



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DİATOMİTİN SU YALITIM MEMBRANLARINDA DOLGU MALZEMESİ OLARAK KULLANILMASIYLA ELDE EDİLECEK PERFORMANS ARTIŞLARININ ANALİZ EDİLMESİ

HİLMİ KISA

Temmuz-2015
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

DİATOMİTİN SU YALITIM MEMBRANLARINDA DOLGU MALZEMESİ OLARAK KULLANILMASIYLA ELDE EDİLECEK PERFORMANS ARTIŞLARININ ANALİZ EDİLMESİ

Hilmi KISA

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Erol PEHLİVAN

2015, 78 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Erol PEHLİVAN
Prof. Dr. Mustafa PEHLİVAN
Yrd. Doç. Dr. Serpil EDEBALİ

Su yalıtım membranları için, bina yapı ömrü ve bina dayanıklılığı açısından en büyük tehdit suyun yapıya girmesidir. Bina yapısına giren su; yapıların taşıyıcı kısımlarını korozyona uğratarak yük taşıma kapasitesinin önemli derecede düşürür. Bina yapı bileşeni içerisinde bulunan su, kış aylarında donarak, yaz aylarında ise buharlaşarak beton bütünlüğünün bozulmasına ve çatlakların oluşmasına neden olmaktadır. Suyun betona girmesi, binalarda insan sağlığı açısından zararlı küflerin, mantarların ve bazı organik maddelerin oluşumuna yol açar. Kimyasallara karşı dayanım sonrası uygulanan su geçirmezlik deneyinde, diatomit dolgulu su yalıtım membranı 62 kPa yüksek su basıncına dayanmıştır. Fakat kalsit dolgulu su yalıtım membranı ise 18 kPa düşük su basıncında, su geçirmezlik özelliğini kaybetmiştir. Bunun nedeni membran üretiminde kullanılan kalsitin, %10'luk H_2SO_4, %5'lik, HNO_3, %10'luk HCl ve %10'luk CH_3COOH derişimlerdeki asitlere maruz kalarak yapısının bozulması ve mikro gözenekler oluşturmasıdır. Diatomit dolgulu su yalıtım membranı asitlere karşı direnç göstermiş ve yapısı bozulmamıştır. Diatomit, kalsite göre daha hafif ve kimyasal kararlılığı daha fazla olan bir yapı malzemesidir. Hafif membran üretimi bina yük taşıması, nakliye işlemlerindeki kolaylık açısından önemli avantajlar sağlayacaktır. Bu çalışmada gerçekleştirilen diatomit katkılı yeni su yalıtım membranı, kalsit katkılı membranlardan daha fazla kullanım ömrüne sahip olacaktır. Bu tezde, üretilen diatomit dolgulu su yalıtım membranı, kalsit dolgulu su yalıtım membranı ile mukayese edilmiş ve üretilen yeni membranın daha iyi performans değerlerine sahip olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Diatomit, dolgu malzemesi, membran, su yalıtımı

ABSTRACT

MASTER OF SCIENCE

ANALYZING PERFORMANCE INCREASES BY USING DIATOMİTE IN WATER PROOFING MEMBRANES AS PADDING MATERIAL

Hilmi KISA

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN CHEMICHAL ENGINEERING

Advisor: Prof. Dr. Erol PEHLİVAN

2015, 78 Pages

Jury
Prof. Dr. Erol PEHLİVAN
Prof. Dr. Mustafa PEHLİVAN
Yrd. Doç. Dr. Serpil EDEBALİ

Water entering into insulating membranes causes a threat to building structures in terms of their life and strength. Water entering the building structure causes corrosion to the carrier portion of the buildings and highly decreases their load carrying capacity. Water in the structure of building integrity, freezes in winter, and evaporates in summer and leads to formation of cracks and damages to the concrete. In the buildings; water which enters into the concrete leads to the formation of some organic materials, mold and fungi which are dangerous for the human health. Waterproofing membranes with diatomite have more thickness than the membranes which are produced with calcite. Diatomite membrane reached 3 mm thickness in 35 kg, but calcite membrane has reached the same thickness in 40 kg. Diatomite increased the power of water resistance membrane against acidic chemicals. After the chemical resistance against water resistance test, the diatomite-filled prototype sample yielded a higher water resistance to the pressure of 62 kPa. However, the calcite-filled waterproofing membrane lost its waterproofing properties in low pressure values such as 18 kPa. This is because the calcite can expose to10%H_2SO_4, 5% HNO_3, 10 % HCl and 10% CH_3COOH acids which are used in the production of membrane and they enter the micro pores of calcite and changes its structure. Diatomite membrane resisted against acids and did not change its properties. Diatomite is a building material which is lighter and has much more chemical stability than calcite. Light membrane production will get advantage for carrying and carrying load of building. In this research, diatomite waterproofing membrane has more life than the calcite waterproofing membrane. In this thesis, the diatomite filled prototype membranes were compared with calcite filled membranes and it was seen that these new produced membranes have suitable performance values.

Keywords: Diatomite, filler material, membrane, waterproofing

ÖNSÖZ

‘‘Diatomitin su yalıtım membranlarında dolgu malzemesi olarak kullanılmasıyla elde edilecek performans artışlarının analiz edilmesi konulu’’ Yüksek Lisans Tezim’in hazırlanmasında bilgi ve birikimini benimle paylaşan ve her türlü sabrı ve desteği gösteren Sayın Prof. Dr. Erol Pehlivan’a ve yapmış olduğum laboratuar çalışmalarında, tüm olanakları sağlayan Uteks Yalıtım çalışanlarına teşekkür ederim. Çalışmam sırasında göstermiş oldukları özverinden dolayı aileme ve nişanlım Aslıhan Çelik’e teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Hilmi KISA
KONYA-2015

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

1. GİRİŞ **1**

1.1. Su Yalıtımının Faydaları 2
1.2. Türkiye'de Su Yalıtımı 3
1.3. Dünya'da Su Yalıtımı 3
1.4. Binalarda Oluşan Fiziksel Sorunlar ve Sonuçları 5
1.4.1. Mekanik sorunlar 5
1.4.2. Termokimyasal sorunlar 5
1.4.3. Su yalıtım sorunları 6
1.4.4. Fizikokimyasal sorunlar 7
1.5. Su Yalıtım Sorunları 7
1.5.1. Su yalıtım sorunlarının tespiti 8
1.5.2. Su ve nemin yapılar ve insanlar üzerindeki etkileri ve sonuçları 8
1.6. Kaliteli Su Yalıtımı İçin Yapılması Gerekenler 8
1.7. Su Yalıtım Örtüleri 10
1.7.1. Su yalıtım örtülerinin uygulaması 13
1.8. Sürme Esaslı Su Yalıtım Malzemeleri 15
1.8.1. Bitüm esaslı malzemeler 17
1.8.2. Poliüretan esaslı malzemeler 18
1.8.3. Akrilik esaslı malzemeler 19
1.9. Yapı Kimyasallarıyla Yapısal Su Geçirimsizlik 19
1.9.1. Derz malzemeleri 19
1.10. Su Yalıtım Pazarı 20
1.11. Temellerde Su Yalıtımı 22
1.11.1. Temellerde basınçlı yer altı sularına karşı yalıtım 23
1.11.2. Bohçalama metodu ile temelde su yalıtımı 23
1.12. Islak Hacimlerde Su Yalıtımı 24
1.13. Eğimli Çatılarda Su Yalıtımı 24
1.14. Teras Çatılarda Su Yalıtımı 25
1.14.1. Üzerinde gezilmeyen ters teras çatılarda su yalıtımı 26
1.14.2. Üzerinde gezilmeyen klasik teras çatılar su yalıtımı 26
1.14.3. Üzerinde gezilen ters teras çatılar su yalıtımı 26
1.14.4. Üzerinde gezilen klasik teras çatılar su yalıtımı 26
1.15. Çelik Çatılarda Su Yalıtımı 27
1.15.1. Sandviç paneller 27
1.16. Otoparklarda Su Yalıtımı 27
1.17. Bahçe Çatılarda Su Yalıtımı 28

1.18. Parapetler ve Baca Diplerinde Su Yalıtımı 28

2. MEMBRAN İMALATINDA KULLANILAN MALZEMELER VE ÖZELLİKLERİ 29

2.1. Kalsit 29
2.2. Diatomit 30
2.3. Polipropilen 32
2.4. Bitüm 33

3. KAYNAK ARAŞTIRMASI 36

4. MATERYAL VE YÖNTEM 40

4.1. Materyal 40
4.2. Yöntem 40
4.2.1. Su geçirmezlik özelliğinin tayini 40
4.2.2. Kalınlık ve birim alan kütlesi tayini 43
4.2.3. Kimyasallara karşı dayanım tayini 44
4.2.4. Yapay yaşlandırma deneyi 45

5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA 46

5.1. Prototiplerin Oluşturulması 46
5.2. Kalınlık Tayini Deneyinin Yapılışı 51
5.3. Kimyasallara Karşı Dayanım Deneyinin Yapılışı 56
5.4. Su geçirmezlik Deneyinin Yapılışı 59
5.5. Yapay Yaşlandırma Deneyinin Yapılışı 62

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 63

KAYNAKLAR 65

ÖZGEÇMİŞ 69

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Ca: Kalsiyum
C: Karbon
O: Oksijen
H: Hidrojen
S: Kükürt
°C: Santigrat
Psi: İnç kareye pound cinsinden uygulanan kuvvet

Kısaltmalar

M.Ö.: Milattan önce
XPS: Ekstrüde polistren köpük
TS: Türk standartları
UV: Ultraviyole
LTD: Limited
ŞTİ: Şirketi
EN: Entegre
mm: Milimetre
cm: Santimetre
m: Metre
kg: Kilogram
dk: Dakika
m^3: Metreküp
m^2: Metrekare
gr: Gram
cm^3: Santimetreküp

1. GİRİŞ

İnsan tabiatında tabiatın verdiği olumsuz şartlardan kendini güvenceye alma hissi yatar. Su yalıtımı karşımıza ilk olarak yağmur, kar gibi su sızıntılarını önlemek amacı ile gündeme gelmiştir. Mağaralara sığınma daha sonra çadırlarda yaşama ve en sonunda çatı kavramının oluşmasıyla günümüzdeki evler meydana gelmiştir. Çadırlardan evlere geçtiğimizde konfora kavuştuk fakat suyun etkilerini unutmuş olduk. Su, yağmur bize zarar vermemekte fakat yaşadığımız evlere zarar vermeye başladı. Bu zararın önüne sadece evlerimize su yalıtımı yaparak kurtulabilirdik.

Teknolojik gelişmelerin insanları binalarda yaşamaya yöneltmesi çok normaldir. Yaşam alanlarının bakımları oldukça zordur. En büyük sorun sudur. Artık suyla daha kapsamlı mücadele etme gereksinimi doğmuştur.

Binaların, ömrünün uzun olması, insanın insan gibi yaşayabilmesi ve güvenli olması için birçok faktör vardır. Bunlardan büyük bir öneme sahip olan şeyse su yalıtımıdır.

Yapılar;

- Bulutlarla gelen yağışlar
- Zeminin sahip olduğu nem ve toprağın hapsettiği yağış suları,
- Tuvalet ve banyonun sahip olduğu ıslaklık
- Yapının üzerinde bulunduğu toprağın altında bulunan yer altı suları
- Bina içinde oluşan evaporasyon.

Suyun yukarıda sayılan yollarla yapıyı ve konforu tehdit etmesi engellenemez fakat yapılara suyun girmesi önlenebilir. Yapıların, her yönden gelebilecek suya veya neme karşı korunmaları için, yapı yüzeyinde yapılan işlemlere su yalıtımı denir (Anonim, 2015a).

Yapılarda su yalıtımı, yön biçim miktar fark etmeksizin tek bir amaç için yapılır ve suyun yapıya girmesi engellenir. Bina yapısına giren su; yapıların taşıyıcı kısımlarını korozyona uğratarak ve yük taşıma kapasitesinin önemsenecek kadar düşmesine sebep olmaktadır. Su yapılara çok farklı yollardan girebilir. Yağmur ve kar sularının cephe ve çatıya nüfuz etmesiyle içeriye sızmaktadır. Ayrıca yapının temelinin bulunduğu toprağın sahip olduğu nem ve yer altı suları da binayı çürüten en önemli faktörlerdendir. Su sadece yapıya doğal yollardan girmez. Banyo ve mutfakta kullanılan sularda yapı ömrüne doğrudan etki yapar (Anonim, 2015a).

1.1. Su Yalıtımının Faydaları

- Su yalıtımı binaları korur

Suyun yapılara olan etkisi deprem bölgesi olan bir yerde hayati öneme sahiptir. Yapıya giren su yapıda zamanla buharlaşarak, donarak beton içerisinde çatlaklara sebep olacaktır. Kimyasal tepkimelere girerek yapıda bulunan demir aksamları korozyona uğratacaktır. Bu da binanın taşıma kapasitesinin düşürerek depreme karşı binayı zayıf düşecektir.

Suyun yapılara verdiği zarar çoğu zaman gözle görülmez. Daha sonra fark edilir. Kuvvetli bir depremde demir donatıları korozyona uğramış bir yapı kolayca yıkılır. Deprem kuşağında olan ve büyük depremlerle sarsılan ülkemizde su yalıtımının büyük bir önemi vardır. Su yalıtımı beton içindeki demir donatının korunmasını sağlar. Bu koruma demirin korozyonunu önleyerek zayıflamasına mani olur. Betona sızan su soğuk havalarda donarak ve sıcak havalarda buharlaşarak betonu çatlatır. Çatlayan beton içindeki demirler hem hava hem de suyla temas ettiğinde korozyon hızı çok fazla artmaktadır. Bunun sonucunda binada önemli bir taşıma ve dayanım kaybı oluşmaktadır.

- Su yalıtımı insan yaşamına konfor sağlar

Yaşam suyla başlar fakat yaşam suyla sona ermez. Bu yüzden binalar suya karşı korunmalıdır. Yapılara giren su yapı içerisinde zamanla küf, mantar ve sağlıksız ortamlar oluşmasına neden olur. Bu yüzden bina içindeki ortamların görüntüsünün bozulmasına, yaşam alanlarındaki konforun kaçmasına neden olur. Küfün ve rutubetin nasıl bir koku yarattığına hepimiz şahit olmuşuzdur. Bu durum hepimizi rahatsız eder. Yalıtım yapılarak hem bu kötü kokuları önleriz hem de sağlığımızı kazanırız. Su yalıtımı hem binalardaki küf, kötü koku, rutubeti önlerken hem de konforumuzu sağlar.

- Su yalıtımı ekonomiye katkıda bulunur

Su yalıtımının ekonomiye katkısı büyüktür. Ortalama bir evin yaklaşık altmış yıl ömrü vardır. Eğer su yalıtımı olmazsa ve çelik donatılara da korozyon oluşursa yapı ömrü yarıya düşecektir. Su yalıtımı sayesinde aynı kullanım süresine sahip evi yapmak için harcanan hammadde yarıya düşecektir. Yani su yalıtımlı bir ev su yalıtımsız iki eve bedeldir.

Su yalıtımının inşaat aşamasındaki maliyeti, bina maliyetinin yaklaşık % 3'üdür. Binaların sağlamlığı insan yaşam güvenliği açısından göz önünde bulundurulması gereken en önemli unsurdur. Buna bağlı olarak su yalıtımının sağladığı yarar,

maliyetten çok daha önemlidir. Yapılacak su yalıtımı; yapınızın taşıyıcı kısımlarında yer alan demirlerin paslanmasını ve taşıma kapasitesinin azalmasını engelleyerek, binanın depreme karşı dayanıklılığını artıracaktır (Busching, 1981).

1.2. Türkiye'de Su Yalıtımı

17 Ağustos depremi, Türkiye'deki binaların güvenilirliğini kaybetmesine yol açmıştır. Yapılardaki kusurlar genel olarak mütâhitlerin bilgisizliğine ve malzemelerin kalitesizliğine bağlanmıştır. Fakat binaların depremde yıkılmasının en büyük nedenlerinden biri olan korozyon ve su yalıtımı konusu önemsiz karşılanmıştır. Türkiye'deki nüfusun çok büyük bir kısmının deprem kuşağında bulunduğu düşünüldüğünde, korozyon ve su yalıtımının çok önemli olduğu ortadadır. Binalarda yapılan tetkikler sonucunda su yalıtımının Türkiye için ne kadar önemli bir konu olduğu anlaşılmaktadır.

Günümüzde AB'nin teknik komisyonları; bitümlü ve sentetik örtülere yönelik ürün standardı oluşturma çalışmalarının yanı sıra bu ürünlerin geri dönüşüm olanakları ile ilgili konularda faaliyet yürütüyor. Yaşanan deprem felaketleri sonrasında 2004 yılında Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından düzenlenen ve birçok bilim adamının da görev aldığı Deprem Şurası'nın sonucunda yayımlanan raporlarda; su yalıtımı malzemeleri, detay malzemeleri grubunda ele alınmıştır. Kaliteli betonun öneminin vurgulandığı raporda betonun suyun ve nemin zararlı etkilerinden korunması amacıyla yapılan su yalıtımının bir detay malzemesi olarak ele alınması önemli bir eksiktir (Afacan, 2006).

1.3. Dünya'da Su Yalıtımı

Bitümün insanlık tarihindeki rolü her zaman büyük olmuştur. İnsanlığın oluşturduğu yapılar geliştikçe sudan korunum için toprak, kireç, bal mumu ve bitüm uygulanmıştır. Eski çağlarda yapı bileşenleri arasına bitüm sürülerek su yalıtımı örnekleri görülmüştür.

Fosil esaslı bitüm ile bileşen ve doğada kireçleşmiş kaya olarak bulunan asfaltın tarihte ilk olarak M.Ö.3200–540 yılları arasında, Mezopotamya'da ve İndüs Vadisi'nde yol ve duvar inşaat işlerinde kullanıldığı bilgilerine ulaşılmıştır. Asfalt özellikle suya

karşı tecrit işlerinde bolca kullanılmıştır. 16. yüzyıldaki malzeme ise, kesintisiz su yalıtımı yapılabilen dökme asfaltlardan oluşmuştu. Fosil esaslı bitüm ile bileşen ve doğada kireçleşmiş kaya olarak bulunan asfalt, özellikle Güney İtalya ve Fransa'da iyi bilinmekteydi. 18. yüzyıl ortalarında ise yeni kaynakların ortaya çıkarılmasıyla, Almanya ve Hollanda'da da yaygın olarak kullanımına başlandı (Schumacher ve ark., 1998).

1800'lü yılların başlarında Fransa'da köprü ve tretuar zeminlerini kaplama işlerinde asfalt kullanıldığı tespit edilmiştir ve Amerika Birleşik Devletleri'nin Philadelphia şehrinin 1838 yılında tretuar inşaatı için bir miktar asfalt ithal etmiş olduğu bilinmektedir. 1870 yılında, Belçikalı kimyager E.J. de Smadt tarafından ilk defa New Jersey'de asfalt yol kaplaması yapılmıştır. Washington'da ise 1876 yılında ithal asfalt ile yol kaplaması gerçekleştirilmiştir (Schumacher ve ark., 1998).

18.yüzyılın sonlarında çatılarda ise asfalt kullanımı olumlu sonuçlar vermediği için farklı malzemeler denenmiştir, Margerger adlı bir Alman bilim adamı yeni bir yöntem kullanarak, Nürnberg - Almanya yakınlarında ahşap bir çatıyı kömür katranı ile defalarca astarlayarak yalıtmıştır. Kömürden elde edilen katran malzemesi, ilk defa 17. yüzyılın sonlarına doğru İngiltere'de ortaya çıkarılmıştır; ancak 19. yüzyıldaki Sanayi Devrimi ile katran mevcudiyeti oldukça artmıştır (Schumacher ve ark., 1998).

Sanayi ve kimya geliştikçe bitümün kullanım şeklide değişmiştir. Su yalıtımı için kullanılan malzemelerde farklı üretim metotları oluşmuştur. Ziftli kâğıtlar yapılmaya başlanmıştır. Eskiden katran ve zift bitümle aynı özelliklerde fosil bir malzeme sanılmaktaydı. Bunun nedeni ziftinde bitüm gibi siyah, yapışkan ve yanıcı olmasıydı. Fakat zift sağlık açısından bitüme göre daha zararlıdır (Schumacher ve ark., 1998).

Bitüm ham petrolün distilasyonu sonucu elde edilmektedir. Distilasyon işleminde distilasyon kulesindeki ısıtma sonucu uçucu petrol ürünleri ayrılırken tabanda ağır petrol ürünleri kalır. Bu petrol ürünlerine penentrasyonuna göre bitüm denilir. Bitüm sıfır derecede kırılan 40 derecede ise eriyen bir yapıya sahiptir. Bunun nedeni ise hidrokarbon yapısının zayıf bağlar ile bir birine bağlanmış olmasıdır. Fakat distilasyon sonucu elde edilen bitüme oksijen verilerek elde edilen okside bitüm eksi beş ve yetmiş derece sıcaklıklara kadar şeklini muhafaza edebilmektedir. Bu sayede kullanımı daha kolay olmaktadır. Bitüm günümüzde kullanılan su yalıtım malzemelerinin atası ve hammaddesidir (Schumacher ve ark., 1998).

Eski zamanlarda su yalıtımı uygulama alanında bulunun bitüm dolu kaplar yüksek sıcaklıklarda eritilerek sürme malzeme olarak yapılırdı. Bu sürülen bitüm üzerine taşıyıcı kartonlar serilerek uygulanırdır. Bu işlem dört beş kat yapılırdır. Kullanılan bitüm okside bitümdü. İngilizler ise serilmekte olan kartonun önüne bitümü dökerlerdi. Böylece kalın katmanlı bir su yalıtım tabakası oluşmuş olurdu (Schumacher ve ark., 1998).

Beton yığınları haline dönüşen kentlerde, çevrecilik hareketlerinin de artmasıyla, gerek yeşil alan sağlanabilmesi, gerekse doğal dengenin korunabilmesi amacıyla özellikle Batı Avrupa'da birçok teras çatı "bahçe çatı" olarak tasarlanmakta veya sonradan "bahçe çatı"ya dönüştürülmektedir. Almanya'da 1997 yılında inşa edilen tüm teras çatılı yeni binaların %33'üne denk gelen 12 milyon m² çatı alanı bahçe çatı olarak yapılmıştır. Yeni yapılan teras çatılı inşaatlarda bahçe terasların Almanya'daki gelişimi 1983 yılında 0.6 milyon, 1993 yılında 8 milyon ve 1997 yılında 12 milyon m² olarak gerçekleşmiştir (Schumacher ve ark., 1998).

1.4. Binalarda Oluşan Fiziksel Sorunlar ve Sonuçları

Binalarda rastlanan sorunlar; Mekanik sorunlar, termokimyasal sorunlar, su yalıtım sorunlar, gürültü sorunları ve fizikokimyasal sorunlar şeklinde 5 temel konuda toplayabiliriz ve bütün bu sorunlar inşaat teknolojisi bakımından 'yapı fiziği' hataları olarak belirtilmektedir.

1.4.1. Mekanik sorunlar

Yapılarda meydana gelen en büyük mekaniksel sorun çatlaklar ve yarıklardır. Çatlaklar genellikle suyun yapıya girmesi sonrası don olayları sonrasında ya da beton yüzdesindeki kimyasal sorunlar sonrasında çıkmaktadır. Fakat bazen titreşimler ve topraktaki hareketlerde çatlakların oluşumuna sebebiyet vermektedir (Roberts, 2008).

1.4.2. Termokimyasal sorunlar

İnsanoğlunun kendisini dış çevreden soyutlamasının bir diğer nedeni de ısısal faktörlerdir. Bu korumayı ve konforu insana sağlayan en önemli katman binanın sahip olduğu duvar katmanıdır. Çünkü bu katman atmosferin sahip olduğu ısı enerjisi ile

duvar katmanının ardında bulunan ortamın sahip olduğu ısının, enerji transferinde her zaman bir direnç vazifesi görür. Ayrıca bu direnç duvara uygulanacak ekstra bir ısı yalıtım katmanıyla arttırılabilir (Richardson, 1999).

Termodinamiksel sorunlar üzerinde durulması gereken önemli konulardır. Bu sorunlar hem insan hayatındaki konforu bozar hem de ekstra ısı maliyetleri doğurur (Eriç, 1994).

Binaların etkisinde olduğu ısı enerjisinin negatif yönlerinden korunma; insan hayatı, bina kalitesi ve tasarruf açısından büyük öneme sahiptir. Yaşam alanları bu etkilerden yalıtım ile korunabilir. Isı yalıtımıyla ısısal etkilerin önüne geçilebildiği gibi tasarruf ve ısıl konfor da sağlanabilir. Binalarda ısı yalıtımı sağlanırken sadece ısı kaybına sebebiyet verecek büyük cephelerin yanı sıra yoğuşma, küflenme, çatlak oluşmasına neden olan bölümlerde de yalıtım uygulanabilir. Yapılarda çoğu zaman binaya uygun olarak ısı yalıtımı yapılmamaktadır. Ülkemizde ısı yalıtımı tamamen kulaktan dolma bilgilerle yapılmaktadır. Isı yalıtımının amacı, yapının en sıcak zamanlarda serin, en soğuk zamanlarda sıcak kalmasını sağlamaktır. Kuşkusuz, yapı kabuğunun ısısal direnci (ısı geçirgenlik direnci) ne kadar yüksek olursa bir yandan öte yana geçen ısı o oranda azalır. Isısal direnci yüksek olan kabuklar genellikle çift cidarlı ya da yalıtımlı veya oldukça kalın kullanılmış gereçlerden oluşur (Sözen, 1999).

Yapı kabuğunun ısısal direnci, yapı kabuğunda kullanılan gereçlerin ısı iletkenlik katsayılarına ve kalınlıklarına bağlıdır. Isı iletkenlik katsayıları düşük, kalınlıkları fazla olan öğelerin ısısal dirençleri yüksektir. Yapı gereçlerinin ısı iletim katsayısı ise, malzemelerinin gözeneklilik durumuna, gözeneklerin büyüklüğü ile dağılım özelliğine ve nem miktarına yakından bağlıdır. Gözenekler içindeki havanın ısı iletim katsayısının çok küçük olmasından ötürü, gözenekli malzemelerin ısı yalıtım etkinliği fazladır (Zorer Gedik, 1999).

1.4.3. Su yalıtım sorunları

Nemin yapılar içerisinde hareketlerini sağlayan en önemli faktör basınçtır. Nem her durumda yüksek basınçtan düşük basınca doğru hareket eder. Buharda aynı şekilde yüksek hava basıncından düşük hava basıncına doğru hareket eder. Yapı elemanları içindeki nem hareketi infiltrasyon, kapilarite etkisi ve buhar difüzyonu olmak üzere üç şekilde gerçekleşir (Ertaş, 2001).

İnfiltrasyon, termodinamikte gördüğümüz gibi sıcaklık etkisiyle oluşan bir durumdur. Neme sahip olan sıcak havanın daha soğuk olan bir bölgeye geçmesi sonucu içinde barındırdığı nemi kaybetmesidir. Bu sayede yapıya çatlaklardan giren nemli ve sıcak hava içerisindeki suyu bu çatlaklara bırakır (Ertaş, 2001).

Kapilarite etkisi, birikmiş olan suyun bina yapısındaki gözenekli yerlerden içeri sızması sonucu oluşan durumdur. İçeri sızan su yapı elemanı yüzeyinde buharlaşarak küf ve mantara sebebiyet vermektedir (Ertaş, 2001).

Buhar difüzyonu, su buharının basınç farkından dolayı yapı elemanı içerisinden geçip düşük basınçlı ortama ulaşmasıdır. Buhar, kış aylarında ısı geçişinde olduğu gibi sıcak iç ortamdan soğuk dış ortama yapı elemanı içerisinden geçerek dışarı ulaşır. Yaz aylarında ise iklimlendirilmiş binalarda buhar dışarıdan içeri geçer (Ertaş, 2001).

1.4.4. Fizikokimyasal sorunlar

Fizikokimyasal sorunların temelinde zaman vardır. Bu tepkimelerde zaman çok uzun bir süreye karşılık gelebilir ve çoğu zaman durağandır. Örneğin bina yüzeyine güneşin etkisini ele alalım. Zamanla bina yüzeyindeki boyada matlaşma veya solma gözlenebilir. Ama bu etki gözle görülemeyecek kadar yavaş gerçekleşir belki on yıllarca sürebilir. Korozyonda fizikokimyasal bir tepkimedir (Ergi ve ark., 2007).

Zamanla demir atomları oksijenle reaksiyona girerek kütlelerini kaybederler ama bu o kadar uzun sürer ki insan ömrü küçücük bir demir parçasının korozyon yüzünden yok olmasını göremez bile. Yangında fizikokimyasal bir reaksiyondur fakat çok hızlı gerçekleşir. Güneş yapıda çatlama solma gibi etkiler yapabilmektedir (Yüzer, 2003).

1.5. Su Yalıtım Sorunları

Su binalarla ilişkisi en çok olan maddedir. Çünkü yaşamın olduğu her yerde su da var. Baktığımızda gezegenimizin %70'i sudan oluşur aynı insan vücudu gibi. Bu oran diğer canlılarda farklılıklar gösterebilir. Su doğanın olmazsa olmazıdır. Su doğada inanılmaz bir dengeyle hareket eder. Güneş suyu buharlaştırır ve havaya karışmasını sağlar. Hava büyük bulutlara dönüşen bu buharlar soğuk havayla çarpıştıklarında yoğunlaşarak kar ve yağmur oluştururlar.

Ülkemizde bina yapımında uygulama aşamasında başlayan geleneksel kâgir malzemedir. Bu nedenle su olmadan bir binanın gerçekleştirilmesi yanlıştır. Yapım

süresince oluşturulan yapı elemanları bünyesinde yer alan harç, beton, şap, sıva gibi birleşimler yalnız su yardımıyla elde edilebilmektedir. Bu yaklaşım gerek sorunun öneminin algılanması gerek sorunun çözümüne ulaşılması açısından doğru bir yaklaşım olacaktır (Aköz, 1999).

1.5.1. Su yalıtım sorunlarının tespiti

Yapılardaki su yalıtım sorunları, doğal yollardan oluşabileceği gibi insan eliyle de oluşabilir. Su veya nem ile temas halinde olan bölgelerde, korozyon, küf ve mantar oluşumu gözlenmektedir. Su yalıtımı ile ilgili sorunlarla karşılaşmamak için bu sorunu kaynağında çözmek gerekir. Fakat su yalıtımıyla ilgili yasal boşluklar bu önlemlerin alınmasında insanları bilinçsizleştirmiştir.

1.5.2. Su ve nemin yapılar ve insanlar üzerindeki etkileri ve sonuçları

Yapıda meydana su yalıtım sorunları binanın yapısını bozarak konforsuz ve sağlıksız ortamlar oluşturmaktadır. Bu sorunların en önemlileri tavandan akan suyun bakterilerin ve mikropların yaşayabileceği ortamları oluşturarak insan sağlığına tehdit oluşturması, sızan suyun ev dekorasyonunu ve güzelliğini bozması, eşyalara ve demirbaşa zarar vermesi ve korozyon oluşturarak yapı ömrünü düşürmesidir, ev ortamında rutubet oluşturarak sağlıksız bir hava oluşturmasıdır.

Su sorunları sadece zeminde ve çatı katında oturanlara özel bir sorun değil. Bu sorundan tüm bina sakinleri er ya da geç etkilenecektir. Binada rutubetten oluşacak salgın hastalık binadaki tüm canlıları etkileyecektir.

1.6. Kaliteli Su Yalıtımı İçin Yapılması Gerekenler

Yapının daha dayanıklı ve uzun ömürlü olması için yapı temeline su yalıtımı uygulanmalıdır. Temel için kazı işlemleri yapıldıktan sonra temel betonu dökülür. Temel betonunun üstünü tamamen kaplayacak şekilde su yalıtımı uygulanır. Daha sonra bina bu temelin üstüne yapılır. Ayrıca toprakla temelin temas edeceği alanlarda su yalıtımı uygulayarak yalıtım sağlanır. Yalıtım bina tabanının hiçbir şekilde su almaması sağlanır. Aynı bir bohça gibi bina tabanı su yalıtım malzemesiyle kaplanır.

Eğer yapı toprak seviyesinden aşağıda bulunursa yapı temeline toprağın ihtiva ettiği su daha basınçlı etki edecektir. Bu yüzden su yalıtımının önemi daha fazla olacaktır. Basınçlı su binayı basınçsız suya göre daha fazla yıpratacaktır.

Basınçlı suya uygulanan bohçalama yalıtımı, içten veya dıştan yalıtım olarak adlandırılan iki ayrı sistemde uygulanır. Ancak her iki sistemde de bohçalama yalıtım, asıl binanın radye temel statik betonu dışında yer alır. Hafriyat çukurunun açılmasından sonra su seviyesinin temel taban yüzey kotunun altına düşürülmesi gerekir. Su seviyesini düşürecek pompaların seçimi için suyun debisi ölçülmeli ve ona göre bir değerlendirme yapılmalıdır (Ekinci, 2003).

Su yalıtımı, temel ve perde duvarlarının dış yüzeylerine; içten uygulanan ve dıştan uygulanan diye ikiye ayrılır. İçten yalıtım uygulaması, bitişik nizamlarda veya temel perdeleri arasında insan çalışmasına yeterli şev açıklığının bulunmadığı hallerde veya aynı şartlar altında mevcut binada daha önce yapılmamış bir binada tercih edilir. Bu sistemde ana prensip, bir dış çanak iç yüzüne yatayda ve düşeyde bir defada yalıtım yapılması ve binanın bu havuz içine oturması şeklindedir. Dış çanağın muhtemel taslaklarla uyum sağlayabilmesi için betonarme hazırlanması tavsiye edilir. Özetle, yapılmış tamamlanmış bir yapının iç yüzeyine uygulanan bir yalıtım şeklidir (Özkan, 2002).

Radye temeller, su yalıtımının sağlıklı şekilde yapılmasını kolaylaştıran ve özellikle çok katlı binalarda kullanılan bir temel tipidir. Bina alanının tamamını kaplayacak şekilde oluşturulan grobeton üzerine su yalıtımı yapıldıktan sonra koruma betonu atılır. Daha sonra yan perde duvarlar tamamlanır. Düşeyde su yalıtımı yapılır. Grobeton üzerindeki su yalıtım katmanıyla düşeydeki su yalıtım katmanı birleştirilir. Koruma katmanı bitirildikten sonra toprak dolgu yapılır. Yapının temel bölümü dıştan gelebilecek su hamlelerine karşı tam bir koruma altına alınmış olur (Ekinci, 2003).

Yatay veya az eğimli yüzeylerin rutubete karşı yalıtımında; yüzeylerin yalıtımı için polimerik bitümlü örtüler, su geçirimsiz şap veya beton gibi çimento bağlayıcılı malzemeler kullanılabilir. Bu malzemelerin uygulanmasında duvardaki yalıtımla, burada uygulanan yalıtımın "rutubet köprüsü" meydana getirmeyecek biçimde birbirine bağlanmasını sağlanmalıdır. Ancak, uygulama tamamlanır tamamlanmaz, yalıtım, tuğla duvar veya XPS yani ısı yalıtım levhaları ile korunmalıdır (Ekinci, 2003).

Su-nem yalıtımı, temel tabanından toprak seviyesinin en az 30 cm üzerine kadar devam ettirilmelidir. Uygulamada genelde iki değişik yöntem tercih edilir. Bunlardan birincisi, sürme tipi yalıtım malzemeleri ile uygulamadır. Buna basit uygulama da

denilebilir. Bunlar, soğuk ya da sıcak da uygulanabilirler. Soğuk uygulamalı sürme tipi malzemeler üç defada uygulanırlar. Sıcak uygulamalı sürme tipi malzemeler ise, iki defada uygulanırlar. Bunlar yüzey üzerinde daha kalın bir film tabakası meydana getirdikleri için kalite açısından daha üstündürler. İkincisi ise, sıvama tipi malzemeler ile uygulamadır. Bu uygulama duvar yalıtımında başarı ile kullanılabilir. Bunlar genellikle, iki ince kat halinde uygulanırlar. Çimento bağlayıcılı su geçirmez sıvalar kullanılması durumunda, sıva kalınlığının en az 20 mm olması gerekir. Uygulama tek defada bitirilemiyorsa, ekleme yerlerinde 20-30 cm genişliğinde bindirmeler yapılmalıdır (Ekinci, 2003).

Yapıya zarar veren su ve nemin binaya girmesini önlemek için kullanılan özel su geçirimsiz malzemelere su yalıtım malzemeleri denir. Su yalıtım sistemleri; suyu bir bölümden diğerine geçirmeyen su yalıtım malzemeleri, suyun yapıdan uzaklaştırıldığı drenaj veya tahliye sistemleri ve suyun drenaj veya tahliye sistemine yönlendirildiği eğim betonu, drenaj levhaları vb. katmanlardan oluşur. Temel olarak; yalıtım katmanını aşamayan su, eğim betonu veya drenaj levhaları vasıtasıyla, dere, süzgeçlere vb. elemanlara yönlendirilir ve drenaj (tahliye) boruları vasıtası ile yapıdan uzaklaştırılarak işlem tamamlanır.

Su yalıtım malzemeleri kendi içinde oldukça çeşitlilik göstermektedir. Bunları genel olarak işlevlerine göre gruplandırmamız su yalıtımının önemini ve uygulanış biçimlerini daha iyi anlamamıza yardımcı olacaktır. Su yalıtımı önlemleri; yapısal ve yüzeysel su yalıtımı uygulamaları olmak üzere iki kısma ayrılırlar. Yapısal su yalıtımı ve yüzeysel su yalıtımı uygulamalarında kendilerine uygun olarak tasarlanmış malzemeler kullanılmaktadır.

Temel olarak su geçirimsizlik sağlayan malzemelere su yalıtım malzemeleri denir. Su yalıtımında kullanılan malzemeler, kullanım alanlarına ve özelliklerine göre üç ayrı başlık altında toplanırlar.

1.7. Su Yalıtım Örtüleri

Su yalıtım membranı polimer esaslı plastiklerle bitümün (asfaltın) modifiye edilerek donatısız ya da taşıyıcı donatılarla birlikte üretilen su yalıtım örtüleridir. Su yalıtım membranı üretiminin temelinde bitüm bulunur. Bitüm hidrofobik bir malzeme olduğundan dolayı su yalıtımının vazgeçilmez bileşenidir. Fakat asfalt saf halde kullanılması zor bir malzemedir. Ortam koşullarına karşı mukavemeti zayıf bir

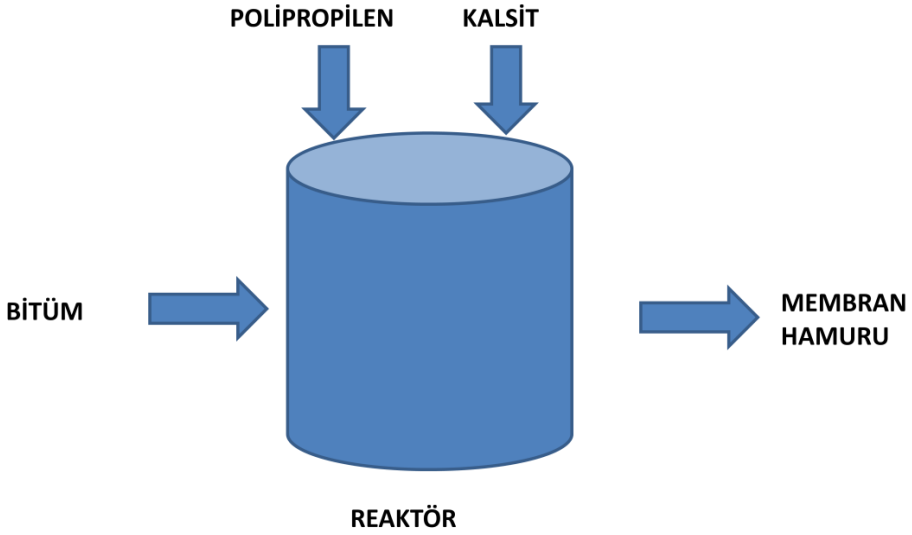
bileşiktir. Bitümün bu dezavantajlarından kurtarmak için polimer modifiyesi yapılır. Polimerler sıcaklığa karşı asfalta göre daha dirençli olması sebebiyle bitüm yapısına katılır. Ayrıca polimerlerin sahip olduğu bağlar nedeniyle bitüme ekstra bir yapışkanlık sağlar. Şekil 1.1.'de su yalıtım membranı örnekleri gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Su yalıtım membranları

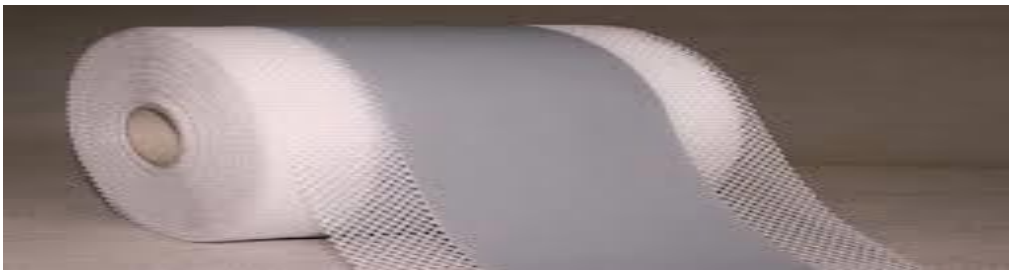
Bitüm bildiğimiz gibi soğukta kırılgan sıcakta ise akışkan bir malzemedir. Polimerler sayesinde bitümün sıcağa karşı akışkanlığı, soğuğa karşı kırılganlığı önlenir. Polimerler modifikasyonu membran üretim prosesinin en temel unsurudur. Şekil 1.2.'de Su yalıtım membranı hamuru oluşturma prosesi gösterilmiştir. Polimerler asfaltın yapısına yüksek ısılarda karışırlar. Membran üretiminde genellikle polipropilen kullanılır. Polipropilenin erime sıcaklığı kalitesine göre 160°C civarındadır. Bitüm ilk önce karıştırıcılı ısıtıcılı bir miksere alınarak 180-200°C sıcaklığa kadar ısıtılır. Daha sonra sıvı bitüm içersine gerekli miktarda polipropilen ilave edilerek eritilmesi sağlanır. Eğer oluşturulacak modifiye bitüm soğukta kırılması istenmiyorsa SBS (stirenbütadienstiren) ilave edilerek karışım yapılır. Son olarak maliyet düşürücü dolgu malzemesi olarak kalsit ilavesi yapılarak hamur tamamlanır. Polimer bitümlü örtüler kullanılan polimerin cinsine göre 2 ye ayrılır.

- Sınıf 1: Plastomer esaslı (Polipropilen)
- Sınıf 2: Elastomer esaslı (Stirenbütadienstiren)



Şekil 1.2. Su yalıtım membranı hamuru oluşturma prosesi

Membran hamuru oluşturulduktan sonra karışımın uygun bir taşıyıcı yardımıyla üretim hattına aktarılması ve son hale getirilmesi sağlanır. Membran hamuru yüksek sıcaklıkta olduğundan dolayı taşıyıcı olarak kullanılabilecek en iyi malzeme polyester keçelerdir. Şekil 1.3.'de gösterilen polyester keçe hem hafiflik hem de yüksek kopma mukavemeti nedeniyle membran üretiminde tercih edilirler. Oluşturulan membranlar genellikle 1 metre eninde 10 metre boyunda rulolar şeklinde üretilirler.



Şekil 1.3. Su yalıtım membranı polyester taşıyıcısı (Anonim, 2015b)

Polyester keçenin altına ve üstüne sıvanan hamur soğutularak polietilen filmle kaplanır. Oluşturulan membran sarıcı makine vasıtasıyla gerekli boyutlarda şekiller verilerek alıcıya teslim edilir. Polimer bitümlü örtüler taşıyıcılarına göre 3'e ayrılır. Çizelge 1.1.'de taşıyıcıların teknik özellikleri verilmiştir.

- Tip 1: Camtülü taşıyıcılı
- Tip 2: Cam dokuma taşıyıcılı
- Tip 3: Polyester keçe taşıyıcılı

Çizelge 1.1. Su yalıtım membranı taşıyıcı özellikleri

Taşıyıcı Çeşidi	Ağırlık (gr/m2)	Çekme Mukavemeti (N/5cm) en az		Kopma Uzaması % en az	
		Boyuna	Enine	Boyuna	Enine
TİP 1 (C)	50-120	300-400	200-300	2	2
TİP 2 (CD)	150-200	600-1000	600-1000	4	4
TİP 3 (P)	120-350	600-1000	400-800	30-40	30-40

Genel olarak polimer bitümlü su yalıtım örtülerinin kullanım alanları; binaların temel ve çatıları (eğimli ve teras), tüneller, havuzlar, sulama havuzları, kanaletler vb. olarak sıralanabilir. Her iki yüzü polietilen film kaplı, bir yüzü polietilen film diğer yüzü mineral kaplı ve iki yüzü metal folyo kaplı olarak üretilen modelleri vardır.

Son zamanlarda ülkemizde gelişen teknoloji ile birlikte su yalıtımım örtüleri üretilmeye başlanmıştır. Polimer esaslı su yalıtım malzemeleri markalarına ve formülasyonlarına göre farklı tipleri mevcuttur. Bunlar:

1. PVC (polivinilklorür)
2. EPDM (etilen propilendimonomer)
3. HDPE (highdensity polietilen)
4. CPE (klorine polietilen)
5. CSPE (klorosülfone polietilen) / Hypalon
6. TPO (termoplastikpoliolefin)

Polimerik su yalıtım malzemelerinin olması gereken şekillerde olabilmeleri için üreticilere yol gösteren standartları mevcuttur. Bu malzemeler kullanılan polimere ve taşıyıcılarına göre sınıflandırılmaktadırlar.

PVC (Poly-Vinyl-Chloride), TPO (ThermoplasticPoly-Olefin), EPDM (Ethylene-Polypropylene-Di-Monomer), PE (Poly-Ethylene, PE, HDPE, LLDPE) vb. değişik hammaddelerden üretilirler. Farklı modellerde ve boyutlarda üretimleri yapılabilmektedir.

1.7.1. Su yalıtım örtülerinin uygulaması

Su yalıtım membranlarıyla yapılan uygulamalar suyun yüzeye temas ettiği yönde yapılan yalıtımlardır. Bu tür yalıtımlar yüzeysel su yalıtımı ilkelerine göre

yapılmaktadırlar. Binaların teraslarında, çatılarında ve temellerinde uygulanan bu tür yalıtım malzemeleri yatlımda kullanılan en önemli malzemelerdir (Anonim, 2012).

Polimer bitümlü membranlar “Elastomerik” ve “Plastomerik” olmak üzere ikiye ayrılırlar. Elastomerik bitümlü membranlar yüksek elastikiyetleri, plastomerik bitümlü membranlar ise yüksek sıcaklık dayanımları ile birbirlerinden ayrılırlar. Her iki tip membran çeşidinde şalümo alevi ile uygulanır. Bu tür malzemelerin yapının hemen hemen her yerinde uygulanabilir (Anonim, 2012).

Su yalıtımı uygulanacak yüzeyler temiz ve tozdan arındırılmış olmalıdır. Su yalıtım levhaları tozlu ve nemli yüzeylerde tam yapışma sağlayamaz.

Betonarme yüzeyler, TS 103 veya TS 113’e uygun, soğuk uygulamalı bitüm ile astarlanıp gerekli kuruma süreleri beklendikten sonra, su yalıtım örtüleri gereken yapıştırma yöntemine göre uygulanmalıdır (Anonim, 2012).

Şekil 1.4.’de sürme esaslı yalıtım astarı malzemesinin uygulama şekli gösterilmiştir. Bir fırça yardımıyla tüm yüzey malzeme ile kaplanır.



Şekil 1.4. Sürme esaslı su yalıtım astarı malzemesi uygulaması (Anonim, 2014)

Bazı polimer çeşitleri bitüm modifiyesinde kullanılır. Bunlar aşağıdaki şekilde sıralanır (Giavarini, 1994).

- Termoplastik polimerler
- Doğal ve sentetik kauçuklar
- Termoplastik kauçuklar
- Termoplastik polimerler

Gerçekte ise bitüm modifiyesinde termoplastik kauçukların yanı sıra termoplastik polimerler kullanılmaktadır. Doğal ve sentetik kauçuklar ile termoset polimerler sadece özel uygulamalarda kullanılır (Giavarini, 1994).

Polimerler bitüm modifiye işleminde ağırlıkça %2-10 civarında kullanılırlar. Modifikasyon işleminde viskozite ve maliyet önemli bir rol oynamaktadır. Düşük

maliyeti nedeniyle geri dönüşüm polimerik ürünlerinin kullanımı %25 oranındadır. Bazı durumlarda iki farklı polimer eş zamanlı olarak kullanılır modifikasyon işleminde (Giavarini, 1994).

PVC grubu örtüler; kimyasal maddelere ve UV radyasyonuna çok dayanıklıdır. 700°C sıcaklıkta deformasyona uğramaya başlar. Bu nedenle sadece sıcak hava üfleyen aparatlarla veya solvent esaslı yapıştırıcılarla uygulanmalıdırlar. Uzun yıllardan beridir kullanıldığından uygulama konusunda yeterli tecrübe ve standartlaşmış kaliteli ürünler mevcuttur. Her türlü çatıda, yer altı sularına karşı temel detaylarında, içme ve kullanma suyu depolarında, tünellerde, yüzme havuzlarında, göl ve göletlerde, kanallarda kullanılabilirler. Uygulama alanı geniş ve uygulaması kolaydır (Powers, 1979).

PE grubu örtüler; genleşmeye müsait olmaları nedeniyle beton, ahşap, metal gibi satıhlarda ve çatı yalıtımında tercih edilmemelidir. Ancak kimyasal maddelere, organik çözücülere, fiziki darbelere, UV radyasyonuna ve mikroorganizmalara dayanıklıdır. Ağırlıklı olarak çöp depolama havzalarının yalıtımında kullanılır (Powers, 1979).

PIB grubu örtüler; UV etkisine ve mikro organizmalara dayanıklı olup, kimyasal maddelere ve organik çözücülere PE grubuna oranla daha az mukavetmelidirler. 1800 °C'a kadar deformasyona dayanırlar. Çatı, temel ve diğer mühendislik yapılarında kullanılırlar (Powers, 1979).

1.8. Sürme Esaslı Su Yalıtım Malzemeleri

Yalıtımda çok sık kullanılan diğer malzemede sürme esaslı olanlardır. Kullanımı su yalıtım örtülerine göre daha kolaydır. Bir fırça yardımıyla sürülerek kullanılır. Binalarda her türlü su yalıtımı için kullanılabilir. Gerek çatı olsun gerek temel olsun her yerde iş görür bir malzemedir. Çok ufak alanlarda su yalıtımı için kullanılabilirler. Tek başlarına kullanımı genellikle tavsiye edilmez fakat bu onların su yalıtımını tek başlarına sağlayamayacağını göstermez.

Su yalıtımı malzemelerinden su yalıtımı yani suyun perdelenmesi dışında başka faydalarda beklenmektedir ya da üreticilerin malları satabilmelerinde ürünlerin ekstra özelliklere sahip olması gerekmektedir. Bunlar:

- Kimyasal dayanım,
- Mekanik dayanım,
- Elastikiyet,

- Isı dayanımı,
- UV dayanımı,
- Ekonomiklik
- Kullanım ömrü olarak sıralanabilir.

Su yalıtım malzemeleri adına veya markasına bakılarak kullanılması çok yanlış olur. Su yalıtım malzemelerinin kullanım yerleri ve şekilleri çok farklıdır. Mesela tek başına su yalıtım astarı hiçbir su yalıtımı sağlamaz. Bu astar zemini su yalıtım örtüleri için iyileştirmesi sağlar. Kullanılacak olan su yalıtım membranın aşağıdaki hususlar etkiler.

- Karşı konulacak su basıncı,
- Zeminin mekaniği,
- Olası yapısal durumlar,
- Ürüne uygulanacak mekanik baskı,
- Yapıdaki detaylar

Sürme tip su yalıtım malzemeleri 4 grupta sınıflandırılabilir:

- Çimento esaslı malzemeler
- Bitüm esaslı malzemeler
- Poliüretan esaslı malzemeler
- Akrilik esaslı malzemeler



Şekil 1.5. Sürme esaslı su yalıtım malzemesi uygulaması (Anonim, 2015a).

Şekil 1.5.'de gösterilen sürme tip su yalıtım malzemelerin uygulanması boya uygulamasına çok benzer. Zemin mekaniği çok önemlidir bu malzemenin uygulanışında. Ayrıca hava sıcaklığı da uygulama esnasında önem taşır. Uygulama genellikle çok katlı olarak yapılır.

1.8.1. Bitüm esaslı malzemeler

Su yalıtım ürünlerinin üretiminde kullanılan bitümün çok kullanılan bir sınıflandırma derecesi vardır. Buna penentrasyon denir. Penentrasyon aslında bitüme uygulanan bir deney metodudur. Metotta 100 gram ağırlığındaki bir inenin belirli bir zamanda kaç mm battığını gösteren bir değerdir. Örneğin 160-220 penentrasyona sahip olan bitüm aslında 100 gramlık inenin 5 saniyede 160 ile 220 mm aralığında battığının göstergesidir. Penentrasyon derecesi tamamen bitümün yumuşaklığıyla alakalıdır.

- Penentrasyon derecesi: 10/20 (yumuşama derecesi yüksek 95-105°C) Sıcak iklimlere uygun.
- Penetrasyon derecesi: 25/35 (yumuşama derecesi orta 75-85°C) Ilıman iklimlere uygun.
- Penetrasyon derecesi: 40/50 (yumuşama derecesi düşük 50-60°C) Soğuk iklimlere uygun.



Şekil 1.6. Bitüm esaslı su yalıtım malzemesi uygulaması (Anonim, 2015c).

Likit haldeki bitüm esaslı malzemeler; normal sıcaklıkta akıcı halde olan asfaltlardır. Şekil 1.6.'da bitüm esaslı likit su yalıtım ürününün taban uygulaması gösterilmiştir. Likit bitüm esaslı su yalıtım malzemeleri kendi aralarında üçe ayrılırlar:

Asfalt solüsyonları; Bitümün bir incelticiyle örneğin tiner ile inceltilerek kolay sürülebilir kıvama getirildikten sonra uygulanan malzemelerdir. Bu malzeme tek başına su yalıtımı için yeterlidir fakat kullanım ömrü uzun değildir. O yüzen genellikle su yalıtım örtülerine yardımcı olarak kullanılır. Bu tür malzemeler ihtiva ettikleri inceltici nedeniyle soğuk uygulanır. Soğuk uygulanan malzemenin içindeki inceltici uçtuğu zaman kuruyarak su yalıtımı sağlar (Anonim, 2013a).

Asfalt emülsiyonları; Bu malzemenin ise tek başına su yalıtım özelliği yoktur. Bu malzeme ile zeminde bulunan yabancı maddelerin etkilerinin azaltılmasında kullanılır. Üretiminde ise su kullanılır. Bitümün çok yüksek devirlerde belli başlı mineraller ile su içersine karışması sağlanır. Uygulama sırasında da su ile seyreltilebilir. Metal yüzeylerde uygulanmaz (Anonim, 2013a).

Kreozot; Genellikle ahşap ve metal yüzeylerin yalıtımında kullanılır. Kreozot solüsyon tipinde bir malzemedir. Kömürden elde edilen ham katranın 235°C de kaynatılmasından elde edilir. Kahve siyah renkli yakıcı kokulu bir sıvıdır. Pasta halindeki kauçuk/bitüm esaslı malzemeler; bir veya iki komponentli malzemelerdir. İki bileşenli tiplerinde ikinci bileşen priz hızlandırıcı ve sertleştirici olarak karışıma katılır. Kuru ve hafif nemli, emici ve emici olmayan yüzeye kuvvetle yapışırlar. Bünyelerine taşıyıcıyı iyi bir şekilde kabul ederler. Esnektirler. Beton, sıva, şap, metal, tahta, gaz beton vb. yüzeylere uygulanabilirler. Toprak altı ve üstü mekânlarda yatayda ve düşeyde uygulanırlar. Yine balkon, bahçe teras, ıslak hacimler veya eski bitümlü membran, zift, asfalt gibi yalıtımların tamiratında da kullanılabilirler. Elastikiyetleri sayesinde bina hareketlerini tolere edebilirler, mekanik darbelere karşı da direnç gösterirler (Anonim, 2013a).

1.8.2. Poliüretan esaslı malzemeler

Poliüretan içerikli su yalıtım ürünlerinin uygulanış biçimlerine göre çeşitleri mevcuttur. Bu tür malzemeler sürme ve püskürtme şeklinde uygulanabilen çeşitleri mevcuttur. Poliüretan esaslı malzemeler oldukça esnektir. Çoğumuzun gördüğü pencere kenarlarındaki veya beton boşluklarındaki sarı ve balon gibi köpük malzemeler poliüretan bazlı malzemelerdir. Binalarda dıştan temel yalıtımında beton ve tuğla yapılarda su taşıyan çatlakların yalıtımında, teras ve otopark detaylarında, çatı yalıtımlarında kullanılabilirler. Şekil 1.7.'de poliüretan esaslı su yalıtım malzemesinin teras uygulaması gösterilmiştir. Poliüretan esaslı su yalıtım ürünleri UV ışınlarına dayanıklı ve dayanıksız olan, tek veya çift bileşenli tipleri vardır (Anonim, 2013a).



Şekil 1.7. Poliüretan esaslı su yalıtım malzemesi uygulaması (Anonim, 2015d)

1.8.3. Akrilik esaslı malzemeler

Akrilik kopolimer esaslı malzemelerdir. Kopolimer akrilik dispersiyon esaslı bir karışımdır. İki şekilde uygulama yapılabilir. Hem sürülerek hem de kompresör yardımıyla püskürtülerek. Sürme yapılmadan önce su ile seyreltme yapılması uygun olur. İlk kat genellikle uygulanacak diğer katlar için astar vazifesi görür ve uygulanması gereken kat sayısı en az üçtür. Bu malzemede poliüretan esaslı gibi UV dayanımı söz konusudur. Nemli yüzeylere uygulanabilirler. Çatlak aralığı fazla olan yüzeyle etkisiz kalabilirler. Bu yüzden yardımcı bir ürün takviyesi gerekebilir (Anonim, 2013a).

1.9. Yapı Kimyasallarıyla Yapısal Su Geçirimsizlik

Yapının yapım aşamasında kullanılan ve kullanım amacı yapı ömrü ve kalitesini arttıracak olan kimyasallara yapı kimyasalı denir. Bu tür malzemeler yapıda her hangi bir sorun oluşmaması için uygulanır. Bu kimyasallara toz veya sıvı halde bulunur. Genellikle yapıyı oluşturan beton ve çimentoya katkı olarak kullanılır (Anonim, 2013a).

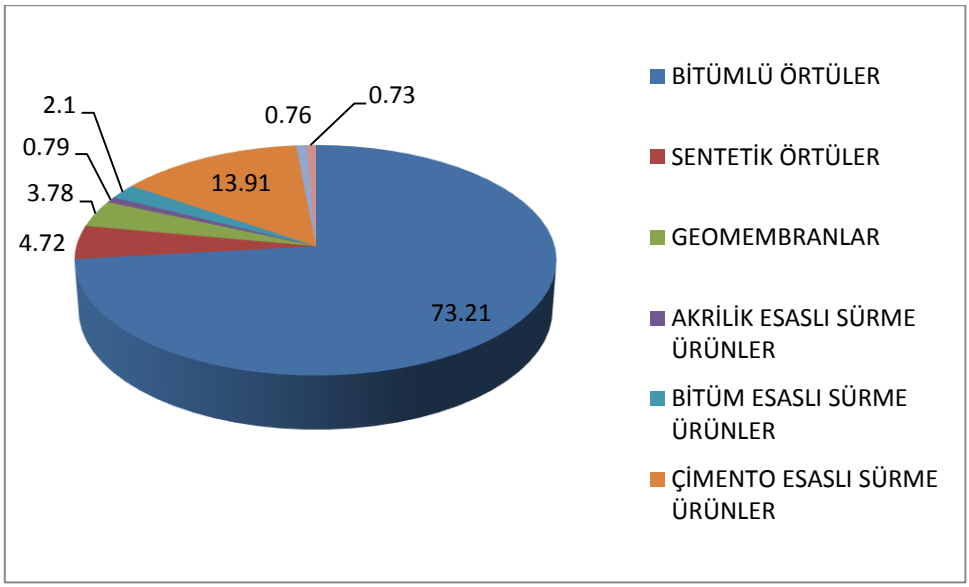
1.9.1. Derz malzemeleri

Dış yüzeyden donatıya girebilecek olan suyun geçişinin engellenmesi için kullanılan su yalıtım malzemeleridir. Bu tür malzemelerin çalışma prensibinde suyun girebileceği çatlakları veya delikleri kapatmaktır. Donatı yerleştirilmesinin su geçirimini etkilediği direkt su basıncının betonda hasar oluşturduğu yapının dışındaki zararlı

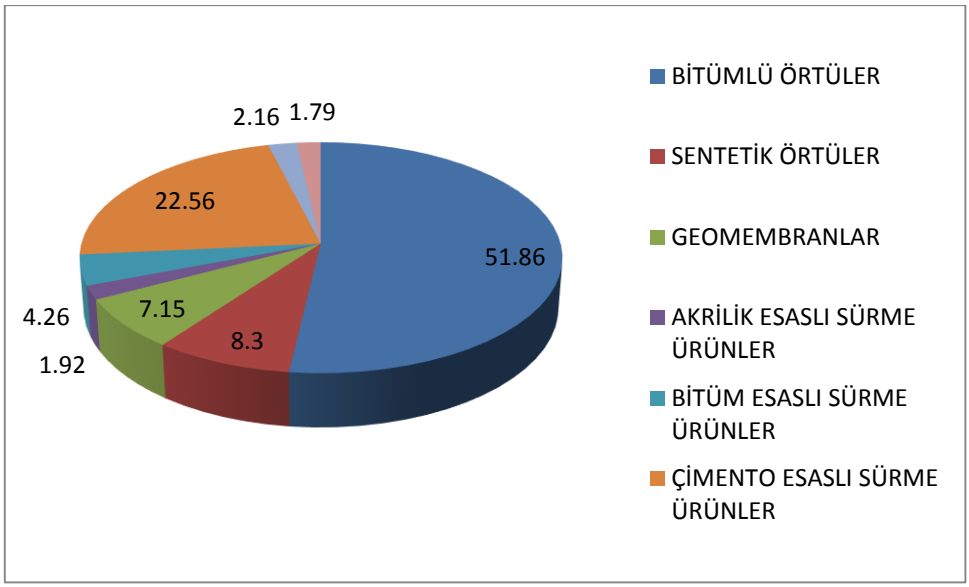
suların engellenmek istediği durumlarda kullanılırlar. Genellikle bu tür malzemeler derz ve çatlak arasında genleşerek kapatan sıvı veya esnek bant şeklinde malzemelerdir. Suyu durdurma veya beton içerisinde gideceği yolu uzatma prensibi ile çalışırlar. Estetik nedenlerden dolayı dışarıdan müdahale edilemeyen durumlarda, aşınma gibi direkt su basıncının betona etkidiği hallerde ve diğer teknik nedenlerde uygulanırlar (Anonim, 2013a).

1.10. Su Yalıtım Pazarı

Ülkemizde yalıtım malzemeleri üretimi, 2002 yılından itibaren yılda ortalama %17,5 oranında büyümüş ve bu büyüme 2008 yılı ortalarına kadar devam etmiştir. Bu büyüme oranı inşaat sektörünün büyüme oranından fazladır. Toplam imalat sanayi katma değeri ele alındığında yalıtım sektörü üretiminin katma değeri bunun %1.1'i olmaktadır. Yüksek katma değerli ürünler daha fazla imal edilebilirse ve kapasite kullanım oranları artırılarak mevcut yapı stoku yalıtımına yönelik talep canlandırılabilirse toplam katma değer artırılabilecektir. Şekil 1.8.'de piyasada bulunan tüm su yalıtım ürünlerinin üretim miktarları, Şekil 1.9.'da su yalıtım ürünlerinin parasal değer açısından üretim miktarları gösterilmiştir (Çakallı, 2013).

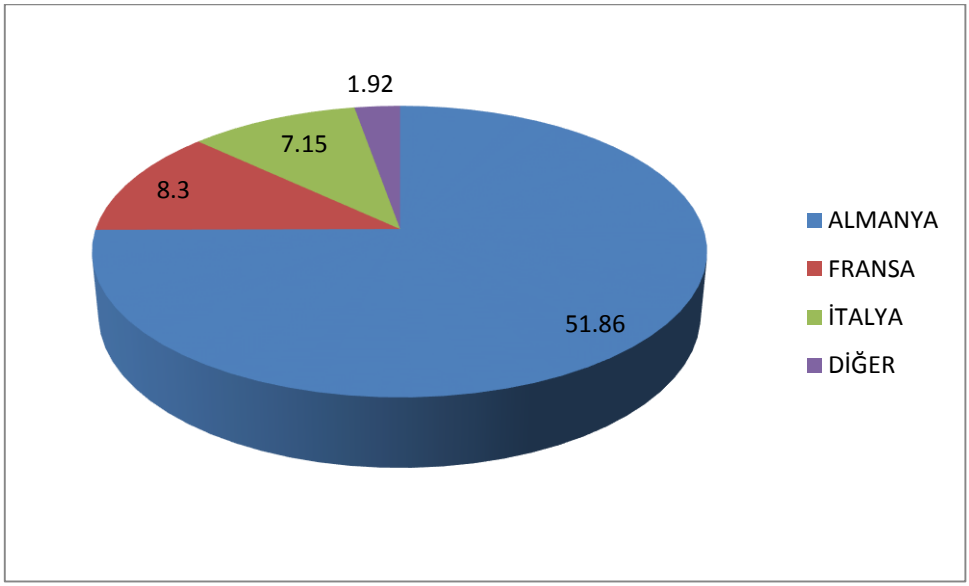


Şekil 1.8. Su yalıtım ürünlerinin toplam üretim miktarı (m²/yıl) içindeki payları (Çakallı, 2013)



Şekil 1.9. Su yalıtım ürünlerinin toplam üretim değeri (TL) içindeki payları (Çakallı, 2013)

Avrupa bitümlü örtü pazarının 2000 yılı büyüklüğü 800 milyon metrekaredir. İtalya 130–140 milyon m^2 'lik, Almanya 260 milyon m^2 'lik ve Fransa 100 milyon m^2 'lik pazar paylarıyla öne çıkar. 2001 yılına gelindiğinde, AB'de gerek inşaat sektöründe yeni yatırımların az olması, gerekse büyüme oranlarının düşük olması nedeniyle bitümlü örtü pazarında küçülme meydana gelir. 2001 yılında Avrupa pazarı 700 milyon m^2 mertebelerindedir Şekil 1.10.'da su yalıtım ürünlerinin Avrupa pazarındaki payları gösterilmiştir (Anonim, 2015a).



Şekil 1.10. Su yalıtım örtüleri Dünya pazar payları (Anonim, 2015a)

Yapılarda su yalıtımı binanın kısımlarına göre çeşitlilik göstermektedir. Bu çeşitlilik hem uygulama tekniğini hem de kullanılacak olan malzemenin çeşidini etkilemektedir. Ayrıca su yalıtım çevresel şartlara göre de değişmektedir. Örneğin soğuk iklim kuşağında bulunan bir yerdeki binaya yalıtım yapılacağı zaman elastomerik özelliklere sahip malzemenin kullanılması gerekmektedir. Çatıda uygulaması yapılabilen bir malzeme bina temelinde uygulaması yapılamamaktadır. Örneğin su yalıtım örtülerinde alt tabakadaki su yalıtım örtüsüne ultraviyole koruması sağlayan arduazlı su yalıtım örtüsü bina temelinde işlevini yitireceği için kullanımı mantıklı değildir.

Bina tabanını etkileyen en önemli faktörlerden biri de yer altı sularıdır. Suyun bodrum duvarlarına ve zemine penentrasyonunun hidrostatik basınç ile erken yaşlanma gibi bir takım sorunlar çıkartabilir. Sel suyuna maruz kalan yapıya suyun girmesiyle çelik donatılar korozyona uğrayabilir ve iç yüzeylerde hasar ve küf oluşturabilir (Sahal ve ark., 2004).

Su yalıtımını temellerde, çatılarda, duvar ve ıslak hacimlerde olmak üzere 3 ana kategoriye ayırabiliriz.

1.11. Temellerde Su Yalıtımı

Temel duvarları ve tabanı toprakla temasa geçtiği andan itibaren suya maruz kalacaktır. Temel etrafına yapılacak olan drenaj sadece su basıncının düşmesini sağlayacaktır ancak suyu bina temeline etkisini azaltmayacaktır. Betonun yapısına katılacak yapı kimyasalı da tam bir su yalıtımı sağlayamayacağı için yapıya etkiyen su iç donatılara hasar vererek yapının erken yaşlanmasına neden olacaktır. İç mekânlarda oluşacak rutubet, aynı zamanda yaşam konforunu da olumsuz yönde etkiler. Polimer bitüm modifiyeli ürünler ile dışarıdan bohçalama yöntemiyle yapılacak bir su yalıtım uygulaması tüm bu olumsuzlukların önlenmesini sağlar. Bohçalama yöntemi Şekil 1.11.'de gösterildiği gibi yapının toprakla olan tüm bağlantısı kesilir ve böylece su yalıtımı sağlanmış olur (Anonim, 2012).



Şekil 1.11. Temellerde yapılan su yalıtım uygulaması (Anonim, 2015e)

1.11.1. Temellerde basınçlı yer altı sularına karşı yalıtım

Yapının planlanması basınçlı yer altı sularının durumuna göre yapılması gerekir. Bir yapıdaki su yalıtımı binanın toprak altında kalan tüm yüzeylerini kaplaması gerekmektedir. Metre cinsinden su sütunu yüksekliği ile ifade edilen su durumu kg/m^2 olarak basınç yapar. Basınçlı suya karşı yalıtım detaylandırması, su basıncı ve yapının yalıtım üzerine yapacağı sıkışma basıncı olarak iki faktöre göre belirlenir. Bu konuda okside bitümlü örtülerle çözümler getiren TS 3647'nin günümüzün yüksek performanslı örtülerine uyarlanması ve üretici firmaların bilgi birikimi ile önerilecek detaylar tabloda belirtilmiştir. Ancak her projenin özgün zemin ve yapısal koşulları her defasında yeniden etüt edilmelidir (Anonim, 2012).

1.11.2. Bohçalama metodu ile temelde su yalıtımı

En etkili su yalıtım uygulaması hiç şüphesiz dıştan yapılan diğer bir deyişle bohçalama tekniği ile yapılandır. Ayrıca temel ve perdelerde su-nem yalıtımında başarılı olmak ve soruna kalıcı bir çözüm getirmek, sistem ve malzeme seçimine titizlik, doğru detaylandırma ve hassas bir uygulama ile gerçekleşebilir. Bohçalama metodu, bina temelinin bir membran tabakası ile çepeçevre sarılmasıdır. Bu yöntemde önce yalıtım tabakası hazırlanır, bu bohçanın içine temel oturtulur. Öncelikle bitümlü membran tabakasının üzerine serileceği sağlam zemin hazırlanmalıdır. Bu zemin düzgün yüzeyli bir grobeton katmanıdır. Bu katmanın üzerine en az iki kat 3 veya 4 mm

kalınlığında polyester keçe taşıyıcılı membran yapıştırılır. Şekil 1.12.'de farklı bir yapıda bohçalama metodu gösterilmiştir. Bohçalama uygulamalarında membran altına astar uygulanmaz (Anonim, 2012).



Şekil 1.12. Temellerde bohçalama metoduyla su yalıtımı uygulaması (Anonim, 2015f)

1.12. Islak Hacimlerde Su Yalıtımı

Islak hacimler kullanıldıkları yerlere göre şekil değiştirmektedirler. Evler de kullanılan ıslak hacimler banyo, tuvalet, mutfaktır. Dış mekânlardaki ıslak hacimler ise havuzlar ve barajlardır. Sanayilerde kullanılan ıslak hacimler laboratuar ve suyun iç yüzeylere etki her yer olarak geçer. Duvarlarda görülen çatlaklar ve kabarmalar genellikle banyonun bulunduğu alanlarda görülmektedir. Tavanlarda görülen kabarmalar ve lekeler genellikle tuvalet banyodan sızan suların etkisiyle oluşmaktadır (Anonim, 2012).

1.13. Eğimli Çatılarda Su Yalıtımı

Eğimli çatılarda genellikle arduazlı su yalıtım membranı kullanılır. Özellikle eğimli çatılarda zor detaylar nedeniyle karşılaşılan zorluklar, polimer bitümlü membran uygulamasıyla zahmetsizce ortadan kaldırılabilir. Şekil 1.13'de eğimli çatı su yalıtım membranı uygulaması gösterilmiştir. Çatının tümünde aynı tip malzeme kullanıldığından malzeme uyumsuzluğu ve çözümsüzlüğü yaşanmaz. %1 `in üzerindeki

eğimlerde tek kat 4 mm'lik arduazlı membran kullanılarak su yalıtımı ve çatı kaplama aynı ürünle çözülebilir (Anonim, 2013b).



Şekil 1.13. Eğimli çatıda membran uygulaması (Anonim, 2015g)

1.14. Teras Çatılarda Su Yalıtımı

Çatı hacimlerinin işlev kazandırılarak değerlendirilmesinde, aynı zamanda döşeme olma özelliği nedeniyle çatı eğimi kuşkusuz önemli bir kıstastır. Çatılar, eğimi %1.5 civarında olan teras çatılar ve %33 (özel koşullar ile %40) olabilen eğimli çatılar olarak iki gurupta sınıflandırılır. Eğimli çatısı olan binaların çatı altı hacimlerinin kullanımı, tasarım özellikleri, fiziksel konfor koşullarının sağlanması ve imar yönetmeliğinde belirtilen hususlar dâhilinde mümkündür. Teras çatı olarak bilinen düz çatılar ise bahçe, otopark, helikopter pisti, dinlenme ve yürüme alanları gibi işlevler için değerlendirilmektedir. Teras çeşitleri üzerlerinde gezilen, gezilemeyen ve bahçe çatı olarak üç gruba ayrılmaktadır (Anonim, 2013b).

- Üzerinde gezilen çatılar, isminde de belirtildiği gibi üstünde yürünebilen veya kullanılabilen çatılardır. Bu tür çatıların üstü otopark veya teras olarak kullanılabilir.
- Üzerinde gezilmeyen çatılara yukarıda da bahsettiğimiz olanaklardan yararlanılamaz. Çatının amacı sadece yapıyı dış etkenlerden korumaktır.
- Bahçe çatılar ise mevcut teras çatılarda bazı değişiklikler yapılarak teras çatının botanik bir bahçe şekline getirilmesidir.

1.14.1. Üzerinde gezilmeyen ters teras çatılarda su yalıtımı

Düz çatıların kullanım ömrü ve işlevselliğinin uygulanan su yalıtımına oldukça bağlıdır. Günümüzde yapılan teras yalıtımında ısı yalıtımı genellikle su yalıtım tabakasının altına beton tabakasının üstüne uygulanır. Ancak bu uygulama şeklinde su yalıtım tabakasına çatının diğer bölgelerinde farklı ısılar etki ederek ısısal dalgalanmalar sonucu çok kolay yıpranır. Oluşacak olan buharında ısı yalıtım katmanına zarar vermemesi için ise bir buhar emici katman ısı yalıtım katmanı üstüne uygulanması gerekir.

Bu sorunların hiç biriyle uğraşmak istemiyorsak ısı yalıtım katmanını su yalıtım katmanının üstüne uygularsak ısısal dalgalanmalar su yalıtım katmanına etki etmeyeceğinden dolayı ömrü uzamış olacaktır. Isı yalıtımının bu şekilde su yalıtımının üstüne uygulanması su yalıtım tabakasını fiziksel etkilere karşıda koruyacaktır. Ayrıca bu uygulama şeklinde her hangi bir buharlaşma sonucunda oluşan nem su yalıtım tabakasına zarar vermeden buharlaşacaktır (Anonim, 2011).

1.14.2. Üzerinde gezilmeyen klasik teras çatılar su yalıtımı

Üzerinde gezilmeyen klasik teras çatılarda strafor ısı yalıtım levhası uygulanmadığı zamanlarda aşağıdaki çizimde gösterildiği gibi 2 kat polimer bitümlü su yalıtım membranı uygulanmalıdır. İkinci kat su yalıtım membranı arduaz kaplı değilse güneş ışınlarından korunum için çakıl katmanı uygulanır. Ayrıca ısı yalıtım katmanı altına buhar kesici bir katman uygulanır (Anonim, 2011).

1.14.3. Üzerinde gezilen ters teras çatılar su yalıtımı

Üzerinde gezilen ters çatı detaylarında ise, teras çatı karoları yüksekliği ayarlanabilir plastik karo takozları veya harç üzerine monte edilebilmektedir (Anonim, 2011).

1.14.4. Üzerinde gezilen klasik teras çatılar su yalıtımı

Üzerinde gezilen teras çatı su yalıtımı, üzerinde gezilmeyen çatı su yalıtımına oldukça benzemektedir. Tek fark polimer takviyeli su yalıtım örtüsünün arduazlı

olmasına gerek yoktur. Çünkü bu katmanların üzerinde gezileceği için bir kaplama tabakasıyla kaplanmış olacaktır. Buda su ve ısı yalıtım tabakalarını güneşin zararlı etkilerinden koruyacaktır. Bu uygulamalar, sırası ile "Klasik Çözüm" ve "Spesifik Çözüm" olarak adlandırılırlar (Anonim, 2011).

1.15. Çelik Çatılarda Su Yalıtımı

Kullanım amaçlarına göre çeşitli özelliklere sahip çelik çatılarda kullanılan, ısı ve su yalıtım levhaları sandviç paneller olarak da adlandırılmaktadır (Anonim, 2013b).

1.15.1. Sandviç paneller

Üretilen sandviç paneller, genel olarak dış kısımlar su geçirmeyen metal, iç kısım ise ısı yalıtımına uygun olarak kalın ve ısısal direnci yüksek bir malzemeden üretilir. Bu tür çatılara ısı ve su yalıtımını sorununu tek bir hamlede yok eder. Bu tür çatılara genellikle AVM, otopark, sanayi siteleri, otogar, hava alanı, askeri yapılar gibi büyük yapıların çatılarında kullanılır (Anonim, 2013b).

Sandviç panellerin avantajları ise şöyledir

- Su, ses ve yangın dayanımlı olan tipleri vardır.
- Kullanım ömrü uzundur.
- Fabrikasyon sandviç panellerin montaj süresi, yerinde yapma sandviç sistemlere göre daha hızlıdır.
- Çevre dostudur ve sağlıklıdır.
- Hafif oldukları için montajı kolaydır ve nakliyesi ucuzdur.

1.16. Otoparklarda Su Yalıtımı

Araç trafiği bulunan çatılardaki su yalıtımında en önemli husus araçların oluşturduğu yüksek basma kuvvetine karşı koyacak bir yalıtım tabakası oluşturulmasıdır. Su yalıtım levhalarının yüksek basma dayanımı ve dayanıklı elastik davranışı, basit ve ekonomik bir otopark yapısının uzun süreli çalışır kalmasını sağlar (Akyol, 2008).

1.17. Bahçe Çatılarda Su Yalıtımı

Günümüzde çoğalan betonlaşmanın kötü etkilerin korunabilmemiz için bahçe çatıların hayati bir önemi vardır. Oluşturulacak bu tür bahçe çatılar yağmur oluşumuna fayda sağlayacağı gibi yağmur drenajına da destek olacaktır. Şekil 1.14'de gösterildiği gibi çatının alt yüzeyi su yalıtım membranı üst yüzeyi ise ekolojik ve doğal bir katman ile kaplanır. Bahçe çatılar yalıtım levhasını güneşin zararlı etkilerinden koruyarak ömrünün uzamasını ve performansını arttıracaktır (Akyol, 2008).



Şekil 1.14. Bahçe çatılar (Anonim, 2015h)

1.18. Parapetler ve Baca Diplerinde Su Yalıtımı

Parapet ve baca dibi gibi dikey yüzeylerde yalıtım örtüleri en az 30 cm yukarıya doğru yükseltilmelidir. Yüksek olmayan parapetlerde yalıtım harpuşta üstüne kadar çıkartılıp dönülmeli, yüksek parapetlerde ise en az 30 cm yükseltildikten sonra baskı profili ile sabitlenmelidir. Baskı profili olarak, yaklaşık 5 cm genişliğinde, en az 3 mm kalınlığında alüminyumdan imal edilmiş düz lâmalar kullanılmalı ve 25 cm – 30 cm'de bir vida ve dübel ile tespit edilmelidirler. Baskı profilinin üst ağız kısmında polisülfür esaslı veya doğal silikon esaslı mastikler kullanılmalıdır (Akyol, 2008).

2. MEMBRAN İMALATINDA KULLANILAN MALZEMELER VE ÖZELLİKLERİ

2.1. Kalsit

Camsı parlaklıkta, renksi saydam bir yapıdadır ve bu minerali oluşturan kimyasal bileşim $CaCO_3$'tır. Kalsit kolayca öğütülür ve beyaz renkli bir tozdur. Kalsit; kristal tane boyutu 1 mm-10 cm'dir ve kireç taşının yapı taşıdır. Mohs sertlik çizelgesine göre sertliği 3 ve özgül ağırlığı 20 °C'da 2.7 g/cm^3 ve çözünürlüğü 25 °C de 0.0015 g/cm^3 H_2O dur. Kalsit; travertenlerin, sarkıt ve dikitlerin, kireçtaşları ve mermerlerin ana bileşenidir. Doğada bol bulunan minerallerin başında gelir ve ülkemizde de en fazla rezerv Niğde ilindedir. Dünyamızın kabuğunda en yaygın olarak bulunan kayalarında ana bileşenidir. Kalsit mineralinin ana bileşeni olan karbonat iyonu (CO_3) -2 bir üçgen şeklindeki üç oksijen atomunun merkezdeki bir kalsiyum atomu ile birleşmesi sonucunda oluşmuştur. Karbonat iyonları levha silikatlara benzer bir yapıya sahip olup bu levhaların kalsiyum iyonu ile bağlanmasıyla kalsit ($CaCO_3$) oluşur (Küçük, 2010).

Günümüzde kalsit birçok sanayinin ana girdisi olarak kullanılmakta olup titanyum dioksit gibi çok pahalı pigmentlerin daha az kullanılmasını sağladığı içinde ekonomiktir. Ayrıca çevre sağlığı açısından da kullanımı yaygındır. Kalsit mikronize olarak öğütüldükten sonra boya, kâğıt, dolgu, gübre, plastik vb. gibi birçok sektörde beyazlık ve aşındırıcılık ve aşınmaya karşı direnç kazandırma özellikleri nedeniyle oldukça fazla tercih edilen bir dolgu maddesidir (Küçük, 2010).

- Kireçtaşı; Kalsit karbonatlı bir kireç taşıdır ve kireç taşının bileşiminde % 50'den fazla $CaCO_3$ bulunur. Kireç taşı hakkında yapılacak tanımlamalar kireçtaşının kullanım alanına göre büyük değişiklik gösterir. Örneğin; yapı taşı olarak kullanılan kireç taşı ve dolamitlerde yabancı bileşenler çok önemli görünmezken cam sanayinde kullanılan kireç taşının en az % 97 $CaCO_3$ içermesi gerekmektedir.
- Mermer; mermerleri kireç taşları oluşturur. Karbonat birikimleri ise deniz suyunun derişiminde meydana gelen değişiklikler sonucu su içerisindeki Ca^{++} ve CO_3 iyonlarının $CaCO_3$ koloitlerini oluşturmasıyla meydana gelir. Bu çöküntüler yaklaşık on bin yıllık bir çökelme sonucunda sakin bölgelerde 1 mm. sıcak ve

aktif deniz ortamlarında 1 cm kalınlığında $CaCO_3$ tabakası oluşturur Minerolojik ve oluşum şartlarına göre mermerler dört ana grupta toplanabilir (Küçük, 2010).

- Gerçek mermerler
- Miktirik mermerler
- Traverten ve oniks mermerler
- Magmatik kökenli mermerler

Bu dört grup arasında sadece gerçek mermerlere değineceğiz, çünkü bu oluşumlar arasında en fazla $CaCO_3$'ı gerçek mermerler oluşturur. Gerçek mermerler çok düşük oranda magnezyum karbonat ve diğer mineralleri içerirler ve çok büyük oranlarda $CaCO_3$ içerirler. Gerçek mermerler metamorfizma sonucu kalker ve dolomit kalkerlerinin yeniden kristalleşmesiyle meydana gelmişlerdir. Bu bileşimin % 95-96'sı kalsittir (Küçük, 2010).

Kısacası kalsit kimyasal yapısıyla mermerlerin ve kireç taşlarının ana bileşeni olmuştur. Ayrıca deniz kıyılarında gördüğümüz ve tebeşir ve kireç taşı kayalıklarının da ana mineralidir. Şekil 2.1.'de kalsit madeninden çıkarılmış kalsit büyük kalsit kayalarını görmekteyiz. Bu haliyle kalsitin içinde bazı yabancı maddeler vardır. Bu maddeler genellikle sarı, kahverengi hatta kırmızı renkli yabancı maddelerdir (Küçük, 2010).



Şekil 2.1. Kalsit madeni

2.2. Diatomit

Diatomit algler sınıfından su canlıları diatomelerin silisli kabuklarının birikimi ile oluşmuş fosil karakterli bir birikim kayasıdır. Diatomit tebeşir görünümünde, genellikle amorf silisten ibaret açık renkli, sertliği mohr sertlik skalasında 4-6.5 olarak gösterilen, su ile karıştırıldığında yapışkan çamur meydana getirmeyen, parmaklar arasında kolayca ezilebilen bir maddedir (Venedik, 2006).

Saf diatomit, opalin ve sulu silikadan teşekkül etmiş olup az miktarda inorganiklerde (alüminyum, demir, toprak mineralleri)içerir. Doğada bulunduğu şekli ile diatomit aşırı miktarda su içerir ki, bu oran %10 ile %60 arasında değişir. Kuru diatomitin özgül ağarlığı 0.34-0.67 g/cm^3 gelmektedir. Organik madde içeren yataklarda çok farklıdır. Bunların rengi çok açık renkli ten renginde gri hatta kahverengine kadar değişir. Toz haline getirilmiş diatomit ürünlerinin özgül ağırlığı 1.9-2.35 g/cm^3 'tür. Amaca dönük olarak hazırlanmış olan diatomite ait kimyasal bilgiler Çizelge 2.1 'de verilmiştir (Venedik, 2006).

Çizelge 2.1. Hazırlanmış diatomitin kimyasal özellikleri

Bulunan Maddeler	**Tabi Diatomit**	**Kalsine Diatomit**	**Beyaz Kalsine Diatomit**
Silisyum Oksit	86.8	91	87.9
Alüminyum Oksit	4.1	4.6	5.9
Demir Oksit	1.6	1.9	1.1
Kalsiyum Oksit	1.7	1.4	1.1
Magnezyum Oksit	4	4	3
Kızdırma Kaybı (e)	4.6	3	1
Tayin Edilmeyen	8	4	3.6

Dünyanın birçok bölgesinde bulunan diatomit, ülkemizin farklı bölgelerinde de bulunmaktadır. Çeşitli amaçlara yönelik olarak kullanılabilecek nitelikte oldukça kaliteli kaynaklarımız olduğu ve toplam miktarın tahmini olarak 100 milyon tonu aştığı söylenebilir. Tespit edilebilen yataklarımızın bulunduğu iller şunlardır. Afyon, Ankara, Aydın, Balıkesir, Bingöl, Çanakkale, Çankırı, Denizli, Eskişehir, Kayseri, Konya, Kütahya, Niğde, Sivas ve Van'dır (Venedik, 2006).

Diatomitin kullanma sahası özellikle gözenekliliği, ses, ısı ve elektriği iyi geçirmemesi, kimyasal maddelere karşı dayanaklılığı, yoğunluğunun az olması sebebi ile birçok sahada kullanılmaktadır. Diatomitin sanayide kullanıldığı yerler aşağıda sıralanmıştır (Venedik, 2006).

- Süzme
- Doldurucu veya ilave madde,
- Ses ve ısı değişmesine karşı yalıtıcı,

- Adsorbent
- Katalizör taşıyıcısı
- Sentetik silikat imali,
- İnşaat malzemesi (Betona %3 karıştırıldığında basınç direncinin %20, çekme direncinin %10 oranında arttığı gözlenmiş.)
- Kimyasal gübreler için sertleşmeyi önleyici unsur olarak.

Diatomit ürünlerinin en büyük kullanımı süzme işlemlerindedir. Bunu dolgu ve yalıtım uygulamaları izlemektedir. Özellikle gelişmiş ülkelerde diatomit ürünleri, sanayideki yerini almış durumdadır (Venedik, 2006).

2.3. Polipropilen

Yüksek saflıktaki propilen gazının basınç altında, Ziegler-Natta katalizörleri yardımıyla polimerleşmesiyle elde edilir. Kristal yapılı, 0.902 ile 0.904 g/cm^3 yoğunluklu bu polimer termoplastiklerin en hafiflerinden biridir. Erime noktası 163 ile 168 °C arasındadır. Polipropilen, polar olmaması nedeniyle yüksek dielektrik katsayısına ısı yalıtım özelliğine sahiptir. Şüphesiz polipropilen, yüksek fiyatlı belirli özel tip plastikler gibi tüm kimyasallara karşı dirençli değildir. Uygulamada derişik sülfürik asit, nitrik asit, potasyum bikarbonat kerosen ve karbon tetraklorür hariç diğer tüm kimyasallara karşı oldukça dayanıklıdır (Saçak, 2005).

Homopolimerin 23 °C'da ortalama 17500 psi esneklik modülleri ve 4900 psi civarında gerilme dayanımları vardır. Dolgu maddeleriyle yapılan takviye ile esneklik modülü 350000 psi'ye kadar artırılabilir. Polipropilen % 80 sülfürik aside ve derişik hidroklorik aside 100 °C'a kadar dayanıklılık gösterir. Ayrıca 80 °C'ın altında organik çözücülere olan direnci de oldukça iyidir. Diğer olefin reçineler gibi, oksitleyici asitler tarafından yavaş etkilenir (Saçak, 2005).

Polipropilenin 6 ay süre ile nemli bir ortamda depolanması, ağırlığını % 0.1 den daha az bir oranda artırır. Organik bileşiklerin polipropileni etkileme oranları hayli düşüktür. Absorblama olayı sıcaklıkla doğru orantılı ve çözücünün polarlık özelliği ile ters orantılı olarak değişir. Polipropilen, termoplastiklere uygulanan bütün metotlarla işlenebilir. Enjeksiyonla kalıplama tekniğinde, çok küçük ayrıntıları olan küçük kalıplar kullanılarak yüzeyi oldukça düzgün, boyut kararlılığı iyi olan parçalar imal edilebilir (Saçak, 2005).

Polipropilen, termoplastiklere uygulanan bütün metotlarla işlenebilir. Enjeksiyonla kalıplama tekniğinde, çok küçük ayrıntıları olan küçük kalıplar kullanılarak yüzeyi oldukça düzgün, boyut kararlılığı iyi olan parçalar imal edilebilir. Polipropilenden üretilen menteşeler, 3 milyon kez bükülebilirler. Bunlar, kalıplama-soğuk çalışma ya da ekstrüzyon metotları ile imal edilebilirler. Oryente polipropilen, fonografik plakların ambalajlanmasında kullanılan büzgülü film üretiminde de kullanılmaktadır. Elyaf, polipropilenin ekstrüzyondan sonra, hava ile soğutulmuş bir bölgede, ince meme başları içinden bir baştan bir başa geçirilmesi ve bunu takiben bir ruloya sarılmasıyla elde edilir. Polipropilen dokuma olmayan kumaşlar, ince çekme veya eriterek; şişirme metodu ile elde edilirler. Polipropilen ısı ile şekillendirilir, enjeksiyon kalıplama veya ekstrüzyon kalıplama teknikleri ile köpürtülebilir (Saçak, 2005).

2.4. Bitüm

Bitüm hem doğal olarak hem de ham petrolün distilasyonu sürecinde çökelti olarak elde edilir. Bitümün üç tane önemli özelliğine göre kullanım alanı vardır.

İlki su sevmeyen yapısı dolayısıyla su yalıtım eleman olarak kullanılır. Ayrıca artım ürünü olduğu için bulunması kolay ve ucuzdur. En önemli özelliği ise yol yapılarında bağlayıcılık sağlamasıdır. Tutkal gibi davranır. İçerisine kum taş ve dolgu malzemesi konulduğunda asfalt adını alır (Nahar ve ark, 2013).

Kimyasal açıdan bakacak olursak binlerce çeşit karmaşık hidrokarbon moleküllerine sahiptir. Az miktarda heteroatom içerebilmektedirler nitrojen (≤ 2%), oksijen (≤ 2%), sülfür (≤ 6%) ve iz metalleri (nikel, kobalt, vanadyum) gibi (Nahar ve ark, 2013).

Asfalt çimentosu, doğal halde bulunabilen ya da ham petrolün damıtılması sonucu elde edilen, koyu kahve-siyah renkte, katı, yarı katı ve sıvı halde olabilen, başlıca hidrokarbonlardan oluşan, kuvvetli bağlayıcı özelliğine sahip bir inşaat malzemesidir. Asfalt çimentosu yol inşaatında kullanılmasının yanında su yalıtımında, karo yapımında ve elektrik kablo sanayinde kullanılmaktadır. Asfalt çimentoları kökenlerine göre doğal asfaltlar ve yapay asfaltlar diye iki gruba ayrılırlar. Ancak doğal asfaltları da çok defa kullanılır hale getirmek için birtakım işlemlerden geçirmek gerekir (Gündoğdu, 2009).

Doğal asfaltlar doğada genellikle mineral maddelerle karışmış halde bulunurlar. Doğal asfalt kaynakları kaya asfaltları ve göl asfaltlarıdır. Kaya asfaltları, çoğunlukla gözenekli bir kalkerin veya daha seyrek olarak ta kumtaşının, doğal olarak asfaltı emmesinden oluşur. Malzemenin % 90'ımineral madde, % 10'u ise asfalt çimentosudur. Göl asfaltlarının ise esas elemanı asfalttır ve mineral malzeme çok ince taneler halinde bu asfalt ortamı içinde yayılmış durumda bulunmaktadır. Bu malzeme çok sert olduğundan uygun bir yumuşatıcı ile rafine edilmek suretiyle esnek yol kaplamalarında kullanılabilmektedir. En tanınmış göl asfaltı Trinidat adasındaki göl asfaltıdır (Gündoğdu, 2009).

Yapay asfalt çimentoları ise ham petrolün arıtılmasıyla elde edilirler. Bunlara çökelek veya rafineri asfaltı da denilmektedir. Ham petrolün içinde doğal atmosfer sıcaklığında uçucu olan ve olmayan birtakım yağlarla birlikte eriyik halde asfalt çimentosu bulunur. Petrol kuyularından çıkarılan ham petrol önce rafineye getirilir. Buradan da tanklara boşaltılır. Oradan ısıtma kulelerine gönderilerek sıcaklığı yükseltilen ham petrol daha sonra damıtma kulelerine gelir. Kolay uçucu olan kısımlar bu kulelerin üst kısmından çıkar ve soğutuculardа yoğunlaşarak ayrılırlar. Bunlar hafif ürünleri oluştururlar. Daha az uçucu olanlar aynı şekilde orta ürünleri, en ağır uçanlar ise ağır ürünleri meydana getirirler. Başlıca asfalt çimentosunu içeren kalıntı ise kulenin dibine birikir. Bu şekilde ham petrol başlıca beş kısma ayrılmış olur (Gündoğdu, 2009).

- Benzin (Gazolin)
- Gaz yağı(Kerosen)
- Dizel yağları(Mazot)
- Yağlama yağları
- Ağır kalıntı maddeleri

Bunların hepsine gerektiğinde tekrar damıtma işlemi uygulanarak daha değişik petrol ürünleri elde edilebilir. Kalıntı maddelerinin daha ileri damıtılmasından SC sınıfı yol yağları elde edilebilir. Geride asfalt çimentosu kalır. Şartların değiştirilmesi ile istenilen penentrasyon da asfalt çimentosu elde edilir (Gündoğdu, 2009).

Yol üst yapılarında kullanılan asfalt çimentoları, özellik ve kıvam bakımından doğrudan doğruya bitümlü kaplamalarda kullanılmak üzere hazırlanmış petrol kökenli asfaltlardır. Akıcı hale gelebilmesi için ısıtılması gereken asfalt çimentosu AC sembolü ile gösterilir. Asfalt çimentoları penentrasyon derecelerine veya viskozite değerlerine göre sınıflandırılırlar (Gündoğdu, 2009).

Çizelge 2.2. Asfalt çeşitleri ve özellikleri (Gündoğdu, 2009)

Penentrasyon Sınıflaması	Viskozite Sınıflaması
40-50 Pen. AC	AC- 40
60-70 Pen. AC	AC-20
85-100 Pen. AC	AC-10
120-150 Pen. AC	AC-5
200-300 Pen. AC	AC-20.5

Penetrasyon dereceleri yükseldikçe asfalt çimentosu yumuşar dolayısıyla bağlayıcılık gücü azalır. Çizelge 2.2.'de asfaltın sınıflandırılması gösterilmiştir. AC 40–50, AC 200–300 'ye göre daha sert asfalt çimentosunu ifade eder. Asfalt çimentosu, sıvı petrol asfaltları ve asfalt emülsiyonlarının da ana maddesidir (Gündoğdu, 2009).

3. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu çalışmada çatı su yalıtımı sistemlerinin kontrolü için bir sınıflandırma sistemi oluşturulmuştur. Temelde su yalıtım sistemindeki tüm anormallikler listelenir ve sınıflandırılır. Dolaylı ve dolaysız olası kusurlar ve tüm onarım teknikleri listelenir ve sınıflandırılır. Sistemin pratikte kullanımı anormallikler ve onarım formları tarif edilmektedir (Ana ve ark., 2005).

Bitümlü membranlar yaygın olarak Kuzey Amerika'da düşük eğimli çatılarda kullanılır. Düşük eğimli çatıların maliyeti toplam bina maliyetinin yüzde 2-5'lik bir kısmını oluşturur. Fakat çatı hasarları daha fazla maliyet çıkarmaktadır. Bu yazı çatılarda kullanılan bitümlü membranlara atıfta bulunmuştur. Membran malzemeleri, yapışması, ek yerleri ve inşaat sonrası değerlendirmeleri konusunda kısa bir özet içerir (Bushing, 1981).

Bu çalışmada polimerik modifiyeli bitümleri, uygulamalarını, üretimini ve hakkındaki birçok bilgiyi içerir. Bitüme birçok alanda ihtiyaç vardır. Örneğin yol yapımı, asfaltlı inşaat malzemeleri, gürültü azaltma sistemleri ve su izolasyonu. Ziftin modifiyesinin ana rollerinden biri bitümün özellikleri etkilenmeden olumsuz düşük ve yüksek sıcaklıklara karşı direncinin arttırılmasıdır. Bitüm modifikasyonu için kullanılan polimer ana grupları (1) termoplastik polimerler, (2) doğal sentetik kauçuklar, (3) termoplastik kauçuklar, (4) termoset polimerler (Giavarini, 1994).

Çoğu ülkede, beton köprü, güverte veya binaların çatılarında kullanılan su yalıtım sistemleri genellikle ortotrop bitümlü membrana dayanmaktadır. Bunlar arasında stiren-bütadien-stiren (SBS) ve ataktik polipropilen (APP) polimer modifiyeli bitümlü membranlar kullanılmaktadır. Ana teknik sorunlardan biri aşağıdan yukarıya basınç ve yapışma kaybı ile oluşan membran altı kabarcık oluşumudur. Buradaki çalışmada elastik mekanizma modellemesi ile deneysel araştırma anlayışı sayesinde sorunun çözülmesi sağlanmıştır **(**Hailesilassie ve ark., 2013).

Bu çalışmada bitümlü levhaların özelliklerini geliştirmek amacıyla sıcaklık değişimlerine maruz kalan plastomerik membranların uğradığı boyutlu değişimle ilgili bir deneysel çalışmanın sonuçlarını sunuyor. Bitümlü karışımlar (oksidize olmuş zift ve ataktik polipropilen (APP) ve stiren-bütadien-stiren (SBS) ile modifiye edilmiş bitümler ve takviye (polyester, cam elyaf ve polietilen) çeşitli tipleri ile geleneksel ve geleneksel olmayan tabakalar arasındaki farklı türleri EN 1107-1 standardına göre test edilmiştir (Lopes ve ark., 2011).

Düz çatılı binalarda genellikle mineral granüllü membranlar kullanılır. Bu granüller su yalıtım sistemini UV ışınlarından ve çevrenin yaşlandırma etkisinden korur. Bu nedenle koruma tabakasının membranda bulunması onun uzun vadedeki performansını arttırmak için büyük önem taşır. Bu çalışmada çevresel zararlara maruz bırakılan koruyucu granüllü bir membranın davranışları üzerine bir deneysel çalışma sunuyor (Marques ve ark., 2011).

Bitümlü malzemelerin atomik kuvvet mikroskobu (AFM) tarafından görüntülenebilir bir mikro yapıya sahip oldukları bilinmektedir. Bu çalışmanın ana amacı AFM ile bitüme sıcaklık ve ısının etkisini belirlemektir. Farklı ham kaynaklardan üç bitüm numunesi incelenmiştir. Numunelerin mikro yapıları çeşitli ısıtma ve soğutma senaryoları için AFM ile gözlenmiştir. Bu mikro yapı özellikleri artan sıcaklık ile kendilerini hizalama eğilimi göstermiştir (Nahar ve ark., 2013).

Çalışmanın amacı polimer modifiyeli çatı kaplama membranlarının ek yerlerinin rüzgâr yüküne direncini değerlendirmek ve rüzgâr yüküne maruz bırakılan ek yeri kopma davranışını incelemektir. Testler iki farklı ticari membran için uygulanır. Bu membranlardan biri stiren-bütadien-stiren (SBS) modifiyeli diğeri ataktik polipropilen (APP) modifiyelidir. Testler 'NORDTEST NT BUILD 307' ye göre yapılır (Oba ve ark., 1996).

Bu yazıda hidrostatik basınç altında gergin su yalıtım membranının buhar ve su geçirgenliğini değerlendirme için yani bir performans bazlı laboratuarda test yöntemi önerilmiştir. Bu yöntemdeki yenilik, belirli bir yapıda (yükseklik ve derinlik) gerilme stresi ve zar üzerine etki eden basınçtan kaynaklanan gerilme etkisi test numunesi üzerine simule edilebilir ve su geçirgenliği laboratuar koşullarında ölçülür olmasıdır (Sahal ve ark., 2004).

Bu yazıda sistemin rüzgâr yüklerine tepki mekanizmaları ve rüzgâr direncinin farklı bileşenlerinin etkilerinin analizini içeren bir çalışma sunuyor. Rüzgâr testleri mekanik olarak oluşturulmuş su yalıtım sistemleri üzerinde Avrupa Teknik Onayı (ETAG 006)'ya göre yapıldı. Testler farklı kalınlık ve yapıdaki APP'li su yalıtım membranları üzerinde denenmiştir (Silva ve ark., 2010).

Bu çalışmada; yapılarda su yalıtımında kullanılan su yalıtım malzemeleri, su yalıtımının yapılarda uygulamaları ve geçirimsizlik sağlayan katkı türlerinin betona etkileri deneylerle açıklanarak altı bölümde incelenmiştir. Türkiye'de ve Dünya'da yalıtım ile ilgili çalışmalar ve su yalıtımının önemi irdelenerek, binalarda oluşan su sorunları ve bu sorunların kullanıcılar üzerindeki etkileri incelenmiştir. Su yalıtım

malzemeleri, Türkiye'de ve Dünya'da su yalıtım pazarı, su yalıtım malzemelerinin uygulanması ve dikkat edilecek hususlar ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Çatılarda su yalıtımının önemi, çatılarda su yalıtımının uygulama safhaları ve çatı yalıtımı ile ilgili kurallar incelenmiştir. Temellerde su yalıtımı, su ve korozyonun etkileri, temellerde su yalıtımının tasarımı ve uygulamaları açıklanmıştır. Duvar, döşeme ve ıslak hacimlerde su yalıtım uygulamaları ayrıca betonarme köprü ve viyadüklerde su yalıtımın safhaları açıklanmıştır. Geçirimsizlik sağlayan katkı türleri, betona etkisi laboratuar deneyleri ile açıklanmıştır. Su yalıtımı, su yalıtım malzemeleri ve uygulama safhaları incelenmiştir (Akyol, 2008).

Bu çalışmada asfaltit asfaltı ile geleneksel rafineri asfaltı fiziksel ve kimyasal olarak karşılaştırılmış ve asfaltit asfaltının kullanılabilirliği araştırılmıştır. Yapılan ön çalışmalarda asfaltitten çözücüler yardımıyla çıkarılan asfalt ile geleneksel asfalt numuneleri KTÜ Kimya Bölümü laboratuarlarında IR deneylerine tabi tutulmuş ve arada büyük benzerlikler görülmüştür. Bu benzerlikler fiziksel özellikler açısından da benzerlikler olabileceği yönünde yorumlanmıştır. Bu yorumdan hareketle asfaltit asfaltı üzerine standart asfalt kalite kontrol deneyleri uygulanmış ve elde edilen sonuçlar TS 12591 standartlarıyla karşılaştırılmıştır. Deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçlar umut verici olmaktadır. Asfaltit asfaltının, geleneksel asfaltın yerine kullanılabilirliğinin araştırılmasına devam edilmesi yolunda önemli katkılar sağlanmıştı (Gündoğdu, 2009).

Sanayinin en büyük çevre sorunlarından biri de krom ve bileşiklerinin karıştığı sulardır. Bu çalışmada, atık sularda kirlilik nedeni olan kromun, adsorpsiyon yöntemi ile diatomit kullanılarak uzaklaştırılmasına çalışıldı. Yapılan çalışmada, $Cr(NO_3)_3.9H_2O$ kullanılarak hazırlanan Cr^{+3} çözeltisi kullanıldı ve kesikli sistemde sorbent boyutu, sorbent miktarı, süre ve sıcaklık parametrelerinin optimum durumları belirlenmeye çalışıldı. İlk aşamada kullanılacak sorbentin özellikleri belirlendi ve diatomitin boyut ve miktarı incelendi. Bu amaçla 1.29, 1.55, 1.85 ve 2.18mm boyutlarda ve 0.5, 1, 3, 6 ve 10 g'lık miktarlarda sorbent kullanıldı. Daha sonra temas süresinin adsorpsiyon üzerine etkisi belirlendi. Optimum temas süresinin belirlenmesi çalışmalarında 15, 30, 60, 180, 360 ve 480 dakikalık zaman dilemleri incelendi. Ardından 3 farklı sıcaklık (15, 30 ve 45ºC) değeri esas alınarak sıcaklığın adsorpsiyon üzerine etkisi değerlendirildi. Deneyler sonucunda optimum olarak 30°C sıcaklıkta 60 dakikada 1.29 mm tane boyutlu malzemelerin kullanıldığı şartlarda % 85 gibi büyük oranlarda krom, kirli sulardan uzaklaştırıldı (Venedik, 2006).

Çalışmamızda madenciliğin tarihi, Türkiye'deki madencilik ve kalsitin ekonomik önemi üzerinde durulmuştur. Kalsit ve kalsit ikamesi endüstriyel hammaddeler ile kalsitin madencilik sektöründeki yeri ve sektörün sorunları incelenmiştir. Rezerv bakımından en kaliteli özelliklere sahip olan Niğde İli'nin ekonomik durumu, Niğde İli'nde madencilik sektörü, Niğde İli'nde kalsit, kalsitin çıkarıldığı bölgeler ve kullanıldığı sektörler incelenmiş ve anket bulguları değerlendirilmiştir (Küçük, 2010).

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Materyal

Deneme 2014-2015 dönemimde Uteks Yalıtıma ait kimya laboratuarında yürütülmüştür. Denemede kullanılan kalsit Niğtaş Ltd. Şti.'den, diatomit Ata Madencilik Ltd. Şti.'den bitüm Tüpraş A.Ş. ve polipropilen ise Selçuklu Plastik Ltd. Şti.'den temin edilmiştir.

4.2. Yöntem

Denemeler, 2014-2015 döneminde Uteks Yalıtım bünyesindeki TS 11758-1 standardının gereklerini karşılamaya uygun olarak oluşturulmuş laboratuarda prototipler üretilerek yapılmıştır. Üretimde dört yöntem uygulanmıştır. TS EN 1849-1 kalınlık ve birim alandaki kütle miktarı tayini, TS EN 1847 çatılarda su yalıtımı için plâstik ve lâstik levhalar, su dahil sıvı kimyasallara maruz bırakma metotları, TS EN 1296 çatılarda su yalıtımı için kullanılan bitüm, plastik ve lastik levhalar, uzun süre yüksek sıcaklıklara maruz bırakarak suni yaşlandırma metodu, TS EN 1928 esnek levhalar su yalıtımı için su geçirmezlik özelliğinin tayini deneyleri uygulanarak prototipler arasındaki farklar meydana çıkarılmıştır.

4.2.1. Su geçirmezlik özelliğinin tayini

Bu standart, su sızdırmazlığında kullanılan levhaların su geçirmezliğinin tayini amacıyla CEN/TC 254 tarafından hazırlanmıştır. Bu standart, çatı kaplamaları uygulamaları için hazırlanmıştır. Fakat ilgili diğer alanlarda da kullanılabilir. Aynı zamanda, esnek levhaların su sızdırmazlığı özelliklerinin, kullanımdan önce veya imalat esnasında belirlenmesinde kullanılır. Bu standart sadece mamullerle ilgili olup, işyerlerimde döşemesi yapılan ve bu tür mamullerden oluşan su sızdırmayan membran sistemleriyle ilgili değildir ve çatı su sızdırmazlığında kullanılan bitüm, plastik ve lastik levhalara uygulanır ve su geçirmezliğinin tayini için işlemleri kapsar. Su geçirmezlik özelliğinin tayini 2 metotta uygulanır (Anonim, 2007).

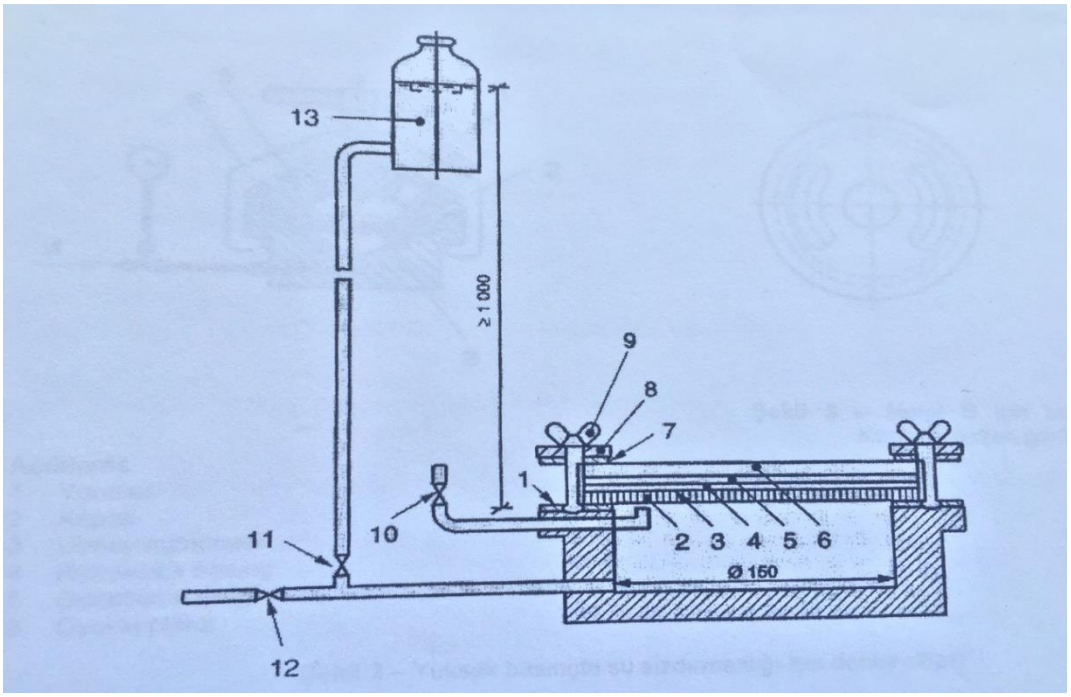
- Metot A: Düşük basınç uygulamalarında, çatı kaplaması, taban tabakası ve su buharı kontrol tabakası olarak kullanılan levhalar için uygulanan deney

işlemlerinde kullanılır. Deney süresi esnasında su basıncı uygulanan deney numunesi yüzeyi üzerindeki süzgeç kâğıdında bir renk değişimi gözlenmiyorsa uygulanır. Metot A'da kullanılan deney düzeneği Şekil 4.1'de gösterilmiştir.

- Metot B: Uygulanan en yüksek basınçta, basıncın başlangıç değerinden %5'ten daha fazla basınç düşmesi görülmüyorsa uygulanır Metot B'de kullanılan deney düzeneği Şekil 4.2'de gösterilmiştir.

4.2.1.1. Metot A

150 mm çapında bulunan, flanşlı, silindirik, metal kutu. Bu kutu genellikle, şekilde gösterildiği gibi olup, en fazla 1 m yükseklikte bulunan bir kap veya bir ucu açık boruya bağlıdır (Anonim, 2007).



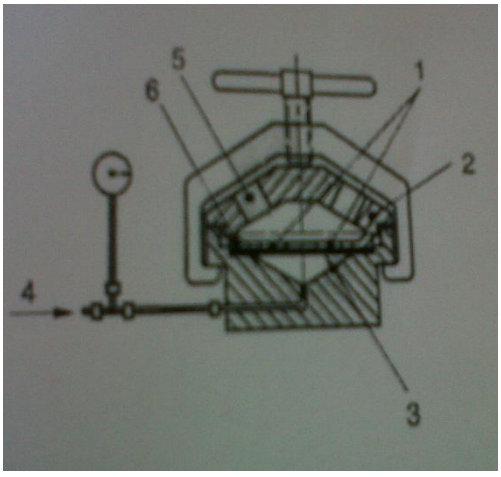
Şekil 4.1. Metot A için su geçirmezlik test düzeneği detayı (Anonim, 2007)

1. Alt lastik sızdırmazlık contası
2. Deney esnasında su ile temas halinde olacak ve yüzeyi, havaya/suya maruz kalacak şekilde daldırılan deney numunesi
3. Laboratuar amaçlı süzgeç

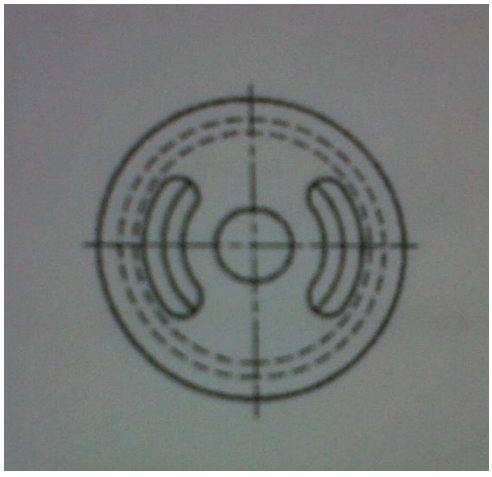
4. Deney numunesinin yüzeyi üzerine nem gösteren bir karışım homojen bir şekilde dağıtılır. Kalsiyum klorür ihtiva eden bir desikatörde kurutulmuş ve 0.074 mm göz açıklığına sahip bir elekten elenmiş metilen mavisi boyası (kütlece %0.5) ile ince beyaz pudra şekerinden (kütlece %99.5) oluşan karışım, deney numunesinin içerisinden geçen nemi hızlı bir şekilde tayin etmek için bir indikatör olarak kullanır.
5. Laboratuar amaçlı süzgeç kâğıdı
6. Dairesel kesitli normal pencere camı:
   - Su basıncı ≤ 10 kPa için 5 mm kalınlıkta,
   - Su basıncı ≤ 60 kPa için 8 mm kalınlıkta,
7. Üst lastik sızdırmazlık contası
8. Çelik sıkıştırma halkası
9. Kelebek somun
10. Hava tahliye vanası
11. Su giriş vanası
12. Su besleme ve tahliye vanası
13. 60 kPa kadar bacıncı uygulayabilen ve kontrol edebilen düzenek

4.2.1.2. Metot B

Deney düzeneği, bir deney numunesinin bir kenarına basınç uygulayabilecek Şekil 4.2. ve Şekil 4.3.'deki gibi bir cihazdan oluşmuştur (Anonim, 2007).



Şekil 4.2. Metot B için deney düzeneği detayı (Anonim, 2007)



Şekil 4.3. Metot B için kapak detayı (Anonim, 2007)

1. Yarıklar
2. Kapak
3. Deney numunesi
4. Hidrostatik basınç
5. Gözetleme deliği
6. Oyuklu plaka

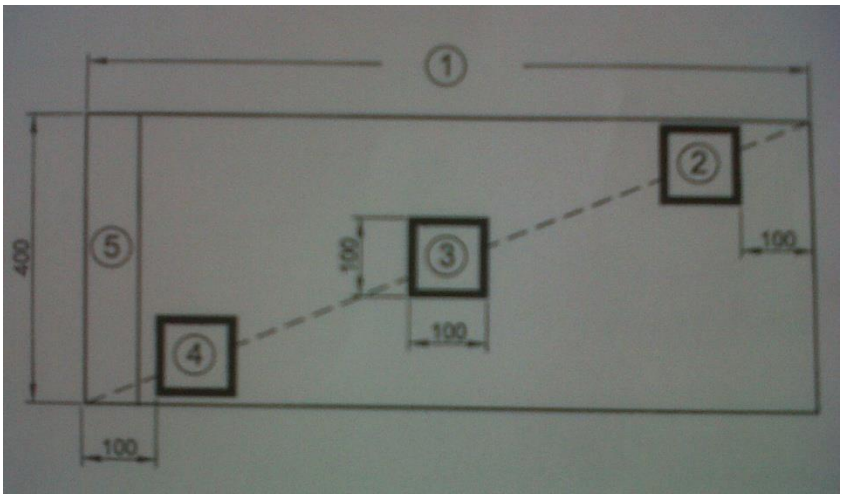
Deney numunesi, üzerinde 4 oyuk bulunan dairesel bir plaka ile kapatılır. Tesisteki su geçirmezlik testi cihazımız Metot B deneyine uygun olduğu için sonraki aşamalar Metot B için anlatılacaktır.

4.2.2. Kalınlık ve birim alan kütlesi tayini

Bu deney TS EN 1849-1 standardına göre yapılmaktadır. Bu standart, çatılarda su yalıtımı için kullanılan bitümlü levhaların kalınlığını ve birim alandaki kütle miktarını belirlemede kullanılan metotları kapsar. Fabrikada imal edilmiş mineral kaplamalı levhalar dâhil olmak üzere birçok bitümlü levhanın kalınlık ölçümü için geçerlidir (Anonim, 2002a).

Kalınlık tayini işlemleri belirgin yüzey dokusu olan veya sırt kısmı liflerle güçlendirilmiş dayanıklı levhalar için geçerli değildir. Bu tür mamulleri ayırt etmek için kalınlık miktarı yerine birim alandaki kütle miktarı kullanılır. Birim alana düşen kütle miktarı, imalatçı tarafından bilgi amaçlı verilen değerleri onaylamak için kullanılır ve delikli malzemeler için uygun değildir (Anonim, 2002a).

Numuneden, en az 0.4 m uzunlukta ve numune genişliğinde bir deney parçası kesilmelidir. Her birinin alanı 100 mm^2 ± %1 olan kare veya daire şeklinde 3 deney numunesi kesilen deney parçasından çıkartılır. Bir numune, deney parçasının tam merkezinden kesilmelidir. Diğer iki numune ise birinci numuneye göre simetrik, deney parçasının köşegeni üzerinde, numunelerin dışta kalan kenarları deney parçasının kenarına göre 100 mm içeride olacak biçimde ve varsa kenarlık hariçte tutularak kesilmelidir (Anonim, 2002a).



Şekil 4.4. Kare deney numunelerinin örnek gösterimi (Anonim, 2002a)

Deney numunesi en az 20 saat süresince, en az (23 ± 2)°C sıcaklıkta ve % (50 ± 5) nispi nemde şartlandırılmalıdır. Şekil 4.4.'de kare numune alımı gösterilmiştir. Her deney numunesi tartılır ve kütleleri en yakın 0.1 g'a yuvarlatılarak kaydedilir (Anonim, 2002a).

4.2.3. Kimyasallara karşı dayanım tayini

Bu deney TS EN 1847 standardına göre yapılmaktadır. Bu standardın amacı, imal edilmiş veya sevkiyata hazır hale getirilmiş plastik ve lastik levhaların tarifi ve sınıflandırılmasıdır. Bu standartta verilen deney metodu yalnızca mamullere veya uygun olduğu takdirde, bunların elemanlarına tatbik edilmeli, bu mamullerden meydana getirilen ve iş yerinde uygulanan, su yalıtımında kullanılan membran sistemlerine tatbik edilmemelidir (Anonim, 2002b).

Bu standart, çatılarda kullanılan plastik ve lastik levhalardan hazırlanan deney parçalarının, harici herhangi bir kısıtlamaya tabi tutulmadan, sıvı kimyasal maddelere (su dâhil) maruz bırakılmasıyla ilgili bir metodu ve ayrıca, maruz bırakılan bu deney parçalarının özelliklerinde meydana gelen değişiklikleri tayin etmeye yarayan deney metotlarını kapsar. Deney sadece, deney parçasının yüzeyinin deney sıvısına daldırılması metoduna dayanır. Deney parçasının özelliklerinde meydana gelen değişiklikleri tayin etmek için uygulanan metotlar aşağıda verilmiştir (Anonim, 2002b).

- Daldırıldıktan hemen sonra veya daldırıldıktan ve kurutulduktan sonra kütle değişimi;

- Daldırıldıktan hemen sonra veya daldırıldıktan ve kurutulduktan sonra boyut değişimi;
- Daldırıldıktan hemen sonra veya daldırıldıktan ve kurutulduktan sonra görünüşteki değişim;
- Daldırıldıktan hemen sonra veya daldırıldıktan ve kurutulduktan sonra fiziksel özelliklerde değişim

Daldırma işleminden hemen sonra yapılan deneyler, halen sıvının etkisi altında bulunan maddenin durumunu tahkik etmek için uygulanır. Daldırma ve kurutma işleminden sonra yapılan deneyler, maddenin doğruluğunu sıvı buharlaşabilen bir sıvı ise, bu sıvı uzaklaştırıldıktan sonraki durumu tahkik etmek istendiğinde uygulanır (Anonim, 2002b).

4.2.4. Yapay yaşlandırma deneyi

Bu deney TS EN 1296 standartlarına göre yapılmaktadır. Bu standart, bitüm, plastik ve lastik levhaların uygulamaya konulmadan önce, imal edildiği veya temin edildiği haliyle sınıflandırılması amacıyla hazırlanmıştır. Bu deney metodu, özellikle mamullere veya mamulleri meydana getiren parçalarla ilgili iş yerinde su yalıtımı amacıyla tatbik edilmiş, bu mamullerden meydana getirilmiş membran sistemlere uygulanmaz. Bu deney metodu, bitüm, plastik ve lastik levhaların tarifi ve özellikleri ile ilgili Avrupa Standartları ile birlikte kullanılmak amacıyla hazırlanmıştır (Anonim, 2004).

Bu standart, hava dolaşımlı bir etüvde uzun süre yüksek sıcaklığa maruz bırakarak ısıl yaşlandırma uygulamak suretiyle yapay yaşlandırmanın prensiplerini, kullanılması gereken cihazları ve yöntemleri kapsar (Anonim, 2004).

5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Su yalıtım membranlarının performanslarını etkileyen bazı çevresel faktörler vardır. Bunlar ısı, UV radyasyonu, çeşitli gazlar, atmosfer, kimyasal ve biyolojik maddeler su ve farklı bileşiklerdir (Oba ve ark, 1996).

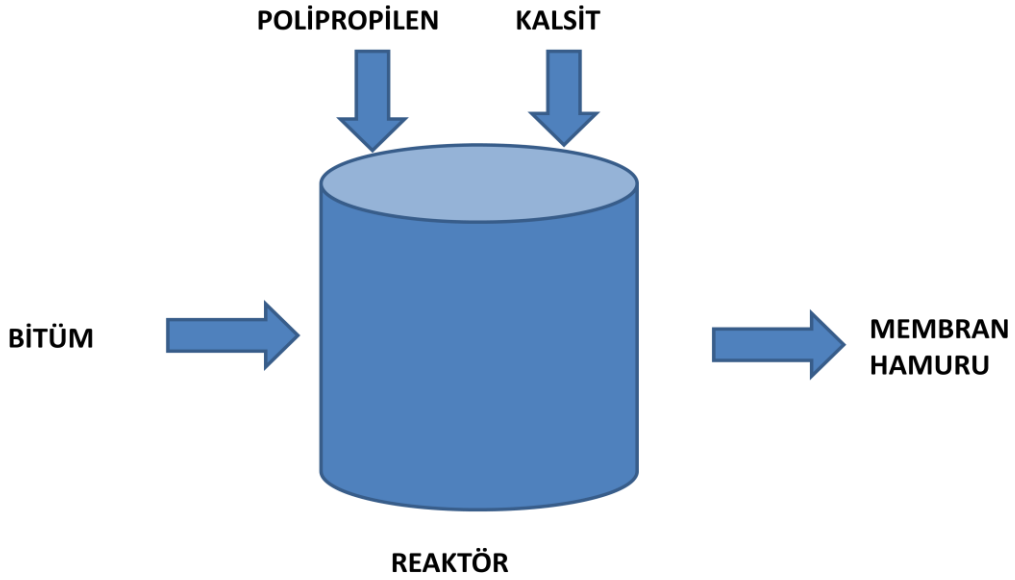
Günümüzde üretilen su yalıtım membranlarında dolgu malzemesi olarak kalsit kullanılır. Kalsitin dolgu malzemesi olarak kullanılmasının en önemli sebebi ucuz ve kolay bulunabilir olmasıdır. Fakat kalsit oldukça ağır ve çevresel faktörlere karşı zayıf bir malzemedir. Su yalıtım membranlarında kalınlık kadar dayanıklılıkta çok önemli bir faktördür. Su yalıtım levhalarının kalınlığı arttıkça su geçirimsizlik özelliği artmaktadır. Su yalıtım membranlarında kalsit kullanımı, kalınlığı önemli ölçüde azaltmaktadır. Ayrıca kalsit su yalıtım membranlarının karşılaştığı bazı zorluklara karşı dirençsizdir. Asitlere karşı olan zafiyetinden dolayı su yalıtım tabakasının ömrü düşmektedir. Bu yüzden verimli bir dolgu malzemesi değildir. Dolgu malzemesi olarak diatomitin kullanılması bazı dezavantajları ortadan kaldıracaktır.

5.1. Prototiplerin Oluşturulması

Prototiplerin oluşturulması Uteks Yalıtım laboratuarında aslına uygun formüllerle sadece dolgu malzemesinin çeşidi ve miktarları değiştirilerek üretilmiştir. Su yalıtım membranı üretim prosesinde daha önceden bahsettiğimiz gibi ilk önce doğru bir hamur oluşturulur. Hamur oluşturma prosesi genel olarak aşağıdaki gibidir. Membran hamurunun temelinde bitüm ve polipropilen bulunur.

Reaktör; Bir doğalgaz brülörü tarafından ısıtılan kızgın yağ borularıyla sarılmış karıştırıcılı bir tanktır. Reaktöre asfalt beslemesi 2 inçlik pompalar vasıtasıyla yapılır. Laboratuarda kullandığımız reaktör ise daha basit bir prensiple çalışır. Bu reaktör alttan tüp ısıtmalı bir kabı karıştıran mikserdir.

Hamur oluşturma prosesinin şeması Şekil 5.1.'de gösterilmiştir. Membran hamuru firmadan firmaya değişiklik gösterebilir.



Şekil 5.1. Su yalıtım membranı hamuru üretim prosesi

Kimyasallara karşı dayanım sonrası su geçirmezlik deneyi ve yapay yaşlandırma deneyleri için altı adet farklı oranlarda diatomitli, altı adet farklı oranlarda kalsitli toplamda on iki adet su yalıtım membranı numeni üretilmiştir.

Çizelge 5.1. Membran hamuru reçeteleri

	BİTÜM	POLİPROPİLEN	DİATOMİT	KALSİT
1. Numune	1000 g	136 g	600 g	0 g
2. Numune	1000 g	136 g	700 g	0 g
3. Numune	1000 g	136 g	800 g	0 g
4. Numune	1000 g	136 g	900 g	0 g
5. Numune	1000 g	136 g	1000 g	0 g
6. Numune	1000 g	136 g	1100 g	0 g
7. Numune	1000 g	136 g	0 g	600 g
8. Numune	1000 g	136 g	0 g	700 g
9. Numune	1000 g	136 g	0 g	800 g
10. Numune	1000 g	136 g	0 g	900 g
11. Numune	1000 g	136 g	0 g	1000 g
12. Numune	1000 g	136 g	0 g	1100 g

Hamur oluşumunda ilk olarak kullanılacak olan malzemelerin tartımları yapılır. Şekil 5.2.'de tartım işlemi gösterilmiştir. Reaktöre ait olan kabın darası alındıktan sonra 1000 g civarı sıcak bitüm konur. Bitüm 160-220 penentrasyona sahip Tüpraş çıkışlı bir malzemedir.



Şekil 5.2. Tartım işlemlerinin gerçekleştirilmesi

Daha sonra tartılmış olan asfaltın üzerine polipropilen ilavesi yapılır. Şekil 5.3.'de polipropilen örneği gösterilmiştir. Polipropilen miktarı 136 gr olarak hesaplanıp aynı kabın üzerine dökülür.



Şekil 5.3. Polipropilen numunesi

Karışım miktarları oluşturulduktan sonra kap reaktöre monte edilir ve ısıtılarak polipropilenin bitüm yapısına karışması sağlanır. Sıcaklığın yaklaşık olarak 180-200 °C aralığında olması sağlanır. Şekil 5.4.'de laboratuar mikseri gösterilmiştir. Bu şekilde 4

saat boyunca mikserin çalışması sağlanır. 4 saat sonunda hamur kontrol edilir. Eğer erimeyen polipropilen kaldıysa hamurun biraz daha ısıtılıp karıştırılması sağlanır.



Şekil 5.4. Mikserin çalışma şekli

Görsel olarak herhangi bir pütürlük kalmadığı zaman Çizelge 5.1.'de belirtilen reçetelere göre ayrı ayrı dolgu takviyesi yapılır.



Şekil 5.5. Diatomit numunesi

Hamura dolgu ilavesi yapıldıktan sonra karışımın iyice homojenize olması 1 saat daha karıştırılıp ısıtılması sağlanır. Şekil 5.5'de diatomit numunesi gösterilmiştir. 1 saatin sonunda Şekil 5.6.'da gösterildiği gibi hamurun kıvamı ve yapışkanlığı kontrol edilir.



Şekil 5.6. Su yalıtım membranı hamurunun homojenliğinin kontrol edilmesi

Şekil 5.7.'da oluşturulan hamur polyester bir taşıyıcıya sürülerek su yalıtım membranı oluşturulması sağlanır.



Şekil 5.7. Oluşturulan hamurun polyester keçeye sürülmesi

Polyester keçeye sıvanan membran hamurunun etrafa bulaşmaması için üzerine Şekil 5.8.'de gösterildiği gibi polietilen bir film serilir.



Şekil 5.8. Oluşturulan membranın polietilen film ile kaplanması

Farklı dolgu malzemeleriyle ayrı ayrı oluşturulan prototipler gerekli ölçülerde şekillendirildikten sonra uygulanacak olan deneylere hazır hale getirildiler.

5.2. Kalınlık Tayini Deneyinin Yapılışı

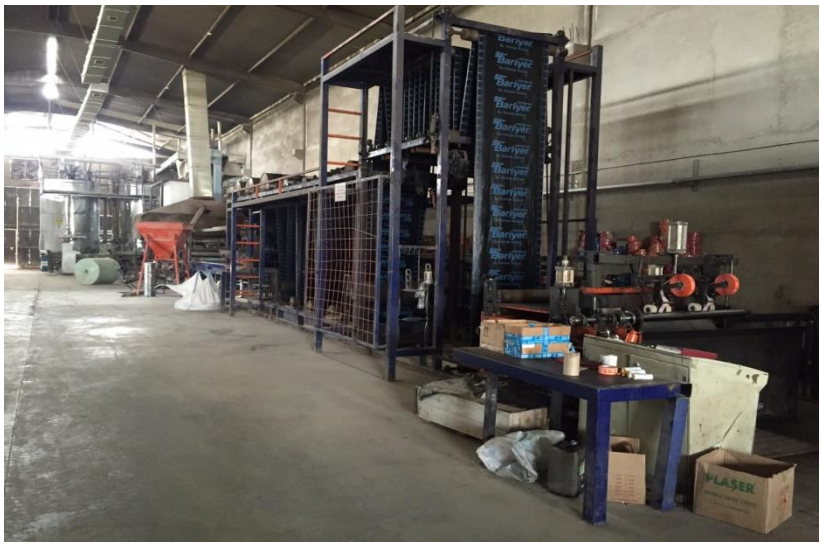
Deney yapılan levhanın kalınlığı levhanın eni boyunca 10 ayrı yerden değer alınarak ölçüldü ve bu değerlerin aritmetik ortalaması levhanın kalınlığı olarak (mm) cinsinden kaydedildi. Deney uygulanacak levha 100 mm uzunluğunda ve levha genişliğinde ayarlandı. Ölçmeler genel olarak hiçbir yaşlandırma veya şartlandırma uygulamaksızın ortam şartlarında gerçekleştirildi. Anlaşmazlık durumunda numune 20 saat boyunca (23 ± 2)°C sıcaklık altında bekletilerek şartlandırılabilir. Levhanın ve ölçme aletinin yüzlerinin kirli olmadığından emin olduktan sonra ölçme aletinin sıfır notasının başlangıç noktasında olup olmadığı ölçmeye başlamadan önce kontrol edildi ve her ölçme öncesinde yenilendi.

Kalınlık, levhanın genişliği boyunca aralıkları eşit olan 10 ayrı yerden ölçme yapılarak kaydedildi. Kenar kısımlardaki ölçümler levhanın her ucundan 100 mm içeride kalacak şekilde alındı. Kalınlık 10 ayrı ölçüm değerinin aritmetik ortalaması alınarak bulunup en yakın 0,1 mm'ye yuvarlatılarak kaydedildi.

Bu deneyin daha sağlıklı sonuçlar vermesi için prototipler imalathanedeki üretim sisteminden temin edilmiştir. Bir gün öncesinden hazırlanan iki farklı dolgu malzemeli hamurlarla üretim yapılmıştır. İki farklı dolgu malzemeli su yalıtım membranları üretilmiştir. Üretilen bu prototipler aynı ağırlıkta ve boyuttadır. İmalathanede üretilen membran prototiplerinin reçeteleri Çizelge 5.2.'de gösterilmiştir. Bu reçetenin kullanılmasının sebebi üreticinin belirlediği kar oranıdır. Üretim reçeteleri belirlenecek kar oranlarına göre farklılık gösterebilir.

Çizelge 5.2. Kalınlık tayini deneyi için üretilen numunelerin reçeteleri

	Bitüm	**Polipropilen**	**Kalsit**	**Diatomit**
Diatomitli Numune	5000 kg	680 kg	5000 kg	0 kg
Kalsitli Numune	5000 kg	680 kg	0 kg	5000 kg



Şekil 5.9. Üretim yapılan su yalıtım membranı tesisi



Şekil 5.10. Aynı ağırlık ve boyutlarda üretilen iki farklı dolgu malzemeli su yalıtım membranı

Şekil 5.9. ve Şekil 5.10.'da gösterilen prototiplerden alınan parçalara göre ölçümler yapılmıştır. Deneyde elde edilen parçaların on farklı yerinden alınan ölçümlerle sağlanmıştır.



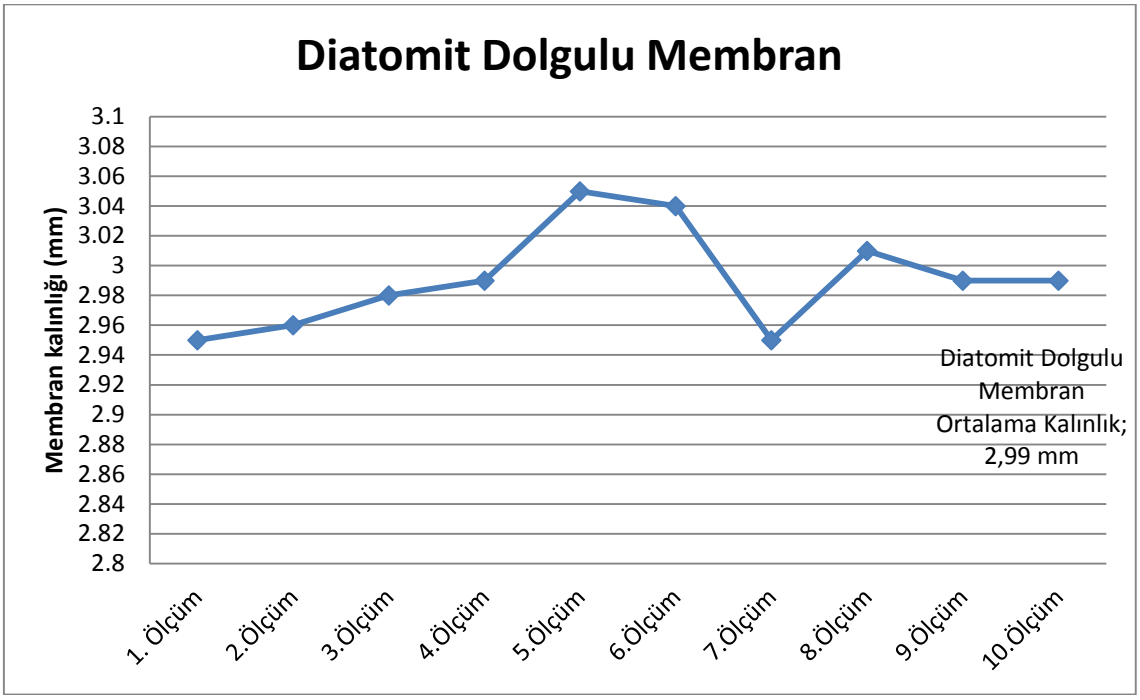
Şekil 5.11. Diatomit dolgu su yalıtım membranı boyut ölçümü



Şekil 5.12. Kalsit dolgulu su yalıtım membranı boyut ölçümü

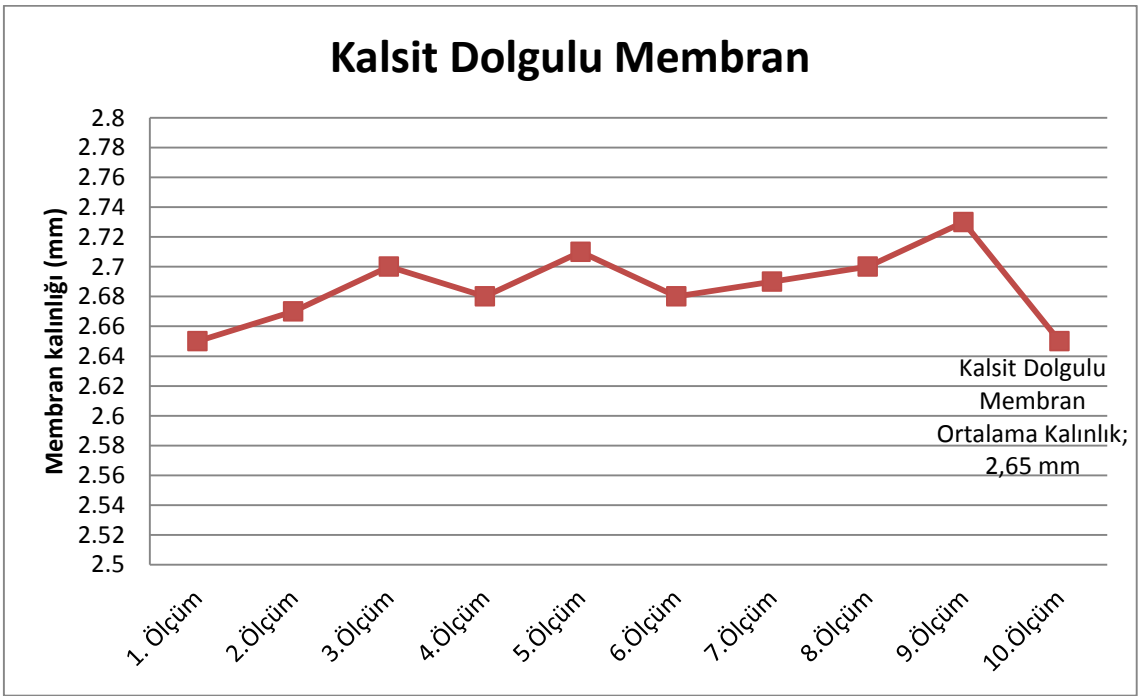
Farklı dolgulu iki membran numunelerinden alınan parçalar Şekil 5.11. ve Şekil 5.12.'ye göre elektronik bir kumpas yardımıyla kalınlık ölçümleri yapıldı.

Çizelge 5.3. Diatomit dolgulu membranın kalınlık ölçümü sonuçları



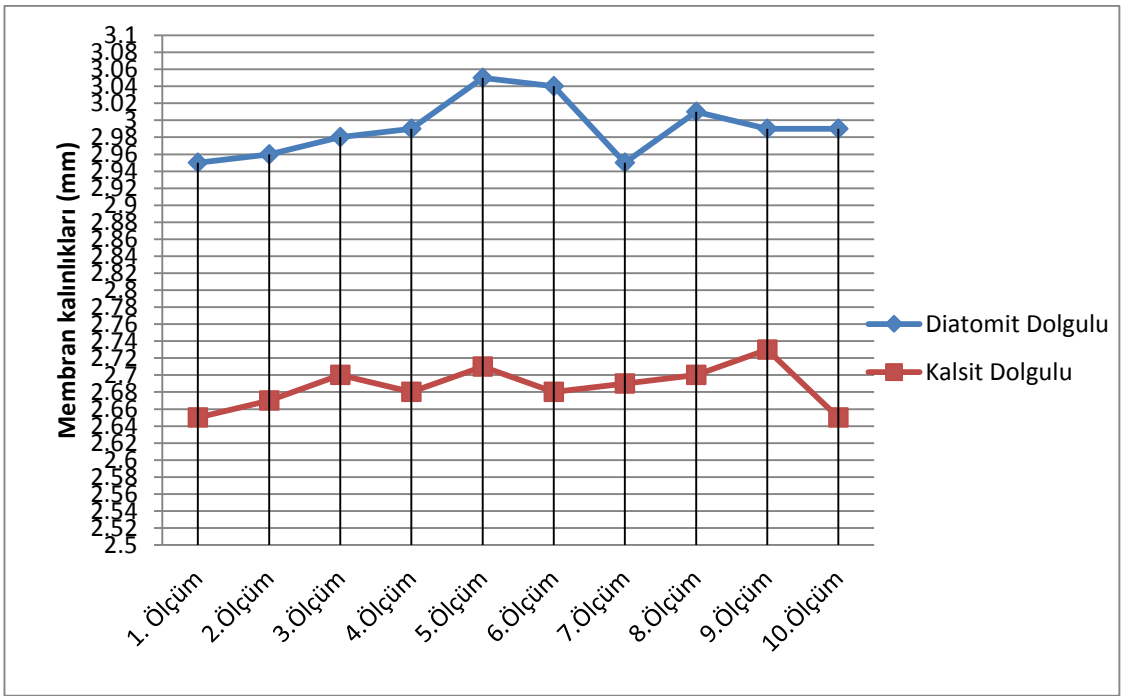
Elde edilen veriler doğrultusunda Çizelge 5.3.'de gösterildiği gibi diatomit dolgulu membranın kalınlığının 2.95 mm'den az olmadığı ve 3.05 mm'den ise çok olmadığı görülmüştür. Ölçüm sonuçlarının ortalaması 2.99 mm olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar membran yüzeyinin 10 farklı yerinden alınan ölçümler neticesinde grafiğe dökülmüştür.

Çizelge 5.4. Kalsit dolgulu membranın kalınlık ölçümü sonuçları



Elde edilen veriler doğrultusunda Çizelge 5.3.'de gösterildiği gibi kalsit dolgulu membranın kalınlığının 2.65 mm'den az olmadığı ve 2.73 mm'den ise çok olmadığı görülmüştür. Ölçüm sonuçlarının ortalaması 2.65 mm olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar membran yüzeyinin 10 farklı yerinden alınan ölçümler neticesinde grafiğe dökülmüştür.

Çizelge 5.5. Kalsit ve diatomit dolgulu membranların kalınlık ölçümü sonuçları



Çizelge 5.5.'den anlaşılacağı üzere diatomit dolgulu su yalıtım membranı 35 kg'da daha fazla kalınlık ihtiva etmektedir. Kabaca bir hesap yaptığımızda kalsit dolgulu membranın aynı kalınlığı yakalaması için 40 kg'da üretilmesi gerekmektedir. Membran üretiminde sarf edilecek fazladan 5 kg hem maliyet artışına neden olacaktır hem de malzemenin nakliyesini zorlaştıracaktır. Diatomit kalsite göre 2 ile 3 kat daha pahalı olan bir malzeme olmasına rağmen kalsitten 10 ile 20 kat daha pahalı olan malzemelerin sarfiyatını aşağıya çekmiştir.

Bu tasarrufu biraz açacak olursak üretimde kullanılan hammaddelerin günümüzdeki fiyatı; 1000 gram asfalt 1 TL, 136 gram geri dönüşüm ürünü polipropilen 25 Kuruş, 1000 gram kalsitin fiyatı 10 Kuruş., 1000 gram diatomitin fiyatı ise 30 Kuruştur. Toplamda üretilen 1 kilo kalsitli hamur karışımın maliyeti 0.63 Kuruş olarak hesaplanmaktadır. Diatomitli membran hamurunun kilosu ise 0.72 Kuruştur. Kalsitli bir

hamurla oluşturulacak su yalıtım levhasının 3 mm kalınlığa ulaşabilmesi için 40 kg'da üretilmesi gerekecektir. Yani toplam hamur maliyeti 40 X 0.63 = 25.2 TL. Diatomit ile üretilecek olan su yalıtım levhası 3 mm kalınlığı 35 kg'da yakalayacaktır. Yani toplam hamur maliyeti 35 X 0.72 = 25.2 TL. İki malzeme içinde maliyetimiz aynı çıkmıştır.

5.3. Kimyasallara Karşı Dayanım Deneyinin Yapılışı

Elde edilen membran numuneleri, belli sıcaklık ve hacimdeki bir deney sıvısına, belli bir süre tam olarak daldırılır. Numuneler bu daldırma işleminden sonra kurutma işlemi yapılır. Deneye altı adet diatomitli, altı adet kalsitli membran numuneleri sokuldu. Numuneler deneye tabi tutulmadan önce (23 ± 2)°C ve %(50±5) bağıl nemdeki standart atmosfer şartlarında 24 saat süreyle şartlandırıldı. Mukayese deneyleri için tercih edilen maruz bırakma süreleri aşağıda verilmiştir.

- Kısa süreli deney : 24 saat
- Standart süreli deney : 1 hafta
- Uzun süreli deney : 16 hafta

Deney süresince, ekstrakte edilen maddenin sıvı içindeki konsantrasyonu düşük tutmak için, deney parçasının toplam yüzey alanının her santimetre karesi için 8 ml deney sıvısı kullanılır. Deney sıvısı, deney parçasını tamamen kaplar.

Her bir membran numunesi verilen beherin içine yerleştirilir ve gerekirse bir ağırlık kullanılarak, deney sıvısının içine tamamen batmaları sağlanır. Bileşimi aynı olan birkaç madde deneye tabi tutulacaksa, aynı beherin içine uygun sayıda deney parçası takımı konulabilir. Hiç bir durumda, numunelerin yüzeylerinin önemli bir kısmı, diğer deney parçalarının yüzeyleri, beherin cidarı veya kullanılıyorsa, ağırlıkla temas etmemelidir. Deney sırasında sıvı, beheri günde en az bir defa döndürerek karıştırılır. Daldırma süresinin sonunda, deney parçaları oda sıcaklığındaki taze bir deney sıvısına aktarılarak ve burada 15-30 dakika bekletilerek, gerekirse tekrar, oda sıcaklığına gelmesi sağlanır. Deney parçaları deney sıvısından çıkarılır ve deneye tabi tutulan maddeye herhangi bir etkisi olmadığı bilinen, deney sıvısının yapısına uygun bir maddeyle durulanır. Deney parçaları filtre kâğıdı veya lif bırakmayan bir bezle silinerek kurutuldu. Bu standarttaki asıl deneyimiz görünüş mukayesesi olmuştur. Her bir deney parçası bir büyüteç kullanılarak, herhangi bir muameleye tabi tutulmamış bir deney parçasına göre kontrol edilir ve görünüşteki değişiklikler kaydedilir:

- Renk (değişikliğin ne olduğu ve uniform olup olmadığı
- Opaklık (donukluk)
- Parlaklık veya matlık olduğu
- Ufak veya büyük çatlaklar
- Kabarcık, çukur ve benzeri diğer etkiler
- Kolayca silinebilecek maddenin mevcudiyeti
- Yapışkan bir görünüş
- Katların ayrılması, çarpıklık veya başka bir deformasyon
- Kısmi çözünme

Bu deneyin amacı iki farklı prototipte ayrı ayrı kullanılan diatomit ve kalsit dolgu malzemelerinin kimyasallara karşı oluşturdukları direnç farklarının belirlenmesidir. Bunun için ilk olarak dolgu malzemesiz bitümün kimyasallara karşı nasıl bir tepki verdiğinin belirlenmesinden sonra dolgu malzeme ilaveli bitümün kimyasallara karşı tepkisi belirlenir. Bundaki amaç sadece dolgu malzemesi farklılığındaki kimyasal madde tepkisinin belirlenebilmesidir. Eğer hem bitüm hem de dolgu malzemesi aynı kimyasala tepki verecek olursa bu tepkiyi dolgu malzemesi mi yoksa bitümün mü verdiğini tam olarak anlayamazdık ve sonuca ulaşamazdık.

Çizelge 5.6. Bitümün kimyasal dayanıklılığı (Anonim, 2002b)

Madde	Konsantrasyon %	Sıcaklık ≤ 30°C	Sıcaklık ≤ 65°C
İnorganik asitler			
Sülfürik asit	< 25	+	+
	≥ 25 ve ≤ 95	+	o
	> 95	-	-
Oleum		-	-
Nitrik asit	< 10	+	o
	≥ 10 ve ≤ 65	o	o
	> 65	-	-
Hidroklorik asit	< 25	+	+
	≥ 25 ve ≤ 36	+	o
	> 36	o	-
Organik Asitler			
Formik asit	40	+	o
Benzoik asit		+	
Bütirik asit		-	-
Asetik asit	25	+	+
Oleik asit		-	-
Oksalik asit		+	+

Fenoller		-	-
Ftalik asit		+	
Tartarik asit	< 25	+	+
	≥ 25	+	
Sitrik asit		+	+
İnorganik bazlar			
Amonyum hidroksit		+	+
Potasyum hidroksit		+	o
Sodyum hidroksit		+	o
Organik bazlar			
Piridin ve türevleri		-	-
Trietanolamin		+	
Tuz çözeltileri			
Klorürler		+	+
Nitratlar		+	+
Sülfatlar		+	+
Çeşitli maddeler			
İçme suyu		+	+
Bira		+	
Glikol		+	+
Melas		+	+
Şeker		+	+

Reaksiyon süresi 30 gün, Açıklama; +: kararlı

o: bütün durumlarda kararsız - kontrol edilmelidir.

-: kararsız

Çizelge 5.6.'dan bitümün tepki vermediği kimyasallar belirlenerek deney yapılmıştır. Kimyasallara karşı dayanıklılık testinde %10'luk H_2SO_4, %5'lik HNO_3, %10 HCl ve %10'luk CH_3COOH kullanılmıştır.

Deneyde laboratuarda ürettiğimiz numuneler kullanılmıştır. Deney standart deney süresinde bir haftada tamamlanmıştır. Deney numuneleri 400 cm^2'lik ölçülerde hazırlanmıştır. Daha sonra numuneler ayrı ayrı 3200 ml asidik kimyasalın bulunduğu derin bir kaba yatırıldı. 1 hafta boyunca oda sıcaklığında bekletilen numunelerde mercek ile yüzey kontrol işlemi yapıldı. Kalsit dolgulu su yalıtım membranı numuneleri üzerinde çok ufak tahriş izleri fark edildi. El ile kontrol edildiğinde ise çok ince şekilde pürüzler hissedildi. Diatomit dolgulu su yalıtım membranı numunelerinde ise mercek ile yapılan kontrolde herhangi bir çözünme izine rastlanmadı. El ile kontrolde ise pürüzsüz bir yüzeyi olduğu hissedildi. Bunun nedeninin membran hamuru içinde bulunan kalsitin asitlerle tepkimeye girip membran yüzeyinin bozulmasına neden olmasıdır. Daha sonrasında işlem görmüş numuneler su geçirmezlik deneyi tabi tutuldu.

5.4. Su geçirmezlik Deneyinin Yapılışı

Deney numuneleri levhaların genişliği boyunca, kenarlardan 100 mm içeriden düzgün bir şekilde dağılmış olarak alınır. Deney numunelerinin uzunluğuna yönü, imalat yönüne paralel olacak şekilde işaretlenir. Deney numunelerinin sayısı, üç taneden az olmamak üzere, ilgili standardında belirtildiği kadar hazırlanır.

Deney parçaları yarıklı plakanın dış çapına (yaklaşık 130 mm) eşit bir çapta dairesel kesitli hazırlanmıştır. Cihaz Şekil 5.13.'deki gibi su ile taşana kadar doldurulur.

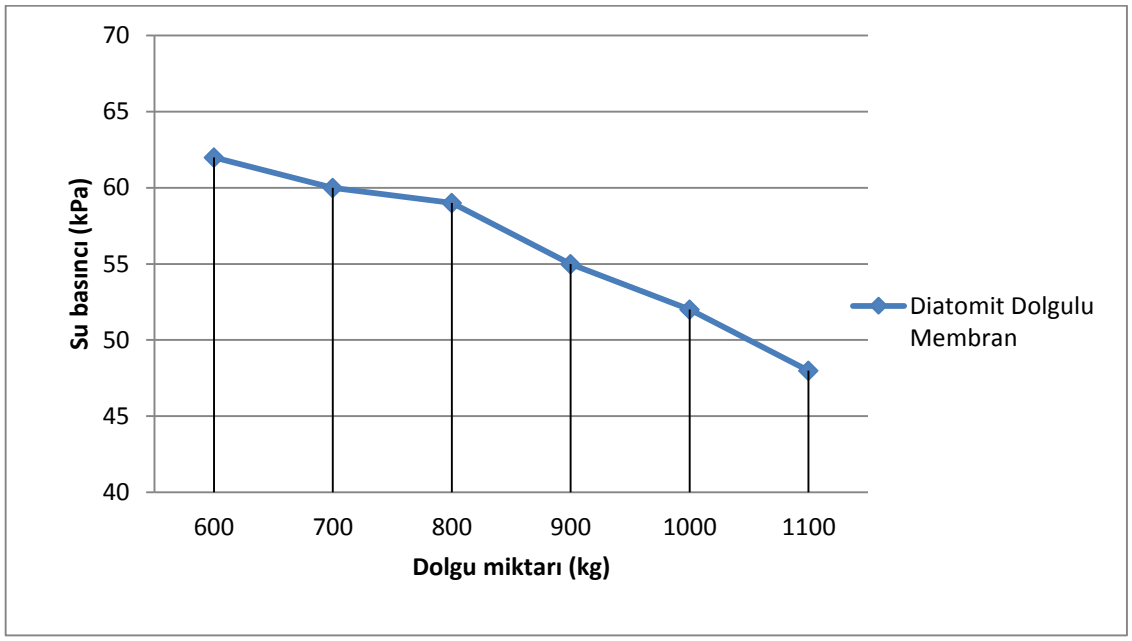


Şekil 5.13. Deney düzeneğine su doldurulması

Deney numunesinin üst yüzeyi altta kalacak şekilde cihaza yerleştirildi ve oyuklardan birisi, levhanın uzunluğu yönünde paralel olacak şekilde oyuklu plaka ile kapatıldı. Kapak yerine yerleştirilir ve deney numunesi yerine sıkıca oturana kadar yavaş yavaş sıkıştırıldı. Belirtilen deney basıncına kadar basınç kademeli olarak arttırıldı. Deney basıncına ulaştığında, bu basınçta 24 saat süre ile bekletildi.

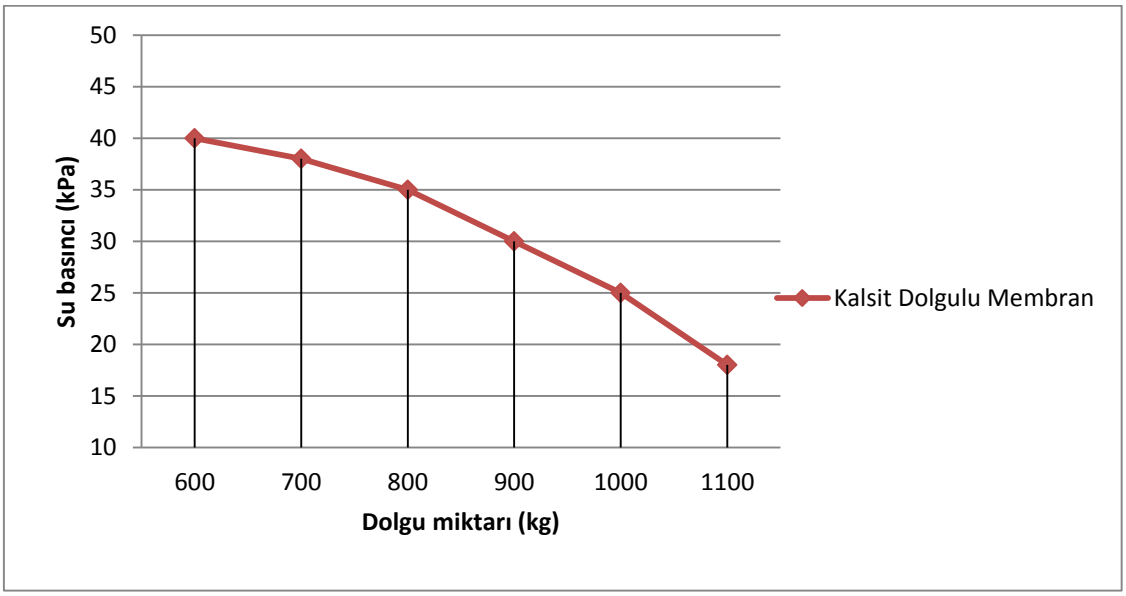
Deney numunesinin su sızdırmazlığı, deney süresinin sonunda kontrol edildi. Ani basınç düşmesi ve deney numunesinin basınca maruz kalmayan yüzeyi üzerinde su bulunması kontrol edildi. Deney için üretilen 6 adet diatomit dolgulu ve 6 adet kalsit dolgulu su yalıtım membranı numunesi kullanılmıştır ve sonucu Çizelge 5.7., 5.8., ve 5.9.'da belirtilmiştir.

Çizelge 5.7. Diatomit dolgulu numunelerin su geçirmezlik sonuçları



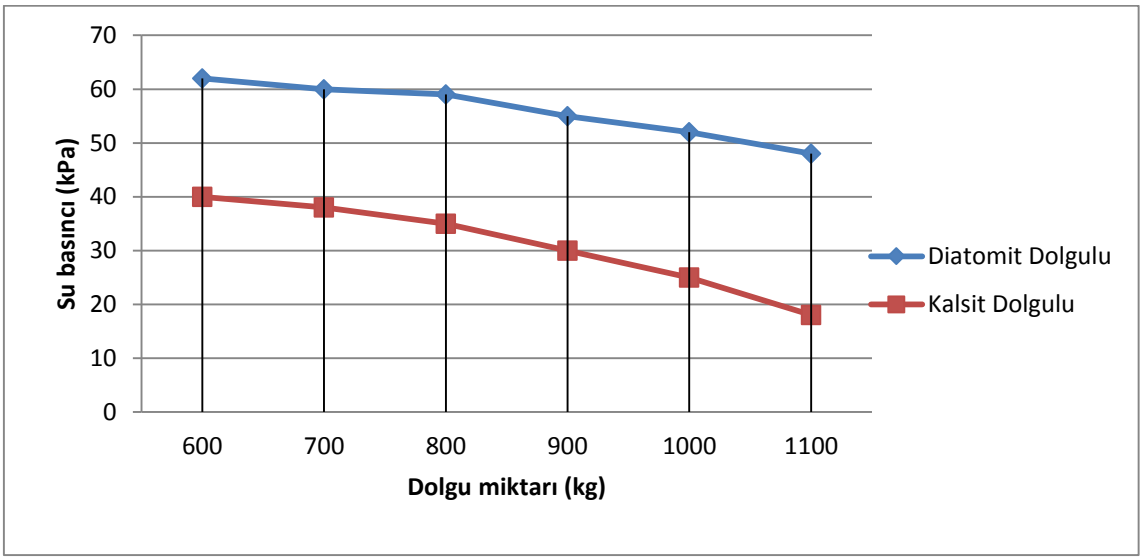
Elde edilen veriler doğrultusunda Çizelge 5.7.'de gösterildiği gibi %10'luk H_2SO_4, %5'lik HNO_3, %10 HCl ve %10'luk CH_3COOH kimyasallarına maruz kalmış olan diatomit dolgulu membranın su geçirmezlik basıncı 48 kPa'dan daha az olmadığı ve 62 kPa'dan ise daha yüksek olmadığı görülmüştür. Elde edilen grafiğe göre dolgu malzemesindeki artışa bağlı olarak su geçirmezlik basıncında düşüş gözlemlenmiştir. Bu nedeni ise dolgu miktarı arttıkça bitüm ve agrega arasındaki adezyonun bozulmasıdır. Agregalar hidrofilik malzemelerdir. Kolayca su tarafından kaplanır. Bitüm ise tam tersi özellik gösterir. Eğer bitüm miktarı agregayı kaplamaya yetmezse agreganın yüzeyi ile bitüm arasında tam bir yapışma sağlanamayacağı için basınca karşı güçlü bir kompozit yapı oluşturulamayacaktır. Bitüm hidrokarbon sınıfı bir malzeme olduğu için düşük bir yüzey gerilimine sahiptir. Bu yüzden su agregayı daha kolay etkiler.

Çizelge 5.8. Kalsit dolgulu numunelerin su geçirmezlik sonuçları



Elde edilen veriler doğrultusunda Çizelge 5.8.'de gösterildiği gibi kimyasallara maruz kalmış olan diatomit dolgulu membranın su geçirmezlik basıncı 18 kPa'dan daha az olmadığı ve 40 kPa'dan ise daha yüksek olmadığı görülmüştür. Kalsit dolgusu içinde miktar artışı oldukça su geçirmezlik basıncında düşüş gözlemlenmiştir. Bunun nedeni de agreganın tam olarak bitüm tarafından kaplanamaması ve adezyonun bozulmasıdır.

Çizelge 5.9. Kalsit ve diatomit dolgulu numunelerin su geçirmezlik sonuçlarının karşılaştırılması



Deney sonucunda elde edilen verilere göre kimyasallara karşı dayanım sonra su geçirmezlik deneyine tabi tutulan numunelerde Çizelge 5.9.'da gösterildiği gibi belirgin

bir biçimde dayanım farkı oluşmuştur. Farkın nedeni ise kalsit dolgulu su yalıtım membranında bulunan kalsitin asitlere olan zaafından dolayı membran yüzeyinde asitlerle tepkimesi sonucu mikro gözenekler oluşturmasıdır. Bu gözenekler membranı su basıncına karşı zayıflatmıştır. Su geçirimsizliği 18 kPa değerine kadar düşüş gözlemlenmiştir. Diatomit dolgulu su yalıtım membranında ise herhangi bir mikro gözenek oluşmadığından 62 kPa basınç değerine kadar su geçirimsizlik özelliğini korumuştur.

5.5. Yapay Yaşlandırma Deneyinin Yapılışı

Değerlendirme deneylerinin yapılabilmesi için yeterli büyüklükte ve sayıda deney parçası numunelerden kesilerek hazırlanır. Kenar etkilerini önlemek amacıyla, değerlendirme deneylerinde kullanılacak deney numuneleri, sadece ısıl işlemden geçirilmiş deney parçalarından kesilerek hazırlanmalıdır. Normal olarak, ilk değerlendirme deneyleri ısıya maruz bırakılmadan önce yapılır. Bunun dışında, yeterli sayıda referans malzeme (23 ± 2)°C sıcaklık ve %(50±5) bağıl nemde karanlık bir yerde bekletildikten sonra, ısıya maruz bırakılan malzemeler ile eş zamanlı olarak değerlendirme deneylerine tabi tutulmuştur

Etüv, sıcaklığı (70±2)°C'ta sabit tutulacak şekilde ayarlanır. Deney numuneleri üst yüzeyleri havaya maruz kalacak şekilde yatay olarak etüve yerleştirilir. Alt yüzey, yapışkan olmayan, kesintisiz bir destek, normal olarak silikonlu bir kâğıt üzerine yatırılır. Maruz bırakma süresi ilgili mamul standardında belirtilir. Bu süre 4, 8, 16, 24 hafta olabilir. Isıya maruz bırakılarak yapılan deneylerde kullanılan levhalar için tercih edilen maruz bırakma süresi 24 haftadır. Deney numuneleri ısıya maruz bırakıldıktan sonra değerlendirme deneylerine tabi tutulmadan önce (23 ± 2)°C sıcaklık ve %(50±5) bağıl nemde en az 24 saat bekletilir. Numuneler, ısıya maruz bırakılmadan önce ve sonra gözle muayene edilir.

Deneyde 100 cm^2 boyutta oluşturulan diatomitli ve kalsitli su yalıtım membranı numuneleri yağlı kâğıt üzerine yatırılarak sıcaklığı daha önceden 70 °C'a ayarlanmış hava dolaşımlı etüve yerleştirilmiştir. Altı ay boyunca etüv içerinde kalan numuneler deney sonunda göz ile muayene edilmiştir. Her iki numunede de belirgin farklılıklar görülmedi. Her ikisinde de çok az bir matlık görülmüştür. Numunelerin altına yerleştirilen yağlı kâğıt üzerinde de az miktarda bitüm izi oluştuğu görülmüştür.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ticari olarak diğer ülkelerle birlikte ülkemizde de piyasaya sunulmuş olan mikronize kalsit birçok alanda dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır. Ama ülkemizdeki araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin özel sektörde çok kısıtlı olması nedeniyle tamamen kulaktan dolma bilgilerle kalsit birçok alanda yanlış şekilde kullanılmaktadır. Kalsitin bu kadar çok alanda dolgu malzemesi olarak kullanılmasına bir başka nedense fiyatının oldukça ucuz olmasıdır. Fakat malzemenin ucuz olması bu çalışmamızda da gördüğümüz gibi her zaman karlı bir yatırım değildir. Maliyetlerin aynı olmasına rağmen diatomitin sağladığı performans artışı bu malzemenin kullanılmasının daha doğru olacağını göstermektedir.

Diatomitin sağladığı avantajların başında düşük kiloda membran üretimine imkân sağlayacak olmasıdır. Tesiste üretilen diatomitli su yalıtım membranı 35 kg'da 3 mm kalınlığı yakalamıştır. Düşük kiloda üretilen malzeme nakliye açısından oldukça fazla avantaj sağlayacaktır. Yaklaşık olarak %10-%15 Aralığındaki ağırlık düşüşü üreticinin tüketiciye %10-%15 daha fazla mal sevk edebileceği anlamına gelmektedir.

Diatomitin sağladığı diğer bir avantaj ise membranın asidik kimyasallara olan direncindeki artış olmuştur. Yapılan testler sonucunda belirtilen asitlere maruz bırakılan diatomitli membran yüzeyinde herhangi bir deformasyon oluşmamıştır. Bu test sonucunda elde edilen verilere göre diatomitle üretilen membran hem yer altı sularının hem de yağmur sularının ihtiva ettiği asitlere karşı olan direnci artmıştır. Asidik kimyasallara olan direncin artması sonucu olarak hem membranın kullanım ömrü artmış hem de daha yüksek basınçtaki su geçirmezlik özelliği artmıştır.

Diatomitin sağladığı diğer bir avantaj ise ülkemizde kısıtlı olarak çıkan petrol hammaddesinin sarfiyatını sağladığı ağırlık düşüşü sayesinde azaltmış olmasıdır.

Kalsit ile üretilen su yalıtım membranlarından elde edilene verilere göre 3 mm. kalınlığa ancak 40 kg'da erişebilmekteyiz. Bunun sonucunda karayollarında uygulanan tonaj sınırlamasından dolayı maliyetler artacağı gibi alıcıya da daha az miktarda malzeme sevkiyatı olacağından kazançlar düşecektir.

Kalsitin oluşturduğu diğer dezavantaj ise asidik kimyasallara karşı olan mukavemetinin düşük olmasıdır. Çalışmamızda yaptığımız kimyasallara karşı dayanım deneyinde membran yüzeyinde meydana gelen reaksiyonlar sonucunda oluşan gözenekler membranın su basıncına olan dayanımını etkilemiştir. Bu da bize gösteriyor

ki kalsitle tepkimeye girecek olan yer altı ve yer üstü sularındaki asitler hem membran ömrünü kısaltacaktır hem de su basıncına olan direncini düşürecektir.

Diatomitle oluşturduğumuz su yalıtım membranının geleneksel olarak üretilen membranlardan görünüş ve uygulaması yönünden hiçbir farkı yoktur.

Araştırmalarımız sırasında karşımıza çıkan yararlı olabilecek diğer bir malzeme de dolamittir. Dolamitte kalsit ve diatomit gibi ülkemizde üretilen bir agrega çeşididir. Dolamit, yoğunluk açısından diatomit kadar hafif olmasa da kalsitten hafif bir malzemedir. İleriki dönemlerde dolamitle ilgili çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKLAR

Afacan. Ö., 2006, Çevresel Etkiler ve Su Yalıtımı,*Dizayn Konstrüksiyon*, İstanbul, 83-85.

Aköz. F., 1999 Su Yalıtımının Temel Prensiplerinin İrdelenmesi, İstanbul, 23-25.

Akyol, K., 2008, Su Yalıtımı Ve Su Geçirimsizlik Katkı Oranlarının Beton Su Emmesine Ve Basınç Dayanımına Etkilerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi,*Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya, 59-68.

Ana, W. And Jorge, B. D., 2005, Construction and Building Materials, 19(3), Current Flat Roof Bitumen Membranes Waterproofing Systems Inspection, Diagnosis and Pathology Classification, *Elsevier*, Lisbon, Portugal 233-242.

Anonim, 2002a, TS EN 1849-1 Su Yalıtımı İçin Esnek Levhalar-Kalınlık ve Birim Alan Kütlesinin Tayini-Bölüm 1: Çatı Su Yalıtımı İçin Bitümlü Levhalar, Ankara, 1-3.

Anonim, 2002b, TS EN 1847 Esnek Levhalar-Çatılarda Su Yalıtımı İçin Plastik ve Lastik Levhalar-Su Dâhil, Sıvı Kimyasallara Maruz Bırakma Metotları, Ankara, 1-5.

Anonim, 2004, TS EN 1296 Esnek Levhalar-Çatılarda Su Yalıtımı İçin Plastik ve Lastik Levhalar-Uzun Süre Yüksek Sıcaklıklara Maruz Bırakarak Yapay Yaşlandırma Metodu, Ankara, 1-2.

Anonim, 2007, TS EN 1928 Esnek Levhalar-Su Sızdırmazlık İçin-Çatı Su Sızdırmazlığı İçin Bitüm, Plastik ve Lastik Levhalar-Su Geçirmezlik Tayini, Ankara, 1-7.

Anonim, 2011, TS 11758-2 Polimer Bitümlü Örtüler-Su Yalıtımı İçin-Eritme Kaynağı Birleştirilerek Kullanılan-Bölüm 2: Uygulama Kuralları, Ankara, 1-36.

Anonim, 2012, T.C. Milli Eğitim Bakanlığı İnşaat Teknolojisi Islak Hacimlerde Su Yalıtımı Ders Notu, Ankara, 15-33.

Anonim, 2013a, İnşaat Teknolojisi Su Yalıtımı, İZODER Teknik Yayınları, Ankara, 2-36.

Anonim, 2013b, T.C. Milli Eğitim Bakanlığı İnşaat Teknolojisi Çatılarda Su Yalıtımı Ders Notu, Ankara, 3-29.

Anonim, 2014, http://www.sa-ka.net/en-iyi-teras-su-izolasyonu-nasil-yapilir-nelere-dikkat-edilmelidir/, [Ziyaret Tarihi: 15.11.2014].

Anonim, 2015a, http://www.bitüder.org, [Ziyaret Tarihi: 30.03.2015].

Anonim,2015b,http://www.atersan.com.tr/TR/3/28/SurmeEsasliIzolasyonSistemleri.htm [Ziyaret Tarihi: 13.04.2015].

Anonim, 2015c, http://www.epsa.com.tr/urunler/bitum-600-2-kb.html [Ziyaret Tarihi: 25.03.2015]

Anonim, 2015d, http://www.izotur.com [Ziyaret Tarihi: 25.03.2015].

Anonim, 2015e, http://www.isiyalitimuygulamalari.com/suyalitim.html [Ziyaret Tarihi: 25.03.2015].

Anonim, 2015f, http://izolasyon-izmir.blogspot.com.tr/2011/07/bohcalama-metodu-ile-temel-izolasyonu.html [Ziyaret Tarihi: 25.03.2015].

Anonim, 2015g, http://www.suizolasyonu.gen.tr/ [Ziyaret Tarihi: 25.03.2015].

Anonim, 2015h, http://www.caglayanizolasyon.com.tr/izotex-yesil-cati-teras-kat-bahce-uygulamalari.html [Ziyaret Tarihi: 25.03.2015].

Busching, H. W., 1981, Construction Practicesin Bitüminous Built-up Roofing, *Housing*, 1-11.

Çakallı, H., 2013,Trc2 Bölgesi (Diyarbakır-Şanlıurfa) Yalıtım Sektörü Raporu, *Karacadağ Kalkınma Ajansı Yatırım Destek Ofisi,Şanlıurfa,* 69-76.

Ekinci, C.E., 2003,Yalıtım Teknikleri,*Atlas Yayın Dağıtım,* İstanbul, 20-21.

Ergi, E., Bilgin, G. S., Zeybek, M. S., Asan, A., 2007, Endüstriyel Atık Katkılı Çimentoların Beton Dayanımı ve Donatı Korozyonuna Etkileri, *Yapılarda Kimyasal Katkılar Sempozyumu,* Ankara 1-7.

Eriç, M., 1994, Yapı Fiziği ve Malzemesi, *Literatür Yayınları*,İstanbul, 7.

Ertaş, K., 2001, Binalarda Buhar Difüzyonu Olayının İrdelenmesi, *TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yalıtım Kongresi,* Eskişehir, 1-5.

Giavarini, C., 1994, Chapter 16 Polymer-Modified Bitumen, *Developments in Petroleum Science*, 40(A), 382.

Gündoğdu, C., 2009, Asfaltit Asfaltının Özelliklerinin Belirlenmesi ve Geleneksel Rafineri asfaltı İle Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Trabzon, 7-9.

Hailesilassie, B. W. and Parlt, M. N., 2013, Adhesive Blister Propagation Under An orthotropic Bituminous Waterproofing Membrane, Construction and Building Materials, *Elsevier*, Stockholm, Sweden,48, 1171-1178.

Küçük, S., 2010, Kalsit Madeninin Ekonomik Önemi Sektörün Sorunları ve Niğde İli Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, *Niğde Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı,* Niğde, 68-79.

Lopes, J. G. and Correia J. R., Machado, M. X. B., 2011, Dimensional Stability Of Waterproofing Bituminous Sheets Used in Low Slope Roofs, Construction and Building Materials, *Elsevier*, Lisbon, Portugal, 25(8), 3229-3235.

Marques, J.A. and Lopes, J. G., Correia, J. R., 2011, Durability Of The Adhesion Between Bituminous Coatings and Self-protection Mineral Granules of Waterproofing Membranes, Construction and Building Materials, *Elsevier,* Lisbon, Portugal 25(1), 138-144.

Nahar, S. N. and Schmets, A. J. M., Scarpas, A., Schitter, G., 2013, Temperature and Thermal History Dependence of the Microstructure in Bituminous Materials, *European Polymer Journal*, Vienna, Austria, 49(8), 1964.

Oba, K. and Björk, F., 1996, Wind Load Resistance of Heat Welded Seams in Polymer Modified Bituminous Roofing Membranes, Construction and Building Materials, *Elsevier*, Stockholm, Sweden,10(2), 161.

Özkan, N., 2002, Yalıtımın Sırrı: Titizlik, Hassaslık, Detay, *İnşaat Malzeme ve Uygulamaları Dergisi*, 21-48.

Powers. T.C.,1979, The Specific Surface Area of Hydrated Cement Obtained From Permeability Data, *Mater .Const*, Paris, France, 12(69), 46-48.

Richardson B. A., 1999, Defectsand Deterioration in Buildings, 2 nd Edition, 24-32.

Roberts, C. C., 2008, http://www.croberts.com/cracksinbuildings.pdf, [Ziyaret Tarihi: 04.11.2014].

Saçak, M., 2005, Polimer Teknolojisi, *Ankara*, 171-172.

Sahal, N. and Özkan, E., 2004, Proposed Performance-based Laboratory Test Method For Measuring Vapour and Water Permeability of Waterproofing Membranes Under Hydrostatic Pressure, Construction and Building Materials, *Elsevier*, Istanbul, Turkey, 18(9), 701.

Schumacher, Wilfried, 1998, Nice and Safe Green Roofs, *IWA Proceedings of the Xth Congress*, Berlin, Germany, 41-44.

Silva, R. R., Lopes, J. G. and Correia, J. R., 2010, The Effect Of Wind Suction on Flat Roofs an Experimental and Analytical Study of Mechanically Fastened Waterproofing Systems, Construction on Building Materials, *Elsevier*, Lisbon, Portugal, 24(1), 105-112.

Sözen, M. Ş.,1999, Yapı Kabuğunda Isı ve Ses Yönünden Denetim,*Konfor İlişkisi, Yapıda Yalıtım Konferansı Bildiriler Kitabı,* İstanbul,213(12), 137-144.

Venedik, D., 2006, Sulardaki Krom(III) Kirliliğinin Diatomit İle Giderilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 22-24.

Yüzer, N., 2003 Betonarme Yapılarda Korozyon Ölçüm Yöntemleri ve Hasar Tespiti, *THM Türkiye Mühendislik Haberleri,* Sayı 426-2003/4.

Zorer Gedik, G., 1999, Soğuk İklim Bölgesinde Yalıtımlı Yapı Kabuğu Kesitlerinin İncelenmesi ve Değerlendirilmesi Erzurum Örneği, *Yapıda Yalıtım Konferansı Bildiriler Kitabı,* Ankara, 213(13), 145-151.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Hilmi KISA
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Bursa/Orhangazi-29.05.1990
Telefon : 05439790749
Faks : -
e-mail : hilmikisa_@hotmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Öğretmen Eyüp Topçu Anadolu Lisesi, BURSA	2008
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi, KONYA	2012
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi, KONYA	
Doktora	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2011/2014	Bariyer Yalıtım	Kalite Mühendisi
2014/..	Uteks Yalıtım	Kalite Mühendisi

YABANCI DİLLER

İngilizce

YAYINLAR

Kısa H., Pehlivan E., 2015, Using Diatomite As Padding Material In Water Proofing Membranes, *5th INTERNATIONAL CONFERENCE OF ECOSYSTEMS*, Tirana, Albania, 46.