



OKUL BİNALARINDA SU YALITIMI UYGULAMALARININ BİRİM MALİYETİ

Deniz BAYRAKTAR*, Emre Artun BAYRAKTAR

Antalya Valiliği, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Antalya, Türkiye

Anahtar Kelimeler

*Su yalıtımı,
Yalıtım maliyeti,
Su ve nem sorunu,
Suyun yapılara etkisi.*

Öz

Binalarda taşıyıcı veya taşıyıcı olmayan elemanların kullanım ömrünü korumak ve iç ortamlarda yaşam konforunu sağlamak amacıyla iç ve dış cephelerde kaplama ve yalıtım imalatları yapılmaktadır. Özellikle dış etkenler, zaman içerisinde binalarda yapısal hasarlara yol açmaktadır. Su ve nem, bina elemanlarında bozulmaya neden olan en önemli etkidir. Yapısal elemanlar su ve nem etkisine uzun süre maruz kaldıklarında kendilerinden beklenen konforu sağlayamayacaktır. Bu nedenle, su yalıtımı uygulamaları hem yapının afetler karşısındaki performansını hem de yapı konforunu sağlamak amacıyla gerçekleştirilmesi gereken imalatların başında yer almaktadır. Türkiye’de 2017 yılında yayınlanan “Binalarda Su Yalıtım Yönetmeliği” ile birlikte artık tüm yapılarda su ve nem etkisi dikkate alınarak su yalıtımı yapılması zorunlu hale gelmiştir. Bu çalışmada; binalardaki su yalıtım uygulamaları, yalıtım malzemeleri, binaların su ve nem etkisine maruz kaldıklarında oluşabilecek hasarlar ve yasal düzenlemeler derlenerek Milli Eğitim Bakanlığı’nın tip okul projeleri ile inşası tamamlanan okul binalarındaki su yalıtım uygulamalarının toplam maliyete oranı irdelenmiştir. Okul binalarına ait su yalıtımı ve toplam maliyet çalışmaları, projeler ve mahal listelerinde belirtilen imalatlara uygun olarak maliyet hesaplama programı vasıtasıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma ile okul binalarında temellerde, subasman seviyesinde, ıslak hacimler ve çatılarda uygulanan su yalıtımı imalatlarının bina toplam maliyetinin yaklaşık %4’üne, kaba ve ince inşaat imalatlarının ise %5’ine tekabül ettiği sonucuna varılmıştır.

UNIT COST OF WATER INSULATION APPLICATIONS IN SCHOOL BUILDINGS

Keywords

*Water insulation,
Insulation cost,
Water and humidity problem,
The effect of water on
structures.*

Abstract

Coating and insulation manufacturing are made in the interior and exterior facades to ensure the comfort of living buildings and maintaining lifetime. In particular, external factors lead to structural damage in buildings over time. Water and humidity are the most important factors that cause deterioration in the building elements. Structural elements will not be able to provide the comfort expected from them when they are exposed to water and humidity for a long time. Therefore, waterproofing applications are at the beginning of productions that need to be carried out to ensure the performance of the structure and the comfort of the building. With the "Water Insulation Legislation in Buildings" published in 2017 in Turkey, water insulation has become mandatory. In this study; Water insulation applications in buildings, insulation materials, damages from the water and humidity effects in buildings and legal regulation have been compiled. The ratio of water insulation applications in school buildings has been examined. Water insulation and total cost of school buildings were calculated by the cost calculation program. The study concluded that water insulation applications in school buildings correspond to about 4% of the total cost of building, and 5% of rough and fine construction manufacturing.

* İlgili yazar / Corresponding author: deniz_ceditoglu@hotmail.com, +90-242-321-8006

Alıntı / Cite

Bayraktar, D., Bayraktar, E.A., (2018). Okul Binalarında Su Yalıtımı Maliyetinin Araştırılması, *Journal of Engineering Sciences and Design*, 6(2), 202-212.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)

Deniz BAYRAKTAR, 0000-0003-2331-2253

Emre Artun BAYRAKTAR, 0000-0002-3226-7637

Başvuru Tarihi / Submission Date	30.12.2017
Revizyon Tarihi / Revision Date	22.02.2018
Kabul Tarihi / Accepted Date	28.02.2018
Yayın Tarihi / Published Date	09.04.2018

1. Giriş

Binalar; konut, okul, kamu, alışveriş merkezleri gibi insanların ihtiyaçlarını karşılayabilmek ve çeşitli amaçlara hizmet etmek amacıyla inşa edilirler. İnşa edildikleri tarihten itibaren kendilerinden beklenen fonksiyonlarını ve afetler karşısındaki performanslarını belirli bir düzeyde tutabilmek amacıyla proje haricinde veya dâhilinde yardımcı imalatlar uygulanabilir. Bu imalatlar ile binaların taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan unsurlarının dış etkenlerden korunması amaçlanmaktadır. Binaların maruz kaldıkları dış etkenlerin başında su ve nem gelmektedir. Su ve nem etkisinin ortadan kaldırılması veya etkisinin en aza indirgenmesi amacıyla bina inşaatlarında çeşitli su yalıtımı ve drenaj uygulamaları yapılmaktadır. Bu uygulamalar, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nca hazırlanan "Binalarda Su Yalıtımı Yönetmeliği" yürürlüğe girinceye kadar binalarda zorunlu imalatlar arasında yer almamaktaydı. Yönetmeliğin yürürlüğe gireceği 1 Haziran 2018 tarihinden itibaren su yalıtımı uygulamaları zorunlu hale getirilmiştir (ÇŞB, 2017).

Binalardan beklenen fonksiyonları uzun bir süre boyunca devam ettirebilmek, binalarda konforlu ve sağlıklı bir iç ortam oluşturabilmek, binayı saran elemanların yeterli düzeyde kuru olmasını sağlamak ve suyun binanın bir kısmına veya kapsadığı hacimlere zarar vermesini önlemek amacıyla su yalıtımı uygulamaları gerçekleştirilmelidir (Gökaltun, 2001; İkinci ve Yıldırım, 2004; Dal ve Yılmaz, 2015; Kartal ve Işık Üstündağ, 2016). Su yalıtımı, ya suyu binalardan uzaklaştırmak ya da binaları suyun etkisinden korumak amaçlarıyla yapılır. Suyun binalardan uzaklaştırılması için çeşitli tiplerde drenaj sistemleri oluşturulabilir. Oluşturulacak drenaj sistemi ile binalara ulaşması muhtemel çevre ve zemin su kaynaklarının belirli çapta drene boru veya beton/betonarme kanallar yardımıyla toplanması ve uzaklaştırılması hedeflenmektedir. Binaları suyun etkisinden korumak amacıyla ise çeşitli su yalıtımı uygulamaları icra edilebilir. Önemli olan husus ta bu uygulamaların yerinde ve doğru malzeme seçimleri ile standardına uygun bir biçimde yapılmasıdır. Su yalıtımı malzemeleri oldukça fazla ürün çeşitliliğine sahiptir. Ancak, bu malzemeler örtü, sürme ve yapısal malzemeler şeklinde ana başlıklar halinde özetlenebilir. Hangi malzeme kullanılırsa kullanılsın bu tip yalıtım uygulamaları, bina taşıyıcı veya mimari

unsurların suyun etkisinden bir örtü vazifesiyle korunmasını ve kuru kalmasını amaçlamaktadır.

Su yalıtımı, binaların suyun korozif ve aşındırıcı etkisinden korunması için gereklidir (Kozak ve Kozak, 2015). Su yalıtımı uygulamalarının yapılmaması veya eksik/hatalı uygulamaları binalarda daha sonrasında çözülmesi zor ve zahmetli birçok problemin oluşmasına sebebiyet vermektedir. Bu problemler; yapısal ve mimari unsurlarda oluşan hasarlar şeklinde tanımlanabilir. Yapısal hasarlar; betonarme taşıyıcının içinde yer alan donatıların suyun yıpratıcı etkisine maruz kaldıklarında paslanarak çürümeye başlaması ve kabuk betonu dökülmeleri şeklinde oluşabilmektedir (İkinci ve Yıldırım, 2004). Mimari elemanlarda meydana gelen hasarlar ise daha ziyade sıva ve boya katmanlarında görülen dökülmeler, çiçeklenmeler ve mantar/küf oluşumları şeklinde görülebilmektedir.

Su yalıtımında hangi malzemenin tercih edileceği ve nasıl uygulanacağı noktasında binanın oturduğu zemin cinsi, yeraltı su seviyesi, çevredeki su kaynakları, bina kullanım yoğunluğu gibi birçok faktör değerlendirilmelidir. Bu değerlendirme oldukça karmaşık ve hem birbirleriyle hem de diğer yalıtım tercihleriyle etkileşim halindedir. Bu nedenle, tercih edilen su yalıtımı uygulamalarının maliyeti de önem arz etmektedir. Su yalıtımı imalatlarına ait maliyetin tüm yapı maliyetine oranı hakkında çeşitli çalışmalar mevcuttur. Ancak, unutulmamalıdır ki çalışmalar neticesinde elde edilecek oran sadece çalışma yapılan projeye ait bir değer olacaktır.

Kartal ve Işık Üstündağ (2016), çalışmalarında bir üniversitenin yerleşkesinde yapılan Merkez Laboratuvar Binası için projesinde yer alan su yalıtımı imalatlarının tüm maliyete oranının yaklaşık %5 olduğunu ve bu su yalıtımlarına ilaveten önerdikleri yalıtım uygulamaları ile bu oranın yaklaşık %6,5'e yükseldiği sonucuna varmışlardır.

Sözer (2005), binalardaki ısı, su, ses ve yangın yalıtımını konu aldığı çalışmada bir örnek proje üzerinde değerlendirmelerde bulunmuştur. Çalışmada değerlendirdiği örnek proje İstanbul'da betonarme olarak inşa edilen villa projesidir. 26 adet ikiz villadan oluşan binaların her biri 262,74 m² inşaat alanına sahiptir. Çalışmada su yalıtım imalatları maliyet analizlerinde 2005 yılı piyasa fiyatları

kullanılmıştır. Çalışma sonucunda; su yalıtım imalatlarının 2005 yılı birim maliyeti 16,15 TL (2005 yılı ortalama döviz kuruna göre 8,60 €) olarak hesaplanmıştır. Elde edilen birim maliyet, Yİ-ÜFE (yurtiçi üretici fiyat endeksi) katsayıları ile 2018 yılına güncellendiğinde 45,00 TL'dir.

Kozak ve Kozak (2015), yapılardaki su ve ısı yalıtım uygulamalarını değerlendirdikleri çalışmalarında iyi hazırlanmış bir yalıtım projesinin uygulanması koşuluyla ileri vadede yapılabilecek tüm masrafların geri kazanılabileceği, birçok tesisat kaleminden ekonomi sağlanabileceği ve su yalıtımında malzeme ve kalitenin birlikte düşünülmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Bu çalışmada; binalarda su yalıtımı malzeme ve uygulamaları ile su yalıtımı yapılmaması halinde karşılaşılabilecek problemler ve konu ile ilgili yasal düzenlemeler derlenmiştir. Buna ilaveten, okul binaları kapsamında temellerde, bina eteklerinde, ıslak hacimlerde ve çatılarda yapılan su yalıtım uygulamalarının bina toplam maliyetine oranı araştırılmıştır. Çalışma kapsamında, Milli Eğitim Bakanlığı'nın tip projeleri kullanılmıştır. Kullanılan projeler 2014 yılında ihale edilerek yapım süreçleri tamamlanmıştır. Projeler kapsamında yer alan su yalıtımı uygulamaları hakkında detaylar sunulmuştur. Su yalıtımı ve bina toplam maliyeti, ihale yılları temel alınarak Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nca yayımlanan birim fiyatlar yardımıyla AMP programı kullanılarak hazırlanmıştır. Bu çalışma ile su yalıtım maliyetinin bina toplam maliyetine oranı hakkında genel bir oran tespit etme çalışmalarına katkı sunmak amaçlanmıştır.

2. Su Yalıtım Uygulamaları ve Yasal Düzenlemeler

Bu bölümde; binalarda su ve nem kaynakları, su ve nemin oluşturabileceği hasarlar ve su yalıtım uygulamaları derlenmiştir.

2.1. Binalarda Su ve Nem Kaynakları

Binalarda doğru bir su yalıtımı yapabilmek için öncelikle su ve nem kaynaklarının tespit edilmesi gereklidir. Binalara su ve nem çok çeşitli kaynaklardan etki eder (Gökaltun, 2001). Yeraltı ve sızıntı suları, toprak nemi ve yerüstü suları binaları dışardan, kullanma suyu ise içerden etkiler (Ekinci ve Yıldırım, 2004). Bir nevi binalar sürekli su ile etkileşim halindedir (Dal ve Yılmaz, 2015).

Binaları zorlayan dışardan kaynaklı su ve nem etkileri aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Bina zemininde sürekli yer alan ve zemin türüne göre etkisi değişen zemin nemi,
- Havada bulunan nem,
- Yapı malzemelerinin içerisinde yer alan su,
- Basınçlı ve basınçsız haldeki zemin suyu,
- Yağış suları,

- Subasman bölgesine etki eden sıçrama suları,
- Çevredeki serbest akış halindeki sular (Gökaltun, 2001).

Belirtilen su ve nem kaynaklarına karşı binaların temel alt-alın-üst kısımlarında, bodrumlu binalarda bodrum perdelerinde, subasman bölgelerinde (bina eteği), ıslak hacimlerde döşemelerde, çatılarda çatı örtüsü altında, teraslarda döşeme kaplaması altında su yalıtımı uygulamaları yapılmaktadır.

2.2. Binalarda Su ve Nemin Oluşturacağı Hasarlar

Binalarda kullanılan beton, çelik, inşaat demiri, ahşap, sıva, boya, badana, derz gibi malzemeler su ile temas etmeleri halinde zamanla bozulmaya uğramaktadırlar.

Betonarme elemanların içerisinde yer alan donatılar, oksijen ve su ile birleşerek pas meydana getirmekte ve çürümeye başlamaktadır. Korozyona uğrayan donatı kendinden beklenen fiziki özelliklerini (çekme-eğilme dayanımı) kaybeder (Akıncıtürk, 2001). Bu nedenle, binaların zemine oturan ve tüm ağırlığını taşıyan temel ve bodrum perdelerinin, su ve nemin oluşturacağı korozyona karşı en iyi korunması gereken bölümler olduğu ifade edilebilir (Ekinci ve Yıldırım, 2004; Kartal ve Işık Üstündağ, 2016).

Çatılarda yağış suyu geçirimsizliği sağlanabilmesi için çatı örtüsü katmanının geçirimsizlik özelliğinin yanı sıra, özel bir geçirimsizlik katmanı olan su yalıtımının da yapılması uygun olacaktır (Coşkun, 2006).

Islak hacimlerdeki su ve nem etkilerinin ortadan kaldırılmaması sıva ve boya kaplamalarda dökülme, çiçeklenme ve mantar/küf oluşumlarına neden olabilir. Sıva ve boya katmanlarında meydana gelen bozulmalar alerjenlerin oluşmalarına sebep olmaktadır. Alerjenler, ev tozu akarları ve küf mantarları şeklinde görülebilir. Ev tozu akarları gözle görülemeyen ve 20-30°C sıcaklık ile %60-70 arası nemli ortamlarda yaşayabilen canlılardır. Küf mantarları ise sıcak, rutubetli ve karanlık ortamlarda üreyebilen mikrobik bir türdür. Tüm bu alerjenlerin oluşmaması için bina içerisindeki nemi %50'nin altına indirmek gereklidir. Bunun için de bu yönde uygun ve doğru su yalıtım uygulamalarının gerçekleştirilmesi önem arz etmektedir (Akman, 2017).

Su ve nem etkisi nedeniyle binalardaki ahşap malzemelerde çürüme, şişme; demir-sac malzemelerde paslanma; kâgir yapı elemanlarında ise şişme, donma, çatlama, büzülme, kopma, kabuk atma ve çiçeklenme görülebilir (Dal ve Yılmaz, 2015). Bu hasarlar neticesinde oluşacak durumda; yapı içerisinde yaşayanlarda çeşitli hastalıklar ortaya çıkabilir, yapının kullanım değeri ve konforu düşebilir (Gökaltun, 2001).

2.3. Binalarda Su Yalıtım Uygulamaları

Binalarda su yalıtımı uygulamaları su ve nem kaynaklarının bulunabileceği bölümlerde bu etkilere uygun şekillerde yapılmaktadır.

2.3.1. Temel ve Bodrum Perdelerinde Su Yalıtımı

Zemin suları ile temas eden yapı malzemelerinin çoğu ıslanabilir malzemelerdir. Bu nedenle sıvı haldeki su, kuru bir yapı elemanı ile temas ettiğinde malzemenin yüzeyindeki boşluklar üzerinde yayılır ve malzeme tarafından emilirler (Gönül ve Çelebi, 2003). Bu durum zaman zaman içerisinde yapı elemanlarının nem içeriğinin artmasına neden olacaktır. Bu nedenle, basınçlı veya basınçsız su etkisinde kalan temel ve bodrum perdelerine bohçalama adı verilen su yalıtım tekniği uygulanmaktadır. Bohçalama su yalıtımı, tek veya iki kat polimer bitümlü örtülerin yatayda temel altına ve düşeyde bodrum perdelerine, serilerek şalümo alevi ile yüzeylere ve birbirlerine yapıştırılmak suretiyle oluşturulan bir su yalıtım uygulamasıdır. Söz konusu uygulama özellikle yeraltı su seviyesi düşük olan zeminlerde oldukça kullanışlıdır. Radye temel, örtü su yalıtımları için en uygun temel tipidir (Akıncıtürk, 2001).

2.3.2. Çatılarda ve Teraslarda Su Yalıtımı

Çatı ve teraslar, bir binanın yağmur, kar, don olayı, güneşin UV ışınları, sıcaklık farkları gibi dış etkenlere en çok maruz kalan bölümleridir (Sözer, 2005). Çatılarda su yalıtımı, çatı kaplama tahtasının üzerinde örtü yalıtım malzemeleri kullanılmak suretiyle uygulanmaktadır. Teraslarda örtü ve sürme tip su yalıtımı uygulamaları tercih edilebilir.

2.3.3. Islak Hacimlerde Su Yalıtımı

Islak hacimlerde muhtemel su ve nem etkisi önlenemez ise bina dış cephesinde bozulmalar ve dökülmeler; iç cephede ise mantar/küf oluşumları gözlenebilir. Bu mahallerde su yalıtımı için suların hızlı bir şekilde tahliyesini sağlayacak eğimli yüzey ve giderler oluşturulabilir ve döşeme kaplaması altına örtü veya sürme tip yalıtım uygulamaları tercih edilebilir.

2.3.4. Drenaj Sistemleri

Binaları, su ve nem etkilerinden sadece su yalıtımı uygulamaları ile korumak yeterli değildir. Bu nedenle, su ve nem kaynaklarının binalardan belirli bir sistem oluşturularak toplanıp uzaklaştırılması gerekmektedir (Gökaltun, 2001). Zemin, sızıntı sularına karşı doğal bir drenaj sağlayacak geçirimsizliğe sahip ise drenaj sistemine gerek yoktur. Ancak, bina çevresi geçirimsiz bir tabakadan oluşturulmuş ise birikme sularının yapı üzerine hidrostatik basınç uygulamasını önlemek için çevresel drenaj gerekmektedir (Gönül ve Çelebi, 2003).

Çevresel drenaj sistemi, temel çevresi boyunca temel alt kotunda yerleştirilerek toplama rögarlarına

bağlantısı yapılan drene boruların filtrasyona uygun dolgu malzeme ile bahçe kotuna kadar kapatılması ile oluşturulabilir. Oluşturulan sistem ile yağış ve sızıntı sularının daha bina temel ve perde düşey yüzeylerine ulaşmadan drene borular vasıtasıyla toplanması amaçlanmaktadır.

2.3.5. Su Yalıtımı Hakkında Yasal Düzenlemeler

Ülkemizde su yalıtımı uygulamaları, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nca yayınlanan "Binalarda Su Yalıtımı Yönetmeliği" ile düzenlenmiştir.

2017 yılında yayımlanan "Binalarda Su Yalıtımı Yönetmeliği" ile binalarda su veya nem etkisi sonucu oluşabilecek durumlara karşı, tasarım ve yapım bakımından alınacak önlemler ve uyulacak kurallara ilişkin usul ve esaslar düzenlenmiştir (ÇŞB, 2017).

Yönetmelik kapsamında; binaların "temel, döşeme ve perde duvarlarında, balkon ve çatılarında, ıslak hacimlerde, su depoları ve havuzlarda yapılacak su yalıtımı uygulamalarına" ait kurallar belirtilmiştir. Genel olarak bu kurallar; uygulama öncesi hazırlık, malzeme seçimi ve uygulama adımları şeklinde alt bölümlere ayrılmıştır (ÇŞB, 2017).

3. Materyal ve Yöntem

Bu bölümde; Antalya ili merkez sınırları içerisinde inşa edilerek kullanıma açılan okul binalarında proje ve şartnameler doğrultusunda yapılan su yalıtım uygulamalarının bina toplam maliyetinin içerisindeki oranı ve toplam inşaat alanına bağlı olarak birim m² maliyeti araştırılmıştır. Çalışma kapsamındaki okul binaları, 2014 yılında ihale edilerek yapım süreçleri tamamlanmıştır. Çalışma kapsamında; 12 derslikli ilkököl ve 24 derslikli ortaokul binası olmak üzere toplam iki adet okul binası değerlendirilmiştir. Seçilen okul binaları, Milli Eğitim Bakanlığı'nın tip okul projeleri ile inşa edilen binalardır.

Projeler kapsamında temellerde, çatılarda ve ıslak hacimlerde öngörülen su yalıtım uygulamalarına ait maliyet analizleri yapılmıştır. Maliyet işlemleri, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nca yayımlanan birim fiyatlar kullanılarak hakediş ve maliyet hazırlama programı AMP ile gerçekleştirilmiştir.

Hakediş ve maliyet hesabı yazılımı olan AMP içerdiği paketler ile hem hakediş düzenleme hem de ara yüzünde hazırlanan metraj sayesinde maliyet hesabı hazırlama işlemlerinde sıkça kullanılan bir bilgisayar programıdır. Programda maliyet hazırlama; imalatlara ait pozların seçimi, bu pozlara ait metrajların hazırlanması ve birim fiyat ile imalat miktarlarının çarpımı sonucunda oluşan tutarların toplanması gibi bir dizi işlemi içerir (AMP, 2017).

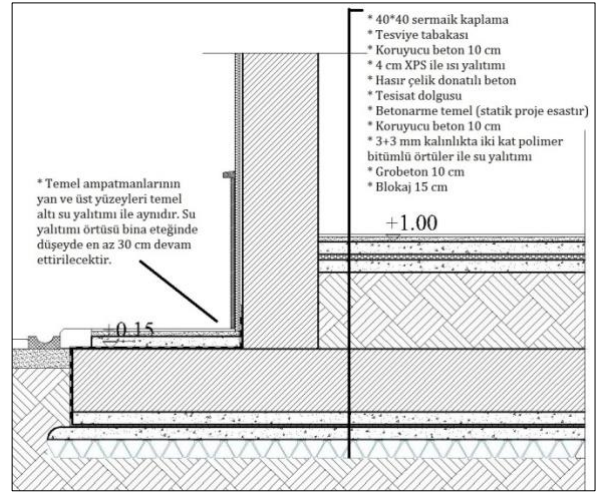
Maliyet imalat grupları; kaba inşaat, ince imalatlar, mekanik tesisat ve elektrik tesisatı imalatları şeklinde

oluşturulmuştur. İnce imalatlar iş grubu içerisinde duvar işleri, sıva-boya işleri, döşeme ve duvar kaplamaları, kapı ve pencere doğramaları, çatı karkas ve kaplamaları, dış cephe imatları, bahçe duvarı, çevre düzenlemesi, tören alanı, bahçe peyzajı ve nöbetçi öğrenci kulübesi yer almaktadır. Kaba inşaat maliyeti ise kazı ve betonarme karkas işlerini içermektedir. Çalışmanın konusu olan su yalıtımı imatları kaba ve ince inşaat maliyetine dâhil edilmeden ayrı bir şekilde değerlendirilmiştir. Ayrıca, su yalıtımı imatları temel, ıslak hacimler, çatı ve göğebakan döşemesi için alt gruplara ayrılmıştır.

Çalışma kapsamında değerlendirilen okul binalarının maliyet hesabında kullanılan birim fiyatlar, okul binalarının ihale edildiği 2014 yılına aittir. Maliyetler; proje/arsa bedeli ve KDV hariç, %25 genel giderler ve yüklenici karı dâhil olarak hesaplanmıştır. 2014 yılı birim fiyatlarıyla elde edilen birim m² maliyetler, Yİ-ÜFE (yurtiçi üretici fiyat endeksi) kullanılarak 2018 yılına güncellenmiştir.

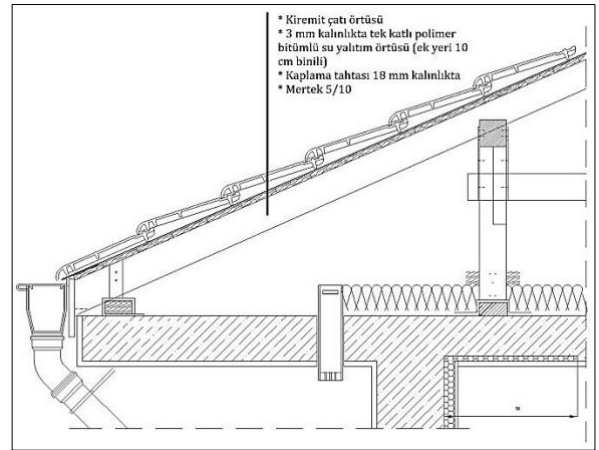
Çalışmada değerlendirilen 12 ve 24 derslikli okul binalarına ait projelerde yer alan su yalıtımı uygulamaları tip imalatlar olarak aşağıdaki şekilde gerçekleştirilmiştir. Okullara ait kat planı ve vaziyet planları, su yalıtım detayları ve imalat tarifleri, okul binalarının yapı denetim hizmetlerini yürüten Antalya Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'nden temin edilmiştir (AÇŞM, 2014).

- **Temelde su yalıtımı:** 10 cm grobeton üzerine 3 mm + 3 mm kalınlıkta iki kat polimer bitümlü örtüler ile su yalıtımı ve 10 cm kalınlığında koruyucu beton tabaka (Şekil 1)
- **Temel drenaj sistemi:** Temel alt kotunda çevresi yatak malzeme ile korunan 200 mm çapında spiral drenaj borusu ve toplama rögarları
- **Islak hacimlerde su yalıtımı:** 300 dozlu şap üzerine elastik iki kat sürme tip su yalıtımı



Şekil 1. Tip temel kesiti (AÇŞM, 2014)

- **Çatı su yalıtımı:** Kaplama tahtası üzerinde 3 mm kalınlıkta tek kat polimer bitümlü örtüler ile su yalıtımı (Şekil 2)
- **Göğebakan döşemesinde su yalıtımı:** 10 cm kalınlıkta eğim betonu üzerine 3 mm kalınlıkta tek katlı polimer bitümlü örtüler ile su yalıtımı ve koruyucu beton tabaka



Şekil 2. Tip çatı detayı (AÇŞM, 2014)

Çevre yüzey sularının drenajı için oluşturulan sistem, okul binalarının inşa edildiği arazi büyüklüğü ve eğimine göre değişkenlik göstermektedir.

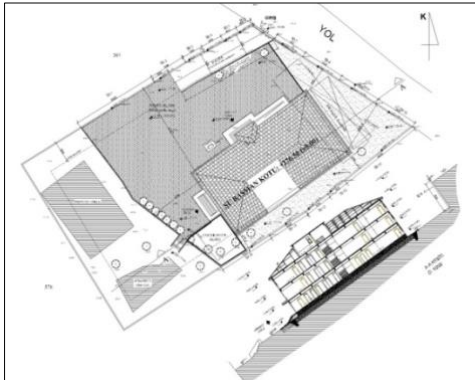
Su yalıtım uygulamaları kapsamında yer alan imalatlar, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı birim fiyat tarifleri ile birlikte Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Projeler kapsamında bulunan su yalıtım uygulamalarına ait imalat tarifleri (AÇŞM, 2014)

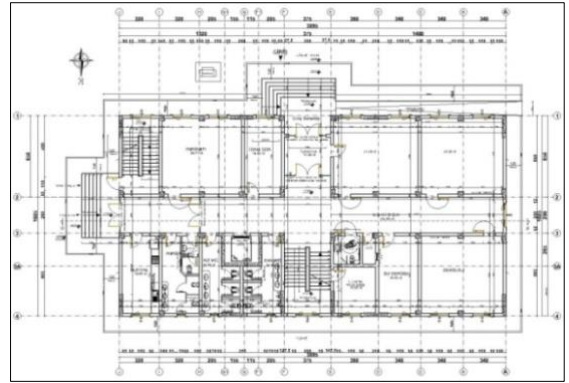
Poz no	Poz tarifi	İmalat Grubu
1	15.140/4/A Makine ile tuvanen kum, çakıl temin edilerek makine ile serme, sıkıştırma	Temelde
2	18.460/2 Ø200 mm spiral sarımlı PVC boru döşenmesi	
3	Y.16.050/02 C10/12 demirsiz beton	
4	Y.18.001/C05 19 mm kalınlığında yatay delikli tuğla ile duvar yapılması	
5	Y.18.461/001 3 mm kalınlıkta plastomer esaslı (-5 soğukta bükülmeli) cam tülü taşıyıcı ve 3 mm kalınlıkta plastomer esaslı (-5 soğukta bükülmeli) polyester keçe taşıyıcı polimer bitümlü örtüler ile iki kat su yalıtımı yapılması	
6	Y.18.461/042 250 gr/m ² ağırlıkta geotekstil keçe serilmesi	Çatıda/Gögebakan döşemesinde
7	27.581/MK 200 kg çimento dozlu tesviye tabakası yapılması	
8	Y.18.245/005 Eğimli çatılarda, çatı örtüsü altına, 3 mm kalınlıkta plastomer esaslı, polyester keçe taşıyıcı polimer bitümlü örtü (-10 C soğukta bükülmeli) ile su yalıtımı yapılması	
9	Y.18.461/001 3 mm kalınlıkta plastomer esaslı (-5 soğukta bükülmeli) cam tülü taşıyıcı ve 3 mm kalınlıkta plastomer esaslı (-5 soğukta bükülmeli) polyester keçe taşıyıcı polimer bitümlü örtüler ile iki kat su yalıtımı yapılması	Islak hacimlerde
10	Y.19.085/001 Elastomerik reçine esaslı sıvı plastik kaplama malzemesi ile 2 kat halinde toplam 1 mm kalınlıkta su yalıtımı yapılması	
11	15.140/4/A Makine ile tuvanen kum, çakıl temin edilerek makine ile serme, sıkıştırma	
12	18.460/2 Ø200 mm spiral sarımlı PVC boru döşenmesi	
13	Y.16.050/05 C25/30 demirli beton	
14	Y.21.001/02 Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması	Çevresel drenaj (toplama rögarları, bağlantı boruları ve kanallar)
15	Y.23.014 Ø 8- Ø 12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	

3.1. 12 Derslikli Okul Binası

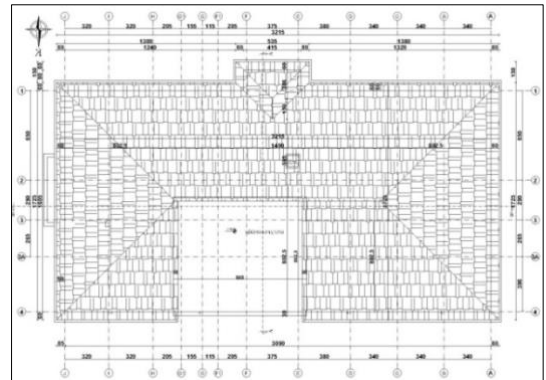
Değerlendirilen okul binası, zemin kat + 2 normal kat olmak üzere toplam 3 katlı şekilde betonarme olarak tasarlanmıştır (Şekil 3-5). Binada bodrum kat bulunmamaktadır. Bina 16,05 m x 30,95 m ölçülerinde dikdörtgen geometride projelendirilmiştir. Toplam inşaat alanı 1.510,00 m² dir. Okul binası, 2014 yılında ihale edilmiş ve aynı yıl içerisinde yapımı tamamlanmıştır. Binanın inşa edildiği zemin, sert ve yumuşak kayadan oluşmaktadır. Araziye yeraltı su seviyesi düşüktür. Bina temeli radye temel olarak inşa edilmiştir. Bina çatı sistemi ahşap oturtma beşik çatıdır. Buna ilaveten projede, üst tabliyesi çatı mahya kotunda yer alan asansör makine dairesinin yer aldığı gögebakan bulunmaktadır.



Şekil 3. 12 derslikli okula ait vaziyet planı (AÇŞM, 2014)



Şekil 4. Zemin kat planı (AÇŞM, 2014)

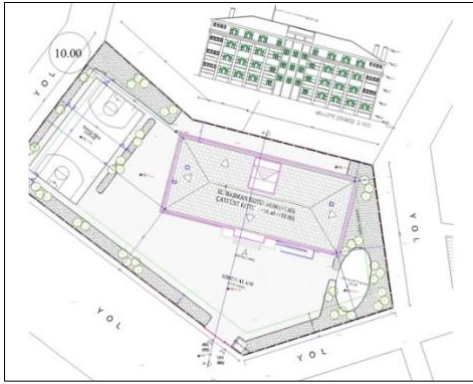


Şekil 5. Çatı planı (AÇŞM, 2014)

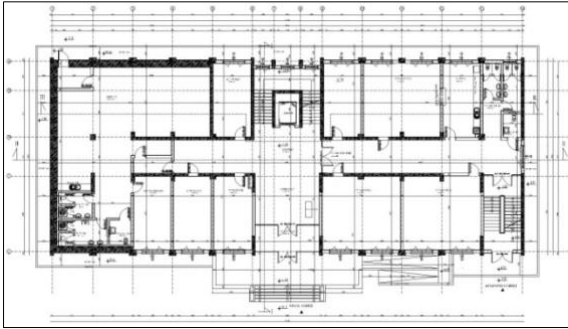
Okul bahçesinde birikmesi muhtemel çevre sularının tahliyesi için okul çevre duvarı boyunca (arka cephe hariç) iç net ölçüleri 50 cm x 70 cm olan betonarme su kanalı ve rögarlardan oluşan yüzey suları toplama sistemi kullanılmıştır.

3.2. 24 Derslikli Okul Binası

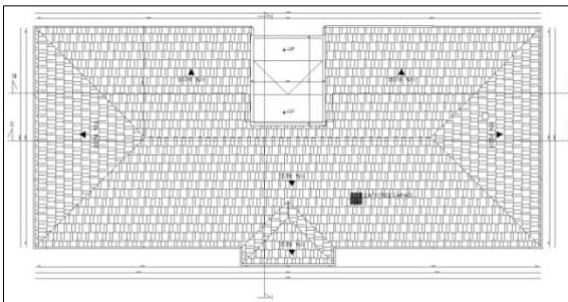
Değerlendirilen okul binası, zemin kat + 3 normal kat olmak üzere toplam 4 katlı şekilde betonarme olarak dikdörtgen geometride tasarlanmıştır (Şekil 6-8). Toplam inşaat alanı 3.000,00 m²'dir. Binada bodrum kat bulunmamaktadır. Okul binası, 2014 yılında ihale edilmiş ve 2015 yılında yapımı tamamlanmıştır. Binanın inşa edildiği zemin cinsi, yumuşak küsküldür. Araziye yeraltı su seviyesi yüksektir. Ancak, yeraltı su seviyesi yine de temel alt kotundan aşağıdadır. Zemin cinsi nedeniyle temel altında fore kazık ile zemin güçlendirme çalışması yapılmıştır. Bina temeli radye temel olarak inşa edilmiştir. Bina çatı sistemi ahşap oturtma beşik çatıdır. Buna ilaveten projede, asansör makine dairesinin yer aldığı gögebakan bulunmaktadır.



Şekil 6. 24 derslikli okula ait vaziyet planı (AÇŞM, 2014)



Şekil 7. Zemin kat planı (AÇŞM, 2014)



Şekil 8. Çatı planı (AÇŞM, 2014)

Çevre sularının okul binasından uzaklaştırmak

amacıyla bahçe parke kaplama imalatında belirli yerlerde (okul tretuvarı ve bahçe duvarı boyunca) prekast beton dereler kullanılmıştır.

3.3. Maliyet Hesabı Sonuçları

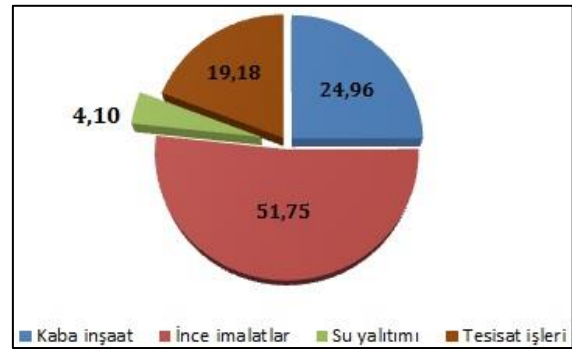
3.3.1. 12 Derslikli Okul Binası Su Yalıtım Maliyeti

12 derslikli okul binasına ait imalat grupları ve maliyet bilgileri Tablo 2'de sunulmuştur. Ayrıca, su yalıtımı imalat grubu; temel, ıslak hacimler, çatı, gögebakan döşemesi ve çevresel drenaj sistemi olarak alt gruplara ayrılması ve alt gruplara ait maliyet bilgileri Tablo 3 ve 4'te gösterilmiştir.

Tablo 2. 12 derslikli okul binasına ait imalat grupları ve maliyet tablosu

İmalat Grubu	Grup Tutarı (TL)	Grup Oranı (%)
1 Kaba inşaat	403.233,36	24,96
2 İnce imalatlar	835.933,19	51,75
3 Su yalıtımı	66.281,12	4,10
4 Mekanik tesisat	122.886,44	7,61
5 Elektrik tesisatı	186.967,31	11,57
Toplam Maliyet	1.615.301,42	100,00

Tablo 2'deki veriler kapsamında; su yalıtımı imalatlarının toplam maliyet içerisinde %4,10'luk paya sahip olduğu ifade edilebilir. Toplam inşaat alanına bağlı olarak 2014 yılı birim fiyatlarıyla tüm su yalıtımı imatları m² birim maliyeti 43,89 TL/m²'dir. Birim maliyet, Yİ-ÜFE (yurtiçi üretici fiyat endeksi) katsayıları ile 2018 yılına güncellendiğinde 61,23 TL/m²'dir. Toplam maliyetin %24,96'sı kaba inşaat, %51,75'i ince imalatlar ve %19,18'i tesisat işlerinden ibarettir (Şekil 9).



Şekil 9. Su yalıtım imalatlarının toplam maliyete oranı

Tablo 3. Su yalıtımı iş grubuna ait alt gruplar

İmalat Grubu	Tutar (TL)	Oran (%)
1 Temel	42.982,64	2,66
2 Islak hacimler	2.079,35	0,13
3 Çatı	6.988,47	0,43
4 Gögebakan döşemesi	2.298,73	0,14
5 Çevresel drenaj	11.931,93	0,74
Toplam Maliyet	66.281,12	4,10

Tablo 3 ve 4'deki veriler değerlendirildiğinde okul binasındaki tüm su yalıtım imalatlarının %64,85'inin temelde, %3,15'inin ıslak hacimlerde, %10,54'ünün çatıda, %3,46'sının gögebakan döşemesinde ve %18'inin çevresel drenaj sisteminde gerçekleştirildiği ifade edilebilir. Tablo 1'de ifade edilen ÇŞB imalat pozlarına göre, 2014 yılı fiyatlarıyla, binadaki tüm su yalıtımı (çevresel drenaj hariç) malzeme ve işçilik maliyeti sırasıyla 48.358,23

TL ve 10.990,96 TL'dir. Malzeme maliyeti, bina toplam maliyetinin %2,99'una, işçilik maliyeti ise %0,68'ine tekabül etmektedir.

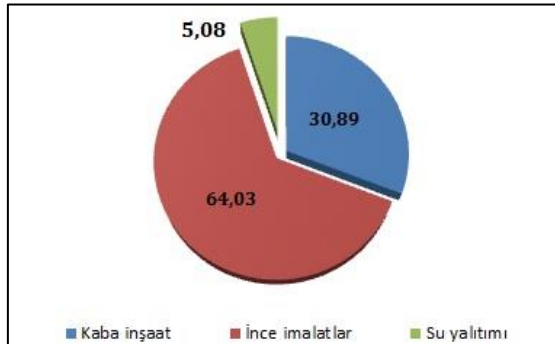
Toplam inşaat alanına bağlı olarak 2014 yılı fiyatlarıyla m² birim maliyetler; temelde 28,47 TL, çatıda 4,63 TL, gögebakan döşemesinde 1,52 TL ve ıslak hacimlerde 1,38 TL şeklindedir (Tablo 4).

Temel su yalıtım imatları, okul binasının diğer bölümlerinde uygulanan imatlara göre en fazla maliyet içeren iş grubudur. Bu imatların malzeme bedeli 36.114,70 TL ve işçilik bedeli 6.867,94 TL'dir. Toplam inşaat alanına bağlı olarak malzeme ve işçilik birim maliyetleri 2014 yılı için sırasıyla 23,92 TL/m² (33,37 TL/m²) ve 4,55 TL/m² (6,35 TL/m²)'dir. Parantez içerisinde belirtilen maliyetler Yİ-ÜFE katsayıları ile 2018 yılına güncellenen maliyeti ifade etmektedir.

Tablo 4. Alt gruplara ait malzeme ve işçiliklerin toplam inşaat alanına bağlı olarak hesaplanan birim maliyetleri (2014 yılı fiyatlarıyla)

Alt Grup	Poz No	Malzeme		İşçilik		Toplam Maliyet (TL)
		Toplam Maliyeti (TL)	Birim Maliyeti	Toplam Maliyeti (TL)	Birim Maliyeti (TL)	
Temel	15.140/4/A	9.338,36	6,18	1.419,15	0,94	10.757,51
	18.460/2	1.797,75	1,19	509,95	0,34	2.307,70
	Y.16.050/02	11.963,50	7,92	584,74	0,39	12.548,24
	Y.18.001/C05	1.063,68	0,70	1.113,61	0,74	2.177,29
	Y.18.461/001	11.893,25	7,88	3.193,49	2,11	15.086,74
Çatı	Y.18.461/042	58,16	0,04	47,00	0,03	105,16
Gögebakan döşemesi	Y.18.245/005	4.618,15	3,06	2.370,33	1,57	6.988,48
	27.581/MK	183,39	0,12	451,21	0,30	634,60
Islak hacimler	Y.18.461/001	1.311,88	0,87	352,25	0,23	1.664,13
	Y.19.085/001	1.130,11	0,75	949,24	0,63	2.079,35

Binada su yalıtımı imatlarını da içeren kaba ve ince inşaat maliyeti toplam 1.305.447,67 TL'dir. Bu durumda, su yalıtımı imatlarının kaba ve ince inşaat grupları içerisindeki payı ise %5,08'dir (Şekil 10).

**Şekil 10.** Su yalıtım imatlarının kaba ve ince inşaat maliyetine oranı

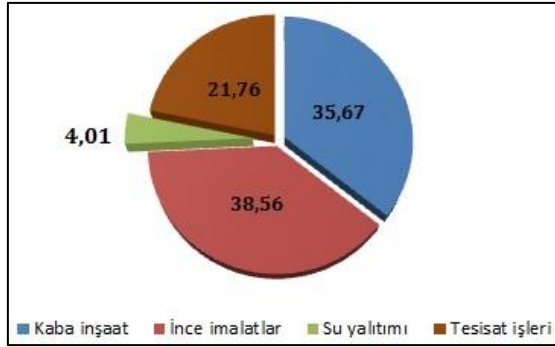
3.3.2. 24 Derslikli Okul Binası Su Yalıtım Maliyeti

24 derslikli okul binasına ait imalat grupları ve maliyet bilgileri Tablo 5'te sunulmuştur. Ayrıca, su yalıtımı imalat grubu; temel, ıslak hacimler, çatı, gögebakan döşemesi ve çevresel drenaj sistemi olarak alt gruplara ayrılmış ve alt gruplara ait maliyet bilgileri Tablo 6 ve 7'de gösterilmiştir.

Tablo 5. 24 derslikli okul binasına ait imalat grupları ve maliyet tablosu

İmalat Grubu	Grup Tutarı (TL)	Grup Oranı (%)
1 Kaba inşaat	938.955,16	35,67
2 İnce imalatlar	1.014.973,52	38,56
3 Su yalıtımı	105.586,40	4,01
4 Mekanik tesisat	298.326,23	11,33
5 Elektrik tesisatı	274.532,20	10,43
Toplam Maliyet	2.632.373,51	100,00

Tablo 5'teki veriler kapsamında; su yalıtımı imalatlarının toplam maliyet içerisinde %4,01'lik paya sahip olduğu ifade edilebilir. Toplam inşaat alanına bağlı olarak 2014 yılı birim fiyatlarıyla tüm su yalıtımı imalatları m² birim maliyeti 35,20 TL/m²'dir. Birim maliyet, Yİ-ÜFE (yurtiçi üretici fiyat endeksi) katsayıları ile 2018 yılına güncellendiğinde 49,10 TL/m²'dir. Toplam maliyetin %35,67'si kaba inşaat, %38,56'sı ince imalatlar ve %21,76'sı tesisat işlerinden ibarettir (Şekil 11).



Şekil 11. Su yalıtım imalatlarının toplam maliyete oranı

Tablo 6. Su yalıtımı iş grubuna ait alt gruplar

İmalat Grubu	Tutar (TL)	Oran (%)
1 Temel	79.469,50	3,02
2 Islak hacimler	2.869,68	0,11
3 Çatı	12.260,19	0,47
4 Göğebakan döşemesi	1.643,56	0,06
5 Çevresel drenaj	9.343,47	0,35

Tablo 7. Alt gruplara ait malzeme ve işçiliklerin toplam inşaat alanına bağlı olarak hesaplanan birim maliyetleri (2014 yılı fiyatlarıyla)

Alt Grup	Poz No	Malzeme		İşçilik		Toplam Maliyet (TL)
		Toplam Maliyeti (TL)	Birim Maliyeti	Toplam Maliyeti (TL)	Birim Maliyeti (TL)	
Temel	15.140/4/A	17.134,79	5,71	2.603,98	0,87	19.738,76
	Y.16.050/02	28.433,31	9,48	1.389,74	0,46	29.823,05
	Y.18.461/001	23.576,99	7,86	6.330,70	2,11	29.907,69
Çatı	Y.18.245/005	8.101,83	2,70	4.158,36	1,39	12.260,19
Göğebakan döşemesi	27.581/MK	120,23	0,04	295,80	0,10	416,03
	Y.18.461/001	967,70	0,32	259,84	0,09	1.227,54
Islak hacimler	Y.19.085/001	1.559,65	0,52	1.310,03	0,44	2.869,68

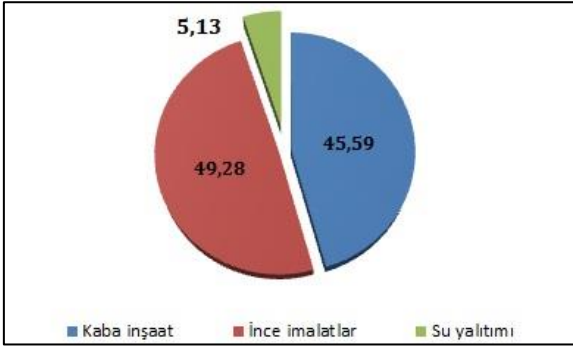
Binada su yalıtımı imalatlarını da içeren kaba ve ince inşaat maliyeti toplam 2.059.515,08 TL'dir. Bu durumda, su yalıtımı imalatlarının kaba ve ince inşaat grupları içerisindeki payı ise %5,13'tür (Şekil 12).

Toplam Maliyet	105.586,40	4,01
----------------	------------	------

Tablo 6 ve 7'deki veriler değerlendirildiğinde okul binasındaki tüm su yalıtım imalatlarının %75,26'sının temelde, %2,72'sinin ıslak hacimlerde, %11,61'inin çatıda, %1,56'sının göğebakan döşemesinde ve %8,85'inin çevresel drenaj sisteminde gerçekleştirildiği ifade edilebilir. 2014 yılı fiyatlarıyla, okul binasındaki çevresel drenaj sistemi hariç diğer tüm su yalıtım imalatlarının malzeme ve işçilik maliyeti sırasıyla 79.894,49 TL ve 16.348,44 TL'dir. Malzeme maliyeti, bina toplam maliyetinin %3,04'üne, işçilik maliyeti ise %0,62'sine tekabül etmektedir.

Toplam inşaat alanına bağlı olarak m² birim maliyetler; temelde 26,49 TL, çatıda 4,09 TL, göğebakan döşemesinde 0,55 TL ve ıslak hacimlerde 0,96 TL şeklindedir (Tablo 7).

Temelde yer alan su yalıtımı imalatlarının malzeme bedeli 69.145,09 TL ve işçilik bedeli 10.324,41 TL'dir. Toplam inşaat alanına bağlı olarak malzeme ve işçilik birim maliyetleri 2014 yılı için sırasıyla 23,05 TL/m² (32,16 TL/m²) ve 3,44 TL/m² (4,80 TL/m²)'dir. Parantez içerisinde belirtilen maliyetler Yİ-ÜFE katsayıları ile 2018 yılına güncellenen maliyeti ifade etmektedir.



Şekil 12. Su yalıtım imalatlarının kaba ve ince inşaat maliyetine oranı

24 derslikli okul binasının inşa edildiği zemin, fore kazık imalatı ile güçlendirilmiştir. Fore kazık imalatının tutarı 210.034,80 TL'dir. Söz konusu imalat tutarı, kaba inşaat maliyeti içerisinde değerlendirilmiştir. Fore kazık imalatı hariç toplam bina maliyeti 2.422.338,71 TL'dir. Bu durumda, su yalıtımı uygulamalarının bina toplam maliyeti içerisindeki payı %4,36'ya, kaba ve ince inşaat grupları içerisindeki payı ise %5,71'e yükselecektir.

4. Sonuç ve Tartışma

Okul binalarındaki su yalıtım imalatlarının toplam maliyet içerisindeki payı ve toplam inşaat alanına bağlı olarak birim maliyetinin araştırıldığı çalışma ile aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- 12 ve 24 derslikli tip okul projelerinde kullanılan su yalıtımı uygulamaları, bina toplam maliyetinin yaklaşık %4'üne tekabül etmektedir.
- Su yalıtımı, binanın kaba ve ince inşaat işlerinin yaklaşık %5'ini oluşturmaktadır.
- 2014 yılı fiyatlarıyla *toplam inşaat alanına bağlı olarak* su yalıtım uygulamaları birim maliyeti; 12 derslikli okul için 43,89 TL ve 24 derslikli okul için 35,20 TL'dir. Birim maliyetler, Yİ-ÜFE (*yurtiçi üretici fiyat endeksi*) katsayıları ile 2018 yılına güncellendiğinde sırasıyla 61,23 TL ve 49,10 TL'dir.
- Her iki okul binasında; *çevresel drenaj sistemi hariç* su yalıtım imalatlarına ait malzeme ve işçilik bedelleri, toplam bina maliyetinin sırasıyla yaklaşık %3 ve %0,65'ini oluşturmaktadır.
- *Toplam inşaat alanına bağlı olarak* m² birim maliyeti en yüksek olan bölüm temeldir. (Örneğin; 12 derslikli okul binasında birim maliyet temelde 28,47 TL, çatıda ise 4,65 TL'dir.)

Okul binalarındaki su yalıtımı maliyeti; binanın oturduğu zemin cinsi, yeraltı su seviyesi, arazi eğimi ve çevre suları tahliye durumu gibi tamamen arsa koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Elbette ki, uygulamalarda kullanılan malzeme, uygulama tekniği ve proje ölçüleri de maliyeti etkileyen hususlardır. Su yalıtım uygulamalarının toplam maliyete oranının araştırıldığı bu çalışmada

kullanılan projelerde malzeme ve uygulama teknikleri aynı özelliklerdedir. Projelerdeki su yalıtım konusundaki farklı imalatlar sadece çevresel drenaj sistemidir.

Yukarıda belirtilen oranlar, sadece iki adet okul binası projelerinden elde edilmiştir. Genel bir oranın tespiti için daha fazla örnek proje üzerinde çalışma yapılması gerektiği unutulmamalıdır.

Conflict of Interest / Çıkar Çatışması

Bu çalışmada kullanılan maliyet hesapları, imalat grupları başlıkları şeklinde Antalya Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'nden temin edilerek bilimsel çalışma kapsamında kullanılacağına dair bilgilendirme yapılmış ve onam alınmıştır.

Kaynaklar

- AÇŞM Antalya Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2014. 12 ve 24 Derslikli Okul Binalarına Ait Proje ve Şartnameler Dosyası.
- Akincitürk, N., 2001. Yapı Temellerinde Su Sorunu ve Yalıtım Uygulamaları. TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yalıtım Kongresi, 1, 157-162.
- Akman, A., 2017. İnsan Sağlığına Etkileri Bakımından Binalarda Yalıtımın Önemi. İzodergi, 127, 10-14.
- AMP, Yaklaşık Maliyet Modülü, AMP Yazılım Şirketi. İstanbul, Türkiye, 2017.
- Coşkun, K., 2006. Çatı Sistemleri ile İlgili Performans Gereksinimleri. 3. Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu.
- ÇŞB Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2017. Binalarda Su Yalıtımı Yönetmeliği.
- Dal, M., Yılmaz, D., 2015. Su-Nemin Yapı Elemanlarına ve Yapı Konforuna Olumsuz Etkileri. International Journal of Pure and Applied Sciences, 1 (1), 89-99.
- Ekinci, C.E., Yıldırım, S.T., 2004. Betonarme Temel ve Bodrum Perdelerinde Su-Nem Yalıtımının Önemi. Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları, 2 (3), 11-17.
- Gökaltun, E., 2001. Yapıların Zemine Oturan Döşemelerinde Ortaya Çıkan Nem Sorunları ve Yalıtım Çözümleri. TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yalıtım Kongresi, 1, 169-175.
- Gönül, İ.A., Çelebi, G., 2003. Binalarda Zeminden Kaynaklanan Nemlenmeyi Önleme Yöntemleri. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 18 (4), 109-122.
- Kartal, S., Işık Üstündağ, S., 2016. Yapılarda Su Yalıtım Uygulamalarının Önemi ve Maliyeti. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 7 (3), 399-408.

Kozak, M., Kozak, Ş., 2015. Su ve Isı Yalıtımının Yapılarda Emniyet ve Ekonomi Açısından Önemi. SDÜ Teknik Bilimler Dergisi, 5 (1), 38-47.

Sözer, N., 2005. Türkiye’de ilgili Yönetmeliklere Uygun Isı, Su, Ses ve Yangın Yalıtımı Çözümleri, Yalıtım Malzemeleri ve Bir Bina Projesi Üzerinde Uygulama Örneği. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye.