



**SU-NEM YALITIMINDA TEKNOLOJİK
ÇÖZÜMLER VE MALİYET
DEĞERLENDİRMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hakan ALTAŞ

Anabilim Dalı: Yapı Eğitimi

Program : Yapı Tasarımı

Tez Danışmanı Prof. Dr. U. Teoman AKSOY

ELAZIĞ-2018

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU-NEM YALITIMINDA TEKNOLOJİK ÇÖZÜMLER VE MALİYET
DEĞERLENDİRMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hakan ALTAŞ

(111125111)

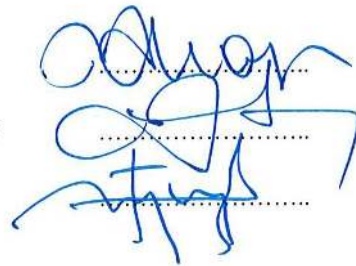
Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 04 Haziran 2018

Tezin Savunulduğu Tarih : 20 Haziran 2018

Tez Danışmanı : Prof. Dr. U. Teoman AKSOY

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Ömer KELEŞOĞLU

Doç. Dr. Ayhan BEKLEYEN



ELAZIĞ-2018

ÖNSÖZ

Tez çalışmam boyunca ilgi, destek, bilgi-birikim ve sabrını benden esirgemeyen kıymetli danışman hocam Sayın Prof. Dr. U. Teoman AKSOY' a, su yalıtımı teknolojileri konusunda engin deneyimlerini benimle paylaşan Acar Solmaz' a, malzeme temini, fiyat teklifleri ve uygulamaları konusunda gösterdiği ilgi ve kolaylıklardan ötürü başta firma sahipleri Gökhan Orhan ve Şenol Akın nezdinde Akor İzolasyon Malz. İnş. Taah. Ltd. Şti' ye, Fuzul İnşaat ve Pazarlama A.Ş.'nin Projeler Genel Koordinatörü Mustafa Top'a, Karat 34 Projesi yöneticisi ile çalışanlarına ve İstanbul'un çeşitli bölgelerinde birlikte çalıştığım değerli proje yöneticilerine teşekkür ederim.

Hakan ALTAŞ
ELAZIĞ-2018

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZET	V
SUMMARY	VI
ŞEKİLLER LİSTESİ	VII
TABLolar LİSTESİ	IX
SEMBOLLER ve KISALTMALAR LİSTESİ	XI
1. GİRİŞ	1
2. SU-YAPI İLİŞKİSİ.....	4
2.1. Yapıya Etki Eden Su Türleri.....	4
2.1.1. Yeraltı Suları.....	4
2.1.2. Yerüstü Suları	5
2.2. Suyun Yapıya Geliş Türleri	6
2.2.1. Yerçekimi	6
2.2.2. Basıncılı Su Etkisi.....	6
2.2.3. Hava Akımları	7
2.2.4. Yüzey Gerilimi ve Kılcallık	7
2.3. Suyun Yapıya Etki Türleri.....	7
2.3.1. Malzeme Üzerinde Suyun Etkinlik Düzeyinin Belirlenmesi.....	8
2.3.2. Suyun Yapı Üzerindeki Fiziksel Etkileri	9
2.3.2.1 Donma Etkisi	9
2.3.2.2 Şişme-Büzülme Etkisi	9
2.3.2.3 Yoğuşma - Buharlaştırma Etkisi	10
2.3.2.4 Isınma - Kuruma Etkisi	10
2.3.3. Suyun Yapı Üzerindeki Kimyasal Etkileri	10
2.3.3.1. Suyun Asit Etkisi	11
2.3.3.2. Suyun Sülfat Etkisi	11
2.3.3.3. Suyun Klor Etkisi	12
2.3.4. Suyun Neden Olduğu Problemler	12

2.3.4.1.	Karbonatlaşma	12
2.3.4.2.	Korozyon	13
2.3.4.3.	Çiçeklenme	14
2.3.4.4.	Mantarlaşma ve Çürüme	14
2.3.4.5.	Alkali – Silika Reaksiyonu (ASR).....	14
3.	SU YALITIM MALZEMELERİ	16
3.1.	Serme Şeklinde Uygulanan Malzemeler (Membranlar)	16
3.1.1.	Bitüm Esaslı Serme Tip Malzemeler	16
3.1.2.	Sentetik Esaslı Serme Tip Malzemeler	18
3.1.3.	Bentonit Esaslı Örtüler	20
3.2.	Sürme Tip Yalıtım Malzemeleri (Likitler)	21
3.2.1.	Bitüm Esaslı Likit Malzemeler	22
3.2.1.1.	Asfalt Solüsyonları	22
3.2.1.2.	Asfalt Emülsiyonları	22
3.2.1.3.	Kreozot	22
3.2.2.	Reaksiyon Esaslı Likit Malzemeler	23
3.2.2.1.	Akrilik Esaslı Malzemeler	23
3.2.2.2.	Poliüretan Esaslı Malzemeler	24
3.2.2.3.	Poliürea Esaslı Malzemeler	24
3.2.2.4.	Hibrit Esaslı Malzemeler	25
3.2.3.	Çimento Esaslı Likit Malzemeler	25
3.2.3.1.	Kristalize Olan Çimento Esaslı Malzemeler.....	26
3.2.3.2.	Kristalize Olmayan Çimento Esaslı Malzemeler.....	26
3.3.	Katkılar	26
3.4.	Tamamlayıcılar	27
3.5.	Yalıtım Malzemelerinde Kalite Olgusunu Belirleyen Kavramlar	28
3.5.1.	Permeabilite ve Buhar Difüzyonu	28
3.5.2.	Elastisite.....	29
3.5.3.	Yüzeye Yapışma	29
3.5.4.	Mekanik Dayanımlar	30
3.5.5.	Kimyasal Dayanımlar	30
4.	ÖRNEK PROJELER VE MALİYET DEĞERLENDİRMELERİ.....	32
4.1.	Maliyet Değerlendirmesi	32

4.1.1.	Yalıtım Uygulamalarında Maliyetleri Etkileyen Faktörler.....	32
4.1.1.1.	Malzeme Maliyetleri.....	33
4.1.1.2.	Uygulama Sarfıyatları.....	33
4.1.1.3.	İşçilik Maliyetleri.....	33
4.1.1.4.	Tamamlayıcı Uygulamalar	33
4.1.1.5.	Kullanılacak Ekipman Maliyetleri.....	34
4.1.1.6.	Temin Maliyetleri ve Termin Süreleri	34
4.2.	TEM Avrasya Projesi Örnek Maliyet Değerlendirmesi	34
4.2.1	Proje Bilgileri.....	35
4.2.2	TEM Avrasya Toprak Seviyesi Altı Su Yalıtım Maliyetleri	36
4.2.2.1.	TEM Avrasya Projesi Temellerde Su Yalıtımı Maliyetleri	37
4.2.2.2.	TEM Avrasya Toprakaltı B.A. Perdelerde Su Yalıtımı Maliyetleri	43
4.2.2.3.	TEM Avrasya Toprakaltı Dilatasyonlarda Su Yalıtımı Maliyetleri	55
4.2.2.4.	TEM Avrasya Projesi Soğuk Derzlerde Su Yalıtımı Maliyetleri	61
4.2.3	TEM Avrasya Projesi Değerlendirme Sonuçları	64
4.3.	Karat 34 Projesi Örnek Maliyet Değerlendirmesi	73
4.3.1.	Proje Bilgileri.....	73
4.3.2.	Karat 34 F Blok Toprak Seviyesi Altı Su Yalıtım Maliyetleri.....	74
4.3.2.1.	Karat 34 F Blok Temel Altı Su Yalıtım Maliyetleri.....	75
4.3.2.2.	Karat 34 F Blok Toprakaltı B.A. Perdelerde Su Yalıtımı Maliyetleri.....	79
4.3.2.3.	Karat 34 F Blok Soğuk Derzlerde Su Yalıtımı Maliyetleri	80
4.3.3.	Karat 34 F Blok Projesi Değerlendirme Sonuçları	80
5.	SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	85
	KAYNAKLAR	88
	EKLER	90
	ÖZGEÇMİŞ	106

ÖZET

Bu çalışmada, su-nem yalıtımı kavramları yeniden tanımlanarak geleneksel ve modern su yalıtım malzeme ve sistemleri anlatılmıştır. İstanbul'daki çeşitli projelerin, yerinde su yalıtım uygulamaları, şekil ve fotoğraflarla gösterilmiştir. 01.06.2018 tarihinde yürürlüğe girecek olan binalarda su yalıtımı yönetmeliği ışığında, TEM Avrasya ve Karat 34 F blok projeleri örnek olarak belirlenmiştir. Örnek projelerin toprak seviyesi altındaki yalıtım sistem ve maliyetleri, 2018 yılı Çevre ve Şehircilik Bakanlığı birim fiyat pozlarıyla analiz edilmiştir. Sonuçlar şekil, grafik ve tablolarla sunulmuştur. Yönetmelik ve yerinde uygulama maliyetleri arasındaki farklılıklar, sistem maliyetleri ve bunların arasındaki ilişkiler belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Su yalıtımı, Toprak altı yalıtım, Birim fiyat, Bina maliyeti, Su yalıtım yönetmeliği

SUMMARY

Technological solutions and cost evaluation in water-moisture insulation

In this study, traditional and modern water insulation materials and systems are explained by redefining water-moisture insulation terms. The waterproofing applications of various projects in Istanbul are shown in figures and photographs. In the light of the water insulation regulations in the buildings which will be going into effect on 01.06.2018, the projects of TEM Eurasia and Karat 34 F block have been set as an example. The insulation systems and costs of these projects under the ground level were analyzed by unit price exposures of the Ministry of Environment and Urban Planning in 2018. The results are presented in figures, graphics and tables. The differences between regulations and application in the ground costs, system costs and the relationships between them have been determined.

Keywords: Waterproofing, Underground insulation, Unit price, Building cost, Waterproofing regulation

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 Zemin suları	5
Şekil 2.2. Hidrostatik basınç etkisi	6
Şekil 2.3. Kılcallık etkisi	7
Şekil 2.4. pH cetveli	11
Şekil 2.5. Korozyonun yapı üzerindeki etkisi	13
Şekil 2.6. Betonarme perdede meydana gelen çiçeklenme	14
Şekil 2.7. ASR için gerekli unsurlar	15
Şekil 2.8. Betonda ASR'ye bağlı genleşme faktörleri	15
Şekil 3.1. Polyester keçe ve polietilen taşıyıcılı bitüm membran	17
Şekil 3.2. Polimer bitümlü membran uygulaması	18
Şekil 3.3. PVC membran uygulaması	19
Şekil 3.4. TPO membran uygulaması	20
Şekil 3.5. EPDM membran uygulaması	20
Şekil 3.6. Bentonit esaslı geomembran uygulaması	21
Şekil 3.7. Bitüm esaslı sürme tip yalıtım uygulaması	23
Şekil 3.8. Çift komponentli (Bitüm-Poliüretan) yalıtım uygulaması	24
Şekil 3.9. Poliüretan esaslı sürme yalıtım uygulaması	24
Şekil 3.10. Poliüretan esaslı püskürtme yalıtım uygulaması	25
Şekil 3.11. Katkı malzemesinin kapiler boşlukları doldurması	27
Şekil 3.12. Temel dilatasyonunda su tutucu bant kullanımı	27
Şekil 3.13. Kazık başı yalıtımında şişen bant kullanımı	28
Şekil 4.1. TEM Avrasya Konutları maket modeli	35
Şekil 4.2. TEM Avrasya Konutları görsel tasarım modeli	36
Şekil 4.3. TEM Avrasya temel yalıtımı birim maliyetler grafiği	43
Şekil 4.4. Tek yüz kalıp betonarme perdelerde su yalıtımı detayı	44
Şekil 4.5. TEM Avrasya projesi temel-perde birleşim detayı izdüşümü	50
Şekil 4.6. TEM Avrasya B.A. perdeler su yalıtımı birim maliyetler grafiği	55
Şekil 4.7. Tek kat örtü malzeme ile dış omega yalıtım dilatasyon yalıtımı detayı	57
Şekil 4.8. Çift kat örtü malzeme ile iç-dış omega yalıtım dilatasyon yalıtımı detayı	57
Şekil 4.9. Tek kat örtü malzeme ile dolgu mastikli yalıtım dilatasyon yalıtımı detayı	58
Şekil 4.10. 10 cm üzeri genişlikli derzlerde profilli-mastikli dilatasyon yalıtımı detayı	58

Şekil 4.11.	TEM Avrasya dilatasyon yalıtımı birim maliyetler grafiği	61
Şekil 4.12.	Yapılarda oluşan soğuk derz örnekleri	61
Şekil 4.13.	Temel perde birleşimi şişen bant uygulaması	62
Şekil 4.14.	Temel perde birleşimi soğuk derzinde perde içine su tutucu bant uygulaması	62
Şekil 4.15.	TEM Avrasya 1.etap temel kalıp planı	65
Şekil 4.16.	TEM Avrasya 2.etap temel kalıp planı	66
Şekil 4.17.	Uygulama alanlarının belirlenmesi için şerit çekilmesi	66
Şekil 4.18.	Katkı malzemesinin serpiştirilerek uygulanışı	67
Şekil 4.19.	Soğuk derzde fileli tamir harcıyla pah yapılması	67
Şekil 4.20.	Sürme esaslı bitüm kauçuk malzeme ile perdede yalıtım yapılması	68
Şekil 4.21.	Yalıtım üzerine XPS serilmesi	69
Şekil 4.22.	HDPE esaslı drenaj levhası serilmesi	70
Şekil 4.23.	B.A. perdede EPDM bant ile dilatasyon yalıtımı yapılması	71
Şekil 4.24.	TEM Avrasya Konutları birim maliyet karşılaştırma grafiği	73
Şekil 4.25.	Karat 34 F Blok görsel tasarım modeli	74
Şekil 4.26.	Karat 34 F Blok zemininin geçirgenlik katsayısına göre tanımlanması	76
Şekil 4. 27.	Karat 34 F blok temel yalıtım birim maliyetleri grafiği	79
Şekil 4.28.	Karat 34 F blok temel kalıp planı	81
Şekil 4.29.	Karat 34 F blok temel bentonit şilte uygulaması	82
Şekil 4.30.	Karat 34 F blok B.A. perde yalıtım uygulaması	82
Şekil 4.31.	Karat 34 F blok soğuk derzlerde şişen bant uygulaması	83
Şekil 4.32.	Karat 34 F blok birim maliyet karşılaştırma grafiği	84

TABLolar LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1.	Sık kullanılan yapı malzemelerinde su emme, kılcallık, su geçirimsizlik değerleri	8
Tablo 2.2.	Bazı yapı malzemelerinde şişme-büzülme değerleri	10
Tablo 4.1.	TEM Avrasya projesi toprak altı izolasyon yaklaşık metrajları	36
Tablo 4.2.	TEM Avrasya projesi bentonit şilte ile temel yalıtımı teklifi	38
Tablo 4.3.	Temel yalıtımında malzeme türüne göre maliyet karşılaştırma tablosu	39
Tablo 4.4.	Temel yalıtımında koruma betonu gereksiniminli maliyet karşılaştırma tablosu	40
Tablo 4.5.	Temel yalıtımında taşıyıcı keçe gereksiniminli maliyet karşılaştırma tablosu	41
Tablo 4.6.	TEM Avrasya temel yalıtım maliyet tablosu	42
Tablo 4.7.	B.A. perde yalıtımlarında kullanılabilen malzemeler ve birim fiyat durumları	45
Tablo 4.8.	B.A. perde yalıtımlarında asfalt emülsiyonlu sürme tip uygulama teklifi.	46
Tablo 4.9.	B.A. Perde yalıtımlarında asfalt solüsyonlu sürme tip uygulama teklifi.	46
Tablo 4.10.	B.A. perde yalıtımlarında malzeme türüne göre maliyetler	47
Tablo 4.11.	Soğuk derzlerde pah bandı uygulama teklifi	49
Tablo 4.12.	B.A. perdelerde XPS uygulama teklifi	49
Tablo 4.13.	B.A. perdelerde baskı çitası uygulama teklifi	49
Tablo 4.14.	Örtü tip malzeme ve örtü-sürme malzemeler birleşim detayı uygulama teklifi	50
Tablo 4.15.	B.A. perdelerde metrekare (m ²) birimli tamamlayıcı uygulamalar maliyet tablosu	51
Tablo 4.16.	B.A. Perdelerde metre (m) birimli tamamlayıcı uygulamalar maliyet tablosu	52
Tablo 4.17.	B.A. perdelerde m birimli tamamlayıcı uygulamaların m ² birimi ifade edilmesi	53
Tablo 4.18.	TEM Avrasya B.A. perde yalıtım maliyet tablosu	54
Tablo 4.19.	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Y.18.350/020 pozu analizi	59
Tablo 4.20.	Dilatasyon bant malzeme fiyatları	60

Tablo 4.21.	Örnek proje dilatasyon yalıtımı maliyetleri	60
Tablo 4.22.	Şişen bant uygulama fiyat teklifi	63
Tablo 4.23.	Su tutucu bant uygulama fiyat teklifi	63
Tablo 4.24.	TEM Avrasya soğuk derz yalıtım maliyetleri	63
Tablo 4.25.	TEM Avrasya en uygun yalıtım maliyetleri	64
Tablo 4.26.	TEM Avrasya gerçekleşen yalıtım uygulama maliyetleri	65
Tablo 4.27.	Yönetmelik ve gerçekleşen uygulama maliyetleri arasındaki değişimler	72
Tablo 4.28.	Karat 34 projesi F blok toprak altı izolasyon yaklaşık metrajları	74
Tablo 4.29.	Karat 34 projesi F blok temel yalıtım maliyetleri tablosu.	78
Tablo 4.30.	Karat 34 F blok en uygun yalıtım maliyetleri	80
Tablo 4.31.	Karat 34 F blok gerçekleşen yalıtım uygulama maliyetleri	81
Tablo 4.32.	Yönetmelik ve gerçekleşen uygulama maliyetleri arasındaki değişimler	83

SEMBOLLER ve KISALTMALAR LİSTESİ

A.Ş.	: Anonim şirketi
Ad.	: Adet
APP	: Ataktik polipropilen
ASR	: Alkali silika reaksiyonu
B.A.	: Betonarme
Ca(OH)₂	: Kalsiyum hidroksit
CaCl₂	: Kalsiyum klorid
CaCO₃	: Kalsiyum karbonat
Cl⁻	: Klor iyonu
Cm	: Santimetre
Cm²	: Santimetrekare
CO₂	: Karbondioksit
CPE	: Klorine polietilen
CSPE	: Klorosülfone polietilen
E.Y.Y.S.	: En yüksek yeraltı suyu
ECB	: Etilen kopolimerler ve bitüm
EPDM	: Etilen propilen dienmonomer
EPS	: Expandet polistren
Gr	: Gram
H₂O	: Su
HDPE	: High density polietilen
İnş.	: İnşaat
k	: Geçirgenlik katsayısı
K⁺	: Potasyum iyonu
KCl	: Potasyum klorür
Kg	: Kilogram
KN	: Kilo newton
Ltd.	: Limited
m	: Metre
m²	: Metrekare
m³	: Metreküp
Malz.	: Malzemeleri

Mg	: Magnezyum
mm	: Milimetre
mtül	: Metretül
Na	: Sodyum
NaCl	: Sodyum klorür
NH⁺	: Amonyum iyonu
°C	: Santigratderece
PE	: Polietilen
pH	: Potansiyel hidrojen
PIB	: Poli-izobutilen
PVC	: Polivinil klorür
SBS	: Elastomer bitüm
sn	: Saniye
SO₄⁻²	: Sülfat
Şti.	: Şirketi
Taah.	: Taahhüt
TL	: Türk lirası
TOKİ	: Toplu konut İdari Başkanlığı
TPO	: Termoplastik poliolefin
TS	: Türk Standardı
UV	: Ultra Viole
vb	: Ve benzeri
XPS	: Extrüde polistren
Yal.	: Yalıtım
%	: Yüzde

1. GİRİŞ

Her geçen gün hızla gelişen ve değişen teknolojiler, hayatın her alanında olduğu gibi yapı uygulama ve teknolojilerinde de gerekli gelişimi göstermektedir. İnsanlığın var olduğu günden beri en önemli ihtiyaçlarından biri olduğu su götürmez bir gerçek olan barınma ihtiyacı, tarihsel süreçte modern yaşamın gerekliliklerine mecburi olarak ayak uydurmak zorunda kalmıştır. Yine bu gereksinimlere bağlı olarak, tarihsel süreçte insanlar barınma ihtiyaçlarını karşıladıkları mesken ve oluşumlarda yapının güvenlik ve uzun ömürlü olmasına riayet etmişlerdir.

İnşa edildikleri topoğrafyanın bir parçası olan yapılar, doğal ortamlarında su-nem, rüzgâr, don, sıcaklık gibi fiziksel ve kimyasal etkilere maruz kaldıkları için, bu etkilerden izole edilme gereksinimi oluşturmuşlardır. İnsanlık tarihinin bilinen en eski yapılarından “Babil’in Asma Bahçeleri” nin yüksekliği 25 metreyi bulan ve su içinde yükselen kolonlarında, Ölüdeniz bölgesinde zengin olan bitüm kayalarından elde edilen bitüm malzemenin kullanılması bu gereksinime en güzel örneklerden biridir (URL-1,2016).

1850’li yıllarda Hollandalı modernist mimar Hendrick Petrus Perlage tarafından ilk kez kullanılmaya başlanan betonarme yapı sistemleri, geçen tarihsel süreçten günümüze en fazla kullanılan ve rağbet gören yapı sistemi olmayı başarmıştır. Çelik donatı, hasır ve beton harcından meydana gelen bu yapı sisteminin güvenliğini, sürdürülebilirlik ve uygulanabilirliğini sağlamak yapı fiziği biliminin doğup büyümesine vesile olmuştur.

Yapı fiziği biliminin dallarından biri olan su-nem izolasyonunun birinci önceliği ise betonarme yapı sistemlerinin ana bileşenlerinden, çelik donatıların korozyona uğrayarak dezenformasyonlarını önlemek için gerekli tedbir uygulama ve yenilikleri irdelemek ve mevcut beton kütesinin kullanım süresi boyunca suyun etkilerinden korunarak hijyenik ve kütleli bütünlüğünü sağlamaktır.

Bir başka ifadeye göre; yapılarda su-nem yalıtımı, nereden, ne şekilde, hangi şiddette gelirse gelsin, suyun veya nemin yapının bir kısmına veya kapsadığı hacimlere zarar vermesini önlemek amacıyla yapılır [1].

Yine bir başka ifadede; su yalıtımı temel olarak, yapıları suyun ve nemin zararlı etkilerinden korumak için yapılan çalışmalar olarak tanımlanabilir [2].

Yapıya etkiyen su-nem olgularının sadece korozyona neden olarak donatıya değil, aynı zamanda beton içinde bulunan kimyasallarla reaksiyon ve tepkime oluşturarak betona, yapı içinde meydana gelen küf ve mantarlar yoluyla da insan sağlığına zarar verdiği bilinen bir gerçektir.

Su, yapı malzemesi olarak, birkaç bağlayıcı malzemenin hidratasyonunu kazanması için gereklidir. Fakat yapılar tamamlanıp hizmete alındıktan sonra su, yapı için tahrip edici bir madde haline gelir [3]. Suyun malzemelere etkisi günümüzde yapı üretiminin temel malzemesi olan beton için dikkate alındığında betonun üretiminde ve küründe gerekli olan suyun, sertleşmiş betona zararlı etki yaptığı çeşitli zararlara yol açtığı görülür [4]. 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 sürer. Betonda boşluğun artması dayanım kaybına neden olur [5]. Suyun tahrip edici etkisini önlemenin ilk altın kuralı suyu yapıdan uzaklaştırmaktır. Ancak bu her zaman mümkün olmamakta su ile yapının teması önlenememektedir. İşte bu noktada yapıyı sudan ve etkilerinden izole etmenin önemi ortaya çıkmaktadır.

Yapı ömrünün ortalama 50-70 yıl olarak genel kabul gördüğü sektörde, yalıtım eksikliğinin bu oranı ciddi bir biçimde düşürdüğü, özellikle 1999 yılında yaşanan iki şiddetli deprem sonrasında açık ve net bir şekilde görülmüştür. Günümüz Türkiye'sinde modern yapı sistem ve standartlarında su-nem izolasyonu, yeni yeni önemsenmeye ve göz ardı edilmemeye başlamıştır. Ancak bu durum her şehir için geçerli değildir. Hâlihazırda her ilin imar ve yönetmeliklerinde konuyla ilgili ciddi eksiklikler bulunmaktadır. Bu problemi ortadan kaldırmak için mevcut yönetim erkinin çalışmalar yapıyor olması, sektörün geleceği adına ümit vadetmektedir. Nitekim hazırlanan bu tezde de bahsedileceği üzere ülkemizde 01.06.2018 tarihinde yürürlüğe girecek olan “Binalarda Su Yalıtımı Yönetmeliği” ile su-nem yalıtımı seçenek olmaktan çıkmış, zorunlu uygulama kapsamına alınmıştır.

Günümüz modern yapı teknolojilerinde sektöre yön veren ve vazgeçilmez olan üç temel kavram bulunmaktadır. “Kalite-Maliyet-Zaman” ilişkisi ve döngüsü sektörde başarının temel anahtarı olarak kabul edilmektedir. Artık geçmiş yıllarda kullanılan geleneksel yöntemler cazibesini yitirmiş, rağbet ve kabul gören malzemeler ile bunların uygulama yöntemleri bugün geçerliliğini büyük ölçüde kaybetmiştir.

Bu tez, yukarıda bahsedilen üç temel kavramdan biri olan “Maliyet” ışığında, yüklenici ve uygulayıcılar için bir başvuru kaynağı olmayı amaç edinmiş, modern uygulamaların sektörde hâkim olması temennisi ile daha yaşanabilir, daha ekonomik ve daha kaliteli yapılar inşaa edilmesi gayesiyle de tamamlayıcı olması için hazırlanmıştır.

Çalışmanın giriş sonrası ilk bölümünde su-nem yalıtımı kavramının tanımlaması yeniden yapılacak, suyun yapı üzerindeki etkilerine değinilecektir. İkinci bölümde malzeme sınıflandırması yapılarak modern ve geleneksel yalıtım malzemeleri tanımlanacak, su yalıtım malzemelerinde kalite kavramını belirleyen faktörler anlatılacaktır. Üçüncü bölümde örnek projeler olarak belirlenen, Fuzul İnşaat bünyesindeki “TEM Avrasya Konutları” ve Baş Yapı İnşaat bünyesindeki “Karat 34 F Blok” projeleri için, toprak seviyesi altı su-nem yalıtımı uygulaması yapılacak yapı elemanları incelenerek, uygulamaya esas metrajlar belirlenecektir. Yine aynı proje, “Binalarda Su Yalıtımı Yönetmeliği” ne göre incelenerek yönetmeliğe uygun yalıtım yöntemleri tespit edilecek, her uygulama için yayınlanmış en güncel fiyatların bulunduğu “2018 Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Birim Fiyatları” referans alınarak, yapı elemanlarına uygun uygulama yöntemleri arasındaki maliyetler irdelenecektir. Çalışmanın son bölümünde ise; elde edilen bulgular, sonuçlar ve öneriler derlenerek çalışma tamamlanmış olacaktır.

2. SU-YAPI İLİŞKİSİ

Güvenliğin insanlığın en temel ihtiyaçlarından biri olduğu yadsınamaz bir gerçektir. Bu nedenle barınma gereksiniminin karşılandığı yapı ve binalarda güvenliği temel dayanak haline getirmek en önemli zaruriyettir. Su, her ne kadar yaşamın var olabilmesi için önkoşul olsa da yapılar için yavaş fakat öldürücü bir etkiye sahiptir ve bu nedenle yapıların suya karşı yalıtılması gerekir.

“Yalıtım” kelimesi Türkçe kökenli bir kelime olup, herhangi bir materyal kullanılarak ortamdan dışarı veya dışardan ortama enerji akışının veya geçirgenliğin indirgenmesi anlamına gelmektedir. Su yalıtımı ise suyun veya nemin (su buharı) yapı içine girmesine veya yapı elemanlarını sürekli bir biçimde etkileyerek teknik ve görsel olarak bozmasına engel olmak amacıyla uygulanan sistemin tanımıdır (URL-2,2016). Bir başka tanıma göre; Su yalıtımı, bir yapının dış kabuğunu oluşturan, yani dış etkenlere maruz kalan elemanlarının suya karşı yalıtılması ve suyun uzaklaştırılması anlamına gelmektedir [6].

2.1. Yapıya Etki Eden Su Türleri

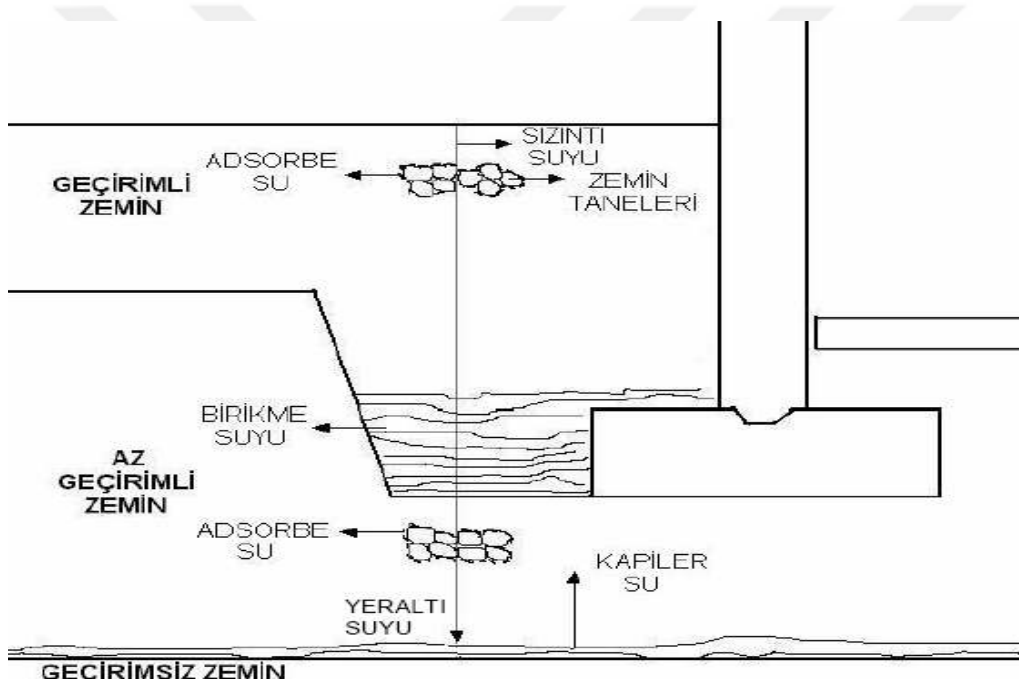
Yapılara etki eden suları, toprak üstü seviyesini sınır kabul ederek, yer altı suları ve yer üstü suları olarak iki grupta incelememiz mümkündür. Üzerine oturtuldukları topoğrafik oluşumla teması başladıkları anda yapıların, su ile ilişkisi başlamış sayılmaktadır. Dolayısıyla öncelikle yapının toprakla ilk temasla başladığı yapı elemanı olan temellerin karşı karşıya olduğu yer altı sularının gruplandırmasının yapılması gerekmektedir.

2.1.1. Yeraltı Suları

Yağmur, kar ve dolu olarak yeryüzüne düşen yağışlar, toprak, geçirimli taş delikleri, çatlak ve yarıklardan geçerek toprak üstü seviyesinin altına inmeye başlarlar. Yer kabuğu katmanının üst kotunun hemen altında bulunan geçirimli zeminden yer çekiminin etkisiyle derinlere hareket etmeye başlayan su, zemin taneleri arasındaki hava boşluklarını doldurarak adsorbe edilirler. Adsorbe su olarak tanımlanan bu su türü, genellikle yapıya yanal yüzeylerden etki oluşturmaktadırlar.

Yerçekimine bağılı olarak hareketine düşey olarak devam eden yağış suları, geçirimli zeminden, daha az geçirimli zemine ulaştığında, zeminler arası yoğunluk farkından (taneler arası boşluk oranından) dolayı iki zemin grubu arasında birikme sularının oluşmasına neden olurlar (Şekil 2.1.).

Suların, yerçekimine bağılı hareketi, geçirimsiz zemine ulaşınca kadar devam eder. Geçtiğı bütün zemin gruplarında suyun toprağı dolgunluğu gerçekleşerek, geçirimsiz zemin üzerinde birikmeye başlarlar. Kapiler su olarak adlandırılan bu suların en üst kotu aynı zamanda en yüksek yer altı su seviyesi (E.Y.Y.S.) olarak belirlenir. Yapının maruz kaldığı suyun hidrostatik basıncına neden olan su grubu da ağırlıklı olarak bu sulardan oluşmaktadır.



Şekil 2.1 Zemin suları [7].

2.1.2. Yerüstü Suları

Toprak üstü seviyesinin, yani yapının toprağı üstünde kalan bölümüne etki eden suları; yağmur-kar-dolu gibi yağış suları, havada bulunan su buharı ve kullanım suları olarak sınıflandırmak mümkündür. Bahsedilen su grupları içinde yapıyı en fazla etkileyen yağış suları, yapının bulunduğu coğrafik konum ve iklimin etkisiyle en fazla değişkenlik gösteren parametredir. Kullanım suları ve havadaki su buharının yapıya temas ve etki süresi düşünüldüğünde, yağış sularının yapıyla doğrudan teması, daha fazla süre ve etki göstermektedir.

Su buharı ise havanın sıcaklığı ile doğru orantılı olarak, suyun daha fazla buharlaşarak, yapı elemanı yüzeyindeki sıcaklık farkından dolayı yoğuşması ile meydana gelen etkileşimdir.

Kullanım sularıysa genellikle yapı içinde bulunan banyo, tuvalet, mutfak, çamaşır ve çöp odalarında geçici olarak etki edebilen su grubu olarak kabul edilmektedir.

2.2. Suyun Yapıya Geliş Türleri

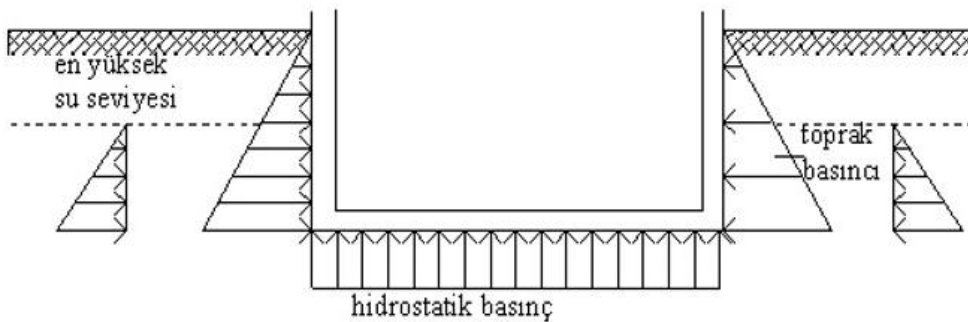
Suyun, su buharı ya da sıvı şekilde bir yapı elemanına nüfuz edebilmesi ve taşınabilmesi için üç koşulun var olması gerekmektedir. Bunlar; su kaynağı, suyun nüfuz edebileceği boşluk ve suyu boşluğa itebilecek kuvvettir. Yapı kabuğunun doğal ortam ile temas ettiği yüzey ve ortam değişkenlerine bağlı olarak, su yapıya farklı etkilerle nüfuz eder. Bu etkiler arasında, yerçekimi, basınçlı su etkisi (hidrostatik basınç), hava akımları, yüzey gerilimi ve kılcallık sayılabilir [8].

2.2.1. Yerçekimi

Yer kabuğu üzerinde ve çevresinde bulunan her maddeyi kendine doğru çekmeye çalışan bir döngünün içindedir. Bu kuvvetin etkisiyle havada ve yerde bulunan su molekülleri çekilerek, yapıların eteklerine veya diğer yapı elemanlarına nüfuz ederek geçişlerini tamamlamış olurlar.

2.2.2. Basınçlı Su Etkisi

Yapıların toprakla temas ettiği andan itibaren su ile yapının mücadelesi başlamış olmaktadır. Temelin inşa edileceği zemin içinde hazır bulunan sular, yapının kütesinden kaynaklanan sıkıştırma gücüne reaksiyon göstererek, yapı yüzeyine dik açıda etkide bulunurlar (Şekil 2.2.). Bu etki, en yüksek su seviyesi kotundan aşağılara inildikçe de şiddetini arttırmaktadır.



Şekil 2.2. Hidrostatik basınç etkisi

2.2.3. Hava Akımları

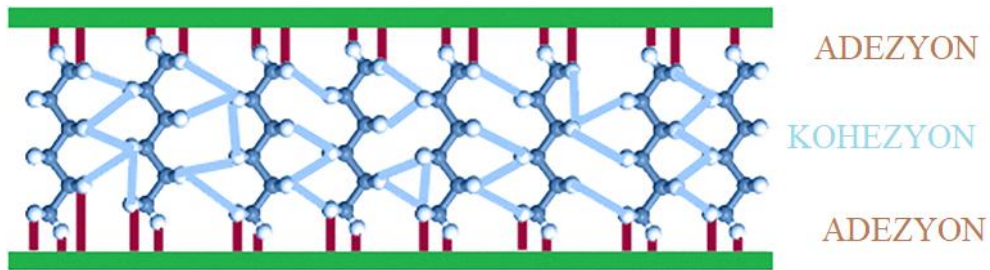
Hava akımları doğal ve yapay olarak iki ayrı grupta sınıflandırılmaktadır. İklimsel sıcaklık ve basınç farklarından kaynaklanan rüzgâr gibi coğrafi kuvvetler doğal hava akımı olarak adlandırılırken, ventilasyon gibi daha düşük çapta etkiye ve süreye sahip akımlar ise yapay akım olarak değerlendirilebilmektedir.

Havada bulunan su buharı veya yağış esnasında düşen su damlaları yapıya hava akımlarının etkisiyle temas ederek nüfuz etmeye başlarlar.

2.2.4. Yüzey Gerilimi ve Kılcallık

Su molekülleri arasında çekim kuvvetinin çok düşük olduğu bütün çevrelerce kabul gören bir gerçektir. Suyun yapısal olarak düzensiz maddeler sınıfında yer almasına neden olan bu özelliğinin oluşmasına etken olan neden, alt moleküllerin, üst molekülleri kendilerine doğru çekmesidir. Bu etkiye karşı koyamayan üst moleküller sayıca alt moleküllerden azalmaya başlarken, yüzey küçülmeye çalışarak, yüzey geriliminin oluşmasına neden olurlar. Bu durum da suyun hızla malzeme içinde yol almasına zemin hazırlamaktadır.

Kılcallık etkisi (kapilarite) ise, su molekülleri ile kılcal kanallara sahip malzeme molekülleri arasındaki çekim kuvvetinin (adezyon), su moleküllerinin kendi aralarındaki çekim kuvvetlerinden (kohezyon) daha yüksek olduğu durumlarda kendini göstermektedir (Şekil 2.3.).



Şekil 2.3. Kılcallık etkisi (URL-3,2018).

2.3. Suyun Yapıya Etki Türleri

Su, her ne kadar yaşam döngüsü için vazgeçilmez bir unsur olsa da, uzun vade de düşünüldüğünde yapılar için önlem alınması gereken bir tehdittir. Etkileşim içinde olduğu

diğer madde ve malzemeler için hem fiziksel hem de kimyasal olarak bir değişimin en önemli aktörü konumundadır.

Genel olarak, yapıda su etkisi üç şekilde görülmektedir. Bunlar;

- Yüzeysel ıslanma ve su emme olaylarının etkili olduğu durumlar,
- Basıncılı su ve kılcallık olaylarının etkili olduğu durumlar,
- Yapı elemanını çevreleyen havanın nemi ve hidrotermik olayların etkili olduğu durumlarıdır.

Suyun yapıya etkilerini anlayabilmek için suyun malzeme üzerindeki etkinlik düzeyi, etkilerin türleri ve malzeme içyapı özelliklerine bağlı olarak oluşum mekanizmaları belirlenmelidir [8].

2.3.1. Malzeme Üzerinde Suyun Etkinlik Düzeyinin Belirlenmesi

Suyun, malzeme ile teması sonucu hidrostatik basınç ve kılcal su emme olayları karşımıza çıkmaktadır. Yapı malzemelerinin doluluk (kompozite) ve boşluk (porozite) durumları su emme, buhar geçirim katsayıları gibi değerleri belirlemede etki oluştururlar. Dolayısıyla yapılar inşaa edilirken, su ile temasından kaçınılmayan yapı elemanlarının yapımında kullanılacak malzemelerin su ile ilişkisini ortaya koyabilecek değerlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. İstisnai durumlarda söz konusu değerler bilinmiyorsa malzeme üzerinde su emme ve geçirimlilik değerleri mutlaka yapılmalıdır. Tablo2.1.'de sektörde en fazla kullanılan malzemelerin su ile ilgili bazı özellikleri belirtilmiştir.

Tablo 2.1. Sık kullanılan yapı malzemelerinde su emme, kılcallık, su geçirimlilik değerleri [9].

Malzeme	Su Emme %	Su Geçirimlilik 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

2.3.2. Suyun Yapı Üzerindeki Fiziksel Etkileri

Bu etkiler genellikle yapı üzerinde çıplak gözle görülebilen etkilerdir. Suyun, yapı elemanı ve malzemesiyle oluşturduğu etkileşim sonucunda çatlak, dökülme, kabarma, küf ya da mantar gibi gözlemlenebilen sonuçlar, suyun;

- Donma etkisi,
- Şişme-büzülme etkisi,
- Yoğuşma-buharlaşma etkisi ve
- Islanma-kuruma etkisi

gibi fiziksel reaksiyonlardan kaynaklanmaktadır.

2.3.2.1 Donma Etkisi

Doğal ortamda bulunan her objede olduğu gibi, yapı malzemelerinin bünyesinde de bir miktar nem bulunmaktadır. Kılcallık kat sayıları ile orantılı olarak, suyu emebilen her malzemede, sıcaklığın 0°C ' ye düşmesiyle birlikte donma etkisi başlamış olur. Suyun, donmanın oluşmasıyla birlikte düzensiz halinden, kararlı molekül yapısına ulaşması, malzemenin hücreleri arasındaki boşlukları doldurarak, deformasyona neden olur. Donma olayı sonucunda meydana gelen gerilmeler (basınç-çekme), malzemenin dayanım noktasını aştığında çatlama, kırılma gibi hasarlara zemin hazırlar.

2.3.2.2 Şişme-Büzülme Etkisi

Yukarıdaki bölümlerde de değinildiği gibi, malzemenin boşluklu yapısı ve kılcal kanalları suyun malzeme içine nüfuz etmesi için zemin hazırlamaktaydı. Tabiatta somut ve hacmi olan her madde gibi su da, malzemeye girmeye başladığında, mevcut hacim yapısını arttırmaktadır. Hacmi artan malzemeler, hücreler arası yapılarını ve boyutlarını değiştirerek büyümeye veya şişmeye başlarlar.

Su, her sıcaklık altında yüzeysel veya hacimsel olarak gaz formuna geçişe eğimli bir maddedir. Malzeme içine giren su veya nemin, buharlaşarak veya yine kılcal kanallar yoluyla malzemeyi terk ederek ortamdan uzaklaşması sonucunda, malzemenin hücreler arasındaki boşluk oranı düşerek büzülme dediğimiz olayın gerçekleşmesine neden olur.

Ancak hiçbir malzeme, şişme-büzülme olayı sonrasında, eski formuna kavuşamaz. Bu da yine malzeme de deformasyon olarak tanımladığımız olguyla karşı karşıya kalınması anlamına gelmektedir. Tablo 2.2.'de bazı yapı eleman ve malzemelerinin şişme-büzülme değerleri irdelendiğinde gerçekleşen deformasyon gözlemlenebilmektedir.

Tablo 2.2. Bazı yapı malzemelerinde şişme-büzülme değerleri [8].

Malzeme	Islanmada Şişme (mm / m)	Kurumada Büzülme (mm /m)
C30 Betonu	0,14 - 0,16	~ 0,2
C18 Betonu	0,16 - 0,19	0,2
Cüruf Çimentolu Beton	~ 0,17	0,2
Çimento Harcı	~ 0,2	0,3 - 0,45
Melez Harç	~ 0,35	0,4 - 0,6
Kireç Sıva	0,4	0,8 - 1,1
Yapay Taş	0,16 - 0,2	~ 0,2
Gre	0,3 - 0,6	0,3 - 0,6
Bazalt	0,35	0,38
Granit	0,06 - 0,2	0,15 - 0,2
Kireç Taşı	0,09 - 0,16	0,13 - 0,4

2.3.2.3 Yoğuşma - Buharlaştırma Etkisi

Soğuk mevsimlerde ısıtılan binaların içerisinde genellikle dış havaya göre mutlak nem daha fazladır ve kısmi buhar basınç farklılığından dolayı iç ortamdan dış ortama (sıcaktan soğuğa) doğru difüzyon yoluyla su buharı akışı olur. Su buharı basıncı yeterince düşmeden, soğuk yüzeylerle karşılaşması sonucu sıcaklık çığ noktasının altına düşerse, hava içinde bulunan su buharı yoğunlaşarak (terleme) su haline gelmeye ve temas ettiği yüzeyi etkilemeye başlar [8].

2.3.2.4 Islanma - Kuruma Etkisi

Sürekli olarak suya maruz kalan, suyun ancak kuruyarak uzaklaşabildiği yapı elemanlarında bu durumun sürekli tekrar etmesi sonucu karbonatlaşma gerçekleşmektedir. Özellikle tuzlu deniz sularının etkisi altındaki yapı eleman ve malzemelerinde, her ıslanmada su ile birlikte gelen tuzlar, her kurumada malzeme yüzeyine ve yüzeye yakın çatlaklar aracılığıyla beton içine nüfuz ederek, özellikle betonlarda kimyasal yapıyı bozarak hasara neden olabilirler.

2.3.3. Suyun Yapı Üzerindeki Kimyasal Etkileri

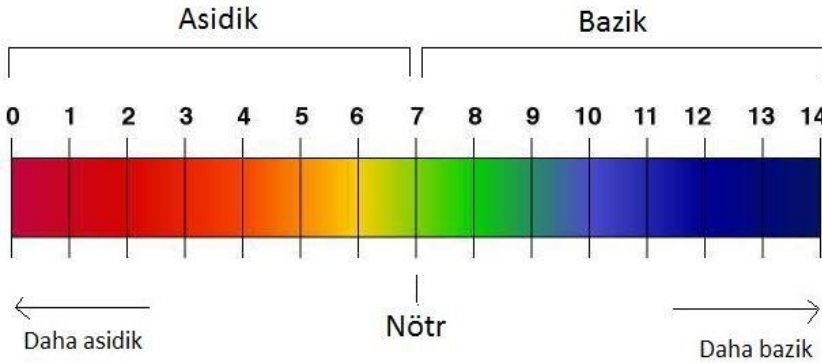
Doğadaki en güçlü çözücü sıvı olarak bilinen su, yapılar üzerinde fiziksel etkiler dışında içerdiği kimyasal yapı ve maddelerle etkileşimde bulunduğu her maddenin kimyasında da tepkimelere neden olarak, malzemeler üzerinde başka etkilere de neden olabilirler. İçeriğinde Na^+ (Sodyum), K^+ (Potasyum), Mg^{+2} (Magnezyum) iyonları ile, NH_4^+ (Amonyum), SO_4^{-2} (Sülfat), Cl^- (Klor) gibi bileşikler barındıran suların malzemeler üzerinde deforme edici etkileri bilinmektedir.

Su türlerine bağı olarak gelişen kimyasal tepkimeler ve bunların yapıda görülebilir etkileri farklıdır. Su ve hava nemi ile beraber yapı elemanı özellikle de beton malzeme ile etkileşimde bulunan tahrip edici kimyasal maddelerin en çok rastlanılanları ve yol açtıkları hasarlar aşağıda sıralanmıştır [8]:

- Karbondioksit → Karbonatlaşma
- Oksijen → Donatı Korozyonu
- Klorürler → Donatı Korozyonu
- Sülfatlar → Çimento ile genişleyen reaksiyon
- Asitler → Çimentonun erimesi
- Alkaliler → Agrega ile genişleyen reaksiyon

2.3.3.1. Suyun Asit Etkisi

Bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimine verilen ad olan pH (potansiyel hidrojen) 0-14 değer aralığında ölçülebilen bir kavramdır (Şekil 2.4.). Suyun potansiyel hidrojen değerinin 0'a olan yakınlığı asitlik derecesini, 14'e olan yakınlığı ise bazlık derecesini ifade etmektedir. Bir çözelti olarak suyun en ideal pH derecesi 7 olarak kabul edilmiştir.



Şekil 2.4. pH cetveli (URL-3,2018)

Suların pH derecesi 7'den düşük değerlere ulaşmaya başlayınca, içeriğindeki asitler bazı değişkenlere bağı olarak malzemeyi deformasyona uğratmaya başlarlar.

2.3.3.2. Suyun 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 birleşerek etrenjiti 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.

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].

2.3.3.3. Suyun Klor Etkisi

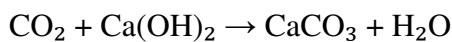
Klor, doğada NaCl, KCl ve CaCl₂ gibi sodyum, potasyum ve kalsiyum tuzları içerisinde bulunur. Bu tuz, suda çözünmeleri sonucunda ortama klor iyonu verirler. Doğada hazır halde bulunan tüm sular klor içermektedir. Suların tuzluluk oranıyla doğru orantılı olarak bu miktar suyun klor seviyesini ve dolayısıyla klor etkisini de derecelendirmektedir.

2.3.4. Suyun Neden Olduğu Problemler

Yukarıda bahsedilen fiziksel ve kimyasal etkiler sonucunda, malzeme ve yapı ile temas eden tüm sular bir takım tahribat ve hasarlara neden olmaktadır.

2.3.4.1. 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 CO₂ gazının betona difüzyonu ile alkalın koruyucu olan Ca(OH)₂, kalsiyum karbonata (CaCO₃) dönüşerek nötrleşir ve alkalın koruyucu niteliğini yitirir. Bu

olaya karbonatlaşma adı verilir ve havaya açık betonarme yapıların donatı çeliğinde korozyon sürecinin başlamasında etkili olur [11].

2.3.4.2. Korozyon

Günümüz mimarisinde yapılar iki ana bileşenden inşa edilmektedirler. Bunlar donatı olarak kullanılan çelik ve türevleri, bir diğeryse kimyasal özelliklere sahip olan beton harcıdır. Beton harcı içinde barındırdığı donatıyı koruma özelliğine sahip olsa da pH değeri 12,5 – 13,5 arasında değilse, donatı çeliği korozyon tehlikesi ile karşı karşıya kalmış demektir. Korozyon, malzemelerin içinde bulundukları ortamın (beton harcının) etkisiyle kimyasal ve elektrokimyasal reaksiyonlar sonucunda, fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerinde değişimin meydana gelmesidir (URL-11,2018).

Korozyonun başlamasıyla, pas payının da yetersiz olduğu durumlarda, paslanmanın şiddetine bağlı olarak donatı hacminde büyümeler meydana gelir ve donatıyı kaplayan beton kütlesi içerden uygulanan hacimsel artışın basıncıyla dökülmelere maruz kalarak bütünlüğünü yitirmeye başlar (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Korozyonun yapı üzerindeki etkisi (URL-4,2016)

2.3.4.3. Çiçeklenme

Çimentonun hidratasyonu sonucunda oluşan Ca(OH)_2 (kalsiyum hidroksit)'in ve beton içinde bulunan veya betona dışardan giren bazı tuzların zamanla sertleşmiş beton yüzeyine çıkarak oluşturduğu beyaz lekeler çiçeklenme olarak adlandırılır. Renkli ve brüt betonlarda estetik açıdan renk kalitesini bozmakla beraber, çiçeklenmenin betonun dayanımına önemli bir etkisi yoktur. (Şekil 2.6.).



Şekil 2.6. Betonarme perdede meydana gelen çiçeklenme (URL-5,2018).

2.3.4.4. Mantarlaşma ve Çürüme

Mantarlaşma ve çürüme, genellikle ahşap yapılarda karşılaşılan bir sorundur. Ahşap malzemenin uygun koruyucu tabaka ile kaplanmaması sonucunda, ahşabın yüksek su ve nem emme kapasitesi yüzünden, malzeme içindeki organik bileşenler çözülmeye başlarlar. Bu ortam, aynı zamanda mantarların üremesi için de müsait bir ortamdır.

2.3.4.5. Alkali – Silika Reaksiyonu (ASR)

Alkali-silika reaksiyonu (ASR), Portland çimentosundaki alkali hidroksitlerle agregada mevcut bazı mineraller (opal, çört, kalsedon, trimit, kristobalit ve kuartz vb.) arasında oluşan bir reaksiyondur. Reaksiyon sonucu oluşan alkali-silika jeli bünyesinde fazla miktarda su absorbe ederek genişler ve bu suretle betonun şişmesine ve çatlamasına

yol açar. ASR'nin oluşumu için, agrega bünyesinde reaktif silis, alkalitesi yüksek por çözeltisi ve ortamda yeterli rutubet bulunmalıdır (Şekil 2.7.).



Şekil 2.7. ASR için gerekli unsurlar (URL-6,2018).

Bu koşullardan herhangi biri olmazsa ASR nedeniyle bir genleşme de olmayacaktır. Betonda oluşan yumuşak dokunun (jel) miktarı; silikanın türü, miktarı ve alkali hidroksit konsantrasyonuna bağlıdır. Alkali Silika Reaksiyonu'nun etkisinde kalan betonda uygulamadan yaklaşık 1 yıl sonra (nem ve sıcaklık bu süre üzerinde etkilidir) harita şeklinde çatlak oluşumları gözlenmektedir. Söz konusu çatlaklar betonun mukavemet ve dayanıklılık özelliklerini olumsuz yönde etkilemekte, estetik görüntüyü bozmaktadır. Oluşan çatlaklar betonu donma çözünme, sülfat saldırısı, fiziksel aşınma vs etkilere açık bırakacak ve uzun vadede işlevsiz hale getirecektir (URL-7,2018).



Şekil 2.8. Betonda ASR'ye bağlı genleşme faktörleri (URL-6,2018).

3. SU YALITIM MALZEMELERİ

Tarihsel süreçte, su yalıtımı amaçlı kullanılan ilk malzeme türü olan bitümler dışında, zamanla süregelen değişim, sanayi ve teknolojik devrimlerin de gerçekleşmesiyle çeşitli yapı malzeme grupları oluşmaya başlamıştır. Önceleri sadece, bitüm ve türevlerinin yüzeysel sürme uygulanması revaçtayken, bu malzemelerin örtü tabakası haline getirilmesi uygulamada çeşitliliğe neden olmuştur. Yine bitüm esaslı malzemeler dışında, çimento ve sentetik pazarının da gelişmesiyle yeni akım malzemeler piyasaya sürülmeye başlamıştır.

Su yalıtım malzemelerinin gruplandırılması dört ana başlık altında yapılmaktadır. Bunlar;

- Serme şeklinde uygulanan malzemeler (membranlar)
- Sürme tip yalıtım malzemeleri (likitler)
- Toz halinde kullanılan malzemeler (katkılar) ve,
- Mastik, şişen bant vb. yardımcı malzemelerdir (tamamlayıcılar).

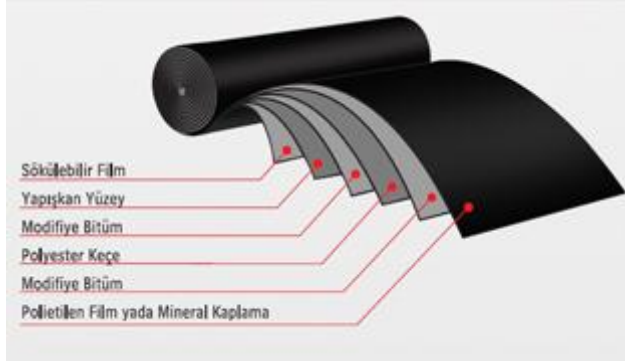
3.1. Serme Şeklinde Uygulanan Malzemeler (Membranlar)

Membran kelimesi her ne kadar su yalıtımında kullanılan malzemelerin tanımlamasında kullanılan genel bir tabir olsa da hem uygulayıcılar hem de sektör malzeme tedarikçileri için genelde serme şeklinde uygulanan malzemeleri ifade etmektedir. Su yalıtımı kavramının temelini oluşturan bitüm esaslı malzemelerle birlikte yeni nesil sentetik ya da plastik esaslı su yalıtım membranları ve yakın dönemde piyasada etkin bir şekilde yer alan bentonit esaslı şilteler bu grupta yer alan malzemeler olarak tanımlanabilmektedirler

3.1.1. Bitüm Esaslı Serme Tip Malzemeler

Plastomerik katkı (APP) veya elastomerik katkı (SBS) polimer bitümle kaplanmış, taşıyıcılı (armatürlü) su yalıtım malzemeleridir. Burada adı geçen taşıyıcılık, bitümün, yalıtım görevini yerine getirirken, tek başına mekanik gerilmeleri karşılayamamasından dolayı, bu yükün taşıyıcılar olarak adlandırılan yardımcı malzemeler tarafından yerine getirilmesidir. Taşıyıcılar, genellikle cam tülü, cam dokuma, polyester

(geotekstil) keçe, polietilen ve metal folyo gibi organik ve inorganik malzeme gruplarından oluşmaktadırlar (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Polyester keçe ve polietilen taşıyıcılı bitüm membran (URL-8,2018).

İyi bir taşıyıcı (armatür) birtakım özelliklere sahip olmalıdır. Bunları sıralayacak olursak;

- Taşıyıcı, bünyesine bitüm alma özelliğine sahip olmalıdır.
- Bitümün veya kendi bünyesinin bozulmasına sebep olacak fiziksel veya kimyasal olaylara (çürüme, rutubet, yağ emme gibi) imkân vermemelidir.
- Normal atmosfer şartlarında, bünyesinde çok az (%1) rutubet bulundurmalıdır.
- Su ve topraktaki mikroorganizmalardan etkilenmemeli, örneğin çürümemelidir.
- Rutubetlenme-kuruma olayından etkilenmemeli, örneğin boyutları değişmemelidir.
- Uygulama sırasında gerekli çekme mukavemetine sahip olmalıdır.
- Isı ile genleşme, yapı malzemesinden çok farklı olmamalıdır.
- Sıcak bitüm uygulamasında kavrulmamalıdır.
- Hafif olmalıdır.
- Maliyeti geçirimsizlik sistemini büyük ölçüde etkilememelidir [3].

Polimer bitümlü örtüler, yapıların teras çatılarında, eğimli çatılarda, metal ve prefabrik çatılarda, banyo-mutfak gibi ıslak hacimlerde, temel ve perde duvarlarında su yalıtımı sağlamak amacıyla kullanılmaktadırlar. Geleneksel olarak en fazla kullanılan su yalıtım malzemesi olarak bilinen bu ürün grubu, uygulamada genel çift kat olarak uygulanmakta ve 2, 3, ya da 4 mm kalınlıklarda rulo halinde üretilmektedir. TS EN 13707 ve TS EN 13969 ürün standardı ve TS 11758-2 uygulama kural standardı vardır. Şalümo ile eritilerek ve yüzeye yapıştırılarak uygulanırlar (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. Polimer bitümlü membran uygulaması (URL-9,2018).

3.1.2. Sentetik Esaslı Serme Tip Malzemeler

Toz veya granül haldeki termoplastik polimerlerin plastifiye edilerek uygun ısıda, kalınlık ayarlı merdanelerde, taşıyıcılı veya taşıyıcısız olarak kalınlık verilmesiyle elde edilir.

Son 10 yılda hızlı bir gelişim gösteren plastik örtüler ülkemizde de çeşitli projelerde kullanılmaktadır. Henüz ülkemizde üretimi olmayan plastik örtüler ithalat yoluyla temin edilmekte ve bu konuda tecrübeli uygulayıcılar tarafından uygulanmaktadır. Plastik esaslı örtülerin üretici firmaların geliştirdikleri formülasyonlara göre çeşitli tipleri bulunmaktadır.

Kullanılan bazı tipleri şöyledir:

- PVC (polivinilklorür)
- PIB (poliizobitülen)
- CPE (klorinepolietilen)
- EPDM (etilen propilen dienmonomer)
- ECB (etilen kopolimerbütül)
- PE (polietilen)
- CSPE (klorosülfone polietilen)
- TPO (termoplastik poliolefin) (URL-10,2018).

Sentetik örtüler, 1,2 mm, 1,5 mm ya da 2 mm gibi farklı kalınlıklarda üretilirler. TS EN 13967 ve TS EN 13956 ürün standartlarına göre üretilerek, TS 13658 kural standartlarına göre uygulanan ürünlerdir. Bu örtüler, her türlü çatı, temel, su deposu, tünel, yüzme havuzu, gölet ve kanallarda kullanılırlar. Sentetik örtüler genelde üç tip uygulama yöntemi ile serilirler.

El makinası kullanılarak uygulanan yöntemde örtüler, bini yerlerinden el silindiri yardımıyla değiştirilebilen çeşitli ağızlardan, sıcaklık ayarlı hava üfleyen cihazlarla kaynaklar oluşturularak yapılmaktadır.

Solvent sürülerek örtülerin yapıştırılması prensibine dayalı uygulama ise daha çok metal yüzeyler için kullanılmaktadır.

En fazla kullanılan yöntem olan **robot kaynak** makinasında ise kendi kendine otomatik olarak örtü ek yeri boyunca yürüyen makinalar yardımıyla uygulama yapılmaktadır. Hava basınç testi için çift kaynak yapan modelleri mevcuttur. (Şekil 3.3, 3.4 ve 3.5.).



Şekil 3.3. PVC membran uygulaması (URL-10,2018).



Şekil 3.4. TPO membran uygulaması (URL-10,2018).



Şekil 3.5. EPDM membran uygulaması (URL-10,2018).

3.1.3. Bentonit Esaslı Örtüler

Sodyum bentonit kil yalıtım malzemesi iki (veya daha fazla) jeotekstil ve bentonit katmanından, mükemmel şişme özelliklerine sahip kil minerallerinden yapılmış jeosentetik kil şilte'dir. Bentonit yapısı itibari ile yüksek miktarda su hapsedme özelliğine sahiptir. Suyu bünyesine alan bentonit malzemesi şişmeye çalışır, basınç altında bunu gerçekleştiremeyince jel tabakası meydana getirir. Oluşan bu jel suya doymuş yapısı nedeniyle geçirimsiz bir tabaka sağlamış olur. Malzemenin çalışması için esas olan durum, suyu emen malzemenin basınç altında olmasının gerekliliğidir. Kısa zamanda yüksek

metrajların imalatının yapılması ve kendi kendini onarıcı yapısı sayesinde gittikçe genişleyen bir pazara sahiptir. Genelde rulo halinde 2,50 m x 40 m ebatlarında sunulan ürünün ağırlığı yoğunluğu yaklaşık 6 kg / m² civarındadır. Birbiri üzerine 10-15 cm bindirilerek ve bini yerlerinden grobeton üzerine çivi tabancası ile çakılarak imalat tamamlanmaktadır (Şekil 3.6.).



Şekil 3.6. Bentonit esaslı geomembran uygulaması - 34 İnn projesi İstanbul

3.2. Sürme Tip Yalıtım Malzemeleri (Likitler)

Su ve nem yalıtımında kullanılan malzeme gruplarından biride sürme tip malzemelerdir. Bir binayı ele aldığımızda temel-perde, teras-çatı, balkon, ıslak mekanlar, kapı-pencere detayları, dış yüzeylerde kullanılırlar. Ayrıca su depoları, kanallar, yüzme havuzları vs. gibi yapılarda kendi başlarına veya yardımcı malzeme olarak işlev görürler. Tüm bu malzemeler genelde 2 veya 3 kat uygulanırlar. 1.5 - 5 kg / m² arasında sarfiyatla uygulanırlar. Malzemenin uygulanmadan önce üreticinin tavsiyesine uygun olarak karıştırılması, uygulama yapılacak yüzeyin hazırlığının doğru şekilde yapılması ve tüm yüzeye homojen olarak uygulanması yalıtımın verimi açısından çok önemlidir. Uygulama yapılırken dış ortam sıcaklığı dikkate alınmalı, uygulama sonunda yine yalıtım dış etkenlere karşı mutlaka korunmalıdır.

Likitler 3 ana grupta incelenebilirler. Bunlar;

- Bitüm esaslı likit malzemeler
- Reaksiyon esaslı likit malzemeler ve
- Çimento esaslı likit malzemelerdir.

3.2.1. Bitüm Esaslı Likit Malzemeler

Bitüm esaslı likitler, TS standartlarına uygun olarak imal edilen solvent veya emülsiyon bazlı astarlardır. Likit haldeki bitüm esaslı malzemeler, normal sıcaklıkta akıcı kıvamda olan asfaltlardır.

- Asfalt solüsyonları
- Asfalt emüsyonları ve
- Kreozot olarak 3 ana grupta incelenebilirler.

3.2.1.1. Asfalt Solüsyonları

TS 103 standardına göre uygulanan malzeme grubudur. Bir bitümlü malzemenin seyreltilerek sıvı hale gelmesiyle elde edilirler. Özellikle astar olarak kullanılırlar. Soğuk olarak uygulanırlar. Astar beton, sıva, şap gaz beton, ahşap, metal yüzeyler, çimento yonga levhalar üzerine uygulanırlar. Ayrıca toprak altında kalan metal yüzeylerin korozyona karşı korunumu amacıyla da kullanılırlar. Böyle bir durumda 3 kat halinde en az 1kg/m³ malzeme uygulanmalıdır. Betonarme yüzeylerin sülfatlı zeminlerdeki korunumu içinse yine aynı miktardaki sarfiyat ile asfalt solüsyonu kullanılmalıdır [8].

3.2.1.2. Asfalt Emülsiyonları

TS 113 standardına göre uygulanan malzeme grubudur. Bir bitümlü malzemenin su içinde disperse edilmesiyle elde edilir. Kullanımı sırasında su ile seyreltilir ve soğuk olarak uygulanır. Beton ve gaz beton yüzeylerde astarlama amacıyla kullanılırlar. Metal yüzeylerde kullanılmazlar.

3.2.1.3. Kreozot

TS 104 standardına göre uygulanan malzeme grubudur. Metal ve ahşap yüzeylerin su yalıtımında, zift esaslı malzemeler kullanılması halinde astar olarak kreozot kullanılır. Kreozot solüsyon tipinde bir malzemedir. Kömürden elde edilen ham katranın 235 °C de kaynatılmasından elde edilir. Kahve-siyah renkli yakıcı kokulu bir sıvıdır.



Şekil 3.7. Bitüm esaslı sürme tip yalıtım uygulaması

3.2.2. Reaksiyon Esaslı Likit Malzemeler

Bu gruba polimer esaslı likit malzemeler girmektedir. Kimyasal ve fiziksel dayanımları yüksek olan malzeme grubudur. Bu tür malzemeler yüzeyde bir film tabakası oluşturarak, geçirimsizliği sağlama prensibine dayanarak çalışırlar.

- Akrilik esaslı malzemeler,
- Poliüretan esaslı malzemeler,
- Poliürea esaslı malzemeler ve
- Hibrit esaslı malzemeler olarak sınıflandırılmaktadırlar.

3.2.2.1. Akrilik Esaslı Malzemeler

Akrilik kopolimer esaslı malzemelerdir. Kopolimer akrilik dispersiyon esaslı bir karışımdır. Beton yüzeye sürülerek veya püskürtülerek uygulanırlar. Su ile seyreltilerek kullanılırlar. Birinci kat astar olmak üzere en az üç kat, gerektiğinde de taşıyıcı takviyesiyle uygulama yapılır. UV (ultra viole) ışınımına dayanıklı olan ve olmayan tipleri vardır. Islak hacimlerde, teraslarda vs. kullanılabilirler. Çok çatlaklı yüzeylerde taşıyıcı takviyesiyle uygulanması önerilir. Akrilik malzemeler kürünü tamamladıktan sonra daima elastik kalırlar.

3.2.2.2. Poliüretan Esaslı Malzemeler

Poliüretan karbamat bağlantıları ile birleştirilen organik üniteler zincirinden oluşan bir polimerdir. Beton yüzeye fırça, rulo ile sürülerek veya püskürtülerek uygulanan türleri mevcuttur. Kürlerini tamamladıktan sonra süreli olarak elastik kalırlar. Elastisite değerleri çok yüksektir. Çatlak köprüsü kurabilme özelliğine sahiptirler. Binalarda dıştan temel yalıtımında, beton ve tuğla yapılarda su taşıyan çatlakların yalıtımında, teras ve otopark detaylarında, çatı yalıtımlarında kullanılabilirler. Astar olarak solvent ve epoksi esaslı astarlar kullanılmaktadır. UV ışınlarına dayanıklı ve dayanıksız olan, tek veya çift bileşenli (bitüm-poliüretan gibi) tipleri vardır (Şekil 3.8, 3.9.).



Şekil 3.8. Çift komponentli (Bitüm-Poliüretan) yalıtım uygulaması – TOKİ Camii / İstanbul



Şekil 3.9. Poliüretan esaslı sürme yalıtım uygulaması – Nidapark-Kayaşehir / İstanbul

3.2.2.3. Poliürea Esaslı Malzemeler

Poliürea malzemelerin kürlenme süreleri çok kısa olduğundan dış etkilere karşı dayanım kazanırlar. Yüksek kopma ve yırtılma dayanımına sahiptirler. Elastisite değerleri

çok yüksektir. Betonarme teras çatıların yalıtımında, bitkilendirilmiş bahçe teraslarında sac metal kaplamalı çatı yüzeylerinde kullanılabilmektedirler (Şekil 3.10.).



Şekil 3.10. Poliüretan esaslı püskürtme yalıtım uygulaması – Karat 34 / İstanbul

3.2.2.4. Hibrit Esaslı Malzemeler

Hibrit malzemeler genelde nano veya moleküler bazda iki bileşenden oluşmuş kompozit malzemelerdir. Poliüretan-poliürea, poliüretan-akrilik, poliüretan-polieter, silan-poliüretan gibi hibritler yalıtım sektöründe kullanılmaktadır. 2mm çatlak köprüleme özellikli, solventsiz, siyanat içermeyen kısa sürede kürlenene hibrit malzemeler, yüksek elastisite değerine sahiptirler.

3.2.3. Çimento Esaslı Likit Malzemeler

En az bir bileşeni çimento içeren, yalıtım malzemeleridir. Tek bileşenli olan tiplerinde toz bileşen uygulamadan önce su ile karıştırılarak sürülebilir kıvama getirilir. Çift bileşenli tiplerinde ise toz bileşen ile birlikte ayrı kapta sunulan sıvı bileşen ile karıştırılır. Üretici tavsiyesine göre gerekiyorsa sıvı bileşen ile su da karıştırılır.

Başlıca kullanım alanları; bina içerisinde yer alan ısla hacimler, içme suyu ve kullanma suyu depoları, yüzme ve süs havuzları, betondan imal kanallar, dereler ve sığınaklardır.

Çimento esaslı malzemeler iki grupta incelenebilirler. Bunlar;

- Kristalize olan çimento esaslı malzemeler
- Kristalize olmayan çimento esaslı malzemelerdir.

3.2.3.1. Kristalize Olan Çimento Esaslı Malzemeler

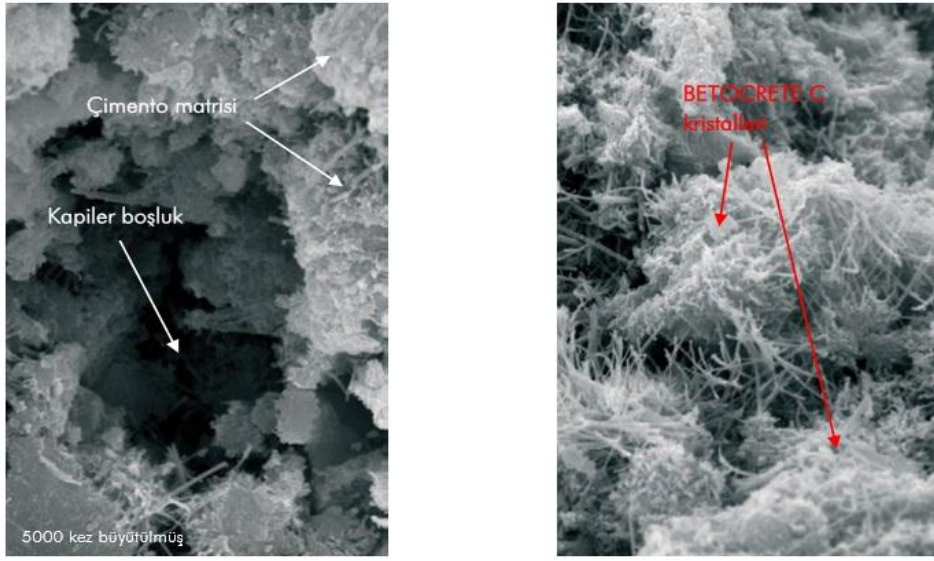
Bu malzemeler, beton içerisindeki kimyasallar ile reaksiyona girerek kristal üretirler. Bu kristaller beton içerisine nüfuz ederek beton içindeki kılcal çatlakları doldururlar, geçirimsizlik sağlarlar. Bununla birlikte yüzeyde esnek ve geçirimsiz bir katman oluşturarak ikinci bir yalıtım şansı sunarlar. Hem negatif hem de pozitif yönden uygulama özellikleri vardır.

3.2.3.2. Kristalize Olmayan Çimento Esaslı Malzemeler

Bu malzemeler, uygulandıkları beton, şap gibi yüzeylere kuvvetle yapışırlar. Çatlak köprüleme özelliğine sahiptirler. Sadece pozitif taraftan uygulanırlar. İçine karıştırılan akrilik oranına göre tam esnek veya yarı esnek olabilirler (URL-12,2018).

3.3. Katkılar

Genel olarak beton elemanların imalatı sırasında imalat kolaylığı sağlamak, betonun kalitesini artırmak, istenen özelliklerin verilmesini sağlamak ve su geçirimsizliği elde etmek amacıyla toz ya da sıvı halde bulunan yapı kimyasallarının katkı olarak kullanılması ile yapıya su girişini ve etkilerini azaltıcı uygulamalar bütünüdür (Şekil 3.11.) . Su-çimento oranını düşürerek beton içerisindeki kılcal boşlukları azaltan, beton içerisindeki kapiler boşlukların tıkayan vb. fonksiyonlara sahip beton katkıları ve derz malzemeleri bu gruba girer [8].



Şekil 3.11. Katkı malzemesinin kapiler boşlukları doldurması (URL-13,2018).

3.4. Tamamlayıcılar

Dış yüzeyden suyun betondaki genişleme veya inşaat derzlerine girmesini engellemek için polietilen veya hypalon su tutucu bantlar kullanılır. Suyu durdurma veya beton içerisinde gideceği yolu uzatma prensibi ile çalışırlar. Bununla birlikte beton içerisinde, özellikle soğuk derzlerde kullanılan bentonit esaslı şişen bantlar, dilatasyon derzlerinde kullanılan polisülfid esaslı mastikler ile polietilen fitiller, soğuk derz ve çatlaklarda kullanılan dolgu mastikleri, her türlü mekanik kilitlemeyi sağlayan baskı çıtaları, alkali dayanımlı fileler bu gruba giren ürünler olarak gösterilebilir (Şekil 3.12, 3.13.).



Şekil 3.12. Temel dilatasyonunda su tutucu bant kullanımı Nidapark Kayaşehir / İstanbul



Şekil 3.13. Kazık başı yalıtımında şişen bant kullanımı Nidapark Kayaşehir / İstanbul

3.5. Yalıtım Malzemelerinde Kalite Olgusunu Belirleyen Kavramlar

Çalışmanın ilk bölümünde de belirtildiği gibi etkin bir su yalıtımı uygulamasının gerçekleşmesi için üç temel kavram olan “Kalite-Maliyet-Zaman” olgularının bir araya gelmesinin zaruriyeti anlatılmıştı. Su yalıtımında kullanılan modern ve geleneksel malzemeler tanımlandıktan sonra, malzemelere ait bir takım mekanik, kimyasal ve fiziksel özellikler uygulamada kalite olgusunu oluşturan temel kavramlar olarak öne çıkmaktadır. Su yalıtım malzemelerinde kaliteyi yakalamak için gerekli olan kıstaslar şu şekilde sıralanabilmektedir:

- Permeabilite ve buhar difüzyonu
- Elastisite
- Yüzeye yapışma
- Mekanik dayanımlar
- Kimyasal dayanımlar

Bu bölümde anlatılan özellikler ışığında, örnek proje üzerinden, yalıtımı yapılacak her bir yapı elemanı için uygun malzemelerin maliyetleri belirlenerek sonuca varılmaya çalışılacaktır. Bunun için öncelikle bu kavramlar tanımlanmalı ve incelenmelidir.

3.5.1. Permeabilite ve Buhar Difüzyonu

Malzemenin, bir basınç farkı etkisiyle suyu bir taraftan öbür tarafa geçirme yeteneğine permeabilite (geçirgenlik) adı verilmektedir. Bu özellik, belirtilen koşullarda, birim alandan birim zamanda geçen su ifadesi ile tanımlanır ve permeabilite katsayısı ile

ifade edilir [12]. Su yalıtım malzemeleri, adından da anlaşılacağı üzere belirli bir amaç üzerine uygulanan malzemelerdir. Bu amaç sızdırmazlıktır. Dolayısıyla iyi bir yalıtım malzemesinin su geçirgenlik değeri sıfır ve sıfıra yakın olmak zorundadır. Su geçirimsizliği ve su buharı geçirgenliği sürekli birbirleriyle karıştırılan terimlerdir. Buhar difüzyonu ise bağıl nem miktarı yüksek hacimlerden, alçak hacimlere doğru oluşan moleköl transferinin genel adıdır. Su, likit haldeyken malzemeden geçmemeli, ancak gaz halindeyken malzemeden geçebilmelidir. İyi bir yalıtım malzemesi, su geçirimsiz ancak buhar geçirimli olmalıdır. Su geçirimliliğin tersine, buhar geçirimlilik değerlerinin sıfır veya sıfıra yakın olması durumunda gaz halinden sıvı hale geçen buhar molekülleri, kabarmalara ve malzemenin yüzeyden ayrılma durumlarına neden olabilmektedirler.

3.5.2. Elastisite

Daha önceki bölümlerde de değinildiği gibi su yalıtım malzemeleri yapıya üç şekilde uygulanmaktadır. Katkı grubu malzemeler dışında, yüzeysel olarak uygulanan serme ve sürme tipi malzemeler yapı elemanının yüzeyinde geçirimsiz bir tabaka oluşturma esasını amaç edinerek uygulanmaktadırlar. Yapının inşaa süresinin tamamlanıp kullanıma açılması ve çeşitli yüklere maruz kalmasıyla, yapıda milimetrik hareket ve yer değıştirmeler oluşmaya başlamaktadır. Bu tür davranışlar malzeme yüzeyinde oluşan yalıtım tabakasında kırılma ve çatlamalara neden olacağından su yalıtım sistemi işlevini yerine getiremez hale dönüşecektir.

İşte su yalıtım malzemelerinde istenmeyen bu durumu ortadan kaldırabilmek için malzemenin etkili bir elastisite kat sayısına sahip olmak gerekmektedir. Piyasada genel olarak malzemelerin esnek olması tercih edilirken, aslında önemli olan elastisitesidir. Esneklik ve elastisite birbirinden tamamiyle farklı kavramlardır. Esneklik malzemenin kopma dayanım sınırına kadar uzaması olarak tanımlanabilirken, elastisite ise malzemenin çekme kuvveti uygulandıktan sonra eski formuna ulaşabilme limitidir.

3.5.3. Yüzeye Yapışma

Başarılı bir su yalıtım sisteminin oluşmasının şartlarından biri de malzemenin uygulandığı yüzeyle birlikte hareket edebilme özelliğidir. Uygulama ile birlikte yapı elemanı yüzeyinde oluşan su geçirimsiz katmanın, yalıtımda uzun ömrü sağlayabilmesinin ön koşulu malzeme- yapı elemanı birlikteliğinin süresiyle doğru orantılıdır.

Serme tip yalıtım malzemelerinde, sürme tip yalıtım malzemelerine kıyasla yüzeye yapışma özelliği daha düşüktür. Bunun genel sebebi sıvı haldeki bir malzemenin katı haldeki bir malzemeye kıyasla adezyon özelliklerinin daha fazla olmasıdır. Serme tip malzemeler yüzeye şalümo, robot kaynak makinası veya yardımcı keçeler vasıtasıyla monte edilirken, sürme tip malzemeler ise solventli, epoksi reçine esaslı gibi yardımcı astar uygulamalarıyla yüzey üzerindeki boşluk ve pürüzlere daha iyi yapışabilmektedirler.

3.5.4. Mekanik Dayanımlar

Daha öncede belirtildiği gibi etkin bir yalıtım uygulaması için malzemelerin bir takım mekanik özellikleri belirleyici olmaktadır. Su yalıtım malzemelerinde önemli olan özellikleri sıralayacak olursak, bunlar;

- Çekme dayanımı
- Basınç dayanımı
- Darbe dayanımı

Çekme dayanımı en basit tabirle bir malzemeye uygulanan çekme kuvvetinin ulaşabileceği son değerdir. Yapı yüzeylerine uygulanan yalıtım malzemelerinde çekme kuvveti sınır noktasının yüksekliği malzemenin kalitesini artırır. Birim olarak, N/ mm² ile ölçülen bu değerler malzeme tercihinde belirleyici bir kavram olarak göz önünde bulundurulmalıdır.

Su yalıtım malzemelerinde basınç dayanımı ise suyun malzeme üzerinde uyguladığı basıncı ifade etmektedir. Pozitif ve negatif yönden basınç dayanımı olmak üzere iki farklı değeri bulunmaktadır. Bar birimi ile ifade edilmektedirler.

Yalıtım malzemelerinde özellikle sürme tip malzemelerde darbe dayanımları oldukça düşüktür. Bu nedenle mümkün derecede darbeye karşı koruma sağlanmalıdır. Bu tip malzeme uygulamalarında yalıtım katmanı, extrude polistren (XPS) veya expanded polistren (EPS) gibi ısı yalıtım tabakası ve keçelerle korunmaktadırlar. Serme tip malzemelerde ise malzemenin formundan dolayı kararlılık seviyesi yüksek ve darbeye biraz daha fazla dayanımlıdırlar. Bu nedenle özellikle temel yalıtımlarında serme tip malzemeler tercih edilmektedir.

3.5.5. Kimyasal Dayanımlar

Yalıtım amacıyla kullanılan her malzeme, aynı zamanda bir kimyasal malzemedir. Dolayısıyla malzemenin uygulandığı yüzey ve ortamdan, maruz kalacağı kimyasal etkilere

kadar birçok barem değeriendirilmeli uygun seçenek belirlenmelidir. Örneğin temel yalıtımında uygulamadan önce yeraltı suyundan örnek alınarak laboratuvar ortamında tahlil edilerek, içinde bulunan kimyasalların düşünölen malzeme ile etkileşimleri tespit edilmelidir. Yer altı sularının pH değeri, sülfür oranları vb. gibi değeri malzeme seçiminde ihmal edilmemesi gereken durumlardır.



4. ÖRNEK PROJELER VE MALİYET DEĞERLENDİRMELERİ

4.1. Maliyet Değerlendirmesi

Yalıtım malzemeleri sektöründeki çeşitlilik ve uygulama farklılıkları, yapılarında su-nem izolasyonu imalatı gerçekleştirecek işveren ve proje müelliflerine geniş bir seçenek ağı sunmaktadır. Günümüz sektörüne yön veren en önemli kavramın maliyet olduğu düşünüldüğünde firmaların en önemli amacının minimum maliyet, maksimum konfor olduğu su götürmez bir gerçektir. Projelerde görev alan, bütçe planlama ekiplerinin ilke edindiği bu amaç ile firmalar, minimum maliyet ile imalatlarını tamamlamak istemektedirler. Yeni yönetmelik öncesinde planlarını ve programlarını mevcut standartlar üzerinden değerlendiren bütçe uzmanları, artık yönetmelik rehberliğinde çalışmalarını şekillendireceklerdir.

4.1.1. Yalıtım Uygulamalarında Maliyetleri Etkileyen Faktörler

Su yalıtımı uygulamalarında her malzemenin birbirinden farklı uygulama yöntem ve gereksinimleri bulunmaktadır. Kullanılacak malzemenin sarfiyatından, gereksinim duyulan işçiliğe, uygulama sonrası koruma gerekliliğinden, tamamlayıcı ürünlere kadar birçok barem uygulama maliyetini etkileyen hususlardır.

Örneğin bitüm esaslı serme tip yalıtım malzemeleri şalümo yardımıyla ısı gereksinimine ihtiyaç duyarak iki ya da üç katlı olarak uygulanabilirken, sentetik esaslı malzemelerden olan PVC grubu ürünler robot kaynak makinası gibi aletlerle uygulanabilmektedir. Sürme olarak uygulanan likit malzemelerde ise ekipman olarak mikser, püskürtme makinaları ve rulolar kullanılmaktadır. Farklılıklar işçilik maliyetlerinde de bulunmaktadır. Bentonit şilteler ile temel yalıtımlarında bir günlük çalışma saatleri içinde çok büyük metrajlar yapılabiliyor iken, bu oran bitüm esaslı malzeme uygulamalarında çok daha düşüktür.

Genel olarak yalıtım uygulamalarında maliyeti etkileyen kavramları şu şekilde sıralayabilmek mümkündür:

- Malzeme maliyetleri
- Uygulama sarfiyatları
- İşçilik maliyetleri

- Tamamlayıcı uygulamalar
- Kullanılan ekipman maliyetleri ile
- Temin maliyetleri ve termin süreleridir.

4.1.1.1. Malzeme Maliyetleri

Yalıtım malzemeleri tanımlanırken anlatıldığı üzere her malzeme, her biri birbirinden farklı kimyasal bileşimlerden ve farklı üretim yöntemleri kullanılarak imal edilmektedirler. Dolayısıyla her malzemenin birim fiyatı kendine özgüdür ve diğer malzemelere ve kalınlıklarına nazaran değişkenlik gösterirler. Örneğin sektörde bitüm membran olarak adlandırılan malzemeler bitüm ve türevlerinden imal edilirken, bentonit şilteler kilin farklı bir formu olan bentonit kumundan imal edilmektedirler.

4.1.1.2. Uygulama Sarfiyatları

Maliyetleri etkileyen bir diğer faktör olan uygulama sarfiyatları da yine malzemeden malzemeye değişkenlik göstermektedirler. Sürme yalıtım malzemeleri ortalama olarak 2,00 – 4,00 kg / m² aralığındaki sarfiyatla uygulanırken, yapısal su yalıtım malzemelerinde ise 3,00 – 3,50 kg / m² olabilmektedir. Örtü tip malzemelerde sarfiyat ise malzemenin kaç kat uygulanacağına ve bini paylarına bağlıdır.

4.1.1.3. İşçilik Maliyetleri

Yüklenici ve proje müelliflerinin en çok dikkat ettikleri ve üzerinde durdukları konulardan biri zamandır. Her sorumlu yönetimi altındaki imalatın erken ve hızlı bir biçimde tamamlanmasını arzu etmektedir. Özellikle su izolasyonu konularında yalıtımın tamamlanarak donatı ızgaralarının imalatına geçilmesi istenmektedir. Birbirinden farklı tip malzeme uygulamalarında aynı miktardaki iş gücünün gerçekleştirdiği metrajlar farklılık oluşturmaktadır. Örneğin bentonit şilteler, ortalama olarak 40,00 m x 2,50 m ebatlarında rulo halinde pazara sunulduklarında ağırlıkları yaklaşık 660 kg kadar olacağından tek bir işçi ile işlenmesi ve uygulanması mümkün olmamaktadır. Ancak bitüm esaslı örtülerde işlem yapılabilmesi için minimum 2 işçi bu iş için yeterli olacaktır.

4.1.1.4. Tamamlayıcı Uygulamalar

Yalıtım malzemelerinin tek başına uygulanması, yalıtımın tamamlanmış olduğu manasına gelmemektedir. Su yalıtımı uygulamaları genel olarak bir sistemi ifade

etmektedirler. Örneğin toprak altı betonarme perde izolasyonlarında uygulanan yalıtım malzemesi tek başına çözüm için yeterli değildir. Isı farklılıklarından kaynaklanabilecek yoğuşmayı engellemek amacıyla XPS-EPS gibi ısı yalıtım levhaları ve geri dolgu esnasında koruma amacıyla kullanılan HDPE esaslı drenaj levhaları ile sistem tamamlanmış olmaktadır.

Ya da sentetik örtü uygulamalarından biri olan PVC esaslı membran uygulamalarında armatür olarak kullanılan geotekstil keçeler sistem gereksinimi olarak ön plana çıkmaktadır. Dolayısıyla yalıtım bütçeleri oluşturulurken, hangi sistem tercih edilirse edilsin, tamamlayıcı sistem uygulamaları göz ardı edilmemelidir.

4.1.1.5. Kullanılacak Ekipman Maliyetleri

Yalıtım bütçesi oluşturulurken göz önünde bulundurulması gereken bir diğer maliyetler sınıfı da uygulama esnasında kullanılacak ekipmanlardır. Ağır malzemelerin taşınacağı vinç veya iş makinası giderlerinden, malzeme karışımlarının hazırlanacağı karıştırıcılara, yüzey hazırlıkları esnasında kullanılan aletlerden, profesyonel makinalara kadar birçok gider baremi ihmal edilmemelidir.

4.1.1.6. Temin Maliyetleri ve Termin Süreleri

Temin maliyeti, bir yalıtım malzemesinin satın alınmasından uygulama alanına gelişine kadar gerçekleşen maliyetlerin bütünüdür. Her türlü nakliye veya yatay-düşey taşımalar ile malzemenin şantiye alanı içinde yer değiştirmesi için gerçekleşen her türlü maliyetleri kapsamaktadır. Termin süresi ise siparişi verilen bir malzemenin şantiyeye teslim edileceği zamana kadar geçen sürenin tamamıdır. Saha alanında tüm yapı imalatlarının birbiri ile bağlantılı olarak yapılacağı düşünüldüğünde, termin süresinde gecikme olan malzemelerin iş programında aksama ve gereksiz iş gücü kaybı oluşturacağı bilinen bir gerçektir. Yine yurt içi veya yurt dışından özellikle döviz ile temin dilecek malzemelerde termin süresi kur dalgalanmaları sebebiyle maliyet hesaplamalarında değişikliklere neden olacaktır.

4.2. TEM Avrasya Projesi Örnek Maliyet Değerlendirmesi

Önceki bölümlerde su yalıtımı kavramının yeniden tanımlanması, yalıtım malzemelerinin açıklanması ve yeni su yalıtımı yönetmeliği kavramlarının

açıklanmasından sonra bu bölümde örnek proje üzerinden yeni yönetmeliğe uygun yatırımların maliyetleri hazırlanacaktır.

Birinci örnek proje olarak, Fuzul İnşaat ve Pazarlama A.Ş. ile TOKİ ortaklığına dayalı TEM Avrasya konutları belirlenmiştir.

4.2.1 Proje Bilgileri

18.621 m² arsa alanına, 105.000 m² inşaat alanına sahip, her biri 18 kattan 6 blokta toplam 612 konut, dükkan, kapalı otopark, yüzme havuzları, su depoları, hamam, sauna ve fitness salonlarının yer aldığı proje, İstanbul ili Gaziosmanpaşa ilçesi sınırları içinde TEM otoyolu yanında yer almaktadır. Proje ile ilgili görsel modelleme programları ile hazırlanmış model ve maketi Şekil 4.1. ve 4.2.'de verilmiştir.



Şekil 4.1. TEM Avrasya Konutları maket modeli



Şekil 4.2. TEM Avrasya Konutları görsel tasarım modeli

4.2.2 TEM Avrasya Toprak Seviyesi Altı Su Yalıtım Maliyetleri

TEM Avrasya projesi incelendiğinde toprak altı su yalıtım uygulamalarının, drenaj ve alt yapı çalışmaları dışında 4 ana başlıkta tamamlanacağı görülmektedir. Bunlar;

- Temel altı su yalıtımları,
- Betonarme perde duvarlar,
- Toprakaltı dilatasyon derzleri ve
- Soğuk derzlerdir.

Proje teknik ofisinden, temin edilen mimari ve statik projeler ışığında çıkarılan metrajlara göre yaklaşık keşif miktarı Tablo 4.1.'de verilmiştir. Ancak uygulama esnasında oluşabilecek diğer tamamlayıcı imalatlar bu tablonun dışında bırakılmış, bu uygulamalara yönelik durumlar kendi alt başlıklarında özel olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 4.1. TEM Avrasya projesi toprak altı izolasyon yaklaşık metrajları

TOPRAK SEVİYESİ ALTI SU İZOLASYONU İŞLERİ YAKLAŞIK METRAJ TABLOSU			
İMALAT NO	İŞİN TANIMI	BİRİM	Keşif Metrajı
İZO.01	Temel altı su izolasyonu yapılması	m ²	14733.00
İZO.02	Betonarme toprak perdelerinde su yalıtımı yapılması	m ²	3801.01
İZO.03	Toprak altı dilatasyon derzlerinde su yalıtımı yapılması	mtül	72.00
İZO.04	Soğuk derzlerde su yalıtımı uygulaması	mtül	784.00

4.2.2.1. TEM Avrasya Projesi Temellerde Su Yalıtımı Maliyetleri

Yürürlüğe girecek olan yönetmelikten önce her izolasyon uygulamasında olduğu gibi izolasyon çalışmalarının başlayacağı yapı elemanı olan temellerde de yalıtım uygulamaları malzeme ve uygulama standartları ışığında gerçekleştirilmekteydi. Bu durum, malzeme seçiminden uygulamaya kadar çok fazla çeşitlilik arz etmekteydi. Ancak yeni yönetmelikle temellerde su yalıtımı belirli bazı kurallara dayandırılmaktadır.

Örneğin; daha önce temel yalıtımlarında hangi tip malzeme kullanılacağı net olarak belirtilmemişken, yeni yönetmeliğin 9. Maddesinin 4. Bendinde;

Yapı yüksekliği 51,50 metreyi aşan veya kapalı kullanma alanı 10.000 m²'den fazla olan bodrumlu binalarda, her koşulda basınçlı su etkisine karşı su yalıtımı yapılır [13] ibaresi bulunmaktadır. Yine 11. Maddenin 3.bendinde özellikle toprak altı yatay izolasyon uygulamalarında geçerli şöyle bir ibare bulunmaktadır:

Basınçlı su etkisine maruz yatay yüzeylerde, yüzeysel yalıtım sisteminin örtü tipi malzemeler ile oluşturulması esastır [15]. Örnek proje üzerinden değerlendirilecek olursa, üst kotu toprak seviyesi kotundan 61,50 m yüksekliğinde bulunan TEM Avrasya projesi temel yüzeyi için, geçerlilik sağlayabilecek tek malzeme grubu; örtü tipi (serme tip) yalıtım malzemeleridir.

Ancak bu bir diğer ürün grubu olan yapısal yalıtım malzemelerinin kullanılmasına engel teşkil oluşturmamaktadır. Burada anlatılmak istenen şey, yapısal yalıtım malzemelerinin tek başına yeterli olmayacağıdır. Maliyet değerlendirmesinin sektörde bu kadar önem teşkil ettiği gerçeğinden yola çıkarak aynı anda iki tür uygulamayı yapmanın proje müellifleri tarafından cazip bulunmadığı bilinmektedir. Dolayısıyla örnek projede temel yalıtım maliyeti hesaplanırken, tek bir malzeme grubu ile yapılacak izolasyon uygulamasında zorunlu olarak örtü tip malzeme kullanılması gereklidir. Buna bağlı olarak, yeni yönetmeliğe göre TEM Avrasya projesinde kullanılabilecek malzemeler listesi şu şekilde oluşmaktadır:

- Bitüm esaslı serme tip malzemeler,
- Sentetik esaslı serme tip malzemeler ve
- Bentonit şiltelerdir.

TEM Avrasya projesi temel yalıtımı için, kullanılabilecek malzemeler belirlendikten sonra etkin bir maliyet değerlendirmesinin yapılabilmesi için, öncelikle sektördeki işveren ve proje müelliflerinin başvuru kaynağı olan ve her sene yayınlanarak belirli dönemlerde

güncellenen, Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca tarif edilen pozların birim fiyatları ve tarifleri incelenmelidir.

Örnek proje temeli için seçilen malzeme gruplarına ait birim fiyat analizlerinin en güncel hali 2018 yılında yayınlanmıştır. Yayınlanan birim fiyatlar kontrol edildiğinde firma karı ve genel giderler toplamının % 25 olarak kabul edildiği görülmüştür. Yine aynı listede bentonit şilte haricinde her tip örtü yalıtım uygulamasının bulunduğu görülmüştür. Maliyet değerlendirmesinin tamamlanabilmesi için Akor İzolasyon Malz. Yal. İnş. Taah. Ltd. Şti firmasından analizli, % 25 kar ve genel gider oranlı bentonit esaslı şilte uygulama teklifi alınmıştır (Tablo 4.2.).

Tablo 4.2. TEM Avrasya projesi bentonit şilte ile temel yalıtımı teklifi

BENTONİT ŞİLTE İLE TEMEL ALTI SU YALITIMI TEKLİFİ ANALİZİ					
NO	MALZEME CİNSİ	BİRİMİ	SARFIYAT	B. FİYATI	TUTARI
1	Voltex DS Sodyum Bentonit Geomembran	m ²	1.15	18.20	20.93
2	Tabanca Çivisi	AD / m ²	2	0.32	0.64
3	İŞÇİLİK	Ad.	1	6.00	6.00
4	GENEL GİDER-FİRMA KARI (%25)	Ad.	1	6.89	6.89
T O P L A M					34.46

Bentonit şilte uygulaması için alınan birim fiyat teklifinden sonra temelde yapılabilecek uygulama fiyatları tablosu oluşturulmuştur. Bitüm esaslı örtü tip malzeme dışında kalan diğer sentetik uygulamalar hakkaniyetli karşılaştırma adına 2 mm kalınlığında olacak şekilde seçilmiştir. Bitüm esaslı uygulamada ise en alt grup uygulama kalınlığı 3 mm olduğundan ve örnek projenin bulunduğu iklim bölgesi dikkate alınarak -10 °C bükülmeli malzeme seçilmiştir. Bu bilgiler ışığında oluşan maliyetler Tablo 4.3.'de verilmiştir.

Tablo 4.3. Temel yalıtımında malzeme türüne göre maliyet karşılaştırma tablosu

MALZEME TİPLERİ			2018 Yılı Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Birim Fiyat Pozu ve Açıklaması		Maliyet Ücreti (TL / m²)
Serme Tip Su Yalıtımı Malzemeleri	Bitüm Esaslı Serme Tip Malzemeler		Y.18.461/002	3 mm kalınlıkta plastomer esaslı (-10 soğukta bükülmeli) cam tülü taşıyıcılı ve 3 mm kalınlıkta plastomer esaslı (-10 soğukta bükülmeli) polyester keçe taşıyıcılı polimer bitümlü örtüler ile iki kat su yalıtımı yapılması	30.98
	Sentetik Esaslı Serme Tip Malzemeler	PVC	Y.18.461/051B	2 mm kalınlıkta, PVC esaslı, (düz tip yada sinyal tabakalı) jeomembran ile su yalıtımı yapılması	29.18
		HDPE	Y.18.461/053B	2 mm kalınlıkta, HDPE esaslı, (düz tip yada sinyal tabakalı) jeomembran ile su yalıtımı yapılması	25.16
		EPDM	Y.18.461/057B	2 mm kalınlıkta, EPDM esaslı, (düz tip yada sinyal tabakalı) jeomembran ile su yalıtımı yapılması	52.66
		TPO	Y.18.461/059B	2 mm kalınlıkta, TPO esaslı, (UV dayanımlı, donatılı) jeomembran ile su yalıtımı yapılması	38.36
	Bentonit Şilteler		-	-	34.46

Temel yalıtımında kullanılacak malzemelerin uygulamasıyla ilgili esas maliyetler belirlendikten sonra her bir uygulama için tamamlayıcı imalatların maliyetleri irdelenmelidir. Tablo 4.4. ve Tablo 4.5. incelendiğinde bentonit şilteler hariç tüm malzeme gruplarında koruma betonu ve koruma betonu ile yalıtım malzemesi arasında ayırıcı tabaka olarak geotekstil keçe kullanım zorunluluğu olduğu görülmektedir. Koruyucu beton kalınlığı 10 cm olarak C20-25 basınç dayanımlı, geotekstil keçe yoğunluğu ise 250 gr / m² olarak belirlenmiştir. Tablolar incelendiğinde yeni bir ürün olan bentonit şiltelerde koruyucu tabaka olarak keçe kullanılmadığı görülmektedir. Bunun asıl nedeni, malzeme yüzeyinde keçenin hali hazırda bulunması ve dökülecek temel betonuna sorunsuz olarak yapışabilmesidir. Bentonit şiltelerde koruma betonuna gereksinim duyulmamaktadır.

Tablo 4.4. Temel yalıtımında koruma betonu gereksiniminli maliyet karşılaştırma tablosu

MALZEME TİPLERİ		Tamamlayıcı İmalat Olarak Koruma Betonu Poz Numarası ve Tarifi		Maliyet Ücreti (TL / m ²)
Serme Tip Su Yalıtım Malzemeler	Bitüm Esaslı Serme Tip Malzemeler		Y.16.050/14 Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 20/25 basınç dayanım sınıfında, gri renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil) (10 cm kalınlık)	17.97
	Sentetik Esaslı Serme Tip Malzemeler	PVC		
		HDPE		
		EPDM		
		TPO		
	Bentonit Şilteler		-	-

Tablo 4.5. Temel yalıtımında taşıyıcı keçe gereksiniminli maliyet karşılaştırma tablosu

MALZEME TİPLERİ		Uygulamaya Bağlı Tamamlayıcı İmalatlar Poz Numarası ve Tarifi		Maliyet Ücreti (TL / m ²)
Serme Tip Su Yalıtımı Malzemeler	Bitüm Esaslı Serme Tip Malzemeler	Y.18.461/042	250 gr/m ² ağırlıkta geotekstil keçe serilmesi	3.45
	Sentetik Esaslı Serme Tip Malzemeler	PVC	250 gr/m ² ağırlıkta geotekstil keçe serilmesi (2 kat olarak)	6.90
		HDPE		
		EPDM		
		TPO		
	Bentonit Şilteler	-	-	-

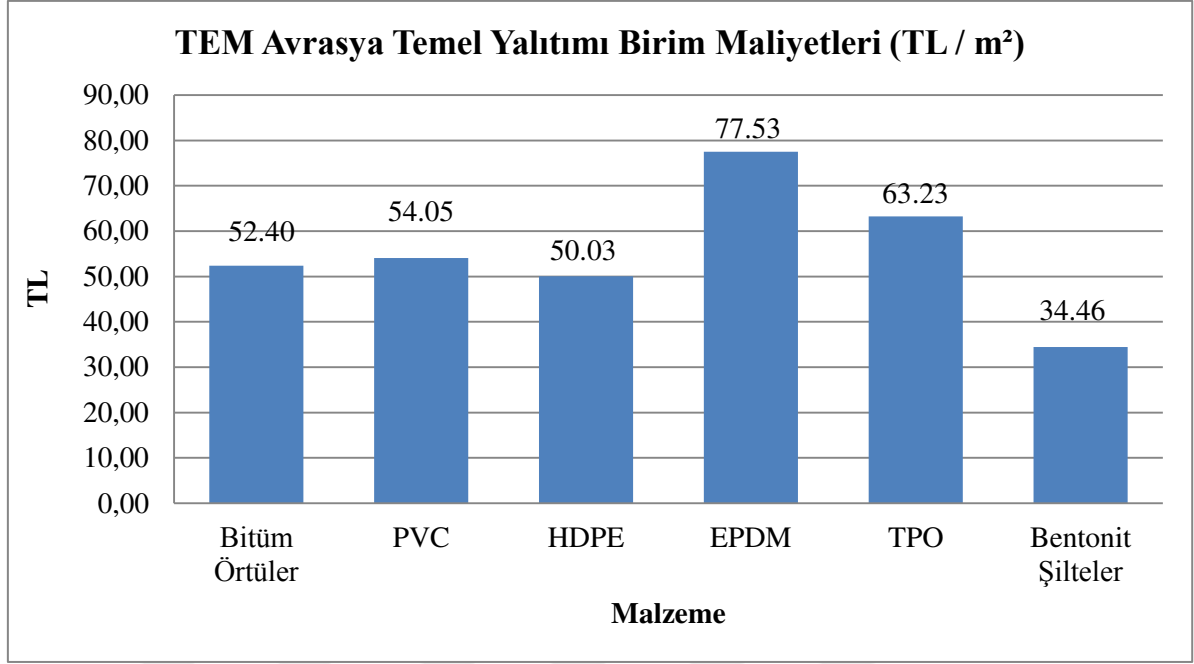
Yukarıdaki tabloda sentetik esaslı malzemelerde, geotekstil keçenin iki kat olarak uygulandığı görülmektedir. Bunun sebebi üzerinde keçe lamine edilmemiş bu ürün gruplarında ilk kullanılan keçe tabakasının armatür amaçlı, ikinci uygulamanın ise koruyucu olarak uygulanmasıdır. Bitüm esaslı malzemeler ise önceden de belirtildiği gibi cam tülü veya keçe taşıyıcılı olarak üretilmektedirler.

Örnek proje için kullanılacak malzeme ve maliyetleri belirlendikten sonra çıkarılan yaklaşık temel metraj keşfine göre uygulanabilecek uygulama yöntemlerinin toplam maliyetleri belirlenebilecektir. Aşağıda sunulan Tablo 4.6.'da malzeme tipine göre uygulama maliyetleri verilmiştir.

Tablo 4.6. TEM Avrasya temel yalıtım maliyet tablosu

MALZEME TİPLERİ			Örnek Proje Yaklaşık Temel Metraji (m ²)	Malzeme Uygulama Birim Fiyatları (TL / m ²)	Tamamlayıcı Uygulama Birim Fiyatları (TL / m ²)	Maliyet Ücreti Toplamı (TL / m ²)	Maliyet Ücreti Toplamı (TL / m ²)
Serme Tip Su Yalıtımı Malzemeler	Bitüm Esaslı Serme Tip Malzemeler		14733.00	30.98	21.42	52.40	772009.20
	Sentetik Esaslı Serme Tip Malzemeler	PVC		29.18	24.87	54.05	796318.65
		HDPE		25.16	24.87	50.03	737091.99
		EPDM		52.66	24.87	77.53	1142249.49
		TPO		38.36	24.87	63.23	931567.59
	Bentonit Şilteler			34.46	-	34.46	507699.18

Yukarıdaki tablodan elde edilen veriler incelendiğinde yeni su yalıtımı yönetmeliğine uygun uygulama maliyetleri grafiği Şekil 4.3.'de verilmiştir. Grafiğe göre en uygun temel altı yalıtım uygulaması bentonit esaslı şilteler olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.3. TEM Avrasya temel yalıtımı birim maliyetler grafiği

4.2.2.2. TEM Avrasya Toprakaltı B.A. Perdelerde Su Yalıtımı Maliyetleri

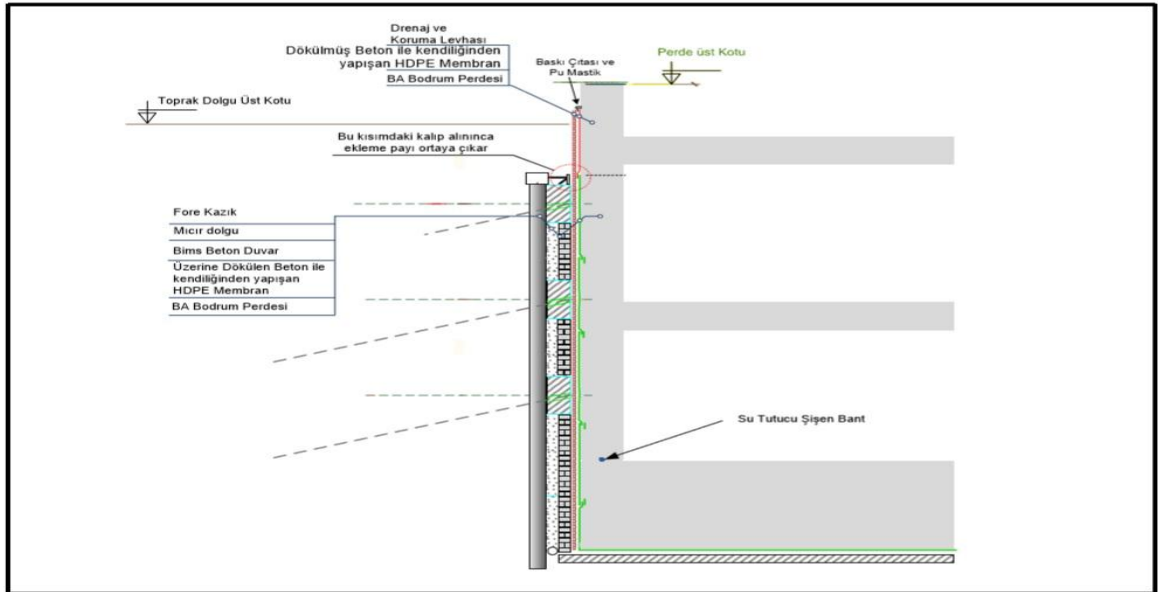
Toprakaltı betonarme perdeler, temeller ile birlikte yer altı sularının etkisine, özellikle de suyun hidrostatik basınç etkisine maruz kalan yapı elemanlarıdır. Su yalıtımı yapılmayan bu elemanların binanın yaşanır hale gelmesinden sonra başlayan süreçte su problemleri yaşayacağı kaçınılmaz bir gerçektir.

TEM Avrasya projesinde perde yalıtımları, yayınlanan yönetmelik ışığında incelendiğinde tıpkı temellerde olduğu gibi, 9.maddenin 4.bendine göre basınçlı su etkisine maruz kalacağı düşünülerek yapılmalıdır. Daha önce de belirtildiği gibi yalıtım malzemeleri, yapısal ve yüzeysel uygulama olarak iki grupta incelenirler. Her türlü beton harç ve katkı madde uygulamaları yapısal yöntemler içinde yer alıp, örnek proje için tek başına basınçlı su etkisine karşı bir önlem olarak yeterli olmamaktadırlar. Yeni yönetmeliğin 11.maddesinin 7.bendinin a metninde yer alan “*Maruz kalacakları hidrostatik basınçta su geçirimsizlik özelliğini muhafaza edebilmelidir.*” [13] ibaresi imalat tamamlandıktan sonra ispat edilebilecek bir durum değildir.

Yapısal malzemeler, beton içindeki kapiler boşlukları doldurma prensibiyle çalışan malzemelerdir. Her ne kadar kullanılabilecek yapısal malzemeler üretici firmalar tarafından laboratuvar ortamlarında çeşitli geçirimsizlik, kapilerite vb. deneylere tabi tutulup belirli standart değerlerine ulaşabilse de büyük oturma alanına, ciddi kütleli ağırlıklara sahip projelerde su etkisi için istenen korumayı çoğu zaman

gerçekleştirememektedirler. Dolayısıyla örnek proje için yapısal yalıtımlar tek başına önleyici bir uygulama değil, yardımcı bir uygulama olarak kullanılabilir. Bu nedenle örnek proje için tek başına yeterli olabilecek yüzeysel yalıtım yöntemleri incelenecek ve maliyet değerlendirmeleri yapılacaktır.

Bununla birlikte yönetmelikte belirtilmeyen bazı kıstaslar mevcuttur. Örneğin bentonit şilteler, yalıtım amacıyla sadece temellerde ve tek yüz kalıp perde uygulamalarında kullanılabilirler. Bunun en önemli sebebi, malzemenin çalışma prensibidir. Malzeme içinde bulunan kil, havadaki ve ortamdaki nemi ve suyu bünyesine çekerek şişmeye ve malzemenin hacmini arttırmaya başlar. Basınç altında şişemeyen bentonitler jelleşerek, su geçirimsiz bir tabaka oluştururlar. Burada dikkat edilmesi gereken husus, su geçirimsiz jel tabakayı oluşturan etkenin basınç olmasıdır. Yüksek basınca maruz kalan temel ve Şekil 4.4.'te verilen tek yüz kalıp perde uygulamalarında malzeme yalıtım sağlarken, her noktada aynı basıncın sağlanamayacağı perde ve diğer yalıtım uygulamalarında malzeme çalışmasını tamamlayamamış olacaktır.



Şekil 4.4. Tek yüz kalıp betonarme perdelerde su yalıtımı detayı

Perdelerde yalıtım amacıyla kullanılmayan bir diğer ürün grupları da poliüretan, poliürea ve hibrit uygulamalardır. Modern yalıtım teknolojilerinden olan bu üç uygulamada da imalatın yapılabilmesi için uygulama yüzeyine bir takım işlemler yapılması gerekmektedir. Makina ile beton siliminin yapılarak pürüzsüz bir yüzeyin elde edilmesinin gerekliliği, kullanılan astar sonrası kumlama ve zımparalama gibi işlemlerin düşey

yüzeylerdeki zorluğu ve maliyeti arttıran kavramlar olması nedeniyle perde yalıtımında tercih edilmemektedirler. TEM Avrasya projesi toprak altı betonarme perdelerinde kullanılabilecek yalıtım malzemeleri ve bu uygulamaların Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na ait birim fiyat havuzunda bulunma durumları Tablo 4.7.'de verilmiştir.

Tablo 4.7. B.A. perde yalıtımlarında kullanılabilen malzemeler ve birim fiyat durumları

MALZEME TİPLERİ			Uygulanabilirlik durumu	Çevre ve şehircilik bakanlığı birim fiyat durumu
Serme Tip Su Yalıtımı Malzemeleri	Bitüm Esaslı Serme Tip Malzemeler		✓	✓
	Sentetik Esaslı Serme Tip Malzemeler	PVC	✓	✓
		HDPE	✓	✓
		EPDM	✓	✓
		TPO	✓	✓
	Bentonit Şilteler		x	x
Sürme Tip Su Yalıtımı Malzemeleri	Bitüm Esaslı Sürme Tip Malzemeler	Asfalt Solüsyonları	✓	x
		Asfalt Emülsiyonları	✓	x
		Kreozot	x	x
	Reaksiyon Esaslı Sürme Tip Malzemeler	Akrilik Esaslı Malzemeler	✓	✓
		Poliüretan Esaslı Malzemeler	x	x
		Poliürea Esaslı Malzemeler	x	x
		Hibrit Esaslı Malzemeler	x	x
		Çimento Esaslı Malzemeler	✓	✓

Tablo 4.7.'den anlaşılacağı üzere Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na ait birim fiyatlar listesinde birçok uygulamanın birim fiyat analiz ve tarifi bulunmamaktadır. Etkin bir maliyet değerlendirmesinin yapılabilmesi için öncelikle listede olmayan uygulamaların maliyetlerinin hazırlanması gerekmektedir.

Öncelikle asfalt emülsiyonlu sürme tip malzeme örneği olarak Emülzer Emilkote marka ürün ile uygulama teklifi Akor İzolasyon Malz. Yal. İnş. Taah.Ltd.Şti'den istenmiştir (Tablo 4.8.).

Tablo 4.8. B.A. perde yalıtımlarında asfalt emülsiyonlu sürme tip uygulama teklifi.

B.A. PERDELERDE SU YALITIMI YAPILMASI (EMÜLZER EMİLKOTE)				
KULLANILACAK MALZEME	Birim	Sarfiyat	Birim fiyat TL	m ² maliyeti (TL)
EMACO S 88 C	Kg / m ²	1.50	0.95	1.43
EMÜLZER EMİLKOTE	Kg / m ²	1.00	7.78	7.78
İŞÇİLİK	m ²	1.00	12.00	12.00
GENEL GİDER - FİRMA KARI (%25)	m ²	1.00	5.18	5.18
TOPLAM				26.39 TL

Yine asfalt solüsyonlu sürme tip malzeme örneği olarak Emülzer CSP marka ürün ile aynı firmadan bir başka teklif daha istenmiştir (Tablo 4.9.).

Tablo 4.9. B.A. Perde yalıtımlarında asfalt solüsyonlu sürme tip uygulama teklifi.

B.A. PERDELERDE SU YALITIMI YAPILMASI (EMÜLZER CSP)				
KULLANILACAK MALZEME	Birim	Sarfiyat	Birim fiyat TL	m ² maliyeti (TL)
EMACO S 88 C	Kg / m ²	1.50	0.95	1.43
EMÜLZER CSP	Kg / m ²	1.00	14.67	14.67
İŞÇİLİK	m ²	1.00	12.00	12.00
GENEL GİDER – FİRMA KARI (%25)	m ²	1.00	7.03	7.03
TOPLAM				35.13 TL

Tablo 4.7.'de birim fiyatları olmayan yöntemler hakkında fiyatlar belirlendikten sonra B.A. perdelerde malzeme türüne göre maliyet karşılaştırma tablosu şu şekilde oluşmuştur (Tablo 4.10.) :

Tablo 4.10. B.A. perde yalıtımlarında malzeme türüne göre maliyetler

MALZEME TİPLERİ			2018 Yılı Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Birim Fiyat Pozu ve Açıklaması		Maliyet Ücreti (TL / m²)
Serme Tip Su Yalıtımı Malzemeleri	Bitüm Esaslı Serme Tip Malzemeler		Y.18.461/002	3 mm kalınlıkta plastomer esaslı (-10 soğukta bükülmeli) cam tülü taşıyıcılı ve 3 mm kalınlıkta plastomer esaslı (-10 soğukta bükülmeli) polyester keçe taşıyıcılı polimer bitümlü örtüler ile iki kat su yalıtımı yapılması	30.98
	Sentetik Esaslı Serme Tip Malzemeler	PVC	Y.18.461/051A	1,5 mm kalınlıkta, PVC esaslı, (düz tip yada sinyal tabakalı) jeomembran ile su yalıtımı yapılması	24.05
		HDPE	Y.18.461/053A	1,5 mm kalınlıkta, HDPE esaslı, (düz tip yada sinyal tabakalı) jeomembran ile su yalıtımı yapılması	23.04
		EPDM	Y.18.461/057A	1,5 mm kalınlıkta, EPDM esaslı, (düz tip yada sinyal tabakalı) jeomembran ile su yalıtımı yapılması	41.38
		TPO	Y.18.461/059A	1,5 mm kalınlıkta, TPO esaslı, (UV dayanımlı, donatılı) jeomembran ile su yalıtımı yapılması	30.94
Sürme Tip Su Yalıtımı Malzemeleri	Bitüm Esaslı Sürme Tip Malzemeler	Asfalt Emülsiyonlar	-	-	26.39
		Asfalt Solüsyonlar	-	-	35.13
	Reaksiyon Esaslı Sürme Tip Malzemeler	Akrilik Esaslı Malzemeler	Y.19.085/023	Elastomerik reçine esaslı sıvı plastik kaplama malzemesi ile 3 kat halinde toplam 1,5 mm kalınlıkta su yalıtımı yapılması	37.53
		Çimento Esaslı Malzemeler	Y.19.085/025	Çimento esaslı polimer modifiyeli iki bileşenli kullanıma hazır yalıtım harcı ile 2 kat halinde toplam 1.5 mm kalınlıkta su yalıtımı yapılması-	24.81

Tablo 4.10.'da maliyet değerlendirmesinin hakkaniyetli olabilmesi için uygulama kalınlığı olarak 1,5 mm belirlenmiştir. Ancak bitüm esaslı örtü malzemelerde uygulama çift kat yapılacağı ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı birim fiyat tablosunda istenilen kalınlıkta bitüm esaslı örtü malzeme seçilemediğinden Y.18.461/002 pozu kabul edilmiştir.

Malzeme seçimine göre maliyetler tamamlandıktan sonra, B.A. Perdeler için tamamlayıcı imalatların maliyetlerinin de eklenmesi gerekmektedir. Diğer bütün yalıtım uygulamalarında olduğu gibi perde yalıtımı uygulaması da bir sistemler bütünüdür. Normal şartlarda bu sistemin bir parçası olan soğuk derzlerde beton içinde kullanılan şişen bant gibi tamamlayıcı ürünler ayrı bir poz olarak değerlendirileceği için bu kapsam dışında tutulacaktır. B.A. perdelerde şişen bant kapsamı dışında kalan tamamlayıcı imatları şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Soğuk derzlerde pozitif yönden uygulanan pah bantları
- Isı yalıtımı sağlamak amacıyla kullanılan XPS-EPS gibi ısı yalıtım levhaları ve yapıştırıcıları
- Yalıtımı korumak ve toprak altı suyu drene edebilmek amacıyla kullanılan HDPE esaslı drenaj levhaları
- Su basman kotuna kadar çıkarılan levhanın kilitleneceği alüminyum baskı çıtaları
- Bitüm solüsyon veya emülsiyonlar ile sentetik örtüler tercih edildiğinde sistem tamamlayıcı olarak kullanılan keçe veya cam tülü gibi armatürler
- Örtü tip malzemelerle yapılan uygulamanın kitleleme detayları
- Örtü tip malzemeler ile yapılan temel yalıtımları ile sürme tip esaslı malzemeler ile yalıtılan B.A. perde izolasyonlarının birleşim detayları

Tamamlayıcı sistem maliyet tablosu hazırlanması için, yukarıda belirtilen maddeler ışığında birim fiyatların toparlanması gerekmektedir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na ait birim fiyat listesi ve analizleri incelendiğinde pah bandı ile alakalı bir poz veya birim fiyat olmadığı görülmüş ve uygulayıcı firmadan teklif alınmıştır (Tablo 4.11.). Isı yalıtım levhalarının bulunduğu pozlar, ısı yalıtım ana başlığı altında ısı yalıtım işlemlerinin tamamının kapsandığı (sıva vb.) görülmüştür. Dolayısıyla örnek proje için uygulayıcı firmadan 5 cm XPS ve işçiliği teklifi alınmıştır (Tablo 4.12.). HDPE esaslı drenaj levhası olarak Y.18.462/021 poz numaralı 200 KN / m²'ye kadar basınç dayanımlı olan malzeme kullanılacaktır. Alüminyum baskı çıtası ve işçiliği için yine uygulayıcı firmadan teklif alınmıştır (Tablo 4.13.). Armatür olarak kullanılacak malzeme olarak Y.18.461/042 poz numaralı 250 gr/m² yoğunluklu geotekstil keçe kullanılacaktır. Temel ve B.A. perdelerde farklı malzemeler ile (örtü-sürme) yalıtım uygulamaları için birleşim detay pozu ve örtü

malzeme kitleme pozu bulunmadığından yine uygulayıcı firmadan teklif alınmıştır (Tablo 4.14.).

Tablo 4.11. Soğuk derzlerde pah bandı uygulama teklifi

SOĞUK DERZLERDE PAH BANDI UYGULAMASI				
KULLANILACAK MALZEME	Birim	Sarfiyat	Birim fiyat TL	m maliyeti (TL)
BASF MASTERTİLE WP 630 PAH BANDI	m	1.01	6.60	6.67
İŞÇİLİK	m	1.00	1.00	1.00
GENEL GİDER – FİRMA KARI (%25)	m	1.00	1.92	1.92
TOPLAM				9.59 TL

Tablo 4.12. B.A. perdelerde XPS uygulama teklifi

XPS UYGULAMASI				
KULLANILACAK MALZEME	Birim	Sarfiyat	Birim fiyat TL	m ² maliyeti (TL)
50 mm XPS 200 KN/ m ²	m ²	1.10	14.80	16.28
MULTİTHERM 100 LEVHA YAPIŞTIRICI	kg/m ²	0.50	0.57	0.29
İŞÇİLİK	m ²	1.00	1.50	1.50
GENEL GİDER – FİRMA KARI (%25)	m ²	1.00	4.52	4.52
TOPLAM				22.59 TL

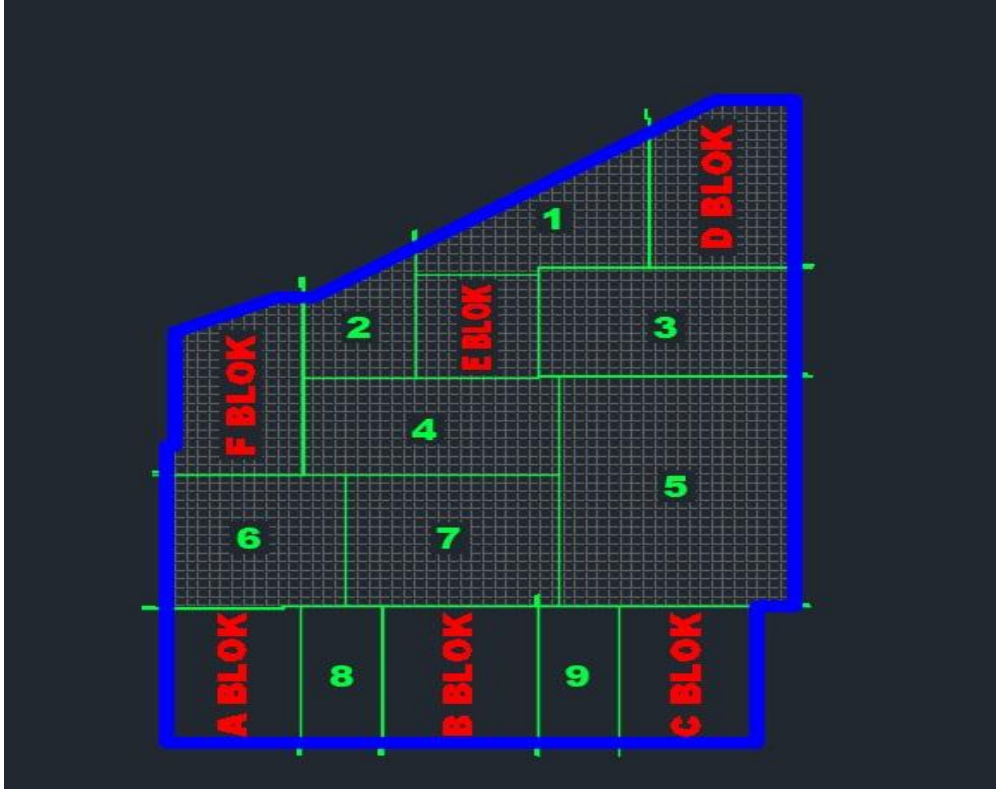
Tablo 4.13. B.A. perdelerde baskı çitası uygulama teklifi

BASKI ÇITASI UYGULAMASI				
KULLANILACAK MALZEME	Birim	Sarfiyat	Birim fiyat TL	m maliyeti (TL)
BASKI ÇITASI	m	1.00	2.00	2.00
ÇİVİ	ad / m	4.00	0.40	1.60
İŞÇİLİK	m	1.00	1.00	1.00
GENEL GİDER – FİRMA KARI (%25)	m	1.00	1.15	1.15
TOPLAM				5.75 TL

Tablo 4.14. Örtü tip malzeme ve örtü-sürme malzemeler birleşim detayı uygulama teklifi

TEMEL PERDE BİRLEŞİM ve KİLİTLEME UYGULAMASI				
KULLANILACAK MALZEME	Birim	Sarfiyat	Birim fiyat TL	m maliyeti (TL)
BASKI ÇITASI	m	1.00	2.00	2.00
ÇİVİ	ad / m	4.00	0.40	1.60
BİTÜM MASTİK	ad / m	0.30	13.00	3.90
İŞÇİLİK	m	1.00	0.75	0.75
GENEL GİDER – FİRMA KARI (%25)	m	1.00	2.06	2.06
TOPLAM				10.31 TL

Yaklaşık keşifte yer almayan temel yalıtımı ile B.A. perde birleşim detayı metrajı temel kalıp planı üzerinden çıkarılmıştır (Şekil 4.5.) .



Şekil 4.5. TEM Avrasya projesi temel-perde birleşim detayı izdüşümü

İlgili örnek projeye ait temel kalıp plan paftasında mavi layer ile temel yalıtımı ile B.A. perde yalıtımlarının birleşim detay metrajı 498,77 m olarak tespit edilmiştir. Yine aynı paftadan baskı çitası ve pah bandı uygulama metrajı da 498,77 m olarak belirlenmiştir.

Tamamlayıcı uygulama maliyetlerinin metraj ve birim fiyatları belirlendikten sonra, birimi m² olan tamamlayıcı imalatlar Tablo 4.15.'te verilmiştir.

Tablo 4.15. B.A. perdelerde metrekare (m²) birimli tamamlayıcı uygulamalar maliyet tablosu

MALZEME TİPLERİ			Y.18.461/042 (TL / m ²)	Y.18.462/021 (TL / m ²)	5 cm XPS (TL / m ²)	Toplam Maliyet(TL / m ²)	Yaklaşık Keşif Miktarı (m ²)	Proje Maliyeti (TL / m ²)
Serme Tip Su Yalıtımı Malzemeleri	Bitüm Esaslı Serme Tip Malzemeler		3.45	6.34	22.59	32.38	3801.01	123076.70
	Sentetik Esaslı Serme Tip Malzemeler	PVC	3.45	6.34	22.59	32.38		123076.70
		HDPE	3.45	6.34	22.59	32.38		123076.70
		EPDM	3.45	6.34	22.59	32.38		123076.70
		TPO	3.45	6.34	22.59	32.38		123076.70
Sürme Tip Su Yalıtımı Malzemeleri	Bitüm Esaslı Sürme Tip Malzemeler	Asfalt Emülsiyonlar	3.45	6.34	22.59	32.38		123076.70
		Asfalt Solüsyonlar	3.45	6.34	22.59	32.38		123076.70
	Reaksiyon Esaslı Sürme Tip Malzemeler	Akrilik Esaslı Malzemeler	-	6.34	22.59	28.93		109963.22
		Çimento Esaslı Malzemeler	-	6.34	22.59	28.93		109963.22

Tablo 4.15.'ten anlaşılabacağı üzere reaksiyon esaslı malzemeler ile yapılan B.A. perde yalıtımları dışında kalan bütün uygulamalarda armatür olarak keçe kullanılmalıdır. Birimi m² olan tamamlayıcı uygulamalardan sonra birimi m olan tamamlayıcı uygulamaların maliyet durumları Tablo 4.16.'da verilmiştir.

Tablo 4.16. B.A. Perdelerde metre (m) birimli tamamlayıcı uygulamalar maliyet tablosu

MALZEME TİPLERİ			Pah Bandı (TL / m)	Baskı Çıtası (TL / m ²)	Kilitleme Uygulaması (TL / m)	Toplam Maliyet(TL / m)	Yaklaşık Keşif Miktarı (m)	Proje Maliyeti (TL / m)
Serme Tip Su Yalıtımı Malzemeleri	Bitüm Esaslı Serme Tip Malzemeler		9.59	5.75	-	15.34	498.77	7651.13
	Sentetik Esaslı Serme Tip Malzemeler	PVC	9.59	5.75	-	15.34		7651.13
		HDPE	9.59	5.75	-	15.34		7651.13
		EPDM	9.59	5.75	-	15.34		7651.13
		TPO	9.59	5.75	-	15.34		7651.13
Sürme Tip Su Yalıtımı Malzemeleri	Bitüm Esaslı Sürme Tip Malzemeler	Asfalt Emülsiyonlar	9.59	5.75	10.31	25.65	498.77	12793.45
		Asfalt Solüsyonlar	9.59	5.75	10.31	25.65		12793.45
	Reaksiyon Esaslı Sürme Tip Malzemeler	Akrilik Esaslı Malzemeler	9.59	5.75	10.31	25.65		12793.45
		Çimento Esaslı Malzemeler	9.59	5.75	10.31	25.65		12793.45

Tablo 4.16.'dan anlaşılacağı üzere temel yalıtımlarının örtü tip malzemeler ile zorunlu olarak yalıtılması, perde yalıtımlarının sürme tip malzemelerle yalıtılması durumlarında farklı iki tip malzemenin birleşiminde detay çözümü gerektirmektedir. Yine tablo üzerinde değerlendirme yapıldığında elde edilen proje maliyetinin metre bazlı olarak belirlendiği gözlemlenmektedir.

Tablo 4.16. ile belirtilen fiyatların metre birimli fiyatlar olmasından dolayı, her malzeme grubunun maliyetini etkileyecek oranının doğru hesaplanabilmesi için bu tutarların m² olarak ifade edilmesi gerekmektedir. Bu da Tablo 4.16.' da çıkan proje maliyet tutarlarının yaklaşık perde yalıtım metrajına oranlanması ile elde edilebilmektedir (Tablo 4.17.).

Tablo 4.17. B.A. perdelerde m birimli tamamlayıcı uygulamaların m² birimi ifade edilmesi

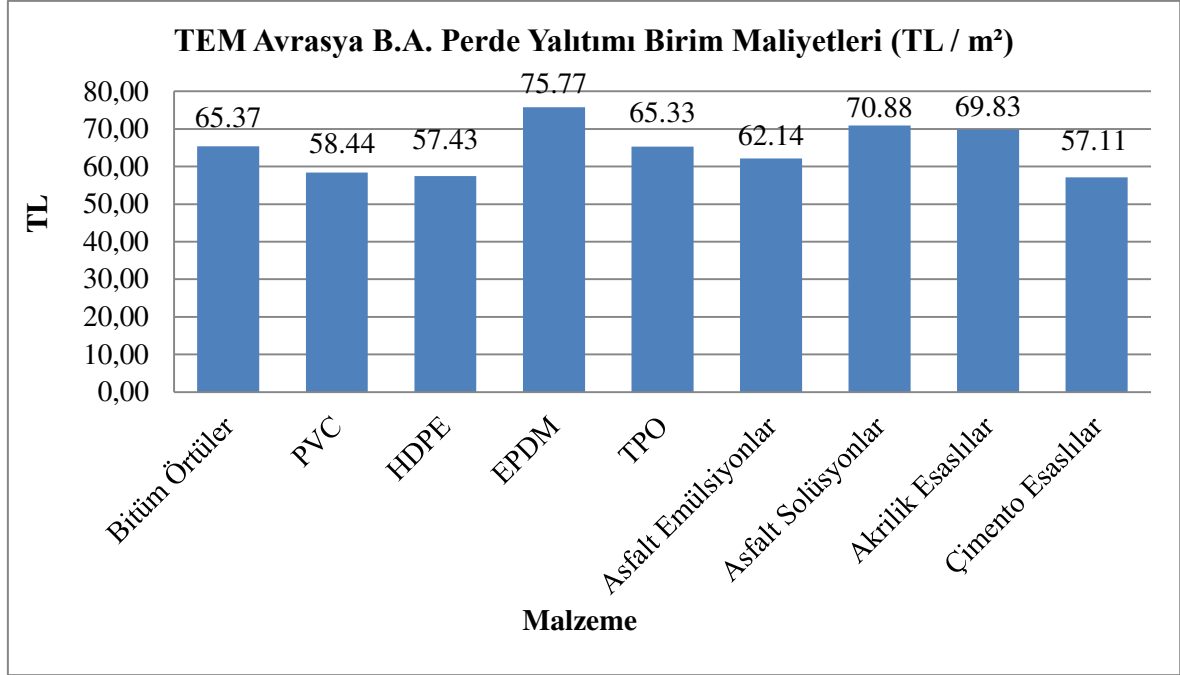
MALZEME TİPLERİ			Proje Maliyeti (TL /)	Yaklaşık Metraj (m ²)	m ² 'ye Eklenen Maliyet (TL / m ²)
Serme Tip Su Yalıtımı Malzemeleri	Bitüm Esaslı Serme Tip Malzemeler		7651.13	3801.01	2.01
	Sentetik Esaslı Serme Tip Malzemeler	PVC	7651.13		2.01
		HDPE	7651.13		2.01
		EPDM	7651.13		2.01
		TPO	7651.13		2.01
Sürme Tip Su Yalıtımı Malzemeleri	Bitüm Esaslı Sürme Tip Malzemeler	Asfalt Emülsiyonlar	12793.45		3.37
		Asfalt Solüsyonlar	12793.45		3.37
	Reaksiyon Esaslı Sürme Tip Malzemeler	Akrilik Esaslı Malzemeler	12793.45		3.37
		Çimento Esaslı Malzemeler	12793.45		3.37

B.A. Perdelerde su yalıtımının toplam maliyeti ile ilgili gerekli olan tüm maliyetler uygulama doğruluğu ve malzeme gruplarına göre belirlendikten sonra TEM Avrasya projesi için toprak altı perde yalıtımının maliyetleri belirlenebilecektir. Tablo 4.17. ile elde edilen birim fiyatlar, m² birimli olduğundan Tablo 4.15. ve Tablo 4.10. da yer alan m² birimli fiyatlar ile toplanabilecek daha sonrada yaklaşık metraj ile çarpılarak yaklaşık maliyet oluşturulabilecektir (Tablo 4.18.).

Tablo 4.18. TEM Avrasya B.A. perde yalıtım maliyet tablosu

MALZEME TİPLERİ			A- Yaklaşık Metraj (m²)	B- Tablo 4.10. Maliyetler i(TL / m²)	C- Tablo 4.15. Maliyetleri (TL / m²)	D- Tablo 4.17. Maliyetler i(TL / m²)	E (B+C+D) - Toplam Birim Fiyat Maliyeti (TL / m²)	(A x E) Toplam Proje Maliyeti (TL)
Serme Tip Su Yalıtımı Malzemeler	Bitüm Esaslı Serme Tip Malzemeler		3801,01	30.98	32.38	2.01	65.37	248472.02
	Sentetik Esaslı Serme Tip Malzemeler	PVC		24.05	32.38	2.01	58.44	222131.02
		HDPE		23.04	32.38	2.01	57.43	218292.00
		EPDM		41.38	32.38	2.01	75.77	288002.53
		TPO		30.94	32.38	2.01	65.33	248319.98
Sürme Tip Su Yalıtımı Malzemeler	Bitüm Esaslı Sürme Tip Malzemeler	Asfalt Emülsiyonlar		26.39	32.38	3.37	62.14	236194.76
		Asfalt Solüsyonlar		35.13	32.38	3.37	70.88	269415.59
	Reaksiyon Esaslı Sürme Tip Malzemeler	Akrilik Esaslı Malzemeler		37.53	28.93	3.37	69.83	265424.53
		Çimento Esaslı Malzemeler		24.81	28.93	3.37	57.11	217075.68

Yukarıdaki tabloda elde edilen veriler ışığında örnek proje için B.A. perdelerde su yalıtımı maliyetlerinin oluşturulduğu görülmektedir. Malzeme ve tamamlayıcı uygulamalarda çok fazla çeşitliliğe sahip bu yalıtım türünde en maliyetli uygulama türü sentetik malzemelerden olan EPDM olarak belirlenirken, maliyeti en uygun malzeme grubu ise çimento esaslı sürme tip malzemeler olduğu görülmüştür. Elde edilen birim fiyatlar Şekil 4.6.'da grafik olarak verilmiştir.



Şekil 4.6. TEM Avrasya B.A. perdeler su yalıtımı birim maliyetler grafiği

Tablo 4.8. ve Şekil 4.6.'dan da anlaşılacağı üzere, bir malzeme grubunun uygun maliyetli olması, izolasyonun da uygun maliyetle yapılacağı anlamına gelmemektedir. Örneğin malzeme grupları içinde en uygun maliyetli malzeme olarak göze çarpan asfalt emülsiyonlar tamamlayıcı uygulamalarla birlikte bu avantajını kaybetmektedir. Dolayısıyla projelerde, yeni yönetmeliğe uygun hangi türde yalıtım yapılacağı belirlenirken, su yalıtımının bir sistemler bütünü olduğunun unutulmaması ve alınacak kararların buna göre belirlenmesi gerekmektedir.

4.2.2.3. TEM Avrasya Toprakaltı Dilatasyonlarda Su Yalıtımı Maliyetleri

Yalıtımı yapıp kullanıma başlanan yapılarda sonradan gözlemlenen en önemli toprakaltı su ve nem problemlerinin birinci sebebinin dilatasyonlar olduğu düşünülmektedir. Kütsel oturma ve genişlemenin yapı üzerindeki etkisini azaltmaya ve yok etmeye yönelik olarak tasarlanan dilatasyon derzleri, temel ve perdelerdeki sürekliliği bozan boşluklardır. Yapının zemine oturmasıyla birlikte başlayan hidrostatik basıncın etkisiyle yer altı suları, önlem alınmadığı takdirde bulduğu ilk boşluktan zuhur ederek, yapılarda ciddi problemlere neden olabilmektedirler.

Yeni su yalıtım yönetmeliği incelendiğinde temel ve perde dilatasyonları yalıtımı ile ilgili olarak 11.maddenin 6.bendinin d fıkrasında şu ibare gözlemlenmiştir:

Derzler (soğuk derz, genleşme derzi ve benzeri) sızdırmazlık tamamlayıcı malzemeler ile su nüfuzundan korunur[13]. Örnek projemizde yer alan soğuk derzler ayrı bir başlık altında inceleneceğinden, konuya bahis olunan genleşme (dilatasyon) derzleri için sızdırmazlık sağlayıcı malzemeler kullanılması zorunlu kılınmıştır. Yine yönetmeliğin aynı maddesinin 7.bendinin c fıkrasında ise kullanılacak malzemeler ile alakalı şöyle bir kural getirilmiştir:

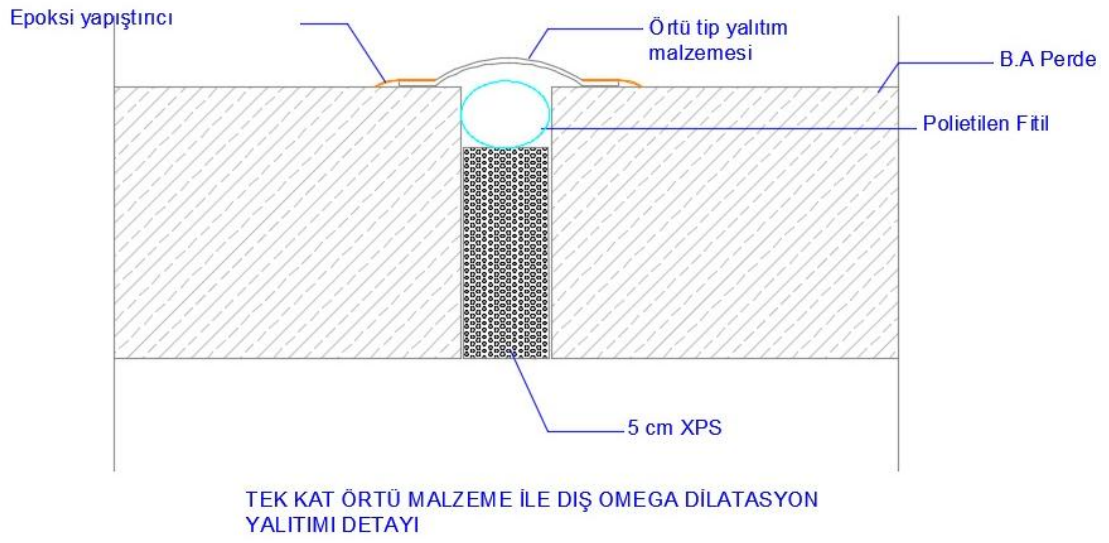
Binada oluşabilecek oturma, yer değiştirme ve benzeri kaynaklı etkileri karşılayabilecek mekanik özelliklere (çekme mukavemeti ve kopma uzaması) ve/veya çatlak köprüleme kabiliyetine sahip olmalıdır [13].

Her ne kadar yukarıdaki ibare temel ve perde yalıtımında kullanılacak malzemelerin tümü için geçerli olsa da kullanım amacı oturma, yer değiştirme ve benzeri kaynaklı etkileri karşılamak olan dilatasyon derzleri için daha fazla önem teşkil etmektedir. Minimum 5 cm genişliğinde bırakılan bu derzler, yapısı itibari ile (iki kütle arası boşluk) yalnızca örtü tipi malzeme kullanılarak yalıtılabilirler.

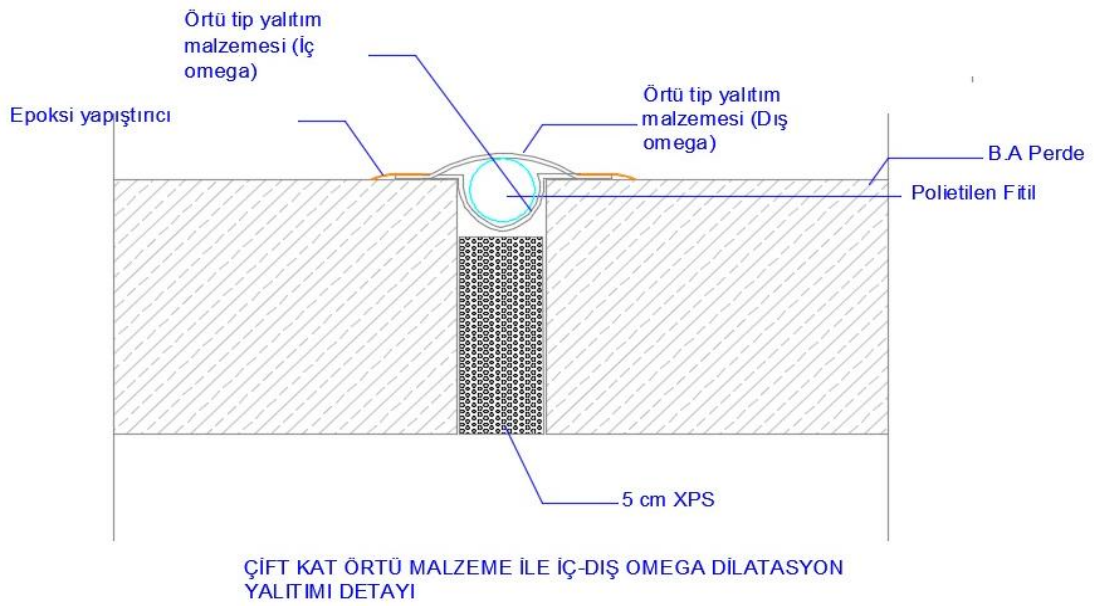
Yapısı, şekli ve kullanım amacıyla çok fazla çeşitliliğe sahip dilatasyon yalıtımları, genelde tek kat örtü tip malzeme ve tamamlayıcı ürünler (polietilen fitil, epoksi esaslı yapıştırıcı vb.) kullanılarak gerçekleşse de alternatif uygulama ve tamamlayıcı ürünlerle yalıtımda çeşitlilik oluşturmaktadırlar. Piyasa uygulamalarında en sık kullanılan dilatasyon yalıtım çeşitleri genelde şu şekildedir:

- Tek kat örtü malzeme ile dış omega dilatasyon yalıtımı (Şekil 4.7.)
- Çift kat örtü malzeme ile iç omega-dış omega (hortum) dilatasyon yalıtımı (Şekil 4.8.)
- Tek kat örtü malzeme ile dolgu mastikli dış omegalı dilatasyon yalıtımı (Şekil 4.9.)
- 10 cm üzeri genişlikli derzlerde profilli mastikli dış omegalı dilatasyon yalıtımı (Şekil 4.10.).

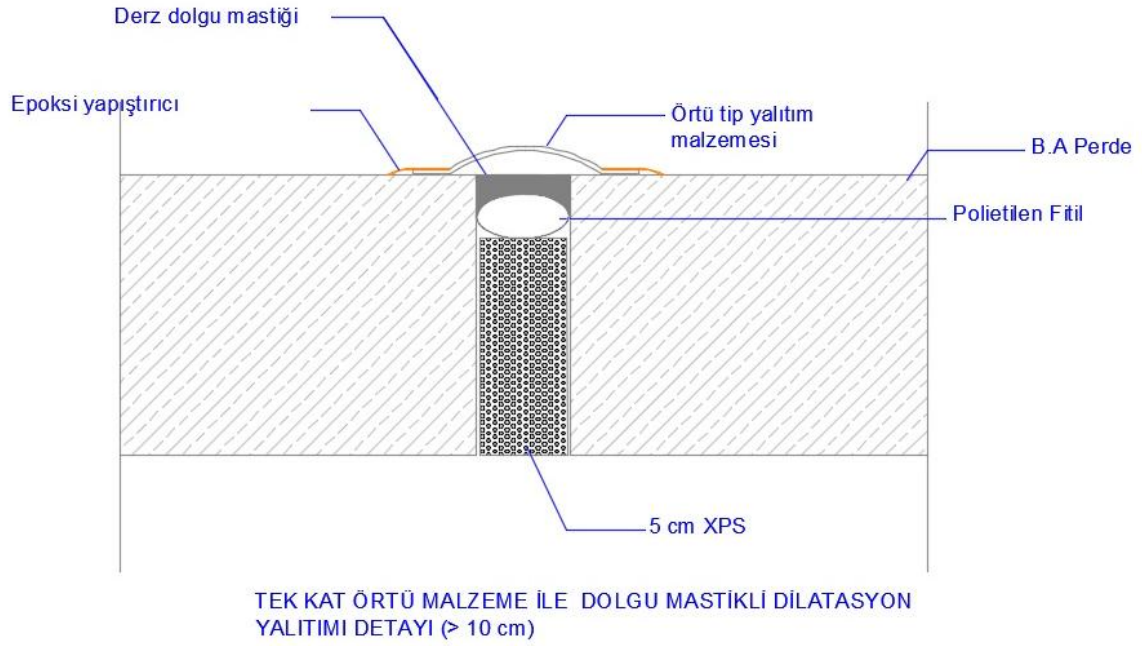
Yukarıda sunulan uygulama farklılıklarından da anlaşılacağı üzere her bir dilatasyon çeşidinin farklı bir uygulama ve detayı bulunmaktadır.



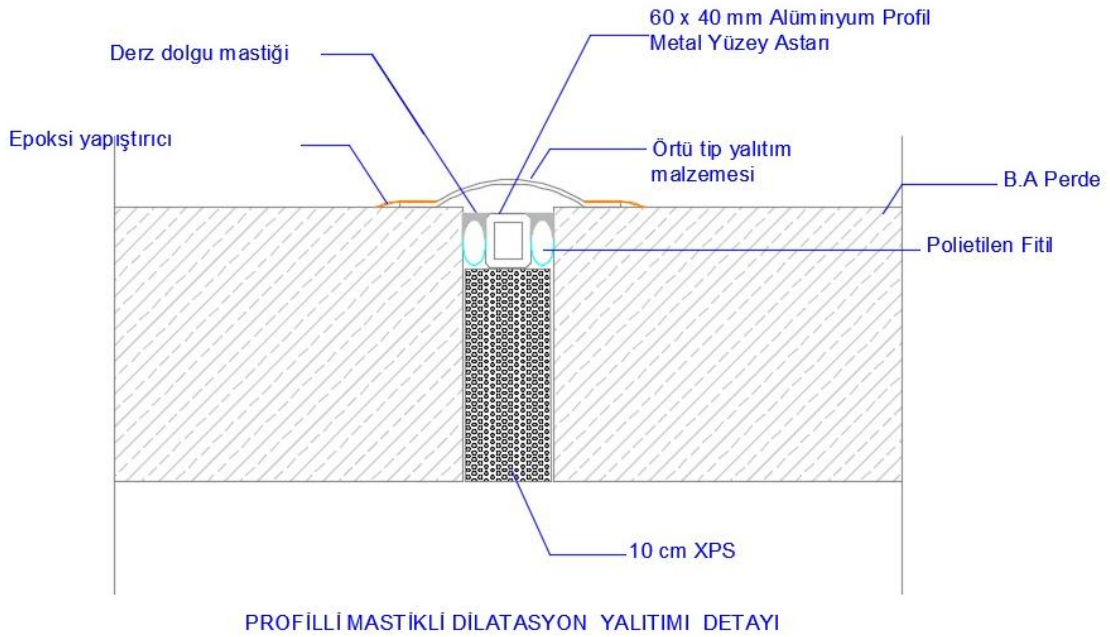
Şekil 4.7. Tek kat örtü malzeme ile dış omega yalıtım dilatasyon yalıtımı detayı



Şekil 4.8. Çift kat örtü malzeme ile iç-dış omega yalıtım dilatasyon yalıtımı detayı



Şekil 4.9. Tek kat örtü malzeme ile dolgu mastikli yalıtım dilatasyon yalıtımı detayı



Şekil 4.10. 10 cm üzeri genişlikli derzlerde profil-mastikli dilatasyon yalıtımı detayı

Dilatasyon yalıtım çeşitleri belirlendikten sonra örtü malzeme çeşidi olarak sentetik esaslı malzemeler seçilmelidir. Bunun en önemli nedeni sentetik malzemelerin mekanik dayanım değerlerinin bitüm esaslı örtülere oranla daha fazla olmasıdır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na ait birim fiyat listesinde dilatasyon yalıtımları ile ilgili tek poz Y.18.350/020 pozudur. İlgili pozun analizi incelendiğinde uygulamanın tek kat dış omegağı, fitilsiz ve

kullanılan dilatasyon bandı cinsinin belirtilmediği gözlemlenmiştir. Yine aynı analizde kullanılacak malzeme genişliğinin 30 cm ve kalınlığının minimum 1 mm olduğu görülmüştür (Tablo 4.19.).

Tablo 4.19. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Y.18.350/020 pozu analizi [14].

İş Kalemi/ İş Grubu no:		Analizin Adı:			Ölçü Birimi
Y.18.350/020		30 cm genişlikte, min. 1 mm kalınlıkta dilatasyon yalıtım bantları ile dilatasyonlarda su yalıtımı yapılması.			m
Poz No	Girdiler	Ölçü Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı
	Malzeme:				
04.379/H05	Epoksi esaslı (iki bileşenli) yapıştırıcı ve tamir harcı (TS EN 1504-3)	Kg	0.75	17.15	12.86
04.615/5Z02	Dilatasyonlar için yalıtım bandı (min. 1 mm kalınlık, 30 cm genişlikte)	M	1.05	16.00	16.80
	İşçilik:				
01.010	Yalıtımcı ustası	Saat	0.3	12.40	3.72
01.501	Düz işçi	Saat	0.3	9.10	2.73
	(İnşaat yerindeki yükleme, yatay ve düşey taşıma, boşaltma dahil)				
Kâr ve genel giderler hariç toplam					36.11
Kâr ve genel giderler % 25					9.03
1 m kârlı birim fiyatı					45.14

Tablo 4.19.'dan hareketle sentetik örtü tipi malzeme uygulamalarının tamamında aynı sistem uygulaması olacağından istenilen nitelikte olan (1,05 m sarfiyat, 30 cm genişlik ve minimum 1 mm kalınlık) malzeme fiyatlarının belirlenmesiyle dilatasyon yalıtımı maliyet değerlendirmesinin yapılacağı öngörülmüştür. Akor İzolasyon Malz. Yal. İnş. Taah. Ltd. Şti'den tedarik edilen belirlenmiş niteliklere göre malzeme fiyatları şu şekilde oluşmuştur (Tablo 4.20.):

Tablo 4.20. Dilatasyon bant malzeme fiyatları

DİLATASYON BANT MALZEME TEKLİFLERİ (30 cm)				
KULLANILACAK MALZEME	Birim	Sarfiyat	Birim fiyat TL	m maliyeti (TL)
PVC BANT (1,50 mm)	m	1.05	12.90	13.55
HDPE BANT (1,50 mm)	m	1.05	10.70	11.24
EPDM BANT (1,50 mm)	m	1.05	25.00	26.25
TPO BANT (1,50 mm)	m	1.05	17.05	17.90

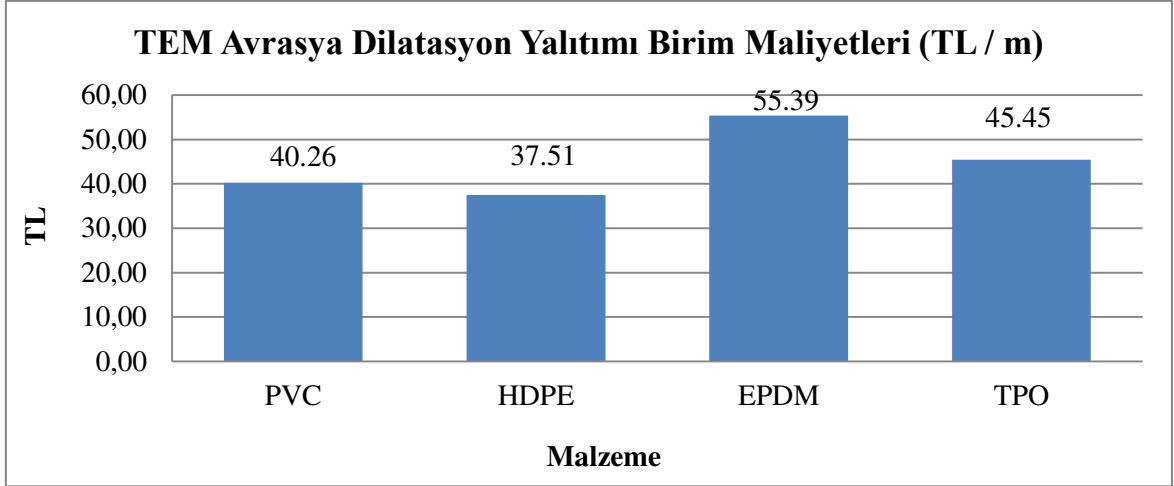
Hazırlanacak maliyet tablosunda değişkenlik sadece malzeme birim fiyatlarından kaynaklanacağı için Y.18.350/020 pozunda yer alan diğer maliyet rayiç ve miktarları aynen kullanılacaktır. Bu bilgiler ışığında örnek proje için oluşan dilatasyon maliyet tablosu şu şekildedir (Tablo 4.21.):

Tablo 4.21. Örnek proje dilatasyon yalıtımı maliyetleri

MALZEME TİPLERİ		A- Yaklaşık Metraj (m)	B- Tablo 5.20. Maliyetleri (TL / m)	C- Kar Hariç Tablo 5.19. Maliyetleri (TL / m)	D-(B x C) x 0,25 Kar maliyetleri (TL / m)	E (B+C+D) - Toplam Birim Fiyat Maliyeti (TL / m)	(A x E) Toplam Proje Maliyeti (TL)
Sentetik Esaslı Serme Tip Malzemeler	PVC	72.00	12.90	19.31	8.05	40.26	2898.90
	HDPE		10.70	19.31	7.50	37.51	2700.90
	EPDM		25.00	19.31	11.08	55.39	3987.90
	TPO		17.05	19.31	9.09	45.45	3272.40

Tablodan da anlaşılacağı üzere örnek proje için maliyet açısından en uygun dilatasyon yalıtımı HDPE esaslı sentetik örtü ile yapılacak olan imalat olarak belirlenmiştir.

Elde edilen birim maliyetler Şekil 4.11.'de grafik olarak da sunulmuştur.

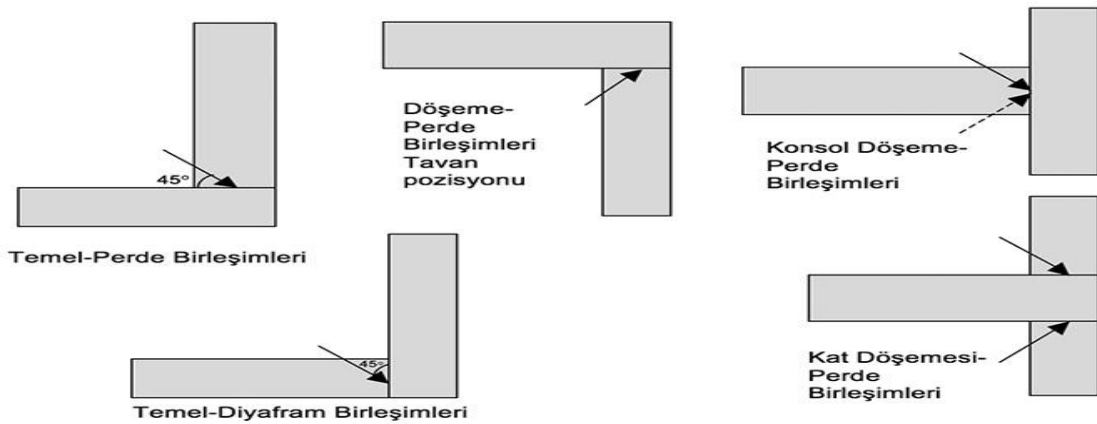


Şekil 4.11. TEM Avrasya dilatasyon yalıtımı birim maliyetler grafiği

4.2.2.4. TEM Avrasya Projesi Soğuk Derzlerde Su Yalıtımı Maliyetleri

Soğuk derz, farklı beton katmanlarının planlı ya da plansız bir şekilde yeterli aderans ile kaynaşmaması ve beton tabakalarının farklı olarak çalışmasına neden olan bir uygulama hatasıdır. Ancak, bu hatalı uygulama bazı durumlarda kaçınılmazdır (URL-14, 2018). Yapı elemanlarının kalıplarının ayrı ayrı olarak hazırlanıp betonunun dökülmesi, düşey taşıyıcılar ile yatay taşıyıcı elemanların farklı zamanlarda dökülmesi bu derzlerin oluşmasına neden olmaktadır. Soğuk derzlerle genel olarak üç farklı tipte karşılaşılmaktadır. Bunlar;

- Temel betonu üst kotu ile B.A. perdelerin birleşimleri,
- B.A. perdeler ile tabliye kirişlerinin birleşimleri,
- Farklı zamanlarda dökülen B.A. perdelerin birleşimleridir.



Şekil 4.12. Yapılarda oluşan soğuk derz örnekleri (URL-15, 2018).

Soğuk derzler dilatasyonlarla birlikte kullanım sonrası karşılaşılan su problemlerinin başında gelmektedir. Nitekim yeni yönetmeliğin 11.maddesinin 6.bendinin d fıkrasında yer alan ibare ile kesinlikle önlem alınması gereken durumlar içinde gösterilmiştir:

Derzler (soğuk derz, genleşme derzi ve benzeri) sızdırmazlık tamamlayıcı malzemeler ile su nüfuzundan korunur[13].

Yönetmelikte yer alan fıkrada, soğuk derz geçirimsizliğini sağlayan maddeler ile alakalı Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca yayınlanan herhangi bir birim fiyat tarifi ve analizi yer almamaktadır. Şantiye uygulamalarında genel olarak bentonit esaslı şişen bant (Şekil 4.13.) ve su tutucu bantlar ile (Şekil 4.14.) soğuk derz yalıtımları sağlanmaktadır.



Şekil 4.13. Temel perde birleşimi şişen bant uygulaması - Nidapark Kayaşehir / İstanbul



Şekil 4.14. Temel perde birleşimi soğuk derzinde perde içine su tutucu bant uygulaması

Örnek projede maliyet değerlendirmesi yapılabilmesi için bu iki malzeme ile uygulama hakkında, Akor İzolasyon Malz. Yal. İnş. Taah. Ltd. Şti'den alınan fiyat teklifleri Tablo 4.22. ve Tablo 4.23.'de sunulmuştur.

Tablo 4.22. Şişen bant uygulama fiyat teklifi

Şişen Bant Uygulaması Teklifi					
NO	MALZEME CİNSİ	BİRİMİ	SARFIYAT	BİRİM FİYATI	TUTARI
1	ADCOS WATERSTOP	m	1.01	20.80	21.01
2	Tabanca Çivisi	AD / m	2	0.50	1.00
3	İŞÇİLİK	m	1	3.75	3.75
4	GENEL GİDERLER + KAR (%20)	m	1	5.15	5.15
TOPLAM					30.91

Tablo 4.23. Su tutucu bant uygulama fiyat teklifi

Su Tutucu Bant Uygulaması Teklifi					
NO	MALZEME CİNSİ	BİRİMİ	SARFIYAT	BİRİM FİYATI	TUTARI
1	Do Tipi Su Tutucu Bant 300 mm	m	1.01	20.80	21.01
2	Tabanca Çivisi	AD / m	8	0.50	4.00
3	İŞÇİLİK	m	1	3.75	3.75
4	GENEL GİDERLER + KAR (%20)	m	1	6.33	6.33
TOPLAM					37.95

Uygulama birim fiyat teklifleri alındıktan sonra örnek proje yaklaşık metraj keşfine göre oluşturulan maliyet tablosu şu şekildedir (Tablo 4.24.):

Tablo 4.24. TEM Avrasya soğuk derz yalıtım maliyetleri

MALZEME TİPLERİ		A- Yaklaşık Metraj (m)	B- Uygulama Maliyetleri(TL / m)	(A x B) Toplam Proje Maliyeti (TL)
Soğuk Derzler İçin Tamamlayıcı Malzemeler	Bentonit Esaslı Şişen Bantlar	784.00	30.91	24233.44
	Do Tipi Su Tutucu Bantlar		37.95	29752.80

4.2.3 TEM Avrasya Projesi Değerlendirme Sonuçları

Örnek proje ile alakalı maliyet değerlendirmesinde, proje müelliflerinden tedarik edilen plan ve paftalardan çıkarılan yaklaşık metrajlara göre toprak seviyesi altı yalıtım türlerine ait her bir uygulama çeşidi için yaklaşık maliyetler oluşturulmuştur. Bu bilgiler ışığında TEM Avrasya projesi için yeni su yalıtım yönetmeliğine uygun en düşük toprak seviyesi altı su yalıtım maliyetleri Tablo 4.25.'de sunulmuştur.

Tablo 4.25. TEM Avrasya en uygun yalıtım maliyetleri

İMALATIN TANIMI	Birimi	Yaklaşık Keşif Miktarı	Maliyet Açısından En Uygun Uygulama Yöntemi	Uygulama Birim Fiyatı	(A x E) Toplam Proje Maliyeti (TL)
Temel altı su yalıtımı yapılması	m ²	14733.00	Bentonit esaslı şilteler	34.46	507699.18
B.A. Toprak perdelerinde su yalıtımının yapılması	m ²	3801.01	Çimento esaslı sürme tip malzemeler	57.11	217075.68
Toprak altı dilatasyon derzlerinde su yalıtımı yapılması	m	72.00	HDPE esaslı serme tip malzemeler	37.51	2700.72
Soğuk derzlerde su yalıtımı uygulaması	m	784.00	Bentonit esaslı şişen bantlar	30.91	24233.44

Yukarıdaki tablodan da anlaşılacağı üzere;

- Temellerde en uygun maliyetli uygulama yöntemi bentonit esaslı şilteler,
- B.A. perdelerde en uygun maliyetli uygulama yöntemi çimento esaslı sürme tip malzemeler,
- Dilatasyonlarda en uygun maliyetli uygulama yöntemi HDPE esaslı serme tip malzemeler ve
- Soğuk derzlerde en uygun maliyetli uygulama yöntemi bentonit esaslı şişen bantlar olduğu görülmüştür.

TEM Avrasya projesi için yeni yönetmeliğe uygun en düşük maliyetli toprak seviyesi altı su yalıtımı uygulaması maliyetleri toplamı vergiler hariç 751.709,02 TL olarak belirlenmiştir.

Ancak yönetmeliğin 01.06.2018 tarihinde yürürlüğe girecek olmasından dolayı projede uygulanacak yöntem ve esaslar proje müellifi ile yalıtımı gerçekleştiren yüklenici

firmanın mutabakatıyla Tablo 4.26.'da verilen birim fiyat ve malzemeler ile yapılmaya başlanmıştır.

Tablo 4.26. TEM Avrasya gerçekleşen yalıtım uygulama maliyetleri

TEM AVRASYA PROJESİ TOPRAK ALTI SU İZOLASYONU İŞLERİ UYGULAMA KEŞİF TABLOSU					
İMALAT NO	İŞİN TANIMI	BİRİM	KEŞİF METRAJİ	BİRİM FİYAT	TUTAR
İZO.01	Temellerde İNTERFİX HYFİX Beton Katkısı	m ²	14733.00	7.00	103131.00
İZO.02	Betonarme toprak perdelerinin BASF Masterseal 694 ile Yalıtımının Yapılması (30 cm XPS ve drenaj levhası dahil)	m ²	3801.01	40.00	152040.40
İZO.03	Toprak altı dilatasyon derzlerinde su yalıtımı yapılması (Masterbrace ADH 1406 +1,52 mm x 250 mm EPDM bant)	mtül	72.00	100.00	7200.00
İZO.04	Soğuk derzlerde su yalıtımı uygulaması	mtül	784.00	-	-
TOPLAM:					262371.40

TEM Avrasya Konutlarının temelinde, yeni yönetmelik basınçlı su yalıtımına karşı örtü malzemesi kullanılmasını zaruri görse de proje yönetmelik öncesinde başlanan bir proje olduğundan grobeton üzerine 8 kg / m² sarfiyatla serpiştirilen katkı malzemesi ile yapısal yalıtım tercih edilmiştir. Projenin temel kalıp planları ile uygulama resimleri Şekil 4.15., 16., 17. ve 18.'de sunulmuştur.



Şekil 4.15. TEM Avrasya 1.etap temel kalıp planı



Şekil 4.17.'de görüldüğü gibi grobeton üzerine döşenen donatıların akabinde, temel beton dökümünün başlamasına az bir süre kala, katkı malzemesinin homojen olarak dağılım gösterebilmesi için şeritler ile alanlar belirlenmiştir. Daha sonra ise sözleşmede belirtilen sarfiyat miktarında bu alanlar içinde katkı malzemesi serpiştirilerek yapısal

yalıtım gerçekleştirilmiş, temel betonunun dökümüyle de imalat tamamlanmıştır (Şekil 4.18.).



Şekil 4.18. Katkı malzemesinin serpiştirilerek uygulaması

B.A. perdelerde ise bitüm-kaucuk esaslı BASF Masterseal 694 tercih edilmiştir. Birim fiyatlar tamamlayıcı imalatlar dahil olarak hazırlanmıştır. Soğuk derzler için önlem alınması hususu yüklenici firma tarafından tavsiye edilmiş olsa da proje müelliflerinin tercihi sıva filesi takviyeli tamir harcıyla pah uygulaması olmuştur (Şekil 4.19.).



Şekil 4.19. Soğuk derzde fileli tamir harcıyla pah yapılması

Perde yüzeylerinde yer alan tie-rot delikleri ile tij demirlerinin kesilerek yüzeylerinin ve segregasyonlu alanların tamirâtı yapıldıktan sonra, firmanın tavsiye ettiği kür süreleri dikkate alınarak 2 ayrı iş gününde 2 kat olarak sürme yalıtım malzemesi uygulanmıştır (Şekil 4.20.).



Şekil 4.20. Sürme esaslı bitüm kauçuk malzeme ile perdede yalıtım yapılması

Sürme esaslı yalıtım malzemesi ile yapılan yalıtımdan sonra, bodrum duvar iç yüzeylerinde yoğuşmayı önlemek için 3 cm kalınlığında XPS ve yalıtımı dolgu esnasında oluşacak darbelere koruyabilecek ve karşılaşılan suyu ilk etapta drene edebilecek HDPE esaslı drenaj levhası ile imalat tamamlanmıştır (Şekil 4.21. ve Şekil 4.22.).

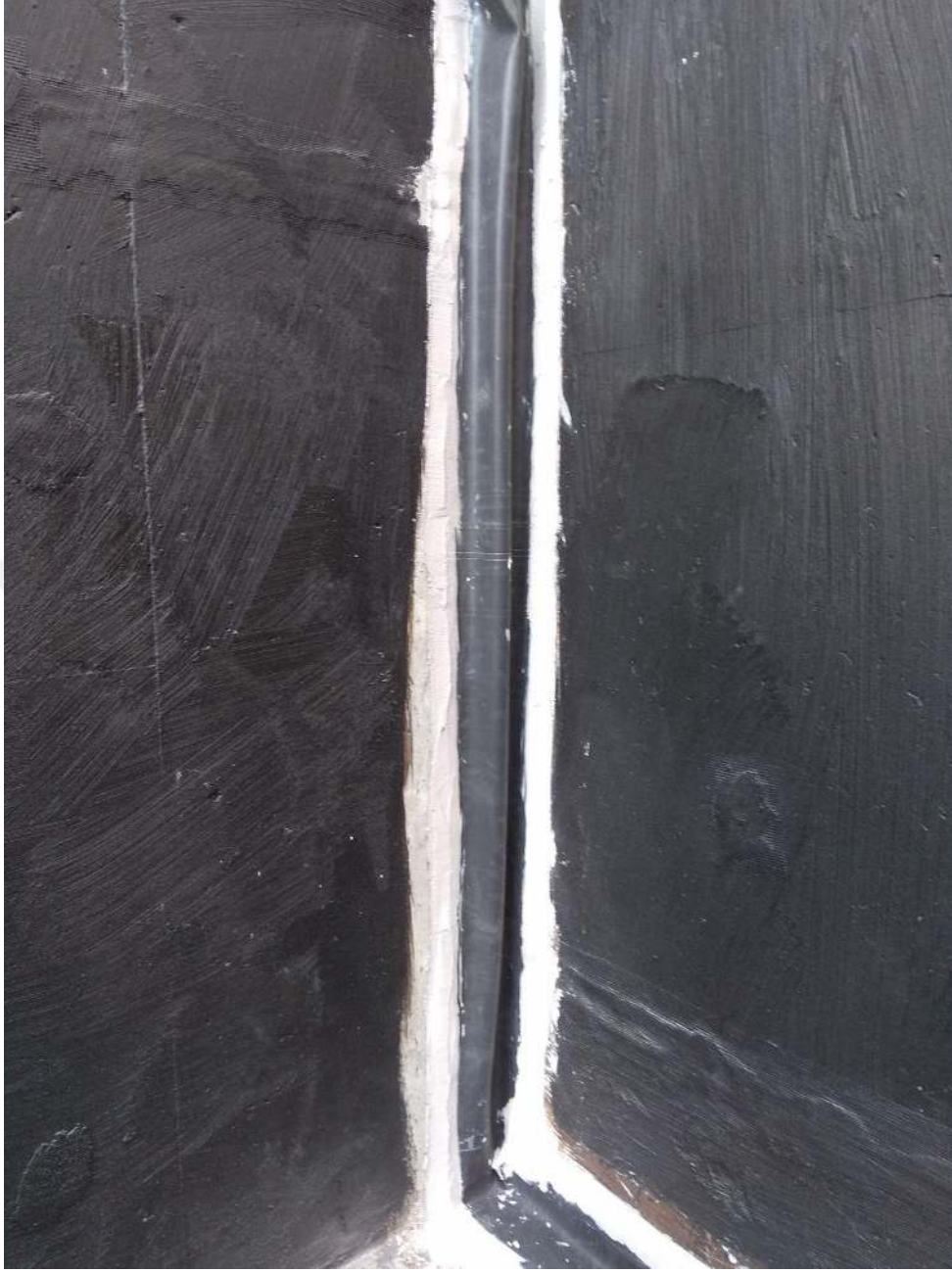


Şekil 4.21. Yalıtım üzerine XPS serilmesi



Şekil 4.22. HDPE esaslı drenaj levhası serilmesi

Dilatasyonlarda ise sayfa 59, Şekil 4.7.'te belirtilen çift kat bant detaylı olarak, EPDM malzeme uygulaması seçilmiş ve uygulanmıştır (Şekil 4.23.).



Şekil 4.23. B.A. perdede EPDM bant ile dilatasyon yalıtımı yapılması

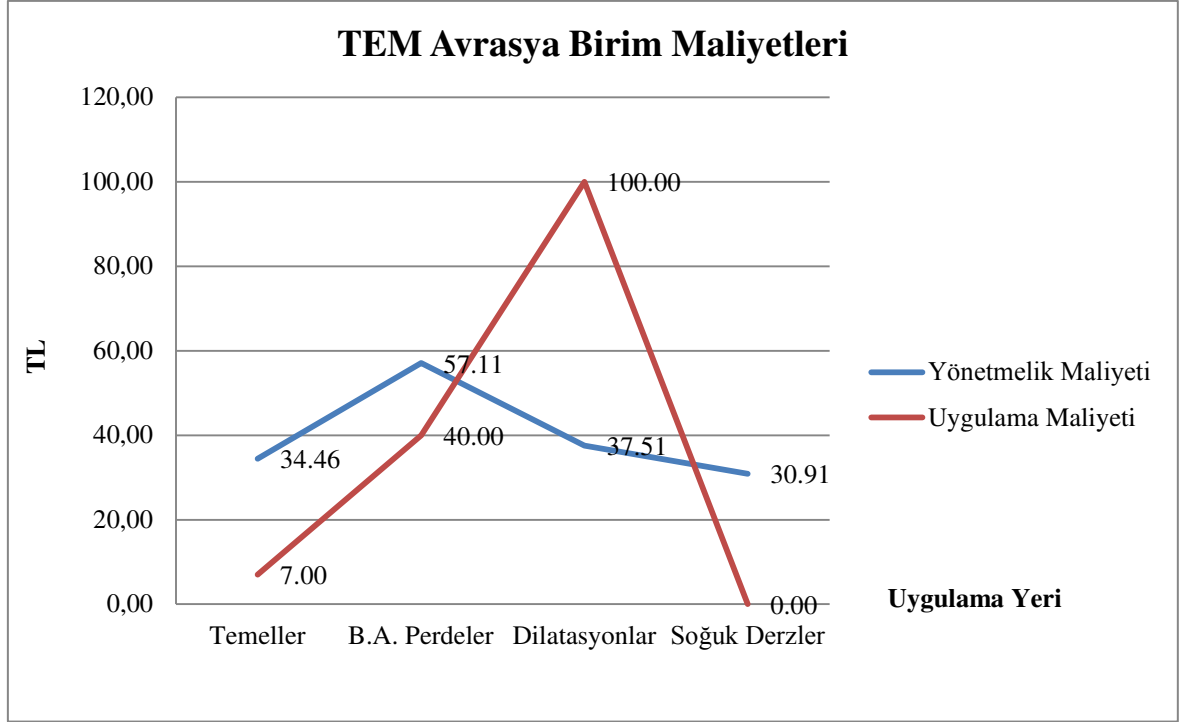
TEM Avrasya Konutlarında gerçekleştirilen izolasyon uygulamalarından sonra yeni yönetmeliğe uygun imalat maliyetleri ile gerçekleşen maliyetler arasındaki ilişki Tablo 4.27.'de ifade edilmiştir.

Tablo 4.27. Yönetmelik ve gerçekleşen uygulama maliyetleri arasındaki değişimler

İMALATIN TANIMI	Birimi	Yaklaşık Keşif Miktarı	Yönetmelik Uygulama Birim Fiyatı (TL)	Yönetmelik Proje Maliyeti (TL)	Gerçek Uygulama Birim Fiyatı (TL)	Gerçekleşen Proje Maliyeti (TL)	Fark Yüzdesi
Temel altı su yalıtımı yapılması	m ²	14733.00	34.46	507699.18	7.00	103131.00	%492
B.A. toprak perdelerinde su yalıtımının yapılması	m ²	3801.01	57.11	217075.68	40.00	152040.40	%143
Toprak altı dilatasyon derzlerinde su yalıtımı yapılması	m	72.00	37.51	2700.72	100.00	7200.00	-%38
Soğuk derzlerde su yalıtımı uygulaması	m	784.00	30.91	24233.44	-	-	-

Tablo 4.27.'de görüldüğü üzere yeni yönetmelik esaslı uygulama maliyetleri ile gerçekleşen uygulama maliyetleri arasında ciddi farklar oluşmuştur. Ancak burada dikkat edilmesi gereken husus, temel yalıtımında kullanılan yapısal yalıtım malzemesi uygulamasının etkin bir su yalıtımı sistemi olmaması ve yönetmeliğe göre kullanılması zorunlu örtü tipi malzemelere göre fiyatlarının çok düşük olmasıdır. Yine oluşan farkın nedenlerinden bir tanesi de Çevre ve Şehircilik Bakanlığı birim fiyatlarının, büyük bir rekabetin olduğu özel sektördeki fiyatlarla kıyaslanmayacak derece avantajlı olmasıdır. Bununla birlikte yeni yönetmeliğe göre zaruri olan, soğuk derz yalıtım sistemleri projede kullanılmadığı için değerlendirme kapsamına alınamamıştır.

Tablo 4.27.'deki bilgiler ışığında TEM Avrasya Konutları projesi için birim fiyat bazında hazırlanan, yönetmelik ve gerçekleşen uygulama maliyetleri karşılaştırma grafiği Şekil 4.24.'de verilmiştir.



Şekil 4.24. TEM Avrasya Konutları birim maliyet karşılaştırma grafiği

4.3. Karat 34 Projesi Örnek Maliyet Değerlendirmesi

Birinci örnek proje olarak tek bir radye temel üzerinde yükselen ve toplu konut örneği olan TEM Avrasya konutları değerlendirildikten sonra ikinci örnek proje olarak Karat 34 F blok toprak altı yalıtım maliyetleri değerlendirilecektir.

4.3.1. Proje Bilgileri

Üçü rezidans, üçü konut olmak üzere altı bloktan oluşan Karat 34 Projesi Doğa Şehircilik, Baş Yapı ve Emlak Konut ortak iştiraki olarak İstanbul-Yenibosna'da yapılmaktadır. Projede 470 adet konut, 173 adet ofis ve 28 adet ticari ünite ile birlikte sosyal yaşam alanları, fitness ve saunalar, yüzme ve spor alanları bulunmaktadır.

Karat 34 projesinde yer alan ve konut-ofis olarak tasarlanan, 1072,38 m² temel oturum alanına sahip F bloğun görsel tasarım modeli Şekil 4.25.'de verilmiştir.



Şekil 4.25. Karat 34 F Blok görsel tasarım modeli

4.3.2. Karat 34 F Blok Toprak Seviyesi Altı Su Yalıtım Maliyetleri

Karat 34 F blok projesi incelendiğinde toprak altı su yalıtımı uygulamalarının;

- Temel altı su yalıtımları,
- Betonarme perde duvarlar ve
- Soğuk derzler

olarak üç ana başlıkta toplandığı görülmüştür. Projede dilatasyon derzi yer almamaktadır. Proje teknik ofisinden temin edilen mimari ve statik paftalar ışığında çıkarılan yaklaşık keşif miktarına ait değerler Tablo 4.28.'de verilmiştir.

Tablo 4.28. Karat 34 projesi F blok toprak altı izolasyon yaklaşık metrajları

KARAT 34 F BLOKTOPRAK ALTI SU İZOLASYONU İŞLERİ YAKLAŞIK METRAJ TABLOSU			
İMALAT NO	İŞİN TANIMI	BİRİM	Keşif Metrajı
İZO.01	Temel altı su izolasyonu yapılması	m ²	1072.38
İZO.02	Betonarme toprak perdelerinde su yalıtımı yapılması	m ²	1239.31
İZO.04	Soğuk derzlerde su yalıtımı uygulaması	mtül	364.12

4.3.2.1. Karat 34 F Blok Temel Altı Su Yalıtım Maliyetleri

Yeni yönetmelik incelendiğinde, temel altı su yalıtım tasarımı yapılırken bazı kıstasları göz önünde bulundurmanın gerekliliği açıkça görülmektedir. Bir önceki örnek proje olan TEM Avrasya projesinde kot yüksekliğinin 51,50 metreyi ve kapalı kullanım alanının 10.000 m²'yi aşması basınçlı su etkisine maruz kalacak yatay yüzeylerin örtü tipi malzemelerle yalıtılması zorunluluğu getirirken, Karat 34 projesi için bu kural geçerli olmamaktadır. Şöyle ki iki bodrum kat, zemin ve üç normal kattan oluşan F bloğun kot yüksekliği 14,60 metreyi, kullanım alanı ise 6434 m²'yi geçmemektedir. Dolayısıyla ilgili projede hangi tip su yalıtımı kullanılacağı tasarlanırken göz önünde bulundurulması gereken kıstas zeminin geçirgenlik durumudur.

Yeni yönetmeliğin 9.maddesinin 2. ve 3. Fıkrası tamamıyla bu konudaki etmenlerden bahsetmektedir. Yayınlanan yönetmelikte;

(2) Yeraltı su seviyesinin üzerinde bulunan temel ve perdeler için su yalıtımı;

a) Geçirgenlik katsayısı ($k \geq 10^{-4}$ m/s) olan çok geçirgen zeminlerde uygun drenaj sisteminin yapılması şartıyla basınçsız su etkisine karşı,

b) Geçirgenlik katsayısı ($k < 10^{-4}$ m/s) olan az geçirgen zeminlerde suyun birikme yapmayarak hidrostatik basınç oluşturmaması şartıyla basınçsız su etkisine karşı,

c) Drenaj sisteminin bulunmadığı az geçirgen zeminlerde ($k < 10^{-4}$ m/s); suyun geçici süre ile birikme yaparak hidrostatik basınç oluşturmaması durumunda basınçlı su etkisine karşı, tasarlanır.

(3) Temel ve/veya perdeleri yeraltı su seviyesinin altında bulunan binalarda, zeminin geçirgenliğine bakılmaksızın dıştan etki eden basınçlı su etkisine karşı yalıtım önlemleri alınır[13]. ibareleri bulunmaktadır.

Bu ibarelerden çıkan sonuca göre yönetmelik, tasarım yapılırken esas ölçütün, yer altı su seviyesi ve zemin geçirgenlik katsayısı (k) olacağını, bu değerlere göre hangi tip malzemelerin kullanılabileceğini açıklamaktadır. Karat 34 projesi F bloğun inşaa edileceği zeminin etüd raporu yönetim ofisinden elde edilerek yer altı su durumu ve zemin geçirgenlik değerleri araştırılmıştır. İlgili zemin etüd raporunun 140.sayfasında yer altı suyu ile ilgili açıklaması;

Çalışma alanında yer altı suyuna rastlanmamıştır. Ancak zemini oluşturan birimlerin akifer özelliği taşıması nedeni ile su içeriği açısından yağışlara bağlı olarak dönemsel farklılıklar izlenebilir. Ayrıca bu tip zeminlerde kum yoğunluklu seviyelerde tünek suyu olarak tanımlayabileceğimiz mercer şeklide su emarelerine rastlanabilir. İklimin kurak/sıcak dönemlerinde su muhtevasının daha düşük değerlerde olabileceği, uzun süreli yağış dönemlerinde de daha yüksek değerlere ulaşacağı düşünülmektedir. Yağışların yoğun dönemlerinde olası su tehditlerine karşı duyarlı olunmalı/gerekli önlemler alınmalı ve alana düşen yağmur suları uygun drenaj sistemiyle sahadan uzaklaştırılmalıdır [15] şeklinde olmuştur.

Bu ifadeden hareketle yapılacak yapının temel kotunun yer altı su seviyesi kotunun üzerinde olduğu anlaşılmaktadır. Ancak zeminin muhtevası nedeniyle iklimsel dönem ve değişikliklerde su durumunun da değişkenlik göstereceği vurgulanmıştır. Yer altı su seviyesi durumu tespiti tamamlandıktan sonra dikkat edilmesi gereken bir diğer husus zemin geçirgenlik durumudur.

Yine aynı zemin etüd raporunun 114.sayfasındaki tabloda zemin geçirimlilik değerleri verilmiştir. Bu değerler Şekil 4.26.'da sunulmuştur.

Tanım	Kaya Sınıfı	Geçirgenlik katsayısı K
Temiz çakıllar	Yüksek Derecede Geçirimli	10^{-2}
Temiz kumlar, çakıllar ve çakılı kumlar	Orta Derecede Geçirimli	$10^{-5}-10^{-2}$
İnce kumlar, siltler bazı ayrılmış killer	Az Geçirimli	$10^{-9}-10^{-5}$
Killer	Geçirimsiz	$<10^{-9}$

Şekil 4.26. Karat 34 F Blok zemininin geçirgenlik katsayısına göre tanımlanması [15].

Görüldüğü üzere Karat 34 projesinin inşaa edileceği zemin geçirgenlik katsayısı (k) değeri 10^{-9} ile 10^{-5} olan, ince kumlar, siltler ve killerden oluşan az geçirimli bir zemin ve 10^{-9} dan daha küçük değerlere ulaşabilen geçirimsiz kil tabakalarından oluşmaktadır.

Sonuç olarak projede drenaj uygulamasının yapıldığı düşünüldüğünde tasarlanacak su yalıtımı sistemi yönetmeliğin 9.maddesinin 2.fıkrasının b bendine uygun olması

gerekmektedir. Dolayısıyla Karat 34 F blok temelinde kullanılacak yalıtım sistemi basınçsız su etkisine karşı yalıtım sistemi olacaktır.

TEM Avrasya projesi temel yalıtımı için tespit edilen basınçlı su etkisine karşı yalıtım sistemleri maliyetlerinin ve yöntemlerinin tamamı aynı şekilde basınçsız su etkisine karşı da kullanılabilirler. Ancak maliyet dengeleri her zaman göz önünde bulundurulduğundan bunların çoğu tercih edilmemektedirler. Ayrıca basınçlı zemin sularına karşı yalıtımda kullanılamayan ve sadece basınçsız zemin sularına karşı yalıtımda kullanılan malzemelerde bulunmaktadır. Basınçsız zemin sularına karşı kullanılan yalıtım malzemelerinden bazıları ise şunlardır [16]:

- Çimento esaslı malzemeler
- Bitümlü malzemeler
- Buhar kesici örtüler

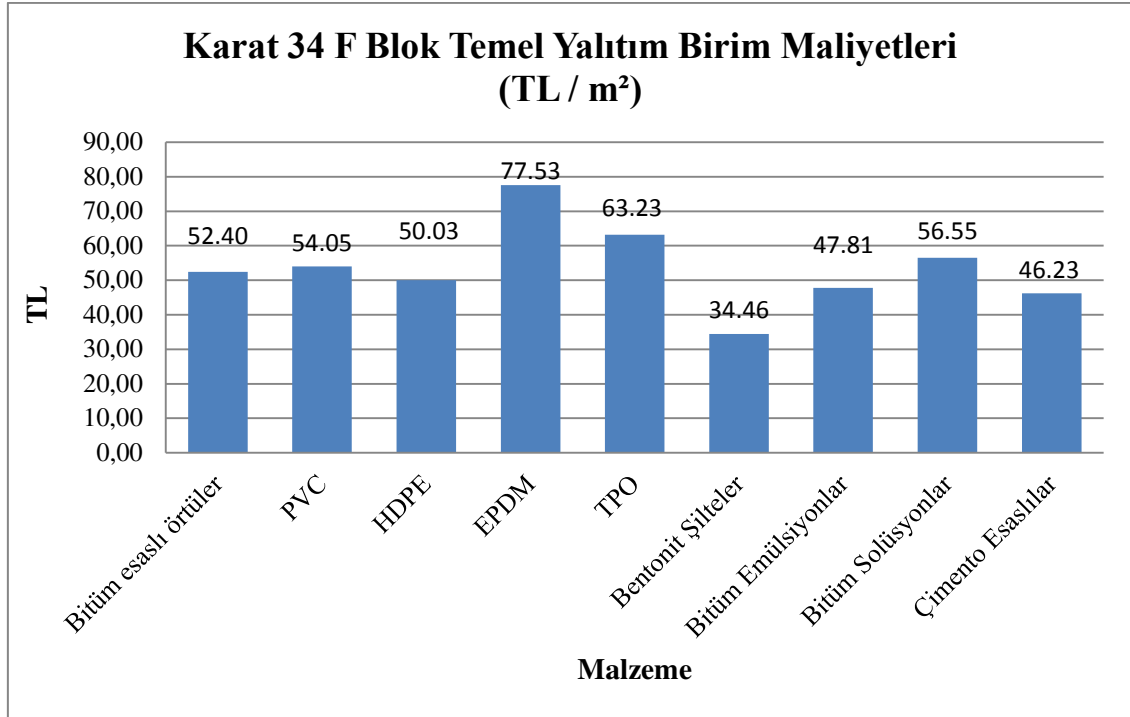
TEM Avrasya projesi temel yalıtımında belirlenen malzemeler burada belirtilen buhar kesici örtüler grubunu da kapsamaktadırlar. Dolayısıyla Karat 34 F blok projesine ait yeni yönetmeliğe uygun temel yalıtım maliyetleri belirlenirken, TEM Avrasya projesine ait örtü tipi temel yalıtım maliyetlerine ek olarak çimento esaslı ve bitüm esaslı sürme malzeme maliyetlerinin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Öncelikle sayfa 44, Tablo 4.6.'da yer alan örtü tipi malzeme maliyetleri kaynak olarak kullanılacaktır. Daha sonra da TEM Avrasya projesi betonarme perde yalıtım maliyetlerinde hesaplanan bitüm esaslı sürme tip malzemeler ile çimento esaslı malzemeler, temel yalıtım uygulamasına göre tamamlayıcı maliyetleriyle birlikte değerlendirilerek uygulamaya esas toplam maliyetleri belirlenecektir.

Örneğin bitüm ve çimento esaslı sürme tip malzemeler betonarme perdelerde uygulanırken, XPS-EPS ve drenaj levhası gibi tamamlayıcı ürünler kullanılırken, temel gibi yatay yüzeylerde tamamlayıcı uygulama olarak yalnızca geotekstil keçenin kullanılması gerekecektir. Dolayısıyla bitüm ve çimento esaslı sürme tip malzeme maliyetleri belirlenirken sayfa 49 Tablo 4.10.'da yer alan malzeme birim maliyetleri ile sayfa 53, Tablo 4.15.'de yer alan Y.18.461/042 isimli 250 gr/m² geotekstil keçe pozuna ait tamamlayıcı maliyetler toplanarak temel altı yalıtım maliyeti derlenmiş olacaktır. (Tablo 4.29.)

Tablo 4.29. Karat 34 projesi F blok temel yalıtım maliyetleri tablosu.

MALZEME TİPLERİ			A-Örnek Proje Yaklaşık Temel Metraji (m²)	B-Malzeme Uygulama Birim Fiyatları (TL / m²)	C-Toplam Tamamlayıcı Uygulama Birim Fiyatları (TL / m²)	B+C Maliyet Ücreti Toplamı (TL / m²)	Ax(B+C) Maliyet Ücreti Toplamı (TL / m²)
Serme Tip Su Yalıtımı Malzemeler	Bitüm Esaslı Serme Tip Malzemeler		1072.38	30.98	21.42	52.40	56192.71
	Sentetik Esaslı Serme Tip Malzemeler	PVC		29.18	24.87	54.05	57962.14
		HDPE		25.16	24.87	50.03	53651.17
		EPDM		52.66	24.87	77.53	83141.62
		TPO		38.36	24.87	63.23	67806.59
	Bentonit Şilteler			34.46	0.00	34.46	36954.21
	Sürme Tip Su Yalıtımı Malzemeler	Bitüm Esaslı Sürme Tip Malzemeler		Bitüm Emülsiyonlar	26.39	21.42	47.81
Bitüm Solüsyonlar				35.13	21.42	56.55	60643.09
Reaksiyon Esaslı Sürme Tip Malzemeler		Çimento Esaslı Malzemeler		24.81	21.42	46.23	49576.13

Tablo 4.29.'dan da anlaşılacağı üzere basınçlı su etkisine karşı kullanılan malzemelerin tamamı ile basınçsız su etkisine karşı kullanılan başlıca malzemeler ile oluşturulan maliyetler arasında yine bentonit şilteler avantajını hissettirmektedir. Tablo 4.29.'dan elde edilen veriler ışığında oluşan maliyetler grafiği Şekil 4.27.'de sunulmuştur.



Şekil 4. 27. Karat 34 F blok temel yalıtım birim maliyetleri grafiği

4.3.2.2. Karat 34 F Blok Toprakaltı B.A. Perdelerde Su Yalıtımı Maliyetleri

Yeni yönetmelik, toprak altında kalan yapı elemanları olan temel ve betonarme perde duvarlarının yalıtımında belirleyici kıstas, malzeme seçiminde yapı elemanlarının basınçlı su etkisine maruz kalıp kalmadığıyla ilintili olarak yalıtım tasarımının yapılması hususudur. Yapı yükseklik ve kapalı kullanım alanına bağlı ve zemin geçirgenlik katsayısının değerine göre malzeme seçimi yapılmasının aksine düşey yapı elemanı olan perdelerde çok fazla kriter sunmamaktadır. Kullanılacak malzemenin basınçlı – basınçsız su etkilerini karşılama kapasiteleri tasarım için yeterli olmaktadır.

Daha önce de belirtildiği gibi basınçlı su etkilerine karşı kullanılan malzemelerin tamamı basınçsız su etkilerine karşıda kullanılabilir. Zemin geçirgenlik katsayısı ve drenaj uygulama durumuna göre basınçsız su etkisine karşı tasarımı yapılacak olan Karat 34 F blok perde izolasyonlarında da bir önceki örnek proje olan TEM Avrasya konutları perde yalıtım bulgu ve değerleri aynen geçerli olacaktır. Dolayısıyla Karat 34 F Blok için, betonarme perde yalıtım birim maliyet değerleri sayfa 54 Tablo 4.18.'de ve sayfa 55 Şekil 4.6.'da verilen bulgular ve değerlerle de belirlenebilecektir.

4.3.2.3. Karat 34 F Blok Soğuk Derzlerde Su Yalıtımı Maliyetleri

Projelerde toprak altı seviyesi su yalıtım işlerinde uygulanacak yöntem ve malzemelerin tasarımı yapılırken, soğuk derzlerin yalıtımında uygulanacak malzemelerin türü veya yöntemi basınçlı –basınçsız su etkisine karşı gözlemlenerek seçilmemektedirler. Çünkü bu malzemeler betonarme perde yapı içinde gömülü olarak uygulanacakları için direkt olarak suyun basınç etkisine maruz kalmamaktadırlar.

Bu nedenle bir önceki örnek olarak incelenen TEM Avrasya projesindeki soğuk derz yalıtımları bölümünde elde edilen ve sayfa 63 Tablo 4.24.'de sunulan bulgu ve değerler Karat 34 F blok soğuk derz yalıtımlarında da geçerli olacaktır.

4.3.3. Karat 34 F Blok Projesi Değerlendirme Sonuçları

İkinci örnek proje ile alakalı maliyet değerlendirmesinde, proje müelliflerinden tedarik edilen plan ve paftalardan çıkarılan yaklaşık metrajlara göre toprak seviyesi altı yalıtım türlerine ait her bir uygulama çeşidi için yaklaşık maliyetler oluşturulmuştur. Bu bilgiler ışığında Karat 34 F blok projesi için yeni su yalıtım yönetmeliğine uygun en düşük toprak seviyesi altı su yalıtım maliyetleri Tablo 4.30.'da sunulmuştur.

Tablo 4.30. Karat 34 F blok en uygun yalıtım maliyetleri

İMALATIN TANIMI	Biri mi	Yaklaşık Keşif Miktarı	Maliyet Açısından En Uygun Uygulama Yöntemi	Uygulama Birim Fiyatı	(A x E) Toplam Proje Maliyeti (TL)
Temel altı su yalıtımı yapılması	m ²	1072.38	Bentonit esaslı şilteler	34.46	36954.21
B.A. Toprak perdelerinde su yalıtımının yapılması	m ²	1239.31	Çimento esaslı sürme tip malzemeler	57.11	70776.99
Soğuk derzlerde su yalıtımı uygulaması	m	364.12	Bentonit esaslı şişen bantlar	30.91	11254.95

Yukarıdaki tablodan da anlaşılacağı üzere;

- Temellerde en uygun maliyetli uygulama yöntemi bentonit esaslı şilteler,
- B.A. perdelerde en uygun maliyetli uygulama yöntemi çimento esaslı sürme tip malzemeler ve
- Soğuk derzlerde en uygun maliyetli uygulama yöntemi bentonit esaslı şişen bantlar olduğu görülmüştür.

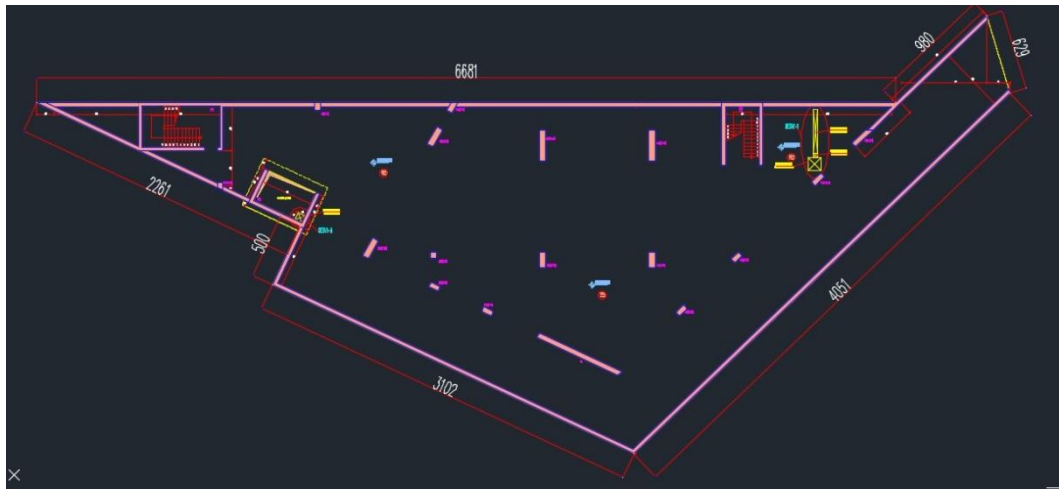
Karat 34 F blok projesi için yeni yönetmeliğe uygun en düşük maliyetli toprak seviyesi altı su yalıtımı uygulaması maliyetleri toplamı vergiler hariç 118.986,15 TL olarak belirlenmiştir.

Ancak halihazırda yürürlükte olan bir yönetmelik bulunmadığı için proje müelliflerinin uygulayıcı firma ile yaptıkları görüşmeler sonucunda uygulamaların Tablo 4.31.'de yer alan yöntem ve birim fiyatlar ile yapılması kararlaştırılmıştır.

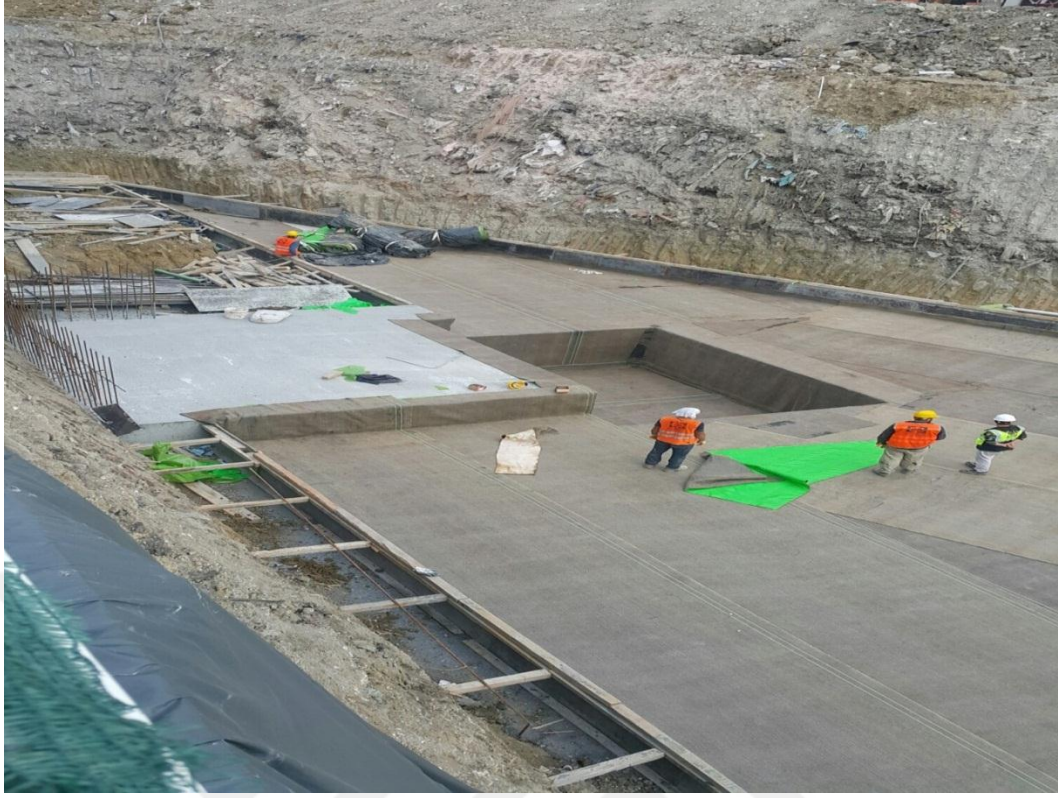
Tablo 4.31. Karat 34 F blok gerçekleşen yalıtım uygulama maliyetleri

KARAT 34 F BLOK TOPRAK ALTI SU İZOLASYONU İŞLERİ UYGULAMA KEŞİF TABLOSU					
İMALAT NO	İŞİN TANIMI	BİRİM	KEŞİF METRAJİ	BİRİM FİYAT	TUTAR
İZO.01	Sodyum bentonit esaslı geomembran ile temel altı yalıtım yapılması	m ²	1702.38	34.46	58664.01
İZO.02	Betonarme toprak perdelerinin BASF Masterseal 645 ile Yalıtımının Yapılması (30 cm XPS ve keçeli drenaj levhası dahil)	m ²	1239.31	75.63	93729.02
İZO.03	Soğuk derzlerde su yalıtımı uygulaması	mtül	364.12	30.91	11254.95
TOPLAM					163647.98

Projenin temel kalıp planı Şekil 4.28.'de, temel yalıtımında kullanılan yöntem olan bentonit esaslı malzeme uygulaması da Şekil 4.29.'da sunulmuştur.



Şekil 4.28. Karat 34 F blok temel kalıp planı



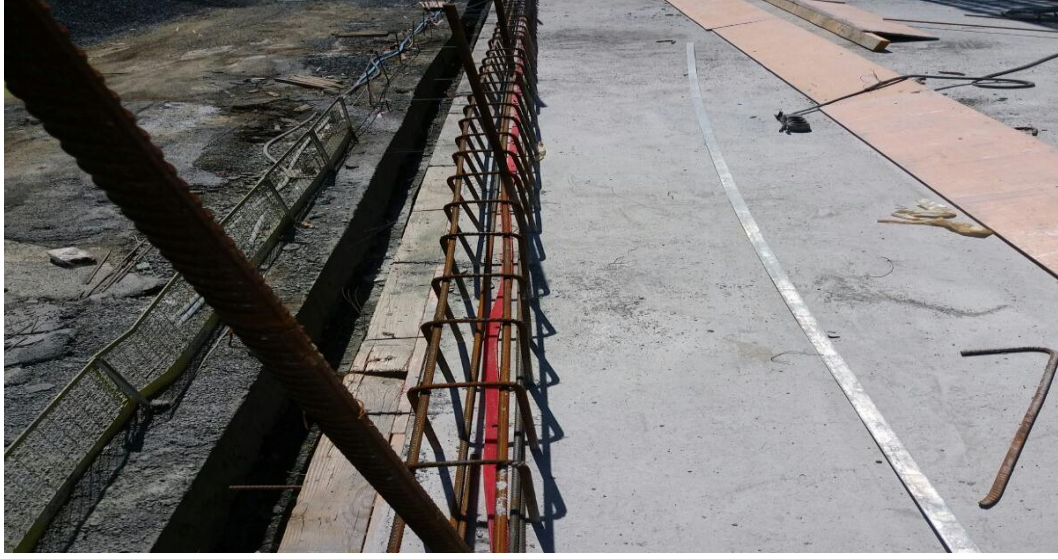
Şekil 4.29. Karat 34 F blok temel bentonit şilte uygulaması

Betonarme perdelerde uygulanan izolasyon uygulamaları ise Şekil 4.30.'da verilmiştir.



Şekil 4.30. Karat 34 F blok B.A. perde yalıtım uygulaması

Soğuk derzlerde bentonit esaslı şişen bant uygulaması Şekil 4.31.'de verilmiştir.



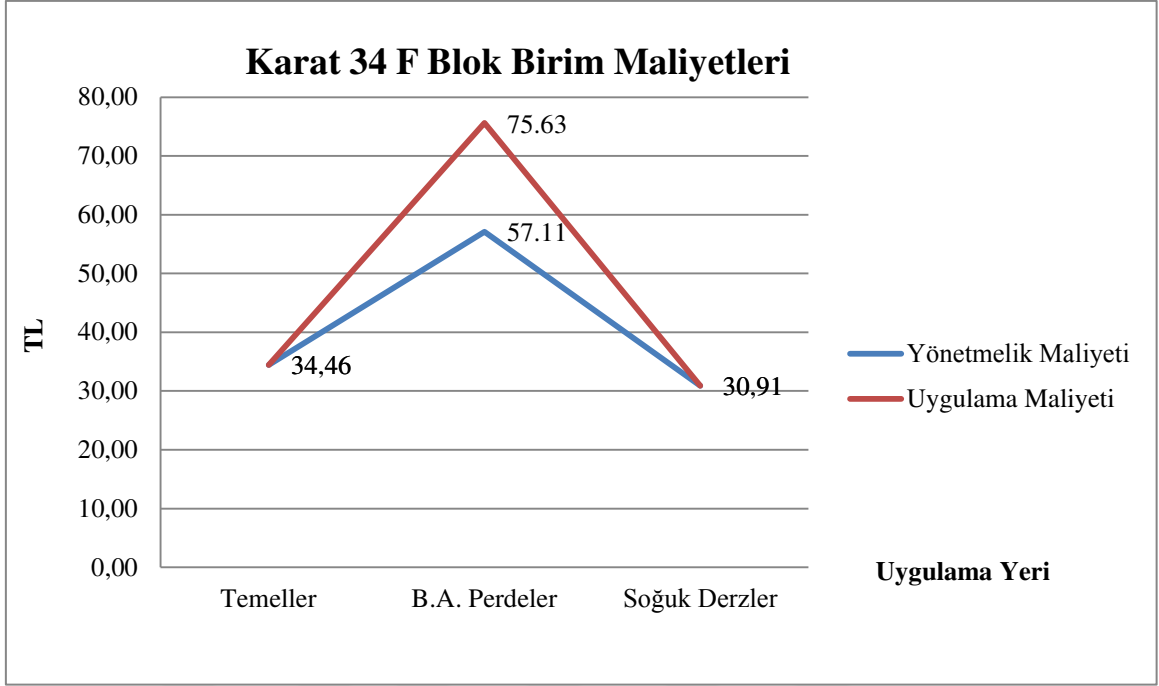
Şekil 4.31. Karat 34 F blok soğuk derzlerde şişen bant uygulaması

Karat 34 F blokta gerçekleştirilen izolasyon uygulamalarından sonra yeni yönetmeliğe uygun imalat maliyetleri ile gerçekleşen maliyetler arasındaki ilişki Tablo 4.32.'de ifade edilmiştir.

Tablo 4.32. Yönetmelik ve gerçekleşen uygulama maliyetleri arasındaki değişimler

İMALATIN TANIMI	Birimi	Yaklaşık Keşif Miktarı	Yönetmeliğe Uygun Uygulama Birim Fiyatı (TL)	Yönetmeliğe Uygun Proje Maliyeti (TL)	Gerçekleşen Uygulama Birim Fiyatı (TL)	Gerçekleşen Proje Maliyeti (TL)	Oluşan Fark Yüzdesi
Temel altı su yalıtımı yapılması	m ²	1702.38	34.46	58664.01	34.46	58664.01	0%
B.A. Toprak perdelerinde su yalıtımının yapılması	m ²	1239.31	57.11	70776.99	75.63	93729.02	32%
Soğuk derzlerde su yalıtımı uygulaması	m	364.12	30.91	11254.95	30.91	11254.95	0%

Tablo 4.32.'deki bilgiler ışığında Karat 34 F blok projesi için birim fiyat bazında hazırlanan, yönetmelik ve gerçekleşen uygulama maliyetleri karşılaştırma grafiği Şekil 4.32.'de verilmiştir.



Şekil 4.32. Karat 34 F blok birim maliyet karşılaştırma grafiği

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

01.06.2018 tarihinde yürürlüğe girecek olan su yalıtımı yönetmeliği ışığında örnek projeler olarak seçilen Fuzul İnşaat Pazarlama A.Ş. ile TOKİ ortak iştiraki olan TEM Avrasya Konutları projesi ve Doğa Yapı – Baş Yapı ile Emlak Konut iştiraki olan Karat 34 F blok projesi için toprak seviyesi altı yalıtım maliyetleri irdelenmiştir. Maliyet değerlendirmesinin çok fazla farklılık oluşturmaması adına referans olarak Çevre ve Şehircilik Bakanlığına ait 2018 yılı birim fiyatları kullanılmıştır. Birim fiyatlar listesinde olmayan uygulamalar Akor İzolasyon Malz. Yal. İnş. Taah. Ltd. Şti. firmasından temin edilmiştir.

Maliyet değerlendirmesi sonucunda ulaşılan bilgiler ve fikirlerin anlatılmasından önce Çevre ve Şehircilik Bakanlığına ait birim fiyat poz ve analizleriyle alakalı, bir takım hususların belirtilmesi gerekmektedir. Bu hususlar maddeler halinde sıralanacak olursa;

- Temel yalıtımlarının maliyetleri tespit edilirken en uygun uygulama yöntemi olan bentonit şilteler ile alakalı hali hazırda herhangi bir resmi poz olmadığı görülmüştür.
- Yine aynı şekilde güncel sektör uygulamalarında büyük bir paya sahip, poliüretan, poliürea ve hibrit uygulamalar, her ne kadar toprak altı yalıtımlarında tercih edilmeseler de teras balkon vb. gibi mahal ve elemanlarda kullanılan yeni teknoloji ve malzemeler olup poz eksikliği fazlasıyla hissedilmektedir.
- Dilatasyon yalıtımları ile alakalı çok fazla çeşitlilik varken bu kadar önemli bir uygulamanın Y.18.350/020 pozuyla tek bir uygulama olarak belirtilmesi çözümler ve maliyetler arası ilişkilerde yaşanması muhtemel sorunlara yol açabilmektedir.
- Soğuk derz uygulamaları hakkında hali hazırda hiçbir poz bulunmamaktadır.

Sonuç olarak, mevcut birim fiyat listelerinde özellikle su yalıtım uygulamalarıyla alakalı, son teknolojik ve alternatif uygulamalar ışığında güncelleme yapılması önem teşkil etmektedir. Birim fiyat pozlarında yer almayan bu uygulama türlerine ait pozlar, yeri geldiğinde yüklenicileri, farklı ve daha avantajlı yöntemleri uygulamalarına engel oluşturabilecektir. Bu engellerin ortadan kalkmasıyla yapılar daha az zamanda kaliteli, daha ekonomik ve daha düşük maliyetli uygulamalarla yalıtılarak ülke ve sektör ekonomisine ciddi katkılar sağlanabilecektir.

Tez ekinde sunulan ve Haziran 2018’de yürürlüğe girecek olan yeni su yalıtımı yönetmeliğine göre toprak altı su yalıtım maliyetleri irdelenen iki örnek projeden elde edilen bulgular ise şu şekildedir:

- Yeni yönetmelik yalıtımın pozitif yani, suya maruz kalan yüzeyden yapılmasını gerekli kılmıştır. Negatif yönden yapılacak yalıtım uygulamalarının tek başına bir yalıtım sistemi olarak yeterli olmayacağı görüşü çıkarılabilmektedir. Yine aynı şekilde kılcallık ilkesine dayalı yapısal yalıtımların tek başına yeterli olmayacağı belirlenmiştir.
- Yalıtımda kullanılacak malzemelerin TS standartlarına uygun olması gerekmektedir.
- Yeni yönetmeliğin, toprak altı izolasyonlara getirdiği yalıtım tasarımı kurallarında, basınçlı su ve basınçsız su etkisine karşı olmak üzere iki farklı yöntem kullanılabileceği belirtilmiştir. Nitekim ilk örnek proje olan TEM Avrasya konutları basınçlı su yalıtımına, Karat 34 F blok ise basınçsız su yalıtım tasarımına örnek teşkil etmektedir.
- Yalıtım tasarımını belirleyen en önemli kavramlar temelin oturtulacağı zeminin geçirgenliği ve drenaj sisteminin bulunup bulunmadığıdır.
- Yatay uygulama elemanları olan temellerde en başarılı ve maliyeti en düşük yalıtım sistemi örtü tip malzemeler grubuna giren bentonit esaslı şilteler olmuştur.
- Temellerde kullanılacak yalıtım sistem maliyetini en fazla etkileyen faktör, izolasyonun korunması amacıyla ihtiyaç teşkil eden tamamlayıcı ürünler olmuştur.
- Sürme tip malzeme gruplarında en uygun maliyetli ürün çimento esaslılar olarak belirlenmiştir. Ancak uygulanacak yüzeyin alansal büyüklüğü, istenilen mekanik dayanımlar ve sistem detayları için her zaman sonuç veremeyebilmektedirler.
- Toprak altı düşey yapı elemanlarında (perdeler) en uygun malzeme grubu sürme esaslılar olarak belirlenmiştir.
- Temel ve betonarme perde yalıtım tasarımında göz önünde bulundurulması gereken maliyetler, tamamlayıcı sistem maliyetleri olmalıdır.
- Soğuk derzler de kullanılabilecek en uygun maliyetli ürün, yine bentonit esaslı bir ürün olan şişen bantlardır. Yeni yönetmelikle soğuk derzlerde önlem almak mecburi hale gelmiştir.

Uzun zamandan beri sektörün en büyük sorunu olan yönetmelik ve kural eksikliği, nihayetinde ortadan kalkmış olacaktır. Genellikle uygulama sonrası yaşanan su ve nem

problemleri ile proje müelliflerinin aklına gelen su yalıtım sistemlerinin zaruriyet haline gelmesi yapı kullanım ömrünü ve kalitesini arttıracak gibi maliyetleri de olumlu yönde etkileyecektir.

Çalışmaya konu olan toprak altı yalıtım maliyetleri hususunda yeni yönetmelikte yer alan kurallarla hangi sistemin ne kadar maliyetle yapılabileceği öngörülecek, keyfî tasarım ve malzeme seçimlerine son verilecektir. En önemlisi doğru detaylar doğru sistem ve malzeme gruplarıyla çözülecektir. Bu durum da sektördeki kalite-zaman-maliyet şartlarının yerine getirilmesini sağlamış olacaktır.



KAYNAKLAR

- [1] **EKİNCİ, C.E.**, 2005. Bordo Kitap, Üniversite Kitapevi, Elazığ.
- [2] **KARABIYIK, E.**, 2010. Toplu konut yapılarında su yalıtımı ve Marmara bölgesi için çözüm örnekleri, *Yüksek Lisans Tezi*, Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [3] **ETİK, F.**, 2010. Yapılarda su uygulaması ve izolasyon teknikleri, *Yüksek Lisans Tezi*, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- [4] **DAĞ, F.E.**, 2001. Suyun yapıdaki etkileri ve yapıların suya karşı yalıtımı, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [5] **ADDLESON, L.**, 1972. Materials For Building Volume 2, Water and its Effects –I Iliff Books, London.
- [6] **GEL, M.K.**, 2001. Temelden çatıya su yalıtımının önemi ve uygulamalar, *TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yalıtım Kongresi*, Eskişehir, 23-25 Mart.
- [7] **YILDIRIM, M.**, 2012. Yapılarda su geçirimsizliği ve yalıtım teknolojisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Sakarya.
- [8] **TEKİN, Ç., DİRİ, C., ve BONFİL, J.**, 2016. Mimari Yapılarda Su Yalıtımı, YEM Yayınları, İstanbul.
- [9] **ERİÇ, M.**, 1994. Yapı Fiziği ve Malzemesi, Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- [10] **AKMAN, M.S.**, 2000. Yapı Hasarları ve Onarım İlkeleri, Livane Matbaacılık, İstanbul.
- [11] **GÜRDAL, E., ve KARAGÜLER, M.E.**, 2000. Yapı Hasarları ve Yapı Korunması, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı, *Yüksek Lisans Ders Notları*, İstanbul.
- [12] **TOSUN, K.**, *Yapı Malzemesi Ders Notları*, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- [13] **T.C. Resmi Gazete**, Binalarda su yalıtımı yönetmeliği (30223 mükerrer), 27.10.2017
- [14] **AKÇALI, Ü.**, 2018. 2018 Yılı İnşaat Birim Fiyat Analizleri I-II, Ankara.
- [15] **İstanbul Bahçelievler Yeni Bosna Mevkii Jeolojik Jeofizik ve Jeoteknik Etüt Raporu**, Doğa Şehircilik İç ve Dış Tic. A.Ş. + Baş Yapı İnş. Taah. Ve Tur. San. Dış Tic. Ltd. Şti., İstanbul, 2015
- [16] **GÖNÜL, İ.A.**, 2000. Yapılarda zeminden kaynaklanan nemlenmeyi önleme yöntemlerinin belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- URL-1**, http://www.bituder.org/m_suyaltar.htm, Su Yalıtımının Tarihçesi. 2 Mart 2016.
- URL-2**, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Yalıtım>, Yalıtım. 3 Mart 2016.
- URL-3**, <http://www.iyimiboyle.com/asitler-bazlar-ve-tuzlarin-ozellikleri.html> 14.03.2018
- URL-4**, <http://www.yildiz.edu.tr/~zcgirgin/Korozyon/Donatikorozyonu>, Donatı Korozyonuna Örnekler. 3 Mart 2016.
- URL-5**, <https://www.insaathaber.org/beton-yuzeyinde-ciceklenme/>, Beton Yüzeyinde Çiçeklenme. 22 Mart 2018.
- URL-6**, <http://www.betonvecimento.com/beton-2/alkali-silika-reaksiyonu>, Betonda Alkali Silika Reaksiyonu. 22 Mart 2018.

- URL-7,** <https://kaankaya7.wordpress.com/2015/07/27/alkali-silika-reaksiyonu-asr-nedir/>, Alkali Silika Reaksiyonu (ASR) nedir? 22 Mart 2018.
- URL-8,** <http://www.yilpaz.com/urun-23-20-p3000-polyester-keceli-su-izo-membrani.html> , P3000 Polyester Keçeli Su İzo.Membranı. 22 Mart 2018.
- URL-9,** <https://www.humbarahane.com/bitumlu-membran-yalitim-malzemesi-ile-temel-bohcalamasi/> , Bitümlü Membran Su Yalıtım Malzemesi İle Temel Bohçalaması. 22 Mart 2018.
- URL-10,** <http://www.yalitimdanismanligi.com/2012/10/sentetik-ortulerle-su-yalitimi.html>, Sentetik Örtülerle Su Yalıtımı. 22 Mart 2018.
- URL-11,** <http://www.izoder.org.tr/sayfa/35/genel-bilgi-almak-istiyorum>, Su Yalıtımı. 26
- URL-12,** http://www.infigoinsaat.com/uploads/2/1/4/9/21490082/infigo-islak_hacim-wm.pdf, İnfigo Islak Hacim. 26 Nisan 2018.
- URL-13,** [http://www.ab-schomburg.com.tr/upload/files/BETOPROOF-SYSTEM\(2\).pdf](http://www.ab-schomburg.com.tr/upload/files/BETOPROOF-SYSTEM(2).pdf), Betonda Yapısal Su Yalıtımı Sistemi. 26 Nisan 2018.
- URL-14,** <http://www.betonvecimento.com/beton-2/soguk-derz>, Betonarme Yapılarda Soğuk Derz., 22 Mart 2018.
- URL-15,** <http://deltekinsaat.com.tr/poliuretan-enjeksiyon-susuzlastirma.html>, Deltek A.Ş. Modern İzolasyon Yalıtım İnşaat. 22 Mart 2018.

EKLER

EK – I

BİNALARDA SU YALITIMI YÖNETMELİĞİ

BİRİNCİ BÖLÜM

Amaç, Kapsam, Dayanak ve Tanımlar

Amaç

MADDE 1 – (1) Bu Yönetmeliğin amacı; binalarda yapı elemanlarının muhtelif yollarla suya veya neme maruz kalması sonucu oluşan korozyon, dayanıklılık ve dayanım kayıpları gibi etkenlerle sürdürülebilirlik, sağlık ve kullanım yönünden risk oluşturan durumlara karşı, tasarım ve yapım bakımından alınacak önlemler ve uyulacak kurallara ilişkin usul ve esasların düzenlenmesidir.

Kapsam

MADDE 2 – (1) Bu Yönetmelik, yeni yapılacak binaların toprakla temas eden temel, döşeme ve bodrum duvarlarında, çatılarında, balkon ve ıslak hacimlerinde yapılacak su yalıtımının esaslarını kapsar.

(2) Mevcut binalarda su yalıtımı gerektiren tadilat yapılması veya su etkisine karşı yalıtım ve/veya drenaj önlemi alınması hâlinde bu Yönetmelikteki esaslara uyulur.

(3) Özel olarak su tutucu nitelikte yapılan ve bu Yönetmelikteki koşullardan daha başka teknik gereklere göre tasarlanması gereken su deposu, yakıt deposu, su sarnıcı, müstakil olarak yapılan açık veya kapalı havuz gibi yapılar ile tamamen su içerisinde kalacak şekilde inşa edilen yapılar ve arazi drenajı kapsam dışındadır. Ancak, konut binalarının içerisinde veya ona bitişik olarak sadece konutun ihtiyacı için inşa edilecek su deposu ve havuz gibi yapılar bu Yönetmeliğin kapsamındadır.

Dayanak

MADDE 3 – (1) Bu Yönetmelik; 29/6/2011 tarihli ve 644 sayılı Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamenin 2 nci maddesinin birinci fıkrasının (a) bendi ve 12 nci maddesinin birinci fıkrasının (b) ve (m) bentlerine dayanılarak hazırlanmıştır.

Tanımlar

MADDE 4 – (1) Bu Yönetmelikte geçen;

- a) Alansal drenaj sistemi: Toprak örtülü döşemelerin üzerinde veya zemine oturan döşemelerin altında, suyun birikip hidrostatik basınç oluşturmamasını önlemek amacıyla düzenlenen sistemi,
- b) Bakanlık: Çevre ve Şehircilik Bakanlığını,
- c) Basınçlı su etkisi: Yeraltı suyunun sürekli olarak veya geçici süre ile yapıda hidrostatik basınç oluşturduğu etki tipini,
- ç) Basınçsız su etkisi: Yeraltı suyunun yapıda hidrostatik basınç oluşturmada serbestçe akıp uzaklaştığı etki tipini,
- d) Çevresel drenaj sistemi: Toprak altı düşey yapı elemanlarının önünde biriken zemin suyunun, hidrostatik basınç oluşturmamasını önlemek amacıyla bodrum duvarlarının çevresinde ve temel kotu seviyesinde veya altında düzenlenen sistemi,
- e) Drenaj: Yeraltı su seviyesini düşürmek ve zeminde biriken suların yapıdan uzaklaştırılmasını sağlamak amacıyla uygulanan ve drenaj tabakası, drenaj boruları, kontrol ve bakım rögarlarından oluşan sistemi,
- f) Islak hacim su etki sınıfı: Islak hacimlerin bulunduğu mekânlarda su kullanım yoğunluğuna bağlı olarak değişen sınıflandırmayı,
- g) İlgili idare: Yapı ruhsatı vermeye yetkili idareleri,
- ğ) Sızdırmazlık tamamlayıcı malzeme: Su yalıtım sisteminin tamamlayıcısı olarak tüm derzlerde sızdırmazlık için kullanılan, profil, conta, yalıtım bantları ve mastikleri,
- h) Su yalıtım örtüleri: Binalarda su yalıtımı amacıyla kullanılan, bitüm veya plastik/kauçuk esaslı örtü veya levha biçimindeki malzemeleri,
- ı) Su yalıtım sistemi: Binada temelden çatıya kadar tüm yapı elemanlarının maruz kalacağı su etkisi ve su etki sınıfına göre yapının korunması için tahliye veya drenaj sistemini de içerebilecek yöntemler bütünü,
- i) Su yalıtımı: Yapıların maruz kalabileceği suyun bir düzlemden diğerine geçişini engellemek veya yönlendirmek için alınan önlemleri,
- j) Sürme esaslı su yalıtım malzemeleri: Bir veya birden fazla bileşen içeren, mala, rulo, fırça ile sürülerek veya özel makineler ile püskürtülerek uygulanan, çimento, akrilik dispersiyon, bitüm ve reaksiyon reçine esaslı ve benzeri esaslı su yalıtımı sağlayan malzemeleri,

- k) Tamir harcı: Yapı elemanlarında oluşan kırılmaların ve/veya çatlakların tamiri için özel olarak imal edilen çimento veya epoksi esaslı harçları,
- l) Teknik şartname: Türk Standartları Enstitüsünce yapı malzemelerine ilişkin olarak yayımlanan standartları, Ulusal ve Avrupa Teknik Değerlendirmelerini,
- m) Uygulama kuralları standardı: Kullanım amacına göre su yalıtım malzemelerinin özelliklerinin ve uygulama kurallarının belirlendiği Türk Standartları Enstitüsünce hazırlanmış ulusal standartları,
- n) Yapısal yalıtım: Yapıların maruz kalabileceği suyun geçişinin bütünsel bir yapı tasarımı ve uygulaması dahilinde, beton bünyesinde uygun geçirimsizlik ve sızdırmazlık sağlanarak ve gerekli diğer önlemler alınarak engellenmesini,
- o) Yeraltı suyu: Zemin malzemesinin arasındaki boşlukları tamamen dolduran ve toprak seviyesi altında kalan yapı elemanları üzerinde hidrostatik basınç oluşturan suyu, ifade eder. (2) Bu Yönetmelikte belirtilmeyen tanımlar için, EK-1’de yer alan standartlarda ve ilgili diğer mevzuatta belirtilen tanımlar geçerlidir.

İKİNCİ BÖLÜM

İlke, Görev, Yetki ve Sorumluluklar

Genel ilkeler

MADDE 5 – (1) Binanın inşa edildiği zeminin özellikleri, iklim ve ortam koşulları, yapının türü, kullanım amacı, yeraltı su seviyesi ve benzeri parametreler dikkate alınarak; yapı elemanlarına suyun muhtelif yollarla nüfuz etmesini engellemek amacıyla gerçekleştirilecek olan su yalıtımı tasarım ve uygulamalarında bu Yönetmelikte öngörülen esaslar geçerlidir.

(2) Bu Yönetmelikte tanımlanmamış olan ve açıklık gereken hususlar hakkında, Türk Standartları, bu standartların olmaması hâlinde ise, Avrupa Standartları esas alınır. Türk veya Avrupa Standartlarında düzenlenmeyen hususlarda, uluslararası geçerliliği kabul edilen dokümanlar da kullanılabilir.

(3) Bu Yönetmelik hükümlerinin uygulanmasından ilgisine göre yapı ruhsatı vermeye yetkili idareler, yatırımcı kuruluşlar, yapı sahipleri, tasarım ve uygulamada görevli mimar ve mühendisler ile uygulayıcı yükleniciler ve imalatçılar, yapı yapılmasında ve kullanımında görev alan denetim elemanları, yapı değerlendirme ve işletme yetkilileri görevli, yetkili ve sorumludur.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Projelendirmeye ve Uygulamaya İlişkin Genel Esaslar

Projelendirme esasları

MADDE 6 – (1) Bina bölümlerinde uygulanacak su yalıtım detayları, drenaj sistemleri ve kullanılacak malzemeler, ilgili standartları da belirtilerek, ilgisine göre mimari ve tesisat projelerinde gösterilir. Temel altı, iksa yüzeyleri, dilatasyon gibi taşıyıcı unsurlarla ilişkili su yalıtım detayları ayrıca statik projede de belirtilir.

(2) Su yalıtımı tasarımında;

a) Yapı elemanlarının maruz kalabilecekleri basınçlı veya basınçsız su etkileri ve yoğunluğu ile birlikte, suyun yapıdan uzaklaştırılmasına ilişkin yönlendirme ve tahliye sistemleri düzenlenir.

b) Su yalıtımı uygulanacak binada zemin özellikleri sebebiyle oluşabilecek zemin oturmalarına bağlı temel öteleme ve dönmeleri ile bina blokları veya mevcut eski binalarla yeni yapılacak binalar arasında bırakılacak derz boşlukları dikkate alınır.

c) Yeni binalarda su yalıtımı, yapı elemanlarının suya maruz kaldıkları taraftan uygulanması prensibine göre yapılır.

(3) Proje detaylarında yer alan ve kullanılması öngörülen su yalıtım malzemelerinin; ilgili ulusal uygulama kuralları standartlarında, teknik şartnamelerde ve bu Yönetmelikte tanımlanmış olan asgari performans karakteristiklerini sağlaması gerekir. Bu performans özelliklerinin sağlandığı kalınlık ve/veya sarfiyat bilgilerinin proje detaylarında gösterilmesi zorunludur.

(4) Su yalıtım malzeme türleri belirlenirken; uygulama standartları ve üretici talimatları da dikkate alınarak, birbirlerinin performans özelliklerini olumsuz etkilemeyecek malzemelerin kullanımı esastır.

(5) Su yalıtımı amacıyla kullanılacak malzemeler ve uygulama kuralları için EK-1’de verilen standartlara uyulur. Su yalıtımı uygulamalarına yönelik olarak bu Yönetmelikte esasları verilen kullanımlar için yayımlanacak yeni teknik şartnameler de EK-1 kapsamında değerlendirilir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Yalıtım İçin Yüzey ve Malzeme Hazırlığı İşlemleri

Yüzey hazırlığı

MADDE 7 – (1) Su yalıtımı uygulanacak yüzeylerde öncelikle temizlik ve gerekli tamir işlemleri yapılır. Bu amaçla;

a) Uygulama yapılacak yüzeyler, su yalıtım malzemesinin aderansını azaltabilecek toz, gevşek dolgular, çıkıntılar, boya, kalıp yağı, gres, çiçeklenme, betondaki ayrışmaya bağlı bozukluklar ve benzeri unsurlardan

arındırılacak ve basınçlı su, mekanik yöntem (spatula, tel fırça, jet taşı ve benzeri), ıslak kumlama, özel temizlik malzemeleri ve benzeri uygun yöntemler kullanılarak su yalıtımına hazır hâle getirilir.

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

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

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

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

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

Malzeme hazırlığı

MADDE 8 – (1) Su yalıtım malzemeleri, imalatçının kullanım talimatları doğrultusunda ürünlerin teknik şartnamesine göre hazırlanır ve uygulama standartlarına uygun şekilde sarfiyat ve/veya kalınlıklarda uygulanır.

(2) Su yalıtım detaylarında, imalatçının kullanım talimatları doğrultusunda, birbirleri ile uyumlu sistem bileşenleri kullanılır.

(3) Uygulama yüzeyinin kesintiye uğradığı dilatasyon, tesisat geçişleri, zemin-duvar, duvar-duvar ve farklı yapı elemanları ve malzemelerinin birleştiği hat boyunca ve benzeri

nokta detaylarında, fiziksel hareketlere karşı su yalıtım sisteminin su geçirimsizliğini sürdürecektir sızdırmazlık tamamlayıcı ürünler ile ilâve tedbirler alınır.

BEŞİNCİ BÖLÜM

Temel, Döşeme ve Perde Duvarlarda Su Yalıtımı

Tasarım kuralları

MADDE 9 – (1) Toprakla temas eden yüzeylerin (temeller, perde duvarlar, döşemeler ve benzeri) su yalıtımı tasarımı; binanın kullanım amacı ve yapısal özellikleri, temel tipi ve derinliği ile birlikte zemin ve temel etüt raporunda belirtilen zemin özellikleri (geçirgenlik, yeraltı su seviyesi, zeminin/suyun kimyasal özellikleri ve benzeri) ve mevsimsel olarak en yüksek yeraltı su seviyesi dikkate alınarak yapılır.

(2) Yeraltı su seviyesinin üzerinde bulunan temel ve perdeler için su yalıtımı;

a) Geçirgenlik katsayısı ($k \geq 10^{-4}$ m/s) olan çok geçirgen zeminlerde uygun drenaj sisteminin yapılması şartıyla basınçsız su etkisine karşı,

b) Geçirgenlik katsayısı ($k < 10^{-4}$ m/s) olan az geçirgen zeminlerde suyun birikme yapmayarak hidrostatik basınç oluşturmaması şartıyla basınçsız su etkisine karşı,

c) Drenaj sisteminin bulunmadığı az geçirgen zeminlerde ($k < 10^{-4}$ m/s); suyun geçici süre ile birikme yaparak hidrostatik basınç oluşturmaması durumunda basınçlı su etkisine karşı, tasarlanır.

(3) Temel ve/veya perdeleri yeraltı su seviyesinin altında bulunan binalarda, zeminin geçirgenliğine bakılmaksızın dıştan etki eden basınçlı su etkisine karşı yalıtım önlemleri alınır.

(4) Yapı yüksekliği 51,50 metreyi aşan veya kapalı kullanma alanı 10.000 m²'den fazla olan bodrumlu binalarda, her koşulda basınçlı su etkisine karşı su yalıtımı yapılır.

(5) Bodrumlu veya bodrumsuz tüm binalarda, uygulanan yalıtım önlemleri en az su basman seviyesine kadar, yalıtım sürekliliği sağlanacak şekilde devam ettirilir.

(6) Bodrumsuz binaların zeminle temas eden döşemelerinde ve temellerinde gerekli drenaj ve su yalıtım önlemleri alınır.

Yalıtım öncesi hazırlık

MADDE 10 – (1) Tabii veya tesviye edilmiş zemin kotu ile temel alt kotu arasındaki mesafenin 3 metreden daha fazla olduğu veya arazi eğiminin yapı elemanları etrafında su birikmesine yol açabileceği durumlarda, temelde uygulanacak yalıtım, birikmesi muhtemel suyun yapıdan uzaklaştırılmasına yönelik drenaj sistemi ile birlikte oluşturulur.

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

(3) Temel çukurları, toprak kayması önlenecek şekilde şevli açılır. Bitişik nizam yapılaşma dolayısıyla şevli temel çukuru açılmasının mümkün olmadığı durumlarda, su yalıtım malzemesinin uygulanacağı betonarme çanak iksa sisteminden ayrı inşa edilerek, su yalıtımı malzemesi tekniğine uygun olarak bu çanağın iç yüzeylerine uygulanır.

Yalıtım yöntemleri ve malzeme seçimi

MADDE 11 – (1) Toprakla temas eden temel, döşeme ve perde duvarlarda su yalıtımı;

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

b) Yapısal yalıtım sağlanarak, yapılabilir.

(2) Yapısal yalıtım uygulamalarında, su buharı geçişinin istenmediği durumlarda su buharı kesici bir katman oluşturularak ilave yalıtım önlemleri alınmalıdır.

(3) Basınçlı su etkisine maruz yatay yüzeylerde, yüzeysel yalıtım sisteminin örtü tipi malzemeler ile oluşturulması esastır.

(4) Birden fazla yalıtım malzemesi veya yöntemi, ancak birbirleri ile uyumlu olması hâlinde birlikte kullanılabilir.

(5) Örtü tipi ve sürme esaslı yalıtım malzemeleri, yapı elemanının suyla temas eden dış yüzeyine veya malzemeyi hidrostatik basınca karşı koruyabilecek bir katmanla korunmaları koşuluyla, ara katman olarak uygulanabilir.

(6) Yapısal yalıtım sağlamak üzere yapılacak uygulamalarda;

a) Kullanılacak betonun su işleme derinliği TS EN 12390-8 standardına göre en fazla 30 mm olmalı veya beton, yeraltı suyunun yapıda oluşturacağı su etkisi de dikkate alınarak en az C35/45 sınıfında ve su/çimento oranı 0.45'ten az, çimento dozajı 360 kg/m³'ten fazla olmalıdır. Beton imalatında mineral katkı kullanılması durumunda su/çimento oranı ve çimento dozajı için TS EN 206 standardı Madde 5.2.5 ve 5.2.6 göz önüne alınmalıdır. Beton tasarımında uygun çevresel etki sınıfı seçilmelidir. Betonun su işleme derinliği performansının kullanılması hâlinde bu durum, betonun piyasaya arzında G işaretlemesinde belirtilmelidir. Yapısal geçirimsizlik sağlamak üzere üretilen beton TS EN 206 standardına, suyun basınç etkisi ile uyumlu olacak şekilde kullanılacak katkı maddeleri ise TS EN 934-2 standardına uygun olmalıdır.

- b) Betonun döküm ve bakım kurallarına uyulur.
- c) Bu maddenin amaçları bakımından betonun su geçirimsizlik özelliklerini değiştirmek üzere kullanılacak malzemeler TS 13515 standardı Madde 9.8 esas alınarak, betona, karıştırma işlemi esnasında ilâve edilmelidir.
- ç) Yapısal elemanlarda oluşabilecek çatlak genişlikleri, TS 500 standardına göre agresif çevre koşulları altında kontrol edilerek su geçirimsizliğinin sağlanabildiği gösterilir. Betonarme elemanlar 18 cm'den daha az kalınlıkta ise yapısal geçirimsizlik yöntemi tek başına uygulanamaz.
- d) Derzler (soğuk derz, genleşme derzi ve benzeri) sızdırmazlık tamamlayıcı malzemeler ile su nüfuzundan korunur.
- (7) Temel ve perde duvarlarda kullanılacak su yalıtım malzemeleri;
 - a) Maruz kalacakları hidrostatik basınçta su geçirimsizlik özelliğini muhafaza edebilmelidir. b) Zemin bünyesinde veya yeraltı sularında bulunan kimyasallara ve gazlara karşı dayanıklı olmalıdır.
 - c) Binada oluşabilecek oturma, yer değiştirme ve benzeri kaynaklı etkileri karşılayabilecek mekanik özelliklere (çekme mukavemeti ve kopma uzaması) ve/veya çatlak köprüleme kabiliyetine sahip olmalıdır.
 - ç) Sürme esaslı malzemeler, imalatçının beyan ettiği kür süresini tamamladıktan sonra su ile sürekli temas hâlinde çözünmemelidir.

Uygulama kuralları

MADDE 12 – (1) Yatay düzlemde su yalıtımı yapılabilmesi için zemine; binanın yüklerine maruz kaldığında bütünlüğünü muhafaza edebilecek nitelikte, yüzeyleri düzgün taban betonu veya betonarme çanak uygulanır.

(2) Temel ve perde duvarların su yalıtımı; yapının bir parçası olmayan ve dolayısı ile yapı ile birlikte hareket etmeyen (istinat duvarları ve benzeri) harici elemanlardan bağımsız ve bağlantısız olarak uygulanır.

(3) Su yalıtım örtüleri uygun yöntemlerle sabitlenerek uygulama bitirilir.

(4) Sürme esaslı su yalıtım malzemeleriyle yapılan yalıtımlarda, yüzeyde eşit kalınlıkta ve homojen biçimde katman oluşturacak şekilde uygulama yapılır.

(5) Betonarme sistem yapılırken; su tutucu bantlar, su ile şişen bantlar ve dilatasyon bantları gibi sızdırmazlık tamamlayıcı malzemeler projesine uygun olarak yerleştirilerek su sızdırmazlığı sağlanır.

(6) Su yalıtım malzemeleri uygulandıktan sonra toprak dolgu ile diğer imalatların, istemsiz çarpma, darbe ve benzeri mekanik etkilere ve gerekmesi durumunda iklim koşullarına karşı korunmalıdır. Bunun için kâgir yapı elemanlarından koruma duvarının yapılması veya doğrudan su yalıtım malzemesinin üzerine ısı yalıtım levhası ve/veya drenaj levhası uygulaması gibi gerekli tedbirler alınır. Seçilecek dolgu malzemesi drenaj sisteminin çalışmasına engel olmayacak, su yalıtım malzemesine ve koruyucu önlemlere zarar vermeyecek nitelikte ve boyutlarda olacak ve uygun yöntemlerle uygulanır.

Drenaj sisteminin teşkili

MADDE 13 – (1) Binalarda yerüstü suların uzaklaştırılması amacıyla düzenlenecek drenaj sistemlerinin tasarımında, tahliye edilecek su miktarı ile zemin cinsi dikkate alınır.

(2) Çevresel drenaj uygulamaları; drenaj tabakası, drenaj borusu, kontrol ve bakım rögarlarından oluşan çevresel drenaj sistemi, bütün birikme suyu etkisi altındaki yapı elemanlarını kapsayacak şekilde bodrum duvarlarının

ve temel sisteminin önünde tasarlanır. Drenaj borularının etrafında, boruyu zedelemeyecek ve işlevini yitirmesine engel olmayacak şekilde uygun yataklama ve filtrasyon önlemleri alınır. (3) Alansal drenaj uygulamaları; yatay drenaj tabakası veya drenaj tabakası ile drenaj borularının beraber düzenleneceği sistemlerden birini seçmek için uzaklaştırılması gereken su hacmine uygun çapta boru seçilir. Alansal drenaj sistemi mutlaka çevre drenaj sistemine bağlanır.

(4) Drenaj boru hattının; yapıların, duvarların ya da benzeri yapı elemanlarının içinden veya altından geçirilmesinin gerektiği durumlarda, yapı elemanlarının taşıma gücünde azalma olmamasına ve farklı oturma oluşmamasına dikkat edilir. (5) Drenaj hattı ile toplanan suyun ilgili idaresince belirlenen şekilde dışarı sağlanır.

ALTINCI BÖLÜM

Balkon ve Çatılarda Su Yalıtımı

Tasarım kuralları

MADDE 14 – (1) Balkon ve çatılarda uygulanacak yalıtım detayları; yüzeyin eğimi, alanı, kullanım amacı, çatının türü, bitkilendirme yapılıp yapılmayacağı, maruz kalacağı en düşük ve en yüksek sıcaklıklar, rüzgâr yükleri, yağış miktarı, güneşin zararlı ışınları gibi iklim koşullarına bağlı etkiler dikkate alınarak belirlenir.

(2) Toprak veya dış hava ile temas eden eğimli çatılar, teras çatılar (gezilen veya gezilmeyen) ile balkon ve benzeri alanlardaki su yalıtım tedbirleri, basınçsız su etkisi dikkate alınarak tasarlanır.

(3) Çatı ve balkon yüzeylerinde suyun birikmemesi ve yapıdan uzaklaştırılması amacıyla döşenen tahliye sistemi, çatının kullanım amacı ve boyutları, yağış miktarı gibi özellikler dikkate alınarak tasarlanır. Çatılarda yağmur suyunun yapı içine alınmadan en kısa mesafeden bina dış cephesinden uzaklaştırılması esastır.

(4) Binaya bitişik olarak, çevresinde uygulanacak zemin kaplamaları, yağmur sularının uzaklaştırılması ve filtrasyonuna imkan sağlayacak şekilde uygulanır.

Yalıtım sisteminin teşkili

MADDE 15 – (1) Balkon ve çatılarda alınacak yalıtım önlemleri, maruz kalınan yağış sularının yapıdan uzaklaştırılmasına yönelik drenaj/tahliye sistemleri dikkate alınarak oluşturulur.

(2) Yaşam alanları ile dış ortam arasındaki bina zarfının bir bölümünü oluşturan teras veya eğimli çatılarda; ısı yalıtımı ve su yalıtımı detayları birbirleri ile uyumlu olacak şekilde bir bütün olarak ele alınır ve birlikte tasarlanarak uygulanır.

(3) Teras çatılarda olduğu gibi düşük eğime sahip yüzeylerde ısı yalıtım malzemesinin su yalıtım katmanının altında kullanılması durumunda; detayda kullanılacak ısı yalıtım malzemesi oluşan yükün etkisiyle deformasyona uğrayıp hasar görmeyecek şekilde yeterli dayanıma sahip olur.

(4) Çatı detaylarında kullanılacak olan su yalıtım malzemesinin su buharı geçirgenlik özellikleri dikkate alınarak, gerekmesi durumunda, sıcak tarafta buhar kesici katman kullanımı ve/veya kesintisiz olarak devam eden havalandırma boşluğunun oluşturulması gibi ilâve tedbirler alınır.

Uygulama kuralları

MADDE 16 – (1) Hafif metal çatıların detaylarında kullanılan su yalıtım örtüleri, özel raptetler ile mekanik olarak tespit edilecek ve birim alanda kullanılacak mekanik tespit elemanlarının sayıları, binanın konumu, yüksekliği, yöredeki hâkim rüzgârın yönü ve hızı, arazinin topoğrafik koşulları dikkate alınarak uygulama standartlarına göre belirlenir.

(2) Ürünler imalatçının kullanım talimatı doğrultusunda hazırlanacak ve gerekmesi durumunda astar katmanı ile birlikte uygulama standartları doğrultusunda sarfiyat ve/veya kalınlıklarda uygulanır.

(3) Uygulama yüzeyinin kesintiye uğradığı dilatasyon bölgelerinde ve köşe gibi nokta detaylarında, su yalıtım sisteminin su geçirimsizliğini sürdürecekt ilâve tedbirler alınır.

(4) Teras çatılarda yapılacak su yalıtımları, parapet, baca, havalandırma çıkışları ve benzeri detayların yatay üst kottan en az 30 cm üzerine kadar devam ettirilir. Örtü tipi su yalıtım

malzemelerinin bitişlerinde baskı profili, baskı çitası gibi paslanmayan malzemelerden imal edilmiş uygun aralıklarla mekanik olarak tespit edilir. Baskı çitasının üzerinde mastikle sızdırmazlık sağlanır.

(5) Çatılarda kullanılan su yalıtım malzemeleri; oluk, dere ve süzgeç ve benzeri tahliye elemanları ile bütünlük sağlayacak şekilde uygulanır ve süzgeçlerin etrafında sızdırmazlık sağlanır.

Malzeme seçimi

MADDE 17 – (1) Çatılarda su yalıtımı amaçlı kullanılacak malzemeler:

a) Maruz kalacakları suya karşı projede tasarlanan su geçirimsizlik özelliğini muhafaza edebilmelidir.

b) Isı yalıtımı malzemelerinin üstünde kullanılan su yalıtımı malzemeleri; dış iklim koşullarına karşı dayanıklı olmalıdır.

c) En dış katman olarak kullanılması durumunda su yalıtım malzemesi, güneşin kızılötesi ışınlarına karşı dayanıklı olmalı veya bu performansı sağlayacak bir katmanla kaplanmalıdır. ç) Bitki örtüsü bulunan çatılarda kullanılacak olan su yalıtımı malzemeleri, kullanılan bitki köklerine dayanıklı

olmalı; kök bariyeri olarak kullanılacak malzemeler kök girişine karşı dirençli olmalıdır.

d) Çatıda oluşabilecek deformasyon ve benzeri kaynaklı etkileri karşılayabilecek mekanik özelliklere (çekme mukavemeti ve kopma uzaması) ve/veya çatlak köprüleme kabiliyetine sahip olmalıdır.

e) Su yalıtımı sistemleri, rüzgâr ve kar yüküne karşı yeterli dayanıma sahip olmalıdır.

(2) Hafif metal çatılar gibi çatı hareketlerinin yoğun olduğu detaylarda taşıyıcılı sentetik örtüler veya elastomerik polimer bitümlü örtüler kullanılır.

Yağmur suyu tahliye sistemi

MADDE 18 – (1) Çatı su tahliye sistemleri TS EN 12056-3 standardına uygun olarak tasarlanır.

YEDİNCİ BÖLÜM

Islak Hacimlerde Su Yalıtımı

Tasarım kuralları

MADDE 19 – (1) Islak hacimlerde uygulanacak su yalıtım önlemleri; kullanım yoğunluğu, ıslak hacim su etki sınıfları ve uygulama alt yüzeyleri göz önünde bulundurularak belirlenir. Tasarımda;

a) Konutlardaki tekil duş, banyo, mutfak ve benzeri ıslak hacimlerde su yalıtımı; yoğun olmayan basınçsız su etkisi,

b) Okul, hastane ve benzeri binalardaki toplu kullanıma açık tuvalet, duş, hamam gibi ıslak hacimlerde su yalıtımı yoğun olan basınçsız su etkisi, dikkate alınır.

(2) Suyun birikmeden yapıdan uzaklaştırılmasına yönelik tahliye sistemleri tasarlanır.

Yalıtım sisteminin teşkili

MADDE 20 – (1) Islak hacimlerde uygulanacak yalıtım önlemleri, kullanım suyunun yapıdan uzaklaştırılmasına yönelik tahliye sistemi ile birlikte oluşturulmalıdır.

(2) Suyun tahliye elemanlarına yönlendirilmesi için ıslak hacim döşemesine uygun eğim verilir.

(3) Su yalıtım sistemi; çevre duvarlarda aynı malzeme ile kesintisiz olarak yeterli miktarda devam ettirilir, seramik karo gibi harici zemin ve duvar kaplamaları ile tamamlanır.

Kullanma suyu tahliye sistemi

MADDE 21 – (1) Islak hacimlerdeki tahliye sistemi TS EN 12056-2 standardına uygun olarak tasarlanır.

Uygulama kuralları

MADDE 22 – (1) Su gideri ve tesisat borusu geçiş çevrelerinde, zemin-duvar, duvar-duvar ve farklı yapı elemanları ve malzemelerinin birleştiği hat boyunca fiziksel hareketlere karşı su geçirimsizlik katmanı ve taşıyıcısı uygun malzemeden teşkil edilmiş su yalıtım bantlarıyla önlem alınır. Tesisat borularının geçişlerinde sızdırmazlık sağlanması için su yalıtım manşetleri kullanılır.

(2) Ürünler imalatçının kullanım talimatı doğrultusunda hazırlanır ve su etki türüne bağlı olarak uygulama standartlarında belirtilen sarfiyat veya kalınlıklarda uygulanır.

(3) Islak hacimlerde kullanılan su yalıtım malzemeleri; süzgeç ve benzeri tahliye elemanları ile bütünlük sağlayacak şekilde uygulanır.

(4) Su yalıtımı bitirildikten ve üzeri seramik ile kaplandıktan sonra dikey ve yatay zeminde zemin-duvar, duvar-duvar ile seramik-vitrifiye birleşim noktalarında ve tesisat borularının geçişlerinde sızdırmazlık mastikleri kullanılır.

(5) Gerekli hâllerde akrilik dispersiyon veya reaksiyon reçine esaslı su yalıtım ürünlerinin üzeri uygulama sonrasında henüz yaş iken uygun granülometredeki kum ile (kumlama) pürüzlendirilip üzerine gelecek seramik yapıştırıcısı için gereken aderans sağlanır. Çimento-akrilik esaslı ürünlerde kumlama yapılmaz.

Malzeme seçimi

MADDE 23 – (1) Toplu duşlar gibi suyun yoğun olarak kullanıldığı ve basınçlı suya maruz kalınmayan iç mekânların su ve neme karşı hassas olmayan yapı elemanlarından;

a) Duvarlarında akrilik (polimer dispersiyon), tek veya çift bileşenli çimento ve polimer katkılı veya reaksiyon reçineli su yalıtım malzemeleri kullanılır.

b) Döşemelerinde akrilik esaslı yalıtım ürünleri kullanılmaz.

(2) Konut tipi yapıların ıslak hacimleri gibi suyun yoğun olarak kullanılmadığı ve basınçlı suya maruz kalınmayan iç mekânların su ve neme karşı hassas olan veya olmayan döşeme ve duvarlarında; akrilik (polimer dispersiyon) tek veya çift bileşenli çimento ve polimer katkılı veya reaksiyon reçineli su yalıtım malzemeleri ve uygun su yalıtım örtüleri kullanılır.

(3) Endüstriyel mutfak ve çamaşırhaneler gibi suyun yoğun olarak iç mekânlarda, su ve neme karşı hassas olmayan döşeme ve duvarlarda kimyasal dayanımı yüksek reaksiyon reçine esaslı yalıtım ürünleri ve uygun su yalıtım örtüleri kullanılır.

(4) Islak hacimlerde su yalıtım amaçlı olarak kullanılacak malzemeler; su geçirimsiz, sürme esaslı su yalıtım malzemelerinde çatlak köprüleme özelliğine ve su yalıtım örtülerinde çekme dayanımı ve kopma uzaması özelliği açısından uygulama standardında öngörülen kriterleri haiz olur.

(5) Su yalıtımı üzerinde kullanılacak seramik karo kaplamasının yapıştırılmasında kullanılan seramik yapıştırıcı TS EN 12004-1 standardına, derz dolgu malzemesi ise TS EN 13888 standardına uygun olur.

SEKİZİNCİ BÖLÜM

Su Depoları ve Havuzlarda Su Yalıtımı

Sistemin teşkili

MADDE 24 – (1) Su depoları, bina içinde veya dışında yer alan havuzlar (süs, yüzme) gibi büyük hacimlerde su barındıran ve dolu-boş durumları arasında duvar çeperlerinde basınç farkları oluşabilen yapılarda kullanılacak su yalıtım detayları ve kaplama malzemeleri birbirleri ile uyumlu olacak şekilde bir bütün olarak ele alınır, birlikte tasarlanarak uygulanır. (2) Dıştan yalıtım gerektiren su etkisine karşı, suyun miktarına ve basınç özelliğine göre 5 inci bölümde verilen kurallara uyulur.

(3) İçten yapılacak yalıtım uygulamalarında yüzeyler, suyun niteliğini bozmayacak şekilde 26 ncı maddede belirtilen malzemeler ile kaplanır.

(4) Su depoları ve havuzlarda her durumda yapısal geçirimsizlik sağlanır.

Uygulama

MADDE 25 – (1) Zemin-duvar, duvar-duvar, elemanlarının birleştiği hat boyunca fiziksel hareketlere karşı su geçirimsizlik katmanı ve taşıyıcısı uygun malzemeden teşkil edilmiş su yalıtım bantlarıyla önlem alınır.

(2) Su yalıtım sistemi, seramik veya mozaik gibi harici zemin ve duvar kaplamaları ile kaplanmalıdır. Kaplama malzemelerinin yapıştırma ve derz dolgularının basınçlı su ve havuz kimyasallarına dayanıklı olması gerekir. Ancak sentetik örtüler ile kaplama gerektirmeyen sürme esaslı malzemeler, kimyasal özellikleri dikkate alınarak, doğrudan su ile temas edebilir. (3) Su depoları ve havuzlarda; zemin ve perde beton birleşim derzlerinde, su girişleri, fıskiye çevreleri, su tahliye süzgeç çevreleri ve aydınlatma kasa çevrelerinde mastikler ve/veya su yalıtım manşetleri ile sızdırmazlık sağlanır.

(4) Gerekli hâllerde reaksiyon reçine esaslı su yalıtım ürünlerinin üzeri uygulama sonrasında henüz yaş iken uygun granülometredeki kum ile kumlama yapılarak pürüzlendirilip üzerine gelecek seramik yapıştırıcısı için gereken aderans sağlanmalıdır. Çimento-akrilik esaslı ürünlerde kumlama yapılmaz.

Malzeme seçimi

MADDE 26 – (1) Suyun taşıyıcı sistem elemanları ve betonla temasını tamamen kesecek su yalıtım amaçlı olarak kullanılacak malzemeler; su geçirimsiz, sürme esaslı su yalıtım malzemelerinde çatlak köprüleme özelliğine ve su yalıtım örtülerinde mekanik özellikler (çekme dayanımı ve kopma uzaması) açısından uygulama standardında öngörülen kriterleri haiz olur.

(2) Su depoları ve havuzların döşeme ve duvarların iç tarafında tek veya çift bileşenli çimento ve polimer katkılı veya reaksiyon reçineli su yalıtım malzemeleri ve plastik/kauçuk esaslı su yalıtım örtüleri, dış tarafında ise bitümlü örtü, plastik/kauçuk esaslı su yalıtım örtüleri veya sürme esaslı su yalıtım örtüleri kullanılabilir.

(3) Su depolarında, içme ve kullanma suyu ile temas hâlinde bulunan su yalıtım malzemelerinin su ile etkileşime girmeyecek ve suyun niteliğini bozmayacak malzemeden yapılması esastır. Yalıtım malzemeleri solvent içeremez ve bitüm esaslı olamaz.

(4) Üzeri açık yüzme havuzlarında su yalıtım katmanı su ile temas ediyor ise kullanılan su yalıtım malzemeleri güneşin kızılötesi ışınlarına karşı dayanıklı olur.

(5) Bu maddede sayılan malzemelere ilâve olarak, su altında montajı yapılabilen mastikler ve basınçlı su kaçaklarının durdurulmasında kullanılan şok priz alan malzemeler gerekli hâllerde kullanılır.

(6) Üzeri seramik veya mozaik ile kaplanacak su yalıtımı üzerinde kullanılacak seramik, mozaik kaplamasının yapıştırılmasında kullanılan seramik yapıştırıcısı TS EN 12004-1 standardına, derz dolgu malzemesi ise TS EN 13888 standardına uygun olur.

DOKUZUNCU BÖLÜM

Son Hükümler

Yürürlük

MADDE 27 – (1) Bu Yönetmelik 1/6/2018 tarihinde yürürlüğe girer.

Yürütme

MADDE 28 – (1) Bu Yönetmelik hükümlerini Çevre ve Şehircilik Bakanı yürütür.

STANDART LİSTESİ

Uygulama Standardı	Ürün Grubu	Ürün Standardı
TS 13671 Polimer modifiye bitüm esaslı kalın kaplamalar ile su ve nem yalıtımı - Temel ve perde yalıtımları için genel şartlar ve uygulama kuralları	Bitüm esaslı sürme su yalıtım malzemeleri	TS EN 15814: Su yalıtımı için polimer modifiye edilmiş bitümlü kalın kaplamalar - Tarifler ve gerekler
TS 13658 Plastik ve Kauçuk esaslı sentetik örtüler – Çatı ve Temellerde Su Yalıtımı İçin Kullanılan – Uygulama Kuralları	Plastik/Kauçuk Esaslı Su Yalıtım Örtüleri	TS EN 13956: Esnek levhalar - Su yalıtımı için - Çatılarda su yalıtımı için kullanılan plastik ve lastik levhalar - Tarifler ve özellikler TS EN 13967: Esnek levhalar - Su yalıtımı için - Bodrum katlarda boğçalama yalıtımında kullanılan plastik ve lastik levhalar da dâhil plastik ve lastik rutubet yalıtım levhaları - Tarifler ve özellikler
TS 11758-2 Polimer bitümlü örtüler - Su yalıtımı için - Eritme kaynağıyla birleştirilerek kullanılan - Bölüm 2: Uygulama kuralları	Polimer Bitümlü Su Yalıtım Örtüleri	TS EN 13707: Su yalıtımı için esnek levhalar - Çatılarda su yalıtımında kullanılan takviyeli bitümlü levhalar - Tanımlamalar ve özellikler TS EN 13969: Su yalıtımı için esnek levhalar - Bodrum katlarda depolama amaçlı kullanılan levhalar dahil bitümlü rutubet yalıtım levhaları - Tanımlamalar ve özellikler
TS 13766 Sürme su yalıtım malzemeleri ile su yalıtım yapılması - Temel ve perde yalıtımları için genel şartlar ve uygulama kuralları	Reçine esaslı (poliüretan, poliürea, hibrit ve benzeri) sürme su yalıtım malzemeleri	TS EN 1504-2: Beton yapılar - Koruma ve tamir için mamul ve sistemler - Tarifler, özellikler, kalite kontrol ve uygunluk değerlendirmesi - Bölüm 2: Beton için yüzey koruma sistemleri
	Çimento, Dispersiyon esaslı ve reaksiyon reçineli sürme su yalıtım malzemeleri	TS EN 14891: Yapıştırıcılarla tutturulmuş seramik karoların altında kullanım için sıvı halde uygulanan su geçirmez ürünler - Gerekler, deney yöntemleri, uygunluk değerlendirmesi, sınıflandırma ve kısa gösteriliş
	Tüm sürme esaslı su yalıtım malzemeleri	TS EN 1504-2: Beton yapılar - Koruma ve tamir için mamul ve sistemler - Tarifler, özellikler, kalite kontrol ve uygunluk değerlendirmesi - Bölüm 2: Beton için yüzey koruma sistemleri
	Plastik/Kauçuk Esaslı Örtüler ve Bitüm esaslı Örtüler	TS EN 13859-1: Esnek levhalar - Su yalıtımı için - Alt tabakaların tarifleri ve özellikleri -Bölüm 1: Sürekli olmayan çatı kaplama levhaları için alt tabaka olarak kullanılan

Ek Şekil 1.1. Standart listesi

ÖZGEÇMİŞ

01.04.1983 yılında Muş ili Merkez ilçesinde doğan Hakan ALTAŞ, ilkokulu Atatürk İlkokulunda, ortaokulu Namık Kemal İlköğretim Okulunda ve orta öğrenimini Teknik Lise ve Endüstri Meslek Lisesi Yapı Ressamlığı bölümünde, 2000 yılında yine Muş'ta tamamladı. Fırat Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Ressamlığı öğretmenliği bölümünden 2010 yılında mezun oldu. 2011'de Fırat Üniversitesi Yapı Eğitimi Anabilim Dalı Yapı Tasarımı dalında yılından yüksek lisans eğitimine başlayan ALTAŞ, 2012 yılından bu yana İstanbul'da yaşamakta ve su-nem yalıtımı sektöründe kariyerine devam etmektedir.