

İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ

**SU YALITIMINDA KULLANILAN MALZEME ÇEŞİTLERİ VE TEMEL VE
BODRUM PERDELERİNDE SU YALITIMININ ÖNEMİ**

Mehmet Fatih ŞAHİNOĞLU

UZMANLIK TEZİ

NİSAN 2017



İLBANK
TÜRKİYE'NİN YAPICI GÜCÜ

İLLER BANKASI ANONİM ŞİRKETİ

**SU YALITIMINDA KULLANILAN MALZEME ÇEŞİTLERİ VE TEMEL
VE BODRUM PERDELERİNDE SU YALITIMININ ÖNEMİ**

Mehmet Fatih ŞAHİNOĞLU

UZMANLIK TEZİ

Tez Danışmanı (Kurum)

Tayfun TEMİZ

Tez Danışmanı (Üniversite)

Doç. Dr. Mustafa ŞAHMARAN

ETİK BEYAN

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

Mehmet Fatih ŞAHİNOĞLU

03.04.2017

Su Yalıtımında Kullanılan Malzeme Çeşitleri Ve Temel Ve Bodrum Perdelerinde Su Yalıtımının Önemi

(Uzmanlık Tezi)

Mehmet Fatih ŞAHİNOĞLU

İLBANK A.Ş.

Nisan 2017

ÖZET

Su, insanların ve diğer bütün canlıların hayatının devamlılığı için vazgeçilmez ve zorunlu bir madde olmasına mukabil, çeşitli bozucu etkisiyle neredeyse bütün katı maddelerde tahribatlara sebep olabilmektedir. Eğer gerekli tedbirler alınmaz ise, su farklı şekillerde yapılara girer, tek başına veya diğer atmosfer etkileriyle beraber kısa veya uzun sürede olumsuz etkilerini gösterir. Yapıların taşıyıcı elemanlarından olan temel ve bodrum perdeleri, yapının hizmet ömrüncü devamlı su ve/veya nemle karşı karşıyadır. Yapılmayan veya kalitesiz yapılan su/nem tecrit uygulamaları, yapı elemanlarının faydalı hizmet ömürlerini ciddi manada azaltmakta, yapı güvenliği, insan sağlığı ve güvenliği bakımından birçok zaman telafisi olmayan kalıcı sorunlara yol açabilmektedir. Bu çalışmada suyun meydana getirebileceği tahribat ve olumsuz etkilerden korunmak için dizayn ve uygulama sırasındaki temel kaideler ve uygulama sırasındaki usul, sistem ve malzeme belirleme konularında dikkat edilmesi gerekenler tavsiye vasfında anlatılmaya çalışılacaktır. Su yalıtımı hakkında bilgi edinmek isteyenler için bir rehber olacağını ve su tecritlerinin doğru detay/malzeme/uygulama kaidesine göre yapılacağına katkıda bulunacağını düşünmekteyim.

Anahtar Kelimeler

: Su, Yalıtım, Temel

Sayfa Adedi

: 121

Tez Danışmanı (Kurum)

: Tayfun TEMİZ

Tez Danışmanı (Üniversite)

: Doç. Dr. Mustafa ŞAHMARAN

The Types Of Materials Used İn Water İnsulation And The İmportance Of Water İnsulation İn Basement And Basement Curtains

(İLBANK Expertise Thesis)

Mehmet Fatih ŞAHİNOĞLU

İLBANK A.Ş.

April 2017

ABSTRACT

Water, the continuity of life of humans and all other living things is indispensable, and it can cause destruction of almost all solid matter due to various destructive effects which are inevitable for it to be a necessary matter. If necessary precautions are not taken, the water enters the structure in different shapes, it has negative effects in short or long time with the effect of alone or other atmosphere. The basic load-bearing elements of the buildings and basement curtains, building service ömürlerince faces the continuous water and/or humidity. Section missing or poor quality water/moisture isolation applications made, the useful service life of building elements to reduce serious, building security, in terms of human health and safety, this can cause permanent irreversible problems many times. Can get into the water damage and negative effects at the time of the application for protection in the basic design and statuettes, and at the time of application procedures, system and specify the material to be considered advice on the subjects will be explained in the attribute. I think it will be a guide for those who want to know about water insulation and will contribute to making water isolation according to the correct detail / material / application criteria.

Key Words : Water, Insulation, Foundation.

Number of page : 121

Supervisor (Institution) : Tayfun TEMİZ

Supervisor (University) : Assoc. Prof. Mustafa ŞAHMARAN

TEŞEKKÜR

Yapılan tez çalışması sırasında danışmanlığımı yürüten hocam Doç. Dr. Mustafa ŞAHMARAN'a ve İller Bankası tez danışmanım Teknik Uzman Tayfun TEMİZ'e desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	vi
TABLoların LİSTESİ.....	viii
RESİMLERİN LİSTESİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	x
GİRİŞ.....	1
1. SU VE ETKİLERİ	3
1.1. Suyun Özellikleri	3
1.1.2. Suyun ısılatma özelliği.....	3
1.1.2. Suyun çözücülük özelliği.....	3
1.1.3. Suyun kılcal hareket özelliği.....	4
1.2. Yapıyı Tesir Eden Sular	5
1.2.1. Toprak (zemin) altı suları.....	5
1.2.2. Toprak üstü suları	8
1.3. Suyun Yapıya Girişini Etkileyen Faktörler.....	9
1.3.1. Yer çekimi.....	10
1.3.2. Hidrostatik basınç	10
1.3.3. Hava akımı	11
1.3.4. Yüzey gerilimi	11
1.4. Suyun Yapıya Tesirleri ve Neticeleri.....	12
1.4.1. Suyun fiziksel etkisi.....	13
1.4.2. Suyun kimyasal etkisi	17
1.5. Suyun Etkilerinin Neden Olduğu Sonuçlar.....	20
1.5.1. Karbonatlaşma	20
1.5.2. Korozyon	21
1.5.3. Çiçeklenme (Effloresans)	23
1.5.4. Mantarlaşma ve çürüme.....	25
1.5.5. Alkali – Silika tepkimesi.....	26

2. SU YALTIM TÜRLERİ VE UZAKLAşTIRMA	29
2.1. Toprak Altı Sularına Karşı Yalıtım ve Uzaklaştırma.....	29
2.1.1. Toprak altı tahliye (drenaj) sistemleri.....	31
2.1.2. Basınçlı yer altı suyuna karşı yalıtım.....	35
2.1.3. Basıncsız yer altı suyuna karşı yalıtım.....	37
2.2. Toprak st Sularına Karşı Yalıtım ve Uzaklaştırma	39
3. SU YALITIM MALZEMELERİ VE UYGULAMALARI	41
3.1. Yzeyssel Su Yalıtımı	41
3.1.1. Sürme tip su yalıtım malzemeleri	43
3.1.2. Serme tip su yalıtım malzemeleri	53
3.2. Yapısal Su Yalıtımı	62
3.2.1. Yapı kimyasalları	63
4. SU YALITIM UYGULAMALARINDA TEMEL PRENSİPLER	67
4.1. Toprak Altı Sularına Karşı Su Yalıtımında Temel Prensipler	69
4.1.1. Basınçlı suya karşı su yalıtımında temel prensipler.....	69
4.1.2. Basınçlı su ve toprak nemine karşı yalıtımında prensipler	91
5. İLLER BANKASI A.ř. ÖZELİNDE BİR PROJENİN ÖRNEKLENMESİ	95
SONUÇ	101
KAYNAKLAR.....	103
ZGEÇMİş.....	104

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Suyun kılcal hareketi	4
Şekil 1.2. Yeryüzündeki suyun dağılımı	5
Şekil 1.3. Toprak altı suları	6
Şekil 1.4. Hidrostatik Basınç	7
Şekil 1.5. Su Döngüsü	8
Şekil 1.6. Döşemelerde sıçrama ve birikme sularının etkisi	10
Şekil 1.7. Suyun duvarlardan girişini etkileyen faktörler	9
Şekil 1.8. Yapı oturması	16
Şekil 1.9. Alkali-silika tepkimesi	27
Şekil 2.1. Zemin türleri ve tahliye	32
Şekil 2.2. Drenaj uygulama kesiti	33
Şekil 2.3. Çevresel tahliye (drenaj)	34
Şekil 2.4. Alansal Tahliye (drenaj)	34
Şekil 2.5. Basınçlı suya maruz kalan yapı elemanı	36
Şekil 2.6. Basıncsız sızıntı sularına maruz kalan yapı elemanı	38
Şekil 2.7. Yapıya etki eden toprak üstü suları	39
Şekil 4.1. Yapı temelinde yalıtım kat, adet ve kalınlıkları (TS EN 11758-2)	72
Şekil 4.2. Tam yapışma	73
Şekil 4.3. Şeritsel yapışma.....	73
Şekil 4.4. Noktasal yapışma	74
Şekil 4.5. Basınçlı su için temel su yalıtımında dıştan bohçalama	76
Şekil 4.6. Basınçlı su için dıştan bohçalama (bitümlü örtü, 1. Kısım)	77
Şekil 4.7. Basınçlı su için dıştan bohçalama (bitümlü örtü, 2. Kısım)	77
Şekil 4.8. Basınçlı su için dıştan bohçalama (sentetik örtü, 1. Kısım)	78
Şekil 4.9. Basınçlı su için dıştan bohçalama (sentetik örtü, 2. Kısım)	79
Şekil 4.10. Temel su yalıtımında dilatasyon	80
Şekil 4.11. Temel su yalıtımında farklı kotlarda dilatasyon	81
Şekil 4.12. İçten bohçalama detayı, doğru uygulama	83
Şekil 4.13. İksa sistemi üzerine su yalıtımı detayı, yanlış uygulama	84
Şekil 4.14. Temel basınçlı su için içten bohçalama (bitümlü örtü)	85
Şekil 4.15. Bitümlü örtülerin birleşim detayı	85

Şekil	Sayfa
Şekil 4.16. Bitümlü örtü ile basınçlı su yalıtımı, temel (içten bohçalama, 1. aşama)	86
Şekil 4.17. Bitümlü örtü ile basınçlı su yalıtımı, temel (içten bohçalama, 2. aşama)	86
Şekil 4.18. Sentetik örtü ile basınçlı su yalıtımı, temel (içten bohçalama, 1. aşama)	87
Şekil 4.19. Sentetik örtü ile basınçlı su yalıtımı, temel (içten bohçalama, 2. aşama)	87
Şekil 4.20. Temellerde çift radye uygulaması detayı	89
Şekil 4.21. Flanşlı sistem	90
Şekil 4.22. Kazık başının likit malzeme ile yalıtılması	91
Şekil 5.1. Proje mimari kesiti	95
Şekil 5.2. Proje vaziyet planı	96
Şekil 5.3. Yapılması planlanan bodrum perdesi su yalıtım detayı	97
Şekil 5.4. Tavsiye edilen bodrum perdesi su yalıtım detayı	97

TABLoların LİSTESİ

Tablo	Sayfa
Tablo 1.1. Farklı zemin türlerinde kılcal su yükselmesi ve çekme gerilmesi	4
Tablo 1.2. Bazı yapı malzemelerinde şişme-büzülme değerleri	15
Tablo 1.3. Denizlerimizin tuzluluk oranları ve iyon yoğunlukları	18
Tablo 2.1. Toprak altı suları toprak altı yapı elemanlarının ilişkisi	30
Tablo 2.2. Basınçlı zemin sularına karşı kullanılan yalıtım malzemeleri	36
Tablo 2.3. Basınsız zemin sularına karşı kullanılacak yalıtım malzemeleri	38
Tablo 2.4. Toprak üstü suları ile yapı elemanları	40
Tablo 3.1. Yüzey su yalıtımında kullanılacak su yalıtım malzemeleri	42
Tablo 3.2. Taşıyıcı malzemelerin mekanik mukavemetleri	55
Tablo 3.3. Türkiye’de kullanılan kaplama bitümlerin özellikleri	56
Tablo 4.1. Yapıda suyun etki etme türü, yalıtım yeri ve malzeme seçimi	67
Tablo 4.2. Polimer modifiyeli bitümlü sürme su yalıtım malzemesi için asgari özellikler ...	71
Tablo 4.3. Perde yüksekliklerine göre asgari örtü kalınlığı (TS EN 13658)	72
Tablo 4.4. Sentetik örtülerde temel kaynak türüne göre en az ek yeri genişlikleri (TS EN 13658)	75
Tablo 4.5. Polimer geliştirilmiş bitümlü sürme su yalıtım malzemeleri için özellikler (TS EN 15814)	94
Tablo 5.1. Uygulanması planlanan yalıtım detayının ortalama maliyeti	98
Tablo 5.2. Tavsiye edilen yalıtım detayının ortalama maliyeti	98

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 1.1. Damlalık yapılmadığı için bina cephesinde oluşan hasar	13
Resim 1.2. Donatı korozyonu sonucu donatının açığa çıkması	22
Resim 1.3. Donatı korozyonu sonucu pas tabakasının beton yüzeyine sızması	23
Resim 1.4. Pencere altı çiçeklenme	24
Resim 1.5. Dış cephede çiçeklenme	24
Resim 1.6. Bodrum kat duvarlarında oluşan hasarlar	26
Resim 1.7. Alkali-silika tepkimesi hasarına bağlı olarak oluşan çatlaklar	28
Resim 3.1. Asfalt emülsiyon uygulamaları	46
Resim 3.2. Hibrit esaslı su yalıtım malzemesi	50
Resim 3.3. Bitüm esaslı sürme tip su yalıtım malzemesi (kalın)	52
Resim 3.4. Plimer bitümlü örtülerin uygulaması	57
Resim 3.5. Sentetik su yalıtım örtü uygulaması	60
Resim 3.6. Bentonit şilte uygulaması	61
Resim 4.1. İçten bohçalama, doğru uygulama	82
Resim 4.2. İksa sistemine su yalıtımı, yanlış uygulama	83
Resim 4.3. Çift radye uygulaması, temelde	88
Resim 5.1. Uygulanan su yalıtımı (1)	99
Resim 5.2. Uygulanan su yalıtımı (2)	100

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

Simgeler	Açıklamalar
°C	Santigratderece
CaCO ₃	Kalsiyum karbonat
C ₃ AH ₆	Kalsiyum alüminat
CaO	Kalsiyumoksit
CO ₂	Karbondioksit
Ca(OH) ₂	Kalsiyum hidroksit
Cl ⁻	Klor iyonu
cm	Santimetre
cm ²	Santimetrekare
e ⁻	Elektron iyonu
Fe	Demir
H ⁺	Hidrojen iyonu
HCl	Hidrojen klorür
H ₂ CO ₃	Karbonik asit
HNO ₃	Hidrojen nitrat
H ₂ O	Su
H ₂ SO ₄	Hidrojen sülfat
K	Potasyum
Kg	Kilogram
kgf	Kilogramkuvvet
kN	Kilonewton
K ₂ O	Potasyumoksit
m	Metre
m ³	Metreküp
m ²	Metrekare
Mg	Magnezyum
mm	Milimetre
MPa	Megapaskal
N	Newton

Na	Sodyum
NaCl	Sodyumklorür
Na₂O	Sodyumoksit
NH₄	Amonyum
OH	Hidroksit
PE	Polietilen
PP	İzotaktik polipropilen
PIB	Poli-izobutilen
PVC	Polivinil klorür
rpm	Dakikadaki devir sayısı
sn	Saniye
SO₃	Sülfit
SO₄	Sülfat
~	Yaklaşık
%	Yüzde

Kısaltmalar

EN
EPM
EVA
E.Y.S.S.
CMS
DIN
EAC
ECB
LPG
SBS
SBS
TS
UV

Açıklamalar

Avrupa Standardı
Etilen Propilen
Etilen Vinil Asetat
En Yüksek Su Seviyesi
Kloro-Sülfonatlanmış Polietilen
Alman Standardı
Etilen Aspilester
Etilen Koplimerler ve Bitüm
Sıvılaştırılmış Petrol Gazı
Elastomer Bitüm
Elastomer Bitüm
Türk Standardı
Ultraviyole

GİRİŞ

Yapıların, insanların güvenlik içinde hayat sürecekleri, sağlıklı, konforlu bir ortamın olması ve bu işlevlerini yapı hizmet ömrünce devam ettirebilmesi için iç ve dış etkilere doğru bir biçimde korunması ile mümkündür. Yapılara tesir eden en önemli etkenlerden biri de sudur. Yapılar;

- Yağışlar (yağmur, kar vb.),
- Toprak nemi, sızıntı suları ve kullanma suları,
- Islak hacimlerdeki kullanılan su (banyo, wc vb.),
- Zemindeki yer altı suları,
- Yapı içinden gelen su buharının yoğunlaşması sebepleriyle suyla karşı karşıya kalır.

Suyun yukarıda belirtilen şekiller de yapıyı, dolayısıyla konforlu, sağlıklı ve güvenli bir ortamı tehdit etmesi önlenemez, ancak yapı elemanlarına suyun girmesi engellenebilir. Yapıların su ve nemin hangi şiddetle ve hangi taraftan etki ederse etsin, yapı kabuğuna tesir ederek yapı elemanlarında hasara neden olmaması için yapılan iş ve işlemlere su yalıtımı denir. Yalıtımda ana unsur doğru malzeme, doğru detay ve doğru uygulamadır.

Su ve türevlerinin yapıya verebileceği zararların önlenmesi için, tasarım sırasında yapının işlevi ve konumuna göre yapı elemanlarının su ile teması iyi öngörülmeli ve su yalıtım malzemesinin ve etki edebilecek suyun özelliği bilinerek buna göre sistem belirlenip tedbir alınmalıdır. Su yalıtım tedbirlerinin alınması için yapılacak harcamalar, yapıların ilk yatırım maliyetine göre en fazla %1-2 arasındadır. Fakat su sızdırmazlığın yapılmaması ve/veya yanlış yapılması sonucunda tamir ve tadilat için yapılan harcamalar çok çok daha fazladır.

Yapılara çeşitli yollardan giren su ve nem betonarme yapılarda donatıları korozyona uğratarak, donatı kesitlerinin düşmesine ve yük taşıma kapasitelerinin büyük oranda azalmasına neden olur. Yapılan saha ve laboratuvar çalışmalarında su yalıtımı olmayan binalarda donatı demirlerin 10 yıl içerisinde taşıyıcı özelliklerini %66 oranında kaybettiği belirlenmiştir. Bu şartlarda güçsüzleşen yapı, doğal afetlere maruz kaldığında maalesef mukavemet gösterememektedir. Türkiye'nin yüz ölçümü olarak %92'sinin, nüfus yoğunluğu olarak ise %95'inin deprem bölgesinde yaşadığı göz önüne alındığında, donatı

korozyonunu önlemenin daha doğru bir ifade ile su tecritinin Ülkemiz ve İnsanımız için ne kadar bir ehemmiyete haiz olduğu meydana çıkar.

Bu çalışmanın amacı, suyun özelliklerini, yapıya giriş etkenlerini, suyun yapıya etkilerini ve sonuçlarını bilmek, kullanılan su sızdırmazlık malzemelerini tanımak ve temel prensiplerini bilmek, böylece yapılarda suyun etkilerinden etkilenmemek için geçirimsizliği doğru sızdırmaz sistemler ve malzemelerle meydana getirilmesine katkı sağlamaktır.

1. SU VE ETKİLERİ

1.1. Suyun Özellikleri

Su diğer sıvıların aksine yüksek donma ve kaynama sıcaklıklarına, yüzey gerilme ve özgül ısıya sahiptir.

Su molekülleri, birbirleriyle ve diğer bileşiklerin molekülleriyle bağ kurabilir. Bir hidrojen atomu, kendi molekülünün oksijenine, kovalent bağla bağlyken, diğer bir molekülün oksijeniyle, zayıf bir bağ oluşturabilmektedir. Su moleküllerinin, bu polar (kutuplu) yapıya sahip olmaları sebebiyle, su, devamlı bir kimyasal oluşum olarak, varlığını sürdürmektedir. Suyun kutuplu yapısı, suyu, hayatın vazgeçilmez maddesi yapan, en önemli özelliğidir.

Su doğada üç farklı halde bulanabildiği için her üç fazda da farklı isimler almaktadır. Su doğada, gaz hali ile su buharı olarak atmosferde ve malzemenin boşluklarında, sıvı hali olarak göl, deniz, akarsu, yağmur, sel, birikinti suları ve yer altı sularını oluşturur iken, donmuş olarak yani buz hali ile kar ve buz şeklinde bulunabilir.

Su katı, sıvı ve buhar hali içinde doğada sürekli bir döngü halindedir. Sürekli olarak yer ve hal değişikliğine uğrasa da suyun, doğadaki toplam değişmez ve sabittir.

Su doğada bulunma haline göre farklı özelliklere sahiptir. Suyun malzeme veya malzeme veya yapı ile ilişkisini belirleyen önemli özellikleri şunlardır;

1.1.2. Suyun ıslatma özelliği

Bir sıvı katı bir yüzeyi ıslata bilmesi için adhezyon kuvvetinin, kohezyon kuvvetinden büyük olması gerekir. Bu kuvvet sayesinde sıvı, yüzeyde yayılmış olur ve yüzey ıslanır. Su kutuplu yapıya sahip moleküller arasındaki çekim kuvveti sayesinde dağılmadan kalabildiği gibi birçok maddenin molekülleri ile bağlar kurabilmektedir, buda suya ıslatma özelliği sağlar.

1.1.2. Suyun çözücülük özelliği

Çözünme; çözünebilen bir maddenin molekülerinin, aralarındaki bağların kopması sebebiyle, farklı bir madde içerisinde dağılması olayına denir. Çözünme, aynı fazdaki maddeler arasında olabildiği gibi farklı fazdaki maddeler arasında da olabilir.

Su evrensel bir çözücü olduğundan, inorganik maddeleri çözdüğü gibi bir kısım organik maddeleri de çözebilir.

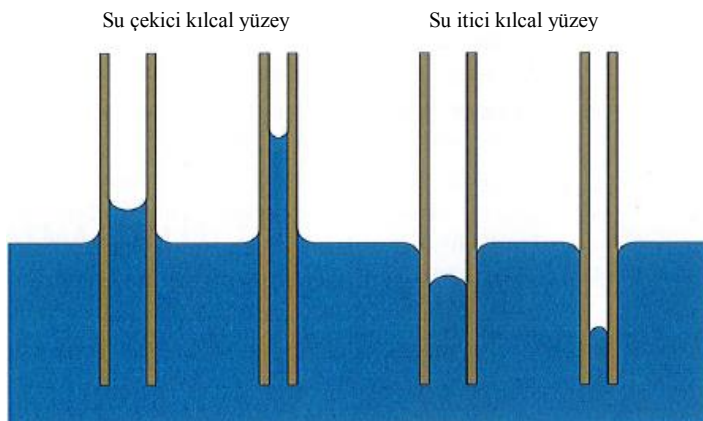
Suyun çözünme hızını, yapısındaki bileşikler, sertlik oranı, asit etkisi, sıcaklık, basınç ve hareketliliği etkiler. Yapı malzemeleri için ise yapıya temas eden ve akan su, durgun suya oranla daha fazla çözücü ve tahrip edicidir.

1.1.3. Suyun kılcal hareket özelliği

Kılcallık özelliği, suyun dar kanallar boyunca yerçekimine zıt yönde hareket etmesidir. Bitkileri ve ağaçların kılcal damarlarındaki su, kökten dal ve yapraklara çıktığı gibitoprak altındaki sular da kılcal yolla yukarıya doğru hareket eder. Suyun yükselme miktarı zemin taneleri arasındaki boşlukların çapına ve zemin cinsine bağlıdır. Tablo 1.1’de farklı zemin türlerine göre kılcal su yükselme miktarları görülmektedir.

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

Tablo 1.1. Farklı zemin türlerinde kılcal su yükselmesi ve çekme gerilmesi.



Şekil 1.1. Suyun kılcal hareketi.

Zemin taneleri, arasındaki boşluklar birbirine bağlıdır. Birbirine bağlı olan bu kanallar da kılcallık etkisi oluşmak ve su, bu kanallar boyunca yukarı doğru tırmanarak yükselir.

1.2. Yapıyı Tesir Eden Sular

Su yeryüzünde katı, sıvı ve gaz olarak üç halde bulunmaktadır. Fakat yapıyı en çok suyun gaz (su buharı) ve sıvı hali etkiler. Yapıyı etkileyen su döngüsünü ikiye ayırabiliriz. Bunlar; toprak (zemin) seviyesinin altı sular ve toprak (zemin) seviyesi üstü sulardır.

Yapının farklı bileşenlerinin zemin üstü ve zemin altı suları ile temas biçimleri, yapılar için tasarımı etkileyen özel durumlar ortaya koymaktadır. Toprak altı ve üstü sular, yapının bulunduğu iklim şartları, jeolojik ve topografik yapısına bağlı olarak farklı özellikler gösterir.

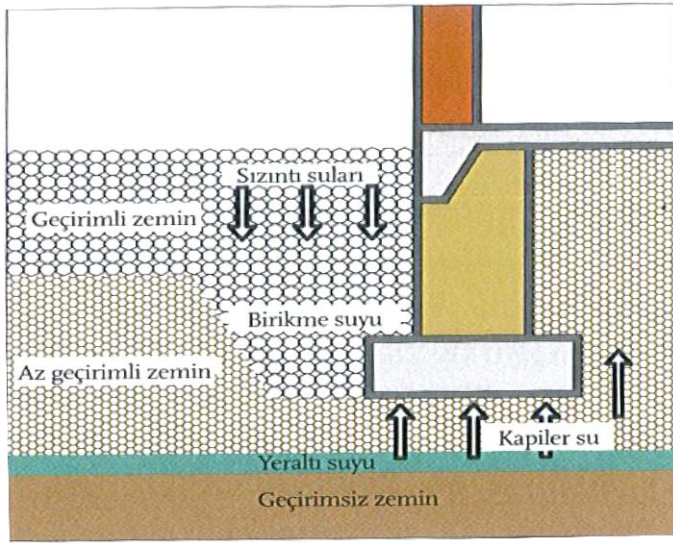


Şekil 1.2. Yeryüzündeki suyun dağılımı.

Yapı tasarım aşamasında, zemin altında ve üstünde bulunan yapıyı etkileyebilecek suların fiziksel ve kimyasal özelliklerin bilinmesi ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Banyo, mutfak, lavabo gibi iç mekanlarda veya depo ve havuzlarda sular kontrol altında tutulduğu sürece yapıya zararlı olmayan sulardır.

1.2.1. Toprak (zemin) altı suları

Yağış suları toprak ile temas edince yerçekimi doğrultusunda toprak tabakaları arasında zemin cinsine ve arazi şekline bağlı olarak alt tabakalara hareket eder. Sızma suyu geçirimsiz bir tabaka ile karşılaşınca hareketi azalır ve birikme suyu oluşur. Zemin suları, yapının temel, bodrum kat duvarı ve döşeme gibi toprak altındaki yapı bileşenlerine farklı yollarla etki etmektedir.



Şekil 1.3. Toprak altı suları.

Hidrostatik basınç ve kapilariteye neden olan toprak altı suları; toprak nemi, sızıntı suları, yer altı suyu ve kılcal boşluklar olarak dört gruba ayırabiliriz.

Sızıntı sular

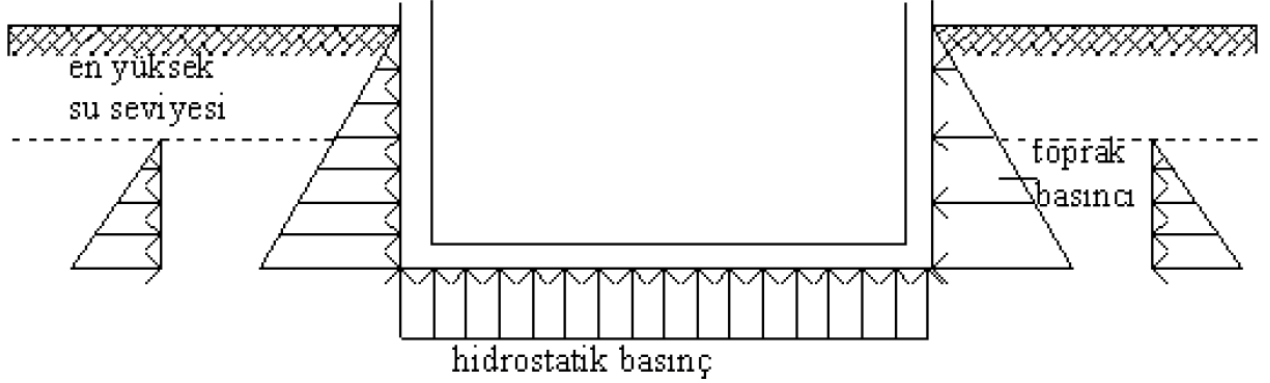
Yağmur ve eriyen kar suları ile yüzey sularının geçirimli zemin üst tabakası ile temas edip toprak tabakalarının arasında sızması sonucunda oluşan su sızıntı suları olarak adlandırılır.

Sızıntı suları, toprak tabakaları arasından yer çekimi etkisi ile daha derinlere iner. Bu suların yerçekimi etkisi ile indiği bu bölgeye süzülme veya perkolasyon katmanı denir. Süzülme bölgesinde bulunan sızıntı suları, yapıların bu bölgede kalan elemanlarına basınçsız su etkisine maruz bırakır.

Yer altı suları

“Sızıntı suları geçirimli toprak tabakalarının arasından derinlere doğru inerken, geçirimsiz bir tabakaya rastladıklarında burada birikerek yer altı suları oluştururlar. Zemin içerisinde akışı sırasında düzlem yüzeyli bir geçirimsiz tabakaya rastlayan sular ise tabaka üzerinde akmaya devam eder. Yeraltındaki geçirimsiz çanaklarda ve bunun üzerinde geçirimli toprak taneleri arasındaki hava boşluklarında biriken su kütlelerinin üst yüzeyi, yer altı su tablası olarak adlandırılmaktadır. Yer altı su tablasının kotu, yer altı su seviyesini oluşturmakta olup, bu seviyenin altındaki zemin tamamen suya doymun haldedir” (Tekin, Diri, Bonfil, 2015:18).

“Bir yapının toprakaltı elemanlarının bir bölümünün yer altı sularının en yüksek su seviyesi altında kalması durumunda, en yüksek su seviyesine bağlı olarak bu sular söz konusu elemanların su ile temas eden yüzeylerinde “hidrostatik basınç” oluştururlar. Bu basınç, düşey yüzeylerde yatay doğrultuda, yatay yüzeylerde ise düşey doğrultuda etki eder. Yer altı su seviyesinin altındaki yapı elemanları basınçlı su etkisi altındadır” (Şahal, 1992).



Şekil 1.4. Hidrostatik Basınç.

Yer altı su seviyesi, yağışların arttığı mevsimlerde daha fazla basınç kuvveti oluşturur iken, yağışların az olduğu mevsimlerde daha az basınç kuvveti oluşturur.

Toprak nemi

“Sızıntı suları, tabaklardaki toprak daneleri arasında bulunan hava boşluklarından aşağı doğru iniş halinde bulunurlarken, bu boşlukları kısmen su ile doldururlar. Bu tabakalarda adezyon ile asılı kalan ıslaklığa “zemin nemi” adı verilir” (Sunguroğlu ve diğerleri, 1990).

Toprak nemimin oluşmasındaki diğer etken ise kurak mevsimlerde yer altı sularının kılcallık etkisi ile zemin yüzeyine doğru yükselerek toprak katmanlarını ıslatmasıdır. Zemindeki nem, sızıntı sularına ve yer altı sularına bağlı olmaksızın mevcuttur.

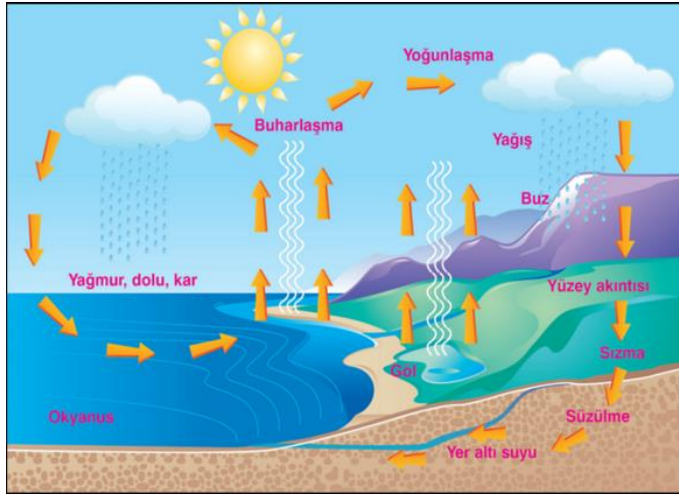
Kılcal su

Kılcallık (kapilarite), yapı malzemesi ile temas halindeki suyun, basınç farkına gerek olmaksızın kılcal kanal boyunca hareket etmesidir.

Üst kısımlara kılcallık yoluyla ilerleyen yer altı suları, o bölgeyi suya doymun hale getirerek zemin basıncının ve bunun nedeni olarak toprak altı yapı elemanlarına uygulanan zemin yanal basıncının artmasına yol açar.

1.2.2. Toprak üstü suları

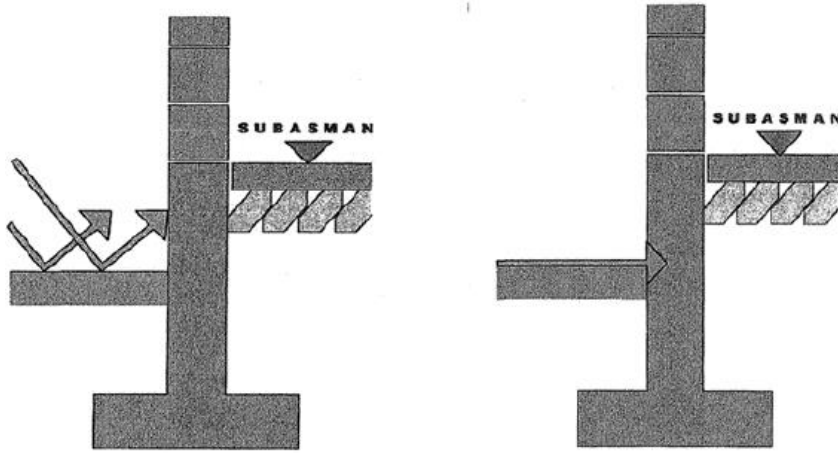
Toprak üstü su kaynakları, yağmur ve kar şeklindeki yağışlar, tatlı ve tuzlu su kütleleri ve atmosferik nem olarak ayırabiliriz. Yeryüzüne düşen yağışlar su döngüsü gereği denizlere, vadilere, göllere, nehirlere ve yeraltındaki su kütlelerine karışır.



Şekil 1.5. Su Döngüsü

Yağış suları

Yağmur ve kar şeklindeki yağışlar, atmosferdeki suyun dönüşünün temel yoludur. Bu sular yapının toprak üstü elemanlarında (çatı, teras, balkon vb.) yer çekimi ile aşağı doğru akar. Yapının bulunduğu yerin yağmur alma oranı suyun yapıya etkisi için önemli bir etkidir.



Şekil 1.6. Döşemelerde sıçrama ve birikme sularının etkisi

Tatlı ve tuzlu su kütleleri

Bu su kütlelerinin yapıya etkileri içerikleri ve kimyasal özelliklerine göre farklılık gösterir. Sertliği az içeriğinde az miktarda erimiş tuz ve çözünmüş mineraller bulunan tatlı su kaynakları yapıya çok zarar verirler. İçerisindeki çözünmüş tuzlar ile beton üzerinde kimyasal etkileri olan deniz suyunun, ayrıca yapıya gel-git etkisi, dalgaların aşındırıcı etkisi, ıslanma-kuruma ve donma-çözülme gibi fazlaca zararlı etkileri vardır.

Atmosferik nem (su buharı)

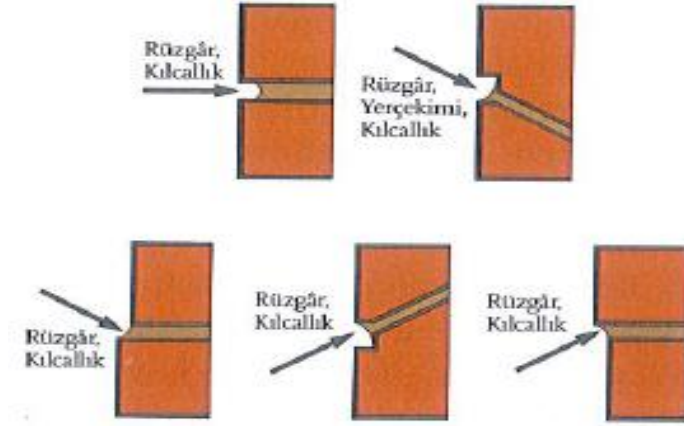
Atmosferde her zaman mevcut olan su, hava rutubeti olarak bilinir. Atmosfer su buharı bakımından doygun hale gelip taşıyamadığı su buharını yoğunlaşarak çeşitli malzemelere bırakmasına nem veya çığ adı verilir. Nem yapıyı içten ve dıştan etkiler. Nemin yapı malzemesinin içine girmesi yapı elemanlarını nemlendirir.

1.3. Suyun Yapıya Girişini Etkileyen Faktörler

Yaşamın kaynağı olan suyun, üç değişik hali olan sıvı, katı (buz) ve buhar haliyle bir yapı elemanına etki edebilmesi ve taşınabilmesi için;

- Su kaynağı,
- Suyun girebileceği boşluk,

- Suyu itebilecek kuvvetin bir arada olması gerekmektedir. Su doğrudan teması olduğu yapı elemanları çatılar, duvarlar ve temellere farklı etkilerle nüfus eder (Şekil 1.7.).



Şekil 1.7. Suyun duvarlardan girişini etkileyen faktörler.

Yapı elemanlarına nüfus eden bu farklı etkileri, kılcallık, yüzey gerilimi, basınçlı su etkisi, yerçekimi ve hava akımları olarak ele alabiliriz.

1.3.1. Yer çekimi

Su yer çekimi etkisi ile, ağırlığına bağlı olarak sürekli aşağı çekilir ve birikip derinlik oluşturduğu yerlerde basınç meydana getirir. Yapılarda yatay veya az eğimli yüzeyler yer çekimi etkisini gösterir ve suyun yapıya sızmasına neden olabilir.

Yer çekimi çatılar üzerinde etkisini gösterir. Yer çekimi etki ettiği yağış sularını çatı üzerinde akarken bir taraftan da çatı yüzeyine bastırır. Çatı eğimi yeterli seviyede ise su içeri sızmaya vakit bulamadan akar gider. Eğer çatı eğimi yeterli derecede değilse, yağmur ve eriyen kar suları yeteri kadar akma hızına ulaşamayabilir ve iç kısımlara sızma riski doğar.

Yağış suları, yerçekimi etkisiyle zemin içerisine sızabilir ve yapının toprakaltı kısımlarına geçebilir ya da yer altı suyunu karışabilir. Yapının toprak sütündeki kısımları yer çekimin etkin olduğu suyun basıncına maruz kaldıkları gibi, suyun yüzeyden uzaklaşmasını yer çekimi etkisi ile sağlar.

1.3.2. Hidrostatik basınç

“Yapının inşası sırasında ya da yer altı su seviyesinin sonradan yükselmesi sonucu, -su tahliye edilemiyorsa- yapının bazı bölümleri en yüksek yer altı su

seviyesinin altında kalabilir. Bu durumda hidrostatik basınç etkisi ortaya çıkar. Basınç kuvveti yüzeylere dik doğrultuda olup en yüksek yer altı su seviyesinden aşağılara doğru inildikçe artar ve su daha büyük bir kuvvetle yapı elemanı bünyesi içerisine doğru itilir” (Tekin ve diğerleri, 2015:24).

Hidrostatik basınç etkisi, teras çatı, balkon vb. su etkilerine maruz kalan kısımlarında suyun tahliye edilememesi sonucu birikmelerin olduğu yerlerde küçük çapta görülebilir.

1.3.3. Hava akımı

Yağış sırasında rüzgar ile hız kazanan yağmur damlaları, duvar yüzeyi geldiklerinde kinetik enerjileri ve dış ortamın hava basıncı, yapıdaki gözeneklerin iç basıncından fazla olması durumunda, basınç farklılığından doğan kuvvet yapıdaki gözeneklere girer. Eğer yapının yüzeyi hidrofob özellikle değilse kılcallık etkisinde oluşur.

“İki ya da daha fazla gazdan oluşan bir gaz karışımı, birbiriyle irtibatlı iki ortamda bulunursa, Dalton Kanunu’na göre bu iki gaz arasında konsantrasyonlar eşit oluncaya kadar molekül alışverişi olur. Nemli hava da bir çeşit gaz karışımı olduğundan, birbiriyle irtibatlı iki ayrı ortamda bulunursa, içindeki su buharı konsantrasyonu eşitleninceye kadar iki ortam arasında su buharı molekül geçişi olur. Böylece yüksek basınçlı ortamdaki su buharı, basınç farkından dolayı yapı elemanı içerisinden geçerek düşük basınçlı ortama ulaşır. Molekül geçişi, yapı kabuğu malzemelerinin bünyesi içinden oluyorsa difüzyon; kapı, pencere aralıklarından oluyorsa infiltrasyon adı verilir. Buhar, kış aylarında ısı geçişinde olduğu gibi, sıcak iç ortamdan soğuk dış ortama yapı elemanı içerisinden geçerek dışarı ulaşır. Yaz aylarında ise binalarda iklimlendirilme koşullarına bağlı olarak buhar dışarıdan içeri geçebilir” (Tekin ve diğerleri, 2015:26).

1.3.4. Yüzey gerilimi

Su moleküllerinin çekme kuvvetlerinin fazla olmadığı için yerleri sabit değildir, birbirleri üzerinde kayarlar. Üstte bulunan moleküller altta bulunanlar tarafından içe doğru çekilir ve bunun etkisiyle yüzeyde küçülmeye çalışır. Bunun sonucunda da yüzey gerilimi suyun yapı bünyesine girmesine ve derzler, birleşim yerleri, çatlak vb. noktalardan ilerlemesine sebep olur.

1.4. Suyun Yapıya Tesirleri ve Neticeleri

Su, temas halinde bulunduğu yapı elemanları üzerinde malzemenin ve suyun özelliklerine bağlı olarak etkili olur ve hasar neden olabilir. Toprak altı ve üstü sular yapıyı dışarıdan ve içten etkiler. Etkinin türü ve şiddeti, etkileşimde buluna suyun miktarına, suyun bileşenlerine, uygun etki etme biçimine, sıcaklığa, etkilenen malzemenin özelliklerine göre değişir. Yapıda kullanılan, yapı malzemeleri beton kökenli ve bazik karakterlidir. Beton ve bazik türü malzemeler yapısı nedeniyle kendilerine etki eden suyu itmezler, tersine bünyelerine doğru çekerler. Bu malzemelerdeki boşluk ve gözenekli yapı sudan daha çok etkilenmelerine sebep olur.

Yapı malzemelerindeki hasarın türlerini ve şiddetini önceden belirleyebilmek için yapının inşaa edileceği alanın zemin türü, çevrenin iklim şartları ve alanda mevcut suyun özellikleri (yapı malzemesine zarar verip vermediği) bilinmesi gerekir. Suyun yapı elemanlarındaki etkilerini anlayabilmek için suyun malzeme üzerindeki etkinlik seviyesi ve çeşitleri belirlenip, oluşabilecek hasarlar tahmin edildikten sonra ideal çözüm bulma aşamasına gidilmelidir.

Yapının yalıtımı için bulunan ideal çözüm, yapı fiziğine uygun bir şekilde mimari proje aşamasında saptanmalıdır. Burada dikkat edilecek önemli husus ise suyun yapının içine girmeden uzaklaştırılması gerektiğidir.

Suyun yapıdaki etkileri;

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



Resim 1.1. Damlalık yapılmadığı için bina cephesinde oluşan hasar.

1.4.1. Suyun fiziksel etkisi

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

Donma etkisi

Donma; içerisine su almış boşluklu malzemelerde, sıcaklığın sıfırın altına düşmesi sonucu meydana gelen bir olaydır. Sıcaklık azalması donma olayından önce büzölmeye neden olur. Su yapısal olarak donarken, ortalama %10'luk bir hacim artışına neden olur. Malzemenin hücrelerinde ya da kılcal kanallardaki su donarak hacimce artması,

malzemenin iç yapısındaki dolu kısımları sıkıştırır ve malzemeyi yapısal bozulmaya uğratar. Suyun donması sonucu ortaya çıkan basınç ve çekme gerilmeleri, malzemenin mukavemet sınırını geçerse, suyun donma donma hızına da bağlı olarak çatlama, kırılma veya parçalanma şeklinde yapısal bütünlük bozulmalarla sonuçlanabilir.

Donam derecesi; boşluklu yapıya sahip bir malzemenin boşluklarındaki su hacminin, boşluk hacmine oranıdır. Aradaki bu oranın %80'den büyük olması durumunda, don etkisi altında malzemenin hasara uğrama oranı fazladır.

Yapısına kılcallık ile su alan malzemelerde boşluk boyutu dağılımı doyma derecesini etkilemektedir. Su/çimento oranı düşük olan betonda kılcal boşluklar düşük oranda olacağından donma sebebiyle oluşacak hasarlarda daha az görülür.

Donma olayı yapılarda, daha çok taş, beton gibi kagir malzemelerde etkin olur.

Şişme – Büzülme

Malzemenin su ile karşılaşarak ıslanması, kılcallık veya başka bir yolla içine su emmesi ile hacminde artma görülür ve buna şişme denir. Islanma olayını kuruma süreci takip edeceğinde, malzeme emdiği suyu kaybederek kuruyacak ve büzülecektir. Malzemenin şişme ve büzülme oranları iç yapı özelliklerine ve içine su alma miktarına göre değişmektedir.

Malzeme	Islanmada Şişme (mm/m)	Kurumada Büzülme (mm/m)
C30 Betonu	0,14 – 0,16	~0,2
C18 Betonu	0,16 – 0,19	0,2
Cüruf çimentolu beton	~0,17	0,2
Çimento harcı	~0,2	0,3 – 0,45
Melez harcı	~0,35	0,4 – 0,6
Kireç harcı	0,4	0,8 – 1,1
Yapay taş	0,16 – 0,2	~0,2
Gre	0,3 – 0,6	0,3 – 0,6
Bazalt	0,35	0,38
Granit	0,06 – 0,2	0,15 – 0,2
Kireçtaşı	0,09 – 0,16	0,13 – 0,4

Tablo 1.2. Bazı yapı malzemelerinde şişme-büzülme değerleri.

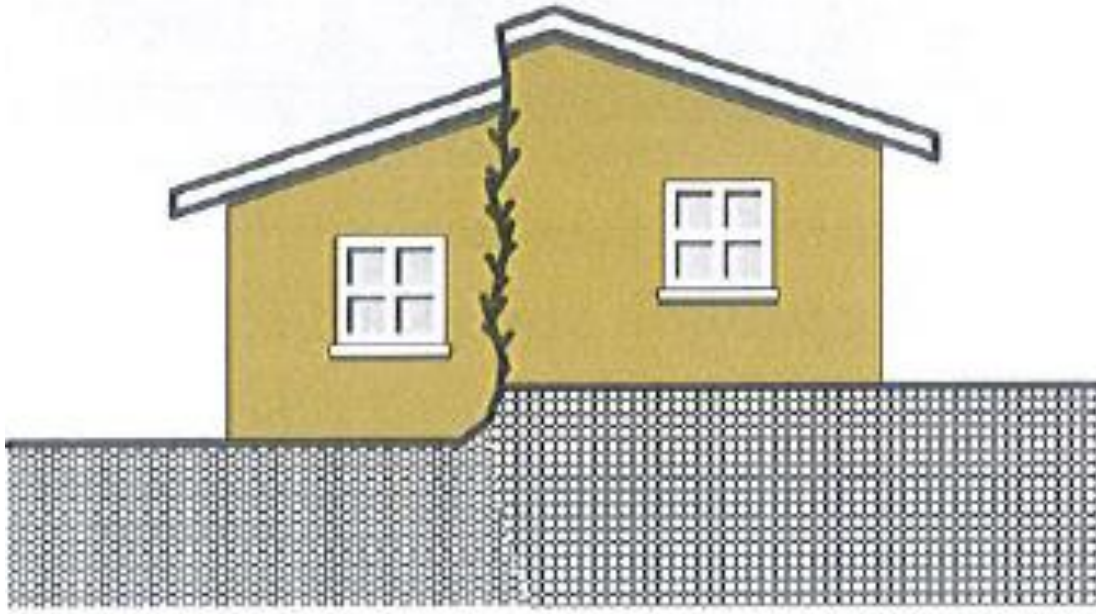
Tablo 1.2.'de deney sonuçlarına göre farklı yapı malzemelerinin şişme ve büzülme değerleri verilmiştir. Yapı malzemesi şişme sürecinde basınç gerilmeleri, kuruma sürecinde ise çekme gerilmeleri etkin olur. Tabloya bakıldığında malzemelerin şişme miktarıyla kuruduğu zaman ki büzülme miktarlarında daima bir fark olduğu gözlemlenmekte. Şişme-büzülme arasındaki bu fark malzemenin kuruduğunda daha fazla büzüldüğünü göstermektedir.

Daha çok gevrek (beton gibi) malzemelerde kuruma sürecinde çatlaklar oluşabileceği gibi, mevcutta olan çatlakların daha da genişleme olasılığı vardır. Bu sürecin devam etmesi sonucunda ise malzemede yorulma etkisi ile hasarlar ortaya çıkmaktadır.

Bundan dolayı yapı kabuğunu meydana getiren yapı malzemesi veya kaplama malzemesinin ıslanmaya karşı korunmalı ya da korumayı sağlayacak bir tasarım anlayışında yapı dizayn edilmelidir.

Yapısına su alarak şişme eğilimindeki malzeme ıslandığı için ısı kaybedeceğinde, şişme sırasındaki hacim büyümesi, soğumadan dolayı hacim küçülmesiyle dengelenir. Bu durum şişmeden oluşan hacim büyümelerinin art arda olmasına engel olur.

Şişme-büzülme etkisi, yapının inşaa edildiği zeminlerde de görülür. Daha çok yüzeysel killi alanlarda, yağışlı ve kurak veya uzun dönemlerin arka arkaya geldiği süreçlerde önemli bir problem olur. Gerekli önlemler alınmadığı zaman yapı oturmalarına ve bunun sonucu olarakta farklı çatlama ve hasarlara sebep olabilir.



Ezilmiş ıslak zemin - kuru zemin

Şekil 1.8. Yapı oturması.

Yoğuşma ve buharlaşma etkisi

Hava tabakasında her zaman bir miktar su buharı bulunur. Bir bölgede havanın içerdiği su buharı miktarı hava sıcaklığına, su kütlelerine, bitkilere, insanlara ve havayı başka bir yere taşıyan hava akımlarına bağlıdır.

Soğuk havalarda ısıtılan yapıların içerisinde genellikle dışarıya göre mutlak nem oranı fazladır ve kısmi buhar basıncından dolayı içeriden dışarıya doğru difüzyon ve infiltrasyon yoluyla su buharı geçişi olur. Bu geçiş esnasında kısmi buhar basıncı devamlı azalır ve dışardaki havaya yaklaşır. Su buharı akışında, sıcaklık ve basıncın azalma hızı yapı kabuğunu oluşturan katmanları buhar ve ısı geçirimsizlik değerlerine bağlıdır. Eğer buhar basıncı yeteri kadar azalmadan sıcaklık çığ noktasına düşerse buharın bir kısmı yoğunlaşarak su haline gelmeye ve bulunduğu katmanı etkilemeye başlar. Katmanda, yoğunlaşma ile biriken su diğer katmanlara da geçebilir ve daha önce anlatılan diğer fiziksel

etkileri ortaya çıkarabilir. Buharı, sıvı hale getiren şartlar değiştiğinde ise (buhar geçirimsizlik özelliklerine göre) su buharlaşma ile havaya karışır. Yoğuşma ve buharlaşma devamlı olarak tekrarlandığı durumlarda yoğuşmadan oluşan su, buharlaşma ile tamamen havaya karışmaz ise yapı kabuğunda devamlı olarak birikerek artar.

Islanma-Kuruma etkisi

Özellikle deniz suyunun etkisinde bulunan betonarme yapılarda suyun en etkili zararlarından biride, ıslanma-kuruma etkisine maruz kalmış yapılarda gözlenmektedir. Gelgit olaylarına maruz kalan imar ve deniz betonarme yapılarında, ince agregası olmayan geçirimsiz açık spor tesisi ve futbol sahalarında, sıcak ve kurak iklimin olduğu bölgelerde bulunan sulama kanallarında bu etki gözlemlenir.

Islanma-kuruma döngüsünde beton içerisinde çok eksenli gerilme ve şekil değiştirmeler olur. Islanma ve kuruma döngüsünün betonda oluşturacağı hasar, bağıl neme, kuruma süresine, ıslanma-kuruma sırasındaki betonun sıcaklığına bağlıdır.

1.4.2. Suyun kimyasal etkisi

Suyun malzemelere olan etkisi beton için dikkate alındığında, suyun içerdiği çeşitli kimyasal bileşiklerin etkisinde kaldığı ve betonda kimyasal değişimler olduğu betonun kalitesinin bozulduğu ve zamanla betonarmede çeşitli hasarların meydana geldiği görülür.

Yapıyı suyun içinde Na^+ , K^+ , Mg^{+2} , NH_4 gibi katyonlar ile SO_4 , Cl^- gibi anyonlar bulunan sular betonarmede yapı elemanlarında hacim artışı, erime ve bunlara benzer hasarlar oluşturur. Hasarların şiddeti bu iyonların sudaki yoğunluğuna, suyun sıcaklığına ve etkileme süresine bağlıdır.

Deniz suyu ile direk temas halinde olan yapılar haricinde, denize yakın yapılarda, rüzgarın tuzlu nemi ve deniz suyunun taşınması ile deniz suyu etkisine maruz kalır. Deniz suyunun yapılara etkisi ayrıca incelenmesi gereken başlıca bir konudur. Demir içerikli metallerde korozyon oluşumunu hızlandırıcı etkiye sahip deniz suyu, çimento bileşenleri ile reaksiyon yapabilen iyonlar içerdiğinden beton üzerinde de etkindir.

Türkiye’yi çevreleyen deniz sularının kimyasal bileşenleri ve oranlarının farklı olması, denize sıfır ya da yakın yapılacak yapılar için dikkate alınması gerekli bir durumdur.

Deniz	İlçe	Toplam Tuzluluk (%)	Mg ⁺² (mg/L)	SO ⁻² (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	Na ⁺ (mg/L)	Ca ⁺² (mg/L)
Karadeniz	Akçakoca	1,8	640	1272	8402	5261	250
Marmara	Çınarlı	2,7	980	1945	12841	8049	379
Ege	Bodrum	3,7	1450	2836	18771	11768	560
Akdeniz	Fethiye	3,8	1450	2910	19271	12080	580

Tablo 1.3. Denizlerimizin tuzluluk oranları ve iyon yoğunlukları.

Su ve bileşenlerinin yapı elemanlarında hasar verici kimyasal maddelerin en sık rastlanılan ve sebep oldukları hasarlar şöyledir;

Karbondioksit	→	Karbonatlaşma
Oksijen	→	Donatı korozyonu
Klorürler	→	Donatı korozyonu
Sülfatlar	→	Çimento ile genleşme
Alkaliler	→	Agrega ile genleşme tepkimesi
Asitler	→	Çimento erimesi

Yapı tasarım aşamasında yapıyı etkileyebilecek su için gerekli kimyasal analizler yaptırılmalı, yapıyı etkileyecek oranda asit, sülfat, klor etkisi söz konusu ise önlemler alınmalıdır.

Asit etkisi

“Hidrate olmuş çimento alkali bir ortam yaratır ve asitlerle reaksiyona girebilir. Asitlerin veya asite dönüşebilen organik bileşenlerin, alkali betonlar üzerinde zararlı olacakları, ayrışmalara yol açacakları açıktır. Asit ile olan reaksiyon genellikle çimento hidratasyon ürünlerini kalsiyum tuzları şeklinde çözmektedir. H₂SO₄, HCl, HNO₃ gibi kuvvetli asitler ise betonu tamamen çözer ve parçalarlar” (Akman, 2000.).

“Asitlerin bozucu etkisi, onların kalsiyum tuzlarını çözme kabiliyetlerine bağlıdır. Bu yüzden çok çözücü ve agresif olan hidroklorik asit çimentoyu, kalsiyum klorür açığa çıkarak çözer. Buna karşı olarak nötral asitler gibi düşük çözme kabiliyetinde olan asitler zararlı değildir. Örneğin okzalik asit, çözünmeyen kalsiyum okzalat açığa çıkarır ve kesinlikle zararlı değildir” (Gürdal ve Karagüler, 2000.).

Asit betonda hasara yol açar asit betonla temas ettiğinde nötralize olduğundan etkisi sınırlıdır. Asitin, betonda büyük tahribat vermesi için çok fazla miktarda aside gerek vardır. Lakin sınırlı asit etkisi sonucu ortaya çıkan maddeler başka tahribat yöntemlerinin ilerlemesine neden olur.

Suyun bileşeninde bulunan asitler, cinslerine, yoğunluklarına ve sıcaklığına bağlı olarak farklı hızlarda malzeme ile tepkimeye girerler ve malzemede değişime, malzeme cinsine göre de bozulmalara ve tahribata neden olurlar.

Sülfat etkisi

İçerisinde sülfat bulunduran topraklar ve içinde çözülmüş halde sülfat bulunan sular ile temas eden beton, sıva ve harç gibi çimento bazlı yapı malzemelerinde, sülfatın oluşturduğu zararlı etkiler önemli bir hasar nedenidir. Sülfat iyonları, çimentonun iki bileşeni kalsiyum hidroksit ve kalsiyum alüminat ile tepkimeye girerler. Tepkime sonucunda çıkan ürünlerin hacmi, tepkimeye giren ürünlerin hacminden fazladır. Bu durum çimento hamurunda hasara yol açar.

“Sülfat etkisi iki aşamalıdır, birinci aşamada sülfatın kalsiyum sülfata yani alçı taşına dönüşümü gerçekleşir. İkinci aşamada ise, bu alçı taşı çimentodaki hidrate kalsiyum alüminatla (C_3AH_6) birleşerek etrenjiti meydana getirir. Etrenjit bünyesinde 32 molekül su bulunduran bir kalsiyum sülfö-alüminat çift tuzudur. Birinci aşamadaki hacim artışı nispeten azdır. Büyük hacim artışı ikinci aşamadır” (Akman, 2000).

Klor etkisi

Klor iyonu daha çok NaCl, KCl ve $CaCl_2$ tuzlarında bulunur ve bu tuzlar suda çözüldüklerinde, suya Cl^{-2} iyonu verirler. Bütün sularda (kullanılmış veya doğal sular) belirli bir oranda klor bulunur.

Suyun içeriğinde bulunan klor iyonu, özellikle betonarme donatı elemanının elektrokimyasal olarak korozyona uğramasına neden olur.

Betonarme donatısı, bulunduğu beton içinde yüzeyini pasifize eden oksit tabakası ile kaplıdır. Beton, yapımında kullanılan malzemelerden dolayı bünyesinde bir miktar klor bulundurur fakat bu klor serbest halde olmadığı için zararlı değildir. Ancak çeşitli yollarla dışarıdan gelen yoğunluğunu yüksek klor, pasifize oksit tabakasında birikir ve zamanla bu koruyucu oksit tabakası klor ile tepkimeye girer. Bu tepkime sonucu boşluk ve suda eriyenbilen demir klorüre dönüşür. Bu tepkime sırasında hacim artışı ile donatının betondan kopması ve betonun çatlaması şeklinde hasarlara neden olur.

1.5. Suyun Etkilerinin Neden Olduğu Sonuçlar

Suyun yukarıda anlatılan etkilerine bağlı olaylar fiziksel (aşınma, ufalanma, parçalanma) veya kimyasal (çözünme, çürüme, bozulma) olmak kaydıyla iki türlü gerçekleşebilir. Bu iki durum havadaki zararlı gazlar, sıcaklık, güneş ışınımı ve mikroorganizmalar vb. diğer etkenler ile beraber ya da birbirlerine gerekli ortamı oluştururlar. Bu şekilde suyun neden olduğu durum ve sonuçların şiddeti artar. Bununla beraber hasarın şiddeti suyun miktarına ve yapı malzemesinin iç yapı özelliklerine göre de değişiklik gösterir.

1.5.1. Karbonatlaşma

Betonarme yapı elemanlarının hava ve neme maruz kalması durumunda oluşan bir etkidir. Beton bünyesine kılcalık ve difüzyon yoluyla giren karbondioksit (CO_2) molekülleri hidrate olmuş çimento bünyesindeki kireç (CaOH_2) ile tepkimeye girer, kalsiyum hidroksil (CaCO_3) iyonları ile karbonik asit meydana gelir. Bu olaya karbonatlaşma denir.

Karbonatlaşma reaksiyonunun gelişimini etkileyen faktörler şu şekilde sıralanabilir;

- Su/Çimento Oranı : Oran arttıkça, karbonatlaşma hızlanır.
- Çimento Dozajı : Yüksek dozaj karbonatlaşmayı yavaşlatır.
- Betonun Kürü : Uzun süreli ıslak kür karbonatlaşmayı yavaşlatır.
- Puzolanların kullanımları
- Basınç Dayanımı : Dayanım arttıkça, karbonatlaşma hızı azalır.
- Çimentonun Kimyasal Bileşimi : CaO ve Ca(OH)_2 azalması, alkalilerin artması karbonatlaşma hızını artırır.

- Sıva : Pas payını takviye eder, gazların girişine engel olur.
- Bağıl Nem : Çok kuru ve suya doymuş ortamlarda reaksiyon durur. %50 bağıl nemli ortamda reaksiyon maksimumdur.
- CO₂ Konsantrasyonu : Ortamda CO₂ konsantrasyonu arttıkça reaksiyon artar.
- Sıcaklık : Normal sıcaklık reaksiyonu hızlandırır. Aşırı sıcaklık yavaşlatır.

Karbonatlaşma beton dış yüzeyinden iç bölgelere doğru hızla azalarak devam eder. Karbondioksit etkisi sonucu, genellikle pH değeri 12'in üzerinde olan betonun pH değeri düşer, donatıyı paslamaya karşı koruyan alkali ortam kaybolur. Pas payı bölgesinde fazlalaşan karbonatlaşma etkisi, donatının paslanmasına neden olur (Tekin ve diğerleri, 2015:38).

Karbonatlaşma, devamlı su içindeki beton, su ile teması olan beton yüzeyler, temeller, orta ve yüksek rutubete sahip bölgelerde bulunan yapıların iç bölgelerindeki betonlarda görülebilmektedir.

1.5.2. Korozyon

Ülkemizde yapıların büyük bir kısmı betonarme yapılardır. Beton, içine gömülü donatıyı klor iyonlarının, oksijen ve nemin girişine karşı fiziksel olarak korur iken diğer yüksek alkali ortam sağlayarak kimyasal korumada sağlar.

Korozyonun iki esas nedeni vardır: Karbonatlaşma sonucu betonun pH değeri ile alkaliliğin azalması ve difüzyon yolu ile giren klor iyonlarının donatı ile temas etmesi. Korozyon için alınması gereken en temel önlem, betonu olabildiğince kuru tutabilmek için su yalıtımı yaparak, betona klor iyonu girişinin engellenmesi ve karbonatlaşmanın olabildiğince zorlaştırılmasıdır.

Korozyon asit, sülfat, klor etkisi, karbonatlaşma ve alkali-silika tepkimeleri gibi etki ve durumların sonucudur. Korozyonun yol açtığı hasaların gözle fark edilebilmesi, korozyonun ilerlemiş bir aşamasıdır. Ortam koşullarının durumuna göre değişen hızda donatı yüzeyinde, donatı ilk hacminin 2,5 katı büyüklükte demir oksit (pas) oluşumları görülür. Meydana gelen pas (demir oksit), eğer yapı elemanında yetersiz pas payı sorunu

da var ise betonu çatlatır ve parça kopmaları olur. Betonda olan parça kopmaları sonucu donatı açığa çıkar ve hava ile teması nedeni ile zararlı maddelerin girişı ve taşınımı artar ve korozyon hızındaki artış kaçınılmaz olur.



Resim 1.2. Donatı korozyonu sonucu donatının açığa çıkması.

Yapı elemanlarındaki donatı eliğı korozyonuna ve bu korozyonun devam etmesine dört etken neden olur:

- Klor ve/veya karbondioksitin sebep olduğu tepkimeler neticesinde donatı çevresindeki koruyucu tabakanın bozulması,
- Betonun kılcal yapısında bulunan ve elektrolit görevi gören su,
- Betonun yapısına giren oksijen,
- Betonarme içerisinde oluşıan yoğuşıma sonucu nemlenme.

“Korozyona bağlı olarak donatı kesitinde oluşıan kayıp, donatının başılangıta tasarlanan hesap değerlerini karşılayamamasına neden olur. Bu da binanın taşıma gücü, dolayısıyla da yapı güvenliği açısından hiç istenmeyen bir durumdur. Hesap dayanımı 365 MPa olan S420b sınıfı Ø 12'lik bir çeliğin başılangıta 41,3 kN yük taşıyabilirken, korozyon kaynaklı donatı kesit kaybının 0.25 mm/yıl

olduğu bir kabul sonucunda 5 yılın sonunda 25,9 kN, 15 yıl sonra da 5,8 kN yük taşıyabilir. Bu koşullarda donatı 24 yıl sonunda taşıma kapasitesini tamamen kaybedecektir

Korozyon oluşan kesitlerde önce çatlaklar ortaya çıkmaktadır. Çatlağın, betonarme kesitin davranışını olumsuz etkilediği bilinmektedir. Korozyonun artışıyla pas payı tabakaları kesitten ayrılmakta ve donatı açığa çıkmaktadır. Marmara Bölgesi'nde daha önce fark edilemeyen yoğun bir donatı korozyonunun varlığı 17 Ağustos ve 12 Kasım 1999 depremleriyle ortaya çıkmıştır. Korozyon ilerledikçe donatı çubuklarındaki kesit kaybının yanında, donatı-beton birlikte çalışması da azalmakta, giderek kesitlerin taşıma kapasitesi azalmaktadır.

Örneğin betonarme bir kesitte (kolon, kiriş) $\phi 16$ 'lık bir boyuna donatıda korozyonla oluşan 1 mm'lik kesit kaybı donatı çapını $\phi 14$ 'e düşürür. Böylece donatı çubuğunun alanı 2 cm² 'den 1,54 cm² 'ye iner. Bu çok büyük bir kayıptır (~%25). Korozyon ilerledikçe bu kayıpların daha da artacağı ve kesitleri/sistemi güvensiz duruma düşüreceği açıktır. Daha da olumsuzu sistem çalışmasının esasını oluşturan donatı beton birlikte çalışmasının zayıflaması, giderek ortadan kalkmasıdır. Bu nedenler, korozyonun zamanında kontrol ve tespit edilerek önlenmesini zorunlu kılmaktadır. Daha da iyisi baştan korozyon oluşmasının önlenmesidir" (Yıldırım, 2012:43-47).



Resim 1.3. Donatı korozyonu sonucu pas tabakasının beton yüzeyine sızması.

1.5.3. Çiçeklenme (Effloresans)

Yapı elemanlarının etkileyen toprakaltı veya toprak üstü sular içlerinde çözülmüş kimyasal maddeler taşırlar. Bu maddeler temas ettikleri yapı malzemesini tahribata uğratabilirler.

Yapı elemanlarının bünyesine giren su, kimyasal içeriğine bağılı olarak malzeme içinde yolu üzerindeki tuzları çözmekler, koparmakta, sürüklemekte ve sonra yapının herhangi bir yerinde buharlaşma esnasında su ile yüzeye çıkan tuzlar, ince kristaller halinde yüzeyde birikir. Bu duruma çiçeklenme (effloresans) denir.



Resim 1.4. Pencere altı çiçeklenme.



Resim 1.5. Dış cephede çiçeklenme.

Sodyum klorür, potasyum nitrat, kalsiyum klorür ve magnezyum sülfat gibi tuzlar sıcaklığın tesiriyle suda çözünebilirler. Soğuyup buharlaştığında çöken tuz kristalleri görülebilir ve bu durum beton kılcal boşluklarında gerçekleşebilir.

Çiçeklenme betonarme yapılarda sıva üzerinde görüldüğü gibi, sıvasız tuğla cephelerde de görülebilir. Çiçeklenme estetik bakımında kötü olduğu gibi, sürekli olması halinde buharlaşma ve kristalleşme durumundan dolayı, aynı don etkisinde görüldüğü gibi hacim genişlemesine ve malzeme iç gerilmelere karşı koyacak dayanımda değilse malzeme yapısında çatlaklar meydana gelir.

1.5.4. Mantarlaşma ve çürüme

Mantarlaşma ile çürüme çoğunlukla ahşap malzemelerde görülür. Higroskopik bir malzeme olan ahşapta, su buhar ve nem daha etkilidir. Ahşabın selüloz yapısı ve bağları suya temas edince şişer, su eksilince de büzülür. Bu su ile temas esnasında ahşabın bünyesinde bulunana organik ve inorganik maddelerin biraz sıcaklık nedeniyle çözülür ve mantar oluşumuna sebep olur. Ahşap gibi organik yapı malzemelerinde mantarlaşma oluşumu engellemek zordur. Mantar oluşan malzemenin, yapısı bozulur, ayrışır, kokular oluşur, görüntü bozuklukları görülür ve çürüme meydana gelir.

Mantar etkisi ile çürümeler çoğunlukla rutubetli, ışıksız ve havasız ortamlarda bulunan ahşaplarda gözlemlenir. Mantarlaşma ve çürüme olayı, hatalı su tesisatından, akan çatılardan, yoğunlaşma etkisinden, cephe kaplama malzeme olarak yanlış malzeme kullanılması gibi nedenlerle oluşabilir.



Resim 1.6. Bodrum kat duvarlarında oluşan hasarlar.

1.5.5. Alkali – Silika tepkimesi

Alkali-silika tepkimeleri, oldukça karmaşık bir kimyasal tepkimelerdir. Beton içinde bulunan agregalarda silis ile beton içindeki çimentoda ve dış kaynaklardan gelen alkali hidroksitler arasında meydana gelir. Alkali tepkimelerinin üç oluşum şekli vardır:

- ▲ Alkali-karbonat tepkimeleri,
- ▲ Alkali-silikat tepkimeleri (yavaş ilerler),
- ▲ Alkali-silika tepkimesidir.

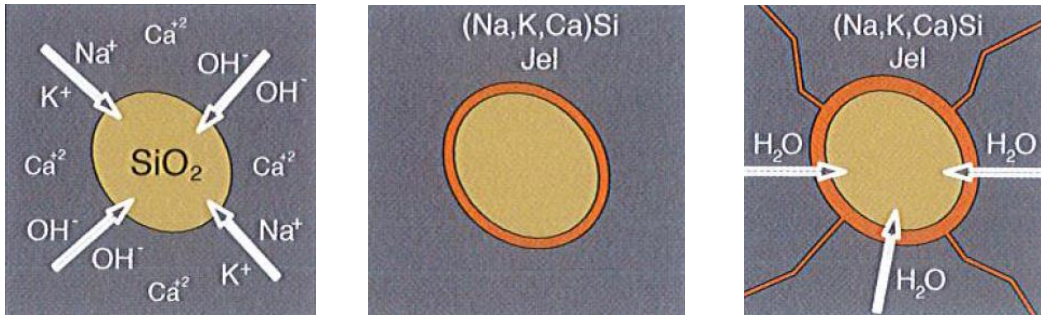
Yukarıdaki alkali tepkimelerinden yapılarda en sık görüleni alkali-silika tepkimesidir.

Alkali-silika tepkime zincirinin oluşabilmesi için ortamda; aktif silis formu, yeterli miktarda alkali ve nem beraber olmalıdır. Eğer bunlardan biri olmaz ise tepkimede gerçekleşmez. Her agregada belli bir oranda silis ve kullandığımız tüm çimentolarda alkali içerik bulunur. Bu sebeple önemli husus alkali-silika tepkimesinin nede olacağı genleşme ileride sorun oluşturup oluşturmayacağıdır.

Bazı çimentoların yapısında çok miktarda sodyum oksit (Na_2O) ve potasyum oksit (K_2O) gibi alkali oksitler bulunurlar. Bu oksitler betonda mevcut olan suda çözünerek aktif hidroksitlere (potasyum hidroksit ve sodyum hidroksit) dönüşürler. Agregada içinde bulunan aktif silis ile hidroksitlerin tepkimeye girmesi ile çıkan ürün (jel) betonun çatlamasına sebep olur. Alkali-silika tepkimesi sonucunda ortaya çıkan ürün (jel) eğer az su emme ve

şişme özelliğinde olursa betonda problem oluşmaz. Fakat tepkime sonucu ortaya çıkan ürün (jel) çok su emerek şişme özelliğine haiz olursa, betonda içsel gerilmeler oluşturur. Bu içsel gerilme kuvvetleri betonun çekme dayanımını geçince betonda çatlamlar görülür. Beton içerisindeki hacimce (şişme) genleşme bazen %2-3 seviyesine kadar ulaşır.

Alkali-silika tepkimelerinin hızları yavaş olduğundan, oluşturduğu genleşme çatlakları birkaç yıl sonra gözle görülür hale gelir.



Şekil 1.9. Alkali-silika tepkimesi.

Alkali-silika tepkimelerinin etkileyen faktörler şunlardır:

- ✓ Karışım oranlarının etkisi; en yüksek genleşme reaktif silis, alkali oranı 3,5 ile 5,5 oranında meydana gelir. Reaktif agrega hidroksit iyo karışım oranı genleşme miktarını etkiler.
- ✓ Alkali içeriğinin etkisi; çimentodaki içeriğin değişmesi, silis/alkali oranını değiştirir.
- ✓ Agrega cinsisinin ve tane büyüklüğü reaktif silis oranını etkiler.
- ✓ Dış alkaliler etkisi; buz çözücü tuzlar, beton katkı maddeleri, beton kür suyu, deniz suyu, zemin suyu ve endüstriyel atıklar dış alkaliler olarak sayılabilir. Özellikle geçirimli betonda, dış alkaliler Alkali-silika tepkimesinin neden olduğu genleşmeyi artıran yönde etki ederler.
- ✓ Rutubetin etkisi; rutubet silisin çözünmesine, alkaliler ile tepkimeye girmesine neden olur. Yapılan deneysel çalışmalar, bağıl nem oranı %80'in üzerinde olan betonlarda alkali-silika tepkimesinin gerçekleştiğinin göstermektedir.
- ✓ Sürüklenmiş havanın etkisi; alkali-silika tepkimesi sonucu hasar oluşmayan yapı elemanları incelemesinde, tepkime sonucu çıkan ürün (jel) betondaki hava boşluklarını tamamen ya da kısmi olarak doldurduğu gözlemlenmiştir. Bundan

ötürü için tepkime ürünün (jelin) ilerlemesine engel olmak için beton içerisinde hava sürükleyici katkı kullanımı alkali-silika tepkimesi sonucu oluşan çatlakları önleyeceği gözlemlenmektedir.

- ✓ Sıcaklığın etkisi; alkali-silika tepkimesi hızını sıcaklık artırıcı yönde etki eder. Alkali-silika tepkimesi, beton yapısında gerçekleşen ve genişmeye sebep olan bir tepkime olduğundan alkali-silika tepkimesinin dışarıdan gözle görünümü harita şeklinde çatlaklardır. Alkali-silika tepkimesinin görülen diğer belirtileri ise; genişleme, çatlaklardan jel sızması, yapı elemanlarında kapak atmalar şeklindedir.



Resim 1.7. Alkali-silika tepkimesi hasarına bağlı olarak oluşan çatlaklar.

2. SU YALTIM TÜRLERİ VE UZAKLAşTIRMA

Suyun yapılar ve/veya yapı elemanları üzerindeki yapı ömrü ve yapı güvenliğiyle ilgili olması sebebiyle su yalıtımının konusu hayati bir öneme sahiptir. Suyu yapı elemanlarından doğru bir şekilde uzaklaştırmak ve yeterli yalıtımı saılamak için suyla temas halinde olacak ve/veya olabilecek yapı elemanlarına suyun etki etmeden uzaklaştırılabilir ęekilde tasarlanması ve malzeme seçimi yapılması gerekmektedir. Günümüz mimarisinde yapı kabuğu kullanımı ve yapı elemanları belirlenmesinin evre verileri gibi su etkeni ile de yakın bir ilişki içinde olduğu, suyun yapıdan tahliye edilmesi için kullanılan eğimli çatılar, uzun saçaklar, denizlik ve benzer yapı elemanlarının yapı kabuğu biçimlenmesinde etkili olduğu, arazi tür ve yapısına göre toprak altı tahliye sistemleri kullanıldığı, bu yüzünden öncelikli olarak evre koşullarına göre yapı elemanı şekil detaylandırma ve gerçekçi kullanımının öncelikli olduğu görülmektedir.

Su sızdırmazlığında kullanılan yöntemleri, geleneksek dizayn bakışının destekleyicisi olarak kullanmak, geleneksel sistemleri modern sistem ve malzeme seçenekleri ile tekraren gözden geçirerek güncellemek gerekmektedir.

Yapı elemanlarını toprak altı veya toprak altından etkileyen sulara karşı yapılabilecek su sızdırmazlık tedbirleri birbirinden farklı olmalıdır. Bu nedenle uygulama aşamasında geçmeden önce, yapının dizayn aşamasında iklimle bağlı yağış miktarının tespit edilmesi, zemin analizlerinin yapılması, toprak altı ve yüzey sularının nitelikleri ve miktarının belirlenmesi, buna göre yapı elemanlarını su ve nemden korumak için malzeme çeşidi ve detaylarının tespit edilmesi gerekmektedir.

Bu bölümde yapılar için su yalıtımı; toprak altı ve üstü sularına göre iki bölümde irdelenmiştir.

2.1. Toprak Altı Sularına Karşı Yalıtım ve Uzaklaştırma

nceki bölümde değinildiği gibi toprak altında yerin iklim ve arazi yapısında göre yer altı suyu, birikme suyu, adsorbe su, kapiler su ve zemin boşluklarında suyun gaz hali (buhar) bulunmaktadır. Bu sulara karşı sızdırmazlık uygulamasına geçilmeden evvel yapı

kullanım amacı, yalıtım tedbirleri ve detaylandırılması yapının tasarım aşamasında belirlenerek planlanmış olması gerekmektedir. Bu aşamaya geçilmeden evvel ise yapının inşaa edileceği arazinin zemin etütleri yapılarak, zeminin geçirimsizlik durumu su durumu bilinmelidir. Yer altı suyu, sızıntı sularının geçirimsiz zemine ulaştıklarında burada birikmesi sonucu olduğundan, yer altı suyunun seviyesi mevsimlere göre değişmektedir. Yapı tasarım sürecinde, yer altı su durumu tespiti için yer altı su seviyesinin en yüksek olduğu zamanlardaki değer göz önünde bulundurulmalıdır. Aynı zamanda yer altı su seviyesi kadar toprak altındaki su rejiminin ve debisinin de değişeceği göz ardı edilmemelidir.

Toprak altı suyunu şu üç durumda inceleyebiliriz. Bunlar:

- Basınçlı Su
- Basıncsız Su
- Toprak nemi (Zemin rutubeti)

Bu üç durum içinde su sızdırmazlık ve korunma önemi farklıdır. Fakat yalıtımdan önce zemin analizlerine göre belirlenen zemin cinsi ve suyun durumuna bağlı olarak, yapıya etkileyebilecek suyun miktarında azaltabilme ve uzaklaştırabilme için drenaj (akaçlama) sistemleri de düşünülmelidir.

Yapı Elemanı Bölümü	Su Tipi	Suyun Etkileme Alanı		Suyun Etki Tipi
Temel ve Perdeler (yer altı su seviyesinin üzerinde bulunan toprakla temas edenler)	Kapiler su Bağlı su Sızıntı suları	Çok geçirgen zeminler		Zemin nemi ve birikme yapmayan zemin suları (toprak nemi)
		Az geçirgen zeminler	Drenajlı Drenajsız Temel derinliği (<3 m)	Biriken sular (dıştan etki eden basınçlı su)
Temel ve Perdeler (yer altı su seviyesinin altında bulunan toprakla temas edenler)	Yer altı suyu	Tüm zemin, yapı tipi ve inşaat şekilleri için		Dıştan basınçlı su (dıştan etki eden basınçlı su)

Tablo 2.1. Toprak altı suları toprak altı yapı elemanlarının ilişkisi.

Toprak altı yalıtımlarının diğer yalıtımlardan farkı, onarımının ve yanlış yapılmış bir uygulamanın ve/veya malzemenin düzeltilme imkanının olmamasıdır. Bunun için toprak altı yalıtımının sınırlı bir çalışma sonucu yapılması gerekmektedir.

2.1.1. Toprak altı tahliye (drenaj) sistemleri

“Drenaj, yapıya etki etmesi düşünülen kar, yağmur gibi yerüstü sularının ve zemin tanecikleri arasında hareket eden veya asılı kalan sularının kontrol altına alınması, toplanması, yapıdan uzaklaştırılması ve gerekli durumlarda yeraltı su seviyelerinin düşürülmesi amacı ile düzenlenen sistemlerdir” (AVLAR, 1995:20–29).

Tahliye (drenaj) sisteminin temel vazifesi biriken toprak altı suyu tahliye ederek yapı elemanlarına etki eden su basıncını azaltarak yapı ile zemin dengede kalmasını, zemin stabilite ve yapı çevresindeki toprak altı nemin düşürülmesine olanak verir.

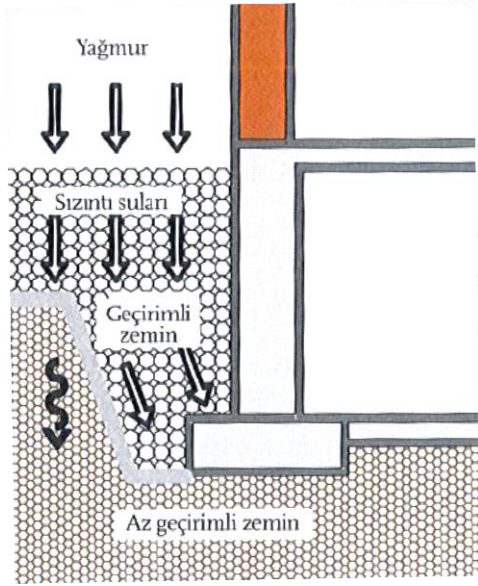
“İyi yapılmış bir drenaj, bodrum katlardaki nem sorununu, don etkisinin oluşturduğu olumsuzlukları ve yer kabuğuna etki eden hidrostatik basıncın azalmasını ve hatta yok olmasını sağlar. Drenaj sistemi sadece suyun yapı elemanları üzerinde oluşturduğu olumsuz etkileri önlemek amacı ile yapılmaz, aynı zamanda yapı yakınlarında oluşabilecek toprak kaymaları ve sel sonucu oluşabilecek hasarları engellemek amacı ile de yapılır. Tüm bu olumlu sonuçlara karşın, planlama aşamasında detaylandırmada gerekli önem verilmediğinden birçok yapı zemin neminin olumsuz etkilerine maruz kalır. Drenaj sistemi, yapının tüm hizmet ömrü boyunca aktif bir şekilde görevini sürdürmelidir. Bu sebeple drenaja başlamadan önce, sürekliliği sağlayacak ölçütlerin belirlenip bu doğrultuda bir tasarımın yapılması gerekir” (Williams, <http://irc.nrc-cnrc.ca>).

Tahliye (drenaj) sistemini etkileyen zemin ve topoğrafik etkenler:

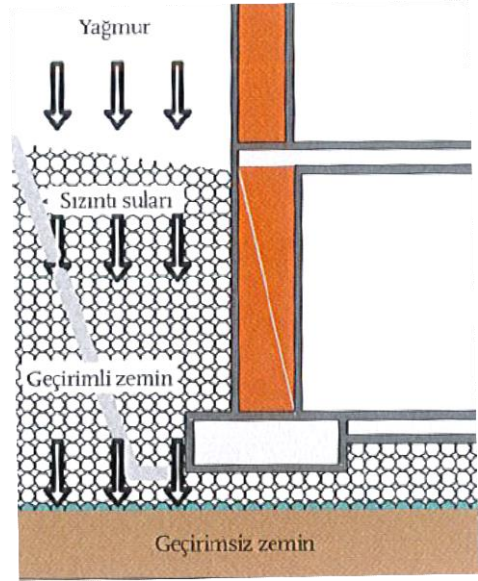
- Zeminin asıl (bozulmamış yapısı) topoğrafik yapısında doğal tahliye hatları vardır. Fakat bu doğal tahliye hatları çeşitli nedenlerle yapılan kazı ve dolgular sonucunda genellikle bozulur ve tahliye özelliklerini kaybederler.
- Tahliye sisteminin ihtiyacına; arazinin düz veya eğimli olması, topoğrafik şartlarına yapının nasıl konumlanacağı, yapının toprak altında kaplayacağı alan, yapının toprak altında ineceği derinlik, zeminin geçirimsizlik durumu ve yer altı su seviyesine göre planlanarak karar verilir.

“Su geçirgenliği yüksek, yeraltı su seviyesinin temel tabanından düşük olduğu durumlarda drenaj sistemine gerek duyulmaz. İri tane çaplarına sahip geçirimsiz zeminlerde yüzeye gelen sular taneler arasında oluşan boşluklardan alt tabakaya doğru ilerleyerek yeraltı kuvvetleri ile yapıdan uzaklaşmış olurlar.

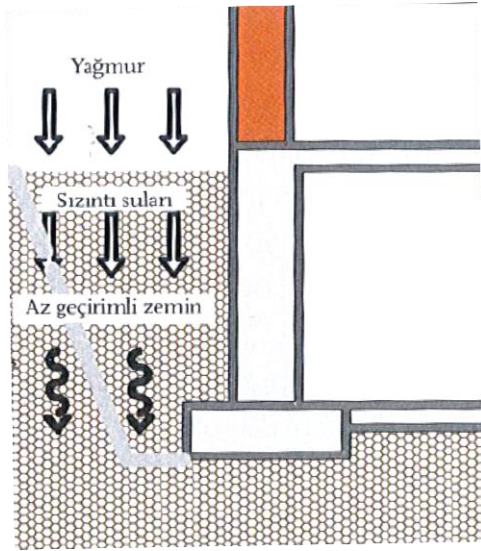
Yapının konumlandığı arazinin şekli de drenajın uygulanması bakımından nemlidir. Eğimli ve temel tabanının alt bölgesine kadar geçirimsiz alt katmanların ise geçirimsiz olduğu bölgelerde eğim ile akıp yer kabuğu elemanlarına ulaşan sular, geçirimsiz tabakanın da üstünde konumlanmasından dolayı bu bölgede basınç etkisi yaratır. Bu koşullarda yapı çevresine drenaj sisteminin oluşturması zorunluluğu doğmaktadır” (Şimşek, 2005).



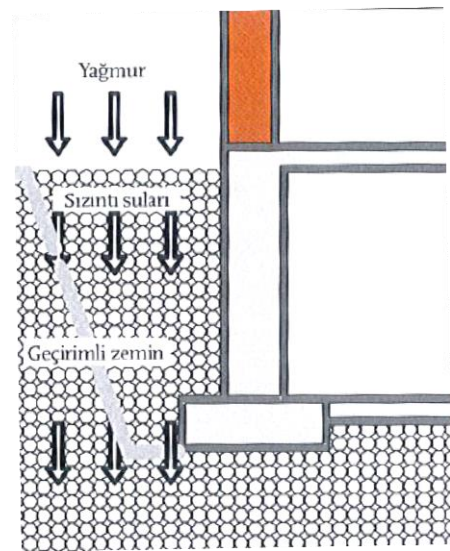
Tahliye (drenaj) önerilir.



Tahliye (drenaj) önerilir.



Tahliye (drenaj) önerilir.



Tahliye (drenaj) önerilmez.

Şekil 2.1. Zemin türleri ve tahliye.

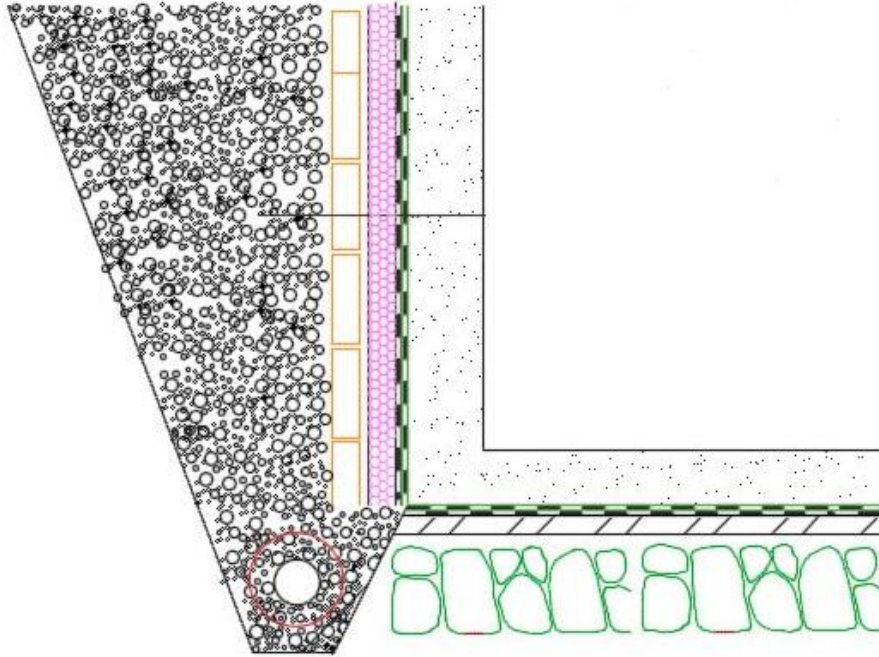
Geçici tahliye (drenaj)

“Zemin özellikleri belirlenen yapı alanında ilk asama olarak yapı çukuru açılır. Yapı temelini ve bodrum katlarının yeraltı ve yağmur sularından etkilenmemesi için yapım şamasında geçici drenaj uygulanır. Yapı çukurunun açılmasından sonra dökülecek olan taban betonu için kuru bir zemin hazırlanmaya başlanır. İnşaat başlangıcından yaklaşık bir sene öncesinde başlanan sondaj çalışmaları ile belirlenen yeraltı su seviyesi, temel tabanının yaklaşık 50 cm altına kadar düşürülmelidir” (Nam, 1997:96).

“Uygulanan geçici drenaj, yer kabuğu elemanlarının yalnızca yapım aşamasında değil, suya karşı yapılacak her türlü önlem tamamlanıp hidrostatik basınç ile yukarı yönde hareket etmeye çalışan yapı dengede kalıncaya kadar uygulanmaya devam edilir” (Ertem, 2002:244).

Geçici tahliye (drenaj) çeşitleri:

- Elektro-Osmos Yöntemi ile,
- Açık drenler ve hendekler ile,
- Kuyu drenleri ile,
- Düşey bant drenleri ile.



Şekil 2.2. Drenaj uygulama kesiti.

Kalıcı tahliye (drenaj)

Yapı tabanının geçirimsiz bir zemin üzerine oturduğu yer altı seviyesinin arttığı ve yıllık yağış rejiminin fazla olduğu bölgeler için suyun yapı hizmet ömrü süresince yapı alanından uzaklaştırılarak tahliye edilmesi istenir.

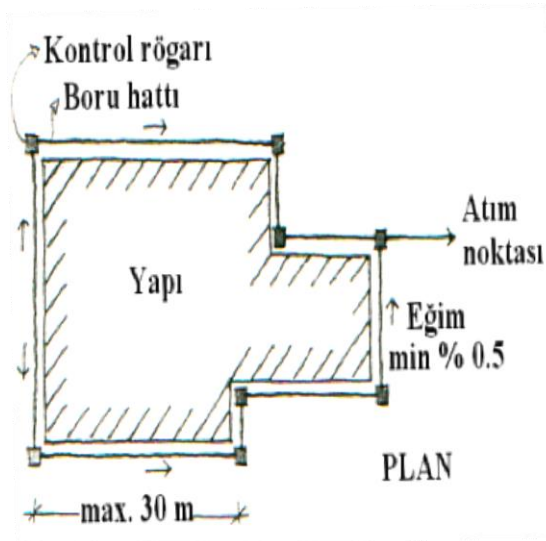
Su, tahliye (drenaj) sistemi ile toprak altı ve toprak üstüne konulan yatay ve düşey ile tahliye edilir. Tahliye (drenaj) sisteminin devamlılığı için tahliye (drenaj) elemanların ve çalışma ilkelerinin tasarım aşamasında bilerek detaylandırılması gerekir. Kalıcı tahliye (drenaj) sistemlerinin çevresel ve alansal olarak iki farklı çeşidi vardır.

Çevresel tahliye (drenaj)

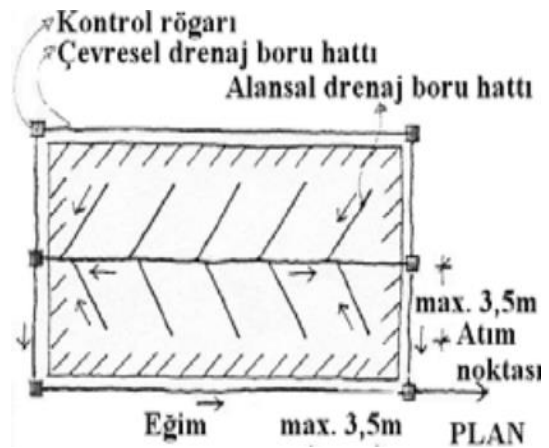
“Yeraltı suyunun bodrum duvarlarına hidrostatik basınç uyguladığı durumlarda, yalıtımın etkin bir şekilde uygulanıp korunması amacı ile oluşturulur. Bodrum ve temel duvarının önünde konumlanır ve yapının tüm çevresini dolaşır. Sızdırma katmanları boyunca akan sular, bu katmanın 50 cm alt noktasında bulunan drenaj borularına iletilirler. Drenaj borularının ince zemin taneleri tarafından tıkanmasının engellenmesi için kanalın etrafı 20 cm kalınlığındaki geçirgen çakıl tabakası ile sarılmalıdır” (Avlar, 2000:79).

Alansal tahliye (drenaj)

“Binanın altında konumlanan sistemde amaç, tamamen yeraltı suyu altında kalan temel ve zemin döşemesinin suyun kaldırma etkisinden korunması ve uygulanan yalıtımın suyun basınç kuvvetinden dolayı deforme olmasının engellenmesidir” (Ertem, 2002:244).



Şekil 2.3. Çevresel tahliye (drenaj).



Şekil 2.4. Alansal tahliye (drenaj).

Tahliye (drenaj) sistemi, yer altı suyunun basıncını azaltır, toprak altı sızıntı sularını aza düşürür, uygulama esnasında kuru bir yüzeyde çalışmaya olanak verir. Fakat, tahliye (drenaj) sistemlerinin su yalıtımının bir alternatifi olmadığını bilmek gerekir. Toprak altı suları için hangi tahliye (drenaj) sistemi uygulanırsa uygulansın su kesin olarak yapı elemanlarında yalıtılamayacağı için her zaman bir su sızdırmaz uygulamasına ihtiyaç vardır.

2.1.2. Basınçlı yer altı suyuna karşı yalıtım

Yer altı su sınırı yapının bodrum katının hizasında veya üzerinde ise yer altı su üst sınırının altında bulunan zeminle temas eden kısımlar basınçlı suya maruz kalır. Bu basınçlı su, toprak seviyesi altındaki yapı elemanlarına hidrostatik basınç yapar.

Basınçlı yer altı sularına karşı kullanılan yalıtım ile suyun bulunduğu yönde uygulanan pozitif yalıtım veya suyun bulunmadığı yönde uygulanan negatif yalıtım devamlı engel oluşturulması, basınçlı su yalıtım uygulamalarının esasını oluşturur. Suyun bulunduğu taraftan yapılan pozitif su yalıtım uygulaması sağladığı faydaların daha fazla ve önemli olması sebebiyle basınçlı sulara karşı daha uygun bir uygulamadır. Suyun bulunmadığı taraftan yapılan negatif su sızdırmazlık uygulaması ise, genellikle yapı inşasında sonra yapı içerisinde yapılan su yalıtımlarında kullanılan uygulamalardır.

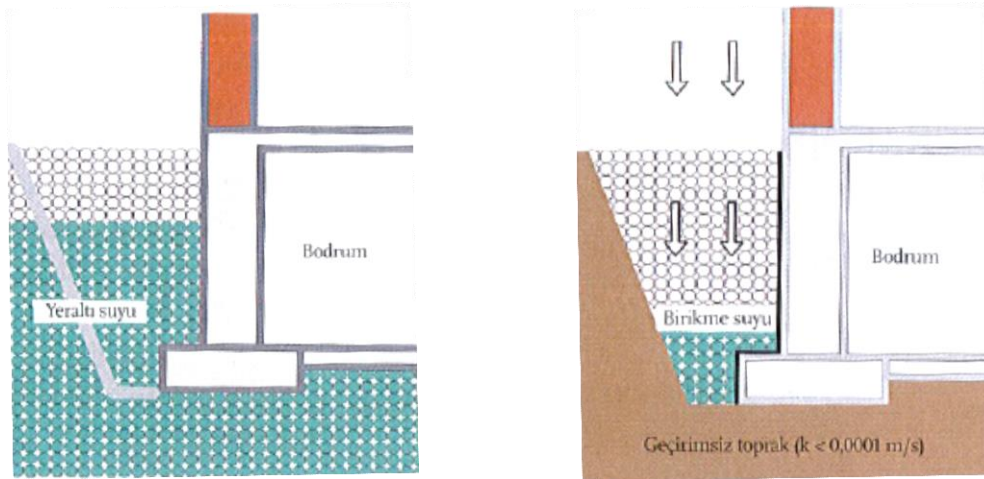
Basınçlı sulara karşı su yalıtımında kullanılan malzemeler:

- Çimento esaslı su yalıtım malzemeleri,
- Sürülerek uygulanan su yalıtım malzemeleri,
- Örtü (membran) şeklindeki su yalıtım malzemeleri,
- Kil esaslı su yalıtım malzemeleri yapı elemanlarında uygulanan malzeme çeşitleridir.

Basınçlı zemin suyuna karşı su yalıtım malzemesinin belirlenmesi, detaylandırılma ve uygulama yöntemleri suyun yapıya yapacağı hidrostatik basınca bağlı olarak belirlenir. Seçilen su yalıtım malzemesi suyun hidrostatik basınç etkisine karşı dayanıklı olmalı ve yapı hizmet ömrüne bağlı olarak suya sürekli bir engel oluşturmalıdır. Toprak altı su yalıtımlarında, hususiyle basınçlı zemin sularına karşı yalıtım sızdırmazlığı yapılacak ise suyun temas ettiği pozitif yönde su sızdırmazlığı uygulanmalıdır.

Özellik	Çimento esaslı yalıtım malzemeleri	Sürme tip yalıtım malzemeleri	Örtü (membran) şeklindeki yalıtım malzemeleri	Kil esaslı yalıtım malzemeleri
Elastik özellik	Kötü	İyi - Çok iyi	İyi	İyi
Kimyasallara direnç	İyi	Orta iyi	İyi	Kötü - Orta
Uygulama kolaylığı	Orta	Basit	Zor	Basit - Orta
Yatay uygulamalarda bir alt döşeme gerektirmesi	Evet	Evet	Evet	Evet
Pozitif veya negatif taraftan uygulanabilirliği	İkisi de	Pozitif	Pozitif	Pozitif
Onarım kolaylığı	Basit	Basit	Orta - Zor	Orta
Koruma gerekliliği	Gerekmez	Gerekir	Gerekir	Gerekmez

Tablo 2.2. Basınçlı zemin sularına karşı kullanılan yalıtım malzemeleri.



Şekil 2.5. Basınçlı suya maruz kalan yapı elemanı.

2.1.3. Basınçsız yer altı suyuna karşı yalıtım

Basınçsız zemin sularının etkisi, yağmur, kar gibi yağış suları veya kullanma sularının zeminden süzülerek yapı elemanları ile temas etmesiyle oluşmaktadır. Bu sızıntı suları yapı elemanları ile hidrostatik basınç olmadan geçici etkileşimde bulunurlar.

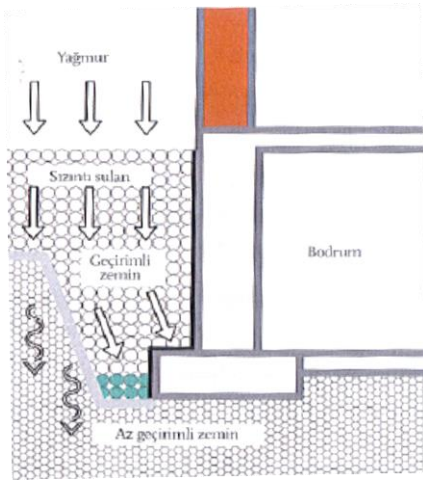
“Basınçsız zemin sularına karşı yalıtımda, yapı konumuna bağlı bir yükseklikte duvarda bir yatay yalıtım yapılmakta ve bu yatay yalıtım bodrumlu yapılarda duvarlardaki düşey yalıtım ve döşemedeki yalıtım ile birleşmektedir. Zemine oturan döşemeli bodrumsuz yapılarda ise döşemedeki yalıtım ile birleştirilmektedir. Zemine oturmayan döşemeli bodrumsuz yapılarda zemin üzerine serilen buhar kesici örtünün temel duvarları ile birleştirilmesi yeterli olmaktadır” (Çelebi, 2003).

Basınçlı yer altı sularına karşı kullanılan su sızdırmaz malzemelerinin hepsi, basınçsız yer altı sularına karşı su yalıtımında da kullanılabilir. Ancak su sızdırmaz malzemelerinin bazısının maliyeti, ekonomik olmadığından basınçsız yer altı sularına karşı su sızdırmazlığında tercih edilmemektedir. Basınçsız yer altı sularında, çoğunlukla, bitümlü malzemeler, buhar kesiciler ve çimento esaslı su yalıtım malzemeleri kullanılmaktadır.

Özellik	Çimento esaslı yalıtım malzemeleri	Bitümlü yalıtım malzemeleri	Buhar kesici örtüler
Elastik özellik	Kötü	Kötü – Orta	Orta
Kimyasallara direnç	İyi	Kötü – Orta	Orta
Uygulama kolaylığı	Orta	Basit – Orta	Zor
Yatay uygulamalarda bir alt döşeme gerektirmesi	Evet	Evet	Hayır
Pozitif veya negatif taraftan uygulanabilirliği	İkisi de	Pozitif	Pozitif
Onarım kolaylığı	Basit	Basit	Zor
Koruma gerekliliği	Gerekmez	Gerekir	Gerekmez

Tablo 2.3. Basınçsız zemin sularına karşı kullanılabilecek yalıtım malzemeleri.

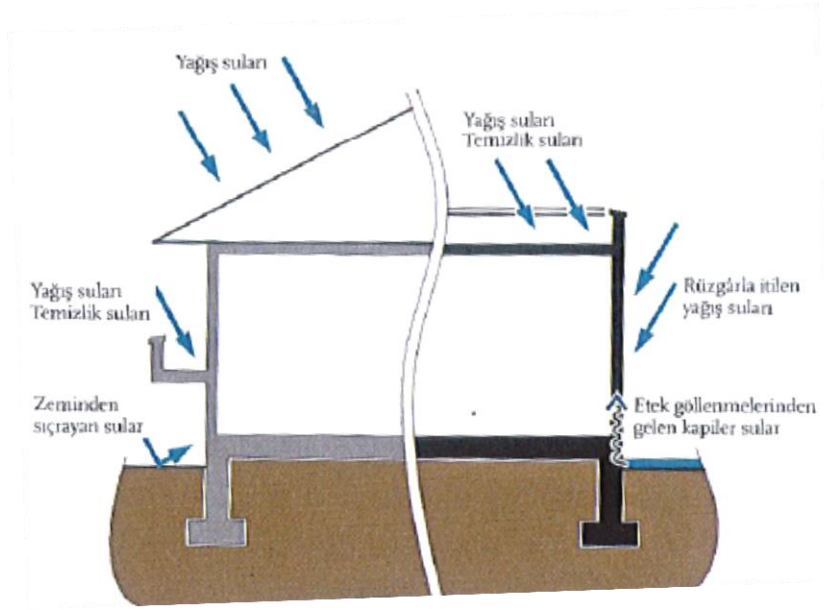
Basınçsız yer altı suyuna karşı su yalıtım malzemesi seçiminde, zemin geçirimsiz ise mevsimlik yağmur ve kar sularına bağlı olarak meydana gelen birikme suları toprak altında bulunan yapı elemanlarına hidrostatik su etkisi yapabilir. Bu nedenle yapının inşa edileceği alanın, zemin etütleri ve iklim hususiyetleri göz önünde bulundurularak su sızdırmazlık için malzeme ve detay planlanmalıdır.



Şekil 2.6. Basınçsız sızıntı sularına maruz kalan yapı elemanı.

2.2. Toprak Üstü Sularına Karşı Yalıtım ve Uzaklaştırma

Yağış sularının her türlü ve kullanım suları toprak üstü sular olarak adlandırılır. Yapının bulunduğu yerin iklim özelliklerine göre yağış şiddeti, yağışın tekrar zamanı ve şiddet-zaman-sıklık grafikleri incelenerek, yapı kabuğunu dıştan içe etkileyen yağış sularının miktar ve özellikleri belirlenebilir. Belirlenen şartlara göre duvar elemanı ve çatı suyun yapıya zarar vermeden uzaklaştırılabileceği özellikte biçimlendirilmeli ve detaylandırılmalıdır.



Şekil 2.7. Yapıya etki eden toprak üstü suları.

Yapı Bölümü	Su Tipi	Etkileme Alanı	Suyun Etki Tipi
Duvarlar	Yüzey suları Yağış suları Sızıntı suları Sıçrama suları	Dış ortam ile temas eden tüm duvarlar	Basınç yapmayan ve yoğun olmayan su etkisi
Eğimli çatılar	Yüzey suları Yağış suları	Sürekli olmayan çatı kaplamalarının altında kullanılan örtüler Gezilmeyen çatılar	Basınç yapmayan ve yoğun olmayan su etkisi
Teras çatı ve balkonlar	Yüzey suları Yağış suları Sızıntı suları Birikinti suları Kullanım suları	Gezilen teras çatılar	Basınç yapmayan yoğun su etkisi
		Gezilemeyen teras çatılar	Basınç yapmayan yoğun su etkisi
		Balkon gibi bölümler	Basınç yapmayan ve yoğun olmayan su etkisi

Tablo 2.4. Toprak üstü suları ile yapı elemanları.

Dış ortam ile doğrudan temas halindeki yapı kabuğu elemanı olan dış duvarlarda, yağış suları, duvar sisteminin meydana getiren malzemelerde malzemenin yapısal özelliğine göre, küflenme, okside olma ve çürüme gibi farklı hasarlara neden olmaktadır. Hareketlerinden dolayı kinetik enerjiye sahip yüzey suları yapı kabuğu boşluklarından yapı içerisine geçebilirler. Enerji ile yapı içerisine su geçişlerine engel olabilmek için kaplama tahtaları, tahliye (drenaj) veya iç bölmeler kullanılabilir. Yüzey sularının kılcallık yüzey gerilimi, rüzgâr, basınç farklılığı gibi nedenlerle yapı dış duvarlarındaki hasara neden olacak etkileri azaltabilmek için duvar sistemlerini suları yapı içerisine ilerlemesine engel olacak biçimde tasarlamak gerekmektedir.

“Su yönetim sistemi olarak bilinen önlemlerden en yaygın olarak kullanılanları; dıştan sızdırmaz katmanlı koruyucu duvar, içten drenaj katmanlı duvar, drenaj boşluklu duvar ve eş değer basınçlı yağmur perdeli duvar konstrüksiyonlarıdır. Yağış miktarı arttıkça duvarlarda kullanılan su yönetim sistemlerinde drenaj boşluğu, drenaj katmanı (su bariyeri, hava bariyeri) ve yağmur perdesi gibi ek önlemler alınmasına ihtiyaç duyulmaktadır” (Tekin ve diğerleri, 2015:72-73).

3. SU YALITIM MALZEMELERİ VE UYGULAMALARI

Su sızdırmazlık uygulamaları için kullanılacak su sızdırmazlık yöntemleri ve bu yöntemler için uygun malzemeler, proje sürecinde belirlemeli, su yalıtım malzemesinin uygulanması yapının inşası esnasında malzemenin uygulama tekniğine uygun bir biçimde uygulanmalıdır. Proje sürecinde her şeyi ile gerekli araştırmalar yapılmamış veya eksik yapılarak yanlış sistem ve su yalıtım malzemesi tercihi ile su sızdırmazlığı uygulanmış yapılarda, yapının hizmet süresince sorunlar devamlı artar ve sonuçta yapının ekonomik ömrünü tamamlamadan hizmet dışı kalmasına kadar gidebilir. Su sızdırmazlık uygulamalarında doğru sistem ve yalıtım malzemesi tercihi ile birlikte uygulanan işçilik kalitesi ve uygulama tekniği de ihmal edilmeyecek derece titizlik gösterilmesi gereken husustur. Kalitesiz işçilik ve uygulama sırasındaki yanlışlar ile yapılan su sızdırmazlık uygulaması yetersiz ve ömrü kısa olmasının yanında yapıda devamlı suyun yol açtığı çeşitli hasarlar ile ilgili bakım-onarım giderleri oluşturacaktır.

“Su yalıtım uygulamaları yüzeysel ve yapısal olarak ikiye ayrılmaktadır. Yüzeysel su yalıtımı esas nitelikte, yapısal yalıtım ise yardımcı niteliktedir. Yatay ya da düşey yüzeylere uygulanan su yalıtım sistemleri için diğer bir sınıflandırma ise pozitif ve negatif su yalıtım şeklindedir. Pozitif yalıtım sisteminde yalıtım, suyun geldiği yöndedir. Böylece suyun yapı kabuğu yüzeyine teması önlenmekte ve yapı kabuğu su ile ilişkiye girmemektedir. Suyun geldiği yönün diğer tarafında olan negatif yalıtım sisteminde ise suyun yapı kabuğunun bünyesi içerisine girmesi engellenemez” (Tekin ve diğerleri, 2015:79).

Su yalıtım malzemeleri:

- Sürme (püskürtme) tip su yalıtım malzemeleri,
- Serme tip su yalıtım malzemeleri,
- Dolgu tip su yalıtım malzemeleri olarak üç sınıf şeklinde tanımlanabilir.

Hangi çeşit su yalıtım malzemesi ile her ne şekil bir uygulama yapılırsa yapılsın, su sızdırmazlık uygulamalarında temel prensip, yalıtımın kesintiye uğramadan ve süreklilik arz edecek şekilde olmasıdır.

3.1. Yüzeysel Su Yalıtımı

Su sızdırmaz bir tabaka elde etmek için yapılan ve ana esası yapı elemanın suyun temas ettiği taraf olan pozitif yönü veya suyun temas etmediği taraf olan negatif yönünde su sızdırmaz bir malzeme uygulaması ile elde edilen sisteme yüzeysel su yalıtımı denir.

Yüzeysel su sızdırmazlık uygulamalarında üretim şekline ve cinsine göre kullanılacak malzeme; likit (püskürtme) ve örtü (membran) şeklinde olabilir.

Yüzeysel su yalıtımının detayı, uygulanacak yüzeyin ve su sızdırmaz malzemesinin cinsine göre farklılık göstermektedir. Bütün yüzeyler ve su yalıtım malzemeleri için genel olan önemli husus ise, su yalıtımının uygulanacak yüzeyin su yalıtım malzemesine uygunludur.

Yüzeysel Su Yalıtım Malzemeleri			
Sürme Tip Su Yalıtım Malzemeleri	Likit ve İnce Sürme Tipi Malzemeler	Bitüm esaslı likit malzemeler	Asfalt solüsyonları
			Asfalt emülsiyonları
		Kreozot	
		Reaksiyon esaslı malzemeler	Poliüretan esaslı malzemeler
			Poliüreya esaslı malzemeler
			Akrilik esaslı malzemeler
			Hibrit esaslı malzemeler
			Elastik sürme malzemeler
			Elastik olmayan sürme malzemeler (rijit, kristalize)
	Kalın Sürme ve Kaplama Tipi Malzemeler	Çimento esaslı malzemeler	Elastik mala uygulamalı kaplama malzemeler
			Elastik olmayan mala uygulamalı kaplama malzemeler (rijit, kristalize)
			Özlü ürünler (tıkaç harçları)
		Polimer modifiye edilmiş kalın bitümlü kaplamalar	
Serme Tip Su Yalıtım Malzemeleri	Bitüm esaslı su yalıtım örtüleri		
	Plastik ya da sentetik esaslı su yalıtım örtüleri		
	Betonit şilteler		

Tablo 3.1. Yüzey su yalıtımında kullanılabilecek su yalıtım malzemeleri.

3.1.1. Sürme tip su yalıtım malzemeleri

Su ve nem yalıtımını için kullanılan malzeme çeşitlerinde bir tanesi de sürme tip yalıtım malzemeleridir. Sürme tip su yalıtım malzemeleri, yüzeylere eksiksiz, aralıksız ve geçirimsiz bir katman meydana getirecek şekilde, sızdırmazlık sağlanacak olan yüzeylere tekniğine uygun olarak uygulanır. Yapı elemanlarında temel-perde, teras çatı, balkon, ıslak mekanlar, kapı-pencere detayları ve dış yüzeylerde sürme tip su yalıtım malzemesi kullanılabilir. Bunun yanında sürme tip su yalıtım malzemeleri yüzme havuzları, su depoları, kanalla vb. gibi tek başlarına ya da yardımcı su yalıtım malzemesi olaraktan su sızdırmazlık işlevi görürler.

“Sıvı ya da toz toz bileşenden oluşan sürme tip su yalıtım malzemeleri, kullanıma hazır olarak alınabildiği gibi uygun incelticiler ile seyreltilmek suretiyle de uygulanabilir. Ya da uygulama yerinde üreticilerin tavsiyeleri doğrultusunda uygun göre karıştırıcılar ile karıştırılarak malzeme hazırlanır ve uygulanır. Toz bileşenlerin cinsine göre sınıflandırılan sürme tip su yalıtım malzemelerinin yüzeye uygulanması; mala, rulo ya da fırça yardımıyla sürülerek ya da özel araçlara ile püskürtme şeklinde olabilir” (Tekin ve diğerleri, 2015:79).

Sürme tip su yalıtım malzemelerinin hemen hemen tümü iki veya üç katman şeklinde uygulanır ve kurumuş hali ile en az 1mm tüm katman kalınlığı meydana getirecek şekilde sürülürler veya püskürtülürler.

Tüm su sızdırmaz cinslerinde önemli olan yalıtımın yapılacağı yüzey hazırlığı, sürme tip su yalıtım malzeme ile yapılacak su sızdırmazlığında hayati öneme haizdir. Sürme tip su yalıtım malzemelerinde en fazla vakit ayrılması gereken evre, en titiz işçiliğin yapılması gereken kısım, su sızdırmaz malzemenin uygulanacak yüzeyinin hazırlığıdır. Özensiz ve aceleyle getirilerek yapılan yüzey hazırlığı, uygulanacak su yalıtım malzemesinden arzu edilen başarılı verimi göstermesine engel olacaktır. Sürme tip su yalıtımın uygulanacağı yüzey hazırlığı ile ilgili hususlar;

- ❖ Kırık, boşluk, çökme ve çatlakların onarımı,
- ❖ Taşıyıcı olmayan yüzeylerin onarımı,
- ❖ Parlak yüzeylerin pürüzlendirilmesi,
- ❖ Köşeler ve keskin dönüşlerin onarımı,
- ❖ Tij deliklerinin onarılması,
- ❖ Boya, pas, kalıp yağı vb. gibi tutunmayı engelleyici tabakaların onarılması şeklinde sayılabilir (Akyol, 2008:20).

Sürme tip su yalıtım malzemesinin yüzeye uygulanması esnasında, dikkat edilmesi gereken konuları; gerekli ise astar uygulanması, yüzey düzgünlüğü, yüzey onarım ve temizliği, dış ortam sıcaklığı, su yalıtım malzemesinin tüm alana malzeme türüne uygun kalınlıkta homojen şekilde uygulanması, yağmur ve/veya kar, aşırı nem artışı, toz ve benzeri dış etkilere kürlenme süresince su yalıtım malzemesinin korunması şeklinde sıralanabilir. Ayrıca su yalıtım malzemesi, uygulama sırasında, farklı malzeme birleşim yerlerinde donatı filesi veya dokumasız keçe ile birlikte kullanılmalıdır.

Sürme tip su sızdırmaz malzemeler, kolay uygulanmaları, eksiz kürlenmeleri, yüzey farklılığı veya girinti-çıkıntılar vb. gib güç detaylara kolay uygulanabilmesi sebebiyle tercih edilirler. Bazı sürme tip su sızdırmaz malzemelerin güneşin ultraviyole (UV) ışınlarına dayanımı düşüktür ve gezinilen alanlarda dayanıklı değildir. Sürme tip su sızdırmaz malzemeler ihtiyaç ve özel durumlar dışında suyun temas ettiği taraf olan pozitif taraftan uygulanmalıdır.

Likit ve ince sürme tipi yalıtım malzemeleri

Normal sıcaklıkta akışkan durumunda olan sıvıları kapsamaktadır. Hammaddelerine göre çeşitlendirilirler. Genellikle tek veya iki bileşenli çeşitleri bulunmaktadır. Bileşenlerinde bitüm, bitüm-kauçuk, akrilik, poliüretan, çimento, poliüreya veya hibrit ürünlerinde biri veya daha fazlası birlikte bulunabilirler ve bu maddelerle adlandırılırlar.

Hareketli ve sağlam olmayan yüzeylerde likit malzemeler genellikle verimli bir sızdırmazlık sağlayamaz. Malzemesinin uygulandığı yüzeyde oluşan çatlak veya aşırı hidrostatik basınç gibi malzeme üzerinde çekme gerilmesi olduğu hallerde likit su yalıtım malzemesi taşıyıcı özellikteki malzemeler ile birlikte kullanılması gerekmektedir. Likit su yalıtım malzemelerin uygulama kalınlığı çoğunlukla 2 mm'den azdır.

Bitüm esaslı likit su yalıtım malzemeleri

Solvent ve emülsiyon bazlı malzemeler, standartlara (TS 103, TS113) uygun üretilmiş astarlardır.

“Doğal olarak bulunan bitümün yanında taşkömüründen elde edilen katran ve zift ile petrolden elde edilen asfalt çimentosu, özellikleri yönünden su yalıtımı yapmaya uygundur. Bitüm basitçe siyah renkli, yüksek moleküllü bir malzeme olup sıvı, yarı sıvı ve katı hallerde bulunabilir. Katı bitüm ısıtılırsa yumuşayarak akıcı kıvama gelir. Bitümün su geçirmeme özelliği yanında cisimlere karşı yapışma özelliği su yalıtımında kullanılmasına neden olmaktadır” (Yıldırım, 2012).

Asfalt solüsyonları

Genellikle su sızdırmazlık uygulamalarında astar olarak kullanılan asfalt solüsyonları, penetrasyon asfaltının solvent ile seyreltilmesi ile elde edilir. Soğuk olarak yüzeye uygulanırlar. Beton, sıva, gaz beton, ahşap, metal ve çimento yonga levhalar gibi benzeri satırlara uygulanırlar. Asfalt solüsyonları, yüzeye uygulandıktan sonra kısa bir sürede kurumaya başlar ve uygulandığı yerde pestil görünümünde bir katman oluşturur. Bina yan yüzeylerine, iç duvarlarda kabarma, su ve rutubeti önlemek, boya bozulması ve küf meydana gelmesini engellemek maksadıyla uygulanır.

Solüsyonun içerisinde solvent bulunduğundan uygulama esnasında direk ateş veya kıvılcım ile temas ettirilmemelidir. Kapalı ortamlarda asfalt solüsyonun kullanılması gerektiğinde, çalışılan ortamın havalandırılması sağlanarak sağlık tedbirleri alınmalıdır.

Uygulama için gerekli yüzey hazırlığı yapıldıktan sonra malzemenin kullanım kılavuzundaki şartlara göre fırça veya tabanca ile uygulanır ve kuruyuncaya kadar beklenilmelidir. Kullanım esnasında su ile seyreltilebilir. Eğer iki kat uygulanacaksa katmanlara tamamen kurumadan diğer katmana geçilmemelidir.

“Asfalt solüsyonları:

- Beton, betonarme, prefabrike beton plaklar, ahşap çatı döşemeleri ve metal elemanlar üzerinde,
- Su ve rutubet önleyerek, iç yüzeylerdeki duvarlarda kabarma, boya bozulması ve küf oluşumunu engellemek amaçlı, bina yan yüzeylerinde,
- Toprak altın kullanılan metal yüzeylerin korozyona karşı korunumunda,
- Betonarme yüzeylerin sülfatlı zeminlerde korunumu için ya da temel ve bodrum taban ve duvarlarında nemin önlenmesinde,
- Temel ve çatı izolasyonlarında, bitümlü kaplamalardan önce astar olarak kullanılabilir” (Tekin, Diri, Bonfil, 2015:82-83).

Asfalt emülsiyonları

Bir bitümlü malzemenin su içinde ayırmak (disperse) edilmesiyle elde edilen ürüne asfalt emülsiyonu denir. Yapısında solvent bulundurmadığı için koku yapmaz ve kapalı ortamlarda da kullanılabilir. Asfalt emülsiyonu kuru veya nemli yüzeylere uygulanabilir.

Uygulama için gerekli yüzey hazırlığı yapıldıktan sonra malzemenin kullanım kılavuzundaki şartlara göre fırça veya tabanca ile uygulanır ve kuruyuncaya kadar beklenmelidir. Kullanım esnasında su ile seyreltilebilir. Eğer iki kat uygulanacaksa ve/veya üzerine membran yapıştırılacak ise katmanlara tamamen kurumadan diğer katmana geçilmemelidir. Metal yüzeylerde kullanılmazlar.

“Asfalt emülsiyonları:

- Binaların temel ve bodrum perdelerinde nem geçirmezlik malzemesi olarak,
- Mutfak, banyo ve benzeri ıslak mekanlarda su yalıtım malzemesi olarak,
- Bitümlü kaplamalar altına astar olarak,
- Çimento ve ince kum ile oluşturulan harç ve sıvaların içine geçirimsizlik, ve aderans artırıcı katkı olarak,
- Bitüm kaplamaların altına astar, yalıtım amaçlı kaplama ve çimento esaslı harçların içine geçirimsizlik ve aderans artırıcı olarak kullanılabilir” (Tekin ve diğerleri, 2015:83).



Resim 3.1. Asfalt emülsiyon uygulamaları.

Kreozot

“Kreozot, odun katranının 200 ile 280 °C sıcaklık aralığında imbiklenmesiyle elde edilen bir sıvı olup, hidrokarbonların, krezollerin, fenol ve diğer aromatik bileşiklerin karışımıdır. Sert ağaç olarak bilinen sedir ve ardıcın kök ve gövde kısımlarının yakılmasıyla meydana gelen odun katranının yoğun yağlı kısmından elde edilmektedir. Kahve-siyah renkli yakıcı kokulu solüsyon tipinde bir sıvı olan kreozot, metal ve ahşap yüzeylerin su yalıtımında zift esaslı malzemelerin kullanılması halinde astar olarak kullanılır” (Tekin ve diğerleri, 2015:84).

Reaksiyon esaslı likit malzemeler

Polimer esaslı akışkan (likit) malzemeler, reaksiyon esaslı akışkan malzemeler grubuna girer. Bu gruptaki malzemelerin ortak özellikleri ek yerlerinin olmamasıdır. Yapılan işçiliğin kalitesini, uygulama işçiliği ve uygulanan yüzeydeki homojen dağılım gösterir. Bütün akışkan (likit) ve pasta tipi su yalıtım malzemelerinde olduğu gibi kullanım tekniğine bağlı olarak uygulanan tabakalar alanda bir film katmanını meydana getirerek su geçirimsizliğini sağlama ilkesine dayanır. Bu tür su yalıtım malzemeleri yapısal özelliği nedeni ile çoğunlukla fiziksel ve kimyasal mukavemetleri yüksek su yalıtım malzemeleridir.

Poliüretan esaslı malzemeler

Polüretan esaslı su yalıtım malzemeleri, düşey ve yatay alanlarda uygulanabilen, genelde elastomerik, elastikliği yüksek fiziksel mukavemete sahip malzemelerdir. Tek veya çift bileşenli, kullanıma hazır, kürlenmeden sonra elastik bir film tabaka meydana getiren bir akışkan (likit) türü su yalıtım malzemesidir.

Poliüretan esaslı su yalıtım malzemeleri kürlenme süresinin sonunda %400'lere varan oranda elastikliğe sahip olurlar. Sürekli elastik kalmaları bedeni ile çatlak köprüsü kurabilme özelliğine sahiptir. Elastomerik olmaları sebebi ile de düşük sıcaklıklarda da su sızdırmazlık özelliğine devam ederek yüksek performans gösterirler.

“Poliüretan esaslı malzemelerin kullanım miktarı ve kat adedi üretici firmaların tavsiyelerine uygun olarak yapılmaktadır. Beton yüzeye fırça, rulo ile sürülerek ya da püskürtülerek uygulanabilir. Poliüretan esaslı sürme malzemeler, yüzeye astar sürüldükten sonra uygulanırlar. Tek bileşenli poliüretan esaslı solventli astar ya da epoksi esaslı çift bileşenli solventsiz şeffaf kaplama malzemeleri astar olarak kullanılırlar. UV ışınlarına dayanıklı ve dayanıksız olan, tek ya da çift bileşenli tipleri vardır. Binalardan dıştan temel yalıtımı, teras, bahçe, otopark çatı yalıtımları ve benzeri alanlarda kullanılabilirler. Uygulanacak yüzeydeki nem oranının %5'ten az olması gerekir. Malzemenin uygulandıktan sonra kürlenmesi süresince malzeme dış etkilere (yağmur/kar, aşırı nem, toz ve benzeri olumsuz etkiler) korunmalıdır” (Tekin ve diğerleri, 2015:85).

Poliürea esaslı malzemeler

Çift bileşenli su yalıtım malzemeleri poliürea esaslı malzemeler sınıfına girer. Poliürea esaslı su yalıtım malzemelerde yüksek elastik olma özelliklerini, çok düşük sıcaklıklarda bile korurlar. Poliürea esaslı malzemeler alkali ve seyreltik asitlere karşı

dayanıklılığının yüksek kopma ve yırtılma mukavemeti ile çatlak köprüleme hususiyetleri de vardır. Kürlenme süreleri çok kısadır. Bu sebeple dış etkilere karşı hızlı bir mukavemete sahip olurlar ve uygulanan malzeme üstünde başka bir uygulama yapılacak ise vakit kaybetmeksizin çalışmaya imkân verirler.

Poliürea esaslı su yalıtım malzemelerin; ultraviyole (UV) dayanımlı alifatik, ultraviyole (UV) dayanımsız aromatik, 60 °C'ye kadar ısıtılarak (özel makine ile) uygulanan, rulo veya fırça ile soğuk olarak uygulanan poliaspartik, saf poliürea ve hibrit poliürea çeşitleri vardır.

“Uygulama yapılacak olan yüzeye beton ise yüzeyin temiz, sağlam, yeterli basınç ve çekme dayanımına (basıçta min 25 N/mm², çekme min 15 N/mm²) sahip ve uygulanacak yüzeydeki nem oranı %5'ten az olmalıdır. Beton ve şap yüzeylerde aşındırıcı ekipmanlar kullanılarak çimento şerbeti kaldırılmalı ve yüzey açık gözenekli bir hale getirilmelidir. Ayrıca, yüzeyler astarlanmalı ya da düzgün yüzey elde edilecek şekilde tesviye edilmelidir. Epoksi esaslı çift bileşenli solventsiz şeffaf kaplama malzemeleri astar olarak kullanılırlar. Malzemenin uygulama miktarı uygun yüzey ve ortam sıcaklıkları için üretici firmanın tavsiyelerine uygun yapılmalıdır. Poliürea esaslı malzemeler: betonarme teras çatılarının yalıtımında, otopark, bitkilendirilmiş teras çatı su yalıtımında balkon yalıtımında, sac metal kaplamalı düz çatıların su yalıtımında kullanılabilir” (Tekin ve diğerleri, 2015:86).

Akrilik esaslı malzemeler

Akrilik esaslı malzemeler, akrilik esaslı emülsiyonlardır. Saf akrilik, stiren akrilik ve akrilik kopolimer akrilik esaslı su yalıtım malzemesinin çeşitleridir. Akrilik esaslı su yalıtım malzemeleri; elastomerik esaslı olup farklı yüzeylere uygulanması için özel olarak formüle edilmiştirler. Akrilik esaslı su yalıtım malzemeleri; yüksek ve düşük sıcaklıklarda elastikiyetlerini kaybetmez ve farklı yüzeyler için hava koşullarında direnci, su yalıtım özelliği, güneş ultraviyole (UV) ışınlarına beyaz rengi ile koruma oluşturur. Akrilik katmanlarda kürlenme zamanında buhara karşı çok hassastırlar. Eğer kürlenme süresi esnasında, malzeme buhara maruz kalırsa ise tekraren ilk hali olan akışkan hale gelme ihtimali vardır. Çatlak köprüleme özelliği vardır, ancak çok çatlaklı alanlarda taşıyıcı takviyesi ile uygulanması önerilmektedir. Akrilik esaslı su yalıtım malzemesi kirlenmeye, mantarlanmaya, tebeşirlenmeye, küf, yosun oluşumuna ve sararmaya karşı dirençlidir.

“Mineral esaslı (beton, şap, bazı doğal yüzeyler vb) çatılarda, teras ve balkon yüzeylerde, çimento esaslı levha yüzeylerinde, seramik altı su yalıtımı uygulamalarında kullanılır. Gerekli yüzey hazırlıklarından sonra su ile seyreltilerek fırça, rulo ya da havasız sprej makineleri ile uygulama yapılır. Genellikle birinci kat astar olmak üzere üç kat uygulanır, Islak sürekli su ile temas eden ya da suya doymuş olan uygulama yapılması sakıncalıdır” (Tekin ve diğerleri, 2015:86).

Hibrit esaslı malzemeler

Hibrit esaslı malzemeler, iki tür malzemenin moleküler olarak birleşiminden oluşur. Poliüretan-silon, polieter-silon, poliüretan-polieter, akrilik-poliüretan, poliüretan-poliürea gibi birleşimlerden oluşan hibrit esaslı malzemeler su yalıtım malzemesi üretiminde kullanılmaktadır. Hibrit esaslı su yalıtım malzemelerin çalışma mantığı, iki farklı malzemenin kuvvet ve avantajları özelliklerini alıp birleştirilerek daha kullanışlı su yalıtım malzemesi elde etmektir. Örnek olarak sila-poliüretan hibrit su sızdırmazlık malzemesini verirsek; Bu malzeme yapıya hem negatif hem de pozitif yönde uygulanabilen, astar malzemesine gerek olmayan, -5°C'nin üstü sıcaklıklarda ıslak hacimlerde kullanılabilir. Hibrit esaslı su yalıtım malzemeleri; nefes alabilen, yaklaşık 2mm çatlak köprülemeye sahip, siyonat gibi ağır metal içermeyen, solventsiz, hızlı kürlenene ve kolay uygulanabilen malzemelerdir. Bu malzemeler uygulama sırasında yapıda eksiz, sağlam ve çatlak köprüleme özelliğine sahip olurlar. Hibrit esaslı malzemeler güneşin ultraviyole (UV) ışınlarına dayanıklı olduğu gibi elastomerik olması sebebiyle düşük sıcaklıklarda da aynı performansı gösterir (Tekin ve diğerleri, 2015:87).

Hibrit esaslı su yalıtım malzemesinin uygulanacağı yüzey nemli olabilir, fakat ıslak ve su birikintilerinin olduğu zeminlerde uygulanamaz. Bunun haricinde su yalıtım malzemesinin üretici firması tarafından önerilen tüketim ve uygulama şartlarına uygun olarak uygulama yapılmalıdır.



Resim 3.2. Hibrit esaslı su yalıtım malzemesi

Hibrit esaslı su yalıtım malzemelerinin yapılarda kullanım yerleri;

- Bodrumların dış ve iç hacimlerinde,
- Görülür çatlak tamirlerinde,
- Balkan ve teras sızdırmazlıklarında,
- Dış cephe ile iç hacimlerin birleşim noktalarında,
- Çatılarda gizli dere uygulamalarında,
- Seramik hacimlerin altında,
- Nem engelleyici olarak zeminlerde,
- Çelik, paslanmaz çelik, bakır, çinko, alimünyum, ahşap, beton, sertleşmiş kürünü almış yeni beton, bitüm ve asfalt esaslı zeminlerde, cam ve camsı yüzeylerde su yalıtım malzemesi olarak kullanılabilir.

Çimento esaslı malzemeler

Çimento esaslı su yalıtım malzemeleri, likit ve ince sürme tip malzemeler sınıfında yer aldığı gibi kalın sürme veya kaplama tipi su yalıtım malzemeler sınıfında da yer alır.

Kristalize olan çimento esaslı su yalıtım malzemeleri, betonun içinde bulunan kimyasallar ile tepkimeye girerek betonda kristaller üretirler. Tepkime sonucu oluşan bu

kristaller betonun yapısına nüfus ederek yüzeyden içeri kısıma doğru, beton yapısındaki kapiler boşluklara tıkayarak su sızdırmazlığı sağlar. Çatlak köprüleme özellikleri, elastik olmadıkları için yoktur. Yapıların bütün yüzeylerinde hem negatif (içten) hem de pozitif (dıştan) yönden uygulanabilirler. Özellikle temel ve bodrum perdelerinde, yüzme havuzlarında, su depolarında su sızdırmaz malzeme olarak kullanılabilir. Çatılar ve teraslarda su sızdırmazlık malzemesi olarak kullanılmazlar. Ahşap, kontra plak, sunta ve metal gibi malzemelere su yalıtım malzemesi olarak çimento esaslı yalıtım malzemeleri uygulanmazlar. Brüt beton, şap (çimento esaslı) ve sıva yüzeylerinde kullanılabilir. Üretici firma tavsiyesine göre genellikle uygulama sırasında uygulama kalınlıkları 2-3 mm olmalıdır (Tekin ve diğerleri, 2015:88).

Kristalize olmayan çimento esaslı su yalıtım malzemeleri, brüt beton, şap ve benzeri yüzeylerde etkili bir su yalıtım malzemesidir. Sadece pozitif (dıştan) yönden uygulanmalıdırlar. Negatif (içten) yönden uygulamada su yalıtım gereklerini sağlamazlar. Kristalize olmayan çimento esaslı su yalıtım malzemelerin rijit, yarı elastik ve tam elastik çeşitleri piyasada bulunmaktadır.

Kalın sürme tip malzemeler

Kalın sürme tipi su yalıtım malzemeleri içerisindeki; bitüm ve çimento esaslı malzemeler yer alır. Bu gruptaki su yalıtım malzemeleri fırça veya mala ile uygulanabilir akıcılıkta olup sıvamaya uygun malzeme türleridir.

Bitüm esaslı malzemeler

İki bileşenli su yalıtım malzemeleri TS EN 15814 standartlarına uygun olarak üretilir. Su yalıtım malzemesinin toz bileşeni modifiye çimento katkılı toz, sıvı bileşeni ise polimer bitüm dispersiyonu oluşturur. Rengi siyah olup kıvamı koyudur (macun gibi). Yüksek elastikiyete sahip olmalarından dolayı yapı hareketlerine uyum sağlayabilirler. Bitüm esaslı yalıtım malzemeleri mekanik etkiler karşısında belirli bir seviyeye kadar direnç sağlayabilirler.

Bitüm esaslı su yalıtım malzemeleri çatlakları köprüleyebilme ve yüksek elastikiyet özellikleri vardır. Kimyasal etkilerden ve agresif yapıdaki yer altı sularından

etkilenmeyecek kadar dirençlidir. Düşey ve yatay yüzeylerde, kırı ve hafif nemli zemilerde, esnek, su geçirmeyen ve sürekli bir asfalt katman oluşturur. Malzeme su bazlı olmasından dolayı kapalı alanlarda kullanımı zararsızdır. Uygulandığı zeminlerde ayrılma ve kabarma problemleri, yüzey ile iyi bir aderans sağladığı için görülmez. Üretici firmanın, uygulama sıcaklıkları ve karışım oranları uygulama esnasında göz önünde bulundurulmalıdır.

Bitüm esaslı su yalıtım malzemeleri;

- Bodrum, temel ve perde duvar vb. toprak altı su yalıtım uygulamalarında, su ve nem sızdırmazlık malzemesi olarak,
- Geçici ve sürekli su basıncına ve sızıntı suların etkisi altında kalan yapı ve yapı yalıtımlarının korunması ve bunların yalıtımında,
- Banyo, WC, mutfak, çatı ve teras gibi hafif nemli veya kuru bölümlerin detaylarında su sızdırmazlık malzemesi olarak,
- Mineral zeminlerin (taş, tuğla, beton, şap, briket vb.) su yalıtımında,
- Bitümlü membran ve asfalt su yalıtımların tamirinde su yalıtım malzemesi olarak kullanılır.



Resim 3.3. Bitüm esaslı sürme tip su yalıtım malzemesi (kalın).

Çimento esaslı malzemeler

Kaplama veya kalın sürme türü malzemeler sınıfında bulunan çimento esaslı su yalıtım malzemeleri; elastik ve elastik olmayan mala uygulamalı kaplama malzemeler ile özel ürünler olarak üç gruba ayrılmaktadır.

Su sızdırmaz katkılar ile akrilik dispersiyon içeren çimento esaslı iki bileşenli bu malzemelerin tam elastik, elastik ve yarı elastik olmak üzere üç farklı türü vardır. Genellikle yapılarda banyo, WC, mutfak, balkon vb. Islak bölümlerde seramik altı su yalıtım malzemesi olarak kullanılır. Bundan başka malzemenin elastikiyetine göre su depolarında, yüzme havuzlarında, açık teraslarda, güneş ışınları (UV) ve hafif yaya trafiğine dayanıklılık gerektiren yüzeylerde su yalıtım malzemesi olarak kullanımı uygundur.

Çimento bazlı şap ve sıva yüzeylerde ve brüt beton yüzeylere uygulanabilir. Metal ve ahşap yüzeylere uygulanmaz. Güneş ışınlarına (UV) dayanıklı veya dayanıksız çeşitleri vardır. Negatif (içten) su yalıtımında uygulanmaz.

Çimento esaslı su yalıtım malzemeleri sınıfında özel ürün olarak tanımlandırılabilen tıkaç malzemeleri de bulunur. Bu malzemelerin özelliği çok hızlı priz almalarıdır. Basınçlı veya sızıntı halinde gelen suyun kısım zamanda durdurabilmek amacıyla, temel, bodrum ve istinat duvarlarında, havuzlarda, su depolarında ve asansör boşluklarında kullanılır. Çimento bazlı yüzeylere uygulanır, fakat zayıf sıvalı ve gaz beton zeminlerde, genel çatlak olan zeminlerde veya doğrudan tuğla üzerine uygulanmaz.

3.1.2. Serme tip su yalıtım malzemeleri

Serilerek uygulanan örtü şeklindeki su sızdırmaz malzemeleri;

- Bitüm esaslı su yalıtım örtüleri,
- Sentetik esaslı su yalıtım örtüleri,
- Bentenit esaslı su yalıtım örtüleri olmak üzere üç sınıfa ayrılmaktadır.

Bitüm esaslı su yalıtım örtüleri

Su yalıtım amacı ile kullanılan ilk malzeme bitümdür. Bitüm kelimesi asfalt ve kömür zifti için beraber kullanılır. Su yalıtım malzemesi olarak kullanılan bitüm, 8000 yıldan daha uzun süredir bilinen, ilk zamanlarda doğal olarak elde edilen, geçirimsizliği sağlayan bir kaplama ve harç malzemesi olarak kullanılmıştır. Antik zamanlarda bitüm, taş blokların yapımında, gemilerin yalıtımında ve çeşitli sızdırmazlık ve yalıtım uygulamalarında kullanılmıştır.

M.Ö. 6000’lerde Sümerya’da gemilerin su sızdırmazlıklarını bitüm ile sağlamıştır. Sodom ve Gomora şehirlerinde, Perslerde, erken İndus topluluklarında, Akad Krallığında, Antik Mısırda sızdırmazlık, yalıtım ve harç için bitümün kullanıldığı görülmektedir. 1900’ün ilk senelerine kadar doğal olarak kullanılan bitüm bu zamandan sonra petrolün damıtılması ile elde edilen bir ürün olmuştur (Tekin ve diğerleri, 2015:51).

Bitüm su yalıtım görevi ile beraber yapı mekaniğinden ve sıcaklık değişimlerinden dolayı oluşan gerilmelere de uyum gösterebilmesi için günümüzde farklı taşıyıcılar ile beraber kullanılmaktadırlar. Taşıyıcılar, kaplama bitümü ve yüzey kaplamaları bitümlü örtüleri meydana getiren üç ana unsurdur.

Taşıyıcılar

Bitüm bir taşıyıcıya emdirilmesiyle; su sızdırmazlığı yapılacak zeminlerde, gerekli miktar ve kalınlıktaki bitümü devamlı olarak yüzeyde tutmakla mümkün olabilmektedir. Su yalıtım örtüsünün çekme mukavemetini, kopma anındaki uzamasını, delinme mukavemetini belirleyen taşıyıcı, esnekliği sayesinde yapı mekaniğine uyum sağlar ve yapı çatlamlardan örtünün zarar görmesini önler.

Bitümlü örtülerde, organik ve inorganik olarak taşıyıcılar iki kısma ayrılır.

Taşıyıcılar arasında ilk önce; jütten yapılmış hasırlar, pamuklu kanaviçe, karton, paçavra kağıt ve hayvan kılından mamul keçeler gibi inorganik malzemeler kullanıldı. Organik taşıyıcılı su yalıtım örtüleri topraktaki mikroorganizmalara direnç göstermeyip hemen çürüyüp, toprağa karışırlar.

İnorganik taşıyıcılar ise asbest elyaf, cam tülü, cam dokuma, polyester keçe, polietilen gövde ve metal folyolardır. Cam tülü ve polyester lifler inorganik taşıyıcılar içinde günümüzde en yaygın kullanılanıdır.

Taşıyıcı malzemenin mekanik özellikleri bitümlü su yalıtım örtüsünün mukavemetini belirler. Günümüzde daha çok tercih edilen polyester keçe, cam tülüm ve cam dokuma ile karşılaştırıldığında, kopma uzaması, delinme ve yorulma dayanımı gibi bazı mekanik değerleri daha üstün niteliktedir.

Taşıyıcı	Ağırlık (gr/m ²)	Çekme Mukavemeti (N/50mm)	Kopma Anında Boy Uzaması
Cam tülü	50 – 120	Boyuna 200 – 300 Enine 150 – 250	Boyuna %2 – 3 Enine %2 - 3
Cam dokuma	150 – 200	Boyuna 800 – 1000 Enine 600 – 800	Boyuna %4 Enine %4
Polyester keçe	150 - 350	Boyuna 600 – 1100 Enine 400 – 800	Boyuna %30 - 40 Enine %30 - 40
Polietilen gövde	10 mikron		Boyuna %30 - 40 Enine %30 - 40

Tablo 3.2. Taşıyıcı malzemelerin mekanik mukavemetleri.

Serme tip bitümlü su yalıtım malzemesi tercihinde taşıyıcı olarak cam tülü ve polyester keçe arasında tercih yapılır iken uygulanacak yapının bulunduğu yerin şartlarına göre karar verilmelidir. Bir bitüm taşıyıcısında olması gereken özellikler ise;

- Taşıyıcı, bünyesine kolaylıkla bitüm emebilmeli
- Güneş ışınlarının radyasyonu, su ve topraktaki mikroorganizmalar gibi fiziksel ve kimyasallardan etkilenmemesi,
- Normal şartlarda bünyesinde %1 oranında rutubet bulundurulması,
- Isı genleşme katsayısı birlikte kullanılacağı malzemeler ile yakın olması
- Gerekli çekme mukavemetine sahip olması,
- Sıcak bitüm ile uygulama yapılması durumunda uygulama esnasında kavrulmaması,
- Hafif olması,
- Maliyeti yalıtımı etkilememesi şeklindedir (Tekin ve diğerleri, 2015:91).

Kaplama bitümleri

Kaplama bitümleri üçe ayrılır. Bunlar;

- Penetrasyon bitümlü olanlar; bitüm ile doyurulmuş pamuklu, keçe, karton ve jüt taşıyıcı örtülerden oluşur.
- Polimer bitüm olanlar, hammaddesi olan bitümün termoplastik polimer ile iyileştirilmesi ile elde edilir.

- Okside bitümlü olanlar; cam tülü, cam dokuma ve metal folyonun türü taşıyıcının okside bitüm ile kaplanması ile elde edilir.

Bu tanımlanan üç gruptan günümüzde daha çok kullanılan türü polimer bitümlü olandır. Polimer bitümlü örtüler, bitümün termoplastik polimer ile iyileştirilerek, standartlarına uygun kalınlıklarda kaplaması sonucu elde edilen ve belirli kimyasal ve fiziksel niteliklere haiz su sızdırmaz örtülerdir. Polimer iyileştirilmiş bitümlerin içerisine ilave katılan polimerin türüne göre elastomerik (SBS) ve plastomerik (APP) bitümlü örtüler meydana getirir.

Bitüm fiziksel ve kimyasal niteliklerini geliştirmek için iyileştirilir iken kullanılan SBS (Stryene Butadşene Stryene) ve APP (Atactic Polypropilen) bitüm sıvılaştırma sıcaklığını 150 °C'ye çıkarılabilir iken, APP ile bitümün soğuk erime sıcaklığı -15 °C'ye, SBS ile -30 °C'ye kadar düşebilir.

	Okside Bitümler	Plastomer Bitümler (APP)	Elastomer Bitümler (SBS)
Yumuşama noktası °C	85-105	130-150	100-120
Geçmesi gereken akma ısı deneyi °C	80-90	125	80-90
Kopma anındaki uzaması %	140	400	1650-1950
Kalıcı deformasyon %	100	300	10
Geçmesi gereken soğukta bükülme testi °C	0	-10	-20

Tablo 3.3. Türkiye’de kullanılan kaplama bitümlerin özellikleri.

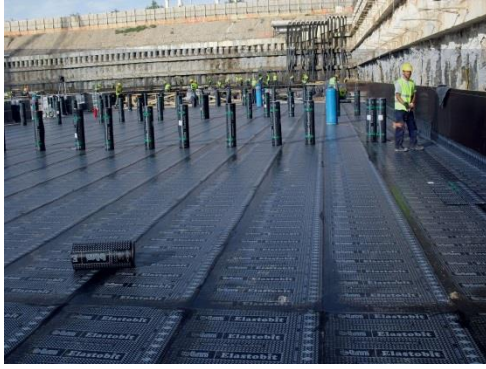
Yüzey Kaplamaları

Bitümlü örtüler fonksiyon ve detay gereği beş farklı şekilde üretilir:

- Her iki tarafı polietilen (PE) film ile kaplanmış.
- Her iki tarafı talk veya ince kum ile kaplanmış.
- Bir tarafı PE, diğer tarafı talk veya ince kum ile kaplanmış.
- Bir tarafı reflektif mineral, diğer tarafı PE, talk veya ince kum ile kaplanmış.
- Bir tarafı metal folyo, diğer tarafı PE, kum veya talkla kaplanmış.

Polimer bitümlü örtülerin üretim aşamasındaki kalite kontrol standartları Ülkemiz ve Avrupa’da aynı olmakla beraber bütün üreticiler bu standartlara uymak zorundadır. TS EN 13707 ve TS EN 13969 ürün standarttı Ülkemiz çatı ve temellerde polimer bitümlü örtülerin kullanım özelliklerini belirler iken TS 11758-2 uygulama kural ve standartlarını belirler (Tekin ve diğerleri, 2015:92).

Polimer bitümlü örtülerin yapılarda kullanım yerleri, eğimli beton çatılarda, hafif metal veya prefabrik çatılarda, teras çatılarda, banyo ve mutfak gibi ıslak hacimlerde, temeller veya perde duvarlarda su ve nem geçirimsizlik elde etmek için kullanılır.



Resim 3.4. Plimer bitümlü örtülerin uygulaması.

Polimer bitümlü örtü türleri uygulamanın yapılacağı iklim ve yer şartlarına bağlı olarak seçilmelidir. Ege, Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve Marmara (yaz mevsiminde) Bölgelerinde APP esaslı örtüler, Orta Anadolu, Ege (iç), Doğu Karadeniz, Marmara (kış mevsiminde) Bölgelerinde SBS esaslı katkılı örtüler kullanılması tercih edilmelidir. SBS esaslı örtüler APP esaslı örtülere göre daha esnek olması, yapı elemanlarında olabilecek hareketlerden dolayı hafif metal çatı uygulamalarında daha uyumludur. SBS esaslı örtüler temel yalıtımlarında iklim değişmesi fark etmeksizin uygulanabilir (Tekin ve diğerleri, 2015:93).

Polimer bitümlü örtüler Ülkemizde şalümo alevi ile bitüm astar kaplanmış yüzeylerin üzerine, istisnai durumlar hariç genellikle iki kat olarak uygulanır. Yapıştırma sırasında ek yerlerine boydan 15cm, enden 10cm bindirme yapılarak uygulanmalıdır. Polimer bitümlü örtülerin 2, 3 veya 4mm kalınlarda, 1m eninde ve 8, 10 ve 15m uzunluğunda rulolar halinde farklı üretimleri mevcuttur.

Sentetik esaslı su yalıtım örtüleri

Ülkemizde TS EN 13967 ve TS EN 13956 standartlarına göre üretilen ve TS 13658 standartlarına göre yapılarda uygulanan ürünlerdir. Sentetik esaslı su yalıtım malzemeleri yaşlanmaya karşı dayanıklılığı, kaynak ile birleşebilmeleri, su sızdırmazlık özelliği ve uygulama kolaylığı ile mekanik mukavemetleri nedeniyle geniş bir kullanım yelpazesine sahiptir. Bunun yanında sentetik esaslı örtüler güneş ışınlarının (UV) radyasyonuna ve ozona dayanıklı, genellikle farklı kullanım sıcaklık aralığına sahip ve kolaylıkla çürümeyen malzemelerdir. Toz veya granül haldeki termoplastik polimerlerin, istenilen kalınlıkta, taşıyıcılı veya taşıyıcısız olarak üretilen plastik esaslı örtülerin, üretici firmalara göre çeşitli üretimleri bulunmaktadır.

Kimya sanayinin gelişimine paralel olarak önemli çeşitlilik ve gelişme gösteren sentetik esaslı örtü çeşitlerinin bazıları şunlardır;

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

Polietilen grubu sentetik örtüler; ısısal genleşmeye müsait olmaları sebebiyle beton, ahşap, metal gibi yüzeylerde ve çatı yalıtımında tercih edilmezler. Benzin, benzol ve mazot gibi maddelere karşı dayanıklı değildir. Ancak kimyasal maddelere, organik çözücülere, mikroorganizmalara, fiziki darbelere, güneş ışın (UV) radyasyonuna dayanıklıdır. Genellikle çöp depolama tesislerinde depolama alanları ile toprak arası yalıtımda kullanılır.

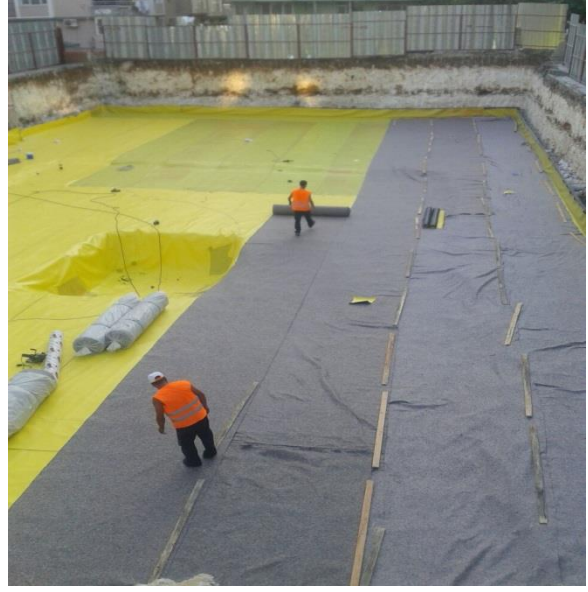
Polivinilklorür (PVC) grubu sentetik örtüler; yer altı sularına karşı temel yalıtımında, her çeşit çatılarda, su depolarında (içme ve kullanma), tünellerde, havuzlarda, göl ve göletlerde ve kanallarda kullanılabilirler. Kimyasal maddelere ve güneş ışınlarına (UV) çok dayanıklıdır ve 70 °C sıcaklıkta şeklen bozulmaya başlar. Bu sebeple sadece sıcak hava üfleyen aparatlarla veya solvent içerikli yapıştırıcılarla uygulanmalıdır.

Kullanımı uzun yıllardan bu yana olduğundan uygulama konusunda yeterli tecrübe ve standartlaşmış ürünler piyasada mevcuttur. Ürünün uygulaması kolay ve uygulama alanı geniştir.

Poliizobitülen (PIB) grubu; mikroorganizma ve güneş ışınlarına (UV) karşı dayanıklı olup organik çözücüler ve kimyasal maddeler karşısında polietilen örtüler kadar dayanıklı değildirler. 180 °C sıcaklığa kadar şekil değiştirmeye dayanıklıdır. Çetti temel ve diğer mühendislik yapılarında kullanılabilirler.

ECB, PVC, CPE, EPDM ve PIB örtüler temel, çatı, tünel ve kanalet, yapay gölet gibi mühendislik yapılarında kullanılmaktadır. Sentetik örtü türleri 1,2 -1,5 veya 2 mm gibi farklı kalınlıklarda üretilebilir. Uygulama esnasında yalıtım uygulanacak zemin çok iyi tesviye edilmeli ve yalıtım örtüsünün altına koruyucu amaçla 150-450 gr/m² özelliklerinde polyester veya polipropilen keçe kullanılmalıdır. Eğer yalıtım örtüsünün üstünde beton veya çakıl benzeri ilave bir malzeme kullanılacak ise üzerine koruyucu amaçlı keçe kullanılmalıdır. Sentetik örtülerin ek yerlerinin yapıştırılmasında genel olarak sıcak hava kaynağı tercih edilir. EPDM örtülerin ek yerlerinin yapıştırılması solvent bazlı yapıştırıcılar, sıcak asfalt ve kendinden yapışkanlı bantlar türüne göre kullanılabilir iken ECB örtülerinin ek yerlerinin yapıştırılmasında sıcak asfalt kullanılabilir.

Sentetik örtülerin hepsi solventlere karşı hassas olup su geçirimsizdirler ve buhar geçirimsizlik oranı düşüktür. Tek kat olarak uygulanırlar. ECB ve EPDM'nin bazı çeşitleri yüzeye yapışabilse de çoğunlukla yüzeye yapıştırılmazlar. Fakat gerektiğinde yüzeye sabitlenmeyen yalıtım örtüsünün üzerine koruyucu olarak jeotekstil ve en az 5 cm kalınlığında çakıl serilmelidir. Yalıtım örtüsünün üzerine beton dökülecek ise yine koruyucu olarak jeotekstil kullanılmalıdır. Çatılarda beton ile yalıtım örtüsünün arasına gezilmeyecek çatılarda en az 300 gr/m² eğer gezilecek ise 500 gr/m² koruyucu olarak jeotekstil keçe kullanılmalıdır. Yalıtım örtüsünün uygulanacağı beton zeminler iyi tesviye edilmeli ve betondaki kimyasallardan ve yüzeyindeki pürüzlülüktен yalıtım örtüsünün zarar görmemesini sağlamalı.



Resim 3.5. Sentetik su yalıtım örtü uygulaması.

Plastik yalıtım örtüleri için yapı elemanlarında bulunan köşe, süzgeç boru geçişleri vb. bağlantı noktaları özel yardımcı malzemeler geliştirilmiştir.

Sentetik esaslı yalıtım örtülerinin ek yerlerinin yapıştırılmasında üç farklı yöntem vardır. Bunlar:

El makinesi: Bini yerlerinden silindir baskısı yardımı ile 500-550 °C sıcaklığında hava üflenerek kaynak yapılır. Bini genişliği en az 10cm, kaynak genişliği en az 3 cm olmalıdır.

THF solvent: Genelde metal yüzeylerde uygulanan bu yöntemde, bini terlerini solvent sürülerek yapıştırılır.

Robot kaynak makinesi: Kendi kendine otomatik olarak sıcak hava üfleyerek örtü bini yeri boyunca kaynak yapabilen makineler ile uygulanan yöntemdir. Çift kaynak yapan modellerinde hava basıncı testi gerektiğinde kullanılır. Eğer binilerde hava basıncı testi istenirse kaynak makinesi ile çift kaynak esasına göre 10 cm bini yapılır ve arada kalan boşluğa 2 dakika süreyle 2 bar test basıncı uygulanır ve ölçüm yapılır. Eğer basınç kaybı %20'yi geçmiyorsa kaynak işlemi başarılı kabul edilir.

Plastik su yalıtım örtüleri genelde yüzeye yapıştırılmazlar ve tek kat uygulanırlar. Teras çatılarda üzerinde koruyucu olmayan ve yüzeye yapıştırılmayan yalıtım örtüleri rüzgarın vakum etkisine karşı mekanik olarak sabitlenmesi gerekir.

Plastik kökenli su yalıtım örtülerinin olumlu yönleri şöyledir;

- Bitümlü örtülere göre %10 -15 daha hafiftir (1mm kalınlıkta ortalama ağırlıkları 1 kg/m²).
- Uzama oranları daha fazla olup genişlemeye daha kolay uyumludurlar.
- İzotropik bir malzeme olduğundan, iki doğrultuda da yakın dayanımlıdır.
- Elastikliğini çok düşük sıcaklıklarda da korur.
- Eğri veya kırıklı zeminlerde kolay uyumludur.

Bentonit şilteler

Bentonit ağırlığının 5-7 katı kadar suyu emebilen ve hacmi 12-15 katı artabilen bir kil türü malzemedir. Bentonit kili, ocaklardan çıkarılıp kurutulduktan sonra öğütülerek toz haline getirilir. Su ile temas halinde şişerek, gres yağı kıvamında bir tabaka oluşturarak su yalıtımı sağlayacak özelliğe sahip olur. Genellikle mühendislik yapılarında su bariyeri oluşturmak için bentonit kili TS EN 13491, TS EN 13492, TS EN 13493, TS EN 13361, TS EN 13362 geosentetik standartlarına göre üretilirler. Bentonit şilte, delinmeye karşı dayanıklı, örgülü ve örgüsüz iki prolipilen dokuma katmanı arasında üretilir ve jeokompozit adının alır.



Resim 3.6. Bentonit şilte uygulaması.

Jeosentetik kil şilteler yaklaşık 5 mm kalınlığında, bentonit tabakanın jeosentetik katmanlar arasına yerleştirilmesi ile üretilmektedir. Jeosentetik tabakanın görevi bentonit kilin muntazam bir plak içerisinde tutarak, kili kaybı vermeden, örtünün taşınmasını ve yerine yerleştirilmesini sağlamaktır. Jeosentetik kil şilteler geçirimsizliği sağlamak için kullanılır. Şiltenin orta kısmında bulunan bentonit kili su aldığından yüksek genleşme özelliğine sahip olup genleşme sırasında şilte üzerine uygulanacak baskı kuvveti ile beraber istenilen sızdırmazlık değerine ulaşmaktadır. Şilteler grebetona gerek duyulmadan, direk toprak zemine dikey veya yatay serilir. Birleşim yerlerinde kaynak veya dikişe gerek duyulmaz, üst üste bindirerek uygulanır ve eğer ihtiyaç olursa çivi ile çakılır.

Jeosentetik kil örtü malzemesinin toksik olmaması, tozuma yol açmaması, çevreyi kirletmemesi, çok miktarda suyu bünyesine alması, suyu bünyesine aldıkça genleşme yoluyla boşluk ve çatlakları kapatarak suya karşı kalıcı bir set olmayı sürdürmesi, esnek olması, kimyasalların birçoğuna karşı dirençli olması, soğuk havalarda da uygulanabilmesi malzemenin yararlı yönleridir. Sürekli basınca maruz yapı elemanlarında da uygulanabilirler. Fakat temel doldurulana kadar ve suyun bentonite etki etmesine kadar yalıtım oluşmadığından kullanıcıların başlangıçta sızdırmazlık sağlanacağından emin olmamalarına ve tercih edilmemesine sebebiyet verir. Bentonit kili esaslı şilteler HDPE (high density polyethylene) drenaj levhaları ile beraber kullanılmalıdır.

Bentonit kili yalıtım malzemesinin kullanım alanları yapı temelleri, istinat ve diyafram duvarları, metro yapıları, toprak altı yapı elemanları, kazık başları, asansör kuyuları, ankraj detayları, tünellerin yalıtımları, toprak veya beton dolgulu teraslar, katı atık depolama alanları, hidro elektrik santralleri, kanal yalıtımında, süni göletler olarak birkaçını sayabiliriz.

3.2. Yapısal Su Yalıtımı

Genel olarak yapısal su yalıtımı; beton yapı elemanlarının imal edilmesi sırasında, beton kalite sinin iyileştirilmesi/artırılması, imalat kolaylığı, betona verilmek istenilen özelliklerin verilebilmesi sağlamak ve su sızdırmazlığını elde etmek amacıyla sıvı veya toz haldeki yapı kimyasallarının betona katılması ile yapı elemanlarına su sızması ve suyun etkilerinin azaltıcı uygulamalar bütünü olarak tarif edilir. Su çimento oranını azaltarak

betonda mevcut kapiler boşlukları azaltan, beton içerisindeki kılcal boşlukları tıkayan özelliklere sahip beton katkıları yapısal su yalıtımı yapar. Önceki bölümlerde de ifade edildiği gibi yüzeysel su yalıtımı temel nitelikte, yapısal su yalıtımı ise su sızdırmazlığa yardımcı niteliktedir.

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

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

3.2.1. Yapı kimyasalları

Bir yapının her aşamasında merhalesinde, yapı elemanlarının üretiminde, dayanıklılığın artırılması, servis ömrünün uzatılması, hız kazanılması gibi ihtiyaçlardan yapı kimyasalları kullanılmaktadır. Yapı kimyasalları ile yapılan su sızdırmazlık daha sert (rijit) bir yapıya sahiptir. Bu rijitlik bazı olumsuzluklara sebebiyet verir. Bu olumsuzlukların en önemlisi çatlama tehlikesidir. Yapılarda meydana gelen oturma, genleşme ve büzülme (rötre) sebebiyle zamanla çatlamlar oluşabilir. Bu çatlaklar kılcalda olsa betonun sızdırmazlığını sıfıra indirirler. Bu sebepte ötürü bu yalıtım oluşabilecek veya tekrar tamir edilebilecek noktalarda olması yada elastik niteliğe sahip su yalıtımlarıyla desteklenmesi doğru bir yaklaşım olacaktır.

Betonun uzun yıllar doğaya ve çevre şartlarına karşı koyabilmesi dayanımının ve kalitesinin artırılması ile mümkün olabilir. Beton karışımında kullanılan, karışım oranları, ince malzeme miktarı, agregâ geçirgenliği, yerleştirme sıkıştırma ve kür şartları gibi değişkenler betonun geçirgenliğini etkiler. Bununla beraber; betonun sertleşmesi esnasında meydana gelen büzölmeler, ortam sıcaklığı ve nem değişiminden kaynaklı mikro çatlakların oluşması, hidrasyon tepkimeleri esnasında açığa çıkan serbest kirecin oluşması, ideal agregâ tane büyüklüğünün (granölometri) elde edilememiş olması, çimento dozajının yetersizliği ve betona fazla su katılması betonun sızdırmazlığını büyük oranda azaltabilir. Sülfat ve deniz suyu etkisi, asit yağmurları, yüksek sıcaklık, alkali-agregâ tepkimesi, donma-çözölme ve aşınma gibi etkenler betonun dayanıklılığını olumsuz etkilediğinden, tüm zararlardan betonun korunabilmesi, betonun kalitesinin ve dayanımının artırılabilmesi için farklı katkı maddeleri kullanılmaktadır.

Betona katılan katkı maddeleri; kimyasal ve mineral olarak iki sınıfa ayrılır. Mineral katkılar puzolanik tepkime yaparlar ve betonda çimento yerine veya dolgu olarak kullanıldıklarında agregâ hamur ara yüzeyindeki aderansı artırıp kılcal boşlukları az indirerek, betonun su sızdırmazlık özelliğini iyileştirir. Kimyasal katkılar betonun bünyesine katıldığı gibi betonun yüzeyine veya içerisine uygulanabilir. Kimyasal katkılar betonun akışkanlığının artırılması, erken ve yüksek dayanıma erişilmesi, sızdırmazlığın ve donmaya karşı dayanımın elde edilmesi ile birlikte priz sürelerini değiştirmek gibi sebeplerle de tercih edilmektedir. Yapı kimyasalları su geçirimsizlik ve akışkanlaştırıcı katkı maddeleri şeklindedirler.

Kimyasal katkılar TS EN 934-2 standartlarına göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır:

- Su azaltıcı/ akışkanlaştırıcı katkılar
- Yüksek oranda su azaltıcı/süper akışkanlaştırıcı katkılar
- Su tutucu katkılar
- Hava sürükleyici katkılar
- Priz hızlandırıcı katkılar
- Sertleşmeyi hızlandırıcı katkılar
- Su geçirimsizlik katkısı
- Priz geciktirici/su azaltıcı/akışkanlaştırıcı katkılar

- Priz geciktirici/yüksek oranda su azaltıcı/süper akışkanlaştırıcı katkıları
- Priz hızlandırıcı/su azaltıcı/akışkanlaştırıcı katkıları

Kimyasal katkıların kullanımında aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- Doğru hazırlanmamış bir beton karışımını katkı maddeleri düzeltme gibi özellikleri yoktur.
- Her tip agrega ve ya çimento için katkı maddeleri aynı sonucu vermeyebilir.
- Betonda birden çok katkı maddesi kullanılacaksa, katkı maddelerinin birbirleri ile uyumu gözden geçirilmelidir.
- Katkı maddesinin istenilmeyen yan tesirleri bilinmelidir.
- Dozaj ayarlamasında üretici firmanın uyarıları dikkate almak gereklidir (Katkı maddesinin dozajı, çimento ağırlığının %0,2-2 aralığındadır).

Su geçirimsizlik katkıları

Su geçirimsizlik sağlayan katkıların görevi; su sızdırmaz beton elde edebilmektir. Bu katkı maddeleri belirli bir hava sürüklenme özellikleri ile kılcal boşlukları tıkayarak betonu su sızdırmaz hale getirir.

Su geçirimsiz katkıları önce harç suyuna katılırlar. Su sızdırmazlığını azaltan bu maddeler hidrasyon esnasında ve sonrasında suda çözünmeyen tuzlar ya da jeller meydana getirerek, boşlukları doldurarak veya tıkayarak, suyun yüzey gerilimini artırıp, kapilariteyi önleyerek veya çimentodaki serbest kireci kimyasal tepkimeler ile dönüştürerek etkin olurlar. Su sızdırmazlık sağlayan katkı maddeleri baraj, arıtma, havuz, tünel, sarnıç, kanal, su deposu vb. su yapılarında çatı betonları, istinat duvarları, temel gibi suyla temasta bulunabilecek bütün yapı elemanlarının betonlarında kullanılır. Su sızdırmazlık sağlayan katkı maddeleri genellikle çimento ağırlığının %0,5'i oranında ilave edilir.

Su sızdırmaz katkı maddelerinde kullanılan karışımlardan bazıları:

- Suda çözünmeyen sabunlar, yağlar,
- Vinsol reçineleri,
- Sodyum silikat potasyum silikat,
- Asfalt emülsiyonları,
- Katbek asfaltları, Çinko magnezyum, kalsiyum pluosilikatlar,

- Mineral tuzlar,
- Alkali alüminatlar,
- Alkali klorürler,
- Bazı petrol ürünleri sayılabilir.

Su itici görevi yapan bu katkı maddeleri, kılcal boşluklarda hidrofobik kapsayıcılık yapar veya boşlukların içini doldurarak etkinlik gösterir.

Akışkanlaştırıcı katkıları: Akışkanlaştırıcı katkıları şu gayeler için kullanılabilir:

- Beton dayanımını artırmak için katkısız kontrol betonu ile aynı çimento dozajı ve işlenebilirliğine sahip su/çimento oranı ile beton üretiminde su kesme amaçlı olarak kullanılır.
- Çimento tüketimini azaltmak için su ve çimento oranını azaltarak katkısız kontrol betonu ile aynı işlenebilirlikte ve aynı mukavemete sahip beton üretiminde kullanılır.
- Katkısız kontrol betonu ile aynı bileşenlere sahip katkılı betonun işlenebilirliğini artırmak için kullanılır.

Akışkanlaştırıcı katkıları genellikle beton üretiminde sabit işlenebilirlikte suyu kesmek için kullanılır. Bazen de yüksek işlenebilirliğine sahip kendinden yerleşen betonlarda işlenebilirliği artırmak içinde kullanılır. Akışkanlaştırıcı katkıları su kesme yeteneklerine göre %10-15 oranında su kesen normal, %15-30 oranında su kesen süper ve %30'un üstünde su kesen süper olarak üç sınıfa ayrılır. Bu sınıflar akışkanlaştırıcının performansına dayalı olduğundan, katkının kimyasal özelliğini belirtmez.

Bir akışkanlaştırıcı katkının verimliliği katkının kullanım amacına göre farklılaşır. Akışkanlaştırıcı katkı kullanımında dayanım için su kesme oranı, istenilen işlenebilirlik sınıfı gibi beton özellikleri ile nem ve hava sıcaklığı gibi ortam şartları net olarak belirlenmelidir. Katkının verimliliği kullanım amacına göre değiştiği için her katkı maddesi kendi özelliklerinin en fazla yarara sağlayacağı şekilde kullanılmalıdır. Katkısız beton günümüzde hemen hemen üretilmemektedir. Fakat hem insan sağlığı hem de yapı sağlığı bakımından olumsuz neticelerden kaçınmak için tüketicinin hangi katkıyı hangi miktarda kullanacağını bilmesi gerekmektedir.

4. SU YALITIM UYGULAMALARINDA TEMEL PRENSİPLER

Yapılardaki su yalıtım uygulamaları için yapım ve tasarım kurallarının anlatıldığı bu bölüm toprak altı ve toprak üstü bölümler olmak üzere iki ana başlık altında ele alınmaktadır. Temel yöntemlerin belirlenmesinde yalıtım türünün tanımlanması, yalıtım yöntemi ve malzeme seçimi halinde bir sıralama söz konusudur. Herhangi bir yapı suyun etkileri ile temas etmesi olası yapı elemanı türleri, bu elemanlara suyun etki etme şekli ve suyu engelleyebilecek sızdırmazlık malzemelerini özetleyen kısa bilgiler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Yapı Bölümü	Suyun Menşei	Etkileme Alanı		Suyun Etki Tipi	Malzeme
Yer altı su seviyesinin üzerinde bulunan toprakla temas halinde olan temel ve perde elemanları	Kapiler, Bağlı ve Sızıntı suları	0,0001 m/s üzeri geçirgenliğe sahip zeminler		Birikme yapmayan zemin suları ve zemin nemi	Bitümlü örtü, sentetik örtü ve bitüm esaslı sürme
		0,0001 m/s 'ye kadari geçirgenliğe sahip zeminler	Drenajlı Temel derinliği 3mm'den küçük ve drenajsız	Dıştan etki eden basınçlı su	Bitümlü örtü, sentetik örtü ve bitüm esaslı sürme
Yer altı su seviyesinin altında bulunan toprak ile temas halinde olan temel ve perde elemanları	Yüksek seviyede yer altı suyu	Bütün zemin ve yapı türleri		Dıştan etki eden basınçlı su	Bitümlü örtü, sentetik örtü ve bitüm esaslı sürme
Dış duvarlar	Yağmur suyu, Sıçrama suyu, Zemin birikme suyu	Yapı dış duvarları		Basınç yapmayan ve yoğunluğu az olan su	Kaplama arkasından nefes alabilen örtüler

Tablo 4.1. Yapıda suyun etki etme türü, yalıtım yeri ve malzeme seçimi.

Su Yalıtımı Yapılacak Yüzeylerin Hazırlanması:

Su sızdırmaz malzemeleri, yapılardan genellikle çatılarda, toprak altı kalan yapı elemanlarında ve çatılarda kullanılmaktadır. Herhangi bir yerdeki su yalıtımının verimli olabilmesi için malzeme seçimi, uygulama yöntemi ve yüzey hazırlığı önemlidir. Yüzeyin

hazırlanması tüm yalıtım uygulamalarında dikkat edilmesi gereken birincil prensiptir. Su yalıtım malzemesinin performansını uzun yıllar devam ettirebilmesi uygulanacak yüzeyin belirli esaslara göre hazırlanması gerekir. Yüzeyin hazırlık işlemleri toprak altı ve toprak üstü elemanlarda aynı esaslara dayanır.

Yüzey hazırlama işleminin kapsamına, yüzeydeki yabancı ve zayıf tabakaların kaldırılması ve yüzeyin tesviyesi girer. Su yalıtım malzemesi ile uygulama yapılacak olan zemin arasında yeterli bağlanmanın sağlanabilmesi ve sızdırmazlık ömrünün uzun olması için yüzeyde çıkıntı, gevşek dolgu, küre malzemesi, toz, tuz kusmaları, yağ, mazot lekeleri ve boya gibi tabakalardan arındırılması gerekmektedir. Yüzeydeki girinti, çıkıntı vb. yüzeyden temizlik sonrasında yüzeyde oluşan boşluklar TS EN 1504-3'e uygun tamir harcı ile doldurulmalıdır. Tamamen pürüzsüz yüzeyler (brüt beton vb.) ise pürüzlendirilmelidir. Serme tipi su yalıtım malzemelerinin uygulamalarında malzemenin yüzeyde pürüzlülüklere bağlı olarak üzerine gelebilecek yüklerle zarar görmemesi, sürme tipi yalıtım malzemenin uygulamada uygulanan malzemenin eşit kalınlıkta olabilmesi için gerekli tesviye işlemlerinin yapılmış olması gerekmektedir. Kagir duvar, sağlam, düzgün ve tesviye edilmelidir. Duvar yüzeyi bu niteliklerde değil ise TS EN 998-1'e göre yeterli kalınlıkta sıva uygulanmalıdır. Toprak altındaki yapı elemanlarından taban betonu (gre beton) imalatı esnasında beton yüzeyi ahşap mala ile perdahlanarak düzgün hale getirilmelidir (Tekin ve diğerleri, 2015:113).

Düşey perdelerde kalıplar söküldükten sonra kalıp bağlamak için kullanılan metal akşamların hepsi sökülmeli, plastik elemanlar ise yüzeyden 2,5 cm içeri kadar olan kısımları kesilmelidir. Kesilen bu delikler her iki taraftan TS EN 1504-3 'e göre yapısal tamir harçları ile tamir edilmelidir. Betonarme yapı elemanlarında donatının dış etkilere maruz kaldığı bölümler varsa ve donatıda paslanmalar oluşmuşsa donatı tamamen pastan temizlenmeli ve paslanmayı engelleyici ürünler sürülmeli ve yeterli pas payı kalınlığı olması için TS EN 1504-3 standartlarına göre tamir harcı ile doldurularak pürüzsüz bir zemin elde etmelidir. Taşıyıcı yapı elemanlarını imal aşamasında oluşan tij delikleri ve ayrışmaya başlamış bölümler ile gevşek parçalar temizlenerek yapısal tamir harçları ile onarılmalıdır. Yapısal olmayan ve olan bütün çatlaklar tamir harcı ile kapatılmalıdır.

İç ve dış köşelerde su yalıtım malzemesinin yuvarlak dönüş yapabilmesi ve kırılmasını engellemek amacıyla su yalıtımı uygulanacak malzemenin uygulanacağı

yüzeyler iç köşeler kalın uygulanabilen tamir harcı ile 45°'lik pahlar yaparak, dış sivri köşeler ise jet taşıyla (sprial taşı) yuvarlatılabilir (Tekin ve diğerleri, 2015:113).

Su yalıtım malzemesinin uygulanacağı yüzey temiz ve kuru olması gerekir ve temel yalıtımlarında zeminin kuru olması için gerekli tedbirler alınmalıdır.

4.1. Toprak Altı Sularına Karşı Su Yalıtımda Temel Prensipler

Yapıların toprak altında bulunan yapı elemanlarında uygulanacak su yalıtımı geri dönüşü ve telafisi olmayan bir uygulama olduğunda, bu su yalıtımını tek seferde ve doğru yapmak gerekir. Doğru bir su yalıtımı için gerekli etüt ve tespitler yapılmalı ve uygulanacak su yalıtımı proje aşamasında kesin olarak belirlenmelidir. Bunun için zemin etüdü yapılmalı varsa zemin suyunun analizi yapılarak suyun olabilecek etkileri belirlenmeli ve gerekli tedbirler alınmalıdır. Zemin etüdü sonucunda çıkan basınçsız su, basınçlı su veya toprak nemine göre taşıyıcı sistem yalıtım malzemesi ve sistem çözümü belirlemek gereklidir. Yapının arazideki konumu, bodrumlu veya bodrumsuz olması, bitişik veya ayrıık olması, temel tipi uygulanacak su sızdırmazlık malzemesinin seçiminde göz önünde bulundurulmalıdır.

4.1.1. Basınçlı suya karşı su yalıtımında temel prensipler

Basınçlı su tanımı evvelki bölümlerde de izah edildiği gibi, zemin tanecikleri arasındaki boşlukları tümüyle dolduran ve toprak seviyesi altındaki yapı elemanlarına dolasıyla da su yalıtımına sürekli belirli bir hidrostatik basınç yapan zemin sularını kapsar. Yer altı su seviyesinin altındaki zemin ile temas halindeki perde ve temellerde basınçlı su etkisinden bahsedilir.

Su yalıtım türünün belirlenmesi

İnşaat alanında zemin etütleri sonucundaki toprak altında kalan yapı elemanlarına basınçlı su etki edecek ise su yalıtımı olarak pozitif yönden yüzeysel su yalıtımı tipi tercih edilmelidir. Zemin etüt raporları sonucunda geçirimsiz bir zemin tipinde, yer altı su seviyesi temel kotundan aşağıda da olsa yağışlar ile gelen sızıntı suların, akmayıp birikme ihtimaline karşı da su basıncına dayanabilecek su yalıtımı yapılması tavsiye edilmektedir.

Suyun yapı elemanlarını dıştan tesir ettiği vaziyetlerde ideal çözüm dıştan su yalıtım uygulamasıdır. Dıştan yapılan su yalıtım uygulamasında, toprak altındaki yapı elemanları nem ve basınçlı su tesirlerinde korunduğu gibi yer altı suyunda olabilecek kimyasal madde çözeltilerin zararlı etkisinden de korunmuş olacaktır.

Toprak altı suyunun geçici tahliyesi

Yapının bulunduğu zemin türü ve toprak altı su seviyesi belirlenir iken kılcallık etkisi de dikkate alınmalıdır. Yapının toprak altında kalacak yapı elemanları en yüksek su seviyesinin altında kalıyor ise temel çukuru açıldıktan sonra inşaat başlamadan önce su seviyesi kontrollü olarak düşürülmelidir. Temel suyunun boşaltılması için temel çukurunun durumuna göre en az iki tane kuyu oluşturulmalıdır. Kuyularda kullanılacak pompaların seçiminde suyun debisi dikkate alınmalıdır. Seçilen pompaların elektrikli ve mazotlu olarak yedekli çalışabilecek şekilde bulundurulmalıdır.

Yalıtım malzemesi seçimi ve uygulanması

Yapılarda toprak altı yapı elemanlarının basınçlı suya karşı yalıtımında sürme tipi su sızdırmaz malzemelerinin de kullanılabilmesine karşın, üretim esnasında sabit kalınlık ve performans değerlerinde olması nedeniyle serme tip bitümlü ve sentetik esaslı örtüler su sızdırmaz malzemelerinin tercih edilmesinde fayda vardır. Su sızdırmazlığında bitümlü örtülerin kullanılması durumunda TS EN 13969 ve TS EN 11758/2 standartlarında üretilmiş ve en az 3mm kalınlıkta polyester keçe taşıyıcılı iki kat örtü kullanılmalıdır. Sentetik esaslı örtülerin tercih edilmesi durumunda ise TS EN 13967 ve TS EN 13658 standartlarında üretilmiş 2 mm kalınlıkta örtüler kullanılmalıdır. Eğer su sızdırmazlık için sürme tip yalıtım malzemesi kullanılacak ise TS EN 15814 standartlarında üretilmiş kalın bitümlü malzemeler en az 4 mm kuru film tabakası oluşturacak biçimde uygulanmalı ve betonarme sistemde 2 mm'ye kadar çatlak köprüleme niteliğinin bulunması gerekir.

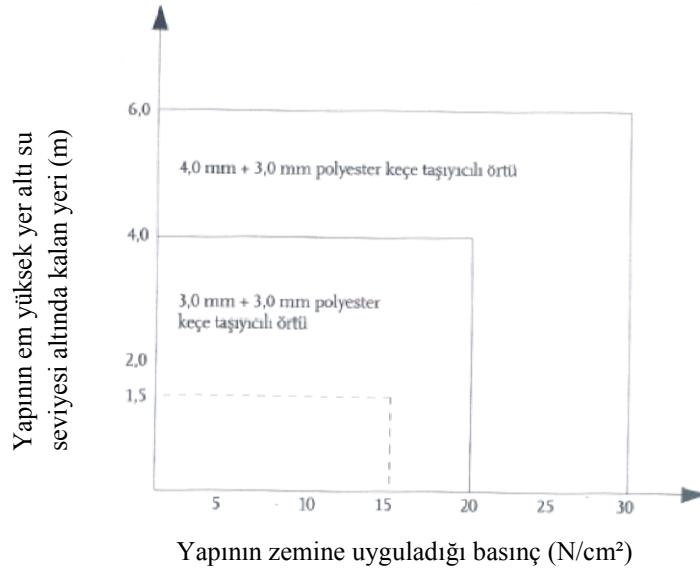
Özellik	Deney metodu	Basınçlı suya karşı yalıtım
Çatlak köprüleme	TS EN 15812	2,0 mm (CB 2 sınıfı)
Su geçirimsizlik	TS EN 15820	0,0075 N/mm ² (C2A sınıfı)
Basınç dayanımı	TS EN 15815	0,30 N/mm ² (C2A sınıfı)
Kuru film kalınlığı		≥4,0 mm

Tablo 4.2. Polimer modifiyeli bitümlü sürme su yalıtım malzemesi için asgari özellikler.

Sürme veya serme tip su sızdırmaz malzemelerin uygulanması esnasında hava sıcaklığına dikkat edilmeli ve ortam sıcaklığı 5°C altında olmamalıdır. Su yalıtımın uygulanması esnasında sıcaklığa bağlı olarak sıcak hava şartlarında APP katkılı, soğuk hava şartlarında ise SBS katkılı bitümlü serme tipi su yalıtım malzemesinin kullanılması verimlilik açısından daha faydalı olacaktır. Sürme tipi su yalıtım malzemelerin hızlı su kaybına neden olabilecek sıcaklık, rüzgar vb. hava koşullarında uygulanacak ise gerekli tedbirler alınmalıdır (Tekin ve diğerleri, 2015:117).

Bitümlü serme tipi yalıtım örtülerinde kat belirleme

Bitüm esaslı serme tipi yalıtım malzemelerinde kalınlık ve tabaka sayıları genellikle malzemenin basınçlı suyun içinde kalan derinliği dikkate alınarak belirlenir. Kullanılan malzemenin özellikleri etki edecek hidrostatik basınca ve yapının yüzeye uygulandığı basınca bağlı olarak değişkenlik gösterir. Toprak altı yapı elemanlarında basınçsız veya basınçlı suya ve neme karşı yapılacak yalıtım uygulamalarında kullanılan polimer bitümlü örtünün kalınlığı 3 mm'den az olmamalıdır ve üretici firmanın görüşleri de dikkate alınmalıdır.



Şekil 4.1. Yapı temelinde yalıtım kat, adet ve kalınlıkları (TS EN 11758-2).

Sentetik esaslı serme tipi yalıtım örtülerinde kat belirleme

Sentetik esaslı su sızdırmaz serme tipi örtülerin meydana getiren kimyasal yapısına (hammaddesine) bağlı olarak; polistiren (XPS/EPS) ve beton ile temasında mahzur olan sentetik esaslı örtülerin dokundukları zeminlerde en az 300 gr/m² birim ağırlıktaki ayrıcı jeotekstiller kullanılmalıdır. Aşağıdaki tabloda yapının temel perde yüksekliklerine göre tavsiye edilen asgari örtü kalınlıkları verilmektedir.

Temel perde yüksekliği	Su yalıtım örtüsünün türü	
	PIB, PVC, EVA	ECB, EPDM
4,0m'ye kadar	1,5mm	2,0 mm
4,0 – 9,0 m arası	2,0 mm	2,5 mm
9,0 m üzeri	2,0 mm	2,5mm

Tablo 4.3. Perde yüksekliklerine göre asgari örtü kalınlığı (TS EN 13658).

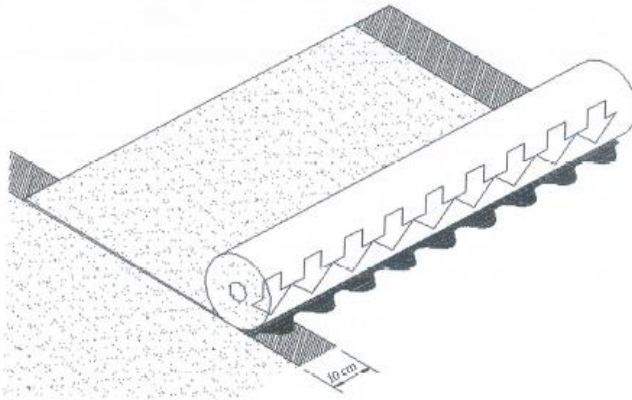
Düşey yüzeylerde yalıtım uygulanacak yerin belirlenmesi

Birikme suyu, kapilarite etkisiyle toprağın gözenek inceliği ve kılcallık yapısına bağlı olarak, birikme suyu seviyesinin üstünde de belli bir seviyede yükselir. Birikme suyu seviyesinin üstünde kapalı kapiler su bölgesi oluşur ve toprağın boşlukları su ile doludur.

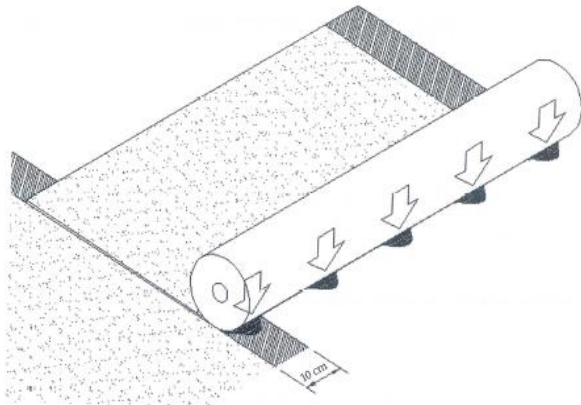
Kapalı kapiler bölgenin üstünde, hava içeren açık kapiler su bölgesi bulunur ve yapıya nem şeklinde etki eder. Bu bölgenin yalıtım alt bölgenin sisteminden olmalıdır. Su yalıtım örtüleri kırılmaya maruz kalmamalı, temel tabanında ve perdelerinde aynı olmalı, perde duvar su yalıtımları, toprak seviyesinin en az 20 cm üstüne kadar devam etmelidir.

Bitümlü yalıtım yapıştırma biçimleri

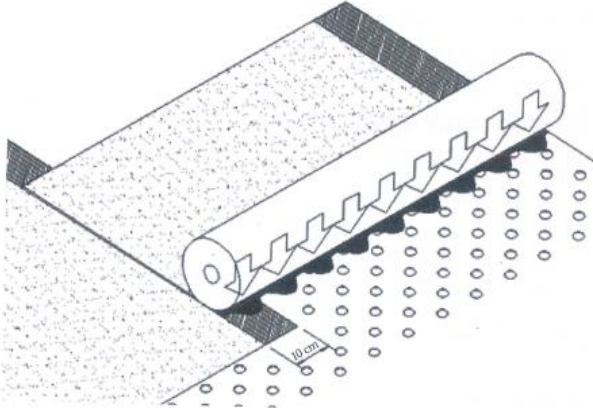
Bitümlü yalıtım örtülerin; noktasal yapıştırma, şeritsel yapıştırma ve tam yapıştırma olmak üzere üç farklı yapıştırma uygulaması vardır. Tam yapıştırma bitümlü su yalıtım örtüsünün alttaki tabaka ile bütün yüzeyince herhangi bir boşluk veya yapışmamış yer kalmayacak şekilde yapıştırılmasıdır. Şeritsel yapıştırmada bitümlü su yalıtım örtüsü alt tabakayla malzemenin eni veya boyu doğrultusunda şeritsel olarak yapıştırılmasıdır. Noktasal yapıştırma ise alt tarafta delikli cam tülü örtü kullanılarak yapılır.



Şekil 4.2. Tam yapışma.



Şekil 4.3. Şeritsel yapışma.



Şekil 4.4. Noktasal yapışma.

Noktasal veya şeritsel yapıştırırmada yapıştırılan noktalar arasında en az 10 cm en fazla 20 cm mesafe olmalıdır. Yapıştırılmalarda her iki doğrultudaki ek ve/veya bindirme yerlerinde tam yapıştırma yapılmalıdır. Temel ve çatı su yalıtım uygulamalarında dışa gelen ikinci kat örtü tam yapıştırma ile yapıştırılmalı ve alt kattaki örtünün ek yerlerini ortalayacak şekilde yapıştırılmalıdır.

Sentetik yalıtım örtülerinin serilmesi ve yapıştırılması

Sentetik yalıtım örtülerinde, örtünün boyuna ve enine her iki doğrultudaki ek yeri genişlikleri en az 8 cm olmalıdır. Bitüm örtü katmanları aynı yöne açılmalı ve örtünün kısa yöndeki (enlemesine) ek yerleri şaşırtmalı yapılmalıdır. Örtüleri ek yerleri daha önce ki bölümde de anlatılan kaynak yöntemleri ile yapılır ve yapıştırma yapılan kısımlar uygun bir yöntem ile test edilir. Aşağıdaki tabloda ürün türü ve yapıştırma tekniğine göre olması gereken genişlikler verilmiştir.

Birleştirme Yöntemi	Ürünler	Kaynak genişliği (en az) (cm)
Sıcak hava üfleme	EVA	3,0
	PE-C	3,0
	PIB	3,0
	PVC-P	3,0
Sıcak kamalı yada sıcak gaz kaynak	ECB	2,0
	EVA	2,0
	FPO/TPO	2,0
	PE-C	2,0
	PVC-P	2,0
	TPE	2,0
	Elastomer A	3,0
Geniş kenar maskeleme bandı ile uygulama	PIB	4,0
	Elastomer A	4,0
Yapıştırıcı uygulama	Elastomer A	5,0
Vulkanizasyon	Elastomer A	2,0

Tablo 4.4. Sentetik örtülerde temel kaynak türüne göre en az ek yeri genişlikleri (TS EN 13658).

Yapım ve tasarım kuralları

Basınçlı yer altı suyunun kontrol altına alınması veya yalıtılmasında yapının ayrık veya bitişik nizam olmasına ve arazinin yapısına bağlı olarak içten veya dıştan bohçalama şeklinde iki sistem vardır.

Dıştan bohçalama uygulaması

Dıştan bohçalama, dıştan sızdırmazlık yapılacak yapıda, yalıtım yapılacak yüzeylerin meydana çıkmasından sonra yapı elemanlarına uygulanan bir yalıtım şeklidir. Ayrık nizam yapılarda veya temel perdelerinin dışardan çalışmak için yeterli olduğu yerlerde tercih edilen bir uygulamadır. Yalıtım malzemesini korumak ve yalıtımın sürekli olması için düşeyde koruma betonu, yatayda ise taban betonu (grobeton) yapılmalıdır.

Zemin

E.Y.S.S.

Zemin

E.Y.S.S.

Koruma duvarı

Taşıyıcı beton (radye jeneral)

Koruma betonu

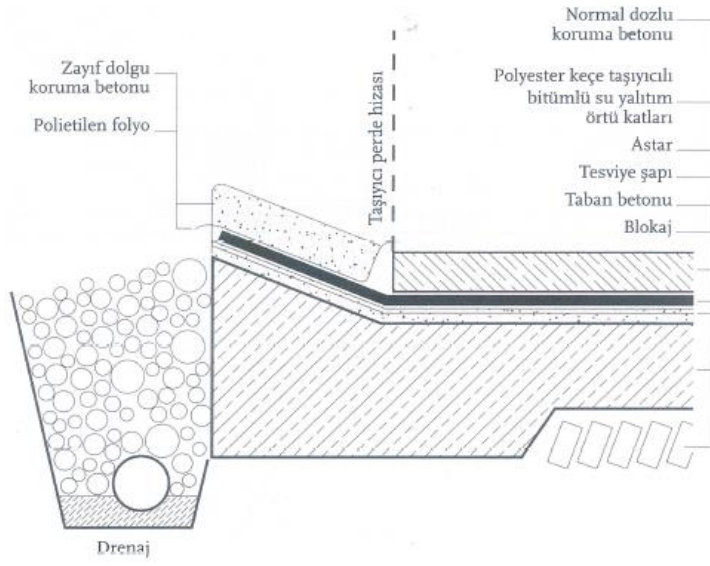
Polyester keçe taşıyıcılı bitümlü su yalıtım örtü katları

Taban betonu

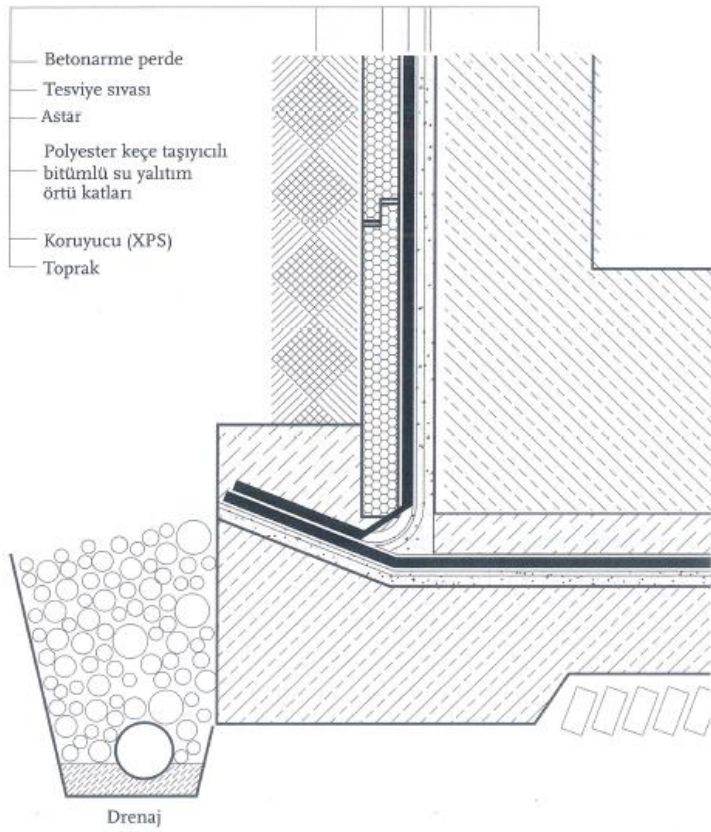
E.Y.S.S.: En yüksek su seviyesi

Grobeton, temelin altına gelen kısmı yatayda düz, temelin dışında kalan kısımlarda 60 cm taşan kısımlar, dıştan temele doğru 30° eğim verilerek içe doğru şevli olarak dökülmelidir.

76



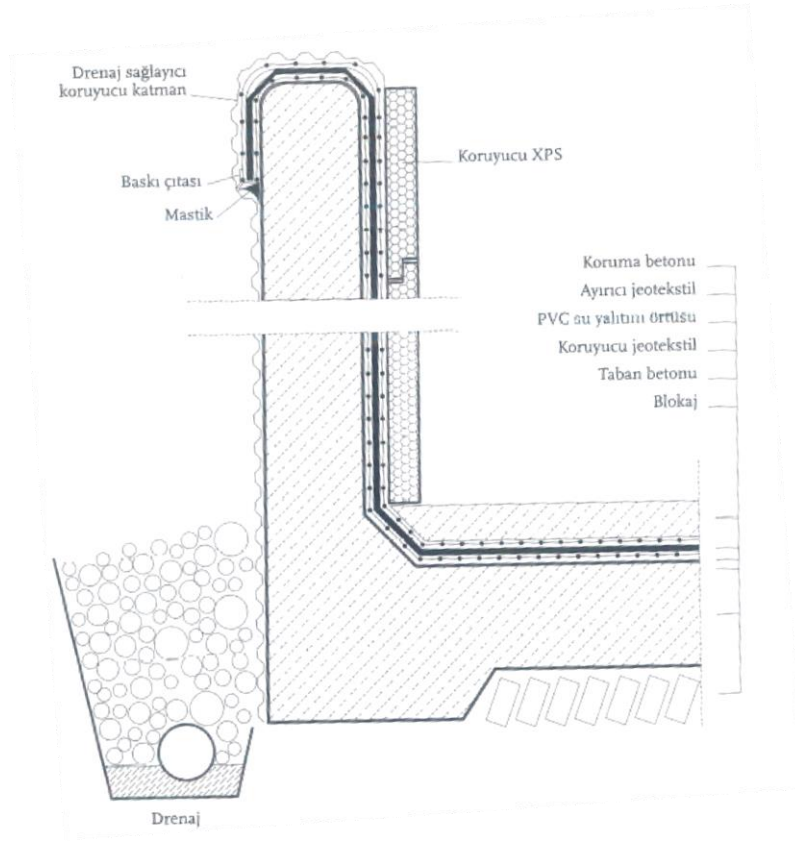
Şekil 4.6. Basıncılı su için dıştan bohçalama (bitümlü örtü, 1. Kısım).



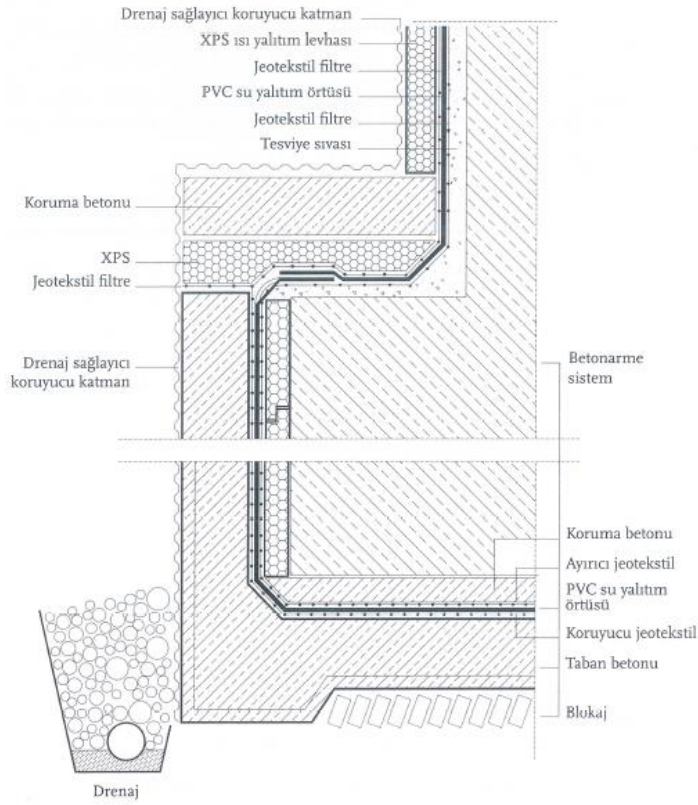
Şekil 4.7. Basıncılı su için dıştan bohçalama (bitümlü örtü, 2. Kısım).

İkinci aşama, grobetonun üzerinde bırakılan yalıtım örtülerinin (filizlerinin) yardımıyla perde duvarların yapılmasıdır. Bu aşama en dikkat edilecek husus taban yalıtımından gelen filizlerin devamlılığı ve korunmasıdır. Düşeyde su yalıtımı perde

duvarlarına yapıldığından duvar; temiz, kuru ve yüzeyinin pürüzsüz olması gerekmektedir. Su yalıtım malzemesi toprak kotunun en az 25-30 cm üstüne subasman seviyesine kadar devam etmelidir. Düşeydeki yalıtım, yalıtım malzemesine dik olarak gelmeyen kuvvetleri taşıyacak bir katman ile korunmalıdır. Grobeton ve koruma duvarının, basıncı yalıtım malzemesine aktarmak ve malzemesinin yapı tarafında boşluk kalmadan tüm yönlerden kapatmak üzere iki görevi vardır.



Şekil 4.8. Basıncı su için dıştan bohçalama (sentetik örtü, 1. Kısım).



Şekil 4.9. Basınçlı su için dıştan bohçalama (sentetik örtü, 2. Kısım).

Tabandan yukarı doğru geçer iken yalıtım malzemesinin döndüğü yerler, daha yumuşak geçiş için 8*8cm ebatlarında 45° eğimli pahlar ile uygulanmalıdır.

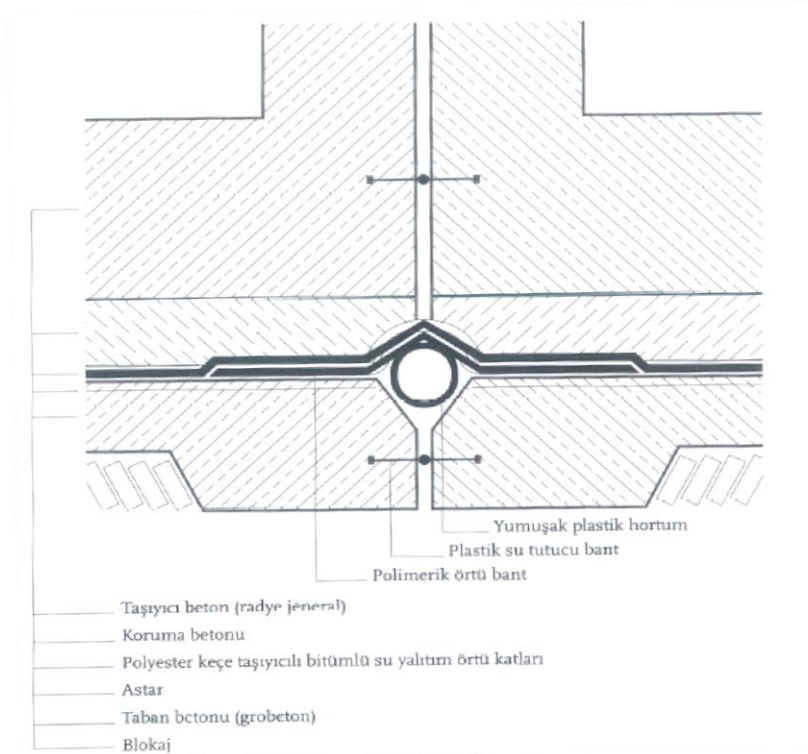
Yalıtım bitüm esaslı örtüler ile yapıldığında temel altına serilen örtünün üstüne 300 kg/m² özelliğinde polyester keçe ve üstüne koruma betonu atılmalıdır. Perde duvarlarda ise yalıtım malzemesinin korumak için 300 kPa basınç dayanımlı ekstrüde polistiren köpük, koruyucu duvar ve drenaj sağlayan levha ile desteklenmelidir.

Yalıtım sentetik esaslı örtüler ile yapılmış ise temelde yalıtım örtüsünün üzerine 300 gr/m² polyester keçe ve üstüne koruma betonu dökülmelidir. Perde duvarlarında ise 300 gr/m² polyester keçe koruyucu duvar ve drenaj levhaları ile yalıtım malzemesi korunmalıdır.

Uygulamadaki genel esaslar haricinde dikkat edilmesi gerekenler şöyle özetlenebilir:

- Yalıtım malzemesi, sürekli ve eşit dağılımlı yük altında tutulmalıdır.

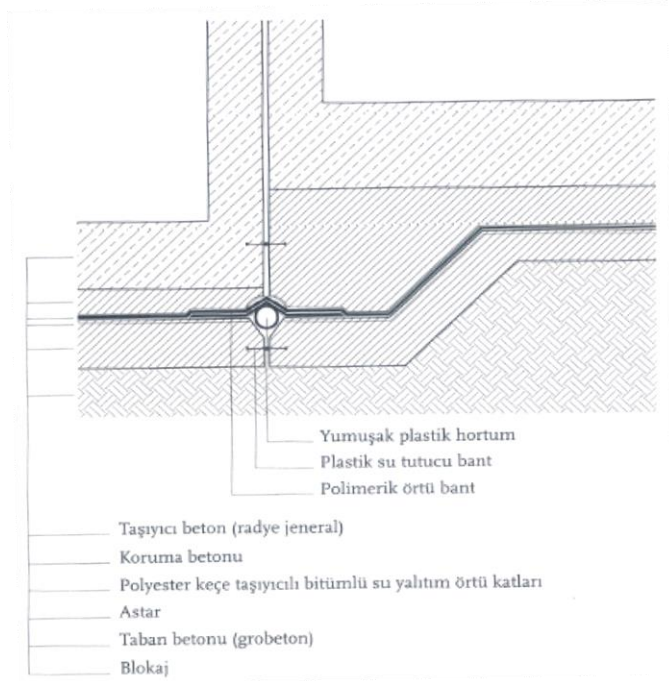
- Yalıtım, temelden en az su seviyesinin üzerine kadar olan perde duvarlarda yapılmalı ve yalıtım malzemesinin yapıldığı yüzeylerde keskin köşeler bulunmasından kaçınılmalıdır.
- Yalıtım, temelden yukarı (perde duvarlara) doğru tüm yönlerden kaplanmalıdır.
- Su yalıtım yapılacak olan yapının su altında kalacak kısımlarının planı olabilir ise basit tasarlanmalı. Yalıtım yapılacak temeldeki farklı kotlar 45° 'den daha az eğimli eğik zeminlerle birleştirilmelidir.
- Temel kot farklılıklarının olduğu bölümler de, bir metreye kadar olan kot farklı 30° , iki metreye kadar olan kot farklılığı 45° 'lik açı ile geçilmelidir. Daha büyük kot farklılıklarında ise arada ters eğimli zeminler yapılmalıdır.
- Yalıtım malzemesi, koruma (sırt) duvar ile uygulanan yapı elemanları arasında hareketli toprak basıncı ile baskılanmış olmalıdır. Yer altı suyundan gelen hidrostatik basınç, yalıtımı baskı altına alan baskılama basıncı olarak kabul edilmemelidir.
- Yalıtım malzemesi yapışma özelliğinden dolayı sürtünmesiz kabul edilir. Bu nedenle (özellikle düşeyde) yalıtım malzemesinin üzerine sadece düşük kuvvetlerin etkimesi sağlanmalıdır.



Şekil 4.10. Temel su yalıtımında dilatasyon.

Uygulanan yalıtımının korunması:

Yalıtımın malzemesi iki yapı elemanı arasında sıkıştırılarak devamlı ve kafi miktarda bir basınca maruz bırakılmalıdır. Dıştan yapılan yalıtımlarda malzemeyi sıkıştırmayı dolgu toprağının basıncı ile sağlanmalıdır. Dolgu malzemesi olarak geçirimli toprak tercih edilmeli, geçirimsiz veya donmuş toprak, yapı artığı (moloz) veya daha iri yapı malzemelerin kullanılması yapı çevresinde oluşabilecek birikme suyunu artırmaya sebep olabileceğinden mümkün ise tercih edilmemelidir. Dolgu toprağında gelen basıncın, yalıtım malzemesine yeterli seviyede etki edebilmesi için şev kenarı veya toprak basıncını tutan cisimler, yalıtım uygulanan yapı elemanlarında belirli bir uzaklıkta olmasına dikkat edilmelidir. Su yalıtımı mümkünse tek seferde bitirilmeli, eğer olabilir değilse çalışma ekleri bırakılmalıdır.



Şekil 4.11. Temel su yalıtımında farklı kotlarda dilatasyon.

Derzlerin yalıtımı:

Yapıda genleşme, oturma, hareket vb. farkı amaçlarla bırakılan derzler su yalıtımına rast rast geliyor ise derzlerde yalıtılmalıdır. Soğuk derzlerde TS 3078'e göre imal edilmiş ve 150-300 mm ebatlarında plastik dilatasyon su tutucu bantlar kullanılmalıdır. Suyun basıncına ve derzin genişliğine göre bandın genişliği belirlenir.

Dilatasyonlarda uygun dilatasyon bantları, soğuk derzlerde şişen veya su 8tutucu bantlar uygulanmalıdır. Yalıtımda su yalıtım malzemesinin türüne göre uygun dilatasyon geçiş detayları yapılmalıdır.

İçten bohçalama uygulamaları

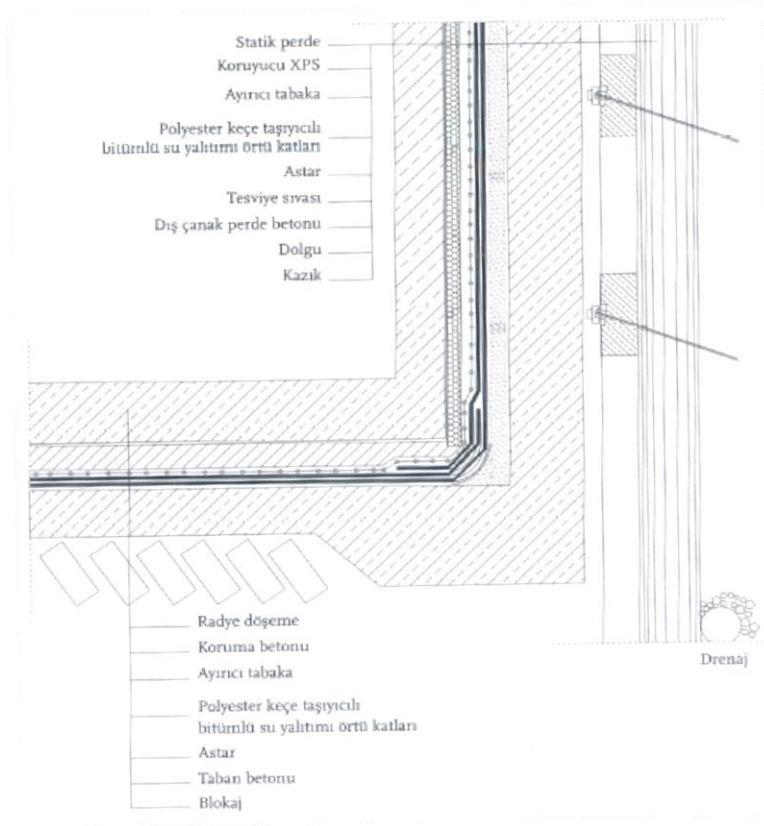
İçeriden bohçalama uygulaması; yapının temel perdeleri dış tarafından çalışma yapılabilecek şev açıklığının olmadığı veya bitişik nizam yapılarda tercih edilen bir sistemdir. Bu sistemde temel ilke bir dış çanak oluşturarak, iç çanağın iç yüzüne düşey ve yatay doğrultuda tek seferde yalıtım yapılması ve yapının oluşturulan bu çanak içine yapılması şeklindedir.



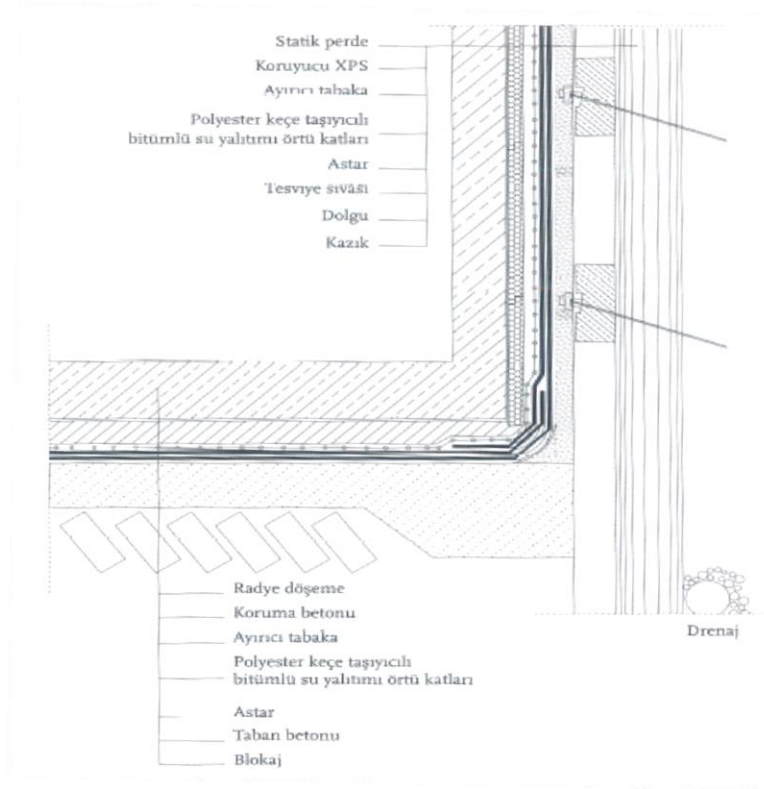
Resim 4.1. İçten bohçalama, doğru uygulama.



Resim 4.2. İksa sistemine su yalıtımı, yanlış uygulama.



Şekil 4.12. İçten bohçalama detayı, doğru uygulama.



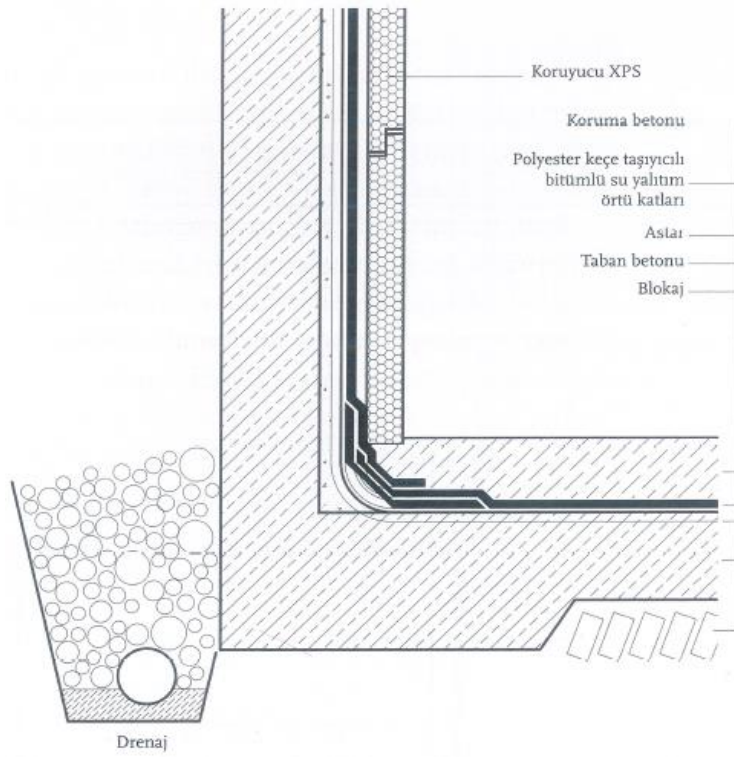
Şekil 4.13. İksa sistemi üzerine su yalıtımı detayı, yanlış uygulama.

Yapının temel çukurda gerekli zemin ıslah işlemlerinin yapılmasından sonra yapının oturacağı alanda, bütün yapıyı içine alan, ihtimal farklı oturmalarda çalışabilmesi için betonarme bir çanağın yapılması uygun olmalıdır. Uygulanacak bitümlü veya sentetik su yalıtım malzemesinin geçirimli dolgu zeminin zararlarından koruyabilmesi için, dış çanağın su geçirimsiz betondan yapılması tavsiye edilmektedir.

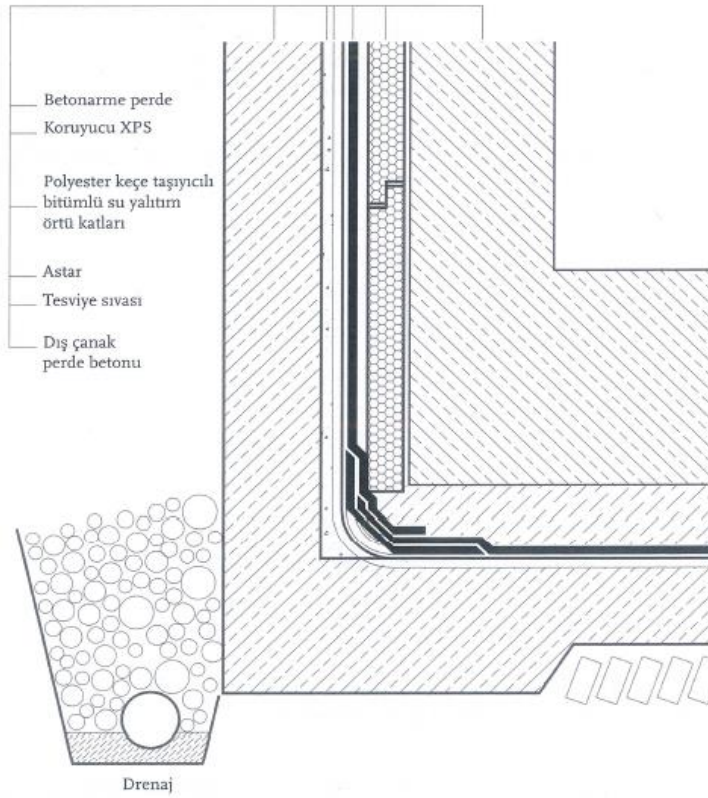
Bitümlü veya sentetik esaslı su yalıtım örtüleri oluşturulan betonarme çanağın her iki doğrultuda iç yüzeylerine uygulanmalıdır. Bu sebeple çanak iç yüzeylerin boşluksuz ve düzgün olmalı, dik köşeler yuvarlatılmalıdır. Tabanda su yalıtım malzemesi uygulandıktan sonra üstüne koruma betonu dökülür ve düşey doğrultudaki yalıtımda tek seferde veya aşamalı şekilde yapılır. Tabandan ve perdeden gelen yalıtım örtüleri en az 10'lar cm bindirilmelidir. İçten bohçalama su yalıtım uygulamasında da dıştan bohçalama da olduğu gibi su yalıtımı en az 25-30 cm toprak kotunun üstüne, subasman kotuna kadar çıkarılmalıdır.

İçten bohçalama su yalıtım uygulamasında, taşıyıcı elemanlar, kendileri için hesaplanan değerleri karşılamaktadırlar. Oluşturulan betonarme çanak sistemi, kendi ve

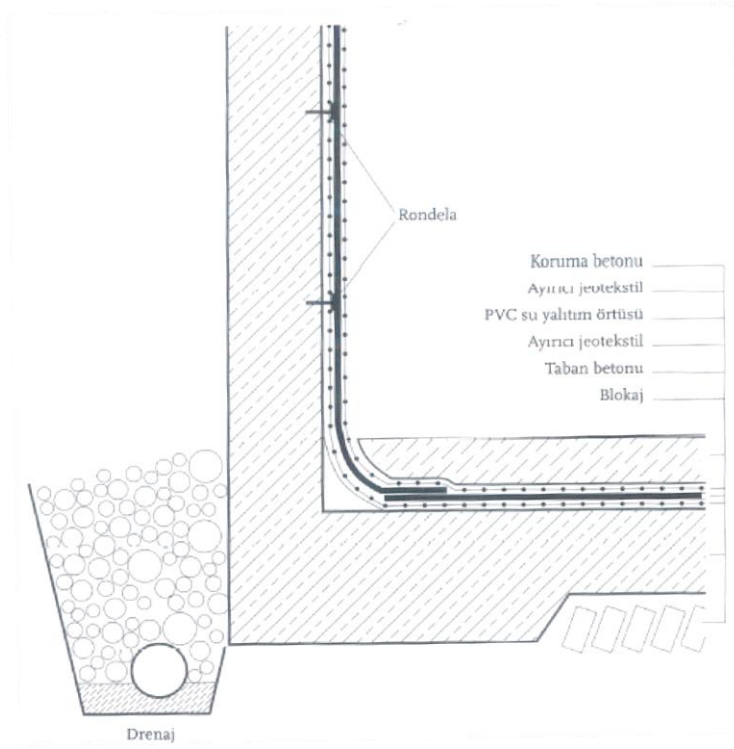
85



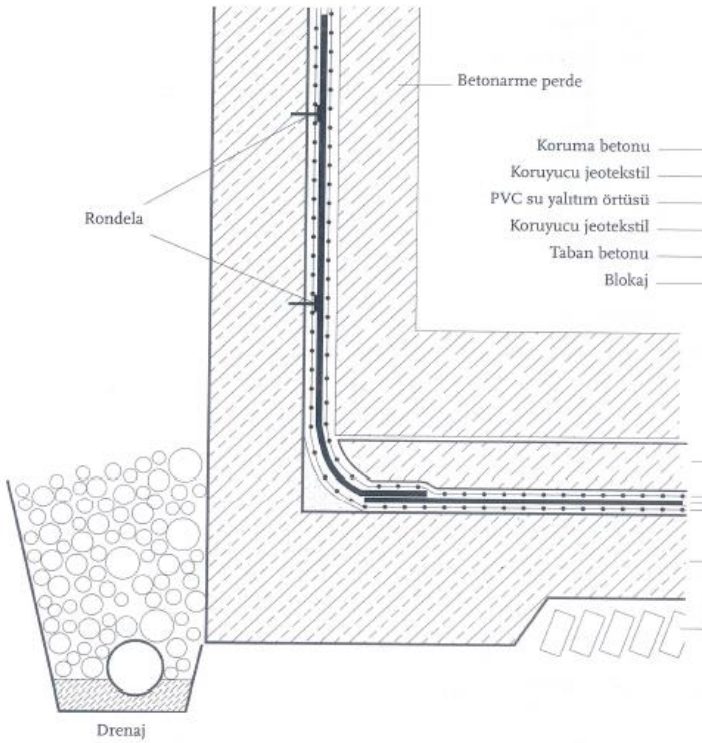
Şekil 4.16. Bitümlü örtü ile basınçlı su yalıtımı, temel (içten bohçalama, 1. aşama).



Şekil 4.17. Bitümlü örtü ile basınçlı su yalıtımı, temel (içten bohçalama, 2. aşama).



Şekil 4.18. Sentetik örtü ile basınçlı su yalıtımı, temel (içten bohçalama, 1. aşama).



Şekil 4.19. Sentetik örtü ile basınçlı su yalıtımı, temel (içten bohçalama, 2. aşama).

Kazıklı temel uygulamalarında su yalıtımı

Su yalıtımı bakımında kazıklı temel uygulamalarında alternatif çok yoktur. Kazıklı temellerde en önemli kazık ile temelin bağlantı nktasının su sızdırmazlığıdır. Kazıklı temel uygulamalarında, maliyet ile risk oranına bağlı olarak tercih edilen üç farklı çözüm yöntemi bulunmaktadır. Bunlar;

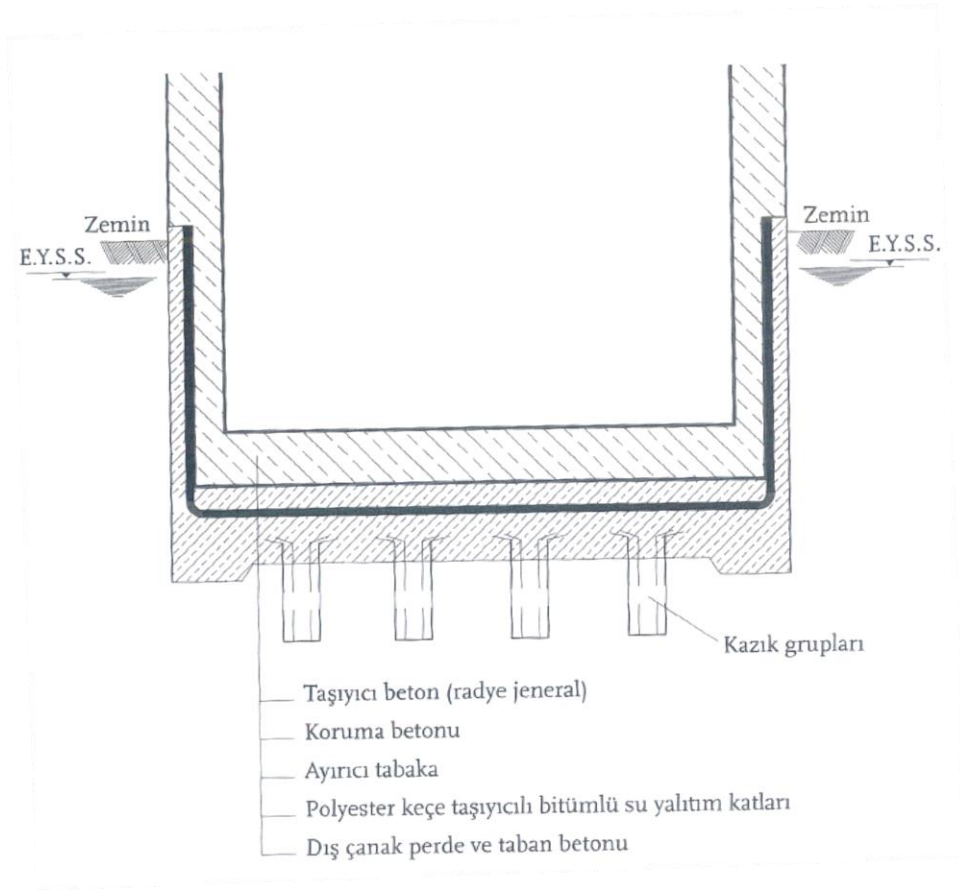
- Kazık başının likit malzeme ile kaplanması,
- Çift radye uygulaması,
- Flanşlı sistem, şeklindedir.

Çift radyede yalıtım uygulaması:

Riski az, yapımı kolaydır. Tüm kazık başları alttaki radye temel içine bağlanır, meydana getirilen dış çanak su yalıtım malzemesi ile kaplandıktan sonra yapı bu çanak içinde inşa edilir. Yalıtım sırasında hassas davranılacak husus kazıklı temel ile radye temelin birleştiği noktalarda su yalıtımının devamlılığıdır. Bitümlü ve sentetik örtüler su yalıtım malzemesi olarak kullanılabilir. Yapılan su yalıtımının yapı ile birlikte hareket etmesi unutulmamalıdır.



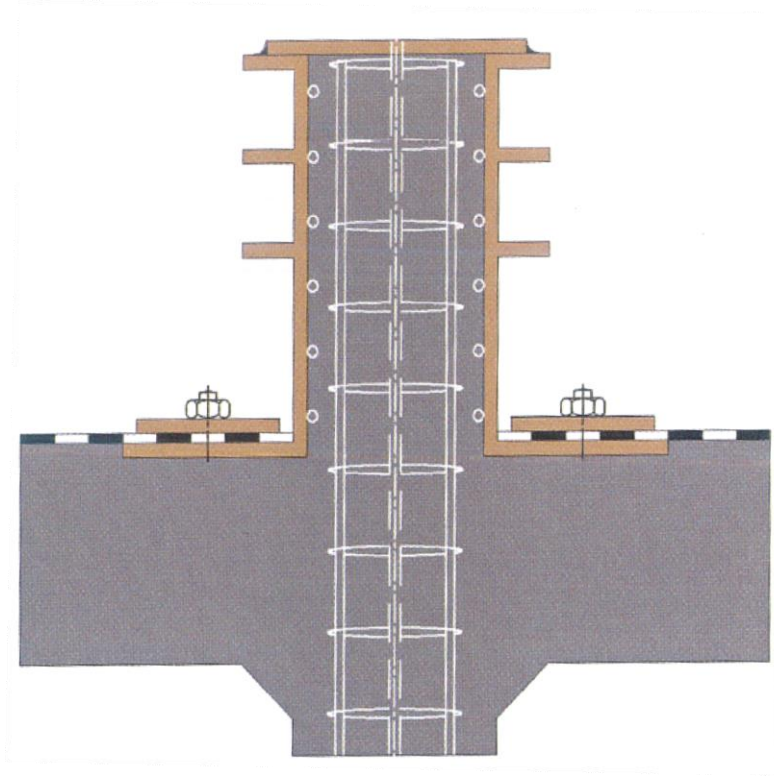
Resim 4.3. Çift radye uygulaması, temelde.



Şekil 4.20. Temelerde çift radye uygulaması detayı.

Flanşlı sistemde yalıtım uygulaması:

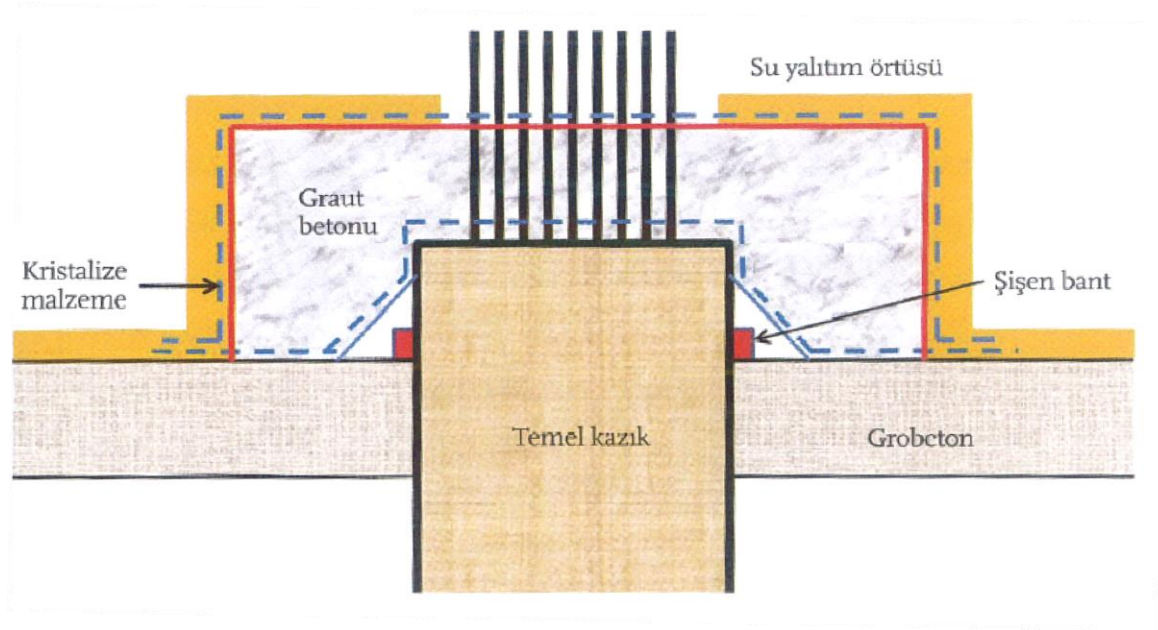
Flanşlı sistem kazıkların kolon içine geçeceği ve az sayıda kazığın bulunduğu sistemlerde yapılan bir uygulamadır. Burada her kazık kümesi başlığı metal flanş ile sarılır ve gre beton üzerinde gelen su yalıtım nu metal flanşın içinde kilitlenir. Kolonun donatıları metal flanşa kaynak yapılarak tutulur ve yapının yapımına devam edilir. Sentetik ve bitümlü su yalıtım örtüleri bu sistemde kullanılabilir.



Şekil 4.21. Flanşlı sistem.

Kazık başlarının likit malzeme ile kapanması:

Bu sistem genelde toprak nemine karşı ve yer altı su basıncının fazla olmadığı vaziyetlerde yapılan su yalıtımlarında uygulanması gereken bir uygulama türüdür. Taban betonu seviyesinde kazık başının çevresi etrafı şişen bant ile sarılır ve bantın 45°'lik beton bir pah ile kapatılır. Kazık başı ile grebeton üstüne kristalize bir malzeme dökülür ve taban betonu (grebeton) seviyesinin üstünde kalan kazık başı etrafına ve üstüne 5 cm genişlikte ve yüksek mukavemetli beton (graut betonu) dökülerek genişlettirilir. Zeminden gelen su yalıtım malzemesi genişletilen kazık başının pas payı üstüne serilir. Yalıtım malzemesinin altındaki belli bir bölge ve kazık başının üst tarafında kristalize çimento esaslı malzeme ile su yalıtımı uygulanır. Tüm kazıkların yanları ve başları en az 5 cm kalınlıkta olacak şekilde, yüksek mukavemetli çimento harcı (graut betonu) veya epoksi ile kaplanır. Bu sistemde demir donatının bulunduğu kısımlar zayıf noktalardır. Basınçlı yer altı suyuna maruz yerlerde bu uygulama uygulanır ise basınçlı yer altı suyu bu zayıf noktalardan yukarı çıkabilmekte, üst kısımda bulunan radye temelin beton kalitesine ve kalınlığına bağlı olarak kendisinin aktif su ve nem etkisin şeklinde göstermektedir. Bu uygulamada PVC veya bitümlü su yalıtım örtüleri kullanılabilir.



Şekil 4.22. Kazık başının likit malzeme ile yalıtılması.

4.1.2. Basınçlı su ve toprak nemine karşı yalıtımda prensipler

Yapı inşa edilecek proje alanında zemin etütleri sonucunda toprak altında kalan yapı elemanları basınçsız su ve/veya toprak nemine maruz kalacak ise su yalıtımı ile ilgili planlama esası buna göre yapılmalıdır.

Yalıtım türünün belirlenmesi

Zemin tanecikleri arasında kalan boşluklardan yapıya basınç oluşturmada süzülen suya basınçsız su denir. Yağışlar (kar, yağmur) ile su veya sulama sonucu oluşana kullanma suyu toprak ile emilir iken perde duvarlardan süzülür. Bu süzülen sular yapıya ve yalıtım malzemesine geçici bir süre basınç yaparlar ya da hiç yapmazlar.

Yalıtım yöntemi

Geçirimli zemin tabaksının, daha az geçirimli tabakalar ile sarıldığı yağış ve yüzey sularından meydana gelen sızıntı sularının daha aşağı katmanlara akmasının engellendiği zeminlerde birikme suları ve olumsuz etkileri görülmektedir.

Birikme suları devamlı basınç oluşturmaya da kısa süreli yağmur ve kar suları, mevsimsel yağışlara bağlı olarak toprak altında kalan yapı eleman üzerinde basınçlı su etkisi gösterebilir. Yapının oturduğu alanın hemen altında az geçirimli veya geçirimsiz katmanın yer aldığı vaziyetlerde sızıntı suları, yapının çevresinde birikme sonucu basınçlı su etkisi gösterebilir.

Zemin etütleri raporlarında genellikle basınçsız su özelliğine sahip inşaa alanlarında mevsimsel yağış sularının etkisi görmezden gelinmektedir. Basınçsız suların, basınçlı su gibi şiddetli ve devamlı basınç etkisi yapmadığı ve ağır zararların meydana gelmeyeceği düşünüldüğünden, yapı inşaat alanında yalnız zemin etütleri değil, mevsimlere bağlı olarak oluşan yağış miktarı göz önünde bulundurulmalıdır. Yüzeyden gelen yağış suları ve sızıntı sularının toprağın altında meydana getireceği hidrostatik basıncın süresi ve derecesi de belirlenmelidir. Yapılarda basınçlı suyun tesir etmeyeceği gibi kabul yapılabilmesi için; yapının bulunduğu alanın geçirimli zemin olması, yer altı suyunun daima yapının çok altında olması, yapıya zeminden gelen/gelebilecek suyun kontrolü sağlanmış olması gerekmektedir. Daha önceki bölümlerde de değinildiği gibi arazinin yapısına bağlı olarak yapı temelinin etrafında birikme suyunun oluşmasını engellemek için drenaj yapılmalıdır (Tekin ve diğerleri, 2015:137).

Malzeme belirleme

Basınçlı sulara karşı tercih edilen yalıtım malzemeleri, basınçsız suyun sızdırmazlığında da kullanılabilir. Basınçsız suyun sızdırmazlığı için sürme ya da serme esaslı su sızdırmaz malzemeler tercih edilebilir.

Serme temelli malzemelerden bitüm esaslı su sızdırmaz örtüler tercih edilmesi halinde TS EN 13969 ve TS 11758/2 standartlarında üretilmiş en az 3 mm çift kat polyester keçe taşıyıcılı örtü kullanılır. PVC membran tercihinde ise TS EN 13967 ve TS 13658 standartlarında üretilmiş kalınlıkları 2 mm örtüler kullanılır.

Sürme tip malzemelerden TS EN 15814 standartlarında üretilmiş 3 mm film katmanı meydana getirecek kalın bitümlü malzemeler kullanılabilir. Tek bileşenli, TS 113 veya TS 109 standartlarında üretilmiş bitümlü malzemeler yalnız neme karşı yalıtımda kullanılır. Malzemelerin tüketim miktarları üretici firmanın tavsiyeleri dikkate alınmalıdır.

Bitüm ve çimento esaslı malzemelerde kullanılabilir. Toprak altı yapı elemanları farklı elemanlardan oluşuyor ise yapı elemanların birleşiminde çatlaklar 2mm'den büyük olabilir. Böyle durumlarda serme tip malzemelerin 2 mm'den fazla çatlak köprüleme özelliği olmadığından kullanılması kesinlikle tavsiye edilmez. Bu durumdaki yapılarda serme tür su sızdırmaz malzemeler kullanılır. Yalnız betonarmeden meydana gelen yapı elemanlarında toprak altında öngörülen çatlaklar 2mm'yi geçmemelidir, eğer geçiyor ise taşıyıcı sistem tekrar gözden geçirilmelidir (Tekin ve diğerleri, 2015:138).

Yapım ve tasarım kuralları

Yalıtımın, suyu etki ettiği pozitif yönden yapılması mevsimlere göre suyun bazen basınçlı su etkisi gösterebileceğinden daha uygun bir çözümdür.

Sürme tip malzeme ile yalıtım uygulaması:

Sürme tipi kullanılacak olan bitümlü su yalıtım malzemesi çift ya da tek birleşenli olabilir. Üreten firmanın kullanma kılavuzundaki talimat gibi karışım yapılarak hazır hale getirilir. Üreticinin tavsiyesi doğrultusunda yüzeyin hazırlanmasından sonra bağlanmayı (aderansı) artırmak için soğuk uygulamalı astar yüzeye sürülür.

TS 113 veya TS 109 standartlarında üretilmiş bitümlü tek birleşenli, yüzeyi astarlanmış uygulamalarda kuru zeminlere sert fırça, rulo veya püskürtme ile daima yanı doğrultuda daimi ve düzgün hareketlerle birinci katın uygulaması yapılır. Yapılan birinci uygulama üretici firmanın kullanma kılavuzunda verilen zaman diliminde dış etkilere (don, kar, yağmur, dolu, su, aşırı sıcak, rüzgar vb.) korunmalıdır. Yalıtım belirtilen koruma süresi kadar bekledikten sonra ikinci kat uygulamaya geçilir, eğer gerekli ise üçüncü kat uygulama yapılabilir.

Yalıtım yapılacak olan beton zeminler TS EN 206, sıvalı zeminler TS EN 998-1'e göre en az CSN'den zemin hazırlaması yapılmalıdır. Dıştan basınçsız etki eden sulara veya toprak nemine karşı yalıtım uygulamalarında kurumuş yalıtım malzemesinin kalınlığı 3 mm olmalıdır.

Özellikler	Deneyin metodu	Birimi	Neme karşı yalıtımın sınıfı	Basınçsız suya karşı yalıtımın
Çatlağı köprüleme	TS EN 15812	Mm	1,0 (CB 1 sınıfı)	1,0 (CB 1 sınıfı)
Su sızdırmazlık	TS EN 15820	N/mm ²	0,0075 (W1 sınıfı)	0,0075 (W1 sınıfı)
Basınç mukavemeti	TS EN 15815	N/mm ²	CO sınıfı	0,06 C1 sınıfı
Kurumuş film kalınlığı		Mm	≥3,0	≥3,0

Tablo 4.5. Polimer geliştirilmiş bitümlü sürme su yalıtım malzemeleri için özellikler (TS EN 15814).

Pahlarda, ek yerlerinde ve köşelerde gerekli ise su yalıtım malzemesi ıslak iken takviye filesi konabilir. Uygulanan sürme yalıtımının üstüne taşıyıcı olması için (minimum 75 gr/m² özelliğinde) alkaliye dayanıklı cam elyaflı donatı fileleri kullanılır. Kullanılan filelerin ek yerlerinden en az 10 cm bindirme uygulanır.

Serme tipi malzeme ile yalıtım uygulaması:

Toprak nemine ve basınçsız birikme sularına yapılan su yalıtım uygulamalarında polimer bitümlü (membranlar) örtüler de tercih edilebilir. Yapının temel derinliğine göre çeşitli ürünler su yalıtım malzemeleri kullanılabilir. Basınçsız suyun yalıtımında perde ve temelde TS EN 13969'a göre üretilmiş 3mm kalınlıkta iki kat polyester keçe taşıyıcılı bitümlü polimer örtü uygulanır. Neme karşı yalıtımda ise 3 mm kalınlıkta cam tülü taşıyıcılı bitümlü polimer örtü ile 3 mm kalınlıkta bir kat polyester keçe taşıyıcılı örtüler beraber uygulanır. Bitümlü polimer su yalıtım örtüsü şalümo alevi ile uygulandıktan sonra koruma betonu/duvar yapılarak yalıtım detayı sonlandırılır.

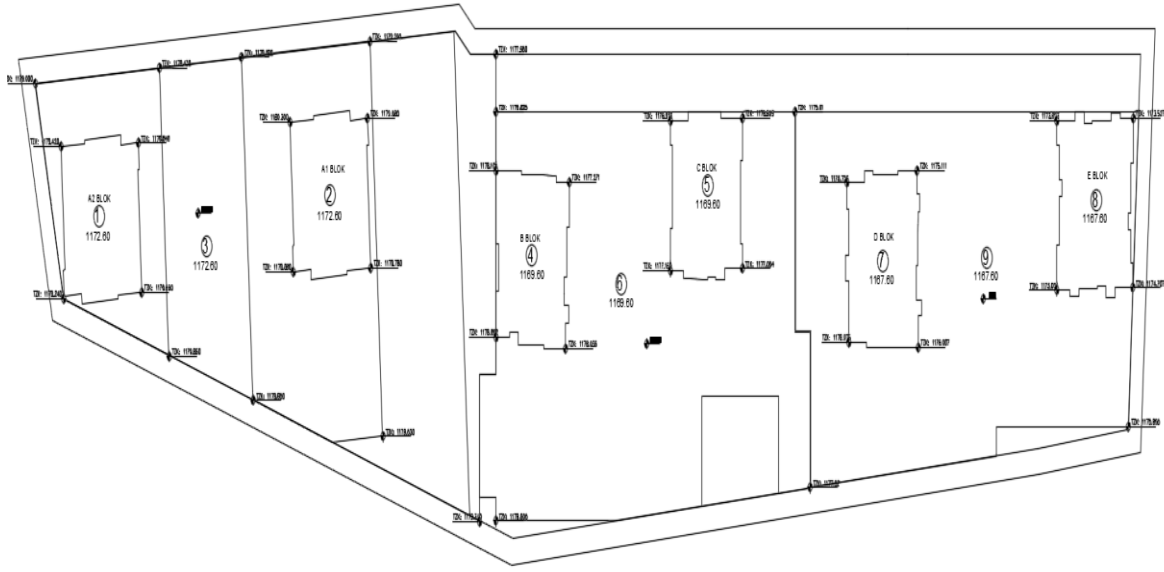
Basınçsız su ve toprak nemine karşı uygulanacak su yalıtım uygulama prensipleri basınçlı suyun yalıtılması ile aynı olmakla beraber içten veya dıştan biçiminde yapılabilir. TS EN 13967'ye göre imal edilmiş sentetik örtüler ile yapılan basınçsız su ve toprak nemine karşı yalıtım esasları da, basınçlı su yalıtım kuralları, malzeme ölçüleri ve uygulama prensipleri aynıdır.

5. İLLER BANKASI A.Ş. ÖZELİNDE BİR PROJENİN ÖRNEKLENMESİ

Örneklem olarak seçilen proje, Ankara İli Gölbaşı İlçesi Kızılcaşar Mahallesi'nde 36.947m² büyüklüğündeki 120573 Ada 1 parselin Arsa Satışı Karşılığı Gelir Paylaşımı İş'i olup, proje 6 adet yüksek konut bloğu, sosyal tesis ve bloklar arasındaki kapalı otopark ve baza bloklarından oluşmaktadır. İnşaat alanının zemin etüt raporunda, yapı alanı ve yakın çevresinde herhangi bir akarsu ve dere geçmediği, açılan sondaj kuyularındaki yeraltı su seviyelerini tespit etmek için belirli aralıklarda ölçümler alındığı yer altı suyuna rastlanılmadığı belirtilmiştir. Yine aynı raporun oturma hesapları bölümünde; proje alanının temel zeminlerinin çok sağlam kireçtaşlarından oluştuğundan dolayı oturma problemleri söz konusu olmayacağı ayrıca belirtilmiştir.

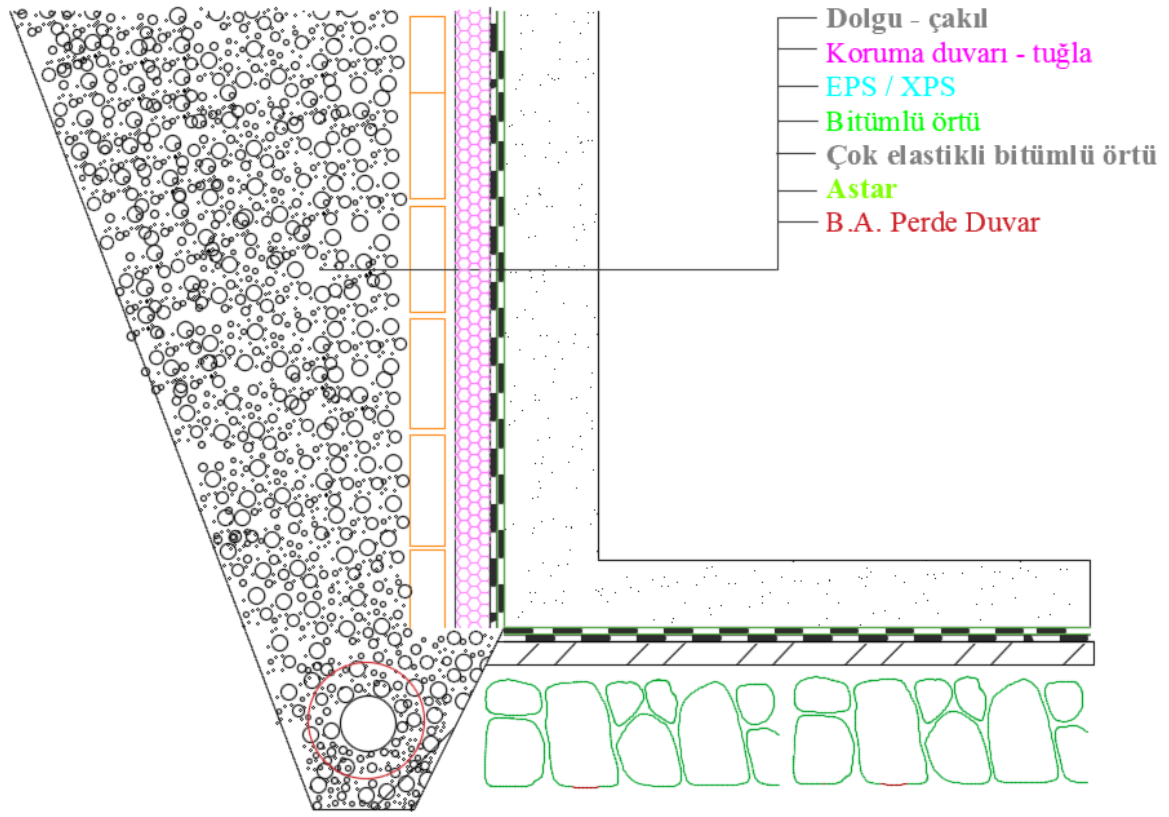


Şekil 5.1. Proje mimari kesiti.

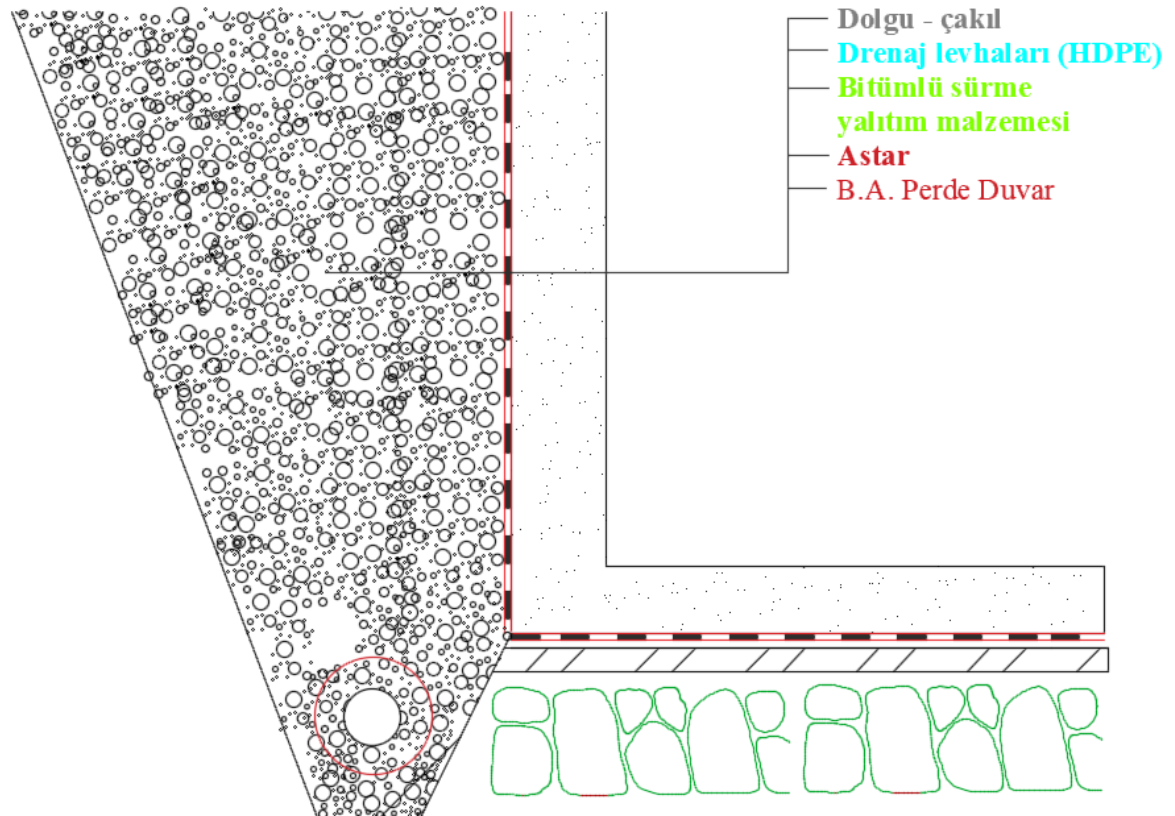


Şekil 5.2. Proje vaziyet planı.

Projede toplamda yaklaşık 6.570 m (toprak altı) bodrum perdesi bulunmaktadır. Projede uygulanması planlanan perde yalıtımı; temel çevresi tahliye (drenaj) hattıyla desteklenerek birinci katı çok elastikiyetli bitümlü örtü, ikinci katına cam tülü taşıyıcılı bitümlü örtü tipi su yalıtım malzemesi ve üzerine EPS/XPS ve tuğladan (8,5 cm'lik) oluşan koruma duvarı (şekil 5.3.) şeklindedir. Ancak zemin etüt raporlarında ve bölgesel yıllık yağış verileri incelendiğinde, proje temel ve perdelerine etki edebilecek basınçlı bir su kütlesinin bulunmayacağı anlaşılmaktadır. İlk bölümlerde anlatıldığı gibi bu durumda genellikle basınçlı su ve zemin oturmaların fazla olacağı düşünüldüğü alanlarda tercih edilen çok elastikiyetli bitümlü su yalıtım örtüsünün yerine, çatlak köprüleme özelliği olan tahliye (drenaj) sistemi ile desteklenen sürme tip su yalıtım malzemesi tercih edilmesi temel ve perdeler için su tecridin yeterli olacağı belirlenmiştir.



Şekil 5.3. Yapılması planlanan bodrum perdesi su yalıtım detayı.



Şekil 5.4. Tavsiye edilen bodrum perdesi su yalıtım detayı.

Malzeme adı	Birim fiyatı (TL/m ²)	Miktarı (m ²)	Tutarı (TL)
Çok elastikiyetli bitümlü su yalıtım malzemesi	42,5	6.570	279.225,0
Cam tülü taşıyıcılı bitümlü su yalıtım malzemesi (3mm)	5,73	6.570	37.646,1
XPS/EPS	5,25	6.570	34.492,5
Tuğla (8,5 cm'lik)	8,75	6.570	57.487,5
		Toplam	408.851,1

Tablo 5.1. Uygulanması planlanan yalıtım detayının ortalama maliyeti.

Malzeme adı	Birim fiyatı (TL/m ²)	Miktarı (m ²)	Tutarı (TL)
Kalın polimer bitümlü su yalıtım malzemesi (kuru film kalınlığı 3mm)	18,3	6.570	120.231,0
Tahliye (drenaj) levhası	5,73	6.570	37.646,1
		Toplam	157.877,1

Tablo 5.2. Tavsiye edilen yalıtım detayının ortalama maliyeti.

Yalıtım detayları ortalama maliyet tablolarına bakıldığında aradaki fark; metrekare başına 38,2TL, toplam da ise 250.974,00 TL olduğu gör÷lmektir. Aradaki bu fark proje maliyetine oranla çok gör÷lmeyebilir, lakin tavsiye edilen yalıtım detayının kullanılması fayda maliyet açısından önerdiğimiz malzeme ve detayı daha isabetli bir tercih olacaktır.

Yapı projelendirilme aşamasında; zemin etüt raporları ile beraber yapının kullanım amacı, iklim şartları, zemin durumu, yapıda kullanılan yapı malzemesi birlikte düşün÷lerek her proje kendi özelinde yalıtım malzemesi tercihi ve detayları çözüme kavuşturulmalıdır.



Resim 5.1. Uygulanan su yalıtımı (1).



Resim 5.2. Uygulanan su yalıtımı (2).

SONUÇ

Yeryüzünde çevrenin fiziksel etkilerine dayanıklı yapı tasarımlarının ortak noktaları, doğal verilere dayalı olmasıdır. Bu bakış açısı; yapılara, bulunduğu coğrafyanın güneş veya yağmuruna, soğuk veya sıcaklığına karşı mukavimli olabilme, kullananlara ise sağlıklı, güvenli ve konforlu yaşayabilme imkanını verebilmektedir. Bu durum aynı zaman da her bölge için farklı bir mimari tasarım olmasını da ifade etmektedir.

Eldeki mevcut bilgiler, çeşitli malzemelerin yapılarda su sızdırmazlık amaçlı kullanılmasının çok eski tarihlere gittiğini göstermektedir. Buna karşın su sızdırmazlığın yapılarda kullanılmaya başlanması ve suyun meydana getirdiği olumsuz etkilerin giderilmesine yönelik uygulamaların farkındalığı dünyada son yüzyılda artmıştır. Ülkemizde ise yapılarda su sızdırmazlığı meselesinde bilinçlenme, 1999 İzmit Depreminden sonra artan bir gelişme göstermiştir. Depremden sonra bölgede yapılan saha çalışmalarında depremde olan büyük yıkıntının en önemli nedenlerinden iki tanesinin su ile ilgili olduğu belirlenmiştir. Bunlardan konumuz ile alakalı olanı, binalarda ısı ve su yalıtımının olmamasından, betonarme yapı elemanların içerisindeki donatı demirinin korozyona uğrayarak deprem sırasında taşıyıcı sistem elemanlarının yatay kuvvetleri karşılayamaması sebebi ile katların üst üste yıkılmasıdır. Yaşanan 17 Ağustos 1999 İzmit depreminden sonra İstanbul Büyükşehir Belediyesi Hasar Tespit Komisyonunca bir rapor hazırlandı. Hazırlanan bu rapora göre; 55.561 konut ve işyerinde yapılan incelemelerde bu yapıların %79'u hasarlı bulundu. Kontrol edilen yapıların %64'ünde suyun neden olduğu paslanma (korozyon), %41'inde malzeme eksikliği, %18'inde inşaat sırasında betonun sulanmaması, %11'inde eskime ve yıpranma, %3'ünde proje hatası yapılarındaki hasarların nedenleri olarak tespit edildi. Rapor sonucundan da anlaşıldığı üzere yapıların zarar görmesinin en büyük etkeni paslanmadır. Bu durum Türkiye gibi deprem kuşağında bulunan bir ülkede su yalıtımının nasıl bir hayati ehemmmiyet taşıdığını açıkça gösterir.

Betonarme bir yapının inşaa edileceği bölge ve çevre şartlarına göre çeşitli noktalardan etkiyen su ve/veya nemin etki etme şekli, şiddeti, yapıda oluşturacağı tesir ve sonuçları birbirinden farklıdır.

Yapının herhangi bir yerinde su sızdırmazlık uygulaması yapılacak ise, yerindeki bütün durumlara elverişli doğru bir su yalıtım malzemesinin seçilmesi gerekli ve önemlidir. Lakin su sızdırmazlık denildiğinde akla yalnızca su tecrit malzemesi de

gelmemelidir. Su sızdırmazlık aslında bir sistemi tarif ettiği için uygulandığı yapılarda bir bütün olarak proje aşamasında ele alınıp değerlendirilmelidir. Yapının tamamında temelden çatıya kadar tesir edebilecek su çeşitlerine göre farklı su sızdırmazlık sistemleri tasarlanmalı ve uygulanmalıdır. Belirlenen su yalıtım sistemlerinin yapı hizmet süresince sağlıklı olarak devam edebilmesi için proje yapımı esnasında; zemin etüt raporları, yapının kullanım amacı, arazinin ve yapının arazideki konumu, yapının bulunduğu bölgenin yağış rejimi, varsa yer altı suyunun kimyasal özelliği incelenerek ve dikkate alınarak su sızdırmazlık sisteminin proje planlaması yapılmalıdır. Yapılacak tespit ve planlama çalışmaları eğer tam ve doğru yapılmaz ise, ya yeterli önlem alınmaz ya da doğru tedbir uygulanamaz ve yapı elemanlarının zarar görmesi kaçınılmaz olur. Su ve nemin tecritinde, oluşabilecek sorunlara sağlıklı ve kalıcı bir çözüm bulmak için doğru malzeme ve sistem, doğru detay ve doğru uygulama şarttır. Bunun yanında su yalıtımda maliyet, kalite, emniyet ve estetik birlikte ele alınmalı ve ideal bir çözüm belirlenmelidir.

KAYNAKLAR

- AKMAN, M.S. (2000). *Yapı Hasarları ve Onarım İlkeleri*. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi yayınları, 17.
- AKYOL, K. (2008). *Su Yalıtımı ve Su Geçirimsizlik Katkı Oranlarının Beton Su Emmesine ve Basınç Dayanımına Etkilerinin Araştırılması*. Yüksek Lisan Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 20.
- AVLAR, E. (1995). *Binalarda Nem ve Önlemleri*. Türkiye: Yıldız Teknik Üniversitesi Basım Yayın Merkezi, 20–29.
- ERTEM, E. (2002). *Yeraltı Su Seviyesi Altında Kalan Bodrum Kabuklarında Karşılaşılan Yalıtım Problemleri; Çözümüne Uygun Uygulama Teknikleri ve Yalıtım Malzemelerinin İrdelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 244.
- GÖNÜL, İ.A., Çelebi, G., (2003). Binalarda Zeminden Kaynaklanan Nemlenmeyi Önleme Yöntemleri. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, (18)4,112.
- GÜRDAL, E., KARAGÜLER, M.E. (2000). *Yapı Hasarları ve Yapı Korunması* (İkinci baskı). Türkiye: İ.T.Ü. Döner Sermaye İşletme yayınları, 55.
- NAM, E. (1997). *Yeraltı Su Seviyesi Altında Bulunan Yapı Elemanlarında Su Yalıtım Uygulama Yöntemleri ve Kullanılan Malzemeler*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 96.
- SUNGUROĞLU, İ., Cansun, O., Yücesoy, L., Işık, B., Kızılgün, F., Aygün, M., Ünlü, A. ve Altun, C. (1990). *İnşaat Uygulaması Sırasında Temel Suyuna Karşı Alınacak Önlemler ile Yapılması Gereken İmalatın Seçimi ve Niteliği* (Birinci baskı). Türkiye: İ.T.Ü. Döner Sermaye İşletme yayınları, 45.
- ŞAHAL, A., (1992). *Temellerde Su Yalıtımı*, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 115.
- ŞİMŞEK, Z. (2005). *Yapı Yeraltı Kabuğunda Su ve Nem Sorunlarının Geçirimsiz Beton Malzeme ile Giderilmesinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 42-43.
- TEKİN, Ç., Diri, A.C., ve Bonfil, J. (2015). *Mimari yapılarda Su Yalıtımı* (Birinci baskı). Türkiye: BTM yayınları, 18-138.
- WILLIAMS. G. P. Drainage Around Buildings, (<http://irc.nrc-cnrc.ca>),
- YILDIRIM, M. (2012). *Yapılarda Su Geçirimsizliği ve Yalıtım Teknolojisi*, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 43-148.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : Mehmet Fatih ŞAHİNOĞLU
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 1985 – Çamlıdere
Medeni hali : Evli
Telefon : 0312 303 32 83
e-posta : fsahinoglu@ilbank.gov.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Kocaeli Üniversitesi	2008
Lise	İnönü Lisesi	2003

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2013	İller Bankası A.Ş.	Tek. Uzm. Yrd.
2012	TKDK	Uzman
2010	Ankara Büyükşehir Belediyesi	İnşaat Mühendisi
2009	Frito-Lay Ar&Ge Lab. inşaatı	İnşaat Mühendisi
2008	Derince İ.Ö.O. inşaatı	İnşaat Mühendisi

Hobiler

Kitap okumak, spor yapmak.



İLBANK
TÜRKİYE’NİN YAPICI GÜCÜ