



YANGINA DAYANIKLI YALITIM MALZEMESİ

ÜRETİMİ

Ata KAYA

Yüksek Lisans Tezi

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Soner ÇELEN

2019

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YANGINA DAYANIKLI YALITIM MALZEMESİ ÜRETİMİ

ATA KAYA

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Dr. Öğr. Üyesi Soner ÇELEN

TEKİRDAĞ-2019
Her hakkı saklıdır

Dr. Öğr. Üyesi Soner ÇELEN danışmanlığında, Ata KAYA tarafından hazırlanan “YANGINA DAYANIKLI YALITIM MALZEMESİ ÜRETİMİ” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Makine Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Dr. Öğr. Üyesi Soner ÇELEN

İmza :

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Aytaç MORALAR

İmza :

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Olcay EKŞİ

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

.....
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YANGINA DAYANIKLI YALITIM MALZEMESİ ÜRETİMİ

Ata KAYA

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Soner ÇELEN

Bu çalışmada Bitüm, IPP (İzotaktik Polipropilen), LDPE (Alçak Yoğunluklu Polietilen), Kalsit ve Silis kumunun farklı oranlarda karıştırılarak membran üretilmiştir. Üretilen malzeme yangın (sıcaklık) dayanımı, yoğunluk, düşük sıcaklıkta bükülme, penetrasyon ve halka-bilya testleri yapıp test sonuçları günümüzde kullanılan membran ile karşılaştırılmıştır. Çalışmamızda TS 120 EN 1427, TS 118 EN 1426, TS EN 13501-1, KG-TL-029 test metotları kullanılmıştır. Elde ettiğimiz Silis katkılı malzemenin yoğunluğu 1,3782 g/cm³, mukavemetin daha iyi, yumuşama derecesi 155 °C, kırılma sıcaklığı -7 °C ve yangın sınıfını E olarak bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Silis, yalıtım, membran, yangın dayanımı, su yalıtımı

2019, 32 sayfa

ABSTRACT

Master Thesis

PRODUCTION OF FIRE RESISTANT INSULATION MATERIAL

Ata KAYA

Tekirdağ Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mechanical Engineering

Supervisor: Asist Prof. Soner ÇELEN

In this study, the membrane was produced by mixing Bitumen, IPP (Isotactic Polypropylene), LDPE (Low Density Polyethylene), Calcite and Silica sand in different ratios. With the produced membrane, Fire (temperature) resistance, density, low temperature bending, penetration and ring-ball tests were performed and the test results were compared with the membrane used today. TS 120 EN 1427, TS 118 EN 1426, TS EN 13501-1, KG-TL-029 test methods were used in our study. The density of the silicaspliced material we obtained was 1.3782 g / cm^3 , the strength was better, the softening degree was $155 \text{ }^\circ \text{C}$, the brittleness temperature was $-7 \text{ }^\circ \text{C}$ and the fire class was E.

Keywords: Silica, insulation, membrane, fire resistance, waterproofing

2019, 32 pages

İÇİNDEKİLER

Sayfa

| | |
|---|-------------|
| ÖZET..... | i |
| ABSTRACT | ii |
| İÇİNDEKİLER..... | iii |
| ÇİZELGE DİZİNİ..... | v |
| ŞEKİL DİZİNİ..... | vi |
| SİMGELER DİZİNİ | vii |
| TEŞEKKÜR..... | viii |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 1.1 Yalıtım..... | 1 |
| 1.2 Konutlarda Isı Yalıtımı | 1 |
| 1.3 Su Yalıtımı..... | 2 |
| 1.3.1 Korozyonun zararlı etkileri..... | 2 |
| 1.3.2 Su yalıtımı insan yaşamına etkileri..... | 3 |
| 1.3.3 Su yalıtımı ekonomiye katkıları..... | 3 |
| 1.4 Su Yalıtımının Uygulandığı Yerler | 4 |
| 1.5 Yangın Yalıtımı | 4 |
| 1.5.1 Yangın yalıtım malzemeleri | 5 |
| 1.5.2 Yapı malzemelerinin yangın sınıfları | 6 |
| 1.5.3 Yangın Yalıtımı ile İlgili Yürürlükteki Standart ve Yönetmelikler | 7 |
| 1.6 Araştırmanın Amacı | 8 |
| 2. KAYNAK ÖZETLERİ..... | 9 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM | 12 |
| 3.1 Materyal | 12 |
| 3.1.1 Bitüm (Asfalt)..... | 12 |
| 3.1.2 Geri dönüşüm yağı..... | 12 |
| 3.1.3 İzotaktik Polipropilen (IPP)..... | 13 |
| 3.1.4 Alçak yoğunluklu polietilen (LDPE)..... | 13 |
| 3.1.5 Kalsit..... | 14 |
| 3.1.6 Silis kumu | 16 |
| 3.2 Yöntem..... | 18 |
| 3.2.1 Malzemenin (membran) üretilmesi | 18 |
| 3.2.2 Penetrasyon testi | 20 |

| | |
|--|-----------|
| 3.2.3 Halka – Bilya testi | 22 |
| 3.2.4 Düşük sıcaklıkta bükülme testi..... | 23 |
| 3.2.5 Yoğunluk Testi | 23 |
| 3.2.6 Yangına dayanım testi | 24 |
| 4. ARAŞTIRMA BULGULARI..... | 26 |
| 4.1 Penetrasyon Testinin Bulguları | 26 |
| 4.2 Halka – Bilya Testi Bulguları | 26 |
| 4.3 Düşük Sıcaklıkta Bükülme Testi Bulguları | 26 |
| 4.4 Yoğunluk Testi Bulguları | 26 |
| 4.5 Yangına Dayanım Testi Bulguları | 26 |
| 5. SONUÇ VE ÖNERİLER | 27 |
| 6. KAYNAKLAR | 28 |



ÇİZELGE DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1 Kum Analiz Raporu..... 17



ŞEKİL DİZİNİ

| | <u>Sayfa</u> |
|--|--------------|
| Şekil 3.1 Bitüm..... | 12 |
| Şekil 3.2 Geri Dönüşüm Yağı..... | 13 |
| Şekil 3.3 İzotaktik Polipropilen..... | 13 |
| Şekil 3.4 Alçak yoğunluklu polietilen..... | 14 |
| Şekil 3.5 Kalsit fiziksel ve kimyasal özellikleri (Anonim 2017j)..... | 15 |
| Şekil 3.6 Kalsit..... | 16 |
| Şekil 3.7 Silis kumu..... | 18 |
| Şekil 3.8 Bitümün sıvı hale gelme işlemi..... | 19 |
| Şekil 3. 9 Geri dönüşüm yağının eritilmesi..... | 19 |
| Şekil 3.10 Karışıma izotaktik polipropilen eklenmesi..... | 19 |
| Şekil 3.11 Dolgu malzemelerinin eklenmesi..... | 20 |
| Şekil 3.12 Penetrasyon testi için malzemenin silindir kalıplara dökülmesi..... | 20 |
| Şekil 3.13 Su banyolarına koyulması..... | 21 |
| Şekil 3.14 Penetrasyon cihazı..... | 21 |
| Şekil 3.15 Penetrasyon cihazında yapılan testte iğnenin batma ölçümü..... | 22 |
| Şekil 3.16 Ring-ball düzeneği..... | 22 |
| Şekil 3.17 Gliserin banyosu..... | 23 |
| Şekil 3.18 Cold-Flex cihazında soğukta bükülme testi..... | 23 |
| Şekil 3.19 Piknometre..... | 24 |
| Şekil 3.20 Piknometrenin yuvası..... | 24 |
| Şekil 3.21 E sınıfı yangın test cihazı..... | 25 |
| Şekil 3.22 İki numunenin karşılaştırılması..... | 25 |

SİMGELER DİZİNİ

| | |
|--------------------------------|---------------------------------------|
| IPP | : İzotaktik Polipropilen |
| LDPE | : Alçak Yoğunluklu Polietilen |
| EPS | : Genleştirilmiş Polistren Sert Köpük |
| XPS | : Ekstrüde Polistren Köpük |
| M.Ö. | : Milattan Önce |
| HDPE | : Yüksek Yoğunluklu Polietilen |
| CaCO ₃ | : Kalsiyum Karbonat |
| CO ₂ | : Karbondioksit |
| CaO | : Kalsiyumoksit |
| MgO | : Magnezyumoksit |
| Fe ₂ O ₃ | : Hematit |
| Al ₂ O ₃ | : Aliminyum Oksit |
| SiO ₂ | : Silisyumdioksit |
| O ₂ | : Oksijen |
| ABS | :Akrilonitril Bütadiyen Stiren |

TEŞEKKÜR

Yapmış olduğum çalıőmalar süresince desteğini her an hissettiğim saygıdeğer hocam Dr. Öğr. Üyesi Soner ÇELEN'e, ODE Yalıtım A.Ő. ailesine ve her zaman yanımda olan sevgili anneme teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2019

Ata KAYA
(İnşaat Mühendisi)



1. GİRİŞ

Türkiye'nin enerjiye olan ihtiyacı her geçen gün çoğalmaktadır. Enerjiden en etkili istifade etme yolu, var olan enerjiyi tasarruflu bir şekilde kullanmakla birlikte insanları bu yönde eğitmek ve sürekli yeni enerji kaynakları bulma konusunda Ar-Ge çalışması yapmaktır. Bir ülkede üretilen enerjinin maksimum verimle üretilmesi ve iletilmesi sağlanırken, bu enerjinin boşa gitmesini önlemek, büyük tasarruf sağlamaktır. Enerjiyi tasarruf etmeden kullanıp boşa harcamak milli ekonomimiz için şüphesiz önemli bir eksilmedir. Yerkürenin sıkıntısını çektiği enerji ihtiyacını karşılayabilmesinin yolu yeni ve daimi yenilenebilir enerji kaynaklarının bulunmasıyla birlikte var olan kaynakların da tasarruflu bir şekilde kullanılmasıyla mümkündür. Bu nedenle, kısıtlı enerji kaynaklarından daha iyi verim alabilmek için yeni metotlar geliştirmeye ve tasarruf yapılması gerektiği nettir.

Netice olarak, tasarruf ile;

- Enerjinin dışardan alımını azaltıp, enerjide dışa bağımlılığı kısıtlayacaktır.
- Çevre kirliliği azalacaktır.

Bu çerçeveden bakıldığında, ülke ekonomisi israfını önleyecek olan enerji çalışmalarına her türlü imkân kullanılarak destek verilmesi gereklidir (Etemoğlu ve İşman 2004).

1.1 Yalıtım

Yalıtım, insanlarla birlikte içinde yaşadıkları binaları suya, sese, yangına, sıcaklığa ve soğuğa karşı korumak için alınan önlemlerin tümüne verilen isimdir. Yalıtım, binaların korunumu, malzemelerin mukavemet ve geçirimsizliğini, teknik çözümleri ve bu çözümlerin sonucunda doğru uygulamasını kapsamakta olduğu görülmüştür. Yalıtım malzemesinin üretilmesinde de uygulanmasında da ve hatta uygulandıktan sonra korunma ayrıntılarına kadar titizlik gerektiren bir sistem olduğu görülmüştür. Yapıların korunmasında, kullanıcılara sağladığı faydalar hususunda en ciddi görevi yalıtımın üstlendiği görülmüştür. Kişilerin can ve mal güvenliği, ekonomik açıdan tasarruf sağlamaları, bina kullanım sürelerinin uzatılması gibi hususların tümü doğru malzemeler kullanılarak uygulanan yalıtım sisteminin pozitif etkileri olarak görülmüştür (Mercan 2016).

1.2 Konutlarda Isı Yalıtımı

Konutlarda tüketilen enerjide hedeflenen, ısınma ve rahat yaşam standartlarına uygun seviyelere çıkarılmak olduğu görülmüştür. Isınma esnasında harcanan enerji çevreye

yayılmakta olup çevrenin kirletilmesine sebep olmaktadır. Konutlarda düşük kalitede malzeme kullanıldığında, sağlıksız yaşam koşullarına sahip bina üretimi ve ısı yalıtımı uygulanmadığında enerji için harcanan miktarın neredeyse yarısı israf edilmektedir. Bu sebeple ısınma için kullanılan enerji harcamamızın asgari seviyeye çekilmesi gerektiği görülmektedir. Genelde yalıtımın yapı maliyetini arttırdığı düşünülür fakat yapılan hesaplamalar sonucu bu düşüncenin doğru olmadığını göstermektedir. Bir konutun yalıtım düzeyinin artırılması maliyeti artmış olsa da ısıtma tesisatı maliyeti düşürülerek kısa sürede izolasyon harcamasının amorti edilmekte olduğu ve binanın ısıtma giderlerinden büyük ölçüde tasarruf sağlandığı görülmüştür. Yalıtım kalınlığını; yakıt özellikleri, dış ortam sıcaklığı, çalışma süresi, ısıtma periyodunun uzunluğu, sistem verimi, yalıtım malzemesi özellikleri etkileyen parametreler olduğu görüldü (Etemoğlu ve İşman 2004).

1.3 Su Yalıtımı

Yapının toprağa temas eden taraflarına sızan sular yapının taşıyıcı elemanlarındaki donatı çeliklerini korozyona uğratarak yük taşıma güçlerinin azalmasına sebep olur. Bu yüzden de olası bir depremde yapılarda çatlak ve kırılmaların oluşmasına neden olacağı görülmektedir. Ülkemizin hem nemli bir iklime sahip olması hem de deprem bölgesinde yer alması, binalarda su yalıtım uygulamalarının ne kadar önemli olduğunu bize göstermektedir. Doğru tasarlanan ve uygulanan herhangi bir projede su yalıtımının göz ardı edildiği durumlarda, betonarmedeki donatının kesit kaybına ve korozyona uğraması sonucunda taşıyıcılık özelliğinin zamanla giderek azalması kaçınılmazdır. Su yalıtımı yanlış uygulanmış ya da hiç uygulama yapılmamış binaların böyle sakıncalı vaziyetlerle karşı karşıya kaldığı görülmektedir. Yapılan bir çalışma, su yalıtım uygulamalarının ehemmiyeti, bu uygulamaların ülkemizde zorunluluk olması gerektiğini ve binaların sağlıklı bir şekilde kullanıcıların konforu bakımından gerekli olduğunu göstermiştir (Kartal ve Üstündağ 2016).

1.3.1 Korozyonun zararlı etkileri

Deprem tehdidinin daha fazla bulunduğu bölgelerde suyun yapılara verdiği hasarın can ve mal emniyeti bakımından ciddi tehdit oluşturduğu düşünülmektedir. Bir sebeple yapı içindeki donatı ile temas eden su, donarak veya reaksiyona girerek donatının özelliğini kaybetmesine neden olmaktadır. Donatı çeliğinin özelliğini yitirmesi ile dayanım süresine ve gücüne negatif etkilerde bulunduğu görülmüştür. Ciddi bir depremde, korozyona uğramış yapının ayakta kalmasının neredeyse imkânsız olduğunu belirten çalışmada özellikle ülkemiz gibi deprem bölgesinde yer alan ülkelerde su yalıtımının hayati önem taşıdığı vurgulanmıştır.

Normal şartlarda beton, içindeki donatıyı korozyona karşı koruduğu düşünülür. Donatı çeliği betona gömüldüğü anda oluşan film tabakası, donatı çeliğine yapışarak korozyona karşı mukavemet oluşturur. Oluşan bu mukavemet betonun elektriksel direncine ve yüksek alkali ortamına direkt bağlıdır (Karabıyık 2010).

1.3.2 Su yalıtımı insan yaşamına etkileri

Su, canlıların yaşam kaynağı olduğu kadar binalar için de ömrünün kılmasına sebep olmaktadır. Topraktaki nem ve suyun basınçsız oluşu, yapı elemanının gözeneklerinden geçip iç ortam yüzeyinde mantar, küflenme ve siyah leke gibi organizmalar, önce sıvaların kabarıp dökülmesine sonra da perde ve kolon içindeki donatıların paslanmasına neden olduğu görülmüştür. Su yalıtımı, insan rahatını negatif yönde etkileyen bu kötü kokuların yayılmasını bir ölçüde önlemekle birlikte, suyun binaların zayıflatmasını engelleyerek insanlar için daha rahat kullanımlı yapıların elde edilmesini de sağlar (Karabıyık 2010).

1.3.3 Su yalıtımı ekonomiye katkıları

Genel olarak günümüz teknolojisi ile inşa edilen bir yapının kullanım ömrü aşağı yukarı 50 yıl olarak kabul edildiği gibi suyun olumsuz etkileri de yapıların ömrünü azaltmaktadır. Bu durum kişi ve ülke ekonomisi için önemli bir maddi ve manevi kayıp sağlamaktadır. Su yalıtımı sayesinde bu kayıplar önemli ölçüde giderilmiş olur. Yapılan bir çalışmada ülkemizin yüzölçümü bakımından %92'si ve nüfus yoğunluğu bakımından %95'i deprem bölgesinde bulunmakta olduğu ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın datalarına göre son 58 sene içinde meydana gelen depremler; 58 bin 202 kişinin ölmesine, 122 bin 96 kişinin yaralanmasına ve yaklaşık 411 bin 465 yapının farklı ölçülerde hasar görmesine neden olduğu görülmüştür. Yine aynı çalışmada 55651 yapıda yapılan incelemede binaların %79'unun hasarlı olduğu ifade edilmiş ve inceleme yapılan binalardaki eksikliklerin ise; %64'ünde nemin sebep olduğu korozyon, %41'inde malzemedeki kaynaklı eksiklik, %11'inde eskime ve yıpranma, %18'inde inşaat aşamasındaki betonun sulanması, %3'ünde proje hatası bulunduğu tespit edildiği belirtilmiştir.

Su izolasyonu, yapının inşaat aşamasındaki maliyeti, yapı maliyetinin yaklaşık %3'ünü oluşturmaktadır. Yapıların sağlamlığının insanların can güvenliği ve konforu bakımından göz önünde bulundurulduğunda su yalıtımının sağladığı yararın, maliyetten çok daha önemli olduğu anlaşılmıştır (Karabıyık 2010).

1.4 Su Yalıtımının Uygulandığı Yerler

İyi bir su yalıtımının, binanın temelinden çatısına kadar suyun sızabileceği tüm yapı elemanlarına uygulanmasıyla mümkün olur (Karabıyık 2010, Nam 1997). Su yalıtımı;

- Yeraltı su seviyesi altında bulunan yapı elemanlarına, uygulanır,
- Zemin döşemeleri, toprağa temas eden duvarlar, balkonlar ve temeller,
- Banyo, mutfak, tuvalet gibi ıslak hacimli zeminlerde,
- Gölet ve kanaletlerde,
- Bodrum duvarlarında,
- Gezilen ve gezilmeyen teras çatılarda uygulanır.

1.5 Yangın Yalıtımı

Türkiye'de yalıtıma verilen önemin, gelişen teknoloji ve sanayileşme ile artan enerji ihtiyacı, buna karşılık enerji kaynaklarının hızlı bir şekilde tükeniyor olması ile arttığını görüyoruz. Burada kullanılan "yalıtım" sözcüğü ile sadece enerji tasarrufu sağlayan ısı yalıtımı değil; yapı içinde istenmeyen suya ve buhara karşı yalıtım, artan gürültü problemine çözüm olabilecek ses yalıtımı ve yangına dayanım için uygulanacak yalıtım; yani konfor ve güvenlik şartlarını sağlayan tüm yalıtım çeşitlerini kapsadığını anlıyoruz.

Genelde tüketiciler, gözüyle direkt görmediği bir malzemeyi uygulamak konusunda kararsız kalırlar fakat özellikle enerji tasarrufu ve evlerinde yaşadıkları sıva kabarması, küf, mantar oluşumu ile gürültü problemlerine ve oluşabilecek tehlikelere karşı yangına dayanımda en kesin çözümün yalıtım olduğu anlatıldığında uygulamaya daha sıcak bakmaktadırlar (Sözer 2005).

Yurt dışından alınan ve fiyatı yüksek olan yalıtım malzemelerinin dışında, kalker ve silis kumu gibi yerli hammaddeler kullanılarak üretilebilecek, mineral esaslı, yapısı doğal, yapay fiberler ve bor mineralleri ile güçlendirilmiş, yangına dayanıklı yalıtım malzemesinin üretilmesi tasarruf açısından önemlidir (Yılmaz 2016).

Doğru yalıtım malzemesine karar verilip doğru şekilde uygulama yapılırsa, yangın durumunda alevlerin yapı içine girmesi engellenebilir ve binanın ısınma süresi uzatılarak zaman kazanılabilir (Yılmaz 2016).

EPS, XPS ve polimerik malzemelerin yapıları petrol esaslı olduğundan yangına karşı güvenirliliğinden söz etmek pek mümkün değildir. Kolayca yanabilirler ve zehirli gaz açığa çıkararak ölümlere neden olurlar. Doğal şartlar altında hacimsel ve kimyasal kararlılıkları

bozularak deforme olurlar. İncelenen çalışmada ülkemizde yaygın olarak kullanılan EPS, XPS ve poliüretanın en yüksek kullanım sıcaklık derecelerinin düşük olduğunu ve bu malzemelerin yangın mukavemetlerinin olmadığı görülmüştür (Yılmaz 2016).

Yangın yalıtımının avantajları

- Yangının meydana geldiği anda ortaya çıkan duman ve ısının yayılma süresini uzatarak, insanların yangına maruz kalan binayı yangından etkilenmeden ayrılabilmesi için gerekli zamanı sağlar.
- Yangının devam ettiği andaki sıcaklık yüksek derecelere ulaştığından binada çökmeler meydana gelmesi olasıdır. Yangın yalıtımıyla birlikte yapıda oluşabilecek çökme riski en asgari düzeye indirilmesi mümkündür.
- Doğru şekilde tasarlanmış kaçış bölümleri sayesinde can kayıpları en aza indirilebileceği gibi kişiler ilk olarak duman tesirinde kaldıkları için karbonmonoksit zehirlenmesi geçirip bilinçlerini kaybetmeleri de bir ölçüde önlenmiş olur (Mercan 2016).

1.5.1 Yangın yalıtım malzemeleri

Yangın yalıtımında amaçlanan yapı elemanlarının oluşan sıcaklığa mukavemetlerinin artırılmasıdır. Yangın yalıtımında oluşan ısıya, yangın bitene kadar dayanabilecek bina ve yalıtım malzemeleri dizayn edilebilmesi önemlidir. Ayrıca binadaki insanların ve eşyaların taşınmasına yetebilecek zamana kadar dayanabilecek bina ve yalıtım malzemeleri de dizayn edilebilmelidir. Yangın yalıtımında kullanılacak bazı malzemeler aşağıda maddeler halinde listelenmiştir (Emre 2010, Mercan 2016).

- Taş Yünü
- Cam Yünü
- Ekstrüde Polistren Köpük (XPS)
- Ekspande Polistren Köpük (EPS)
- Fenol Köpüğü
- Poliüretan
- Cam Köpüğü
- Kalsiyum Silikat Plakaları
- Cam Köpüğü
- Vermikülit
- Genleştirilmiş Perlit

- Alçı Levhalar
- Kompozit Ürünler
- Yangın Dayanımlı Özel Harçlar
- Yangına Dayanıklı Mastikler
- Özel Boru Kelepçeleri
- Yangın Geciktirici Özel Emprenye Malzemeler

1.5.2 Yapı malzemelerinin yangın sınıfları

Yapıların inşasında tercih edilen tüm malzemelerin yangına karşı göstereceği refleksin bilinmesi yangından korunma ve önlem alma hususunda ilk etkindir. Yapı malzemelerinin yangına karşı gösterecekleri reaksiyonlar, yangının hızlanarak büyümesine katkıda bulunabileceğinden uygun malzeme tercihi ile yangın hızı yavaşlatılarak tehlikeli bölgenin güvenli şekilde terk edilmesi sağlanmaktadır.

Yapı malzemelerinin yangın sınıfları ve tanımları aşağıda verilmiştir (Emre 2010, Mercan 2016).

Yanmazlık durumuna göre

- A1 Sınıfı malzemeler: Yanmaz
- A2 Sınıfı malzemeler: Yanmaz
- B1 Sınıfı malzemeler: Zor alev alabilen
- B2 Sınıfı malzemeler: Normal alev alabilen
- B3 Sınıfı malzemeler: Kolay alev alabilen
- C Sınıfı malzemeler: Yangına sınırlı boyutlarda katkıda bulunabilen
- D Sınıfı malzemeler: Yangına kabul edilebilir boyutlarda katkıda bulunabilen
- E Sınıfı malzemeler: Yangına karşı tepki performansı kabul edilebilir olan
- F Sınıfı malzemeler: Yangına karşı tepki performansı belirlenemeyen

Alev ilerletme durumuna göre

- d0 Sınıfı malzemeler: Alev damlacıkları veya parçacıkları meydana gelmeyen
- d1 Sınıfı malzemeler: Alev damlacıkları veya parçacıkları çabucak sönebilen
- d2 Sınıfı malzemeler: Alev damlacıkları veya parçacıklarının teşkili d0 ve d1 sınıflarının gerekliliklerini karşılamayan

Duman oluşumuna göre

- s1 Sınıfı malzemeler: Duman oluşumu çok az
- s2 Sınıfı malzemeler: Duman oluşumu sınırlı

- s3 Sınıfı malzemeler: Duman oluşumu s1 ve s2 sınıflarının gerekliliklerini karşılamayan TS EN 13501-1+A1'ye göre yangın dayanıklılık sınıfları aşağıda listelenmiştir

Dayanıklılık süresine göre

- F 30 Sınıfı malzemeler: Yangına karşı mukavemet süresi 30-59 dakika
- F 60 Sınıfı malzemeler: Yangına karşı mukavemet süresi 60-89 dakika
- F 90 Sınıfı malzemeler: Yangına karşı mukavemet süresi 90-119 dakika
- F 120 Sınıfı malzemeler: Yangına karşı mukavemet süresi 120-179 dakika
- F 180 Sınıfı malzemeler: Yangına karşı mukavemet süresi 180 dakikanın üzerinde olan yapı elemanlarıdır. Binalarda riskin azalması için yangın dayanıklılık süresi daha uzun malzemeler seçilmelidir.

1.5.3 Yangın Yalıtımı ile İlgili Yürürlükteki Standart ve Yönetmelikler

Yangın Yalıtımı ile İlgili Yürürlükteki Standart ve Yönetmelikler aşağıda verilmiştir (Anonim 2017a).

Standartlar

- TS EN 13501-1
- TS ISO TR 11925-1
- TS EN ISO 11925-2
- TS ISO 11925-3
- TS EN ISO 9239-1
- TS EN 13823
- TS EN ISO 13943
- TS 1913 EN ISO 1716
- TS EN ISO 1182
- TS EN 1365-1
- TS EN 1365-2
- TS EN 1365-3
- TS EN 1365-4
- TS EN 1634-1
- TS EN 1634-3

Yönetmelikler

- “Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik”

- “Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (89/106/EEC) kapsamında, “Yapı Malzemelerinin Yangına Tepki Sınıflarına ve Yapı Elemanlarının Yangına Dayanıklılığına Dair Tebliğ (TAU/2004-001)”
- “Yapı Malzemeleri Yönetmeliği’ne (89/106/EEC) İlişkin Açıklayıcı Dokümanlar Hakkında Tebliğ (Tebliğ No:TAU/2004-008) Açıklayıcı Doküman: Temel Gerek 2 - Yangın Durumunda Emniyet”
- TS EN 13501-2: Yapı Mamulleri Ve Yapı Elemanları - Yangın Sınıflandırması Bölüm 2: Yangına Dayanım Deneylelerinden (Havalandırma Servisleri Hariç) Elde Edilen Veriler Kullanılarak Sınıflandırma

1.6 Araştırmanın Amacı

Yaptığımız çalışmada amaçlanan; enerji kullanımının ve kaybının (ısı, ses, su vs.) en fazla konutlarda olduğu bilinciyle buna bağlı olarak ülkemizin daimi olarak artan enerji ihtiyacını karşılamak ve dışarıya bağımlılığı en aza indirmek için kullanılan yalıtım malzemelerinin yangına dayanıklılığını arttırmaktır. Bu sayede hem enerjinin gereksizce kaybolması önlenerek enerji tasarrufu sağlanacak hem de yangına dayanıklılığı arttırılarak can ve mal güvenliği daha fazla garanti altına alınıp insanlar için konfor sağlanmış olacaktır.

Enerji tasarrufu ile ülke dışından enerji alımının dolayısıyla dışa bağımlılığın azalması ve bunun sonucu olarak ülke ekonomisine katkı sağlanacaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Kartal ve Üstündağ (2016) çalışmalarında su yalıtımının donatı korozyonunu önlemede dolayısıyla depremden oluşabilecek hasarlarda yapılara ve insan sağlığına faydalarını araştırmışlardır.

Karadayı ve Yüksek (2016) çalışmalarında yalıtım malzemesi seçiminde yangın standardının önemine değinmişlerdir. Malzemelerin tutuşması, alevi yayması, çıkardığı ısı, çıkardığı duman ve toksisite (malzemenin yangın anında açığa çıkardığı gaz konsantrasyonları) yangın güvenliği açısından en önemli kriterler olduğunu ve bütünüyle ele alınması gerektiği belirtmişlerdir.

Kocagül (2013) yaptığı bir çalışmada, insan nüfusunun tüm dünyada giderek artmakla beraber enerji tüketiminin de hızla çoğaldığını, Türkiye’de tüketilen enerjinin % 31’i konutlarda kullanıldığını ve binalarda enerji verimliliğini artıracak çalışmaların yapılmasının önemi ve enerji tasarrufu yapılmadığı takdirde ülkemizde ekonomi ve çevre sorunlarının yoğun olarak yaşanacağını belirtmiştir.

Türken (2013) yaptığı çalışmada gümüş nanopartiküllerinin anti bakteriyel özelliğinden faydalanarak yeni ve yüksek verimli hollow fiber membran üretmeyi amaçlamıştır. Gümüş nanopartiküller membran yüzeyinde biriken bakterileri parçalayarak membranın tıkanma süresini uzatmak veya engellemek hedeflenmiştir. Böylece membran performansını arttırmakla birlikte nanopartiküller membranların mekanik dayanımlılığını artırdığı da düşünülmüştür. Bu çalışmanın sonucuna göre, nanopartiküllü membranlar bakterilerin membran yüzeyinde büyümesini engellediği fakat gözeneklerde biriktiklerinden dolayı membranların verimini düşürdüğü görülmüştür.

Karabıyık (2010) yaptığı çalışmada yalıtımın, yapının yapılacağı arsanın seçiminden başlayıp, yapının tasarımını, yapımını ve kullanım aşamalarını da içeren bir süreçte gerçekleştirildiğini belirtir. Yapının maruz kalacağı dış etkenler; coğrafyaya, iklim koşullarına, yapı yapılacak arsanın konumuna, imar bilgilerine, yapılacak yapının işlevine, kullanıcıların istek ve beklentilerine bağlı olarak değişeceğini belirtmiştir.

Mazzotta ve ark. (2017) yaptığı çalışmada, beton desteğin korunması için çevre dostu bir su yalıtım membranı önermişlerdir. Bu membran modifiye edilmiş bitüm arasına sıkıştırılmış, geri dönüştürülmüş bir kauçuk paspasta oluşturulmuştur. Kauçuk paspasın, lastiklerin geri dönüşümünden gelen, izosiyanat ile sıkışmış ve preslenmiş granül kauçuktan yapılmış yüksek yoğunluklu elastik bir mattan oluştuğu için çevresel etki açısından avantajlar

sağladığı vurgulanmıştır. Polimer modifiyeli bitüm, sisteme iyi bir su direnci sağlayarak ara yüzlerin yapışmasını ve bağlanmasını iyileştirdiğini belirtmişlerdir.

Wang ve Zhang (2017) yaptıkları bir çalışmada, bina bölme duvarlarının, bina bölme yapılarından biri olduğu ve genellikle projenin yangın güvenliği üzerinde bir etkiye sahip olduğu belirtmişlerdir. Bu makalede, bölme duvarlarının türü, yapısı ve malzemeleri sınıflandırmada özetlenmiş, bölme duvarlarının yangın performansını etkileyen faktörler analiz edilmiş ve bölme duvarlarının mühendislik ve yangından korunma tasarımındaki problemleri gösterilmiş ve analiz edilmiştir. Yangın güvenliği denetimi ve bölme duvarlarının yerleştirilmesi tartışmaları ile bölme duvarı yenileme projelerinin bina yapıları üzerindeki olumsuz etkileri, yangından korunma bölümündeki hasar, insanların tahliye yoluna etkisi, duman kontrol tasarımı ve diğer sabit yangından korunma tesisleri üzerinde tartışılmaktadır. Bina bölme duvarları uygun şekilde tasarlanmadığı takdirde, bina yangın güvenliğine büyük zarar vereceği, bu nedenle yangın güvenliği tasarımının ciddiye alınması gerektiğini vurgulamışlardır.

Stec ve Hull (2010) çalışmalarında, yeni bir binanın maliyetinde önemli bir unsurun da yangın emniyetinden oluştuğunu belirtmişlerdir. Enerji verimliliği, geleneksel yapı malzemelerinin, yanıcı olması durumunda yangın yüküne katkıda bulunabilecek hafif yalıtım malzemeleriyle değiştirilmesini sağlar. Yangın ölümlerinin çoğu toksik gazların solunmasından kaynaklanır. Yalıtım malzemelerinin (cam yünü, taş yünü, genleşmiş polistiren köpük, fenolik köpük, poliüretan köpük ve poliizosiyanürat köpük) yangın toksisitesi çeşitli yangın koşulları altında incelenmiştir. Bu malzemelerden, taş yünü ve cam yünü tutuşmayı başaramadı ve tüm toksik ürünlerin sürekli olarak düşük verimlerini verdi. Bu malzemeler, taş yünü (en az toksik), cam yünü, polistiren, fenolik, poliüretan, poliizosiyanürat köpüğünden (en toksik) kadar artan bir yangın toksisitesi sırası göstermiştir.

Casini (2019) çalışmasında, genel olarak binaların temel yalıtım malzemelerinin detaylı olarak incelenmesi, yeni ve mevcut binaların, maliyet ve çevresel özellikler dahil olmak üzere enerji performanslarını incelenerek karşılaştırıldığında enerji ve çevre verimliliğini artırmak için en uygun çözümleri göstermeyi sağladığını belirtmiştir. Çalışma ve uygulama koşullarında Aerojel nanoporous malzemeler de dahil olmak üzere mineral, sentetik ve biyo-bazlı yalıtım malzemeleri, termo-higrometrik özellikler, mekanik dayanım, yangın reaksiyonu, akustik performans, dayanıklılık, şantiyede kurulum kolaylığı ve işlenebilirlik gibi özelliklerini maliyetler ve çevresel sürdürülebilirlik açısından karşılaştırmıştır.

Cao ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada, alev geciktirme, duman bastırma ve poliüretan köpükler için ısı yalıtımı arasındaki çelişkiyi gidermek için, genişletilmiş grafit ve fosfor içeren bileşiklerden hazırlanmış yeni bir fonksiyonel grafen tasarlamışlardır. Fosfor içeren epoksi ile süslenmiş bu grafen, poliüretan matriks ile mükemmel uyumluluk gösterir, bu da gelişmiş bir basınç dayanımı sağlar ve ısı iletkenliğini $0.02975W / (m \cdot K)$ kadar düşürür. Özellikle, grafenler ile sonuçlanan poliüretan köpükler, yüksek ateş direnci ve duman bastırma performansı sergilerler. Daha önemlisi, grafenlerin yanlış kullanılması sadece ısı tahliye oranını etkili bir şekilde azaltmaz ve poliüretan köpüklerin yanma sırasında malzemelerin duman salınımını önemli ölçüde baskılar. Yüksek ateş direnci, mükemmel duman önleme ve düşük ısı iletkenliği ile bu özellikler, ısı yalıtım malzemesi olarak kullanılan poliüretan köpükler için çok faydalı olduğu belirtmişlerdir.

Hidalgo ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada, bina tasarımı, en uygun çözümü belirlemek için birçok kriterin göz önünde bulundurulacağını düşünmüşlerdir. Optimizasyon tekniklerinin uygulanması tasarım kriterlerinin ölçülebilir olmasını gerektirdiği, bu da performansa dayalı tasarımların uygulanması için temel teşkil edeceği belirtilmiştir. Tasarımın enerji verimliliğinin en önde gelen kriterlerinden biri haline geldiği vurgulanmıştır. Yangın güvenliği için alınan yaklaşımın, malzemenin standart sınıflandırma testlerinde tanımlanan “başarılı başarısız” kriterlerine dayandırılmasının çok basit olduğu vurgulanmıştır. Bunun, yangın tehlikelerinin tanımlanmasında eksikliklere neden olacağı ve tasarım optimizasyonuna yönelik herhangi bir girişimi baltalayacağı belirtilmiştir. Malzeme davranışının temel anlayışına dayalı başarısızlık kriterleri çerçevesinin yeniden tanımlanması, binalarda yalıtım malzemelerinin yangına güvenli kullanımı için performansa dayalı bir metodoloji sağlayabileceği düşünülmüştür.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Bitüm (Asfalt)

Bileşiminde hidrokarbon mevcut olup ham petrolden elde edilir. Rengi koyu kahverengi ve siyaha yakındır. Katı, yarı katı ve sıvı hallerde kullanılmaktadır.

Kullanım alanları çok geniş olmakla beraber doğal (göl-kaya asfaltit)olarak veya petrolden elde edilir. En yaygın kullanım alanı su izolasyonunu sağlamak için kullanılır.

Bu malzemenin en önemli özelliklerinden biri de akciğer kanserine sebep olan ve normal yollardan dairelerin içine girip insanları zehirleyen Rado Gazı'nın ulaşmasını engellemesidir.

Esnek bir yapıya sahip olduğu için zemine uygulandığında çatlakları absorbe etme özelliği vardır. Tamiri rahat ve kolaylıkla yapılabilen bir malzemedir (Anonim2017b).



Şekil 3.1 Bitüm

3.1.2 Geri dönüşüm yağı

İnsan ve makinelerin kullanımı sonucu kimyasal olarak saflığını yitirip bozulmuş yağların genel adıdır. Bu yağlar; varillere doldurularak geri dönüşümü, yok edilmeyi ya da mümkün ise tekrar kullanılmaktadır (Anonim2017c).



Şekil 3.2 Geri Dönüşüm Yağı

3.1.3 İzotaktik Polipropilen (IPP)

Polipropilen en yaygın ticari termoplastiktir. Özellikle yüksek mukavemeti ve düşük yoğunluğu sayesinde izotaktik polipropilen çok yüksek güç: ağırlık oranına sahiptir.

Polipropilen kristalleri için erime noktası yaklaşık 160 °C'dir ve genellikle 200 °C üzerinde proses edilir (Anonim2017d).



Şekil 3.3 İzotaktik Polipropilen

3.1.4 Alçak yoğunluklu polietilen (LDPE)

LDPE, polietilenin yüksek basınç prosesi (1600 atm ve 200°C'de tüp reaktörlerde) ile üretilmesiyle elde edilir. HDPE'ye göre molekül yapısında çok dallanma olan LDPE bu yüzden daha düşük kristalliğe sahiptir. Bu nedenle sertliği ve dayanıklılığı daha düşük, kimyasal dayanımı sınırlıdır. Buna karşılık darbe dayanımı daha yüksektir. -40-70°C arasında kullanılabilen LDPE'nin yoğunluğu 0.91-0.92 g/cm³ arasındadır (Anonim2017e).

LDPE'den (Alçak Yoğunluklu Polietilen) yapılmış filmlerin optik özellikleri üstündür, kaygandır hortumları dayanıklıdır bükülebilir, kablo kılıflama ve izolede çatlamaya dayanıklı ve kolay renklendirilebilir. Erime akış hızı (190°C/2.16kg) 0,2 ile 50 aralığında erime sıcaklığı 100 °C ile 120 °C dir (Anonim2017f). Özellikleri aşağıda verilmiştir (Anonim2017g).

Özellikler

Özgül Ağırlığı : 0,92

Gerilme Kuvveti : 10-20 MPa

Elastik Modülü : 300-500 MPa

Darbe Dayanımı : 500 kJ/m²

Deformasyon Sıcaklığı : 110 °C

Vicat Yumuşama Sıcaklığı : 94 °C

(Anonim2017g)



Şekil 3.4 Alçak yoğunluklu polietilen

3.1.5 Kalsit

Kalsit; doğal kalsiyum karbonatın (CaCO_3) en yaygın görülen mineralidir. Kireçtaşı, tebeşir ve mermerin başlıca katkı maddesidir. Mağaralarda Meksika oniks mermeri, İzlanda spatı, traverten sarkit ve dikitler gibi türlerine çokça rastlanması mümkündür. Normal sıcaklık ve basınçta fazlaca durağandır. Şeffaf ya da çeşitli renklerde görülebilir. Doğal haldeyken cama benzer işlenmemiş bir parlaklığı vardır. Asitlerle tepkimeye girerse CO_2 verir. Kolay

öğütülerek beyaz renkte toz elde edilir, Moh's skalaya göre sertliği 3, yoğunluğu 2,6-2,7 civarındadır (Anonim 2017h).

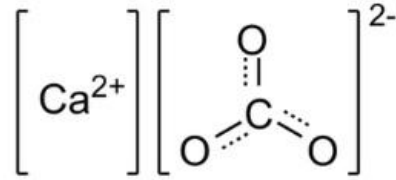
Kalsitin kristalleri, hekzagonal yapıdadır. Tebeşir topraklı olduğundan, pudra, çimento, ve mum boyaların yapımında kullanılıyor. Defosuz ve saydam olmasından dolayı İzlanda spatı optik aygıtların yapımında kullanılıyor. Kireçtaşının inşaat taşları olarak da önemli alanda kullanıldığı bilinmektedir (Anonim2017i).

Kalsiyum karbonat (Kalsit) minerali, yoğunluğu ve doğal olma özeliği bakımından geniş bir kullanım alanına sahiptir. İnorganik mineral olan kalsiyum karbonat, birçok farklı sektörde üretim maliyetlerini en aza indiren en önemli dolgu maddesi olarak kullanılmaktadır.

| FIZIKSEL ÖZELLİKLERİ: | |
|--------------------------------|-------|
| Sertlik (Moh's Skalasına göre) | 3 |
| Özgül Agirlik | 2,7 |
| Beyazlık | %98,5 |
| Parlaklık | %97 |
| pH Degeri | 8.7 |
| Nem | %0.3 |
| Yag Emme | %16 |
| DOP Emme | %18 |



| KIMYASAL ÖZELLİKLERİ: | |
|-----------------------|-------|
| Element | % |
| CaO | 54.25 |
| MgO | 0.43 |
| Fe2O3 | 0.10 |
| Al2O3 | 0.20 |
| SiO2 | 0.88 |
| CO2 | 44.14 |
| Kızdırma Kaybi | 43.11 |
| CaCO3 | 98.25 |



Şekil 3.5 Kalsit fiziksel ve kimyasal özellikleri (Anonim 2017j)



Şekil 3.6 Kalsit

3.1.6 Silis kumu

Silis kumu dünyanın farklı bölgelerinde fazlaca çıkarılan madenlerdendir. Yüksek sertlik sınıfındadır. Türkiye’de özellikle Trakya ve Şile bölgelerinde bulunmaktadır. Silis kumları çok farklı alanlarda kullanılmaktadır. Silis kumları sanayide kuru ve nemli olarak kullanılmaktadır. İnşaat sektöründe ise farklı alanlarda hammadde olarak kullanılıyor. Silis kumu esas olarak döküm kumu, filtre kumu ve cam imalatında kullanılır. Silis kumu beyaz, gri, sarı ve bej renklerinde bulunur genelde. Silis kumunun doğal kuvars kumu ile arasında önemli bir fark yoktur. Silis kumunun içindeki SiO_2 ve demiroksit oranlarına göre nitelikleri azalır veya artar.

Silis Kumu, en az %98 SiO_2 içermektedir. Silisyum ve O_2 dünyada en fazla bulunan elementlerden olup birlikte Silika’yı oluştururlar. Silika yeryüzünde kaya formunda bulunan üç mineralden birini oluşturur. Silika en çok kuvars formunda bulunur. Bu cevherler kimyasal etkilere ve sıcaklığa karşı çok dayanıklıdır. Bundan dolayı endüstrilerin çeşitli dallarında sürekli kullanılır.

Silis Kumu çeşitli alanlarda kullanılan bir madendir. Bunlardan birkaçı, derz harçları, fayans-seramik yapıştırıcıları, yüzey sertleştiricileri, elyaf takviyeli prekast üretimi, cam yünü üretimi, sanayi boya, yol işaretleri sektörlerinde kullanılmaktadır. Silis Kumu yüksek kimyasal kararlılığa sahip, hava şartlarına ve yüksek aşınmaya dayanıklıdır.

Silis kumu renk bakımından çeşitlidir, genellikle beyaz renkli olurlar; FeO oranı fazla olduğunda, pembeden kıvılcık veya kahverengine kadar renkleri farklılık gösterebilir. Kimyasal formülü SiO_2 olup Mohs skalasında sertliği 7, özgül ağırlığı $2,65 \text{ g/cm}^3$, ergime sıcaklığı $1785 \text{ }^\circ\text{C}$ ’dir.

Silis kumu oksitçe zengin magmatik, başkalaşım kayaların ayrışması sonucu oluşan 2 mm’den daha küçük taneciklerdir (Anonim 2017k).

Kum analiz raporu Tablo 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Kum Analiz Raporu

| Elekler | Elek Üstü | Çarpım | Yüzdesi | Deneyler | Kabul | Kriterleri | Deney |
|------------------------|------------------|---------------|----------------|----------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|
| 2,0 | | 0 | 0,00 | | Max | Min | Sonucu |
| 1,6 | | 0 | 0,00 | AFS | +2 | -2 | 87,35 |
| 1,0 | 0,00 | 0 | 0,00 | % Nem | 3 | 8 | |
| 0,710 | 0,00 | 0 | 0,00 | % Kil | 0,1 | 0,5 | 0,35 |
| 0,500 | 0,03 | 0,75 | 0,06 | % SiO ₂ | 98 | 99 | 98,10 |
| 0,355 | 0,28 | 9,8 | 0,56 | % Fe ₂ O ₃ | 0,16 | 0,40 | 0,16 |
| 0,250 | 1,36 | 61,2 | 2,73 | % Al ₂ O ₃ | 0,5 | 1,2 | 1,08 |
| 0,180 | 5,19 | 311,4 | 10,41 | Sinterleşme | | | |
| 0,125 | 31,35 | 2539,35 | 62,86 | Sıcaklığı (C) | 1500C | 1750 C | >1500C |
| 0,090 | 10,69 | 1261,42 | 21,44 | Sıcaklığı (C) | +4 | -4 | |
| 0,063 | 0,85 | 139,4 | 1,70 | Kızdırma Kaybı % (LOI) | | 0,02 | |
| Tava | 0,12 | 33 | 0,24 | Asit Talep Değeri (ml) | | | |
| Toplam | 49,87 | 4356,32 | 100 | Numune Miktarı | | Titreşim Süresi | |
| AFS | 87,35 | | | 50 gr | x | 6 dakika | X |
| Ort. mikron | 151,29 | | | 100 gr | | 10 dakika | |



Şekil 3.7 Silis kumu

3.2 Yöntem

Bu çalışmada Bitüm, izotaktik polipropilen, alçak yoğunluklu polietilen, kalsit ve siliskumunun farklı oranlarda karıştırılarak membran üretilerek yangın (sıcaklık) dayanımı, yoğunluk, düşük sıcaklıkta bükülme, penetrasyon ve halka-bilya testleri yapıp test sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada TS 120 EN 1427, TS 118 EN 1426, TS EN 13501-1, KG-TL-029 test metotları kullanılmıştır.

3.2.1 Malzemenin (membran) üretilmesi

Bitümü (asfalt) 150 °C'de eriyene (sıvı hale gelene) kadar çelik cezvede karıştırılıp ısıtıyoruz (Şekil 3.8). Sonra %2,8 oranında geri dönüşüm yağını eritip sıvı haldeki bitümü içine karıştırıyoruz (Şekil 3.9). Daha sonra karışımımıza sertlik kazandırması için %2,75 oranında izotaktik polipropilen katıyoruz (Şekil 3.10). Karışımımıza viskozite için % 3 oranında LDPE (alçak yoğunluklu polietilen) katarak yaklaşık 190 °C – 200 °C 'ye ulaşıncaya kadar eritiyoruz. Polimerler eridikten sonra dolgu malzemelerimizi (% 45 kalsit + % 5 silis kumu) ekliyoruz (Şekil 3.11) ve 190 °C – 200 °C 'de 1 saat boyunca karıştırarak eritiyoruz.



Şekil 3.8 Bitümün sıvı hale gelme işlemi



Şekil 3. 9 Geri dönüşüm yağının eritilmesi



Şekil 3.10 Karışıma izotaktik polipropilen eklenmesi



Şekil 3.11 Dolgu malzemelerinin eklenmesi

Erittiğimiz karışımı penetrasyon testi için silindir şeklindeki kalıplara diğer testler için ise çelik tepsiye döküp soğumaya beklettik.

3.2.2 Penetrasyon testi

Penetrasyon testini 25 °C ve 60 °C sıcaklıklarında iki farklı şekilde yapıldı. Hazırlanmış olan malzeme 4 cm çap ve 4 cm yüksekliğindeki silindir kalıplara döküldü (Şekil 3.12). 15 dakika soğuması bekletildikten sonra su banyolarına koyuldu (Şekil 3.13). 35 – 40 dakika sıcaklık sabitlenene kadar bekletildi.



Şekil 3.12 Penetrasyon testi için malzemenin silindir kalıplara dökülmesi



Şekil 3.13 Su banyolarına koyulması



Şekil 3.14 Penetrasyon cihazı



Şekil 3.15 Penetrasyon cihazında yapılan testte iğnenin batma ölçümü

3.2.3 Halka – Bilya testi

Yumuşama derecesini ölçmek için 2 adet 3,5 gram ağırlığındaki bilyalarla Ring-ball düzeneği kuruldu (Şekil 3.16). Gliserin banyosunda ısıtma amaçlı deneye tabi tutuldu. Bilyalar düştüğü andaki sıcaklığı not edip kaç derecede yumuşadığını kaydedildi (Şekil 3.17).



Şekil 3.16 Ring-ball düzeneği



Şekil 3.17 Gliserin banyosu

3.2.4 Düşük sıcaklıkta bükülme testi

13 cm x 5 cm ebatlarında dikdörtgen şeklinde ve 3 mm kalınlığında numunemizle Cold-Flex cihazında soğukta bükülme testi yapıldı (Şekil 3.18).



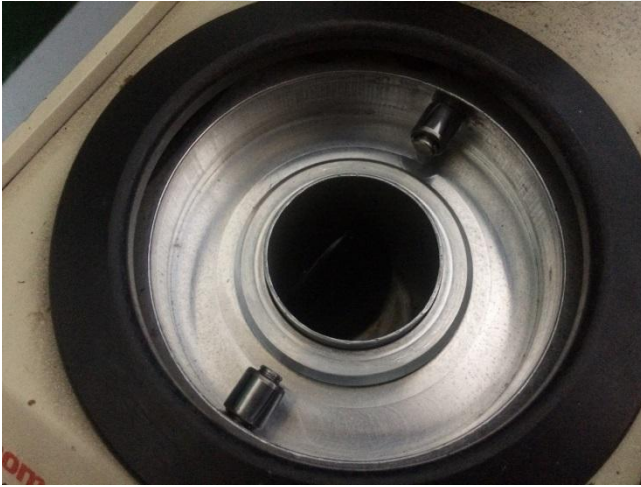
Şekil 3.18 Cold-Flex cihazında soğukta bükülme testi

3.2.5 Yoğunluk Testi

Malzememizin yoğunluk testi piknometre ile yapıldı (Şekil 3.19). Numunemiz piknometrenin yuvasına yerleştirildikten (Şekil 3.20) sonra kapağını kapatılarak gerekli düğmeye basıp önce numune içindeki gazın boşalması sağlandı. Daha sonra yoğunluk testimiz tamamlanıp piknometreden yoğunluk değerimiz okundu.



Şekil 3.19 Piknometre



Şekil 3.20 Piknometrenin yuvası

3.2.6 Yangına dayanım testi

90 mm x 250 mm x 3 mm ebadında hazırlanan numunelerle E sınıfı yangın test cihazında testlerimiz yapıldı (Şekil 3.21).



Şekil 3.21 E sınıfı yangın test cihazı



Şekil 3.22 İki numunenin karşılaştırılması

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Penetrasyon Testinin Bulguları

Penetrasyon cihazında 5 saniye 100 gram ağırlıkla yapılan test sonucunda iğnenin batma ölçüm sonuçları 25 °C için 18,3 mm, 14,1 mm, 11,7 mm , 60 °C için 97,6 mm ve 99 mm'dir.

4.2 Halka – Bilya Testi Bulguları

Bilyalar düştüğü andaki sıcaklığı not ettik ve 155 °C'de yumuşadığını ölçerek kaydettik.

4.3 Düşük Sıcaklıkta Bükülme Testi Bulguları

Birinci aşamada bir saat süre ile numunemizi -5 °C'de cihazımızda beklettikten sonra numunemizin kırılmadığı görüldü.

İkinci aşamada 0 °C'de 1 saat bekletildi ve tekrar kırılmadığı görüldü.

Üçüncü aşamada 30 dakika numunemizi beklettikten sonra -5 °C'de 1 saat daha cihazda kaldığında gene kırılmanın meydana gelmediği görüldü.

Dördüncü aşamada 30 dakika daha dinlendirdikten sonra numuneyi -7 °C'de tekrar test edildi ve kırıldığı görüldü.

4.4 Yoğunluk Testi Bulguları

Piknometreden yoğunluk değerimiz 1,3782 g/cm³ olarak okundu.

4.5 Yangına Dayanım Testi Bulguları

Test sonucunda normal üretim (% 50 kalsit) ile kıyaslaması yapılan (% 5 silis + % 45 kalsit) numune arasında çok bir fark gözlemlenmemiş olup yangın sınıfı E olarak saptanmıştır (Şekil 3.22).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Endüstriyel uygulamalarda genelde kullanılan 120,15 g ile %41,45 oranında bitüm, 7,97 g ile %2,75 oranında IPP, 8,12 g ile %2,80 oranında geri dönüşüm yağı, 8,70 g ile %3,00 oranında LDPE ve 144,93 g ile %50,00 oranında kalsit kullanılarak deney numune malzemesi üretilmiştir. Bizim çalışmamızdaki sonuçlar ile kıyasladığımızda:

- Penetrasyon cihazında 5 saniye 100 gram ağırlıkla yapılan test sonucunda iğnenin batma ölçüm sonuçları piyasada kullanılan malzeme için 25 °C için 22 mm ve 23 mm iken bizim ürettiğimiz malzeme için bu değerler 18,3 mm, 14,1 mm, 11,7 mm olarak ölçüldü. 60 °C için ise piyasada kullanılan malzeme için 125 mm ve 143 mm iken bizim ürettiğimiz malzeme için bu değerler 97,6 mm ve 99 mm olarak ölçüldü. Sonuçlardan bizim malzemenin daha sert olduğu söylenebilir.
- Yumuşama derecesini belirlediğimiz bilya testinde, bilyalar düştüğü andaki sıcaklık piyasada kullanılan malzeme için 154 °C bizim ürettiğimiz malzeme için 155 °C olarak ölçülmüştür. Bu sıcaklık dereceleri malzemenin yumuşama derecesini göstermektedir. Piyasadaki malzeme ile hemen hemen aynı sonuca ulaştığımız için yumuşama derecesi de aynı olmuştur.
- Düşük sıcaklık bükülme deneyinde piyasada kullanılan malzeme numunesi -5 °C'de kırılırken bizim ürettiğimiz malzememizin numunesi -7 °C'de kırıldığını gördük.
- Piknometreden piyasada kullanılan malzeme için ölçülen yoğunluk değeri 1,3803 g/cm³ iken bizim malzememiz için bu değer 1,3782 g/cm³ olarak okuduk. Bizim malzememizin daha hafif olduğunu belirledik.
- Test sonucunda normal üretim (% 50 kalsit) ile kıyaslaması yapılan (% 5 silis + % 45 kalsit) numune arasında çok bir fark gözlemlenmemiş olup yangın sınıfı E olarak saptanmıştır.
- Silis kumu kullanıldığında spec değerlerini sağladığı tespit edilmiştir. Yangın sınıfının E olarak kaldığı ve değişmediği görülmüştür.

Tüm sonuçlar dikkate alındığında testlerini yaptığımız Silis katkılı malzeme için piyasada kullanılan eşdeğer malzemelere kıyasla sınıf olarak bir değişiklik olmamış fakat yoğunluk ve mukavemet yönünden iyileştirme yapılmıştır.

6. KAYNAKLAR

29 Kasım 2004 tarih ve 25655 sayılı Resmi Gazete, 2004. yayımlanan “Yapı Malzemeleri Yönetmeliği’ne (89/106/EEC) İlişkin Açıklayıcı Dokümanlar Hakkında Tebliğ (Tebliğ No:TAU/2004-008) Açıklayıcı Doküman: Temel Gerek 2 - Yangın Durumunda Emniyet”

Anonim 2017a. <http://www.ode.com.tr/yangin-yalitimi/> Erişim Tarihi:15.01.2017

Anonim 2017b. <https://izo.istanbul/bitum-nedir-nerelerde-kullanilir/> Erişim Tarihi:02.02.2017

Anonim 2017c. <http://ekolojist.net/atik-yaglarin-geri-donusumu-nasil-yapilir/>Erişim Tarihi:20.02.2017

Anonim 2017d. <http://www.kimyam.net/2012/09/polipropilen-ozellikleri-ve-uretimi.html> Erişim Tarihi:03.02.2017

Anonim 2017e. <http://www.kolumanplastik.com/tr/urunler/polietilen-ldpe>Erişim Tarihi:03.02.2017

Anonim 2017f. <http://www.doguspolimer.com/alcak-yogunluk-polietilen.asp>Erişim Tarihi:04.02.2017

Anonim 2017g. <http://www.ucarplastik.com/ldpe-alcak-yogunluk-polietilen>Erişim Tarihi:04.02.2017

Anonim 2017h. <http://www.properkimya.com/makaleler/detaylar/kalsit-kullanimikalsit-msdskalsit-nerede-kullanilir.html> Erişim Tarihi:10.02.2017

Anonim 2017i. <http://www.nkfu.com/kalsit-nedir/> Erişim Tarihi:10.02.2017

Anonim 2017j. <http://www.mertasmikronize.com.tr/index.php/kalsit/kalsit-nedir-> Erişim Tarihi:10.02.2017

Anonim 2017k. <http://inovasilis.com/> Erişim Tarihi:16.02.2017

Cao Z, Liao W, Wang S, Zhao H, Wang Y (2019). Polyurethane foams with functionalized graphene towards high fire-resistance, low smoke release, superior thermal insulation, Chemical Engineering Journal, 361, 1245-1254.

Casini M, (2019). Insulation Materials for the Building Sector: A Review and Comparative Analysis, Reference Module in Materials Science and Materials Engineering, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.10682-4>

- Emre S, (2010). Sanayi Yapılarında Isı, Ses ve Yangın Yalıtımının İncelenmesi. (Y. Lisans Tezi), İnönü Üniversitesi Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Etemoğlu A B, İşman M (2004). Enerji Kullanımının Teknik ve Ekonomik Analizi, Mühendis ve Makina, 45(529), 19-23.
- Hidalgo J P, Welch S, Torero J L, (2015). Performance criteria for the fire safe use of thermal insulation in buildings, Construction and Building Materials, 100, 285-297.
- Karabıyık E, (2010). Toplu Konut Yapılarında Su Yalıtımı ve Marmara Bölgesi için Çözüm Örnekleri. (Yüksek Lisans Tezi), Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Karadayı T T, Yüksek İ (2016). Yapılarda Isı Yalıtım Malzemeleri Seçimi Üzerine Bir Araştırma, Tesisat Dergisi,242, 90-102.
- Kartal S, Işık Üstündağ S, (2016). Yapılarda Su Yalıtım Uygulamalarının Önemi ve Maliyeti. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 7 (3), 399-408.
- Kocagül M, (2013). Isı Yalıtımında İdeal Yalıtım Malzemesi Kullanılmasının Deneysel Araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi). Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Mazzotta F, Lantieri C, Vignali V, Simone A, Dondi G, Sangiorgi C (2017). Performance evaluation of recycled rubber waterproofing bituminous membranes for concrete bridge decks and other surfaces, Construction and Building Materials, 136, 524-532.
- Mercan H, (2016). Yalıtım Sektöründe Pazar Araştırması ve Pazarlama Stratejilerinin İncelenmesi. (Y. Lisans Tezi), Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Nam E, (1997). Yeraltı su seviyesi altında bulunan yapı elemanlarında su yalıtım uygulama yöntemleri ve kullanılan malzemeler. (Yüksek Lisans Tezi), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Resmi Gazete, 2002. Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik.
- Resmi Gazete, 2004. Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (89/106/EEC) kapsamında, Yapı Malzemelerinin Yangına Tepki Sınıflarına ve Yapı Elemanlarının Yangına Dayanıklılığına Dair Tebliğ (TAU/2004-001).
- Sözer N, (2005). Türkiye’de İlgili Yönetmeliklere Uygun Isı, Su, Ses ve Yangın Yalıtımı Çözümleri, Yalıtım Malzemeleri ve Bir Bina Projesi Üzerinde Uygulama Örneği. (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Stec A A, Hull T R (2011). Assessment of the fire toxicity of building insulation materials, Energy and Buildings, 43, 498-506.
- TS 1913 EN ISO 1716, 2005: Yapı ürünlerinin yangına tepki deneyleri – Yanma ısısının tayini
- TS EN 1634–1, 2003: Yangına Dayanıklılık Deneyleri-Kapı ve Kepenler-Bölüm 1: Yangın Kapıları ve Kepenleri
- TS EN 1634–3, 2003: Yangına Dayanıklılık Deneyi-Kapı ve Kepenler-Bölüm 3: Duman Kontrol Kapıları ve Kepenleri
- TS EN 1365–1, 2002: Yangına Dayanıklılık Deneyleri- Yük Taşıyıcı Elemanlar için- Bölüm 1: Duvarlar
- TS EN 1365–2, 2003: Yangına Dayanıklılık Deneyleri-Yük Taşıyıcı Elemanlar-Bölüm 2: Döşemeler ve Çatılar
- TS EN 1365–3, 2003: Yangına Dayanıklılık Deneyleri-Yük Taşıyıcı Elemanlar-Bölüm 3: Kirişler
- TS EN 1365–4, 2001: Taşıyıcı Elemanların Yangına Dayanıklılık Deneyi- Bölüm 4: Kolonlar
- TS EN 13238, 2001: Bina Ürünlerinin Yangın Deneylerine Reaksiyonu – Tabakaların Seçimi için Genel Kurallar ve Şartlandırma işlemleri
- TS EN 13501–1, 2003. Yapı Mamulleri ve Yapı Elemanları – Yangın Sınıflandırması-Bölüm 1: Alev Deneylerinden Elde Edilen Veriler Kullanılarak Sınıflandırma.
- TS EN 13501-2: Yapı Mamulleri Ve Yapı Elemanları - Yangın Sınıflandırması Bölüm 2: Yangına Dayanım Deneylerinden (Havalandırma Servisleri Hariç) Elde Edilen Veriler Kullanılarak Sınıflandırma
- TS EN 13823, 2010: Yapı Ürünleri İçin Yangına Tepki Deneyleri – Tek Bir Yakma Unsuru ile Termal Etkiye Maruz Kalan Döşemeler Haricindeki Yapı Ürünleri
- TS EN ISO 1182, 2006: Yapı Malzemeleri - Yangın Dayanımı Deneyleri - Yanmazlık Deneyi
- TS EN ISO 9239–1, 2005: Döşemelerin Yangına Tepki Deneyleri – Bölüm 1: Yanma Davranışının Radyan Isı Kaynağı Kullanılarak Tayini
- TS EN ISO 11925–2, 2011: Yangın deneylerine reaksiyon – Aleve Doğrudan Maruz Kalan Ürünlerin Tutuşabilirliği – Bölüm 2: Tek Alev Kaynağıyla Deney
- TS EN ISO 13943, 2012: Yangın Güvenliği – Terimler Ve Tarifler

- TS ISO 11925–3, 2004: Yapı Malzemeleri – Yangın Dayanımı Deneyleri – Alev Doğrudan Maruz Kaldığında Tutuşabilirlik – Bölüm 3: Çok Alev Kaynağıyla Deney
- TS ISO TR 11925–1, 2004. Yapı Malzemeleri – Yangın Dayanımı Deneyleri – Alev Doğrudan Maruz Kaldığında Tutuşabilirlik – Bölüm 1: Tutuşturma Kılavuzu.
- Türken T, (2013). Gümüş Nanopartiküller ile Kompozit İnce Boşluklu Fiber (Hollow Fiber) Membran Üretimi, Karakterizasyonu ve Uygulaması. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Wang Q, Zhang C (2018). Fire Safety Analysis of Building Partition Wall Engineering, Procedia Engineering, 211, 747-754.
- Yılmaz G, (2016). İnorganik Esaslı Kompozit Isı İzolasyon Paneli Üretimi. (Y. Lisans Tezi), Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.

ÖZGEÇMİŞ

Ata KAYA 1986 tarihinde devlet memuru bir baba ile ev hanımı bir annenin ikinci çocukları olarak İstanbul'da doğmuştur. İlk ve orta öğretimini İstanbul'da tamamladıktan sonra, Bülent Ecevit (Zonguldak Karaelmas) Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümünden mezun olmuştur. Mezun olduktan sonra özel bir firmada bir süre kontrol mühendisi olarak çalışmış daha sonra kendi firmasını kurmuştur. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Makine Mühendisliği Anabilim Dalında mastır yapmıştır. Araştırmayı ve sürekli yeni bilgiler edinmeye merakı vardır. Doğa sevdalısı ve sıkı bir hayvanseverdir.

