T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YALITIM İÇERİKLİ BOYADA PARAMETRELERİN İNCELENMESİ

SİNEM GÜREŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

DANIŞMAN: PROF. DR. HANİFİ SARAÇ
EŞ DANIŞMAN: DR. NİL BARAN ACARALI

İSTANBUL, 2015

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YALITIM İÇERİKLİ BOYADA PARAMETRELERİN İNCELENMESİ

Sinem GÜREŞ tarafından hazırlanan tez çalışması 30.03.2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı' nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Hanifi SARAÇ

Yıldız Teknik Üniversitesi

Eş Danışman

Dr. Nil BARAN ACARALI

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof.Dr. Hanifi SARAÇ

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Dr. Nil BARAN ACARALI

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Yrd.Doç.Dr. Burcu Didem ÇORBACIOĞLU

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Doç.Dr. Jale GÜLEN

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof.Dr. Güldem ÜSTÜN

İstanbul Teknik Üniversitesi _____

Bu çalışma, Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'nün YTU-2014-07-01-GEP01 projesi tarafından desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Günümüzde enerji verimliliği ve yalıtım birbiriyle bütünleşmektedir. Toplam tüketilen enerjinin 1/3' ünden fazlası binalarda ısınma veya soğutma amacı ile kullanılmaktadır. Isıtma amacıyla kullanılan fosil yakıtların yakılması sonucu yanma ürünü olarak açığa çıkan gazlar, hava kirliliğine ve küresel ısınmaya neden olmaktadır. Isı yalıtımıyla kullanılan enerji miktarı azalmakta, küresel ısınma ve hava kirliliğinin artması önlemektedir. Isı yalıtımı ile binanın ömrünü uzatmak, bina kullanım aşamasında ısıtma ve soğutma giderlerinde azalma sağlamak mümkün olmaktadır. Yalıtım uygulamalarının toplam ısı kaybını azaltıcı etkisi hem işletmeye hem de yatırım maliyetine yansımaktadır. Araştırmacılara düşen görev, tasarlanan proseslerde gelecek nesillere az enerji tükettirerek aynı konfor şartlarıyla hizmet sunabilmek ve seçilen malzemeleri değerlendirerek olası sistemlerin en idealine karar vermektir.

Bu tez çalışmasıyla, ısı yalıtımı konusunda yeni malzemelerin tasarlanması ve bunların sanayiye uyarlanarak değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Çalışmam süresince engin bilgileriyle beni aydınlatan değerli hocam Sayın Prof. Dr. Hanifi SARAÇ'a, pozitif yaklaşımından ve esirgemediği yardımlarından dolayı eş danışmanım Arş. Gör. Dr. Nil BARAN ACARALI' ya, laboratuvar katkılarından dolayı Kayalar Kimya A.Ş.' ye, analizlerde yardımlarından dolayı Prof. Dr. Ahmet EKERİM' e ve Uzm. Yahya BAYRAK' a, tezim boyunca bana destek veren çalıştığım kurumun CEO' su Sayın Önder ALTINDAĞ' a, her anlamda desteklerinden dolayı yanımda olan canım annem ve babama sonsuz teşekkürlerimle...

Mart, 2015

Sinem GÜREŞ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ vii

KISALTMA LİSTESİ viii

ŞEKİL LİSTESİ ix

ÇİZELGE LİSTESİ xi

ÖZET xii

ABSTRACT xiii

BÖLÜM 1

GİRİŞ 1

1.1 Literatür Özeti 1
1.2 Tezin Amacı 2
1.3 Hipotez 2

BÖLÜM 2

ISI YALITIMI 3

2.1 Isı Yalıtımının Önemi 3
2.2 Isı Yalıtım Malzemeleri 4
2.3 Isı Yalıtım Malzemelerinden İstenen Özellikler 5
2.4 Isı Yalıtım Malzemelerinin Çeşitleri 9

BÖLÜM 3

BOYA 10

3.1 Boya Nedir 10
3.2 Boyayı Teşkil Eden Bileşimler 10
3.3 Boyalarda Kullanılan Bazı Tanımlar 12
3.4 Boya Çeşitleri 13
3.5 Boyalarda Aranan Temel Özellikler 13

3.6 Su Bazlı Boyanın Hazırlanması 14
3.7 Boya Testleri 14
3.8 Yaş Boya Üzerinde Uygulanan Test ve Kontroller 15
3.9 Kuru Boya Üzerinde Uygulanan Test ve Kontroller 20
3.10 Performans Testleri 23

BÖLÜM 4

LİTERATÜRDE YALITIM MALZEMELERİ 25

BÖLÜM 5

DENEYSEL TASARIM 31

5.1 Taguchi Yöntemi 33
5.2 Sistem Tasarımı 33
5.3 Parametre Tasarımı 33
5.4 Tolerans Tasarımı 34
5.5 Taguchi Yönteminin Uygulama Adımları 35

BÖLÜM 6

DENEYSEL ÇALIŞMALAR 37

6.1 Kullanılan Malzemeler ve Kimyasallar 37
6.2 Kullanılan Cihazlar 37
6.3 Deneyin Yapılışı 38
6.4 Karakterizasyon ve Isıl İletkenlik Tayini 40
6.5 Boya Testleri 42

BÖLÜM 7

DENEYSEL ANALİZ SONUÇLARI 43

7.1 FT-IR Sonuçları 43
7.2 Elek Analizi 44
7.3 Taguchi Metodu 46
7.4 Isıl İletkenlik Ölçüm Sonuçları 48
7.5 Görsel Testler 49

BÖLÜM 8

SONUÇ VE ÖNERİLER 75

KAYNAKLAR 77

ÖZGEÇMİŞ 81

SİMGE LİSTESİ

c	Özgül ısı
cm	Santimetre
cm^2	Santimetrekare
gr	Gram
h	Saat
i	Gözlem değeri
kcal	Kilo kalori
kg	kilogram
K	Kelvin
L	Ortogonal dizi
lt	Litre
m	Metre
m^2	Metre kare
m^3	Metre küp
ml	Mililitre
n	Bir denemedeki test sayısı
rpm	Dakikadaki devir sayısı
S^2	Gözlem değerlerinin varyansı
S/N	Gürültü oranı
w	Kütle
W	Watt
X	Kontrol edilebilen süreç değişkeni
yi	Performans yanıtı
Z	Kontrol edilemeyen süreç değişkeni
˚C	Santigrad derece
µ	Buhar difüzyon direnci
µm	Mikrometre
σ	Çekme mukavemeti
ρ	Yoğunluk
$\bar{y}$	Gözlem değerinin ortalaması

KISALTMA LİSTESİ

CEN	Avrupa Standartlar Komitesi
FT-IR	Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi
IR	Kızılötesi Işınım
ISO	Uluslararası Standartlar Teşkilatı
TMMOB	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TSE	Türk Standart Enstitüsü
UV	Morötesi Işınım

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3. 1 Yaş boya üretim tankları 14
Şekil 3. 2 Zebra kağıdı ile boyanın örtme gücü testi 18
Şekil 3. 3 Hegman grindometresi 19
Şekil 3. 4 Ezilme inceliği test sonucu 20
Şekil 3. 5 Çapraz çizgi yöntemi ile yapışma testi 22
Şekil 3. 6 Tarama yöntemi ile yapışma testi 23
Şekil 5. 1 Bir sistem veya sürecin genel gösterimi 32
Şekil 6. 1 Primer ve sekonder kırıcılar 38
Şekil 6. 2 Bilyalı öğütücü 38
Şekil 6. 3 Karıştırma işlemi 39
Şekil 6. 4 Mekanik karıştırıcı 39
Şekil 6. 5 Aplikatör 40
Şekil 6. 6 FT-IR cihazı 41
Şekil 6. 7 Isıl iletkenlik cihazı 42
Şekil 7. 1 Hammaddeler için FT-IR analizi 44
Şekil 7. 2 Ortalamalar için ana etki eğrileri 47
Şekil 7. 3 S/N Oranı için ana etki eğrileri 47
Şekil 7. 4 Referans boya zebra kağıdı kapatıcılık testi 50
Şekil 7. 5 Referans boya kuruma testi 50
Şekil 7. 6 Referans boya darbe direnç testi 51
Şekil 7. 7 Referans boya yapışma testi 51
Şekil 7. 8 Referans boya hidrofobisite testi 52
Şekil 7. 9 L-2 numaralı boya zebra kağıdı kapatıcılık testi 52
Şekil 7. 10 L-2 numaralı boya kuruma testi 53
Şekil 7. 11 L-2 numaralı boya darbe direnç testi 53
Şekil 7. 12 L-2 numaralı boya yapışma testi 54
Şekil 7. 13 L-2 numaralı boya hidrofobisite testi 54
Şekil 7. 14 L-3 numaralı boya zebra kağıdı kapatıcılık testi 55
Şekil 7. 15 L-3 numaralı boya kuruma testi 55
Şekil 7. 16 L-3 numaralı boya darbe direnç testi 56
Şekil 7. 17 L-3 numaralı boya yapışma testi 56
Şekil 7. 18 L-3 numaralı boya hidrofobisite testi 57

Şekil 7. 19 L-4 numaralı boya zebra kağıdı kapatıcılık testi 57
Şekil 7. 20 L-4 numaralı boya kuruma testi 58
Şekil 7. 21 L-4 numaralı boya darbe direnç testi 58
Şekil 7. 22 L-4 numaralı boya yapışma testi 59
Şekil 7. 23 L-4 numaralı boya hidrofobisite testi 59
Şekil 7. 24 L-5 numaralı boya zebra kağıdı kapatıcılık testi 60
Şekil 7. 25 L-5 numaralı boya kuruma testi 60
Şekil 7. 26 L-5 numaralı boya darbe direnç testi 61
Şekil 7. 27 L-5 numaralı boya yapışma testi 61
Şekil 7. 28 L-5 numaralı boya hidrofobisite testi 62
Şekil 7. 29 L-6 numaralı boya zebra kağıdı kapatıcılık testi 62
Şekil 7. 30 L-6 numaralı boya kuruma testi 63
Şekil 7. 31 L-6 numaralı boya darbe direnç testi 63
Şekil 7. 32 L-6 numaralı boya yapışma testi 64
Şekil 7. 33 L-6 numaralı boya hidrofobisite testi 64
Şekil 7. 34 L-7 numaralı boya zebra kağıdı kapatıcılık testi 65
Şekil 7. 35 L-7 numaralı boya kuruma testi 65
Şekil 7. 36 L-7 numaralı boya darbe direnç testi 66
Şekil 7. 37 L-7 numaralı boya yapışma testi 66
Şekil 7. 38 L-7 numaralı boya hidrofobisite testi 67
Şekil 7. 39 L-8 numaralı boya zebra kağıdı kapatıcılık testi 67
Şekil 7. 40 L-8 numaralı boya kuruma testi 68
Şekil 7. 41 L-8 numaralı boya darbe direnç testi 68
Şekil 7. 42 L-8 numaralı boya yapışma testi 69
Şekil 7. 43 L-8 numaralı boya hidrofobisite testi 69
Şekil 7. 44 L-9 numaralı boya zebra kağıdı kapatıcılık testi 70
Şekil 7. 45 L-9 numaralı boya kuruma testi 70
Şekil 7. 46 L-9 numaralı boya darbe direnç testi 71
Şekil 7. 47 L-9 numaralı boya yapışma testi 71
Şekil 7. 48 L-9 numaralı boya hidrofobisite testi 72
Şekil 7. 49 L-10 numaralı boya zebra kağıdı kapatıcılık test 72
Şekil 7. 50 L-10 numaralı boya kuruma testi 73
Şekil 7. 51 L-10 numaralı boya darbe direnç testi 73
Şekil 7. 52 L-10 numaralı boya yapışma testi 74
Şekil 7. 53 L-10 numaralı boya hidrofobisite testi 74

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3. 1 Boyaların genel özellikleri 13
Çizelge 7. 1 Pomza için elek analizi sonuçları 45
Çizelge 7. 2 Zeolit için elek analizi sonuçları 45
Çizelge 7. 3 Taguchi L-9 ortogonal dizi ve her bir aşama için test sonuçları.....46
Çizelge 7. 4 Parametreler ve deneylerin optimizasyon parametre seviyeleri 46
Çizelge 7. 5 Hammaddelerin ısıl iletkenlik değerleri 48
Çizelge 7. 6 Isıl iletkenlik ölçüm sonuçlarına göre yalıtım yüzdeleri 48

ÖZET

YALITIM İÇERİKLİ BOYADA PARAMETRELERİN İNCELENMESİ

Sinem GÜREŞ

Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hanifi SARAÇ

Eş Danışman: Arş. Gör. Dr. Nil BARAN ACARALI

Yapılan çalışmada, su bazlı iç cephe inşaat boyasına pomza, zeolit minerali ve fındık kabuğu ilave edilerek ısı yalıtımına etkisi incelenmiştir. Su bazlı boyanın % 0.3 (w/w)' ü miktarına karşılık gelecek şekilde hidrofobik malzeme su bazlı boya içeriğine katılmıştır. Çalışmada pomza, zeolit ve fındık kabuğu kırıcılarda ve öğütücülerde 200 µm boyutuna getirilmiştir. Su bazlı boyanın ağırlıkça % 0-6 (w/w)' sı olacak şekilde, farklı oranlardaki pomza, zeolit ve fındık kabuğu su bazlı boyaya ilave edilmiştir. Denemelerde Taguchi deneysel tasarım metodu kullanılmıştır. Denemeler üç düzeyde üç parametre seçilerek L-9 ortogonal diziye göre hazırlanmıştır. Dokuz farklı içerikteki boya numuneleri ve maksimum fındık kabuğu içeren bir numune olmak üzere toplam on numune testlere tabi tutulmuştur. Hazırlanan boya karışımları 26x26cm^2' lik özel hazırlanmış alüminyum plakalara uygulanmıştır. Boya uygulanmış plakaların, özel tasarlanmış ısıl iletkenlik cihazında ısıl iletkenlik katsayısı ölçümleri alınmıştır. Isıl iletkenlik ölçüm sonuçlarından yararlanılarak on farklı numune için yalıtım yüzdeleri bulunmuştur. Parametreler içinde en iyi % 23,20 oranına kadar yalıtımın sağlandığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yalıtım, boya, pomza, zeolit, fındık kabuğu

ABSTRACT

INVESTIGATION OF PARAMETERS AT INSULATED PAINT

Sinem GÜREŞ

Department of Chemical Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Prof. Dr. Hanifi SARAÇ

Co-Adviser: Res. Assist. Dr. Nil BARAN ACARALI

In this study, the effects of zeolite, nutshell and pumice were investigated on heat isolation by adding this materials into water based paints. Hydrophobic materials were added to paint content at the rate of 0.3% in terms of water based paint (w/w). This materials were formed to the 200 µm by crushers and grinders. Pumice, zeolite and nutshell was added to water-based paints at the rate of 0-6% in terms of water based paint (w/w) in different rates. Taguchi Method was used in experiments. Samples were prepared according to Taguchi L-9 orthogonal array by choosing three parameters and three levels. Total ten paint samples, including nine different rates of paints and maximum nutshell, were prepared and and tested. The samples prepared were applied on 26x26cm^2 specially prepared aluminium plates. These plates's thermal conductivity coefficients were taken at thermal conductivity device that specially designed. The results of thermal conductivity measurement, the percent rates of insulation have been found at 10 different experiments. The optimum insulation rate was observed as 23.20%.

Keywords: Isolation, paint, pumice, zeolite, nutshell

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

İncelenen literatür çalışmalarında yalıtım amaçlı olarak sentetik ve doğal malzemelerin kullanıldığı görülmüştür. Sentetik malzemelerin kullanım kolaylığının yanı sıra ciddi boyutlarda çevre kirliliğine sebep olduğu anlaşılmıştır. Yeşil enerji, doğal ve ekolojik ürünlerin kullanımının arttığı günümüzde organik ya da mineral esaslı hammaddelerle yapılan çalışmaların sayısının arttığı görülmüştür. Araştırmacılar, ısı yalıtımı için çeşitli mineral ve lifleri denemiştir ve bunların boya performası üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Örneğin yapılan bir çalışmada bitki lifli izolasyonların ısıl performans, ısı iletkenliği ve çeşitli parametrelerin üzerinde etkileri gözden geçirilmiştir. Hammadde maliyetleri, kalite ve ekolojik yönler de dikkate alınmıştır [1].

Azemati vd. [2]' nin yaptığı çalışma, mümkün olan en düşük enerji tüketimine ulaşmak için enerji kaynaklarının sınırlı kullanımının gerekliliğini savunmaktadır. Sonuçlar, mineral parçacıklı kaplamanın termal yalıtımda önemli bir rol oynadığını ve enerji tüketiminde % 17 azalma olduğunu göstermiştir.

Yapılan farklı bir çalışmada, konutlarda dış duvarlar ve çatı katlarında kullanılan organik ve mineral esaslı yalıtım ürünlerin performansını geleneksel Danimarka arazi evlerinde değerlendirilmiştir [3].

Organik ve mineral esaslı yalıtıma yönelik yapılan bir araştırmada, fosforik asit ve amonyum nitrat, sertleşmiş melas bağlayıcı ve pomza ilavesiyle hafif, ısı yalıtımlı tuğla üretmini ayrıntılı bir biçimde deneysel verilerle incelenmiştir. Sonuçta, melas bağlayıcı

spesifik özelliklerle birlikte inşaat ve bina malzemeleri için sıva bağlayıcılara bir alternatif olabilmektedir [4].

1.2 Tezin Amacı

Günümüzde enerji verimliliği, gelişen inşaat sektörü ile birlikte yapılarda önemli rol oynamaktadır. Yakıt tüketiminde ülkemizin dışa bağımlılığı esas alınarak yalıtım çeşitliliği ve uygulama özellikleri göz önünde bulundurulmaktadır. Sektör ve bilimsel açıdan farklılık yaratması amacıyla bu çalışmada piyasada bulunan su bazlı iç cephe inşaat boyasına çeşitli mineral ve lifin ilave edilip ısı yalıtımına etkisi incelenmiş ve alternatif bir ısı yalıtım malzemesi hazırlanmıştır.

1.3 Hipotez

Bu çalışmada, literatürde yer alan diğer çalışmalardan farklı olarak, sanayi açısından oldukça önemli yalıtımlı iç cephe boyası üzerinde çalışılmıştır. Bunun için piyasadan temin edilen su bazlı iç cephe boyasına farklı mineraller ve lif ilave edilmiştir. Verimliliği arttırmak ve optimum proses parametlerini tanımlamak için Taguchi yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen boyaların ısı iletim katsayısı standartlara uygun ısıl iletkenlik cihazında ölçülmüş ve bu malzemelerin boyada maksimum % 23.20 yalıtım sağlandığı gözlemlenmiştir.

BÖLÜM 2

ISI YALITIMI

Isı yalıtımı, kapalı yerlerin iç sıcaklıklarını istenilen değerde tutarak mevcut iklim şartlarında ısıtma ve soğutma için kullanılan enerji de tasarrufu sağlayarak çevre kirliliğini önlemek için alınan önlemler toplamı olarak tanımlanmaktadır.

Isı yalıtımı; bina yapılarını hava şartlarından, dış etkilerden koruyarak dayanımını arttırmakta ve yatırım maliyetlerini düşürmektedir.

Binalarda, ısı kayıplarının yaklaşık % 25' i çatıdan, % 60' ı duvarlardan ve % 15' i de döşemeden kaynaklanmaktadır. Bina yüksekliğinin artması sonucunda duvarın yüzey alanı büyüyeceğinden dolayı duvardan olan kayıplarda buna bağlı olarak artmaktadır. Bu nedenle binalardaki ısı yalıtım talepleri her geçen gün artmakta ve ısı yalıtımı önem kazanmaktadır [5].

Binalar için gerekli ısı yalıtımı malzemesi, farklı iki ortam arasında ısı transferini azaltmalıdır. Ayrıca bu malzemenin ısı iletim katsayısının 0,065 W/m.K değerinden küçük olması istenmektedir. Isı yalıtım malzemesinin görevini tam olarak yerine getirmesi; bu malzemenin kullanılacağı yerin doğru seçilmesi, uygun kalınlıkta kullanılması ve uygulamanın hatasız yapılmasına bağlıdır [6].

2.1 Isı Yalıtımının Önemi

Yalıtım; malzeme üretiminden, kullanıcıya ulaşmasına ve sonrasında kullanıcıda memnuniyet yaratmasına kadar dikkat, hassaslık, bilimsel çalışma ve birçok bilim dalını ilgilendiren bir sistem bütününü oluşturan yapı fiziği koludur. Bir yapı içerisindeki fiziksel hareketleri denetlemek ve düzenlemek için alınması gerekli önlemleri araştırmaktır.

Yalıtım işleminin su yalıtımı, ısı yalıtımı, ses yalıtımı, yangın yalıtımı gibi farklı uygulama alanları bulunmaktadır [7].

Isı yalıtımı, enerji ve çevre ile ilişkili olduğundan dolayı en yaygın ve önemli yalıtım konusu olmaktadır. Yaygınlığı, uygulamadan hemen sonra tasarruf sağlıyor olması ve dolayısıyla ekonomik katkısından kaynaklanmaktadır. Yalıtım uygulamaları açısından, 1970' li yıllardaki petrol krizi önemli bir dönüm noktası oluşturmuştur. Bu tarihten sonra enerji tasarrufu önlemleri çerçevesinde ısı yalıtımı öne çıkmış ve bu konuda ciddi adımlar atılmıştır. Yalıtımla ilgili olarak, birçok ülke 1970' li yıllardan başlayarak standartlar getirmişlerdir. Bu standartlar, gelişen yalıtım teknolojilerine bağlı olarak sürekli yenilenmektedir [7].

2.2 Isı Yalıtım Malzemeleri

Isı yalıtım malzemeleri birçok isimle anılmaktadır. Ancak karşımıza ısı tecrit, ısı izolasyon, ısı yutucu ve yalıtkan malzemeler olarakta çıkmaktadır [8]. Tanımlardan bazıları şu şekilde açıklanabilmektedir:

- Isı yalıtım malzemeleri, sıcak ve soğuğa karşı koruma amaçlıdır. Genelde gözenekli yapılı malzemelerdir [8].
- Isı yutucu malzemeler, düşük ısı iletkenliğine sahip olan malzemelerdir [9].
- Avrupa standartlarında ısı iletkenlik katsayıları 0,06- 0,10 W/m.K' nin altında olan malzemeler ısı yalıtım malzemesi olarak adlandırılmaktadır [10].

Türkiye' de yalıtım uygulamaları ile ilgili yönetmeliklere bakıldığında; ilk olarak 1970 yılında TSE tarafından binalarda ısı yalıtım kurallarının hazırlandığı görülmektedir. Fakat bu yönetmeliğin uygulanması konusunda o dönemde bir zorunluluk getirilmemiştir. Ülkemizde 1990' lı yılların başında belirginleşmeye başlayan farkındalığın yapı sektöründeki ilk adımlarının konut doğramalarındaki tek cam ünitelerinin çift cama dönüştürülmesi olduğu görülmüştür. Bu adımla birlikte farklı ısı yalıtım malzemelerinin ülkemize getirilmesi ve ülkemizde üretilmesi, diğer yalıtım uygulamalarını da beraberinde getirdiği görülmüştür. 1995 yılı itibariyle Türkiye' de tüketilen ısı yalıtım malzemeleri miktarı yaklaşık 1.500.000 m^3 olduğu bilinmektedir. Ülkemizde enerji tüketiminin ortalama % 41' i konutlarda, % 33' ü sanayide, % 20' si ulaşımda, % 5' i

tarımda ve % 1’ i diğer alanlarda kullanılmaktadır. Tüketilen bu enerjinin yaklaşık % 85'i ısıtma amaçlı kullanılmaktadır. Buradan da anlaşılmaktadır ki enerji kullanımının en yoğun olduğu alan konutlardır [11].

Isı yalıtım malzemeleri çoğunlukla homojen olmayan malzemelerin bir karışımı olarak da ele alınabilmektedir. Genellikle hava dolu hücreleri saran katı bir çeperden oluşan bir iskelet şeklindedir. Bu yapının doğal sonucu olarak ısı yalıtım malzemeleri hafif malzemelerdir. Isı yalıtım işleminin amacına tam ulaşması ya da en iyi verimi alabilmek için ısı yalıtımında kullanılan malzemeleri ve bunların uygulamalarının iyi bilinmesi gerekmektedir. Günümüzde ısı yalıtımı, konutlarda duvarlar, çatılar gibi yerleri çeşitli malzemelerle kaplamaktan çok daha öteye gitmiştir. Gelişen teknoloji ile çeşitli yapıların ortaya çıkması ve insanın konfor anlayışının değişmesi neticesinde, yalıtımın ve yalıtımda kullanılan malzemelerin anlamı ve fonksiyonu da değişmiştir [12].

2.3 Isı Yalıtım Malzemelerinden İstenen Özellikler

Malzemelerin ısı yalıtım değerleri, malzeme içindeki hava boşluklarının sıklığıyla doğru orantılıdır. Yani içinde durağan havanın hapsolduğu boşluk miktarı fazla olan, dolayısıyla da yoğunlukları düşük olan malzemeler ısı yalıtım malzemeleri olarak tanımlanmaktadır. Yapıların nefes almaları gerekmektedir. Yani kullanılan yalıtım malzemesi buhar difüzyonuna dayanıklı değilse bir buhar kesiciyle kullanılmalıdır. Bu nedenden dolayı bina içerisinde nem miktarı artacak ve mekanik bir havalandırmaya ihtiyaç duyulacaktır. Bu sebebten mekanik bir havalandırma düzenlenmelidir. Yalıtımda kalite ve performans için, kullanılacak ısı yalıtım malzemesinin iyi bilinmesiyle beraber uygun yerde kullanılması ve sisteminin doğru kurulması önem teşkil etmektedir. Başka bir açıdan, doğru yapılan yalıtım bina maliyetlerini düşürecek, yapı ömrünü uzatacak ve konfor koşullarının iyileşmesine yardımcı olacaktır [8].

Binalarda çoğunlukla yapı fiziğine göre ısı yalıtımı yapılmamaktadır. Isı yalıtımı kullanımı ileri ülkelerle karşılaştırıldığında miktar olarak oldukça azdır ya da yoktur. Isı yalıtımının amacı yapının en sıcak durumda en az ısı kazanırken en soğuk durumda en az ısıyı kaybetmesidir. Bina içinde ve duvar yüzeyinde ısıtma döneminde soğuk alanları, soğutma döneminde sıcak alanları önlemek homojen bir sıcaklık ve konfor elde etmek gerekmektedir [13].

Isı yalıtım malzemelerinin gözenekli yoğunlukları (ρ), 10-1000 kg/m^3 arasında olmaktadır. Yalıtım malzemelerinin karakteri gereği gözenek yapılarına ve sıkıştırılmalarına bağlı olarak gözeneklerin hacimlerinde değişmeler olmaktadır. Sıkıştırma kuvveti büyük ise malzeme demir, bakır gibi katı hal almaktadır. Malzeme için yoğunluk kavramı, o malzemenin birim hacminin ağırlığı olarak ifade edilmektedir. Gözenekli yapıda, sıkışma basma kuvvetine bağlı olarak hacim ve buna bağlı olarak da yoğunluğun değiştiği durumda, gözenekli yoğunluk tanımının kullanılması uygun görülmüştür [12].

Tüm malzemelerde görüldüğü gibi ısı yalıtım malzemelerinde de çeşitli özelliklerin değerlendirilebilmesi için atomik yapı özelliklerinin göz önünde alınması ve genel malzeme sınıflandırması içinde hangi kategoride bulunduğunun anlaşılması gerekmektedir. Böylece talep edilen performans özelliklerinin ne tür malzemelerle sağlanacağı konusunda karar vermek mümkün olmaktadır [14]. Buna göre ısı yalıtım malzemelerinden istenen özellikler şunlardır:

Su ve nemden etkilenmezlik, ısı yalıtım malzemelerinin görevlerinin yapabilmeleri için nem almamaları ve ıslanmamaları gerekmektedir. Islanmaları halinde malzemenin kuru ve hareketsiz hava ile dolu olan boşlukları su ile dolacağından yalıtım görevini yapamayacak duruma gelmektedir. Bu nedenle; su emme özelliğinin olmaması istenmektedir [15]. Su buharı geçirgenlik direnci malzemenin yoğuşma ile nemlenmesinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Malzemenin su etkisinde gösterdiği davranışı incelemek için bir takım deneylerin yapılması gerekmektedir. Bu nedenle yapılan kısa ve uzun süreli su absorbsiyonu deneyleri sonucunda elde edilen bulgular her malzeme ve koşul için tanımlanan değer aralığında olmalıdır. Tanımlanan aralıkta bulunmadığı durumda malzeme su ve nem etkisi altında ısı iletkenlik özelliğini yitirebilmektedir [14].

Yanmazlık ve alev geçirmezlik, yalıtım malzemelerinin yanmaz olması ve yangının yayılmasına neden olmayacak özellikte olması gerekmektedir. Malzemelerin davranışları analiz edilerek sınıflandırılmaktadır [15].

Basınç mukavemeti, yapılarda yatay veya az eğimli yapı elemanlarının oluşturulmasında, yeterli basınç mukavemetine sahip ısı yalıtım malzemelerine ihtiyaç bulunmaktadır.

Mukavemetin eksik kaldığı hallerde, malzemenin basınç mukavemetini arttırmaya yönelik tedbirler alınmalıdır. Düşey yapı elemanlarında ısı yalıtım malzemelerinin kullanılması durumunda mukavemeti arttırmaya yönelik önlemler alınmalı ya da yüksek mukavemetli ısı yalıtım malzemesi kullanılmasına gerek kalmamaktadır. Isı yalıtım malzemesinin gerekli basınç mukavemetine sahip olmadığında malzeme, dış ortamdan kendisini etkiyecek kuvvetler karşısında hasara uğrayarak kendisinden istenen görevi yerine getiremeyecektir [15].

Çekme mukavemeti (σ), ısı yalıtım malzemelerinin farklı ortamlara bakan iki yüzü, farklı sıcaklıklara maruz kalmaktadır. Bu durumdan ortaya çıkan sıcaklık farklılıkları ısı yalıtım malzemesinde termal ve çekme gerilmeleri meydana getirmektedir. Bu sebepten dolayı genleşmeye karşı (dayanıklılık) ve eğilmeden doğan çekme gerilmelerine karşı ısı yalıtım malzemelerinin yeterli bir çekme dayanımına sahip olması gerekmektedir [15].

Buhar difüzyon direnci (μ), su buharı, sıcaklığa ve bağıl neme bağlı olarak, kısmi buhar basıncı yüksek olandan düşük olana ilerlemektedir. Bu ilerlemede bir direnç ile karşılaşmaktadır. Malzemeler, kalınlıklarına göre buhar difüzyonuna karşı koymaktadır. Konulan bu direncin, havanın su buharı difüzyon direncine oranı su buharı difüzyon direnç katsayısıdır. Malzemenin su buharını tamamen geçirmesi durumunda μ değeri 1, hiç geçirmemesi halinde ise μ, sonsuz olarak ifade edilmektedir. 10.000-100.000 değer arasındaki malzemelere buhar kesici malzeme denilmektedir. Buhar direncinin hangi seviyede olacağı ise ısı yalıtım malzemesinin kullanılacağı ortamın koşullarına göre belirlenmektedir. Bazı şartlarda ısı yalıtım malzemesinin su buharını tamamen geçirmesi bazı şartlarda ise hiç geçirmemesi istenebilmektedir. Bu durum kullanılan yapı elemanın çevrelediği mekânın koşullarına ve kullanılan yapı elemanın yapı tipinden kaynaklanmaktadır. Genellikle ısı yalıtım malzemelerinde buhar difüzyon direncinin yüksek olması ideal bir durum olamaktadır [12].

Bir malzemenin ısı yalıtım malzemesi olarak değerlendirilmesi için, ele alınan ana özelliklerinin başında, malzemenin özgül ısı kapasite değeri ve ısı iletkenlik katsayısı gelmektedir. Bu özellikler, malzemenin atomları arasındaki bağ kuvvetlerine, iç yapısına, boşluk miktarlarına, bünyesinde bulundurduğu neme bağlı olarak değişiklikler

göstermektedir [16].

Yalıtım malzemelerinde, ısı tutucu tabaka malzemenin ısıl korunumunu sağlarken, buhar kesici katman ile beraber çalışarak yoğuşma suyunun meydana gelmesini önlemektedir. Isı tutucu, üzerinde gezilebilir mukavemette olmalıdır. Ayrıca lifli ya da hücresel yapıda olabilmektedir [17].

Kimyasal etkenlere dayanıklılık, diğer yapı malzemelerinde olduğu gibi ısı yalıtım malzemeleri de kimyasal etkilere maruz kalmaktadır. Fakat ısı yalıtım malzemelerinin zamanla özelliğini yitirmemesi ve dayanıklı olması beklenmektedir.

Kokusuzluk, ısı yalıtım malzemelerinden uygulanma sırasında ve sonrasında rahatsız edici kokusunun olmaması istenmektedir [12].

İnsan sağlığı ve çevreye zararlı olmaması, günümüzdeki uygulamalarda dikkat edilmesi gerekilen bir konu da insan sağlığı ve çevre kirliliğidir. Kullanılacak ısı yalıtım malzemelerinin geneli insanların, yaşam alanlarının etrafında olduğundan dolayı, ısı yalıtım malzemeleri insan sağlığını tehdit edecek tehlikeli maddeler içermemelidir. Bunun yanı sıra ısı yalıtım malzemeleri hem kullanım esnasında hemde kullanımdan sonra imhaları doğayı kirletmemelidir [15].

Uzun ömürlü olması, yapılarda kullanılacak ısı yalıtım malzemeleri kullanılacağı yerin ömrü ile eş bir ömre sahip olmalıdır. Isı yalıtım malzemeleri uzun zaman boyunca görevlerini yerine getirecek özellikte olmalıdır. Ayrıca farklı etkilere karşı çürümemelidir [12].

Ekonomiklik, bir ısı yalıtım işleminin optimum olabilmesi için en önemli parametre, en düşük maliyetle en iyi ısı yalıtımını yapmasıdır.

Yukarıda belirtilen özelliklerin hepsini bir ısı yalıtım malzemesinde bulmak gerçekte zor olmaktadır. Bir ısı yalıtım malzemesinden istenen özellikler arttıkça, malzemenin fiyatı yükselmekte ve maliyetler artmaktadır. Isı yalıtımı yapılacak alan analiz edilerek bölgenin istediği talepler belirlenmelidir. Bu çalışma ile ısı yalıtım malzemesinden talep edilmeyen

özellikler yok edilirken iyi ve az maliyetle ısı yalıtım malzemesi yapılabilecektir [15].

2.4 Isı Yalıtım Malzemelerinin Çeşitleri

Ülkemizde üretilen ısı yalıtım malzemelerini genellikle perlit, mantar, sentetik elyaflar, odun lifi, yonga, rende talaşı vb. pres edilmiş kamış levhalar, amyant levha, boşluklu beton, gaz beton, delikli tuğla, boşluklu briket, bims tuğlalar, asmolen gibi malzemeler oluşturmaktadır [18]. Ayrıca lifli malzemeler olarak, taş yünü ve cam yünü gibi mineral yünler ve ahşap yünü; köpük malzemeler olarak genleştirilmiş polistiren köpük, haddeden çekilmiş polistiren köpük gibi polistren köpükler ve poliüretan köpükler bilinmektedir [11].

BÖLÜM 3

BOYA

3.1 Boya Nedir

Boya, uygulandığı yüzey üzerinde film tabakası oluşturarak malzemeyi fiziksel ve kimyasal etkilere karşı koruyan, yüzeye dekoratif efekt veren kimyasallardır. Boyalar belli temellere dayadırılarak formülüze edilen ve içinde dört esas unsur bulunan bir karışımdır. Talep edilen renk ve ton varlığı, uygun karışımlar dahilinde isteğe göre parlak, yarı mat ve mat dokulu olarak tüketiciye sunulmaktadır [19].

3.2 Boyayı Teşkil Eden Bileşimler

- Katkı ve dolgu maddeleri,
- Bağlayıcılar,
- Extenders (yardımcı pigmentler),
- Pigmentler (boyar maddeler),
- Kimyasal ajanlar ve yardımcılar (disperse ediciler, yüzey düzelticiler, kabuk önleyiciler, kurumayı sağlayan yardımcılar, çökme önleyiciler vs.),
- Solventler ve incelticiler (boya imalatı ve uygulama sırasında akışkanlığı ve uygulamayı kolaylaştıran genelde petrol türevi sıvılar),
- Özel amaçlı boyalarda özel amacı sağlayan diğer kimyasallardır.

Bağlayıcı, boyanın cinsine bağlı olarak çeşitli kuruyan yağlar, alkid reçineleri gibi malzemelerdir. Bu malzemeler koruyucu bir tabaka oluşturmaktadır. Boya içinde renk, örtme, kıvamlılık, yoğunluk, dayanıklılık gibi özellikler taşıyan pigment, katkı ve dolgu maddeleri ile diğer kimyasal maddeleri bir arada tutmaktadır. Bağlayıcılar, boyalara bazı özellikler sağladıklarından kullanım yerlerine göre değişik bağlayıcı tipleri kullanılmaktadır. Bağlayıcılar boyaya sertlik, elastikiyet, parlaklık, dış etkenlere ve kimyasallara karşı koruma, yapışma ve kuruma özellikleri gibi yetiler sağlamaktadır. Pigmentler, boyalara renk katan, bağlayıcı içinde çözünmeyen organik ve anorganik yapıdaki mikron büyüklüğündeki katı parçacıklardır. Kullanılan pigmentin türüne ve kullanımına göre kuru film kalınlığının artması boyayı fiziksel olarak donatma, zararlı mor ötesi ışınları absorbe etme veya yansıtma, metal yüzeylerde korozyonu engelleme ve boyanın dayanımını artırma gibi özellikler kazandırmaktadır. Pigmentlerin boyaya renk vermesi, güneş ışığının görülen renge ait ışınları yansıttığı fiziksel bir olaydır. Pigmentler tabii, sentetik, organik ve inorganik olarak bulunabilmektedir. Extenders (yardımcı pigmentler), boya içine katıldıklarında örtücülük vermeyen ancak boyaya çeşitli özellikler (yoğunluk, matlık verme vs) kazandıran maddelerdir [20]. Katkı ve dolgu maddeleri boyanın yüzey düzgünlüğünü, yoğunluğunu, maliyetini, matlığını ve diğer parametrelerini ayarlamak için boya içine ilave edilen katı maddelerdir. Kimyasal ajanlar; kurutucular, ıslatıcılar, pigment yüzmesini önleyiciler, düzgün yayılmayı sağlayıcılar, çökme önleyiciler, dispers ediciler, elektrik direncini azaltan katkılar, matlaştırıcılar, köpük kesiciler, kabuk önleyiciler, sarkma önleyiciler, akışkanlığı kontrol ediciler, fungusitler (küf ve bakteri önleyiciler), kayganlaştırıcılar, UV sararması önleyiciler, katalistler vs. kimyasallardır. Solventler ve incelticiler, boya üretimi ve tatbiki esnasında bağlayıcıya ve boyaya göre uygulama kıvamı (viskozite) sağlayarak boya içindeki diğer bileşiklerin arasında heterojenlik yaratmaması için boyaya eklenen sıvı malzemelerdir. Bu malzemeler boya akışkanlığının istenilen noktaya getirmek ve uygulamayı kolaylaştırmak amacıyla kullanılmaktadır. İnceltme ihtiyacının olduğu durumlarda boya üreticisinin önerdiği incelticilerin kullanılması gerekmektedir. Solventlerin çeşitli boyalarda kullanılması için çözünürlük gücü, buharlaşma hızı, kaynama noktası,

alevlenme noktası, koku, toksitite, korozyon, fiyat gibi özelliklere dikkat edilmelidir [20].

3.3 Boyalarda Kullanılan Bazı Tanımlar

- Boyaların sıvı ya da pasta fazından katı hale geçmesine kuruma; kuruma için geçen süreye ise kuruma zamanı denilmektedir. Boyalar kısa zamanda kurumuş gözükmelerine rağmen kimyasal sertleşme denen kürlenme süresi en az 72 saatte tamamlanmaktadır. Boyalar kurumalarına göre; hava oksidasyonu ile kuruyan boyalar, solvent uçması ile kuruyan boyalar (selülozik boyalar), kimyasal reaksiyon ile kuruyan boyalar, ısı ile kuruyan boyalar vb. olarak ayrılabilmektedir [20].

- Akışkanların akmaya karşı gösterdikleri dirence viskozite denmektedir. Boya çeşitlerine ve kullanılan bağlayıcıya göre viskozite tayin yöntemleri bulunmaktadır. Sıcaklık ile viskozite arasındaki ilişki boyanın kalitesine doğrudan etki etmektedir.
- Boyaların çizilme ve ize karşı olan direnci sertlik olarak ifade edilmektedir.
- Işığın yüzey tarafından absorbe edilmeyen kısmının yansımasına parlaklık denmektedir. Çok parlak boyalar 85 gloss ve üstü, parlak boyalar 70 - 85 gloss, yarı parlak boyalar 30 - 70 gloss, yarı mat boyalar 6 - 30 gloss, mat boyalar 0 - 6 gloss olarak değerlendirilmektedir.
- Malzemeler üzerine düşen ışınlardan frekansları kendi elektron titreşim frekanslarına uygun olanı absorbe ederek geri kalanı yansıtmaktadır. Yansıyan o malzemenin rengidir.
- Boyanın uygulandığı yüzeyi tam olarak kapatabilme yetisine örtme gücü denilmektedir.
- Boyanan yüzeyin eğilmesi ve bükülmesi halinde çatlama, kırılma ve kopma olmaması esneklik olarak ifade edilmektedir.
- Boya ile boyanan yüzey arasındaki çekme kuvveti ve yüzeyin pürüzlülüğü ile meydana gelen film tabakasının yüzeye tutunması yapışma olarak tanımlanmaktadır. İyi bir yapışma için yüzeyin kirden arındırılmış olması gerekmektedir.
- Kanama, kuru film üzerine sürülen boya filmine pigment ve bağlayıcı transferinden dolayı meydana gelen görünümlerdir.

- Yüzey aktif maddeler; boya sektöründe son zamanlarda hızla gelişen sulu sistemlerde yüzey aktif maddeler suyun yüksek yüzey gerilimine sahip olmalarından

dolayı kullanılmaktadır. Yüzey aktif maddeler su ile katı ara yüzeyinde birikerek su molekülleri arasındaki hidrojen bağlarını zayıflatıp moleküllerin katıların girinti çıkıntılarına kolay bir şekilde nüfuz etmesine yardım etmektedir [20].

3.4 Boya Çeşitleri

Boyalar farklı şekilde sınıflandırılmaktadır. Yapısına göre, boyanın bağlayıcı (tabaka yapıcı) madde cinsine, kuruma mekanizmasına veya kullanım alanları dikkate alınarak sınıflandırılabilmektedir. Bileşenleri ve bağlayıcılarına göre boyalar: sentetik ve yağlı boyalar, selülozik boyalar, emülsiyon (plastik) boyalar, tutkallı boyalar, mürekkepler, vernikler, bağlayıcı kullanılmayan boyalar olarak ayrılmaktadır. Bu şekilde sınıflandırmanın yanı sıra boya sanayii yan ürünleri ile beraber, kullanım alanlarına göre; inşaat boya ve vernikleri, sanayi boya ve vernikleri, diğer boyalar, diğer vernikler, tinerler şeklinde bir sınıflandırma daha yapmak mümkündür [21].

3.5 Boyalarda Aranan Temel Özellikler

Binayı oluşturan kaba inşaat malzemeleri ile bunları tamamlayan ince inşaat malzemelerinden bazılarına dekoratif görüntüler elde etmek, korumak için badana ve boya yapılmaktadır. Boya, kurumasının ardından ışık geçirmeyen bir film haline dönüşmektedir [22].

Çizelge 3. 1 Boyaların genel özellikleri [22]

Uygulama Öncesi Sahip Olması Gereken Özellikler	Uygulama Özellikleri	Uygulama Sonrası Sahip Olması Gereken Özellikler
Görünüş	Kuruma Süresi	Renk
Kesilme ve pıhtılaşma	Kaplama Gücü	Parlaklık
Çökme	Fırça ile uygulama özelliği	Örtme Gücü
Depolanabilme	Püskürtme makinesi ile uygulama özelliği	Yapışma
Parlama		Esneklik
		Suya dayanıklılık

3.6 Su Bazlı Boyanın Hazırlanması

Boya üretimi, pigment ile bağlayıcı pigment taneciklerinin; bağlayıcı içinde tümüyle ve heterojenlik olmadan dağılmasını sağlayarak talep edilen rengi, yoğunluğu vb. fiziksel özellikleri elde edecek şekilde birleştirilmesi temeline dayanmaktadır [23]. Su ile inceltilen boyalar su bazlı boyalar olarak bilinmektedir. Su bazlı boyalar kokmamaktadır. Boyanan mekânlar kısa bir süre içinde kullanıma açılabilmektedir. Avantajları incelendiğinde çevreye ve insan sağlığına zarar vermediği, çabuk kuruduğu, silinebildiği, uygulanmasının kolay olduğu ve su ile kolayca temizlendiği bilinmektedir. Amerika ve Avrupa, insan sağlığına zarar vermeyen ve çevreci yapısından ötürü su bazlı boyaları tercih etmektedir. Su bazlı plastik ve saten boyalar beton yüzeylerde, parlak boyalar ise kapı, pencere ve metal yüzeylerde uygulanmaktadır [24].



Şekil 3. 1 Yaş boya üretim tankları [24]

3.7 Boya Testleri

Boya testleri; üreticinin her defasında aynı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip boyayı üretebilmesi, tüketicinin de kullanacağı boyanın fiziksel ve kimyasal özelliklerini bilerek seçmesi için gerekmektedir. Test panelinin cinsi, yüzey hazırlama şekli, boya kalınlıkları, panelin bulunduğu ve testin yapıldığı koşullar, kuruma önemli parametreler olarak sıralanabilmektedir. Bu etkenler elde edilecek test sonucunu büyük ölçüde etkilemektedir. Bu sebeplerden ötürü testlerin tekrar edilebilir olması gerekmekte ve

güvenilebilir sonuçlar elde etmek için yukarıda sıralanan parametrelerinde sabit tutulması gerekmektedir [25].

Boya üzerinde yapılan testler üç grupta toplanmaktadır:

- Yaş boya testleri,
- Kuru boya filmi üzerinde yapılan testler,
- Performans testleridir [25].

3.8 Yaş Boya Üzerinde Uygulanan Test ve Kontroller

Yaş boyada; katı madde miktarı, viskozite, yoğunluk, örtme gücü, gözle inceleme ezilme inceliği, akma ve sarkma limitinin belirlenmesi, kuruma hızı gibi test ve kontroller yapmaktadır.

Gözle incelemede, ambalajı içindeki boyanın yüzeyinde kaymak tabakasının oluşup oluşmadığı eğer var ise bu tabakanın kalınlığının, sertliğinin veya yumuşaklığının tespit edilmesi gerekmektedir. Eğer kaymaklaşma oluşmuş ancak çok kalın değilse kaymak tabakası bozulmadan alınarak boyanın süzüldürülerek kullanılması gerekmektedir. Boyanın kıvamına bakılarak boyada jel olup olmadığı kontrol edilmelidir. Bu kontrol ile jelleşme ve akışkan olmayan kısmın fark edilmesi gereklidir. Jelleşmeye doğru giden boyayı karıştırarak akıcı hale getirmek mümkün olmamaktadır. Boya karışımını oluşturan maddelerin çok farklı nitelikleri olduğu bilinmektedir. Bu maddelerin fazlar halinde birbirlerinden ayrılıp ayrılmadığı kontrol edilmelidir. Bir spatula yardımıyla boyada çökme olup olmadığı kontrol edilebilmektedir. Çökme varlığında çökmenin niteliği “sert” veya “yumuşak” çökme şeklinde ifade edilmelidir. Çökme yapmış boyanın, çöken kısmı iyice karıştırılarak homojen hale dönüştürülmeden kullanılmamalıdır. Bu işlem sırasında çökmenin niteliği “kolay karıştırılabilir”, “zor karıştırılabilir” veya “karıştırılamaz” olarak ifade edilmelidir. Aplikatör, tabanca gibi uygulama aparatı yardımıyla yapılan boyamalarda yüzeyde gözlenen harici taneciklere göre boya içinde yabancı madde varlığı ve süzme işleminin olup olmayacağının tespit edimesi gerekmektedir [25].

Viskozite boyanın önemli bir özelliği olarak boya spesifikasyonlarda belirtilen önemli bir parametre olarak yer almaktadır. Boyanın kullanılabilme niteliklerini belirlemektedir. Boya yüzeye belirli bir araç ile uygulanabilmektedir. Bu sebepten ötürü boyanın

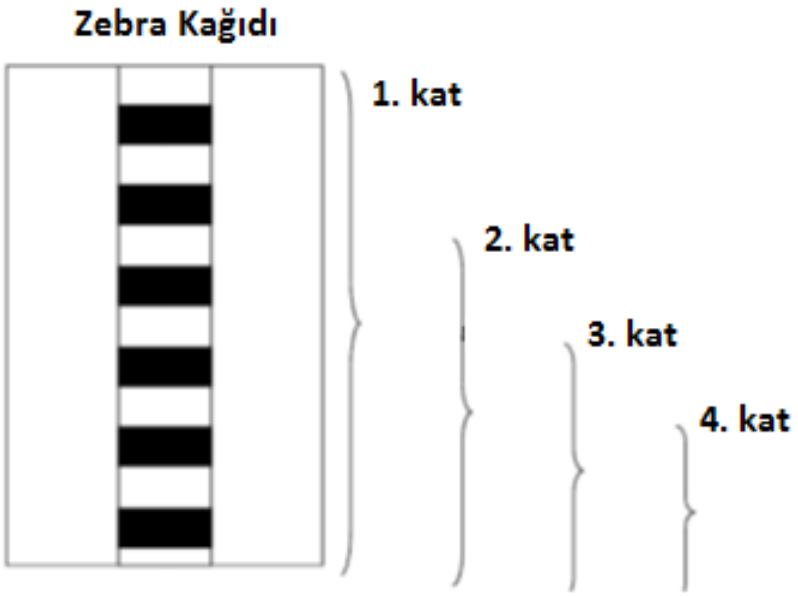
viskozitesinin boyanın uygun şekilde kullanılmasına olanak sağlaması gerekmektedir. Ayrıca boyanın viskozitesi uygulama sırasında fonksiyonel olan yayılma, sarkma, akma, fırça veya tabanca ile uygulanabilirliğini de etkilemektedir. Gelişen teknoloji sayesinde viskozite ve buna bağlı bulunan diğer boya niteliklerini ölçmek için pek çok araç geliştirilmiştir. Bu araç ve yöntemlerin bir kısmı çok özel ve kısıtlı bir çevrede kullanılırken bir kısmı da daha kompleks cihazların kullanımını gerektirmektedir. Kullanılan cihaz fark etmeksizin viskozite ölçümünde sıcaklık önem teşkil etmektedir. Viskozite, sıcaklığa büyük ölçüde bağlı olduğundan yüksek viskozitelerde 2–3 derecelik sıcaklık farkı, sonucu % 10–20 etkilemektedir [24].

Yoğunluk, ağırlık ve hacim arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Boyanın fonksiyonel özellikleri arasına girmemesine rağmen boya tüketiminin hesaplanabilmesi için gerekli olabilmektedir. Bununla birlikte boya formülasyonu ve ambalajlanma (ambalaj büyüklüğü ve tipinin seçimi) sırasında hem hammaddelerin hemde nihai boyanın yoğunlukları önem teşkil etmektedir [25]. Yoğunluk tayini büyük ölçüde 100 ml hacminde özel olarak yapılmış yoğunluk kabında (piknometre) ölçülmektedir. Yoğunluk kabının darası alınarak çok az taşacak şekilde boya ile doldurulmaktadır. Ardından yoğunluk kabının kapağı kapatılarak taşan boya temizlenerek tekrar tartım alınmaktadır. İki tartım arasındaki fark, 100 ml boyanın ağırlığı olup, hesaplanan değer kabın iç hacmine (100 ml) bölünerek yoğunluk bulunmaktadır. Ölçümler yapılırken boya sıcaklığı 20°C olmalı ve kullanılan terazi en az 0.01 gr hassasiyetinde olmasına dikkat edilmelidir [24].

Katı madde miktarı; boyayı oluşturan maddeler bağlayıcılar, pigmentler dolgu maddeleri, çözücüler boyanın yaklaşık % 95-99’ nu meydana getirmektedir. Bu sebepten katkı maddeleri göz ardı edilir ise boyanın katı madde miktarı, boya içindeki bağlayıcı, pigment ve dolgu maddeleri miktarının toplam boya miktarına oranı olarak ifade edilebilmektedir [25]. Boyada fazla miktarda çözücü kullanılmasının olumsuz yanı sadece fiyatla belirlenecek kadar kolay olmamaktadır. Fazla ve uygun olmayan çözücülerin varlığı çevre kirliliğine, insan sağlığına, düşük performansa ve fazla işçilik maliyetine neden olabilmektedir. Fazla tiner isteyen bir boya sadece boya miktarını artırdığı düşüncesi ile tercih edilebilmektedir. Ancak boyaya fazladan ilave edilen tinerin her gramı kaybedilmektedir. Çünkü tiner boyadan buharlaşarak uzaklaşacak ve geriye

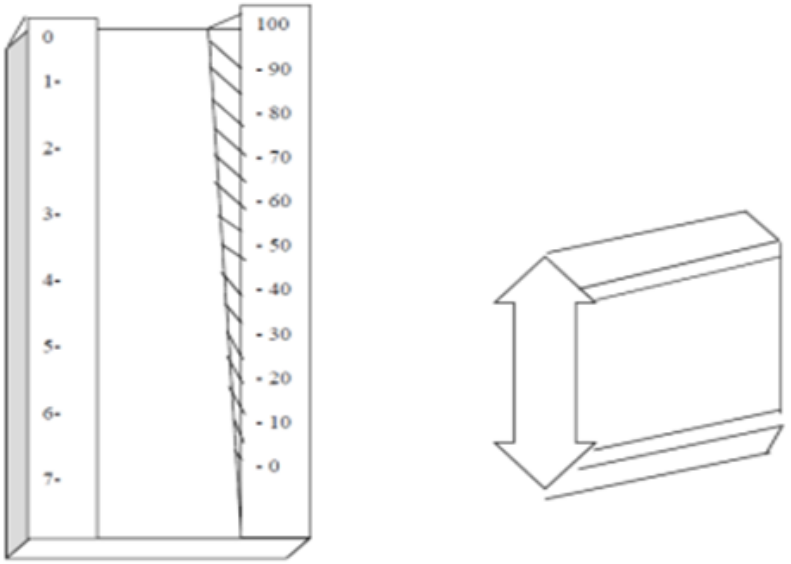
boyanın katı maddesi kalacaktır. Boyayı yapan personel daha hızlı çalışma ve işi çabuk bitirme bakımından fazla tiner kullanmayı ve bunu kaldıran boyaları tercih etmektedirler. Bu yaklaşım yüzeydeki boya filmi kalınlığının ince olmasına ve boyanın yeterli koruyuculuk özelliğini gösterememesine sebep olmaktadır. Boyanan yerin bir fabrika olduğu göz önüne alınırsa fabrikanın bir kat daha boyanması veya korozyon nedeniyle tesisin boya işi için devreden çıkmasının doğuracağı ekonomik kayıplar boya, boya, tiner, işçilik gibi için yapılan harcamaların yanında daha fazla maliyete neden olacaktır. Fazla tiner ilavesiyle bu kimyasal gereksiz yere kullanılarak sahip olduğu çözücülerin olumsuz etkilerinin artmasına da neden olmaktadır. Katı madde miktari tayini için çapı 50 mm, kenar yüksekliği 5 mm olan alüminyum kapaklar temizlenerek darası alınmaktadır. Bu kapak için 1- 2 gr kadar boya tartılmaktadır. İhtiyaç halinde bir spatula yardımı ile yüzeye iyice yaydırılmaktadır. Boya tartılan kapak hava sirkülasyonlu bir fırında, 105°C' de 3 saat bekletilir. Belirlenen süre sonunda desikatörde soğutularak tekrar tartımı alınmaktadır. Birim miktar (1 litre veya 1 kilogram) boya ile boyanabilen alan hesaplanması veya birim alanın boyanması için tüketilmesi gereken boya miktarının (litre veya kilogram) hesaplanması için kullanılan boyanın hacimsel katı ve özgül ağırlık gibi temel iki değeri ile uygulamada ulaşılmak istenen boya kuru film kalınlığının bilinmesi gerekmektedir [26]. Boyalarda örtme gücü (örtücülüğü), uygulandığı yüzeyi tamamen kapatma gücü olarak ifade edilmektedir. Genel olarak bir litre boya ile kapatılabilen alan m^2 olarak (m^2/lt) belirtilmektedir. Boyaların örtücülük özelliği, içinde bulunan pigmentten ileri gelmektedir [25]. Örtme gücü tayini için (zebra kağıdı ile), büyük bir test plakasına (225x 365 mm) ortaya gelecek şekilde 6 cm genişliğinde zebra kağıdı kenarlarından şeffaf yapışkan bant ile yapıştırılmaktadır. Panelin tamamına bir kat boya uygulanarak her seferinde Şekil 3. 2' de görüldüğü gibi 3- 4 cm aşağıdan başlamak üzere 2., 3., 4., ... katlar uygulanmaktadır. Bu sayede panel boyunca artan kalınlıklarda bir boya filmi elde edilmektedir. Boya filmi kuruduktan sonra panel incelenerek zebra kâğıdının siyah ve beyaz şeritlerinin fark edilmediği nokta işaretlenmektedir. Bu noktaların her iki yanındaki film kalınlığı ölçülmektedir. Ölçülen değerin ortalaması

mikron cinsinden kuru film örtücülüğü olarak ifade edilmektedir [26].



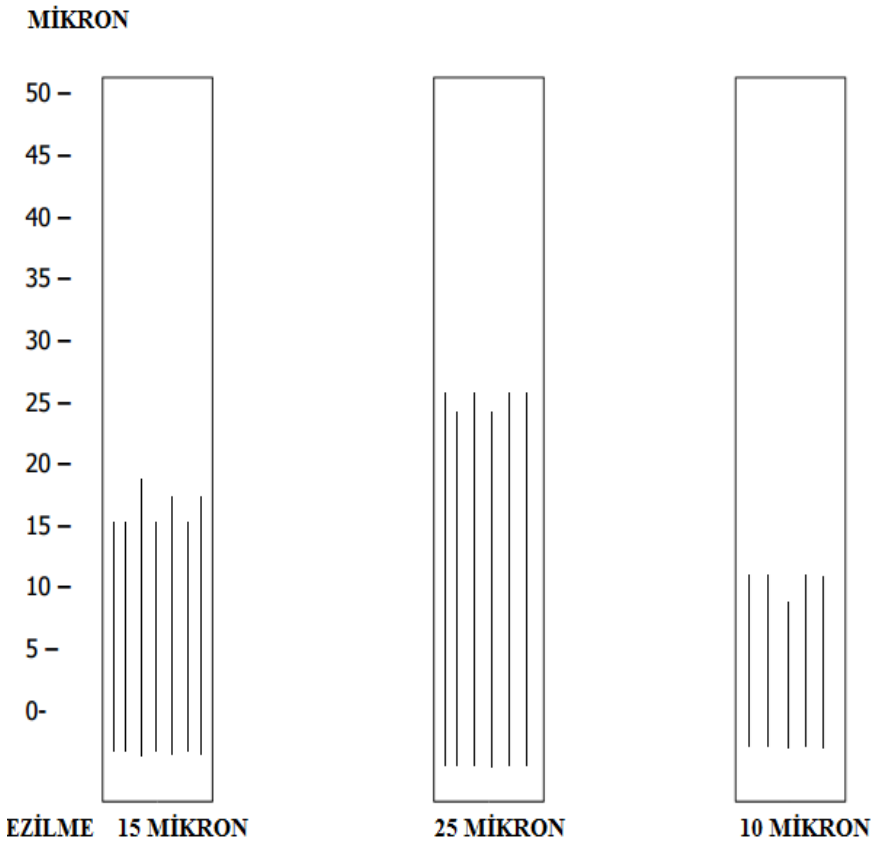
Şekil 3. 2 Zebra kağıdı ile boyanın örtme gücü testi

Ezilme inceliği, boya üretim süreci göz önüne alındığında, en önemli adımın ezilme (dispersiyon) aşaması olduğu görülmektedir. Boyaya başta renk ve örtücülük olmak üzere, birçok özelliği kazandıran pigmentler 0.01 – 25 mikron büyüklükte temin edilebilmektedir. Boya üreticileri, bu pigmentleri ezme aşamasından geçirerek istenen mikron büyüklüğüne indirgemektedir. Bu sayede boyadaki reçineye bağlanmasını sağlanmaktadır [25]. Ezilmesi yeterli derecede olmayan bir boya, kendisinden beklenen performansını gösterememekte, örtücülüğü düşmektedir. Bununla birlikte pigmentin renk verme şiddeti çok düşmekte, boyanın parlaklığı azalmakta, zamanla iyi ezilmemiş iri taneler parçalanmakta ve bu parçalanma boyanın, ambalajı içinde renk değiştirmesine neden olmaktadır. Ezilmesi yetersiz olan boya atmosferik etkilerden (nem, güneş ışığı) etkilenmekte, kimyasal direnci çok düşmektedir. Ezilme inceliğinin tespiti için kullanılan gereçlerin farklı çeşitleri bulunmaktadır. Ancak en yaygın kullanılan Şekil 3.3‘ te gösterilen Hegman Grindometre olmuştur. Temelde hepsinin çalışma prensibi aynı olmaktadır. Bu cihaz, 20x5 cm boyutlarında çelik bir bloktur. Üzerinde dikdörtgen şeklinde bir oyuk bulunmaktadır. Bu oyuğun derinliği blok uzunluğunca “0” dan “50” mikrona veya “100” mikrona kadar değişmektedir [26].



Şekil 3. 3 Hegman grindometresi

Yatay bir masa üzerine kaymayacak şekilde yerleştirilen çelik bloğun üzerindeki oyuğun derin kenarına 1-2 ml boya konulur. Çekme bıçağı dik veya dikeye yakın bir durumda tutularak sabit hızla çekilerek boyanın oyuk üzerine yayılması sağlanmaktadır. Blok ele alınarak göz hizasına getirilerek değişik açılardan incelenmektedir. Yeni örnek boya, kabul edilmiş bir standartla yan yana cam panel üzerine aplikator ile çekilmektedir. Yeni örneğin ezilme inceliği, boya filmi yaş halde iken ve kuruduktan sonra incelenerek standarda göre iyi, kötü veya aynı olarak belirtilmektedir. Bloktaki pigment taneciklerinin görüldüğü nokta ezilme derecesi olarak tespit edilmektedir. O noktada okunan tane iriliği ezilme derecesi olarak saptanmaktadır [26]. Şekil 3.4' te gösterilmiştir. Akma ve sarkma limiti, bu yöntem uygulaması yapılan her tür boyanın akma ve sarkma limitini belirlemek için kullanılır. Büyük test plakasına yapışkan bant yapıştırılarak test plakası üzerine 1 kat boya uygulanmaktadır. Her defasında (dikey olarak) 3-4 cm sağdan başlanarak test plakası üzerine 2., 3., 4., 5....katlar uygulanmaktadır. Uygulama yapılırken katlar arasında 1 – 2 dk beklenmektedir. Uygulama bittikten 1 dakika sonra yapışkan bant çıkartılmaktadır. Test plakası yine dikey olarak kurumaya bırakılır. Boya kuruduktan sonra test plakası üzerindeki kademeli film kalınlıkları ince filmden kalın filme doğru ölçülmektedir.



Şekil 3. 4 Ezilme inceliği test sonucu

Boyanın akmaya ve sarkmaya başladığı nokta mikron olarak tespit edilmektedir. Sarkmanın tespit edildiği ilk noktadaki kuru film kalınlığı, boyanın sarkma limiti olarak belirlenmektedir [26].

3.9 Kuru Boya Üzerinde Uygulanan Test ve Kontroller

Kuru boya filmi üzerinde kuruma süresi, parlaklık, renk kontrolü, sertlik, yapışma, elastikiyet, darbe direnci gibi testler yapılmaktadır.

Boya panele uygulanmasının ardından bir dizi kimyasal ve fiziksel değişiklik geçirerek kurumaktadırlar. Boyanın kürlenebilmesi, bir diğer ifade ile kendinden beklenilen fiziksel ve kimyasal özelliklerini tam olarak elde edebilmesi için kuruma süresinin ve bu süre içinde boya filminin içinde bulunduğu ortam ve koşulların (nem, sıcaklık) etkisi oldukça önem teşkil etmektedir. Aksi belirtilmediği sürece, hava ile kuruyan boyalar uygulanmasının ardından 3-7 gün sonra, fırın kurumalı boyalar ise fırın çıkışından 24 saat sonra test edilmektedir. Boyalı paneller testten önce son 24 saati sıcaklığı ve nemi sabit tutulan bir klima odasında (20°C/nem % 55 ± 5) muhafaza edilmelidir. Boyaların

performansını belirlemek için birden çok değişkenin kontrol edilebilmesi ve objektif olarak değerlendirilmesi için boya testlerinde kullanılan panellerin çok itinalı seçilmesi ve hazırlanması gerekmektedir. Testler için: teneke, çelik, alüminyum, cam, galvaniz, kağıt paneller ve hafif metaller kullanılmaktadır [25].

Kuruma süresi, fırın kurumalı boyalarda kuruma süresi belirlenmiştir. Boyanan parça belirli sıcaklıkta, belirli bir süre bekletilmelidir. Hava kurumalı boyalarda kuruma, uzun bir zaman alıp, bu zamanın farklı kademeleri aynı anlamda veya anlamları birbirine çok yakın olan farklı terimlerle ifade edilebilmektedir. Bunlardan bazıları: toz kuruması, dokunma kuruması, tam kuruma, zımparalanma süresi olarak verilmiştir [25].

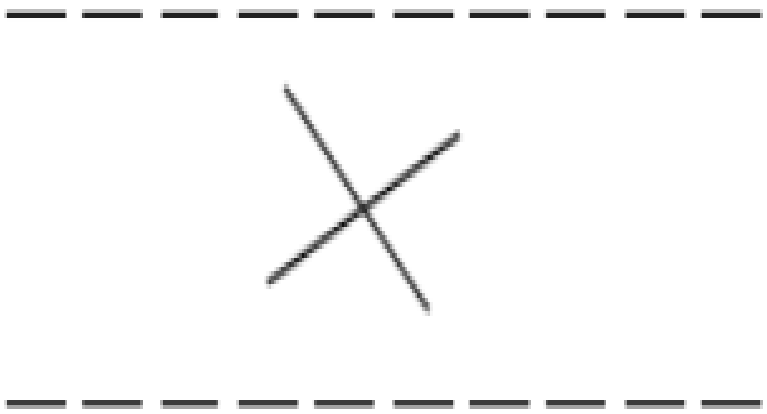
Boya kullanıcısı boyayı uygulayacağı yüzeye göre bir renk ister. Bu nedenden dolayı boya üreticisi talep ettiği rengi net bir şekilde ifade etmelidir. Rengi tarif etmek için, standart olacak bir renk plakası veya kolaylıkla ulaşılabilecek standartlaştırılmış bir renk katalogu ve renk numarasını bildirmelidir [26].

Yüzey parlaklığı, bir cismin yüzeyine gelen ışın yoğunluğunun yüzeyden yansıyan ışın yoğunluğuna oranı olarak ifade edilmektedir. Işığın yansıma kabiliyeti yüzeyin özellikleriyle ilişkilidir. Parlaklık Glossmetre ile ölçülmektedir. Birimi "Gloss"tur. Ölçüm açısı ölçüm yapılacak yüzeye bağlı olmaktadır. Yüzey pürüzlülüğü ve düzensizlikleri ışığın düzgün yansımasına engel olarak yüzeyin parlaklığını azaltmaktadır. Bir diğer taraftan malzemenin niteliklerine bağlı olarak, yüzeye gelen ışınların cisim tarafından kısmen kırılması ile cismin yansıtma yeteneğini azaltmaktadır. Tam yansımada ise yüzeye gelen ışın demeti yönünü geldiği açıyla tamamen değiştirdiğinden maksimum parlaklık sağlamaktadır. Yüzeydeki mikro ve makro seviyedeki pürüzlülükler ise gelen ışığı değişik açılarda yansıttığından dolayı cismin yüzeyinin donuk gözükmesine neden olmaktadır [27].

Sert bir cismin uygulayacağı çizme, batma, yorarak deforme etme gibi etkilere karşı boya filminin vereceği direncin ölçüsüne sertlik denilmektedir. Yüzey sertliği boyanın temel özelliklerindendir. Sertlik, boyanın kürlenme derecesine ve yapısına göre değişmektedir. Kürlenmiş boya filminin sertliği, sıcaklık ve rutubete bağlı olarak değişmektedir [27].

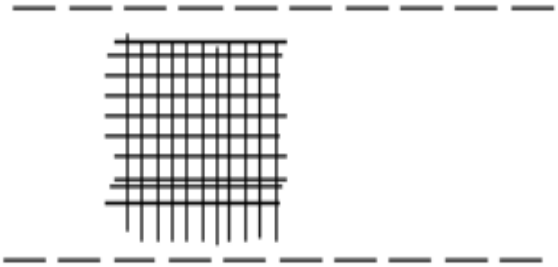
Yapışma, boyanın uygulandığı yüzeyle bir arada tutulmasını ifade etmektedir. Kimyasal veya fiziksel kuvvetler yüzeylerin bir arada tutulmasını sağlamaktadır. Boyalarda

yapışmanın değerlendirilmesi için yapışmayı sağlayan bütün güçlerin toplamının ölçülmesi yöntemi kullanılmaktadır. Kuru boya filminin yüzeyden kalkması çeşitli şekilde mümkün olduğundan, yapışmanın ölçülmesinde boyanın kaldırılması için farklı yöntemler uygulanmaktadır. Bu yöntemler çapraz çizgi yöntemi ve tarama yöntemi (kareleme) yöntemidir. Çapraz çizgi yöntemi, yapışma özelliği kısmen zayıf (selülozik boya, astarlar, endüstriyel boyalar gibi) olan boya filmleri için kullanılmaktadır. Boya filmi üzerinde 1,5 –2 cm uzunluğunda 45° açılı iki çapraz çizgi çizilmektedir. Çizgi üzerine yan kenarları 135°' lik açıların karşısına gelecek şekilde yapışkan bant yapıştırılmaktadır. Bantla panel arasında kalan hava kabarcıkları parmakla ovularak giderilmektedir. Yapışkan bandın bir ucu serbest bırakılarak bir ucundan tutulan bant ani bir hareketle yüzeye dik olarak çekilmektedir.



Şekil 3. 5 Çapraz çizgi yöntemi ile yapışma testi

Tarama yöntemi (kareleme), çoğunlukla bu yöntem kullanılmaktadır. Boya filmi üzerinde kuru film kalınlığı 60 mikrondan küçük ise 1 mm, 60-120 mikron ise 2 mm ve 120 mikrondan büyük ise 3 mm ara ile birbirini dik olarak kesen 11 yatay, 11 düşey çizgi çizilmektedir. Böylece 1 cm^{2}' lik alan 100 eşit parçaya bölünmektedir. Yapışkan bant yukarıda tarif edildiği gibi uygulanarak sonuçlandırma yapılmaktadır [25].



Şekil 3. 6 Tarama yöntemi ile yapışma testi

Elastikiyet, boya gibi malzemeler için elastikiyet, boya filminin herhangi bir çatlak göstermeden bükülebilmesi ve uzayabilmesi şeklinde ifade edilmiştir. Boyanın kuru film elastikiyet özelliği ağır testlerle incelenmektedir. Böylece boyanın daha sonradan uğrayacağı deformasyonlara karşı direnci önceden test edilmiş olmaktadır. Elastikiyet ölçümü için konik bükme, silindirik bükme ve derin çekme cihazlarından biri ya da tümü kullanılabilmektedir [26].

Darbe direnci, kuru boya filminin üzerine yapılan ani kuvvetlere karşı gösterdiği direnç darbe direncidir. Bu test, boyalar için yapılmış özel darbe cihazlarıile yapılmaktadır [25].

3.10 Performans Testleri

Boyaların kullanım koşullarındaki performansının belirlenmesidir. Ancak bu testler oldukça pahalı ve zaman isteyen testler olmaktadır. Bu nedenle bu testlerin daha küçük çaplı ve bulunacağı ortam şartları daha da ağırlaştırılarak daha kısa sürede sonuçlandırılmasını sağlamak için birçok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemler; nem odası, tuzlu su sisi, yaşlandırma, kimyasal maddelere karşı direnç testleridir [25].

Bir yüzey üzerine uygulanmış ve tam sertliğe kavuşmuş bir kaplama filminin hangi alanlarda kullanılmasının doğru olduğunu belirleyebilmek için faydalanılan testlerden biri kimyasallara dayanım testidir. Filmin kimyasal dayanıklılığı; filmin polimerik yapısının, pigmentlerinin, dolgularının ve katkılarının direncinden meydana gelmektedir. Bu sayılan parametrelerden birinin zayıflılığı filmin dirençsizliği olarak ifade edilmektedir.

Üzerine organik kaplama uygulanmış ve sertleştirilmiş malzemelerin üzerindeki filmin maruz kalabilecekleri kimyasallara karşı direncini belirlemek için çeşitli testlerin uygulanması da yaygın bir uygulamadır.

Kullanım alanı ve işlevine göre, testlerde kullanılan başlıca kimyasallar; çeşitli asitler, kostik soda, boya çözgenleri, benzin, hidrolik sıvılar, gres, kuş pisliği etkisini benzeştiren enzim karışımları, deterjanlar, sodyum hipoklorit çözeltileri, çeşitli ev kimyasalları, meyve ve sebze suları, yemeklik yağlar, ketçap, sirke, mantar ve bakteri kültürleri olarak belirtilmiştir [28].

Nem, bütün yapı malzemelerini tahrip edebilmektedir. Koruyucu boyalarla nemin malzemeler üzerindeki etkisi kontrol edilmeye, azaltılmaya çalışılmaktadır. Boya filminin su veya su buharına karşı direnci nem odasında test edilmektedir [25].

BÖLÜM 4

LİTERATÜRDE YALITIM MALZEMELERİ

Organik ve mineral esaslı yalıtımla ile ilgili olarak, Panyakaev ve Fotios [29] tarafından yapılmış bu çalışma hindistan cevizi kabuğu ve küspe ile yapılan düşük yoğunluklu ısı yalıtım levhalarının üretimini açıklamaktadır. Bu çalışmada sıcak presleme yöntemi kullanılmıştır. Yalıtım levhalarının özellikleri üzerine yoğunluk ve presleme koşullarının etkisi rapor edilmiştir. Hindistan cevizi kabuğu ve küspe yalıtım levhalarının ısı iletkenliği ISO standartlarına göre ölçülmüştür. Bu tür selüloz lifleri ve mineral yünü gibi geleneksel izolasyon materyaline yakın olan her iki yalıtım levhasının, 0.046 W/m.K' den 0.068 W/m.K' e kadar ısı iletkenlik değerlerine sahip olabileceği gözlemlenerek ısı yalıtımı için uygun olabileceği düşünülmüştür. Tayland' ın bir tarım ülkesi olması, hindistan cevizinin ve küspenin bol miktarda bulunması, insan sağlığına olumsuz etkilerinin bulunmaması gibi nedenlerle bu çalışmada hindistan cevizi ve küspe lifleri kullanılmıştır [29].

Sıcak presleme metodu uygulamasıyla hindistan cevizi ve küspeden, 250-450 kg/m^3 gibi düşük yoğunluklarda bağlayıcısız yalıtım levhaları üretilmiştir. Levhanın fiziksel özelliklerinde presleme koşulları ve levha yoğunluğunun etkileri değerlendirilmiştir. Levhaların mekaniksel özelliklerinin artan levha yoğunluğu, presleme zamanı ve sıcaklıkla artığı gözlemlenmiştir. Bağlayıcısız hindistan cevizi kabuğu yalıtım levhaları, bağlayıcısız küspe yalıtım levhalarından suya karşı daha iyi bir kararlılık göstermektedir. Hindistan cevizi ve küspeden yapılan bağlayıcısız yalıtım levhalarının ısıl iletkenliği bilinen yalıtım malzemelerine yakın değerler göstermiştir. Bağlayıcısız küspe yalıtım levhaları, hindistan cevizi kabuğu levhalarına göre üstün özellikler sağlamaktadır.

350 kg/m^3 yoğunluğunda bağlayıcısız küspe yalıtım levhaları ısıl yalıtım uygulamaları için yapı malzemesi olarak kullanılabilmektedir. Çünkü bağlayıcısız levhalar herhangi kimyasal bağlayıcı olmadan atık malzemelerden yapılmaktadır. Ayrıca, bağlayıcısız levhaların üretim prosesi çok basit, ticari üretime kolayca uygulanabilen, özel bir ekonomi gerektirmeyen prosesler olmaktadır. Fakat Tayland' a benzer sıcak ve nemli iklimler de yalıtım levhalarının uygulanması özellikle organik malzemeler için bazı komplikasyonlar içermektedir. Bu tip levhalar için mantar büyümesi, böcek koruması, nem kontrolü ve su emme dirençleri incelenmesi gereken birçok konuyu piyasaya tanıtabilmektedir [29].

Organik ve mineral esaslı yalıtımla ile ilgili olarak, keten ve kenevir ısı yalıtımı hammaddesi olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada araştırmacıların amacı, ısı yalıtımı için keten ve kenevir bitki lifleri uygunluğunu değerlendirmektir. Bitki lifli izolasyonların gereksinimleri, işlevleri ve bunların yanma direnci tartışılmıştır. Isıl performans üzerine, ısı iletkenliği ve çeşitli parametrelerin etkileri gözden geçirilmiştir. Hammadde maliyetleri, kalite ve ekolojik yönler de dikkate alınmıştır. Çalışmada son olarak, gelecekteki araştırmalar için ihtiyaç önerilmiştir. Ancak, hasır lifleri bir doğal kaynak olarak mikrobiyal riskler içermektedir.Bu nedenle kaliteleri düzenli izlenmelidir. Hasat, işleme, imalat, inşaat ve binaların bakımı sırasında nem ve serbest su nedeniyle negatif etkilerin riskini önlemek için (kaplama) dikkatli işlemler gerekmektedir. Ayrıca, hasır lifli termal yalıtımın iç hava kalitesi üzerindeki olumsuz etkileri önlemek amacıyla ürün geliştirilmeli ve katkı maddelerinin kullanılması gerekmektedir [1].

Organik ve mineral esaslı yalıtımla ile ilgili olarak başka bir çalışmada, mümkün olan en düşük enerji tüketimine ulaşmak için enerji kaynaklarının sınırlı kullanımı gerektiğini savunmaktadır. Mineral kaplamalı boya ile boyanmış odada farklı sıcaklık ve alandaki akışkan için çeşitli durumlarda 2 boyutlu model olarak çalışılmıştır. Ayrıca, duvar sıcaklığındaki değişim ile absorpsiyon katsayısındaki değişim incelenmiştir. Sonuçlar karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, mineral parçacıklı kaplamanın termal yalıtımda önemli bir rol oynadığını ve enerji tüketiminde % 17 azalma olduğunu göstermiştir. Çalışma, binalardaki enerji kayıplarını, mineral kaplamalı boya ile azaltılması üzerine kullanılan teknolojiye dikkat çekmektedir. Tavan ve duvarlardaki ısı kayıpları göz önüne alındığında duvar ve çatılardaki enerji transferine odaklanmak gerekmektedir. Mineral kaplama

yapılan duvar ve çatılarda absorpsiyon katsayısını azaltarak, yapılardaki kayıp ısı da azaltılmış olmaktadır. Aslında boya içindeki ısı ve radyasyon bariyeri ısı kaybını azaltmakta ve ısının yapılara yaz boyu girmesi önlenmektedir [2].

Seramik kaplama, akrilik boya kaplama ve kaplamasız duvar, iyi kaplama konumunu belirlemek için farklı oda duvarlarında incelenmiştir. En iyi sonuçlar, seramik parçacıkla kaplamalı duvarların her iki yüzeyinin boyandığı değerler içindir. Boyalı iki yüzey arasında çok düşük bir ısı akısı olduğundan, duvarların dış yüzeyi boyanmıştır ve bu boya ekonomik yük ile ilgili olarak, seramik kaplamanın en uygun konumu duvarın dış yüzeyleri için olduğu gözlenmiştir. Seramik parçacıklı boya akrilik kaplamasız boya ile karşılaştırıldığı zaman, yaz ayları için; ısı kaybı miktarı duvarın dış yüzeyinde sırasıyla % 14 ve % 41 olur. Aynı durum kış aylarında geçerli olduğunda sırasıyla % 14 ve % 40 şeklindedir. Bu durum mineral kaplamanın enerji korunumu için eşsiz olduğunu gösterir ve ısıyı güneş gibi hiçbir kaynak olmadan yansıtmaktadır. Kışın ılıman, yazın serin bir hava oluşturmaktadır. Dış duvarlar ile ilgili araştırmalar en iyi sonuçların yaz aylarında olduğunu göstermektedir. Mineral kaplama olmayan duvarın her iki yüzeyi de aynı çevre koşulları ve güneş ışığına maruz kalmasına rağmen, kış mevsiminde aralarındaki ısı farkı, yaklaşık 4.5°C yoktur. Sıcaklık farkı mineral kaplamalı duvardaki ısı yayınımı ile açıklanabilmektedir. Seramik parçacıklı kaplamada yüksek ısı yansıma faktörü eklenir ve boyada çok büyük miktarda ısı dağılımı olmaktadır [2]. Akış ve seramik parçacık kaplama ve akrilik boya ile bir odada sıcaklık dağılımı farklı yazılımlar ile modellenmiş ve simülasyonlar yapılmıştır. Bu çalışma da seramik parçacıklı kaplamada oda sıcaklığının konfor sıcaklığına gerçekten yakın olduğu gözlemlenmiştir. Aslında seramik parçacıklar içeren kaplama ısıl izolatörler gibi davranırlar ve akrilik kaplama ile karşılaştırıldığında sırasıyla enerji tasarrufu % 17 ve % 16' dır. İki duvar arasında yapılan bir karşılaştırma da seramik bir kaplama vardır. Kaplama olanda enerji tasarrufu yaz ve kış aylarında % 17.5' dur. Seramik parçacıklı kaplamalı dış duvarda yaz ve kış aylarındaki enerji kaybı % 14 daha az ve akrilik kaplamalı duvarda kaplamasız duvara oranla % 40 daha azdır [2].

Organik ve mineral esaslı yalıtımla ile ilgili olarak, yapılan farklı bir çalışmada; konutlarda dış duvarlar ve çatı katlarında kullanılan organik ve mineral esaslı yalıtım ürünlerinin performansının değerlendirilmesi geleneksel Danimarka arazi evlerinde değerlendirilmiştir. Malzemelerin kapalı değerlendirme yeteneği malzemelerin

performansının ölçümleri kurulduktan sonra ve iki yıldan fazla periyotlarda konutlar normal kullanıma maruz bırakılarak Danimarka hava koşullarında işlenmiştir. Gözlemler, termografik gözlem; sıcaklık ölçümleri ve farklı malzemelerin kullanımı içinde nem koşullarına dayanmaktadır. Altı organik ve iki mineral lif malzemesi içeren ısı yalıtımı için sekiz farklı ürün kullanılmıştır. Gevşek dolgu malzemesi ve önceden tanımlanmış sabit şekilli ürünler kullanılmıştır. Sekiz farklı ürün on altı konuta kurulmuş, iki komşu konut her bir ürün ile izole edilmiştir. Tavan polietilen buhar bariyerleri ile inşa edilirken dış duvarlar polietilen buhar bariyerleri olmadan inşa edilmiştir [3]. Araştırmada nem ölçümleri iki kış boyunca yalıtım malzemelerinin içinde yapılmıştır. Araştırma sonuçları termografik gözlemler ile birlikte gösterilmiştir. Sonuçlar tipik bir Danimarka konutu inşa etmek için yolu göstermiş olup, her iki dış duvarlarda ve çatıda nem koşulları ısı yalıtım malzemesinde küf büyümesine ilişkin bir riske yol açmıştır. Ayrıca ısı yalıtımı için kullanılan özel malzemelerin kullanımı zeminde gözlenmiş, gözlemler tanımlanan malzemelerin zeminde kullanılabilir olduğunu göstermiştir. Ancak kalite güvencesi ve özelliklerin, malzemeleri tutmak için amaçlanan boşluğun sızdırmazlığını tanımlamak için gerekli olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kalite güvencenin malzemenin homojen dağılımlı sabit yoğunluğu ile malzemenin doldurduğu boşluğun yalıtımlı olmada amaçlandığından emin olmak için gerekli olduğu bulunmuştur.

Yapılan başka bir çalışmada, sertleşmiş melas bağlayıcı ve pomza ilavesiyle hafif, ısı yalıtımlı tuğla üretme ihtimali ayrıntılı bir biçimde deneysel verilerle incelenmiştir. Bu araştırma, sıva veya çimento kullanmadan pomza ve genişletilmiş perlit gibi hafif kütlelilerden suya dirençli veya su çekmez, ısı yalıtımlı, hafif ürünleri temel almıştır. Bu araştırmanın sonuçları ortaya koymaktadır ki; hafif ürünler ve çekme dayanımıyla ısı yalıtımlı maddeler için % 2,5 borak eklenmesiyle birlikte sertleşmiş melas bağlayıcı alternatif bir bağlayıcı olabilmektedir. Melas bağlayıcı, spesifik özelliklerle birlikte inşaat ve bina malzemeleri için çimentoya, sıva bağlayıcılara bir alternatif olabilmektedir [4]. Bu araştırmanın sonuçları göstermektedir ki; çimento ve alçı kullanmadan perlit ve pomzadan hafif, ısı yalıtımlı ve suya dirençli tuğla üretmek mümkün olmaktadır. % 2.5 amonyum nitrat sertleştirici ve % 2.5 boraks içeren melas bağlayıcının tuğla bileşimine katılmasıyla en yüksek çekme dayanımı elde edilmiştir. Çekme dirençleri, yüksek ısıl işlem sıcaklıklarından daha yüksek olmuştur. Tuğlalarda gereken ısı iletkenliği ve

yoğunluğuna bağlı olarak, tuğladaki pomza ile perlit yer değiştirme oranı ayarlanabilmektedir. Ancak bu durum tuğlanın çekme direncinde önemli bir azalmaya neden olabilmektedir [4].

Yapılan bir çalışmada; kaplama boyası, işlem kolaylığı sağlamakta, ekonomik olmakta, bakım kolaylığı sağlamakta ve ticari olarak kullanılabilmektedir. Güneş enerjisi değişimi spektral seçici boya ve kapmalarda kullanılmakta ve radyasyonsaldır. Güneş enerjisi değişimi, güneş ışığı absorplanmasını maksimum seviyede tutmak istemektedir. Araştırmalar, temiz enerjiye artan önem ile yeni teknikleri keşfetmeyi kapsamaktadır. Bu durum temiz ve etkin elektrik üretimini içermektedir. Yüzeylerde ki radyasyon uygunluklarını değiştirmek için geliştirilen çeşitli metotlar, boya ve kaplamalarda ki maliyeti azaltmak için açık avantajlara sahiptir. Buna rağmen alışılmış enerji tüketim tekniğine benzer bazı çok önemli iyileştirmelerin, uygun performans gerekliliğini elde eden bazı yenilikler için yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır [30].

Farklı bir çalışmada, oluklu fiber çimento çatının levhaları üzerine uygulanan benzer renklerin (beyaz, kahverengi ve sarı) konveksiyonel renkli akrilik boyalarla karşılaştırıldığında kızılötesi yansıtıcı pigmentler içeren soğuk renkli akrilik boyaların termal performansını araştırmaktır. Sonuçlar, soğuk renkli boya formülasyonlarının üretilen benzer renkli boyalardan daha konveksiyonel ve yüzey sıcaklıkları kızıl ötesi radyasyona maruz kaldığı zaman konveksiyonel boyalardan 10˚C' den daha düşük olduğunu göstermiştir. Sonuçta, soğuk boyalar bina içi ısı konforunu arttırmakta ve klima maliyetlerini düşürebilmektedir [31].

Kayhana vd. [32] yapmış olduğu araştırmada uyduların dış optik yüzeyleri, doğrudan sert uzay ortamında maruz kaldığı belirtilmiştir. Termal kontrol boyalar alçak yörünge de karşılaşılan şartlara dayanıklıdır: vakum, atomik oksijen, ısıl döngü ve morötesi ışınım. Bu çalışmada iki beyaz boya, uzay yapılarına uygulama için ultrasonik dağıtma yöntemi ile hazırlanmıştır. Beyaz boyalar, çinko oksit pigmentli silikon elastomer içermektedirler. Bu kaplamalar elektriği iletmezler. Burada atomik oksijen altında termal kontrol boyalarının davranışı sunulmuştur. Atomik oksijenin maruz bıraktığı etkiler tamamlayıcı teknikler içeren taramalı elektron mikroskopisi ve atomik kuvvet mikroskopisiyle boya örneklerinin kütle kaybı incelenmiştir [32].

Yapılan bir çalışmada, bir yerleşik yapının enerji ihtiyacı ve termal davranışındaki ısıl yalıtım veya soğuk boyaların kullanımının etkilerini incelemiştir. Eski ve yeni yapılara bakılarak termal karakteristikleriyle yapılar düşünülmüştür. Sonuçlar, bilgisayar simülatör kullanımıyla elde edilmiştir [33].

BÖLÜM 5

DENEYSEL TASARIM

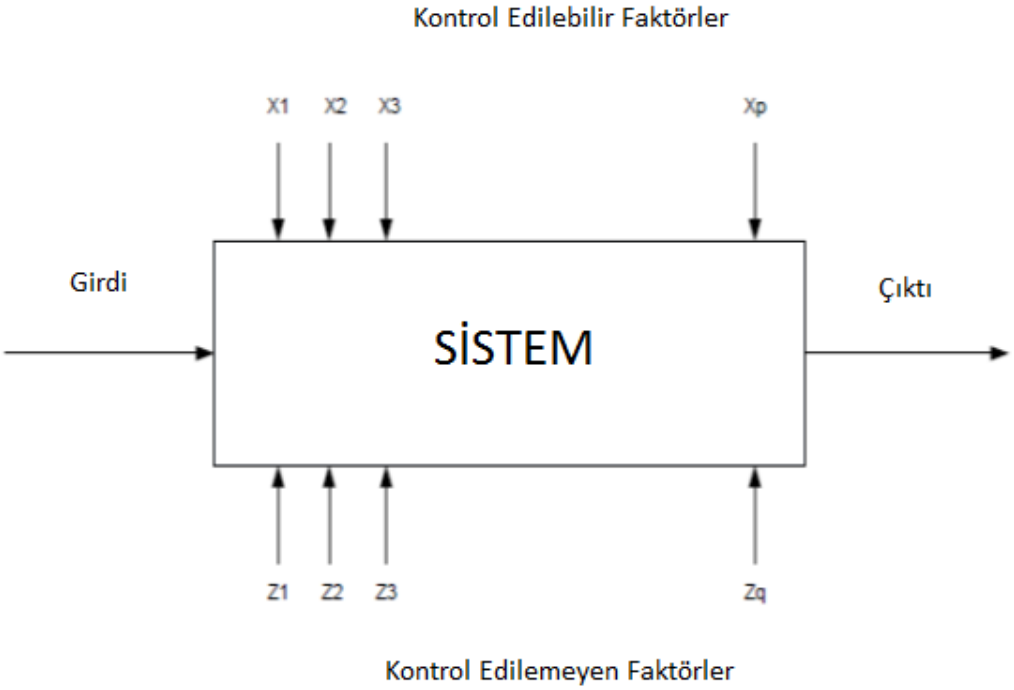
Deney tasarımı, 1920’ lerde İngiliz istatistikçi “Sir Ronald Fisher” tarafından tarım alanında üretim verimliliğini arttırmak için yapmış olduğu çalışma sonucunda bulmuştur. Yöntem, Amerika’ da tarım sektöründe üretimin iyileştirilmesinde kullanılmıştır. Amerika’ nın bu alanda lider konuma gelmesine büyük katkıda bulunmuştur. Metod daha çok tarım sektöründe; farklı gübrelerin, gübre dozlarının, iklim etkisinin ve sulamanın çeşitli ürünlere olan etkisini görmek için uygulanmıştır. Herhangi bir ürün veya süreç tasarımında karşılaşılan problemlerde en iyi sonuçlarını şartları sağlayabilmek için performans özelliğini belirlenerek bu özelliği etkileyebilecek faktörler incelenmiştir. Bu faktörlerin performans çıktısı üzerindeki etkilerinin belirlenmesi ve en uygun kombinasyonunun yapılabilmesi için kontrol edilemeyen faktörler ile deneyler yapılmaktadır. Yapılan deneyler neticesinde elde edilen performans göstergesi değerlendirilip en uygun koşullar tespit edilmektedir. Bu sayede deneyler sisteme sorulan soru, deney sonuçları da sistemin verdiği cevap olarak algılanabilmektedir. Önemli nokta ise, doğru cevabı bulabilmek için doğru sorunun sorulmasıdır [34].

Deney Tasarımı; deney, düzen ve çözümleme olarak üç adımda incelenmektedir. Kısaca deneysel tasarımın adımları:

- Etkileri arasındaki gerçek farkların araştırılması istenen faktörler ve seviyelerin belirlenmesi,
- Deneyde her faktör için kaç tekrar yapılacağına karar verilmesi,
- Veri analizinde kullanılacak tekniklerin belirlenmesi,

- Belirlenen deney tasarımıyla elde edilen deneysel veri sonuçlarının yorumlanmasıdır.

Deneysel tasarım, herhangi bir süreçte girilen değişkenleri üzerinde istenilen değişikliklerin yapılabilmesiyle cevap değişkeni üzerindeki değişkenliğin incelenmesi, elde edilmesi ve yorumlanması olarak ifade edilebilmektedir. Deneysel tasarı, süreç değişkenlerinin tanımlanmasında ve süreçteki değişkenliğin azaltılmasında kullanılan etkin bir metottur. Bir sistemin genel modeli Şekil 5. 1' de gösterilmektedir. Süreç değişkenlerinden X1, X2, ……, XP kontrol edilebilir değişkenler iken Z1, Z2,……..,Zq kontrol edilemeyen değişkenler olarak tanımlanabilmektedir [34].



Şekil 5. 1 Bir sistem veya sürecin genel gösterimi [34]

Deneysel tasarım, yeni bir sürecin geliştirilmesinde ve iyileştirilmesinde var olan süreci düzeltmede ciddi bir rol oynamaktadır. Burada istenen, sağlam bir süreç geliştirmektir. Değişkenliğin kaynağı olan, kontrol edilemeyen değişkenlerin (Z1, Z2, ….,Zq) etkisinin en az görüldüğü bir süreç ile en iyi koşulları sağlamaktadır [34].

5.1 Taguchi Yöntemi

Düşük maliyetli, yüksek kalitede ve güvenilir ürünler üretmek ya da hizmet sunmak günümüzün ekonomisinde hayatta kalabilmenin bir yolu olmaktadır. Birçok kalite uzmanı bunun ürün tasarımına odaklanmak olduğunu söylemektedir. Bunun kaliteyi, kontrol ile sağlamak yerine tasarım sırasında sağlamanın daha kolay olacağı ifade edilmiştir. Kaliteyi tasarlanın, üretilmiş ürünü revize ederek iyi ürün haline dönüştürmekten çok daha ucuz olacağı belirtilmiştir. Bu sebepten dolayı düşük maliyetli, ancak yüksek kaliteli ürünleri üretebilmek için teknolojiyi ve istatistikî metotları henüz tasarım aşamasında etkin bir şekilde kullanmanın gerekliliği ön görülmüştür. Kalite birçok kişi tarafından toleransları sağlamak, sıfır hata veya yalnızca müşteri tatmini olarak ifade edilmiştir. Ancak bu tanımlar kalite ve bu kaliteyi sağlamak için gerekli maliyet arasındaki ilişkiye bir netlik vermemiştir. Ancak Taguchi' nin kalite anlayışı, kalite ile maliyet arasındaki ilişkiyi en iyi şekilde tanımlamaktadır. Bu ilişki sadece üreticiyi ilgilendiren bir ilişki değil aynı zamanda müşteriyi hatta toplumu ilgilendiren bir ilişki olmaktadır [35].

5.2 Sistem Tasarımı

Sistem tasarımı, prosesin ilk basamağını oluşturmaktadır. Bu basamakta tasarımcı tarafından ürünün istenen fonksiyonlarının sağlanabilmesi için teknolojiler tasarlanmakta ve ürün için en uygun olan bir tanesi seçilmektedir [35].

Sistem tasarımı daha çok kavramsal yönlü bir adım olduğundan mühendislik deneyimi gerektirmektedir. İstatistiksel yöntemlerin bu aşamadaki rolü az olmaktadır. Kalitenin tasarımı ve geliştirilmesi çalışmalarına yatırıma aynı zamanda hazırlık aşaması da denilmektedir. Burada hedef üretim aşamasında spesifik limitler ve toleranslar dahilinde en küçük maliyetle mamul üretimini gerçekleştirmektir. Bunun için pazar araştırması, teknolojik gelişmelerden yararlanabilmektedir [35].

5.3 Parametre Tasarımı

Parametre tasarımı, değişkenlik kaynaklarını kontrol etmek yerine, değişkenlik kaynaklarının performans değişkenliği üzerindeki etkinlikleri azaltılarak mühendislik tasarımlarını geliştirmede etkin bir metod olmuştur. Buradan yola çıkarak, performans

değişkenliğini en küçükleyen ürün (süreç) kontrol edilebilen değişken değerlerini belirlemek için yapılan çalışmalara parametre tasarımı denilmektedir [36].

Süreç iyileştirme ve geliştirmenin en önemli adımı parametre tasarımıdır. Parametre tasarımında temel amaç, performans karakteristiğinin hedef değerini korurken değişkenliği en küçükleyecek faktör seviyelerini belirlemektir. Değişkenliğe etki eden faktörleri belirledikten sonra kontrol edilebilir faktörlerin seviyeleri üzerinde ayarlamalar yapılabilmektedir. Kontrol edilemeyen faktörler ise değişikliklere karşı duyarsız hale getirilmeye çalışılmaktadır [35].

Üretilecek ya da geliştirilecek olan ürünün özelliklerini en iyi değerlere ulaştırmak için üretimde kullanılan parametrelerin iyileştirilmesi sağlanmaktadır. Parametreler için en iyi seviyeler tercih edilmelidir. Üretim sırasında ürünün kalitesini olumsuz etkileyecek kontrol edilemeyen etkiler belirlenmeli ve bunlar kontrol edilemeyen parametre olarak adlandırılmalıdır. Devamında bu parametrelerin etkileri en küçüklenmelidir. Parametreler bloklanırken Taguchi' nin geliştirmiş olduğu ortagonal diziler kullanılmaktadır. Aynı zamanda sinyal gürültü oranı (S/N-Signal/Noise ratio) analizi ile de hesaplama yapılabilmektedir. Parametreler seçildikten sonra Taguchi ortagonal dizisinden bir dizinin seçilmesi gerekmektedir [37].

5.4 Tolerans Tasarımı

Tolerans tasarımında, parametre belirleme çalışmaları sonucu istenilen sonuca ulaşılamadığında ek olarak yapılan çalışmalardır. Bu aşamada gözlenen değerlerden yararlanılarak ürünün istenilen değerden sapma göstermesinin getirdiği kayıplar bulunarak sapmalar azaltılmaktadır [37].

Taguchi kayıp fonksiyonu olarak adlandırılan ve aynı zamanda gürültü oranı (S/N-Sinyal/Noise ratio) fonksiyonu olarak da tanımlanan 3 farklı amaca uygun fonksiyon bulunmaktadır. Buna göre, amacın "en küçük en iyi", "en büyük en iyi" ve "nominal en iyi" olmasına göre (5.1- 5.3) eşitlikleri kullanılarak S/N oranları hesaplanmaktadır.

En düşük (küçük) en iyi olduğu durumda:

$$\frac{S}{N} = -10\log(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i^2) \quad (5.1)$$

En yüksek (büyük) en iyi olduğu durumda:

$$\frac{S}{N} = -10\log(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{y_{i^2}}) \quad (5.2)$$

Nominal en iyi olduğu durumda:

$$\frac{S}{N} = 10\log(\frac{\overline{y^2}}{s^2}) \quad (5.3)$$

Eşitliklerde y_i: Performans yanıtının, i: Gözlem değeri, n: Bir denemedeki test sayısı, $\bar{y}$: Gözlem değerlerinin ortalaması ve S^2: Gözlem değerlerinin varyansını ifade etmektedir [37].

5.5 Taguchi Yönteminin Uygulama Adımları

Bir ürün veya süreçte sistematik bir yaklaşım izlemek, gerek deneysel tasarımının anlaşılabilirliği gerekse doğru sonuçların daha kolay bir şekilde alınabilmesi için Taguchi yöntemini etkin olarak kullanabilmek gereklidir. Taguchi yöntemlerinde yapılacak işlemler 10 başlık altında toplanmaktadır [35]:

- Problemin tespit edilmesi,
- Performans karakteristiği ve ölçüm sisteminin belirlenmesi,
- Performans karakteristiğini etkileyen faktörlerin ve seviyelerinin seçilmesi,
- Faktörlerin kontrol edilebilen ve kontrol edilemeyen faktörler olarak ayrılması,
- Etkileşimlerin belirlenmesi,
- Uygun ortogonal dizinin seçilmesi ve faktörlerin bu dizinlere atanması,
- Performans istatistiklerinin belirlenmesi,
- Deneylerin yapılması ve sonuçların kaydedilmesi,
- Veri analizi,
- Doğrulama deneylerinin yapılmasıdır.

Taguchi yöntemi, kalite optimizasyonu tasarımı için güçlü bir araçtır ve optimum kesme parametrelerini bulmak için kullanılmaktadır. Bir ortogonal dizi, (S/N) oranı sinyal-

gürültü ve varyans analizi (ANOVA) yaparak, deney sayısını azaltarak, çok çeşitli alanlarda kolaylıklar sağlamaktadır [38].

BÖLÜM 6

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

6.1 Kullanılan Malzemeler ve Kimyasallar

- Pomza (Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü),
- Zeolit (Eti Maden İşletmeleri),
- Su bazlı boya (Kayalar Kimya San. ve Tic. A.Ş., Düfa Boya),
- Fındık kabuğu (Karadeniz bölgesi),
- Acronol 290 D bağlayıcı (Kayalar Kimya San. ve Tic. A.Ş.,Düfa Boya),
- Silres BS 1306 hidrofobiklik sağlayıcı malzeme (Kayalar Kimya San. ve Tic. A.Ş.,Düfa Boya),
- Plaka (26 cmx26 cm).

6.2 Kullanılan Cihazlar

- Aplikatör (TQC – Bird Film Applıcators 4- Sided),
- FT-IR (Bruker – Ogus, Alpha-P), (Fourier Transform Infrared Spectroscopy),
- Isıl iletkenlik cihazı (özel imalat),
- Primer kırıcı (özel imalat),
- Sekonder kırıcı (özel imalat),
- Mekanik karıştırıcı (Pendraulık).

6.3 Deneyin Yapılışı

Pomza, zeolit ve fındık kabuğunun FT-IR cihazıyla moleküler bağ karakterizasyonu yapılarak ölçümleri alınmıştır. Daha sonrasında; pomza, zeolit ve fındık kabuğu, primer ve sekonder kırıcılarda küçük boyutlara getirilip bilyalı öğütücüde öğütülerek boya içerisine ilave edilmeye hazır hale getirilmiştir. Primer ve sekonder kırıcı Şekil 6. 1' de; bilyalı öğütücü Şekil 6. 2' de gösterilmiştir.



Şekil 6. 1 Primer ve sekonder kırıcılar



Şekil 6. 2 Bilyalı öğütücü

500 gramlık su bazlı boya üzerinden, % 0-6 (w/w) arasında belirli oranlarda ağırlıkça pomza, zeolit ve fındık kabuğu alınarak su bazlı boya ile karıştırılmıştır. Bu karışımlara,

su bazlı boya gramajının % 0.3 (w/w)'ü miktarına karşılık gelen 1,5 gr hidrofobiklik sağlayıcı malzeme ilave edilmiştir. Elde edilen karışımlar, 1000 rpm' de 3 dakika boyunca karıştırılmıştır. Şekil 6. 3' de karıştırma işlemi, Şekil 6. 4'de mekanik karıştırıcı verilmiştir.



Şekil 6. 3 Karıştırma işlemi



Şekil 6. 4 Mekanik karıştırıcı

Bu karıştırma işlemi sonucunda Taguchi metoduna göre hazırlanmış olan 9 farklı içerik oranına sahip boya ve maksimum fındık kabuk içeriğine sahip boya elde edilmiştir.

Elde edilen boyalar, çekme kalınlığı 200 µm olacak şekilde 26x26cm$^{2'}$ lik özel hazırlanmış plakalara uygulanmıştır. Belirli oranlarda malzemeleri içeren boyalar plakalara aplikatör ile uygulanmıştır. Şekil 6. 5' de, uygulamada kullanılan aplikatör gösterilmiştir.



Şekil 6. 5 Aplikatör

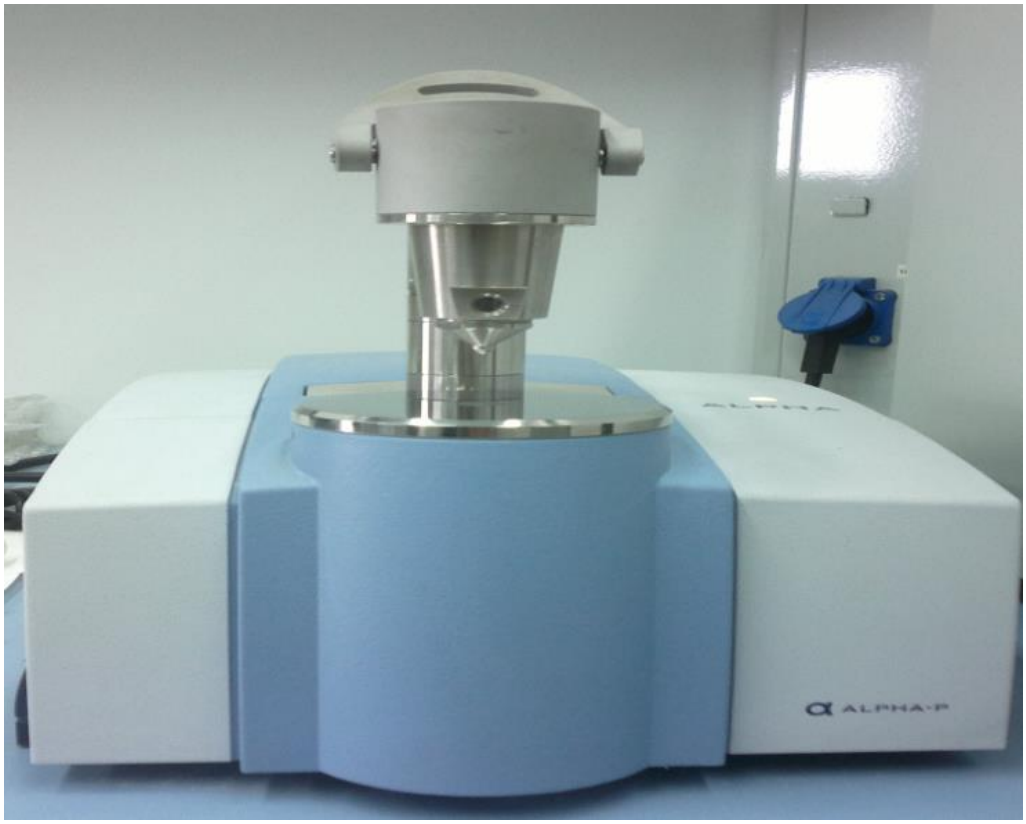
Uygulama sonrasında; boyanmış plakaların kuruması için 24 saat beklenmiştir. Boya uygulanmış plakaların, özel tasarlanmış ısıl iletkenlik cihazında ısıl iletkenlik katsayısı ölçümü alınmıştır. Isıl iletkenlik cihazından çıkan plakalara belirli görsel testler yapılmıştır. Bu işlemlerin her biri 10 farklı boya (Taguchi metoduna göre 9 farklı deney ve maksimum fındık kabuğu içeren 1 deney) için tekrar edilmiştir.

6.4 Karakterizasyon ve Isıl İletkenlik Tayini

Fourier Transform Infrared (FTIR) yöntemi, kızıl ötesi (IR) radyasyonun absorbsiyonu ile kimyasal bağların titreşiminin ölçülmesi temeline dayanmaktadır. Kızıl ötesi radyasyonu kimyasal bağların gerilme, büzülme ve bükülme gibi farklı titreşim hareketleri ile absorbe edilmektedir. Kızıl ötesi bölgesinde kimyasal bağların titreşimlerindeki değişim ve absorbsiyon özellikleri spektral piklerin oluşmasını sağlamaktadır. Her fonksiyonel grubun kendine özgü titreşim sıklığı bulunmaktadır. Her kızıl ötesi ışık dizisi (spectrum) özgüldür [39].

Moleküler bağ karakterizasyonu yapılarak; katı, sıvı, gaz veya çözelti halindeki organik bileşiklerin yapısındaki fonksiyonel gruplar, iki bileşiğin aynı olup olmadığı, yapıdaki bağların durumu, bağlanma yerleri ve yapının aromatik yada alifatik olup olmadığını saptayabilen Bruker–Ogus markalı Alpha-P modeline sahip FT-IR cihazı ile kullanılan hammaddelerin yapılarının tespiti için kullanılmıştır.

Isı yalıtım malzemelerinin iletkenlik testlerinde kullanılan ısıl iletkenlik katsayısı tayini için Yıldız Teknik Üniversitesi, Metalürji ve Malzeme Mühendisliği bölümünde özel olarak tasarlanmış ısıl iletkenlik cihazı kullanılmıştır. Şekil 6. 6' da FT-IR cihazı, Şekil 6. 7' de ısıl iletkenlik cihazı gösterilmektedir.



Şekil 6. 6 FT-IR cihazı



Şekil 6. 7 Isıl iletkenlik cihazı

6.5 Boya Testleri

10 farklı boyanın plakalara uygulamasından sonra her bir boyanmış plakaya, kuruluk testi, darbe direnç testi, yapışma testi, hidrofobisite testi yapılmıştır. Bunlara ek olarak, boyaların kapatıcılığını görmek için zebra kağıdı ile kapatıcılık testi uygulanmıştır.

BÖLÜM 7

DENEYSEL ANALİZ SONUÇLARI

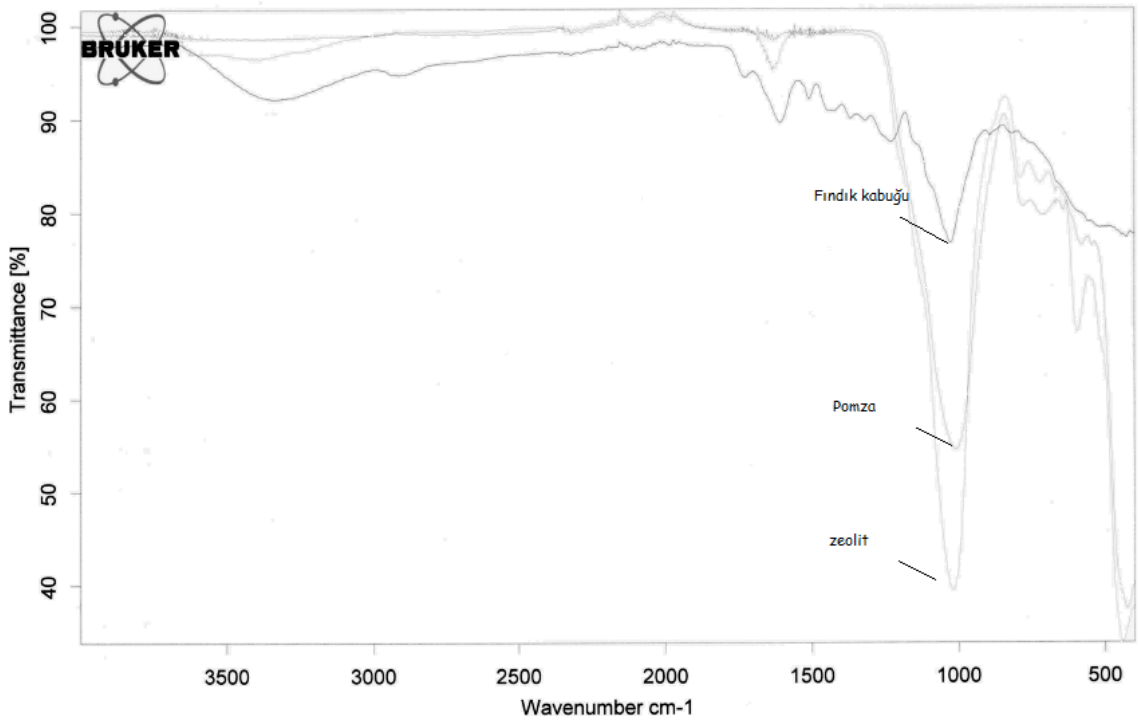
7.1 FT-IR Sonuçları

FT-IR (Fourier Transform Infrared), Fourier dönüşüm yöntemini kullanarak ışığın infrared yoğunluğuna karşı dalga sayısını ölçen bir kimyasal analitik yöntemdir. Yakın dalga boylu kızıl ötesi, orta dalga boylu kızıl ötesi ve uzak dalga boylu kızıl ötesi olmak üzere üç ana bölgeden oluşmaktadır [39]. Pomza, fındık kabuğu ve zeolit için FT-IR analizi spektrumu yapılmıştır. Sonuçlar Şekil 7. 1' de verilmiştir.

Zeolit içinde mevcut olan önemli yapısal gruplar infrared ışınlara maruz kalarak tespit edilebilmektedir. 1500-400 cm^{-1} arası kızıl ötesi spektrum bölgesi, zeolit çerçevenin yapısal özelliklerini gösteren bölgenin parmak izidir. 1000 cm^{-1} gibi keskin pikler zeolit için elde edilmiştir.

Pomza için FTIR spektrumu yaklaşık olarak 1700 cm^{-1} ve 1000 cm^{-1} değerlerinde gözlenmiştir. Bunun nedeni karbon- oksijen arası gerilme bandındaki deformasyondur.

Fındık kabuğu için FTIR spektrumu yaklaşık olarak 1600 cm^{-1} ve 1000 cm^{-1} değerlerinde gözlenmiştir. Yaklaşık olarak 1600 cm^{-1} olan pik lignin yapısında yer alan aromatik halka titreşimlerinden dolayıdır. Yaklaşık olarak 1000 cm^{-1} olan pik aromatik halkadaki karbon-hidrojen titreşimine ve birincil alkollerdeki karbon-oksijen deformasyonuna bağlıdır [40].



Şekil 7. 1 Hammaddeler için FT-IR analizi

7.2 Elek Analizi

Eleme, tanelerin belirli büyüklükteki delik, açıklıklardan geçebilme veya geçememesi prensibine göre yapılan tane büyüklüğüne göre sınıflandırma şeklidir. Elek analizi ise, farklı büyüklükteki tanelerden oluşan kırılmış veya öğütülmüş malzemenin tane boyutu dağılımını saptamaktır. Tane boyut dağılımı, bir numunede tanelerin boyutları ile miktarları arasında ilişkilendirilmektedir. Bir numunenin boyut dağılımı, bir numunede hangi boyutta ne kadar miktar malzeme bulunduğunu göstermektedir [41].

Bu çalışmada esas alınan, elek analizi sonuçları pomza için Çizelge 7. 1' de ve zeolit için Çizelge 7. 2' de detaylı olarak verilmiştir. Optimum elek boyutu daha fazla toz ürün çıkarmasından dolayı 200 μm olarak seçilmiştir. Bu nedenle fındık kabuğu numunesi 200 μm boyutunda hazır olarak temin edilmiştir.

Çizelge 7. 1 Pomza için elek analizi sonuçları

Açıklık boyutu (μm)	Elek üzerindeki kalıntı miktarı (g)	Elek üzerindeki kalıntı miktarı (w%)	Elek üzerindeki toplam kalıntı yüzdesi (%)	Elek altındaki toplam kalıntı yüzdesi (%)
1000	10,57	2,86	2,86	97,14
600	0,07	0,03	2,89	97,11
200	144,25	39,07	41,96	58,04
180	117,25	31,76	73,72	26,28
125	81,86	22,17	95,89	4,11
90	10,02	2,71	98,60	1,40
Elek altı	5,17	1,40	100,00	0,00
	369,19	100,00		

Çizelge 7. 2 Zeolit için elek analizi sonuçları

Açıklık boyutu (μm)	Elek üzerindeki kalıntı miktarı (g)	Elek üzerindeki kalıntı miktarı (w%)	Elek üzerindeki toplam kalıntı yüzdesi (%)	Elek altındaki toplam kalıntı yüzdesi (%)
1000	0,45	0,13	0,13	99,87
600	3,08	0,91	1,04	98,96
200	298,21	88,21	89,25	10,75
180	16,85	4,98	94,23	5,77
125	16,20	4,79	99,02	0,98
90	2,72	0,81	99,83	0,17
Elek altı	0,57	0,17	100,00	0,00
	338,08	100,00		

7.3 Taguchi Metodu

Bu çalışmada Taguchi L-9 ortogonal dizi, Çizelge 7. 3 ‘ te gösterildiği gibi üç düzeyde üç parametredeki deneyleri yürütmek için kullanılmıştır.

Çizelge 7. 3 Taguchi L-9 ortogonal dizi ve her bir aşama için test sonuçları

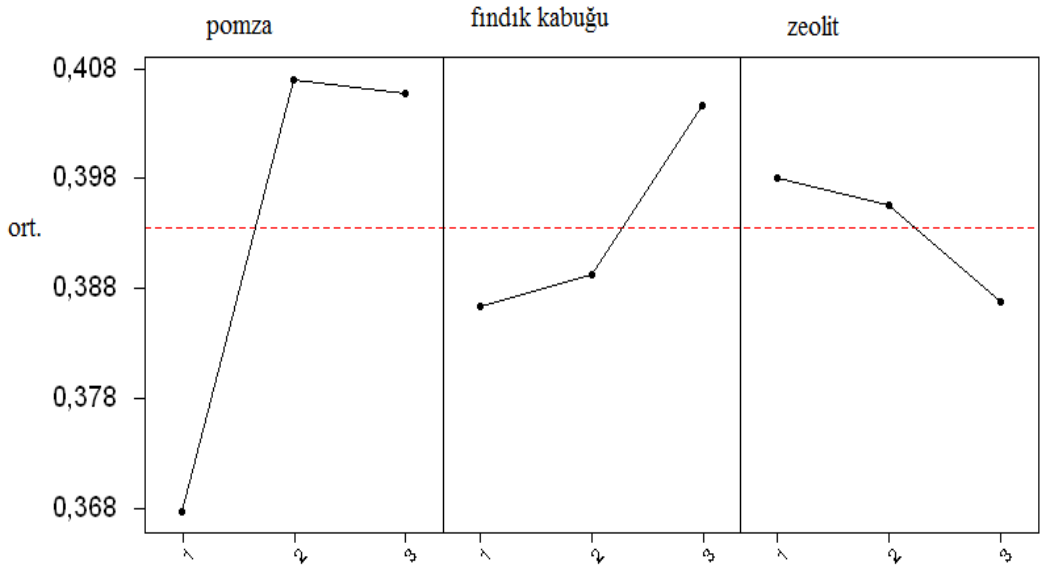
No	Pomza	Fındık Kabuğu	Zeolit	Viskozite (cp)	pH	ρ (g/mL)	Adhezyon testi	Hidrofobiklik testi
1	1	1	1	17100	8	1.8	+	+
2	1	2	2	19600	7	2.1	+	+
3	1	3	3	32300	7	2.1	+	+
4	2	1	2	17200	7	1.9	+	+
5	2	2	3	28000	7	2.1	+	+
6	2	3	1	22800	7	1.8	+	+
7	3	1	3	25800	7	1.8	+	+
8	3	2	1	17000	7	1.6	+	+
9	3	3	2	29500	7	2.2	+	+

L-9 tipi ortogonal dizide, L ve indis 9 sırasıyla; Latin kare ve deneylerin sayısı anlamına gelmektedir. Tam faktöriyel yaklaşımı ile prosesi optimize etmek için 27 deney gerekmektedir. Ama kısmı faktöriyel kullanılarak L-9 ortogonal dizinindeki deney sayısı 9’ a indirgenmiştir. Çizelge 7. 4 ‘te görüldüğü gibi deneylerin optimizasyon parametreleri seviyeleri 0-6 % aralığındadır.

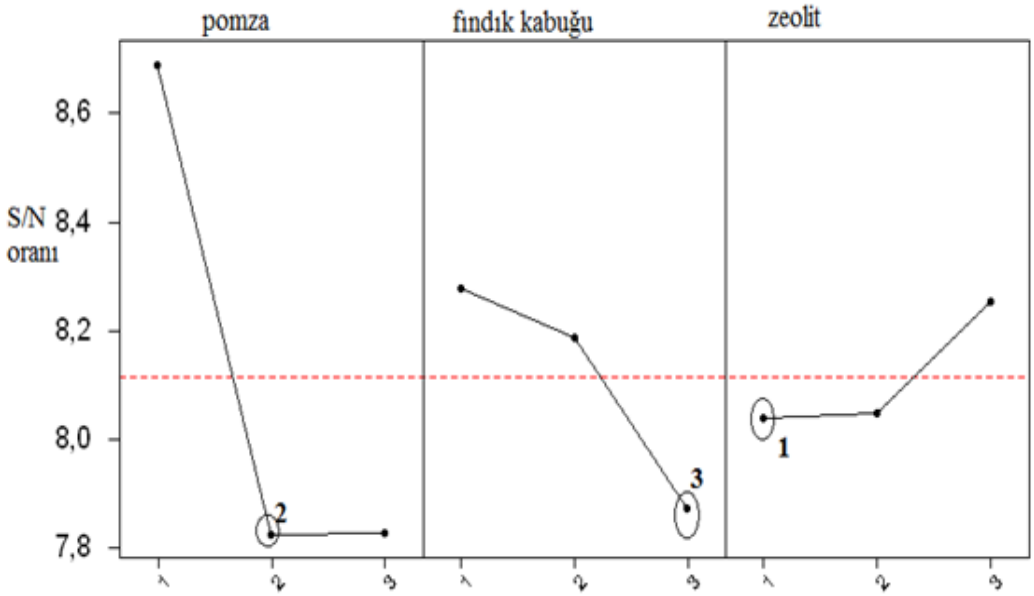
Çizelge 7. 4 Parametreler ve deneylerin optimizasyon parametreleri seviyeleri

Parametreler	Seviye 1 (%)	Seviye 2 (%)	Seviye 3 (%)
Pomza	0	3	6
Fındık kabuğu	0	3	6
Zeolit	0	3	6

(5.1), (5.2) ve (5.3) denklikleri esas alınarak hesaplanan ortalama değerler grafiği ve S/N değerleri grafiği, Şekil 7. 2 ve Şekil 7. 3’ de verilmiştir. Bu hesaplamalar ısı iletim katsayılarından faydalanılarak yapılmıştır.



Şekil 7. 2 Ortalamalar için ana etki eğrileri



Şekil 7. 3 S/N Oranı için ana etki eğrileri

Isı iletim katsayıları temelinde yapılan hesaplamalar esas alındığında ‘En küçük en iyidir.’ prensibine göre; Şekil 7. 3’ de gözlenebildiği üzere pomza için ikinci, fındık kabuğu için üçüncü ve zeolit için birinci seviyelerin kullanıldığı 6 numaralı deneyin en optimum sonucu verdiği görülmüştür.

7.4 Isıl İletkenlik Ölçüm Sonuçları

ISO ve CEN standartlarına göre ısı iletim katsayısı 0,065 W/m.K değerinden düşük olan malzemelere ısı yalıtım malzemeleri denilmektedir [42]. Bu çalışmada kullanılan hammaddelerin ölçülen ısıl iletkenlik değerleri Çizelge 7. 5' te verilmiştir.

Çizelge 7. 5 Hammaddelerin ısıl iletkenlik değerleri

Hammaddeler	k (W/m.K)
Pomza	0.38
Fındık kabuğu	0.36
Zeolit	0.33

10 farklı deneyin ısıl iletkenlik ölçüm sonuçlarından faydalanılarak, her bir deneme için % yalıtım oranları bulunmuştur. Bu sonuçlara göre Çizelge 7. 6' da görüldüğü gibi 6 numaralı numune en fazla ısı yalıtımı oranı sağlayan boyadır.

Çizelge 7. 6 Isı iletkenlik ölçüm sonuçlarına göre yalıtım yüzdeleri

Deney no	Isı iletim yüzdesi (%)
1	4,44
2	7,43
3	3,02
4	11,26
5	4,16
6	23,20
7	14,76
8	12,40
9	10,51
Fındık kabuğu	8,18

7.5 Görsel testler

10 farklı deneme (Taguchi metoduna göre 9 farklı içerikte olan ve maksimum fındık içeriğine sahip 1 deney) için yaş ve kuru boya filmi üzerine; zebra film kapatıcılık, kuruluk, darbe direnç, yapışma, hidrofobisite testleri yapılmıştır.

Kuruluk testleri için, dokunma kuruması ve tam kuruma testleri yapılmıştır. Dokunma kuruması, uygulanmış yaş boya filmi üzerine işaret parmağını boya yüzeyine çok hafif sürterek tespit edilebilmiştir ve kurumanın takriben 24 saat olduğu gözlemlenmiştir. Tam kuruma testinde, boya filmine başparmakla baskı uygulanmıştır ve en fazla kuvvet uygulanarak başparmak 90° çevrilmiştir. Film bozulmadığı için tam kurumanın gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Bu testler her 10 deney için yapılmıştır.

Darbe direnç testi, kuru boya film üzerine demir bilye ile ani kuvvet uygulanarak boyaların darbeye karşı dirençli oldukları gözlemlenmiştir.

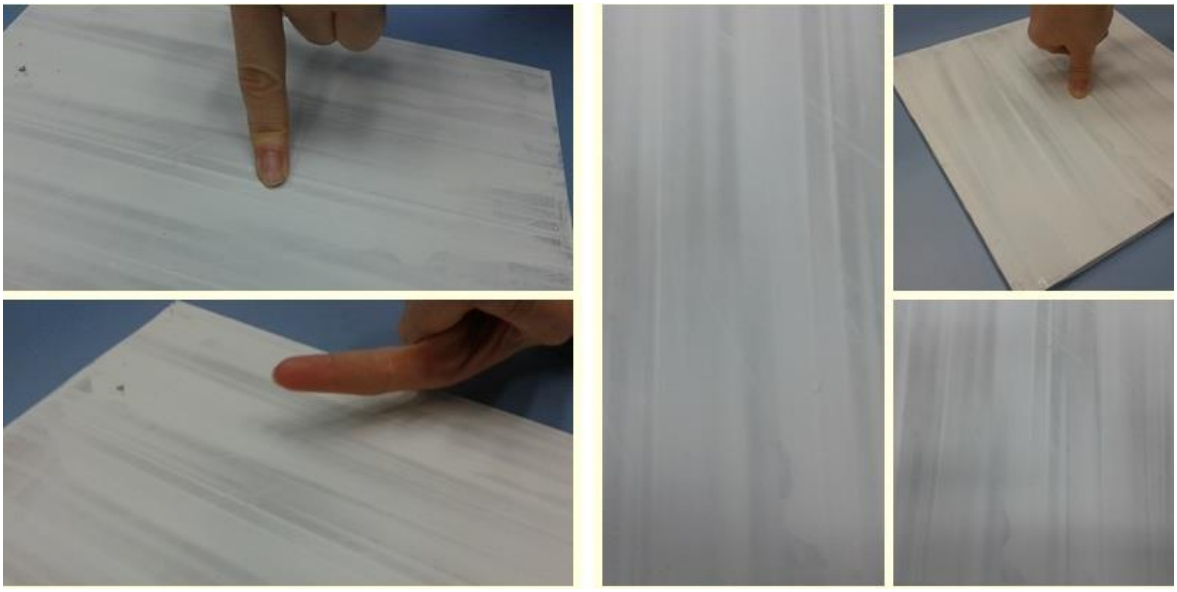
Yapışma testinde, kuru boya filmi üzerinde 1,5 – 2 cm uzunluğunda 45° açılı iki çapraz çizgi çizilmiştir ve çizgi üzerine yan kenarları 135°’ lik açıların karşısına gelecek şekilde yapışkan bant yapıştırılmıştır. Bantla panel arasında kalan hava kabarcıkları parmakla ovularak giderilmiştir. Yapışkan bandın bir ucu serbest bırakılarak bu ucundan tutulan bant ani bir hareketle yüzeye dik olarak çekilmiştir. Yapışma testlerinin sonucunda, çiziklerin kenarları tamamen muntazam, tarama ile meydana getirilen karelerin hiçbirinin dökülmediği gözlemlenmiştir.

Hidrofobisite testi, kuru boya filmi üzerine pipet yardımıyla 0,1 ml hacminde su damlası bırakılmış ve bir süre bekletilmiştir. Levhalar, yavaşça dik konuma getirilerek suyun boya filmi üzerinde akışı gözlemlenmiştir. Bunun sonucunda kuru boya film yüzeyinde; renk değişimi, kırışma, kalkma, yumuşama olmadığı görülmüştür.

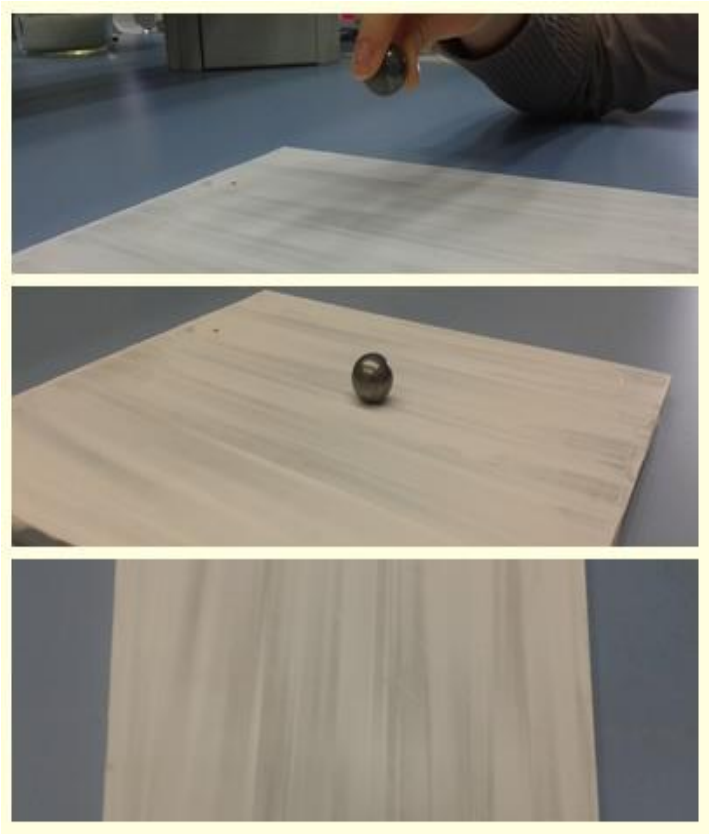
Referans boya için yapılan görsel testler Şekil 7. 4- 7. 8’ de gösterilmiştir.



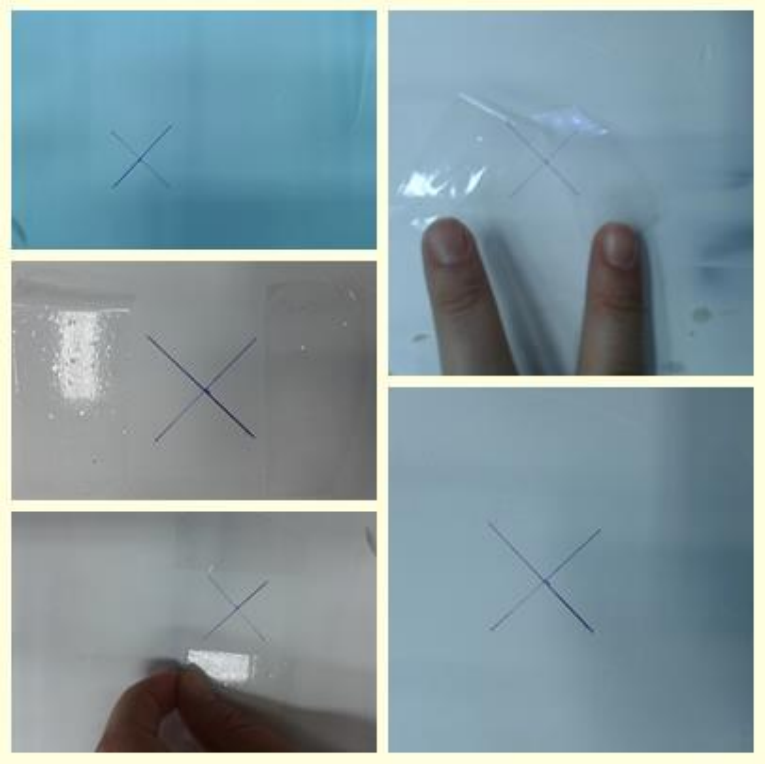
Şekil 7. 4 Referans boya zebra kağıdı kapatıcılık testi



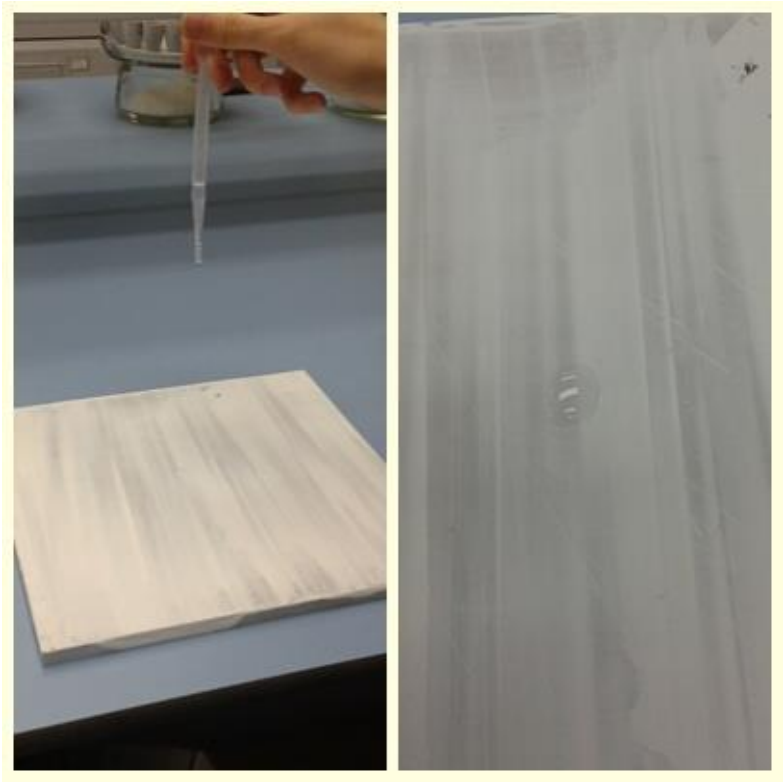
Şekil 7. 5 Referans boya kuruma testi



Şekil 7. 6 Referans boya darbe direnç testi

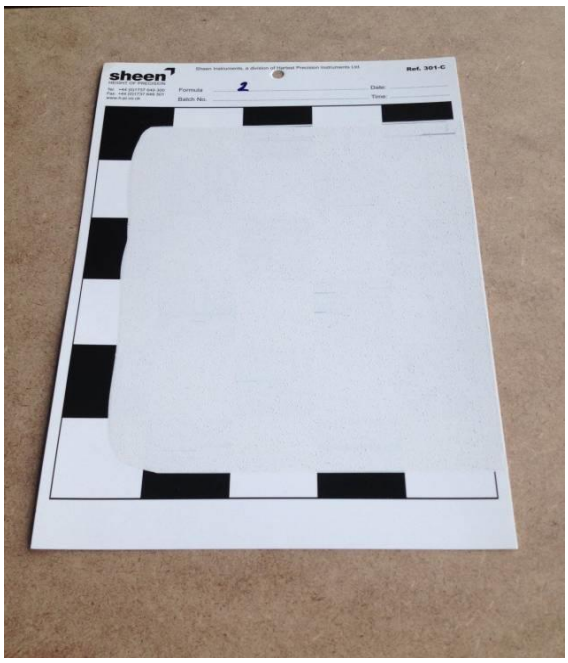


Şekil 7. 7 Referans boya yapışma testi

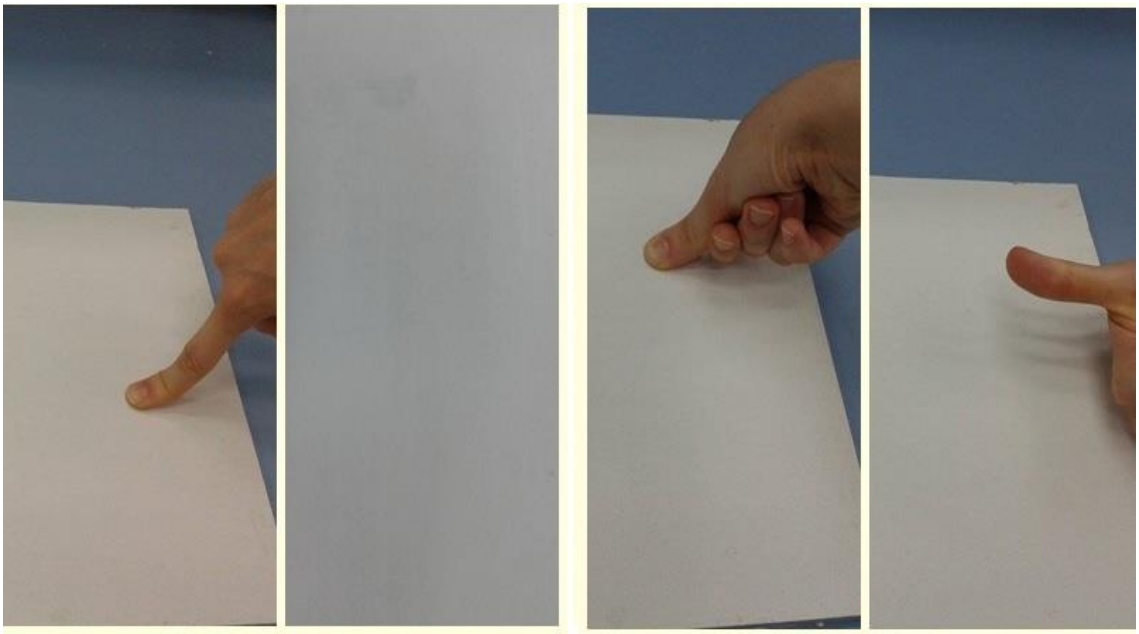


Şekil 7. 8 Referans boya hidrofobisite testi

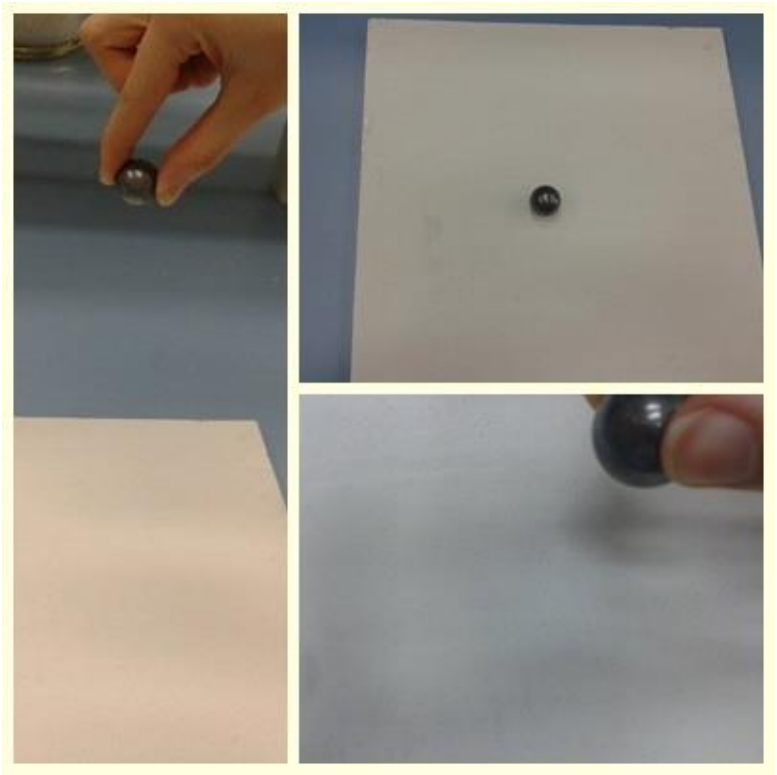
2 numaralı boya (L-2) için elde edilen görsel test sonuçları Şekil 7. 9- 7. 13’ te gösterilmiştir.



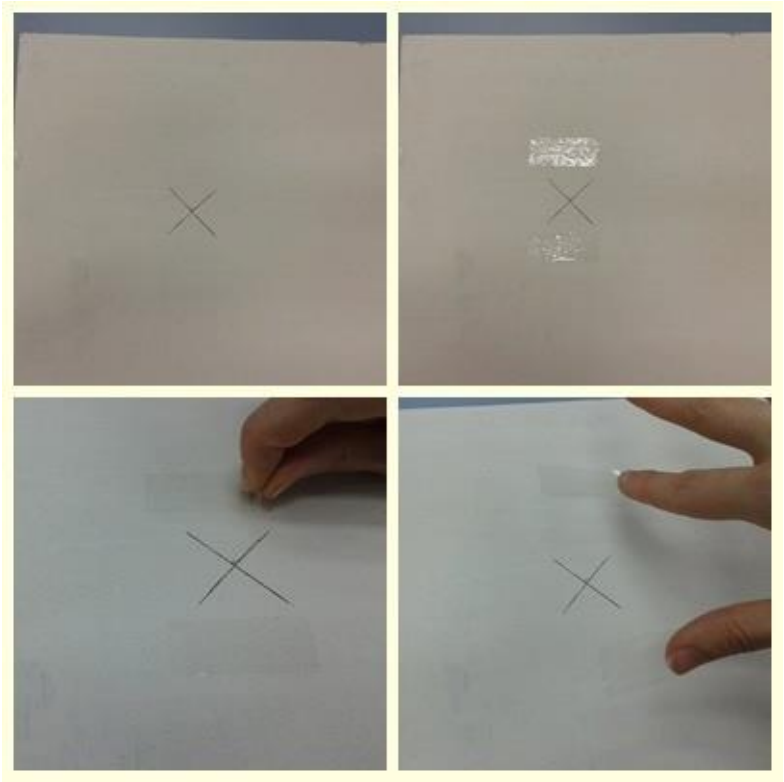
Şekil 7. 9 L-2 numaralı boya zebra kağıdı kapatıcılık testi



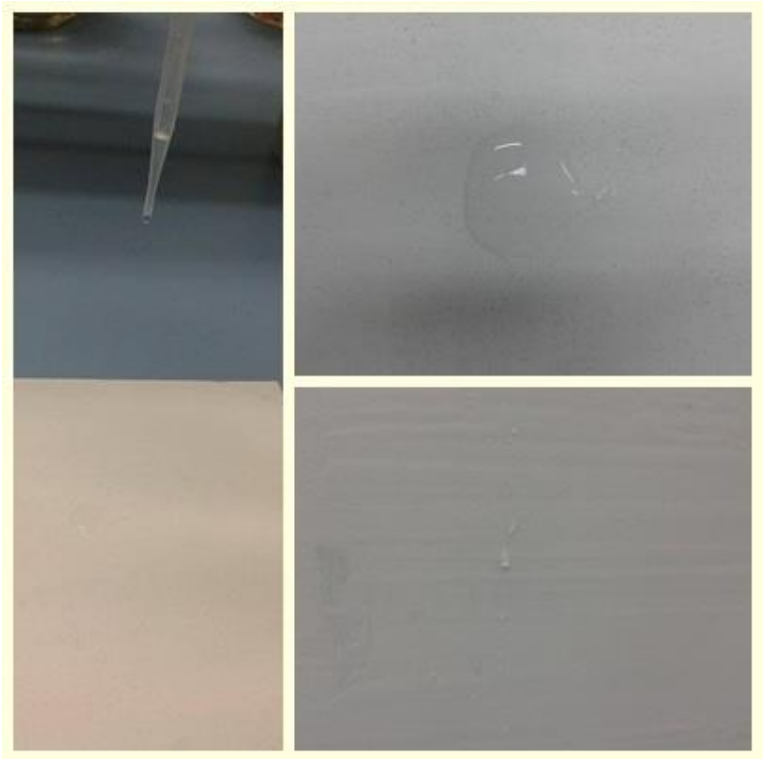
Şekil 7. 10 L-2 numaralı boya kuruma testi



Şekil 7. 11 L-2 numaralı boya darbe direnç testi

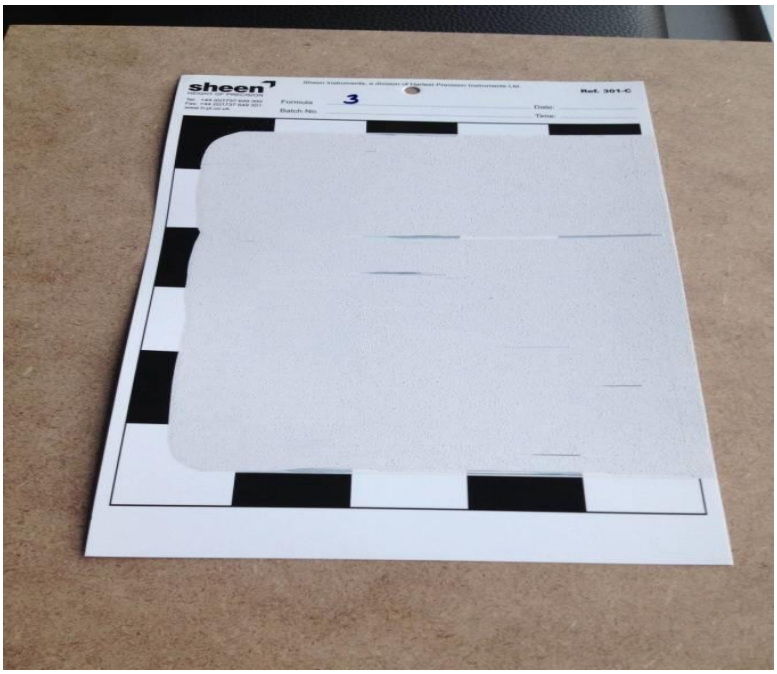


Şekil 7. 12 L-2 numaralı boya yapışma testi

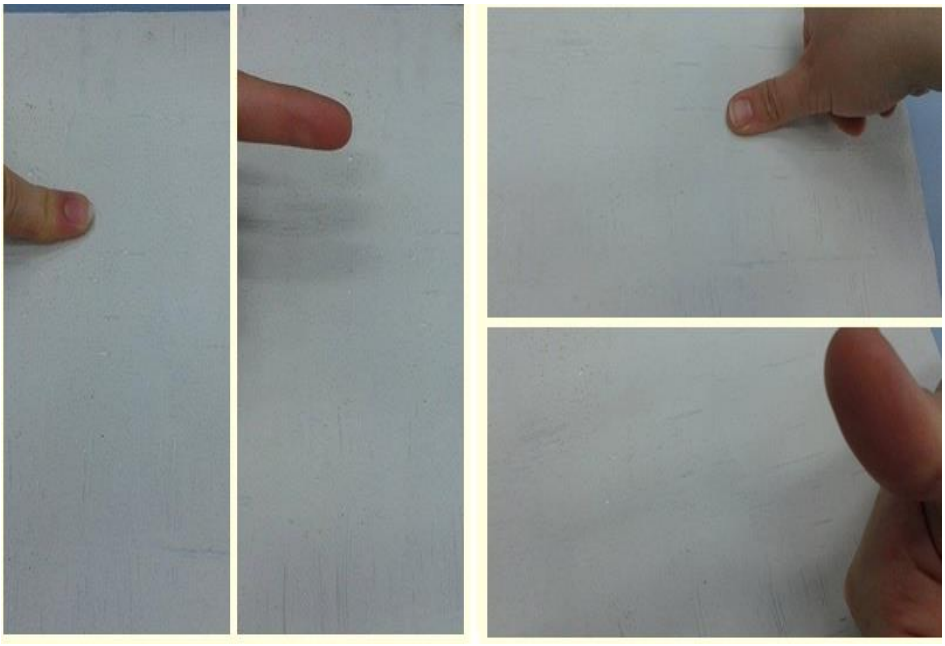


Şekil 7. 13 L-2 numaralı boya hidrofobisite testi

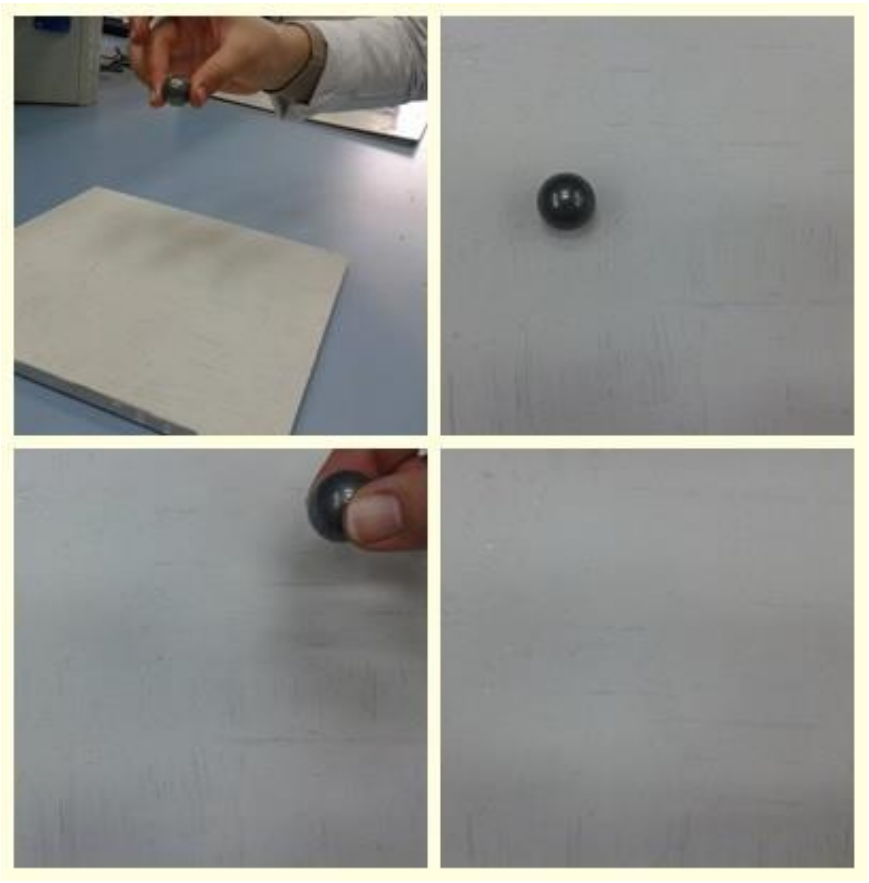
3 numaralı boya (L-3) için elde edilen görsel test sonuçları Şekil 7. 14-7. 18’ de gösterilmiştir.



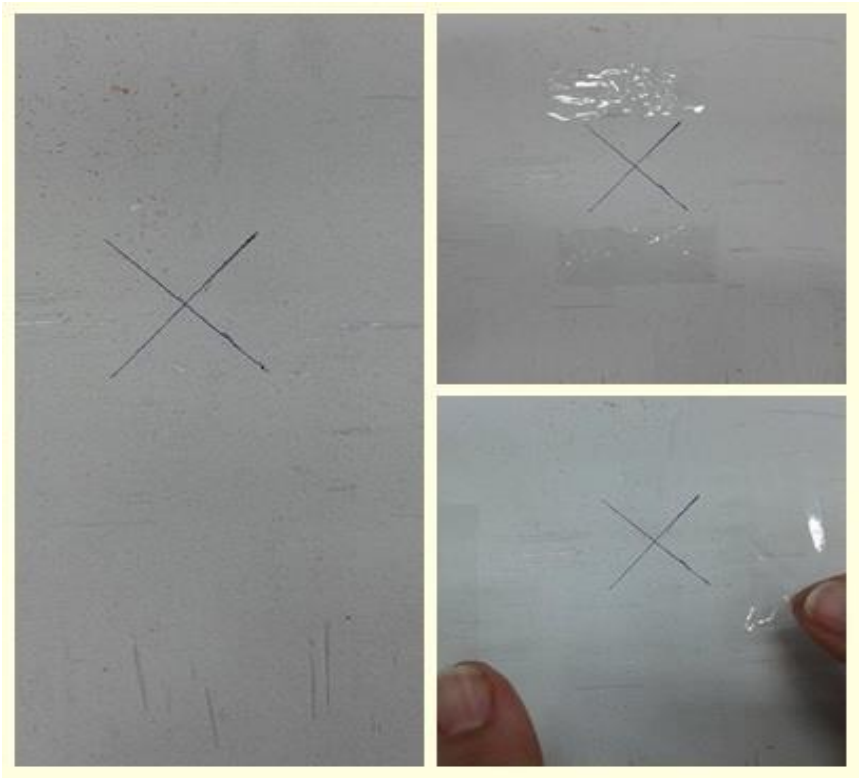
Şekil 7. 14 L-3 numaralı boya zebra kağıdı kapatıcılık testi



Şekil 7. 15 L-3 numaralı boya kuruma testi



Şekil 7. 16 L-3 numaralı boya darbe direnç testi

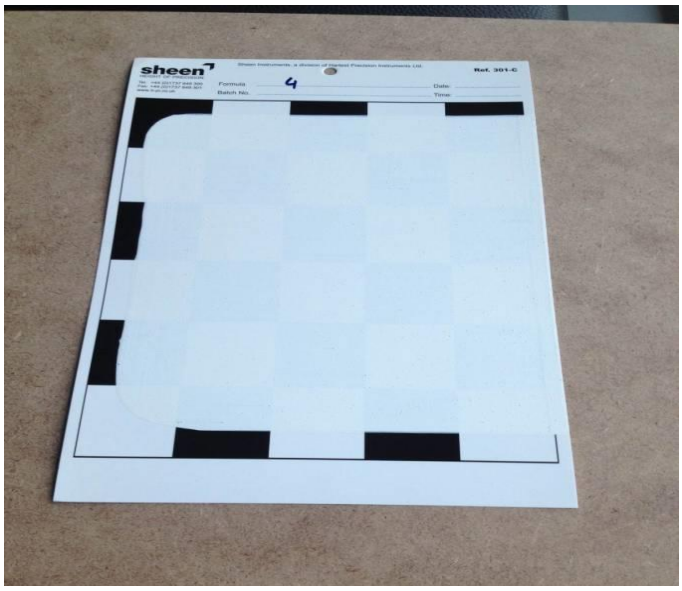


Şekil 7. 17 L-3 numaralı boya yapışma testi

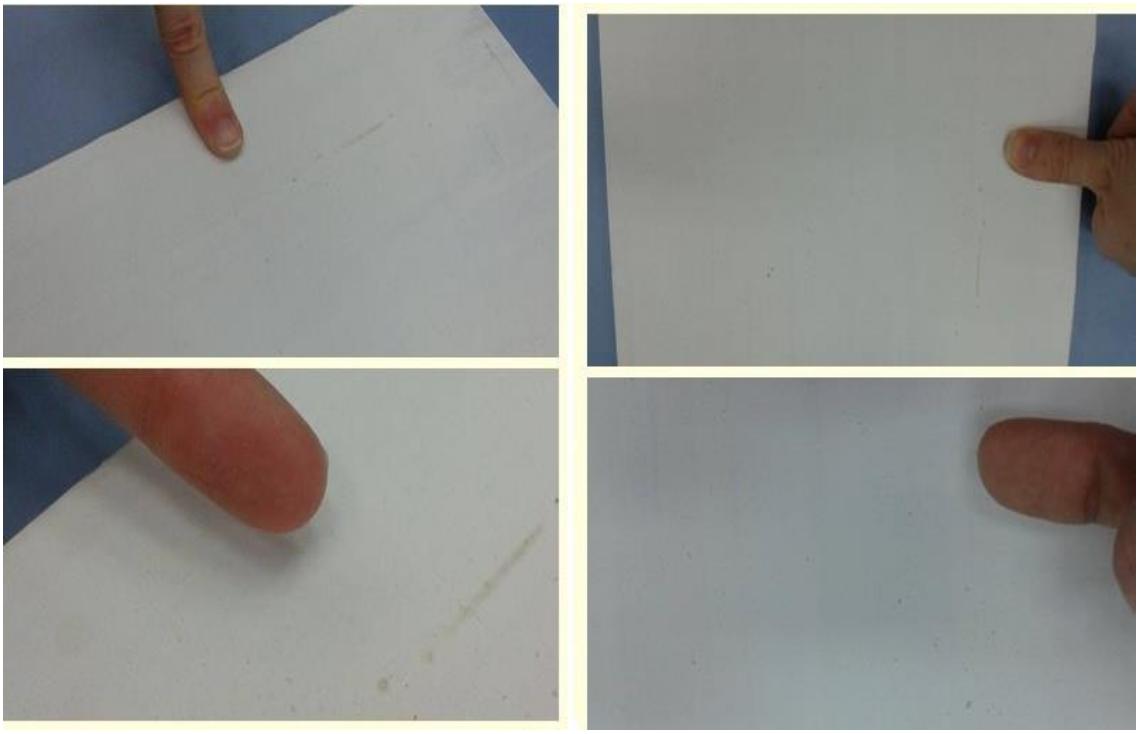


Şekil 7. 18 L-3 numaralı boya hidrofobisite testi

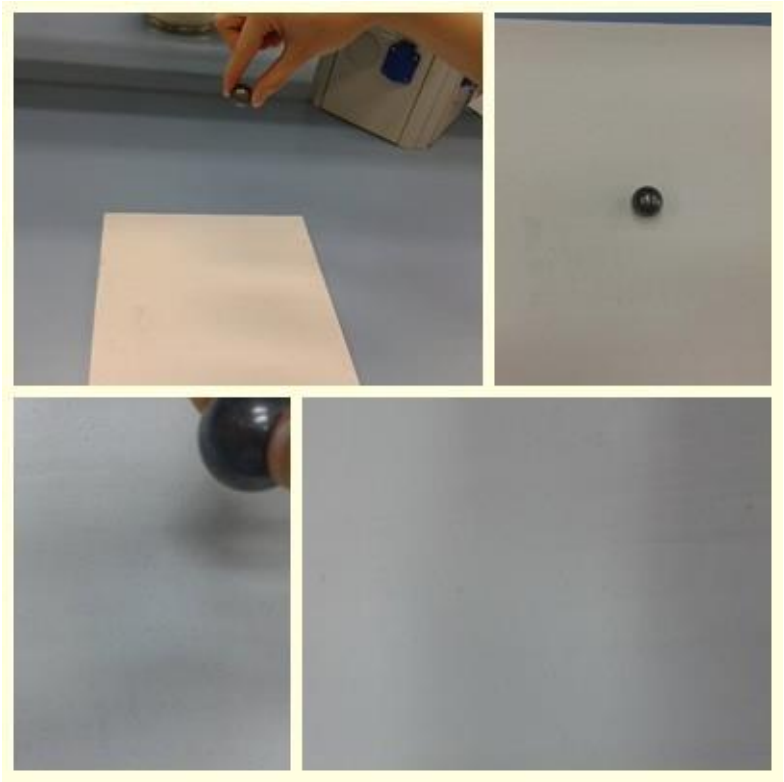
4 numaralı boya (L-4) için elde edilen görsel test sonuçları Şekil 7. 19- 7. 23’ te gösterilmiştir.



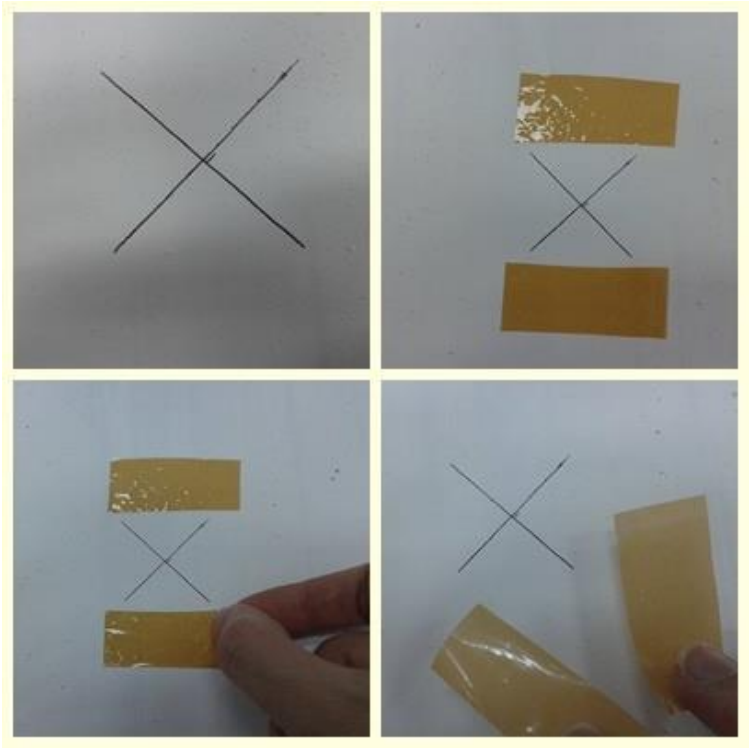
Şekil 7. 19 L-4 numaralı boya zebra kağıdı kapatıcılık testi



Şekil 7. 20 L-4 numaralı boya kuruma testi



Şekil 7. 21 L-4 numaralı boya darbe direnç testi

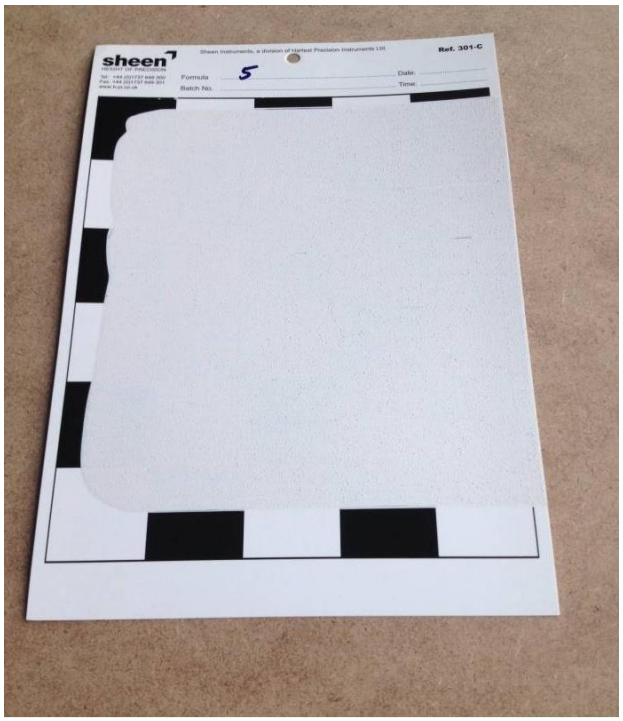


Şekil 7. 22 L-4 numaralı boya yapışma testi

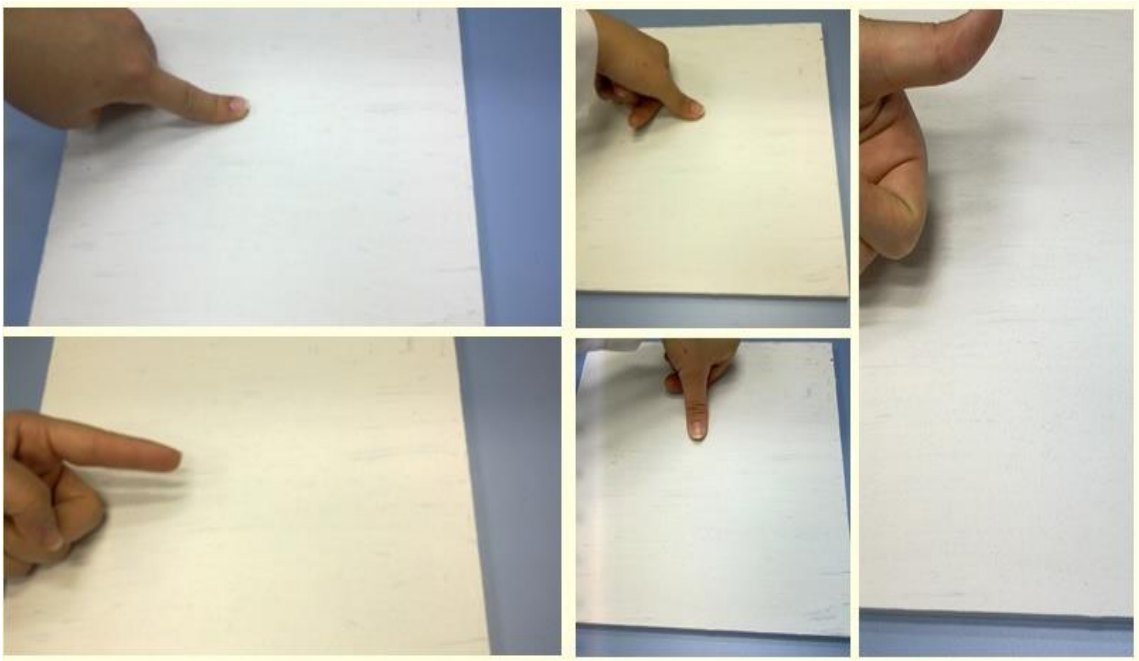


Şekil 7. 23 L-4 numaralı boya hidrofobisite testi

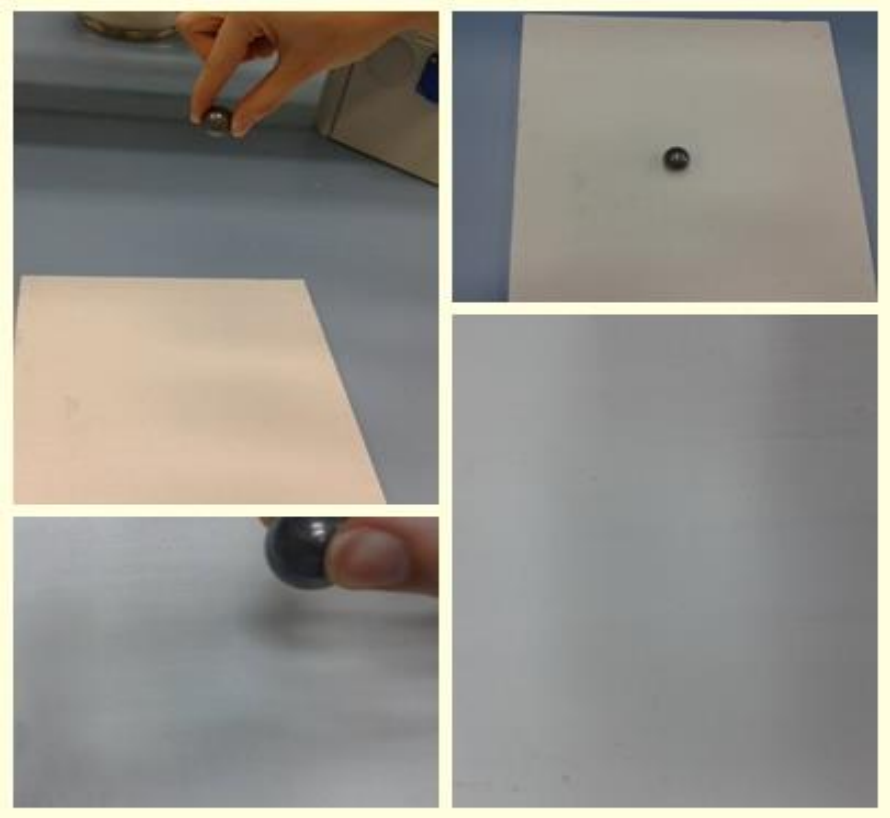
5 numaralı boya (L-5) için elde edilen görsel test sonuçları Şekil 7. 24-7. 28’ de gösterilmiştir.



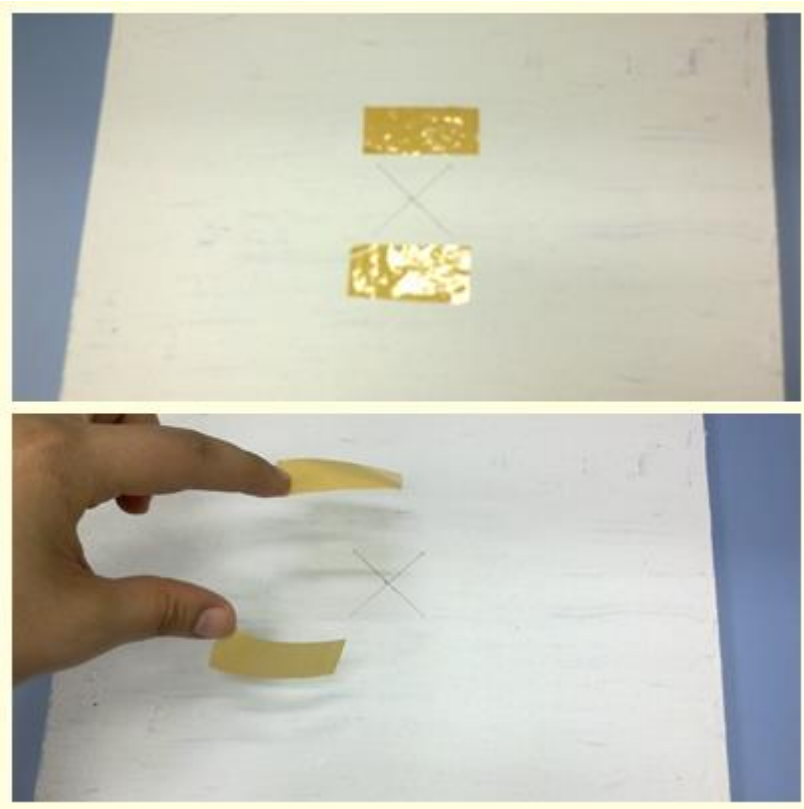
Şekil 7. 24 L-5 numaralı boya zebra kağıdı kapatıcılık testi



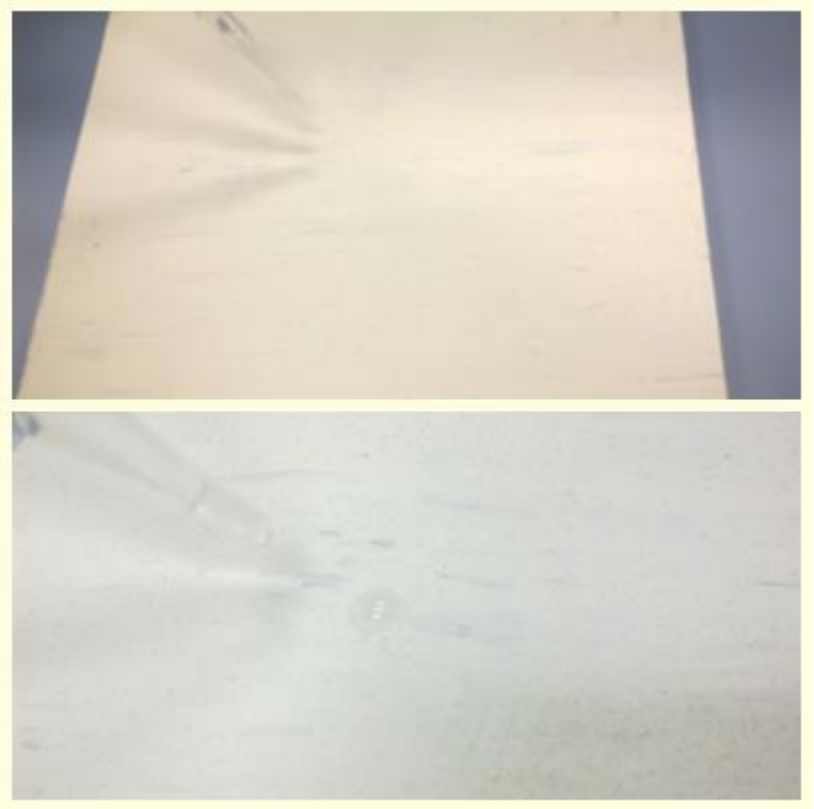
Şekil 7. 25 L-5 numaralı boya kuruma testi



Şekil 7. 26 L-5 numaralı boya darbe direnç testi



Şekil 7. 27 L-5 numaralı boya yapışma testi

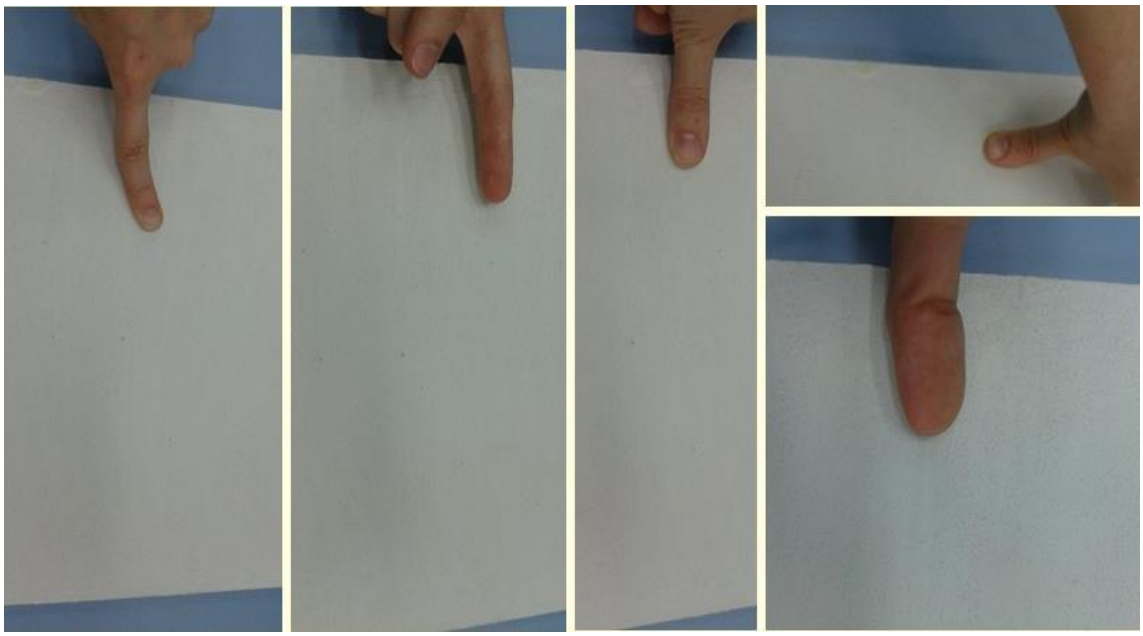


Şekil 7. 28 L-5 numaralı boya hidrofobisite testi

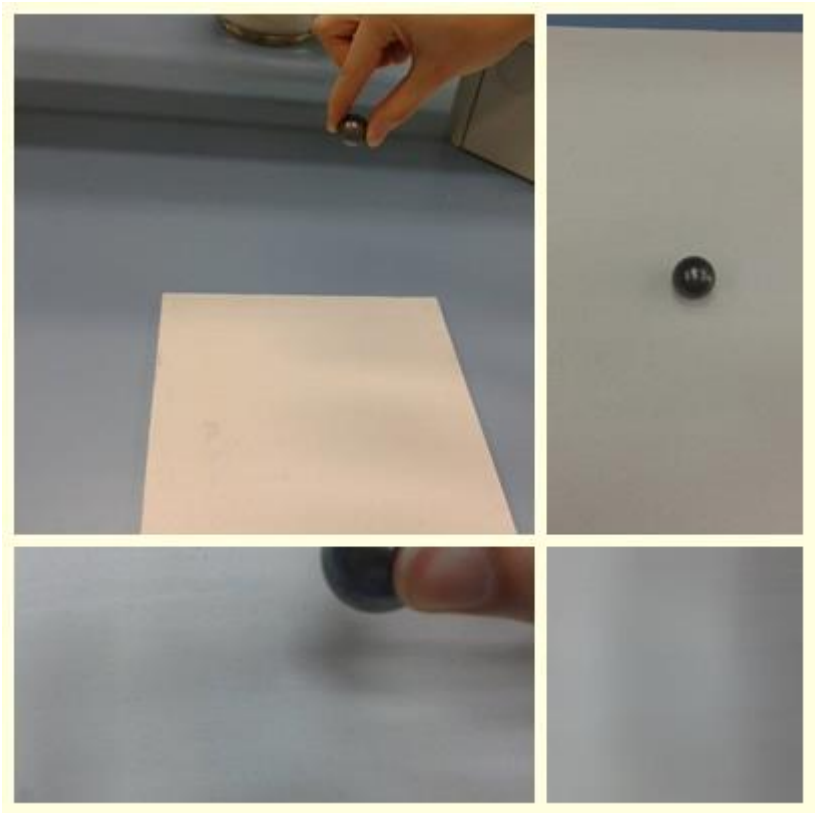
6 numaralı boya (L-6) için elde edilen görsel test sonuçları Şekil 7. 29-7. 33’ te gösterilmiştir.



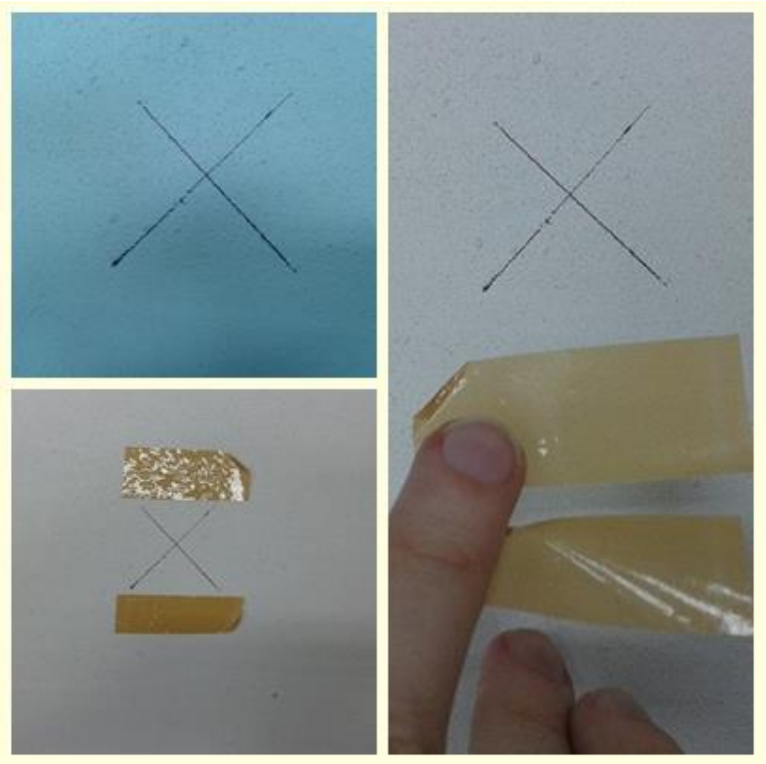
Şekil 7. 29 L-6 numaralı boya zebra kağıdı kapatıcılık testi



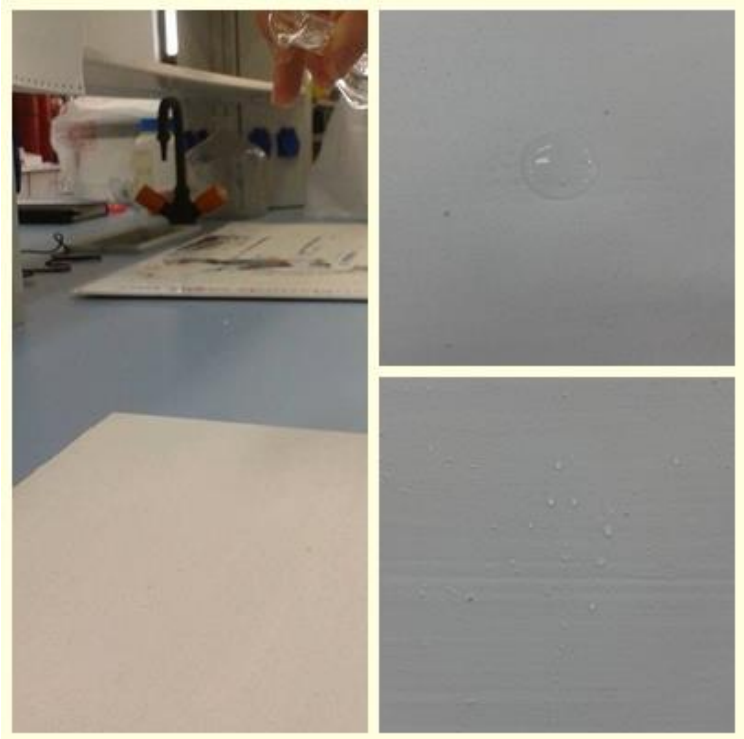
Şekil 7. 30 L-6 numaralı boya kuruma testi



Şekil 7. 31 L-6 numaralı boya darbe direnç testi

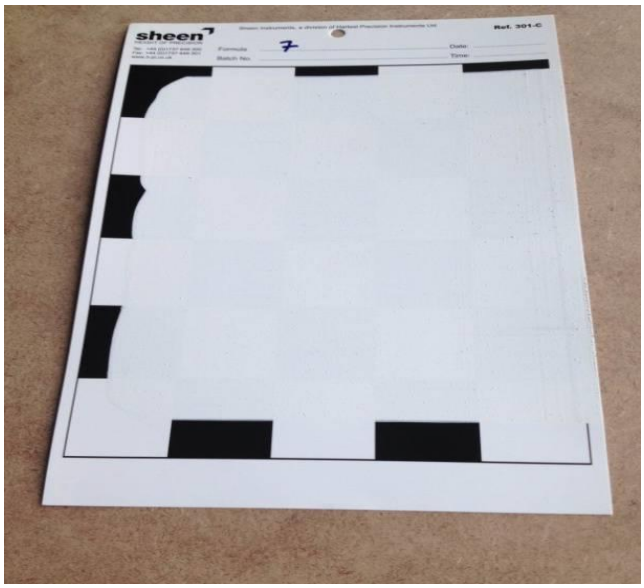


Şekil 7. 32 L-6 numaralı yapışma testi

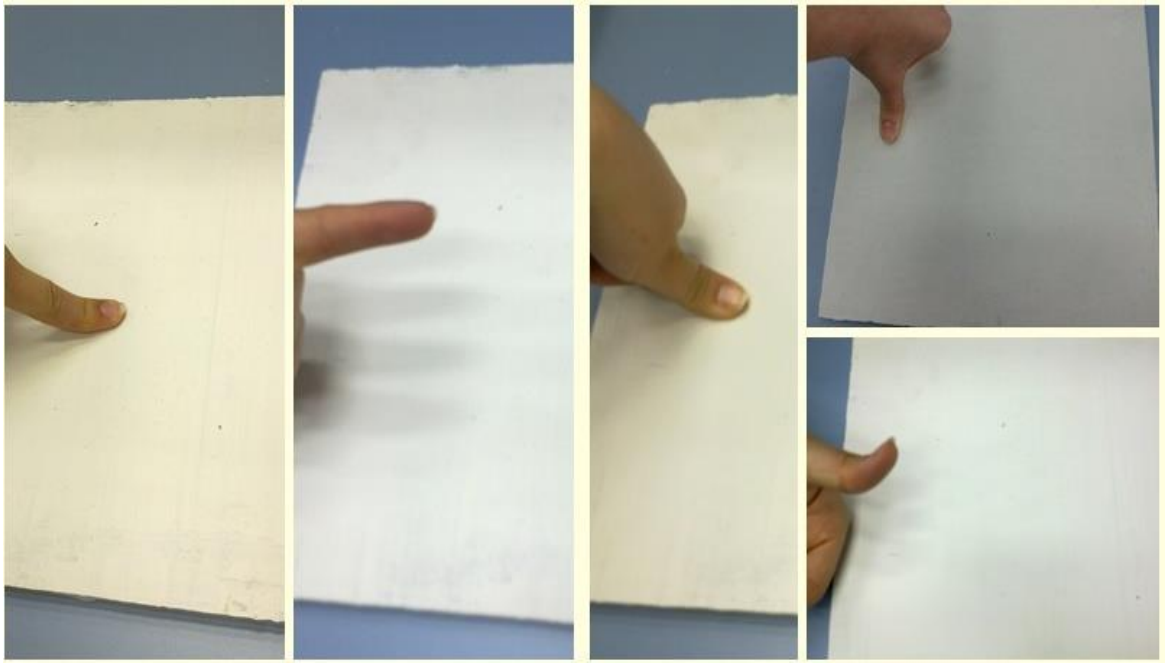


Şekil 7. 33 L-6 numaralı hidrofobisite testi

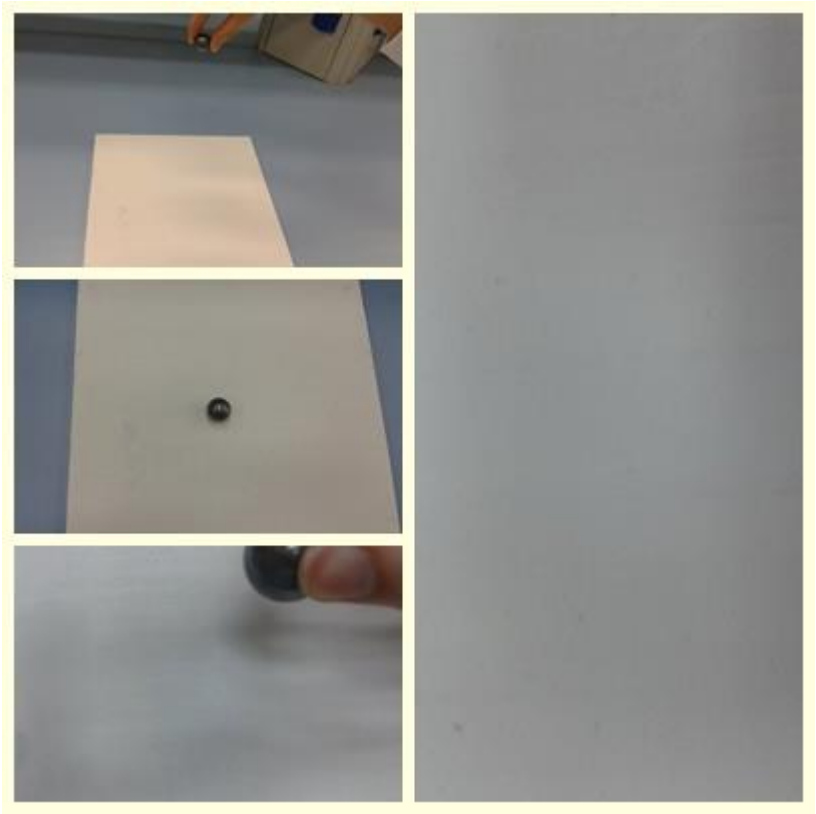
7 numaralı boya (L-7) için elde edilen görsel test sonuçları Şekil 7. 34- 7. 38’ de gösterilmiştir.



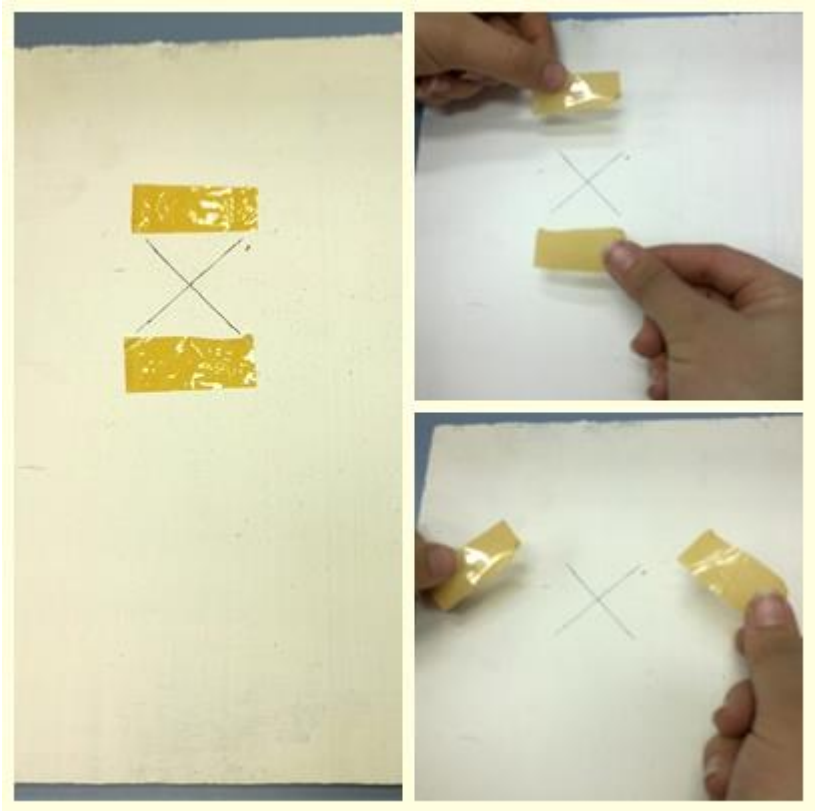
Şekil 7. 34 L-7 numaralı boya zebra kağıdı kapatıcılık testi



Şekil 7. 35 L-7 numaralı boya kuruma testi



Şekil 7. 36 L-7 numaralı boya darbe direnç testi

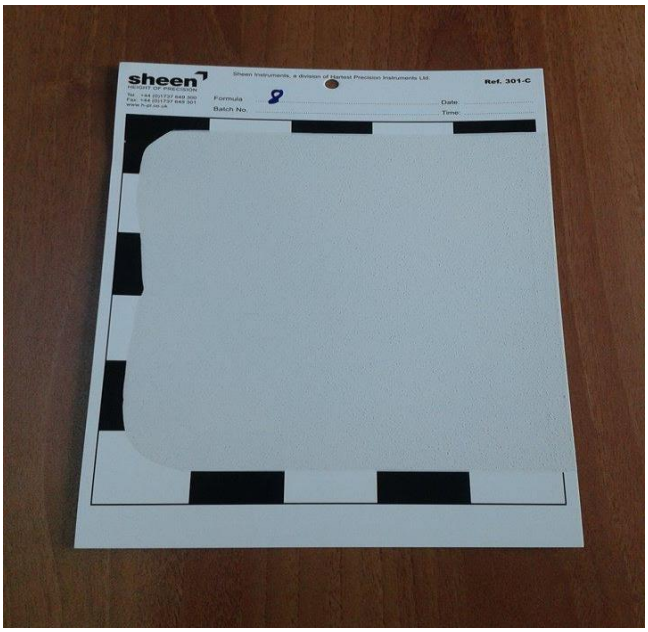


Şekil 7. 37 L-7 numaralı boya yapışma testi

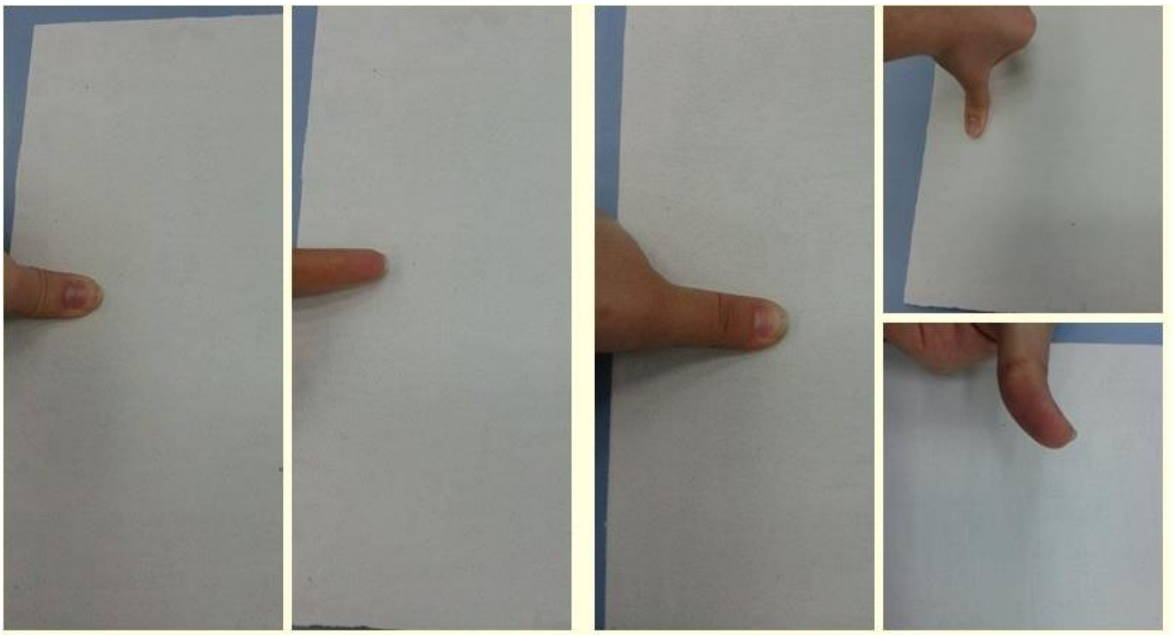


Şekil 7. 38 L-7 numaralı boya hidrofobisite testi

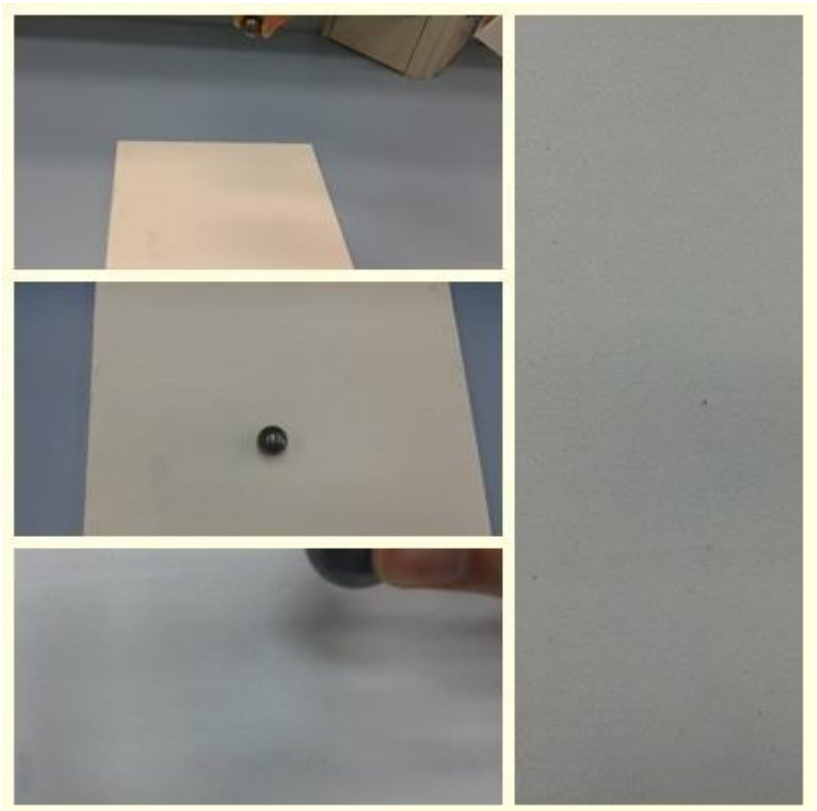
8 numaralı boya (L-8) için elde edilen görsel test sonuçları Şekil 7. 39- 7. 43’ te gösterilmiştir.



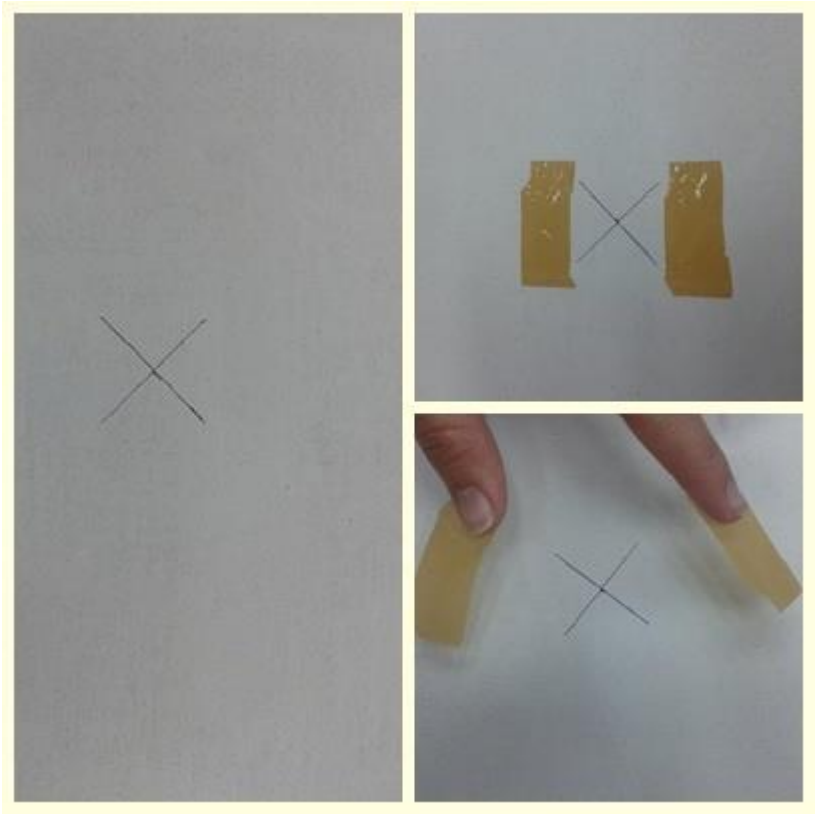
Şekil 7. 39 L-8 numaralı boya zebra kağıdı kapatıcılık testi



Şekil 7. 40 L-8 numaralı boya kuruma testi



Şekil 7. 41 L-8 numaralı boya darbe direnç testi

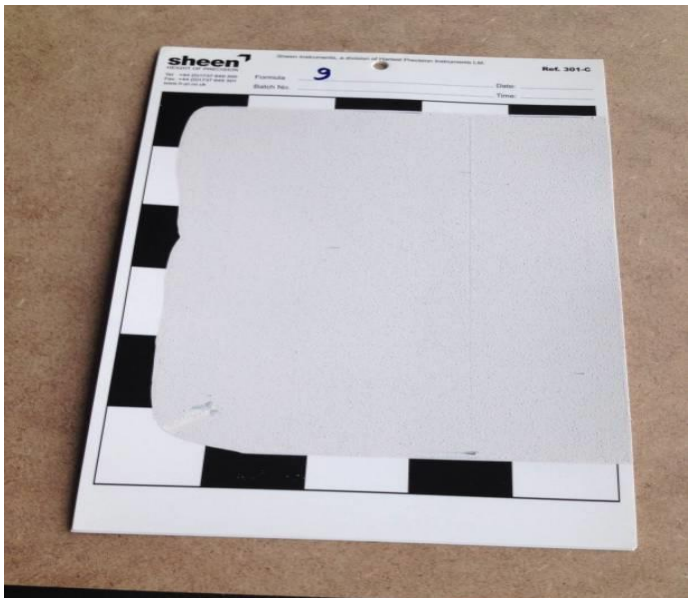


Şekil 7. 42 L-8 numaralı boya yapışma testi

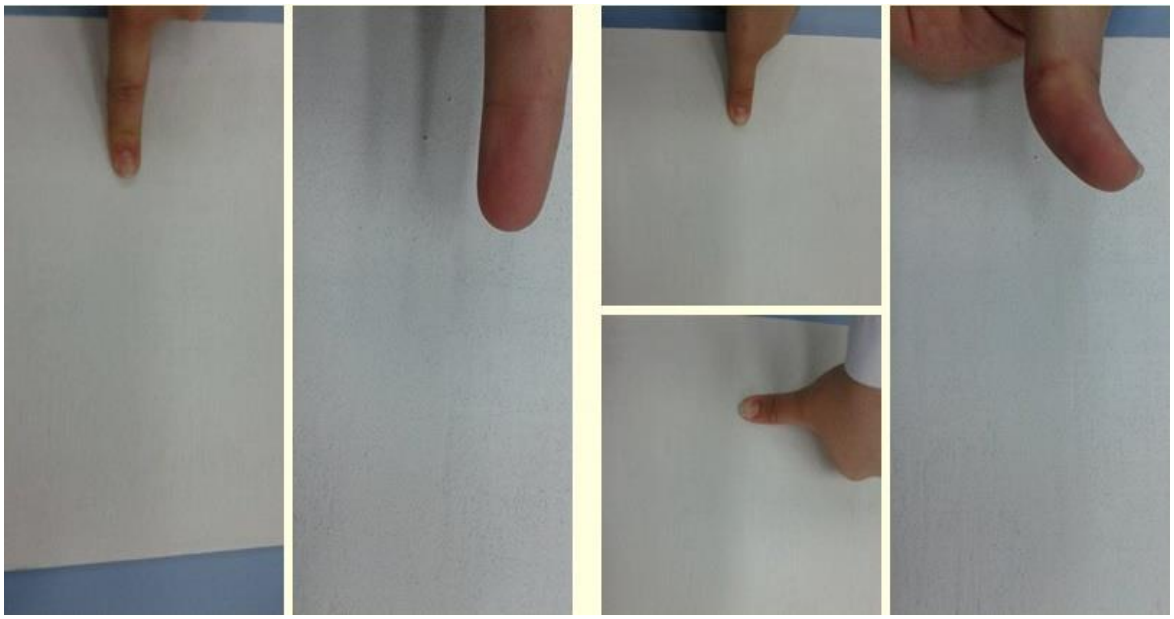


Şekil 7. 43 L-8 numaralı boya hidrofobisite testi

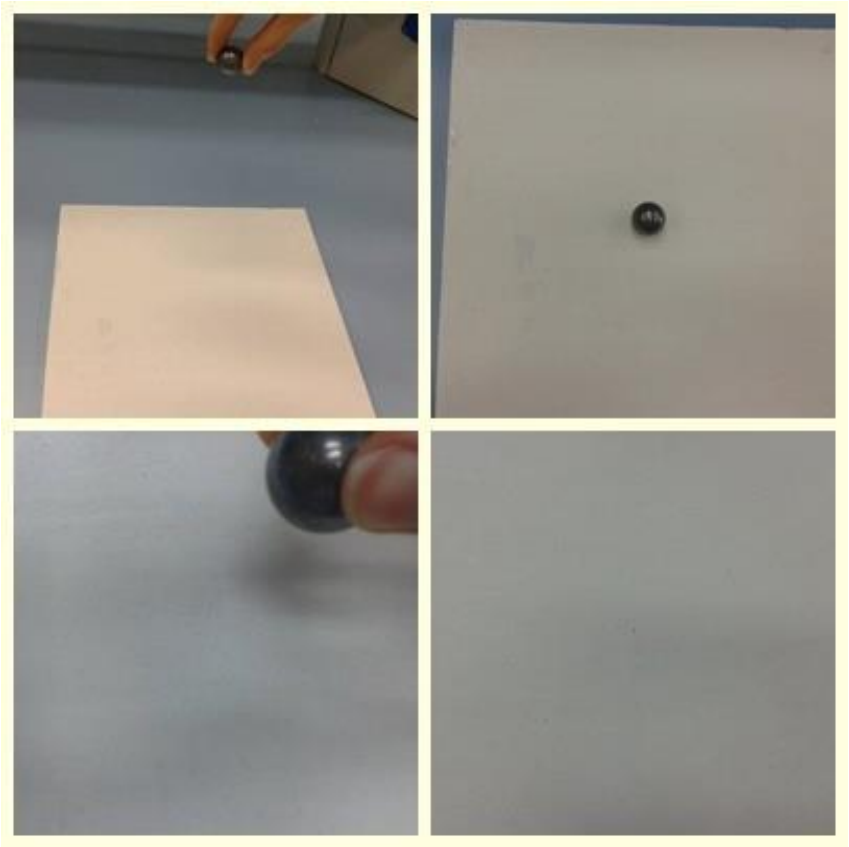
9 numaralı boya (L-9) için elde edilen görsel test sonuçları Şekil 7. 44- 7. 48’ de gösterilmiştir.



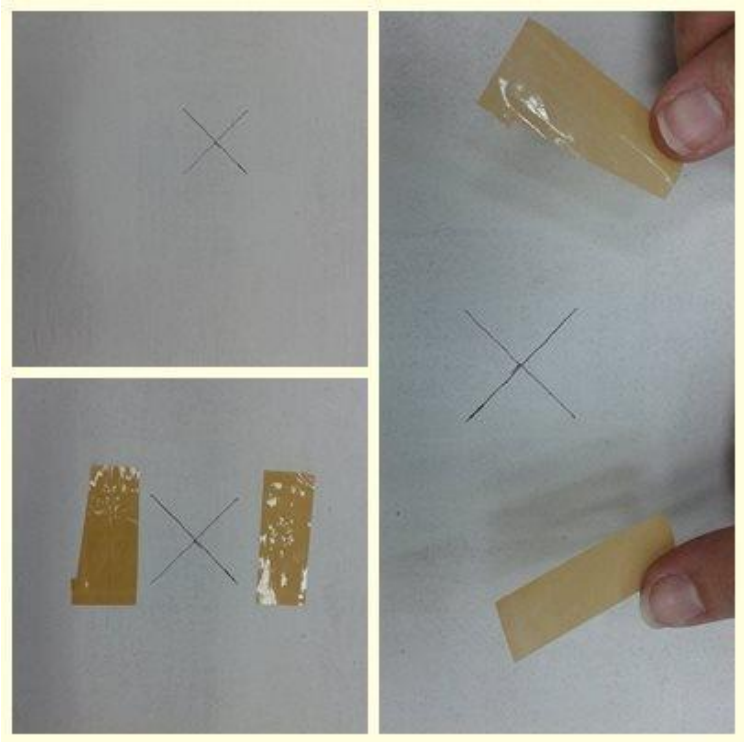
Şekil 7. 44 L-9 numaralı boya zebra kağıdı kapatıcılık testi



Şekil 7. 45 L-9 numaralı boya kuruma testi



Şekil 7. 46 L-9 numaralı boya darbe direnç testi

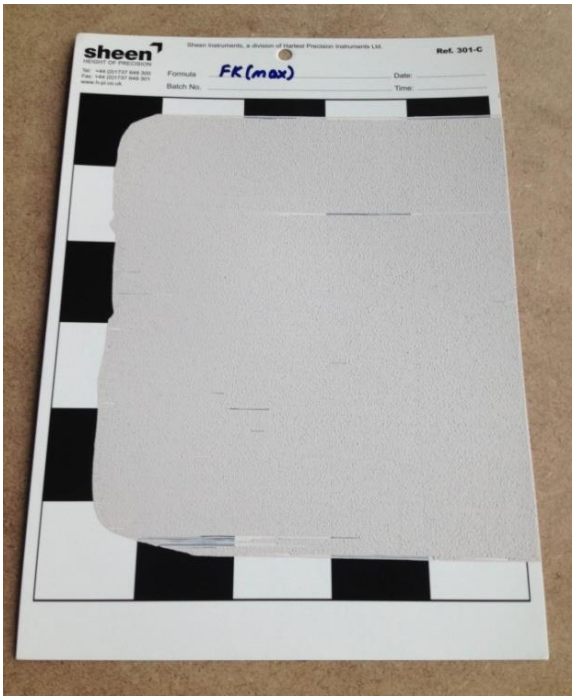


Şekil 7. 47 L-9 numaralı boya yapışma testi

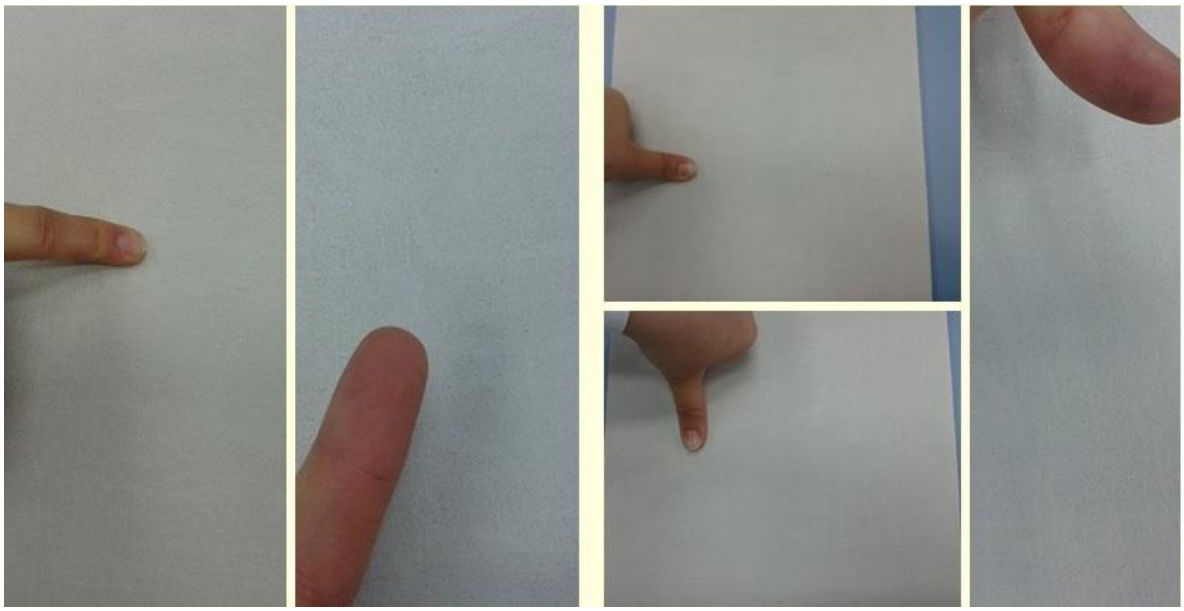


Şekil 7. 48 L-9 numaralı boya hidrofobisite testi

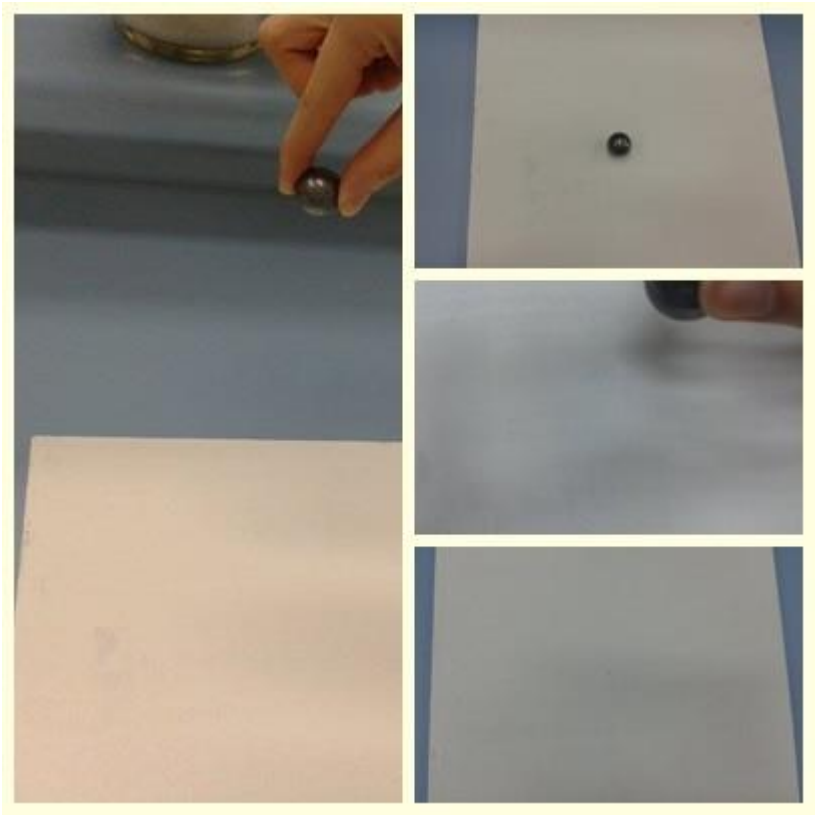
Fındık kabuğu maksimum referans boya testleri (L-10) için elde edilen görsel test sonuçları Şekil 7. 49- 7. 53’ de gösterilmiştir.



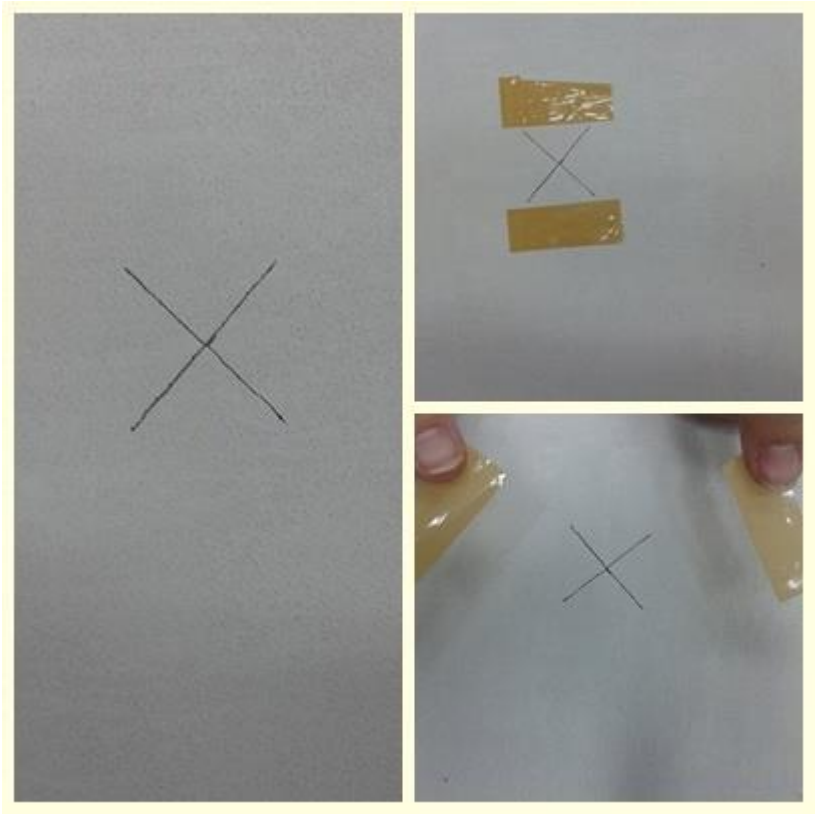
Şekil 7. 49 L-10 numaralı boya zebra kağıdı kapatıcılık testi



Şekil 7. 50 L-10 numaralı boya kuruma testi



Şekil 7. 51 L-10 numaralı boya darbe direnç testi



Şekil 7. 52 L-10 numaralı boya yapışma testi



Şekil 7. 53 L-10 numaralı boya hidrofobisite testi

BÖLÜM 8

SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüz dünyasında, güç dengelerinin enerji ve enerji yollarına sahip olma temeline dayanmasından dolayı enerji tasarrufu ve enerjinin verimli kullanılması büyük önem taşımaktadır. Enerji tasarrufunun önemli bir ayağı da ısı yalıtımıdır. Ülkemizde üretilen toplam enerjinin % 41' nin konutlarda tüketildiği göz önüne alındığı zaman, konutlarda ısı yalıtımı üzerinde hassasiyetle çalışılması bir gereklilik olarak önümüze çıkmaktadır. Konutlarda ısı yalıtımı uygulamasının enerji tasarrufu, çevre kirliliği ve bina ömrü üzerinde etkileri vardır. Yönetmeliklere uygun bir ısı yalıtımı ile kışın ısınma, yazın soğutma amaçlı kullanılan enerjide büyük miktarlarda tasarruf sağlanır. Isı yalıtımı ile binayı oluşturan yapılar termal şoklardan ve dış ortamın etkilerinden korunduğu için ısı yalıtımı bina ömrüne olumlu etki yapmaktadır.

Yalıtım bilinci geçmiş yıllara nazaran ülkemizde daha da gelişmektedir. Bu bağlamda ısı yalıtımı üniversitelerde en çok değinilen konulardan biri olarak ortaya çıkmaktadır. Ülkemize bu açıdan bir gelişim sağlayabilmek amacıyla, bu çalışmada su bazlı iç cephe boyalarında ısı yalıtımına faydası olabilecek parametreler incelenmiş ve irdelenmiştir. Bu çalışmada, pomza, zeolit minerali ve fındık kabuğu lifinin yalıtım üzerine etkisi incelenmiştir. Pomza, zeolit ve fındık kabuğunun bağ karakterizasyonu yapılıp, kırıcılarda ve öğütücülerde 200 μm boyutuna getirilmiştir. Su bazlı boya gramajının ağırlıkça % 0-6 (w/w)' sı olacak şekilde farklı oranlardaki bu hammaddeler su bazlı boyaya ilave edilmiştir. Ayrıca su bazlı boya gramajının % 0.3 (w/w)' ü miktarına karşılık gelecek şekilde hidrofobik malzeme ve kimyasal bağlayıcı su bazlı boya içeriğine katılmıştır. Taguchi L-9 ortogonal diziye göre, üç düzeyde üç parametre seçerek hazırlanmış 9 farklı

içerikteki boya denemeleri ve maksimum fındık kabuğu içeren 1 deneme, 26x26cm^{2}' lik özel hazırlanmış plakalara uygulanmıştır. Boya uygulanmış plakaların, özel tasarlanmış ısıl iletkenlik cihazında ısıl iletkenlik katsayısı ölçümü alınmıştır. Isıl iletkenlik ölçüm sonuçlarından yararlanılarak 10 farklı denemenin yalıtım yüzdeleri bulunmuştur. Görsel testler sonucunda uygulanan boyaların kapatıcı, hızlı kuruyan, hidrofobik, dekoratif, yapışmaya ve darbeye karşı dirençli olduğu gözlemlenmiştir.

Isı iletim katsayıları temelinde yapılan hesaplamalar esas alındığında 'En küçük en iyidir.' prensibine göre; ortalamalar için ana etki eğrileri üzerinden pomza için 2 numaralı, fındık kabuğu için 3 numaralı ve zeolit için 1 numaralı seviye seçilmiştir. Bu seviyeleri içeren 6 numaralı numunenin en optimum sonucu verdiği gözlemlenmiştir. Aynı zamanda 10 farklı deneyin ısı iletkenlik ölçüm sonuçlarından faydalanılarak da, 6 numaralı numunenin % 23.20 oranıyla en fazla ısı yalıtımı oranı sağlayan boya olduğu gözlemlenmiştir.

6 nolu numunenin yalıtım (yüzde) değerinden yola çıkarak bu özelliklere sahip boyanın bina yan duvarlarında kullanılmasıyla konutlarda tüketilecek enerjide ve bu enerjinin tüketiciye olan maliyetinde düşüş sağlanacaktır.

Solvent bazlı boyalar sahip oldukları yüksek buhar basıncından dolayı yüzeyi hızlı bir şekilde terk etmektedir. Bu durum boya ile uygulanan yüzey arasındaki adezyon kuvvetini azaltmaktadır. Solvent bazlı boyalara kıyasla su bazlı boyalarda suyun kısmi buhar basıncının düşük olmasından dolayı boya ile uygulanan yüzey arasındaki adezyon kuvveti yüksektir. Böylece boyanın yüzeye yapışması ve kuruması daha iyi olmaktadır.

Yapılan bu çalışmanın gelecekte, farklı endüstriyel lifler ve mineraller kullanılarak değişik parametrelerle ve farklı seviyelerde yapılacak olan ısı yalıtım amaçlı çalışmalara ışık tutacağı ve yol göstereceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

[1] Sjöberg, A.M. ve Kymäläinen, H.R., (2008). "Flax and Hemp Fibres as Raw Materials for Thermal Insulations", Building and Environment, 43(7): 1261–1269.

[2] Azematia, A.A., Hosseini, H., Shirkayand, B. ve Tajarrod, S.A., (2013). "Thermal Modeling of Mineral Insulator in Paints for Energy Saving", Energy and Buildings, 56: 109-114.

[3] Nicolajsen, A. ve Rasmussen, T.V., (2005). "Assessment of the Performance of Organic and Mineral-Based Insulation Products Used in Exterior Walls and Attics in Dwellings", Building and Environment, 42: 829–839.

[4] Benk, A. ve Çoban, A., (2012). "Possibility of Producing Light Weight, Heat Insulating Bricks from Pumice and $H_3PO_4^-$ or $NH_4NO_3^-$ Hardened Molasses Binder", Ceramics International, 38: 2283-2293.

[5] Kılınç, F., Buyruk, E., Fertelli, A., ve Karabulut, K., (2013). "Farklı Yalıtım Uygulamalarının Isı Kaybına Olan Etkilerinin Deneysel ve Sayısal İncelenmesi", 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 17/20 Nisan 2013, İzmir.

[6] Alyanak Kaya, F. ve Dikmen, N., (2010). "1. Derece-Gün Bölgesi için Dış Duvar Sistemlerinde Malzeme Seçim Kriterleri", 5. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 15 -16 Nisan 2010, İzmir.

[7] Şen, A.O., (2006). Binalarda Uygulanan Yalıtım Sistemleri Dünyada ve Türkiye'de Yalıtım, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

[8] Bina Yapı, Dekoratif Çevre Yalıtım Sistemleri, http://www.bina.com.tr/32/33/Tr/isi-yalitimi-nedir.html, 11.09.2014.

[9] GN Yapı, Isı Yalıtım Malzemeleri, https://www.guneyyapiizolasyon.com.tr/sayfalar.3872.yalitim.html, 15.12.2014.

[10] İzoder Isı Su Ses ve Yangın Yalıtımcıları Derneği, Isı Yalıtımı, http://www.izoder.org.tr/tr/bilgi-merkezi/isi-yalitimi/genel-bilgi-almak-istiyorum/index.asp, 15.10.2014.

[11] Şenkal Sezer, F., (2005). "Türkiye'de Isı Yalıtımının Gelişimi ve Konutlarda Uygulanan Dış Duvar Isı Yalıtım Sistemleri", Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 10(2): 79-85.

[12] Akıncı, H., (2007). Günümüzde Uygulanan Isı Yalıtım Malzemeleri Özellikleri Uygulama Teknikleri ve Fiyat Analizleri, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

[13] Işıkel, K. ve Bayraktar, K., Yapılarda Sıcak Etkisinin Getirdiği Problemlerin Isı Yalıtım Ürünleri ile Çözümü, http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/284df1155ec3e67_ek.pdf?dergi=182, 21.12.2014.

[14] Ülker, S., (2009). Isı Yalıtım Malzemelerinin Özelliklerinin Uygulamaya Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[15] Isı Yalıtım Malzemelerinden İstenilen Özellikler, http://mantolama.world.edu/isi-yalitimi/isi-yalitim-malzemelerinden-istenilen-ozellikler-2, 16.12.2014.

[16] Gündüz, L., (2001). "Isı Yalıtım Agregası Olarak Pomzanın Kullanımı", 4.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 18-19 Ekim 2001, İzmir.

[17] Ekinci, C.E. ve Yıldırım, S.T., (2004). "Teras Çatılarda Su ve Isı Yalıtımının Önemi", Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları, 39-43.

[18] T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, (2007). Meslekî Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), İnşaat Teknolojisi, Yalıtım, Ankara.

[19] Erkmen, J., (2012). "Solvent Bazlı İnşaat Boyalarında Pigment Boyutunun Etkilerinin Uzun Zaman Aralığında İncelenmesi", Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 2(6): 83-94.

[20] Boyada Kullanılan Bazı Tanımlar, http://www.armatmuhendislik.com/mantolama_boya/boya/BOYA_NEDiR.pdf, 19.12.2014.

[21] Akgür, M., (2003), İstanbul Ticaret Odası, Boya Sektör Profili, http://www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-16.pdf, 21.12.2014.

[22] T.C.Millî Eğitim Bakanlığı, (2006). Meslekî Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (Megep), İnşaat Teknolojisi, Boyaya Hazırlık, Ankara.

[23] Kocabaş, E., (2009). Su Bazlı Boya Üretimi Atıksularının Fiziko-Kimyasal Yöntemlerle Arıtımı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[24] T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, (2009). Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi projesi, Kimya Teknolojisi, Boya Üretimi, Ankara.

[25] ChemiceLaborBetriebGmbh, Yaş ve Kuru Boya Testleri, http://www.clb-gmbh.com/turkce/downloads/clb-boya-testleri.pdf, 17.12.2014.

[26] http://www.atalars.com/pdf/yapi/boya_testleri.pdf, 25.12.2014.

[27] T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, (2013). Kimya Teknolojisi, Kuru Boya Özellikleri, Ankara.

[28] T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, (2012). Kimya Teknolojisi, Kuru Boya Testleri 524KI0303, Ankara,

[29] Fotios, S. ve Panyakaev, S., (2011). "New Thermal Insulation Boards Made From Coconut Husk and Bagasse", Energy and Buildings 43: 1732–1739.

[30] Wijewardane, S. ve Goswami, Y., (2012). "A Review on Surface Control of Thermal Radiation by Paint Sand Coatings for New Energy Applications", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16: 1863– 1873.

[31] Uemoto L.K., Sato M.N.N. ve John M.V., (2010). "Estimating Thermal Performance of Cool Colored Paints", Energy and Buildings, 42: 17–22.

[32] Kayhana, N., Razavib, R.S. ve Choopanic S., (2012). "Evaluation of Two New White Silicone Thermal Control Paints under Atomic Oxygen" , Progress in Organic Coatings, 74: 603– 607.

[33] Dias, D., Machado, J., Leal, V. ve Mendes A., (2014). "Impact of Using Cool Paints on Energy Demand and Thermal Comfort of a Residential Building", Applied Thermal Engineering, 65: 273-281.

[34] Yıldırım, S., (2011). Ürün Tasarımı Geliştirilmesi: Taguchi Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[35] Şanyılmaz, M., (2006). Deney Tasarımı ve Kalite Geliştirme Faaliyetlerinde Taguchi Yöntemi ile Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.

[36] Çelik, C., (1993). Kalite Geliştirmede Tasarım Eniyileme Problemine Taguchi Yöntemlerinin Uygulanmasında Sistematik Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

[37] Gökçe G. ve Taşgetiren S., (2009). "Kalite için Deney Tasarımı", Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 6(1): 71-83.

[38] Yang, W.H. ve Tarng, Y.S., (1998). "Design Optimization of Cutting Parameters for Turning Based on Taguchi Method", Journal of Materials Processing Technology, 84: 122-129.

[39] Başyiğit Kılıç, G. ve Karahan, A.G., (2010). "Fourier Dönüşümlü Kızılötesi (FTIR) Spektroskopisi ve Laktik Asit Bakterilerinin Tanısında Kullanılması", Gıda Teknolojisi Dergisi, 35(6): 445-452.

[40] Özveren, U., Bozdağ, N.D., Şahin, S. ve Özdoğan, S., (2012). "TG-MS ve FTIR Kullanılarak Fındık Kabuğunun Gazlaştırılmasının İncelenmesi", Onuncu Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi, İstanbul.

[41] Elek İşlemi ve Değerlendirmesi Dökümanı, (2008), Maden Mühendisliği, İnönü Üniversitesi, https://www.inonu.edu.tr/uploads/old/4/310/elek-analizi.pdf, 17.12.2014.

[42] Alkaya, E., Böğürcü, M. ve Ulutaş, F., (2012). “Yaşam Döngüsü Analizi ve Bina Isı Yalıtım Malzemeleri İçin Uygulamalar”, Çevre Bilim & Teknoloji, 3(4): 261-274.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Sinem GÜREŞ

Doğum Tarihi ve Yeri : 11.09.1988, Bakırköy

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : sinemgrs@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	**Alan**	**Okul/Üniversite**	**Mezuniyet Yılı**
Lisans	Kimya Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2011
Lise	Sayısal	Eşref Bitlis Lisesi	2005

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	**Firma/Kurum**	**Görevi**
2012	Alutek Alüminyum Teknolojileri Mühendislik Danışmanlık ve Taahhüt Ltd. Şti.	Kimya Mühendisi Bölüm Sorumlusu

YAYINLARI

Bildiri

1. **Güreş, S**., Baran Acaralı, N., Kandilci, H.G., Özgündüz, H.İ., Yıldırım, F., Bayram, M., Vergül, H., Saraç, H., (2014), "Investigation of Parameters Affecting Thermal Insulation for Decorative Insulated Interior Paint", Paintistanbul 2014, İstanbul, Turkey.

2. Baran Acaralı, N., **Güreş, S**., Kandilci, H.G., Özgündüz, H.İ., Bayram, M., Vergül, H., Yıldırım, F., Saraç, H., (2014), "Yalıtım Esaslı İç Cephe Boyalarının Karakterizasyonu ve Isı Yalıtımı Üzerine Etkisi", 11.Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi (UKMK-11), 2-5 Eylül 2014, Eskişehir.

Proje

1. "Doğal Mineral ve Endüstriyel Lifli Bitki Kullanarak Yalıtım Esaslı İç Cephe Boya Hazırlanması ve Karakterizasyonu", 2014-07-01-GEP01, Araştırmacı, 2014-devam ediyor.

ÖDÜLLERİ

1. Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölüm Birinciliği

2. Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Fakülte Üçüncülüğü