

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YAPILARDA SU GEÇİRİMLİLİĞİ VE YALITIM
TEKNOLOJİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnşaat Mühendisi Murat YILDIRIM

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
Enstitü Bilim Dalı : YAPI MALZEMESİ
Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Mansur SÜMER

OCAK 2012

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YAPILARDA SU GEÇİRİMLİLİĞİ VE YALITIM
TEKNOLOJİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnşaat Mühendisi Murat YILDIRIM

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : YAPI MALZEMESİ

Bu tez 26/01/2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Yrd.Doç.Dr.Mansur SÜMER
Jüri Başkanı

Prof.Dr.Kemalettin YILMAZ
Üye

Prof.Dr.Ahmet APAY
Üye

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca yardımlarını esirgemeyen, çalıőmalarımı her aşamada izleyip değerlendirerek yön veren danıőmanım Yrd.Doç.Dr. Mansur SÜMER'e, tezin son halinin oluőmasında tenkit ve tavsiyeleri ile bana yol gösteren Prof.Dr. Kemalettin YILMAZ ve Prof.Dr. Ahmet APAY'a, çalıőmalarımı sabırla destekleyen, moral ve yardımlarını esirgemeyen, her zaman yanımda olan aileme, iş yeri arkadaőlarıma ve dostlarıma en içten dileklerle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
TABLolar LİSTESİ	xiv
ÖZET	xv
SUMMARY	xvi

BÖLÜM 1.

GİRİŞ.....	1
1.1. Araştırmanın Amacı	2
1.2. Araştırmanın Kapsamı.....	2

BÖLÜM 2.

YAPILARA ETKİ EDEN SU TÜRLERİ VE SUYUN YAPILARA

GELİŞİ.....	4
2.1. Yapılara Etki Eden Su Türleri.....	4
2.1.1. Yeraltı suları.....	4
2.1.1.1. Sızıntı suları.....	5
2.1.1.2. Zemin nemi.....	6
2.1.1.3. Yeraltı suları.....	7
2.1.2. Yer üstü suları ve yağışlar.....	8
2.1.2.1. Yağmur ve kar şeklindeki yağışlar.....	8
2.1.2.2. Su buharı.....	9
2.1.2.3. Kullanma suyu.....	9
2.2. Kuvvetler.....	10

2.2.1. Yerçekimi kuvveti.....	10
2.2.2. Kapiler hareket.....	10
2.2.3. Yüzey gerilimi.....	11
2.2.4. Hava basıncı farklılıkları.....	11
2.2.5. Rüzgar kuvvet.....	11
2.3. Suyun Yapıya Gelişi.....	11
2.3.1. Zemin suları ile nemlenme.....	11
2.3.2. Yağış suları ile nemlenme.....	12
2.3.3. İnşaat sırasında yapı bünyesinde kalan su ile nemlenme.....	12
2.3.4. Terleme, difüzyon sonucu kondansasyon ve higrotermik olay nedeni ile nemlenme.....	13
2.3.5. Yapıdaki arızalar ve yanlış uygulamalar sonucu su sızmaları ile nemlenme.....	14
2.3.6. Yapı bünyesinde suyun yayılması.....	14
2.4. Yapı Malzemelerinin Su ve Su Buharı ile İlgili Özellikleri.....	16
2.4.1. Su emme.....	17
2.4.2. Su geçirimsizliği.....	17
2.4.3. Kılcallık.....	18
2.4.4. Higroskopik emicilik.....	21
2.4.5. Higroskopik denge nemliliği.....	21
2.4.6. Özgül nemlilik.....	22
2.4.7. Doyma nemliliği.....	22
2.4.8. Su buharı difüzyon geçirgenliği.....	23
2.4.9. Difüzyon direnç faktörü.....	23
BÖLÜM 3.	
SUYUN YAPIDAKİ ETKİLERİ.....	24
3.1. Suyun Yapılara Fiziksel Etkileri.....	26
3.1.1. Suyun don etkisi.....	27
3.1.2. Şişme ve büzülme.....	29
3.1.3. Çiçeklenme.....	31
3.1.4. Yapılarda ıslanma sonucu oluşan diğer fiziksel hasarlar.....	32
3.2. Suyun Yapılara Kimyasal Etkileri.....	33

3.2.1. Suyun çözücülük etkisi.....	35
3.2.2. Suyun hidroliz özelliği.....	36
3.2.3. Suyun hidrasyon özelliği.....	37
3.2.4. Suyun oksidasyon ve redüksiyon özelliği.....	37
3.2.5. Asit etkisi.....	38
3.2.6. Sülfat etkisi.....	39
3.2.7. Karbonatlaşma.....	40
3.2.8. Klor etkisi.....	40
3.2.9. Korozyon.....	41
3.2.9.1. Korozyon oranının belirlenmesi.....	46
3.2.9.2. Korozyonun sistem davranışına etkisi.....	47
3.2.9.3. Korozyon hasarlarının giderilmesi.....	47
3.2.10. Alkali-silika reaksiyonu.....	48
3.2.10.1. Alkali-silika reaksiyonu mekanizmaları.....	49
3.2.10.2. Alkali-silika reaksiyonunu etkileyen faktörler.....	49
3.2.10.3. Alkali-silika reaksiyonunun belirtileri.....	51
3.2.10.4. ASR'yi kontrol altına alma yöntemleri.....	51

BÖLÜM 4

YERALTI SU SEVİYESİ ALTINDA BULUNAN YAPI

ELEMANLARINDA KULLANILAN MALZEMELER VE YALITIM

TEKNOLOJİLERİ..... 53

4.1. Betonu Geçirimsiz Kılan Kimyasal Maddeler.....	54
4.1.1. Beton harcına katılan kimyasal katkı maddeleri.....	54
4.1.2. Betona sonradan enjekte edilen katkı maddeleri.....	56
4.2. Modifiye Polimer Bitümlü Su Yalıtım Örtüleri.....	59
4.2.1. Bitüm.....	61
4.2.1.1. Elastomerik bitüm.....	62
4.2.1.2. Plastomerik bitüm.....	63
4.2.2. Taşıyıcı (Armatür).....	64
4.2.2.1. Polyester keçe taşıyıcılı polimer bitümlü yalıtım örtüleri.....	66
4.2.2.2. Cam tülü taşıyıcılı bitümlü yalıtım örtüleri.....	73

4.3. Plastik Su Yalıtım Örtüleri.....	76
4.3.1. Polietilen (PE) esaslı plastik yalıtım örtüleri.....	80
4.3.2. Kauçuk esaslı plastik yalıtım örtüleri.....	81
4.3.3. Polivinil klorür (PVC) esaslı plastik yalıtım örtüleri.....	82
4.3.4. Poliizobitülen (PIB) esaslı plastik yalıtım örtüleri.....	82
BÖLÜM 5.	
YER ALTI SU SEVİYESİ ALTINDA BULUNAN YAPI	
ELEMANLARINDA SU YALITIMI UYGULAMA YÖNTEMLERİ.....	84
5.1. Dıştan Uygulama Yöntemi.....	90
5.1.1. Yapı çukurunun açılması ve çukurda su sorununun çözülmesi.....	92
5.1.2. Zeminin ıslah edilmesi.....	96
5.1.3. Taban betonu dökülmesi.....	98
5.1.4. Yatay yalıtımın uygulaması.....	100
5.1.4.1. Derzlerde yatay yalıtım uygulaması.....	103
5.1.4.2. Yüksek kolon basıncı olan yerlerde yatay yalıtım uygulaması.....	104
5.1.4.3. Çok sayıda ve kesişen kolon dizilerinde yatay yalıtım uygulaması.....	105
5.1.5. Yatay yalıtımın korunması (koruyucu beton dökülmesi)...	105
5.1.5.1. Yalıtıma ara verildiğinde yatay yalıtımın korunması	107
5.1.5.2. Eğimli yüzeylerde yatay yalıtımın korunması.....	108
5.1.5.3. Taban betonunun temel sınırları dışında kalan kısımlarında yatay yalıtımın korunması.....	108
5.1.6. Taşıyıcı konstrüksiyonun yapılması.....	109
5.1.7. Düşey yalıtımın yapılması.....	110
5.1.8. Düşey yalıtımın korunması (sırt duvarı yapılması).....	112
5.1.8.1. Sırt duvarı üzerindeki derzler.....	113
5.1.8.2. Sırt duvarında ankraj.....	114
5.1.8.3. Sırt duvarının bitiş detayı.....	115
5.1.9. Dolgu tabakasının yapılması.....	119
5.2. İçten Uygulama Yöntemi.....	121

5.2.1. Yapı çukurunun açılması ve çukurdaki su sorununun çözümlemesi.....	122	
5.2.2. Yapı çukurunda palplanşların yapılması.....	122	
5.2.3. Zeminin ıslah edilmesi.....	123	
5.2.4. Betonarme çanağın yapılması.....	124	
5.2.5. Yatay yalıtımın uygulanması.....	125	
5.2.6. Yatay yalıtımın korunması.....	127	
5.2.7. Yapı taşıyıcı döşemesinin yapılması.....	127	
5.2.8. Düşey yalıtımın yapılması.....	127	
5.2.9. Taşıyıcı perde duvarının yapılması.....	129	
BÖLÜM.6.		
TOPRAK ÜSTÜ SU YALITIMI VE YALITIM		
TEKNOLOJİLERİ.....	133	
6.1. Uygulamalar.....	134	
6.1.1. Düşey uygulamalar.....	134	
6.1.2. Yatay uygulamalar.....	135	
6.2. Toprak Üstü Su Yalıtımının Maruz Kalan Problemler.....	135	
6.3. Yalıtım Malzemeleri.....	137	
6.3.1. Düşey yalıtım malzemeleri.....	137	
6.3.1.1. Şeffaf su iticiler.....	137	
6.3.1.2. Çimentolu tabakalar.....	138	
6.3.1.3. Elastomerik tabakalar.....	139	
6.3.2. Yatay yalıtım malzemeleri.....	140	
6.3.2.1. Döşeme katmanları.....	140	
6.3.2.2. Şeffaf döşeme yalıtımları.....	141	
6.3.2.3. Koruyucu membranlar.....	143	
BÖLÜM 7.		
TOPRAK ÜSTÜ YALITIM SİSTEMLERİ.....		145
7.1. Rijit Yalıtımlar.....	145	
7.1.1. Geçirimsiz beton.....	146	
7.1.2. Geçirimsiz sıva veya şap.....	147	

7.2. Sürülerek Uygulanan Sistemler.....	147
7.2.1. Bitüm esaslı yalıtkanlar.....	148
7.2.2. Bitümlü kopolimerler.....	148
7.2.3. Çimentolu kopolimer karışımlar.....	149
7.2.4. Kopolimer sıvı malzemeler.....	149
7.3. Pestil Şeklinde Serilerek Uygulanan Sistemler.....	150
7.3.1. Bitümlü örtüler veya pestiller.....	151
7.3.2. Bitümlü kopolimer örtüler.....	151
7.3.3. Polimer örtüler.....	152
7.4. Çatılarda İkincil Su Sızdırmazlık Tabakası Kullanımı.....	152
7.5. Su Tutucu Bantlar – Derz Dolguları ve Profilleri.....	154
7.6. Macunlar ve Fitiller.....	155
BÖLÜM 8.	
TERASLARDA LİKİT MEMBRANLARLA SU YALITIMIVE YALITIM	
TEKNOLOJİLERİ.....	156
8.1. Sıvı Uygulanan Elastomerik Su Yalıtım Malzemeleri.....	160
8.1.1. Genel uygulama karakteristikleri.....	161
8.2. Sıvı Uygulanan Plastik Su Yalıtım Malzemeleri.....	162
8.2.1. Genel uygulama karakteristikleri.....	163
8.3. Sıvı Uygulanan Polimer – Bitümler.....	164
8.3.1. Genel uygulama karakteristikleri.....	166
8.4. Parapetler ve Baca Dipleri.....	166
8.5. Su İnişleri ve Süzgeçler	169
BÖLÜM 9.	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	171
KAYNAKLAR.....	174
ÖZGEÇMİŞ	176

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

APP	: Ataktik polipropilen
ASR	: Alkali silika reaksiyonu
°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
CMS	: Kloro-sülfonatlanmış polietilen
DIN	: Alman standardı
e ⁻	: Elektron iyonu
EAC	: Etilen aspilester
ECB	: Etilen koplimerler ve bitüm
EPM	: Etilen proplen
EVA	: Etilen vinil asetat
E.Y.S.S.	: En yüksek su seviyesi
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
LPG	: Sıvılaştırılmış petrol gazı
m	: Metre
m ³	: Metreküp
Mg	: Magnezyum
mm	: Milimetre
MPa	: Megapaskal
N	: Newton
Na	: Sodyum
NaCl	: Sodyumklorür
Na ₂ O	: Sodyumoksit
NH ₄	: Amonyum
OH	: Hidroksit
PE	: Polietilen
PP	: İzotaktik polipropilen
PIB	: Poli-izobutilen
PVC	: Polivinil klorür
rpm	: Dakikadaki devir sayısı
SBS	: Elastomer bitüm
sn	: Saniye
SO ₃	: Sülfid
SO ₄	: Sülfat
TS	: Türk standardı
UV	: Ultraviyole
~	: Yaklaşık
%	: Yüzde

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Zemin suları.....	5
Şekil 2.2.	Sızıntı ve yeraltı suları.....	6
Şekil 2.3.	Zemine oturan döşemelerde zemin neminin etkisi.....	7
Şekil 2.4.	Hidrostatik basınç.....	37
Şekil 2.5.	Yalıtımın uygulandığı seviyenin üzerinde toprak tabakasının bulunması durumunda nemin yapıya etkisi.....	49
Şekil 2.6.	Zemine oturan döşemelerde sıçrama ve birikme sularının etkisi...	50
Şekil 2.7.	İç mekanlardan sızan suyun sıvayı bozması.....	56
Şekil 2.8.	Boşluklarda su iletimi.....	58
Şekil 2.9.	Suyun kılcal boru içinde yükselmesi.....	63
Şekil 2.10.	Kılcallık yoluyla suyun yatay olarak ilerlemesi.....	65
Şekil 2.11.	Yağmur damlasının yapı betonunda yatay ilerlemesi.....	70
Şekil 3.1.	Yanlış detay uygulamaları binanın ön yüzünde hasara neden olur	70
Şekil 3.2.	Balkonda damlalık yapılmadığı için binanın önyüzünde hasar oluşması.....	79
Şekil 3.3.	Tasarım sürecinde gerekli su yalıtımının düşünülmemesi sonucu görülen hasarlar.....	80
Şekil 3.4.	Kılcal su yükselişleri hasara sebep olur.....	82
Şekil 3.5.	Eşikteki yanlış detay	82
Şekil 3.6.	Gerekli yalıtımın yapılmaması sonucunda zarar gören yapı.....	83
Şekil 3.7.	Korozyon sonucu donatıların zarar görmesi.....	84
Şekil 3.8.	Beton içindeki donatının korozyonu ve passivasyon tabakasının oluşumu	87
Şekil 3.9.	Donatı paslanması sonucu pas payı betonunda çatlak oluşumu ve kapak atma.....	88

Şekil 3.10	Donatı korozyonu sonucu pas tabakasının beton yüzeyine sızması	90
Şekil 3.11.	Donatı korozyonu sonucu donatının açığa çıkması	87
Şekil 3.12.	ASR hasarına bağlı olarak oluşan çatlaklar	87
Şekil 4.1	Karışımın gergi demiri ve ahşap takoz olan yerlerde uygulanması	90
Şekil 4.2.	Karışımın segregasyon görülen yerlerde uygulanması	88
Şekil 4.3.	Yalıtım katlarının belirlenmesi	90
Şekil 4.4.	Polyester keçeli polimer bitümlü su yalıtım örtüsü	90
Şekil 4.5.	İki katlı uygulama.....	91
Şekil 4.6.	Cam tülü taşıyıcılı polimer bitümlü yalıtım örtüsü.....	92
Şekil 4.7.	Geotekstiller	92
Şekil 4.8.	Mekanik Sabitleme Sistemi.....	93
Şekil 4.9.	PVC geomembran	94
Şekil 5.1.	Dıştan bohçalama yöntemi	95
Şekil 5.2.	Basıncılı zemin suyuna karşı dıştan uygulanmış dış yalıtım	96
Şekil 5.3.	Basıncılı zemin suyuna karşı içten uygulanmış dış yalıtım	97
Şekil 5.4.	Temel etrafındaki kanalda toplanan suyun pompalar ile uzaklaştırılması.....	90
Şekil 5.5.	Yapı tabanı altına döşenen büz ağının kanallarla birleşip yapı çukurundan uzaklaştırılması.....	91
Şekil 5.6.	Boşlukların toprak ile doldurulması sonucu taban yalıtımında ortaya çıkacak hasarlar.....	92
Şekil 5.7.	Yapının oturmasından dolayı taban yalıtımının zarar görmesi.....	98
Şekil 5.8.	Yükseklik farklarında şevli geçiş detayı	99
Şekil 5.9.	Taban betonu	99
Şekil 5.10.	Az kot farklarında 30° 'lik şevli geçiş	100
Şekil 5.11.	Uzun eğik yüzeylerde yalıtımın kaymasına karşı çözüm	101
Şekil 5.12.	Taban betonuna yapıştırılan yatay yalıtım	102
Şekil 5.13.	Taban yalıtımında çalışma ek yerleri.....	102
Şekil 5.14.	Yatay yalıtımın ara verdikten sonra devam etmesi	105
Şekil 5.15.	Derz bölgesinde yalıtım takviyesi	105
Şekil 5.16.	Derz bölgesinde yalıtım takviyesi	106

Şekil 5.17.	Yüksek kolon basıncında derinleştirme	108
Şekil 5.18.	Temel altında hava yastıkları	109
Şekil 5.19.	Yatay yalıtımın korunması	110
Şekil 5.20.	Yalıtımın biten kısmında koruyucu beton	111
Şekil 5.21.	Geçici olarak korunmuş yatay yalıtım eki	112
Şekil 5.22.	Temel sınırı dışındaki yatay yalıtımın geçici olarak korunması ...	113
Şekil 5.23.	Taşıyıcı konstrüksiyonun yapılması	114
Şekil 5.24.	Düşey yalıtım	115
Şekil 5.25.	Tersine dönük ek	116
Şekil 5.26.	Sırt duvarının oturacağı taban	117
Şekil 5.27.	Planda küçük girinti ve çıkıntıların şevlendirerek geçilmesi	117
Şekil 5.28.	Sırt duvarında takviye kolonları	117
Şekil 5.29.	Sırt duvarında takviye kolonları	117
Şekil 5.30.	Sırt duvarında ankraj uygulaması	117
Şekil 5.31.	Düşey yalıtımın bitiş detayı	117
Şekil 5.32.	Sırt duvarının en iyi bitiş detayı.....	117
Şekil 5.33.	Ek yerlerinin geçici olarak kapatılması	117
Şekil 5.34.	Ek yerlerinin devam ettirilmesi	117
Şekil 5.35.	Dolgu toprak basıncının etkisi	117
Şekil 5.36.	Temel derinliği (h) ile temel genişliği arasındaki bağıntı	117
Şekil 5.37.	Basıncılı zemin suyuna karşı iç yalıtım uygulaması	117
Şekil 5.38.	Su şişikleri	117
Şekil 5.39.	Betonarme çanak	117
Şekil 5.40.	Taban yalıtımı	117
Şekil 5.41.	Yatay yalıtımın bitimi	117
Şekil 5.42.	Radye temel plağı	117
Şekil 5.43.	Sırt duvarında ankraj mesafeleri	118
Şekil 5.44.	Ankrajlı sıkıştırmada ankraj detayları	119
Şekil 5.45.	Donatıların yalıtıma olan uzaklıkları	120
Şekil 5.46.	Sırt duvarına yapıştırılan yalıtımın belli bir yükseklikten sonra taşıyıcı perde betonuna yapıştırılması	121
Şekil 5.47.	Taşıyıcı perdenin sırt duvarı üzerinden devam etmesi	122
Şekil 5.48.	Düşey yalıtımı ile zemin nemi yalıtımının birleşmesi	123

Şekil 5.49.	Taşıyıcı perdede yatay yalıtım	124
Şekil 7.1.	Sürülerek yapılan yalıtımın korunması	125
Şekil 7.2.	Polimerik bitümlü su yalıtım örtüleri	126
Şekil 7.3.	Dilatasyon bandı	127
Şekil 8.1.	Terasta püskürtme su yalıtımı uygulanması	128
Şekil 8.2.	Sürülerek uygulanan teras yalıtımı	129
Şekil 8.3.	Teras yalıtımında baca detayı	130
Şekil 8.4.	Yüksek ve yüksek olmayan parapetlerde çatı detayı	131
Şekil 8.5.	Su inişleri ve süzgeçler	132

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1.	Çeşitli malzemelerde su emme, su geçirimsilik ve kılcallık katsayıları	14
Tablo 2.2.	Bazı yapı malzemelerinin hacim yüzdesi cinsinden, higroskopik denge nemlilikleri.....	17
Tablo 2.3	Dış sıvanın yetersizliği sonucu yapıların cephelerindeki özgül denge ve doyma nemlilikleri.....	18
Tablo 3.1	Yapı malzemelerinde şişme ve büzülme değeri.....	54
Tablo 4.1.	Bitümlerin Özellikleri	57
Tablo 4.2.	Polyester keçe taşıyıcısının fiziksel özellikleri	58
Tablo 4.3.	Polyester keçe taşıyıcılı polimer bitümlü yalıtım örtülerinin teknik özellikleri	66
Tablo 4.4.	Cam tülünün fiziksel özellikleri	68
Tablo 4.5.	Cam Tülü Taşıyıcılı Polimer Bitümlü Yalıtım Örtülerinin Teknik Özellikleri	98
Tablo 7.1.	Çatı konstrüksiyonunun maruz kaldığı güçler, etkiler ve önlemler	68
Tablo 8.1.	Su yalıtımı için sıvı uygulanan plastik malzemeler	68
Tablo 8.2	Teras çatılarda sıvı halde uygulanan su yalıtım malzemeleri.....	18

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Yalıtım, İzolasyon, Korozyon, Nem

Bu çalışmada, betonarme yapılarıdaki su geçirimsizliği; nedenleri, uygulama yöntemleri ve detayları ele alınmış yalıtım teknolojileri hakkında bilgi verilmiştir.

Suyu yapıdan güvenle uzaklaştırmak ve yeterli su sızdırmazlık sağlamak için üretilmiş çok çeşitli malzemeler üretilmiştir. Bu malzemelerin yapısal özelliklerine göre de su yalıtımında kullanılma şekilleri farklılıklar göstermektedir. Çalışmada önce yapılara etki eden su türleri ve suyun yapıya geliş yolları anlatılmıştır. Suyun yapıdaki fiziksel ve kimyasal etkileri genel olarak ele alınmıştır. Yer altı ve yerüstünde kalan yapı elemanlarının su izolasyonu yöntemleri ve izolasyon malzemeleri

Suyun yapılar üzerindeki etkisi bina ömrü ve güvenliğiyle ilgilidir. Etkili ve uzun ömürlü bir su izolasyonunun nasıl olması gerektiği sonuç kısmında anlatılmıştır. Ayrıca ülkemizdeki su izolasyonu ile ilgili eksikliklerin giderilmesi hakkında önerilerde bulunulmuştur.

WATERPROOFING ON TH STRUCTURE AND APPLICATION TECHNIQUES

SUMMARY

Keywords : Insulation, Damp, Membrane

At this study contained about waterproofing of armoured concrete stuctures, reasons, method of aplications and details.

To chase the water from the structure and generated different materials to provide the water impermeability . This structural characteristics of materaials showing differences for using waterproofing. At this study the first step is effected of the structure to the water species and the way to coming to the structure. Covering about the water's physical and chemical impact on the structure.

Analysing waterproofing methodology and insulation materials the structural elements over Underground and aboveground

This is related about building life and safety on structure of action. At the end of end explained how is the best way to make longevous of waterproofing. Accountancy this study gives to overture about decrease of the waterproofing in our country.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Su, yapı malzemesi olarak, birkaç bağlayıcı malzemenin hidratasyonu ve kazanması için gereklidir. Fakat yapılar tamamlandıktan sonra su, yapı için tahrip edici bir madde haline gelir.

Suyun gaz,sıvı veya katı halde oluşu, sıcaklığı, basıncı, içinde taşıdığı iyonların türü ve miktarı yapılarda, nemlenme, ıslanma, çiçeklenme, küflenme, erime, çatlama ve bunun gibi olaylara, metallerde ise korozyona neden olur. Sonuç olarak, yapı elemanlarında hasarlar meydana gelir ve yapının faydalı ömrü kısalır. Ayrıca yapı kullanıcılarının sağlıkları da zarar görür.

Yapı bünyesi ve kullanıcı sağlığı açısından önemli olan diğer bir konuda su ile ısı arasındaki ilişkidir. Yapı bünyesine giren su, bünyede yer alan ısı yalıtım malzemelerini ıslatır ve ısı geçirgenlik dirençlerini azaltır. Bu ısı izolasyonu sistemi etkisiz hale gelir ve ısınma giderleri artar.

Su yapıya nerden ve ne şekilde gelirse gelsin, suyun yapıya zarar vermesini önlemek için su izolasyonu yapılır. Yapı sudan korunarak servis ömrünün uzatılması sağlanır. Bu nedenle, tasarım aşamasında yapının işlevine ve konumuna bağlı olarak elemanlarının su ile teması dikkate alınmalıdır.

Yalıtımın doğru yapılabilmesi için, malzeme özelliklerinin, akışkan özelliklerin ve cisim ile akışkan arasındaki etkileşimin iyi bilinmesi gerekir.

Ülkemizdeki yapılarda suya karşı yalıtım önlemleri ya alınmamakta ya da binada hasarlara neden olan hatalı yalıtım uygulamaları yapılmaktadır. Bu durumun nedenleri arasında, izolasyon önlemlerinin ön proje aşamasında ele alınmaması,

yalıtıma önem verilmemesi, konu hakkında mimar, mühendis ve uygulayıcıların yeterli bilgiye sahip olmaması sıralanabilir.

Yeraltı suyu etkisi olan yapılarda, inşaat bittikten sonra yapılacak yalıtım, teknik açıdan hem zordur, hem de tam bir başarı sağlama şansı düşüktür. Bu konu iyi bilinmediğinden; proje müellifleri genelde temel öncesi yalıtım uygulaması yerine yalıtımı, inşaat devam ederken ya da bittikten sonra su sorunu yaşanırsa yapmaya karar verirler.

Yalıtım önlemleri alınması için yapılacak masraflar, yapının ilk yatırım maliyetinin küçük bir kısmını oluştururlar. Yalıtımsız yapılarda ortaya çıkan hasarları onarım için yapılan masraflar ise çok daha fazladır. Bu masraflar; hasar ne kadar gizli yerde ise o kadar artmaktadır.

Yalıtımın ön proje aşamasında değerlendirilip yapılmasına karar vermekle birlikte yalıtımda kullanılacak malzeme, uygulama tekniği ve işçilik de çok önemlidir. Bu üç kavramdan birinde yapılan bir hata, tüm sistemi etkiler. Seçilecek malzeme yer altı suyunun basınç etkisine, topraktaki mikroorganizmaların ve sudaki kimyasalların etkilerine uzun yıllar özelliğini kaybetmeden karşı koymalıdır.

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu tezin amacı; suyun yapılar üzerindeki etkilerini, etkileme yollarını ve hangi yollarla yapıya geldiklerini incelemek, suyun etkilerinden korunmak için oluşturulmak istenen tam geçirimsiz tabakaların hangi yalıtım sistemleri ve malzemeleriyle oluşturulacağına kararının verilmesine katkıda bulunmaktır.

1.2. Araştırmanın Kapsamı

Bu araştırmada suyun yapılarda yarattığı sorunlar ortaya konmuş, sonrada bu sorunları çözmeye kullanılan sistemler sırasıyla ele alınmıştır. Yapıların su yalıtımında kullanılan malzemeler sınıflandırılarak, bu malzemelerin üretim yöntemleri, özellikleri ve uygulama esasları incelenmiştir. Bütün bu bilgiler literatür

taraması, piyasa araştırması ve uygulama gözlemleri sonucunda elde edilmiştir. Çalışmanın sonucunda da elde edilen veriler değerlendirilip varılan sonuçlar sıralanmıştır.

BÖLÜM 2. YAPILARA ETKİ EDEN SU TÜRLERİ VE SUYUN YAPIYA GELİŞİ

Su, yapıları su buharı ve sıvı hali ile etkilemektedir. Bu bölümde, suların hangi kaynaklardan hangi yollarla yapıya geldiği ve yapı bünyesine nasıl yayıldığı incelenmiştir.

2.1. Yapılara Etki Eden Su Türleri

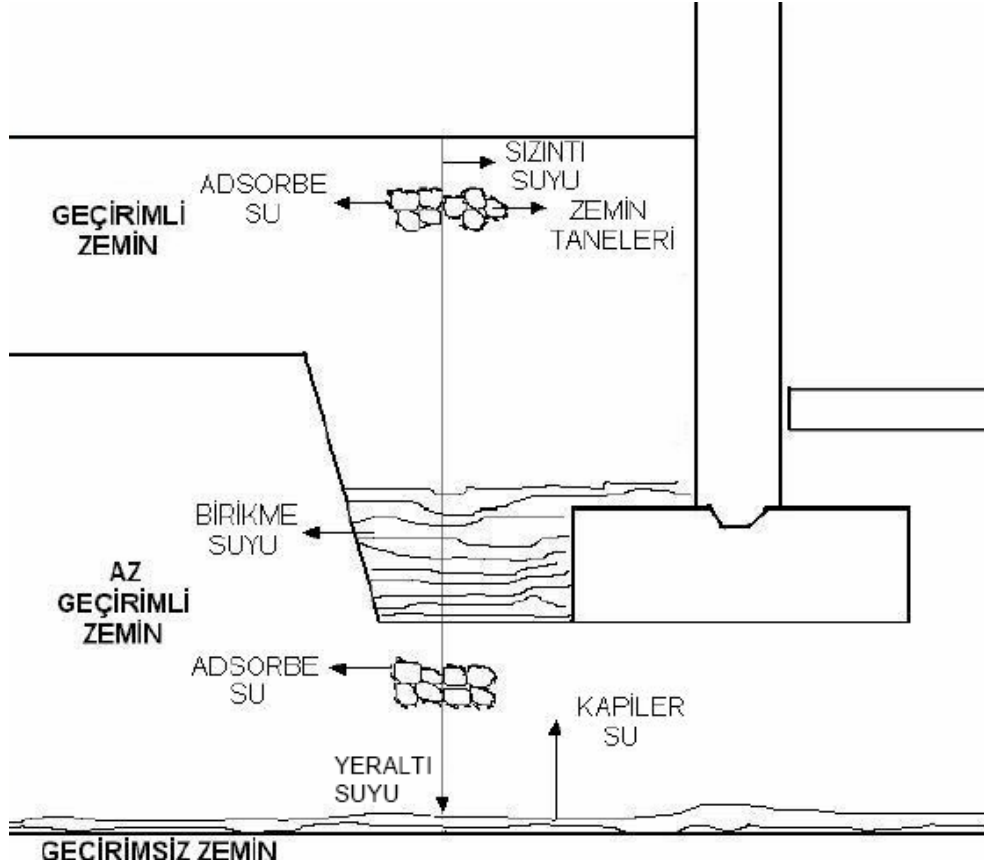
Su doğada, gaz hali ile su buharı olarak atmosferde ve malzemenin boşluklarında, sıvı hali ile yağmur, sel, birikinti suyu, göl ve denizlerde, su olarak çevremizde, katı halde kar, buz ve buzul şeklinde bulunmaktadır. Yapılarda ise yer altı suları olarak temel ve su basman seviyesinden, yağış suları olarak da çatı, düz damlar ve düşey yüzeylerden yapılara gelmektedir. Bu noktalardan suyun yapı ve yapı elemanlarına girmesini önleyecek yalıtımlar yapılmadığında ya da yetersiz yapıldığında, suyun zararlı etkileri görülmeye başlar.

Yapılara etki eden sular iki kısımda incelenebilir.

2.1.1. Yeraltı suları

Yağış suları toprak ile temas edince yerçekimi doğrultusunda, zemin geçirgenliğine bağlı olan bir hızla, sızma suyu olarak alt tabakalara doğru hareket eder. Sızma suyu daha az geçirimli bir zemin ile karşılaşırsa hareket hızı azalarak burada birikme suyunu oluşturur. Zeminin cinsine ve arazinin şekline bağlı olarak toprak tabakaları arasında biriken bu sulara zemin suları adı verilir.

Sızma suyu toprak daneleri arasındaki kılcal boşluklardan yerçekimine ters doğrultuda, atmosfer basıncı ile dengeleninceye kadar hareket ederek kapiler suyu oluşturur (Şekil 2.1).

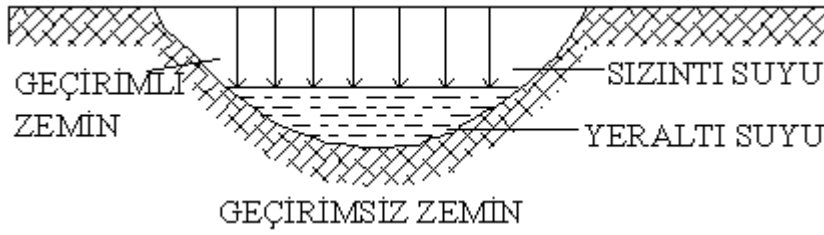


Şekil 2.1. Zemin suları

Hidrostatik basınç ve kapilariteye neden olan zemin sularını üç gruba ayırabiliriz.

2.1.1.1. Sızıntı suları

Yağış suları ve yüzey sularının geçirimsiz zemin üst tabakası ile temas edip toprak tabakalarının arasına sızması sonucunda oluşan sulara sızıntı suları adı verilir (Şekil 2.2). Bu sular, yerçekimi etkisi ile zemin elemanları arasından derinlere doğru iner.



Şekil 2.2. Sızıntı ve yer altı suları

Suların, yerçekimi etkisi ile zemin elemanları arasından derinlere doğru indiği bu bölgeye süzülme ve perkolasyon katmanı denir. Süzülme bölgesindeki yağış suları, bu bölgede yağış olmadığı dönemlerde kılcallık ve ısıl etkiler sonucunda yukarıya doğru yükselir. Yapıların bu bölgede kalan elemanları basınçsız su etkisi altındadır[1].

2.1.1.2. Zemin nemi

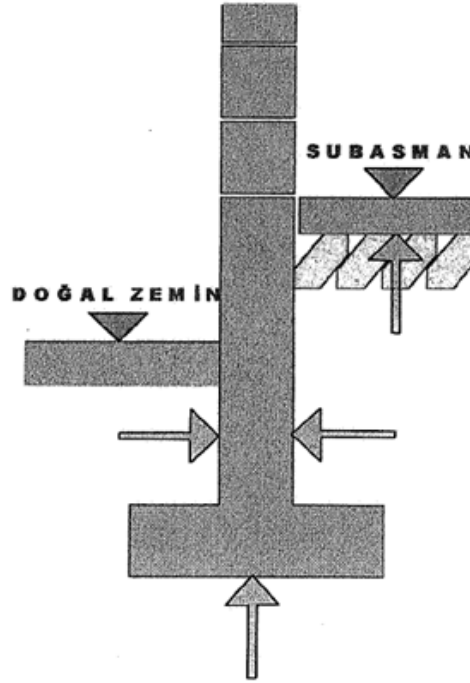
Sızıntı suları, tabakalardaki toprak daneleri arasında bulunan hava boşluklarından aşağı doğru iniş halinde bulunurlarken, bu boşlukları kısmen su ile doldurduklarında suya doymun bir bölge oluşur. Bu boşluklarda adezyon ile asılı kalan ıslaklığa zemin nemi, bu bölgenin üstünde oluşan yüzeye su tablası adı verilir[2]. Bu bölgenin altında bulunan yapı elemanları basınçlı su etkisi altındadır. Su geçirmeyen iki zemin tabakası arasında bulunan ve mahpus su denilen su yatakları gerçek basınçlı kaynaklardır.

Nemin oluşmasındaki ikinci etken yağış olmadığı sürelerde kılcallık ve ısıl etkiler sonucunda suyun, yer altı su tablasından zemin yüzeyine doğru yükselmesidir. Kurak mevsimlerde üst tabakalardaki nem buharlaşarak azalır.

Zemin neminde, sızıntı sularında olduğu gibi daha derinlere akma ve damlama, yer altı sularında olduğu gibi birikme gibi özellikler yoktur. Zemin nemi, toprak tabakaları arasındaki kılcal boşluklardan ilerler. Yapıların bu bölgede kalan elemanları basınçsız su etkisi altındadır.

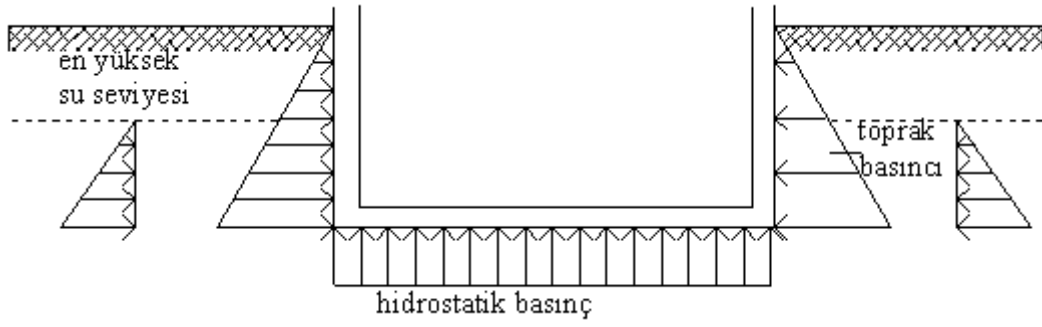
2.1.1.3. Yeraltı suları

Sızıntı suları geçirimli toprak tabakalarının arasından aşağıya doğru iniş halinde bulunurken, geçirimsiz bir tabakaya rastladıklarında burada birikerek yer altı sularını oluştururlar (Şekil 2.3). Sızıntı suları, belirli bir seviyeye kadar geçirimsiz tabakanın üzerinde yer alan geçirimli tabakanın toprak daneleri arasındaki hava boşluklarını su ile tamamen doldururlar. Diğer bir deyişle suya doymun bir bölge oluşur. Bu bölgenin üzeri bir yüzey oluşturur. Bu yüzeye yer altı su seviyesi ya da su tablası adı verilmektedir. Sızıntı sularının yağışlı mevsimlerde artması veya kurak mevsimlerde azalması sonucunda; yer altı sularının en yüksek seviyesi yükselir veya alçalır[3].



Şekil 2.3. Zemine oturan döşemelerde zemin neminin etkisi

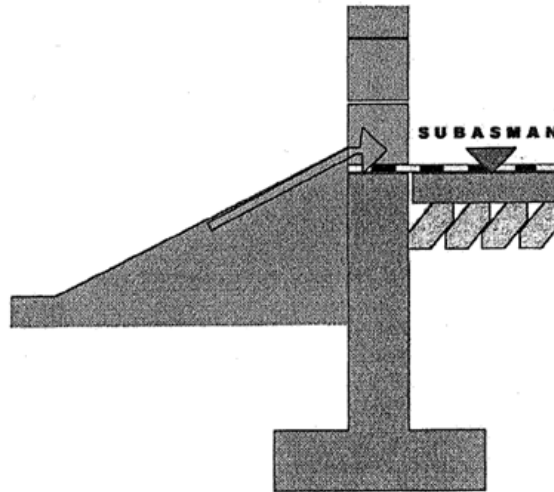
Bir yapının toprak altı elemanlarının bir bölümünün yer altı sularının en yüksek su seviyesi altında kalması durumunda, E.Y.S.S.'ne balı olarak bu sular, söz konusu elemanların su ile temas eden yüzeylerinde hidrostatik basınç oluştururlar (Şekil 2.4). Bu basınç, düşey yüzeylere yatay doğrultuda, yatay yüzeylere ise düşey doğrultuda etki eder. Yer altı su seviyesinin altında bulunan yapı elemanları basınçlı su etkisi altındadır[4].



Şekil 2.4. Hidrostatik basınç

2.1.2. Yerüstü suları ve yağışlar

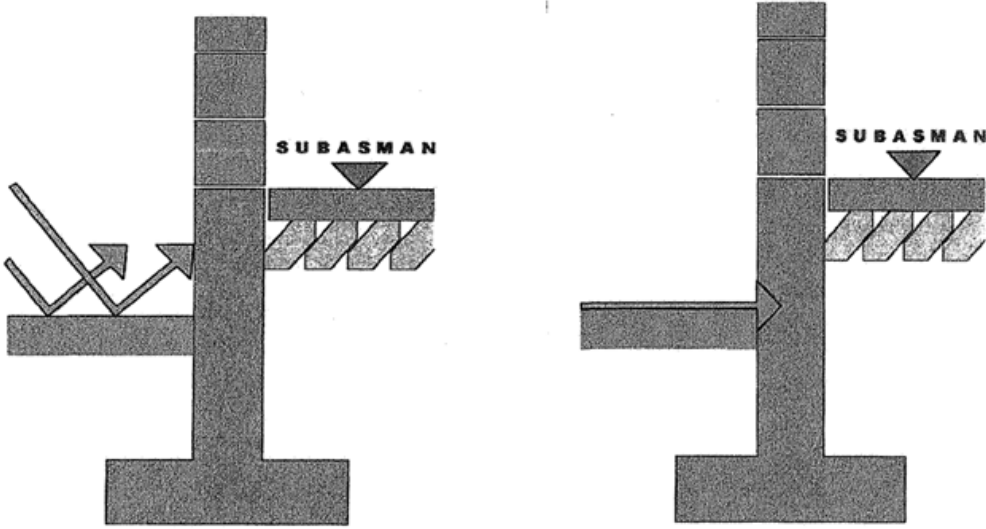
Yerüstü su kaynakları; yağmur ve kar şeklindeki yağışlar, havada bulunan su buharı ve kullanma sularıdır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Yalıtımın uygulandığı seviyenin üzerinde toprak tabakasının bulunması durumunda nemin yapıya etkisi

2.1.2.1. Yağmur ve kar şeklindeki yağışlar

Yağmur ve kar şeklindeki yağışlar, bina toprak üstü elemanlarından düz dam, teras ve düşey yüzeylerden yerçekimi etkisi ile aşağı doğru akar. Yapının bulunduğu bölgenin yağmur alma oranı suyun binaya etkisi için önemli bir etkendir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Zemine oturan döşemelerde sıçrama ve birikme sularının etkisi

2.1.2.2. Su buharı

Hava sıcaklığının yükselmesi atmosferde daha çok su buharının oluşmasına neden olmakta, tersi durum ise atmosferin su buharı bakımından doygun hale gelmesine ve taşıyamadığı su buharının su damlası şeklinde çeşitli malzemeler üzerinde yoğuşmasına neden olur. Yoğuşan suya nem veya çiğ adı verilir.

Su buharı yoğuşması olayının hava ve yapı elemanlarının nemliliği ile yakın ilişkisi vardır. Havada bulunan su buharı, yoğuşma olayının en önemli sebebidir. Yapı elemanlarının su ve su buharıyla ilgili özellikleri, yoğuşma olayının diğer bir sebebidir. Yoğuşma olayına tesir eden öbür sebeplerse; sıcaklık farklılığı ve yapı elemanlarının ısı transferi ile ilgili özellikleridir.

2.1.2.3. Kullanma suyu

Yapı dahilinde çamaşırlık, duş gibi duvar ve döşemeleri kullanma suyuna maruz ıslak hacimler söz konusudur (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. İç mekanlardan sızan suyun sıvayı bozması

2.2. Kuvvetler

Yukarıda sayılan kaynaklardan gelen suların yapı bünyesine girebilmesi için bazı kuvvetlere ihtiyaç vardır. Bu kuvvetler, doğal yerçekimi kuvveti, kapiler hareket, yüzey gerilimi, hava basıncı farklılıkları ve rüzgar kuvvetidir.

2.2.1. Yerçekimi kuvveti

Yerçekimi kuvvetinin etkisi düşey yüzeylerde veya elemanların gözenekli kısımlarında daha fazla görülür. Su bu bölgelerde doğal yerçekimi kuvvetinin etkisi ile yukarıdan aşağıya doğru akar.

2.2.2. Kapiler hareket

Kapiler hareket, yukarı yönde olan doğal bir harekettir. Bu hareket suyu yerçekiminin aksi yönde, yer altı kaynaklarından üst düzeydeki bölgelere taşır.

2.2.3. Yüzey gerilimi

Su moleküllerinin çekme kuvvetleri fazla olmadığı için yerleri sabit değildir, birbirleri üzerinde kayarlar. Üstte bulunan moleküller altta bulunanlar tarafından içe doğru çekilir ve bunun etkisiyle yüzey de küçülmeye çalışır. Bunun sonucunda da yüzey gerilimi oluşur. Suyun bu moleküler yüzey gerilimi suyun eleman bünyesine girmesine ve birleşim yerleri gibi uygun yüzeylerde ilerlemesine izin verir. Bu su yerçekimi ya da değişen hava basıncıyla bina içine ilerler.

2.2.4. Hava basıncı farklılıkları

Eğer yapı içindeki hava basıncı, dışarıdaki hava basıncından küçük ise su bina içine tam anlamıyla emdirilebilir.

2.2.5. Rüzgar kuvveti

Aşırı yağmur zamanında bina tam anlamıyla ıslanır. Eğer bina rüzgar kuvvetine dayanıklı değilse, bu kuvvet suyu yapı malzemesi veya elemanların boşluklarından içeri iter.

2.3. Suyun Yapıya Gelişi

Suyun her üç haline karşı yapılarda ve her türlü konstrüksiyonlarda önlem almak gerekir. Suyun üç halinin zararlarını açıklayabilmek için önce suyun yapıya hangi yollardan geldiği incelenmelidir. Bir yapı elemanının su ile ilgili sorunları yapı elemanının binada yerine göre ele alınır. Genellikle su ile doğrudan teması olan yapı elemanları çatılar, duvarlar ve temellerdir. Bu tür yapı elemanları çeşitli etkilerle ve şekillerde nemlenirler.

2.3.1. Zemin suları ile nemlenme

Zemin suları ile nemlenme aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. Şiddetli bir yağış sonucu zeminde biriken veya sel neticesi yapı duvarlarına temas eden suyun kılcallık yoluyla elemanlarına girmesi ile nemlenme.
2. Yapı temelleri ve bodrum duvarları gibi yapıların toprakaltı elemanlarını çevreleyen topraktaki sızıntı sularının ve zemin neminin, bina temellerinin, bodrum duvar ve döşemelerinin yüzeylerine basınçsız olarak etki etmesi ve söz konusu elemanların yüzeylerindeki gözeneklerden ve kılcal çatlaklardan yapı bünyesine nüfuz etmesi sonucu nemlenme.
3. Yapının bazı kısımlarının yer altı su seviyesi altında bulunması sonucu hidrostatik basınç etkisiyle suyun yapı bünyesine girmesi ve kılcallık yoluyla yükselmesi sonucu nemlenme.

2.3.2. Yağış suları ile nemlenme

Atmosferdeki su buharı, belirli sıcaklıklara bağlı olarak yoğunlaşarak yağmur, kar, dolu ve kırağı şeklinde oluşur ve yağış dediğimiz şekilde yeryüzündeki yapılarla temas ve bir kısım etkenlerle yapı elemanları içine girerler.

Yapı elemanları:

1. Yağmur suyunun kinetik enerjisi ile duvara veya terasa çarpması sonucu gözenek ve çatlaklardan içeri girmesi,
2. Duvar yüzünde yağış nedeniyle meydana gelen nemin kılcal kanallarla, kapilarite ile yapı elemanına girmesi,
3. Duvar ve teras çatlaklarına giren yağış suyunun yerçekimi kuvveti ile yapı elemanı içinde aşağılara yürümesi,
4. Duvar veya teras çatlaklarındaki, gözeneklerindeki yağış suyunun rüzgar basıncı ile yapı elemanına nüfuz etmesi nedeniyle nemlenir.

2.3.3. İnşaat sırasında yapı bünyesinde kalan su ile nemlenme

Yapı yapılırken kullanılan beton ve harçların üretimlerindeki su nedeni ile yapıda çok miktarda su bulunmaktadır. Yapının tamamlanmasının ardından, uygun çevre şartları bulunduğu oranda bu suyun büyük bir kısmı kurur.

Yapıda, özgül nemliliği yüksek olan bir eleman yeterince kurumadan bir yalıtım malzemesi ile kaplanması halinde rutubet uzun bir zaman gereksiz bir şekilde yapı elemanının bünyesinde kalır[5].

2.3.4. Terleme, difüzyon sonucu kondansasyon ve higrotermik olay nedeni ile nemlenme

Yapı elemanlarının iç ve dış çevre havası içinde bulunan rutubet ve bu rutubetin ısı etkisi ile malzeme içine girmesi aşağıdaki şekillerde olur.

1. Kullanılmayan ve havalandırılmayan bodrum boşluklarındaki nemin, kısmen higroskopik emicilik, kısmen de difüzyon ve terleme ile zemin kat döşemelerine geçmesi ile.
2. Boşluklu ve tabakalı duvar veya çatılarda nemli havanın kütle hareketi sırasında veya enfiltrasyon sonucu yapı elemanlarının içinden geçerken higroskopik malzemeler tarafından nemin emilmesi, çığ noktasından daha düşük sıcaklıklardaki yüzeylere çarpan hava içindeki nemin yoğunlaşarak terleme meydana gelmesi ve bu terleme suyunun kapilarite ve higroskopik emicilikle malzeme içine girmesi ile.
3. İç ve dış havanın rölatif nemliliğine ve sıcaklığına bağlı olarak havanın herhangi bir kütle hareketine ve basıncına lüzum kalmaksızın higroskopik emicilikle nemin malzeme içinde tutulması ile,
4. Bir yapı elemanın herhangi bir yüzey sıcaklığının, temas ettiği havanın çığ noktasına eşit veya daha düşük olması halinde hava içindeki su buharının belirli bir miktarının terleme suretiyle yoğunlaşarak ayrışması ve bu suyun kapilarite ve termik difüzyon yolu ile malzeme içine girmesi ile,
5. Yapı dışı ile içini ayıran bir yapı elemanı, az veya çok bir buhar difüzyon geçirgenliğine sahip ise; iç ve dış buhar basınç farkı sayesinde, su buharı yapı elemanı içinden difüzyon yolu ile geçer. Yüzeyde doyma sıcaklığına rastlamayan buhar, terleme olmadan malzeme içine girer. Malzeme içinde doyma sıcaklığına rastlayan buharın yoğunlaşarak kondansasyona neden olmasıyla, yapı elemanları nemlenirler.

Terleme ve termik difüzyon yolu ile nemlenme olayı kışın yapı elemanlarının iç yüzünde, yazın ise yapı iç hacim sıcaklığının çeşitli nedenlerle dış ortamdan daha düşük olduğu durumlarda, yapı elemanlarının dış yüzeyinde meydana gelir[5].

2.3.5. Yapıdaki arızalar ve yanlış uygulamalar sonucu su sızmaları ile nemlenme

Yapıdaki arızalar ve yanlış uygulamalar neticesi nemlenmeyi önlemek için yapının ilk tasarlanması sırasından itibaren gerekli bütün önlemlerin düşünülmesi ve uygulamanın hatasız ve eksiksiz yapılması zorunludur.

Herhangi arızalar ve yanlış uygulamalar neticesi nemlenmeyi önlemek için yapının ilk tasarlanmasından itibaren gerekli bütün önlemlerin düşünülmesi ve uygulamanın hatasız ve eksiksiz yapılması zorunludur.

Hatalı veya eksik uygulama arızalarını sonradan gidermek mümkünse de başlangıçta alınacak doğru önlemler yapının ve içinde yaşayanların sağlığını korur ve lüzumsuz masraflarını gerektirmez.

Yapıdaki arızalar ve yanlış uygulamalar sonucu meydana gelen nemlenme şekilleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. Yapı pis su, temiz su ve ısıtma tesisatlarının hatalı yapılması ve iyi kontrol edilmemesi sonucu meydana gelecek su sızmaları ile nemlenme.
2. Dış etkenler nedeniyle yapı bünyesinde meydana gelebilecek bozulma, bakım eksikliği nedeniyle nemlenme.
3. Eksik, hatalı ve kötü işçilikle yapılmış yalıtımların bozulması sonucu meydana gelen sızma ve akmalarla nemlenme

2.3.6. Yapı bünyesinde suyun yayılması

Yapı bünyesine giren su;

1. Bazı maddelerin eriyerek yıkanmasına ve dolayısıyla boşluklu bir yapı oluşmasına,
2. Suyun kimyasal maddeler içermesi halinde malzeme bünyesinde reaksiyona girerek kristalleşmeye ve hacim artışına,
3. Düşük sıcaklıklarda donan su ise çatlaklara neden olur.

Böylece yapı dayanımını yitirir.

Yapı üretiminde taşıyıcı, koruyucu veya süsleyici olarak kullanılan doğal taş, kiremit, beton, harç, seramik vb. malzemeler basınç dayanımı ile denetlenen gevrek ve gözenekli cisimlerdir.

İçinde düzgün ve dağınık, ilişkili veya ilişkisiz boşlukları bulunan katı cisme gözenekli cisim denir. Bu cisimler gözenekli oluşları nedeniyle su emme ve su geçirime özelliğine sahiptirler. Çeşitli malzemelerin su emme, su geçirimsizlik ve kılcallık katsayıları Tablo 2.1 'de verilmiştir[6].

Tablo 2.1. Çeşitli malzemelerde su emme, su geçirimsizlik ve kılcallık katsayıları

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

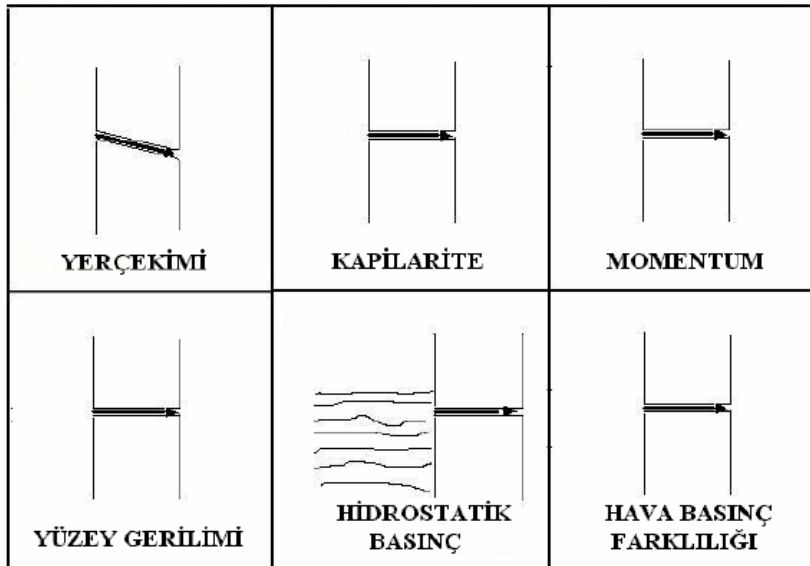
Gözenekli malzemelerde dışa açık ve birbiri ile ilişkili, akışkan akışının olduğu sürekli boşluklar ve dışa kapalı, birbiri ile ilişkili olmayan ve akışkan akışının olmadığı süreksiz boşluklar vardır. Bunlar; çok genel olarak moleküler boşluklar ve makro boşluklar olarak sınıflandırılabilir. Katı ve akışkan molekülleri arasında, moleküler kuvvetlerin önemli olduğu çok küçük boşluklara moleküler boşluklar denir. Bu boşluklar, kuvvet aralığı olarak da tanımlanır.

Akışkan hareketinin boşluk iç yüzeyinden kısmen etkilendiği boşluklara makro boşluklar denir. Boyutu, moleküler boşluklar ile makro boşluklar arasında olan boşluklar ise gözenek olarak bilinir[7].

Çeşitli kaynaklardan yapıya gelen sular, yapı üretiminde kullanılan malzemelerin gözenekli yapıya sahip olmaları sebebiyle yerçekimi, basınç, kapilarite gibi etkenlerle yapı bünyesinde dağılırlar. Suyun yapı bünyesinde yayılmasında; yapı elemanlarını oluşturan malzemelerin, su ve su buharı ile ilgili özellikleri önemlidir.

2.4. Yapı Malzemelerinin Su ve Su Buharı ile İlgili Özellikleri

Yapı elemanları, kendilerini meydana getiren malzemelerin su ile ilgili özellikleri dolayısıyla ve çeşitli nedenlerle bünyelerinde su veya suyun diğer şekillerini bulundururlar. Zeminle ilişkili yapı elemanlarının bünyelerinde veya bu elemanlar arasında kalan konstrüksiyon boşlukları üzerinden olan su transferi, çeşitli kuvvetler sayesinde sıvı akışı ile gerçekleşmektedir (Şekil 2.8). Küçük boşluklarda kapiler kuvvetler etkin olurken daha büyük boşluklarda farklı kuvvetler etkindir.



Şekil 2.8. Boşluklarda su iletimi

Genel olarak bütün yapı malzemeleri pratikte az veya çok nemlidirler. Yapı elemanının nemliliği içinde bulundurduğu su miktarı ile belirtilir[5].

Yapının suya karşı yalıtılması için yalıtım malzemelerinin özelliklerinden ve yalıtım tekniklerinden önce, yalıtılmasına gerek duyulan malzemenin gözenek yapısı ile ilgili fiziksel büyüklüklerin ve su ile ilişkilerinin irdelenmesi gerekir. Bu amaçla, aşağıda yapı elemanlarını oluşturan malzemelerin, su ve su buharı ile ilgili özelliklerine yer verilmiştir.

2.4.1. Su emme

Bünyesi boşluk içeren tüm taş bünyeli cisimler, su ile temas ettiklerinde boşlukları dolduracak miktarda su emerler. Boşlukların su ile dolmasında; bu boşlukların birbirleriyle ilişkisini sağlayan kanal, borucuk ve çatlakların varlığı ile boyutları önem kazanır. Cismin emeceği su miktarı, bu boşluklar arasındaki ilişkiye doğrudan bağlıdır.

Cismin bünyesinde bulunan ve dışarı kapalı olan boşluklar, normal koşullarda su ile dolmazlar. Hatta diğer boşluklardaki suyun donması halinde, büyüyen hacim için yedek bir genişleme bölgesi oluşturacaklarından cismin dayanıklılığı açısından bir anlamda yararlı oldukları da söylenebilir.

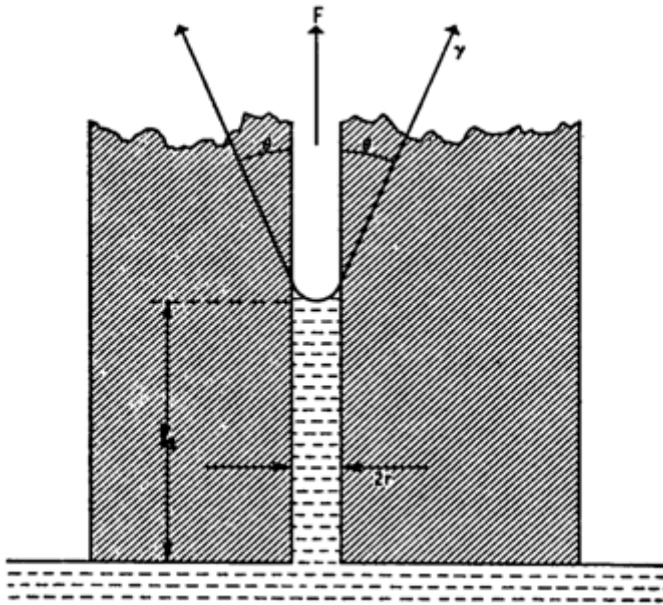
2.4.2. Su geçirimliliği

Bir yapı elemanının ayırdığı iki ortamdaki su farklı düzeylerde ise, bu ortamlar arasında hidrolik bir basınç farkı meydana gelir ve bunun sonucunda o malzeme içinde bir su akımı oluşur. Su geçirimliliği, belirli şartlar altında, birim alandan birim zamanda geçen su miktarıdır. Malzemenin bu özelliği geçirimlilik katsayısı (permeabilite) ile tanımlanır.

Geçirimlilik katsayısının niceliği üzerinde malzemenin porozitesi etkilidir. Porozite küçükse geçirimlilik katsayısı da küçük olacaktır. Porozitenin büyük olması halinde değişim lineer bir karakter göstermemektedir. Geçirimlilik katsayısının değeri, doğal taşlarda 10^{-9} - 10^{-12} cm/sn, betonda 10^{-7} cm/sn düzeyindedir. Bu değer $1,4 \cdot 10^{-8}$ cm/sn olduğunda betonun pratikte su geçirmez olduğu varsayılabilir[8].

2.4.3. Kılcallık

Kılcallık (kapilarite), malzemenin herhangi bir yüzeyi ile temas halinde bulunan suyun, belirli şartlarda, basınç farkına gerek olmaksızın kılcal kanallar yoluyla herhangi bir doğrultuda hareket etmesidir. Yüzey geriliminin oluşturduğu bileşke kuvvet (F) kılcal boru içindeki sıvının ağırlığına eşit olunca sıvının yükselmesi durur (Jurin Kanunu) (Şekil 2.9). Malzeme içindeki kılcal kanalların çaplarının inceliği oranında, kılcal emicilik artar. 150 μm 'den küçük olan ve kapiler denilen borucuklarda suyun yükselmesi; yerçekiminden bağımsız olarak devam eder. Kılcal emicilik özelliği, malzemenin nem alışverişini ve buhar difüzyonunu etkiler[8].



Şekil 2.9. Suyun kılcal boru içinde yükselmesi

Sıvının kılcal boru içinde yükselmesine neden olan kuvvet:

$$F=2\pi r\gamma\cos\theta$$

$$\text{Boru içindeki sıvının ağırlığı} = \pi r^2 \cdot h \cdot g \cdot \rho$$

Suyun yoğunluğu (ρ) = 1 gr/cm³ olduğundan boru içindeki suyun ağırlığı = $\pi r^2 h g$ olur.

Suyun boru içinde yükselmesi suyun ağırlığı F kuvvetine eşit oluncaya kadar devam eder.

$$\pi r^2 h g = 2 \pi r \gamma \cos \theta \quad \text{buradan}$$

$$h = \frac{2 \gamma \cos \theta}{r g} \quad \text{bulunur.}$$

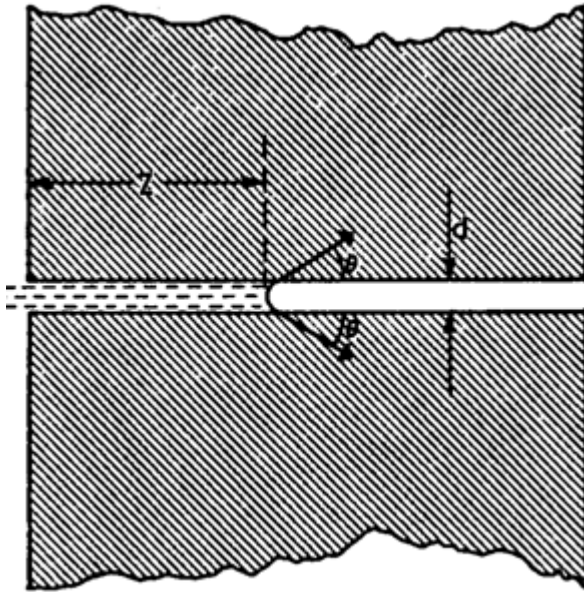
γ : suyun yüzey gerilimi (dyne/cm)

θ : temas açısı

r : kılcal borunun yarıçapı (cm)

g : yer çekimi ivmesi (981 cm/sn²)

Kılcal borunun çapı ne kadar küçük ise yükselme o kadar çok olur. Büyük boyutlu boşluklar oluşturmak, çekim kuvvetini azaltacağından suyun yükselmesi önlenir (Betona hava sürükleyici katkı ilave etmek). Kılcal boru çapının 1 mm.'den az olması durumunda ise absorpsiyon olayı söz konusudur. Borunun yüzeyinde bir ya da iki sıra su molekülü oluşur ve bu katı sıvı nedeniyle akım zorlaşır (Şekil 2.10).



Şekil 2.10. Kılcallık yoluyla suyun yatay olarak ilerlemesi

$$\frac{dz}{dt} = g \frac{d^2 z_0}{32 \mu z}$$

Yukarıdaki formülde,

μ : 20°C'de suyun viskozitesi (0,0101 dyne/sn/cm²)

g : yerçekimi ivmesi (980 cm/sn^2)

z : suyun yatayda aldığı yol

t : zaman

z_0 : suyun yatayda alabileceği maksimum yol

d : kapiler boru çapı (cm)

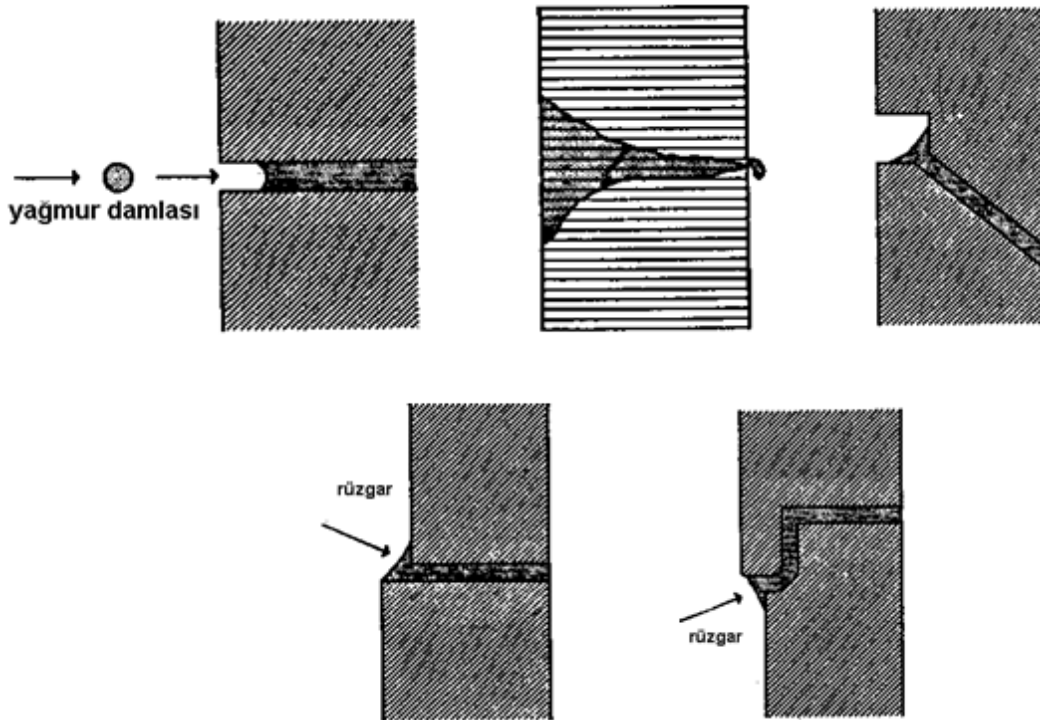
Formül integre edilirse,

$$\frac{t}{t_0} = \frac{1}{2} \left(\frac{z}{z_0} \right)^2$$

Suyun ilerleyebileceği son uzaklık için gerekli zaman (t_0)

$$t_0 = z_0 \frac{32\mu}{g d^2}$$

'den bulunur. Z_0 oldukça uzun bir mesafedir. Örneğin kum içinde $t_0=220$ saatte $z_0=8$ metredir.



Şekil 2.11. Yağmur damlasının yapı betonunda yatay ilerlemesi

2.4.4. Higroskopik emicilik

Malzemenin yüzeyleri ile temas halinde bulunan nemli hava içindeki su buharını, belirli şartlarda buhar basınç farkına gerek olmaksızın, emmesi ve içinde tutmasına higroskopik basınç denir[5]. Higroskopik malzemeler, havadaki nemi, emme

(sorbsiyon) ve kılcal kondansasyon yoluyla alırlar. Kılcal kondansasyon; malzemeyi saran hava, çığ noktasına erişmediği halde malzemenin çok küçük gözeneklerinde yoğunlaşmanın olmasıdır.

Birçok yapı malzemesi higroskopik olduğundan, çevre havasındaki su buharı ile denge halinde olan bağımlı nem ihtiva ederler.

2.4.5. Higroskopik denge nemliliği

Malzemenin cinsine ve çevredeki havanın sıcaklığına; higroskopik denge nemliliği denir. Buna pratik nem miktarı veya denge nem muhteviyatı da denilir.

Bazı yapı malzemelerinin higroskopik denge nemliliğine ait değerleri Tablo 2.2 'de verilmiştir[5].

Higroskopik denge nemliliği, yapı malzemesinin özgül nemi kuruduktan sonra ortaya çıkar.

Tablo 2.2. Bazı yapı malzemelerinin hacim yüzdesi cinsinden, higroskopik denge nemlilikleri

Malzeme	Birim Ağırlık Kg/m ³	% rölatif nemliliğe göre % hacim olarak su miktarı				
		30	50	70	90	95
Tuğla	1360-1530	0.17	0.19	0.22	0.27	0.29
Kiremit	1620-1880	0.33	0.42	0.58	0.90	1.10
Klinker	1950	0.10	0.14	0.20	0.31	0.35
Gazbeton	760	1.7	2.0	2.7	3.9	4.6
Kireç harcı	1800	1.4	1.5	2.2	3.8	4.7
Çimento harcı	2140	4.4	6.0	7.9	10.7	11.8
Cam yünü	100-200	0.2	0.2	0.2	0.25	0.3

2.4.6. Özgül nemlilik

İnşaat sırasında yapı malzemesinin bünyesine giren sudan doğan nemliliğe; özgül nemlilik denir. Bu nemlilik, yapı elemanlarının imalatı sırasında katılan su ile dış şartlar sonucu istenmeden katılan yağmur, kar gibi sudan oluşur.

Özgül nemliliğin yüksek olması, doyma nemliliğine yaklaşmış olması mümkündür. Bu durumda higroskopik denge nemliliği, uzun bir süre sonra ortaya çıkmaktadır. Özgül denge ve doyma nemlilikleri karşılaştırmalı olarak Tablo 2.3 'de verilmiştir.

Tablo 2.3. Dış sıvanın yetersizliği sonucu yapıların cephelerindeki özgül denge ve doyma nemlilikleri[5]

Malzeme	Ağırlık yüzdeleri olarak nemlilik		
	Pratik nem miktarı	Özgül nemlilik	Doyma nemliliği
Dolu tuğla	0.5	6-8	20
Delikli tuğla	-	4-7	16
Cüruf beton blok	3.0	12	20
Bims beton blok	4.0	20	44
Gözenekli beton blok	-	28	66

2.4.7. Doyma nemliliği

Malzemenin, nemlenme sonucu gözeneklerinin tamamen su ile dolması, daha fazla nem alamaması halinde içerdiği nem miktarına doyma nemliliği denir.

Doyma nemliliği yüksek olan malzemeler o oranda fazla nem alırlar. Dolayısıyla bu malzemelerin kurumaları da geç olur.

Çoğu hallerde çevre havasının % 100 rölatif nemliliği malzemenin doyma nemliliğine erişmesine yetmemekte, kondansasyonla malzemenin bütün boşlukları dolmaktadır.

2.4.8. Su buharı difüzyon geçirgenliği

Su buharı difüzyon geçirgenliği, bir buhar basıncı farkı neticesinde malzemenin su buharını içinden geçirmesidir. Birbiri ile irtibatlı iki ortamda bulunan nemli havanın nem konsantrasyonları eşitleninceye kadar buhar basıncı büyük olan hacimden küçük basınçlı hacme bir buhar akımı olur.

Bu akım buhar basınçları eşitleninceye kadar devam eder. Barometrik basınç aynı olmasına rağmen ısıtılan veya soğutulan hacimlerde, sıcak bölümdeki buhar basıncı yüksek olduğundan; devamlı soğuk bölüme su buharı akımı vardır. Yapı malzemeleri genellikle bu akıma tam direnç göstermezler. Buhar difüzyonuna yapı elemanlarını teşkil eden tabakaların difüzyon dirençleri karşı koyar. Bu direnç büyüdükçe buhar geçirgenliği azalır.

2.4.9. Difüzyon direnç faktörü

Difüzyon Direnç Faktörü, bir yapı malzemesinin buhar difüzyon direncinin aynı kalınlık ve şartlardaki hava tabakasından kaç misli büyük olduğunu gösteren bir rakamdır. Örneğin; bir malzemenin difüzyon direnç faktörü 6 ise, aynı kalınlık ve şartlardaki havadan geçecek olan buhar miktarının ancak altıda biri bu malzemedan geçecek demektir. Rölatif difüzyon katsayısı da denilen difüzyon direnç faktörü boyutsuzdur.

Difüzyon direnç faktörü, difüzyon akım şiddetinin sakin ve kuru havadaki değerinin, yapı malzemesindeki değerine oranı ile hesaplanır. Havanın difüzyon direnç faktörü bu durumda 1 'dir[5].

Genellikle bütün malzemelerin az veya çok difüzyon geçirgenliği vardır. Bitüm, plastik, cam veya metal gibi malzemelerin difüzyon dirençleri çok yüksektir. Malzemenin özgül ağırlığı arttıkça difüzyon direnci de yükselir.

BÖLÜM 3. SUYUN YAPIDAKİ ETKİLERİ

Yapıların zeminle ve atmosferle ilişkili olan temel, duvar ve döşemeleri beton kökenli ve bazik karakterli yapı elemanıdır. Bazik karakterli yapı malzemeleri kendilerini etkileyen suyu itmez aksine kendilerine doğru çekerler. Boşluklu ve gözenekli yapılarından ötürü bu malzemeler sudan daha çok etkilenirler (Şekil 3.1).

Gözenekli cisimlerde nemlenme, çiçeklenme, erime, şişme, büzülme, donma, çatlama ve bunun gibi olaylara, ahşapta şişme ve mantarlaşmaya, metallerde ise korozyona neden olur.

Betonun üretiminde ve küründe gerekli olan suyun, sertleşmiş betona zararlı etki yaptığı ve çeşitli hasarlara yol açtığı görülür. Bu nedenle geçirimsizlik, iyi betonda aranan temel özelliklerden biridir.



Şekil 3.1. Yanlış detay uygulamaları binanın ön yüzünde hasara neden olur

Sertleşmiş betona etki eden su, çimento hidratasyonunda açığa çıkan ve betona baz özelliği kazandıran, donatıyı korozyona karşı koruyan serbest kireci çözer, eritir, betondaki boşluğu arttırır. Bu olay zaman içinde hızlanarak devam eder. Betonda boşluğun artması dayanım kaybına neden olur.

Yapı bünyesine giren su, bünyede yer alan ısı yalıtım malzemelerini ıslatır ve ısı geçirgenlik dirençlerini azaltır. Islanan tüm malzemelerde ısı iletkenliği de artar. Böylece yapı elemanlarının ısı korunum tedbirleri de etkisiz hale gelir.

Boşluklar doygun halde iken ortam sıcaklığının düşmesi durumunda, boşluklar içerisinde donan suyun hacminde yaklaşık %10 'luk artış meydana gelir. Bu olay, betonda çekme gerilmelerine ve dolayısıyla gevrek bir malzeme olan betonda çatlak oluşumuna neden olur.

Yapıyı etkileyen suyun içinde Na^+ , K^+ , Mg^+ , NH_4^+ gibi katyonlar ile SO_4^{-2} gibi anyonların bulunması durumunda bunların konsantrasyonuna, sıvının sıcaklığına ve etkileme süresine bağlı olarak betonda hacim artışı, erime ve bunlara benzer hasarlar oluşur[5].

Yapıyı etkileyen su içinde klorürlerin varlığı daha çok donatı korozyonunu hızlandırır. Metallerde elektrokimyasal yolla kütle kaybı demek olan korozyon, donatıda kesit kaybına neden olur. Pas üzerindeki hacim artışının betonda neden olduğu çekme gerilmelerinden dolayı betonarme elemanda donatıya paralel çatlak meydana gelir ve donatı ile beton arasında aderans kaybı olur.

Doğal taşlar, tuğla, kiremit ve benzeri gözenekli yapı malzemelerinde de su; eritme, donma, çözülme, çiçeklenme, ıslanma-kuruma gibi olaylar sonucunda hasarlara ve performans kayıplarına neden olmaktadır.



Şekil 3.2. Balkonda damlalık yapılmadığı için binanın önyüzünde hasar oluşması

Yapı malzemelerinin seçiminde ve üretiminde boşluğun azalmasına özen gösterilmeli, tüm yapı malzemelerinin ıslanmasının önlenmesi sağlanmalı, bu amaçla da öncelikle sistem düzeyinde yapısal önlemler alınmalıdır. Bunlara ek olarak yapı elemanları gereken yer ve koşullarda sudan yalıtılmalıdır. Doğru yalıtım sistemi ve malzemeler seçilmeli, detaylara ve uygulamaya özen gösterilmeli, gerekli bakım ve onarım zamanında ve eksiksiz yapılmalı, sistemin uzun ömürlü olması sağlanmalıdır (Şekil 3.2). Böylece suyun yapı üzerindeki olumsuz etkileri önlenmiş olur.

Suyun yapıdaki zararlı etkileri; fiziksel ve kimyasal olmak üzere iki çeşittir.

3.1. Suyun Yapılara Fiziksel Etkileri

Nemlenme, ıslanma, çiçeklenme, küflenme, mantarlaşma, şişme-büzülme, donma ve yerinden kopma gibi suyun yarattığı fiziksel hasarlar tüm kaba ve ince yapı elemanlarında görülür.

Yapı su ve nemin etkisiyle zamanından önce eskimeye başlar. Bu olaylar kullanıcıyı fiziksel, ruhsal ve ekonomik açıdan olumsuz etkiler (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Tasarım sürecinde gerekli su yalıtımının düşünülmemesi sonucu görülen hasarlar

Suyun yapıdaki fiziksel etkileri ve bunların sonucunda oluşan hasarlar bu bölümde incelenecektir.

3.1.1. Suyun don etkisi

Genel olarak bütün yapı malzemeleri pratikte az veya çok nemlidir. Çeşitli nedenlerle yapı malzemesinin boşlukları içine girmiş bulunan suyun sıcaklık derecesinin düşmesi ile ortaya çıkaracağı olay donmadır. Fakat, sıcaklığın azalması donmadan önce büzölmeye neden olur. Beton içindeki agregaların farklı genişleme katsayılarına sahip olmaları nedeniyle oluşan bu büzölme, iç yapıda gerilmeler doğurur ve çatlaklar oluşur.

Boşluklar suya doymun halde iken ortam sıcaklığının düşmesi durumunda boşluklar içerisinde su donar. Su sıfır derecenin altında donarken, yaklaşık %10 'luk bir hacim genişlemesine sebep olur[6]. Bu genişleme de malzeme yapısında iç gerilmelere

neden olacaktır. Su çevresine basınç uygulamaya başlar (Resim 3.4). Bu basınç, iç yapının karışıklığı sonucu tam bir hidrostatik basınç olamaz[10].



Şekil 3.4. Kılcal su yükselişleri hasara sebep olur

Donma etkisinin yapıya hasar verebilmesi için betonda boşlukların hacim genişlemesine izin vermeyecek şekilde tam dolu olması gerekmektedir. Doymuş hale gelmiş betonda kapiler boşluklardaki su donunca, jel; yapıdaki boşluklarda bulunan suya bir basınç yapar (Şekil3.4.). Bu hidrolik basınç jel sistemine hasar vermek için yeterlidir[11].

Tabiatta donma olayı yüzeyden başlar. Sonra beton içinden, donan yüzeye doğru gelişen bir buhar akımı oluşur. Buharın soğuğa doğru akması sonucu; donan bölge sınırı betonun içine doğru ilerler. Donan bölge boyunca çatlaklar, kopmalar, kapak atmalar meydana gelir. Yüzeysel olarak kapak kopması şeklinde ortaya çıkan bu durum giderek daha iç bölgelerde de yine yüzeysel kalarak süregelir[11].

Malzeme boşluklarının su ile ne oranda dolduğunu belirten doyma derecesinin, malzemede donma tehlikesinin varlığını belirlemede yararı vardır. Doyma derecesi, malzemenin hacimce su emme değerinin malzemenin boşluğuna oranının yüzde

olarak değeridir. Bu değer %80 'den küçük olması, malzemenin donmaya karşı dayanıklı olduğunu gösterir.

Düşük su/çimento oranı ile yapılan betonda bu kapiler boşluk sistemi minimum seviyededir. Bu yüzden donma etkileri sebebiyle daha az hasar görürler.

Donma çözülme etkilerine karşı alınabilecek diğer bir önlem de hava sürükleyici katkıları kullanmaktır. Bu tip katkıları birbirlerine kılcal bağlı olmayan bir boşluk sistemi oluştururlar. Böylece donmaya karşı dayanım sağlarılar [12].

3.1.2. Şişme ve büzülme

Bünyesinde değişik nitelik ve boyutta boşlukları içeren malzemelerin ıslanması sonucu hacminin artması şişme olarak tanımlanır. Her ıslanma olayını bir kuruma evresi izleyeceğinden, cisim emdiği suyu kaybedecek ve kuruyacaktır.

Tablo 3.1.'de, deney sonuçlarına bağlı olarak elde edilen değerlerin incelenmesinden, genellikle cisimlerin su emdiği zamandaki şişme miktarıyla kurduğundaki büzülme miktarı arasında daima bir fark olduğu sonucu çıkmaktadır. Bu farklılık cismin kurduğunda daha fazla büzüldüğünü göstermektedir[8].

Tablo 3.1. Yapı malzemelerinde şişme ve büzülme değerleri

Malzeme	Islanmada şişme (mm/m)	Kurumada büzülme (mm/m)
300 kgf/cm ² 'lik beton	0.14-0.16	0.20~
180 kgf/cm ² 'lik beton	0.16-0.19	0.20
Letye betonu (cüruf çimentosundan)	0.17~	0.20
Çimento harcı	0.20~	0.30-0.45
Melez harç	0.35~	0.40-0.60
Kireç sıva	0.40	0.80-1.10
Yapay taş	0.16-0.20	0.20
Gre	0.30-0.60	0.30-0.60

Bazalt	0.35	0.38
Granit	0.06-0.20	0.15-0.20
Kireçtaşı	0.09-0.16	0.13-0.40

Bu mekanizma dolayısıyla cisimlerde çatlaklar oluşabileceği gibi mevcut çatlakların genişlemesi olasılığı vardır. Cisim şiştiği sırada mevcut ve gözle görülmeyen çatlağın her iki tarafında bulunan dökülebilir danelerin birbirine yaklaştığı, oluşan basınç nedeniyle bu danelerin döküldüğü saptanmıştır.

Kuruma evresine geçildiğinde, mevcut olup da önceden gözle görülmeyen kılcal çatlakların görünür hale geldiği, ıslanma-kuruma evrelerinin belirli bir süre içinde birbiri izlemesi sonucunda, çatlağın artık rahatlıkla görülebildiği ve devamlı bir doku oluşturduğu görülmüştür. Bu nedenle bina dış kabuğunu oluşturan strüktürel malzemelerin ya da kaplama malzemelerinin mümkün olduğunca ıslanmaya karşı önlemler alınması gerekecektir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Eşikteki yanlış detay

Islanma sonucunda şişme eğilimindeki malzeme, ıslandığı için soğuyacağından, şişme sırasındaki hacim büyümesi, soğumadan ileri gelen küçülme ile dengelenecektir. Bu olay şişme ve genleşmeden doğan hacim büyümelerinin üst üste binmesine engel olacaktır. Aksi takdirde, aynı doğrultudaki bu iki olayın etkisine dayanabilecek malzeme bulma olanağı çok sınırlı olabilirdi[8].

Benzer olaylar kuruma evresinde de görülür. Isınma sonucu kuruyan cisim, ısı hacim artışıyla büzülme değerlerinin birbirini karşılaması sonucunda en az zararı görecektir.

3.1.3. Çiçeklenme (effloresans)

Zeminden ya da yağışlar yoluyla atmosferden gelen sular, içlerinde çözülmüş değişik kimyasal maddeler (ajanlar) taşır. Bu ajanlar temas ettikleri malzemeleri bozan bir etkiye sahiptir. Yapı elemanlarının bünyesine giren su, yapı malzemelerinin içerdiği kılcal borularda yapı elemanları içinde hareket eder. Su, yolu üzerindeki malzemelerin çözülebilen tuzlarını çözmekte, koparmakta, sürüklemekte ve sonra yapının herhangi bir yerinde yüzeye çıkmaktadır[13].

Sodyum klorür, magnezyum sülfat, potasyum nitrat ve kalsiyum klorür gibi tuzlar ısının etkisiyle suda çözünebilirler. Soğuyup buharlaştırıldığında çöken tuz kristalleri görülebilir. Eğer böyle bir tuz solüsyonu betondaki kılcal boşluklarda ısının etkisiyle buharlaşırsa tuz kristalleri oluşur[12].

Islanmış beton içerisinde bulunan ve içinde çözülmüş kimyasallar barındıran su, kuruma evresinde yüzeye doğru hareket ederek buharlaşır. Ancak buharlaşma anında beraberinde sürüklediği çözülmüş tuzlar malzemenin dış yüzünde çiçeklenme denen yüzeysel bir oluşuma neden olur (Resim 3.6).

Diğer taraftan, suyun içinde bulunan çözülmüş kimyasal maddeler suyun kimyasal etkinliğini arttırdığı gibi içine girdiği beton cisimdeki çözünebilir tuzların da bu suyla sürüklenmesine ve yüzeye çıkmasına neden olur.



Şekil 3.6. Gerekli yalıtımın yapılmaması sonucunda zarar gören yapı

Özellikle betonarme yapılarda sıva üzerinde görülen bu olay, sıvasız tuğla cephelerde de görülmektedir. Çiçeklenme olayı yüzeyin estetiği bakımından iyi olmadığı gibi, devam etmesi halinde suyun sürüklediği tuzlar, suyun yüzeyde buharlaşması sonucu kristal hale geçer. Bu kristaller aynı don etkisinde olduğu gibi hacim genişlemesine dolayısı ile malzemede bazı iç gerilmelere sebep olurlar. Yapı malzemeleri buna dayanacak güçte değilse yapısında çatlaklar meydana gelecektir.

3.1.4. Yapılarda ıslanma sonucu oluşan diğer fiziksel hasarlar

Yapı bünyesine çeşitli şekillerde giren su, yapı elemanlarının ısı direncinin azalmasına, ısı yalıtım malzemelerinin bozulmasına, kimyasal yapı ürünlerinin çözülmesine, boyaların ve kaplamaların kabarmasına, ahşap gibi organik yapı malzemelerinin nem deformasyonuna uğramasına neden olur.

Ahşabın içersinde selülozdan başka büyük miktarda kolloid maddeleri de bulunur. Bu maddeler ahşabın su veya su buharına maruz kaldığı zaman şişmesine, hacminin

büyümesine neden olur. Rutubet ahşapta bir takım mantarların üremesine de neden olur. Ahşap şişme ve mantarlaşıma nedeniyle kısa sürede koflaşır, mukavemeti azalır, renk ve dış görünüşü de değişir[5].

Su ile temasta bulunan ahşabın sıcaklık etkisiyle içinde bulundurduğu bir kısım organik ve inorganik maddeleri de çözünür. Fakat, su nedeniyle ahşap üzerinde meydana gelen bitkisel ve hayvansal üremenin etkisi, suyun kimyasal etkisinden çok daha fazladır. Ahşabın suya karşı korunmasında bu noktaya büyük önem verilmelidir.

Özellikle organik yapı malzemelerinde ıslanma sonucunda oluşan mantarlaşımanın önlenmesi çok zordur. Bilindiği gibi, ıslanma sonucunda oluşan mantarlar malzemeyi ayrıştırır, yapısını bozar ve sonuçta istenmeyen birtakım kokulara ve görüntü bozukluklarına neden olur[14].

Isı yalıtım ürünleri, genelde su ve neme karşı dayanıklı değildir. Bu nedenle su ve nemle karşı karşıya kaldıklarında özelliklerini kaybederler.

Nemli yapı elemanları ile çevrili bir ortamın rutubet değeri oldukça yüksektir. İç ortamda nem oranının fazla olması veya yapı ürünleri bünyesinde ve arasında su birikmesi sonucu, bakterilerin ve böceklerin üremesi için gerekli ortam sağlanmış olur. Bu da kullanıcı sağlığını ciddi bir şekilde tehdit eder[14].

3.2.Suyun Yapılara Kimyasal Etkileri

Su ile temasta bulunan yapı elemanları, suyun ve suyun içerdiği çeşitli kimyasal maddelerin etkisinde kalır. Bu etki, suyun malzeme üzerindeki çözücülük etkisi ile içerdiği kimyasalların etkileri toplamıdır. Doğadaki en fazla çözücü özelliğine sahip olan sıvı sudur[14].

Suyun betona temas etmesiyle, bünyesinde kimyasal değişimler olduğu, betonun kalitesinin bozulduğu böylece çeşitli hasarların meydana geldiği görülür.

Beton gözenekli ve geçirgen yapıdadır. İyi bir betonda bu geçirgenlik oldukça düşüktür. Betonun yüzeyinde, onu dış etkenlerden koruyacak ince bir tabaka oluşur. Bu tabaka herhangi bir şekilde ortadan kalkacak olursa, beton çevreden gelen zararlı etkilere karşı savunmasız kalır. Saf yağmur sularının, uzun yıllar çıplak bırakılmış betonlar üzerinde eritici bir etkisi olduğu görülmüştür. Önce Ca(OH)_2 'yi sonra da bir kısım kalsiyum silikat jelini eriterek betonun boşluklarının artmasına yol açar. Bu boşluklar da suyun içlere nüfuz ederek ıslanma-kuruma, korozyon etkisi geliştirmesine sebep olur[10].

Beton uzun bir süre boyunca su ve suyun içerdiği çeşitli kimyasal maddelerin etkisinde kalırsa tamamıyla harap olur. Betonun yaşadığı bu olayların hepsine betonun korozyonu denir[16].

Suyun içindeki belirli kimyasallar, betonun içindeki bazı maddeleri eritip götürmekte ve betonun zayıf düşmesine, bir süre sonra da tamamen harap olmasına neden olurlar. Buna en iyi örnek; saf suyun betonun içindeki serbest kalsiyum hidroksiti eritmesidir.

Beton korozyonunun bir diğer şekli; betonun bünyesinde yeni tuzların meydana gelmesiyle oluşur. Betonun çimentosunun içindeki serbest kireç, asitlerle veya asitli tuz eriyikleri ile temasta bulunduğu anda kalsiyum tuzları meydana gelir. Bu yeni tuzlar, betonun bünyesini değiştirirler, bağlayıcılığını azaltır veya yok ederler. Betonun bu şekilde korozyonuna neden olan kimyasallar arasında tüm asitler, sülfat, sodyum klorid, gliserin, kükürtlü tuzlar ve hayvani yağlar sayılabilir.

Çimentonun önemli bir maddesi olan kireç yerine başka bir madde oluşması da betonda önemli bir hasara neden olur. Bu durum, genellikle betonun magnezyumlu veya amonyumlu tuz eriyikleri ile temas ettiği zamanlarda gerçekleşir. Çimentonun içinde bulunan CaO (kireç) yerine magnezyum tetra oksit ve amonyum hidroksit maddeleri oluşur. Her iki madde de kirecin yerini tutamaz. Bağlayıcılığı yok olan betonda zamanla tamamen harap olur[16].

Yapıyı etkileyen suyun içinde Na^+ , K^+ , Mg^{+2} , NH_4^+ gibi katyonlar ile SO_4^{-2} gibi anyonların bulunması durumunda, bunların konsantrasyonuna, sıvının sıcaklığına ve etkileme sürecine bağlı olarak betonda hacim artışı, erime ve bunlara benzer hasarlar oluşur[7].

Beton açısından zararlı dış etkiler sülfat ve asit etkileridir. Bunlar betona sadece su içinde çözüldükleri zaman nüfuz edebilirler. Karbondioksit ve klor doğrudan betona hasar vermemelerine rağmen betonarme çeliğinin korozyonuna sebep teşkil etmeleri ve bu sayede betona hasar verdikleri için önemlidirler.

Yapıyı etkileyen su içindeki klorürlerin varlığı donatı korozyonunu hızlandırır. Metallerde elektrokimyasal yolla kütle kaybı demek olan korozyon, donatıda kesit kaybına neden olur.

Pas ürünlerindeki basınç artışının betonda neden olduğu çekme gerilmelerinden dolayı; betonarme elemanda donatıya paralel çatlak oluşur. Suyun yapıdaki kimyasal etkileri ve bunların neden olduğu hasarlar aşağıda incelenmiştir.

3.2.1. Suyun çözücülük etkisi

Çözünme olayı; bir katı maddenin bir sıvı içerisinde bağ kuvvetlerinin çözümlenerek moleküllerinin dağılması olayına denir. Su, az veya çok olarak hem organik hem de anorganik maddeleri çözer. Çözünmenin mertebesi, sıvının cinsi, sıcaklık ve basınçla ilgilidir.

Suyun çözücülük etkisi saf olduğu zaman farklı, içinde çeşitli gazların olmasıyla(asit etkisiyle) farklıdır. Asit etkili su daha fazla çözücülük etkisine sahiptir[15].

Yapı malzemesine temas eden ve akan su, durgun oranla daha fazla çözücü ve tahrip edicidir. Çözülme olayının hızı malzemenin dokusu ile ilgilidir. Sertliği fazla olan suyun çözücülük etkisi azdır.

Fazla serbest CO₂ içeren suyun kireç üzerindeki kimyasal etkisi fazladır. Bünyesinde kalsiyum sülfat, klorür ile magnezyum bileşikleri bulunan sular da kimyasal reaksiyonlarla tahrip edicidirler. Sertleşmiş betona etki eden ve az miktarda tuz içeren sular, çimento hidratasyonunda açığa çıkan ve betona baz özelliği kazandıran, donatıyı korozyona karşı koruyan serbest kirece çözücü olarak etki ettiklerinden harcı gevşetirler, çatlaklar ve gedikler meydana gelmesine neden olurlar. Oluşan bu çatlaklar ve gedikler suyun malzeme içine daha fazla girmesine neden olur. Bu olay zaman içinde hızlanarak sürer. Betonda boşluğun artması dayanım kaybına neden olur[9].

3.2.2. Suyun hidroliz özelliği

Hidroliz olayı, özellikle feldspat, mika ve benzeri silikat minerallerinin ayrışmalarında rol oynayan bir olaydır. Su moleküllerinden bir kısmı iyonize olarak, serbest hidrojen ve hidroksil iyonları oluşturur. On milyon litre saf suda, bir gram hidrojen ve 17 gram hidroksil iyonu bulunmaktadır. Suyun ısı arttıkça, serbest iyonların miktarı da artar. On derecedeki suya nazaran, 30 derecedeki suda 2-3 misli dissosiasyon olur. Bu da bize ısının artması ile hidroliz olayının artacağını gösterir. Belli bir ısının altında mesela donan suda hidroliz olmaz. Karbondioksitin mevcudiyeti, suyun hidrojen iyonları konsantrasyonunu artırır. Dolayısıyla hidrolitik aktiviteyi takviye eder. Organik ve inorganik asitlerin mevcudiyeti de hidroliz olayını artırır[13].

Hidrojen iyonlarının mevcudiyeti, asit eriyiklerinin karakteristik özellikleridir. Sülfirik ve klorhidrik asit gibi kuvvetli asitlerin sulandırılmış eriyikleri, hemen hemen tamamen dissosiyasyon olmaktadır. Su çok zayıf bir asit gibi rol oynamaktadır. Bunun ayrışabilir silikatlara tesiri hidrojen iyonlarının aktivitesine bağlıdır. Ayrışmaya maruz kalan silikat; kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum, alüminyum ve demir ihtiva eden kompleks silikat minerallerinden biri olabilir. En basit ayrışma kristal yapıdaki alkali ve toprak alkali metallerin yerlerine hidrojen iyonlarının girmesi suretiyle meydana gelen ayrışmadır. Bu sebeple, alümin silisik asit veya ferro silisik asit oluşur. Alkali ve toprak alkali metaller, hidroksiller

halinde serbest hale geçerler. Ayrışma daha da ileriye giderek, kristal yapı kırılır ve silisik asit açığa çıkabilir[13].

3.2.3. Suyun hidrasyon özelliği

Bir kısım mineraller, mesela feldspatlar, amfiboller, proksenler ve mikalar, su ile temas ettikleri zaman suyu bünyelerine alarak değişime uğrarlar. Buna hidrasyon olayı denir. Bu mineraller, suyun bünyeye kimyasal olarak girmesi dolayısıyla, hacim artırırlar ve daha az mukavim hale gelirler. Hidrasyona uğrayan mineraller fiziksel ve kimyasal ayrışma faktörlerinin etkisine daha kolay maruz kalırlar.

Hidrasyonla meydana gelen ürünler tekrar kuruyacak olursa sularını kaybederek dehidrasyona uğrarlar. Örneğin sarı renkli limonitin dehidrasyonundan, içlerinde kalan su miktarlarına tabi olarak değişik koyulukta kırmızı renkli demir oksitler meydana gelir[13].

Hidrasyon olayı yalnız başına veya diğer olaylarla birlikte olsun sonuçta bir hacim artışına sebep olur. Basit hidrasyon olaylarında hacim artması, yüzde pek az bir miktarla, %160 gibi çok yüksek değerler arasında değişmektedir.

3.2.4. Suyun oksidasyon ve redüksiyon özelliği

Suyun e^- alma ve e^- verme özelliğidir. Bir elementin değeri büyüdüğü zaman oksidasyona uğramış demektir. Bu olay yapılarda su aracılığıyla oldukça fazla gerçekleşir. Oksijen atmosferde bol miktarda bulunan, çok aktif bir elementtir. Oksijen diğer elementlerle birleşerek oksitleri oluşturur. Bir elementin oksijenle birleşerek yeni bir bileşik oluşturması olayına oksidasyon denir[13].

Oksijenin özellikle demir bileşiklerine tesiri çok açıktır. Amfibol ve proksen grubu mineraller de oksijenin tesirine maruz kalarak buldukları yapı içerisinde parçalanırlar ve küçük zerrelelere ayrılırlar. Bu suretle, poröz hale gelen beton, diğer fiziksel ve kimyasal faktörlerin tesirine daha müsait bir hal alır.

Oksijen bulunan şartlarda oksidasyonun meydana gelmesinin ardından, oksijen bulunmadığı veya az bulunduğu hallerde oksidasyonun tersi bir olay olan indirgeme meydana gelir. İndirgeme, okside olmuş bileşiklerin oksijenlerini kaybetmesi veya elementlerin elektron kazanması olayıdır. Bu olay yapılarda özellikle oksijenin az, suyun fazla olduğu yerlerde meydana gelir. Oksidasyon ve redüksiyon olayları malzemede boşluklar meydana getirdiği için oldukça zararlıdır[13].

3.2.5. 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 hidrasyon ürünlerini kalsiyum tuzları şeklinde çözmektedir. H_2SO_4 , HCl , HNO_3 gibi kuvvetli asitler ise betonu tamamen çözer ve parçalarlar[10].

Asitlerin bozucu etkisi, onların kalsiyum tuzlarını çözme kabiliyetlerine bağlıdır. Bu yüzden çok çözücü ve agresif olan hidroklorik asit çimentoyu, kalsiyum klorür açığa çıkararak 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[12].

Sülfürik asit etki ettiği betonda çözünebilirliği düşük olan kalsiyum sülfat açığa çıkarır. Eğer bu asit su ile karışmış halde bir yerden akıyorsa, çözünebilirliği düşük olan kalsiyum sülfatı suyun da etkisiyle yavaş yavaş yapıdan ayırarak ve hasara yol açacaktır. Sülfürik asit kanalizasyonlarda biyolojik olarak ortaya çıkabilir.

Asit etkisi betonu tahrip eder. Fakat asit betonda nötralize olduğu için etkisi sınırlıdır. Asit etkisi ile büyük hasarların meydana gelmesi için çok fazla asite ihtiyaç vardır. Ama bu sınırlı etki sonucu açığa çıkan maddeler diğer hasar mekanizmalarının ilerlemesine sebep olabilir. Örneğin hidroklorik asit etkisi sonucu yüksek konsantrasyonda kalsiyum klorür açığa çıkar ve bu da hasar görmemiş betonda, betonarme çeliğinin korozyonunu başlatabilir.

Asit etkisinin özel bir hali yumuşak sularda çözünmüş olarak bulunan bu karbonik asit (H_2CO_3) solüsyonu gibi davranan karbondioksitin etkisi ile görülebilir. Burada reaksiyon sonucu çözünmeyen kalsiyum karbonat yerine, kalsiyum bikarbonat açığa çıkar. Bu etki karbondioksite doymuş, yumuşak sulu yüksek miktarlı akış olduğu zaman önem kazanmaktadır[11].

3.2.6. Sülfat etkisi

Sülfat tuzları içeren suların sertleşmiş betonlarda oluşturduğu zararlı etkiler önemli bir hasar nedenidir. Çimento hamurunun iki bileşeni, kalsiyum hidroksit ve kalsiyum alüminat hidratlı solüsyonda bulunan sülfat iyonlarıyla tepkimeye girerler. Tepkime sonunda açığa çıkan ürünlerin hacmi başlangıçta tepkimeye giren elementlerin hacimlerinden büyüktür. Bu yüzden çimento hamurunda hasarlar ortaya çıkar.

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 etrenjit 'i meydana getirir. Etrenjit bünyesinde 32 molekül su bulunduran bir kalsiyum sülfat-alüminat çift tuzudur. Birinci aşamadaki hacim artışı nispeten azdır. Büyük hacim artışı ikinci aşamadır[10].

Sülfat hasarı termal kaynak sularında, endüstriyel bölge atık sularında, maden arıtma sularında ve alçılı zeminlerdeki yer altı sularında meydana gelir. Bu sularda SO_3^{-2} , SO_4^{-2} miktarı %0.1 üzerinde ise hasar olağandır. Beton yüzünde ayrışma ile birlikte parça atmasına rastlanır, renk giderek beyazlaşır, kesiti azalan ve çatlaklı bir yapıya dönüşen beton taşıma gücünü de yitirir.

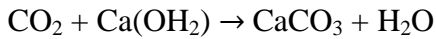
Sülfat etkisi sadece etrenjit oluşmasına bağlı değildir. Islak ve soğuk iklimlerde kalsiyum silikat, karbonat ve sülfat iyonları birleşerek tomasit adı verilen bir hidrat tuzun oluşumuna yol açar. İgnemsi bir yapıya sahip olan bu kristaller de genişleyerek hasara yol açarlar.

Sülfat etkisi ve asit etkisi genellikle harç fazında hasar oluşturur. Ele alınan beton ufalanır, çünkü iri agregaları tutan faz tamamen mukavemetini kaybetmiştir. Fakat

sülfat etkisi ile asit etkisini de karıştırmamak gerekir. Asit, etrenjit oluşmasına yol açmadan betonu çözerek, eriterek hasara neden olur[10].

3.2.7. Karbonatlaşma

Hava %0.03 oranında karbondioksit gazı içerir ve bu gaz beton içindeki hidroksitler ile reaksiyona girer, karbonatları oluşturur.



Beton hidratasyon sırasında oluşan kireç Ca(OH)_2 ve içerdiği alkalın iyonları nedeniyle bazik (alkali) karakterdedir. Çoğunlukla pH değeri 12 'nin üzerindedir. Bu yüksek alkalinite donatı paslanmasını geciktiren bir faktördür.

Havada mevcut CO_2 gazının betona difüzyonu ile alkalın koruyucu olan Ca(OH)_2 , kalsiyum karbonata (CaCO_3) dönüşerek nötürleşir ve alkalın koruyucu niteliğini yitirir. Bu olaya karbonatlaşma adı verilir ve havaya açık betonarme yapıların donatı çeliğinde korozyon sürecinin başlamasında etkili olur[12].

3.2.8. Klor etkisi

Betonarme çeliği içinde bulunduğu pH değeri yüksek ortamda ($\text{pH} > 12$) üzeri bir passivasyon tabakası ile kaplıdır. Bu sayede anot ve katot oluşumu engellenir. Ortamın pH değeri 8-9-10 gibi değerlere düşüncü beton içine girebilen zararlı maddeler çeliğin passivasyon tabakasını zedeler. Bu malzemelerin başında klor iyonları gelir. Betonun alkali yapısını, ortama süzölmüş olan Cl^- gibi agresif asit iyonları nötürleştirir. Bu agresif iyonların korozyonu hızlandıran zararlı etkileri böylece ilk baştan alkali passivasyon sayesinde etkisiz kılınır. Ancak zamanla bunlar alkalın yapıyı bozarlar ve giderek çelik üzerindeki koruyucu tabakayı tahrip ederler. Karbonatlaşmanın derinleşmesi sonunda bu tahrip süreci daha büyük hız kazanır. Şu halde Cl^- içeren deniz suyu ve atmosferinin etkisi donatı korozyonunda belirli rol oynarlar. Suyu gömülü yapılarda doğal olarak karbonatlaşma olmaz, ancak bunlarda korozyonun başlaması ve sürmesinde Cl^- iyonlarının varlığı yeterlidir.

Betona gömülü çelik donatının korozyonunda betonun suya doymun ve O_2 gazına geçirimli olmasının önemi kesindir. Deniz suyu ile veya denizden çıkarılan agregalarla üretilen betonların suyu tuttıkları (higroskopik) bilinir, yani korozyon için gerekli nemli ortam kolaylıkla meydana gelir. Bu ortamda Cl^- iyonlarının içeriğinin de yüksek olduğu düşünülürse korozyon olasılığının yükseleceği düşünülmelidir. Ayrıca pas payının kalınlık ve kalite açısından yetersiz oluşu bu olasılığı daha da yükseltir. Bu negatif etkenlere, kullanılan çimentonun, hidrasyon ürünü olan kirecin puzolonik reaksiyonla bağlayan türde olması ve böylece karbonatlaşmayı hızlandırması da eklenmelidir[10].

3.2.9. Korozyon

Betonarme çeliğinin korozyonu, üzerinde hassasiyetle durulması gereken ve sonuçları açısından oldukça önemli onarımlara sebep olabilecek bir etkidir. Gerekli tedbirler ve tamirat yöntemleri uygulanmadığı takdirde yapının göçmeye terkine bile sebep olacak ciddi sonuçları vardır[13].

Donatıyı paslanmadan koruyan beton bölümü, donatıyı örten kısımdır. Bu örtüye pas payı denilmektedir. Pas payı çepere en yakın donatının beton dış yüzüne olan mesafesidir. Buradaki betonun su ve gaza geçirimsiz, yüksek çekme dayanımına sahip olması ve çelikle mükemmel bir aderansının olması gerekir. Bu koşullar betonun donatı korozyonunu önlemesi için gerekli fiziksel şartlardır. Ayrıca pas payının, çevrenin tahrip edici etkilerine dayanması için belirli bir kalınlıkta olması da gerekir. Beton pas payının, korozyon üzerindeki fiziksel yararları yanında kimyasal yönden de büyük etkinliği bulunmaktadır[10].

Beton içine gömülü çelik elbette havaya açık çıplak çeliğe oranla korozyondan daha iyi korunur. Ne var ki betonarme elemanların pek çoğunda çelik donatının paslandığı ve elemanın taşıyıcılık niteliğini yitirdiği bilinir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Korozyon sonucu donatıların zarar görmesi

Beton üzerindeki film tabakasını bozarak donatının korozyona uğramasına neden olan şartlardan biri karbonasyondur. Atmosferdeki karbondioksit ile betondaki çimentonun kimyasal reaksiyona girmesi, betonun büzülmesine, dolayısıyla çatlakların artmasına neden olur. Aynı zamanda betonun pH değerinin düşmesi (normal bir betonun pH değeri 12,5 -13,5 arasındadır ve bu miktar korozyonun oluşmaması için yeterlidir) ara yüzeylerdeki alkaliliğin düşmesine, mevcut koruma tabakasının da bozulmasına neden olur. Koruma tabakasının bozulmasının bir diğer nedeni de klor iyonlarının varlığıdır. Sonuç olarak her iki durumda da korozyonun başlaması için gerekli şartlar oluşur (pH değerinin 9'un altına düşmesi) ve süreç işlemeye başlar. Ortam şartlarının durumuna göre oluşan bir hızda, donatı yüzeyinde donatı hacminin 2.5 katı büyüklükte demir oksit oluşumları meydana gelir. Oluşan pas, yetersiz pas payı sorunu da varsa, mevcut betonu çatlatır. Betonun dökülmesiyle beraber donatı açığa çıkar. Havayla temas nedeniyle de korozyon hızındaki artış kaçınılmaz olur.

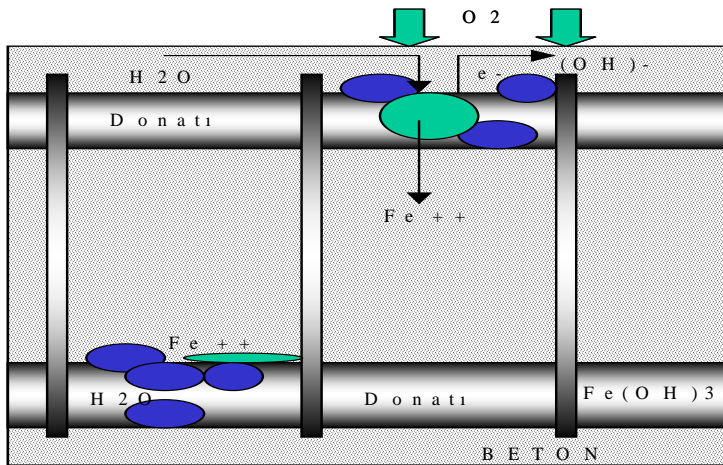
Korozyona bağlı olarak donatı kesitinde oluşan kayıp, donatının başlangıçta tasarlanan hesap değerlerini karşılayamamasına neden olur. Bu da binanın taşıma

gücü, dolayısıyla da yapı güvenliği açısından hiç istenmeyen bir durumdur. Hesap dayanımı 365 MPa olan S420b sınıfı Ø 12'lik bir çeliğin başlangıçta 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.

Yapı malzemelerine giren su ve içinde bulundurduğu maddelerin, metal malzemeleri tahribi daha çok fiziko-kimyasal reaksiyonlar sonucu meydana gelmektedir.

Su içinde az miktarda da olsa H^+ ve OH^- iyonları bulunmaktadır. Suyun elektro pozitif bir metalle teması halinde ve uygun şartlarda, su metale bir asit gibi etki edecek ve H_2 meydana gelecektir. İyon reaksiyonları sonucu su, metal malzemeyi devamlı tahrip eder. Su içinde çözülmüş oksijen ve karbondioksit de temas ettikleri madeni malzemenin korozyonuna neden olurlar[10].

Korozyon için elektrolitik iletkenlik yanında elektron akışını sağlayacak bir elektriksel iletkenliğin de bulunması gereklidir. Betonarme elemanları, gözenekli yapıları ve çatlak oluşumuna olanak vermeleri sebebiyle bünyelerinde su bulundururlar. Bu durum uygun bir elektrolitik ortamın oluşmasına sebep olmaktadır. Elektrik iletkenliğini sağlayan betonarme çeliğinin kendisidir. Böyle bir ortamda betonarme çeliğinin elektron vererek ayrılır. Böylece korozyon başlamış olur. Demirin elektron verdiği bölge anottur (Şekil3.8.) ($2Fe \rightarrow 2Fe^{+2} + 4e^-$).



Şekil 3.8. Beton içindeki donatının korozyonu ve passivasyon tabakasının oluşumu

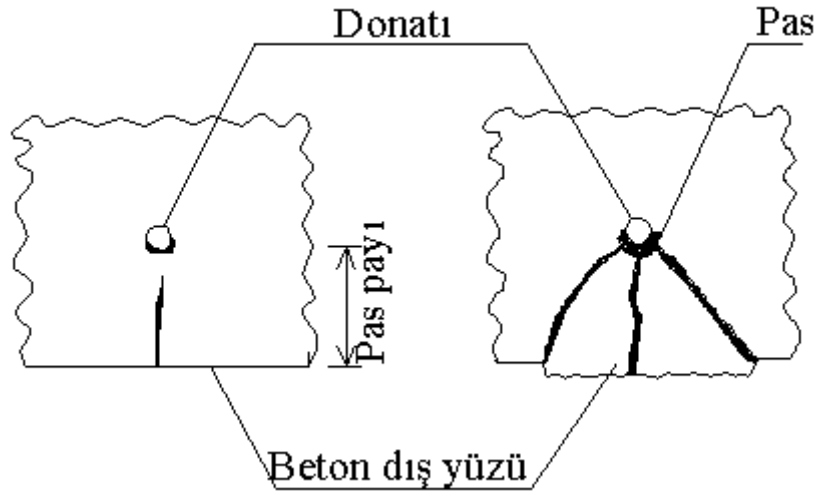
Bu elektronların gideceği yer ise katottur. Katot oksijen ve su bakımından zengin bölgedir. Oksijen ve su buraya pas payına kadar ulaşan çatlaklar ve izole olmayan yani birbirlerine kılcal olarak bağlı olan boşluklar sayesinde dışarıdan gelir[11].

Betonun içindeki su da oksijen içermekle beraber, olayın ilerlemesi bakımından yetersizdir. Bu yüzden dışarıdan bir etki gerekir. Anottan katotta gelen elektronlar burada O_2 ve H_2O ile beraber OH^- oluştururlar.



OH^- ortamın elektrolitik iletkenliği sayesinde anoda ilerler. Burada serbest kalan $Fe(OH)_2$ oluşturur. Böylece demir, hidroksit olarak demir hidroksite dönüşürken bir hacim artışı olur(Şekil 3.9).

Bu reaksiyonlar sonucunda çelik hacminde 6 katına varan bir artış meydana gelir. Bu genişleme pas payında, donatı yönünü izleyen çatlakların oluşmasına yol açar.



Şekil 3.9. Donatı paslanması sonucu pas payı betonunda çatlak oluşumu ve kapak atma

Yapılardaki donatının korozyonuna ve bu korozyonun sürmesine neden olan 4 ana etken vardır:

- 1 Karbondioksit veya klorun neden olduğu reaksiyonlar sonucu donatı etrafındaki koruyucu pasivasyon tabakasının bozulması,
- 2 Betonun kılcal gözenekleri içinde dağılmış olan ve elektrolit görevi gören su,

- 3 Betonun gözeneklerinden içeri giren oksijen.
- 4 Önlem alınmadığı takdirde betonarmenin içinde gerçekleşen yoğuşma nedeniyle nemlenme.

Korozyon ilerledikçe, pasla yüklü suyun dışarı akması sonucunda pas rengi bu çatlama yüzeyinde görülmeye başlar. Böylece donatı paslanması sonucu oluşan hasarın teşhisi belirgin bir nitelik kazanır(Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Donatı korozyonu sonucu pas tabakasının beton yüzeyine sızması

Daha ileri aşamalarda pas payı betonu kopar ve düşer, donatı açığa çıkar(Şekil 3.11.). Genellikle parça atmanın başlangıcında paslanma sadece yüzdedir ve donatının arka kısmı sağlamdır.



Şekil 3.11. Donatı korozyonu sonucu donatının açığa çıkması

3.2.9.1.Korozyon oranının belirlenmesi

Korozyon oranının zamanında ve yapının sistemini fazla etkilemeden saptanması gereklidir. Bu doğrultuda başlıca iki yöntem kullanılmaktadır:

1. Yarı-Hücre (Half-cell) potansiyel haritalama tekniği,
2. Galvanostatik akım tekniği

Bu yöntemlerin esası; donatı üzerindeki akım ölçümleri yardımıyla korozyon oranının bulunmasına dayanmaktadır. Belirlenen ölçümler yardımıyla yapının eleman ömürleri, geliştirilen bağıntılar yardımıyla ve zamana bağlı oranlamayla (enterpolasyon) saptanabilmektedir.

Half-cell potansiyel haritalama yönteminde beton yüzeyindeki elektrotlar yardımıyla donatının elektro-kimyasal potansiyel durumu ölçülmektedir. Donatı üzerinde beklenen düşük direnç ölçümleri, donatının sürekli korozyonsuz olduğunu gösterir. Bu ölçümlerde pas payı tabakasının kalitesi, nem, karbonizasyon durumu ve klorür

miktarı sonucu etkilemektedir. Ölçülen potansiyel değerleriyle korozyon düzeyi belirlenmektedir.

Galvanostatik akım yöntemiyle ölçümde bu amaçla geliştirilen cihazlar kullanılmaktadır. Beton yüzeyi üzerine yerleştirilen elektrot yardımıyla galvanostatik akım verilir. Ölçülen değerler donatının serbest korozyon değerleriyle karşılaştırılır ve korozyon oranı bulunur. Bu yöntemle ölçülen korozyon oranları bilgisayara aktarılarak sonuçların iki ya da üç boyutlu gösterimi sağlanmaktadır.

3.2.9.2.Korozyonun sistem davranışına etkisi

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 cm^2 'den $1,54 \text{ cm}^2$ 'ye iner. Bu çok büyük bir kayıptır (~%25). Korozyon ilerledikçe bu kayıpların daha da artacağı ve kesitleri/sistemi güvensiz duruma düşüreceği açıktır. Daha da olumsuz 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.

3.2.9.3.Korozyon hasarlarının giderilmesi

1. Korozyona uğramış donatı açığa çıkarılır, temizlenir.
2. Temizlenen donatı, uygun yapı kimyasalıyla/epoksi boyalarla kaplanır.
3. Özel polimer onarım harçlarıyla donatı kapatılır. Pas payı oluşturulur.

4. Bu yoldan, devam eden/ilerleyen reaksiyon durdurulur. Bu çalışmalar sırasında ilgili elemanlarda (kolon, kiriş) güvenlik önlemlerinin alınması gerekir. Korozyona uğrayan donatılardaki kesit kaybı, güvenlik sınırlarını aşyorsa korozyonun önlenmesi yetmez, kesit ve elemanlarının güçlendirilmesi de gerekir. Bu tür yetersizlikler eleman boyunca sınırlı ise yerel güçlendirme gerekir. Bu kapsamda betonarme mantolama, çelik ya da karbon elyaf gibi değişik malzemeler kullanılmaktadır.

5. Korozyonun tüm sistemi kapsadığı durumlarda, güçlendirme maliyetinin artacağı da açıktır. Bu durumda yapının özelliği yoksa ve güçlendirme maliyeti yeniden yapımın %40-50 mertebesine ulaşıyorsa, yıkıp yeniden yapmak uygun bir seçenektir. Özelliği olan yapılardaki korozyon önlemleri kapsamında daha ileri teknikler (katodik koruma vb.) ve özel yüzey kaplamaları kullanılmaktadır.

3.2.10. Alkali-silika reaksiyonu (ASR)

Alkali-Silika reaksiyonu; oldukça kompleks bir kimyasal reaksiyondur. Aktif silis bulunan agregalar ile çimento alkalileri arasında meydana gelir. Harita çatlakları tipinde çatlaklar meydana gelmektedir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. ASR hasarına bağlı olarak oluşan çatlaklar

Her agregada bir miktar silis bulunur. Ayrıca kullandığımız bütün çimentolarda alkali içerik mevcuttur. Bu nedenle önemli olan; ASR 'nin neden olduğu genişleme gelecekte bir sorun yaratıp yaratmayacağıdır.

3.2.10.1. Alkali-silika reaksiyonu mekanizması

ASR oluşabilmesi için ortamda şunlar bulunmalıdır:

1. Aktif silika formu
2. Yeterli miktarda alkali
3. Nem

Bunlardan biri olmazsa reaksiyon olmayacaktır.

Çimento alkali içeriğinin 'eşdeğer Na₂O' değeri olarak %0,6 değerini aşması gerekir. Alkali içeriği sodyum oksit eşdeğeri olarak şu formülden hesaplanır:

$$(Na_2O)_e = Na_2O + 0,658 K_2O$$

Genellikle, sadece çimento ve çimentolanma özelliği olan malzemelerin alkalitesi göz önüne alınmaktadır. Ancak, betona katılan kimyasal ya da mineral katkıları alkali içeriyorsa; gelen ilave alkali miktarı göz önüne alınır. Beton içine alkali girişi sadece çimentodan kaynaklanıyorsa, alkali içeriği şu ifade ile hesaplanabilir:

$$[\text{Çimentonun alkali \%}] \times [\text{Çimento dozajı (kg/m}^3\text{)}] = \text{Betondaki alkali miktarı (kg/m}^3\text{)}$$

3.2.10.2. Alkali-silika reaksiyonunu etkileyen faktörler

Karışım Oranlarının Etkisi:

Karışım oranları değiştirilerek reaktif agrega içeriği ve hidroksit iyonu içeriği değiştirilebilir. Bu genişleme miktarını etkiler. Maksimum genişleme reaktif silis/alkali oranının 3,5 ile 5,5 arasında olması durumunda meydana gelir.

Alkali İçeriğinin Etkisi:

Çimento-alkali içeriğinin değişmesi, betonun hidroksit iyon konsantrasyonunu, beton alkali içeriğini ve silis/alkali oranını değiştirir.

Reaktif Agreganın Cinsinin ve Tane Büyüklüğünün Etkisi:

herhangi bir formda reaktif silisin bulunması gerekmektedir. Reaktif silis oldukça farklı doku ve kristal yapı sergiler. Soğuma hızına bağlı olarak amorf veya camsı yapıda olabilirler. Kimi durumlarda kuvars kristallerinin oluşunu sırasında içsel gerilmeler oluşur. Bu tür kuvars mineralleri içeren agregalar reaktiftir. Reaktif agreganın tane büyüklüğü de ASR sebebiyle oluşabilecek zararlar üzerinde etkilidir. Boyutu bazen 5mm. 'ye kadar çıkabilen reaktif agrega kullanılması durumunda genişmenin maksimum olduğu görülmektedir. Ancak, 75 mikronun altındaki boyutlarda reaktif agreganın fazla miktarda bulunması halinde genişme oluşmadığı halde reaksiyon delillerinin ortaya çıktığı gözlenmiştir.

Dış Alkalilerin Etkisi:

Kar mücadelesinde kullanılan tuz(NaCl), deniz suyu, beton kr suyu ve endüstriyel atık suları aracılığıyla beton bünyesine dışarıdan giren alkaliler, dış alkaliler olarak adlandırılır. Özellikle geçirimli betonlarda ve/veya çatlaklar oluşmuş betonlarda dış alkaliler ASR' nun neden olduğu genişmeleri arttırır.

Rutubetin Etkisi:

Rutubet silisin çözülmesine, alkali iyonlarına ve reaksiyon bölgesinde jel oluşumuna sebep olur. Oluşan jel ise su emerek şişip genişler ve betonda içsel çekme gerilmeleri oluşmasına yol açar. Araştırmalar, bağlı nem oranı %80 'in üzerinde olan betonlarda ASR 'nun oluştuğunu göstermektedir.

Düşük su/çimento oranlı betonun, ilave çimento, mineral katkı veya herhangi bir başka yolla beton geçirimsizliği azaltılırsa; rutubetin betona girişi ve beton içinde dolaşımı azalır. Dolayısıyla beton içinde alkalilerin yayılması da azaltılmış olur.

Sürüklenmiş Havanın Etkisi:

Reaktif agrega içeren ancak ASR sebebiyle hasar görmeyen yapılar incelendiğinde, jelin hava boşluklarını tamamen veya kısmen doldurduğu görülmektedir. Bundan dolayı, jelin hasar görmemiş betonda hava boşluklarını doldurarak ilerlediğini ve hava sürükleyici katkı kullanımının ASR sebebiyle oluşan hasarı önleyebileceği söylenebilir.

Sıcaklığın Etkisi:

Sıcak iklim koşullarındaki yapılar, soğuk iklim koşullarındakilere göre ASR 'na karşı daha duyarlıdır. Çünkü reaksiyonun hızı sıcaklık arttıkça artar.

3.2.10.3. Alkali-silika reaksiyonunun belirtileri

Betonda ASR ürünleri oluşmadıkça ASR hasarından bahsedilemez. Yapılacak dikkatli incelemelerle tespit edilebilecek ASR belirtileri; genişleme, betonda çatlaklar, yüzey birikintileri, yüzey parçalanmaları-patlamaları ve renk değişimleridir. ASR varlığının en tipik göstergesi, genişlemelerle ortaya çıkan harita çatlağı tipindeki çatlak desenleridir.

3.2.10.4. ASR 'yi kontrol altına alma yöntemleri

Beton dökümünden önce gerekli önlemler alınmalıdır:

1. Aktif silis içermeyen agregalar tercih etmek.
2. Betonun alkali içeriği sınırlandırılmak.
3. Ortamın nemi kontrol altında tutmak.
4. Katkı maddesi kullanılmak.

BÖLÜM 4. YER ALTI SU SEVİYESİ ALTINDA BULUNAN YAPI ELEMANLARINDA KULLANILAN MALZEMELER VE YALITIM TEKNOLOJİLERİ

Toprak ile temas eden yapı elemanlarının su ve nem yalıtımları için pek çok çeşit malzeme üretilmiştir ve üretilmektedir. Çünkü; mevcut bir malzemenin dezavantajları, onu daha da geliştirmeye veya daha mükemmel başka bir malzemenin doğmasına neden olmaktadır.

3000 yıldan beri su yalıtımında kullanılan bitümün çağdaş tekniklerle geliştirilip inorganik liflerden oluşturulan bir taşıyıcı ile desteklenmesiyle; günümüzde basınçlı su yalıtımında başarıyla kullanılan modifiye polimer bitümlü su yalıtım örtüleri elde edilmiştir. Bitümün plastik taşıyıcılarla kaplanıp başarıyla kullanılması bazı üreticilere, özellikle lastik sanayine bir fikir verdi. Bunun sonucunda da yeni bir ürün olan, tamamıyla plastikten üretilen örtüler ortaya çıktı.

Günümüzde basınçlı suya karşı yapılan yalıtımlarda modifiye polimer bitümlü ve plastik esaslı olmak üzere bu iki çeşit örtü kullanılmaktadır. Bu örtülerden herhangi birinin kullanıldığı temel yalıtımlarında bunlara ek olarak birde geçirimsiz beton uygulaması vardır. Bölüm 5 'teki uygulama aşamaları kısmında anlatıldığı gibi; yapının bazı yer altı elemanlarının geçirimsiz betondan oluşturulması gerekmektedir. Dolayısıyla; basınçlı su yalıtımında kullanılan malzemeleri anlatırken; betonu su geçirimsiz kılan kimyasal maddelere de yer vermek gerekir.

Yer altı su seviyesi altında bulunan yapı elemanlarında yapılan su yalıtımlarında kullanılan malzemeler üç grupta incelenmiştir:

1. Betonu geçirimsiz kılan kimyasal maddeler
2. Modifiye polimer bitümlü su yalıtım örtüleri

3. Plastik su yalıtım örtüleri

4.1. Betonu Geçirimsiz Kılan Kimyasal Maddeler

Beton ne kadar iyi üretilirse üretilsin; bünyesinde daima boşluk kalır. Gerek betonun katılaşması sırasında gerekse hidrasyon reaksiyonları sırasında açığa çıkan serbest kirecin oluşturduğu bu koşullar suyun geçmesi için uygun ortam oluştururlar. Ayrıca; agrega granülometrisinin uygun olmaması, çimento dozajının azlığı gibi faktörler de boşluk oranını arttırarak geçirgenliğin yükselmesine neden olurlar. Beton, gerek yeni dökülürken gerekse döküldükten sonra bünyesine katılan bazı kimyasal maddeler sayesinde su geçirimsiz hale gelebilir.

Yer altı su seviyesi altındaki beton elemanların geçirimsizliği iki şekilde elde edilir:

- 1 Kimyasal katkı maddelerinin beton harcına katılmasıyla,
- 2 Kimyasal katkı maddelerinin sonradan betona enjekte edilmesiyle.

4.1.1. Beton harcına katılan kimyasal katkı maddeleri

Jel; koloidal bir çözeltinin pıhtılaşmasıyla kendi kendine oluşan bir sıvı karışımdır. Çok ince boşlukları doldurma özelliği vardır. Kimyasal katkı maddeleri, beton harcına katılarak beton içinde jeller ya da kapalı hava boşlukları oluşturarak geçirimsizlik sağlarlar.

Birinci grup katkıları, beton harcına katılarak hidrasyon sırasında ve sonrasında suda çözülmeyen tuzlar oluşturarak veya jeller yaparak boşlukları doldururlar ve betonu geçirimsiz hale getirirler[1].

Toz veya sıvı haldeki bu kimyasal katkı maddelerinde kullanılan karışımlardan bazıları şunlardır:

- 1 Sodyum silikat, potasyum silikat
- 2 Çinko, magnezyum, kalsiyum pluosilikatları
- 3 Suda çözülmeyen sabunlar, yağlar

- 4 Mineral tuzlar
- 5 Vinsol reçineleri
- 6 Alkali alüminatları
- 7 Alkali klorürleri
- 8 Polimer emülsiyonlar

Bu katkı maddelerinin katılacağı beton harcının agrega dane büyüklüğü 30 mm 'den fazla olmamalıdır. Granülometri, en az boşluk olacak şekilde hazırlanmalıdır. En az 300 kg/m³ çimento kullanılmalıdır.

Katkı maddesinin dozajı, çimento ağırlığının %0.2-2 oranındadır[4]. Dozaj ayarlaması yapılırken üretici firmanın talimatlarına uyulmalıdır.

Dikkat edilecek önemli bir nokta; katkı maddesinin önce harç suyuna katılması; daha sonra bu suyla çimento ve agreganın karıştırılmasıdır[4]. Bu katkı maddelerinin kullanıldığı betonda priz süresi önemli bir değişiklik göstermez.

İkinci grup katkıları (hava sürükleyici katkıları) betonda üniform yayılı kapalı hava boşlukları oluşturarak geçirimsizlik sağlarlar. Aynı zamanda; beton verimi %8 oranında yükselir; betonun dona karşı dayanımı da artar. Hava sürükleyici katkıları, modifiye vinsol reçinesi esaslı olup; özel olarak sıvı halde üretilirler. Ana kimyasal yapılarını ağaç reçine tuzları, yağlı asit tuzları ve sülfone hidrokarbonik asit tuzları oluşturur[10]. Klorür içermezler. Normal portland çimentosu veya sülfata dayanıklı çimentolarda kullanılırlar. Çimento ağırlığının %0.03-0.15 oranında katılırlar. Hava sürükleyici katkı, harç suyuna gerekli oranda atılıp iyice karıştırıldıktan sonra; normal beton imali için gerekli işler yapılır. Betonda priz süresi değişmez. Kullanma oranına göre betona giren hava miktarı artar. Boşluk hacmi normal betonda %1-1.2 olurken; katkılı betonda %4-5 olur[10]. Çok küçük (200 mikron) ve kapalı olan bu hava habbecikleri, kapiler kanalları keserek betonda geçirimsizlik sağlar.

Kullanılan katkı miktarına göre; özel ölçme aleti ile hava kontrolü yapılır ve boşluk hacminin %5 'i geçmemesi sağlar. Aksi takdirde; mukavemette düşme olur.

Hava sürükleyici katkı, ambalajında 2°C altında donar. Bu durumda ateşe maruz bırakılmadan hafifçe ısıtılarak çözülmesi sağlanır. Katkı hafif alkali olduğundan; yüz ve ellere teması halinde bol su ile yıkanmalıdır.

4.1.2. Betona sonradan enjekte edilen katkı maddeleri

Betona enjekte edilen katkı, toz bir karışım olup portland çimentosu, çok iyi işlenmiş silika kumu ve çeşitli kimyasal maddeler içerir. Katkı içindeki kimyasal maddeler katalitik bir reaksiyona yol açar ve oluşan kristaller, betonun içindeki boşlukları ve kılcal damarları doldurur. Bu kristallerin çözülmesi söz konusu olmadığı için; beton her yandan su sızmasına karşı yalıtılmış olur.

Katkı, kimyasal ve aşındırıcı maddelere karşı dayanıklı olduğu için; kimyasal suların, deniz suyunun, atık suların ve diğer zararlı maddelerin sızmasını önleyerek betonu ve donatıları çürümeye ve paslanmaya karşı korur. Aynı zamanda; betonda aşınma, tuz sızıntısı ve donma sırasındaki genleşme ile büzülmeden dolayı olabilecek dökülme, kavlanma, ufalanma, çiçeklenme ve patlamaya karşı da korur. Uygulamadan sonra betonda oluşan kristallerin arasında su moleküllerinin geçemeyeceği kadar küçük boşluklar vardır. Hava buralardan geçebilir. Böylece; beton nefes alarak tamamen kurur ve su buharının toplanmasını önler. Bu uygulama, bir kaplama değildir. Kristaller betonun entegre bir parçası haline geldiğinde; beton yüzeyindeki kaplama ile değil, betonun içine girip betonu geçirimsiz hale getirerek su yalıtımı sağlanır. Dolayısıyla; delinme, yırtılma veya ek yerlerinden açılma gibi problemleri yoktur.

Karışımı yüzeye sürme işlemi hem dıştan (pozitif), hem içten (negatif) uygulanabilir. Aynı sonuç alınır. Tek fark, pozitif uygulamada karışım bir kat sürülürken; negatif uygulamada iki kat sürülmesidir. Negatif uygulama, daha çok bitişik yapılarda ve temel perdeleri dışında insan çalışmasına yeterli şev açıklığının bulunmadığı yerlerde tercih edilmektedir.

Betonun içine enjekte edilerek kristalleşme sayesinde betonu tam geçirimsiz hale getiren bu katkıları aynı zamanda; çabuk priz alma, rötre yapmama ve yüksek

yapışma özellikleri ile beton tamirleri ve çatlaktan fışkıran suyu durdurma gibi durumlarda da kullanılır. Bu uygulama hem eski betonlara, hem de 22 saatten daha yeni olmamak suretiyle yeni dökülmüş betonlara kalıbı söküldükten sonra uygulanabilir. Aşağıda farklı durumlara göre uygulama kuralları ele alınmıştır:

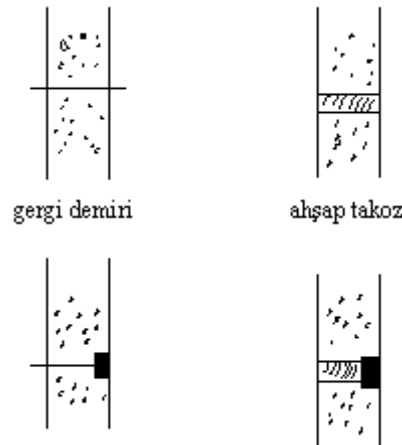
Yüzey uygulamalarında:

1. Bu katkıının kristal üretebilmesi için mutlaka suya ihtiyacı vardır. Bu yüzden taze veya nemli betonlar uygulama için idealdir. Eğer beton kuru ise; temiz su ile çok iyi ıslatılmalıdır. Yüzeyde toplanan fazla su, sünger yardımıyla alınır.
2. Uygulanacak beton yüzey toz, yağ, kir, boya ve diğer yabancı maddelerden arındırılmış ve kılcal damaları açık olmalıdır.
3. Yatay yüzeylerde çelik mala ile perdah yapılmamalıdır. Yüzey çok düzgün ve parlaksa; kumlama yapılarak, basınçlı su püskürterek veya hidroklorik asit ile yıkayarak yüzey pürüzlendirilmeli; dolayısıyla emici bir nitelik kazandırılmalıdır.
4. Çatlaklar, hatalı beton ek yerleri ve bozuk yüzeyler sağlam beton bulunana kadar açılmalı ve uygun biçimde tamir edilmelidir.
5. Katkı maddesi, kullanım amacına ve yerine bağlı olarak çeşitli oranlarda su ile karıştırılır. Karışım hazırlanırken mutlaka su, katkı maddesine katılmalıdır. Kullanılan su temiz olmalıdır. Su-toz karışımı, üretici firmanın talimatlarında belirtilen oranda olmalıdır. Çünkü; gereğinden fazla sulandırmak, kuruma esnasında çatlama ve dökülmelere yol açabilir.
6. Hazırlanan karışım el, mala veya düşük devirli (250 rpm) bir karıştırıcı ile karıştırılmalıdır. Malzeme ile cildin temas etmemesi için eldiven kullanılmalıdır.
7. Karıştırma esnasında yabancı priz nedeni ile sertleşme olabilir. Bu durumda karıştırma işlemine devam edilmelidir. 20 dakika içinde tüketilecek miktarda malzeme, su ile karıştırılmalıdır.
8. Hazırlanan karışım, İzmir Fırça adı ile bilinen yarı sert kıllı boya fırçası ile nemli yüzeye sürülür. Karışımın tüm yüzeye sürülüğünden emin olunmalıdır.
9. Uygulamadan sonra; genelde 2-3 gün süreyle günde üç kere su püskürtülerek bir kür işlemi uygulanır. Çok sıcak havalarda kür işlemi daha fazla yapılabilir veya ıslak çuval serilebilir. Kür işlemi, malzeme sudan zarar görmeyecek şekilde prizini yaptıktan sonra yapılmalıdır. Uygulamayı takip eden 48 saat içinde malzeme prizini yapmadan yüzeyi su baskınından korumak gerekir.

10. Uygulama sonrasında hava gereksinimi vardır. Bu nedenle; uygulama yapılmış yüzeyler üstüne teneffüs yeteneği olmayan plastik örtüler örtmek sakıncalıdır. Plastik örtüler örtülecekse; mutlaka yalıtılan yüzeyden yükseğe örtülmelidir.
11. Kapalı ortamlarda mutlaka hava sirkülasyonu sağlanmalıdır. Gerekğinde fanlardan yardım alınabilir. Kapalı ve çok nemsiz ortamlarda yalıtım sonrası, sıcak hava üfleyicileri kullanmak gerekebilir.
12. Yağmur altında ve +4 °C 'nin altındaki sıcaklıklarda uygulama yapılmamalıdır.

Kalıp gergi demirleri, ahşap takoz olan yerlerde:

Gergi demiri veya ahşap takozların çevresi 3-5 cm genişliğinde ve 3-5 cm derinliğinde U şeklinde açılır. Demir veya ahşap takoz bu noktada kesilir. Açılan oyuktaki pislikler alınıp bol su ile iyice yıkanır. Fazla su bir sünger ile alınır. Yine katkı maddesi ile yapılan şerbet, oyuk içerisine sürülür. Şerbet ilk prizini aldıktan sonra; oyuk karışım ile doldurulur (Şekil 4.1). Eğer gergi demiri için betonda plastik boru bırakılmış ise; aynı işlem yapılmalıdır.



Şekil 4.1 Karışımın gergi demiri ve ahşap takoz olan yerlerde uygulanması

Beton içindeki gergi demirleri için betonun yalıtıldığı yönden, yukarıda anlatıldığı gibi onarım yapıldıktan sonra aynı gergi demirleri, betonun diğer tarafında beton

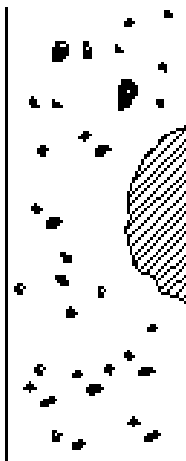
yüzey seviyesinde hemen kesilmelidir. Bir yüzden yapılan gergi demiri onarımı, demirin diğer yüzde kalan kısmına vurulacak çekiç darbesi ile zarar görebilir.

Beton ek yerleri ve soğuk derzlerde, farklı zamanlarda dökülmüş iki beton arasında mutlaka soğuk bir derz oluşur. Bu durumda; soğuk derzler 2-3 cm genişliğinde U şeklinde oyulmalıdır. İçerideki pislikler alındıktan sonra; bol su ile yıkanmalıdır. Oyukta toplanan su bir sünger yardımı ile alındıktan sonra; karışım kanala doldurulmalıdır.

Dilatasyon derzlerinde, bu karışım bir dolgu malzemesi olmadığı için hareketli derzlerde kullanılamaz. Ancak toprağa oturan dilatasyon derzlerinde kullanılacak diğer derz dolgularının uygulanabilmesi için gelen suyu geçici olarak durdurma amacı ile kullanılabilir.

Segregasyon görülen beton yüzeylerde:

Sağlam beton görülene kadar bozuk yüzeyler kazılarak çıkarılır. Açılan oyuk içerisindeki pislikler atılır. Bol su ile açılan oyuk iyice yıkanır ve bir sünger yardımı ile fazla su alınır. Önce şerbet sürülür ve ilk prizini aldıktan sonra; asıl karışım yüzey seviyesine kadar oyuğa doldurulur (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 Karışımın segregasyon görülen yerlerde uygulanması

4.2. Modifiye Polimer Bitümlü Su Yalıtım Örtüleri

Bu örtüler, belirli kalınlıklarda termoplastik polimerler (APP, SBS) ile geliştirilmiş bitümün inorganik bir taşıyıcıya emdirilmesi ve her iki tarafının film ile kaplanmasıyla oluşturulurlar.

Çok eski çağlardan 1900 'lü yılların başına kadar gerek temelde gerekse çatıda bitüm tek başına su yalıtım malzemesi olarak kullanılmaktaydı. Kömür uygarlığından petrol uygarlığına geçiş sayesinde; petrol distilasyonunun arttığı olduğu için bitüm, bol miktarda bulunmaktaydı. Su yalıtımı problemi oldukça ekonomik olarak çözülmekteydi.

Ancak; geleneksel mimarinin yerini yüksek katlı ve temelde derinlere inen yapılar almaya başlayınca, su sorunu büyüdü. Derinlere indikçe ortaya çıkan hidrostatik su basıncı karşısında bitüm yetersiz kalıyordu. Termoplastik özelliğe sahip bitüm, sıcaklık etkisi ile yumuşuyor ve mekanik özelliklerini kaybediyordu. Kesme kuvvetlerine maruz kaldığında; yavaş ve devamlı olarak şekil değiştiriyordu. Yüzeğe uygulanan bitümün kalınlığı, kendini taşıyamayacağı için; 2-3 mm 'den fazla uygulanamıyordu[1]. Oysa ki; suya karşı geçirimsizlik, yüzeğe uygulanan bitümün kalınlığı ile doğru orantılıdır. Bu durumda bitümü daha kalın kullanabilmek için, mekanik olarak dirençler armatür adı verilen taşıyıcı bir malzemeyle desteklemek zorunlu olmuş ve böylece bitümlü yalıtım örtüleri doğmuştur.

Bitümün emdirildiği taşıyıcı olarak önce organik lifler, daha sonra inorganik lifler kullanılmıştır. Ayrıca bitüm de içine katılan polimerler sayesinde modifiye edilmiş ve bugünkü halini almıştır.

Uygulama tekniklerinde de gelişmeler sağlanmıştır. Çünkü yapıştırıcı olarak kullanılan bitüm sorun yaratıyordu. Bitüm, kullanılmaya hazır, eriyik halde depolanamıyordu. Mecburen şantiyeye katı olarak getirilip şantiyede kazanlar içinde kaynatılıyordu. Bu da beraberinde taşıma, zaman kaybı, masraf ve işçi kazaları gibi sorunları getiriyordu. Polimer bitümlü örtülerin üretilmesiyle bu

tekniklerin yerine, çift katlı bitüm kaplı örtünün bir tarafındaki bitümün propan alevi ile eritilerek örtünün yüzeye yapıştırıldığı teknik geliştirilmiştir.

İlk defa 1960 'lı yıllarda İtalya 'da kullanılmaya başlanan inorganik taşıyıcılı modifiye polimer bitümlü yalıtım örtüleri, adeta bir evvelki su yalıtım örtülerinin dezavantajlarını gideren bir grup olmuştur. Kısaca belli mekanik, fiziksel ve kimyasal standartlara ulaşmış bu grup membran tipi örtüler:

1. Prefabrik imal edilebilinip sahaya sevk edilebildi,
2. Sahada bitüm eritme ve yerinde dökme işini kaldırdı,
3. Isı değişmelerine dayanıklı olarak tasarlandı ve geliştirildi,
4. Binalarda oluşan çatlakların yarattığı gerilmelere dayanıklı kılındı,
5. Örtülerin çekme mukavemetleri, içlerindeki taşıyıcılar vasıtasıyla çok arttırıldı.

Bitümlü yalıtım örtüleri bitüm ve taşıyıcı olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Bitüm, örtünün su geçirmezliğini sağlarken taşıyıcı da örtünün kopma, yırtılma, delinme, çekme mukavemeti gibi fiziksel performanslarını oluşturur.

4.2.1. Bitüm

Bitüm, aslında genel bir terim olup; hidrojen ve karbondan oluşan bileşiklerin ortak adıdır. Sadece kömürler ve gaz halindeki bileşikler bu tanıma girmez. Petrol benzeri bu siyah ya da kahverengi maddeler, Türkiye ve Avrupa 'da bitüm ve asfaltlı bitüm olarak adlandırılırken, ABD 'de yalnızca asfalt terimi kullanılmaktadır.

Su yalıtım tarihine bakarsak; bundan 3000 yıl önce Dicle Nehri kıyılarının, su kaybını önlemek için bitümle kaplandığını görürüz. Bundan başka; Kral Nabukadnezar 'ın Fırat Nehri üzerine kurduğu köprünün ayaklarını bitümle sıvattığı bilinmektedir. O zamanlar bitüm, doğada bulunduğu halde kullanılmaktaydı. Bitümün kullanılışı çok basitti. Isıtılıp eriyik hale geldikten sonra yalıtılacak yüzeye sürülmekteydi. Ne var ki su geçirimsizliği ile yapıştırıcı ve birleştirici gibi özelliklerinin yanında, mekanik direncinin az olması sorun yaratıyordu. Alçak ısıda kırılanlaşıyor yüksek ısıda yumuşuyor ve eriyordu.

Kömür uygarlığından petrol uygarlığına geçişle beraber, petrol distilasyonunun arttığı olduğu için bol miktarda bulunan bitüm üzerinde çalışmalara başlandı. Oksidasyon adı verilen bu işleme prosedürünün sonucunda, soğukta katı ve kolay kırılır olan yüksek ısılarda ise erimeye yüz tutan bitümün bu özelliklerinin geliştiği görüldü. Ve okside bitüm evresi başladı.

1960 'larda Nobel ödüllü İtalyan profesör Giulio Natta tarafından keşfedilen ataktik propilenin işlenmesinin arttığı olan isotaktik propilen ile distile edilmiş bitüm arasındaki uyum keşfedildi. Bu uyum oluşan yeni bitümlü örtünün düşük ısılarda daha yoğun ve daha az kırılabilir olmasını ve erime noktasının artmasını sağladı. Ayrıca bu yeni malzemenin film tabakaları ile kaplanması, mekanik direncin artması yanında, tabakanın alevle eritilip yapıştırılmasına da olanak veriyordu.

Petrokimya sanayindeki gelişmeler sonucu; bitüme yüksek nitelikli modifiye (gelişmiş) polimerler katılmasıyla okside bitüm evresinden polimer bitüm evresine geçildi. Artık basınçlı suya karşı uygulanan yalıtım örtülerinin oluşturulmasında polimer bitüm kullanılmaya başlandı. Okside bitüm ise daha çok, çok katlı örtülerin yapıştırılmasında sıcak bitüm olarak kullanılıyordu.

Bitüme katılarak; su geçirmez örtüleri günümüzde kullanılan hale getiren polimerler, elastomer (SBS: styrene butadiene styrene) ve plastomer (APP: atactic polypropylene) dir. Bu termoplastik polimerlerin bitüm hamuruna katılmasıyla; iyi bir su yalıtım örtüsüzde bulunması gereken esneklik, iyi yapışma ve geniş ısı aralıklarında çalışabilme gibi özellikler sağlanır.

4.2.1.1.Elastomerik bitüm

Elastomer, özellikleri doğal kauçuk lastiğinin özelliklerine benzeyen, genellikle sentetik olarak imal edilen ve ilk uzunluğunun en az iki katına kadar esneyebilen, stiren bütadien kopolimer, polikloropren, nitril lastiği, butil lastiği, poli sülfür lastiği, silikon lastiği, poliüretan lastiği gibi büyük moleküllü polimerlerdir (TS 11758). Elastomerik polimerler (SBS) ile modifiye edilen bitüme elastomerik bitüm denir.

Elastomerik bitüm, her iklime uygun olduğu gibi soğuk iklim performansı yükseltilmiştir. +120 °C ile -120 °C arasında elastik deformasyon özelliği ve dolayısıyla yaşlanmaya karşı yüksek direnç gösterir. SBS, su yalıtım örtüsüne gelen yüklerin düzenli dağılmasını sağlar. Elastomerik bitümle kaplanan tabakanın çekme mukavemeti ve esnekliği en düşük ısılarda bile çok yüksek seviyelerdedir. Çünkü belli oranlarda deformasyona imkan vererek olayın yırtılmadan çözülmesini sağlar. Plastomerik tiplerin esneme değeri %45 civarında iken, elastomerik tiplerin %300 civarındadır.

4.2.1.2. Plastomerik bitüm

Plastomer, oldukça dayanıklı, genellikle sert ve şeklini koruyan büyük molekülü bir polimer maddedir (TS 11758). Plastomerik polimerler (APP) ile modifiye edilen bitüme plastomerik bitüm denir.

Plastomerik bitüm, her iklime uygun olduğu gibi sıcak iklim performansı yükseltilmiştir. Yumuşama noktası yüksektir. Ani ısı farklılıklarına karşı şeklini koruyan plastik deformasyon özelliği gösterir. Plastomerik bitümlü örtü, elastomerik tipe göre daha ucuz olduğu için daha çok kullanılır. Temelerde toprak altında büyük ısı değişimleri beklenmediği için plastomerik tip tavsiye edilir ve tüketilir.

Önceleri kullanılan okside bitüm ile geliştirilmiş modifiye polimer bitümlerin karşılaştırılması Tablo 4.1 'de yapılmıştır.

Tablo 4.1. Bitümlerin Özellikleri

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

4.2.2. Taşıyıcı (armatür)

Bitümün bir taşıyıcıya emdirilmesiyle; su geçirimsizliği sağlanacak yüzeylerde, yeterli miktar ve kalınlıktaki bitümü devamlı olarak yüzey üzerinde tutmak mümkün olabilmektedir. Taşıyıcının diğer bir faydası da; yapıdaki çatlamalardan örtünün zarar görmesini önlemek ve esnekliği sayesinde yapı hareketlerine uyum sağlamaktır. Taşıyıcı aynı zamanda; örtünün çekme mukavemetini, kopma anındaki boy uzaması ve delinme mukavemetini belirlemektedir.

Taşıyıcı olarak ilk önce; jütten yapılmış hasırlar, pamuklu kanaviçe, paçavra kağıt, karton keçeleri gibi kolay bulunan ve ucuz olan organik malzemeler kullanılmıştır.

İnşaat sektörü, su yalıtım sorunlarını 1970 'li yıllara kadar; sıcak asfaltla yapıştırılan pamuklu kanaviçe, jüt veya karton taşıyıcılı bitümlü tabakalar kullanarak çözmeye çalışıyordu. Pamuklu kanaviçe ve jütün organik madde olmasından dolayı, yalıtım topraktaki mikroorganizmalara direnç gösteremiyor ve çok çabuk çürüyordu.

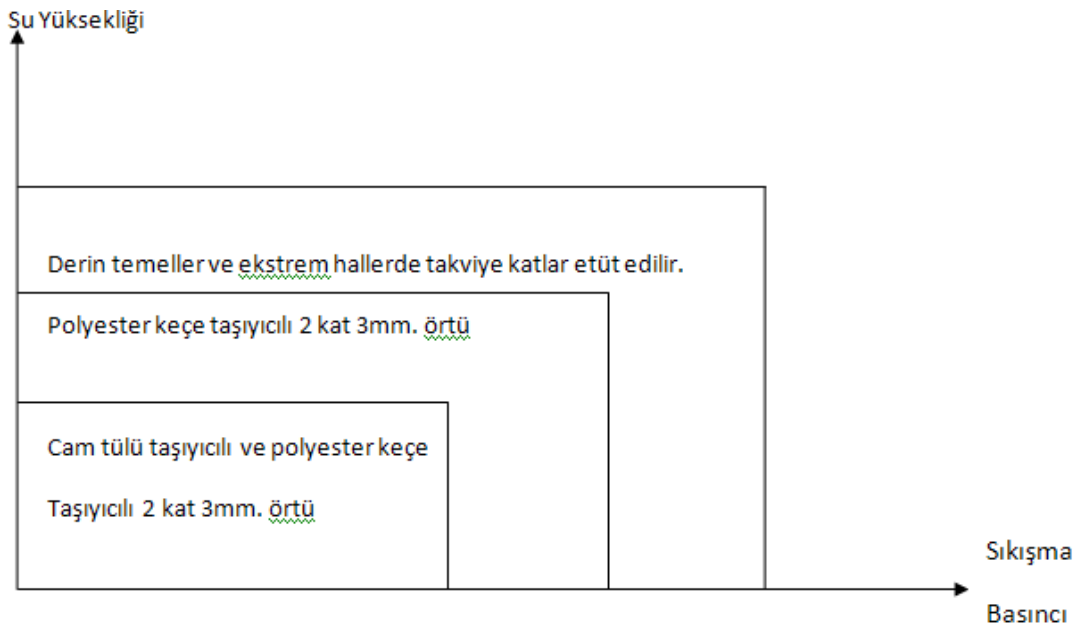
Organik lifli taşıyıcıların bir müddet sonra toprağa karışmaları, taşıyıcı olarak inorganik liflerin kullanılmasını gündeme getirmiştir. İnorganik taşıyıcı olarak önce asbest elyaf kullanıldı. Ama asbestin Dünya Sağlık Teşkilatı tarafından kanserojen bir madde olarak tanımlanmasından dolayı bu fazla uzun sürmedi. Yerini günümüzde kullanılan; cam tülü ile yüksek çekme mukavemeti, esnekliği ve dayanıklılığı bir arada bulunduran polyster liflere bıraktı.

İyi bir taşıyıcıda olması gereken önemli özellikler aşağıda belirtilmiştir:

- 1 Taşıyıcı, bünyesine bitüm alma özelliğine sahip olmalıdır.
- 2 Bitümün veya kendi bünyesinin bozulmasına sebep olacak fiziksel veya kimyasal olaylara (çürüme, rutubet, yağ emme gibi) imkan vermemelidir.
- 3 Normal atmosfer şartlarında, bünyesinde çok az (%1) rutubet bulundurmalıdır.
- 4 Su ve topraktaki mikroorganizmalardan etkilenmemeli, örneğin çürümemelidir.
- 5 Rutubetlenme-kuruma olayından etkilenmemeli, örneğin boyutları değişmemelidir.

- 6 Uygulama sırasında gerekli çekme mukavemetine sahip olmalıdır.
- 7 Isı ile genleşme, yapı malzemesinden çok farklı olmamalıdır.
- 8 Sıcak bitüm uygulamasında kavrulmamalıdır.
- 9 Hafif olmalıdır.
- 10 Maliyeti geçirimsizlik sistemini büyük ölçüde etkilememelidir.

Günümüzde, temellerdeki basınçlı suya karşı kullanılan polimer bitümlü yalıtım örtüleri, taşıyıcılarına göre cam tülü ve polyester keçe taşıyıcılı olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Bu örtülerin kullanım yerleri Şekil 4.2 'de görülmektedir.



Şekil 4.3. Yalıtım katlarının belirlenmesi

Örtüler en az iki kat uygulanırlar. Cam tülü taşıyıcılı örtülerin basınçlı su yalıtımında kullanımları sınırlıdır. Mecbur kalmadıkça kullanılmamalıdır. Ama bazen maliyeti düşürmek için tercih edilebilirler. Böyle bir durumda; sadece su yüksekliğinin 2 metreyi geçmediği ve sıkışma basıncının 1 kgf/cm^2 'den küçük olan yerlerde ve ikinci kat olarak kullanılabilirler.

Su yüksekliğinin 6 metreyi, sıkışma basıncının 2 kgf/cm^2 'yi geçtiği temellerde polyester keçe taşıyıcılı örtüler üç veya daha fazla kat olarak uygulanırlar.

4.2.2.1.Polyester keçe taşıyıcı polimer bitümlü yalıtım örtüleri

Polyester keçe, sürekli polyester elyaflarının spunbond sistemiyle imal edilen iğneleme ve apreleme yöntemiyle birbirleriyle ilişkilendirilmesi ile oluşturulan dokunmamış (non-woven) keçedir (TS 11758). Belirli kalınlıklardaki polimer (APP, SBS) katkıli bitümün bu keçeye emdirilmesi ile yalıtım örtüleri oluşturulmaktadır. Bu sentetik keçeler bakteri üretmez, yıllar sonra bile bozulmaz, çürümez. Polyester keçenin taşıyıcı olarak fiziksel nitelikleri Tablo 4.3 'te gösterilmiştir.

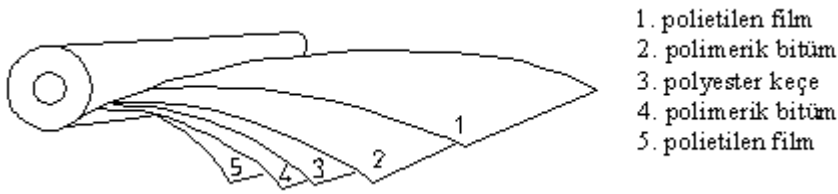
Tablo 4.2. Polyester keçe taşıyıcısının fiziksel özellikleri

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

Polyester keçe taşıyıcılı polimer bitümlü yalıtım örtüleri, cam tülü taşıyıcılı örtülere oranla beş kat daha güçlü ve dayanıklıdır. Günümüzde temellerde basınçlı su problemine karşı kullanılan en modern, en dayanıklı ve en iyi malzeme polyester keçe taşıyıcılı polimer bitümlü örtülerdir.

Bu örtüler, yapılarda yavaş yavaş ortaya çıkan ve örtünün yapıştırıldığı masif yapı elemanlarının herhangi bir noktasında biriken gerilmelerden oluşan çatlaklardan ve hidrostatik basınçtan etkilenmezler.

Polyester taşıyıcılı bitümlü yalıtım örtüleri, polyester bir tabakaya belirli kalınlıklarda termoplastik polimerler (APP, SBS) ile zenginleştirilmiş bitümün emdirilmesiyle üretilmektedir (Şekil 4.3).



Şekil 4.4 Polyester keçeli polimer bitümlü su yalıtım örtüsü

Örtünün dış yüzeyi, rulo haline getirilen ürünün birbirine yapışmasını önlemek için polietilen (PE) film ile kaplıdır. Bu film, uygulama sırasında şalümodan çıkan propan veya bütangaz aleviyle hızla erir ve örtünün yapışma özelliğini ortaya çıkarır. Bu örtüler, 3-4 mm kalınlığında, 1 metre eninde, 10 metre boyunda olup rulolar halinde üretilmektedir.

Polyester keçe taşıyıcılı polimer bitümlü yalıtım örtülerinin alaşımları şunlardır:

- 1 Ataktik polipropilen (APP)
- 2 Etilen kopolimerler ve bitüm (ECB)
- 3 Styrene-butadiene-styrene (SBS)
- 4 Etilen propilen (EPM)
- 5 Kloro-sülfonatlanmış polietilen (CMS)
- 6 İzotaktik polipropilen (PP)
- 7 Etilen vinil asetat (EVA)
- 8 Etilen aspilester (EAC)
- 9 Poli-izobutilen (PIB)

Bu örtülerin teknik özellikleri Tablo 4.3 'te gösterilmiştir (Değerler ortalama olarak alınmıştır).

Tablo 4.3. Polyester keçe taşıyıcılı polimer bitümlü yalıtım örtülerinin teknik özellikleri

Nitelik	APP katkılı örtülerde	SBS katkılı örtülerde
Rulo Ağırlığı	45 kg	45 kg
Taşıyıcı (polyester keçe) Ağırlığı	200 gr/m ²	200 gr/m ²
Kalınlık	3-5 mm	3-5 mm
Bitüm Yumuşama Noktası	+145 °C	+120 °C
Bitüm Kırılma Noktası (Frass)	-22 °C	-35 °C
Çekme Mukavemeti	Enine 650 N/5cm Boyuna 1050 N/5cm	Enine 650 N/5cm Boyuna 1050 N/5cm
Kopma Uzaması	Enine %50 Boyuna %45	Enine %50 Boyuna %45

Yalıtımda bu tip örtülerin kullanılması kullanıcıya bazı avantajlar ve dezavantajlar sağlamaktadır. Avantajları:

- 1 Bu örtüler, doğru uygulandığı takdirde; basınçlı suya karşı kesin geçirimsizlik sağlamaktadır.
- 2 Yüksek mekanik özelliklere sahiptir. Darbelere karşı dayanıklıdır ve yırtılmazlar.
- 3 Fiziko-kimyasal özellikleri yüksektir. Gerek bitümü, gerekse taşıyıcısı toprakta bulunan mikroorganizmalardan ve kimyasallardan etkilenmezler. Uzun yıllar boyunca çürümeden ve bozulmadan işlevlerini devam ettirirler.
- 4 Çekme mukavemetleri ve elastikiyet özellikleri yüksektir. Yapı hareketlerinden hidrostatik basınç altında dahi etkilenmezler. Sonradan oluşacak çatlaklarda ve dilatasyonlarda esnekliği sayesinde yalıtım özelliğini korurlar ve yırtılmazlar.
- 5 Yüksek ısısal dayanıma sahiptir (+120, -120 °C). Soğukta çatlamaz, sıcakta erimez. Isı şoklarına dayanıklıdır.
- 6 Her türlü beton, demir, bakır yüzeye kolaylıkla mükemmel yapışır. Uygulandıktan sonra hidrostatik basınç karşısında dahi; yapıştığı yerden ayrılması söz konusu değildir.
- 7 Uygulaması kolay ve hızlıdır. Örtülerin yerleştirilmesi için özel cihazlar gerekmez. Zaman ve işçilikten kazandırır.

- 8 Uygulanmasında asfalt eritme işi olmadığı için; çalışma ortamı temiz ve çevre koruma kurallarına uygundur.
- 9 Üst üste gelen yerlerin yapıştırılması işlemi kolay, hızlı ve emniyetlidir.
- 10 Örtülerin onarımı kolay ve zaman gerektirmeyen bir iştir.
- 11 Ekonomik açıdan yapı maliyetine, sağladığı yararların yanında fazla bir yük getirmez.

Dezavantajları:

- 1 Örtünün iyi bir yapışma sağlayabilmesi için; yapıştırılacağı yüzeyin çok iyi temizlenip tesviye edilmesi gerekmektedir.
- 2 +4 °C 'nin altında ve nemli, yağışlı havalarda uygulama yapılamaz.

Uygulanması:

Polyester keçeli modifiye polimer bitümlü su yalıtım örtüleri, şalımo alevi ile eriterek, sıcak asfalt ile yapıştırarak, kimyasal yapıştırıcılar ve kendiliğinden yapışarak olmak üzere dört şekilde uygulanır. Şalımo alevi ile eriterek veya diğer bir deyişle; alev ile kaynak yaparak tamamen yapıştırma usulü, en sağlıklı ve en çok uygulanan bir metottur.

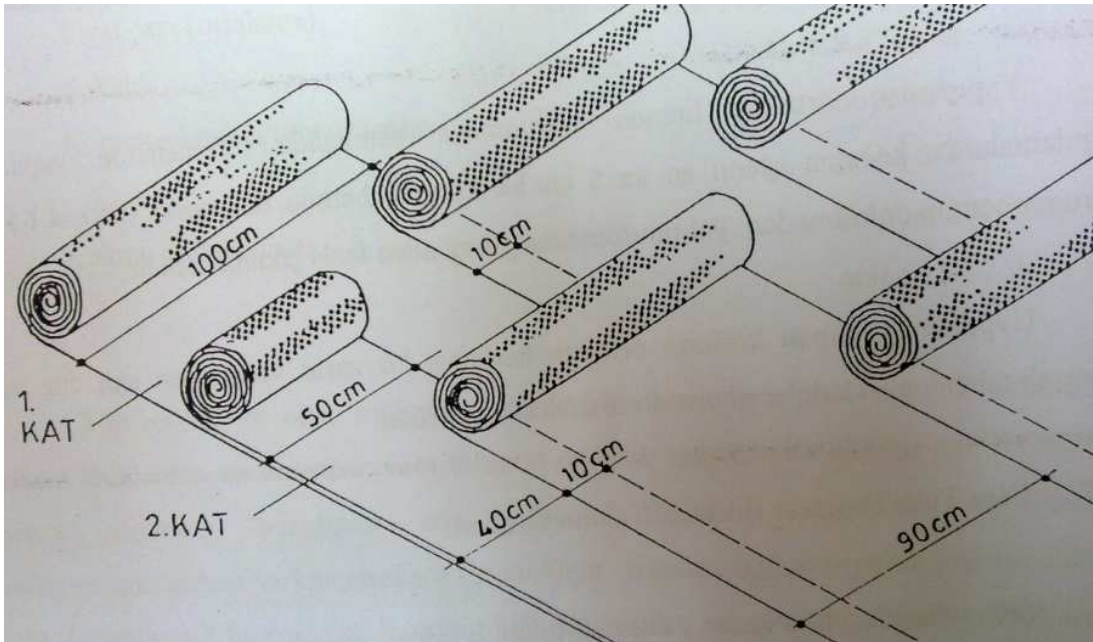
1. Sıcak Asfalt ile Yapıştırma Yöntemi: pratik olmayan bu yöntem çok nadir uygulanır. Çünkü asfalt eritme işi çok zahmetli bir iştir. Üstelik sağlığa zararlı olduğu için; şehir içinde müsaade edilen bir işlem değildir. Yapıştırmada kullanılacak asfaltın türü, örtünün üretici firması tarafından seçilmelidir.

Yüzey her türlü yabancı maddeden arındırılır ve astar sürülür. Astar kuruduktan sonra örtülerin yapıştırılmasına geçilir. Uygulama soğuk bir mevsimde yapılacak ise yapıştırıcı olarak yumuşama noktası düşük (yumuşak), sıcak mevsimde yapılacak ise yumuşama noktası yüksek (sert) türde asfalt kullanmaya dikkat edilmelidir. İleride yalıtımın ısınacağı belli olan temellerde, mevsime bakılmaksızın yapıştırıcı olarak yumuşama noktası üst limite dayanan bir asfalt türü kullanmak doğru olur.

Sıcak asfalt, önceden bir kat uygulanmış olan örtülerin üzerine eşit yoğunlukta sürülür. Rulo halindeki örtü, sürülen asfaltın üzerine sıkıca bastırılır ve rulo ilerletilir. Uygulayıcı, örtünün iyice yapışıp yapışmadığını ve hava kabarcığı kalıp kalmadığını sürekli kontrol etmelidir.

2. Kimyasal yapıştırıcılarla yapıştırma metodu: Fazla kullanılan bir metot değildir. Örtünün yüzeyindeki bitümü şalümo alevi ile eriterek kolayca ve sıkıca yapıştırmak varken; artı bir maliyet getiren ve uygulaması daha zor olan kimyasal bir yapıştırıcı kullanmak, pek tercih edilen bir yöntem değildir ama mümkündür.

Yapıştırıcı soğuk olarak uygulanır. Örtüyü üreten firmaların tavsiye ettiği yapıştırıcıları kullanmak gerekir. Yapıştırıcının suyu emme ve suda çözülme özelliği olmamalıdır. Sıcak asfaltla yapıştırmada olduğu gibi; yapıştırıcı yüzeye sürülür ve rulo iyice bastırılarak ilerletilir. Uygulayıcı, örtünün tutkal ile yapışıp yapışmadığına devamlı bakmalıdır. Yapışmayan yerler görürse; buraları tekrar gözden geçirmelidir. Örtüler Şekil 4.5 'te olduğu gibi serilir. Ek yerlerinde en az 10 cm 'lik bindirmeler yapılmalıdır.



Şekil 4.5. İki katlı uygulama

3. Kendiliğinden Yapışma Yöntemi: Sadece polietilen yerine polyester film kaplı örtüler için geçerlidir. Örtünün üzerindeki polyester yüzey filmi sökölüp

tabaka, yüzeye bastırılmak suretiyle yapıştırılır. Uygulama kuralları, şalümo metodu ile aynıdır. Nitekim, şalümo metoduna göre daha zahmetli olduğu ve daha çok itina gerektirdiği için daha az tercih edilir. Ülkemizde bu yöntem, basınçlı su yalıtımında pek kullanılmamaktadır.

4. Şalümo Alevi ile Yapıştırma Metodu: Uygulama için LPG (sıvılaştırılmış petrol gazı genellikle propan veya bütan) ile çalışan uygun bir şalümo, yuvarlak ağızlı bir mala ve bir bıçağa ihtiyaç vardır.

Şalümo alevi ile eriterek yapılan uygulamada, rulo halindeki örtü yerine yerleştirildikten sonra şalümo denen el aletlerinin ucundan çıkan alev örtü yüzeyindeki bitümü erittiği anda yüzeye bastırılarak rulo ilerletilir ve tam bir yapışma sağlanır. Yapışan örtülerin bir daha el ile sökülmesi mümkün olmaz. Örtünün kenarları sıcak mala ile perdahlanmalıdır.

Yüzeyin Hazırlanması: gerek yatayda gerekse düşeyde uygulanacak yüzey önce toz, yağ, kir ve diğer yabancı maddelerden temizlenip pürüzsüz ve kuru hale getirilmelidir. Örtünün yüzeye iyi yapışmasını sağlamak için, yüzeye önce bir kat astar sürülür.

Astar olarak; su ve asfaltın özel yöntemler kullanılarak karıştırılması ile elde edilen TS 103 'e uygun asfalt solüsyonu veya TS 113 'e uygun asfalt emülsiyonu kullanılmaktadır. Yüzeye fırça, rulo veya tabanca ile soğuk olarak uygulanır. İçindeki su buharlaştıktan sonra; su geçirmez bir tabaka oluşur. +5 °C 'den düşük ısılarda ve yağışlı havalarda uygulanmamalıdır. Genelde iki kat sürülür. Her sürüşte m² 'de 400 gr kullanılmaktadır. Bir kat tam olarak kurumadan ikinci kat kesinlikle uygulanmamalıdır.

Uygulanması: Astar tabakası iyice kuruduktan sonra, sıra örtülerin yapışmasına gelir. Örtüler genellikle iki kat uygulanır. Tek kat uygulamak sakıncalıdır; örtüde gözden kaçan bir hasar yalıtımın boşa çıkmasına neden olur. Yer altı su yüksekliğinin 6,0 metreyi, sıkıştırma basıncının 2,0 kgf/m² 'yi geçtiği yerlerde ise ilave katlar yapılır.

Rulo halindeki örtü, yerine yerleştirildikten sonra; örtünün alt kısmı şalümo alevi ile eritilir. Şalümo aletine yeterli basıncı, propan veya bütan gaz tüpleri sağlar. Şalümonun ucundan çıkan alev önce örtü üzerindeki polietilen filmi eritir ve örtünün yapışkan yüzeyini ortaya çıkarır ve bitümü eritir. Eriyen bitüm yapıştırıcı bir hal alır. Hiç vakit kaybetmeden bitüm eridikçe rulo yüzeye bastırılarak ilerletilir ve tam bir yapışma sağlanır.

Rulo bittiği zaman ikinci ruloya geçmeden önce; yapıştırılan örtünün kenarlarına tekrar şalümo alevi tutulur. Eriyen bitüm, mala yardımı ile örtü ile yüzey arasında hiç boşluk kalmayacak şekilde sıvanır. Bu işleme; sıcak mala ile perdah yapmak denir. Yapıştırılan örtüleri bir daha el ile yapıştırıldığı yerden sökmek imkansız olur.

Yukarıda anlatılan şalümo alevi ile yapılan uygulamalarda örtünün yüzeye tam yapışması sağlanır. Bir de kısmi yapıştırılan uygulama vardır. Bu uygulama daha çok çatılarda, yapı su buharının dengelenmesi veya uygun tahliyesi için kullanılır. Birinci kat yüzeye belli aralıklarda veya bir hat boyunca; ikinci kat ise birinci kat örtüye tam olarak yapıştırılır.

Basıncı su yalıtımında ise; her zaman yatayda ve düşeyde birlikte tam yapıştırma yapılmalıdır. Bazen de detay gereği ilk kat örtü yüzeye mekanik elemanlarla tespit edilir. İçten uygulamaların bazı hallerinde yapılır. Zorunlu olmadıkça bu yöntem başvurulmamalıdır. Çünkü prensip olarak yalıtımın delinmesi istenen bir durum değildir. Uygulaması zordur. Tespit yerlerine yeterince özen gösterilmediği takdirde buralardan su geçebilir.

Ek Yerleri: Yalıtımın en tehlikeli yerlerinden olan ek yerlerinin yapıştırılmasında özen gösterilmelidir. İkinci rulo boyuna devam ettiriliyorsa; alttaki örtünün 12-15 cm üstüne bindirilerek yapıştırılmaya başlanır. İkinci rulo birincinin yanına yapıştırılacaksa ek yerlerinin en az 10 cm bindirilmesi yeterli olur. Ek yerleri mutlaka sıcak mala ile perdahlanmalıdır. Tüm örtü katları aynı yönde serilmelidir. İkinci kat örtüler, alttaki örtüleri ortalayacak şekilde uygulanmalıdır. Dörtlü birleşme olmamasına dikkat edilmelidir.

Düşey Uygulaması: Düşey uygulamalarda örtünün yapışıp yapışmadığına daha çok dikkat edilmelidir. Çünkü örtü, düşeyde daha kolay yüzeyden sökülebilir. Astar sürülen yüzey alevle çok iyi ısıtılmalıdır. Uygulamadan sonra sökülen yerler olursa sadece sökülen yerlerin yeniden yapıştırılması yeterli olmaz. Tüm tabaka sökülüp tekrar yapıştırılmalıdır.

Uygulayıcı devamlı örtülerin iyi yapışıp yapışmadığını kontrol etmelidir. Örtü, yüzeye hiç boşluk kalmadan tam olarak yapışmalıdır. Böylece yalıtım, hidrostatik basınca homojen bir kuvvetle karşı koyar. Yapıştırılan örtüde ufak da olsa bol veya şişik kalmış yerler fark edilirse, buraya hemen geri dönülmelidir. Bu gibi yerler iki şekilde tamir edilir. Yapıştırılan örtü tekrar şalümo ile yumuşatılarak hatanın olduğu yere kadar kaldırılır ve boşluk yok edilerek yapıştırmaya devam edilir. Veya boşluğun olduğu yerde örtü delinerek mala ile sıcak kaynak yapılır ve ek bir tabaka parçası yapıştırılır. Şişkinliklerin çok olması durumunda tüm kaplamanın yeniden yapılması daha doğrudur.

Yapıştırılan örtüler hemen korunmaya alınmalıdır. Temellerde yapılan uygulamalarda, koruma işlemi en az 5 cm lik koruma betonu ile yapılır(Resim 4.1). Koruma betonu dökülmeden, yalıtımın üstüne gereğinden fazla çıkılmamalıdır. Uygulamayı yapan kişilerin örtülere herhangi bir zarar vermemesi için düz ve yumuşak tabanlı ayakkabılar giymelerine dikkat edilmelidir.

4.2.2.2. Cam tülü taşıyıcılı bitümlü yalıtım örtüleri

Cam tülünün bitümlü su yalıtım örtülerine taşıyıcı olarak kullanılması ilk defa 1913 'te Almanya 'da Algeis tarafından denenmiş ama uygulamadaki bazı eksiklikler nedeniyle başarılı olamamıştır. Zamanla gerek cam tülünün gerekse bitümleme sistemlerinin geliştirilmesiyle 1951 'de başarı kazanılmış ve cam tülü taşıyıcılı bitümlü örtüler, su yalıtımında yerini almıştır.

Cam tülü, 12-13 mikron inceliğindeki çeşitli uzunluklardaki sonsuz ömürlü cam liflerinden meydana gelir. Bu lifler karmaşık bir düzende yüzeye eşit yoğunlukta dağıldıktan sonra, bir bağlayıcı ile yapıştırılarak düzgün bir yüzey elde edilir. Tül

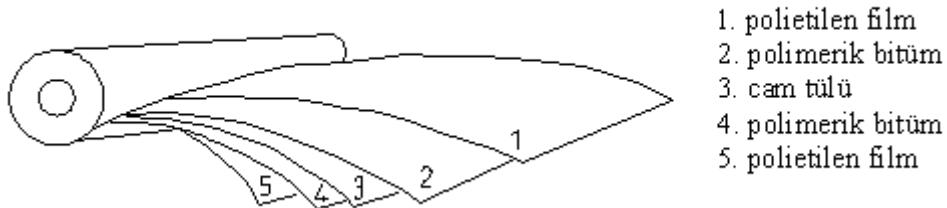
görünüşlü bu yüzeye cam tülü adı verilir(Resim 4.2). Yırtılma mukavemetini arttırmak için; cam tülünün her iki kenarı veya tüm yüzeyi cam lifinden fitiller ile takviye edilir. Cam tülü, 1 m. genişliğinde, 0,5 mm. Kalınlığında ve 250-1000 m. uzunluğunda sargılar halinde üretilir. Cam tülünün fiziksel özellikleri Tablo 4.4 'te verilmiştir.

Tablo 4.4. Cam tülünün fiziksel özellikleri

Nitelik	Birim	Değeri
Ağırlık	g/m^2	50-120
Ağırlık Farkı (homojenlik)	g/m^2	max. 15
Elyaf Çapı (ortalama)	mikron	max. 17
Kalınlık	mm	0.30-0.60
Kopma Anındaki Boy Uzaması	%	boyuna 2-3 enine 2-3
Çekme Mukavemeti	N/5 cm	boyuna 200-300 enine 150-250

Taşıyıcı olarak cam tülünün organik lifli taşıyıcılara göre pek çok avantajları vardır. Bunlardan en önemlisi; cam tülünün organik taşıyıcılarda olduğu gibi bir zaman sonra çürümesi, bozulması söz konusu değildir. Topraktaki ve sudaki mikroorganizmalara ve kimyasallara dayanıklıdır. Ayrıca organik liflerde olduğu gibi, bitümün yağ kaybederek kuruyup kabuklaşmasına sebep olmaz. Rutubet miktarının tekrarlanan azalıp çoğalmaları, cam tülünün çekme mukavemetini büyük ölçüde değiştirmez ve boyutunda değişikliğe yol açamaz.

Bitümün cam tülüne emdirilip her iki tarafının da polietilen film ile kaplanmasıyla temellerde basınçlı su yalıtımında kullanılan cam tülü taşıyıcılı bitümlü örtüler elde edilir (Şekil 4.6). Polietilen film kaplamasındaki amaç; örtünün rulo halinde sarıldığı zaman tabakaların birbirine yapışmasını önlemektir.



Şekil 4.6. Cam tülü taşıyıcılı polimer bitümlü yalıtım örtüsü

Bu örtüler 2-3 mm. Kalınlıkta, 1m. eninde ve 10m. uzunluğunda rulolar halinde üretilmektedirler. Basınçlı suya karşı yapılan yalıtımda 3 mm. kalınlık kullanılmaktadır.

Cam tülü taşıyıcılı polimer bitümlü yalıtım örtülerinin teknik özellikleri Tablo 4.5 'da verilmiştir (Değerler ortalama olarak alınmıştır).

Tablo 4.5. Cam Tülü Taşıyıcılı Polimer Bitümlü Yalıtım Örtülerinin Teknik Özellikleri

Kalınlık	3 mm.
Ağırlık	50 gr/m ²
Bitüm yumuşama noktası	+115 °C
Bitüm kırılma noktası	-30 °C
Çekme mukavemeti	enine 200 N/5cm boyuna 300 N/5cm
Kopma uzaması	enine %2 boyuna %2

Pek çok yönden iyi bir yalıtım örtüsü olmasına rağmen cam tülü taşıyıcılı örtüler, polyester taşıyıcılı örtülere göre daha kırılğan olup yırtılma riski taşır. Bu yüzden; temellerde basınçlı suya karşı yapılan yalıtımlarda daha çok ikinci kat olarak kullanılır. Yer altı su seviyesinin 2.0 m. 'yi, sıkışma basıncının 1.0 kgf/cm² 'yi geçtiği yerlerde ise ikinci kat olarak dahi kullanılmaması uygundur.

Uygulanması: Temellerde basınçlı suya karşı yapılan yalıtımlarda, cam tülü taşıyıcılı örtü, polyester keçe taşıyıcılı örtünün üzerine; ikinci kat olarak uygulanır. Polyester keçe taşıyıcılı örtü üzerine tam yapışma sağlanmalıdır. Uygulama metotları ve kuralları polyester keçe taşıyıcılı örtüler ile aynıdır. Aynı şekilde bu örtülerin uygulanmasında da daha pratik ve sağlıklı olduğu için genellikle şalümo alevi ile yapıştırma metodu tercih edilmektedir. İkinci kat olarak uygulanan bu örtüler, alttaki örtülerin bini yerlerini ortalayacak şekilde ve onlarla aynı yönde serilmelidir.

4.3. Plastik Su Yalıtım Örtüleri

Plastik su yalıtım örtüleri, polimer bitümlü yalıtım örtülere bir alternatif olarak üretilmiştir. Polimer bitümlü örtülerin başarıyla uygulanması, plastik örtülerin

gelişmesini geciktirmiştir. Örneğin su yalıtımında kullanılan plastik örtülerin ana hammadde gruplarından olan polivinil kloridin hammaddesi 1920 yılında, alçak yoğunluklu polietilen ise 1936 yılında bulunmasına rağmen, bu hammaddelerin yaygın olarak ürüne dönüştürülmesi 1950 'li yılların başına rastlamaktadır[20].

1980 'lerden itibaren temel yalıtımlarında, dünyada plastik örtülere talep artarken; ülkemizde polimer bitümlü örtüler tercih edilmiştir. Ülkemizde plastik örtü uygulamaları yapılmasına rağmen, polimer bitümlü örtü uygulamalarına oranla oldukça düşüktür. Bunun nedeninin; polimer bitümlü örtülerdeki uygulama tecrübesi ve daha düşük fiyatlandırma olduğu düşünülebilir.

Türkiye 'de durum böyle iken; dünyanın plastik örtüleri daha çok tercih etmesinin nedeni olarak; plastiklerin bitümlü örtülere göre çok daha mükemmel bir yalıtım malzemesi olması ve istenildiğinde plastik örtüleri çok büyük yüzeylerde tek parça halinde üretilebilmesi sayılabilir.

Plastik örtüler tüm katı ve gazlar için geçirimsiz kabul edilirler. 1mm. 'den 2.5 mm. 'ye kadar oldukça ince olarak üretilebilirler. Kalınlık, özel üretim teknikleri ile 16 mm. 'ye kadar çıkabilmektedir[20]. Temellerde basınçlı suya karşı en az 2 mm. kalınlıkta olanları tavsiye edilmektedir. Çünkü örtü ne kadar kalın olursa, gaz ve sıvılara karşı o kadar geçirimsiz olur. Özellikle inşaat sırasında meydana gelebilecek mekanik darbelere karşı da daha dayanıklı olurlar. Bunun yanında, örtülerin ek yerlerindeki kaynakla birleşme de daha güvenli olur. Gri, siyah ve beyaz renkte olan bu örtüler aynı zamanda çok hafiftirler.

Örtüler rulo halinde veya uygulanacak yere göre tek parça halinde de üretilebilirler. Rulolar 1.40m.-15m., 25m. eninde; 15 m. – 200 m. uzunluğunda olabilmektedir. Tek parça olarak ise 800 m² 'ye kadar imal etme imkanı vardır(Pirelasti). Daha büyük alanlarda, birden fazla parça hazır olarak getirilerek şantiyede ek yerlerine kaynak yapılır. Kaynak yapılan yerler, malzemenin kendisinden dahi daha sağlam denecek kadar dayanıklı olur.

Örtü, esneme ve gerilme özelliği sayesinde hiçbir yapı hareketinden etkilenmez. Gerilmelerden sonra hiç zarar görmeden ilk haline döner. Kopmaz, yırtılmaz, delinmez ve çatlamaz. Aşırı soğukta kırılğan olmaz. Yüksek ısıda yumuşayıp uzamaz. Topraktaki mikroorganizmalar ile toprak ve sudaki kimyasal maddelerden hiç etkilenmezler. Bozulmazlar, çözülüp dağılmazlar. Bitki kökleri içlerine işlemez.

Üreticiler tarafından sonsuz ömürlü oldukları iddia edilen bu örtüleri iyi tanıyabilmek için içeriklerini bilmek gerekir.

Plastik deyince akla sentetik maddeler gelir. Plastikler, birçok atomun zincir halkaları gibi birbirine bağlanmasıyla oluşan büyük molekül yapılı, dolayısıyla polimerik sentetik maddelerdir. Plastikler adlarını kalıpla şekillendirilebilmelerinden almaktadırlar[20].

Plastikler, 5 ana gruba ayrılmaktadırlar:

- 1 Termoplastikler
- 2 Termoelastik plastikler
- 3 Südo plastikler
- 4 Termoset plastikler
- 5 Alaşımlar

Su yalıtım örtülerinde kullanılan plastiklerin hammaddeleri termoplastikler grubundandır.

Su yalıtım örtülerinde kullanılan başlıca termoplastikler şunlardır:

- 1 Polietilen (PE)
- 2 Sentetik kauçuk
- 3 Polivinil klorür (PVC)
- 4 Poliizobitülen (PIB)

Uygulamasına göre, yırtılmaya karşı emniyetlerini arttırmak için bu örtüler son zamanlarda geotekstillere ve geosentetiklere ile güçlendirilmişlerdir (Şekil 4.7). Bu

sayede örtüler yüksek derecede çekme mukavemeti, kayma mukavemeti, kimyasal, termik, biyolojik ve ultraviyole dayanımları kazanırlar.



Şekil 4.7. Geotekstilller

Sızdırmazlık sağlama ve korozyon önleme amacıyla zemin ve su ile ilgili her türlü alanda ve sanayi, hastane atıkları, zehirli atıklar ile çöp ve katı atık depolama alanlarında başarıyla kullanılmaktadır. Depolama alanlarında sızıntıyı önler. Atık suyunun yer altı suyuna karışarak kirlenmesine engel olur. Kimyasal atıkların tahrip edici etkisine karşı en yüksek dayanımı sağlar.

Plastik yalıtım örtüleri tek kat uygulanır. Dolayısıyla uygulama çok önemlidir. Ayrıca, şantiye ortamında örtünün hasara uğraması sonucu oluşabilecek en ufak tahribat yalıtımı boşa çıkarır. Bu yüzden uygulama sonrası örtü, hemen koruma altına alınmalıdır.

Plastik yalıtım örtüleri üç farklı metotla uygulanabilir:

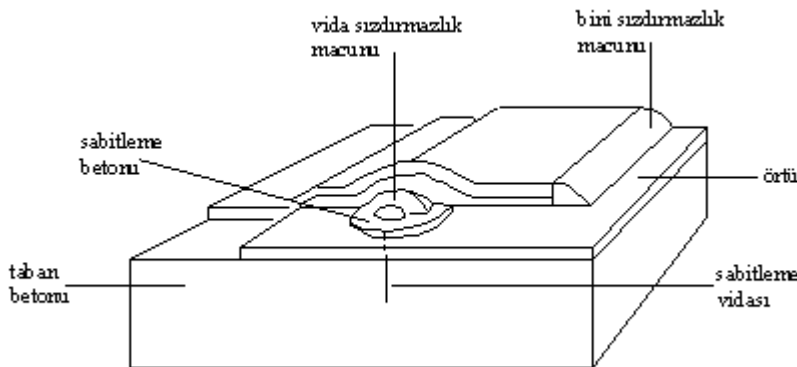
- 1 Serbest yayma metodu
- 2 Tam yapıştırma metodu
- 3 Mekanik sabitleme metodu

Serbest yayma metodu, yapı çatılarında uygulandığından temelerde basınçlı suya karşı uygulanmaz.

Tam yapıştırma metodu; temelerde uygulanması gereken en doğru metottur. Diğer metotlardan daha pahalıdır. Yapıştırma iki şekilde gerçekleşir: Bu örtüler için üretilmiş özel kimyasal yapıştırıcılarla ya da örtünün üzerindeki silikonlu kağıdın çıkarılmasıyla kendiliğinden olmaktadır.

Örtü özel yapıştırıcılarla yüzeye tamamen yapıştırılır. Ek yerlerinde, diğer örtülerde de olduğu gibi en az 10 cm.'lik biniler yapılır. Bini yerleri yapıştırıcılarla itina ile yapıştırılır. Ek yerlerindeki örtü kenarları, bini sızdırmazlık macunu ile kaplanır veya sıcak kaynak yapılır.

Mekanik sabitleme metodu; tam yapıştırma metodundan daha ekonomiktir. Fakat temelerde basınçlı suya karşı bu metodun tek başına uygulanması tavsiye edilmez. Tam yapıştırma metodu ile beraber kullanılması daha doğru olur. Bu karma sistem, özellikle hidrostatik basıncın yüksek olduğu içten uygulama yapılan yalıtımlarda düşey perde yalıtımında kullanılabilir. Örtü yüzeye yapıştırılmaz, sabitleme lamalarıyla yüzeye vidalanır. Sadece ek yerlerinde üst üste gelen iki örtü birbirine yapıştırılır. Lamaların arası 2.0 m. civarında olmalıdır. Ek yerlerinde 18 cm. 'lik biniler yapılır. Ek yerinde altta kalan örtü lamalarıyla yüzeye vidalanır. Vida üzeri ve etrafı vida sızdırmazlık macunu ile kaplanır. Üstte kalan parça da lamalarla yüzeye vidalanan alttaki parçanın üstüne yapıştırılır. Üstteki örtünün kenarları bini sızdırmazlık macunu ile kaplanır. Böylece ek yerleri sızdırmaz hale gelir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Mekanik Sabitleme Sistemi

Plastik yalıtım örtülerinin üretildikleri termoplastik cinsine göre değişik türleri(PE, PVC, PIB vb.) vardır. Bu örtülerin birbirinden farkları, içerdikleri hammadde ve bu hammaddelere bağlı olarak değişen bazı özelliklerdir. Uygulama metotlarında bir farklılık yoktur.

4.3.1. Polietilen (PE) esaslı plastik yalıtım örtüleri

Genel olarak plastik yalıtım örtülerinin tüm özelliklerine sahip bu örtülerin ömrü, sonsuz denecek kadar uzundur. Su ve gazlara karşı çok yüksek dayanıma ve sağlamlığa sahiptir. Kimyasal etkilere ve mikroorganizmalara karşı yüksek direnç gösterir. Yüksek bir eğilme dayanımına sahiptir. Yırtılma ve delinmelere karşı son derece dayanıklıdır.

Kalınlığı 1mm. ile 2.5 mm. arasında değişen bu örtüler, genelde rulolar halinde üretilmektedir. Eni 5.0-6.0 m. civarında uzunlukları da 80 m. ile 200 m. arasında değişmektedir.

Polietilen örtüleri satın alırken; kalınlığın üniform olmasına dikkat etmek gerekir. Kalınlık değişimlerinin gerilme-uzama ilişkisi üzerinde çok önemli etkileri olduğu görülmüştür. Özellikle örtünün bünyesindeki kalınlık değişimleri, noktasal yükler yaratmaktadır[20].

Polietilenin molekül yapısının ayarlanması ve bazı katkıların ilave edilmesiyle istenilen özelliklerde polietilen örtü elde edilebilir. Bu katkılarla polietilenin zayıf noktaları iyileştirilir. Güneş ışığı yüzünden bozulma ve kırılma özelliğinin, %2 oranında karbon katılmasıyla giderilmesi buna örnek olarak verilebilir.

Geliştirilmiş polietilen örtülerin temellerde kullanılmak için seçilmesinin en büyük nedeni, kimyasallara karşı çok dayanıklı olmasıdır. Topraktaki kimyasal maddeler, genelde örtüleri fiziksel olarak etkilerler. Uzun süreli etkileşim sonunda örtüyü inceltip delinmesine neden olurlar ya da örtü içindeki plastifiyanları etkileyerek örtüyü kırılma hale getirirler. Sonuçta, örtünün geçirimsizliği bozulmuş olur.

Polietilen örtülerde ise, sıvı ve gaz kimyasal molekülleri örtü yüzeyinden içeri girer, yayılır ve konsantrasyonun daha az olduğu diğer yüzeyden çıkarak örtüyü terk eder. Polietilen örtü tuzlara, asit, baz ve çözücülere karşı son derece dayanıklıdır. Organik sıvıların PVC üstünde gösterdiği plastifiyanları çıkartıcı etkisi, polietilen örtülerde görülmez[20]. Bu önemli avantajının yanında, yüksek ısı altında termoplastik özelliği yumuşayıp fiziksel özellikleri zayıflar.

4.3.2. Kauçuk esaslı plastik yalıtım örtüleri

Kauçuk esaslı plastik yalıtım örtüleri, temeller ve çatılar birlikte ele alındığında; dünyada en çok kullanılan su yalıtım malzemesidir. Ayrıca baraj, kanal, metro, otoyol ve tünellerde de başarıyla kullanılmaktadır.

Bu örtülerin en önemli özellikleri; 800 m² 'ye kadar tek parça halinde üretilbilme olanaklarıdır. Dolayısıyla yüzeye bir kerede yapıştırılan, hiç eki olmayan bir örtü elde edilmiş olunur. Örtünün kaplayacağı yüzeyin ölçüsü alınır, yalıtımın delinmesi gereken noktalar var ise delik yerleri açılır ve hazır halde şantiyeye getirilir. Daha büyük yüzeylerde birden fazla parça şantiyede birbirine kaynaklanır. Hafifliği dolayısıyla nakliyede ve yerinde yerleştirmede zorluk çıkmaz. Ağırlığı 1.40 kg/m² civarındadır.

1.15-1.20 mm. kalınlığındaki bu örtüler genelde rulolar halinde üretilmektedirler. Enleri 1.40-15.25 m. olan bu ruloların uzunlukları 15-16 m. olabilmektedir. Gri, siyah ve beyaz renkte çeşitleri vardır.

Örtülerin yırtılma ve darbelere karşı yüksek dayanıma mukavemeti vardır. Aşırı ısı farklarından (-40°C, +150°C) etkilenmezler. Yüksek ısıda yumuşayıp uzamaz, aşırı soğukta kırılma olmaz. %400 'ü geçen elastikiyetleri sayesinde hiçbir yapı hareketinden kesinlikle etkilenmezler. Gerilmelerden sonra hiç zarar görmeden ilk haline geri dönerler.

4.3.3. Polivinil klorür (PVC) esaslı plastik yalıtım örtüleri

Yalıtım örtüsünde plastikleştirilmiş bükülebilir PVC yerine, plastikleştirilmemiş sert PVC kullanılır. Çünkü sert PVC 'nin mekanik dayanımı daha fazladır.

PVC örtünün yalıtım direnci, polietilenden çok daha iyidir[5]. Ayrıca sıcaklık karşısında çabuk yumuşayıp akıcı hale gelmez. Isı dayanımı, polietilen ve poliizobitülen örtülere göre daha yüksek olmasına rağmen, ısı limitleri -20°C ile $+80^{\circ}\text{C}$ arasındadır (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. PVC geomembran

Asitlere, alkalilere, oksitlenmeye karşı kimyasal dirençleri yüksek olmakla beraber, organik sıvıların PVC içindeki plastifiyanları çıkartıcı etkisi görülmüştür.

Örtülerin kalınlıkları, 0.5-2.0 mm. arasında değişir. Basınçlı suya karşı uygulamalarda tek kat serileceği düşünülürse, 2 mm. olanını kullanmakta fayda vardır. Genelde 1 m. eninde, 10-25 m. uzunluğunda rulolar halinde üretilirler.

4.3.4. Poliizobitülen (PIB) esaslı plastik yalıtım örtüleri

Su ve buhar geçirimsizliği çok iyidir. Polietilen esaslı örtülere oranla içerdiği metil grupları sayesinde daha üstündürler. 180°C 'ye kadar deformasyon göstermezler.

Örtünün hammaddesi olan poliizobitülen, normal ve yüksek sıcaklıklarda oksijen, hava, su ve kimyasal maddelere büyük dayanıklılık göstermektedir[15]. Isı farklarına deformasyon göstermeden karşı koyabilirler. Yüksek ısı karşısında en fazla %1 oranında boyut değişikliği gösterirler (DIN 16935).

Kalınlıkları 1-3 mm. arasında olup rulolar halinde üretilmektedirler. Basıncılı suya karşı temel yalıtımında en az 2 mm.'lik olanının kullanılması önerilir.

BÖLÜM 5. YER ALTI SU SEVİYESİ ALTINDA BULUNAN YAPI ELEMANLARINDA SU YALITIMI UYGULAMA YÖNTEMLERİ

Yapının yer altı su seviyesi altında bulunan elemanlarına uygulanacak yalıtım yöntemi, kullanılacak yalıtım malzemesi ve uygulama ile ilgili teknik detay çözümleri, proje aşamasında belirlenmelidir. Dolayısıyla uygulamadan önce proje safhasında yapılması gereken bazı işlemler vardır.

Yalıtım uygulamasından önce proje safhasında yapılması gereken işlemler:

1. Zeminde su tespiti yapılmalıdır. En yüksek su seviyesi (E.Y.S.S.) olarak; inşaat başlanmadan önce sondaj ile belirlenen su seviyesi değil; uzun bir zaman süreci içinde görülmüş en yüksek yer altı su seviyesi esas alınmalıdır.
2. Yer altı suyu analiz edilmeli ve özel kimyasallar içeriyorsa, bunlar tespit edilmelidir.
3. Yalıtım sistemine karar verilmeli ve statik hesaplar ona göre yapılmalıdır.
4. Yapı sistemi temeller radye plak, duvarlar da betonarme perde olarak düzenlenmelidir.
5. Yapıya etki edecek yer altı su yüksekliği, sıkışma basıncı ve suyun içerdiği kimyasal maddelere göre doğru malzeme seçimi yapılmalıdır.

Uygulama sırasında uyulacak kurallar; malzemenin uygulanması öncesinde, sırasında ve sonrasında olmak üzere üçe ayrılır.

Malzemenin uygulanması öncesinde uyulacak kurallar.

1. Hafriyat çukurundaki su yok edilmelidir. Temel sınırından 1m. açıklıkta çepeçevre drenaj hendekleri kazılmalı; hendeklerde biriken su, pompalar ile çekilerek hafriyat çukurundan uzaklaştırılmalıdır.

2. Bina ağırlığı, suyun kaldırma gücünü dengeleyinceye kadar pompaj işlemine ara verilmemelidir.
3. Hafriyat zemininde oluşan çukurlar grobeton ile doldurulmalıdır. Fakat, grobetonun direnci, çevresindeki toprak direncini geçmemelidir.
4. Zeminde alt betona kadar yükselen tüm yabancı cisimler (eski temel kalıntıları, kazık başları vb.) yok edilmelidir.
5. Zemindeki kot farkları, 2m. 'ye kadar şevle geçilmelidir. 2m. 'yi geçen kot farkları dik geçilebilir. Bu yerlerde yalıtım, düşey perde duvarına ankraj levhaları ile tutturulmalıdır.
6. Zemine blokaj yapıldıktan sonra, yalıtım örtülerinin yapıştırılacağı taban betonu dökülmelidir.
7. Taban betonu C30 kalitesinde ve 8–10 cm. kalınlığında geçirimsiz betondan dökülmelidir. Düzgün olması için ince agregası kullanılmalıdır.
8. Beton döküldükten sonra, yüzeyi lata ile düzeltilmelidir. Mala perdaha veya tesviye betonuna gerek yoktur.
9. Tüm dik köşelerde 45° 'lik pahlar yapılması gereklidir. Ters eğimlere meydan verilmemelidir.
10. Yalıtım topları düzgün bir zemin üzerinde, tercihen kapalı hacimde mutlaka dik durumda ve direkt güneş görmeyecek şekilde depolanmalıdır.
11. Sanayi yağı, mazot, tiner, benzin gibi malzemelerden uzak bir yerde olmalıdır.

Malzemenin uygulanması sırasında uyulacak kurallar:

1. Yalıtım, uygulamayı bilen ve deneyimli kişilerin gözetiminde yapılmalıdır.
2. Hava tatbikata uygun olmalı, kar veya yağmur yağışlı olmamalıdır.
3. Hafriyat çukuru yalıtım uygulaması boyunca kuru tutulmalıdır.
4. Uygulama süresince benzin, benzol, gres yağı, mazot, tiner gibi katı ve sıvı yağlar yalıtımdan uzak tutulmalıdır.
5. Yalıtımın uygulanacağı yüzey temiz, tozsuz, düzgün ve kuru olmalıdır.
6. Modifiye polimer bitümlü yalıtım örtülerinin yapıştırılmasından önce; yüzeye örtüyü üreten firmanın uygun gördüğü astar malzemesi sürülmelidir.

7. Astar iyice kuruduktan sonra; yalıtım örtüleri yüzeye hiç boşluk kalmaksızın yapıştırılmalıdır.
8. Örtüler ek yerlerinden en az 10 cm. bindirilmeli ve örtü katları arasında bini yerleri şaşırılmalıdır. Tüm örtü katları aynı yönde ve alttaki örtünün bini yerlerini ortalayacak yerde serilmelidir.
9. Örtülerin bini yerleri önceden ayarlanmadan eritme işlemine başlanılmamalıdır.
10. Şalümo alevinin örtü yüzeyindeki bitümü erittiği ve yapışma yeteneğinin olduğu anda rulo ilerletilmelidir. Ek yerleri sıcak mala ile perdahlanmalıdır.
11. Yapıştırma işleminde örtünün ek yerlerinden erimiş bitümün çıkmadığı kontrol edilmeli, eksik ve kaynak olmamış nokta kalmaması için çok dikkatli olunmalıdır.
12. Uygulayıcılar yumuşak tabanlı ayakkabılar giymelidirler.
13. Taban yalıtımının fazla yük beklenen bölgelerinde yalıtıma takviye yapılmalıdır.
14. Yalıtımı geçmesi gereken tesisatın, yalıtımı deldiği noktada flanş oluşturulmalıdır. Derz bölgelerinde yalıtıma takviye yapılır.
15. Düşey yalıtım, E.Y.S.S.'nin 50cm. üzerinde bitirilmelidir.
16. Dolgu toprak basıncı tarafından yeterli sıkışma sağlanamayacağı yerlerde düşey yalıtımın sıkıştırılması ankraj levhaları ile sağlanmalıdır.
17. Uygulanmasına ara verilmiş yalıtımlar mutlaka geçici korunmaya alınmalıdır.

Malzemenin uygulanması sonrasında uyulacak kurallar:

1. Yatayda su yalıtımı yapılmış alan, olabildiğince çabuk üzeri koruma tabakası ile korunmaya alınmalıdır.
2. Koruma betonu dökülene kadar, yalıtımın üzerine basılmamalıdır.
3. Bitmiş taban yalıtımı üzerine 10 cm.'lik bir koruma betonu yapılmalıdır.
4. Koruma betonu üzerinde betona aşırı yük bindirecek hiçbir araç gezdirilmemelidir, malzeme depolanmamalıdır.
5. Yalıtım örtüleri hiçbir zaman paralel yüke maruz kalmamalıdır.
6. Düşeydeki bitmiş yalıtım, hemen sırt duvarı ile korunmaya alınmalıdır. Sırt duvarı, yalıtımı her yönden sarmalıdır.

7. Sırt duvarı, toprak basıncını düşey yalıtıma iletemeyecek kadar rijit olmamalıdır. Ama yalıtıma dik olmayan düşey yükler çıktığında da bunları karşılayabilmelidir.
8. Sırt duvarı tuğladan yapılacaksa 1/2 dolu tuğla, betondan yapılacak ise 10cm. kalınlığında olmalıdır. Beton donatıları ile yalıtım arasında en az 5cm. mesafe olmalıdır.
9. Sırt duvarı üzerinde, toprak basıncını desteklemek için; köşelerden 50 cm. uzaklıkta ve en çok 5m. 'de bir derzler yapılmalıdır.
10. Sırt duvarı 1m. 'den yüksek olacaksa; 2m. de bir takviye kolonları yapılmalıdır.
11. Sırt duvarının bitiş detayı, bu noktada masif yapı elemanlarında oluşabilecek çatlaklar düşünülerek düzenlenmelidir.
12. Yapı planındaki küçük girinti ve çıkıntılar, toprak basıncının düşey yalıtıma etkisini azalttığı için; sırt duvarını köşeleri şevlendirerek geçmek uygun olur.
13. İçten yalıtımda (uygulamada) düşey yalıtım örtülerinin önüne dökülecek betonarme perdede boşluk kalmamasına özen gösterilmelidir.
14. Sırt duvarı yükselirken hemen dolgu işlemine başlanmalıdır.
15. Dolgu olarak kesinlikle yapı molozu, silisli, killi toprak, alçı gibi rutubet çekici malzemeler kullanılmamalıdır. Kalker, kuvarsit, dolomit ve bazalt gibi taş tozları kullanılmalıdır.
16. Yapı bittikten sonra; yapı toprak altı mekanlarındaki ısı, yalıtım malzemesinin yumuşama noktasının 30°C eksiğinden daha fazla olmamalıdır.
17. Etkin bir su yalıtımı için öncelikle yapıyı etkileyen suyun türü, basıncı, etkileme yönü ve etkileme süresi belirlenmelidir.
18. Yapı üretiminde kullanılacak malzemelerin boşluk yapısı ile ilgili parametreleri ve su ile etkileşimi deneysel olarak belirlenmelidir.
19. Suya karşı yalıtım amaçlı verilmesi gereken kararlar ön proje aşamasında ele alınmalıdır.
20. Alınan kararlar projenin diğer safhalarında doğru detaylandırılmalıdır.
21. Yalıtım uygulamalarında kalifiye işçi ile kaliteli işçilik konularında titizlik gösterilmelidir.
22. Hava, yalıtımın uygulanmasına uygun olmalıdır.
23. Yalıtımın uygulanacağı yüzey tamamen temiz, düzgün ve kuru olmalıdır.

24. Yalıtılacak eleman, yalıtım tabakası tarafından tam olarak sarılmalı, yalıtım tabakası da masif koruyucu bir tabaka tarafından boşluk kalmaksızın her yönde kapatılmalıdır.

25. Yalıtım tabakasının sürtünmesinin olmadığı, sadece kendi yüzeyine dik gelen kuvveti itebildiği kabul edilir. Bu nedenle düşey veya eğimli yüzeylerde yapılacak yalıtım uygulamasında yalıtım tabakasının, kaymasının önlenmesi için sabit bir mesnet oluşturulmalıdır. Düşey düzlemlerde ankraj yapılabilir.

26. Tüm geçirimsiz tabakanın oluşturulmasında genellikle polimer kökenli termoplastik malzemeler kullandığı için bunların mekanik dayanımı düşük, plastik şekil değiştirme özelliği yüksektir. Özellikle yapıştırıcı olarak kullanılan viskozitesi düşük malzemeler yüzeyine dik gelen yükün etkisi ile kayar, yük bölgesinde kalınlık azalır. Yalıtım tabakasına gelen yükün yayılması ve yapıştırıcının kaymasının önlenmesi için bu tabakayı etkileyen yüklerin homojen ve sürekli yayılmış olmasına özen gösterilmelidir.

27. Basınçlı suya karşı yapılan yalıtım tabakası iki tabaka arasına yerleştirilmeli ve sürekli olarak belirli bir basınç altında tutulmalıdır.

28. Atmosfer etkilerine açık yapı elemanlarında kullanılan polimer esaslı su yalıtım tabakaları sıcaklık değişimlerinden korunmalıdır.

29. Yalıtım tabakasının gerekli bakım ve onarımları zamanında ve eksiksiz yapılmalıdır.

Yer altı suyu ve basınçlı su yalıtımında kullanılacak malzemeler ile ilgili bilgiler önceki bölümde verilmişti. Bu bölümde uygulama yöntemleri ve bu yöntemlerin yapının temel inşaatından başlayan ve yalıtım uygulamasının bitimiyle sona eren uygulama aşamaları ele alınmıştır.

Yeni inşa edilmekte olan bir yapı temelinde, basınçlı suya karşı uygulanacak iki yalıtım yöntemi vardır:

- 1- Dış yalıtım: dıştan uygulama yöntemi
- 2- Dış yalıtım: içten uygulama yöntemidir.

Her iki yöntem de yapının yeraltı elemanlarını dışarıdan, hiç boşluk kalmaksızın sararak bir nevi bohça içine alır.

Dış yalıtım, dıştan uygulama yöntemi en iyi ve en çok tercih edilen yöntemdir. Temel yan duvarları ile toprak sevi arasında bir insanın çalışmasına imkan olduğu durumlarda uygulanır.

Dış yalıtım, içten uygulama yöntemi ise; zorunluluk halinde uygulanması gereken bir yöntemdir. Temel yan duvarları ile toprak sevi arasında çalışmaya imkan yoksa bu yöntem uygulanır. Böyle bir zorunluluk yoksa dıştan uygulama yöntemi tercih edilmelidir.

Dış yalıtımda başka bir de, iç yalıtım yöntemi vardır. Bu yöntem, bitmiş mevcut yapılarda, sonradan yalıtıma karar verilmiş durumlarda uygulanır.

Dış yalıtım uygulamasında, her iki metot için geçerli ana kurallar vardır. Bunlar:

1- Yalıtım masif yapı tarafından boşluk kalmaksızın her yönden sarılmalıdır. Gerek bitümlü, gerekse plastik örtülerle yapılan yalıtımlarda, yalıtımın mekanik kuvvetlere, topraktaki biyolojik etkilere karşı sırt duvarı tarafından korunması gerekmektedir. Bitümlü örtülerdeki taşıyıcı mikroorganizmalara ne kadar dayanıklı olursa olsun; bazı bitki köklerinin bitüm tabakası içinde büyüdüğü bilinmektedir. Plastik örtülerde ise; yumuşak PVC örtülerde mantarların ürediği gözlenmiştir. Ayrıca sırt duvarı, inşaat sırasında ve sonrasında olabilecek darbelere karşı yalıtımı korumaktadır. Yalıtım, yapıştırıldığı yüzey tarafından da boşluk kalmaksızın sarılmalıdır. Eğer boşluk kalırsa, devamlı hidrostatik basınç tarafından zorlanan yalıtım, bu boşluklara itilerek zayıflar.

2- Yalıtım hiçbir zaman kendisine paralel yüklere maruz kalmamalıdır. Çünkü yalıtımın sürtünmesiz olduğu ve sadece kendi yüzeyine dik gelen yükleri karşılayabileceği kabul edilir. Düşey yalıtım ile beraber sırt duvarı da düşey yüklerden korunmalıdır. Yalıtım yüzeyine gelen yüklerin homojen olarak yayılmasına dikkat edilmelidir. Fazla yük beklenen bölgelerde yalıtıma takviye yapılmalıdır.

3- Yapı bittikten sonra; yapı toprakaltı mekanlarındaki ısı, yalıtım malzemesinin yumuşama noktasının 30°C eksiğinden daha fazla olmamalıdır (DIN 18195). Yumuşama noktası polimer bitümlü örtülerde APP esaslılar için $\approx +140$ °C, SBS esaslılar için $\approx +115$ °C, plastik örtülerde $\approx +80$ °C 'dir. Demek ki; polimer bitümlü örtüler +110 °C, +85°C 'e kadar, plastik örtüler de +50°C 'ye kadar ısısız dayanım göstermektedirler.

Her iki yalıtım yöntemi ayrı ayrı ele alınmış ve uygulama aşamaları sırasıyla ayrıntılı bir biçimde anlatılmıştır. Uygulama aşamaları maddeler halinde ayrı ayrı işlenmişse de, işlemler birbirinin ardından (tam olarak bitmese dahi) peş peşe devam eder.

Bundan sonraki bölümlerde; dış yalıtım dıştan uygulama yerine kısaca dıştan uygulama, dış yalıtım içten uygulama için de kısaca içten uygulama deyimleri kullanılacaktır.

5.1. Dıştan Uygulama Yöntemi

Dıştan uygulama yöntemi, ayırık nizamlı binalarda ve temel yan duvarları ile toprak sevi arasında bir insanın çalışmasına imkan olan durumlarda uygulanır (Şekil 5.1).



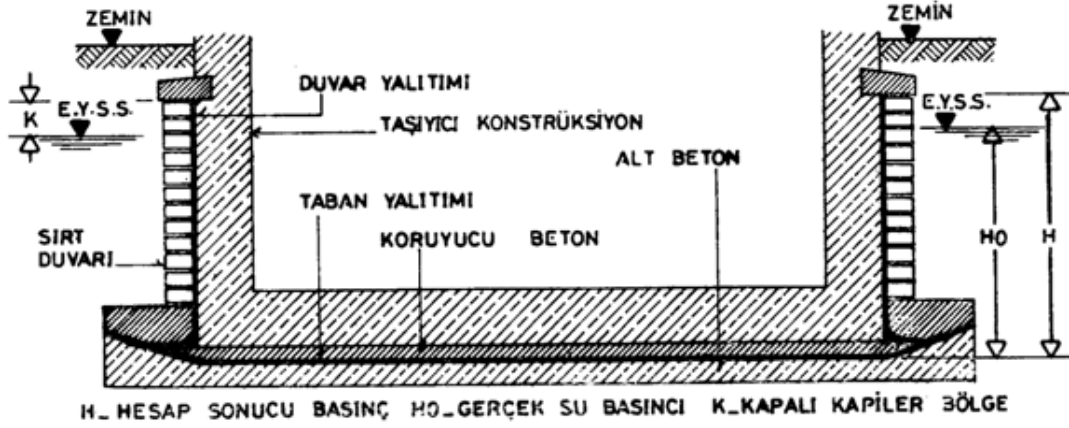
Şekil 5.1. Dıştan bohçalama yöntemi

Suyun yapıyı dıştan zorladığı durumlarda; içten uygulama yöntemine göre birçok avantajı vardır:

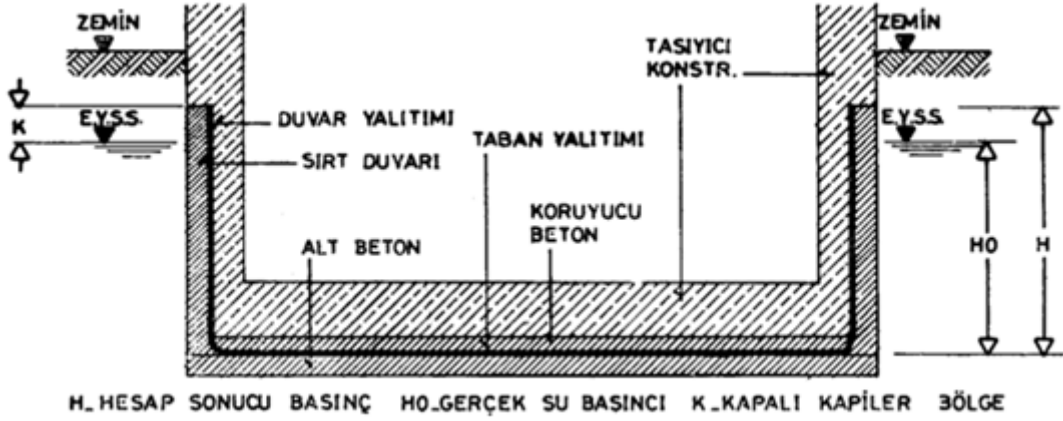
1. Yer altı suyu, yapıyı dıştan zorladığı için; bu yöntem, içten uygulama yöntemine göre daha doğal ve amacına uygundur.
2. Yalıtımın dış yüzeyine gelen hidrostatik basınç yalıtımı değil, sadece taşıyıcı yapı elemanlarını zorlamaktadır.
3. Yatay yalıtım, sürekli yapı yükü tarafından; düşey yalıtım da dolgunun aktif toprak basıncı tarafından oldukça iyi bir şekilde sıkıştırılmaktadır.
4. Taşıyıcı yapı elemanları, dıştan yapılan yalıtım sayesinde sadece su ve neme karşı değil, aynı zamanda suda çözelti halinde bulunabilecek zararlı kimyasal maddelere karşı da yalıtılmış olurlar.
5. Yapı içinde gerekli görülen herhangi bir bölme duvarın yalıtımına gerek kalmaz.
6. Yalıtım, dışta olduğu için, daha sonra yapı içinde yapılacak değişiklik ve tadilatlardan zarar görmez.
7. Düşey yalıtımın uygulanacağı taşıyıcı perde duvarında beton dökümü sırasında oluşan boşlukların tamiri, içten uygulama yönteminde olduğu gibi imkansız değildir.
8. Taşıyıcı perde duvarların yapımı sırasında içten uygulama yönteminde olduğu gibi yalıtımı yapacak firmanın programına bağlı kalınmaz.

Dıştan uygulama yönteminde, hafriyat yapılp yapı çukurundaki mevcut su uzaklaştırıldıktan sonra ıslah edilen zemine taban betonu dökülür. Taban betonu üzerine uygulanan yalıtım, koruma betonu ile kaplandıktan sonra yapının yatayda ve düşeyde taşıyıcı konstrüksiyonu yapılır. Taşıyıcı düşey perde üzerinde uygulanan düşey yalıtım, sırt duvarı ile koruma altına alındıktan sonra, dolgu işlemlerine başlanır (Şekil 5.2) (Şekil 5.3).

Uygulama aşamaları, aşağıda işlem sırasına göre maddeler halinde ayrıntılı olarak ele alınmıştır.



Şekil 5.2. Basınçlı zemin suyuna karşı dıştan uygulanmış dış yalıtım



Şekil 5.3. Basınçlı zemin suyuna karşı içten uygulanmış dış yalıtım

5.1.1. Yapı çukurunun açılması ve çukurda su sorununun çözülmesi

Yapı çukuru, yapı temel sınırının her kenarından 1,0'er m. uzaklıkta şevli bir biçimde açılır. Yapı çukurunun açılmasıyla çukurda su sorunu başlar. Gerek yer altı suları gerekse yağış suları yapı çukurunda birikir ve çalışmaya olanak vermez. Oysa, yapı çukuru yalıtım uygulaması süresince kuru tutulmalıdır.

Yer altı su seviyesi, mevsimlere ve yağışlara göre yükselip alçalır. Öyle ki, hafriyat zamanında yağış olmamışsa veya yaza rastlamışsa yapı çukurunda düşük su seviyesi görülebilir veya hiç suya rastlanmayabilir. Özellikle az geçirimli zeminlerde (balçık, kil) açılan yapı çukurlarında, kilin gözeneklerinde var olan yer altı suyu, çukurun

şevli kenarlarındaki buharlaşmadan daha yavaş hareket ettiği için de suya rastlanmayabilir. Suyun görülmemesi, ileride de basınçlı su sorunuyla karşılaşılacağı anlamına gelmez. Basınçlı su etkisi görülmediği için önlem alınmayan yapıda, kışın gelmesi ve yağışların başlamasıyla basınçlı su etkisi yaşanır. Bu yüzden inşaatı başlamadan önce sondaj ile belirlenen su seviyesini değil, uzun bir zaman süreci içinde görülmüş en yüksek yer altı su seviyesini esas almak gerekir.

Yapı çukuru açıldıktan sonra yapılacak ilk iş, mevcut su kotunu istenilen düzeye indirmektir. Yeni su seviyesi alt taban betonunun en alt noktasının, kapalı kapiler bölgesinin üstünde kaldığı kot olmalıdır. Kapalı kapiler bölgesi, en yüksek su seviyesinin DIN 18195 'e göre 30 cm, TS 3647 'ye göre 50cm. olduğu kottur. Kısaca su seviyesi, temel taban betonunun 50 cm. altına düşürülmelidir.

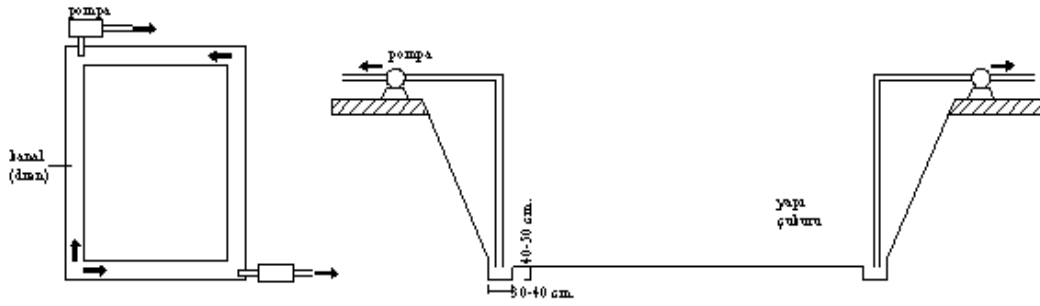
Su seviyesini düşürmek için çeşitli metotlar uygulanır: zirai drenler, açık dren ve hendekler, Fransız drenleri (filtreli drenler), çevre drenleri, kuyu drenler, köstebek drenler, elektro osmos vb. Kuyu drenler ile açık dren ve hendekler en çok kullanılan metotlardır. Her iki metotta da drenlerde toplanan su, pompalar yardımı ile çekilerek çukurdan uzaklaştırılır ve yakındaki kanalizasyon, akarsu gibi uygun yerlere akıtılırlar.

Suyu atmada kullanılacak pompaların sayıları ve kapasiteleri, yer altı suyunun debisine göre hesaplanır[4]. Debinin hesaplanması için debi ölçerlerden yararlanır. Ama bu iş pratikte; tahmini sayıda ve kapasitede pompaların çalıştırılıp yetersiz kaldığı takdirde takviye edilmesiyle halledilmektedir.

Kuyu drenler ile su seviyesini indirme metodu; yapı çukurunda, temel sınırları etrafında geniş çaplı kuyular veya ufak çaplı nokta kuyular açılır ve su çekilmeye başlanır. Su çekilmesi işi ya her kuyu için ayrı pompalarla ya da bütün kuyulara ait ortak bir pompa sistemi ile yapılır. Bu suretle pompalar çalıştığı müddetçe su seviyesini 4-5 m. kadar indirmek mümkündür. Kademeli pompa sistemi kullanarak su seviyesini daha büyük derinliklere indirmek de mümkündür. Bu metotta bazen, bazı jeolojik şartlara bağlı olarak; pompa kullanmadan da su seviyesi indirilebilir. Su, kuyuların yardımıyla derinlere doğru drene edilerek daha derinlerde bulunan

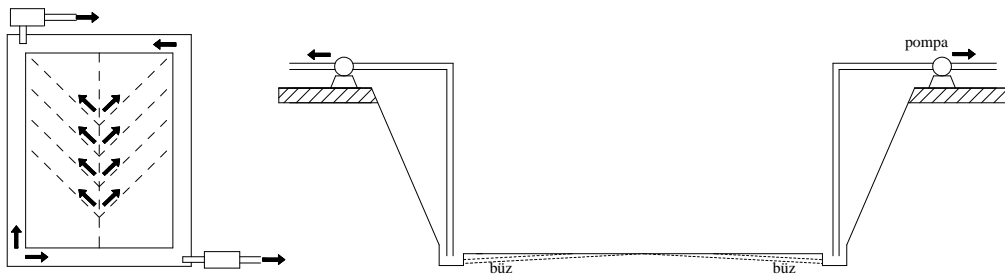
geçirimli tabakalara akıtılabilir ve bu sayede su seviyesi düşürülebilir. Kuyular bu şekilde kullanılacaksa; yapı çukurunun jeolojik şartları çok iyi etüt edilmeli ve bu konuda tam ve doğru bilgilere sahip olunmalıdır.

Açık dren ve hendekler ile su seviyesini indirme metodu; temel sınırının her tarafından 60 cm. uzaklıkta çepeçevre, çukur tabanından 40 cm. derinlikte kanal açılır. Tabandan gelen su ile yağmur suyu bu kanallarda toplanır. Kanallara pompaların çekeceği yerlere doğru %1 eğim verilir. Kanallarda toplanan su, pompalar ile çekilir ve yapı çukurundan uzaklaştırılır (Şekil 5.4).



Şekil 5.4. Temel etrafındaki kanalda toplanan suyun pompalar ile uzaklaştırılması

Çok büyük alanlarda yapılacak yapılarda daha kapsamlı bir drenaj sistemi uygulanır. Temel sınırı etrafında açılacak kanala, yapı tabanının altından gelen bir büz ağı eklenir(Şekil 5.5).



Şekil 5.5. Yapı tabanı altına döşenen büz ağının kanallarla birleşip yapı çukurundan uzaklaştırılması

Büzlerle taban betonu arasına serilecek 20 cm. kalınlığında blokaj (kumlu çakıl, iri çakıl) filtre tabakası görevi görür. Kanallara toplanan su pompa ile çekilerek yapı çukurundan uzaklaştırılır.

En çok bu iki metot kullanılmasına rağmen, killi zeminlerde uygulanamazlar. Killi zeminler suyu tutup hareket etmesine izin vermediği için; drenaja uygun değildirler. Bu zeminlerde su seviyesinin indirilmesi için elektro osmos metodundan yararlanır. Suyu doymuş olan zemin içine batırılmış iki elektrottan elektrik akımı geçilirse serbest su katoda doğru akar. Katod poroz ve içi boş bir madeni silindirden yapılır. Katotta toplanan su pompa ile atılır.

Likit limiti %67 olan yağlı killi zemine elektro osmos uygulandığında, 100 saat sonra kilin su muhtevası %25-40 'a düşürülür. Su muhtevası; zemin boşluklarındaki su ağırlığının, dane ağırlığına oranına denir. Elektrotlar arası mesafe kısaldıkça su muhtevası daha fazla düşürülebilir. Elektro osmos özellikle palplanşlı yapı çukurunun tabanındaki suyun yükselmesine mani olmada etkilidir. Elektrik ile kurutma yapılmadığı takdirde, hidrostatik basınç çok az dahi olsa yumuşak olan zeminin kabarmasına sebep olur.

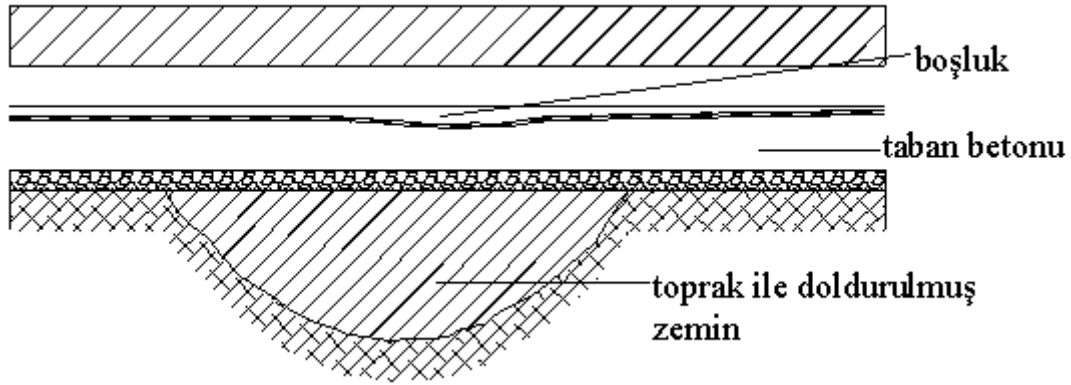
Tüm metotlarda pompalar, yalıtım uygulaması bitene kadar ve yapı ağırlığı suyun kaldırma kuvvetini karşılayıncaya kadar durdurulmamalıdır. Öyle ki; yalıtımı bitmiş ama toprak üstü elemanlarının ağırlığının suyun kaldırma kuvvetini karşılayacak duruma gelmediği yapılarda, pompaların kapatılıp su seviyesinin yükselmesiyle, yapıların da yüzerek yükseldikleri çok görülmüştür. Bir defasında da; yalıtım yapılmış 15 m. boyundaki bodrumun bir köşesi, çapraz olarak karşısına düşen köşeden 30 cm. daha yukarıda kalmıştır[15]. Yeraltı su seviyesi tekrar düşürülse bile yapı üniform bir şekilde eski haline gelemez. Statik düzeni bozulur ve yalıtım hasara uğrar. Tüm yapının yıkılıp tekrar yapılması zorunludur.

Yer altı su seviyesi, bu metotlardan biri kullanılarak düşürüldükten sonra, (gerekli görülürse) yapı çukurunun şevlerinden gelecek yer altı suyuna karşı palplanşlar çakılarak iksa yapılır. Aynı zamanda toprak kayması tehlikesi de ortadan kalkmış olur.

Palplanş, birbiri içine geçen özel profilli levhalara denir. Ahşap, çelik veya beton olurlar. Çelik olanları tercih edilir. Yan yana gelerek özel birleşme detaylarıyla su sızdırmayacak bir perde oluştururlar. Görevlerini tamamladıktan sonra çıkarılırlar.

5.1.2. Zeminin ıslah edilmesi

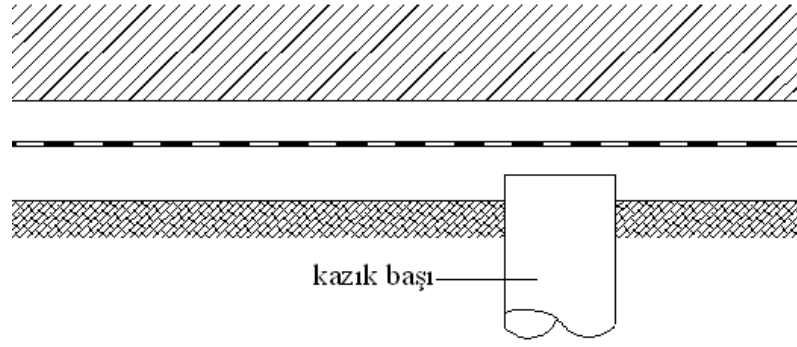
Açılan hafriyat çukuru, homojen düzlükte olmayabilir. Ortaya çıkan çukurlar, mutlaka grobeton ile doldurulmalıdır. Fakat grobetonun direnci, çevresindeki toprağın direncini geçmemelidir. Zemindeki boşluklar, grobeton yerine toprak ile doldurulursa; taban yalıtımında tehlikeli boşluklar doğar (Şekil 5.6).



Şekil 5.6. Boşlukların toprak ile doldurulması sonucu taban yalıtımında ortaya çıkacak hasarlar

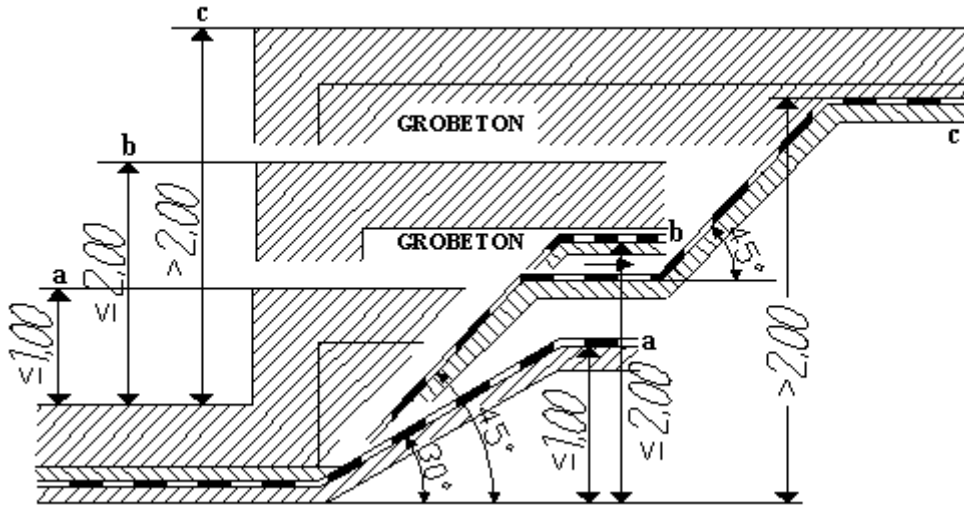
Bu boşluklardan suyun girmesi, tüm yalıtımı boşa çıkarır. Hasara uğrayan noktayı bulmak çok zor olur. Hasar noktası bulunduktan sonra da, yatay yalıtım katmanlarını tamamıyla sökmek gerekir. Sonra da, yerine ve duruma göre çok yönlü tedbirlerle su düzeyi düşürülmelidir ve çoğunlukla ağır donatılı taban plakları delinerek altları sıkıştırılmalıdır[15].

Zeminde, alt betona kadar yükselen ve yapının oturmasıyla münferit yükler halinde taban yalıtımını zorlayan yabancı cisimler (eski temel kalıntıları, kazık başları vb.) yok edilmelidir (Şekil 5.7). Zira, yalıtım, bu münferit yükün rastladığı noktada parçalanır.



Şekil 5.7. Yapının oturmasından dolayı taban yalıtımının zarar görmesi[15]

Ayrıca, zeminde olması gereken kot farklılıklarından da boşluklar, grobeton ile doldurulmalıdır. Yükseklik farklarından, 1.00 m. 'ye kadar olan yükseklikler 30, 2.00 m.'ye kadar olan 45'lik açı ile geçilmelidir (TS 3647). Daha büyük yüksekliklerde araya ters eğim sokulmalıdır (Şekil 5.8).



Şekil 5.8. Yükseklik farklarında şevli geçiş detayı (TSE 3647)

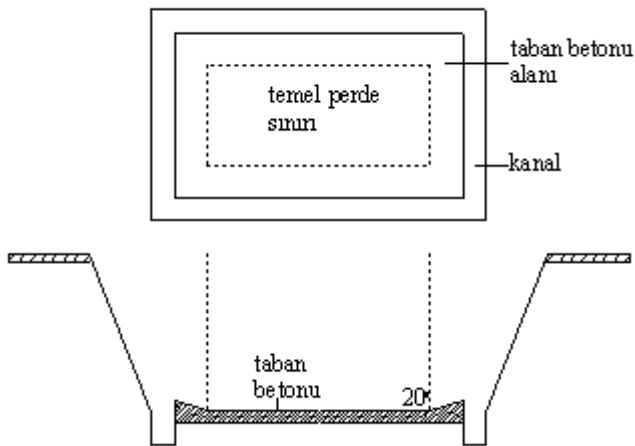
Taban betonu bu şekilde döküleceği için, zemine de bu şekilde form verilmelidir. Boşlukların grobeton ile doldurulması ve yabancı cisimlerin yok edilmesiyle ıslah edilen zemine çakıl serilerek blokaj yapılır.

5.1.3. Taban betonu dökülmesi

Blokajın üstüne, temel oturma alanının her kenarında 60 cm. genişlikte daha büyük bir alana geçirimsiz betondan, C 30 kalitesinde 8-10 cm. kalınlığında donatılı taban betonu dökülür.

Taban yalıtımı, taban betonu üzerine uygulanır. Taban betonunun geçirimsiz betondan dökülmesinin nedeni; yalıtım uygulaması sırasında zeminden gelecek suyun, taban betonunu ıslatmasını engellemektedir. Çünkü yalıtım, ıslak veya nemli yüzeye uygulanmaz.

Temelin oturma sınırından itibaren taşan kısımlara, temele doğru %20 eğim verilir (Şekil 5.9).



Şekil 5.9. Taban betonu

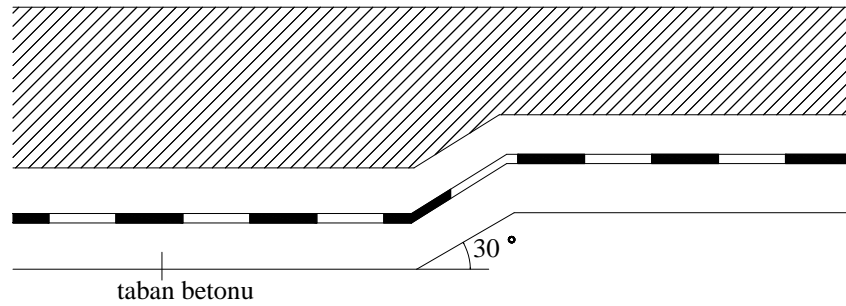
Taban betonunun üç görevi vardır:

- 1 Zeminden gelen suyun ve nemin bünyesine nüfuz etmesini önlemek,
- 2 Zeminden gelen basıncı yatay yalıtım tabakalarına iletmek,
- 3 Yatay yalıtım tabakalarını her yönden sarmak.

Yalıtım örtülerinin taban betonuna iyi bir şekilde yapışabilmesi için, beton yüzeyin düzgün ve boşluksuz olması gerekir. Bu nedenle, taban betonunda ince agrega

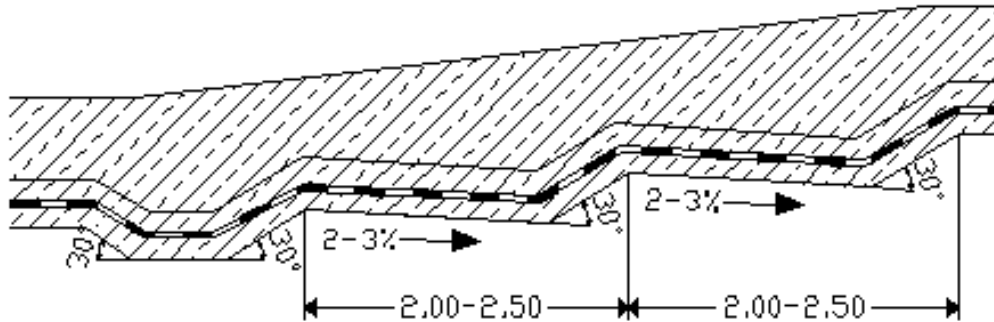
kullanılmalıdır. Beton döküldükten sonra yüzeyi lata ile düzeltilmelidir. Mala ile perdah yapılmasına ya da tesviye betonu dökülmesine gerek yoktur. Taban betonunun yüzeyi düzgün olmazsa; yalıtım örtüleri yüzeye her yönden yapışmaz. Böylece yüzeyde giderilmeyen pürüzler, yalıtım örtülerini zamanla zedeleyebilir.

Taban betonunda kot farkları varsa bu fark genellikle şev yapılarak geçilir. Yükseklik farklarının az olduğu yerlerde, yatay ile 30° 'nin altında kalan bir şev açısı tercih edilmelidir[15] (Şekil 5.10).



Şekil 5.10. Az kot farklarında 30° 'lik şevli geçiş

Şev açısı ne kadar küçük olursa, eğik yalıtım yüzeyi de o kadar iyi basınç görür. Ama aynı zamanda da eğik yüzeyin büyümesiyle; kayma tehlikesi de büyümüş olacaktır. Uzun ve yataya yakın eğik yüzeyler, kayma tehlikesini büyütürler. Rampalarda ve uzun eğik yüzeylerin kaçınılmaz olduğu yerlerde de bu tehlike söz konusudur. Bu durumda yapılacak çözüm, ters yönde az eğimli (%2-3) parçalar arasına 30° 'den az eğimli kısa eğik yüzeyler yapmaktır[15] (Şekil 5.11).



Şekil 5.11. Uzun eğik yüzeylerde yalıtımın kaymasına karşı çözüm

Her tarafı açık, kenarları şevli açılmış hafriyat çukurlarında yapılan yapıların taban betonlarında hiç kot farklılığı olmasa dahi, taban yalıtımının yatay doğrultuda kaymasını önlemek için; tabanda yer yer derinleşen kısımlar ilave edilmesinde fayda vardır. Genellikle 20 cm.'lik derinleşmeler yeterli olurken, tabanın daha büyük gerilimleri karşılaması durumunda çıkıntuların boyutları statik hesaplarla hesaplanır.

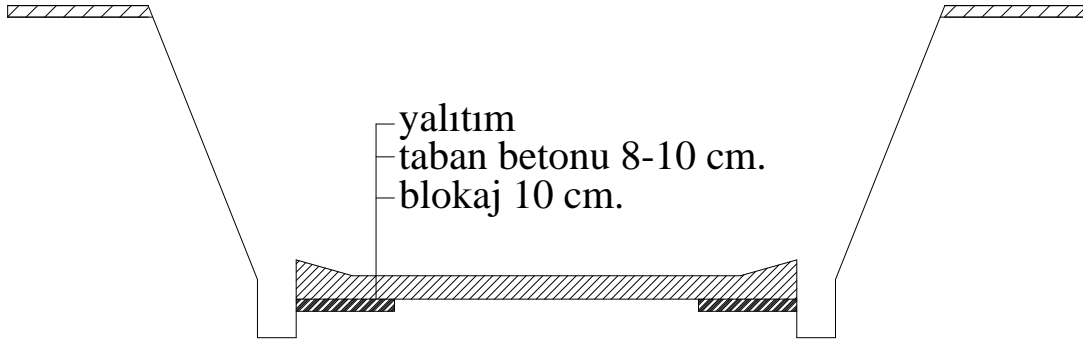
5.1.4. Yatay yalıtımın uygulaması

Taban betonu prizini aldıktan sonra, üzerine yalıtım tabakalarının uygulanması işlemine başlanır.

Taban betonu üzerine dönecek yalıtım örtüleri olarak; bitümlü veya plastik yalıtım örtüleri çeşitlerinden yerine göre en uygun olanı seçilir ve uygulanır. Bu örtü çeşitlerinin tanım ve uygulama metotları Bölüm 4 'te ayrı ayrı anlatılmıştır. Bu bölümde ise, her iki çeşit yalıtım örtüsü uygulanmasında da geçerli olan kurallar anlatılmıştır.

Her ne tür yalıtım örtüsü kullanılacak olursa olsun, taban betonunun yüzeyi toz, yağ, kir gibi yabancı maddelerden tamamıyla arındırılmış, çok düzgün bir yüzey elde edilmiş olunmalıdır.

Yalıtım tabakaları, taban betonuna boşluk kalmaksızın yapıştırılırlar (Şekil 5.12). Modifiye polimer bitümlü yalıtım örtüleri en az iki kat uygulanmalıdır. Aşırı hidrostatik basınç olan yerlerde üç, dört kat uygulamaya gidilebilir. Plastik yalıtım örtüleri ise, tek kat uygulanırlar.



Şekil 5.12. Taban betonuna yapıştırılan yatay yalıtım

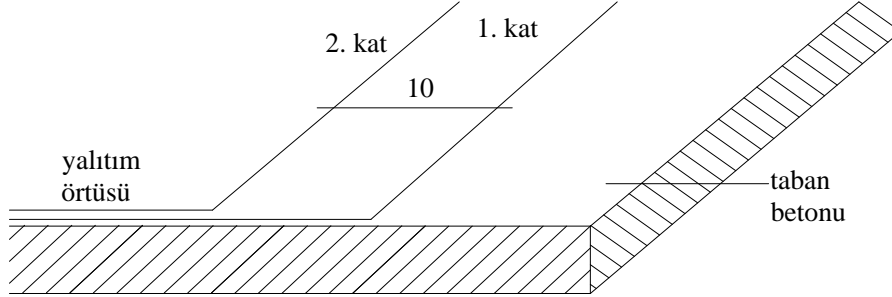
Yalıtım uygulaması mümkünse bir defada bitirilmelidir. Yalıtıma ara verilecekse, gerekli koruma tedbirleri alınmalıdır. Yalıtım yüzeyi ve ek yerleri, mekanik etkiler, yağış ve inşaat suyuna karşı korunmalıdır. Yalıtım süresince hafriyat çukurunun, dolayısıyla taban betonunun kuru tutulmasına dikkat edilmelidir. Beklenmeyen ani yağışlara karşı çuvallarda tahta talaşı hazır bulundurulmalıdır. Yağış veya nedenlerle yalıtılacak yüzeyi ıslatan su, rahatça tahta talaşına emdirilebilir.

Şantiyede herhangi bir nedenden dolayı su kontrolden çıkarsa, çoğu zaman altından zor kalkılan sonuçlar doğar. Bu durumda alınacak tedbirler, o anki şartlara bağlı olduğu için; genel olarak çözümler sıralamak zordur. Ancak derhal uygulayıcı firma yetkilisi haberdar edilmelidir. Bu arada yapılacak en önemli iş; suyun gelişini kesmektir. Olabildiğince çabuk yapılan müdahale, masrafın boyutlarını küçültebilir.

Yalıtım uygulaması süresince; benzin, benzol, gres yağı gibi inşaatte kullanılan malzemeyi yalıtımdan uzak tutmak gerekir. Çünkü; katı ve sıvı yağlar, yapıştırıcıyı çözerler. Üstelik, taşıyıcı yapı elemanlarından ve koruyucu betonun içinden rahatlıkla geçerler.

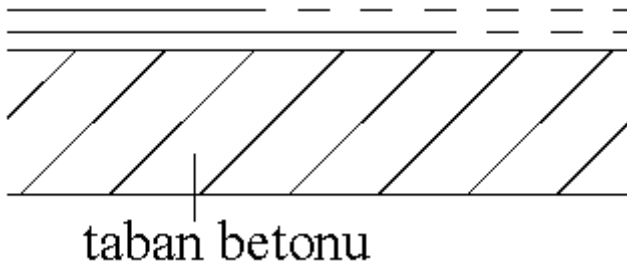
Yalıtım uygulamasına akşam ara verilip sabah devam edilecekse; çalışma ekleri yapılır (Şekil 5.13). Tabakalar, birbirlerinden 10 'ar cm. kaydırılarak bırakılırlar. Uçları, bitümlü örtülerde sıcak kaynakla; plastik örtülerde yapıştırıcıyla yüzeye iyice

yapıştırılır. Genelde uygulayıcılar, bu şekilde bırakırlar. Aslında en doğrusu; bu ek yerlerinin üzerlerinin geçici olarak bir kat yalıtım örtüsü ile kapatılmasıdır.



Şekil 5.13. Taban yalıtımında çalışma ek yerleri

İşe devam edileceği zaman, bu geçici tabaka kaldırılır ve yalıtıma devam edilir. Yeni yalıtım katları, çalışma eklerine Şekil 5.14 'de görüldüğü gibi eklenir.



Şekil 5.14. Yatay yalıtımın ara verdikten sonra devam etmesi

Eğer, yalıtıma ertesi günden daha uzun bir ara verilecekse, ek yerleri mutlaka geçici bir koruyucu beton ile koruma altına alınmalıdır. Ek yerleri, bir tabaka yalıtım örtüsü ile kapatılarak, üzerine 2 cm. 'lik bir kum tabakası serilir. Üzerine en az 8 cm. 'lik geçici koruma betonu dökülür. Yalıtıma devam edileceği zaman, koruma betonu, altındaki kum tabakası sayesinde aletlere gerek kalmadan birkaç kuvvetli yumruk darbesi ile kırılır[15].

Yüzeye uygulanan yalıtım örtüleri, tüm yüzey yalıtımının bitmesini beklemeden, koruyucu beton ile koruma altına alınmalıdır.

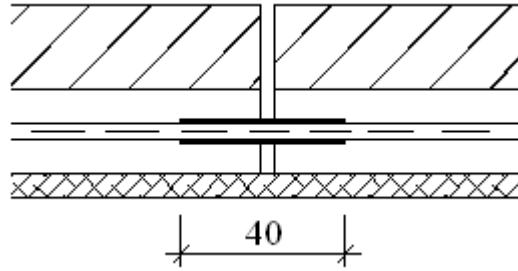
Gerek bitümlü, gerekse plastik örtülerle yalıtılmış yüzeylere gereğinden fazla basılmamaya özen gösterilmelidir. Hatta koruyucu beton dökülene kadar, yalıtımın üzerine çıkmak yasak edilmelidir.

Yatay yalıtım uygulaması sırasında bazı özel durumlarla karşılaşılabilir. Aşağıda bu özel durumlardan birkaçı incelenmiştir.

5.1.4.1. Derzlerde yatay yalıtım uygulaması

Yapıda genleşme, oturma, hareket derzleri nerede gerekiyorsa; yalıtım olsa dahi uygulanmalıdır. Çünkü, yalıtımda bu derzler için alınacak tedbirler vardır. Derz bölgelerinde yalıtıma takviye yapılır. Genleşme derzlerinde yalıtıma gelen su basıncı 3.00 m. 'ye kadarsa; derz aralığı en fazla 20 mm. olmalıdır (TS 3647).

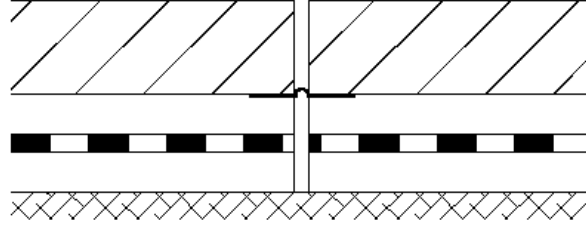
Yatay ve düşey hareketin fazla olmaması durumunda; genleşme derzlerinde, yalıtım kesintiye uğramadan devam ettirilir (Şekil 5.15). Bu bölgelerde yalıtıma; min. 30 cm. genişliğinde plastik su tutucu bantlar veya yumuşak metal levhalar ile takviye yapılır (TS 3647). Daha büyük derz aralarında veya daha yüksek su basınçlarında, su tutucu bantların boyutları büyütülür.



Şekil 5.15. Derz bölgesinde yalıtım takviyesi (Fazla düşey-yatay hareket beklenmiyorsa)

Daha fazla düşey ve yatay hareket beklendiğinde; yalıtım devam ettirilmez. Buralara yumuşak metalden omegalar* veya plastik su tutucu bantlar yerleştirilir[4] (Şekil 5.16).

*omega: içinden sıcak bir akışkan geçirilen bir boru şebekesinin, serbestçe genleşmesini sağlamak üzere; şebeke arasına yerleştirilen Ω şeklinde boru.



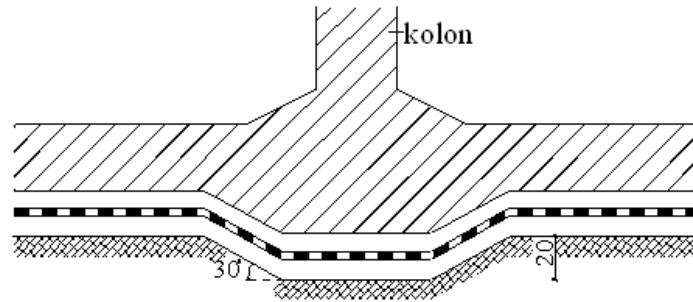
Şekil 5.16. Derz bölgesinde yalıtım takviyesi (Fazla yatay-düşey hareket beklenmiyorsa)

Oturma derzleri, oturma beklenen yerlerde en az 10 mm. genişlikte ve genişleme derzleri gibi yapılmalıdır (TS 3647). Hareket derzleri, her iki yönlü olarak genişleme derzleri gibi yapılmalıdır. Düşey derzlerin detaylandırılması da aynı bu şekilde olmalıdır.

Dıştan uygulanan yalıtımda; bu derz bölgeleri çok önemlidir. Çünkü temellerde, gerek yatayda gerekse düşeyde su basıncına açık tek bölge derzlerdir. Bu yüzden; detayların uygulanması dikkatle yapılmalıdır.

5.1.4.2. Yüksek kolon basıncı olan yerlerde yatay yalıtım uygulaması

Yalıtımın en yüksek sıkışma basıncı (α max) 5 N/cm^2 'dir. Bu değere yaklaşan kolon ayaklarının taban betonunda rastladığı yerlerde derinleştirme yapıp; beton kalınlaştırılır (Şekil 5.17). Küçük eğik yüzeyler, yüksek basınç altında giderek akıcılığı artan yapıştırıcının kaymasını önler. Bununla beraber, bu bölgeye bitümlü yapıştırıcıyla yapıştırılan 0.1-0.2 mm. kalınlığında yivli bakır levhalarla takviye yapılır[15]. Metalin yüksek çekme direnci, örtüyü mekanik yönden kuvvetlendirir. Yüzeyinin yivli oluşu da; yapıştırıcının kaymasını zorlaştırır.

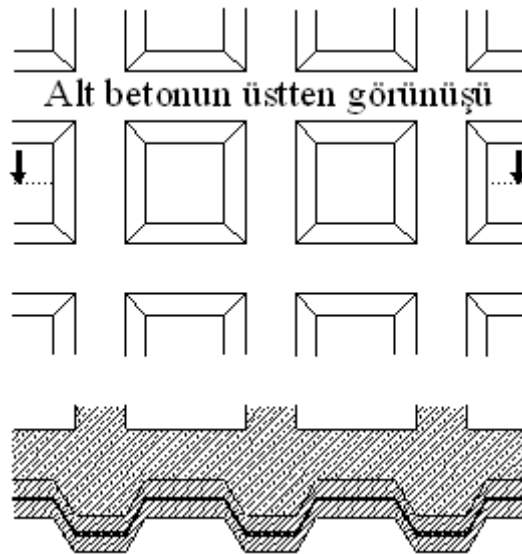


Şekil 5.17. Yüksek kolon basıncında derinleştirme[20].

5.1.4.3. Çok sayıda ve kesişen kolon dizilerinde yatay yalıtım uygulaması

Çok sayıda ve birbirleriyle kesişen kolon dizileri olan temelerde, taban betonunu kalınlaştırmak için yapılan çukurları, kanal oluşturacak şekilde birleştirmek tehlikelidir[15].

Yapı bittiğinde su kontrolü kaldırılır. Yer altı suyunun yükselirken önüne kattığı havayı, kanallar arasında kalan boşluklara doldurulmasıyla, buralarda hava yastıkları oluşur (Şekil 5.18). Hidrostatik basınç yüzünden; hava kaçacak yer bulamaz ve taban yalıtımını zorlar. Hem bitümlü, hem plastik yalıtım örtüleri hava geçirdiği için; basınç altındaki hava buralardan geçer ve arkadan gelen suyun da geçebileceği gözenekler açar. Bunu önlemek için; hava drenajı yapılmalı veya yivli bakır folyodan, hiçbir şekilde hava geçmesine izin vermeyen bir tabaka oluşturulmalıdır. Hava drenajı ise; taban betonunun altına, hava dengeleme borusu sayesinde dış hava ile temasta bulunan 10 cm. kalınlığında, havanın rahat yol almasını sağlayacak gözenekli bir beton tabakası dökülmesiyle oluşur[15].

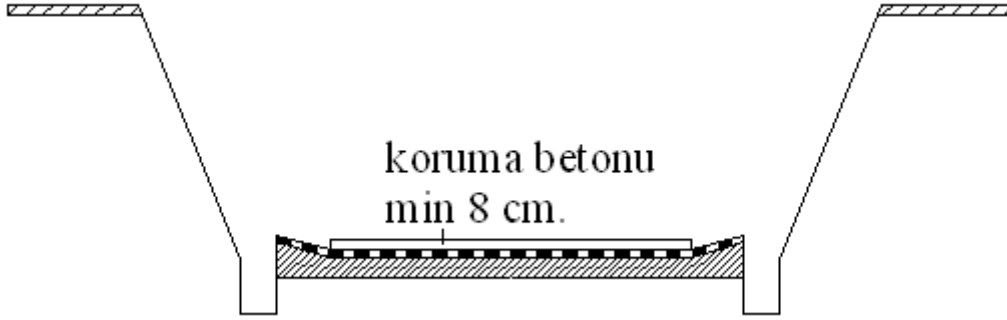


Şekil 5.18. Temel altında hava yastıkları[15].

5.1.5. Yatay yalıtımın korunması (koruyucu beton dökülmesi)

Yatay ve 30° 'den daha az eğimli bütün yalıtım örtüleri, uygulamaları biter bitmez; koruyucu beton ile örtülmelidirler.

Koruyucu beton, bina temel sınırına kadar en az 8 cm. kalınlığında ve B120 kalitesinde dökülmelidir (Şekil 5.19). Beton harcında, çapı 4 mm. 'den büyük agregalar bulunmamasına dikkat edilmelidir(TS 3647). Çünkü; iri çakıllar yalıtım tabakalarında yırtıklar, zedelenmeler meydana getirebilirler. Bu hasarlar, yalıtımın işlevini yerine getirmesine engel olurlar.



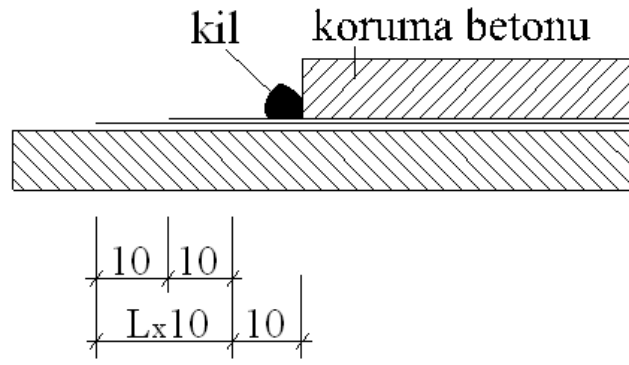
Şekil 5.19. Yatay yalıtımın korunması

Koruyucu beton dökülürken yalıtıma basmamaya dikkat edilmelidir. Koruyucu beton üzerinde, betona baskı yaparak bozacak şekilde hiçbir araç gezdirilmemeli; gereç depolandırılmamalıdır.

Koruyucu betonun görevi:

- 1 Yatay yalıtım tabakalarını her yönden sarmak,
- 2 Yalıtıma dik gelmeyen yükleri karşılamak,
- 3 Temel radye plağından gelen yapı yükünü ileterek ve yatay yalıtımı sürekli yük altında bulundurarak basınç altında tutmak,
- 4 Binanın kaba inşaatı sırasında yatay yalıtım tabakalarını hasardan korumak.

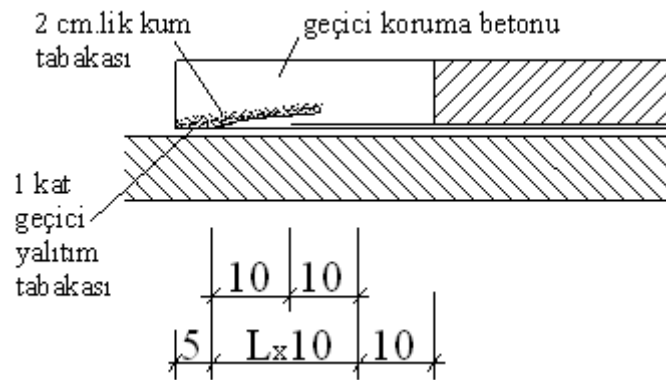
Koruyucu betonun dökülmesi için, tüm yalıtım uygulamasının bitmesi gerekli değildir. Yalıtımın biten kısmı koruma altına alınıp; kalan kısmı eksik yalıtım bittiğinde tamamlanabilir. Biten kısmın koruyucu betonu, en dış örtünün kenarından itibaren ölçülmek üzere (L.10+10) cm. kadar geride bitirilmelidir[15] (Şekil 5.20). Formüldeki +10 cm. devam eden taban plağı inşaatı sırasında gelecek inşaat suyuna karşı koruma tedbiri alınması için bırakılmıştır. Bu amaçla; yalıtımın üzerine kilden bir set yapılarak yapı suyunun gelmesi engellenir.



Şekil 5.20. Yalıtımın biten kısmında koruyucu beton

5.1.5.1.Yalıtıma ara verildiğinde yatay yalıtımın korunması

Yalıtıma bir süre ara verilecekse; ek yerleri, mekanik etkilere ve su alarak hasara uğraması tehlikesine karşı korunmalıdır. Bu amaçla; 5.1.4. 'de de anlatıldığı gibi; ek yerlerinin üzerine betonun yapışmaması için; geçici olarak bir tabaka yalıtım örtüsü konur. Örtünün üzerine 2 cm. 'lik ince bir kum tabakası serilir ve en az 8 cm. kalınlığında koruyucu beton dökülür(Şekil 5.21). Yalıtıma devam edileceği zaman geçici koruma betonu, altındaki kum tabakası sayesinde kolayca kırılır. Böylece; küskü, murç gibi yalıtımın ek yerlerine zarar verecek keskin uçlu aletler kullanmaya gerek kalmaz.



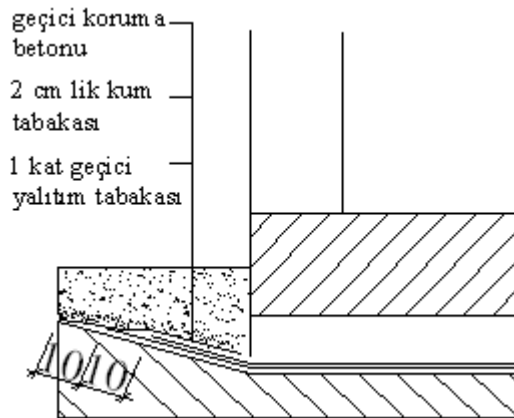
Şekil 5.21. Geçici olarak korunmuş yatay yalıtım eki

5.1.5.2. Eğimli yüzeylerde yatay yalıtımın korunması

Eğimi 30° ile 45° arasında değişen ve yüzeyleri 1.00 m. 'yi geçen durumlarda; koruyucu beton dökerken dikkat etmek gerekir. Beton dökmeye en alçak noktadan başlanır. Uzun eğik yüzeylerde; beton harcı, prizini alana kadar geçen sürede yalıtıma paralel bir itki yapar. Bu da; yalıtım örtülerinin katlanmasına ve kaymasına yol açar. Bu durumda uygulanacak iki çözüm vardır. Birincisi; taşıyıcı elemanların betonlanmasına daha fazla dikkat edip yalıtımın zedelenmesini sağlamak şartıyla koruyucu betondan vazgeçmektir. İkincisi; (bu çözüm tercih edilmelidir) koruyucu betonu hasır çelik veya diğer bir donatı ile donatmaktır. Eğimi 45° 'den fazla olan yüzeylerde, hasır donatılı beton kullanmak şarttır.

5.1.5.3. Taban betonunun temel sınırları dışında kalan kısımlarında yatay yalıtımın korunması

Yukarıda anlatılan geçici koruma betonu işlemleri, taban betonun bina temel sınırları dışında kalan 20° 'lik eğimli kısımlarındaki yatay yalıtım örtüleri için de aynıdır (Şekil 5.22). Buradaki yatay yalıtım tabakaları, düşey yalıtım uygulaması sırasında; düşey yalıtım örtüleri ile birleşecektir. Dolayısıyla; bu bölgeler, düşey yalıtım uygulaması başlayana kadar; mekanik darbelere ve suya karşı koruma altına alınmalıdır. Zira; bu süre içinde bina taşıyıcı sisteminin (taban plağı, perde duvarları) inşası yapılacaktır.



Şekil 5.22. Temel sınırı dışındaki yatay yalıtımın geçici olarak korunması

5.1.6. Taşıyıcı konstrüksiyonun yapılması

Koruma betonunun üzerinde çalışabilmek için; betonun priz yapmasını beklemek gerekmektedir. Bu süre 24 saat kadardır.

Koruma betonu kurduktan sonra; binanın taşıyıcı konstrüksiyonu olan temel plağının ve perde duvarlarının yapımına geçilir (Şekil 5.23). Basınçlı su etkisi olan temellerde, temel plağı mutlaka radye olmalıdır. Yapı yükü, radye temel plağı tarafından koruyucu betona aktarılır. Koruyucu beton da; yalıtımı her yönden sararak sürekli basınç altında tutar.



Şekil 5.23. Taşıyıcı konstrüksiyonun yapılması

Betonarme perde duvarının inşası sırasında perde donatıları, yalıtım tabakalarının yapıştırılacağı yüzeye en az 5 cm. uzaklıkta bırakılmalıdır (TS 3647). Böylece; yüzeyde duran donatının zamanla, basınç karşısında yalıtım örtüsüne değdiği yerde yırtılabileceği tehlikesi ortadan kalkmış olur. Bu önlem, proje safhasında göz önünde bulundurulmalı ve hesaplar bu doğrultuda yapılmalıdır.

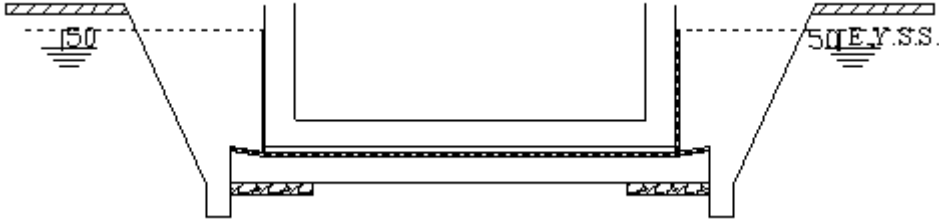
Betonarme perde duvarının betonu dökülürken; betonu iyice sıkıştırılmalıdır. Betonun yalıtıma bakan yüzeyinde boşluk kalmamasına dikkat edilmelidir. Yine de boşluk olduğu takdirde bunları sıvayla doldurarak düzgün bir yüzey sağlanması mümkündür. İçten uygulama yönteminde bu imkansızdır.

Taşıyıcı perde duvarın yüksekliği 4.00 m. 'den yüksek ise, bundan sonraki aşamalar, peş peşe gerçekleştirilip belli bir zaman sonra yine tekrar edilirler. Taşıyıcı perde belli bir yüksekliğe kadar yapılır. Düşey yalıtım uygulanır. Koruyucu sırt duvarı

örülürken ardından hemen dolgu yapılır. Daha sonra, yine taşıyıcı perde duvarının yapımına devam edilir ve aynı işlemler tekrar edilir.

5.1.7. Düşey yalıtımın yapılması

Temel radye plağı bittikten ve perde duvarlar belli bir seviyeye geldikten sonra, düşey yalıtım uygulamasına başlanır. Yalıtım örtüleri, taşıyıcı perde duvarının dışına bakan yüzeyine yapıştırılırlar. Altta yatay yalıtım ile birleşip yukarıda E.Y.S.S. 'nin 50 cm. üzerine kadar devam ederler (TS 3647) (Şekil 5.24).



Şekil 5.24. Düşey yalıtım

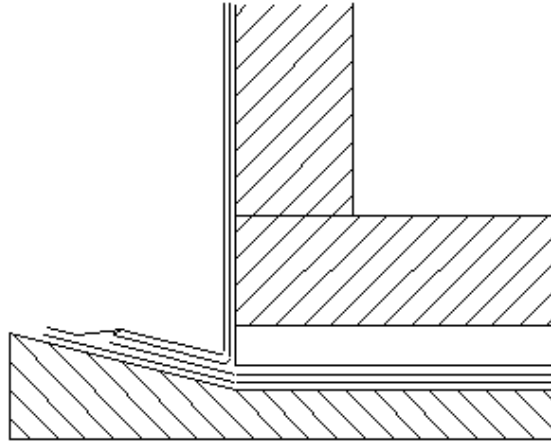
Düşey yalıtımın E.Y.S.S. 'nin 50 cm. üzerine kadar devam etmesinin sebebi; burada kapalı kapiler bölgesi denen toprağın gözeneklerinin su dolu olduğu bir bölge olmasıdır. Yalıtımın bu bölgenin üst sınırına kadar yapılmasıyla yapı, hem kapalı kapiler bölgesinden gelecek suya karşı, hem de E.Y.S.S. 'nin yağışlı mevsimlerde yükselme olasılığına karşı korunmuş olur.

Kapalı kapiler su bölgesini, hava içeren açık kapiler su bölgesi takip eder. Bu bölgedeki nemin etkisi, zemin nemi ile aynıdır. Dolayısıyla bu bölgede zemin nemine karşı alınacak yalıtım tedbirleri yeterli olacaktır. Bu tedbirler, geçirimsiz beton, geçirimsiz sıva sürülerek uygulanan geçirimsiz katkı maddeleri gibi uygulamalardan ibarettir.

Yalıtım tabakalarını yapıştırmaya başlamadan önce, taban betonunun temel sınırları dışında kalan 20°C 'lik eğimli kısımlarının üzerindeki geçici koruma betonu kırılır. Düşey yalıtım tabakaları, burada önceden bırakılan yatay yalıtım tabakalarına Şekil 5.25 'deki gibi eklenir. Bu birleşen eklere tersine dönük ek adı verilir. Uygulanacak tabaka adedi yataydaki ile aynıdır.

Yatay ile düşey yalıtım tabakalarının birleştiği köşeler 4 cm. yarıçapında yuvarlatılmalıdır (DIN 18195). Aksi takdirde yalıtım örtüleri, bu tür köşeleri dik geçemediği için; yalıtım, masif yapı tarafından tam olarak sarılmamış olur.

Düşeyde kullanılan yalıtım örtüsü, yatayda kullanılan örtü ile aynıdır. Farklı malzemeleri kullanmak; birleşme noktalarındaki detaylar sebebiyle sakıncalıdır. Uygulama metotları yataydaki metotlarla aynıdır.



Şekil 5.25. Tersine dönük ek

Yalıtım yapılacak yüzey, çok düzgün olmalıdır. Gerekliyse, perde duvarına çimentolu kireç sıva yapılır. Yüzeyde derzler var ise, derzler sıva ile kapanmalıdır. Derzlerde düşey yalıtım takviyesi, yatay derzlerdeki ile aynıdır.

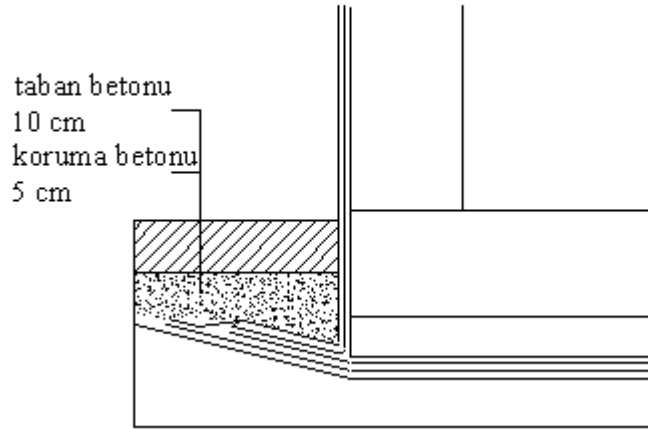
Düşey yalıtım uygulaması mümkünse bir defada bitirilmelidir. Ama bazen; uygulamaya çeşitli nedenlerden (yalıtım yapılacak perde duvarının 4.00 m. 'den yüksek olması, yağışlar, hava sıcaklığının +4°C 'den az olması, yakıcı güneş) dolayı ara vermek zorunda kalınabilir. Bu durumda, yalıtımın bitmiş kısmının korunmaya alınması gerekir.

5.1.8. Düşey yalıtımın korunması (sırt duvarı yapılması)

Düşey yalıtım örtülerini, betondan veya tuğladan yapılan sırt duvarı korur. Yalıtım yapılırken, bir taraftan da onu koruyacak sırt duvarının yapımına başlanır. Sırt

duvarı, tuğla olacaksa 1/2 dolu tuğla kalınlığında, beton olacaksa 10 cm. kalınlığında olmalıdır[15].

Sırt duvarına başlamadan önce, taban betonunun bina temel sınırları dışında kalan 20° eğimli kısımlardaki tersine dönük ekin korunması yapılmalıdır. Koruma betonu, basınçlı suyun kaldıramayacağı ağırlıkta olmalıdır. Koruma betonunun üzerine, sırt duvarının oturacağı bir taban betonu dökülür (Şekil 5.26).

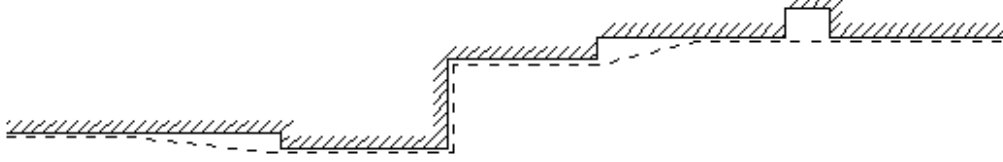


Şekil 5.26. Sırt duvarının oturacağı taban

Taban betonu üzerine oturan sırt duvarı, düşey yalıtım uygulamaları devam ederken yapılır. Sırt duvarının bir an önce yapılmasındaki amaç; düşey yalıtımı dış etkilerden korumaktır. Örneğin, güneş ışınlarına maruz kalan bitümlü örtülerle yalıtılmış duvarlarda vaktinde tedbir alınmazsa, bitümün yumuşamasıyla yalıtım düşey duvardan kayar. Sırt duvarının hemen yapılmasına bir engel varsa, yalıtımı güneş ışınlarından korumak için önüne gölgelik (karton gerilmiş tahta çerçeveler vb.) dayamak ya da üst kenarına ıslak çuvallar asmak gibi yöntemlere başvurulmalıdır.

Sırt duvarı, toprak basıncını düşey yalıtıma iletemeyecek kadar rijit olmamalıdır. Ama, yalıtıma dik olmayan düşey yükler çıktığında da bunları karşılayabilmelidir. Sırt duvarı, yalıtımı her yönden sarmalıdır. Sırt duvarı betondan yapılacak ise, beton donatıları ile yalıtım arasında en az 5 cm. mesafe olmalıdır. Böylelikle, donatının örtüleri delme tehlikesi ortadan kalkmış olur.

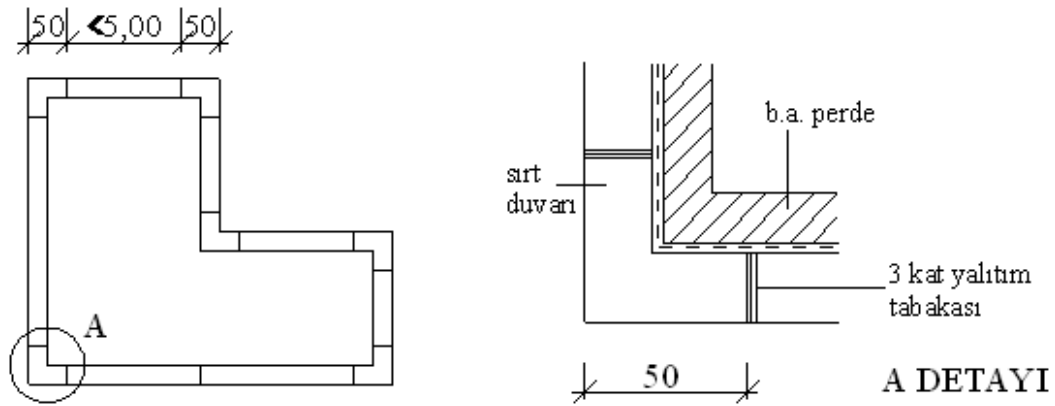
Yapı planındaki küçük girinti ve çıkıntılar, toprak basıncının düşey yalıtıma etkisini azaltmaktadır. Bu gibi durumlarda imkan varsa, köşeleri şevlendirerek geçmek uygun olur (Şekil 5.27).



Şekil 5.27. Planda küçük girinti ve çıkıntılarının şevlendirilerek geçilmesi

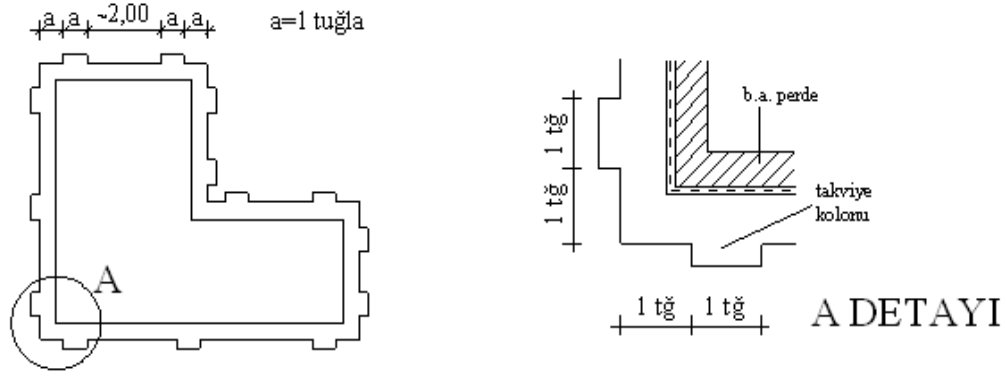
5.1.8.1. Sırt duvarı üzerindeki derzler

Sırt duvarı üzerinde toprak basıncını desteklemek için, belli yerlerde düşey derzler yapılır (Şekil 5.28). Bu derzler, köşelerden 50 cm. uzaklıkta ve 5.00 m. aralıklarla yapılır (TS 3647). Derzlerin içine yalıtım tabakasından birer kat şeritler konur. Köşelerde yan yana üç kat koymakta fayda vardır (A detayı).



Şekil 5.28. Sırt duvarında takviye kolonları

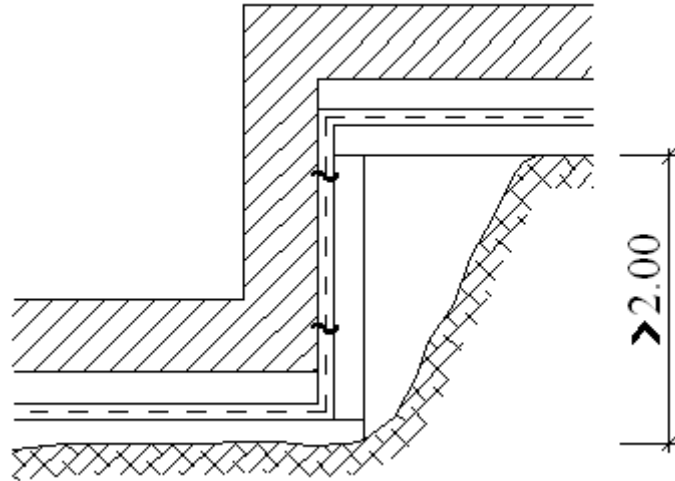
Sırt duvarı 1.00 m. 'den daha yüksek olacak ise, yalıtıma bastırmasına yardımcı olması için; takviye kolonları yapılır. Takviye kolonları aşağı yukarı 2.00 m. 'de bir, 1 tuğla botunda yapılır [15]. Tam köşelere rastlatılmamalı, en azından köşelerden birer tuğla mesafesi kadar uzakta yapılmalıdır (Şekil 5.29).



Şekil 5.29. Sırt duvarında takviye kolonları

5.1.8.2. Sırt duvarında ankraj

Zeminde kot farkları, 2.00 m. 'ye kadarsa şevle geçilmelidir. 2.00 m. 'yi geçen kot farklarında ise çok uzun eğik yüzeyler çıkacağı için; oraları dik geçmek gerekebilir. Bu gibi durumlarda; sırt duvarına basınç olmayacağı için yalıtımda yeterli sıkışma sağlanamaz. Bu yüzden, yalıtım düşey perde duvarına ankraj levhaları ile tutturulmalıdır (Şekil 5.30).



Şekil 5.30. Sırt duvarında ankraj uygulaması

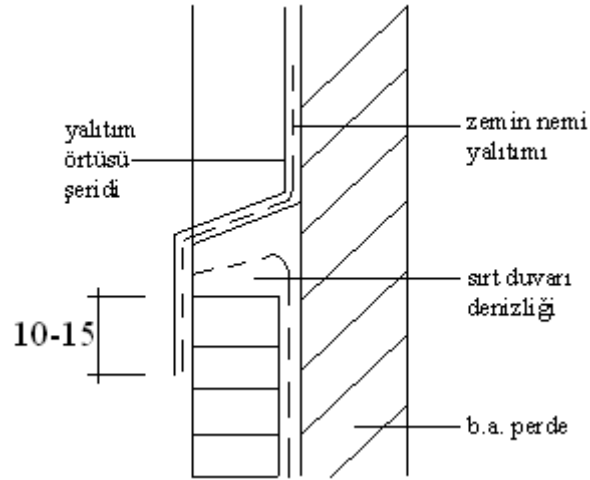
Prensipite, ankraj kancalarının yalıtımı delmesi tercih edilecek bir durum değildir. Ancak, ankraj levhaları yalıtıma sıkıştırıcı basınç etkisi yapmasa dahi; suyun hidrostatik basıncı karşısında yapıştığı yüzeyden ayrılmamasını sağlar. Toprak basıncının olmadığı vb. gibi zorunlu durumlar dışında kullanılması tavsiye edilmez.

Sırt duvarı, ankraj etkilerini sağlamak için en az 10-12 cm. kalınlığında yapılmalıdır. Boşluklar grobeton ile doldurulmalıdır.

5.1.8.3. Sırt duvarının bitiş detayı

Yalıtımın bitiş noktası büyük önem taşır. Yalıtım uygulaması ne kadar doğru yapılırsa yapılsın, bitiş detayındaki yanlışlık, yalıtımın tümünü tehlikeye sokabilir. Yalıtımın bitişi, bu noktada masif yapı elemanlarında olabilecek çatlaklar düşünülerek düzenlenmelidir.

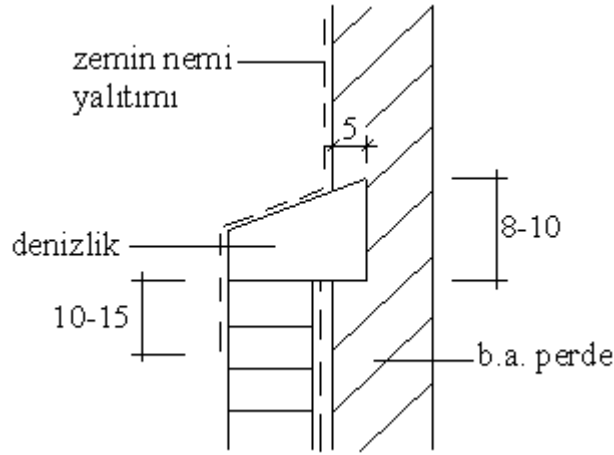
Yalıtımın bittiği yerde fazla sızıntı suyu beklenmiyorsa; yalıtımın ucu, sırt duvarının üzerine doğru kıvrılabilir[15]. Bu nokta, çimento harcından yapılan dışa doğru hafif eğimli bir denizlik ile kapatılır (Şekil 5.31). Buradan itibaren başlayacak olan zemin nemi yalıtımı (geçirimsiz sıva, bitüm, sıvı plastik vb.), bu denizliğin üzerinden devam eder ve sırt duvarının 10-15 cm. aşağısına kadar indirilir. Ayrıca, bunun üzerine denizliğin zamanla duvardan ayrılabilceği tehlikesine karşılık; 5.31.'de gösterilen hat boyunca bir yalıtım örtüsü şeridi yapıştırılır.



Şekil 5.31. Düşey yalıtımın bitiş detayı

Düşey yalıtımın bitiş ucunun sırt duvarı üzerine kıvrılması ve zemin nemi yalıtımı üzerine yalıtım örtü şeridi konması kesinlikle gereklidir. Zamanla, yapının oturmasıyla denizlik yapıdan ayrılabilir. Bu iki detay yapılmadığı takdirde; denizlik

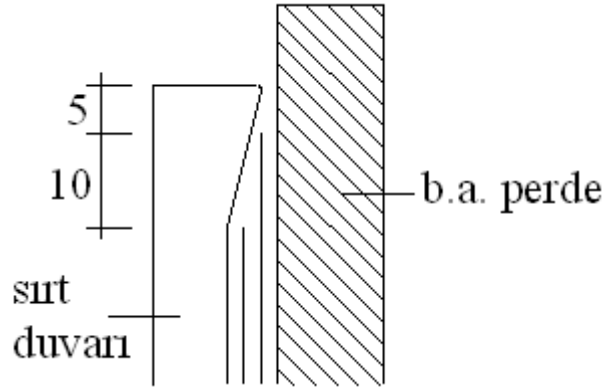
ile perde duvarın arasındaki derz, sızıntı sularına maruz kalır. Aslında, yalıtımın en iyi bitiş detayı; yalıtımın ucunun masif yapı duvarı içinde önceden bırakılmış yarığa yerleştirilmiş şeklindedir (Şekil 5.32). Sırt duvarının üstü ve yarığın içi, yalıtım örtüsünü yerleştirdikten sonra çimento harcı ile kapatılır ve dışa doğru eğim verilir. Denizliğin yapıdan ayrılma tehlikesinin olduğu hat, içten korunduğu için; dışarıda ayrıca bir yalıtım örtü şeridine gerek kalmaz. Zemin nemi yalıtımının denizliğin üzerinden aşağı doğru 10-15 cm. indirilmesi yeterli olur.



Şekil 5.32. Sırt duvarının en iyi bitiş detayı

Sırt duvarı yapılırken de, bittikten sonra da; yapı içi ve yapı dışı düşey kuvvetlerine maruz kalmamalıdır. Aksi takdirde, sırt duvarı bel verir ve yalıtımdan ayrılır, yalıtımı koruyamaz. Taşıyıcı perde duvarının sırt duvarının üzerinden devam etmesi durumunda; sırt duvarının üzerinde mutlaka bir derz boşluğu bırakılmalıdır.

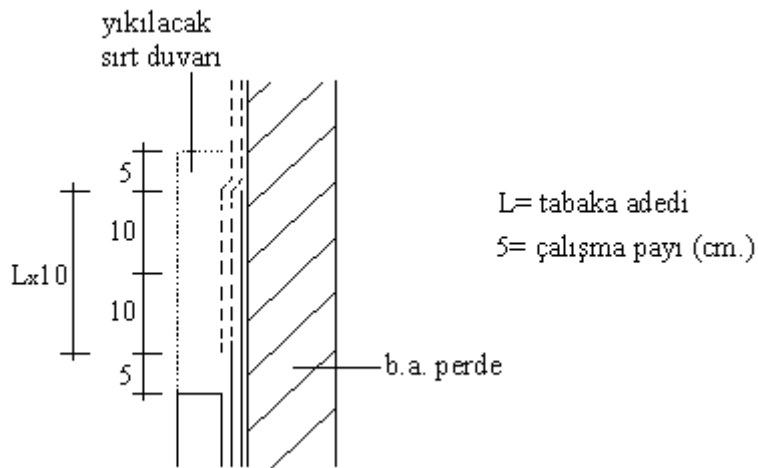
Düşey yalıtım uygulamasına çeşitli nedenlerden dolayı ara verilmek zorunda kalınabilir. Yalıtımı korumak için yapılan sırt duvarı, bu gibi durumlarda ek yerlerini 5 cm. üzerine geçecek şekilde kapatır (Şekil 5.33). Ek yerleri 10'ar cm.'lik kaydırmalar yaparak bırakılır. Sırt duvarını oluşturmadan önce; ek yerlerinin üzerine geçici olarak bir kat yalıtım örtüsü yapıştırmakta fayda vardır.



Şekil 5.33. Ek yerlerinin geçici olarak kapatılması

Sırt duvarının sonradan yıkılacak kısmının kireç harcıyla örülmesi yıkımı kolaylaştırır. Duvar, ek yerlerinde katları kapatacak şekilde eğimli olmalıdır. Aksi takdirde; duvar düz giderse tabakaların üst üste binmesinden doğan ≈ 1 cm. 'lik kalınlık açıkta kalır. Bu açıklığa rüzgarın etkisiyle giren kum daneleri, yalıtıma olumsuz etki eder.

Yalıtıma devam edileceği zaman, sırt duvarının bir kısmı, ek yerlerini ortaya çıkaracak şekilde kırılır. Kırılacak duvarın yüksekliği, $L \cdot 10 + 2.5$ formülüne göre hesaplanır[15]. Geçici olarak konulan bir kat yalıtım tabakası kaldırılır. Yalıtıma Şekil 5.34 'de görüldüğü gibi bindirmeli olarak devam edilir.



Şekil 5.34. Ek yerlerinin devam ettirilmesi

Yalıtım, mümkün olduğunca delinmemelidir. Ama, borular, kablolar gibi elemanlar tarafından delinmesi gerekiyorsa, buradaki detaylara dikkat etmek gerekir.

Yalıtımın delindiği geçiş noktasında yalıtım, iki çelik flanş arasında sıkıştırılmalıdır (TS 3647). Delik boyutunda olan bir boruya flanş kaynaklanmalı ve deliğe yerleştirilmelidir. Yalıtımın uygulanmasından sonra; serbest flanşla vidalanarak gerekli sıkıştırma sağlanmalıdır.

Bitmiş duvar yalıtımı üzerine dıştan örülen duvar koruyucu tabakası veya sırt duvarının bibliyografyada yer almış iki sakıncası vardır. Birincisi; yalıtım bittikten sonra duvarcının tekrar aynı yerde çalışma gerekliliği dolayısıyla fazladan işçi doğması, ikincisi; genişliği sadece 70 cm. olan dar hacimde yalıtımın sırtına derzleri boşluksuz duvar örmenin zorluğudur[15].

Bu iki zorluğu ortadan kaldırmak için sırt duvarı yerine yeni bir metot geliştirilmiştir. Yalıtım biter bitmez; 8 - 10 mm. kalınlığında, 1.00 x 2.00 m. boyutlarında çürümez bir malzemedan yapılmış plaklar yapıştırılır. Poliüretan kauçuğun yapılmış bu plaklar eskimezler, ısıya ve dona dayanıklıdırlar. Darbeyle kolay kırılmazlar. Kimyasal dayanıklılıkları ise duvarınkinden üstündür.

Günümüzde ise aynı görevi yerine getirmek için; yüksek yoğunlukta polietilenden üretilen, 0.6 mm. kalınlığında, 8 mm. kabartma derinliği olan yarı konik kabartmalı, (yumurta peteği görünümlü) esnek drenaj örtüleri kullanılmaktadır. Bu örtülerin dizaynı, buraya gelecek zemin suyunu kolayca drene edebilecek şekilde tasarlanmıştır. Ağırlığı sadece $\approx 600 - 650 \text{ gr/m}^2$ olan bu malzeme, 0.50 - 3.00 m. eninde, 20 m. uzunlukta rulolar halinde üretilmektedir. 15 - 25 N/cm² toprak basıncına, -30 °C ile +80 °C ısısal dayanıma sahiptir. Kimyasal maddelerden etkilenmez, çürümez.

Ek yerlerinden 10 'ar cm. düğmeler üst üste gelecek şekilde bindirme yaparak ve tahta çekiç ile vurularak kaplanır. Malzemenin kendi dokusuna uygun özel rondelalı, konik takozlu galvanizli çivilerle çakılarak veya yapıştırılarak tespit edilir. Ek yerlerinde ayrıca yapışkan bant kullanılarak birleşmenin kuvvetlenmesi sağlanır.

Yine polietilen malzemeden üretilmiş baskı profilleri çakılarak membran ile örtü arasına su sızması önlenmektedir. Hafifliği nedeniyle kolay uygulanır. Yalıtımı koruması açısından oldukça iyi özelliklere sahip bu malzemenin tek dezavantajı; hafifliği ve esnekliği yüzünden yalıtıma paralel yüklere karşı dayanıksız oluşudur.

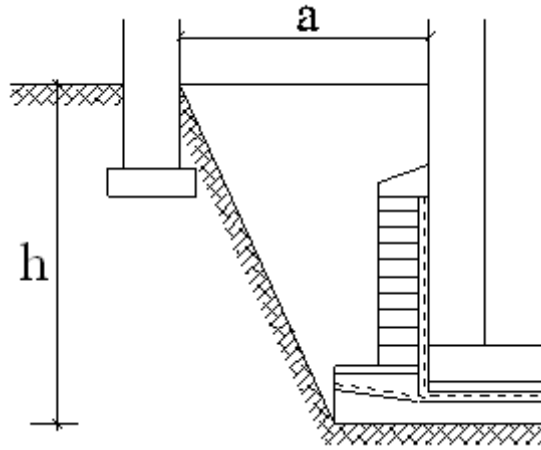
5.1.9. Dolgu tabakasının yapılması

Yalıtım tabakasının son aşaması, sırt duvarının arkasındaki şev açıklığının dolgu toprak ile doldurulmasıdır. Sırt duvarı yükselirken hemen dolgu işlemine başlanmalıdır. Dolgu toprağı sırt duvarının arkasında tabaka tabaka iyice sıkıştırılmalıdır.

Uzun bir süre dolgunsuz kalan sırt duvarı, bilerek oynak ve derzli yapıldığı için az da olsa yalıtımdan ayrılır. Korumasız kalan yalıtım tabakaları, güneşin etkisiyle kaymaya başlar. Ayrıca, rüzgarın etkisiyle ayrılan sırt duvarı ile yalıtım arasına kum taneleri girer.

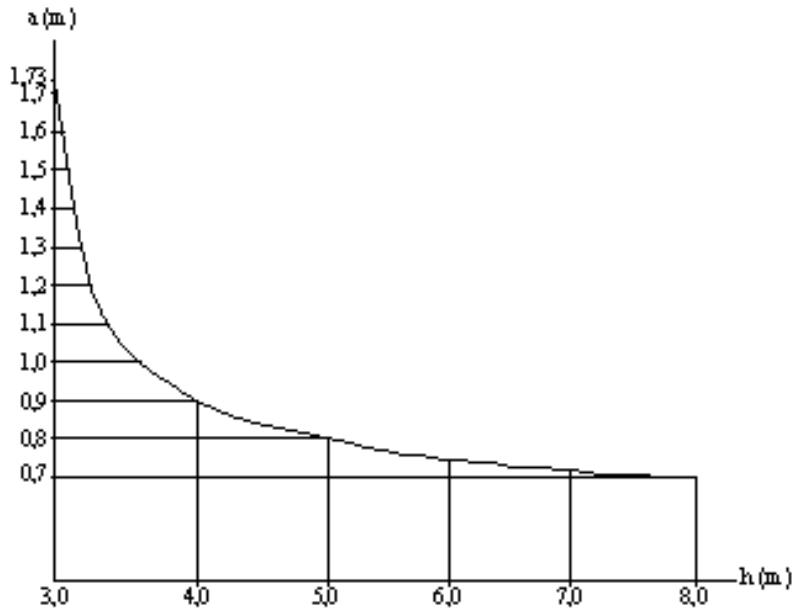
Yalıtımın dıştan uygulandığı metotlarda, düşey yalıtımı sıkıştırma görevini, dolgu toprağın aktif basıncı görür. En iyi basıncı geçirimli toprak dolgu sağlar. Bu yüzden dolgu olarak, kesinlikle yapı molozu, daha iri yapılı malzeme, silisli toprak, kil, çimento ve alçı gibi rutubet çekici malzemeler kullanılmamalıdır. Kalker, kuvarsit, dolomit ve bazalt gibi taş tozları iyi dolgu malzemeleridir (TS 3647).

TSE 3647 'ye göre; dolgu toprağı aktif basıncının duvar yalıtımına etki yapabilmesi için, şev kenarı veya toprak basıncını tutan rijit cisimler, yalıtılacak duvardan belli bir a mesafesi kadar uzakta bulunmalıdır (Şekil 5.35).



Şekil 5.35. Dolgu toprak basıncının etkisi

Bir dizi formül sonucu, a mesafesi ve h yükseklik ile ilgili bulunan değerler, bir koordinat sistemi içinde gösterilmiştir (Şekil 5.36). Bu grafiğe göre, h belli ise en az a mesafesi bulunabilir. a belli ise h temel derinliğinin yeterli olup olmadığı saptanabilir.



Şekil 5.36. Temel derinliği (h) ile temel genişliği arasındaki bağıntı[15]

Bu grafik, h için 3,00-8,00 m. arası değerleri, a için de 0,70-1,73 m. arası değerleri kapsamaktadır. Çünkü, a mesafesi 70 cm. 'den küçük olduğunda ortaya silo etkisi çıkar ve yeterli basınç sağlamaz. Bu yüzden; h 8,00 m. olduğunda, a 0,70 m.

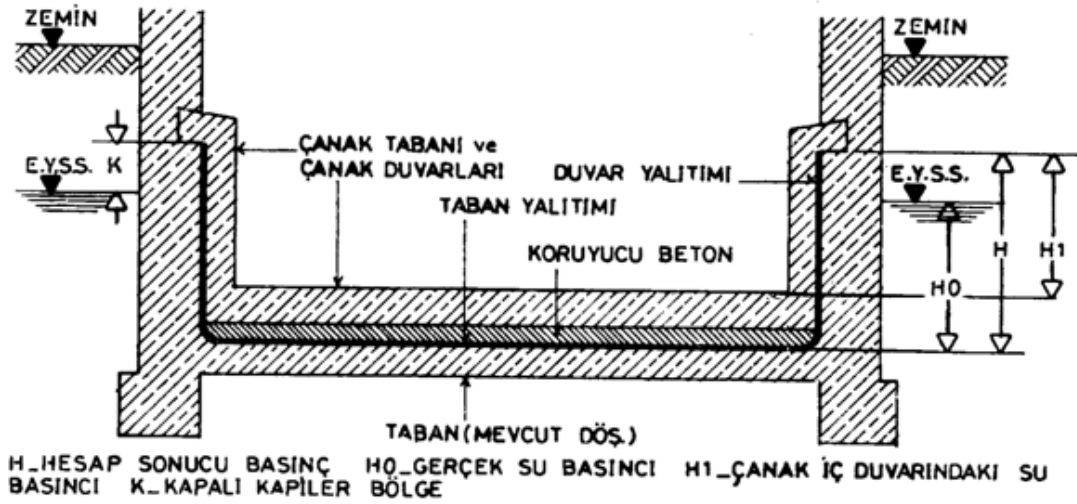
alınmalıdır. Pratik olarak 2.00-3.00 m. olan yüksekliklerde, a mesafesi 1.75 m. 'de tutulur.

Dolgu toprak basıncı tarafından yeterli sıkışma sağlanamadığında ise; yalıtımın sıkışması ankraj levhaları ile sağlanmalıdır.

5.2. İçten Uygulama Yöntemi

Bu yöntem, bitişik nizamlı yapılarda ve temel perdeleri dışında bir insanın çalışması için yeterli şev açıklığının bulunmadığı hallerde uygulanır. Eğer bu tür zorunlu durumlar söz konusu değilse, mutlaka dıştan uygulama yöntemi tercih edilmelidir.

İçten uygulama yönteminde önce; yapı çukuruna betonarme bir çanak yapılır[4]. Bu çanağı hem yatayda, hem düşeyde yalıtım uygulanır. Yalıtımın üzerine de yapının taşıyıcı konstrüksiyonu olan yatayda temel plağı, düşeyde perde duvar betonu dökülür (Şekil 5.37).



Şekil 5.37. Basıncı zemin suyuna karşı iç yalıtım uygulaması

Proje aşamasında taşıyıcı perde duvar hesapları, yalıtım uygulaması dikkate alınarak yapılmalıdır. Zira, tabandan E.Y.S.S. 'nin 50 cm. üzerine kadar devam eden sırt duvarı, belli bir kalınlık teşkil edecektir. Bu seviyeden sonra; taşıyıcı perde duvarı, sırt duvarının üzerinden onun kalınlığını da alarak devam edecektir (Şekil 5.37).

Aşağıda uygulama aşamaları ve uyulması gereken kurallar ayrı ayrı ele alınmıştır. Bu kuralların tek amacı, masif yapının yalıtımı en ufak bir boşluk kalmaksızın sarmasını sağlamaktır.

5.2.1. Yapı çukurunun açılması ve çukurdaki su sorununun çözümlenmesi

Bu aşama, dıştan uygulama yönteminde olan işlemleri içerir. Kısaca hatırlamak gerekirse, yapı çukuru açıldıktan sonra çukurdaki su, pompalar ile çekilerek yakındaki kanalizasyon, nehir vb. uygun yerlere akıtılır. Pompalar sayesinde yer altı su seviyesi, zeminden 40 cm. aşağıya düşürülür.

Yalıtım boyunca yapı çukuru kuru tutulmalıdır. Yapı temeli, yapı çukurunu olduğu gibi kaplayacağı için; zeminde temel etrafında kanallar açılmaz. Onun yerine, mecburen yapı içinde kalacak 1-1,5 m. derinliğinde artezyen kuyuları açılır. Bu kuyulardan suyu çeken pompalar, yalıtım boyunca ve yapı, yer altı suyunun kaldırma kuvvetine karşı koyacak ağırlığı gelene kadar çalıştırılırlar. Bu kuyular, yapı bittikten sonra da işe yararlar. Kuyu, ağzına konan bir kapakla kapatılırlar. Yer altı su seviyesi yükseldiği zamanlarda; yalıtıma gelen hidrostatik su basıncını azaltmak için açılır ve kuyudaki su pompa ile çekilir.

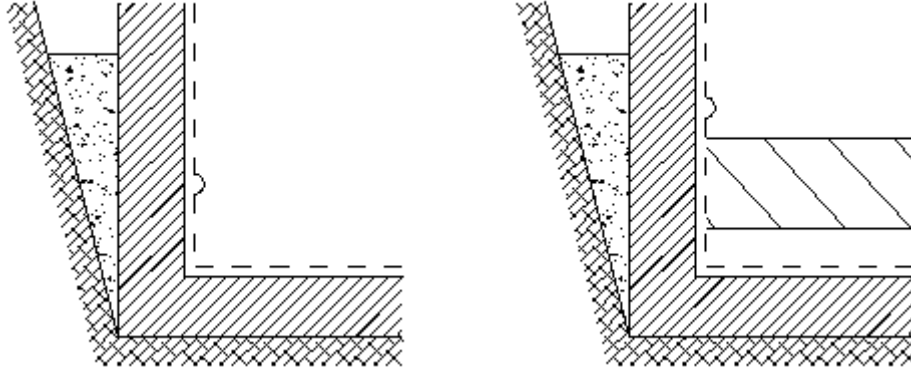
5.2.2. Yapı çukurunda palplanşların yapılması

İçten uygulama yönteminin bitişik nizamlı ve buna benzer durumdaki yapılarda uygulandığı daha önce belirtilmişti. Komşu parselde mevcut bir yapı yoksa veya varsa bile temel derinliği yalıtılacak binaya göre daha azsa; hafriyat çukurunun şevlerinden gelecek yer altı suyuna karşı palplanşlar yapılır. Aynı zamanda toprak kayması da engellenir.

Palplanşlar, görevlerini tamamladıktan sonra, tekrar yukarıdan çekilip alınırlar. Çekip alma imkanı olmuyorsa, yerlerinde de bırakılabilirler.

Yapı çukurunun yalıtım boyunca kuru tutulması çok önemlidir. Sırt duvarı ile şev arasında çok az bir boşluk varsa; önlem alınmadığı takdirde gerek yer altı suları,

gerekse yağış suları sırt duvarının arkasında su birikintileri oluştururlar. Özellikle su biriktiğinde; düşey yalıtım uygulanmış ama taşıyıcı perde betonu dökülmemişse; biriken su yalıtıma basınç uyguladığı için yalıtımın yer yer sırt duvarından ayrılmasına yol açar. Böylece buralarda su şişikleri denilen içi su dolu hücreler oluşur (Şekil 5.38).



Şekil 5.38. Su şişikleri

Su şişiklerinin tamiri hem çok zorluk çıkarır, hem de vakit ve maliyet giderlerine yol açar.

İşte tüm bu aksiliklere meydan vermemek için, palplanşlar yaparak çukur şevlerinden su gelmesi, pompalar ile de zemin ve yağış suyunun birikmesi engellenmiş olur.

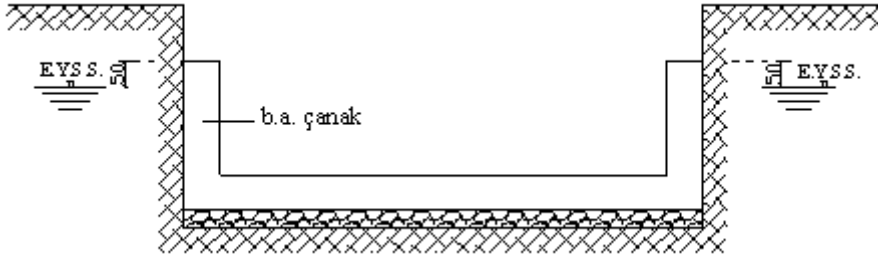
5.2.3. Zeminin ıslah edilmesi

Dıştan uygulama metodundaki tüm zemin ıslahı çalışmaları burada da geçerlidir. Özetle; zemindeki boşluklar grobeton ile doldurulmalı, zeminde yalıtımı zorlayacak yabancı cisimler (eski temel kalıntıları, kazık başları vb.) yok edilmelidir.

Zemindeki kot farkları 1.00 m. 'ye kadar 30° 'lik, 2.00 m. 'ye kadar 45° 'lik şevler yaparak geçilmelidir. Islah edilen yapı çukuru zeminine çakıl serilerek blokaj yapılır.

5.2.4. Betonarme çanağın yapılması

Yapı çukuruna tabanda tüm temeli içine alacak kadar, düşeyde de E.Y.S.S. 'nin 50 cm. üzerine çıkacak yükseklikte, 10-12 cm. kalınlığında betonarme bir çanak yapılır (Şekil 5.39).



Şekil 5.39. Betonarme çanak

Bu çanak, yatayda taban betonu, düşeyde sırt duvarı görevi görür. Çanağı geçirimsiz betondan oluşturmakta büyük fayda vardır. Böylece hem hafriyat çukurunun kuru tutulma işleminde olabilecek bir sorundan dolayı; alttan ve yandan çanağa su girmesi önlenir; hem de ileride çanağın bünyesine girecek suyun kapilarite ile yapı üst kısımlarına çıkması engellenmiş olur. Tüm bu yararlarının yanında; geçirimsiz beton, yapı maliyetine fazla bir yük getirmez.

Eğer komşu sınırdaki mevcut bir yapı varsa; onun temel perde duvarı ile bu betonarme çanağın arasına ayırıcı olarak bir kat yalıtım tabakası (bitümlü karton da olabilir) koymakta fayda vardır.

Betonarme çanağın görevi; hem yatay, hem de düşey yalıtımı boşluk kalmaksızın sarmak ve basıncı yalıtıma iletmektir.

Yalıtım, bu çanağın iç yüzüne yapıştırılacaktır. Yalıtımın çanağa iyi yapışması için; yüzey, çok düzgün hale getirilmelidir. Bunun için; kalıptan taşan kısımlar kırılır, boşluklara dolgu yapılır. Gerekirse tahta mala ile sıva yapılır. Çanağın iç yüzeyindeki tüm dik köşeler (yalıtım buraları dik geçemeyeceği için) yuvarlatılır.

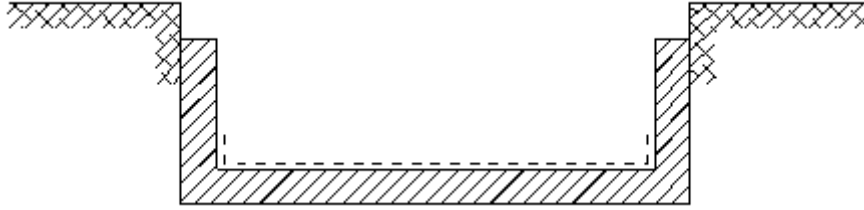
Tabanda kot farkları olduğu zaman dikkat edilecek noktalar 5.1.4. 'de anlatılmıştı. O kurallar, betonarme çanağın yapılmasında da aynen geçerlidir.

Yapı temel sınırında mevcut yapı temeli olsa bile; asla çanağın yapımından vazgeçilmemelidir. Düşey yalıtımın komşu perde duvarına uygulanması kesinlikle söz konusu olamaz. İki yapının farklı hareket etmesinden dolayı, duvar yalıtımı tamamıyla taban yalıtımından ayrılır.

5.2.5. Yatay yalıtımın uygulanması

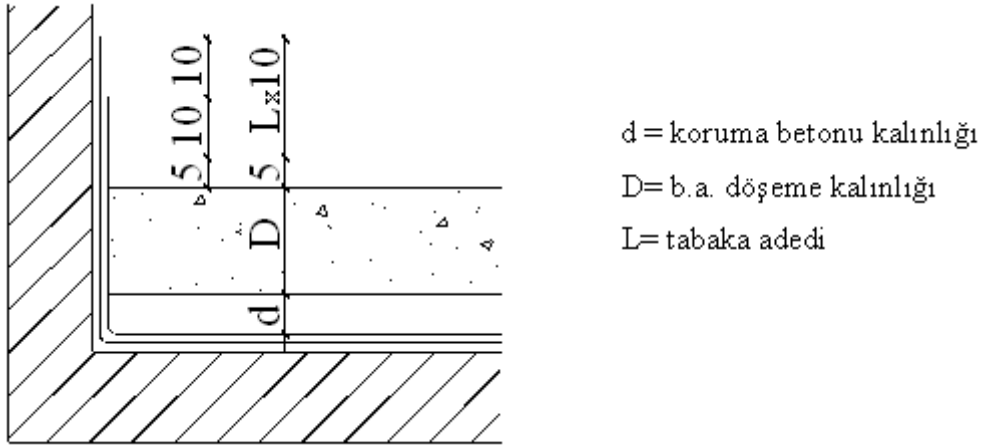
Betonarme çanak dökülüp prizini aldıktan sonra yatay yalıtım uygulamalarına başlanır. Yalıtıma başlamadan önce düşey düzeydeki kalıpların da sökülmesinde fayda vardır. Böylece, kalıpları sökerken (yatay yalıtım koruma betonu ile korunsa dahi) ek yerleri gereksiz olarak tehlikeye atılmamış olur.

Kullanılacak yalıtım örtüsü bitümlü veya plastik olabilir. Malzemenin tanımı ve uygulama kuralları daha önce Bölüm 4 'te anlatılmıştı. Yalıtım örtüleri en az iki kat olmak şartıyla çanağın tabanını olduğu gibi kaplarlar (Şekil 5.40)



Şekil 5.40. Taban yalıtımı

Yalıtım örtüleri, çanağın tabanı ile duvarının birleştiği noktada yukarı doğru belli bir mesafe daha devam ettirirler (Şekil 5.41). Bu mesafe, $d+D+5+L.10$ formülü ile hesaplanır[15].



Şekil 5.41. Yatay yalıtımın bitimi

Yalıtım uygulaması süresince; betonarme çanağın kuru tutulmasına dikkat edilmelidir. Ani yağışlara karşı, şantiyede tahta talaşı bulundurmakta fayda vardır. Yalıtılacak yüzeyi ıslatan su, rahatlıkla tahta talaşına emdirilir.

Şantiyede kullanılan benzin, benzol, gres yağı gibi kullanılan malzemeyi yalıtım bölgesinden uzak tutmak gerekir. Taşıyıcı yapı elemanlarından ve koruma betonundan rahatlıkla geçen bu malzemeler, yalıtıma ulaştıklarında yapıştırıcıyı çözerler.

İster bitümlü ister plastik yalıtım örtüleri kullanılmış olsun; yalıtımın üzerine gereğinden fazla basmak çok yanlıştır. Yalıtımın üzerine koruyucu beton dökülene kadar çıkmak yasak edilmelidir.

Yüksek kolon basıncı olan veya çok sayıda ve birbiriyle kesişen kolon dizileri gibi özel yerlerde yapılacak detay uygulamaları daha önce 5.1.5. 'de anlatılmıştı.

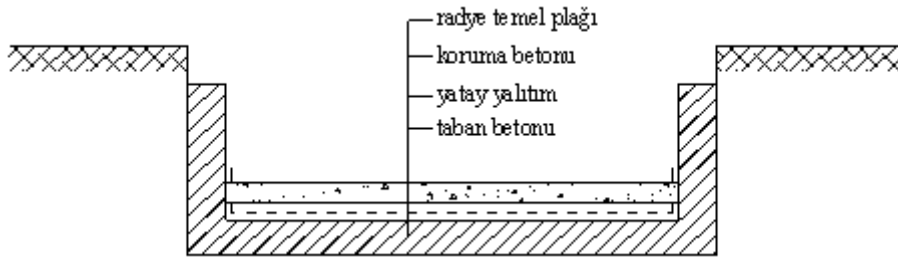
Yalıtım mümkünse bir defada bitirilmelidir. Yalıtıma ara verilecekse yapılmış olan kısım mutlaka koruma altına alınmalıdır. En az 8 cm. kalınlığında bir koruma betonu ile kaplanan yalıtımın ek yerleri de yüzeye iyice yapıştırıldıktan sonra bir kat geçici yalıtım tabakası ile kapatılır. Yalıtım uygulamasına birkaç günden daha fazla ara verilecekse; ek yerleri de geçici bir koruma betonu ile kapatılmalıdır.

5.2.6. Yatay yalıtımın korunması

Yataydaki yalıtım örtüleri, uygulamaları bitir bitmez koruyucu bir beton tabakası ile örtülmelidirler. Buradaki koruma işlemi, 5.1.5. 'de anlatılan dıştan uygulama metodundaki koruma işlemi ile tamamen aynıdır.

5.2.7. Yapı taşıyıcı döşemesinin yapılması

Koruma betonu kurduktan sonra; taşıyıcı radye temel plağının yapımına başlanır (Şekil 5.42).



Şekil 5.42. Radye temel plağı

Daha sonra uygulanacak olan düşey yalıtım, sırt duvarı ile taşıyıcı perde duvarına ankre edilecektir. Eğer sırt duvarının alttan 35-40 cm. lik bölümü, taşıyıcı döşeme içinde kalacaksa; ankraj bağlantıları döşeme betonu dökülmeden önce yerine konmalıdır.

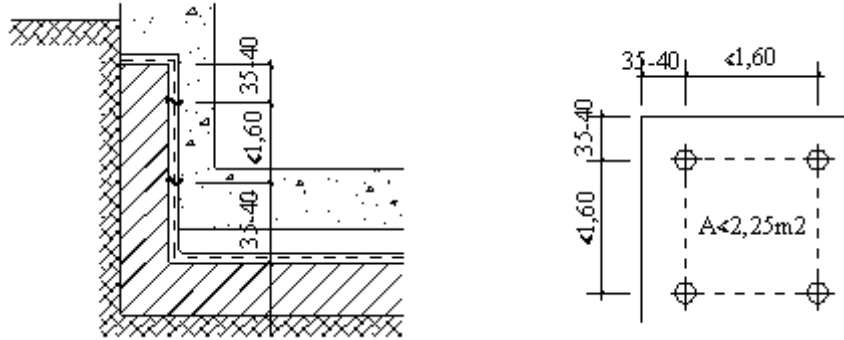
5.2.8. Düşey yalıtımın yapılması

Bir taraftan taşıyıcı döşeme yapılırken, diğer taraftan betonu dökülüp kurumuş olan bölgede düşey yalıtım uygulamasına başlanabilir.

Yatay yalıtımın bittiği yerdeki ek yerlerini geçici koruma altına alan bir kat yalıtım örtüsü alınır ve düşeydeki yalıtım katlarının yapıştırılmasına başlanır. Yalıtım örtüleri $d+D+5+L.10$ formülü ile bırakılmış ek yerlerine Şekil 5.40 'da görüldüğü gibi 10 'ar cm. lik bindirmeler yaparak eklenir[15].

Bitişik nizamlı veya birbirine çok yakın binaların toprakaltı düşey yalıtımlarını sıkıştırmak için; toprak basıncı yeterli olmaz. Bu durumda sırt duvarı, yalıtım ve taşıyıcı perdeyi yalıtımı delip geçen ankraj levhaları ile birbirine bağlamak gerekir. Ancak bu sayede; yalıtımın yapıştırıldığı yüzeyden ayrılmasının önüne geçilebilir. Aslında, ankraj levhaları da yalıtım için gerekli sıkışmayı sağlamazlar. Buna rağmen oldukça yararlıdırlar. Çünkü su basıncı kuvvetine; sırt duvar, yalıtım ve taşıyıcı perde duvar üçlüsünün birbirlerinden ayrılmadan karşı koymalarını sağlar.

Ankraj bağlantıları arasında kalan dikdörtgenin yüzeyi 1.50 ile 2.25 m^2 arasında olmalıdır (TSE 3647). Dikdörtgenin boyu, 1.60 m . veya daha küçük olabilir. Ankraj levhalarının aksları sırt duvarının üst, alt ve yan kenarlarından $35-40 \text{ cm}$. mesafede olmalıdırlar (Şekil 5.43). Sırt duvarı, ankraj etkilerini sağlamak için donatılı ve $10-12 \text{ cm}$. kalınlığında olmalıdır.



Şekil 5.43. Sırt duvarında ankraj mesafeleri

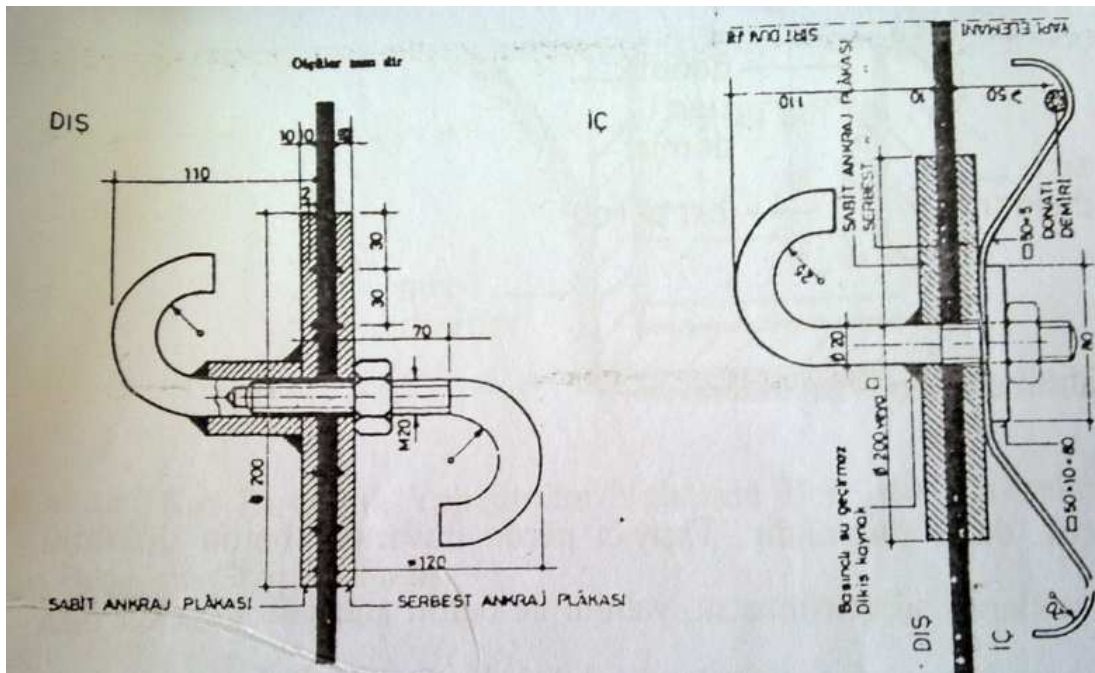
Ankraj levhaları, yalıtımı saran yapı elamanlarının her türlü hareket anında; birbirlerine karşı pozisyonlarını koruyacak şekilde yapılmalıdırlar. Bu yüzden levhalar, sırt duvarı yüzünde sabit, taşıyıcı perde duvarı yüzünde serbest olarak düzenlenirler.

Ankraj sistemini uygulamak için; sırt duvarı diye adlandırdığımız betonarme çanağın düşey yüzeyinde kalıp sırasında ankraj levhaları bırakılır. Sırt duvarının betonu ile yüz olacak şekilde yerleştirilen bu ankraj levhalarına flanş da denilir. Yerleştirilen levhaların üzerinde su geçirmeyecek şekilde kaynaklanmış birer adet rekor gibi davranan kanca vardır. Kanca şeklinin amacı, beton içindeki donatıyı kavramaktır.

Bu levhaların geri kalan bağlantıları, yalıtım bittikten sonra yapılır. İki farklı detay uygulanabilir (Şekil 5.44)

Günümüzde polimer bitümlü ve plastik yalıtım örtülerinin yüzeye çok iyi yapışma ve bir daha ayrılmama özelliklerinden dolayı, uygulayıcılar, ankrajlı tespit yöntemine pek rağbet etmemektedirler.

Düşey yalıtım, sırt duvarı ile aynı hizada bitirilir.



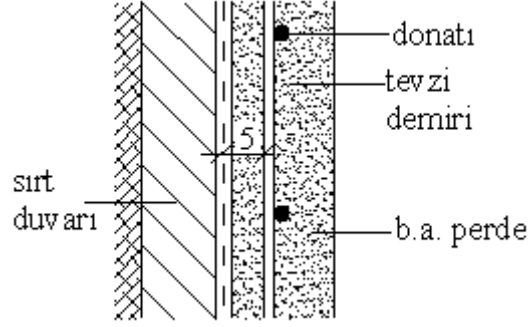
Şekil 5.44. Ankrajlı sıkıştırmada ankraj detayları

5.2.9. Taşıyıcı perde duvarının yapılması

Yalıtımın dış etkilerden zarar görmemesi için; yalıtım biter bitmez taşıyıcı perde duvarının yapımına başlanmalıdır. Hatta yalıtım uygulaması devam ederken bitmiş kısımlarda perde duvarının konstrüksiyonuna başlanabilir.

Perde duvarı yapılırken dikkat edilecek iki önemli nokta vardır.

Bunlardan biri; taşıyıcı perde duvarı donatılarının yalıtımdan en az 5 cm. uzaklığa yerleştirilmesidir (Şekil 5.45). Tevzi demirleri de donatının yalıtıma bakmayan yüzüne konmalıdır[15].



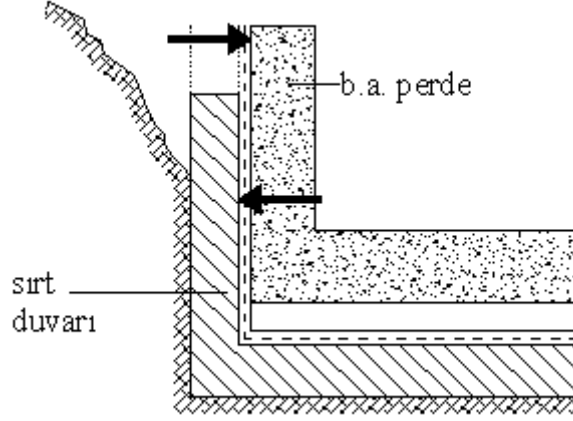
Şekil 5.45. Donatıların yalıtıma olan uzaklıkları

İkinci nokta ise çok daha önemlidir. Taşıyıcı perde duvarının beton dökümü sırasında beton, iyice tokmaklanıp sıkıştırılmazsa; yalıtım ile beton arasında ufak da olsa boşluklar kalır. Yalıtımın yapı elamanları tarafından boşluk kalmaksızın sarılması kuralına uyulmamış olur. Bu boşluklar, yalıtım için son derece tehlikelidir. Çünkü; aylarca hidrostatik su basıncı tarafından zorlanan yalıtım, nihayet bu boşluklara itilerek deforme olur. Yalıtım örtüsünün en ufak noktasının bile bu şekilde hasar görmesi yalıtımı boşa çıkarır. Bu boşlukların tamiri mümkün değildir.

Polimer bitümlü yalıtım örtülerinin çekme emniyet gerilmeleri yüksek olduğu için yırtılmazlar. Ama su basıncının zamanla bitümü boşluğa itmesiyle; örtü dokusunun çıplak kalma ihtimali vardır. Suyun da buradan yapıya girmesi rahatlıkla mümkün olur.

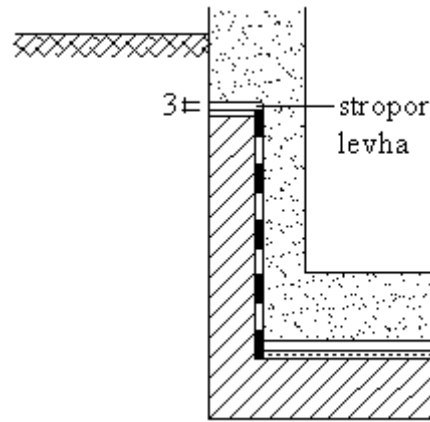
İçten uygulama yönteminin zorunlu olduğu yerlerde, betonda boşluk olmaması için, beton dökülürken yalıtım ile donatı arasında kalan betonu iyice tokmaklayarak sıkıştırmak gerekir. Boşluk olmasını engellemek için, her zaman mümkün olmayan başka bir çare daha vardır. Sırt duvarına yapıştırılan yalıtımın, belli bir yükseklikten sonra eğer çalışan yeri oluşuyorsa; taşıyıcı perdeye yapıştırılarak devam etmesidir (Şekil 5.46). Eğer uygun çalışma mesafesi yaratılabiliyorsa; bu sistemin uygulanması oldukça avantajlıdır. Böylece sırt duvarının belli bir yüksekliğe eriştikten sonra

taşıyıcı perde betonu dökülür. Betonda boşluk varsa doldurulur. Oluşturulan düzgün yüzeye yalıtım tabakaları rahatlıkla uygulanır ve sırt duvarı devam ettirilir.



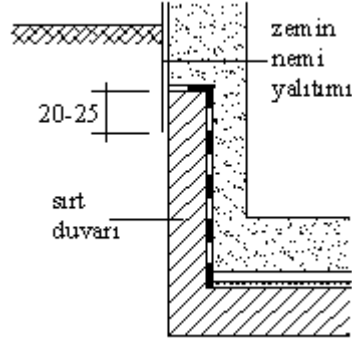
Şekil 5.46. Sırt duvarına yapıştırılan yalıtımın belli bir yükseklikten sonra taşıyıcı perde betonuna yapıştırılması

Sırt duvarı ve düşey yalıtım, dıştan uygulama yönteminde olduğu gibi, E.Y.S.S. 'nin 50 cm. üzerinde bitirilir. Taşıyıcı perde, sırt duvarı ve yalıtımın üzerinden yukarı devam eder. Burada dikkat edilmesi gereken önemli nokta; taşıyıcı perdenin sırt duvarına oturmamasıdır (Şekil 5.47). Hiçbir zaman, sırt duvarına ve düşey yalıtıma düşey yük gelmemelidir. Bu yüzden sırt duvarının üzerine; hem betona kalıp görevi görecek; hem de betonun yükünü sırt duvarına iletmeyecek 2-3 cm. kalınlığında stropor levhalar konur.



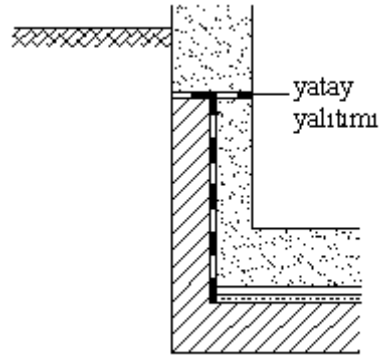
Şekil 5.47. Taşıyıcı perdenin sırt duvarı üzerinden devam etmesi

Eğer yalıtılan yapıya bitişik mevcut yapı yoksa; sırt duvarının bittiği noktanın 20-25 cm. altından zemin nemine karşı yalıtım başlar ve yukarı doğru devam eder (Şekil 5.48).



Şekil 5.48. Düşey yalıtım ile zemin nemi yalıtımının birleşmesi

Yalıtılan yapı, hemen mevcut yapının yanında inşa ediliyorsa; düşey yalıtımın bittiği noktada taşıyıcı perdede yatay yalıtım yapılmalı ve taşıyıcı perde kapilariteye karşı geçirimsiz betondan dökülmelidir (Şekil 5.49).



Şekil 5.49. Taşıyıcı perdede yatay yalıtım

BÖLÜM 6. TOPRAK ÜSTÜ SU YALITIMI VE YALITIM TEKNOLOJİLERİ

Toprak üstü yüzeylerin su yalıtımı; yapı elemanları veya yapı elemanlarının bileşenleri içine su sızmasının önlenmesidir. Toprak üstündeki malzemeler hidrostatik basınca maruz değildirler ama UV ışınları gibi zararlı hava etkilerine maruz kalırlar.

Toprak üstündeki bina kabuğu, su sızdırmaz olabilmesi için tüm doğal su kuvvetlerine karşı dayanıklı olmalıdır. Bina kabuğunun su yalıtımı, cephe malzemelerinin kendileri tarafından veya kullanılan su yalıtım malzemeleriyle sağlanır. Birçok bina kabuğu tüm bu metotların kombinasyonunu içerir.

Yapıyı çatı ile kapatmak, bina kabuğunun diğer bileşenleriyle dikkatli bağlanması gereken, gerekli olan toprak üstü su yalıtım sistemlerinin bir parçasıdır. Günümüzde çatı ile kapama sistemleri birçok farklı form ve detaylarda oluşturulurlar.

Toprak üstü sistemler, toprak altı sistemlerden birçok açıdan farklıdırlar. Toprak üstündeki malzemelerin çoğu, negatif buhar geçişine izin versinler diye nefes alabilir yapıdadırlar. Toprak altındaki malzemelerin çoğu ise negatif buhar geçişine izin vermezler. Eğer bu olursa, malzemenin kabarmasına ve ayrışmaya başlamasına neden olur.

Nemin iç yüzeylerden duvarı geçerek dışarı çıkmasına izin vermek için tüm toprak üstü duvar yüzeylerinde nefes alabilir tabakalar gereklidir. Nefes almeyan tabaka arkasında oluşan buhar basıncı bu tabakanın katmanlardan ayrışmasına da neden olur. Eğer nefes alabilir bir tabaka kullanılırsa, yoğuşma boşluklu duvar alanından dışarıya geçer. Ama nefes almeyan tabakaların arkasında yoğuşma olur. Kaçmasına

izin verilmezse, nemin oluşumu betonarme çeliğini ve diğer duvar iç bileşenlerini bozacaktır.

Toprak üstü yalıtım malzemeleri aşınmaya maruz kalmasına rağmen, toprak altındaki yapı malzemeleri aşınmaya maruz kalmazlar. Toprak altındaki ürünlerin hidrostatik basınca dayanıklı olmasına rağmen toprak üstündeki malzemeler bu basınca dayanıklı değildirler. Böylece; beraber bina kabuğunu oluşturan, bir yerleştirme kombinasyonu ve metotları içeren, yatay ve düşey bileşenler su yalıtımını oluştururlar. Her bir su yalıtım sistemi özgür davranabildiği halde, strüktüre su girişini engellemek için bir bütün olarak, beraber hareket etmelidirler.

6.1. Uygulamalar

6.1.1. Düşey uygulamalar

Yalıtım yapılan yüzeyin estetiği önemliyse şeffaf yalıtıcılar önemlidir. Bunlar tamamen su geçirmez değil, sadece altlığa su emilme oranını azaltırlar (Bazı durumlarda %98 'e kadar). Bununla birlikte rüzgar, şeffaf yalıtıcılardan sızıntıya sebep olacak aşırı miktardaki su ve yağmuru iter. Bu durum kanvas tipi yağmurluk giydirmeye benzer. Hafif yağmur süresince su akıp gider. Ama kanvas ıslanmaya başlarsa, su direkt katman içinden geçer. Şeffaf yalıtıcılar, su itici olarak tanımlanırlar. Çünkü bunlar akan sudan kurtulur ama doymuş sudan veya basınçlı sudan etkilenirler.

Elastomerik katmanlar, hareketin normal sınırlarında ve uygun kullanımda su geçirmezdirler. Bunlar doğal katmanın estetiğini (görünüşünü) tamamen kapar ve bertaraf ederler. Bununla birlikte kendi yapılarını yapı kabuğu sistemine ekleyebilirler.

Elastomerik katmanlarda yeterli su yalıtımı için detaylar, altındaki detay ve boşlukları yapmamayı içermeli, termal harekete izin vermeli ve gerekli olan yerlerde gider tesisatlarını göstermelidir.

Çimentolu katmanlar, düşey duvar kütlelerinde kullanılırlar. Bunlar aynı zamanda altlığı da tamamen kaparlar. Bu ürünler altlık hareketine izin vermezler. Aksi halde çatlar ve su sızıntısına izin verirler.

Tüm düşey uygulamalar ile yamayan malzemeler, kullanılan katmanın su geçirmezliğini sağlarlar.

6.1.2. Yatay uygulamalar

Yatay katman yüzeylerini elde etmek için direkt kullanılan yüzey katmanları, şeffaf siloksan türleri veya üretan veya epoksi, katı katmanlarda işe yarar. Şeffaf yatay yalıtıcılar, düşey uygulamalarında olduğu gibi, uygulandıkları mevcut altlığın estetiğini değiştirmezler.

Şeffaf katmanlar genellikle yol tuzları gibi bazı maddelerden klor iyonunun beton kütlelerine sızmasını önlemek için kullanılırlar. Sızan su, beton kütlelerindeki betonarme çeliğini etkileyerek şişme ve strüktürel bozulmalara sebep olur.

Yatay malzemeler ile su sızdırmazlığı elde etmek için detaylandırmaya dikkat etmek önemlidir. Genleşme ve kontrol derzleri uygun olarak tıkanmalıdır. Beton içindeki çatlaklar veya boşluklar uygulamadan önce onarılmalıdır ve drenaj için toleranslar sağlanmalıdır.

6.2. Toprak Üstü Su Yalıtımının Maruz Kaldığı Problemler

Tüm toprak üstü su yalıtım sistemleri atmosferik etkilere maruz kaldıkları ve bu şartlar altındaki altlık randımanından, atmosferik etkilerin ev sahipliğine savunmasızdırlar. Tüm toprak üstü yapı kabuğunun maruz kalması birçok ciddi etki mukavemeti gerektirir.

1. UV hava şartları
2. Rüzgar yükü
3. Kar ve sudan kaynaklanan strüktürel yük
4. Donma-erime devri

5. Termal hareket
6. Farklı oturma
7. Küflenmek ve yosunlanmak
8. Klor iyonu, sülfat, nitrat ve karbondioksitin kimyasal ve bozulma etkileri

Klor iyonları (tuzlar) tüm strüktürdeki betonarme çeliği için som derece aşındırıcıdır.

Çelik, beton veya tuğla cephe ile kapatılarak korunur. Bu kütlelere sızan su, çeliği etkileyen klor iyonlarını taşır ve çeliği aşındırır. Çelik bir kere aşındı mı bu, büyük boyutlara ulaşır, komşu malzemelerin şişmesine ve kütlelerin strüktürel oturmasına sebep olur.

Atmosferde bulunan sülfat ve nitratlar suyla birlikte karıştığında, tüm bina bileşenlerini etkileyen sülfürik ve nitrik asitleri (asit yağmuru) yaratırlar. Asitler betonun kalsiyum bileşenlerini etkiler ve duvar yüzeyleri, kütlelerin bozulmasına sebep olurlar.

Duvar ve beton altlıklarında, bozucu aşındırmanın ilerlemesi; korunmayan, su yalıtımsız yüzeylerde karbonatlaşma oluşumu olarak adlandırılır. Karbonatlaşma, duvar kütlelerin içinde bulunan çimentolu bileşiklerin, atmosferik bozucu karbondioksit (otomobil egzoz gazı) maruz kaldığı zaman bozulmalarıdır. Karbondioksit suyla karışarak duvar veya beton altlıkları bozan karbonik asidi meydana getirir. Bu asit, kütlelerin parçalarını oluşturan çimentolu bileşenleri bozmaya başlar.

Karbonik asit, yerleştirilmiş betonarme çeliğin aşınmasına neden olur. Normal olarak betonun yüksek alkanikliği tarafından korunan betonarme çeliği, karbonik asit alkanikliği düşürdüğünde; çimentolu malzemeleri bozarken aşınmaya da başlar.

Çatı sistemleri küflenme yüzünden bozulurlar. UV hava şartları yüzünden su yalıtım sistemleri kolay kırılır ve zayıf olurlar. Termal hareketler kesilir yoksa binada çatlamalara neden olur. Bu, binadaki su yalıtım malzemeleri veya elemanlarının tüm

bu elementlere dayanıklı olmasını böylece sıra ile onların etkilenmezliğini sağlaması ve yaşam devri boyunca binanın korunmasını gerektirir.

Bina kabuğu inşaat süresince ve daha sonra bina hareketlerine maruz kalır. Bina kabuğu bileşenleri bu harekete dayanıklı olmalıdırlar. Tasarım, hareket veya su yalıtım malzemelerinde çökme için toleransları içermelidir.

Strüktürel oturma, strüktürel yük, titreşim, malzemelerin büzülmesi, termal hareket ve farklı oturmalarından su yalıtım sistemlerinde çökmeler meydana gelir. Bunları önlemek için, hareket için toleranslar bırakılmalı, genleşme ve kontrol derzleri içermeli veya beklenen harekete dayanabilecek malzemeler seçilmelidir.

6.3. Yalıtım Malzemeleri

6.3.1. Düşey yalıtım malzemeleri

6.3.1.1. Şeffaf su iticiler

Şeffaf su iticiler, gerçek su yalıtım sistemi tanımını için uygun değildirler ama bunlar, koyu tabakaların mimari bitiş olarak uygun olmadığı altlıklara su itici olarak eklenirler. Altlığın estetiğini değiştirmeyen su iticiler gerektiğinde duvar veya beton bitiş üzerine uygulanırlar. Ayrıca şeffaf su yalıtımları, kireç taşı gibi doğal taş altlıklar üzerine de kullanılırlar. Su iticiler, altlığa klor iyonu sızmasını önler ve donma-erime devri hasarına engel olurlar.

İçe işleyen ve ince tabaka formunda malzemeleri içeren şeffaf su itici tertiplerinin birçoğu uygulanabilirler. Bunlar katı bileşenlerinin oranında değişirler ve altlık rengine tek biçimlik eklemek için renk ve boya katkılı elde edilebilirler.

Şeffaf su yalıtımları, altlığın çatlaklarını köprüleyemezler ve bu yapı kabuğu bileşeni olarak bu malzemelerin kullanılmasının en büyük dezavantajı olmaktadır. Eğer uygulamadan önce altlıktaki çatlaklar uygun hazırlanırsa etkili su iticilik başarılabilir. Oturma süresince daha fazla çatlama olursa, altlık su geçirmezliğini

kaybedecektir. Uygun tasarım ve kullanılan çatlak kontrol yöntemleri, kontrol derzleri ve genişleme derzleri gibi, çatlama problemlerini azaltırlar.

6.3.1.2. Çimentolu tabakalar

Çimento bazlı tabakalar, toprak üstü su yalıtım uygulamaları için kullanılan en eski ürünler arasındadır. Bunların başarılı kullanımları günümüzde çok çeşitli şeffaf ve elastomerik su yalıtım malzemeleri ile aynı düzeyde devam etmektedir. Bununla birlikte, çimentolu sistemlerin çeşitli dezavantajları vardır. Uygulamadan sonra altlıkta gelişen çatlakları yeterli köprülüyemezler. Hareket etme kabiliyetleri yoktur. Harekete izin vermek için kontrol ve genişleme derzlerinin yerleştirilmesi ile bu sorun yok edilebilir. Yerleştirilmeleri için yüksek teknik gerekir ve ahşap, metal malzemeler üzerine uygulanamazlar. Bu tabakalar, ince ince tasnif edilmiş anmetelik sliseus agregaları içeren, çimento esaslı ürünlerdir. Renk için pigmentler eklenir, su yalıtımı veya su iticiliğin bütünlüğü için özel kimyasallar eklenir. Kuru karışıma bitüm bağlayıcı madde eklenir veya karıştırma sırasında dağılmış sıvı bağlayıcı madde, kuru paketlenmiş malzemeye eklenir.

Çimentolu karışımlar toprak altı ve toprak üstü uygulamalarda kullanıma olanak verirler. Bu ürünler su dayanımlı oldukları için yüksek donma-erime devri dayanımları vardır. Donabilecek ve şişmeye neden olabilecek sızan suyu tutarlar. Çimentolu tabakalar mükemmel renk tutucudurlar ve altlığın bir parçası olurlar. Ayrıca bunlar doğal halde tozmazlar. Çok sayıda yapı ve renkte uygulanabilirler. Renk seçimi; örneğin beyaz, beyaz portland çimentosu kullanımını gerektirir ve malzeme maliyetini attırır.

Çimentolu tabakalar mükemmel sıkıştırma gücüne sahiptirler ve iyi bağlanabilme yetenekleri vardır. Çimentolu malzemelerin su emme oranı genellikle elastomerik malzemelerden biraz daha fazladır.

Çimentolu tabakalar, atmosferik etkilere karşı tuz dayanımlı oldukları kadar yüksek dayanımlıdırlar. Bununla birlikte asit yağmuru, diğer duvar ürünleri gibi çimentolu tabakalara da zarar verir.

Çimentolu tabakalar nefes alabilir özellikte oldukları için negatif buhar iletimine izin verirler. Bu, uygulamadan önce altlık kurutulmasının tamamlanması ihtiyacına ve sıkışan havanın sebep olduğu şişmeye meydan vermez. Bu ürünler bina dışı buhar iletiminin olma olasılığının yüksek olduğu balkon altları ve yaya yolları için uygundur. Çimentolu tabakalar genellikle klor etkisinin betonarme çeliğe zarar verebileceği köprü ve yollarda, yol tuzlarına maruz kalan betonu korumak için kullanılırlar.

6.3.1.3. Elastomerik tabakalar

Elastomerik tabakalar sıvı durumda üç ana elaman içerirler: pigment, bağlayıcı ve eritici. Ayrıca küf dayanımı kimyasalları gibi özel katkıları da içerirler.

Malzemenin viskozitesini düşürmek için tabakaya eritici eklenir. Böylece fırça, sprey veya rulo ile altlık üzerine uygulanabilirler. İçerdiği bağlayıcı maddelerin oranı genel özelliklerini verir.

Su yalıtım tabakaları genellikle bağlayıcı maddelerin türlerine göre sınıflandırılırlar. Reçine malzeme türleri, tabakaların su yalıtım özelliğini vermek için eklenirler. Uygulama amacı için eritici içine bağlayıcı malzemeler dağıtıldığında veya asılı halde kaldığında emülsiyon olur. Eritici esaslı malzemeler, eritici içinde erimiş bağlayıcı maddelere sahiptirler.

Uygulamadan sonra eriticilerin bağlayıcı maddeden ayrılma tarzı, yapımında kullanılan kimyasal polimerin cinsine bağlıdır. Termoplastik polimer tabakalar, eriticinin uçması ve bağlayıcı malzeme tabakasından ayrılması ile kururlar. Bu, su yalıtımı için kullanılan su esaslı akrilik elastomerik tabakaların tipine özgüdür. Isı ile sertleşen polimer kimyasal reaksiyona girer ve kürlenir. Bu reaksiyonla biçimlenen bağlayıcı, ince tabakaların parçası olur.

Reçineler nefes alabilir elastomerik tabakalarda kullanılırlar. Bunlar buharın kabarcıklara sebep olmadan çıkması için altlıktan iletme izin verirler. Bu negatif buhar akışına sebep olan balkon altlarının inşaat özellikleri için müsait bir özelliktir.

Epoksi boya gibi ısı ile sertleşen malzemeler nefes alamazlar. Eğer negatif buhar akışına maruz kalırsa bunlar kabarıp veya altlıktan ayrılmaya başlar.

6.3.2. Yatay yalıtım malzemeleri

6.3.2.1. Döşeme katmanları

Bina kabuğunun yatay kısımlarının etkili su yalıtımı için çeşitli seçenekler bulunmaktadır. Normal çatı malzemelerinin pratik veya uygulanabilir olmadığı yerlerde, sıvı uygulanan, dikişsiz döşeme katmanları veya zarları kullanılır. Döşeme katmanları, garaj katları, balkon döşemeleri, stadyum açık tribünleri, dinlenme teraslarının döşemeleri ve helikopter pistlerine uygulanabilirler.

Ek su yalıtım koruma sistemlerinin mümkün olmadığı yerlerde, onarım durumları için döşeme katmanları mükemmel seçenektir. Bunlar beton, kontrplak veya metal altlıklar üzerine yerleştirilirler. Fakat hafif, yalıtıcı beton üzerine yerleştirilmemelidirler. Ayrıca döşeme katmanları, beton yüzeylerini asit yağmuru, donma-erime devri ve klor iyonu sızmasından korumak için de kullanılırlar ve betonarme çeliği korurlar.

Döşeme katmanları özellikle su yalıtımları için kullanılmazlar fakat çevresel etkilere karşı betonu korumak için kullanılırlar. Bu katmanlar binanın yaşam süresince strüktürel hasarı ve gereksiz onarım masraflarını önlemek için kullanılırlar.

Döşeme katmanları genellikle iki ya da dört adım uygulamalarında yerleştirilirler. Taşıt veya yaya trafikleri için kaymaz sürtünme sathı elde etmek için, son kat agrega veya iri taneli kum içerir. Agregalar, son kat içine el ile serpilerek veya mekanik spreyle yayılır. Agregalar silika kum, kuvars karpit, alüminyum oksit veya kırılmış ceviz kabukları içerirler. Daha yumuşak olan, az sert silika kum yaya alanları için kullanılırlar. Daha sert sürtünme agregası, taşıt trafik yolları için kullanılırlar.

Döşeme katmanları; taban, orta ve aşınma tabakaları için iki veya üç farklı formüllerde sağlanır. Taban tabakaları tüm formüllerin en fazla elastomerik olanıdır.

Aşınmaya maruz kalmadıkları için aşınma tabakası gerektiren yüksek gerilme kuvveti veya darbe dayanımı gerektirmezler. Düşük gerilme kuvveti tabakanın daha hafif olmasına izin verir ve bu yüzden üst tabakalardan daha fazla elastomerik ve çatlak köprüleme özelliklerine sahiptirler. Taban tabakaları, döşeme katmanları sisteminin su yalıtım katmanı gibidirler.

Üst ve orta tabakaların gerilme kuvvetleri yüksektir ve taşıt, yaya trafiğinde ayakta kalmak için darbe dayanımlıdır. Bununla birlikte çeşitli katmanlar birbirleriyle uyumlu olmalıdırlar ve boya uygulandığında çatlama için taban katmanlarının özellikleriyle yeterli benzerlikte özelliklere sahip olmalıdırlar. Bu, altlıklarda meydana gelen çatlakları üst katmanlar çatlama köprülemek için taban katmanlarının yeterli hareketine izin verir.

Bir katmanın içine iri taneli kum veya agrega eklenmesi, üst katmanların hareket yeteneğini zorlaştırır. Daha fazla agrega eklenirse üst katmanlarda daha az hareket olur, taban katmanının hareketi daha fazla azaltılır.

Döşeme katmanlarının formülleri şunları içerir;

1. Akriklikler
2. Çimentolu tabakalar
3. Epoksi
4. Asfalt örtüler
5. Lateks
6. Neopren
7. Hipalon (hypalon)
8. Üretan
9. Modifiye üretan

6.3.2.2. Şeffaf döşeme yalıtımları

Düşey yüzey su yalıtımlarına benzemelerine rağmen şeffaf yatay su yalıtımları, aşındırıcı şartlara dayanıklı olmak için yüksek oranda katı bileşen gerektirirler.

Döşemeler göllenmeye, yol tuzlarına, yağlara ve taşıt-yaya trafiğine maruzdurlar. Tipik olarak az katı malzeme için iki tabaka ve katı malzemenin %30 'u için bir tabaka gerektirmektedir. Maddenin tamamen doyması, düşey donanımlar için uygun olan sprej veya rulo uygulamalarından daha fazla gereklidir.

Şeffaf duvar yalıtımlarının elastomerik tabakalardan farklı olduğu gibi şeffaf döşeme yalıtımları da döşeme katmanlarından farklıdır. Şeffaf döşeme yalıtımları altlıkların çatlaklarını köprüleyemezler. Oysa, döşeme katmanlarının pek çoğu minimum çatlakları köprülerler. Şeffaf yalıtımlar yalnızca beton altlıklar üzerine uygulanabilirler. Ancak döşeme katmanları metal ve ahşap altlıklar üzerine de uygulanabilirler. Şeffaf yalıtımlar içe işleyen sistemlerdir, döşeme katmanları yüzey yalıtımlarıdır.

Düşey uygulanan şeffaf yalıtımların tersine, yatay döşeme yalıtımlarının kimyasal kompozisyonları sınırlandırılmıştır. Bunlar siloksan türleri, silikon, silan ve şeffaf üretan türleridir. Ürünlerin çoğunluğu siloksan bazlıdır.

Etkili su iticilik ve altlık betonunun korunması için derinlemesine içe işlemek önemli bir nedendir.

Silikon türü yalıtımlar, altlık üzerine kimyasal tepkimeyle şişmiş malzemeyi meydana getirmek için, beton ve atmosferik nem ile tepkir. Bu gerekli su iticiliği sağlar. Altlıklar biraz nemli olabilir fakat yalıtımların etkili olarak içine işlemesi için sınırlı olmamalıdır.

Yalıtımlar basınçlı suya karşı tamamen etkili olmadıkları ve çatlakları körüledikleri için, çatlak kontrolleri, termal ve farklı oturma için özel detaylandırılmalı ve yapı kabuğunun diğer bileşenlerinin detaylandırılması tamamlanmalıdır. Çeşitli bina kabuğu bileşenleri arasında su sızdırmaz geçişi, döşeme su yalıtımını sağlamak için genleşme derzleri ve giderler yerleştirilmelidir.

Şeffaf döşeme yalıtımları genelde balkonlar ve toprak üstü yaya yolları üzerine uygulamalar için seçilirler. Kapalı ortamlar ve garaj döşemeleri üzerine uygulanmazlar.

6.3.2.3. Koruyucu membranlar

Koruyucu membranlar, döşeme tabakaları sistemlerinin dayanıklı olmadığı, aşınmaya maruz kalan alanlar, aşırı hareket alanları için ve aşırı muhafaza ihtiyacını önlemek için tercih edilirler. Koruma katmanı ve diğer gerekli detaylar yüzünden maliyeti fazla olmasına rağmen, sandviç membranlar döşeme katmanları veya su yalıtımlarının muhafazasının kullanılmasını gerektirmezler.

Koruyucu membranlar, su yalıtım membranları üzerine ve üst katmanların altında yalıtımın yerleştirilmesine izin verirler. Bu, döşeme altındaki kapalı alanların çevresel kontrol için yalıtılmasına izin verir. Bu sistemler, kapalı alanlar üzerindeki yüzme havuzları döşemelerinde, teras döşemelerinde, helikopter pistlerinde, kapanmış alanlar üzerindeki garaj katlarında, balkonlar ve yaya yollarında kullanılırlar. Sandviç membranlar, membran yüksekliğindeki drenaj için hazırlık yapılmadan yerleştirilmemelidirler. Bu üst dilimlerdeki suyun akmasına izin verir. Eğer bu akışa izin verilmezse su, membran üzerindeki donma-erime hasarı, büzülme, üstteki dilimlerde çatlama ve yerleştirilmiş levhaların ve su yalıtım membranlarının zarar görmesini içeren çok sayıda problemleri başlatır[20].

Genleşme veya kontrol derzleri, strüktürel kısım ve koruma katmanlarının ikisinde de bırakılmalıdır. Sadece strüktürel kısımda genleşme sağlanmalı, üst katmanlarda termal ve strüktürel harekete izin verilmemelidir. Bu durum, üst dilimlerin çatlamasına, membranın zarar görmeye başlamasına sebep olur.

Koruyucu membranların mükemmel elastomerik yetenekleri vardır. Üst kısımda koruma sağlar ve muhafazaya ihtiyaçları yoktur. Bunun yanında dezavantajları da vardır. Koruyucu membranlara daha sonra ulaşamaz. Bu yüzden herhangi bir şekilde zarar gördükleri zaman onarılamazlar ve onarım türünden uygulamalarda kullanılamazlar. Ayrıca membran yüksekliğinde drenaj gerektirirler.

Binalarda suya karşı en hassas yüzeyler temeller ve çatılardır. Uygulama detaylarında kullanılan yanlış malzeme zaman içinde, ilk uygulamadan çok daha zor ve pahalı olabilecek onarım ve yenileme gerektirmektedir.

Çağımızdaki teknik gelişmeler doğrultusunda mükemmel denebilecek bir seviyeye ulaşan PVC Su Yalıtım Membranları temelden ara katmanlara ve ara katmanlardan çatıya kadar tek kat olarak uygulanabilen ideal bir su izolasyon sistemidir.

PVC, Poli Vinil Klorid kelimelerinin baş harflerinden oluşmuştur. Uygun ve gerekli katkı maddelerinin yardımıyla oluşturulan, uzun ömürlü, tüm hava koşullarına karşı dayanıklı, sağlam ve geri dönüşümlü, ekolojik bir alaşım olup, bu özellikleri ile çevreye duyarlı tüketiciler tarafından da tercih edilmektedir.

Multiplan PVC Su Yalıtım Membranları, tüketiciler tarafından tercih edilmesini aşağıdaki özelliklerine borçludur:

1. Yüksek kalite güvencesi,
2. Uzun hizmet ömrü,
3. Zor alev alma özelliği,
4. Yüksek mekanik dayanım,
5. Buhar geçirgenlik,
6. Sıcak hava ile kusursuz ek yeri kaynağı imkanı,
7. İklimsel şartlara karşı yüksek dayanım,
8. Bitki köklerine dayanım,
9. Kolay kullanım ve uygulama olanağı,
10. Estetik olması (çeşitli renklerde üretim imkanı).

Multiplan PVC membranlarının saha şartları altında ispatlanan dayanıklılıkları diğer ürünlerden oldukça fazladır. İklimsel etkilere dayanımı kutupsal iklimden tropikal şartlara kadar olan bu ürünler, son derece uzun ömre sahiptirler[22].

BÖLÜM 7. TOPRAK ÜSTÜ YALITIM SİSTEMLERİ

Suyun yapı elemanlarına nüfuz etmesi, elemanların bünyelerinde geçirimsizliğin sağlanması veya yüzeylerinde geçirimsiz bir tabakanın oluşturulmasıyla önlenir. Yapıların suya karşı yalıtımında, suyun yapı elemanlarına nüfuz etmesini önlemek için, uygulama şekillerine bağlı olarak üç tip yalıtım uygulanır.

1. Rijit Yalıtımlar
2. Sürülerek Uygulanan Sistemler
3. Pestil Şeklinde Serilerek Uygulanan Sistemler

7.1. Rijit Yalıtımlar

Bu sistemde yalıtım geçirimsiz kagir harçlar kullanılarak yapılır. Bu harç; agrega, çimento, su ve geçirimsizliği sağlayan katkı maddesinden oluşur. Katkı maddeleri, karışıma toz veya sıvı halde katılır. Geçirimsizliği sağlayan katkı maddeleri, su itici ve su geçirimliliğini azaltan katkı maddeleri olmak üzere ikiye ayrılır. Su itici katkı maddeleri, hidrostatik basıncın mevcut olmadığı durumlarda suyun yapı elemanlarına nüfuz etmesini önler. Suda çözülmeyen sabunlar, bütül stearat ve bazı petrol ürünleri, su itici katkı maddelerinden; mineral tuzlar ve polimer emülsiyonlar da geçirimliliği azaltan katkı maddelerinden bazılarıdır.

Beton; kum, çakıl, çimento, su ve havadan oluşur. Gerek betonun katılması sırasında oluşan büzülme, gerek bu sırada ortaya çıkan mikro çatlaklar ve gerekse hidratasyon reaksiyonları sırasında açığa çıkan serbest kirecin oluşturduğu boşluklar, suyun geçmesi için uygun ortam oluştururlar. Bunun yanında agrega granülometrisinin uygun olmaması, çimento dozajının azlığı gibi faktörler boşluk oranının artmasına buna bağlı olarak da geçirgenliğin yükselmesine neden olur.

Toz, macun veya sıvı şekillerdeki harç suyuna katılan, geçirimsizliği azaltan maddeler, hidrasyon sırasında ve sonrasında suda çözünmeyen tuzlar oluştururlar veya jeller yaparak boşlukları tıkayarak veya kaplayarak, suyun yüzeysel gerilimini arttırarak, dolayısı ile kılcallığı önleyerek yada çimentodaki serbest kireci kimyasal olarak dönüştürerek etkili olmaktadır.

Genleşmeler, oturmalar gibi mekanik olaylar ve çökme gibi nedenlerle betonda kılcal çatlakların oluşması ile geçirimsizliğin ortadan kalkacağı düşünülerek gerekli önlemler baştan alınmalıdır. Beton kütlesi oturmalarından, ısıl hareketlerle yapacağı çatlamalardan korunmalıdır. Şüpheli durumlarda rijit yalıtımların diğer esnek yalıtımlar ile desteklenmesi yararlı olabilir.

7.1.1. Geçirimsiz beton

Uygun granülometri ve dozajda üretilen, gerektiği gibi karılan ve kür edilen beton geçirimsizdir. Beton ne kadar iyi üretilse de bir miktar boşluk içerir. Bu boşlukların bir kısmı çimento hamurunda, bir kısmı çimento hamuru ile agrega arasında yer almaktadır. Bir de agrega tanelerinin içerdikleri boşluklar vardır. Bunların dışında betonun iyi üretilmesi sonunda agrega tanelerinin arasında boşluk bulunabilir.

Çimento hamurunun içinde yer alan boşluklar en küçük boyutta olanlardır. Agrega taneleri arasında veya agrega taneleri ile çimento hamurunun arasında olan boşluklar ise daha çok kılcal ve makro boşluklardır.

Su geçirimsizliğini azaltan katkı maddeleri beton karışımına katılarak boşluklarda suda çözünmeyen tuzlar veya jeller oluşturur. Bu da betonun su geçirimsizliğini azaltır. Su itici katkı maddeleri ise betona hidrofob özellik kazandırır.

İşlenebilirliği arttırıcı, su/çimento oranını azaltıcı, hava sürükleyici gibi beton katkı maddeleri ise betondaki boşlukların devamlılığını bozar, büyüklük ve miktarını azaltırlar. Geçirimsizliği sağlayan katkı maddeleri ile yapılan harçlarla dökülen betonun agrega dane büyüklüğü 30 mm. den fazla olmamalıdır. Granülometri titiz bir biçimde en az boşluk oluşacak şekilde hazırlanmalı ve en az 300 kg/m³ çimento

kullanılmalıdır. Gerekli görülen tüm elemanlar 8 cm. 'lık kalınlıktan az olmamak üzere geçirimsiz katkı maddeleri ile yapılan harçla dökülür.

7.1.2. Geçirimsiz sıva veya şap

Geçirimsiz sıva ya da şap harcında kullanılacak kumun maksimum dane büyüklüğü 3 mm. olmalıdır. 1 mm. 'nin altındaki ince kumun oranı ise %20 seviyesinde olmalı ve en az 500 kg/m³ çimento kullanılmalıdır.

Geçirimsiz sıva veya şaplar birer cm. 'lık katlar halinde en az 3cm. olarak yatayda veya düşeyde uygulanır. Kesintilerde 20-30 cm. 'lık bindirmeler yapılır. Geçirimsiz şap rötre çatlaklarını önlemek amacıyla en çok 2m. x 2m. 'lık panolar halinde dökülmelidir.

7.2. Sürülerek Uygulanan Sistemler

Yalıtım yapılacak düşey veya yatay yüzeylere sürülerek uygulanırlar. Malzeme yüzeye, yapışarak eksiz ve aralıksız, geçirimsiz bir tabaka oluşturur. Kullanılacak malzemenin cinsine bağlı olarak bu tabakanın rijit bir katmanla korunması uygun olur (Şekil 7.1). Malzeme türlerine bağlı olarak üç grupta toplanırlar.



Şekil 7.1. Sürülerek yapılan yalıtımın korunması

7.2.1. Bitüm esash yalıtkanlar

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 molekülü 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.

Su yalıtımında ve yapıştırıcı olarak kullanılan okside asfalt, erimiş asfalt çimentosu ve asfaltik yağlara hava üflenerek elde edilirler. Böylelikle yumuşama noktası yüksek, penetrasyon derecesi küçük olan sert bitümler elde edilir.

Maden kömürünün havasız kaplarda kızdırılması ile elde edilen katranın distilasyon artığı olarak üretilen kömür katranı zifti, %75-80 arası bitüm içermekte, asfaltın sahip olduğu nitelikler yanında ahşap yüzeylere aderansı yüksek olduğundan elektrik endüstrisinde ve depolama tanklarının yalıtımında tercih edilirler.

7.2.2. Bitümlü kopolimerler

Doymamış hidrokarbonlar içeren bitüm türleri polimerizasyon reaksiyonlarına katılarak, bitüm ve polimerin ortak özelliklerine sahip malzemeler üretilir. Örnek olarak bitüm-akrilat, bitüm-asetat gibi çeşitleri sayılabilir.

Macun kıvamında olduğu için, rulo, fırça veya dökülerek uygulanırlar. Su ile inceltilenirler. Kür, suyun buharlaşmasıyla gerçekleşir. Yüzeyde sudan ve diğer çözücülerden etkilenmeyen, esnek, su geçirmeyen sürekli bir katman oluşturur. Bu gruba giren diğer bir yalıtım malzemesi ise; stiren-bütadien kopolimeri ise bitümün homojen olarak eritilmesi ile üretilmiştir. Sıcak olarak, erimiş halde fırça veya sprey ile uygulanır. Soğuyan malzeme yüzeyde geçirimsiz bir katman oluşturur. Çok yüksek elastikiyete sahip olduğundan yapının hareketlerine uyar ve eski ölçülerine döner. Kimyasal etkenlere dirençlidir. Binaların dıştan yalıtımı yanında zemin döşeme kaplaması olarak da kullanılabilir.

7.2.3. Çimentolu kopolimer karışımlar

Çimentolu kopolimer karışımlar iki bileşenlidir. Karışım, akrilik dispersiyona ince agregalı çimento katılarak oluşturulur. Oluşturulan harç, fırça veya malayla uygulanabilir niteliktedir. Düşey ve yatay yüzeylere düzgün bir sıva yapılmasına olanak veren bu karışım 3 gün içinde çatlamadan ve büzülmeden prizini tamamlayarak katlaşır. Ancak su geçirimsiz bir katman oluşabilmesi için en az 7 günlük bir sürenin geçmesi gerekir.

Bu tür yalıtımın üzerinde gezilmesi söz konusu olan düz damlarda yapılması halinde, yalıtım sadece su yalıtımı olarak görev yapacağından mutlaka korunmalıdır. Bu amaçla, söz konusu yalıtımın üzerine 3-4 cm. kalınlıkta bir şap tabakası yapılmalı ya da tespit harcı yardımıyla çeşitli rijit plaklar, örneğin seramik, taş, terazzo vb. kaplanmalıdır.

7.2.4. Kopolimer sıvı malzemeler

Betonarme ve çimento şaplı döşemeler ile çimentolu sıvaları, asbestli çimento kaplamaları, düzgün örülmüş tuğla duvarları toprak rutubetinden ve basınçsız sudan korumak ve esnek bir yüzey temin etmek için geliştirilmiş polimer bazlı malzemelerdir. Yapay kauçuk bileşiminde bütadien, stiren veya poliizobütlen ihtiva eden malzemeyi, uygulama sonrası korumak gerekir.

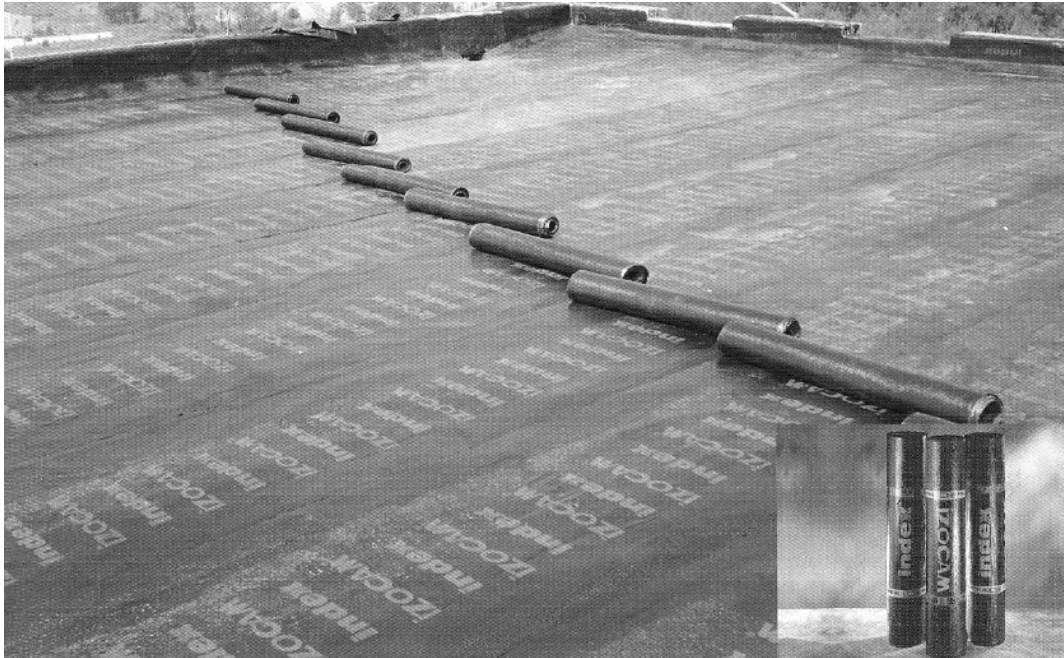
Polimer esaslı yalıtım malzemelerinin bir türü de düşey yapı elemanlarını yağmurdan korumak amacı ile üretilmiştir. Duvarın buhar geçişine engel olmaması için bu malzemeler suyu iterek yüzeyin ıslanmasını önlerler ve boşlukları doldurmadığı için buharı da geçirirler. Bunlar duvara emdirilerek (emprenye edilerek) duvarın silisli maddeleri ile bağ kurarlar. Genelde oligomerik aloksi siloksan çözültisi halindedirler. Piyasada silikon reçinesi çözültisi olarak bilinirler. Sadece düşey yüzeylerde kullanılabilir.

Bu gruba giren diğer bir malzeme türü ise taş ve tuğla duvarlarda boşlukları silisli tuzlar oluşturarak dolduran silikatlı çözültilerdir. Kimyasal yapısı organosilikat ve

alkali disilikat olan bu malzeme, düşük viskozitesi sayesinde, kagir malzeme içindeki kapiler boşluklara sızarak doldurur. Mevcut su ile taşınarak ve sudaki serbest metal iyonlarla reaksiyona girerek bileşikler oluşturur. Bu bileşikler başlangıçta jel halindedir ve suyun geçişini engellerler. Zamanla katılaştıran jellerde oluşacak kılcal çatlaklarda su, malzemede bulunan disilikat tarafından itildiğinden, giremez ve uygulama gören kesit nem geçirmez olur. Uygulama için duvara açılmış eğik deliklere şişeler içinde bulunan malzeme takılarak düşük basınç altında duvara emdirilir. Uygulama sonunda açılmış olan delikler uygun malzemeyle doldurulur. Bu şekilde nemli bodrum duvarları ve benzeri mahaller nemden korunmuş olur.

7.3. Pestil şeklinde serilerek uygulanan sistemler

Örtü veya pestil şeklinde üretilip rulo halinde depo edilirler. Malzeme türüne göre bitümle yapıştırılabileceği gibi sıcak kaynakla da birbirine yapıştırılabilirler. Son zamanlarda kendinden yapışan türleri ile şalomo alevi ile yakılıp eriyen bitümle yapışanları geliştirilmiştir (Şekil 7.2).



Şekil 7.2. Polimerik bitümlü su yalıtım örtüleri

7.3.1. Bitümlü örtüler veya pestiller

Su yalıtımında kullanılan bitüm çok iyi bir yalıtım malzemesi olmasına karşın, termoplastik olması nedeniyle sıcaklığın yükselmesiyle yumuşar ve mekanik nitelikleri zayıflar. Bu nedenle bitümün 2-3 mm. kalınlıktan daha ince olması halinde, tek başına kullanılması ve kendini taşıması olanaksız olduğundan, yardımcı bir taşıyıcı malzeme ile kullanılması zorunlu hale gelmiş ve böylece bitümlü yalıtım pestilleri üretilmiştir. Donatı olarak önceleri kağıt ya da karton gibi selülozdan oluşan keçeler kullanılmıştır. Selüloz liflerinin dayanıksız olması ve kolay yırtılabilirliği yanında sudan etkilenmesi üzerine jüt ve pamuk kanaviçe bu amaçla kullanılmıştır. Söz konusu bu taşıyıcıların emici ve gözenekli oluşları, bunlarla yapılan keçe ve dokumaların bitümle daha iyi bir şekilde doyurulmasını sağlamış ve böylece pestiller oluşturularak bitümle birkaç kat yapıştırılıp istenilen kalınlıkta yalıtım katmanı yapmaya imkan vermiştir. Teknolojik gelişim ile bitümle doyurulmuş bu taşıyıcı yerine önce cam elyafından dokuma ve keçeler, daha sonra polyester lifleri ile hazırlanmış keçe ve dokumalar kullanılmaya başlanmıştır. Bitüm de geliştirilerek modifiye bitüm ile pestillerin kalitesi yükseltilmiştir. Bu malzemeler kendinden yapışabilir veya alevle bitümün eritilip yapıştırıldığı şekilde üretilmektedir.

7.3.2. Bitümlü kopolimer örtüler

Petrokimya teknolojisinin yirminci yüzyılın ikinci yarısında gösterdiği büyük gelişme sonucunda çeşitli bitüm ile kopolimer oluşturan plastiklerle değişik yalıtım örtü malzemeleri üretilmiştir. Böylece bitümün su geçirmezlik özelliği ile polimer malzemenin sıcak kaynaklanma yoluyla sürekli hale getirilebilme özelliği bir malzeme de birleştirilmiştir. Bu sayede, ek yerlerinin sıcak hava kaynağıyla bütünleştirilmesine olanak sağlayan yeni su yalıtım malzemeleri ortaya çıkmıştır. Polietilen+bitüm kopolimeri ve poliizobütülen+bitüm kopolimer örtüler ister bitümle uygulanabilir, isterse de sıcak kaynak yapılarak eksiz bir örtü-şilte oluşturulur.

7.3.3. Polimer örtüler

Bu grubun en yaygın olanı PVC örtülerdir. Kenarları sıcak kaynakla veya tangitle yapıştırılarak istenilen boyutlarda tek parça örtü haline getirilebilir. Polimer kimyasının gelişmesi ile bu gruba PVAE, poliizobitülen-Stiren bütadien gibi esnek yapay kauçuk karakterinde örtüler üretilmektedir.

Bu tür yalıtım pestilleri, yalıtım yapılacak yüzeylere özel yapıştırıcıları ile yapıştırıldığı gibi kendinden yapışkan türleri de üzerindeki silikonlu kağıdın çıkarılması ile kullanıma hazır hale gelmektedir. Esnek olan bu malzemenin yırtılmaya karşı emniyetini arttırmak için lamine olarak üretilmeye başlanmıştır. Bazı türlerinde polietilen folyo, bazılarında alüminyum veya bakır folyo kullanılmaktadır. Bu pestiller, önce solüsyon bitüm ya da emülsiyon bitümle astarlanmış düzgün çimento şap yüzeye sıcak bitümle yapıştırılır.

7.4. Çatılarda İkincil Su Sızdırmazlık Tabakası Kullanımı

Yağmur suyunu vb. suları çatı yüzeyinden güvenle uzaklaştırmak amacı ile çatılarda su sızdırmaz örtüler kullanılmaktadır. Ancak, artan yağmur şiddeti, güçlü rüzgarlar, çatı konstrüksiyonunu oluşturan elemanlardaki ek yeri sayısının fazlalılığı suyun, çatının alt kısımlarına sızmasına neden olmaktadır. Bu gibi durumlarda çatı konstrüksiyonunda ikincil bir su sızdırmazlık tabakası kullanımı gerekli görülmektedir.

Yapının önemli bir elemanı olan çatılar, atmosferik koşullarla en yoğun ilişki içinde bulunan yapı elemanı olduğu için, yağış, ısı, radyasyon, genleşme gibi birçok güçten etkilenmektedir. Tablo 7.1 'de çatı konstrüksiyonunun maruz kaldığı güçler, etkileri ve alınacak önlemler gösterilmiştir.

Çatıları eğimleri ve biçimleri açısından; eğik yüzeylerin oluşturduğu çatılar, eğri yüzeylerin oluşturduğu çatılar ve yatay yüzeylerin oluşturduğu çatılar olmak üzere üçe ayırabiliriz. Bu üç tür çatılardan, eğik ve eğri yüzeyli çatılarda ana etken çatı kabuğunu oluşturan örtü malzemesinin boyutları ve bunların birleşimindeki derz sayısıdır. Yatay yüzeyli çatılarda ise ana etken mekanı örten ve açıklığı geçen çatı

yapısının yapısal formudur. Örtü malzemesinin boyutlarının küçülmesi çatı yüzeyi üzerindeki derz sayısını arttırmakta; bu durum rüzgar etkisiyle kar, dolu ve yağmur suyunun bina içine akmasını kuvvetlendirmektedir. Bu olumsuz etkiyi ortadan kaldırmak amacıyla örtü malzemesinin boyutları küçüldükçe örtünün oturduğu yüzeyin eğimi artırılmalı ve mutlaka çatılarda su sızdırmazlık sağlanmalıdır.

Tablo 7.1. Çatı konstrüksiyonunun maruz kaldığı güçler, etkiler ve önlemler

Önemli Etkenler	Etki	Önlem
Yerçekimi	Aşağı çekim	Destekleme
Rüzgar	İtici kuvvet, yıkıcı, nüfus edici	Esnememek, Sağlamlık, Sızdırmazlık
Yağmur	Su sızıntısı	Yönlendirme, geçirimsiz örtü absorpsiyon ve drenaj, sızdırmazlık
Kar	Nem birikimi, yük	Yönlendirme, geçirimsiz örtü absorpsiyon ve drenaj, sızdırmazlık
Güneş	Sıcaklık farkı, hareket, ısı kazancı, Kimyasal bozulma	Hareketli bağlantı, yalıtım, koruyucu kılıf, dayanıklı malzeme, yansıtma
Kir ve Toz	Sızma, tortu, yüzey kirlenmesi	İtme, dışarıda bırakma, Koruyucu kılıf, temizleme
Kimyasallar	Bozulma, parçalanma, çürüme	Dayanıklı malzeme, dışarıda bırakma
Ses	Gürültü	Yalıtım

Çatılar yapı kabuğunun havayla direkt temas ettiği yüzeyleri olduğu için, yağmur ve kar suyunu içeri geçirmeyecek şekilde tasarlanmalıdır. Kullanılacak örtü malzemesi

suyu yapıdan uzaklaştıracak özellikte olmalı ve suyu kesintisiz olarak yağmur giderine iletmelidir.

Hava koşullarının sertleştiği, yağmur şiddetinin ve içindeki kimyasal maddelerin aşındırıcı etkisinin arttığı ve buna bağlı olarak çatı örtüsünün birleşim yerlerinde sızıntıya neden olabilecek güçlü rüzgarlar söz konusu olduğunda, eğimli çatılarda ikinci bir su sızdırmazlık tabakasının kullanılması gerekmektedir[18].

7.5. Su Tutucu Bantlar – Derz Dolguları ve Profilleri

Betonarme yapılarda genleşme, deprem, oturma (tasman) vb. nedenlerle bırakılmış olan derzlerin ya da farklı zamanlarda dökülmüş betonların süreksizlik gösterdiği ek yerlerinin su geçirimsizliğini sağlamak amacıyla üretilen derz malzemelerine genel olarak su tutucu bantlar adı verilir (Şekil 7.3).



Şekil 7.3. Dilatasyon bandı

PVC ve kauçuklu plastik polimerlerden sonsuz bant olarak ekstrüzyon yöntemiyle üretilen bu bantlar, betonla birlikte kullanılışlarına göre genel olarak;

1. Betonu dıştan saran,
2. Betonun arkasında kalan

tipler olmak üzere iki ayrı şekilde bulunmaktadır.

7.6. Macunlar ve Fitiller

Prefabrike yapım sistemiyle üretilen yapıların değişik elemanlarının ya da bileşenlerinin yerlerine takılması ve eklenmesi sırasında aralıkların su ve hava geçirimsiz hale getirilmesi için uygun nitelikte malzemeyle doldurulması gerekir. Bu amaçla, kullanılan malzemeler derz dolgu malzemeleri ve derz dolgu profilleri adıyla anılırlar. Eskiden bu tür derzlerin doldurulmasında bitümlü ya da bezir yağıyla yapılmış macunlar kullanılırdı. Sentetik kauçuk ve çeşitli elastomerlerin üretilmesiyle derz macunlarında nitelik ve çeşitlilik artmış, detay tasarımında yeni olanaklar ortaya çıkmıştır.

Macunlar fiziksel niteliklerine ve davranışlarına göre aşağıdaki gruplara ayrılırlar:

1. Sert dolgu macunları
2. Plastik dolgu macunları
3. Elastik dolgu macunları

Hangi dolgu macunlarının seçileceği uygulamadaki yerine göre belirlenir.

BÖLÜM 8. TERASLARDA LİKİT MEMBRANLARLA SU YALITIMI VE YALITIM TEKNOLOJİLERİ

Binaların bitiş elemanı olarak kabul edilen çatılar, tamamıyla atmosfer koşullarına açık yapı elemanlarıdır. Çatılar ister düz veya az eğimli olsun (% 0-10), isterse dik eğimli olsun (% 50 veya daha büyük), fonksiyonlarını yerine getirebilmeleri için atmosfer koşulları denilen su-ısı-nem gibi problemlere karşı koruma sağlayabilmelidirler.

Eğimli çatılarda bu problemlere karşı koruma daha kolay sağlanabildiği halde, bu tip çatılarda kaybedilen çatı alanının teras çatılarda kullanılan alan haline dönüştürüldüğü gibi teras çatılar, çok girintili çıkıntılı planlarda eğimli çatı yüzeylerinin birleşmesinden doğan sorunları da taşımazlar.

Bu nedenlerden ötürü eğimli çatılar zamanla yerlerini düz çatılara bırakmışlardır. Düz çatılarla birlikte bu problemler daha açık bir şekilde ortaya çıkmıştır. Bunların başında su problemini sayabiliriz.

Eğimli çatılarda su, çatı örtüsü üzerinde durmayıp hemen akabildiği için, bu örtünün suyun akıtılmasına olanak sağlayacak en uygun şekilde oluşturulması yeterli olmaktadır.

Teras çatılarda ise çatı örtüsünü oluşturan malzemenin kesinlikle su geçirmez olması gerekir. Çünkü bu tür çatılarda eğimin az olması yada hiç olmaması sebebiyle, su yavaş akar veya hiç akmadan çatı üzerinde birikebilir.

Teras çatılarda su geçirimsizliği beton granülometrisinin iyi etüt edilmesi veya bazı katı malzemelerin kullanılması ile mümkün olabilir. Ancak herhangi bir hareketten dolayı oluşabilecek çatlaklar, bu sistemi işlemez duruma getirir. Bu nedenle teras

çatılarda su geçirimsizliğinin sağlanmasında en güvenilir yol, su geçirimsiz malzemelerle geçirimsiz bir katman oluşturmaktır.

Teras çatılarda geçirimsiz katmanı oluşturacak malzemelerin sahip olması gereken özellikler şunlardır:

1. Malzeme kesinlikle su geçirmemelidir.
2. Elastik olmalıdır.
3. Yeterli çekme ve basınç mukavemetine sahip olmalıdır.
4. Belirli bir difüzyon direncine sahip olmalıdır.
5. UV ışınlarına dayanabilmelidir.
6. Kimyasal etkenlere karşı dayanıklı olmalıdır.
7. Donma ve çözünmeden etkilenmemelidir.
8. Uygulaması kolay olmalıdır.
9. Her türlü detaya adapte olabilmelidir.
10. Her türlü zemin kaplaması üzerine uygulanabilmelidir.
11. Uygulandığı yüzeye iyi tutunabilmelidir.
12. Tek parça olmalı ya da ek yerleri diğer tarafları kadar sağlam olmalıdır.
13. Üzerine gelen yüklere dayanıklı olmalıdır.
14. Hafif olmalıdır.
15. Yanmaz ve alev geçirmez olmalıdır.
16. İşlenebilir olmalıdır.
17. Kokusuz olmalıdır.
18. Parazitleri barındırmamalı ve dayanıklı olmalıdır.
19. Çürümez olmalıdır.
20. Elektrik açısından yalıtkan olmalıdır.
21. Uzun ömürlü olmalıdır.
22. Ekonomik olmalıdır.
23. Geniş bir sıcaklık aralığında özelliklerini korumalı, sıcakta akmamalı, soğukta kırılmamalıdır.

Tüm bu sıralanan özellikler bir su yalıtımında olması gereken ve olursa kusursuz yalıtımın sağlanacağı özelliklerdir. Bununla birlikte piyasada bulunan hiçbir malzeme şu ana kadar bu özelliklerin hepsini bir arada taşımamaktadır. Bu özelliklerin en fazlasını taşıyan malzeme en iyi sınıfına girebilmektedir.

Sıvı çatı sistemleri; dikişsiz, su geçirmez bariyerleri meydana getiren sıvı uygulanan malzemelerin vasıtasıyla, çatı yapısını tüm hava şartlarına karşı korumayı içerirler. Bu sistemlerin başlıca yararları şunlardır:

Değişkenlik (Versatility): Sıvı uygulanan sistemler tüm genel altlıklar ve çatı tasarımlarında uygulanabilirler. Özel teknik gereksinimlerine uyacak geniş çeşitlilikte tarifler sunarlar.

Kolay ve Hızlı Uygulama: Su yalıtım sistemleri en kompleks çatı detayları üzerine hızlıca uygulanabilir, şantiye süresini ve bileşik maliyeti en aza indirir.

Güvenlik: Birçok geleneksel malzemenin tersine sıvı uygulanan sistemler birleşimsiz ve dikişsizdir. Erken kırılma olabilecek zayıf alanları yoktur. Sıvı uygulanan sistemler hem yeni binalarda hem de yenileme projelerinin parçası olarak kullanılabilirler.

Maliyet-Etkinlik: Genellikle var olan altlık üzerine uygulandıktan sonra zayıflamış malzemenin kaldırılması gereksizdir. Geçici çatı ile kapatma ortadan kalkar ve özelliklerini kazanma zamanı minimumda tutulur.

Uygunluk ve Maliyet Kontrolü: İş, binadaki aktivite kesilmeden ve hızlıca tamamlanabilir. Böylece binada yapılan alışagelmış işler engellenmeden devam edebilir.

Likit Membranlar: Likit membranlar, sıvı halde fırça, rulo veya sprey yardımıyla uygulanan su yalıtım malzemeleridir (Şekil 8.1). Kolay uygulanırlar ve uygulandıktan sonra yekpare (eksiz) ve su geçirmez bir membran oluştururlar.



Şekil 8.1. Terasta püskürtme su yalıtımı uygulanması

Uygulama yapılacak yüzeyler önce yağ, kir, toz ve gevşek tabakalardan temizlenir ve kurulanır. Sonra likit membranlar katlar halinde uygulanarak istenilen kalınlıkta yalıtım tabakası oluşturulur. Her kat kendinden önceki katman kuruduktan sonra ve önceki katmanın uygulama yönüne dik yönde uygulanmalıdır. Birleşme yerlerinde ve 1.5 mm. 'yi geçen çatlaklarda file (mesh) gibi donatılar ile birlikte uygulanırlar. Likit membranlar sıvı halde oldukları için kalınlık kontrolleri zordur. Bunun için öncelikle kullanılan malzemenin sarfiyatı test edilerek metrekare başına giden malzeme miktarına göre uygulama yapılır.

Zemine yapışma ve esneme paylarına göre çeşitlendirilirler. Yırtılmazlar ama delinebilirler. Genellikle su basman üstü, düşey ve yatay eksenlerde kullanılırlar. Ancak soğukta çatlama yapabilirler.

Sıvı uygulanan membranlar tek ya da çok komponentli (bileşenli) ürünlerdir. Neopren, neopren-bitüm karışımı, poliüretan, poliüretan-bitüm karışımı ve epoksi-bitüm karışımı bu tür malzemelerdir.

Tek komponentli likit membranların esneme payı yüksektir. Kopmaya daha iyi çalışırlar. Uygulanmaları ve saklanmaları çok komponentlilere göre daha kolaydır. Bunun yanında kullanım yerleri çok komponentlilere göre daha sınırlıdır.

Çok komponentli likit membranların zemine yapışma payları tek komponentlilere göre daha fazladır. Çekmeye ve kaymaya çalışırlar.

8.1. Sıvı Uygulanan Elastomerik Su Yalıtım Malzemeleri

Elastomer, makro moleküllü bir malzeme olup geçici uygulanan deformasyonlardan sonra eski hal ve şekline hızlıca geri döner. Bazıları etkilere maruz kalacak şekilde çatı ve zeminlerde kullanılırken, bazıları beton, asfaltlı beton, tuğla veya karo, seramik türü malzemelerle korunur.

Elastomerik malzemeler sıvı durumda üç ana eleman içerirler. Pigment, bağlayıcı ve eriticidir. Ayrıca küf dayanım kimyasalları gibi özel katkıları da içerirler.

Elastomerik tabakalar yaklaşık %50 oranında katı ile akrilik reçinelerden üretilirler. Çoğu hava şartlarında tozmayı engellemek için titanyumdioksit içerirler.

Reçineler, su yalıtım tabakalarında kullanılarak yüzeylerin etrafında yeterli kurulukta bir film oluşmasını sağlarlar. Böylece su geçirmez, elastik ve nefes alabilir bir tabaka meydana getirirler. Boyalar 0.02-0.1 mm. kalınlıkta uygulanırken, elastomerik tabakalar 0.2-0.5 mm. kalınlıkta uygulanırlar. Bu kalınlık (reçinelerin veya tabakaya esnekliğini ekleyen plasticizers in eklenmesi ile) su yalıtıcı ve elastik tabakayı meydana getirir. Bunun için elastomerik tabaka denir. Elastomerik tabakaların 0.3-0.4 mm. kalınlıkta, min. %300 uzama yetenekleri vardır. Uzama tabakanın min. Kapasitesi olarak test edilmiş, uzayan tabaka daha sonra çatlama ve ayrılma olmadan tekrar eski şekline dönmüştür (ASTM D-2370 'e göre test edilmiş). Yaşlanma ve hava şartlarına maruz kalmadan sonra uzama tekrar test edilmelidir. Böylece, etkilere maruz kaldıktan sonraki etkinliği kontrol edilmiş olur.

Kaliteli, su yalıtıcı ve elastik tabakaların tipik özellikleri şunlardır:

1. Minimum 0.25 mm. kuru uygulama
2. Yüksek katı (reçine) içerik
3. İyi UV dayanımı
4. Az su emme, hidrostatik basınç dayanımlı
5. Buhar iletimi için geçirgenlik
6. İyi boya tutma ve düşük kirlenme
7. Yüksek alkali dayanımı

Akrilik tabakalar kürlenme işlemleri süresince (kürlenmeleri 7 gün alır) buhara karşı son derece hassastırlar. Eğer bu süre sırasında buhara maruz kalırsa tekrar sıvı duruma dönebilirler.

8.1.1. Genel uygulama karakteristikleri

Sıvı uygulanan her sistemin, kendine has özelliklerine uygun olarak, özel uygulama gereksinimleri vardır. Bazıları, özellikle 1.5 mm. 'yi geçen çatlaklarda ve birleşim yerlerinde donatı olarak cam yününe veya filelere (mesh) ihtiyaç duyarlar. Bu donatılar diğer yerlerde filmin esnekliğini sağlarlar. Çoğu sistemin üzerinde ağır yük varsa, en az 1.25 mm. kalınlıkta olmalıdır. Ayrıca iğne deliği gibi delikler kalmasın diye çok katlı uygulama yapmakta fayda vardır.

Hava koşulları (nem, sıcaklık vb.) uygulamanın kalitesini ve bariyer sistemin performansını etkiler. Belli bir sıcaklığın altında, malzeme uygulama sırasında çok akışkan kalacağı için film oluşumu istenen kalınlıkta olmayabilir ve aderans az olacağı için mukavemet düşer. Ayrıca mekanik özellikler gerçek değerlerine ulaşamazlar. Çökelme de bariyer sistemin özelliklerini ters yönde etkiler.

Genleşme derzlerinin uygulaması iki aşamada yapılır. İlk önce iki beton yapı birleşimine elastomerik bir macun doldurulur. Sonra bariyer malzeme uygulanır ve derze şilte bir elastomer yerleştirilip tümü kapanacak şekilde sıvı uygulanan bariyer malzeme şilte üzerine sürülür. Şilte elastomer, sıvı uygulanan bariyer sistemin kimyasal karışımına uygun olmalıdır. Ters durumda, istenmeyen kimyasal reaksiyonlar sonucu derzde, dolguda veya bariyer sisteminde bozulmalar görülebilir.

8.2. Sıvı Uygulanan Plastik Su Yalıtım Malzemeleri

Bu şekilde yapılan uygulamalarda oldukça düşük viskoziteli çözelti veya sıvı karışımlar kullanılır. Bunlar arasında en çok kullanılanlar; neopren, poliüretan, vinil reçineler, akrilik gibi malzemelerdir.

Bu tür malzemelerle püskürtme veya fırça ile katlar halinde yapılan uygulamalarda genel olarak 0.15-0.50 mm. arasında bir yalıtım tabakası elde edilir. Sıvı uygulanan plastik yalıtım malzemeleriyle yekpare, eksiz bir yalıtım yüzeyi elde edildiği için yalıtım mukavemeti her noktada aynıdır. Diğer özellikleri şu şekildedir:

1. Bu tür malzemelerin su emmeleri sıfırdır.
2. Uygulandıkları her yüzeye çok iyi yapışırlar (Beton ve benzeri yüzeylerde aderans 15 kg/cm^2 'den büyük, çelik, alüminyum, çinko gibi metal yüzeylerde ve ahşapta ise 20 kg/cm^2 'den fazladır).
3. Elastikiyetini -20°C ile $+100^\circ\text{C}$ arasında korurlar.
4. Asit ve alkalilere karşı dayanıklıdırlar.
5. UV ışınlarına karşı dayanıklıdırlar.
6. Malzemenin sıvı olmasından dolayı uygulamaları kolaydır.
7. Bu tür uygulamalarda yalıtımda zayıf nokta bulunmaz.
8. Yalıtım tabakalarındaki hasarlar kolaylıkla giderilebilir.
9. İstenilen her renkte uygulanabilirler.

Sıvı uygulanan plastik yalıtım malzemelerinin bazıları şu şekilde özetlenebilir.

Neopren; mükemmel bir esnekliğe, aşınma direncine, kimyasal ve ısıl dirence sahiptir. Katlar halinde yapılan uygulamalarla yeterli kalınlıkta elde edilen neopren, beton ve ahşap yüzeylerde uygulanabilir.

Poliüretan; katlar halinde yapılan uygulamalarda istenilen kalınlıkta elde edilen poliüretan, yüksek kimyasal, mekanik ve fiziksel özelliklere sahiptir. Kullanılmaya başladıktan sonra beton gibi sertleşen poliüretanın hemen hemen yapışmadığı yüzey yoktur.

Vinil reçineleri; asitlere, alkalilere dayanıklıdır. Mekanik yönden de dayanıklılık gösteren malzeme, yalıtım tabakasının teşkilinde kullanılabileceği gibi poliüretanın astar tabakasında da kullanılabilir.

Akrilik; yarı şeffaf ve opak bir malzeme olan akrilik, uygulandığı yüzeyde hemen şekil alır. Katlar halinde yeterli kalınlıkta uygulanır.

8.2.1. Genel uygulama karakteristikleri

Uygulama yapılacak yüzeyler önce yağ, kir, toz ve gevşek tabakalardan temizlenir ve kurulanır. Katlar halinde yapılan uygulamalarda, belirli bir kalınlığı elde etmek için birkaç kat gerekir.

1. Önce zemin yüzey özelliğine göre %30-60 oranında su ile inceltilmiş astar katı uygulanır.
2. Sonra ikinci kat malzeme uygulanır.
3. En son kat da bir önceki kata dik olmak üzere uygulanır.

Her bir kat uygulandıktan sonra uygulanan malzemeye göre kuruma zamanı verilir.

Yürünmeyen teras çatılarda sıvı plastik kaplamaların üstü açık bırakılabilir. Yürünen teras çatılarda ise yalıtım tabakası üzerine 2-3 mm. kalınlıkta perlit serilmesi ve bunun üzerine koruyucu tabaka olarak karo, çini vb. malzeme gelmelidir.

Tablo 8.1. Su yalıtımı için sıvı uygulanan plastik malzemeler

Malzeme Tipi	Uygulama Yüzeyi	Kalınlık (mm)
Akrilik	Beton, Ahşap, Üretan köpük, Çatı hasarları	0.5
Bütül	Beton, Ahşap, Çatı hasarları	0.4-0.8
Klorosülfanat PE	Köpük, Elastomerik membranlar	0.5-1.1
Neopren/Klorosülfanat PE	Beton, Ahşap, Üretan köpük	0.5
PVC ve Vinil	Beton, Ahşap, Üretan köpük	0.4-0.8
Silikon	Üretan köpük	0.5
Üretan	Beton, Ahşap, Üretan köpük, Çatı hasarları	0.5

8.3. Sıvı Uygulanan Polimer – Bitümler

Bitümün karakteristiğindeki kısıtlamalardan dolayı bazı malzemeler ile fiziksel ve kimyasal özelliklerinin iyileştirilmesine gidilmiş, bir çok yaklaşımlar denenmiş ve bu arada polimerler (plastikler) bitüme katılmıştır.

Polimerlerin seçilmesindeki uygun özellikler şu şekilde belirtilmektedir.

1. Polimerler daimi deformasyonlara dirençlidirler.
2. Kırılmalara dirençlidirler.
3. Polimer-bitüm bileşikleri yüksek sıcaklıkta iyi koruma sağlarlar.
4. Polimerler, erimiş bitümün çalışabilirliğinde az etkilidirler. Bu malzemeler bitümün fiziksel ve mekanik özelliklerini görünür bir şekilde iyileştirmişlerdir.
5. Yumuşama noktası yükselmiş,
6. Düşük sıcaklıklarda direnç artmış,
7. Mekanik direnç artmış,
8. Hava koşullarına karşı direnç artmış,
9. Penetrasyon değeri düşmüştür.

Bu şekilde geliştirilen sıvı uygulanan polimer-bitümler, elastomerik reçinelerin ve polimer-bitüm türevlerinin üstün özelliklerini bir arada taşırlar (Şekil 8.2). Ya birkaç kat halinde yalıtım tabakasını oluştururlar, ya da pestil şeklindeki yalıtımların altında astar olarak kullanılırlar.



Şekil 8.2. Sürülerek uygulanan teras yalıtımı

Sıvı uygulanan plastik malzemelerin özellikleri şu şekilde belirtilebilir:

1. Kesintisiz olarak uygulanan, emniyetli bir sistemdir.
2. Yüksek esneklik, örtücülük ve suya dayanıklılık gösterirler.
3. Uygulama rulo, fırça gibi malzemelerle yapılır.
4. Soğuk uygulamalıdır.
5. Uygulandıkları yüzeyin bütün girinti ve çıkıntılarına nüfuz ederler, aderansları yüksektir.
6. Asitlerden, bazlardan ve tuzlardan etkilenmezler.
7. Sıvı polimer-bitümler siyah renklidir. Fakat üzerine su bazlı boyaları kabul ederler.
8. Ayrıca son kat kurumadan kum veya mermer tozu serpilmek suretiyle beyaz veya istenilen renkte bir görünüm sağlanabilir.

8.3.1. Genel uygulama karakteristikleri

Sıvı uygulanan polimer-bitümlerin uygulamaları şu şekilde gerçekleşmektedir.

1. Uygulanacak yüzey kurulayıp temizlendikten sonra sıvı polimer-bitüm katlar halinde uygulanır.
2. Kat sayısı, yüzeyin durumuna ve amaca göre en az iki kat olmalıdır.
3. İki kat arasında 24 saat beklenmeli, daha önceki kat kurumadan bir sonraki uygulanmamalıdır.
4. Yatayla düşeyin birleştiği noktalarda, yaklaşık 5 cm. yataya, 5 cm. düşeye gelmek üzere bir kat daha sürülmelidir.
5. Son kat kurumadan üzerine bir parça kuru çimento ile karıştırılmış dişli kum serpilirse, üzerine gelecek malzemeyi tutabilen pütürlü bir yüzey elde edilebilir.

Tablo 8.2. Teras çatılarda sıvı halde uygulanan su yalıtım malzemeleri

Uygulama Tipi	Malzeme	Uygulama Yöntemi
Sıvı Uygulanan Plastik Malzemeler	Düşük viskoziteli çözelti veya sıvı karışımlar 1 Neopren 2 Poliüretan 3 Akrilik 4 Vinil reçineleri	Katlar halinde yapılan uygulamalarda genel olarak 0.5 mm kalınlığında bir tabaka elde edilir. Üzerine fonksiyonuna göre koruyucu tabaka gelir.
Sıvı Uygulanan Polimer-Bitümlü Malzemeler	Elastomerik ve plastomerik polimer-bitüm karışımları	Katlar halinde uygulanır ya da yalıtım tabakasının altına astar olarak kullanılır.

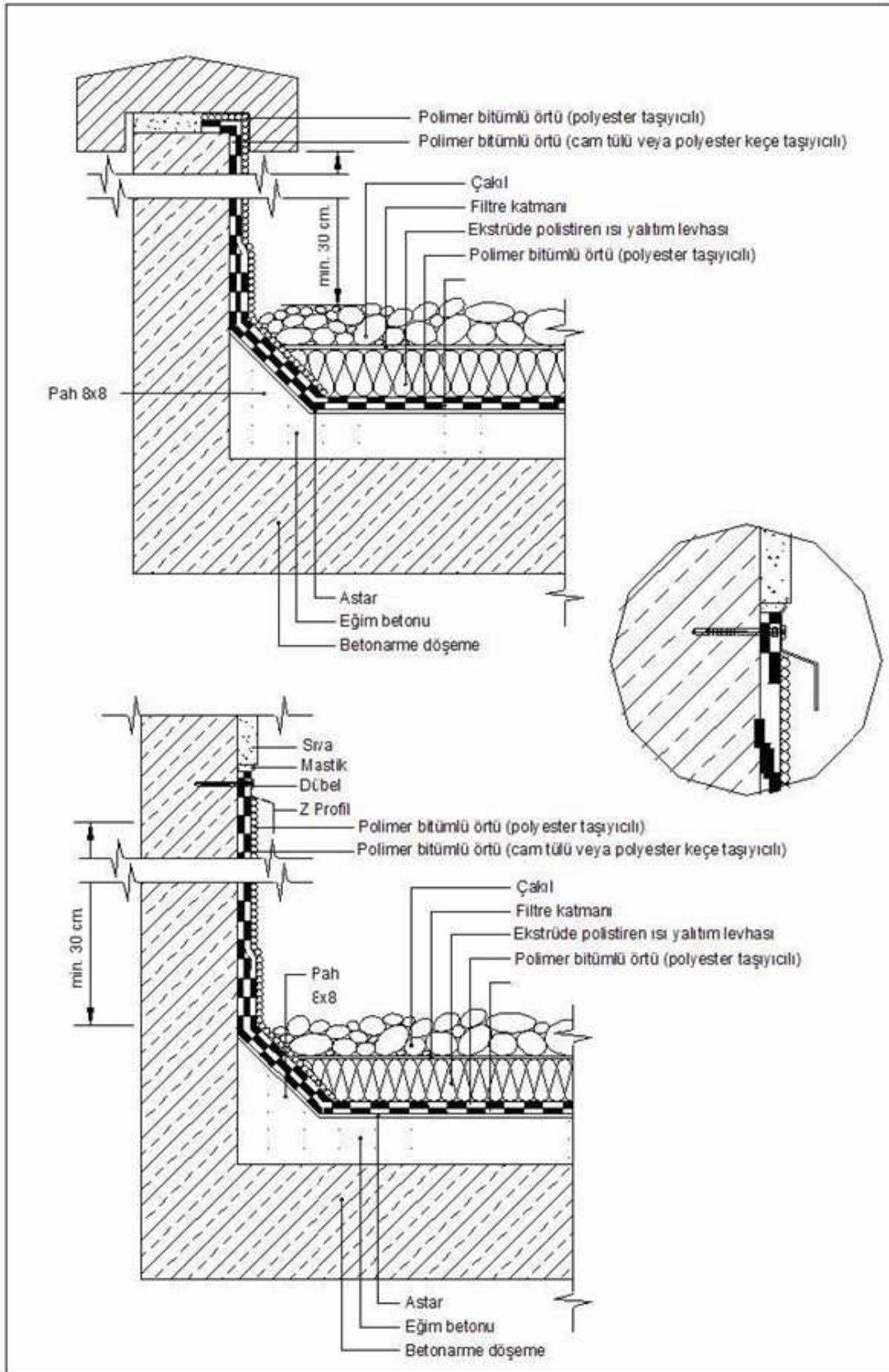
8.4. Parapetler ve Baca Dipleri

Parapet ve baca dibi gibi dikey yüzeylerde yalıtım örtüleri en az 30 cm. yukarıya doğru yükseltilmelidir. Yüksek olmayan parapetlerde yalıtım harpuşa üstüne kadar

çıkartılıp dönülmeli, yüksek parapetlerde ise en az 30 cm. yükseltildikten sonra baskı profili ile sabitlenmelidir. Baskı profili olarak, 5 cm. genişliğinde, 3 mm. kalınlığında alüminyumdan imal edilmiş düz lamalar kullanılmalı ve 25 – 30 cm.'de bir vida ve dübel ile tespit edilmelidirler (Şekil 8.3). Baskı profilinin üst ağız kısmında polisülfür esaslı veya doğal silikon esaslı mastikler kullanılmalıdır (Şekil 8.4).



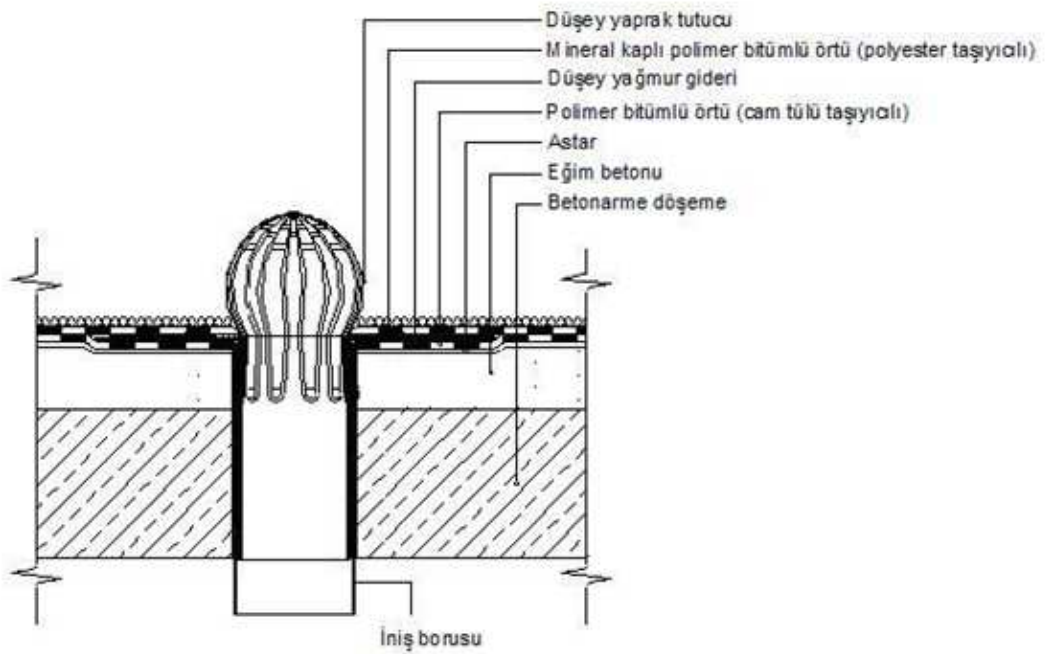
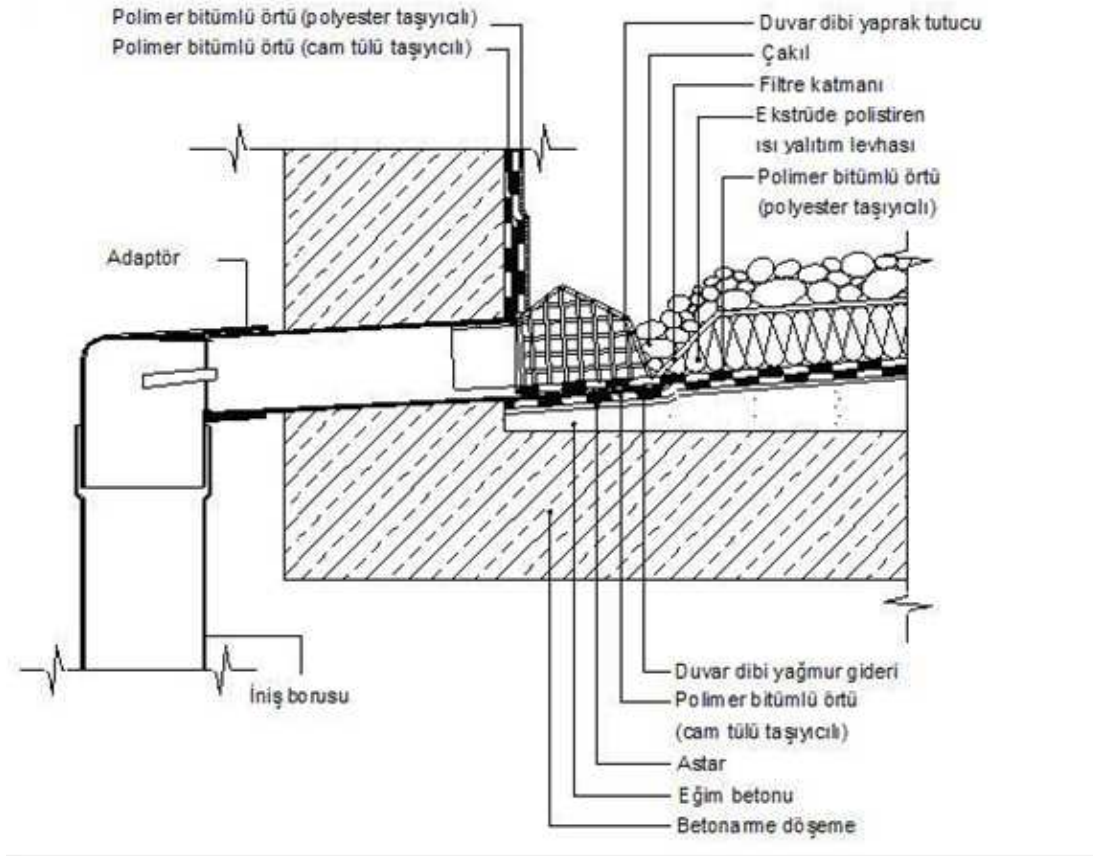
Şekil 8.3. Teras yalıtımında baca detayı



Şekil 8.4. Yüksek ve yüksek olmayan parapetlerde çatı detayı

8.5. Su İnişleri ve Süzgeçler

Su inişleri yatay olarak parapetlerden bina dışına alındığı gibi, dik inişlerde düşey engellerden (parapet ve baca duvarları gibi) en az 50 cm. uzakta yapılmalıdır. Kullanılacak olan süzgeçler ve boruların çapları $\text{Ø } 100 \text{ mm.}$ ' den az olmamalıdır. Pratik olarak, çatı eğimine göre her 100 m^2 çatı alanı için en az 1 adet $\text{Ø } 100 \text{ mm.}$ 'lik iniş kullanılmalı veya 1 m^2 çatı alanı için 1 cm.^2 su iniş borusu çapı hesaplanmalıdır. Uygulamanın yapıldığı bölgenin yıllık yağış miktarına göre süzgeç miktarları arttırılmalıdır (Şekil 8.5).



Şekil 8.5. Su inişleri ve süzgeçler

BÖLÜM 9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılarda su yalıtımı uygulaması yapıların suyun olumsuz etkilerine karşı korunmaları, yapı ömrünü uzatmak, malzeme bozulmalarını ve kullanıcı sağlığının zarar görmesini önlemek gibi nedenlerle gerekli ve zorunlu bir işlemdir. Bu gerekli ve zorunlu işlem, yapıların kalıcı olması sorumluluğunu duyanların çözmeleri gereken, kullanıcı ve yapı sağlığını etkileyen en önemli sorunu ortaya koymaktadır. Bu sorun; yapılarda suya karşı geçirimsizlik işlevini yerine getirebilen yalıtım önleminin nasıl alınması gerektiğidir.

Yapıda suya karşı yalıtım önlemlerinin alınmasına dair verilecek kararlar bütünü, binanın ön proje aşamasında oluşturulmalıdır. Suyun yapıya hangi yollardan gelebileceği ve yapıya nasıl etki ettiği tespit edilmelidir. Daha sonra yapının suya karşı yalıtılmasında kullanılacak tam geçirimsiz tabakanın hangi yalıtım sistemi ve malzemesi ile ve yapının hangi bölümlerinde oluşturulacağına karar verilmelidir.

Yapıların suya karşı yalıtımında kullanılan malzemelerin türlerinin çokluğu, uygulamada seçim hatalarına da neden olmaktadır. Yalıtımda öncelikle sistemin belirlenmesi yararlıdır. Bu da proje aşamasında su probleminin ortaya konması ve hangi sistemle suyun geçişinin engelleneceğini belirlemekle çözülebilir. Zamanında yapılmayan veya yanlış yapılan yalıtımlar, binanın hizmete alınmasından sonra gerçekleştirilememekte ve çözümsüz yalıtım sorunları ortaya çıkmaktadır.

Yalıtımın başarılı olabilmesi için malzemenin doğru seçilip uygulamanın doğru teknik detaylarla ve yüksek bir işçilik kalitesi ile yapılması gerekmektedir. Kısaca yalıtım uygulaması; doğru malzeme, doğru teknik ve doğru işçilik ilkeleri doğrultusunda gerçekleştirilmelidir.

Doğru malzeme, yalıtım malzemelerini iyi tanımakla seçilir. Doğru teknik ve doğru işçilik ise, uygulama kurallarını ve detay çözümlerini iyi bilip, yalıtımın bunlara bağlı kalarak tecrübeli bir ekip tarafından uygulanmasıyla sağlanır. Yalıtımın başarılı olabilmesi için uygulama kuralları ve işçilik kalitesi çok önemlidir.

Söz konusu yalıtım önlemleri alındığı durumlarda yapılar suyun zararlı etkilerine karşı korunmuş olurlar. Böylece yapılarda, nereden ve ne şekilde gelirse gelsin suyun yapı ve kullanıcı sağlıklarına zarar vermesini önleyen, bakım, onarım, yakıt masraflarından büyük ölçüde tasarruf sağlayan ve binanın değerini koruyup arttıran yalıtım önlemleri alınmış olur.

Ülkemizdeki su izolasyonu konusunda görülen eksiklerin giderilmesi için ise şu önerilerde bulunulabilir.

1. İnşaatçılar, kullanıcılar, yalıtım malzemeleri satan firmalar, uygulayıcı ustalar malzemeye ve uygulamaya ait kendilerini ilgilendiren tüm detayları bilecek şekilde eğitilmelidirler.
2. İnşaatçılar, mimarlar, mühendisler kullanıcıları bilgilendirmelidirler.
3. Çeşitli kuruluşlar aracılığı ile sempozyumlar düzenlenmeye, bildiriler yayınlanmaya devam edilmelidir.
4. Yalıtımın gerekliliği ile ilgili yazılar, sadece inşaat ve mimarlık dergilerinde değil; toplumun her kesiminin okuyabileceği yayınlarda da yer almalıdır.
5. Türk Standartları Enstitüsü, çağdaş yalıtım malzemeleri ile ilgili standartlar geliştirmeli ve yenilikleri yakından takip etmelidir. Malzemenin yanında, uygulama kuralları ile ilgili mevcut standartlar da revize edilmeli; çağdaş tekniklerin detaylı bir şekilde ele alındığı yeni standartlar oluşturmalıdır.
6. Belediyeler yer altı su seviyesi altında kalacak yapı elemanları için şartnameler hazırlamalı ve yalıtım yapılmasını zorunlu kılmalıdır. Bunu; yalıtım ruhsatı adında bir uygulama çıkararak gerçekleştirebilir. Çünkü söz konusu olan milli servettir. Yapılan yalıtımın sağladığı fayda, yalıtımın yokluğu ile oluşacak zararların maliyeti yanında çok büyük olacaktır.
7. Uygulayıcı ustalar eğitilmeli ve uygulamaları kontrol edilmelidir. Bilgisiz ustaların çalışmaları yasaklanmalıdır. Yalıtım uygulamasını sadece yalıtım eğitimi alan ustaların yapması sağlanmalıdır. Bunun için eğitim sonunda yeterlilik belgesi

verilmelidir. Belgesi olmayan ustalar çalıştırılmamalı, dolayısı ile eğitim almaya mecbur edilmelidirler.

Tüm bunların ışığında, yapılarda suya karşı alınacak yalıtım önleminin oluşturulmasında kullanılan tam geçirimsiz yalıtım tabakasının işlevini yerine getirebilmesi ve uzun ömürlü olabilmesi için; uygun detaylar, uygun malzemeler seçilerek uygulamada da eğitilmiş elemanlarca çözülmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] GÜRDAL, E., Yapıların Suya Karşı Yalıtımı, Sistem ve Malzemeleri, Yapı Endüstri Merkezi, İstanbul 1994.
- [2] SUNGUROĞLU, İ., CANSUN, O., YÜCESOY, L., IŞIK, B., KIZILGÜN, F., AYGÜN, M., ÜNLÜ, A. Ve ALTUN, C., İnşaat Uygulaması Sırasında Temel Suyuna Karşı Alınacak Önlemler ile Yapılması Gereken İmalatın Seçimi ve Niteliği, İ.T.Ü. Döner Sermaye İşletmeleri, İstanbul 1990.
- [3] SUNGUROĞLU, İ., AYGÜN, M., ÜNLÜ, A., ALTUN, C., Temellerde Suya ve Neme Karşı Yalıtım, İnşaat Dergisi,29, İstanbul 1990.
- [4] ŞAHAL, A.N., Temellerde Su Yalıtımı, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, SF. 3-29, 1992.
- [5] ÖZER, M., Yapıların Isı, Su ve Buhar Yalıtımları, Haşmet Basımevi, İstanbul, 1974.
- [6] ERİÇ, M., Yapı Fiziği ve Malzemesi, Literatür Yayıncılık, İstanbul, 1994.
- [7] AKÖZ, F., Su Yalıtımı Temel İlkeleri, Çatılarda Örtü ve Yalıtım Sorunları Sempozyum Bildirileri, Yapı Endüstri Merkezi, İstanbul, 1999.
- [8] TOYDEMİR, N., GÜRDAL, E. Ve TANAÇAN, L., Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme, Literatür Yayıncılık, İstanbul, 2000
- [9] ADDLESON, L., Materials For Building Volume 2, Water and its Effects-1, Liff Books, London, 1972.
- [10] AKMAN, M.S., Yapı Hasarları ve Onarım İlkeleri, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, İstanbul, 2000.
- [11] AKSÖZ, B., Yapı Hasarları ve Tamirat Metodları, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1995.
- [12] GÜRDAL, E., ve KARAGÜLER, M.E., Yapı Hasarları ve Yapı Korunması, İ.T.Ü.. Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Ders Notları, İstanbul, 2000.

- [13] ALVER, G., ve AVLAR, E., Çatılarda Su ve Su Buharının Oluşturduğu Sorunlar ve Çözüm Önerileri, Çatılarda Örtü ve Yalıtım Sorunları Sempozyum Bildirileri, Yapı Endüstri Merkezi, İstanbul, 1999.
- [14] NAM, E., Yer altı Su Seviyesi Altında Bulunan Yapı Elemanlarında Su Yalıtım Uygulama Yöntemleri ve Kullanılan Malzemeler, Yüksel Lisans Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1997.
- [15] LUFISKY, K., Yapılarda Su İzolasyonu, İzolasyon Tekniğinde Bitüm ve Plastikler, Seyaş Yayınları, İstanbul, 1980.
- [16] YÜCESOY, J., Yapıda İzolasyon Problemleri, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Ders Notları, İstanbul, 2000.
- [17] ANONİM, BTM Uygulama El Kitabı, Bitümlü Tecrit Maddeleri Sanayi ve Ticaret A.Ş., İstanbul 1999.
- [18] MÜTEVELLİOĞLU, S., Teras Çatılarda Kullanılan Pestil ve Sıvı Şeklindeki Su Yalıtım Malzemeleri ve Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1994.
- [19] MAİLVAGANAM, N.P., Repair and Protection of Concrete Structures, CRC Press, Boca Raton, Florida, 1992.
- [20] TATAROĞLU, E., Polietilen ve Modifiye Polietilen Membranlar, Makale 1. Isı, Ses, Su Yalıtım Sempozyumu ve Sergisi Bildiriler Kitabı, SF. 123, 1995.
- [21] 4. Ulusal Çatı Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 2008.
- [22] ANONİM, Sika Deteks Ürün Kılavuzu, İstanbul, 2008.
- [23] ANONİM, Türk Henkel Broşürleri, Türk Henkel Kimyevi Maddeler Sanayi ve Ticaret A.Ş., İstanbul, 2008.
- [24] ANONİM, Yalteks Broşürleri, Yalıtım Malzemeleri Üretim ve Pazarlama Ltd. Şti., İstanbul, 2007.
- [25] ANONİM, Pere Broşürleri, Pere Yapı Malzemeleri Sanayi ve Ticaret A.Ş., İstanbul, 2006.
- [26] ANONİM, Yapı Katoloğu'2005/06, Yapı Endüstri Merkezi, İstanbul, 2005.

ÖZGEÇMİŞ

Murat YILDIRIM, 05.03.1982' de Ankara'da doğdu. 1989-1997 yılları arasında İlk ve Orta eğitimini İsmail Erez ve Atıfbey İlköğretim Okullarında tamamladı, 1997-2000 yılları arasında Lise eğitimini Ankara Yıldırım Beyazıt Lisesinde tamamladı. 2001-2008 yılları arasında Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimini tamamladı. 2009 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başlamıştır.