal hareketi önleme olasılığı daha yüksektir, betona karşı sürekli bir bağ oluşmaktadır. Yapışkan bağlarda boşluklar meydana geldiğinde, bu durum beton yüzeyine olası su geçişini sınırlandırmaktadır.

Tablo 2.2 ve 2.3’de A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L ve M harfleri, ürün cinslerini simgelemektedir. Yapılan araştırma kapsamında testlerde kullanılan ürün ismi yerine kodlama yapılmaktadır. Ürünün içeriği kapsamlı olarak genel tip membran bölümünde yazmaktadır. Araştırma;

- Plastik/bitüm esaslı kendinden yapışkanlı (P/B SA),
- Plastik/alüminyum/bitümlü kompozit kendinden yapışkanlı (P/A/B SA),
- Bentonit/plastik kompozit membran (Ben/P),
- Bentonit/geomembran bazlı membran (Ben/Geo),
- Mekanik olarak bağlanmış plastik membran (M/B P),
- Basınca duyarlı kendinden yapışkan plastik membran (PSA P) malzemeleri arasında yapılmıştır.

Tablo 2.1 : Mott MacDonald Ltd. Raporu (2001) Uyarlaması_Hidrostatik Su Basıncına Karşı Direnç [24].

TEST	TEST METODU		GENEL TİP MEMBRAN	YAYINLANAN VERİ
HİDROSTATİK SU BASINCINA KARŞI DİRENÇ	BBA Moat27 : 5.1.4 Metod Su Basıncına Dayanıklılık Testleri	A	Plastik/Bitüm Esaslı Kendinden Yapışkanlı P/B SA	Nüfus etmedi-6 m/15 mm
		B	Plastik/Bitüm Esaslı Kendinden Yapışkanlı P/B SA	Nüfus etmedi-6 m/15 mm
		C	Plastik/Bitüm Esaslı Kendinden Yapışkanlı P/B SA	Nüfus etmedi-6 m/15 mm
		D	Plastik/Bitüm Esaslı Kendinden Yapışkanlı P/B SA	Nüfus etmedi-6 m/15 mm
		E	Plastik/Alüminyum/Bitümlü Kompozit Kendinden Yapışkanlı P/A/B SA	Nüfus etmedi-6 m/15 mm
		F	Plastik/Bitüm Esaslı Kendinden Yapışkanlı P/B SA	Nüfus etmedi-6 m/15 mm
	ASTM D 751 Metod A	G	Bentonit/Plastik KompozitMembran Ben/P	46 m
	BBA Moat27 : 5.1.4 Metod Su Basıncına Dayanıklılık Testleri	H	Plastik/Bitüm Esaslı Kendinden Yapışkanlı P/B SA	Nüfus etmedi-6 m/15 mm
		I	Plastik/Alüminyum/Bitümlü Kompozit Kendinden Yapışkanlı P/A/B SA	Nüfus etmedi-6 m/15 mm
		J	Kabul Gören Membran L/A	Nüfus etmedi-6 m/15 mm
	ASTM D 5385 Hidrostatik Basınç	K	Bentonit/Geomembran Bazlı Membran Ben/Geo	70.2 m
	DIN 1048 (Modifiye)	L	Mekanik Olarak Bağlanmış Plastik Membran M/B P	7 bar
	BBA Moat27 : 5.1.4 Metod Su Basıncına Dayanıklılık Testleri ASTM D 5385 Hidrostatik Basınç	M	Basınca Duyarlı Kendinden Yapışkan Plastik Membran PSA P	< 6 m (BBA Moat 27), < 70 m (ASTM D 5385)

Tablo 2.2 : Mott MacDonald Ltd. Raporu (2001) Uyarlaması_Yapışma Kuvveti [24].

TEST	TEST METODU		GENEL TİP MEMBRAN	YAYINLANAN VERİ	
YAPIŞMA KUVVETİ		A	Plastik/Bitüm Esaslı Kendinden Yapışkanlı P/B SA	Veri Yok	
		B	Plastik/Bitüm Esaslı Kendinden Yapışkanlı P/B SA	Veri Yok	
	ASTM D 1000, Elektriksel İçin Kullanılan Basınç Duyarlı Yapıştırıcı Kaplı Bantlar için Standart Yöntemi	C	Plastik/Bitüm Esaslı Kendinden Yapışkanlı P/B SA	2,4 N/mm	
		D	Plastik/Bitüm Esaslı Kendinden Yapışkanlı P/B SA	4 N/mm	
		E	Plastik/Alüminyum/Bitümlü Kompozit Kendinden Yapışkanlı P/A/B SA	Veri Yok	
	ISO R527 Plastikler Çekme Özelliklerinin Belirlenmesi: Bölüm 3 Eşdeğer Filmler ve Tabakalar İçin Test Koşulları (BS 2782)	F	Plastik/Bitüm Esaslı Kendinden Yapışkanlı P/B SA	Kendi	Beton
				10 N/cm	9 N/cm
		G	Bentonit/Plastik KompozitMembran Ben/P	Veri Yok	
	ASTM D 1000, Elektriksel İçin Kullanılan Basınç Duyarlı Yapıştırıcı Kaplı Bantlar için Standart Yöntemi	H	Plastik/Bitüm Esaslı Kendinden Yapışkanlı P/B SA	Kendi	Beton
				3 N/mm	3 N/mm
		I	Plastik/Alüminyum/Bitümlü Kompozit Kendinden Yapışkanlı P/A/B SA	Veri Yok	
	Ad-Hoc Betona Yapışma Testi	J	Kabul Gören Membran L/A	Yaşlı beton =2,2 N 28 gün kürlü= 4,8 N	
	ASTM D 903 Yapıştırıcı Bağların Soyulma veya Sıyırma Dayanımı için Standart Test	K	Bentonit/Geomembran Bazlı Membran Ben/Geo	66,7 N/ 2,54 cm	
	BS 4254 İki Bölümlü Polisülfür Esaslı Sızdırmazlık Maddesi (50 C / dk 20 C) ızgaraya karşı modifiye 7 gün beton kuru	L	Mekanik Olarak Bağlanmış Plastik Membran M/B P	74 N / 50 mm	
	BBA Moat 27, Dayanıklılık Testi 90 C	M	Basınca Duyarlı Kendinden Yapışkan Plastik Membran PSA P	144 N/ 50 mm	

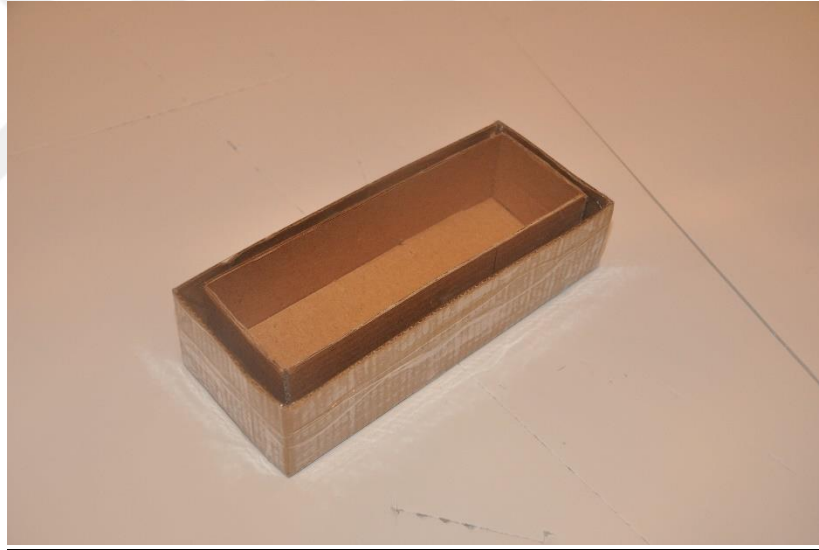
Araştırma kapsamında, beton öncesi ve sonrası 6 farklı içeriğe sahip, 13 farklı yalıtım malzemesi arasındaki yöntem farklılığını değerlendirebilmek için UK'da ve ABD'de karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma, malzemelerin çekme dayanımı, uzama dayanımı, delinme direnci, düşük sıcaklıkta esnekliği, su buharı iletimi, metan geçirgenliği gibi fiziksel ve mekanik özellikleri ile betondan sıyrılma, hidrostatik su direnci gibi sistemsel özellikleri arasında yapılmıştır. Sonuç olarak beton öncesi sistemlerin, beton sonrası sistemlere göre avantajlarının çok daha fazla olduğu görülmüştür.

2.5.2 Beton Öncesi ve Beton Sonrası Sistemlerin Maket Üzerinden Anlatımı

Beton öncesi ve beton sonrası sistemlerde, su yalıtım malzemesi ile yapısal beton arasındaki davranışı tanımlamak amacıyla iki adet maket yapıldı.

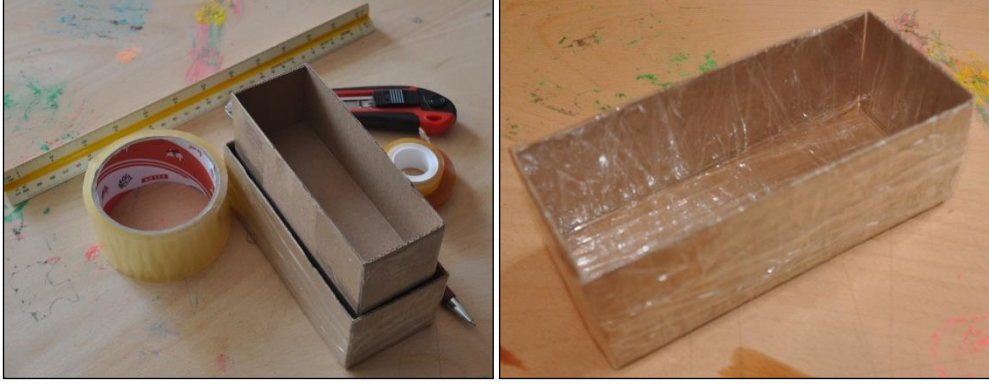
Konvansiyonel (Beton Sonrası) Sistemler:

Geleneksel diğer bir adıyla beton sonrası sistemlerin küçük bir maket ile suyun malzeme ile yapısal beton arasındaki davranışı gözlemlenmeye çalışıldı.



Resim 2.25 : Beton Sonrası Sistem İçin Maket Çalışması-1

Yapısal betonu temsil eden karton ve bu kartonu dışarıdan bohçalayan başka bir karton ile sistem kuruldu. Resim 2.25'de görüldüğü üzere dışarıdaki karton bohçalanarak yalıtımlı yüzey oluşturuldu. (Koli bandı ile içi dışı izole ediliyor ve su sızdırmazlık sağlanmıştır.) Konvansiyonel sistemlerde (bitümlü membran, PVC membran, sürme yalıtım vb) yalıtım direk yapısal betona yapışmamaktadır. İki tabaka arasındaki boşluk bunu temsil etmektedir (Resim 2.26).



Resim 2.26 : Beton Sonrası Sistem İçin Maket Çalışması-2

Basınçlı su etkisi oluşturmak için büyük bir kap içerisine su dolduruldu. Önce bohçalanmış yüzey olan büyük karton, içerisine yapısal betonu temsil eden küçük karton yerleştirildi. Suyun kaldırma kuvvetine karşı koyması için kartonların içerisine ağırlık konularak, bu şekilde 30 dakika bekletildi (Resim 2.27).



Resim 2.27 : Beton Sonrası Sistem İçin Maket Çalışması- 3

Dış çeperdeki bohçalanmış olan yüzeyden (koli bantı ile sarılmış olan) su içerideki kartona (yapısal beton) ulaşamadı. Bu durumda herhangi bir sorun söz konusu olmadı. Ancak; dış çepere gelmiş veya gelecek olan herhangi bir olumsuz durumda (dış çeperdeki bantlı olan kartonu suyla temas eden kısımlarından üç noktadan çivi ile delindi) sistemin çalışmasını takip edildi. Dış çepere müdahale edildi ve 30 dakika sistem bu şekilde takip edildi (Resim 2.28).



Resim 2.28 : Beton Sonrası Sistem İçin Maket Çalışması-4



Resim 2.29 : Beton Sonrası Sistem İçin Maket Çalışması-5

Bohçalama katmanından (koli bantlı karton) geçen suyun, yalıtım ile yapısal beton (içerdeki karton) arasındaki boşlukta iç katmana tespit edilemeyen her noktadan ulaştığı gözlemlendi. Su, ara boşlukta yatayda istediği gibi hareket etti. Ve içerideki kartonu ıslatmaya başladı (Resim 2.29). Bu sistemlerdeki su girişinde (konvansiyonel sistem), sorunun kaynağı belirlenemediği için tam müdahale şansı imkânsızdır (Resim 2.30).



Resim 2.30 : Beton Sonrası Sistem İçin Maket Çalışması-6

Beton Öncesi Sistemler;

Beton öncesi sistemlerde malzeme ile yapısal beton arasındaki davranış maket üzerinde gözlenmeye çalışıldı.



Resim 2.31 : Beton Öncesi Sistem İçin Maket Çalışması – 7

Bu sistemde resim 2.31’de görüldüğü üzere yapısal betonu saran bohçalama yapıldı (kartonun etrafına koli bandı sarılarak). Aynı şekilde basınçlı su etkisini oluşturmak için su dolu kaba içine koli bandı sarılı karton yerleştirildi, suyun kaldırma kuvvetine karşı içine ağırlık bırakıldı. Sistem bu şekilde 30 dakika bekletildi ve su girişi olup olmadığı takip edildi (Resim 2.32).



Resim 2.32 : Beton Öncesi Sistem İçin Maket Çalışması – 8

Resim 2.32’de beton öncesi sistemi temsil eden bantlı karton suya konulup 30 dakika bekletilip, su girişi sebebiyle bozulma varmı takip edildi. Sonra çivi ile delik açılıp, su girişi takip edildi. Resim 2.33’deki gibi noktasal su girişi meydana geldi. Bu su kaçaqlarına bantla müdahale edilince su girişi kapandı.



Resim 2.33 : Beton Öncesi Sistem İçin Maket Çalışması – 9

Daha sonra kartonun suyla temas eden kısımlarına 3 yerden delik açıldı ve sistem 30 dakika bu şekilde de bekletildi. Suyun sadece delik açılan kısımlardan damla damla içeri girdiği tespit edildi (Resim 2.32). Delikler dışardan bantla kapatıldı ve suyun içeri girişine müdahale edildi. Beton öncesi sistemlerde, konvansiyonel sistemlerden farklı olarak yalıtım, yapısal betona direk yapıştığı için herhangi bir olumsuz durumda sadece o bölümlerden suyun yapıya girdiği, bu kısımlarında tespitinin ve onarılmasının mümkün olduğu sonucu ortaya çıkarıldı (Resim 2.33).



Resim 2.34 : Beton Öncesi Sistem İçin Maket Çalışması - 10

Resim 2.34'deki kartonlar üzerindeki bozulmalar, aradaki sistem farkı, yapıya suyun girişi, suyun yapıya zarar vermesi ve olası suya müdahale hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlamaktadır.

Beton öncesi sistemlerde herhangi bir su girişi durumunda müdahale etme ve sorunu çözebilmek mümkün iken beton sonrası sistemlerde ise problemin kaynağını bulmak ve çözebilmek mümkün değildir.

3. MİMARİ YAPILARDA SU YALITIM YAKLAŞIMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Mimari yapılarda su yalıtım uygulamalarında yerli üretim veya yurtdışı menşeli malzemelerin kullanımına, ülkenin yönetmelik ve standartları dahilinde izin verilmektedir. Her ülkede ilgili yönetmelikler çerçevesinde kullanılabilecek olan malzemelerin uygunluğu kabul edilmektedir. Yaptırımların sınırlarını belirleyen yönetmelikler ihtiyaca, uygulamalardaki yetersiz kalan konulara göre tekrar güncellenebilmektedir. Ülkemizde yönetmeliğe bağlı olarak ülke standartlarının oluşturulmasında ve geliştirilmesinde Avrupa Standardizasyon Komitesi (CEN)'nin çalışmalarına paralel olarak Türk Standartları Enstitüsü (TSE) standart araştırma ve geliştirmeleri yapılmaktadır.

Mimari yapılarda su yalıtımı konusunda tasarımcı, uygulamacı ya da tüketici açısından en önemli konular; malzeme seçimi, uygulama şekilleri ve denetimdir. Bu konuların her aşamada sağlıklı ilerleyebilmesi ancak belli yasal düzenlemelere göre sağlanabilir.

Malzeme seçimine ilişkin olarak yönetmelikte çeşitli yönlendirmeler yapılırsa da tam olarak bu durum belirgin değildir. Öncelikle ürün standartları ile mimari yapılarda su yalıtımında kullanılabilecek olan malzeme çeşitliliğine sınır getirilmeye çalışılmaktadır. Çünkü mimari yapılarda su probleminin çözümüne ilişkin olarak toprakaltı ve topraküstü uygulamalarda kullanılabilecek birçok malzeme bulunmaktadır. Örneğin toprakaltı su yalıtım malzemeleri ile ilgili mevcut ürün araştırması yapıldığı zaman, kullanılabilecek oldukça fazla malzeme türünün çeşitliliği ile karşılaşmaktadır. Aynı üreticinin hem örtü tipi, hem sürme tipi malzemesi bulunmaktadır. Doğru malzeme seçiminin yapılabilmesi çoğu zaman bu konunun uzmanları yeterli düzeyde olmadığı için mümkün olmamaktadır. Malzeme seçiminin ve uygulamanın sağlıklı yapılabilmesi için yasal olarak düzenleme yapılması şarttır. Doğru malzemeyi, doğru yerde ve doğru şekilde kullanabilmek için yönetmeliğin, tasarımcıya, uygulamacıya ve tüketiciye tarafsız bir şekilde kılavuzluk etmesi gereklidir.

Ülkemizde su yalıtım malzemeleri seçimi, uygulanması ve denetimine ilişkin yasal olarak daha çok ürün standartları mevcuttur. Seçim, uygulama ve denetimine ilişkin bilgiler en detaylı şekilde Su Yalıtım Yönetmeliği dahilindedir. Yönetmeliğe bağlı olarak malzeme özelliklerinin test edilmesini Türk Standartları Enstitüsü veya yetkisi bulunan laboratuvarlar tarafından yapılmaktadır. Yapılan test içerikleri Tablo 3.1’de görüldüğü gibi sadece malzemelerin çeşitli özellikleri hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlamaktadır. Üreticileri belli bir ürün çeşitliliğinde sınırlamak, belli boyutlarda, belli teknik özelliklerde ürün üretilmesini sağlayabilmek amacıyla oluşturulan ürün standartları Tablo 3.1’de yer almaktadır. Bu standartlar daha çok ürün özelinde olup malzemenin teknik sınırlarını, üreticinin belli özelliklere uygun malzeme üretmesini sağlamaktadır. Bu piyasada yasal olarak tüketicinin ulaşabileceği malzemelerin üretim ve teknik özelliklerinin kontrolü açısından sağlıklıdır. Farklı malzemelerin birbiri ile uyumu ve su yalıtım malzemelerinin bir bütünü olan su yalıtım sistemi hakkında bir bilgi yer almamaktadır. Hangi malzemeyi hangi detayda kullanabileceğine ilişkin seçim aşamasında tüketiciye, daha sağlıklı yol gösterici yasal düzenlemelere ihtiyaç bulunmaktadır.

3.1 Türkiye’de Standart ve Yönetmelikler Bağlamında Mimari Yapılarda Su Yalıtımının Değerlendirilmesi

Ülkemizde kullanılmakta olan su yalıtım malzemeleri ile ilgili yürürlükte olan bütün standartlar ihtiyariydi. İmar kanunu dâhil olmak üzere hiçbir kanun veya yönetmelikte su yalıtımı projelerinin ve uygulamalarının yapılmasına ve denetlenmesine yönelik herhangi bir bilgi yer almamaktadır. 12 Ağustos 2001 tarih ve 24491 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Yapı Denetimi Uygulama Usul ve Esasları Yönetmeliği” kapsamında statik projeye uygunluk, zemin etüdü, beton kalitesinin ölçümü ve ısı yalıtımı ile ilgili tüm proje ve uygulama denetimleri ele alınmaktaydı. Ancak, yapının su ve suyun zararlı etkilerinden yalıtım ile korunması göz önünde bulundurulmuyordu. Dolayısıyla su yalıtımı proje ve uygulamalarının da dayanıklı ve güvenli bina temini hedeflerine ulaşılabilmesi için mutlaka yapı denetim kanununun kapsamına alınması gerekiyordu. Ülkemizde 1990 yılı ve öncesinde yürürlüğe giren standartlar ile binalarda zemin rutubetine karşı yapılacak yalıtım için yapım kuralları, zararlı kimyasal etkileri olan su, zemin ve gazların etkisinde kalacak betonlar için yapım kuralları ve binalarda yeraltı suyuna karşı yapılacak yalıtımlarda tasarım ve yapım

kuralları tanımlanıyordu. Fakat bu standartları esas alarak tasarım ve uygulama yapılmasına yönelik bir yönetmelik bulunmuyordu. Avrupa Birliği ülkelerindeki inşaat kalitesi ve bu ülkelerdeki deprem tehdidinin, Türkiye'deki kadar etkin olmaması nedeniyle su yalıtımı ile ilgili düzenlemeler, ısı yalıtımındaki kadar öncelikli olarak ele alınmıyordu [21].

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın 3 Temmuz 2017'de yayınladığı Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği ile binalarda su yalıtımı zorunlu hale gelirken (toprağa dayalı tüm bodrum katlarda, dış etkilere karşı ısı ve su yalıtımı yapılması zorunludur. Madde 51-6). Uygulamanın esaslarını belirleyecek olan ve 01.06.2018 tarihi itibarıyla yürürlüğe girecek olan Su Yalıtım Yönetmeliği de 27 Ekim 2017 tarihinde Resmi Gazete' de yayımlanmıştır.

Deprem tehlikesi altında bulunan Türkiye'de, yapı ömrü ve dayanıklılığı açısından büyük öneme sahip su yalıtımı konusunda önemli sayılabilecek bir adım atılarak Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından, mevzuattaki eksikleri gidermek üzere hazırlanan 'Binalarda Su Yalıtımı Yönetmeliği' ile ilgili Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Müsteşarı Sayın Prof. Dr. M. Öztürk yönetmeliğin çıkarılmasının temel hedefini; "Binaların, özellikle zeminlerde ciddi şekilde neme maruz kalması ve korozyona uğramasının önüne geçmektir. Depremlerde binaların yıkılmasının en büyük nedenlerinden birinin, zemindeki kolonların, kirişlerin ciddi şekilde korozyona uğraması ve böylece binaların taşıma yükünün azalması olduğu anlaşıldı. Bunun için de yeni yapılacak binalarda özellikle su yalıtım projeleri, su yalıtımı malzemeleri ve su yalıtımının uygulanmasıyla ilgili bir yol haritası ortaya koyduk." şeklinde ifade etmiştir. Bu konudan halkın bilinçlendirilebilmesi için de; "Vatandaş, yalıtımsız binaların ömrü 30 yıldır ama yalıtım yapılırsa binalarınızın ömrü 80-100'a çıkar' dememiz, bundan dolayı su yalıtımı uygulamasının gerekliliğini anlatmamız lazım. Doğru proje, doğru malzeme, doğru uygulama ve bunların doğru bir şekilde uygulanmasıyla binalarımız, şehirlerimiz daha kaliteli hale gelir. Ülkemizdeki 18 milyon konutun da yıkılıp yeniden yapılması çok doğru ve anlamlı değil. Su yalıtımıyla binaların yıkılmasını el birliğiyle önleyebiliriz." şeklinde açıklamıştır [25].

Yönetmelikte binalarda yapı elemanlarının çeşitli yollarla suya veya neme maruz kalması sonucu oluşan korozyon ve dayanım kayıpları gibi etkenler ile sürdürülebilirlik ve kullanım yönünden risk oluşturan durumlara karşı, tasarım ve yapım bakımından alınacak önlemler ve uyulacak kurallara ilişkin usul ve esasların

düzenlenmesi amaçlanmaktadır [26]. Yönetmelikte mimari yapıları etkileyebilecek toprakaltı-üstü su sorunun çözümüne ilişkin bilgiler yer almaktadır.

Bu çalışma bağlamında Su Yalıtım Yönetmeliğinde özellikle toprakaltı su etkilerine karşı korunum konusu ele alınarak, yönetmeliğin bu konuyu nasıl ele aldığı değerlendirilecektir. Buna göre yönetmelik üzerinden belirtilen başlıklara göre;

Proje ile ilgili; binaya ait taşıyıcı bölümlerin su yalıtım detaylarının artık projede gösterilmesi, su yalıtım detayları, drenaj sistemleri ve kullanılacak malzemelerin ilgili standartları da belirtilerek, mimari ve tesisat projelerinde gösterilmesi, temel altı, iksa yüzeyleri, dilatasyon gibi taşıyıcı unsurlarla ilişkili su yalıtım detaylarının ayrıca statik projede de belirtilmesi gerekmektedir.

Uygulama ve Tasarım ile ilgili; yeni binalarda yapılacak su yalıtımı, yapı elemanlarının suya maruz kaldıkları taraftan (pozitif) uygulanması, su yalıtımı uygulama öncesi yüzey hazırlığı ile ilgili kurallara uyulması gerekmektedir.

Tasarım ve Malzeme Seçimi ile ilgili; Yönetmelik, bina geneli için tanımlanmış hükümleri ayrıca temel, döşeme ve perde duvarlarda yapılacak su yalıtımı uygulamaları ile birlikte, gerek tasarım ve malzeme seçimi, gerekse de uygulamaya dair özel şartlar getirilmesi, proje detaylarında yer alan ve kullanılması öngörülen su yalıtım malzemelerinin, ilgili ulusal uygulama kuralları standartlarında, teknik şartnamelerde ve bu yönetmelikte tanımlanmış olan asgari performans karakteristiklerini sağlaması, malzemelerin performans özelliklerinin sağlandığı kalınlık ve/veya sarfiyat bilgilerinin proje detaylarında gösterilmesi zorunlu hale getirilmesi gerekmektedir.

Tüm binalarda subasman seviyesine kadar yalıtım şartı; Temel ve perde duvarlarda yapılacak su yalıtımı uygulamalarının, bodrumlu veya bodrumsuz tüm binalarda, en az subasman seviyesine kadar yalıtımın sürekliliği sağlanacak şekilde devam etmesi gerekmektedir.

Yüksek binalarda basınçlı su etkisine karşı yalıtım zorunluluğu; Yapı yüksekliği 51,50 metreyi aşan veya kapalı kullanma alanı 10 bin m²'den fazla olan bodrumlu binalarda, zemin durumuna bakılmaksızın basınçlı su varmış gibi kabul edilerek temel yalıtımlarının yapılması, bina temel ve perdelerinin yeraltı su seviyesinin altında olması halinde basınçlı su esaslarına göre yalıtılması gerekmektedir.

Temeli yeraltı su seviyesinin altında olan binalarda yalıtım zorunlu hale getirilmesi; Temel ve/veya perdeleri yeraltı su seviyesinin altında bulunan binalarda, zeminin geçirgenliğine bakılmaksızın dıştan etki eden basınçlı su etkisine karşı yalıtım önlemleri alınmasının zorunlu hale getirilmesi gerekmektedir.

Bitişik nizam yapılarda iksa sistemi ile yalıtımın yapılacağı yüzeylerin ayrılması gerekmektedir.

Su yalıtım uygulama kuralları ile malzemelerin asgari kriterleri tanımlanması; Proje detaylarında yer alan ve kullanılması öngörülen su yalıtım malzemelerinin ilgili ulusal uygulama kuralları standartlarında, teknik şartnamelerde ve bu yönetmelikte tanımlanmış olan asgari performans karakteristiklerini sağlaması ve uygulama detaylarının yanı sıra, malzemelerin taşınması gereken asgari kriterlerde tanımlanması şeklinde karşımıza çıkmaktadır [27].

27 Ekim 2017’de yayınlanan ve 1 Haziran 2018’den itibaren de yürürlüğe girmesi planlanan Binalarda Su Yalıtım Yönetmeliğinin amacı; yönetmeliğin 1. Maddesinde ifade edildiği gibi; *"Binalarda yapı elemanlarının muhtelif yollarla suya veya neme maruz kalması sonucu oluşan korozyon, dayanıklılık ve dayanım kayıpları gibi etkenlerle sürdürülebilirlik, sağlık ve kullanım yönünden risk oluşturan durumlara karşı, tasarım ve yapım bakımından alınacak önlemler ve uyulacak kurallara ilişkin usul ve esasların düzenlenmesidir.* [20] şeklinde tanımlanmıştır. Yönetmelik yapıyı etkileyebilecek tüm su etkilerine karşı korunum amaçlı içeriğe sahiptir. Ancak bu çalışma kapsamında yapıyı etkileyebilecek toprakaltı su etkilerine karşı korunum amaçlı maddeler değerlendirilmiştir. Binalarda Su Yalıtım Yönetmeliğini,

- Yetki ve Sorumluluklar
- Projelendirme Esasları,
- Yüzey Hazırlığı,
- Malzeme Hazırlığı,
- Tasarım Kuralları,
- Yalıtım Öncesi Hazırlık,
- Yalıtım Yöntemleri ve Malzeme Seçimi,
- Uygulama Kuralları olmak üzere belli başlıklar altında toplamak mümkündür.

Yönetmelik su yalıtımına dikkat çekilmesi, farkındalık oluşturmaları ve gerekliliği konusunda çok önemli bir adımdır. İçerikte daha kapsamlı ele alınması gereken birçok

konu olmasına rağmen deneyimlere bağı olarak yeniden düzenlenebilecek, geliştirilebilecektir. Yönetmelikte yer alan maddeler üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Buna göre;

Yönetmelikte İkinci Bölüm Madde 5-1'de; *"Binanın inşa edildiği zeminin özellikleri, iklim ve ortam koşulları, yapının türü, kullanım amacı, yeraltı su seviyesi ve benzeri parametreler dikkate alınarak; yapı elemanlarına suyun muhtelif yollarla nüfuz etmesini engellemek amacıyla gerçekleştirilecek olan su yalıtımı tasarım ve uygulamalarında bu Yönetmelikte öngörülen esaslar geçerlidir."* şeklinde su yalıtımı tasarımı ve uygulamaları için dikkate alınması gereken parametrelerden bahsedilmektedir. Su yalıtımının ön görüşünde çevre, zemin ve yapı bilgisi koşullarına dikkat edilerek tasarım yapılması konusu doğru yerde doğru malzeme kullanımı olarak gereklidir. Ancak, tasarımcı ve uygulamacıyı doğru yönlendirebilmek için bu parametrelerden daha detaylı olarak bahsedilmesi gerekmektedir. Ortaya çıkan bu veriler doğrultusunda su yalıtımı raporu gibi bir belge düzenlenmesi istenebilir.

Yönetmelikte Madde 5-2'de; *"Bu Yönetmelikte tanımlanmamış olan ve açıklık gereken hususlar hakkında, Türk Standartları, bu standartların olmaması hâlinde ise, Avrupa Standartları esas alınır. Türk veya Avrupa Standartlarında düzenlenmeyen hususlarda, uluslararası geçerliliği kabul edilen dokümanlar da kullanılabilir."* şeklinde yararlanılacak dokümanlar hakkında bilgi verilmektedir.

Yönetmelikte Madde 5-3'de; *"Bu Yönetmelik hükümlerinin uygulanmasından ilgisine göre yapı ruhsatı vermeye yetkili idareler, yatırımcı kuruluşlar, yapı sahipleri, tasarım ve uygulamada görevli mimar ve mühendisler ile uygulayıcı yükleniciler ve imalatçılar, yapı yapılmasında ve kullanımında görev alan denetim elemanları, yapı değerlendirme ve işletme yetkilileri görevli, yetkili ve sorumludur."* şeklinde yer alan hükümlerin uygulanması esnasındaki denetimin kimler tarafından yapılması gerektiğinden bahsedilmekte, ancak denetim mekanizmasının ne şekilde işleyeceği ve yaptırım konusunda herhangi bir detaya girilmemektedir. Bu durum yaptırımı olmayan bir denetimin, malzeme veya uygulama hususunda yeterli düzeyde kontrol edilememesine sebep olacaktır. Yapı denetim firmaları mevzuatı çağdaş örneklerinde olduğu gibi bir tür özerk yapıya kavuşmalı; hizmet alan ve hizmet veren arasındaki ilişki tarafsız hale getirilmelidir. Üniversiteler ile birlikte yapılacak çalışmalarda, sektörün gelecekteki karar vericileri ve çalışanları olacak teknik personel aday öğrencilerin güncel bilgilerle donatılması sağlanmalı ve teşvik edilmelidir. Yasal

olarak ilgili birimler, su yalıtımı konusunda zaman içinde değişmeyecek bir kararlılık ve yasa sürecini oluşturmalıdır.

Madde 6-1'de; *"Bina bölümlerinde uygulanacak su yalıtım detayları, drenaj sistemleri ve kullanılacak malzemeler, ilgili standartları da belirtilerek, ilgisine göre mimari ve tesisat projelerinde gösterilir. Temel altı, iksa yüzeyleri, dilatasyon gibi taşıyıcı unsurlarla ilişkili su yalıtım detayları ayrıca statik projede de belirtilir."* ifadesi ile su yalıtım detaylarının, kullanılacak malzemelerin, ilgili standartların projelerde yer alarak, bu doğrultuda malzeme seçiminde uygulayıcının kararına bırakılmaması doğru bir yaklaşımdır. Çünkü yapım esnasındaki uygulamayı kontrol mekanizmasının malzeme ve sistem konusundaki yaptırım ve bilgisi, su yalıtımının hassasiyeti konusunda yeterli düzeyde olmayabilir.

Madde 6-2'nin 'b' bendinde yer alan; *"Su yalıtımı uygulanacak binada zemin özellikleri sebebiyle oluşabilecek zemin oturmalarına bağlı temel öteleme ve dönmeleri ile bina blokları veya mevcut eski binalarla yeni yapılacak binalar arasında bırakılacak derz boşlukları dikkate alınır."* şeklindeki ifadesi ile yapının çevresindeki mevcut yapılarla durumu, zemin yapısına bağlı olarak yeni yapılacak binadaki oturmalar vb zemin hareketleri hususu ele alınmaktadır. Mevcut bina ile yeni bina arasında oluşturulması gereken boşluklara dikkat çekilmektedir.

Madde 6-2'nin 'c' bendinde yer alan; *"Yeni binalarda su yalıtımı, yapı elemanlarının suya maruz kaldıkları taraftan uygulanması prensibine göre yapılır"* prensibinin uygulanabilmesi için hafriyat alanının bu imalata müsait olması gerekmektedir. Çift yüz kalıp yapılmasına imkân veren durumlarda bu prensibin gerçekleştirilmesi mümkün iken, bitişik nizam veya iksa önlemleri hafriyat alanlarının bir kısmında bu imalat ya çanak sistemi kurularak yani çift perde çift temel metodu ile ya da yönetmelikte konu edilmemiş olan beton öncesi yüzeysel su yalıtım malzemesi ile mümkün olabilmektedir.

Madde 6-3'de; *"Proje detaylarında yer alan ve kullanılması öngörülen su yalıtım malzemelerinin; ilgili ulusal uygulama kuralları standartlarında, teknik şartnamelerde ve bu Yönetmelikte tanımlanmış olan asgari performans karakteristiklerini sağlaması gerekir. Bu performans özelliklerinin sağlandığı kalınlık ve/veya sarfiyat bilgilerinin proje detaylarında gösterilmesi zorunludur."* ifadesi ile bahsedilen asgari performans karakteristiğinin uygun olduğu bilgisi, hali hazırda bütün

su yalıtım firmalarının belgelerinde mevcuttur. Proje detaylarında yer alan malzemelerin, detay çözümündeki uygulama şekli ve uygulama yerine göre değişen kalınlık, sarfiyat vb değişken parametrelerin detay içeriğinde yer verilmesi, yalıtım malzemesinin kendi belgelerinin dışında bir performans analizi gerektirmektedir. Yerine göre tüm verilerin oluşturulduğu bir tablo, bu tabloya göre en uygun malzeme ile bu malzemenin uygulama şeklinin kabul edildiği bir su yalıtım raporu ve projesinin onaylanması gerekliliği bu konuya sağlıklı bir sonuç ancak getirebilir. (Tablo 3.3 örnek tasarım akış şeması)

Madde 6-4'de; *"Su yalıtım malzeme türleri belirlenirken; uygulama standartları ve üretici talimatları da dikkate alınarak, birbirlerinin performans özelliklerini olumsuz etkilemeyecek malzemelerin kullanımı esastır."* ifadesinde belirtilen farklı malzeme türlerinin bir arada kullanılması konusunun kısıtlandırılması gerekmektedir. Veya daha detaylı bilgi verilmesi gerekmektedir. Üretici firmaların beyanatlarına göre yapılacak bir uygulama sonucunda hiçbir firma sorumluluk almamaktadır. Oluşabilecek bir sorunda firmaların beyanatları yeterli olamayacaktır. Farklı malzemelerin bir arada kullanılması gereken durumlarda laboratuvar desteği alınarak uyumlu malzemelerin değerlendirilmesi gerekmektedir. Uygunluk testi adı altında oluşturulması gerekli düzeneklerle kullanılacak malzemelerin birbiri ile uyumu test edilmelidir.

Madde 7'ye göre yalıtım öncesi yüzey hazırlığı ve tamir işleri tanımlanmaktadır.

Madde 8'e göre malzeme hazırlığına ilişkin bilgi vermektedir. İmalatçının kullanım talimatlarına göre kullanımı ve farklı malzemelerin bir arada değerlendirilmesinin kabulüne ilişkin açıklamalar yer almaktadır.

Madde 9-1'de; *"Toprakla temas eden yüzeylerin (temeller, perde duvarlar, döşemeler ve benzeri) su yalıtımı tasarımı; binanın kullanım amacı ve yapısal özellikleri, temel tipi ve derinliği ile birlikte zemin ve temel etüt raporunda belirtilen zemin özellikleri (geçirgenlik, yeraltı su seviyesi, zeminin/suyun kimyasal özellikleri ve benzeri) ve mevsimsel olarak en yüksek yeraltı su seviyesi dikkate alınarak yapılır."* ifadesi ile tasarım kuralları hakkında detay verilmektedir. Su yalıtımı tasarımı yapılırken birçok parametrenin bir arada değerlendirilmesi gerekir. Bu değerlendirilmenin yapılması çok doğru bir yaklaşımdır. Ancak, bu parametrelere daha detaylı yer verilmesi gerekmektedir.

Madde 9-2'de; *"Yeraltı su seviyesinin üzerinde bulunan temel ve perdeler için su yalıtımı"* ifadesinin a, b, c bentlerinde belirtilen yeraltı su seviyesi, yapının oturacağı zeminin geçirgenliği ile ilgilidir. Su seviyesine bağlı olarak en önemli konu malzeme seçimidir. Su yalıtım malzemelerinin basınçlı - basınçsız suya karşı korunumları farklıdır. Bu nedenle zemin yapısı göz önünde bulundurarak malzeme seçimi yapılmalıdır.

Madde 9-3'de; *"Temel ve/veya perdeleri yeraltı su seviyesinin altında bulunan binalarda, zeminin geçirgenliğine bakılmaksızın dıştan etki eden basınçlı su etkisine karşı yalıtım önlemleri alınır."* ifadesi ile yeraltı su seviyesinin altında teşkil edilecek temeller için basınçlı su etkisi kabul edilerek, bu etki altında kullanılması gereken su yalıtım sistemi ve malzemelerin değerlendirilmesi gerekliliği anlatılmaktadır.

Madde 9-4'de; *"Yapı yüksekliği 51,50 metreyi aşan veya kapalı kullanma alanı 10.000 m²'den fazla olan bodrumlu binalarda, her koşulda basınçlı su etkisine karşı su yalıtımı yapılır."* ifadesi ile yönetmelik kapsamında olumlu atılan adımlardan biri olarak, yapının fiziki büyüklüğüne göre basınçlı su etkisinin zemin etüdüne bakılmaksızın kabul edilmesi şartı konulmaktadır. Yönetmelikte, bahse konu kabulün doğruluğu yanında, basınçlı su etkisi karşısında yapılması gereken yöntemlerden sadece yüzeysel su yalıtımı kullanılması durumunda örtü (serilebilir) tipin uygunluğu ifade edilmektedir.

Madde 10-2'de; *"Temel çukuru açıldığında yeraltı suyu ile karşılaşıldığı durumlarda, yeraltı suları uygun yollarla tahliye edilerek temel taban seviyesinin altına düşürülür. Bu işlemten önce, yeraltı suyunun düşürülmesi sebebiyle civar yapıların etkilenme durumu etüd edilerek gerekli önlemler alınır."* ifadesinde yeraltı su seviyesinin düşürülmesinin önemi ve bu imalat esnasında çevre mevcut yapıların etkilenmesi durumundan bahsedilmekte olması çok doğru bir tespit olmakla beraber, bu durumun hassasiyetinin çok yüzeysel değerlendirildiği görülmektedir.

Madde 10-3'de; *"Temel çukurları, toprak kayması önlenerek şekilde şevli açılır. Bitişik nizam yapılaşma dolayısıyla şevli temel çukuru açılmasının mümkün olmadığı durumlarda, su yalıtım malzemesinin uygulanacağı betonarme çanak iksa sisteminden ayrı inşa edilerek, su yalıtımı malzemesi tekniğine uygun olarak bu çanağın iç yüzeylerine uygulanır."* ifadesi ile iksalı veya bitişik nizam yapılarda çanak sisteminden bahsedilmesi çok olumlu olmakla beraber, bu gibi durumlarda piyasada

hali hazırda sıklıkla kullanılan beton öncesi örtü sistemlerden ve yapısal su yalıtımından bahsedilmemiştir.

Madde 11-1'de; *"Toprakla temas eden temel, döşeme ve perde duvarlarda su yalıtımı; Örtü veya sürme esaslı yalıtım malzemeleri ile yüzeysel yalıtım sistemi oluşturularak, ve/veya Yapısal yalıtım sağlanarak, yapılabilir."* ifadesi ile yüzeysel ve yapısal yalıtım olmak üzere iki çeşit su yalıtım sistemi oluşturulabileceğinden bahsedilmektedir.

Madde 11-2'de; *"Yapısal yalıtım uygulamalarında, su buharı geçişinin istenmediği durumlarda su buharı kesici bir katman oluşturularak ilave yalıtım önlemleri alınmalıdır."* şeklindeki açıklama ile yapısal su yalıtımının su buharı veya yeraltı gazları geçişine engel olma özelliğinin olmadığı, bu gibi durumlarda ek önlem alınması gerekliliği anlatılmaktadır.

Madde 11-3'de; *"Basınçlı su etkisine maruz yatay yüzeylerde, yüzeysel yalıtım sisteminin örtü tipi malzemeler ile oluşturulması esastır."* belirtilen yatay yüzey yapısal temel olarak düşünülürse; kullanılacak su yalıtım malzemesinin yüzeysel yapılması durumunda sürme su yalıtımı olamayacağı anlatılmaktadır. Basınçlı su etkisi altında olabilecek yapılarda, su yalıtım malzemesi veya sisteminin seçim parametrelerine dikkat çekmektedir. Ancak, tüm yönetmelik kapsamında, basınçlı su durumunda alınması gereken önlemler adına sadece bu ifadeye yer verilmektedir.

Madde 11-4'de; *"Birden fazla yalıtım malzemesi veya yöntemi, ancak birbirleri ile uyumlu olması hâlinde birlikte kullanılabilir."* ifadesi ile belirtilen; Farklı malzemelerin veya sistemin birbiri ile uyumu ancak laboratuvar ortamı ile kabul edilmelidir. Bu uyum için üretici beyanının yeterli olması düşünülmemelidir.

Madde 11-5'de; *"Örtü tipi ve sürme esaslı yalıtım malzemeleri, yapı elemanının suyla temas eden dış yüzeyine veya malzemeyi hidrostatik basınca karşı koruyabilecek bir katmanla korunmaları koşuluyla, ara katman olarak uygulanabilir."* belirtilen yüzeysel yalıtım malzemelerine koruma katmanı yapma zorunluluğu, su yalıtım sisteminin sorunsuz olması için şarttır. Beton öncesi sistemlerde ise bu tip bir zorunluluk yoktur. Ancak beton öncesi sistemler ile ilgili yönetmelikte ayrıca bir anlatım söz konusu değildir.

Madde 11-6'da yapısal su yalıtımının olması gerekli özellikleri anlatılmakta olup, beton içeriğinin, dökümünün ve bakımının önemi, kullanılacak olan yapısal su yalıtımının betona ilave edilmesi ile ilgili standart ile sızdırmazlık tamamlayıcı

malzemelerin kullanımı hususuna değinilmesi, çok olumlu olmakla beraber, yapısal su yalıtımını sistemini piyasa şartlarında su yalıtım sistemi değil de sadece su yalıtımına ek bir sistem olarak gören kullanıcı sayısı oldukça fazla sayıdadır. Anlatım olarak bazı noktalara değinilmiş olsa dahi, firmaların uygulama anlatımlarında bahse konu yapısal su yalıtımının detayı ile piyasada yapılan imalatın çok ciddi farklılıklar gösterdiği görülmektedir. Beton özelliğinin, dökümünün, yerleşmesinin ve bakımının çoğu zaman kişilerin inisiyatifine bırakıldığı bu imalatın içine bir de su yalıtımı gibi hayati önem taşıyan bir detayın eklenmesi için tasarım, malzeme ve imalat anlamında çok ciddi yaptırımlar gerekmektedir.

Madde 11-7'de; *"Temel ve perde duvarlarda kullanılacak su yalıtım malzemeleri; maruz kalacakları hidrostatik basınçta su geçirimsizlik özelliğini muhafaza edebilmelidir, zemin bünyesinde veya yeraltı sularında bulunan kimyasallara ve gazlara karşı dayanıklı olmalıdır, binada oluşabilecek oturma, yer değiştirme ve benzeri kaynaklı etkileri karşılayabilecek mekanik özelliklere ve/veya çatlak köprüleme kabiliyetine sahip olmalıdır, sürme esaslı malzemeler, imalatçının beyan ettiği kür süresini tamamladıktan sonra su ile sürekli temas hâlinde çözünmemelidir."* açıklamaları ile kullanılacak malzemelerin fiziksel özellikleri hakkında yüzeysel bilgilendirme yapılmaktadır. Bu özellikler TSE'nin mevcut test metotları dahilinde ölçülendirilmeleri yapılabilen ve asgari şartları belirli olan özelliklerdir.

Madde 12'de ise malzemelerin uygulama kurallarından basitçe bahsedilmekte olup, yapılan imalatın korunması ve drenaj sistemi dahil bilgilendirme yapılmaktadır.

Binalarda Su Yalıtımı Yönetmeliğinin ikinci Bölüm 5. Maddesinin 2. Bendinde belirtildiği üzere, yönetmelikte açıklanmış olan veya olmayan hususların açıklanmasında TSE, TSE'de yok ise Avrupa Standardizasyon Komitesi (CEN), orada da olmaması durumunda uluslararası geçerliliği olan standartlar esas alınır. Bu kapsamda yönetmelik ve Türk Standartları Enstitüsü birbirini tamamlar nitelikte olmalı şeklinde belirtilmiştir.

Madde 11-6'da belirtilen yapısal su yalıtım malzemeleri, betona ilave edilen katkı malzemeleri ve ek parçalarıdır. Burada önemli olan beton katkı malzemeleridir. Bu malzemenin beton özelliğini bozmaması için laboratuvar ortamında deney koşullarında onaylanması gerekmektedir. Betonun taşıyıcılık özelliğini bozan bir malzemenin su yalıtımı sağlamasının bir anlamı bulunmamaktadır. TSE standartları

çerçevesinde tüm beton özellikleri sağlandığı şartlarda bile betonun dökümü, yerine yerleşmesi ve döküm sonrası bakımındaki hassasiyet çok önemlidir. Oluşabilecek çatlaklar su yalıtımının sağlanmasında ciddi ve önüne geçilemez sorunlar oluşturabilmektedir. Ayrıca burada dikkat edilmesi gereken en önemli konulardan biri de maddenin 'c' bendinde yer alan su yalıtım malzemesinin ilave edilme işlemidir. Yapısal su yalıtımı çerçevesinde hali hazırda inşaat piyasasında kullanılmakta olan çeşitli malzemeler bulunmaktadır. Kullanılacak su yalıtım malzemesinin şantiye ortamında mikserle ilave edilmesinin yaratabileceği sorunlar düşünülecek olursa, bu imalatın beton santralinde yapılıp da beton reçetesinin katkı dahil oluşturulması kontrolü açısından çok daha doğrudur. Maddede geçen karıştırma işlemi esnasında ilave edilmesi, şantiye şartlarını da kapsamaktadır. Aynı halle, piyasa malzemelerinden yapısal su yalıtım malzemesi olarak kabul gören, temel betonu dökülmeden serpilmiş toz sonrası beton dökülmesi ve toz malzemenin betona nüfus etmesi şekliyle kullanılan malzeme örneği de mevcut olup, bu malzemenin betonun özelliğine ne kadar etki ettiği kendi belgeleri dışında belli değildir. Yapısal su yalıtım malzemelerinin sürme yalıtım malzemeleri gibi farklı malzemelerle de kullanımı daha yaygındır. Bu nedenle, yönetmelikte bu konuda daha açıklayıcı bilgilerin olmasını gerektirmektedir.

Madde 11-7'de belirtilen malzeme özellikleri TS EN 13967 standardında bahsedilen özellikler olup, Tablo 3.1'de tam açıklamalı olarak gösterilmektedir.

Su yalıtım yönetmeliği kapsamında su yalıtım malzemelerinin yüzeysel ve yapısal olarak ayırımı yapılmaktadır. Bu özellikteki malzemelerin sistemi ve malzeme seçimi hususlarına yönetmelikte değinilmiştir. Ancak, hali hazırda inşaat piyasasına kullanılmakta olan beton öncesi sistemlerine, yönetmelikte sadece örtü malzemeleri olarak gruplandırma yapılmıştır. Su yalıtım malzemelerinin beton öncesi ve beton sonrası olmak üzere iki kısma ayrılması gerekmektedir. Bu şekilde beton öncesi malzemelerin de negatif ve pozitif yönlerinin karşılaştırılması mümkün olacaktır. Beton öncesi sistemlerde, su yalıtım malzemesinin betona yapışması ve su yürütmemesi özelliklerinin tartışılabilmesi için, bu özellikleri belirleyici yerel standartlarının da oluşturulması gerekmektedir.

Yönetmelik kapsamında, basınçlı veya basınçsız su etkilerine karşı su yalıtım sisteminin tasarım adımlarını oluştururken, zemin verilerinin değerlendirilerek bu veriler doğrultusunda zemin oturması vs dikkat edilmesi, yalıtım alanı çevresinde

mevcut bina var ise bu binaların verilerinin dikkate alınması, su yalıtımının suyun geldiği yön olan pozitif yön prensibine göre yapılması, projesine göre kullanılması düşünülen malzeme asgari performans karakteristiklerinin belirtilmesi, birbirini performans özellikleri bakımından etkilemeyecek malzemelerin bir arada kullanılması detaylı olarak verilmesi de dikkate alınması gerekliliği anlaşılmaktadır.

Su Yalıtım Yönetmeliği dışında mimari yapılarda su yalıtımına ilişkin olarak kullanabileceğimiz TSE standartlarına göre Tablo 3.1'de belirtilen testler, malzeme için üretici firma tarafından yapılması gereken test yöntemlerini tanımlamaktadır; malzemenin çekme, kopma, su geçirimsizlik, görsel kusur, çatlak köprüleme özelliği gibi. Bu testlere göre PVC veya bitümlü veya benzer su yalıtımı için kullanılan esnek levhaların özelliklerinin standarda uygun olarak belirlenmesi ve üretilmesi önemlidir. Ancak, bu malzemelerin kullanıldığı yatay veya düşeydeki yapısal beton, tuğla, şap, sıva vb. malzemeler ya da elemanlar ile birlikte çalışması hakkında TSE içeriğinde herhangi bir test yer almamaktadır.

Aynı şekilde sürme yalıtım grubuna bakıldığında, üreticinin bilgi föyü esas olmak kaydıyla malzeme için yapılabilecek standart testleri, malzemenin yapışma ve eğilme dayanımı (EN 196-1), elastisite modülü (EN 13412), içine su işlemesi (DIN 1048), kapiler su emmesi (TS EN 12808-5), çekme mukavemeti (ASTM C 190-85) gibi ölçümlerle sadece malzemenin içeriği hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlamaktadır. [21].

Tablo 3.1 : Su Yalıtımı Malzemelerine Yapılan TSE Test Yöntemleri.

TEST	METOD
Görsel kusurlar	TS EN 1850-1
Uzunluk	TS EN 1848-2
Genişlik	TS EN 1848-2
Doğrultudan sapma	TS EN 1848-2
Kalınlık	TS EN 1849-2
Su geçirimsizlik	TS EN 1928 (metod A 10kPa)
	TS EN 1928 (metod B 60kPa)
Su geçirimsizlik (500 kpa 1000 devir)	TS EN 14694
Yangına tepki	TS EN 13501-1
Ek yeri dayanımı	TS EN 12317-1
Su buharı geçirgenliği	TS EN 1931
Çekme direnci (boy)	TS EN 12311-2
Kopma uzaması (boy)	TS EN 12311-2
Su emme	TS EN 14223
Çekme direnci (en)	TS EN 12311-1
Kopma uzaması (en)	TS EN 12311-1
Darbeye karşı direnç	TS EN 12691 (metod A)
Statik yüklere karşı direnç	TS EN 12730 (metod A)
Yırtılmaya karşı direnç (boy)	TS EN 12310-1
Düşük sıcaklıkta esneklik	TS EN 1109 (Üst yüzey)
	TS EN 1109 (Alt yüzey)
Sıcaklık dayanım direnci (küçük 2 mm)	TS EN 1110
Yapay yaşlandırma davranışı	TS EN 1296/TS EN 1928 (Metod B 60 kPa)
Kimyasallara dayanım	TS EN 1847/TS EN 1928 (Metod B 60 kPa)
Tehlikeli maddeler	
Boyutsal kararlılık	TS EN 1107-1
Bağ dayanımı	TS EN 13596
Kesme dayanımı	TS EN 13653
Isı uygulanarak şartlanma yoluyla uyumluluk	TS EN 14691
Çatlak örtme özelliği	TS EN 14224
Yapışma mukavemeti	TS EN 12316-1

Kullanılan standartlardan örnek olarak verebileceğimiz TS EN 1928 test yönteminde; su geçirmezlik tayini testi yapılmaktadır. Standartın içeriğinde yer alan; *‘Bu standart, esnek levhaların su sızdırmazlığı özelliklerinin, kullanımdan önce veya imalât esnasında belirlenmesinde kullanılır. Bu standart, sadece mamullerle ilgili olup, işyerlerinde döşemesi yapılan ve bu tür mamullerden oluşan su sızdırmayan membran sistemleriyle ilgili değildir.’* ifadesiyle, yapılan işlemin sadece yalıtım malzemesine test yapıldığını, döşendiği yerle beraber değerlendirilmediği belirtilmektedir [14].

Beton öncesi sistemler denilen bina kabuğuna yapışık, bina ile beraber hareket eden malzemelerde de bu testlerin yapılması, sadece malzeme özellikleri hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlar. Oysa konuya su yalıtım sistemi olarak bakılıp, ASTM testlerinde (ABD Standartları) yer alan yatayda su yürütme, betona yapışma gibi malzeme ile kullanıldığı yüzeyi sistem olarak test eden deney metotlarının kullanılması uygulamaların sağlıklı olması açısından kullanıcıları daha doğru sonuçlara götürecektir.

Tablo 3.2 : Su Yalıtım Malzemelerine Yapılan ASTM Test Yöntemleri.

Deney adı	İlgili Standart
Betondan Sıyırılma	ASTM D 903
Yatayda Su Yürütme ve 3,2 mm'e göre çatlak köprüleme	ASTM D 5385 modifiye 1
Hidrostatik direnç	ASTM D 5385 modifiye 5
Gerilme direnci (çekme)	ASTM D 882
Ek yerlerinde sıyırılma dayanımı	ASTM D 1876 T

3.2 Mimari Yapılarda Su Yalıtımında Uluslararası Yaklaşımlar

Uluslararası düzeyde su yalıtım standartları ve kabulleri incelendiği zaman ise, ülkenin verilerine göre kabullerin farklılık gösterdiği görülmektedir. Birçok ülkenin kendine ait standartları bulunmaktadır. Ancak, yapılan araştırmalarda gelişmiş ülkelerin standartlarının çok daha kapsamlı olarak düzenlendiği görülmektedir. Genel olarak coğrafi etkenler, yapıların oluşum tarihleri, ülkenin fiziksel ya da sektörel gelişimleri yapısal su yalıtımını da belirlemektedir. Gelişmiş ülkelerde su yalıtımı ile ilgili uygulamalar inşaatın bir parçası olarak ele alınmaktadır. İnşaatlarla ilgili standartlar ve bu standartlara uygulanması konusundaki kararlılık ve yaptırımlar su yalıtımını bir sorun olmaktan çıkarmıştır.

Mimari yapılarda su yalıtımı, ilgili ülkenin yapım yöntemlerine bağlı olarak değişim göstermektedir. Bitüm türevi petrol türevi malzemeler halen daha dünyanın en hacimli kullanılan ürünleridir (Resim 3.1). Hangi kıta ya da ülke olursa olsun bu tür malzemeler geleneksel olarak pazarın büyük bir bölümüne hâkimdir. Sıcak katran, taşıyıcılı bitümlü membran hem temin edilmesi daha kolay hem de başlangıç maliyeti anlamında daha uygun ürünler olduğu için daha çok alıcı bulmaktadır. Özellikle herhangi bir su yalıtım yönetmeliği olmayan ülkelerde bu ürünler önemini korumaktadır (Resim 3.1).



Resim 3.1 : Bitümlü Membran Uygulaması İçin Örnek (Burak Taylan Arşiv)

Genel olarak mimari ve mühendislik yapılarında yapım yöntemleri ülkeye göre değişiklik göstermektedir;

Örneğin ABD’de derin temelli yapılar genel olarak California, Boston gibi eyaletlerde bulunmaktadır. Bunun dışındaki eyaletlerde ise daha sığ yada bodrumsuz zemin kotundan yükseltilmiş şekilde betonarme yerine çelik konstrüksiyon kullanıldığı için genel olarak su buharı yalıtımı, su yalıtımından daha ön plana çıkmaktadır. Yapıyı kapıların yükselen buharı/neme karşı korumak sızdırmaz hale getirmek daha ön plana çıkmakla birlikte, cephe ve çatı yalıtımı da aynı öneme sahiptir. Hava ve buhar sızdırmazlığı enerji verimliliğinden daha öncelikli bir konudur. Bu nedenle 'perm' denilen ölçü birimi kullanılarak yapıların buhar geçirim yada geçirimsizlik nitelikleri değerlendirilmektedir. Mühendislik yapılarında. Building Envelope Protection (yapı kabuğunu koruma) yaklaşımı ön plandadır (Resim 3.2).



Resim 3.2 : Çatı ve Cephe Yalıtımı (Burak Taylan Arşiv).

Almanya'da ise beton/grout teknolojileri daha gelişmiş ve ön planda olduğu için herhangi bir dış bariyer yapmaksızın 'white tank' diye tabir edilen beton geçirimsizliği üzerine yoğunlaşarak betondaki zayıf noktaların tasarım ve uygulama ile giderilmekte, bir sonraki aşamada enjeksiyon (grout yada poliüretan) ile sistem sızdırılmaz hale getirilmektedir. Bu nokta da betonda ki çatlak tasarımı, donatı tasarımı ve 'join tprotection' olarak adlandırılan derz yalıtımı daha ön plana çıkmaktadır (Resim 3.3).



Resim 3.3 : Beton Geçirimsizlik Örnek Uygulama (Burak Taylan Arşiv).

Hollanda, İtalya gibi ülkelerde ise şehir oluşumları daha eski tarihlere dayandığı için yaklaşımlarında farklı dönemlere ait yapıların da su etkilerine karşı korunabilmesi yer almaktadır. Eski yapıları korumak daha ön planda olduğu için enjeksiyon yöntemiyle toprağı iyileştirmek, yüzeylerde özel tip sıvalar kullanarak suyu kapilarik etkiyle yukarıya taşıyıp drene etmek gibi koruma yöntemleri vardır (resim 3.4).



Resim 3.4 : Enjeksiyonla Yalıtım Örnek Uygulama (Burak Taylan Arşiv).

İngiltere'de ise belirtilen sistemlerin karması olarak adlandırabileceğimiz dış bariyer, betonun geçirimsizliği ve içeriden drenaj sistemi ile yalıtım şeklinde üç farklı sistemin bir arada kullanılabileceği tasarım modülleri kullanılmaktadır. Burada en temel amaç geçmiş yapı kültürünü korumakla birlikte, gelecek yapı kültürünü de geliştirmektedir. Bu nedenle 'BBA' olarak tanımlanan standartlar Avrupa'daki en yüksek bariyerleri kapsadığı için yapısal su yalıtımı çok önemlidir. Bunu en güzel örnekleyecek ise son dönemde kabul edilen su yalıtımı dışında kabul edilen 'gas protection' olarak adlandırılan yapıların karbondioksit ve gaz yalıtımı yönetmeliğidir (Resim 3.5).

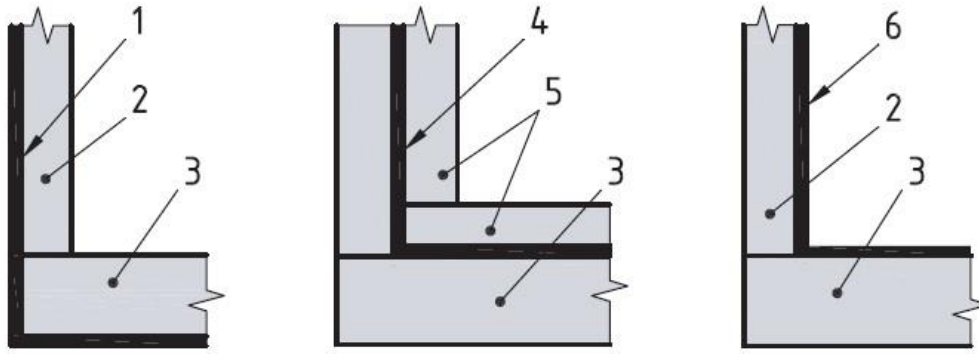


Resim 3.5 : Yapısal Bariyer Su Yalıtımı Örnek (Burak Taylan Arşiv).

2009 yılında yayınlanan İngiliz Standardı' na üst ölçekten bakıldığında su yalıtımı ilkelerinde öncelikle tasarım akış şeması yer almaktadır. Standart kapsamında tasarım akış şeması oluşturulurken (Tablo 3.3) yapım alanı değerlendirilmesi ve yapının incelenmesinden alınan veriler doğrultusunda karar verilmektedir.

İngiliz Standartları kapsamında su yalıtımı koruması üç şekilde veya bunların kombinasyonu halinde yapılabilir; bariyer tipi, yapısal su yalıtımı sağlayan tip veya drenaj tipi. Elde edilen arsa vb. veriler doğrultusunda bu tiplerden biri veya bu tiplerin kombinasyonu ile su yalıtım sistemi oluşturulmaktadır.

Bariyer Tipi Koruma; Bariyer tipi korumada amaç, toprakaltı betonarmeyi çepeçevre sarmaktır. Bu durumda sistem 3 türlü yapılabilir;



Şekil 3.1 : Bariyer Tip Koruma.

1. Dıştan su yalıtımı
2. Betonarme perde
3. Betonarme temel
4. Sandviç su yalıtımı
5. Son kat betonarme perde ve döşeme
6. İçten su yalıtımı

Yalıtımın dışta olması, arada yapılması veya içte olması şekli ve uygun malzeme kullanımı ile bariyer tip su yalıtımı yapılabilir. Bariyer tip sistemlerde, yüzeysel su yalıtım malzemeleri kullanılabilir. Örtü ve sürme tip malzemelerden yapılacak yere uygun olan herhangi birisi, sistemde belirtilen dıştan, ara katman olarak veya içten su yalıtım koruması olarak kullanılabilir (Şekil 3.1).

Dıştan yapılan uygulamalar genellikle karşılaşılan uygulama tipidir. Bu durumda çift yüz kalıp uygulamaya olanak sağlayacak bir alanda var ise, istenilen örtü veya sürme tip malzeme kullanılabilir.

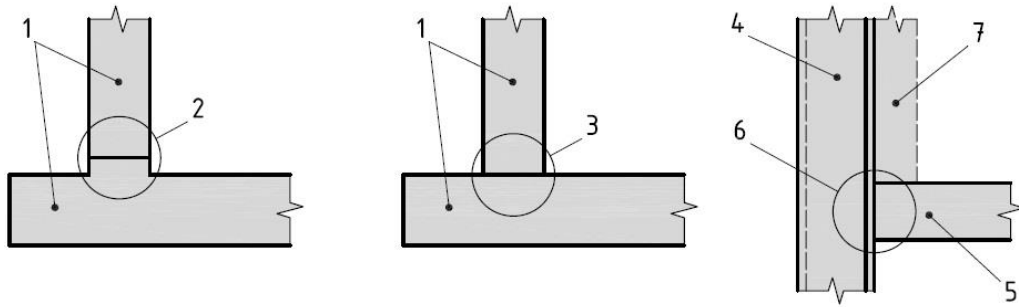
Sandviç tipi yalıtıma ise, genellikle iksa önlemi alınması gereken durumda su yalıtımı yapılması için gerekli alanın kalmaması halinde karşılaşılr. Çanak betonu düşeyde ve yatayda döküldükten sonra, dıştan uygulamada anlatılan su yalıtım malzemelerinden uygun olan herhangi biri kullanılabilir.

İçten yapılan uygulamalar yine sandviç tipin kullanıldığı durumlarda, çift kat temel ve perde yapılmak istenmemesi durumunda tercih edilir. Negatif yalıtım olarak da adlandırılan bu durumda sürme tip su yalıtım malzemesi kullanılır. Ancak, prensip olarak suyun yapının betonarme kısmına girişi önlenemediği için verebileceği hasarları da önlemek söz konusu değildir. Betonarme bünyesine giren su, ilk bölümde anlatıldığı üzere taşıyıcı sisteme zarar verir. İçten veya negatif yalıtım, genellikle bitmiş binalarda olası su sorunlarında bir kısım önlem alabilmek için düşünülür.

İngiliz Yönetmeliği'ne göre, bariyer tip koruma tasarımı için;

- Zemin yapısını dikkate alınması,
- Su yalıtımına zarar verebilecek zemin hareketlerinin tespiti,
- Bariyer sisteminin bu hareketlere karşı koyabilme yeteneği,
- Su yalıtımının temel özellikleri ile beton öncesi, sonrası veya tam bağlanma, noktasal bağlanma gibi hangi yöntemle bağlanma olduğunun bilinmesi,
- İçten uygulama veya dıştan uygulama imalat yapılması ile,
- Çevresel etkilere göre değerlendirme yapmak gerekmektedir.

Yapısal Koruma:



Şekil 3.2 : Yapısal Koruma.

1. Suya dayanıklı betonarme duvar ve temel,
2. Duvar içinde su tutucu bant,
3. Duvar temel birleşimi gibi soğuk derzlerde su tutucu bant,
4. Kazık imalatı,
5. Suya dayanıklı betonarme temel,

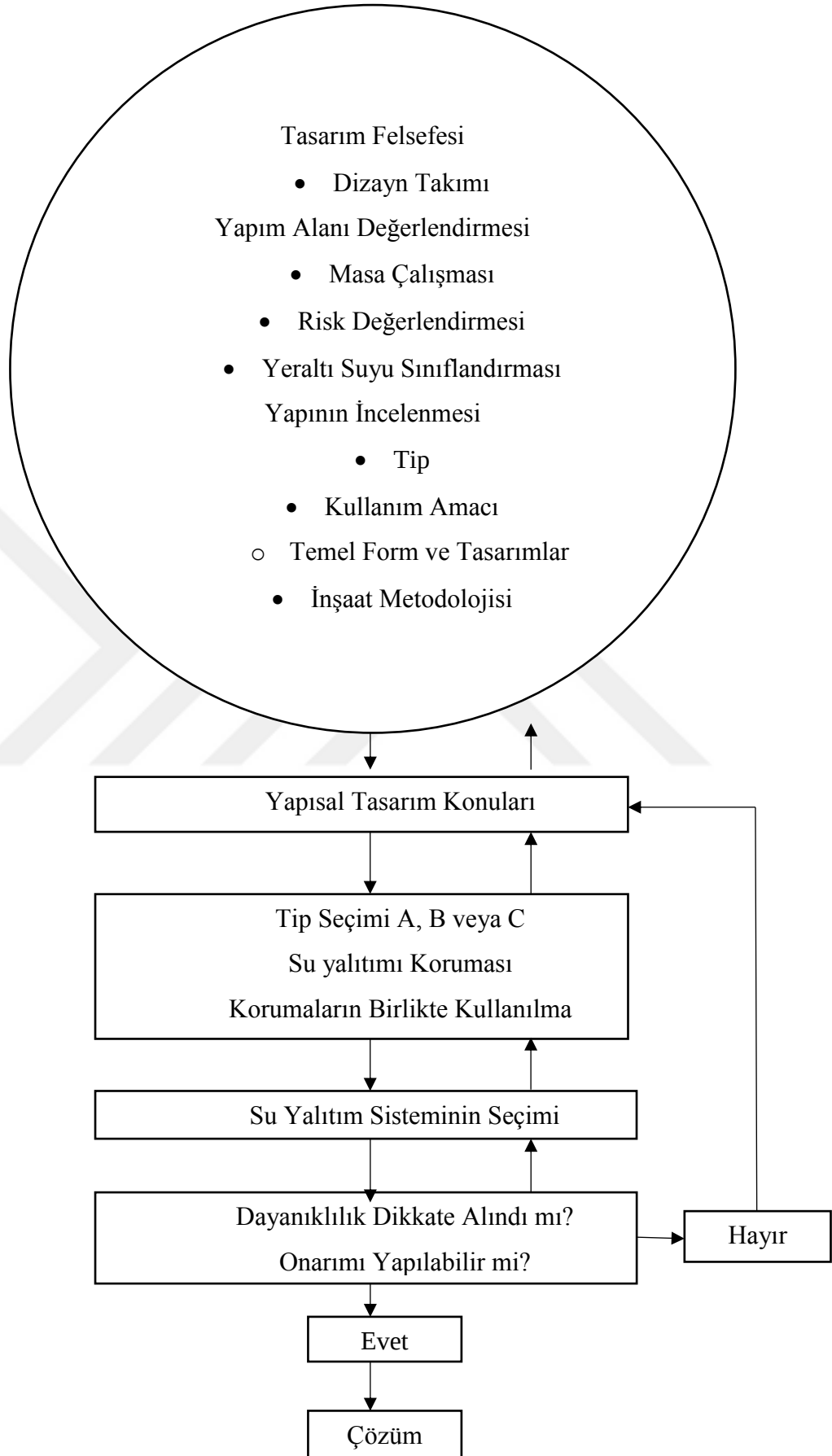
6. Duvar birleşim yeri boyunca su tutucu bant ,
7. Su direnci içi kazık önü duvar yapılması şeklindedir.

Su yalıtım için sistem seçilirken; (Tablo 3.4)

- Yeraltı su seviyesinin yükselebileme ihtimali düşünülerek,
- Betonda oluşabilecek çatlak vb sorunları göz önünde bulundurularak,
- Kullanım amacı göz önünde bulundurularak seçim yapılmalıdır.

Kullanım amacının fonksiyonuna göre kullanılacak sistem değişebilir. Garaj vb fonksiyonlarda kabul edilen konfor koşulu ile ev, ofis vb fonksiyonlarda kabul edilen konfor koşulu aynı değildir. Buna göre de suyun binaya kabul edilip drene edilmesi, sadece yalıtım yapılması veya nem dahil hiçbir yapı fiziki sorununun kabul edilemeyeceği durumuna göre kullanılacak yalıtım sistemi farklılık gösterir [16].

Tablo 3.3 : Tasarım Akış Şeması. BS 8102:2009 Uyarlama [16].



Tablo 3.4 : Su Tablo Sınıflandırmasına Göre Farklı Koruma Türlerinin Kullanımı
[16].

Risk ilişkili su ile Tablo	Yeraltı Suyu sınıflandırma	Su geçirmez koruma			
		A Tipi	B Tipi		C Tipi
			Kazık Duvar	Betonarme Duvar BS EN 1992	
Düşük  Yüksek	Düşük	Kabul Edilebilir	Kabul Edilebilir	Kabul Edilebilir	Kabul Edilebilir
	Değişken	Değişken sınıflandırması eğer yüzey sularına bağlı ise kabul edilebilir. Üreticinin tavsiyesi istenmelidir.	Kabul edilebilir; a) İksa sisteminin taşıyıcı olup, soruna içeriden müdahale edilebilen durumda, b) İksa sisteminin su yalıtım membranı ile kombine edilmesi durumunda,	Kabul Edilebilir	Kabul Edilebilir
	Yüksek	Kabul edilebilir yerde: a) uygun çimentolu çok katlı kaplamalar kullanılmış; b) BS EN 1992 göre yapılmış beton duvarlar	C) İksanın önüne BS EN 1992 ye göre tek yüzlü beton olarak dökülmesi durumunda		
				Kabul Edilebilir	Kabul Edilebilir
Riski azaltmak için önlemler		• Kombine su yalıtım sistemlerinin kullanımı • Uygun şekilde tasarlanmış drenaj sisteminin yapılması ve bunun sürdürülmesi • Tam olarak bağlanmış su yalıtım bariyeri kullanımı • Yapısal kabuğun geçirimsizliğini sağlamak			

İngiliz Standardında (BS-8102:2009); toprakaltı su yalıtımı için anlatıldığı üzere üç sistem önerilmektedir. A tipi bariyer sistem, B tipi yapısal geçirimsizlik sistemi ve C tipi drenaj sistemi olarak gruplandırılan bu sistemlerin ne şekilde ne şatlarda hangi yere hangi sistem yapılacağı açıklamaları detaylı olarak bu standartlarda yer almaktadır.

27.10.2017 tarihinde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından çıkarılan Su Yalıtımı Yönetmeliği ile İngiliz Standartları (BS-8102) arasındaki detaylandırma harici en önemli fark, BS’ de yalıtım sistemi olgusunun açıklanmış olmasıdır. Yönetmeliğin 4. Maddesinin ‘1’ bendinde *Su yalıtım sistemi: Binada temelden çatıya kadar tüm yapı elemanlarının maruz kalacağı su etkisi ve su etki sınıfına göre yapının korunması için tahliye veya drenaj sistemini de içerebilecek yöntemler bütünü*nü, şeklinde su yalıtım sistemi tanımlansa da, yönetmelik içeriğinde drenaj sistemi hariç herhangi bir sistem anlatımı yer almamaktadır.

Su Yalıtımı Yönetmeliğinde adı geçmeyen beton öncesi sistem, İngiliz Yönetmeliğinde yer almaktadır.

Tablo 3.5 : Su Geçirmezlik Koruma Dereceleri [16].

Sınıf	Yapı Kullanımı	Performans Seviyesi
1	Otopark, atölye vs	Bazı sızıntı ve nemli alanlar tolere edilebilir, amaçlanan sızıntı suyu ile başa çıkmak için yerel drenaj yapmaktır.
2	Depo alanları gibi daha kuru mekanlar	Su penetrasyon kabul edilebilir. Nemli alanlar tolere edilebilir; havalandırma gerekli olabilir
3	Konut, ofis vb mekanlar	Su penetrasyon kabul edilebilir Kullanım amacına uygun havalandırma, nem alma veya iklimlendirme Gerekli olabilir.

İngiliz Yönetmeliğinde tüm açıklamalar tablolar ve şekillerle desteklenerek, karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir. Su tablo sınıflandırmasına göre koruma türleri (Tablo 3.4), su geçirmezlik koruma dereceleri (Tablo 3.5), tasarım akış şeması (Tablo 3.3) gibi. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın oluşturmuş olduğu Su Yalıtım Yönetmeliği kapsamında ise sadece standart listesi başlığı altında bariyer malzemeleri olan bitümlü membran, sentetik membran, sürme yalıtım malzemeleri ile ilgili ürün standart bilgilerine yer verilmiştir.

3.3 Su Yalıtım Yöntemlerinin Karşılaştırılması

27 Ekim 2017 tarihinde Resmi Gazete’ de yer alan ve 01.06.2018 tarihi itibarıyla yürürlüğe girecek olan ve toplam dokuz bölümden oluşan su yalıtım yönetmeliği ile 2009 senesinde yürürlüğe giren İngiliz Standartları arasında Tablo 3.6 ile toprakaltı su yalıtım önlemleri açısından karşılaştırma yapılmıştır. Bu karşılaştırma ile görüldüğü üzere, su yalıtım yönetmeliğinin kapsam olarak geliştirilmesi, sistem ve malzeme özelliklerinin tablo ve şekillerle daha kapsamlı anlatımı gerekmektedir. Olası sorunların çözümünden, beton öncesi sistemlere kadar bir takım iyileştirmelerin yönetmelik kapsamında yer alması için çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Tablo 3.6 : Yönetmeliklerin Karşılaştırılması

DEĞERLENDİRME KRİTERİ	2017 SU YALITIM YÖNETMELİĞİ	2009 İNGİLİZ STANDARTLARI BS 8102:2009
Tasarım Felsefesi	Projelendirme esnasında yapılacaklardan yüzeysel bahsedilmiştir.	Tablo açıklamaları ile tasarım felsefesinden bahsedilmiştir.
Saha Değerlendirmesi	Çevre verilerinin değerlendirilmesinden yüzeysel bahsedilmiştir.	Toprak altı gazlarına kadar tüm verilerin değerlendirilmesinden detaylı bahsedilmiştir.
Maliyet Analizi	Maliyet analizinden bahsedilmemiştir.	İlk maliyet ile bakım maliyetinden bahsedilmiştir.
Risk Analizi	Olası risklerin analizlerinden bahsedilmemiştir.	Potansiyel risklerden bahsedilip, yapılması gerekenlere yer verilmiştir.
Su Yalıtım Sistemi Değerlendirmesi	Sistem mantığına yer almamaktadır.	Sistem mantığı şekiller üzerinden açıklamalı olarak anlatılmıştır.
Malzeme Özelliklerinin Anlatımı	Malzeme özellikleri ile ilgili standartlara atıfta bulunulmuştur.	Malzeme özellikleri tablo eşliğinde anlatılmıştır.
İksa Önemli İmalat Detayları	İksa önemli imalatlardan bahsedilmemiştir.	İksa durumunda yapılacaklar ayrıntılı şekilde anlatılmıştır.
Beton Sonrası Sistemler	Yönetmelikte geleneksel sistem malzemelerinden bahsedilmiştir.	Beton sonrası sistemler kapsamlı şekilde anlatılmıştır.
Beton Öncesi Sistemler	Beton öncesi sistemlerden bahsedilmemiştir.	Beton öncesi sistemler ve kullanım yerleri anlatılmıştır.
Olası Sorunlara Müdahale Etme	Olası sorunlardan bahsedilmemiştir.	Olası sorunlar ve müdahale yöntemlerinden ayrıntılı şekilde bahsedilmiştir.
Yeni Gelişmelerin İçerikte Yer Alması	Geleneksel yöntemler ve hazırlık sürecinden bahsedilmiştir.	Birçok yeni gelişme ele alınmıştır.

4. TOPRAKALTI SU ETKİLERİNE KARŞI KORUNUMDA YALITIM SİSTEMİ VE MALZEME SEÇİMİNİN DENEYSEL BİR ÇALIŞMA İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Toprakaltı su yalıtımı maksatlı kullanılan malzemelerin özelliklerinin test edilmesini Türk Standartları Enstitüsü veya yetkisi bulunan laboratuvarlar tarafından yapılmaktadır. Yapılan test içerikleri Tablo 4.1’de görüleceği üzere sadece malzemelerin fiziksel özellikleri hakkında detaylı bilgi sahibi olmamızı sağlamaktadır. Farklı malzemelerin birbiri ile uyumu ve su yalıtım malzemelerinin bir bütünü olan su yalıtım sistemi hakkında bir veriye ulaşamamaktadır.

Yapılan deneysel çalışma ile sistem su yalıtım tasarımında test metodunun uygulanması hedeflenerek, standartlar dahilinde yer almayan yatayda su yürütme ve yalıtım membranının betondan sıyrılması deney düzenekleri laboratuvar ortamında kurulmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmadaki amaç, sayısal verilere ulaşılmasından ziyade, TSE ve onaylı laboratuvarlar kapsamında bulunmayan, özellikle iki adet test yönteminin deney düzeneğinin geliştirilmesi ve bu testlerin yapılabilirliğinin denenmesi, bu deneylerin sistem tasarımında farkındalık oluşturmalarının sağlanmasıdır.

4.1 Deneysel Çalışma

Bu çalışma kapsamında, TSE standartları içerisinde bulunmayan ve Amerika Standartları ASTM D’de modifiye edilmiş hali olan yatayda su yürütme ile betondan sıyrılma testlerinin düzeneği laboratuvar ortamında kuruldu. Ayrıca, bindirme yerlerinde (malzeme birleşim yerleri) birbirine yapıştırılmış olan örnek malzemenin, birleşim yerlerinden ayrılmaya karşı dirençleri ile fiziksel özelliklerinden çekme dayanımı tayini için test düzeneği kuruldu.

1. Yatayda Yürütme Testi (ASTM D 5385-5'den uyarlandı)
2. Betondan Sıyrılma Testi (ASTM D 903-98'den uyarlandı)
3. Birleşim Yerinden Ayrılma Direnci (ASTM D 1876-08 veya TS EN 12316-1)
4. Su Yalıtım İçin Esnek Levhaların Çekme Özelliklerinin Tayini (TS EN 12311)

1-) Yatayda Su Yürütme Testi:

A bölümünde, yatayda su yürütme testinin çıkış noktası olan ve malzemenin basınçlı suya karşı performansını ortaya koyan ASTM D 5385 testinin incelemesi yapıldı. Test düzeneğinin içeriği, kullanılan malzemeleri, aşamaları görsel anlatımla desteklenerek açıklandı.

B bölümünde, ASTM D 5385 deney metodunun, yatayda su yürütme testini yapabilecek şekilde modifiye edilmiş hali olan ASTM D 5385-5 testinin yurt dışında oluşturulan düzeneği incelendi. Arşiv kayıtları doğrultusunda, tüm içerik, kullanılan malzeme, deney aşamaları açıklandı.

C bölümünde ise, tüm inceleme ve araştırmalar sonucu aynı test düzeneği laboratuvar ortamında kuruldu. Örnek betona yapışık sistem malzeme üzerinde yatayda su yürütme testi yapıldı.

Bu test ABD standartları içeriğinde yer alan ASTM D 5385 standardından yola çıkılarak oluşturulmuştur. İlgili standart ile basınçlı su etkisi altında numune malzemenin basınçlı su geçirgenliği test edilmiştir. Bu standart ile sadece malzemenin kendi özelliği hakkında deney yapılabilmektedir.

İlgili test üzerinde yapılan çalışmalarda, standardın modifiye edilerek sistem konusunda test yapılabileceği görülerek ve test düzeneği değiştirilmiştir. Test düzeneği betona yapışan bir su yalıtım malzemesi olması ve bu şekilde de beton öncesi sistemlerin çalışma prensibinin test edilmesi şeklinde değiştiriliyor. Böylece yapısal beton ile yalıtım katmanı arasında basınçlı suyun ilerlemesi hususu laboratuvar ortamında gözlem altına alınmıştır.

Böylece su yalıtım malzemesi ile yapısal beton arasındaki boşluk ve sonrasında yapısal beton içinde suyun davranışını sorgulayabilmek için yatayda su yürütme deney düzeneği oluşturulmuştur. Beton öncesi HDPE içerikli bir su yalıtım membranı numunesi test edilerek sistem sorgulanmıştır.

1-A) ASTM D 5385-Malzemenin Basıncı Su Geçişine Karşı Performans Testi;

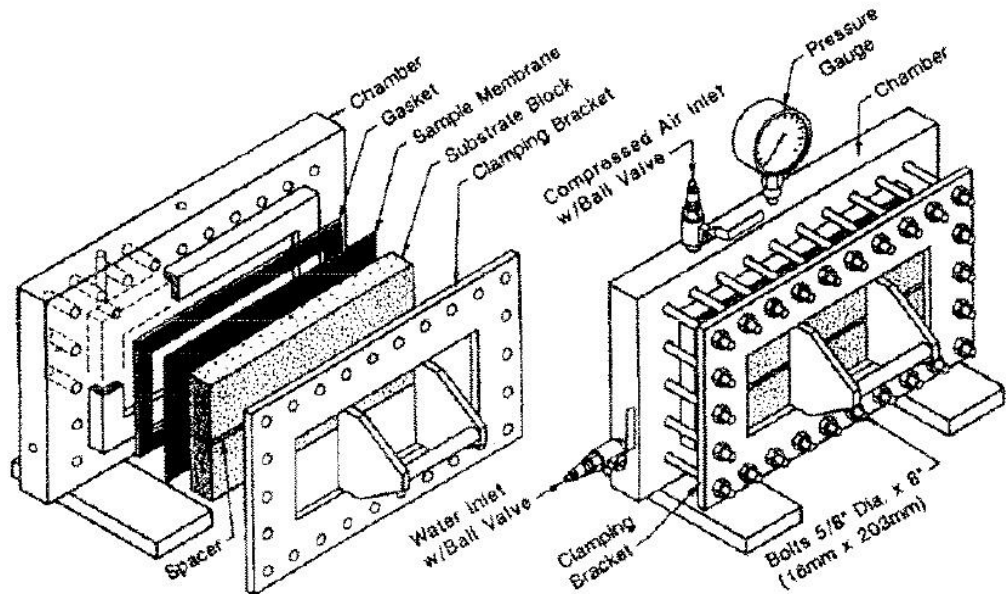
Bu test ile belirlenmiş laboratuvar koşullarında su yalıtım membranının hidrostatik dayanımı ölçülmektedir.

Donanım; Hidrostatik test ekipmanları, Metal tabla, Metal üst tabla (bulonlarla sıkıştırılacak), Lastik fitil, Bulonlar, Kompresör (7 bara kadar basınç, 1 er barlık artış yapabilecek), Elmas uçlu testere (beton kesimi için), Saat, Silikon, 394x191x51 mm ebatlarında beton blok (düzgün yüzeyli olacak), Yalıtım membranı şeklindedir (Tablo 4.1).

Test Hazırlığı; Beton bloğun tam ortasından, yaklaşık 3,2 mm genişliğinde, 44 mm derinliğinde tam merkezden kanal açılmaktadır.

Numune Hazırlığı; Üretici firmanın önerdiği şartlarda kullanılacak membran malzemenin alt yapısı hazırlanmaktadır. Membran malzemesi kanal açılan yüzeyin ters tarafına, kenarlardan 6 mm fazlalık payı olacak şekilde betona yapıştırılmaktadır.

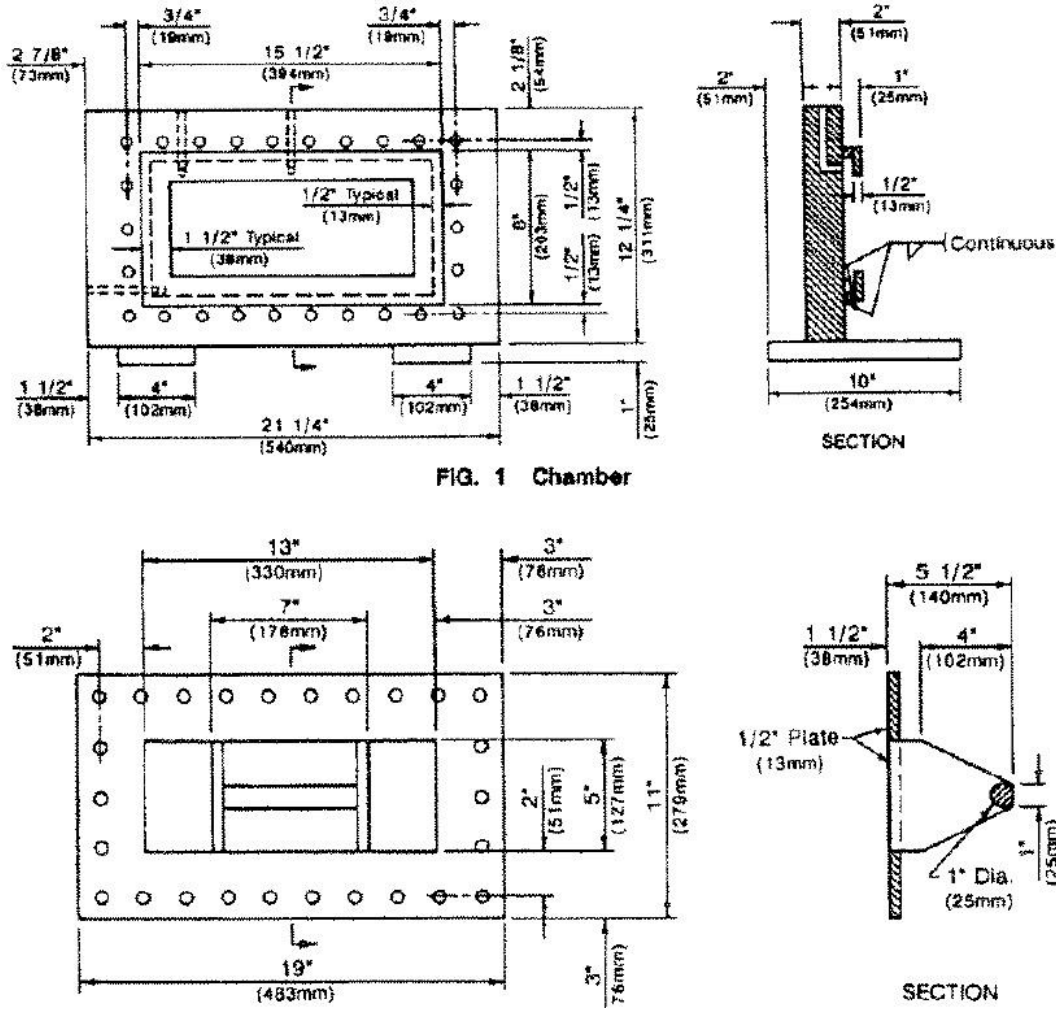
Prosedür; Yalıtım yüzey aşağıda olacak şekilde beton blok, metal tablaya somunla sabitlenmektedir. Çekiç vasıtasıyla betonun kanal açılmış olan yerine beton bloğun dengesini bozmak amacıyla hafifçe vurulmaktadır. Altında membran malzeme olan beton blokla metal tabla arasına fitil ve silikon ile sızdırmazlık sağlanmaktadır. Diğer metal de beton bloğun üzerine koyulup, iki metal bulon vasıtasıyla birbirine bağlanmaktadır.



Şekil 4.1 : ASTM D 5385 Test Düzeneği [15].

Test Aşaması; Metal tabla üzerinde bulunan üç adet giriş çıkış musluklarının, birinden hava musluğu açık iken diğer musluk çıkışından da su açılmaktadır. Su dolduğu zaman kapatılıp, hava musluğu açık bırakılarak, 30 dakika boyunca herhangi bir sızıntı olup olmadığı gözlemlenmektedir. Üçüncü boş musluğa basınç borusu bağlanarak, 7 bar' a kadar her saatte 1 bar artacak şekilde basınç verilmekte, birleşim yerlerinden sızıntı oluyorsa bu basıncı kayıt altına alınıp, test sonlandırılmaktadır.

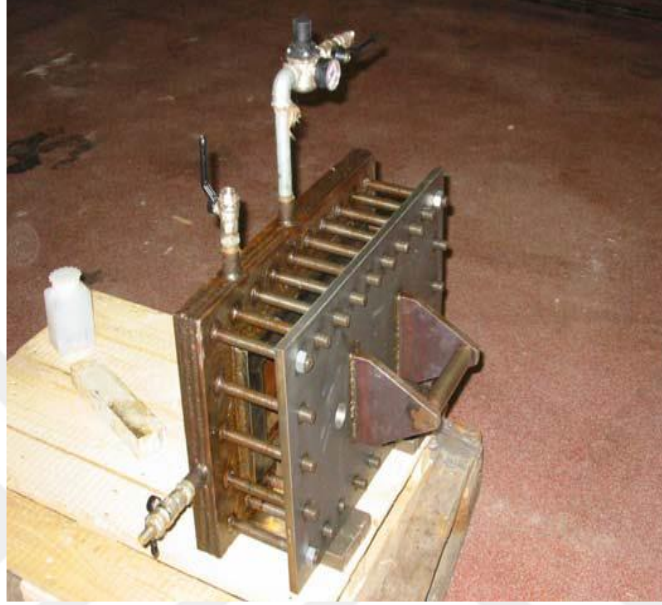
Rapor; Malzemenin kalınlığı, maksimum dayandığı su basıncı, malzemenin içeriği not edilerek, malzemenin basınçlı su geçirimsizliği test edilmektedir. Arkasında dayanak olarak beton blok konulmakta ancak su yalıtımı ile imalatın yapıldığı yüzeye sistem olarak değerlendirilmemekte, sadece malzemenin özelliği test edilmektedir [15].



Şekil 4.2 : ASTM D 5385 Test Düzeneği [15].

1-B) ASTM D 5385'in Modifikasyonu-Yatayda Su Yürütme Testi [23];

ASTM 5385 içeriği olan yalıtım membranının basınçlı suya direnci metodu, modifiye edilerek ASTM D 5385-5 haline getirilmiştir. Modifiye edilen bu deneyin amacı, örnek numunenin basınçlı su karşısında, yatayda su yürütmeye direnç göstermesi davranışı gözlemlenmektedir.



Resim 4.1 : Testler ASTM D5385 Modifiye Test Makinesi [23].

Resim 4.1’de deney düzeneği yer almakta olan testin aşamaları; kalıp hazırlanması, uygun beton hazırlanması, örnek numunenin teşkili, test içeriğindeki taşma tüplerinin konumlandırılması, beton dökümü ve kürlenmesi, betonun basınçlı su oluşturacak metal tablaya yerleştirilmesi ve basınçlandırma ile su çıkışının gözlemlenmesi şeklindedir.



Resim 4.2 : Numune Kalıbı.

Kalıp Yapımı: 55x195x395 mm ölçülerinde ahşap kalıp kullanılmakta (Resim 4.2), betonun kalıptan rahat çıkabilmesi için kalıbın içine yağlama vs işlemi yapılmaktadır.



Resim 4.3 : Numune Hazırlama.

Numune Hazırlama: Agrega & Çimento; 42,5 Portland çimento ve levhanın sınırlı kalınlığı nedeniyle (55mm), agregaların maksimum boyutu 8 mm'ye düşürülerek beton oluşturuluyor (Resim 4.3). Agrega boyutunun büyük olması betonun yeterli dayanımda olamamasına sebep olur.



Resim 4.4 : Numune Kalıbına Beton Öncesi Malzeme Yerleştirilmesi

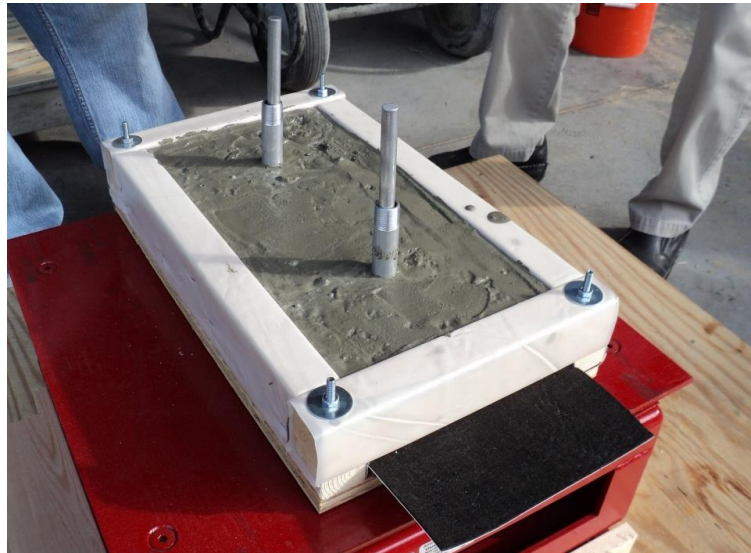
Yapılan kalıbın içersine su yalıtım membranı betondan önce yerleştirilmektedir. Su yalıtım membranının ortasına malzemedeki oluşabilecek sorunu temsil eden yırtık (delik) oluşturulmaktadır (Resim 4.4). Basınçlı suyun bu yırtık içersinden betona ulaşması planlanıyor.

Bu testte kullanılan örnek membran numunesi, HDPE esaslı beton öncesi sistemlerde kullanılan örtü tipi su yalıtım malzemesidir. Sistem olarak betona yapışık olarak çalıştığı için deney aşaması olarak 25x25 mm delik beton dökülmeden önce de sonra da açılabilir.



Resim 4.5 : Test Düzeneğine Taşma Tüpü Konulması.

Membranın üst tarafına test düzeneğine uygun mesafede metal borular yerleştirilmektedir. İçi boş bu metal boruların bir ucu betonun alt yüzeyine, yalıtım membranına kadar uzamaktadır. Böylece su, betonla yalıtım tabakası arasında yürürse borulardan çıkış yapabilecektir (Resim 4.5).



Resim 4.6 : Numune Betonun Dökülmesi.

Beton Karışım Tasarımı: Portland çimento 350kg/m³, maksimum 8 mm büyüklüğünde agrega, 8+-2 cm slump beton, çimento ağırlığının % 1,5’u katkı malzemesi ile beton oluşturulmaktadır.

Oluşturulan beton yapılan düzenekteki kalıpların içine dökülmekte ve titreşim masası ile beton içinde boşluk kalmaması için yerleştirilmektedir (Resim 4.6). Deneyin başarılı olabilmesi için beton dökülürken boru mesafesine dikkat etmek gerekmektedir.



Resim 4.7 : Betonun Kalıptan  ıkarılması.

Betonun priz süresi beklenip, kalıp s k lmektedir (28 gün). Priz alma süresince betonda çatlak oluşmaması için k rleme işleminin düzgün yapılması gerekmektedir (Resim 4.7). Betonda oluşacak çatlaklar, yalıtımdaki olası su kaçaklarında sorunun çözümünü zorlaştırmaktadır.



Resim 4.8 : Deney Numunesine Yırtık Açılması.

Resim 4.8’de beton kürlemesi tamamlandıktan sonra sökülen kalıbın altındaki örnek numune yer almaktadır. Test içeriğinde yer alan 25x25 mm örnek numunede açılacak yırtık, beton k r nden sonra kesilerek alınmaktadır.

Basınç Testi; Deney düzeneği olarak hazırlanan iki adet metal tablanın, bulonları üzerinde sabit olan alt tablası, yatay halde masaya konulmaktadır. Beton numunenin yalıtımlı tarafı metal tablanın üzerindeki sızdırmazlık sağlamak maksatlı konulmuş olan sızdırmazlık malzemesinin üzerine yerleştirilmektedir.



Resim 4.9 : Deney Düzeneğindeki Metal Tabla.

Resim 4.9’da metal tablanın bulonları üzerine sabit olan alt yüzü, Resim 5.10’da metal tablanın üst yüzü yer almaktadır. Sızdırmazlık sağlanarak, iki metal tabla birbirine sıkıca bağlanmaktadır.



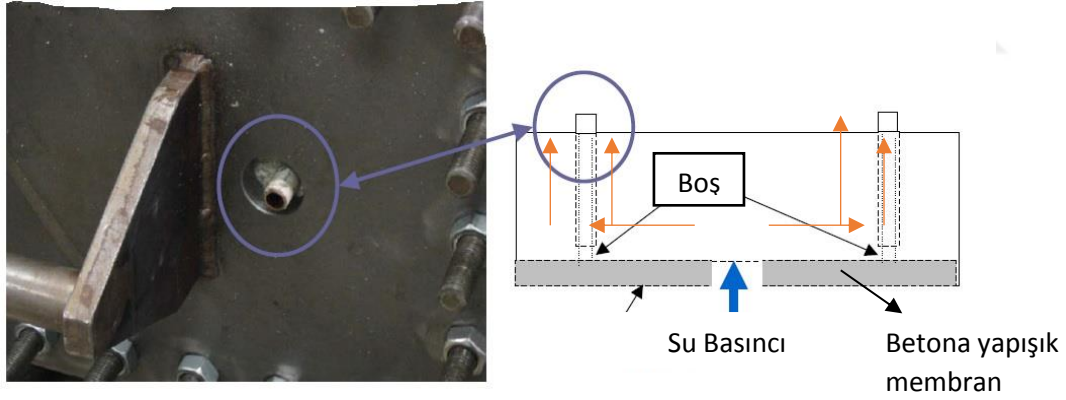
Resim 4.10 : Metal Tablanın Bağlanması.

Üzerine diğer metal tabla konulup, bulonlarla birleşim yapılmaktadır. İki metal tabla birbirine bulonlar vasıtasıyla sıkıca birleştirilmektedir (Resim 4.10). Bulonlar sıkılırken beton bloğa zarar verilmemesine dikkat edilmektedir.



Resim 4.11 : Deney Düzenegine Su Konulması.

Oluşturulan sistemin 3 adet giriş çıkış noktası bulunmaktadır. Bunlardan birinden düzeneğin içerisine su doldurulurken, diğerinden hava verilmektedir (Resim 4.11). Belli bir süre beklenerek herhangi bir sızıntı olup olmadığı gözlenmektedir.



Şekil 4.3 : Deney Düzeneginde Suyun Tahliye Borularından Çıkış prensibi.

Şekil 4.3'te test düzeneğine yerleştirilmiş olan boruların çalışma prensibi yer almaktadır. Betona yapışık olan membrandaki delikten geçen basınçlı su, eğer membranla beton arasında sağa sola ilerleyebilir ise, bunun sonucunda da borulardan su çıkışı gözlemlenecektir. Bu durumda yalıtım malzemesinin betona yapışmasının tam olmadığı ve yatayda suyun yürüdüğü kabul edilecektir.



Resim 4.12 : Deney Düzeneğine Basınç Verilmesi.

Diğer bir çıkış noktasından bağlanmış olan kompresörle basınç verilerek;

1. adımda, Test basıncına 300kPa'da başlanarak ve 10 dakika boyunca sabit tutulmakta ve su çıkış noktaları gözlemlenmektedir. Sorun yok ise,

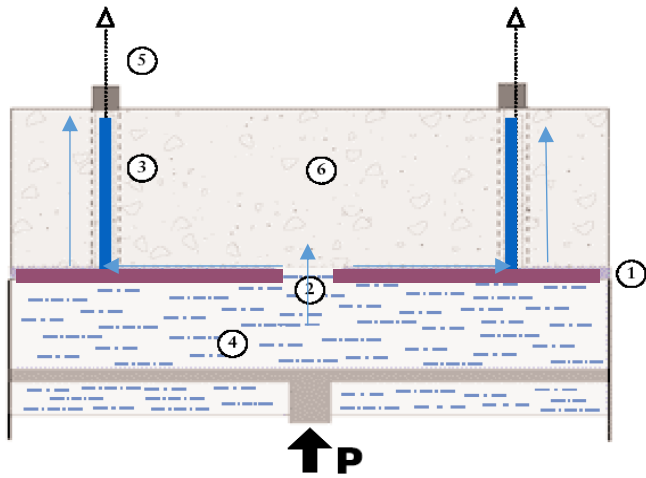
2. adımda; basınç 500kPa'ya yükseltilerek ve yine 10 dakika boyunca sabit tutulmaktadır. Yine sorun yok ise, yani test düzeneğindeki borulardan herhangi bir su çıkışı gözlemlenmediyse,

3. adımda; basınç 700 kPa' ya yükseltilerek ve 1 saat sabit tutulmaktadır (Resim 4.12).

1 saatin sonunda test çıkış boruları kontrol edilmektedir. Borulardan su sızıntısı mevcut ise yanal su göçünün olduğu yani yatayda suyun yürüdüğü kabul edilmektedir. Su çıkışı görülmemiş ise testin başarılı olduğu kabul edilmektedir. Su basıncı istenilen test düzeneğinde belirtilen miktara kadar artırılabilmekte, istenirse deney malzemesinin maksimum dayanma kapasitesi de denenebilmektedir.



Resim 4.13 : Yatayda Su Yürütme Test Düzeneği (ASTM D 5385 Modifiye).

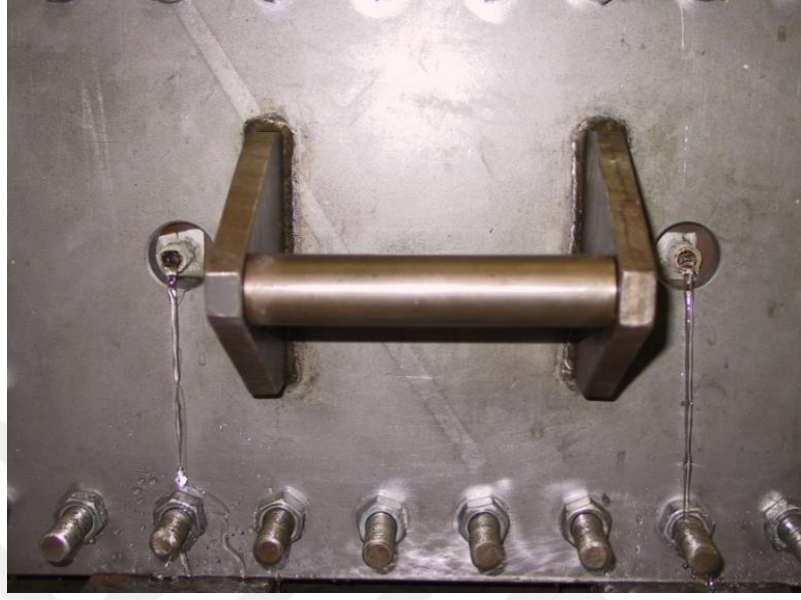


Şekil 4.4 : Test Düzeneği.

1. Yalıtım Malzemesi
2. Yalıtım Malzemesinde Oluşan Hasar
3. Betonun İçine Yerleştirilen Borular
4. Basınçlı Su
5. Su İçin Çıkış Yolu
6. Yapısal Beton

Test düzeneğinde (Şekil 4.4 ve Resim 4.13); beton dökümünden 1 ay sonra priz süresi tamamlandıktan sonra, 300mKpa (10 dakika), 500 Kpa (10 dakika) ve 700 Kpa (1 saat) basınç verilerek test yapılmakta ve düzenek içeriğindeki borulardan herhangi bir su sızıntısının olmadığı gözlemlenmektedir. Yapılan test sonucunda, yapısal beton ile yalıtım malzemesi arasında yatayda su yürümenin olup olmadığı tespit edilmektedir [23].

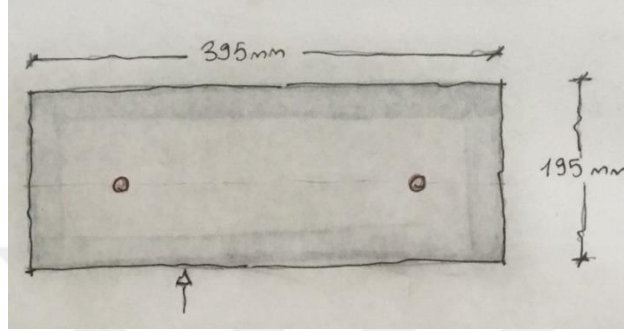
Resim 4.14'te su yürümenin olması durumundaki örnek yer almaktadır. Basınçlı su verildiği zaman su, yatayda yürüyerek borularda çıkmaktadır. Yapısal betona tam yapışma olmadığı zamanlarda bu durum görülmektedir.



Resim 4.14 : Yatayda Su Yürüme Sonucu Borulardan Su Çıkışı Örneği.

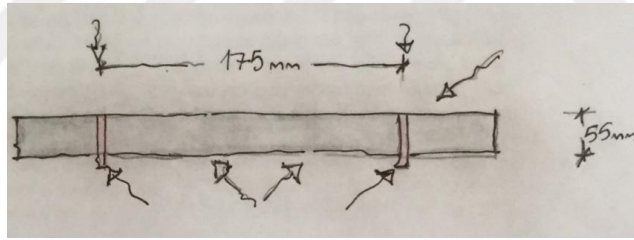
1-C) Yatayda Su Yürütme Testi;

ASTM D 5385 test düzeneğinin modifiye edilerek oluşturulduğu yatayda su yürütme test düzeneği, resimler üzerinden incelendi. Benzer bir test düzeneği oluşturulmak üzere araştırma yapıldı. Gerekli olan malzemelerin temini için ölçülendirme yapıp, çizimler oluşturuldu. Örnek su yalıtım malzemesi olarak HDPE esaslı betona yapışık çalışan beton öncesi sistemlere uygun bir sentetik örtü deney malzemesi olarak alındı.



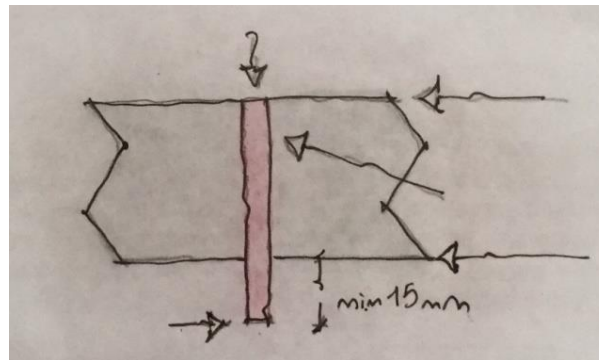
Şekil 4.5 : Deney Düzeneği Ölçüleri-1.

Şekil 4.5’ te test düzeneği içeriğinde kullanılacak beton bloğun ölçüleri yer almaktadır. Bu ölçülerin gösterildiği çizimler yapıldıktan sonra, kalıp ölçüleri belirlenmiştir.



Şekil 4.6 : Deney Düzeneği Ölçüleri-2.

Şekil 4.6’ da oluşturulacak beton bloğun içerisinde yer alacak boruların mesafesini gösteren çizim yer almaktadır. Boruların aks arası 175 mm, betonun yalıtımsız olan ön yüzünden çıkıntı miktarları da min 15 mm olacak şekilde çizimleri yapıldı.



Şekil 4.7 : Deney Düzeneği Ölçüleri-3.

Plastik boruların 6 mm çapında sert polietilenden yapılmasına karar verildi. Yalıtımsız olan n kısımdan 15 mm çıkıntı yapacak (Şekil 4.7), yalıtımlı olan arka kısmına da tam yapışacak şekilde boruların konumlandırılmasına karar verildi. Bu şekilde suyun yapısal betonla yalıtım malzemesi arasında yatayda yürümesi durumunda, yalıtıma bitişik olan borulardan çıkabileceği düzeneek oluşturuldu.

Test düzeneğinde kullanılacak betonun ölçülerinin çizimi yapıp belirlendikten sonra, betona uygun kalıp ölçüsü oluşturuldu. Test düzeneği örnek alınarak ölçülere uygun 55x195x395 mm ebatlarında playwood malzemesinden kalıp yapıldı. Bu beton kalıplarına uygun ölçülerde örnek numune sadece alt tabana (395x195 mm ölçüleri) yerleştirilecek şekilde kesildi. Test düzeneğine uygun sert plastik borular yaklaşık 7-8 cm uzunluğunda kesilerek hazırlandı.



Resim 4.15 : Beton Öncesi Malzemelerin Kalıplara Serilmesi.

Resim 4.15’de görüldüğü gibi hazırlanan 6 takım kalıbın içerisine örnek numuneler yerleştirildi. Su yalıtım malzemesinin özelliği olarak beton ile tepkimeye girip betona yapışacağı düşünülerek, malzemeler kalıbın üzerine serbest halde bırakıldı.



Resim 4.16 : Numune Malzemede Yırtık Açılması.

Hazırlanan kalıpların içerisine serilen su yalıtım membranlarının 3 takımında, deney düzeneği doğrultusunda 25x25 mm ebatlarında su girişinin sağlanması amacıyla delikler açıldı. Bu delikler, yalıtım malzemesinde olası bir fiziki deformasyonu temsil etmek üzere tasarlandı.

Resim 4.16’da görüleceği üzere test düzeneğinde su yalıtım malzeme numunesi olarak, içeriği HDPE esaslı beton öncesi sistemlerde kullanılan sentetik örtü tercih edildi. Koruma şapı gerektirmeyen ve beton öncesi sistemlerde kullanılan bu malzeme çeşidinin fiziksel özellikleri literatür kapsamında incelendi. Malzeme, piyasa koşullarında sıklıkla kullanılan bir ürün olması sebebiyle de, örnek numune olarak test düzeneğinde tercih sebebi edildi.



Resim 4.17 : Test Düzeneğindeki Boruların Konulması.

Deney şablonuna uygun hazırlanan sert plastik hortumlar, beton dökülürken içinde bırakılmak üzere hazırlandı (Resim 4.17). Borunun üst tarafının beton şerbeti ile tıkanmaması için bantla önlem alındı. Alt tarafının yalıtım malzemesine direk teması düzenek doğrultusunda sağlandı.



Resim 4.18 : Test Düzenegine Beton Dökülmesi.

Hazırlanan numunelere C35 beton döküldü, tokmaklandı ve betonun yerleşmesi sağlandı (Resim 4.18). Beton dökülürken deney şablonunu uygun mesafede sert plastik borular betonun içerisine bırakıldı (Resim 4.19).



Resim 4.19 : Numunede Ölçü Kontrolü Yapılması.

Hazırlanan kalıplara beton dökümü ve yerleştirilmesi işlemi tamamlandı. Beton santralinde dökülen betonlar, bir gün sonra kür işlemi yapılmak üzere laboratuvara götürüldü. Numunelerin 3 takımı plastik boru konularak ve 25x25 mm delik açılarak yatayda su yürütme testi, diğer 3 takımında da plastik boru konulmadan ve 25x25 mm delik açılmadan betona yapışma testi yapılmak üzere hazırlandı.



Resim 4.20 : Prizini Alan Numunenin Kalıptan Çıkarılması.

28 gün sonra kalıplar sökülerek beton ortaya çıkarıldı. Plastik boruların üzerindeki bantlarda söküldü ve betonun kenar yüzeyleri temizlenerek ölçü kontrolleri yapıldı. 55x195x395 mm ebatlarında olduğu tespit edildi (Resim 4.20).



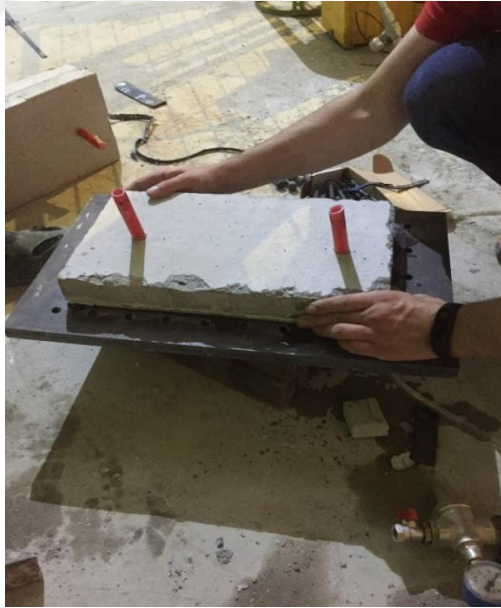
Resim 4.21 : Su Yalıtım Membran Malzemesinin Üzerinde Açılan 25x25 mm Yırtık.

Resim 4.21’de betona yapışık olarak çalışan örnek numune üzerinde, yalıtım malzemesinde olası fiziksel deformasyonu simgelemek için açılmış olan 25x25 mm delik yer almaktadır.



Resim 4.22 : Test Düzenindeki Metal Tabla.

Deney düzeneğine uygun alt ve üst iki parçadan oluşan metal tabla hazırlandı. Alt tabla üzerinde, yeraltı suyunu temsil eden suyun toplanması için hazne oluşturuldu (Resim 4.22). Deney düzeneğindeki metal tablanın haznesine su ve basınç verilebilmesi için alt metal tablaya iki adet delik açıldı.



Resim 4.23 : Bir Yüzünde Yalıtım Olan Beton Numunenin Yerleştirilmesi.

Deney düzeneğinin oluşturulması safhasına geçildi. Oluşturulan bir yüzü yalıtımlı bir yüzünden plastik boru çıkan beton blok, ölçülerine uygun oluşturulan metal tablanın içerisine konuldu (Resim 4.23). Bunun için öncelikli metal tablanın hazneli olan ve iki

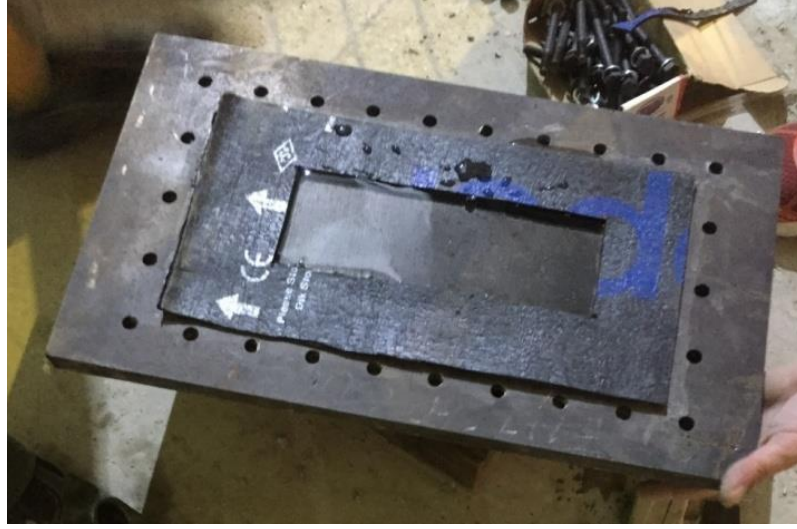
adet giriş çıkış deliği bulunan alt parçası düz bir zemine konuldu. Yalıtımlı yüzü metal tablaya gelecek şekilde beton blok tablanın üzerine yerleştirilip ölçü denemesi yapıldı.



Resim 4.24 : Su Kaçağı Riskine Karşı Mastik Yapılması.

Test düzeneğine basınçlı su verildiği zaman, testin başarılı olabilmesi için, düzeneğin herhangi bir noktasından su kaçağının olamaması gerekliliği tespit edildi. Bunun üzerine, Resim 4.24’de görüldüğü gibi, metal tablaya yerleştirilen beton bloğun, metal tabla ile birleşme noktalarına birleşme hattı boyunca mastik uygulaması yapıldı. Düzenek bu şekliyle mastiğin kuruması için 5 gün bekletildi. Mastiğin tam donmasına müteakip, düzenek tamamlanıp basınçlı su verildi. Ancak basınçlı su verildiği anda mastik uygulamalarından su geldiği gözlemlendi ve deney sonlandırıldı

Metal tablanın üzerine bir yüzünde beton öncesi membran olan beton blok konulmadan önce, sızdırmazlık sağlanması amaçlı malzeme yerleştirildi.



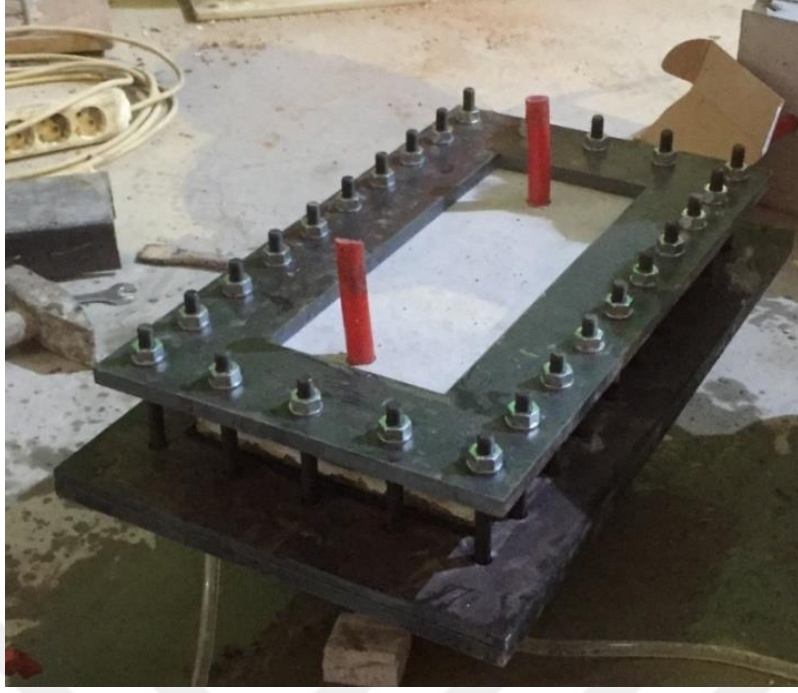
Resim 4.25 : Betonla Metal Tabla Arasına Su Kaçağına Karşı Malzeme Konulması.

Metal tabla ile beton blok arasındaki su sızdırmazlığın sağlanması amaçlı Resim 4.25’de görülen çift kat membran uygulaması yapıldı. Alt metal tablanın üzerine membran parçası konuldu, bunun üzerine beton blok yalıtımlı yüzü alt tablaya bakacak şekilde yerleştirildi.



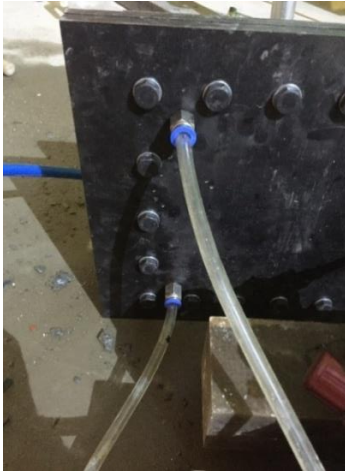
Resim 4.26 : Metal Tablanın Monte Edilmesi

Beton bloğun üst tarafına, metal tablanın diğer parçası yerleştirildi. Bulon delikleri karşı karşıya gelecek şekilde düzenek oturtuldu. İki metal tabla birbirine bulonlar vasıtasıyla bağlandı (Resim 4.26). Bulonların iyi sıkılması suyun sızdırmazlığının sağlanması maksatlı önemli, ancak gereğinden fazla sıkılması durumunda da betonu çatlattığı tespit edildi. Bulonların bir atlayarak sıkılması gerekliliğine karar verildi.



Resim 4.27 : İki Metal Tabla Arasındaki Bulonların Sıkılması.

Resim 4.27’de hazırlanan düzenek yer almaktadır. Metal tablalar arasına sızdırmazlık sağlanarak sıkıştırılmış yalıtımlı beton blok, beton bloğun içine entegre edilmiş tüpler ile kurulan deney düzeneğinde basınçlı su testi aşamasına gelindi.



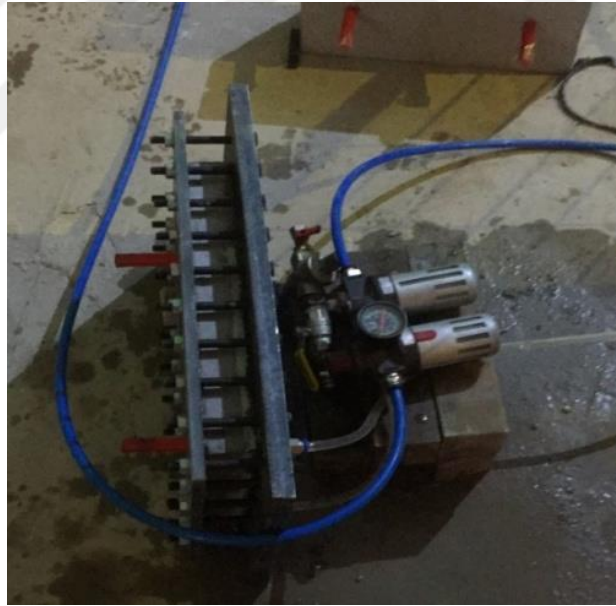
Resim 4.28 : Test Düzeneğindeki Musluklar-1.

Metal tablanın altında resim 4.28’deki resimlerde de belirtildiği gibi iki adet giriş-çıkış bulunmaktadır. Bu giriş-çıkışların birine test düzeneğinin içine su dökülmek üzere hortum yerleştirildi. Diğer giriş çıkış musluğundan su çıkışı olana kadar su konuldu.



Resim 4.29 : Test Düzenegine Su Konulması.

Test düzeneğine beton blok ile metal hazne arasındaki boşluk dolana kadar su dolduruldu (Resim 4.29). Daha sonra bu hortum körlenip hortumunda içi su dolu halde bırakıldı.



Resim 4.30 : Test Düzenegine Kompresör ve Manometre Bağlanması.

Boşta olan giriş çıkış musluğuna basınçlı su etkisi oluşturabilmek için kompresör bağlandı. Kompresörden gelen hortumun ucu manometreye bağlandı. Manometreden çıkan hortumun ucu da test düzeneğindeki giriş çıkış musluğuna bağlandı. Bu şekilde kompresörden test düzeneğine gelen basıncın ölçümü yapıldı (Resim 4.30).



Resim 4.31 : Test Aşaması (3 bar 10 dakika).

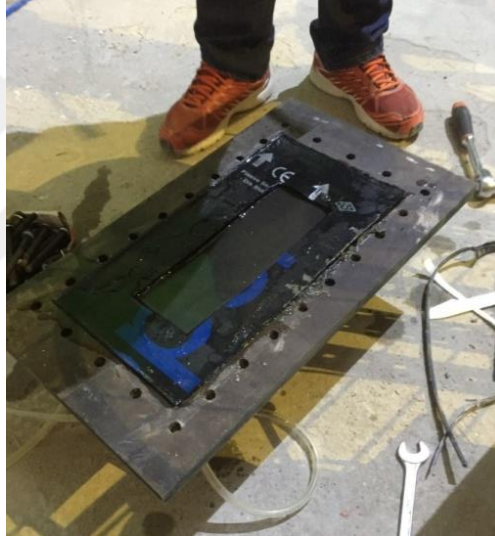
Test aparatı su ile doldurulduktan sonra bu giriş çıkış körülenip, diğer giriş çıkışa bağlanmış olan kompresörle düzenek 3bar'a kadar basınçlandırıldı (30,4365 metre suya eşdeğer)(Resim 4.31). Düzenegin üzerindeki kompresörden gelen basınçlı boruya bağlı olan manometreden basınç kontrol edildi. Düzenek 3 bar su altında 10 dakika bu şekilde bekletildi. Borulardan herhangi bir su sızıntısı gözlemlenmedi (Resim 4.32).



Resim 4.32 : Test Aşaması (5 bar 10 dakika) ve (7 bar 60 dakika).

Manometrenin basıncı 5 bara çıkarıldı, 10 dakika boyunca test düzeneği 5 bar basınçlı suya maruz bırakıldı. Su kaçağı gözlemlenmedi. Basınç 7 bara (70,4365 m su derinliği) çıkarıldı ve 1 saat düzenek bu şekilde 7 bar basınçlı su altında bekletildi (Resim 4.32). Su çıkışı olup olmadığı gözlemlenmedi. Plastik borulardan su çıkışı görülmedi. İstendiği durumda kaç basınca kadar dayanacağını görmek için basınç miktarı da artırılabilirdi. Benzer test düzeneğinin kurulup, 3 sene boyunca bu düzenden su yürütmenin test edildiği örneklerle de ulaşılmıştır.

Test tamamlandıktan sonra düzenek açıldı. Ve metal tabla içerisinde testin başında düzeneğe konulan, deney esnasında verilen basınçla, basınçlı su etkisi oluşturan suyun haznede durduğu tespit edildi (Resim 4.33). Su metal tablanın haznesinde kalmamış olsaydı deneyin başarısız olacağı sonucu çıkarılacaktı. Su olmayan bir yerde basınçlı su etkisi sonucu mümkün değildir.



Resim 4.33 : Test Tamamlanması Sonrası Düzeneğin Sökülmesi.



Resim 4.34 : Test Sonrası Deney Numunesinin Kontrolü.

Resim 4.34’de betonun altında yapışık halde bulunan örnek numunede önceden açılmış olan 25x25 mm ebatlarındaki delik yer almaktadır. Pratikte deney düzeneğinde verilen basınçlı su etkisinin, örnek numunenin yırtık olan bu deliğinden girip, betonun içinde bırakılmış olan borulardan çıkışı gözlenmek istenir. Yapılan deneyde borulardan su çıkışı görülmediği için, suyun betonla yalıtım malzemesi arasında yatayda ilerlemediği tespit edildi.



Resim 4.35 : Test Sonrası Deney Numunesinin Kırılması-1.

Test düzeneğindeki beton tabla içeriğinde bırakılan plastik borulardan su çıkışı görülmemiş olsa dahi, suyun bir miktarda olsa beton ile üzerine yapışan örnek numune arasında yol alıp almadığı kontrol edilmek istendi. Bu sebeple, beton kırılarak plastik borulara kadar gelmeden ilerleyen su var mı kontrol edildi (Resim 4.35). Yapılan kontrol sonucunda da resim 4.35’de yer aldığı üzere, betonun kuru kaldığı, bırakılan 25x25 mm delikten basınçlı suyun giriş yaptığı ancak yatayda yürümediği tespit edildi.

2-) Betondan Sıyırılma Testi:

Yapıları toprakaltı sularından korumak amaçlı yapılan su yalıtım sistemlerinin, 1.bölümde anlatılan yatayda su yürütmeye direnç gösterebilmesi, yalıtım materyalinin yapısal betona yapışması ile mümkün olmaktadır. Yalıtım malzemesi ile yapısal beton arasında koruyucu beton, tesviye sıvası vb ayırıcı herhangi bir katman olmadan, malzemenin direk olarak yapısal betona tam yapışma sağlaması gerekmektedir.

Beton öncesi veya sonrası hangi sistem olur ise, malzemenin yapısal betona tam yapışmasının ölçülebilmesi için uygulanan, ASTM D 1000, Elektriksel İçin Kullanılan Basınç Duyarlı Yapıştırıcı Kaplı Bantlar için Standart Yöntemi, ISO R527 Plastikler Çekme Özelliklerinin Belirlenmesi: Bölüm 3 Eşdeğer Filmler ve Tabakalar İçin Test Koşulları (BS 2782), Ad-Hoc Betona Yapışma Testi, ASTM D 903 Yapıştırıcı Bağların Soyulma veya Sıyırma Dayanımı için Standart Test, BS 4254 İki Bölümlü Polisülfür Esaslı Sızdırmazlık Maddesi (50 C / dk 20 C) ızgaraya karşı modifiye 7 gün beton kürü, BBA Moat 27, Dayanıklılık Testi 90 C gibi deney metotları mevcuttur.

Bu çalışmada belirtilen bu testlerden ASTM D 903-98 testi üzerinde irdeleme yapıp, bunun üzerinde yapılarak modifikasyonla oluşturulan deney düzeneği sonucu örnek numunenin betondan sıyırılma dayanımı ölçüldü.

‘a’ bölümünde, betondan sıyırılma testinin çıkış noktası olan ve malzemenin metal veya benzeri yüzeyden sıyırılmasını ortaya koyan ASTM D 903-98 testinin incelemesi yapıldı.

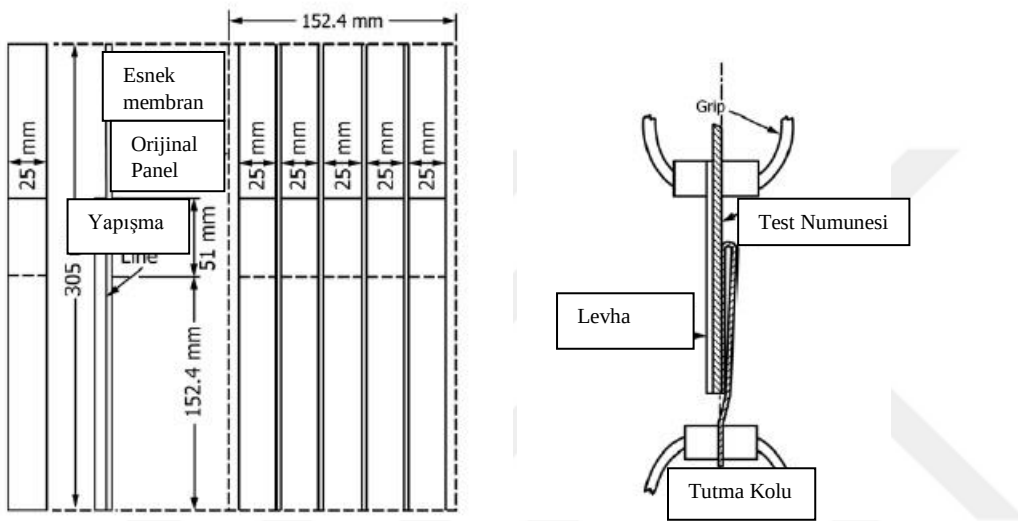
‘b’ bölümünde ise, ilgili test üzerinde yapılan çalışmalarla, standardın modifiye edilerek sistem konusunda test yapılabileceği görüldü ve test düzeneği değiştirildi. Test düzeneği betona yapışan bir su yalıtım katmanı olması ve bu şekilde de beton öncesi sistemlerin çalışma prensibinin test edilmesi şeklinde değiştirildi. Böylece yapısal betona yapışık yalıtım katmanının, betondan sıyırılması hususu, laboratuvar ortamında gözlem altına alınıyor. Deneyde beton öncesi HDPE içerikli bir su yalıtım membranı numunesi örnek numune olarak kullanılıp, hazırlanan test düzeneğinde malzemenin yapışık olduğu C35 betondan sıyırılması sorgulandı.

2-A) ASTM D 903-98 test metodu;

Testin içeriği; yapışkan bağların yüzeyden sıyırılma ve soyulma dayanımının ölçülmesi.

Amaç: Örnek numunenin yük altında yapışmış olduğu yüzeyden sıyırılma grafiğinin çıkarılması.

Şekil 4.8’de yer alan test düzeneğinde, esnek levhanın yapıştığı ve sıyırıldığı yüzey metal olarak gösterilmektedir [15].



Şekil 4.8 : Sıyırılma Testi Düzeneği.

Örneklerin yapıştırılmış panellerden kesi yapılarak ayrılması gerekiyor (yaklaşık 152,4 mm-6 inç genişlikte). Daha sonra, 25 mm (1 inç) genişlikte parçalar kesilerek bu parçalar, 180 derecelik açı ile dakikada 152 mm olacak şekilde teste tabi tutulmaktadır. Bu test sonucunda, malzemenin yüzeyden sıyırılma mukavemeti belirlenmektedir. Grafik üzerinde ise test yapılan numunelerin oluşturduğu eğri görülmektedir.

2-B) ASTM D 903 modifiye edilmiş test metodu:



Resim 4.36 : Prizi Almış Olan Numunelerin Kalıptan Çıkarılması.

Yatayda su yürütme ile ilgili 1. Bölümde anlatıldığı ve resim 15-16-17-18-19-20-21’ de yer aldığı üzere, prizini alan beton numunelerinden sıyrılma testi için kullanılacak 3 adet takımı hazırlandı (Resim 4.36).



Resim 4.37 : Sıyrılma Testi Numunesinin Hazırlanması-1.

Kalıbindan çıkarılan numunenin şerit halinde standartta belirtilen şekilde birbirinden ayrılması için kesi yapıldı. 25 mm genişliğinde parçalara ayrılan örnek numunenin, makinede sıyrılırken birbirine yapışmaması için beton yüzeyine kadar kesici alet vasıtasıyla ayrılması sağlandı. Betona yapışık halde bulunan örnek numunenin uçlarının makinenin çenesine bağlanabilmesi için resim 4.37-38’deki gibi uçları açığa çıkarıldı. Test düzeneğine uygun olarak 180°’de kuvvet verilmesi gerekmektedir.



Resim 4.38 : Sıyırılma Testi Numunesinin Hazırlanması-2.



Resim 4.39 : Sıyırılma Test Aşaması-1.



Resim 4.40 : Sıyırılma Test Aşaması-2.

395 mm'lik beton numunenin yüzüne yapışık halde bulunan ve beton öncesi sistemlere örnek HDPE içerikli sentetik membran malzemenin, 195 mm'lik kısmına 25 mm'lik kesiler atıldıktan sonra, uçları makinenin çenesinin tutabileceği şekilde yaklaşık 200 mm betondan sıyrıldı. Sıyrılan bu uç, resim 4.39'da yer aldığı gibi makinenin çenesine bağlandı. Testin hızı 152 mm/dakika olarak alındı. Üç numune üzerinden oluşturulan grafikte, yaklaşık 0,16 ile 0,18 kN yük verildiğinde 300-400 mm arasında sıyrılma gerçekleşti. Resim 4.40'da görüldüğü üzere, betona yapışık olan membran malzemenin betondan sıyrılıp kopması ile test tamamlandı. Sıyrılma işlemi yaklaşık 130 saniye içerisinde tamamlandı. Resim 4.41'de yer almakta olan bilgisayar verileri ile şekil 4.10'daki grafik elde edildi. Testin düzeneği başarılı bir şekilde oluşturuldu ve test tamamlandı. Yapılan testlerden üç adet numunenin verilen kN kuvvete göre betondan sıyrılma mm miktarının grafiği oluşturuldu. Resim 4.42'de sıyrılma testi için oluşturulan düzeneğin yer aldığıdır.



Resim 4.41 : Sıyrılma Testinin Sayısal Verilerinin Alınması.



Resim 4.42 : Sıyrılma Testi Düzeneği.

Betondan sıyrılma testi düzeneğinin oluşturulabilmesi için birkaç yöntem denendi. Sonuçta; öncelikli prizini almış olan betondan, parça kesi yapıp, sonra bu kesi yapılan kısımları parça halinde çekip, yapıştığı yerden sıyrılması için düzenek düşünüldü. Bunun içinde, seramik yapıştırıcılarda kullanılan makine ve tertibatı kullanıldı (Resim 4.43).



Resim 4.43 : Test Düzeneği Denemeleri-1.



Resim 4.44 : Test Düzeneği Denemeleri-2.



Resim 4.45 : Test Düzeneği Denemeleri-3.

Düzenekle, 28 gün prizi almış olan beton kütleinin yalıtım yapılmış olan kısmına işlem yapıldı. Resim 4.44’de yer aldığı üzere, betonun yalıtımlı kısmında yaklaşık 5 cm çapında karotla kesiler atıldı ve sıyırılma esnasında sadece bu 5 cm’lik kısmın betondan soyulması tasarlandı. Resim 4.45’de yer almakta olan 5 cm lik demir uçların, beton üzerinde kesileri yapılan 5 cm’lik kısımlara yapıştırılarak çekilmesi planlandı. Resim 4.46’da görüleceği üzere, bu demirlerin yalıtım malzemesinin üzerine yapışması için en kuvvetli malzeme olarak epoksi uygun görüldü ve 5 cm’lik kesilerin üzerine, 5 cm çapında demir parçalar epoksi ile yapıştırıldı.



Resim 4.46 : Test Düzeneği Denemeleri-4.



Resim 4.47 : Test Düzeneği Denemeleri-5.



Resim 4.48 : Test Düzeneği Denemeleri-6.

Epoksinin kuruması beklendi. Bir hafta sonra epoksi ile yalıtım membranına yapıştırılmış demir kütlelerin betondan sıyrılmasının ölçülebilmesi için test düzeneği kuruldu (Resim 4.47). Kurulan test düzeneğinde, metal malzemenin yalıtım membranına yapışması, yapışan malzemenin de yük verilerek yapışık olduğu yalıtım malzemesinden soyulması veya sıyrılması planlandı ve test düzeneği oluşturuldu (Resim 4.48). Bu test düzeneğinde yük verildiğinde, epoksi yapıştırıcının yalıtım membranından kolayca sıyrıldığı fark edilip test sonlandırıldı.

Gerçek test düzeneğine ulaşılabilmesi için başka birkaç deneme daha yapıldı. Resim 4.49’da görüldüğü üzere yalıtım membranı betondan bir miktar sıyrıldı. Kuvvet verip

yukarı doğru malzemeyi sıyrarak makinenin malzemeyi tutacak çenesi olmadığı için, mengene vasıtasıyla çene oluşturuldu. Bu testle yük verildiğinde görüldü ki örnek numunenin betondan sıyrılması için sonuç alınabilmekte.



Resim 4.49 : Test Düzeneği Denemeleri-7.



Resim 4.50 : Test Düzeneği Denemeleri-8.

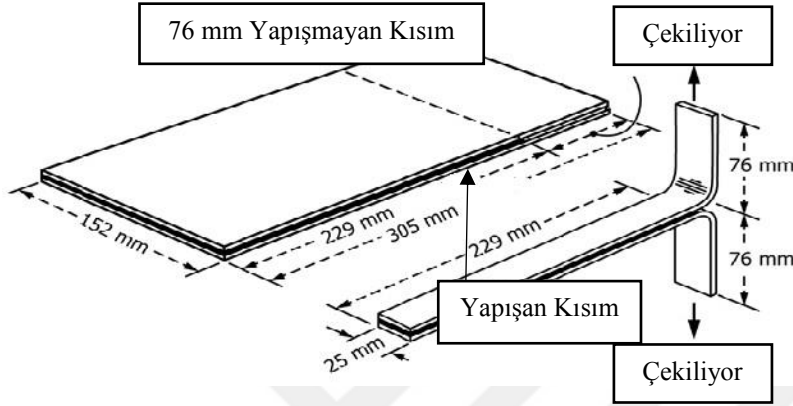
Bu sonucun ardından 195x395 mm ebatlarındaki diğer örnek numunenin, membranı sıyırmak için tutabilecek çeneye sahip makineye sığabileceği görüldü. Resim 4.50’de yer aldığı üzere makinenin çenesine sıkıştırılan membran, güç verince betondan sıyrıldı. Ancak testin standardına göre kuvveti 180°’de vermek gerekmekteydi. Test düzeneği biraz daha geliştirilerek kuvvetin de 180°’ den etkiyeceği hale getirildi. Ve test nihai sonucuna ulaştı.

3-) Birleşim Yerinin Ayrılmaya Karşı Direnci Testi:

Bu test içerik olarak malzemenin fiziksel özelliğini ölçmektedir. Sistem sorgusu harici TSE 19369 standardında yer alan malzemeye yönelik ölçümlerin benzeridir.

Amaç, yalıtım malzemelerin birleşim yerlerindeki direncinin ölçülmesidir.

Metod; TS EN 12316-1 Test metodu ile veya ASTM D 1876-08 Test metodu ile ölçüm yapılabilmektedir.



Şekil 4.9 : Yapışma Test Paneli.

Şekil 4.9'da yer alan test düzeneği hazırlanırken, 305x25 mm uzunluğunda iki parça malzeme özelliklerine uygun olarak yapıştırıldı. (Yapışma şekli üretici firmanın uygun gördüğü şekilde yapılacaktır. Yapışma yüzeylerinin temizliğine dikkat edilecektir) 305 mm parçanın yalnızca 229 mm' i yapıştırıldı. Yapışmamış uçlar test düzeneğine bağlandı veya kelepçelendi. Dakikada 254 mm sabit hızla yük verildi ve sonuçların oluşturduğu grafik çizildi.



Resim 4.51 : Yapışma Testi Aşaması Numune Hazırlanması

Deney düzeneğinde kullanılan yalıtım membranı kendinden yapışkanlı özelliğe sahip olduğu görüldü. Bu malzeme 25 mm* 305 mm ölçülerinde hem düz yerinden hem yapışkan tarafından malzeme parçalara ayrıldı (Resim 4.51). Yapışkan yüzey düz yüzey üzerine yaklaşık 76 mm i yapışmayacak şekilde birleştirilirdi.



Resim 4.52 : Yapışma Test Aşaması-2.



Resim 4.53 : Yapışma Test Aşaması-1.

Test düzeneğine boşta olan 76 mm' in iki ucu monte edildi (Resim 4.52). Makinenin iki ucuna monte edilen deney numunesi dakikada 254 mm hız ile kuvvet verilerek sıyrılma işlemeine başlandı. Standartta belirtilen mm/dakika oranı bilgisayara yüklenerek gelen kuvvet yapışma miktarına göre makine tarafından otomatik arttırıldı (Resim 4.53).

Yükleme hızı dakikada 254 mm olarak ayarlandı. Verilen kuvvet ilk 50 mm'de 0,08 kN miktarlarına kadar çıkarıldı ve deneyin sonuna kadar bu ortalamalarda devam etti. Resim 4.54'de görüleceğı üzere yapışan malzemenin birbirinden ayrılması ile deney son buldu.



Resim 4.54 : Yapışma Test Aşaması-3.

4-) Su Yalıtımı İçin Esnek Levhaların Çekme Özelliklerinin Tayini;

Bu test içerik olarak malzemenin fiziksel özelliğini ölçmektedir. Sistem sorgusu harici TSE 19369 standardında yer alan malzemeye yönelik ölçümlerden biridir.

Amaç, Deney numunesinin, kopana kadar sabit bir hızda çekilerek uzatılması, kuvvet ve uzamasının, deney boyunca sürekli olarak kaydedilmesidir.

Metod; TS EN 12311-2 Test metodu ile ölçüm yapılabilir.

Test standartları içeriğinde yer alan yöntemine uygun 200 mm uzunluğunda, 50 mm genişliğinde numuneler makineye iki ucundan takılarak yük verildi (Resim 4.55). Malzemenin kopma anına kadar ki uzama miktarı gözlemlendi. Yükleme hızı dakikada 100 mm olarak kabul edildi. Malzemenin uzayıp, uzama sonunda da kopmasıyla test sonuçlandı.



Resim 4.55 : Çekme Deneyi Düzeneği.

4.2 Sonuçların Değerlendirilmesi

Araştırmanın bu safhasında 4 adet test düzeneği oluşturuldu. Bu test düzeneklerinden 1. ve 2. olanları beton öncesi sistemin sorgulanması amaçlı, 3. ve 4. olanları ise beton öncesi sistemde kullanılabilecek olan malzemenin sorgusunu yapmak amaçlı oluşturuldu. Sayısal veri düşünülmeden testin gerçekleştirilebilmesi hedeflendi. Tek tip örnek numune üzerinde bütün testler yapıldı. TSE dahilinde yapılan malzeme sorgusunun yeterli ve kapsamlı olmasına karşın, sistem sorgusu ile ilgili herhangi bir çalışma ve veri bulunmamaktadır. Yaygın olarak kullanılan test yöntemleri, malzemenin kendisini karakterize edebilir ama kullanımdaki performansını belirleyemez. Kullanılacak malzemenin kullanım alanı ile beraber test edilebilmesi ve belirli performans değerlerinin gösterilebilmesi, test prosedürlerinin geliştirilmesini gerektirmektedir.

1.Test Düzeneginde; ASTM D 5385 testi ile su yalıtım malzemesinin basınçlı su geçirimsizliği ölçülmektedir. Modifiye edilen ASTM D 5385-5 testinde ise, yalıtım malzemesi ile yapışık olduğu yapısal beton arasında oluşabilecek su kaçağının yatayda yürümesinin tespiti amaçlı test düzeneği oluşturulmuştur.

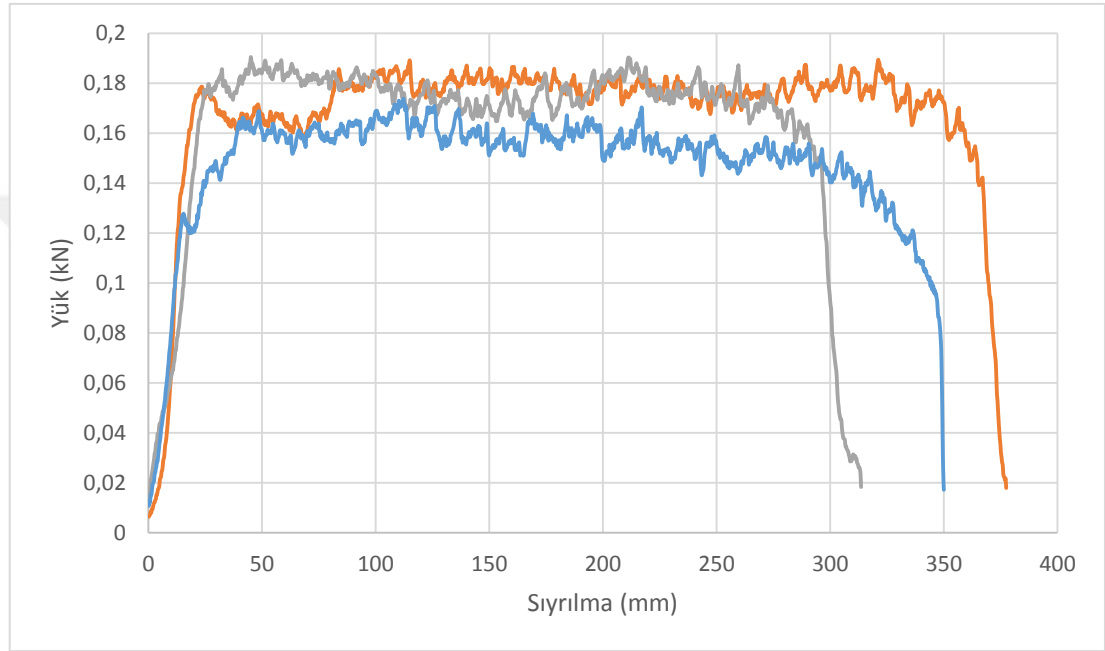
Oluşturulan test düzeneği çerçevesinde yapılan deneyde, betona yapışık durumdaki yalıtım malzemesinin (malzemenin üzerine deformasyon uygulayıp su girişi sağlandı), 10 dakika 3 bar (30,4365 metre su derinliğindeki basınca eşittir), sonraki 10 dakika 5 bar (50,4365 metre su derinliğindeki basınca eşittir) ve sonraki 1 saat 7 bar (70,4365 metre su derinliğindeki basınca eşittir) basınçlı su altında, suyu yatayda yürütüp yürütmediği test edilmiştir. Sonuç olarak sistemde yer alan plastik borulardan su çıkışı gözlemlenmemiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1 : Yatayda Su Yürütme Testi Sonuçları.

Beton Dökümünden İtibaren 21. Ve 28. Günlerde Test Yapıldı	300 Kpa - 3 bar – 30,4365 metre su derinliği-10 Dakika	500 Kpa - 5 bar – 50,4365 metre su derinliği-10 Dakika	700 Kpa - 7 bar – 70,4365 metre su derinliği-60 Dakika
1. Numune- 21. Gün	Su Çıkışı Olmadı	Su Çıkışı Olmadı	Su Çıkışı Olmadı
2. Numune- 28. Gün	Su Çıkışı Olmadı	Su Çıkışı Olmadı	Su Çıkışı Olmadı
3. Numune- 28.Gün	Su Çıkışı Olmadı	Su Çıkışı Olmadı	Su Çıkışı Olmadı

2. Test Düzeneginde; ASTM D 903 test yöntemi ile yapışkan bağların bir yüzeyden soyulma (sıyırılma) dayanımı ölçülmektedir. Ancak yüzeyin malzemesi hususunda bir detay verilmemektedir.

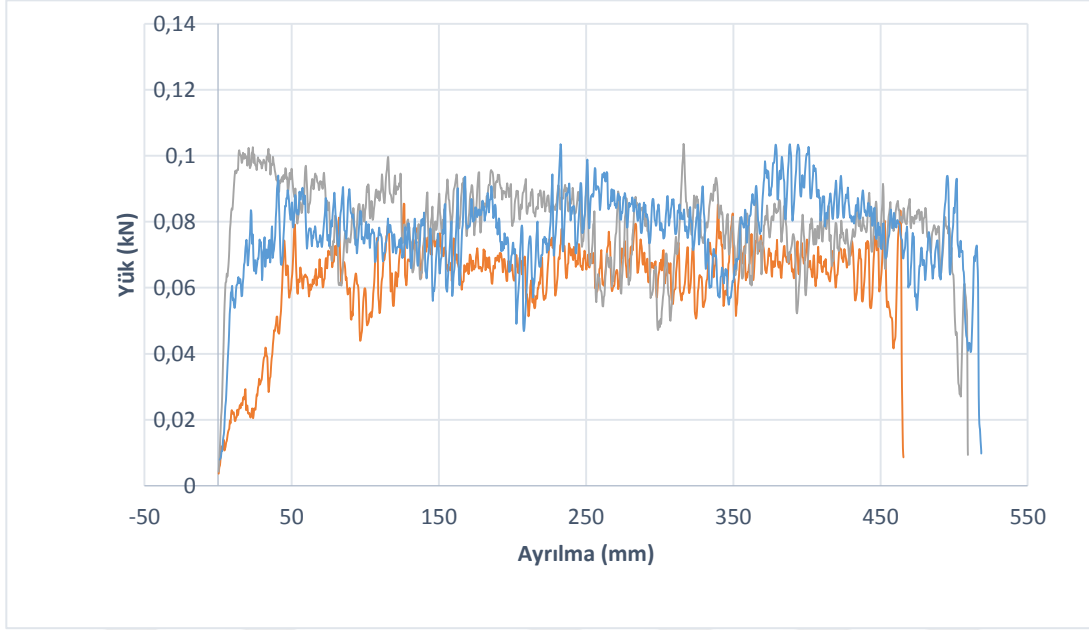
Oluşturulan test düzeneği çerçevesinde yapılan deneyde, yalıtım malzemesinin yapışık olduğu betondan sıyırılması veya soyulmasının miktarı belirlenmiştir. Test hızı ayarlanarak (dakika/mm) betondan sıyırılma miktarı ve verilen kuvveti arasında grafik oluşturulmuştur.



Şekil 4.10 : Sıyırılma Testi Grafik Sonuçları.

Düzenek dahilinde testin hızı, 152 mm/ dakika olarak alınmıştır. Üç numune üzerinden oluşturulan grafikte, yaklaşık 0,16 ile 0,18 kN yük verildiğinde 300-400 mm arasında sıyırılma gerçekleşmiştir (Şekil 4.10). Sıyırılma işlemi yaklaşık 130 saniye içerisinde tamamlanmıştır.

3. Test Düzeneginden; İlgili ASTM ve TSE test düzenekleri ile malzemelerin birleşim yerinin ayrılmaya karşı direnci test edilmektedir. İki deney metodu da benzer ve sistem ile ilgili olmayıp, bu metotlarla malzemenin özelliği test edilmektedir. Birleşim yerinin bağlantıları sıcak yapışma, kendine yapışma ve benzer şekillerde olabilmektedir. Test hızı ayarlanarak (dakika/mm) ayrılma miktarı ve verilen kuvveti arasında grafik oluşturulmuştur.



Şekil 4.11 : Yapışma Testi Grafik Sonuçları.

Yapılan testler sonucu oluşan grafik, malzemenin birbiri ile birleşim yerindeki ayrılmaya karşı direncini göstermektedir. 3 numune üzerinde yapılan test süresince dakikada 254 mm sabit hızla yük verildi ve sonuçlar ortaya çıkarıldı. Testin sonucu olarak, 0,08 ile 0,09 kN ortalama yüke karşılık yaklaşık 450- 500 mm sıyrılma söz konusu olmuştur (Şekil 4.11).

4.Test Düzeneginden; İlgili TSE test düzeneği ile yalıtım membranı olan deney numunesi kopana kadar sabit bir hızda çekilerek uzatılmıştır. Çekme kuvveti (kN) ile uzama miktarı (mm) deney boyunca sürekli olarak kaydedilerek tablo oluşturulabilmektedir (Tablo 4.2).

Tablo 4.2 : Örnek Karşılaştırma Tablosu. Beş Farklı Üründe TSE Standardında Test Yapılıyor.

	A	B	C	D	E
TS EN 12311	0,37 Mpa	0,37 Mpa	0,21 Mpa	0,59 Mpa	3,50 Mpa
	% 31	% 49	% 57	% 47	% 767

5. SONUÇLAR

Ülkemizde mevcut toprakaltı su yalıtım malzemeleri-sistemleri değerlendirildiğinde;

- Su yalıtım malzemelerinin ürün standartları bulunmaktadır.
- Haziran 2018'de yürürlüğe girecek olan “Su Yalıtım Yönetmeliği” bulunmaktadır.
- Su yalıtım malzemelerinin sistem olarak, taşıyıcı sistemle olan ilişkisini sorgulayan bir standart bulunmamaktadır.
- Su yalıtım malzeme seçim ve kullanımı genellikle, üretici ve kişisel inisiyatiflere göre şekillenmektedir.
- Ağır deprem sonuçları yaşayan bir ülke olarak, su yalıtımın gerekliliği konusunda yaptırım olmadığı için gerekli uzmanlık ve farkındalık da gelişmemiştir.

Şeklinde ilk bulgular tespit edilmiştir.

Bu bulgular üzerinden bu tez çalışmasında detaylı olarak; Ülkemizde mevcut toprakaltı su yalıtımının değerlendirilmesi ve deneyle irdelenmesi şeklinde içerik, iki ana konuda ele alınmıştır.

Toprakaltı su yalıtımı değerlendirmesi yapıldığında elde edilen sonuçlar ve gereklilikler;

- Su yalıtım yönetmeliği tüm su etkilerine karşı proje-yapım ve denetim aşamalarında daha detaylı olarak geliştirilmelidir. Yönetmelik, özellikle sonradan telafisi gerçek anlamda mümkün olmayan toprakaltı su yalıtımı ile ilgili olarak daha alt açılımlı, yoruma imkân vermeyecek, net bilgi verebilecek şekilde detaylandırılmalıdır.
- Tasarımcı-yapımcı-kullanıcı açısından malzeme seçimi, su yalıtım yönetmeliğinde daha net tanımlanabilecek şekilde verilmelidir. Piyasada mimari yapılarda toprakaltı su etkilerine karşı korunum amaçlı birçok malzeme bulunmaktadır. Ancak, bu malzemelerin yapının şartlarına ilişkin nasıl seçilebileceği belirsizdir. Bu seçim genellikle üretici firmaların inisiyatifinde şekillenmektedir.

- Su yalıtım malzemelerine ilişkin standartlar mevcuttur. Bu standartlar ürün kalitesi ve üreticinin kontrolü açısından olumludur. Ancak, malzemenin yapısal betonla ilişkisini sorgulayan herhangi bir standart bulunmamaktadır. Ürün standartları yanında, ürünün farklı malzeme, taşıyıcı sistem ile uygulama yapıldıktan ve su etkisi başladıktan sonra ilişkisini sorgulayan standartlar geliştirilmelidir.
- Su yalıtım malzemelerini, üretici tarafında üretim teknolojisi ve nihai ürünü denetleyebilecek yasal bir mekanizma kurulmalıdır. Su yalıtım malzemelerinin mimari yapılarda kullanımı amaçlı seçim, uygulama ve denetim ilişkisini, tasarım-yapım ve kullanım süreçlerinde de sorgulayan denetleyebilen ve çeşitli cezai yaptırımlara sahip olan yasal mekanizma kurulmalıdır. Su yalıtımında kullanılacak malzeme hakkında sadece üretici beyanı kesinlikle yeterli olmamalıdır. Doğru yerde, doğru malzemenin, ehil kişiler tarafından uygulanması sağlanmalıdır. Doğru malzemenin seçimi için ise yönetmelikte de atıfta bulunan su yalıtım projesi gerekmektedir. Zemin ve çevre parametreleri ile yapının projesi harmanlanıp, su yalıtım raporu, bu raporu baz alarak oluşturulan yerine özel su yalıtım projesi ve detayları ile bu imalatı yapacak ehil ve bilir kişi doneleri yan yana geldiği zaman hata payı oldukça azalacaktır. Su yalıtımına en büyük sorunun insan faktörüdür. Bu nedenle, denetim mekanizmasını ceza şartları ile çalıştırmak gerekmektedir.

Değerlendirme çalışmasından sonra, su yalıtım malzemesinin bir sistem olarak yapısal beton ile ilişkisi irdelenmiştir. Deney ile yapılan bu irdelemede;

- * Malzemenin kendi özelliği,
- * Malzemenin birbirine yapışma davranışı,
- * Malzemenin yapısal betona yapışma davranışı,
- * Malzemenin yapısal betona yapıştıktan, sistem olarak uygulaması tamamlandıktan sonra, basınçlı su etkisi altında davranışı incelendi.

Bu incelemelerde özellikle sistemin yapısal beton ile ilişkisini sorgulayabilmek için bir deney düzeneği uyarlandı. Basınçlı su etkisi altında su yalıtım malzemesi ile beton arasında özellikle yatayda ya da betonun içinde su girişinin olmadığı tespit edildi. Bu deneyler ile sistem-beton ilişkisinin uygulama yapılmadan da laboratuvar ortamında sorgulanabileceği görüldü.

Bu çalışma beton öncesi sistemlerin sorgulanabilirliği açısından bir farkındalık oluşturmak ve bu yöntemin geliştirilerek yasal olarak standart haline gelebilmesini sağlayabilmek amacıyla ön çalışma niteliği taşımaktadır.

Su yalıtım imalatında hatayı aza indirmek hiç yapmamak anlamına gelmemektedir. Suyun küçük bir noktadan bile girmesi, onun yapı içerisinde tespitini imkânsız kılmaktadır. Bu bağlamda konvansiyonel tip su yalıtım sistemlerindeki suyun yol bulunca yürüme prensibini iyice irdelenip, yapısal betona yapışan, onunla hareket eden su yalıtım sistemlerine yönelmek konusunda daha çok çalışma yapılması gerekmektedir. Betona yapışık düşünülen sistemlerin test düzeneklerini ülke standartları içinde geliştirerek, bu sistemlerin avantaj/dezavantajlarının daha çok araştırılması gerekmektedir.

Günümüzde, mimarlık strüktür, mühendislik, mekanik tesisat, jeofizik mühendisliği ve zemin mekaniği ile koordinasyon içinde yürütülmesi gerekli bir meslek dalı olmak zorundadır. Depreme dayanıklı yapı sadece tasarım anlamında birtakım planlama kararlarının kısır döngüsü içinde kalmayıp, görünmez fakat yapı ömrünü azaltan diğer faktörlerin de önemle ele alındığı bir olgudur. Yapılar; sağlıklı, kaliteli ve güvenli kavramlarını her konuda sağlamalıdır. Üst yapı olarak estetik kaygılarla beğeni kazanabilecek pek çok yapının alt yapısı incelendiğinde, görünmez kabul edilen bir olumsuz zihniyetle uygulanmamış bir su yalıtımının yapı bittikten sonra geri dönüşümü olmayan ve affedilmez bir hata olduğunu bilmek gereklidir. Kişinin önemini bilmeyerek affedebileceği bir sorunu, eksikliği ve uygulama hatasını doğa affetmeyecektir [26].



KAYNAKLAR

- [1] Url-1 <<https://www.humbarahane.com>>
- [2] **Özmen, B.**,2000. Türkiye Deprem Vakfı
- [3] **TUİK**,2000
- [4] **Şahal, A.N.**, Mimar (1992) Temellerde Su Yalıtımı. Yüksek Lisans Tezi. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul
- [5] Url-2 <<http://www.bea.com.tr>>
- [6] **Doğan, M.**, 2009. “Betonarme Yapılardaki Deprem Hasarlarına Korozyonun Etkisi” . Eskişehir Osmangazi Üni., Müh. Mim. Fak Dergisi, Cilt XXII, Sayı:1.)
- [7] **Koçak, A.**, 2005. “ İstanbul’un Çeşitli İlçelerinde Yer Alan Mevcut Binaların Ayrıntılı İncelenmesi ve Mevcut Binaların Deprem Riski”. Deprem Sempozyumu Kocaeli.)
- [8] Url-3 <<http://kbyapikimyasallari.com/yapi-kimyasallari-2/>>
- [9] Url-4 <<http://www.gazetevatan.com/su-yalitiminda-nelere-dikkat-edilmeli>>
- [10] **Akyol K.**, (2008) Su Yalıtımı ve Su Geçirimsizlik Katkı Oranlarının Beton Su Emmesine ve Basınç Dayanımına Etkilerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- [11] **Tekin Ç., Diri C. Ve Bonfil J.**,(2016) Mimari Yapılarda Su Yalıtımı
- [12] **Dağ F.E.**, Mimar (2001) Suyun Yapıdaki Etkileri Ve Yapıların Suya Karşı Yalıtımı. Yüksek Lisans Tezi. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul
- [13] **Dal M. ve Yılmaz D.** (2015), Su-Nemin Yapı Elemanlarına Ve Yapı Konforuna Olumsuz Etkileri, Tunceli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği
- [14] **TSE** (Türk Standartları Enstitüsü)
- [15] **ASTM** (ABD Standartları)
- [16] **BS**, (2009)(İngiliz Standartları)
- [17] **Ercan C.**, İnşaat Yüksek Mühendisi, (2016) Su Yalıtımı Makalesi
- [18] Url-5 <<https://www.gnyapi.com.tr/su-yalitimi>>
- [19] Url-6 <<http://www.ozeroğluyalitim.com>>
- [20] **Çevre ve Şehircilik Bakanlığı** ,(27.10.2017) Binalarda Su Yalıtım Yönetmeliği

- [21] **Sorgu, D.**, 2000. İnşaatıların Deprem Hasarlarından Doğan Sorumlulukları ve Hasarlı Binaları Onarma ve Güçlendirme Yolları. İTO, Yayın no:2000-45, İstanbul
- [22] **Ekinci C.E. ve Yıldırım S.T.**, Betonarme Temel ve Bodrum Perdelerinde Su-Nem Yalıtımının Önemi, Fırat Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü-ELAZIĞ, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü-DÜZCE
- [23] **Url-7** <<https://gcpat.com/en>>
- [24] **Mott MacDonald Ltd. Raporu** (2001)
- [25] **Duyuru, (2017)** Çevre Ve Şehircilik Bakanlığı İle Birlikte, İzoder, Bitüder Ve Suder' in Ortak Duyurusu
- [26] **Akıncıtürk N. Doç. Dr.**,(2001) Yapı Temellerinde Su Sorunu Ve Yalıtım Uygulamaları, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi
- [27] **Url-8** <<http://www.turkchem.net/su-yalitimi-yonetmeligi-ile-zorunlu-hale-gelen-uygulamalar-nelerdir.html>>

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Yavuz KARAŞAHİN
Doğum Tarihi ve Yeri : 05.08.1977, İstanbul
E-posta : yavuzkarasahin@yahoo.com.tr

ÖĞRENİM DURUMU:

Lisans : 2003, Mimarşinan Güzel Sanatlar Üniversitesi
Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü
Lise :1994, Ataköy Lisesi

MESLEKİ DENEYİM:

2004-2005 : Metal Yapı –Konut İnşaatı Saha Mimarı.
2005- : Devlet Memuru