



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

**TARİHİ VE KÜLTÜREL MİMARİ YAPILARIN RESTORASYONUNDA
AHŞAP MALZEMENİN NANO VERNİKLERLE KONSERVASYONU**

HAZIRLAYAN

SONER AKSU

DANIŞMAN

DOÇ. DR. DENİZ AYDEMİR

BARTIN-2020



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TARİHİ VE KÜLTÜREL MİMARİ YAPILARIN RESTORASYONUNDA

AHŞAP MALZEMENİN

NANO VERNİKLERLE KONSERVASYONU

DOKTORA TEZİ

HAZIRLAYAN

Soner AKSU

JÜRİ ÜYELERİ

Danışman	:	Doç. Dr. Deniz AYDEMİR	-	Bartın Üniversitesi
Üye	:	Prof. Dr. Abdullah İSTEK	-	Bartın Üniversitesi
Üye	:	Dr. Öğr. Üyesi S. Murat ONAT	-	Bartın Üniversitesi
Üye	:	Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ZOR	-	Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi
Üye	:	Dr. Öğr. Üyesi Cemal ÖZCAN	-	Karabük Üniversitesi

BARTIN-2020

KABUL VE ONAY

Soner AKSU tarafından hazırlanan “TARİHİ VE KÜLTÜREL MİMARİ YAPILARIN RESTORASYONUNDA AHŞAP MALZEMENİN NANO VERNİKLERLE KONSERVASYONU” başlıklı bu çalışma, 27.02.2020 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Deniz AYDEMİR (Danışman)

Üye : Prof. Dr. Abdullah İSTEK

Üye : Dr. Öğr. Üyesi. S. Murat ONAT

Üye : Dr. Öğr. Üyesi. Mustafa ZOR

Üye : Dr. Öğr. Üyesi. Cemal ÖZCAN

Bu tezin kabulü Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun/...../20... tarih ve 20...../.....-..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. H. Selma ÇELİKİYAY
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Doç. Dr. Deniz AYDEMİR danışmanlığında hazırlamış olduğum “TARİHİ VE KÜLTÜREL MİMARİ YAPILARIN RESTORASYONUNDA AHŞAP MALZEMENİN NANO VERNİKLERLE KONSERVASYONU” başlıklı doktora tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

İmza

27.02.2020

Soner AKSU

ÖNSÖZ

Tez danışmanlığımı üstlenerek araştırma konusunun seçimi ve yürütülmesi sırasında değerli bilimsel uyarı ve önerilerinden yararlandığım ve akademisyen olmama vesile olan sayın hocam Doç. Dr. Deniz AYDEMİR’e içtenlikle teşekkür ederim.

Bu tezde jüri üyesi olma nezaketini gösteren, tezin incelenerek hataların düzeltilmesinde değerli vakitlerini harcayan ve laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen sayın hocalarım Prof. Dr. Abdullah İSTEK, Prof. Dr. Hüseyin SİVRİKAYA’ya, Dr. Öğr. Üyesi Saadettin Murat ONAT’a, Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ZOR’a ve Dr. Öğr. Üyesi Cemal ÖZCAN’a şükranlarımı sunarım.

Bu çalışmanın her aşamasında desteğini esirgemeyen ve her zaman yanımda yer alan Öğretim Görevlisi Orhan KELLEÇİ hocama sonsuz şükranlarımı sunarım.

Bu çalışmayı her zaman yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen eşim ve çocuklarıma ithaf ediyorum.

Soner AKSU

ÖZET

Doktora Tezi

TARİHİ VE KÜLTÜREL MİMARİ YAPILARIN RESTORASYONUNDA AHŞAP MALZEMENİN NANO VERNİKLERLE KONSERVASYONU

Soner AKSU

Bartın Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Deniz AYDEMİR

Bartın-2020, Sayfa: 82

Bu çalışmanın amaç, tarihi ve kültürel ahşap yapılarda eskimiş ve yıpranmış yüzeylerin restorasyon ve konservasyon işleminde kullanılabilecek özelliklerde nano verniği üretmek ve koruma etkilerini belirlemektir. Çalışmada TiO_2 ve Al_2O_3 nano partiküllerle takviyeli su bazlı akrilik nano vernikler kullanılmıştır. Bu verniklerle yapılacak konservasyon işlemi ile tarihi ve kültürel değere sahip ahşap yapıların kirlenme, kir tutma, rüzgar, yağmur, don,..vb. iklim koşulları yanında bakteri, mantar ve UV gibi iç ve dış faktörlere karşı direncinin artırılması planlanmıştır.

Renksiz ve saydam nano TiO_2 ve Al_2O_3 partiküllerinin sulu çözeltileri değişik oranlarda su bazlı akrilik vernik ile ağırlığına oranla %1-2-4 oranlarında mekanik ve ultrasonik olarak karıştırıldı ve nano vernikler hazırlanmış ve gruplandırılmıştır. Gruplar halinde hazırlanan bu vernikler yeni kesilen karaçam (*Pinus nigra*) odunlarına fırça ile sürme metoduyla uygulanmıştır. Farklı vernik solüsyonlarıyla kaplanan karaçam odunları yaşlandırma cihazında yerleştirilmiş ve yerleştirme öncesi ve sonrası renk değişimleri belirlenerek en düşük değişim gösteren vernikler seçilmiştir. Daha sonra tespit edilen bu nano vernikler Bolu-Mudurnu'da bulunan Armutçular Konağı'ndan alınan yüzeyleri eskimiş, dış cephe ahşap kaplama ağaç malzemelerine uygulanmıştır. Çalışmamızda kullanılan kontrol ve

nano verniklerin özellikleri ve koruma etkileri belirlenmiştir. Hazırlanan örneklerin mikro sertlik, renk, parlaklık, çizilme, aşınma, yaşlanma, su buharı direnci, UV analizi, TGA, SEM, FTIR, yüzey temas açısı, yüzey katman kalınlığı ve yüzey yapışma direnci testleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmelerle gruplar içi ve gruplar arası farklılıklar belirlenmiştir.

Elde edilen renk testi sonuçları, nano-TiO₂ ilavesinin renk analizi sonuçlarına göre nano Al₂O₃ ilavesine göre daha uygun olduğu bulunmuştur. Bu iki partikülün farklı karışımlarının bulunduğu vernikler incelendiğinde kontrol verniğine kıyasla beyazlama olduğu saptanmıştır ve en düşük değişimin %4 TiO₂, %1 Al₂O₃ ve %4 TiO₂-%1 Al₂O₃ içeren vernik için belirlenmiştir. SEM görüntüleri incelendiğinde fırça kullanılan yüzeylerde vernikleme esnasında fırçanın yanlış kullanımı ya da örnek hazırlamadaki zorluk nedeniyle bazı ezilmelerin olduğu da saptanmıştır. Örneklerin mikro sertlik değerleri arasında yapılan varyans analizi sonucunda anlamlı bir fark elde edilememiştir. Örneklerin çizilme ve aşınma derecesi TiO₂ ilavesiyle en yüksek değere (3.derece) ulaşıldığı tespit edilmiştir. En iyi sonuçlar nano-TiO₂ ilaveli verniler için elde edilirken en kötü çizilme (1. Derece) ve aşınma dereceleri Al₂O₃ ilaveli verniklerde saptanmıştır. Nano Ti katkılı vernikler Al ilaveli örneklerle göre daha iyi yüzey sağlamlığına sahip olduğu tespit edilmiştir. En yüksek yüzey sağlamlığı TiO₂ katkılı verniklerde 3.7 N/mm² olarak saptanmıştır. Örneklerin termal özellikleri TGA ve DTG testleri ile incelenmiş ve kontrol örneği ile aralarında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. EDAX taraması sonucunda Al₂O₃ ve TiO₂ partikülleri yüzeyde tespit edilmiştir. Ayrıca vernik içinde dağılımları da tespit edilmiştir. Özellikle %4T ilaveli verniklerde diğer verniklere göre daha fazla topaklanma gözlenmiştir. UV analizinde nano vernik ve kontrol numunesi UV bölgesinde olan 200 nm – 400 nm bandında güçlü absorbance göstermiştir. Nano partikül ilavesiyle birlikte 2. ve 3. tepe noktalarında absorbance miktarının azaldığı görülmüştür. FTIR analizi sonucunda herhangi bir değişik piklere ya da reaksiyon belirtisine rastlanmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Tarihi Kültürel Ahşap Yapılar; Konservasyon; Restorasyon; Nano Vernik; Yüzey İşlemi.

Bilim Kodu

120406



ABSTRACT

Ph. D. Thesis

DETERMINATION OF NANO VARNISH EFFECT ON WOODEN HISTORIC BUILDINGS CONSERVATION

Soner AKSU

Bartın University

**Graduate School of Natural and Applied Sciences
Forest Industrial Engineering**

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Deniz AYDEMİR

Bartın-2020, pp: 82

The aim of this study is to produce nano varnish which can be used in the restoration and conservation process of old and worn surfaces in historical and cultural wooden buildings and to determine the protection effects. In this study, water based acrylic nano varnishes reinforced with TiO_2 and Al_2O_3 nanoparticles are used. The conservation process with the varnishes was planned to improve resistance to outdoor and indoor effects such as pollution, dust retention, wind, rain, frost, climatic conditions, bacteria, fungus and UV of historical and cultural wooden buildings.

Water born solutions and transparent nano TiO_2 and Al_2O_3 particles were mixed mechanically and ultrasonically with water-based acrylic varnish in different ratios of 1, 2 and 4% and then nano varnishes were prepared and grouped. These varnishes prepared in groups, it was applied to the green black pine wood with brush application methods. Black pine wood coated with different varnish solutions were put to accelerated weathering cabinet (QUV) and the best varnishes were selected as the varnishes exhibited the lowest color changes by measuring color changes of the samples after and before QUV test and the varnishes were applied to the wood surfaces of the exterior wood veneer from the historical and cultural wooden structure of Armutçular Mansion in Bolu-Mudurnu. The properties of

the control and nano varnishes to be used in our study and their protection effects were determined. Micro hardness, color, gloss, scratch, abrasion, aging, water vapor resistance, UV analysis, TGA, SEM, FTIR, surface contact angle, surface layer thickness and surface adhesion resistance tests of the samples prepared were performed. The results were statistically evaluated. Differences within and between groups were determined with the evaluations.

Color results showed nano-TiO₂ addition was more suitable than nano-Al₂O₃ addition according to color change analysis results. When the varnishes containing different mixtures of these two particles were examined, it was found that whitening was occurred as comparison to the control varnish and the lowest change was determined for the varnish containing 4% TiO₂, 1% Al₂O₃ and 4% TiO₂-1% Al₂O₃. When SEM images were examined, it was found that there was some crushing on the brush surfaces due to the misuse of the brush during varnishing or difficulty in sample preparation. No significant difference was found between the micro hardness values of the samples after variance analysis. Varnishes obtained with the addition of TiO₂ were found to show the highest degree (3.derece) of scratching and abrasion. The best results were obtained from nano-Ti filled varnishes. The worst abrasion and scratching were found to the varnish with Al₂O₃. Nano Ti filled varnishes were found to have better surface strength than the Al filled samples. The best surface strength was found as 3.7 N/mm² for the varnish with TiO₂. The thermal properties of the samples were examined by TGA and DTG tests and no significant difference was found between the control samples. As a result of EDAX screening, Al₂O₃ and TiO₂ particles were detected on the surface. In addition, their distribution in the varnish was determined. Particularly in the varnishes with the addition of 4% T, more agglomeration was observed than the other varnishes. In the UV analysis, nano varnish and control sample showed strong absorbance in the 200 nm - 400 nm band in the UV region. With the addition of nanoparticles, it was observed that the absorbance amount decreased at the 2nd and 3rd peaks. FTIR showed any different peaks or signs of reaction.

Key Words: Wooden Heritage Structures; Conservation; Restoration; Nano Varnish; Surface Treatment.

Science Code

120406

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL VE ONAY	ii
BEYANNAME	iii
ÖNSÖZ.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
TABLolar DİZİNİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvi
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
1.1 Tarihi-Kültürel Yapılar ve Ahşap Malzeme	3
1.2 Tarihi-kültürel Mirasın Korunmasında Uluslararası Yapılan Çalışmalar.....	4
1.3 Tarihi-kültürel Mirasın Korunmasında Ulusal Anlamda Yapılan Çalışmalar.....	5
1.4 Tarihi-Kültürel Ahşap Yapılara Zarar Veren Faktörler	5
1.4.1 Yapının Konumundan Kaynaklanan Hasarlar	6
1.4.2 Strüktür Tasarımındaki Hatalar.....	6
1.4.3 Hatalı Malzeme Kullanımı.....	7
1.4.4 Kötü İşçilik ve Detay Kullanımı	8
1.4.5 Uzun Süreli Doğal Etkenler	8
1.4.6 İnsanların Neden Oldukları Hasarlar	9
1.4.7 Kötü Kullanım ve Onarımlar	9
1.4.8 Hava Kirliliği	10
1.5 Konservasyon ve Restorasyon	10
1.5.1 Röleve	11
1.5.2 Restitüsyon.....	11
1.5.3 Restorasyon.....	11
1.5.4 Uygulama.....	12

1.5.5 Ahşap Malzemenin Sağlamaştırılması.....	12
1.5.6 Taşıyıcı Sistemin Sağlamaştırılması.....	13
1.5.7 Bütünleme	14
1.5.8 Yenileme	14
1.5.9 Rekonstrüksiyon	14
1.5.10 Temizleme.....	15
1.5.11 Taşıma.....	15
1.6 Yüzey Koruyucular ve Nano Malzeme Takviyeli Vernikler	15
1.6.1 Nano Teknoloji	16
1.6.2 Ahşap Yüzey Koruyucularda Nano Teknoloji kullanımı	17
1.6.3 Ahşap Yüzey İşlemlerinde Yapılan Çalışmalar Hakkında Literatür Taraması	18
BÖLÜM 2 MATERYAL ve METOT.....	27
2.1 Mudurnu Armutçular Konağı	27
2.2 Konağın Yapısal Özellikleri	28
2.2.1 Cephe Elemanları.....	28
2.2.2 Taşıyıcı Sistem ve Taşıyıcı Elemanlar.....	28
2.2.3 Armutçular Konağından Numune Alım İşlemi.....	28
2.3 Çalışmada kullanılan Akrilik Vernik ve Cılası.....	30
2.4 Çalışmada Kullanılan Nanopartiküller	30
2.4.1 Nano Alüminyum Oksit (Al_2O_3).....	30
2.4.2 Nano Titanyundioksit (TiO_2)	31
2.5 Nano Partikül İlaveli Verniklerin Hazırlanması	31
2.6 Test Örneklerinin Hazırlanması.....	33
2.7 Metot.....	34
2.7.1 Hızlı Yaşlandırma	34
2.7.2 Parlaklık	35
2.7.3 Renk Ölçümü	35
2.7.4 Vernikli Ahşap Malzemenin Yüzey Morfolojisi	37
2.7.5 Mikro Sertlik.....	37

2.7.6 Aşınma	37
2.7.7 Çizilme	38
2.7.8 Yüzey Sağlamlığı	39
2.7.9 Thermogravimetric Analysis (TGA)	40
2.7.10 Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)	40
2.7.11 UV analizi	40
2.7.12 Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)	40
2.7.13 İstatiksel Analiz	41
 BÖLÜM 3 BULGULAR VE TARTIŞMA	 42
3.1 Hızlı Yaşlandırma Sonrası Renk Değişimi	42
3.2 Vernikli Ahşap Malzemenin Yüzey Morfolojisi	45
3.3 Mikro Sertlik	51
3.4 Aşınma ve Çizilme Değerleri	53
3.5 Yüzey Sağlamlığı	55
3.6 Nano Katkılı Verniklerin Bazı Özellikleri	56
3.6.1 Termogravimetrik (TGA/DTG) Analiz	57
3.6.2 Tutkalın Morfolojik Karakterizasyonu	60
3.6.3 UV Direnci	64
3.6.4 FTIR Analizi	66
 BÖLÜM 4 SONUÇLAR VE ÖNERİLER	 68
 KAYNAKLAR	 72
ÖZGEÇMİŞ	81

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
No	No
2.1: Armutçular konağı: (a): Genel görünüm, (b): Konak'tan örneğin alındığı kısım (Fotoğraf: Soner AKSU).....	27
2.2: Armutçular konağından alınan ahşap numunenin mikro fotoğrafları: (a,b ve c): radyal kesit, (d ve e): enine kesit ve (f): teğet kesit.	2929
2.3: Verniklerin hazırlanması	33
2.4: Hazırlanmış test numuneleri.....	34
2.5: Örneklerin hızlı yaşlandırma cihazına yerleştirilmesi.....	35
2.6: CIE L*a*b Renk koordinatları (Öngül vd., 2012)	36
2.7: Test örneklerine renk testi yapılması.	37
2.8: Taber aşındırma cihazı ile yapılan aşındırma testi.	38
2.9: Numunelere çizilme testi uygulaması.	39
2.10: Yüzey sağlamlık testi.	39
3.1: Kontrol verniği ile kaplanan tarihi ahşap yapılardan alınan örneklerin SEM görüntüleri.....	46
3.2: 1 Al ilaveli vernikler ile kaplanan tarihi ahşap yapılardan alınan örneklerin SEM görüntüleri.....	48
3.3: 4 T ilaveli vernikler ile kaplanan tarihi ahşap yapılardan alınan örneklerin SEM görüntüleri.....	49
3.4: 4T-1A ilaveli vernikler ile kaplanan tarihi ahşap yapılardan alınan örneklerin SEM görüntüleri.....	50
3.5: Farklı vernikler ile kaplanan tarihi ahşap yapıların mikro sertlik testi.	51
3.6: Farklı vernikler ile kaplanan tarihi ahşap yapıların mikro sertlik testi.	54
3.7: Farklı vernikler ile kaplanan tarihi ahşap yapıların mikro sertlik testi.	54
3.8: Yüzey sağlamlığı testi kopma örnekleri.....	56
3.9: Kontrol ve nano-partikül ilaveli verniklerin termogravimetrik analiz eğrileri	57
3.10: Kontrol ve nano verniklerin derivatif termal gravimetrik analiz eğrileri.....	58
3.11: Kontrol ve nano-partikül ilaveli verniklerin derivatif termal analiz eğrileri.....	59
3.12: Kontrol ve nano verniklerin iç yapı morfolojilerinin SEM görüntüleri.	61
3.13: Al ve T ilaveli verniklerin yüzey morfolojilerinin SEM görüntüleri	62

3.14:	Nano verniklerin yüzey SEM-haritalama ve EDAX analizi sonuçları.	63
3.15:	Kontrol ve nano partikül ilaveli verniklerin UV direncini göstermektedir.....	65
3.16:	Kontrol ve nano partikül ilaveli verniklerin FTIR analizi.....	66



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo	Sayfa
No	No
1.1: Ahşap malzemelerde kullanılan nano partiküller ve özellikleri	22
2.1: Hazırlanan vernik karışımları.....	33
3.1: Farklı formülasyonlara ait hızlı yaşlandırma sonrası renk değişim sonuçları.....	43
3.2: Yaşlandırma sonrası renk, parlaklık değişimleri ve istatistiki değerler.	44
3.3: Farklı vernikler ile kaplanan tarihi ahşap yapıların mikro sertlik değerleri.....	52
3.4: Yüzey sağlamlığı Duncan analizi.....	55
3.5: Kontrol ve nano-partikül ilaveli verniklerin termal özelliklerine ait veriler.....	60

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

m	: Metre
mm	: Milimetre
nm	: Nanometre
L*	: Karanlık değeri
a*	: Yeşilden kırmızıya renk skalası
b*	: Maviden sarıya renk skalası
ΔL	: Karanlık renk değeri farkı
Δa^*	: Yeşil kırmızı arası renk değişimi farkı
Δb^*	: Mavi yeşil renk değişimi farkı
ΔE_{ab}	: Toplam renk değişimi
N	: Newton
T _{onset}	: Bozunma Başlangıç sıcaklığı
T _{endset}	: Son bozunma sıcaklığı

KISALTMALAR

UV	: Ultra viyole
IR	: Kızıl ötesi
UNESCO	: Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Teşkilatı
ICCROM	: Uluslararası Koruma Çalışmaları Merkezi ve Kültür Varlıklarının Restorasyonu
ICOMOS	: Uluslararası Anıtlar ve Sitler Konseyi
WCHO	: Washtenaw Community Health Organization
PVC	: Poli vinil klorür
OPEO	: non-ionic surfactant polyoxyethylene octylphenol ether
TS EN	: Türk Standartları Enstitüsü Standartı
TGA	: Thermogravimetric Analysis
SEM	: Taramalı Elektron Mikroskobu
FTIR	: Fourier Transform Infrared Spectroscopy

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Birçok tarihi ve kültürel ahşap yapı, yıllar içerisinde gerekli bakım onarımları zamanında yapılmadığından zarar görmekte veya kaderine terk edildiği için tahrip olmaktadır. Bu durumdaki tarihi ve kültürel ahşap yapıların çoğu ya yok olmakta ya da bilinçli olarak yok edilmektedir. Tarihi yapıların zamanında restorasyon ve konservasyon işlemlerinin yapılmasıyla gelecek kuşaklara kültürel miras olarak aktarılması sağlanabilmektedir.

Günümüzde restorasyon teknikleri ile konservasyonda kullanılan koruyucular oldukça farklılık göstermektedir. Günümüz restorasyon tekniklerinde iç mekan eski ahşap kısımların korunmasında eski yapıların korunmasına uygun kabul edilen gomlak benzeri cila tercih edilmektedir. Dış cephelerin korunmasında ise ahşap malzemeye uygun, su almasını önleyen, piyasada kolayca ulaşılabilen solvent bazlı boyalar kullanılmaktadır (Kudde vd., 2009). Ahşap konservasyonunda inavasyon ürün olarak boya ve vernikler geleneksel koruyucu mantığından uzaklaşarak daha çevreci ve sağlığa zararsız daha teknolojik ürünler haline gelmiştir. Solvent ve kurşun içermeyen, kokusuz boya vernikler üretilmeye başlanmıştır (Kaygın ve Akgün, 2008).

Nano teknoloji her alanda hayatımıza girmeye başlamasıyla birlikte orman ürünleri sanayinde kullanılabilirliği konusunda birçok çalışma yapılmaktadır. Ahşap malzemenin korunmasında nano özellikli koruyucuların etkileri yapılan birçok çalışmayla ortaya konmuştur. Yapılan araştırmalar neticesinde, ülkemizde tarihi ve kültürel ahşap yapıların konservasyon uygulamalarında kullanılan nano katkılı verniklerin, sahip olması gereken teknik özellikleri yetkili kamu kurumlarının şartnamelerinde belirlenmediği görülmüştür. Bu bakımdan tarihi kültürel ahşap yapıların konservasyonunda nano vernik kullanımı ve etkilerinin belirlenmesi açısından bu çalışma önem kazanmaktadır.

Nano teknoloji alanındaki gelişmeler sayesinde üstün özelliklere sahip yeni malzemeler üretilmekte veya mevcut malzemelerin sahip olduğu özellikleri iyileştirilebilmektedir. Nano teknoloji kullanımı günümüzde endüstriyel büyüme ve gelişmeye birçok alanda yeni fırsatlar sunmaktadır. Her geçen gün nano malzemeler yeni endüstriyel ürünler ile günlük

hayatımıza hızlı bir şekilde girmektedir. Nano teknolojik gelişmeler ahşap koruma teknolojisinde daha çok ahşap malzemenin biyotik ve abiyotik faktörlere karşı dayanımının artırılması yönünde gelişme göstermiştir. Nano teknoloji çalışmalarının başarılı bir şekilde yapılabilmesi için ahşap malzemeye etki eden abiyotik faktörlerin iyi bilinmesi, kullanım yerine bağlı olarak problemin net olarak belirlenmesi gerekir. Ahşap yapı yüzeylerinde kullanılan vernikler ve diğer örtücüler, geçmişten günümüze kalite istekleri ve çevre koruma bilincine uygun olarak gelişme göstermektedir. Bu bağlamda 2000’li yıllardan sonra nano vernikler üretilmeye başlanmıştır.

Açık hava koşullarında korunmasız bırakılan ağaç malzemenin; yağmur, kar ve havadaki nemden kaynaklanan rutubet, aşırı sıcaklık değişimleri, diğer atmosferik elementler (oksijen, ozon, sülfür dioksit ve diğer kirleticiler), güneş ışığından gelen radyasyon, mor ötesi (UV) ve kızıl ötesi (IR) ışık ve rüzgârla gelen partiküllerin aşındırıcı etkisi gibi birçok çevresel faktör ile karşı karşıya olduğu Feist ve Hon (1984) tarafından yapılan araştırmada belirtilmiştir. Bu faktörlerin odun yüzeylerinde neden olduğu bozunuma etkisine eskime adı verilmektedir. Ketola ve Grossman (1994), dış ortamda kullanılacak olan yüzey işlemi görmüş materyallerin maruz kalabilecekleri abiyotik faktörleri aşağıdaki şekilde belirtmiştir. Bunlar;

- Çeşitli biyopolimerlerin doğal olarak doğada yok olmasını sağlayacak olan mor ötesi ışın dalgaları,
- Organik materyallerin yapılarını bozarak onları degrade eden oksijen,
- Malzeme yüzeyinde yoğunlaşan ve malzemenin bozulmasını hızlandıran havadaki nem,
- Malzeme yüzeylerinde ani sıcaklık değişimleri ile yüzey ve iç kısımlar arasında gerilim oluşturarak yüzeyin çatlamasına ve deforme olmasına neden olan gün içerisindeki sıcaklık değişimleri,
- Yüzeyde ıslanma oluşturmamasının dışında yüzeyde ısı değişimlerine yol açan yağmur, dolu, kar gibi doğal mevsimsel olaylar,
- Malzeme yüzeyine çarparak ince olması sebebiyle yüzey alanı fazla aşındırma özelliği de yüksek olan küçük toz parçaları,
- Kıyı şeritlerinde deniz suyunun hava etkisi ile malzeme yüzeyine taşıdıkları tuz abiyotik faktörler arasında gösterilmektedir.

Günümüzde ahşap malzemenin yüzey işlemlerinde dekoratif ve fonksiyonel özelliklere sahip nano teknolojik ürünler bulunmaktadır. Bu alanda yapılan çeşitli akademik çalışmalar şunlardır. Pelit ve Korkmaz (2017) kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) odununun yüzey özelliklerine nano-grafen katkılı su bazlı verniklerin etkisini incelemişlerdir. Ulusoy ve Peker (2019) ahşapta nano teknolojik vernik ve tutkalın kullanımı ve etkileri üzerine bir çalışma yapmışlardır. Kaygın ve Akgün (2008) nanolak Ultraviyole vernik geliştirip geleneksel vernikler ile karşılaştırmışlardır. Baglioni ve arkadaşları (2012) taşınabilir ve taşınamaz sanat çalışmalarının korunmasında nanomateriyal kullanımı üzerine araştırma yapmışlardır. Yine Baglioni ve Giorgi (2006) yaptıkları bir çalışmada genel olarak tüm kültür mirası yapıların korunmasında kullanılabilecek sert ve yumuşak nanomateriyaller üzerine araştırma yapmışlardır. Carretti ve arkadaşları (2003) kültürel yapıların korunması hakkında nanopartikül kullanılabilecek solüsyonlar üretilmesi konusunda çalışmalar yapmışlardır. Benzer çalışmalar literatürde mevcuttur fakat spesifik olarak ahşap restorasyonunda kullanıma özel kültürel miraslarımız olan tarihi ve kültürel ahşap yapıların özellikle dış cephe ahşaplarının korunması ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada öncelikle su bazlı akrilik vernikler TiO_2 ve Al_2O_3 nano partikül ile takviye edilerek nano vernikler üretilmiştir. Nano TiO_2 partikül ilavesi ile elde edilen verniğin UV ışınlarına karşı dayanım, kendi kendine temizleme, ıslanma, su itme ve leke tutma özelliklerini iyileştirmesi hedeflenmesi ile birlikte, nano Al_2O_3 partikülleri ile de verniğin çizilme, aşınma ve sertlik özelliklerini iyileştirmesi hedeflenmiştir. Bununla beraber nano partikül kullanımı vernik molekülleri arası boşlukları dolduracağından mikro organizmaların geçişine izin vermeyen daha düzgün yüzey vermesi hedeflenmiştir. Bu hedefler doğrultusunda, çalışmanın amacı ahşabın doğal rengini değiştirmeden dış hava koşullarına karşı direncini artıracak vernikler geliştirerek bu verniklerin ahşaba uygulanması sonrasında yüzey özelliklerini incelemektir.

1.1 Tarihi-Kültürel Yapılar ve Ahşap Malzeme

Tarihi eserler, bir milletin ya da ülkenin geçmişinin bilinmesini sağlayan, kültürünü ve medeniyetini günümüzde taşıyan en önemli yapıtların başında gelir. Bir milletin kültürünü ortaya koyan tarihi yapıtların korunması o ülkenin ya da milletin kültürünü yaşatması anlamına gelmektedir. Tarihi yapıtlar toplumun değerlerini yansıtan ve geçmişine ışık tutan eserler olduğu için koruma altına almak ya da yaşatılması gerekmektedir.

Tarihi yapılarımızın büyük çoğunluğunda ahşap malzeme vazgeçilmez bir yapı malzemesi olarak eserin birçok noktasında kullanılmıştır. Bu noktada ahşap malzeme doğadan elde ettiğimiz önemli bir yapı malzemesidir. Tarihi ahşap yapılarımız bu gün bakımsızlıktan ve yanlış müdahalelerden kaynaklanan sorunlardan ötürü yok olmaktadır. Ahşap yapılar yapıldıkları dönemin birçok özelliğini yansıtmakta, yapı detayları ve işçilik anlamında tarihi ve kültürel niteliktedirler. Bu durumun teknik anlamda kalıcı çözümlerle müdahalelerin gerçekleştirilmesi gerektirmektedir. Aksi bir durumda ekonomik olarak büyük bütçe gerektiren ve yanlış müdahalelerin yapıya daha fazla zarar verilmesine sebep olan restorasyon işlemleri amacına ulaşamayacağı gibi daha büyük sorunlara sebep olacaktır.

1.2 Tarihi-kültürel Mirasın Korunmasında Uluslararası Yapılan Çalışmalar

Uluslararası bazda durum değerlendirildiğinde ise insanlığın gelecek nesle mirası olan kültür varlıklarının korunması üzerinde durulan evrensel bir mesele oluşturmaktadır. Bu alanda geçerliliğini kabul ettiren UNESCO, evrensel kültür mirası olan yapılara her türlü desteği sağlamaktadır.

Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Teşkilatı (UNESCO) tarafından 1959 da kurulan Uluslararası Koruma Çalışmaları Merkezi ve Kültür Varlıklarının Restorasyonu (ICCROM) korumanın bilimsel sorunları üzerine belge toplama ve yayma, bu alanda araştırmaları destekleme, teknik sorunlara danışmanlık yapma, teknik eleman yetiştirme ve restorasyon uygulamalarının düzeyini yükseltme gibi önemli görevler üstlenmiştir. UNESCO'nun 1972 de Paris'te yapılan on yedinci genel toplantısında Dünyanın Kültürel ve Doğal Mirasını koruma Sözleşmesi hazırlanmış ve üye 131 ülke tarafından imzalanarak yürürlüğe girmiştir (Ahunbay, 1996).

Uluslararası düzeyde Avrupa'da koruma konusunda Avrupa Konseyi en önemli örgütlerdendir. Konsey 19 Aralık 1954'de alınan karara göre Avrupa konseyi Avrupa'nın ortak kültürel mirasını koruyucu önlemlerini almak ve üye olan diğer ülkelerin ulusal katkılarını geliştirmek anlamında karar almışlardır (Keleş, 2005).

1.3 Tarihi-kültürel Mirasın Korunmasında Ulusal Anlamda Yapılan Çalışmalar

Koruma konusunda yapılan çalışmalarda sonuç alınabilmesi için geçerli bir yasal düzenleme, tüm kamu ve özel kurumların sağlam ve teknik anlamda yeterli bir düzeyde örgütlenmesi, yeterli bilgi ve tecrübeye sahip kadroya, ekonomik güce ve tüm kesimlerce destek görmesi gerekmektedir.

Ülkemizde tarihi yapıların korunması için gerekli yasal çalışılmalar yapılsa da, restorasyon çalışmalarını yeterli miktarda maddi kaynak ve teknik destek sağlanamadığından olması gereken düzeye henüz gelinememiştir (Kayın, 2008). Ülkemizde yapılan restorasyon çalışmalarında eğitilmiş restoratör yeterli miktarda çalıştırılmamakta, tarihi yapılar ticari maksatla restore edilmekte, ihale ile yapılan restorasyon çalışmalarında yüklenici firma yeterli teknik bilgiye sahip olmamaktadır. Buradan Ülkemizdeki esas problemin teknolojiye yönelik, bilimsel bilgi birikimi ve restorasyon eğitimi almış uzman yetersizliği olduğu anlaşılmaktadır (Tunçoku, 2004).

Ülkemizde de sanatsal yapıların korunması konusunda yasal mevzuatta değişiklikler yapılmış ve çeşitli medya organları ve facebook ve instagram gibi sosyal paylaşım araçlarında “Dünya Kültür Mirası/ World Heritage Turkey” Facebook hesabı, “unescoturkiye” Instagram hehabı vb.) toplumun kültürel yapıların korunması konusunda bilinçlendirilmesi sağlanmıştır. 1979 tarihinde 1710 sayılı “Eski eserler kanunu” ile tarihi ve kültürel yapıların korunması amaçlanmıştır. Ülkemizde de turizm faaliyetleri sonucunda tarihi dokuya sahip bölgeler restorasyon çalışmalarına önem verilmiştir ve neticesinde sektörün hızlı bir şekilde gelişmesine katkı sağlamışlardır. Maddi kaygılarla yapılan restorasyon işlemlerinde tarihi dokunun yansıtılmasından ziyade yapının göze hoş görünmesi ön planda tutulmaktadır ve bu yaklaşım yapının orijinalliğinden görünüm olarak uzaklaşmasına neden olmaktadır.

1.4 Tarihi-Kültürel Ahşap Yapılara Zarar Veren Faktörler

Kültürel yapıların restore edilmesinde mimar sorunları net tespit ettikten sonra etkili bir restorasyon çalışması yürütebilir. Restorasyon çalışması öncesinde yapılan incelemelerde malzeme bozulmalarına neden olan etkenlerin yanlış değerlendirilmesi sonucunda yapıya yanlış müdahalelerde bulunma ihtimali vardır. Yapının hasar görmesine sebep olan

nedenlerin ortadan kaldırılmaması durumunda yapının restorasyonu tam olarak yapılmış sayılamayacağı söylenebilir. Yapıya yapılacak olan müdahalede geç kalınması durumunda yapının geri dönüşü olmayan hasarlar alması durumu da ortaya çıkabilir. Özellikle tarihi ve kültürel öneme sahip yapılarda hasara neden olan faktörlerin doğru tespit edilmesi büyük önem arz etmektedir (Yağcı, 2013).

Tarihi yapılar en az 100 yıllık yaşamları sonucunda pek çok (mekanik, kimyasal, biyolojik vb.) zararlı etkiye maruz kalmışlardır. Restorasyon yapılırken bu zararların tarifinin iyi yapılması ve sınıflandırılması yapının restorasyonu aşamasında dikkat edilecek hususların belirlenmesi konusunda ve yapının restorasyonunu bittikten sonra uzun yıllar ayakta kalabilmesi açısından önem arz etmektedir. Bu sebeple restorasyon çalışmalarına yapıların bozulmalarına neden olan faktörlerin belirlenmesi ile işe başlanmalıdır (Dal, 2010).

1.4.1 Yapının Konumundan Kaynaklanan Hasarlar

Yapının bulunduğu yer (yamaç veya dere yatağı) onun iklime bağlı etkilerden daha yoğun olarak zarar görmesine neden olabilir. Bir yamaç eteğinde, çukurda yer alan bir yapı, önlem alınmadığı takdirde su baskınlarının tehdidine açık durumdadır. Örneğin Eyüp'te Haliç kıyısında yer alan eski yapılar yamaçtan gelen drenaj suyunun toplanmaması sonucu, yağmurdan sonra suya maruz kalmakta, yapıların ahşap kapıları zarar görmektedir. Yapıların bu gibi su basma tehlikelerine karşı yapının orijinallliğini bozmayacak şekilde istinat duvarları yapılması gerekebilmektedir (Cavlun, 2006).

1.4.2 Strüktür Tasarımındaki Hatalar

Binaların estetik ve tarihi değerini belirleyen faktörlerden birisi yapının çevresinde bulunan değerlerdir. Benzer şekilde yapılarında değerini belirleyen faktörlerden en önemlilerinden birisi de malzemenin yapında kullanılan malzemeler ve yapının strüktürüdür. Restorasyon aşamasında bazı malzemelerin değişmesi gerektiğinde kendisine bağlantılı diğer başka malzemelerinde değişmesi gerekebilmektedir. Bu da sağlam olabilecek malzemelerinde değişmesine neden olabilmektedir. Özellikle yapının estetik açıdan değişime uğratacak malzeme değişimleri zorunlu durumlarda gerçekleştirilmelidir. Bu tarz bir müdahale arzu edilen bir iş olmamasına rağmen yapının kurtarılması söz konusu olduğunda kabul edilir olmaktadır (Kuban, 1969).

Yapıların inşasında yük taşıyıcı sistemleri binanın yükünü taşıyacak kalınlık ve genişlikte yapılmamışlarsa belirli bir zaman sonrasında ciddi sorunlar oluşabilir. Bu sebeple duvarların bel vermesi karşılaşılan bir problemdir. Payandalar dayanıksız olduklarında kemer, tonoz ve kubbede ayrılmalar meydana gelir sonrasında da yıkılma olabilir. Bu tarz bir soruna en önemli yapılardan olan Ayasofya da rastlanmaktadır. Kubbe tasarımında yapılan hata sonucunda taşıyıcı sistemler kubbeyi taşıyamamış ve geçirdiği ilk depremde kubbe çökmüştür. Temellerin zayıf, yetersiz kesitte olmaları da üst bölümlerde, duvarlarda, taşıyıcı ayaklarda çatlamalara, düşeyden ayrılmalara neden olabilir. Yapının oturduğu zemin üzerine atılan beton temelinde yetersiz kalınlık ve genişlikte olması da yapının üst kısımlarında, duvarlarında, taşıyıcı ayaklarında çatlama ve ayrılmalara neden olabilmektedir (Ahunbay, 1996).

1.4.3 Hatalı Malzeme Kullanımı

Antik çağlardan günümüze kadar, önemli yapıların değerli materyallerden yapılması bir mimarlık geleneği haline gelmiştir. Anadolu'nun pek çok yerinde büyük taşlardan yapılmış olan ören yapıların günümüze kadar sağlam şekilde geldiğini görüyoruz. Mimar Sinan da Şehzade, Süleymaniye, Mihriman Sultan külliyelerini Bakırköy bölgesinden çıkartılan yoğun ve homojen taşlardan inşa etmiştir (Çavuş, 2011). Ülkemizde geleneksel mimarlığımız taştan, kerpiçten, tuğladan, ahşaptan yapılan malzemelerden oluşturulmuştur. Yapılarda kullanılan malzemelerin niteliklerin istenilen özellikleri taşınamaması yapının erken bozulmasına neden olmaktadır. Taş blokların içerisinde yabancı maddelerin bulunması veya kil tabakasının bulunması taşın yapısında bulunabilecek tabakalardan ayrılmasına sebep olmaktadır (Ahunbay, 1996).

Yapının tuğladan yapılmış olması durumunda ise tuğlanın iyi pişirilmiş olması yapının dayanıklılığında önemli etkenlerden birisi olmaktadır. Kalitesiz tuğlalardan yapılan yapı duvarlarında zamanda dökülmeler, bozulmalar çukur oluşumları gibi hasarlar görünmektedir. Bunların yanında tuğlaların birleştirilmesinde kullanılan harcın kalitesiz olması durumunda yapının hızlı bozulmasına neden olmaktadır (Asımgil ve Erdoğan, 2013).

Ağaç malzemenin yapılarda kullanımında sert türlerin tercih edilmesi yapının sağlamlığının artmasını sağlamaktadır. Buna karşılık ülkemizdeki ahşap yapıların

birçoğunda yumuşak ağaç türleri kullanılmıştır. Böylece günümüze çok azı kültürel değer olarak ulaşabilmiştir (Gulec, 1990). Meşe ve kayın satış fiyatları yüksek olması sebebiyle yapılarda genelde karaçam ve sarıçam gibi yumuşak çam türleri tercih edilmiştir.

1.4.4 Kötü İşçilik ve Detay Kullanımı

Yapıların dayanıklı olması istendiği zaman yapının birleştirme elemanlarında kullanılan birleştirme malzemeleri önem kazanmaktadır. Kesme taşların birleştirilmesinde kullanılan kenetler ve miller iyi bir şekilde izole edilmedikleri takdirde derzlerden içeri sızan sular metal aksamlarda korozyona sebep olmaktadır. Paslanma sonucunda ise blokları birleştiren kenet ve millerin hacimlerinde genişlemeler meydana gelmekte ve sonucunda da bloklar arasında açılmalar meydana gelmektedir. Müdahale edilmediğinde mimari yapıda bozulma hızlanmakta ve yapı kullanılamaz hale gelmektedir. Yapının ilk tasarım aşamasında oluşan hataların giderilmesi zordur. Hasarlar yapıya sürekli bakım yapılarak giderilebilir. Yapının ilk görüntüsünü bozmayacak şekilde yapıya yeni malzeme eklemesi de yapılabilir. Bloklar arasındaki kenet ve millerin paslanmaz çelik ile veya titanyum malzemeyle değiştirmek bir çözüm yolu olabilir (Şirikçi, 2013).

1.4.5 Uzun Süreli Doğal Etkenler

Ülkemizde dört mevsim yaşanmaktadır bu sebeple yapılar sürekli değişken mevsimsel etkilere maruz kalmaktadır. Yapıların sürekli olarak bakımlarının yapılmaması durumunda yapılarda hızlı bozulmalar görülmektedir. Yaz aylarında güneşin etkisiyle malzemelerde genleşmeler meydana gelmektedir, ayrıca kış aylarında soğukun etkisiyle yapı elemanlarının yoğunluklarında düşmeler meydana gelmektedir. Yaz kış etkilerine maruz kalan yapı elemanları yorulurlar ve yapılarında bozulmalar meydana gelir. Yapı malzemelerinin içerisindeki kapılar boşluklarda hareket eden su da yapıda bozulmalara neden olmaktadır. Zeminden yukarı doğru hareket eden nem de yapı elemanlarının yapısına karılarak yapı elemanlarının ağırlıklarının artmasına, taşıdığı tuzlar ile bozulmalara ve bunun sonucunda da duvar yüzeylerinde çiçeklenmelere sebep olmakta, yapı elemanlarının fiziksel ve kimyasal yapısının bozulmasına neden olmaktadır (Ekinci, 2007).

Yağmurlu havalarda suyun çatıdan çatı elemanları ve oluklardan hızlı bir şekilde tahliye edilememesi durumunda yosun ve otların yetişmesi için uygun bir ortam oluşmaktadır. Ayırık olan kısımlarda yosunlar gelişmeye başlar ve ahşap çatı elemanlarında mantar oluşumları gözlenir. Devamında ciddi hasarlara neden olabilecek bu ayrıkların giderilmesi gerekmektedir. Yağmur sularının da düşey olarak hareketi tarihi yapılarda özellikle taşların aşınmasına neden olmaktadır. Suyun yarattığı bir diğer etkide don olayıdır. Su taşlar içerisindeki çatlaklara girdiğinde donma ile birlikte hacimlerinde bir artış olmakta ve taş çatlaklarının arasında kama etkisi yaparak çatlakların genişlemesine neden olmaktadır. Bu sebeplerle oluşan hasarların onarılması zor ve pahalı olmaktadır. Osmanlı eserlerinde sövelerin al kısımlarındaki parmaklıklar kurşun ile doldurulmadığı için boşluklara giren suyun etkisi ile donan su çatlakları genişletmekte ve sövenin pencere dışında kalan kısmının kopmasına neden olmaktadır (Asimgil, 2013).

Rüzgar bitkilerin üremesinde önemli bir faktördür. Rüzgar etkisiyle de tohumlar çevreye yayılırlar. Bu esnada tohumlar yapıların çatı kısımlarına, duvar çatlaklarına ve boşalmış derzlere girebilmekte ve buralarda kendilerine uygun yetiştirme ortamı bulduklarında buralarda kök salabilmektedirler. Nitekim pek çok yapının cephe kısmında ve üzerinde incir ve aylandız gibi bitkilerin kök salıp yetiştiği gözlemlenmiştir. Rüzgarın bir diğer etkisi de deniz tuzunu taşıması ve sert rüzgar ile birlikte yapıların duvarlarına çarparak aşındırıcı etki yapmasıdır. Deniz dalgaları da rıhtım, liman ve sahil yapılarına çarparak aşındırıcı etki yapmaktadır (Mahrebel, 2006).

1.4.6 İnsanların Neden Oldukları Hasarlar

İstanbul'da da Zeyrek ve Süleymaniye kentlerindeki sakinlerin yeni yerleşim yerlerine göç etmesiyle tarihi yapılar bakımsız kalmışlardır. Bina sahiplerinin de kültür bakanlığının tarihi yapıların yıkılmasına karşı kanuni yaptırımlara sıcak bakmaması ve kendi haline bırakarak yıkılıp yerine yenisinin yapılması anlayışı ile yapılar yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalmıştır (Bakır, 2010).

1.4.7 Kötü Kullanım ve Onarımlar

Yaşam şartlarının değişmesi ile birlikte yapıların kullanım tarzlarında da değişimler meydana gelmiştir. Eski yapılar yeni modern tarz yapılar gibi kullanılmaya başlanmış ve

orijinalliği bozulmaya başlamıştır. Geniş aileler için tasarlanan tarihi evler çekirdek aile kültürüne geçiş ile birlikte terk edilmeye başlanmış veya depo olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu süreç içerisinde onarım gören yapılarda olmuştur. Fakat yapılan onarımlar profesyonellikten uzak olması yapının zarar görmesine sebep olmuştur (Hidayetoğlu, 2013).

Yapılarda bilinçsiz şekilde yapılan değişiklikler taşıyıcı elemanlarda aşırı yüklenmelere sebep olabilmektedir. Onarım uzmanlık gerektiren bir konudur. Venedik Tüzüğü'nün 9. Maddesinde de bu konuya değinilmiştir. Uzmanlar tarafından yapılmayan restorasyon işleri kaba bir tamirat işinden fazlası değildir. Yapının değerlendirilmesinde öncesinde yapılan onarım ve bakım faaliyetlerinin de büyük etkisi olmaktadır. Tarihi yapıların tarihinin yanlış değerlendirilmesine neden olabilmektedir (Çavuş, 2011).

1.4.8 Hava Kirliliği

Hava kirliliği yapıların dış yüzeylerinde kir tabakasının oluşmasına neden olur. Atmosferde bulunan karbon-dioksit, kükürt-dioksit ve kükürt-trioksit yağmur suları içerisinde çözünmekte ve tarihi yapıların taş yüzeylerinde aşınmalar meydana getirmektedir. Bu da taş yüzeyindeki detayların kaybolmasına neden olur. Ara sıra ıslanan yüzeylerde ise renk kararması meydana getirir. Renk değişimi tarihi detayların algılanmasını güçleştirmektedir. Taş yüzeylerdeki kabaran ve dökülen yerler sülfatlaşma belirtisi gösterir. Taş gözenekleri kalsiyum sülfat ile dolar ve ıslanma sınırına kadar olan kısım kabarıp ve dökülmeler başlar (Mahrabel, 2006).

1.5 Konservasyon ve Restorasyon

Ahşap konservasyonu, ahşap malzemeye yapılacak olan en az müdahale ile kültürel değer taşıyan yapıların ömrünü uzatma, yapılacak müdahaleler (inceleme, belgelendirme, depolama, restorasyon veya sergileme) de en optimum sonuçların gözetilmesi ve yıllar sonrada yapılar üzerinde inceleme yapılmasına olanak sağlanması faaliyetleridir (Akyıldız vd., 2016).

Restorasyon tanım olarak kültürel değer taşıyan bir eserin herhangi bir nedenle veya zaman itibari ile zarar görmüş kısımlarının yapının orijinalliğini bozmadan veya en az müdahale

ile eski haline getirme çalışmalarıdır. Restorasyon çalışmaları dört aşamada gerçekleştirilir bu aşamalar; Röleve, Restitüsyon, Restorasyon ve Uygulamadır (Özdağ, 2015).

1.5.1 Röleve

Restorasyon çalışmalarında Röleve çalışması mutlaka yapılması gereken bir çalışmadır. Tarihi yapının orijinaline bağlı kalarak onarımı, bakımı ve restorasyonu yapılabilmesi için röleve çalışmalarının titizlikle yapılması gerekmektedir. Milli Eğitim Bakanlığı mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış olduğu raporda Röleve çalışmalarını “Teknik anlamda ise röleve, bir yapının kent dokusunun veya arkeolojik kalıntının yakından incelenmesi, belgelenmesi, mimarlık tarihi açısından değerlendirilmesi ve restorasyon projeleri hazırlanabilmesi için binanın iç ve dış mimarisine, özgün dekorasyonuna ve taşıyıcı sistemi ile yapı malzemelerine ait mevcut durumunun ölçekli çizimlerle anlatımıdır” şeklinde tanımlamıştır (MEB, 2013).

1.5.2 Restitüsyon

Zamanla yapısal değişikliğe uğramış tarihi yapıların kısmen kaybolması veya tamamen tahrip olması durumunda yapının tekrar eski hali ile meydana getirilebilmesi için yapının belirli tarihteki görüntüsünden, arşiv kayıtlarındaki ölçülerinden, yapıya ait varsa önceki ölçülerinden kesit, olan, görünüş yada çizimler yardımıyla yada maketler vasıtası ile anlatılması işlemidir (Ahunbay, 2009).

1.5.3 Restorasyon

Restorasyon tarihi yapıların mümkün olan en az müdahale ile aslına uygun olarak onarılması, yenilenmesi anlamına gelmesine rağmen ülkemizde bu anlamı pek anlayamamıştır. Tarihi yapılar yeni malzemeler ile farklı fonksiyonlar için onarılmıştır. tek tek yapılar hariç şehir strüktürü anlamında restorasyon örneklerine ülkemizde az rastlanmaktadır. Restorasyon müdahaleleri ülkemizde onarımdan çok tahrip edici bir unsur olmuştur. bilimsellikten uzak yapılan eğitimsiz kişilerin müdahalesi yapının tarihinin kaybolmasına neden olmuştur (Kuban, 1969).

1.5.4 Uygulama

Restorasyon aşamalarının son aşaması durumundaki uygulama projenin hazırlanması ve onaylanma süreçleri ile sıkı ilişki içerisinde. Kurumlar arasında işbirliği, detaylı inceleme, zaman ve iş gücü gerektiren bir süreçtir. Bu süreçler arasındaki ilişki Röleve çalışmaları ve restorasyon uygulama teknikleri için etkili olabilmektedir (Öner vd., 2015).

1.5.5 Ahşap Malzemenin Sağlamlaştırılması

Ağaç malzemenin bozulma nedenlerini iki grup altında toplayabiliriz. Bunlar yapının bulunduğu yer itibari ile maruz kalacağı iklim (iklim-nem ilişki oranı) ve topoğrafik koşullar nedeni ile yapının zemin ile temas durumu yapının tahribat düzeyini etkileyen faktörlerdir. Planlama aşamasında projelendirme hataları, yapım aşamasında uygun olmayan malzeme seçimi, usta ve işçilik hataları da yapının tahrip olmasında etkilidir (Köprülü, 1987). Yapıların taşıyıcı elemanlarında set ağaç malzeme kullanılması gerekir. Ağaç malzemenin zemin ile temas etmesi malzemenin nem ile çalışmasına neden olur. Rutubet ahşap malzeme için istenmeyen bir olaydır. Ahşabın sertliğini bozarak biyolojik zararlıların gelişmesine imkan sağlar.

Rutubetli ortamda bulunan ahşap malzemede çürüklük yapan mantar oluşumları, renk değişimi yapan mantarlar ve ahşabın çalışmasına bağlı çatlak oluşumu gözlenir. Bununla beraber yan yana bulunan ahşap yapı elemanları rutubet etkisi ile birbirinden ayrılır ve yapının şekil değiştirmesi gibi sorunlara yol açar. Bu gibi sorunların önüne geçmek için ahşabı kuru veya ortam rutubetine yakın yerlerde saklamak gerekir.

Güneş ışınlarının etkisi ile ahşap malzemenin yüzeyinde renk değişimleri kararırma şeklinde görülür, ahşap deseni bozulur, lifli ve dayanıksız bir yüzey oluşur. Ahşabın yüzeyinde kabarmalar, çatlamlar ve dökülme meydana gelir.

Kimyasal madde etkisinde kalan ahşap malzemelerde yumuşama ve sürekli temas halinde ise ahşabın dokusunda bozulmalar meydana gelir. Yapının imalatında kullanılan strüktürel malzemelerden olan demir de ahşabın renk değişimine neden olur. Açık havada bu renk değişimi daha fazla gözlemlenir. Yapının sağlamlaştırılma aşamasında böcek ve mantar oluşumları dikkate alınmalıdır. Restorasyonda ana hedef yapının mümkün olan en az

müdahale ile orijinaline bağlı kalarak sağlamlaştırılmasıdır. Ahşap malzeme etkili bir böcek ve mantar ilacı ile ilaçlanmalıdır. Ahşap malzemenin yerinde emprenye teknikleri ile korunması da etkili bir yöntemdir. Ahşap malzemenin kimyasal kullanılarak emprenye etmek ahşap malzemenin böcek ve mantarlara karşı dayanıklı olmasının yanında ahşabın açık hava koşullarına karşıda dayanıklı olmasını sağlar. Fırça ile sürme veya püskürtme metotları ile yerinde emprenye uygulanabilir. Fakat bu işlemde kimyasal ahşabın derinliklerine kadar nüfuz etmez, yüzeysel olarak kalır (Sayın, 2016).

Ahşap malzemenin ateş ile teması da büyük bir tehlikedir. Yanmaya karşı dayanıklı ahşap malzemeler de tamamen yanmaz değildirler sadece yanma sürelerinde bir gecikme söz konusudur. Böylece yangına karşı mücadelede zaman kazandırarak zararın azaltılmasını sağlarlar (Baysal, 2003). Ahşabın tutuşmasını geciktiren kimyasallar da ahşaba püskürtme veya fırça ile sürülebilir.

1.5.6 Taşıyıcı Sistemin Sağlamlaştırılması

Yapıların taşıyıcı sistemlerinde meydana gelen deformelerin doğru şekilde tespit edilmesi ve müdahale edilmesi gerekir. Ahşap yapılarda iskeleti oluşturan taşıyıcı yapı elemanlarının birleşim yerlerinin sağlamlık durumları kontrol edilmelidir (Bakır, 2010).

Son zamanlarda teknolojinin gelişmesi ile birlikte temel ve zeminler ankrajlar, temel genişletmeler, sağlam zemine inen kazık temeller yardımı ile sağlamlaştırılmaktadır (Örmecioğlu, 2010). Yapıların sağlamlaştırma çalışmalarında yapının durumuna göre;

- Kesit genişletme/ Mantolama
- Destekleme /Payandalama
- Çemberleme- Bağlantı ve Gergi çubukları uygulamaları gerçekleştirilir.

Yukarıdaki müdahalelerden başka mevcut yapının kendi elemanları ile sağlamlaştırılması yapılması gereken müdahalede daha ön plandadır. Binaya en fazla zarar veren yapısal bozulmaların önlenmesi gerekmektedir. Bu sebeple binaya zarar verebilecek ıslak mekanların ortadan kaldırılması çatı ve drenaj sistemlerinin onarımı gerçekleştirilmelidir. Bina zemininden yükselen rutubet ve çatı drenaj sisteminden sızan suların bina duvarlarına zarar verip vermediği kontrol edilmelidir. Havalandırılması bulunmayan kapalı alanlarda

küf ve mantar oluşumunun engellenmesi için havalandırma kanalları yapılması gerekir. Sonradan oluşacak bozulmaların engellenmesi gerekir (Ekinci, 2011).

1.5.7 Bütünleme

Yapılarda belli bir bölümün yada yapı elemanının zarar gördüğü durumlarda çağdaş teknoloji kullanılarak yapının eski görünümüne bütünleme tekniği kullanılarak getirilme işlemi gerçekleştirilebilir. Bütünleme yapılırken eklemelerde kullanılacak malzemenin yapı elemanı ile uyumlu olmasına dikkat edilmelidir. Bütünleme yapılırken eski yapı elemanları ile bütünlemede kullanılan malzemelerin ayrılması gerekir. Tarihi değer taşıyan parçalar bütünleme elemanlarından daha değerli oldukları belirtilmelidir (Selçuk, 2006).

1.5.8 Yenileme

Son zamanlarda restorasyonu yapılan pek çok yapının orijinalliyi bozulmuştur. Venedik Tüzüğü'nün 5. Maddesinde “Yeni işlev yapının mimari, estetik değerlerine uygun olmalı, yapıda fazla bir değişiklik yapılmasına yol açmamalıdır. Yeni işlev gereği yapıya eklenecek mekan ve elemanlar yapının görsel, estetik ve tarihi değerine zarar vermemelidir” denilmektedir. (Hakyemez ve Gonul, 2014).

Venedik Tüzüğü 'nün 13. Maddesinde ise; “*Eklemelere ancak yapının ilgi çekici bölümlerine, geleneksel konumuna, kompozisyonuna, dengesine ve çevresiyle olan bağlantısına zarar gelmediği durumlarda izin verilebilir*” der (Başar, 2010).

1.5.9 Rekonstrüksiyon

Rekonstrüksiyon yok olmuş olan tarihi eserlerin veya mevcut eserlerin benzerlerinin inşa edilmesi işlemidir. Rekonstrüksiyon ile inşa edilen yapının tarihi eser ile ilgisi yoktur sadece bir taklit, kopyasıdır. Rekonstrüksiyonu yapılacak olan yapının fotoğraf, Röleve ve tüm teknik verilerin tam olarak bulunması gerekir. Yapının kapı pencere, tavan ve silme gibi parçalarının da orijinal yapıdan elde edilen malzemelerden kullanılması yapının orijinali ile olan bağının güçlenmesini sağlar. Rekonstrüksiyonu yapılan eserin tarihi bir değer taşımasına rağmen tarihi yapıların görsel olarak değerlerinin yaşatılması açısından önemlidir (Bülbül vd., 2017).

1.5.10 Temizleme

Tarihi eserlerde zamanla eklenen parçalar bulunabilir. Temizleme işlemi bu parçaların yapılardan veya sit alanından çıkartılarak tarihi dokunun korunması işlemidir. Venedik Tüzüğü'nün 11.maddesi'nde; *“Anıta mal edilmiş farklı dönemlerin geçerli katkıları saygı görmelidir; zira onarımın amacı üslup birliği değildir. Bir anıt üst üste çeşitli dönemlerin izlerini taşıyorsa, alttaki dönemleri açığa çıkarmak ancak bazı özel durumlarda yok edilen malzemenin önemi azsa, açığa çıkarılan malzeme büyük tarihi, arkeolojik ya da estetik değer taşıyorsa ve korunma durumu böyle bir davranışı gerekli gösterecek kadar iyi ise haklı çıkarılabilir. İlgili unsurların öneminin değerlendirilmesi ile ilgili yargıyı ve neyin yok edileceği üzerinde kararı vermek, sadece bu işi üzerine almış kimseye bırakılamaz”* der (Halaç ve Akdağ, 2018).

1.5.11 Taşıma

Tarihi eserlerin bazı durumlarda taşınması söz konusu olabilir. Böyle bir durumda yapının boyutları, malzeme türü, yapım tekniği yapının taşınma tekniğini etkileyen faktörlerdir. En uygun teknik olarak yapının parçalandıktan sonra numaralandırılarak yeni yerinde montaj yapılması sureti ile taşınmasıdır (Şirikçi, 2013).

Venedik Tüzüğü'nün 7.maddesi; *“Bir anıt tanıklık ettiği tarihin ve içinde bulunduğu ortamın ayrılmaz bir parçasıdır. Anıtın tümünün ya da bir parçasının başka yere taşınmasına -anıtın korunması bunu gerektirdiği, ya da çok önemli ulusal, ya da uluslar arası çıkarların bulunduğu durumlar dışında izin verilmemelidir.”* der. Yapının restorasyonu aşamasında kaynak olarak kullanılan çalışmaların hatalı olması durumunda başarısızlıklar yaşanabilir (Erder, 1977).

1.6 Yüzey Koruyucular ve Nano Malzeme Takviyeli Vernikler

Vernikler malzemelerin yüzeylerine fırça veya püskürtme metodu ile uygulanan, malzeme yüzeyinde ince bir tabaka oluşturan su veya solvent içerisinde çözülmüş durumda bulunan sıvı, akışkan halde bulunan reçinelerdir. Vernikler genel olarak ahşap yüzeylerin parlaklık kazanmasını, desenlerin daha belirgin hale getirilmesini ve çizilmeye karşı dirençli olmasını sağlamaktadır. Vernik uygulanmış ahşap malzeme ışık düşmesiyle veya gölgede

kalması durumunda göz alıcı bir görüntü almaktadır. Verniklerin uygulanmasından önce ahşap malzemenin taşınması gereken bazı özellikler vardır. Ahşap malzemenin yüzeyinin kir ve lekelerden temizlenmesi, kuru olması vb. gibi verniklerde genel olarak aranan özellikler; viskozitesinin düşük olması, çabuk kuruması, zararlı organik bileşikler salgılamaması, ahşap desenini kapatmaması, verniğin her bölgesinde aynı rengin olması, açık hava koşullarına karşı dayanıklı olması gibi özellikleridir.

Vernikler içinde kullanılan reçine türüne göre veya çözücü malzeme türüne göre su bazlı veya solvent bazlı olabilmektedir. Vernikler ahşap yüzeyinde kuruduktan sonra kuru bir film tabakası oluştururlar. Çam sakızı, üre formaldehit, vinil reçineleri, akrilik asit reçineleri ve klorlandırılmış, kauçuk gibi reçine türleri solventler içerisinde çözünerek solvent bazlı vernikler elde edilir. Solvent bazlı vernikler daha çok kâğıtları, trafik yol işaretlerini, gemilerde böcek kovucu boya ve vs. kaplayarak koruma amacıyla kullanılırlar. Vernikler reçine, yağ, boya maddesi ve eriticisiyle yapılırsa atmosfer şartlarına oldukça dayanıklı, titreşim, su ve kimyevi maddeler gibi atmosfer şartlarına karşı daha dayanıklı uzun ömürlü kaplayıcılar elde edilir. Genellikle mobilyacılıkta kullanılan vernikler, kablo izolasyonunda ve yer döşemelerinde kullanılan vernikler bu tarz dayanıklı verniklerdir (Malkoçoğlu vd., 2012). Vernikler taşıdıkları özelliklere göre sınıflandırıldığında;

- Reçine türlerine göre (Alkid reçinesi verniği, nitroselüloz verniği gibi)
- Yüzeyde oluşturdukları katman sırasına göre (Dolgu verniği, son kat verniği)
- Uygulama metoduna göre (Püskürtme verniği, batırma verniği)
- Yüzeyde oluşturduğu etkiye göre (Parlak vernik, mat vernik)
- Yüzeyine sürüldüğü malzeme türüne göre (Mobilya verniği, Yat verniği)
- Yüzeyde katılaşma türüne göre (Fiziksel olarak kuruyan, kimyasal olarak sertleşenler (Kurtoğlu ve Kahveci, 1989; Kurtoğlu, 2000).

1.6.1 Nano Teknoloji

Günümüzde bilim ve teknoloji ivmeli bir şekilde yükseliş göstermektedir. Önceleri teknolojiyi takip etme kolay iken son yıllarda teknolojiyi takip etmek oldukça güç olmaya başlamıştır (Sandhu, 2006). Nano bilim kabaca 1 ile 100 nanometre ölçekteki atom ve

moleküler yapıların etkileşimlerini inceleyen bilimdir (Whitesides, 2005; Laherto, 2010). Nano teknoloji ise nano boyuttaki atom ve moleküler etkileşimlerden faydalanarak elektronik, ilaç, tekstil, kozmetik gibi endüstri kollarına yeni ürünler ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır (Foley vd., 2006; Bowman vd., 2007). Bu açıdan bakıldığında nano teknoloji disiplinler arası bir çalışma alanıdır (Tessman, 2009). Nano teknolojiye tarihsel bir boyutla bakıldığında sanayi devrimi yaratabilecek bir teknoloji sayılabilir (Özdoğan vd., 2006; Wansom vd., 2009).

Son yıllarda ülkeler, önemli bir alan olan nano teknoloji araştırmaları için büyük bütçeler ayırarak, bu alanda büyük miktarlarda yatırımlar gerçekleştirmektedir. Örneğin, ABD’de bu rakam 3.7 milyar dolar, Avrupa Birliği 1,2 milyar dolar ve Japonya 750 milyon dolar miktarlarında bu alana yatırım gerçekleştirmişlerdir. Bu araştırma alanının kapsamı, malzemelerin fiziksel boyutları ve en küçük moleküllerinin kontrol edilmesi konularını kapsadığından moleküler biyoloji, organik kimya, yarı iletken fiziği, yer bilimi, mikro fabrikasyon gibi bilim alanlarını kapsayan geniş bir araştırma alanıdır. Malzeme fiziği alanında atomik olmayan araştırmalardan, yeni araştırmalarla moleküler seviyede üretimi esas alan, yeni üretilen malzemelerin nano boyutlarda üretilmesinin yanında atomik ölçekteki maddenin doğrudan kontrolüne kadar geniş bir araştırma alanı vardır (Goodman, 2005; Du, 2016).

1.6.2 Ahşap Yüzey Koruyucularda Nano Teknoloji kullanımı

Ahşap yüzeylerde kullanılan vernikler ve vernik sistemleri, tarihsel süreçte kalite talepleri ve çevre koruma bilincine paralel olarak değişim ve gelişim göstermişlerdir. Bu gelişimin son halkası ise, bu araştırmada ele alınan nano teknoloji ürünü verniklerdir. Nano teknolojik verniklerin, aşağıda maddeler halinde belirtilmiş özellikleri sayesinde, gelecek 5-10 yıl içerisinde, geleneksel verniklerin yerini alması beklenmektedir (Sönmez, 1989). Bunlar:

- Düşük ya da sıfır solvent kirliliği.
- Daha iyi ürün kalitesi.
- Daha az bakım maliyetleri.
- Mükemmel süreç kontrol.
- Daha düşük laboratuvar maliyetleridir.

Bu özelliklerinin yanında aşağıda verilen özellikler nano teknolojik nano yüzey koruyucuları cazip hale getirmiştir. Bunlar:

- Tüm yüzeylere uygulanabilmesi, (PVC, alüminyum, galvaniz, cam, ahşap, beton vb.)
- Dik yüzeylerde de kullanılabilmesi,
- Su geçirmez olması, su buharı geçirgenliğinin mükemmel olması,
- Graffiti temizliğinin çok kolay olması, yüzeye tahribat vermemesi,
- Ultra parlak (High Gloss), yarı mat veya ultra mat uygulanabilir olması,
- Tuzlu su, seyreltik (%25) asitler ve bazlardan etkilenmemesi. Doğal koşullara ve korozyona karşı dirençli olması,
- Uygulanan yüzeylerde -80°C ile $+80^{\circ}\text{C}$ arasındaki termal şoklarda bile yüzey ile birlikte büzülme ve genleşme özelliğine sahip olması,
- 200°C ye kadar yüksek sıcaklıkta ve -80°C ye kadar düşük sıcaklıkta devamlı kullanılabilir olması,
- Uygulanmasının kolay olması, (sprey, fırça, rulo)
- Gerçek metalik ve mikalı versiyonlarının bulunması,
- Renk sınırının olmaması,
- Rötuşlanmasının kolay olması,
- Anti-fungal ve Anti-Bakteriyel özelliklere sahip olması,
- UV ışınlarından etkilenmemesi, renk solmalarına karşı dirençli olması,
- Anti statik özellikte olması,

gibi özellikler ile nano teknoloji ile üretilmiş vernikler mobilya sanayi diğer pek çok sanayi kolu tarafından diğer verniklere göre daha fazla tercih edilmeye başlanmıştır (Kaygın, 2008; Aksu vd., 2016).

1.6.3 Ahşap Yüzey İşlemlerinde Yapılan Çalışmalar Hakkında Literatür Taraması

Ahşap yapıların açık hava koşullarına maruz kalması nedeniyle zamanla malzeme yüzeylerinde fiziksel bozulmalar ile mantar ve böceklerin oluşturduğu renklenme ve çürümeler meydana gelmektedir. Bu duruma karşın geçmişten günümüze bir çok koruyucu madde geliştirilmiştir. Ahşap konservasyon işlemlerinde kullanılan verniklerin abiyotik faktörler olan güneş ışığı ve buna bağlı olarak renginin solması, sıcaklık soğukluk

farkından doğan deformasyon etkisi, yağmur, don, rüzgarın etkisi, rutubet ve nem gibi faktörler koruyucuların hızlı bir şekilde deforme olmasına neden olmaktadır. Dış şartların etkisiyle meydana gelebilen bozulmaları azaltmak ve koruma süresinin uzatılması konularında araştırmalar yapılmaktadır. Örneğin Kropf vd. (1994) yaptıkları çalışmada açık hava şartlarında kullanılan verniklere UV ışın absorplayiciler ilave edilebileceğini ve opak pigmentlerin genellikle ışığa karşı uzun süreli koruyucu etki sağlayabileceğini belirtmiştir. Fakat opak koruyucular ahşap malzemenin doğal görünümünü kapattıklarından ahşabın dekoratif değerini de kapatmaktadır. Ayrıca ahşabın restorasyonu ve konservasyonu yapılırken özellikle tarihi değere sahip yapılarda tarihi dokunun bozulmadan, üzeri renklendiricilerle kapatılmadan gelecek nesillere aktarılmasının sağlanması önem arz etmektedir. Kullanılan koruyucu malzemelerinde çevreye zarar vermeyen (Uçucu Organik Bileşikler içermeyen) içerikte olması istenmektedir. Günümüzde ahşap korumada daha çevreci, insan sağlığına zararlı olmayan (su bazlı) emprenye maddeleri ön plana çıkmaktadır. Örneğin Washtenaw Community Health Organization (WCHO) tarafından ahşap malzemenin korunmasında kullanılan pentaklorofenol, lindane, arsenik, cıva gibi zehirli kimyasalların kullanımı kısıtlanmıştır. Bu gelişmeler ışığında yapılan çalışmanın restorasyon alanında çevreye duyarlı, sağlığa zararsız ürün arayışında olan sektörün ihtiyaçlarının karşılanmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Günümüzde en önemli sektörlerden biri haline gelen ve bacasız sanayi olarak nitelendirilen turizmin de ülkelerin sosyal ve ekonomik gelişimlerine bağlı olarak değişim gösterildiği bildirilmektedir. Özellikle üst düzey gelir grubunda bulunan insanların plaj ve deniz turizminden kültürel miras kaynaklı turizme doğru her geçen gün daha fazla ilgi gösterdikleri belirtilmektedir (Özdemir, 2011). Kültürel miras kaynaklı turizm, bölgeler için maliyetsiz ve iyi bir reklam ile yüksek ekonomik getiriler sağlayabilecekleri bir sektördür. Tarihi dokuya sahip bölgeler için gelecek vadeden bu sektörün farkında olan girişimciler restorasyon çalışmalarına önem vermişler hatta kültür ve turizm bakanlığınca hibe desteği ile desteklenmişlerdir (KTB, 2007). Özellikle tarihi kültürel ahşap yapıların restorasyon ve konservasyon yapılırken maddi kaygılar ön planda tutulup ahşabın doğal görüntüsü ve uzun yıllar bozulmadan gelecek kuşaklara aktarılmasının sağlanması ikinci planda kalmıştır. Bu sebeple yapılan çalışma ile restorasyon ve konservasyon çalışmalarında bilimsel bir yaklaşım sağlanmasına katkı sağlayarak ve tarihi değere sahip

ahşap malzemenin uzun yıllar, tekrar tekrar onarım görmeden gelecek nesillere aktarılmasına katkıda bulunulacaktır.

Tarihi kültürel ahşap yapılarda kullanılan ağaç malzemenin abiyotik faktörlerden korunması günümüzde ön plana çıkmaktadır. Sıcaklık, nem, güneş ışığının değişik dalga boyları ve UV radyasyonu, bunların mevsimlere göre günün belli zamanlarında değişmesi ahşap malzeme üzerinde deformasyonlara sebep olmaktadır. Ahşap malzemenin bu zararlılardan kısmen de olsa korunabilmesi için, yüzeylerin boya ve vernikler ile kaplanması gerekmektedir (Özen ve Sönmez, 1996). Günümüz üst yüzey kaplayıcıları ile yapılan çalışmalar bu konuda yetersizdir. Zamanla yüzeyde oluşturulan film tabakası çatlamakta ve pullanarak dökülmeler meydana gelmektedir. Bu nedenle ahşap malzemenin uzun yıllar korunmasında problem oluşturmaktadır. Bu çalışma ile koruma yapılan ahşap yüzeyindeki film tabakasının çatlama ve pullanma sorununun azaltılması hedeflenmektedir. Ultra viyole (UV), görünür ve kızılötesi (infrared) ışın bölgeleri, güneş ışığının zarar veren bölümü UV alanında 295 nm'ye kadar olan kısa dalga boylarıdır. Atmosferin çözücü özelliği sebebiyle yalnızca % 5-7'ye kadar UV ışını dünya yüzeyine ulaşabilmektedir. UV ışını üç kısımda incelenebilir: UV-A (315-400 nm), UV-B (280-315 nm) ve UV-C (200-280 nm)'dir. UV-C en zararlı dalga boyu olmasına rağmen atmosfer tarafından engellenmektedir. UV-B ışınlarının, UV-A'dan daha fazla zararlı olduğu belirtilmektedir (Koleske, 1995). Literatürde açık havada bırakılan odunun kırmızı renginin azalmasında ve solmasında, ahşabın önemli bileşenlerinden olan lignin'in yapısının bozularak sarı renge dönüşmesine sebep olduğu ortaya konmuştur (Anderson vd., 1991). Karbonhidratlar UV ışınlarını adsorbe etmedikleri için UV ışınlarına karşı dirençlidirler. Eğer ahşap malzeme UV ışınlarına maruz kalırsa, lignin birkaç saat içerisinde çözünmeye başlayacağı ve ekstraktif maddelerin de UV ışınlarına maruz kaldıklarında renk değişimini tetikledikleri belirlenmiştir. Renk değişimleri ahşap malzemede koyulaşmaya veya açık renk oluşumuna neden olabilmektedir (Williams, 2009). Miles ve Elliot (1981)'e göre sıcaklık artışı; ısı, su ve UV ışığı gibi etkili dış ortam faktörleri olmasa da fotokimyasal ve oksidatif reaksiyonları artırmaktadır. Absorbe edilen suyun donması da yüzey çatlaklarının oluşmasına neden olabilmektedir. Rüzgâr, kum ve çamur gibi faktörlerin neden olduğu aşınma, yüzey bozulmasını önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Bahsedilen abiyotik faktörlerin ahşap malzemeye verdiği zararlar malzemenin mekanik, fiziksel, morfolojik ve kimyasal özelliklerini de olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu faktörlerin etkilerinden tarihi kültürel ahşap malzemeyi etkin

şekilde korumak için nano teknolojik ürünlerden yararlanmak sektöre yenilik kazandırmaktadır. Özellikle tarihi yapıların, güneşin zararlı etkilerinden korunmasında nano TiO₂ kullanımı, sektöre dış hava koşullarında kullanılan ahşap yapının uzun yıllar etkin şekilde korunması konusunda yaşanan sorunlara çözüm sağlayabileceği düşünülmektedir.

Kaygın ve Akgün (2008) yaptıkları bir araştırmada ahşap yüzeylerde kullanılan nano-teknolojik verniklerin dayanım özelliklerinin diğer vernik sitemleriyle karşılaştırılması isimli çalışmalarında farklı ağaç türlerinde geleneksel vernikler ile ticari nanolacke ultraviyole vernik özelliklerini karşılaştırmışlardır. Ticari nanolacke ultraviyole verniğin parlaklık, çizilme, sertlik ve yapışma özelliklerinin geleneksel verniklerden daha yüksek olduğu belirtmişlerdir. Yapılan çalışma ile tarihi kültürel ahşap yapıların korunmasında nano verniklerin ilk kez kullanılacak olması nedeniyle literatüre katkı sağlanması ve sektöre yeni bir metot kazandırılması hedeflenmektedir.

Sürücü (2015)'e göre tarihi yapıyı oluşturan yapı bileşenlerinde farklı şekillerde zarar görmeleri sebebiyle işleme tabi tutuluyorsa yada rekonstrüksiyonuna karar verilmiş ise bu yapının niteliğinin tarihi yapı niteliinden çıkartılarak, tescil işleminden çıkartılması gerektiğini vurgulamıştır. Bu çalışmalarda gerçekleştirilen yanlışlarda bir diğeri ise yapının restorasyon çalışmalarında tarihi dokunun zarar görmesi, yok olmasıdır. Oysaki bu çalışmalarda yapının zararlılardan uzaklaştırılarak aslının bozulmayacak bir şekilde korunması gerekir. Böylece tarihi dokunun korunarak, gelecek kuşaklara ulaştırılması mümkün olur. Nano vernikler daha etkili ve uzun süreli koruma sağlayacağından yüzey doku bozulması azalmıştır ve aslına uygun restorasyonun kolaylaşacağı bu çalışmada ifade edilmiştir.

Ahşap yüzeylerinin korunmasında nano teknolojinin kullanılması yeni bir çalışma alanıdır. Bazı yapılan çalışmalarda yüzey koruyucuların içerisine %10' dan daha az miktarda nano partikül karıştırılması ile ahşabın yüzey sağlamlığı etkili bir şekilde artırılabilir (Cristea vd., 2010). Ahşabın yüzey özelliklerinin iyileştirilmesi ve sağlamlığının artırılması amacı ile yüzey kaplayıcı malzemeler içerisine nano partiküller sulu veya solvent bazlı karışımlar oluşturacak şekilde karıştırılırlar. Nano partiküllerin karışım içerisindeki dağılımı ürün verimliliğini etkiler ve en iyi karışım elde edilebilmesi için nano partiküller su bazlı çözücü içerisine ilavesi tercih edilmektedir (Cristea vd., 2010). Nano partiküllerin

boyutları 100 nm'den daha küçüktür ve kullanıldıkları malzemenin özelliklerini iyileştirmektedirler. Tablo 1.1'de ahşap malzemede kullanılan nano partikül çeşitleri ve fonksiyonları gösterilmiştir (Ansell, 2013).

Aksu vd. (2016) yaptıkları çalışmada nano TiO_2 ve Al_2O_3 partiküllerini akrilik içerisine karıştırmışlar ve ısıtma işlem görmüş karaçam yüzeyleri üzerindeki asit testi, çizilme ve aşınma değerlerine bakmışlardır. Asit testinde en iyi sonucu TiO_2 ilaveli örneklerden elde etmişlerdir. Tüm örneklerde en iyi formülasyonun %4 TiO_2 ilaveli örnekler olduğu bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda fırınlanmış karaçam yüzeylerinin korunmasında nano TiO_2 örneklerinin, kontrol örneklerine ve Al_2O_3 'e göre daha üstün olduğunu rapor etmişlerdir.

Tablo 1.1: Ahşap malzemelerde kullanılan nano partiküller ve özellikleri (Ansell, 2013).

Nano partikül fonksiyonları	Nano partikül çeşitleri
Mantar ve böceğe karşı koruma	Ag, Zn, Cu
UV kaynaklı solmaya karşı direnç	TiO_2 , ZnO, SiO_2 , Fe_2O_3 , kil, CeO_2
Kendi kendini temizleme özelliği	TiO_2 , ZnO
Su iticilik, ıslanmaya ve leke tutmama ya karşı	Clay, CeO_2 , TiO_2
Yanmaya karşı direnç	SiO_2 , clay, TiO_2
Çizilme, aşınma ve yırtılmaya karşı direnç	SiO_2 , Al_2O_3 , kil, $Ca(OH)_2$
Deasidifikasyon ve sertliğin artırılması	$Ca(OH)_2$

Malzemelerin özelliklerinin korunmasında ve sağlamlaştırılmasında kullanılan nano titanyum, katalist ve fotokatalitik özelliklerinden dolayı ahşap malzeme yüzeylerinde çokça kullanılan bir malzeme olarak görülmektedir (Ansell, 2013). Allen ve arkadaşları (2002) rutil ve anataz formda nano titanyum ilave edilmiş su bazlı akrilik boyaların fotokimyasal dayanıklılıklarını geleneksel olarak kullanılan boyalarla karşılaştırılmalı olarak incelemişlerdir. Rutil nano titanyumun %1-%5 (w/w) oranında kullanıldığında renk stabilizesi sağladığını ve anataz formda nano titanyumun renk stabilizesinde daha az etkili olduğunu ancak diğer organik UV absorber partikülleri ile karıştırıldığında etkili olduğu ve rutil form titanyum nano partiküllerin renk stabilizesinde daha iyi, boyut olarak ise 70nm partiküllerin 90nm partiküllere oranla daha iyi sonuç verdiğini ifade etmişlerdir. Nano titan pigment halde titanyuma göre anti bakteriyel bir özellik de gösterdiği ve pigment halde rutil titanyum ile anataz formda nano titanyum partiküllerinin kombinasyonu ile üretilen boyalara kendi kendini temizleme özelliği kazandırdığı saptanmıştır (Allen vd., 2004).

Yapılan çalışmalar ahşap malzeme üzerine yoğunlaşmış ve kültürel değere sahip tarihi yapıların hassasiyeti ikinci planda kalmıştır. Yapılan çalışma ile nano teknoloji uygulamalarını tarihi kültürel ahşap yapıların restorasyonunda kullanarak, bu alanda özgün, spesifik bir çalışma hedeflenmiştir.

Nano kompozitler ayrıca saf epoksi uygulamasına göre daha esneklik özelliği gösterdiği belirlenmiş ve CaCO_3 miktarı artırıldıkça nano kompozitlerin elastikiyet modüllerinin sabit değer gösterdiği gözlemlenmiştir. Ahşap malzemenin görünüş özelliklerinin ve dayanıklılığının iyileştirilmesi için çok çeşitli nano malzemelerin kullanıldığı görülmektedir. Nano malzemeler ahşap malzemenin yüzeyine su bazlı veya solvent bazlı solüsyonlarla film tabakası oluşturacak şekilde sürülebilmektedirler. Nano malzemelerin yüksek yüzey alanlarına sahip olmaları onların kimyasal reaktivitelerini yükseltmektedir. Nano partiküllerin solüsyon içerisinde topaklanmalarını önlemek için uygun çözücülerin seçilmesi gerekmektedir. Nano partiküllerin geleneksel olarak kullanılan kimyasallarla kombinasyonları sonucu kendi kendini temizleyen yüzeyler elde edilebilmektedir (Ansell, 2013).

Fufa ve arkadaşları (2012) yaptıkları çalışmada nano titanyum dioksit (TiO_2) (<10nm) ve nano kil partikül takviyeli boyalar ile kaplanmış ahşap yüzeylerdeki etkilerini araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre kolorimetre ile yapılan renk ölçümlerinde 47 gün sonunda en iyi sonucun %1w/w nano TiO_2 +kil karışımı, FTIR analiz sonuçlarında ise CH_2 gruplarına sahip polimerler için C-H arası bağ enerjilerinin etkilendiği $3000\text{-}2800\text{cm}^{-1}$ ışık dalga boyu aralığında ışık geçirgenliğinin nano TiO_2 ve nano TiO_2 +kil karışımlarında en iyi değere ulaştığını, su buharına karşı dayanım testinde ise en iyi sonucu %75 rutubet için nano TiO_2 +kil karışımı olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışma ile eski ahşap malzeme için en uygun nano vernik üretilerek restorasyon ve konservasyon çalışmalarında kullanım olanakları araştırılmıştır.

Dhoke ve arkadaşları (2013) yaptıkları çalışmada Al_2O_3 takviyeli poliüretan yüzey kaplayıcıların mekanik ve elektrokimyasal özellikleri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar yaşlandırma odasında 800 saat muamele edilen su bazlı poliüretan malzemelerde en iyi sonuçlar %0,1 Al_2O_3 ilaveli numuneden elde etmişlerdir. Rutubete maruz bırakılan numunelerden SEM testleri sonucunda kontrol örneği ve %1 nano partikül ilave edilen örneklerde daha iyi yüzey özelliği göstermiştir. 313nm dalga boyunda UV-B ışık yayan

lambda ile 1000 saat yapılan yaşlandırma test sonucunda %0,1 takviyeli numunelerin en iyi sonucu verdiğini tespit etmişlerdir. AFM mikroskobu ile yapılan yüzey düzgünlüğü testinde en iyi sonucu %0,1 nano Al₂O₃ takviyeli numunelerden elde etmişlerdir. Mekanik testlerden ise kalem çizilme sonuçlarında kontrol örneğinin çizilme değeri 3H, %0,1 nano Al₂O₃ takviyeli 4H, %1 takviyeli olanın 5H olduğunu tespit etmişlerdir. Mikro sertlik deneyinde de en iyi değeri %0,1 nano Al₂O₃ ilaveli numunelerde tespit edilmiştir.

Dhoke ve arkadaşları (2009) yaptıkları bir başka araştırmada su bazlı alkid yüzey kaplayıcıları içerisine nano ZnO ilavesi yaparak elde ettikleri numunelerin karakterizasyonunu, FTIR, DSC, SEM, TGA, aşınma ve çizilme testleri ile gerçekleştirmişlerdir. %0,3 konsantrasyonda nano ZnO ilavesi ile en iyi sonuçlar elde etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçların başka nano malzemeler ile kombinasyonu ile daha da iyileştirilebileceğini belirtmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre üretilecek olan ürünlerin sıcaklığa maruz kalan metal aksamaların (fırın, baca, otomobil vb.) üzerinde koruyucu kaplama olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Saha ve arkadaşları (2011) yaptıkları bir çalışmada nano TiO₂ içeren yüzey koruyucuların ısıtılma işlem görmüş cam türü malzemelerdeki renk değişimini etkisini incelemiştir. Renk değişimi testinde lignin stabilizörü ilavesi ile ancak istenilen sonuçları elde edebilmişlerdir. Ayrıca ahşap malzemeye uygulanan yüzey koruyucuların cam ve benzeri sert yüzeylere uygulama metodundan daha farklı olması gerektiğini belirtmişlerdir. Ahşap malzemenin porozlu yüzeyinin kaplayıcıları emdiğini bu yüzden yüzeye daha kalın tabaka uygulaması gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan çalışmada ise bu eksiklikler dikkate alınarak ahşap yapıların özellikle eski ahşap yapıların yüzeylerinin ağır dış ortam koşullarına karşı korunması üzerine araştırmalar yapılmıştır.

Cristea ve arkadaşları (2011) nano partiküllerin dış ortamda kullanılan su bazlı boyalara ilavesinin mekanik ve termal özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Yaptıkları deneyler sonucunda nano TiO₂ ilavesi ile numunelerin su buharı direnci ve aşınma dayanımlarında iyileşme olduğunu tespit etmişlerdir. Nano ZnO ilavesi ise Tg değerinin düşmesine neden olduğunu gözlemlemişlerdir. Yaşlandırma testi sonrasında nano partikül ilavesinin aşınma, görünüş özellikleri, sertlik, yapışma direnci ve UV ışığı geçirgenliklerinde iyileşmeyi sağladığını tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmada yeni kesilmiş ahşabın yüzeyi üzerinde koruyucu film tabakası oluşturularak yüzey film

tabakasının karakterizasyonu yapılmıştır. Yapılan çalışmada ise eskimiş ahşap yüzeyleri temizlendikten sonra yüzeyleri koruma amacıyla film tabakası oluşturulmaya çalışılacaktır.

Cristea ve arkadaşları (2010) yapmış oldukları bir araştırmada nano boyutta inorganik UV ışık emiciler kullanarak dış ortamlar için kullanılan su bazlı ahşap yüzey koruyucuların performanslarını artırmaya çalışmışlardır. Çalışmalarında dış mekanlarda kullanılan ahşap malzemenin UV ışığı dayanıklılığı üzerinde odaklanmışlar ve bu sebeple deneyler için nano TiO₂ (10nm) ve ZnO (20nm) kullanmışlardır. Kuru film tabasında nano partiküllerin topaklanma yapıp yapmadığını ve karışımın homojenliğini TEM ve SEM mikroskopu ile araştırmışlardır. FTIR testi ile hızlı yaşlandırma yapılan örneklerin üzerindeki kuru film tabakalarında meydana gelen kimyasal değişimleri araştırmışlardır. Sonuç olarak nano partikül ilavesi ile yüzey kaplayıcının UV ışığı dayanıklılığının arttığını tespit etmişlerdir. En iyi sonucu %2w/w ZnO ilaveli karışımlardan elde etmişlerdir. Yapılan çalışma boyalar üzerine yapılmıştır. Yapılan çalışma ise transparan vernikler üzerinedir.

Cristea ve arkadaşları (2012) yaptıkları bir başka araştırmada çeşitli nano partikül ilavesi ile su bazlı yüzey kaplayıcıların karakterizasyonundaki değişimleri araştırmışlardır. Deneylerinde materyal olarak nano ZnO (20nmw), TiO₂ (10nm), SiO₂ (12nm), ahşap malzeme olarak *Picea marina* türü ladin odunu, su bazlı kaplayıcı olarak Akza-Nobel şirketinden temin edilen akrilik boya kullanılmıştır. Karışımları hazırlarken ön işlem olarak 3 farklı dispersant kullanarak nano partiküllerin homojen dağılımını sağladıktan sonra farklı oranlarda akrilik boya içerisine karıştırarak kontrol örneği dahil 8 deney örneği hazırlanmıştır. Hazırlanan karışımın karakterizasyonu için TEM-EDS tekniklerini kullanılmıştır. Hazırlanan örneklerin karakterizasyonu için hızlı yaşlandırma sonrası SEM, AFM, renk, sertlik ve parlaklık testleri yapılmıştır. Sonuç olarak nano partikül ilavesinin tüm örnekler için yaşlandırma sonrasında renk, parlaklık ve sertlik özelliklerinde iyileşmeler olduğunu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada yeni ahşap malzeme kullanılmıştır. Yapılan çalışmada ise yüzey ve polimer yapısı bozulmuş ve kimyasal yapıları değişime uğramış malzeme kullanılmıştır.

Veronovski ve arkadaşları (2013) yaptıkları bir çalışmada ahşap yüzey korumada kullanılan su bazlı akrilik kaplayıcılara nano partikül ilavesinin etkilerini araştırmışlardır. Deney sonuçlarına göre UV ışığına karşı en iyi performansı %5wt SiO₂ ilaveli nano TiO₂ ile elde ettikleri karışımdan elde edilmiştir.

Sow ve arkadaşları (2011) yaptıkları bir araştırmada su bazlı poliüretan akrilat verniklerin içerisine Al_2O_3 ve SiO_2 nano partikülleri ilave ederek elde ettikleri kompozitin mekanik, optik ve termal özellikleri belirlenmiştir. Test sonuçlarına göre nano partiküllerin yüzeyde toplanmasına bağlı olarak sertlik değerlerinde düşüş yaşandığını tespit edilmiştir. Sertlikteki düşüşe rağmen nano partikül ilavesi ile çizilme testi değerlerinde artış olduğu tespit edilmiştir. Nano partikül ilavesi ile yüzeyde oluşan dalgalanmalar sebebiyle örneklerin parlaklık değerlerinde düşüş tespit edilmiştir. Örneklerin nano partikül ilavesi ile termal özelliklerinden camsı geçiş noktasında (T_g) artış tespit etmişlerdir. %1wt nano partikül ilavesi ile karışımın adezyon kuvvetinde artış tespit edilmiştir. Yaptıkları karışımın mobilya endüstrisinde ve mutfak dolapları üretiminde yüzey kaplayıcı olarak kullanılabileceği belirlenmiştir.

Fufa ve arkadaşları (2013) yaptıkları bir çalışmada nano TiO_2 ve kil ile takviye edilmiş su bazlı akrilik boya ile yüzey kaplaması yaptıkları ladin örneklerinin hızlı yaşlandırma performansını araştırmışlardır. Çalışma sonucunda nano partikül ilavesi yapılan örnekler ile yapılmayanlar arasında fazla bir renk değişimi farkı olmadığını tespit edilmiştir. FTIR analizleri sonucunda ise TiO_2 ve kil ile karışımı ile elde ettikleri değerlerin kontrol numunesine ve kil ilavesine göre daha üstün performans verdiğini tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmada yeni ladin örnekleri üzerine yaşlandırma deneyi yapılmıştır.

Long ve arkadaşları (2013) yaptıkları bir araştırmada su bazlı akrilik yüzey kaplayıcıların istenmeyen yüzey zayıflıklarının, düşük aşınma dirençlerinin ve düşük sertlik değerlerinin iyileştirmesi için karışım içerisine nano alüminyum takviyesi yapmışlardır. Oluşturulan karışımın karakterizasyonunun belirlenmesi yanında eklenen surfactantların ve nano partiküllerin boyut ve miktarlardaki değişimlerin karışım performansını nasıl etkilediğini de çalışmışlardır. non-ionic surfactant polyoxyethylene octylphenol ether (OPEO) ve anionic surfactant sodium polyacrylate (yüzey modifikasyonu için nano alüminyum ile birlikte) nano alüminyumun %0,6 ve 3,2wt ilavesinde karışımın stabilizesinde, aşınmasında ve sertlik değerlerinde en iyi sonuçları verdiğini tespit etmişlerdir. Yapılan çalışma elde edilen vernik formülasyonlarının stabilizesi ve dayanıklılığı üzerinedir. Örneklerin açık hava koşullarında veya hızlı yaşlandırılması sonucunda oluşan malzeme bozulmalarından bahsedilmemiştir. Yapılan çalışmada ise eski malzeme üzerinde yapılan hızlı yaşlandırma sonuçlarına en dayanıklı formülasyonunun elde edilmesine çalışılmıştır.

BÖLÜM 2

MATERYAL ve METOT

2.1 Mudurnu Armutçular Konağı

Çalışmada kullanılmak üzere alınan dış cephe numunelerinin alındığı yer olan; Armutçular Konağı (Şekil 2.1), Bolu'nun Mudurnu İlçesi'nin Büyük camii Mahallesi'nde Taşköprü Sokak ile Köprübaşı Sokak arasında kalan adada yer almaktadır. Konum olarak ilçenin merkezî denilebilecek bir bölümünde yer alan yapı, Mudurnu'da bulunan iki büyük cami ve hamam gibi anıtsal yapılara ve tarihi ticaret merkezine çok yakındır. Arka cephesinde geniş bir bahçesi bulunan yapı, bu bahçe ile birlikte tek başına bir yapı adası oluşturmaktadır. Yapının bulunduğu bölge, genel olarak Mudurnu Çayı'nın her iki yanına yerleştirilmiş 2–4 katlı yapıların yer aldığı bir bölgedir (Öztürk, 2007).



Şekil 2.1: Genel görünüm: Konağ'tan örneğin alındığı kısım (Fotoğraf: Soner AKSU).

Zemin+2 katlı olarak inşa edilmiş olan yapı çift sofalı olarak inşa edilmiştir. Ayrıca, yapının her iki yanında çeşitli dönemlerde inşa edilmiş iki katlı ekler bulunmaktadır.

2.2 Konağın Yapısal Özellikleri

Döneminin önemli yapılarından birisi olan Armutçular konağı yapısal özellikleri bakımında döneminin önemli işçiliklerini barındırmaktadır. Bu özelliklere aşağıda değinilmiştir (Öztürk, 2007).

2.2.1 Cephe Elemanları

Armutçular Konağı'nın en önemli özelliklerinden birisi cephesinde bulunan süsleme elemanlarıdır. Ana yapının cephelerinde her pencere ve kapı boşluğunun çevresinde, tüm köşelerde, kat aralarında ve saçaklarda, çatı alınlıklarında ve çıkmaların alt kısımlarında birçok süsleme elemanı bulunmaktadır. Bunların dışında pencere ve kapı boşlukları ile taşıyıcı sütunlar, kat arası silmeleri, payandalar, saçaklar gibi cephe elemanları yer almaktadır (Öztürk, 2007).

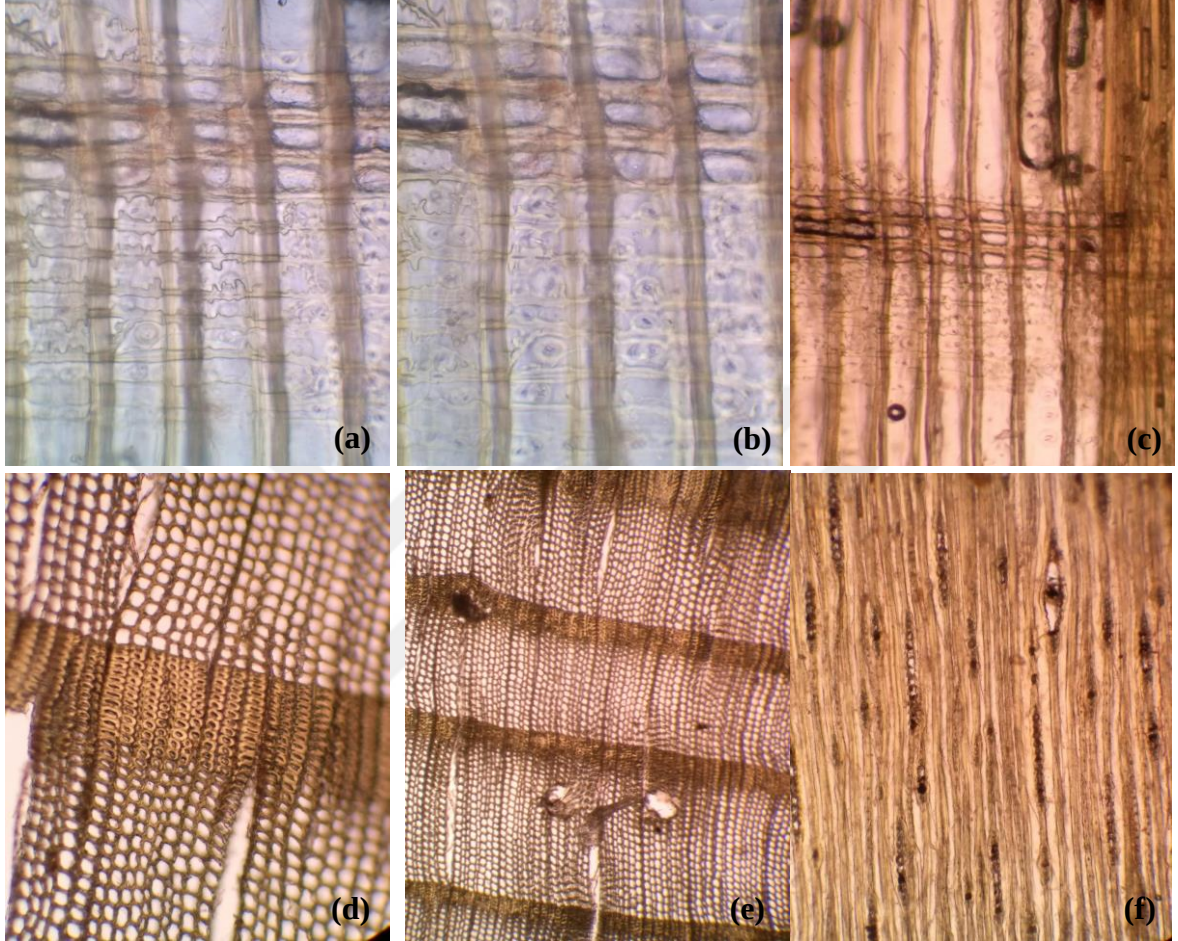
2.2.2 Taşıyıcı Sistem ve Taşıyıcı Elemanlar

Yapının zemin katının tamamı yığma taş, üst katları ise ahşap karkas sistemde inşa edilmiştir. Dıştan kısmen sıvalı ve boyalı olan zemin kat dış duvarları, yaklaşık 0,65m kalınlıktadır ve içte kireç harcı sıvalı ve badanalıdır. Yine yığma taştan inşa edilen zemin kat iç duvarları da 0,65m civarında bir kalınlığa sahiptir. Tamamı sıvalı ve badanalı olan bu taşıyıcı duvarlar dışında yapılan bölücü duvarlardan helâ duvarları dışındakiler sonradan ve tuğla kullanılarak yapılmıştır. 1. ve 2. kat ile cihannüma katı dış duvarları 0,25m kalınlığında ve dışta ahşap çatki üzerine ahşap kaplamalı ve sıvasız, içte ise bağdadi tekniği ile kireç harcı sıvalı ve boyalı olarak inşa edilmiştir. 0,25 mm kalınlığındaki iç duvarları, ahşap çatkılı ve bağdadi, kireç harcı sıvalı ve boyalıdır (Öztürk, 2007).

2.2.3 Armutçular Konağından Numune Alım İşlemi

Bu çalışmadaki numuneler, Bolu ilimize bağlı Mudurnu ilçesi Büyük Cami Mahallesinde yer alan ve tarihi ahşap yapılarımızdan olan Armutçular Konağı'nın dış cephe kaplamalarıdır. 2010 yılında yaklaşık 10 yıl önce restorasyonu yapılan Armutçular konağının değiştirilmiş dış cephe kaplama elemanları tarihi değer taşıdığı için depolarda hala saklanmaktadır. Bu tarihi dış cephe kaplama malzemeleri çalışmamıza uygun nitelikleri taşıdığı için doktora tezinde kullanılmıştır. Ayrıca bu malzemelerin

kullanılabilmesi için gerekli izin alınmıştır. Alınan ahşap malzemenin teşhisi için anatomik çalışmalar yürütülmüştür. Şekil 2.2’de Armutçular konağından alınan ahşap numune ile ilgili mikro fotoğraflar verilmiştir.



Şekil 2.2: Armutçular konağından alınan ahşap numunenin mikro fotoğrafları: (a,b ve c): radyal kesit, (d ve e): enine kesit ve (f): teğet kesit.

İncelenen ahşap numune böcek zararı nedeniyle degrade olmasına karşın ağaç türünün tespiti için yeterli kanıtı sağlayabilecek nitelikte anatomik kanıtlar elde edilmiş ve mikrofotografik resimleri alınabilmiştir. Şekil 2.2. a, b ve c de enine trahidler ve enine trahaidlerin dişli çeperleri görülmektedir. Şekil 2.2. d ve e de ise yıllık halka sınırlarının belirgin olduğu ve ilkbahar – yaz odunu geçişinin ani olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Şekil 2.2. f’de hem uniseri özışınları hem de enine reçine kanalı içeren multiseri özışınları görülmektedir.

Yapılan literatür araştırmaları sonucunda bu tip mikroskobik yapıların sadece iğne yapraklı ağaç türlerinde ve iğne yapraklılardan da Sarıçam/Karaçam odunlarında olduğu

belirlenmiştir. Sarıçam/Karaçam odunlarının yapılarının anatomik yönden çok benzer olması sebebiyle iki ağaç türü arasında ayırt edici bir özellik tespit edilemediği belirlenmiştir (Akkemik ve Yaman, 2012). Sonuç olarak literatür ışığında Armutçular konağının Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve/veya Karaçam (*Pinus nigra*) türlerine ait olduğu, ancak kesin olarak hangi tür olduğu tespit edilememiştir. Dolayısıyla çalışmamızda yöre halkından edinilen bilgilere göre ve bölgede karaçam yoğun olduğundan dolayı kullanılan ahşap malzeme karaçam olarak çalışmamızda yer almıştır.

2.3 Çalışmada kullanılan Akrilik Vernik ve Cilas

Çalışmada kullanılan akrilik vernik, suda çözünen, üst yüzey dolgu ve son kat kaplama malzemesidir. Bağlayıcı reçine, su içerisinde emülsiyon şeklinde taşındığı ve su ile viskozitesi değiştirilebildiğinde su bazlı vernik şeklinde adlandırılmaktadır. Bağlayıcı polimer türü akrilik olan reçineler asit ve kopolimerlerinin oluşturduğu bir polimer grubudur (Custodio ve Eusebio, 2006). Renk değişimine dayanıklı olan bu vernik, diğer yüzey örtücülere göre daha kararlı bir yüzey vermektedir. Malzeme yüzeyinin solmasında etkili olan UV ışınlarına karşı koruyabilmektedir (Verran ve Maryan, 1997). Çalışmada nano partiküllerin homojen bir dispersiyonunu oluşturmak, topaklanmasını önlemek ve dış hava şartlarına karşı etkisini artırmak (Cristea vd., 2010) amacı ile su bazlı akrilik vernik çalışmamızda tercih edilmiştir.

2.4 Çalışmada Kullanılan Nanopartiküller

Çalışmada alüminyum trioksit (Al_2O_3) ve titanyum dioksit (TiO_2) nano partikülleri kullanılmıştır. Kullanılan nano partiküller hakkında bazı bilgiler aşağıda verilmiştir.

2.4.1 Nano Alüminyum Oksit (Al_2O_3)

Al_2O_3 nano partikülleri, oksijen ile alüminyumun oluşturduğu inorganik bir maddedir ve oksijen sayısına göre üç değişik formda olabilmektedir. Alüminyum oksitler arasında en yaygın olanı Alüminyum üç oksittir ve partikül boyutlarına ve kullanım yerlerine göre Aloxit, Aloxite ve alundum olarak adlandırılabilir. Kimyasal formülü Al_2O_3 'tür. Genelde kristal polimorfik $\alpha-Al_2O_3$ fazında bulunurlar. Al_2O_3 sert yapısından dolayı zımpara kumu yapımında ve yüksek erime noktasına sahip olması sebebiyle de refraktör fırınlarında sıkça kullanılmaktadır. Elektriği iletmez fakat ısı iletkenliği yüksektir. Al_2O_3 'ün metalik formu

açık hava koşullarına oldukça dayanıklıdır. Al_2O_3 hem bazlar ile hem de asitlerle reaksiyon gösteren atmosferik bir maddedir. Dünya genelinde Al_2O_3 yılda yaklaşık olarak 45 milyon ton üretilmektedir. Üretimin %90'ı Alüminyum metalinin yapılmasında kullanılmaktadır. %10'u ise Zeolit yapımında, Titanyum pigmentlerinin kaplanmasında ve yangın geciktirici malzemelerde geniş oranda kullanılmaktadır (Rozita vd., 2010). Çalışmada, nano boyutlarda yüksek yüzey alanına sahip Al_2O_3 kullanılmıştır. Bu nano- Al_2O_3 Kanada da bulunan MK Nano firmasından 250 g paketler halinde temin edilmiştir.

2.4.2 Nano Titanyundioksit (TiO_2)

TiO_2 , doğada anataz, rutil ve brokit formda bulunan bir metal oksit madenidir. Metastabil anataz ve brokit form $600^\circ C - 800^\circ C$ 'de ısıtılarak rutil form elde edilmektedir. TiO_2 partikül boyutları yüksek reaktif indeks değeri ve geniş dalga boyunda UV ışınlarını absorbe edebilme özelliği olan bir metal oksittir. 2-50 nm partikül boyutları ile TiO_2 400nm dalga boyu altındaki UV radyasyonu engelleyebilmektedir. Ayrıca küçük partikül boyutları ile yüzey kaplama malzemeleri ile birlikte kullanılarak özel ve dayanıklı yüzeylerin elde edilmesini sağlayabilmektedir ve fotokatalitik özelliği ile organik yapıdaki lekelerin fotodegradasyonunu hızlandırarak malzemelere kendi kendini temizleyebilme özelliğini kazandırabilmektedir (Cristea vd., 2010). Çalışmada kullanılan nano- TiO_2 Kanada da bulunan MK Nano firmasından 250 g poşetler halinde temin edilmiştir.

2.5 Nano Partikül İlaveli Verniklerin Hazırlanması

Çalışmada iki farklı nano partikül kullanılarak 3 farklı nano vernik grup üretimi (1-nano TiO_2 takviyeli vernik, 2-nano Al_2O_3 takviyeli vernik 3- TiO_2/Al_2O_3 karışım takviyeli vernik) yapılmıştır. Nano TiO_2 , Al_2O_3 ve bu iki nano malzeme karışımının ilk olarak %10'luk sulu çözeltileri mekanik karıştırıcı ile 5 dakika karıştırıldıktan sonra 10 dakika ultrasonik karıştırıcı ile homojen dağılımı sağlanarak hazırlanmıştır. Bu çözeltileri, kullanılan su bazlı akrilik vernik içerisine katı madde miktarı oranı %0, 1, 2 ve 4 olacak şekilde ilave edilmiştir. Al_2O_3/TiO_2 karışımları katı madde miktarına göre 1/1, 4/1, 2/1, 1/2, 1/4 oranlarında kullanılmıştır. Al_2O_3/TiO_2 karışımları yine %0, 1, 2 ve 4 oranlarında akrilik vernik içerisine karıştırılmıştır. Vernik ve nano partikül karışımları öncelikle mekanik karıştırıcıda 1500 rpm devir ve 10 dk süre ile karıştırılmıştır. Nano partiküllerin çözelti içerisinde topaklanma oluşturmaması için çok iyi karışımları gerekmektedir. Çözeltinin

özelliğine göre yüksek oranda ilave edilen nano partiküller eşik değerini aştığında topaklanmalar görülmekte ve uygulanan yüzeyde mikro beyaz noktalar, mikro çatlaklar ve mikro delikli yapı oluşumu gibi olumsuz etkilerde bulunabilmektedir (Dhoke vd., 2013). Elde edilen karışımların homojen dağılımını sağlamak için yüksek hızlı ultrasonik karıştırıcı ile 20 dk süreyle etilen glikol bulunan bir su banyosunda karıştırılmıştır. Karışımın soğutmalı su banyosunda yapılmasının nedeni, ultrasonik karışımın molekülleri hareketlendirmesiyle çözeltinin yüksek sıcaklıklara çıkarak polimerik yapısının bozulmasını engellemektir. Mekanik ve ultrasonik karıştırıcılardaki yöntem ve süre yapılan ön denemeler ve literatürden elde edilen sonuçlar ışığında belirlenmiştir. Hazırlanan nano partikül ilaveli vernik uygulama öncesi tekrar mekanik karıştırıcı ile 2000 rpm devirde 5 dk karıştırılarak kullanıma hazır hale getirilmiştir. Vernik hazırlanması Şekil 2.3'te verilmiştir.



Şekil 2.3: Verniklerin hazırlanması.

Tablo 2.1: Hazırlanan vernik karışımları.

	Sıra No	Vernik Çeşitleri	Kısaltması
Kontrol	1	%0 Kontrol verniği (Su bazlı akrilik vernik)	K
1. Grup	1	%1 nano-TiO ₂ takviyeli akrilik vernik	1T
	2	%2 nano-TiO ₂ takviyeli akrilik vernik	2T
	3	%4 nano-TiO ₂ takviyeli akrilik vernik	4T
2. Grup	1	%1 nano-Al ₂ O ₃ takviyeli akrilik vernik	1Al
	2	%2 nano-Al ₂ O ₃ takviyeli akrilik vernik	2Al
	3	%4 nano-Al ₂ O ₃ takviyeli akrilik vernik	4Al
3. Grup	1	1/1 TiO ₂ /Al ₂ O ₃ takviyeli akrilik vernik	1T-1Al
	2	1/2 TiO ₂ /Al ₂ O ₃ takviyeli akrilik vernik	1T-2Al
	3	1/4 TiO ₂ /Al ₂ O ₃ takviyeli akrilik vernik	1T-4Al
	4	2/1 TiO ₂ /Al ₂ O ₃ takviyeli akrilik vernik	2T-1Al
	5	4/1 TiO ₂ / Al ₂ O ₃ takviyeli akrilik vernik	4T-1Al

2.6 Test Örneklerinin Hazırlanması

Tablo 2.4’de belirtilen 3 gruba ait tüm vernik karışımları yüzeyleri zımparalanmış 75x150x15mm karaçam numuneleri üzerine fırça ile 70 gr/m² olacak şekilde uygulanmıştır. Örnekler 23±2 °C sıcaklıkta 3 gün bekletilerek yüzeyde verniğin katılaşması sağlanmıştır. Hazırlanan örnekler yaşlandırma test cihazına yerleştirilerek 500 saat bekletilmiştir. Yaşlandırma sonrasında test grupları arasından en iyi üç vernik karışımının elde edilmesi için örnekler renk ölçüm testi yapılmıştır. En iyi sonuç veren nano takviyeli vernik karışımları ile kontrol verniği ön işlemlerden geçirilmiş Armutçular konağından alınan örnekler üzerine fırça ile 75 gr/m² olacak şekilde uygulanmıştır. Örnekler 23±2 C° sıcaklıkta 3 gün bekletilmiştir. Hazırlanan örneklerin laboratuvar ortamında testleri yapılmıştır.



Şekil 2.4: Hazırlanmış test numuneleri.

2.7 METOT

Çalışmada kullanılan kontrol ve nano verniklerin özelliklerinin belirlenmesinde aşağıdaki testler yapılmıştır.

2.7.1 Hızlı Yaşlandırma

Yaşlandırma testi, hızlandırılmış yaşlandırma test cihazı içerisinde tüm örnekler için 3 adet 150x75x15mm örnek konularak örneklere 18 dk su püskürtülmesi sonrasında 2 saat boyunca UV ışınlanması ile gerçekleştirilmiştir. UV ışığı dalga boyu ortalaması 340nm ve test cihazı oda sıcaklığı ortalama 50°C olan şekilde ayarlanmıştır. Yapay yaşlanma işlemi 500 saat süreyle gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.5).



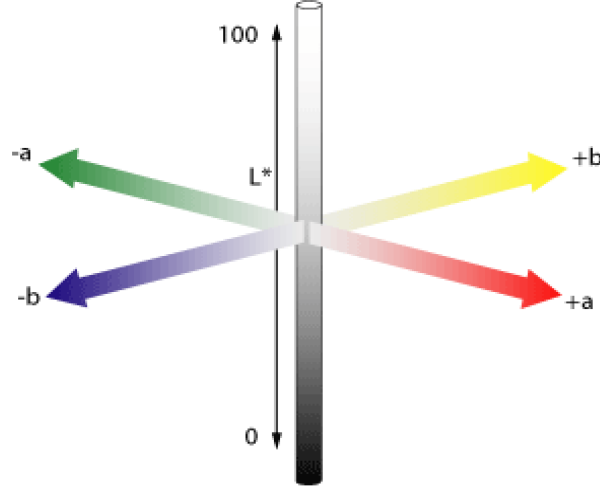
Şekil 2.5: Örneklerin hızlı yaşlandırma cihazına yerleştirilmesi.

2.7.2 Parlaklık

Kuru film kalınlıkları tespit edilen örneklerin hepsi için yaşlandırma öncesi ve sonrasında, 23 ± 2 °C sıcaklık ve $\%50 \pm 2$ nispi nemli ortamda 16 saat süre ile klimatize edildikten sonra tek noktadan ölçümler oda şartlarında yapılmıştır. Test cihazı her işlemde önce ve işlem aralıklarında kalibre edilmiş olup, günlük kalibrasyonda iyi cilalanmış ve düzgün yüzeyli, kırılma indisi 1.567 olan ve parlaklığı her geometri için 100 olarak belirlenmiş siyah cam kullanılmıştır. Denemelerde her vernik çeşidi için beşer adet deney örneği kullanılmış olup, her numune yüzeyinde liflere paralel ve liflere dik olmak üzere iki ölçüm yapılmıştır.

2.7.3 Renk Ölçümü

Renk ölçümü için tüm örneklerden 3 adet üzerinde yaşlandırma öncesi ve sonrasında Minolta Croma-Meter CR-300 cihazı TS EN 927-3 standardına göre tek noktadan yapılmıştır. Örnek boyutları yaşlandırma cihazına konulan örnek boyutlarıdır. Cihaz sensor başlığı çapı 6mm'dir. Ölçüm için D65 illuminant ve 10° standart observer değerleri kullanılmıştır (Şekil 2.6). Işığın yansımaya yüzdesi, 10nm dalga boyundaki görünür ışık spektrumu CIELAB renk sisteminde ifade edilmiştir. L* karanlık değerini, a* ve b* sırasıyla yeşilden kırmızıya ve maviden sarıya eksenleri ifade etmektedir. Renk koordinatları Şekil 2.6'da verilmiştir.



Şekil 2.6: CIE L*a*b Renk koordinatları (Öngül vd., 2012).

L*, a* ve b* değerlerindeki değişimlere göre karanlık değeri farkı ΔL ve renk koordinatlarındaki değişim (Δa^* ve Δb^*) hesaplanmıştır. Renk değişimi hesaplanması için liflere dik ve paralel yönde ölçümler yapılmıştır. Ayrıca toplam renk değişim değerleri de (ΔE_{ab}) hesaplanmış ve bu değere göre renk sonuçları yazılmıştır. Bazı renk ölçüm örnekleri Şekil 2.7’de gösterilmiştir. Renk değişiminin hesaplanmasında eşitlik 1’den yararlanılmıştır.

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \quad (1)$$

Burada;

ΔL , Δa , Δb : Renklerin ilk hali (i) ile son hali (f) arasında oluşan değişiklikler

ΔE : Renklerin L, a ve b yönlerinde meydana gelen toplam renk değişikliklerini göstermektedir.



Şekil 2.7: Test örneklerine renk testi yapılması.

2.7.4 Vernikli Ahşap Malzemenin Yüzey Morfolojisi

Ahşap yapı numunelerinin yüzey morfolojisi elektron mikroskobu (SEM) yardımı incelenmiştir. Çalışmada tüm deney gruplarında kullanılan kuru film katman kalınlıkları ASTM D 6132 (2008) standardında belirtilen esaslara uyularak yapılmıştır. Her gruptan alınan 3 adet numune üzerinde ölçüm yapılmıştır. SEM işlemi öncesi örnek yüzeyler Altın-paladyum karışımıyla elektron iletimini sağlamak için kaplanmıştır.

2.7.5 Mikro Sertlik

Yaşlandırma testi öncesi ve sonrasında örneklerin sertlik değerlerinin belirlenebilmesi için mikro sertlik testi yapılmıştır. Test örnekleri TS 2479 standardına göre 50x50x20mm ölçülerinde kesilmiştir. Universal test cihazı kullanılarak 10mm çapında metal top ile 500N yük uygulanarak metal topun test örneğinin içerisine girme çapı ölçülerek belirlenmiştir. Deney için her örnekten 10 adet numune üzerinde test yapılmıştır.

2.7.6 Aşınma

Aşınmaya karşı mukavemet TS EN 14323 standartlarına uygun olarak TABER test cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Farklı vernik örnekleri yaşlandırma öncesi ve sonrasında 100*100 mm boyutlarında 3 adet örnek hazırlanmıştır. Aşındırma testinde kullanılan olan örnekler, testten önce sıcaklığı 18–22°C ve bağıl nemi % 60–70 olan iklimlendirme odasında 24 saat bekletilmiştir. Kontrolleri yapılmış olan 100 kumluk zımpara şeritleri kullanılmıştır. Örneklerin ortalarına delikler açılarak aşındırma test cihazına yerleştirilmiştir. Cihaz

alıştırıldıktan sonra tekerlere sarılı zımparaları levha yüzeyine temas ettirilerek dönmeleri sağlanarak, her 20 devirde örnek yüzeyi kontrol edilmiştir (şekil 2.7). Yüzeydeki tabakanın % 95'i kaybolduğunda işlem durdurulmuştur. Deneme sonrasında devir sayılarının ortalaması alınarak, standartlara göre değerlendirilmiştir.



şekil 2.8: Taber aşındırma cihazı ile yapılan aşındırma testi.

2.7.7 Çizilme

izilmeye karşı mukavemet TS EN 14323 standardına göre belirlenmiştir. Tüm gruplar için örnekler testten önce sıcaklığı 18–22°C ve bağlı nemi % 60–70 olan iklimlendirme odasında 24 saat bekletilmiştir. Her gruptan 3 adet rnek TS EN 14323 e göre ortalarına delikler açılan ve yüzeyleri aseton çözücü emdirilmiş pamuklu bir kumaş kullanarak temizlenmiş ve çizilme test cihazına yerleştirilmiştir. Makinenin yatay olarak dönen diski üzerine dik gelecek şekilde elmas u bağlanmıştır. Bu u örneklerin üzerine diskle birlikte temas ettirilerek 360 derecelik açılı dönüş yaptırılmıştır. Elmas ucun ilk turunda 5 N'luk kuvvet uygulanmıştır. Bunun sonucu kesintisiz bir çizgi meydana gelinceye kadar kuvvet arttırılmıştır. 5 N'luk kuvvet uygulamasında kesintisiz çizgi meydana gelmiş ise kuvvet 2 N'a kadar 0.5 N'luk, 1 N a kadar 0.25 N'luk ve 1 N'un altında 0.1 N'luk kademelerle azaltılmıştır (Istek vd., 2010). Her rnek için tek ölçüm yapılmıştır (şekil 2.9).



Şekil 2.9: Numunelere çizilme testi uygulaması.

2.7.8 Yüzey Sağlamlığı

Yüzey sağlamlığı testi ASTM D-4541 esaslarına göre yapılmıştır. Örnekler $23 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklıkta $\%50 \pm 5$ bağılnemde 24 saat süreyle iklimlendirme yapılmıştır. Örneklerin yüzeylerine 15mm çapında çelik aparatlar oda sıcaklığında yapıştırılmıştır. Yapıştırıcı olarak çift bileşenli epoksi reçineli koruyucu katmanlar üzerinde çözücü etkisi olmayan ve iyi yapışma özelliğine sahip bir yapıştırıcı kullanılmıştır. Örneklerin yüzey yapışma dirençleri Universal test cihazı ile belirlenmiştir. Yüzey sağlamlığı test örneği ve uygulama metodu Şekil 2.10'da gösterilmiştir.



Şekil 2.10: Yüzey sağlamlık testi.

2.7.9 Thermogravimetric Analysis (TGA)

Örneklerin kütlelerinin sıcaklık ve zamana bağlı olarak değişimlerini izlemek için TGA testi yapılmıştır. TGA verilerinin birinci türevleri alınarak örneklerin DTG veri değerleri oluşturulmuştur. Tüm test örnekleri için yaşlandırma öncesi ve sonrası konservasyonu yapılan yüzeylerde kullanılan verniğin ısı özellikleri ve sıcaklık etkisiyle kütle kaybının belirlenmesinde üçer adet yaklaşık 10 mg'lık örnekler üzerinde TGA analizi yapılmıştır. Test örneklerinin 20 ml/dk' ya eşit akış oranında nitrojen gazı kullanılarak 10 °C/dk. ısıtma hızıyla oda sıcaklığından başlayarak 600 °C kadar tarama yapılarak ısı özellikleri belirlenmiştir. Termogravimetrik eğriler (Tg) ve termogravimetrik eğrilerin birinci türevi olan (DTG) eğrileri hesaplanmıştır.

2.7.10 Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

Nano vernikler kullanılarak yapılan konservasyon işlemi sonucu elde edilmiş örneklerin yaşlandırma öncesi ve sonrasında yüzey morfolojisi “ESEM Phillips Electroscan 2020” markalı SEM ile incelenmiştir. Her bir test grubundan üç örnek kullanılarak yapılan inceleme süresince farklı kV (Kilovolt) kullanılarak görüntüler alınmıştır.

2.7.11 UV analizi

Farklı verniklerin UV-β ışık etkisi altında solma ve renk değişimi etkisinin belirlenmesi için q-UV yaşlanma cihazında ASTM D5208 - 14 standardına göre yapılan test sonucunda yapılmıştır. Kullanılan floresan lamba ışık dalga boyu 340nm ve şiddeti 0,95Wm²/nm olacak şekilde ayarlanmıştır. Testler tüm vernik uygulamaları üzerinde yaşlanma öncesi ve sonrası olmak üzere aşamalı olarak yapılmıştır.

2.7.12 Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

Tüm test örneklerinin farklı dalga boylarındaki ışık geçirgenliklerinin belirlenmesi için örnekler, ATR-FTIR spektrası kullanılarak 4000-700 cm⁻¹ dalga boylarında taranmıştır. Bu analizde Shimadzu IRAffinity⁻¹ marka cihaz kullanılmıştır. Yaşlandırma öncesi ve sonrasında tüm analizler oda şartlarında yapılmış ve her örnek için iki çekim yapılarak ortalamaları alınmıştır. Örnek eğrileri alınan ortalamalara göre belirlenmiştir.

2.7.13 İstatiksel Analiz

Veriler SPSS istatiksel paket programı kullanılarak ve % 95 güven düzeyi esas alınarak analiz edilmiştir. Veriler ve bunlar arasındaki istatiksel farklılık tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile hesaplanmıştır. Gruplar arasında anlamlı değişim saptananlarda DUNCAN testi gerçekleştirilmiştir



BÖLÜM 3

BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Hızlı Yaşlandırma Sonrası Renk Değişimi

Çalışmada tarihi mimari yapılarda kullanılmış ahşap malzemenin korunmasında kullanılacak verniğin özelliklerini iyileştirmek ve dış ortam koşullarına karşı malzemenin direnç özelliklerini artırmak amacıyla %1, 2 ve 4 oranlarında Al_2O_3 ve TiO_2 nano partikülleri ve bunların karışımları verniğe eklenerek etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla kontrol numunesiyle beraber 12 farklı vernik formülasyonu hazırlanmıştır. Hazırlanan farklı solüsyonlarla kaplanan karaçam kaplama örnekleri yaşlandırma cihazına yerleştirilmiş ve yerleştirme öncesi ve sonrası renk değişimleri belirlenerek daha düşük renk değişimi elde edilen olan vernikler belirlenmiştir. Bu işlemde kullanılan örnekler daha önce kullanılmamış ve piyasadan temin edilen karaçam odun keresteleridir. Bunun sebebi ise tarihi ahşapların çok yıpranmış olması ve renk değişimleri üzerine etkilerin gözlemlenmesinin mümkün olmamasıdır. Ayrıca Ahşap malzemeler koruma altında oldukları için çok kısıtlı alınabilen örneklerin daha etkili ve verimli kullanılması amaçlanmıştır. Çalışmada kullanılan hızlı yaşlanma öncesi ve sonrası ahşap malzemelerin siyah (100'e yaklaşıırken artar)–beyaz (0'a yaklaşıırken artar) (ΔL), kırmızı (+ değerler) – yeşil (- değerler) (Δa), sarı-mavi (Δb) renk değişimleri ve toplam renk (ΔE_{ab}) değişimleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler ve verilere ait standart sapma ve varyasyon katsayıları Tablo 3.1'de verilmiştir. Tablo 3.1 incelendiğinde yaşlanma sonrasında ΔL değeri yani siyah-beyaz değerlerinin kontrol örneklerinde 2,4 çıktığı belirlenmiştir. Nano Al_2O_3 ilavesiyle hafif bir beyazlama görülmesine karşın ilave oranları artarken koyulaşmanın arttığı saptanmıştır. En yüksek koyulaşma oranları %2 Al_2O_3 ilavesiyle gerçekleşmiştir. %1 Nano TiO_2 ilavesi ile ΔL değerinin 2 değerinde olduğu ve ilave oranlarının artmasıyla düştüğü ve %4 TiO_2 ilavesi sonrası 0,1'e kadar düştüğü saptanmıştır. Buradan da nano Al_2O_3 ilavesi yaşlanma sonrası verniklerde koyulaşmaya sebep verirken nano- TiO_2 ilavesinin verniklerde beyazlaşmaya sebep olduğu söylenebilir. Sonuç olarak nano- TiO_2 ilavesinin nano- Al_2O_3 ilavesine göre daha uygun olduğu görülmüştür. Bu iki verniğin farklı karışımlarının bulunduğu vernikler incelendiğinde kontrol verniğine kıyasla beyazlama olduğu saptanmıştır ve en düşük değişimin %2 TiO_2 ve %1 Al_2O_3 nano

partiküllerinin bulunduğu vernik için belirlenmiştir. Δa ve Δb değişim oranlarına bakıldığında kontrol örneklerinde kızıllaşma ve sararma olduğu görülürken tüm vernikler için bu değişimin genellikle düşük olduğu saptanmıştır. Toplam renk değişimleri incelendiğinde 2Al ve 4Al içeren verniklerin renk değişimlerinin en yüksek iki vernik olduğu saptanmıştır. Bunun yanında TiO_2 ilaveli kompozitlerde renk değişimleri çok daha düşük olurken en düşük renk değişimleri %4T ve 4T-1Al ilaveli vernikler için saptanmıştır. Sonuç olarak yaşlandırma sonucunda Tablo 3.1’de gösterildiği gibi kontrol verniği, 1Al, 4T ve 4T-1Al nano partikül ilaveli vernikler tarihi ahşap yapıların diğer bir deyişle eskimiş ve yıpranmış ahşap malzemenin korunması için seçilmiştir.

Tablo 3.1: Farklı formülasyonlara ait hızlı yaşlandırma sonrası renk değişim sonuçları.

Örnekler	Veri Tipi	ΔL	Δa	Δb	ΔE_{ab}
K	$\bar{x}$	2,4	0,8	1,5	3,3 CDE
	%s	0,30	0,20	0,20	0,70
	%v	12,3	23,5	13,0	21,2
1Al	$\bar{x}$	2,3	0,8	1,6	3,2 CDE
	%s	0,40	0,20	0,20	0,60
	%v	17,4	24,3	12,3	18,9
2Al	$\bar{x}$	3,3	0,0	0,4	4,1 E
	%s	0,70	0,01	0,05	0,70
	%v	20,9	24,1	13,2	17,3
4Al	$\bar{x}$	2,6	0,3	0,4	3,4 DE
	%s	0,40	0,05	0,07	0,40
	%v	15,3	14,7	15,7	11,8
1T	$\bar{x}$	2,0	0,5	0,9	2,7 BCD
	%s	0,20	0,10	0,10	0,50
	%v	10,0	19,0	10,9	18,8
2T	$\bar{x}$	1,1	0,7	1,1	2,4 ABCD
	%s	0,20	0,10	0,20	0,40
	%v	18,9	14,4	18,7	16,8
4T	$\bar{x}$	0,1	0,2	0,7	1,5 A
	%s	0,01	0,05	0,10	0,30
	%v	16,7	23,3	15,4	20,6
1T-1Al	$\bar{x}$	0,6	0,9	1,7	2,9 BCD
	%s	0,10	0,20	0,30	0,50
	%v	15,7	21,8	17,6	17,4
1T-2Al	$\bar{x}$	1,3	0,4	0,7	2,7 BCD
	%s	0,30	0,10	0,10	0,60
	%v	23,4	24,4	13,4	22,4
1T-4Al	$\bar{x}$	0,6	0,9	1,7	2,5 ABCD
	%s	0,10	0,20	0,30	0,60
	%v	16,8	22,7	17,9	23,7
2T-1Al	$\bar{x}$	0,3	0,5	0,7	2,2ABC
	%s	0,05	0,10	0,10	0,40
	%v	19,0	20,5	14,3	18,2
4T-1Al	$\bar{x}$	0,6	1,3	0,8	1,9 AB
	%s	0,10	0,30	0,15	0,30
	%v	16,2	23,0	19,6	16,0

Not: ΔL , Δa , Δb ve ΔE_{ab} değerleri örneklerin hızlandırılmış dış ortam testi öncesi yapılan renk analizi sonuçları ile hızlandırılmış dış ortam testi sonrasında yapılan renk analizleri arasındaki farkları göstermektedir. Bu analizde aynı numuneler kullanılmıştır.

Tablo 3.1'e göre çalışmada kullanılmak üzere seçilen 1Al,4T ve 4T-1Al vernik formülasyonları ile eskimiş ve yıpranmış ahşap örnekler verniklenerek, hızlı yaşlandırma testi yapılmıştır. Hızlı yaşlandırma testleri sonrasında eskimiş ve yıpranmış örneklerin renk değişimleri ve parlaklık değerleri belirlenmiştir. Hızlı yaşlandırma sonrasında elde edilen renk değişimleri (ΔL , Δa , Δb , ΔE_{ab}), parlaklık değerleri bu değerlere ait istatistiki verileri Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2: Hızlı yaşlandırma sonrası renk, parlaklık değişimleri ve istatistiki değerler.

Örnekler	Veri Tipi	ΔL	Δa	Δb	ΔE_{ab}	P
K	$\bar{x}$	-5,46 AB	4,19 A	1,98 A	7,25 B	-57,5 A
	%s	1,2	0,98	0,45	1,5	4,2
	%v	-22,0	23,4	22,7	18,2	7,3
1Al	$\bar{x}$	-6,66 A	2,05 A	-0,25 A	7,01 C	-8,19 BC
	%s	1,2	0,4	0,05	1,64	0,5
	%v	-18,0	19,5	-19,7	14,5	22,8
4T	$\bar{x}$	-2,61 BC	0,33 A	1,62 A	3,29 A	11,3 C
	%s	0,5	0,1	0,3	0,7	2,2
	%v	-17,2	21,1	18,5	20,6	19,4
4T-1Al	$\bar{x}$	0,71 C	0,62 A	-1,59 A	2,29 A	-21,3 B
	%s	0,1	0,1	0,3	0,4	4,5
	%v	18,4	16,2	-18,9	15,7	21,2

Tablo 3.2'de verilen sonuçlar incelendiğinde ΔL renk koordinatında en fazla değişim 1Al örneğinden elde edilmiştir. En düşük ΔL renk değişimi ise 4T-1Al örneğinden elde edilirken 4T örneklerinde renk değişiminin düşük olduğu belirlenmiştir. Şekil 3.1'den faydalanarak Negatif renk değişimin olması yaşlanma sonrasında L değerinin artmasıyla açıklanabilir bu durumda yaşlanma sonrasında numunelerin koyulaştığını göstermektedir. Diğer renk parametrelerinden biri olan Δa koordinatındaki renk değişimi en yüksek kontrol numunesinde görülmüş ve daha sonra 1Al örneği kontrol numunesini takip etmiştir. Bu değişim kontrol verniği ve 1Al örneklerinde yaşlanma sonrasında kızıllaşma meydana geldiğini göstermektedir. 4T ve 4T-1Al örneklerinde ise bu değişimlerin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Δb koordinatındaki renk değişimine bakıldığında en yüksek değişimin yine kontrol verniğinde meydana geldiği görülmektedir. Δa eksenine göre

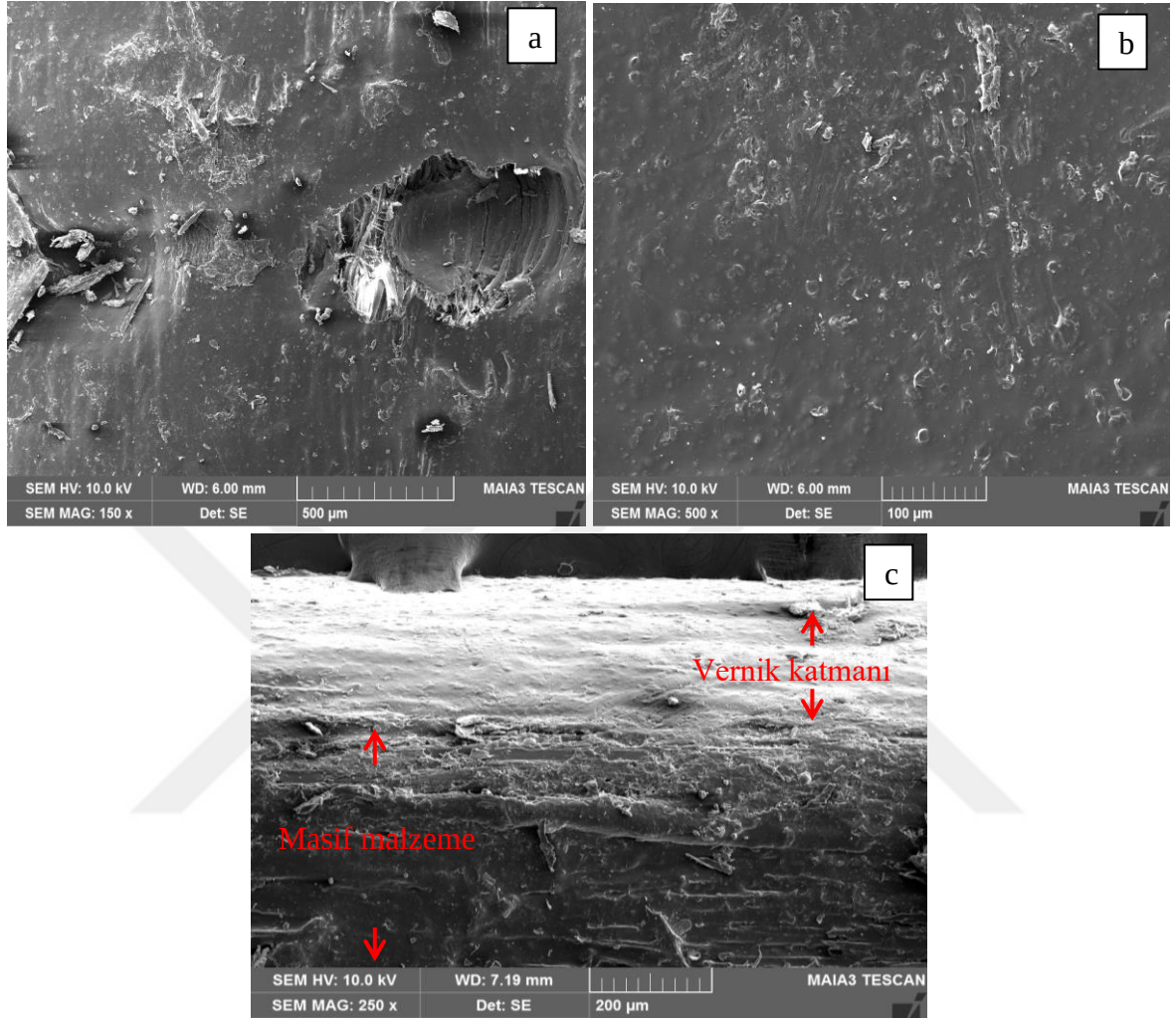
kontrol ve 4T örneklerinde sarıya doğru bir değişim meydana gelirken 4T-1Al örneğinde yeşile doğru bir değişim söz konusudur. Buna karşın sarı yönünde değişmekle birlikte en düşük renk değişimi 1Al örneklerinde saptanmıştır. Toplam renk değişimleri incelendiğinde ise en yüksek renk değişimi kontrol için ve daha sonrasında ise 1Al numuneleri için gözlenmiştir. Buna karşın 4T ve 4T-1Al örneklerinde ise değişimin daha düşük olduğu saptanmıştır.

Wallenhorst vd. (2018) yaptıkları çalışmada ahşap yüzeyler Zn/ZnO içeren yüzey koruyucularla kaplanmıştır. Yapılan hızlandırılmış yaşlandırma sonrasında toplam renk değişimi (ΔE) nanopartikül içeren yüzey kaplayıcılar da, kontrol numunelerine göre daha düşük olduğu görülmüştür. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda nano TiO₂ ve Al₂O₃ gibi nano partiküllerle yüzey kaplayıcıların özelliklerinde iyileşmeler elde edildiği ve Wallenhorst'un yaptığı çalışma sonuçları ile benzerlik gösterdiği söylenebilir. Başka bir araştırmada nano ZnO içeren boyalarla kaplanan örnekler üzerinde yapılan yaşlandırma işlemi sonrasında nano partikül ilavesinin toplam renk değişimini düşürdüğü saptanmıştır (Sivrikaya ve Can, 2014). Su bazlı vernikler nano-TiO₂ ile güçlendirilerek ahşap materyalin yüzeyine kaplanmış, hızlı ve doğal yaşlandırma sonrası renk değişimleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre nano ilaveli verniklerin yüksek performans gösterdikleri ve toplam renk değişimlerin ise kontrol verniğine göre nano TiO₂ ilaveli verniklerde yarı yarıya daha düşük olduğu belirlenmiştir. En iyi performansın ise %1,5 nano-TiO₂ ilaveli verniklerde elde edildiği belirlenmiştir (Moya vd., 2017). Literatürde elde edilen verilerle çalışma sonuçları karşılaştırıldığında benzerlikler olduğu görülmüştür. Buradan da söylenebilir ki tarihi mimari yapıların ahşap yüzeylerinin korunmasında nano vernikleme işlemlerinde özellikle 4T-1Al örneklerinde renk değişiminde K örneğine göre %50'ye yakın bir iyileşme olacağı sonucuna varılmıştır. Tarihi ahşap yapılarda ahşap malzemelerin korunmasında su bazlı şeffaf verniklerin nano katkılı 1T ve 4T-1Al ilaveli vernikler ile muamele edilmesinin önemli olduğu ortaya çıkmıştır.

3.2 Vernikli Ahşap Malzemenin Yüzey Morfolojisi

Kontrol, 1Al, 4T ve 4T-1Al olmak üzere 3 farklı nano vernikle muamele edilen eskimiş ve yıpranmış numunelerin yüzey morfolojisi elektron mikroskobu (SEM) yardımıyla hem yüzeylerinden hemde enine kesitlerinden görüntü alınmış ve yüzeydeki partikül

dağılımları, enine kesit kalınlıkları araştırılmıştır. SEM incelemesi sonrasında elde edilen kontrol numunenin SEM resimleri Şekil 3.1’de verilmiştir.

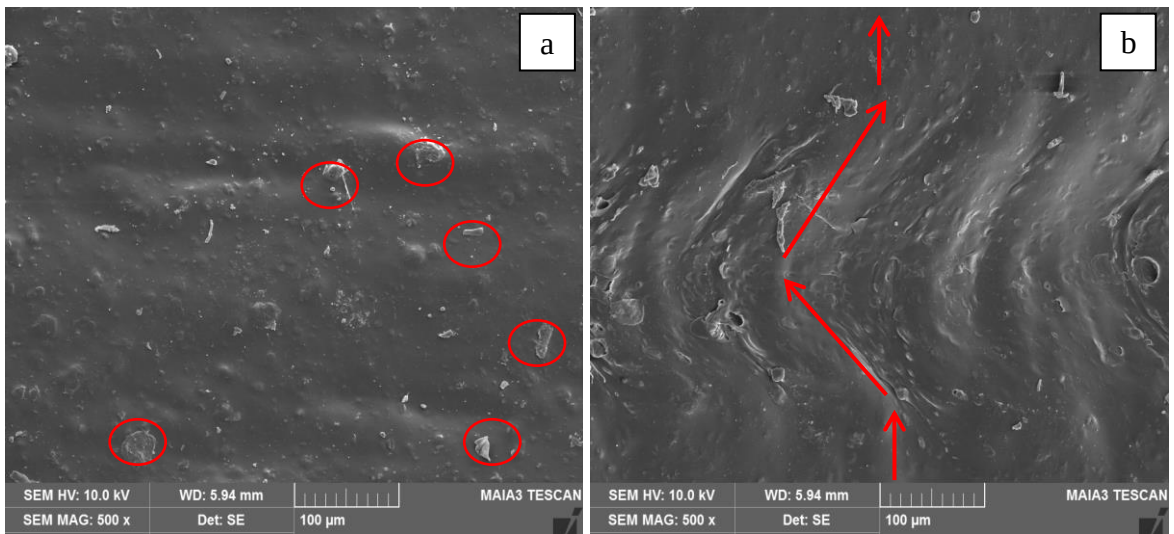


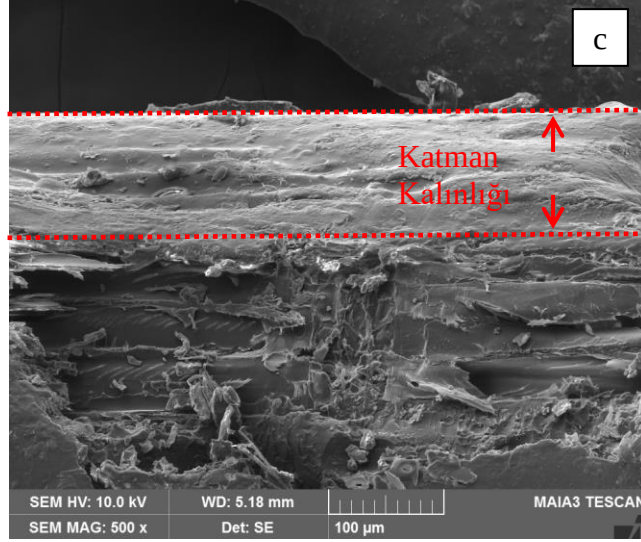
Şekil 3.1: Kontrol verniği ile kaplanan tarihi ahşap yapılardan alınan örneklerin SEM görüntüleri. a): Dalgalı katmanlar b): Yüzeyde boncuk oluşumu c): Enine kesit görüntüsü.

500 µm büyütmedeki SEM resimleri incelendiğinde genellikle yüzeylerin dalgalı ve katmanlar şeklinde olduğu görüntülenmiştir (Şekil 3.1a). Ayrıca yüzeylerde baloncuk oluşumlarından dolayı kabartıların meydana geldiği ve bazı yerlerde baloncuk patlamalarının krater benzeri oluşumlara sebep olduğu gözlenmiştir. Ayrıca yüzeylerde vernikleme esnasında fırçanın yanlış kullanımı yada örnek hazırlamadaki zorluk nedeniyle bazı ezilmelerin olduğu da saptanmıştır. 100 µm büyütmede yüzeyler incelendiğinde ise yüzeyle altında ve yüzeye çok yakın kısımlarda baloncuk oluşumlarının çok yaygın olduğu görülmektedir (Şekil 3.1b). Bu durumda gerek tabaka kalınlığını artırmada gerekse dış ortama maruz kalan verniğin hızla çatlayacağı ve yağmur-su etkisiyle beraber bu

kisimlarda iç kısımlara su sızmalarıyla beraber yüzeyde vernik katmanının kalkmasına kadar ciddi sorunlara sebep olabileceği söylenebilir. Ayrıca bu baloncuk sınırlarının ince olmasıyla UV ısınları bu kısımları kolayca parçalayacak ve verniğin bozulmasını da hızlandıracağı bir gerçektir. Bu tür yapılacak çalışmalarda vernik uygulamasının spreyleme yöntemiyle yapılması bu olumsuzlukların azaltılması için katkı sağlayabileceği söylenebilir. Yüzey morfolojisi sonrasında enine kesitte yapılan SEM incelemeleri sonucunda vernik katman kalınlıklarının 80-100 µm civarında olduğu belirlenmiştir.

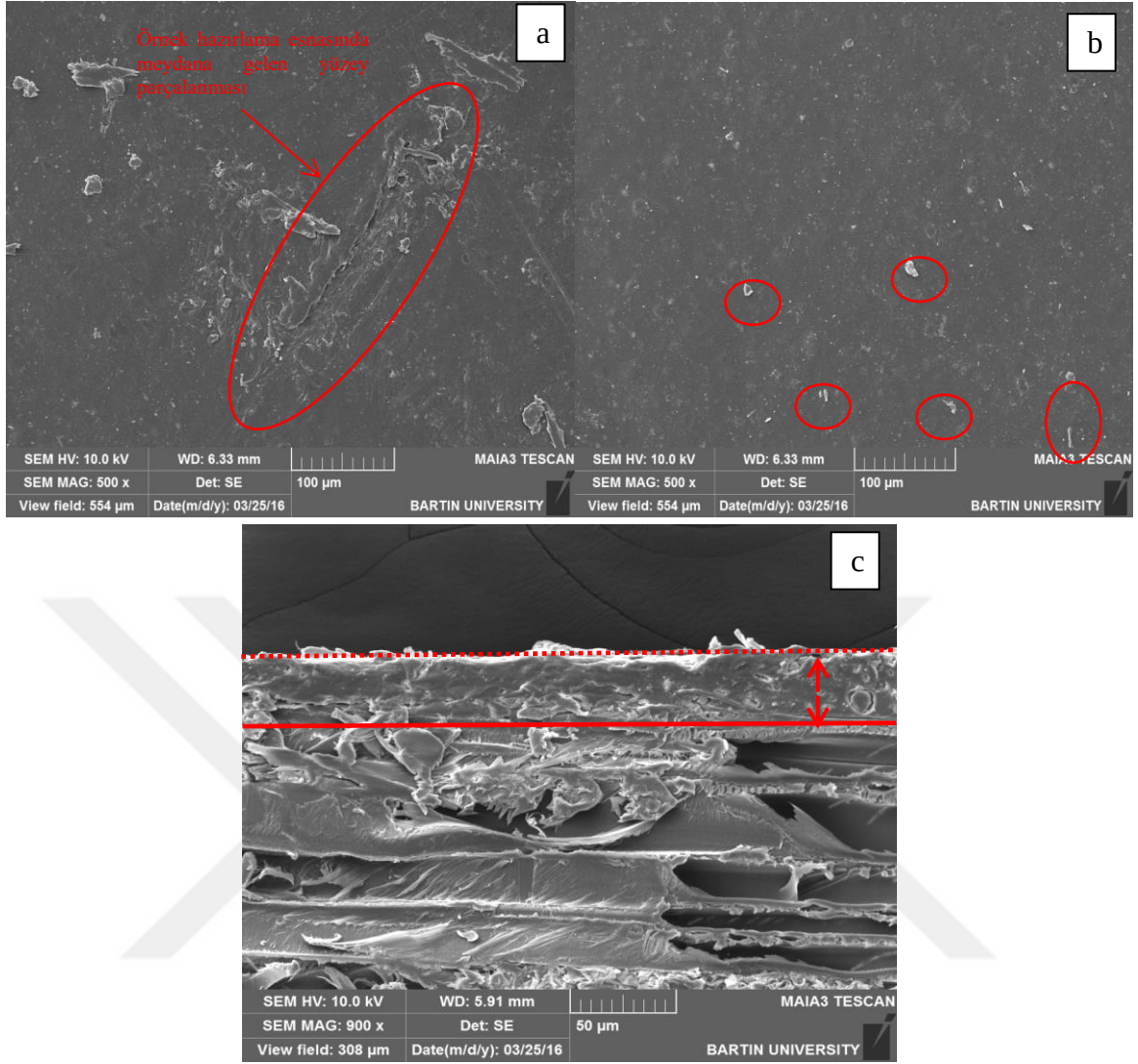
Çalışmada kullanılan diğer vernik olan 1Al içerikli verniklerle kaplanan eski ahşaplara ait yüzey ve enine kesit SEM görüntüleri Şekil 3.2’de verilmiştir. Örneklerin yüzeyleri incelendiğinde kontrol verniğine nazaran daha düzgün bir yüzey elde edildiği görülmektedir. Kontrol verniğinde belirlenen baloncuk oluşumu yoğunluğu az da olsa 1Al içeren verniklerde de bulunmaktadır. Özellikle bazı kısımlarda baloncuk açılmasıyla kriter oluşumu göze çarpmaktadır. Ayrıca SEM resimlerinde örnek yüzeylerinde derin dalgalanmaların meydana geldiği görülmüştür. Bu dalgalanmaların vernikleme işlemlerinin fırçayla yapılması sebebiyle oluştuğu düşünülmektedir. Vernik içerisine ilave edilen Al_2O_3 nanopartiküllerin vernik içerisinde ve özellikle bazı bölgelerde gruplaşmalar göstermiştir. Buradan da vernik-nano partikül karışımlarında nano partiküllerin daha homojen yayılmasını sağlamak için partiküle uygun dağıtıcı kimyasalların kullanılması tavsiye edilebilir. Enine kesitten yapılan SEM incelemeleri sonrası elde edilen resimler incelendiğinde yüzey katman kalınlıklarının genellikle 70-90 µm civarında olduğu belirlenmiştir.





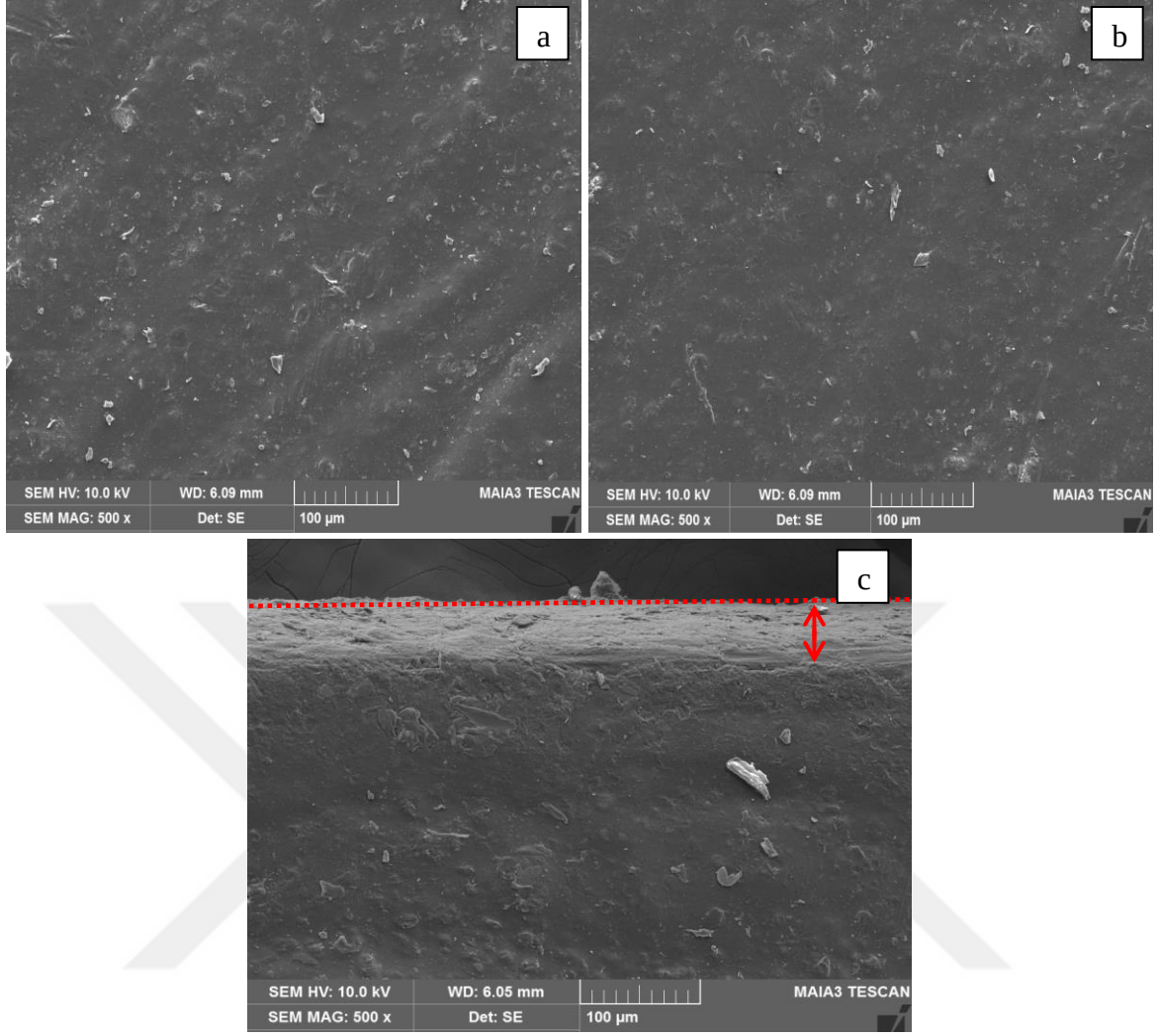
Şekil 3.2: 4T ilaveli vernikler ile kaplanan tarihi ahşap yapılardan alınan örneklerin SEM görüntüleri. a): Düzgün yüzey oluşumu, b): Dalgali yüzey oluşumu, c): Vernik katman kalınlığı.

4T örneklerine ait SEM görüntüleri Şekil 3.2’de verilmiştir. SEM görüntüleri incelendiğinde 4T örneği gerek kontrol gerekse 1Al örneğine göre çok daha düzgün bir yüzey elde edildiği görülmektedir. Buna karşın SEM örnek hazırlama esnasında karbon yüzeye yapışması için vernik numunesi bastırıldığından dolayı yüzeyin bir kısmındaki parçalanma göze çarpmaktadır. Bu durumun dışında gerek dalgalanma gerekse kabarcık oluşumu çok fazla görülmemiştir. Ayrıca yüzeylerde partikül dağılımları diğer verniklere göre daha homojen olmasına karşın yüzeyin bazı bölgelerinde nano partiküllerin topaklandığı görülmektedir. Enine kesit incelendiğinde yine diğer iki verniğe göre daha ince bir katman kalınlığı meydana geldiği saptanmıştır. SEM görüntülerine göre hesaplanan katman kalınlığının genellikle 40-80 μm arası olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak 4T-1Al ilavesinin gerek yüzey düzgünlüğü gerek katman kalınlığı bakımından avantajlar sağladığı söylenebilir. Ayrıca TiO_2 nano partiküllerinin Al_2O_3 nano partiküllerine göre daha iyi dağılım göstermesi TiO_2 ’nin SiO_2 grupları içermesinden dolayı çözünürlüğünün daha yüksek olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Çalışmamızda kullanılan 4T-1Al ilaveli verniklerle kaplanan eski ahşap örneklerle ait SEM resimleri Şekil 3.3’da verilmiştir.



Şekil 3.3: 4T-1Al ilaveli vernikler ile kaplanan tarihi ahşap yapılardan alınan örneklerin SEM görüntüleri. a): Yüzeyde parçalama, b): Yüzeyde nano partiküller, c): Vernik katman kalınlığı.

4T-1Al grubu vernikle kaplanan ahşap materyalin yüzeyleri incelendiğinde K ve 1Al grubu verniklerde daha yoğun görülen dalgalanmalar 4T-1Al örnek yüzeylerinde de saptanmıştır. Bu yoğun dalgalanma yüzeylerin pürüzlü görünümüne neden olduğu anlaşılmıştır. Bu durumun verniklemenin fırça ile yapılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Buna karşın kontrol ve 1Al grubu verniklerde rastlanan baloncuk oluşumu ve meydana gelen kabarıklıklara çok fazla rastlanmamıştır. Ancak yüzeylerde nano partiküllerin toplanmasından dolayı bazı kabarıklıkların olduğu görülmektedir (Şekil 3.3b).



Şekil 3.4: 1A-4T ilaveli vernikler ile kaplanan tarihi ahşap yapılardan alınan örneklerin SEM görüntüleri. a): Yüzeyde dalgalanma, b): Düzgün yüzey, c): Vernik katman kalınlığı.

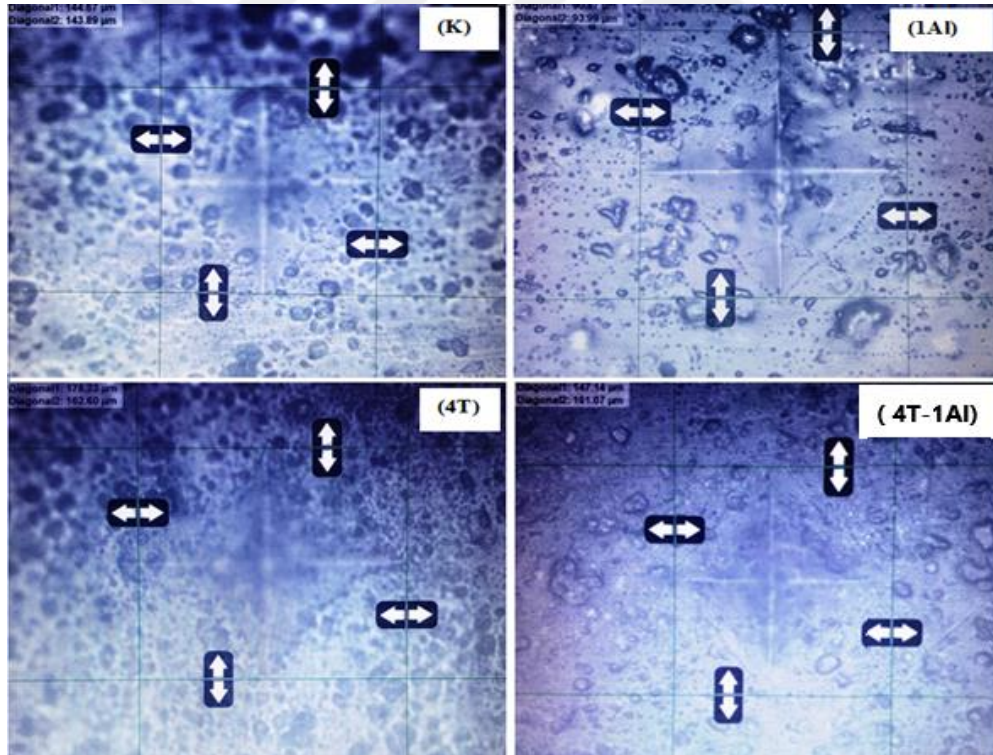
Verniklerin katman kalınlığının belirlenmesi için enine kesitte yapılan incelemelerde diğer verniklere göre daha iyi bir kesit oluştuğu görülmüştür.

Vernik katman kalınlığının ise genellikle 50-65 µm arasında değiştiği saptanmıştır. Sonuç olarak kontrol verniği ile karşılaştırıldığında 4T ve 4T-1Al grubu verniklerinin gerek yüzey özellikleri gerekse katman kalınlığı ve sağlamlığı açısından daha iyi olduğu SEM incelemeleri sonucunda belirlenmiştir. Poliüretan verniklere nano ZnO partikül ilavesi sonrasında homojen bir dağılım sağlandığı ve verniklerin yüzeyde iyi bir dağılım gösterdiği, buna karşın yüzey üzerinde bazı noktalarda partikül gruplaşmalarının olduğu belirlenmiştir (Zvekic vd., 2011). Wallenhorst vd. (2018) yaptığı çalışmada yüzey kaplayıcısının oduna tutunmasının Zn/ZnO ilavesi ile arttığı ve yüzey özelliklerini

iyileştirdiği saptanmıştır. Huang vd. (2012) ve Kowalczyk (2014) yaptıkları çalışmada yüzey kaplamalarda nano partikül kullanımının kaplama performansını artırdığını ve yüzey kaplama polimerinin iç yapışmasını iyileştirdiği ve yüzeye daha iyi tutunma sağladığını belirlemişlerdir. Ayrıca kaplayıcı polimerin UV ışınlarına karşı daha dayanıklı hale getirdiği için kaplamanın daha uzun süre görevini sürdürdüğü saptanmıştır.

3.3 Mikro Sertlik

Nano partikül katkılı vernik muamelesinin ahşap malzeme yüzeylerinde mikro sertlik etkisi incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Test süresince 100 g (H100) test yükleri her bir numuneye uygulanmış ve yüzeyde başlığın bıraktığı iz boyutlarına göre verniklerin sertlik değerleri hesaplanmıştır. Mikro sertlik hesaplamasında kullanılan yüzeylerdeki izler Şekil 3.6'da verilmiştir. Ayrıca kontrol ve diğer nano partikül ilaveli verniklere ait mikro sertlik değerleri Tablo 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.5: Farklı vernikler ile kaplanan tarihi ahşap yapıların mikro sertlik testi.

Şekil 3.5'e bakıldığında sertlik cihazının örnek yüzeylerinde bıraktığı izlerin benzer olduğu görülmektedir. Bu izlerden yola çıkarak hesaplanan sertlik değerleri arasında, varyans analizi ve Duncan testi sonucunda istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Buna

karşın saf vernik ve 1Al içerikli verniklerin sertlik değerlerinin 4T ve 4T-1Al içerikli verniklere göre istatistiki olarak anlamsız olmasına karşın daha yüksek değerler verdiği gözlenmiştir. Bir çalışmada, Imai vd. (2006) epoksi yüzey kaplayıcılarla nano silika dolgu maddeleriyle hazırladığı yüzey koruyucuların yüzey özelliklerini araştırmış ve nano dolgu maddelerinin yüzeyi nano silikalara göre daha yoğun şekilde kapladığını saptamıştır. Ayrıca SEM analizi sonrasında artacağı yönünde bulgulara varılmıştır. Ayrıca Kowalczyk (2014) yaptığı çalışmada üre alkid verniklerinin ahşap yüzeyinde performansını nano partiküllerin etkilerini araştırmış ve verniğin camsı geçiş sıcaklığındaki artışa paralel olarak çizilme/aşınma ve elastikiyet değerlerinin artmasına karşın sertlik değerlerinin azaldığı görülmüştür. Yine yapılan başka bir çalışmada da epoksi yüzey koruyucularına nano partikül ilavesinin sertlik üzerine etkisi araştırılmış ve sertlik değerinin %0'dan %10'a artan nano partikül ilavesi sonucunda artış gösterdiği buna karşın %5 ilave orası sonrasında nano partikül gruplaşmaları ve homojen olmayan dağılımları sebebiyle sertliğin düştüğü saptanmıştır. Kullanılan nano partiküllerden (Al_2O_3 , TiO_2 , kül, kil) en iyi performansı sırasıyla kül, Al_2O_3 ve TiO_2 ilaveli verniklerin gösterdiği saptanmıştır (Özsoy vd. 2015). Sonuç olarak söylenebilir ki nano partikül ilavesi mikro sertlik değeri üzerinde artırıcı bir etki gösterememiştir.

Tablo3.3: Farklı vernikler ile kaplanan tarihi ahşap yapıların mikro sertlik değerleri.

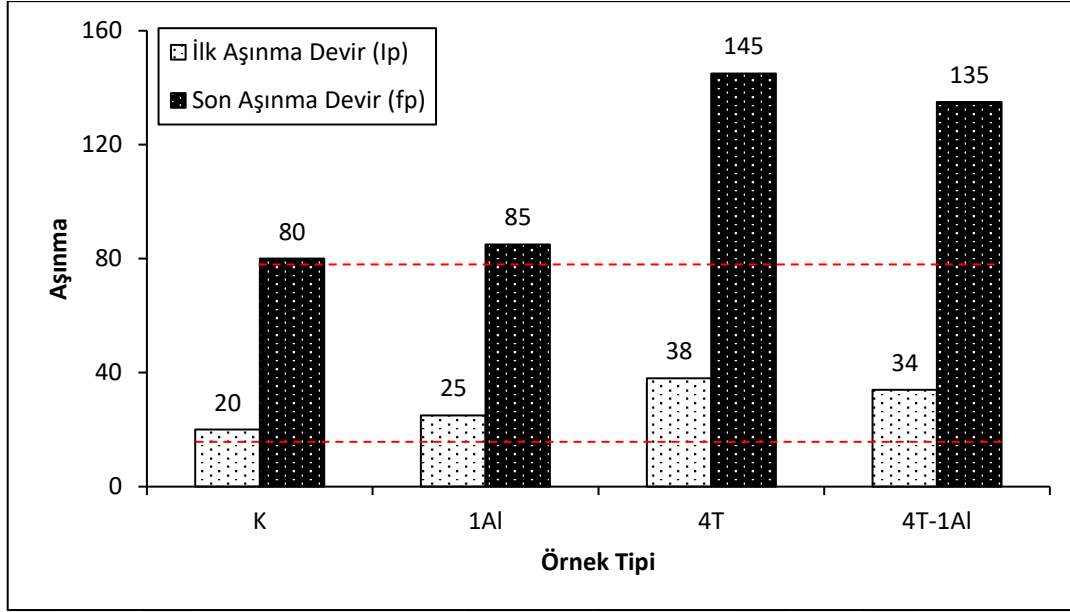
Örnekler	Veri Tipi	Mikro Sertlik
K	$\bar{x}$	2,1 A
	%s	0,3
	%v	13,0
1Al	$\bar{x}$	2,0 A
	%s	0,2
	%v	11,5
4T	$\bar{x}$	1,7 A
	%s	0,3
	%v	16,5
4T-1Al	$\bar{x}$	1,7 A
	%s	0,2
	%v	9,6

Literatürde nano partikül dolgulu verniklerle yapılan çalışmalara bakıldığında Corcione vd. (2016) yaptıkları bir çalışmada metakrilik reçinesi kullanılarak benzer sonuçlara

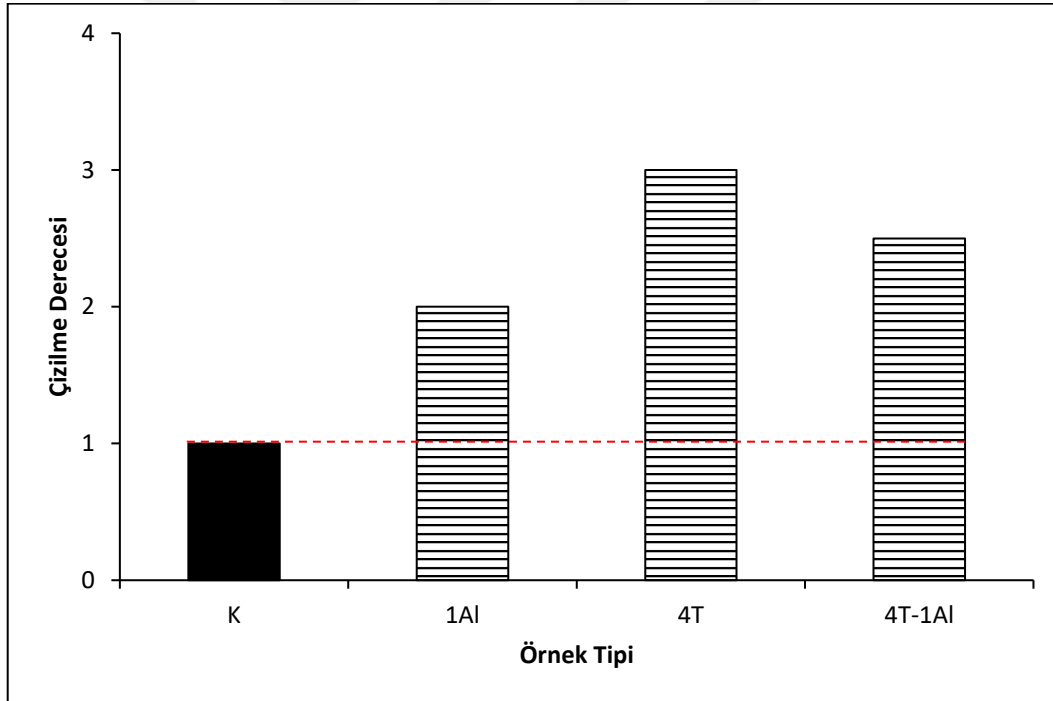
ulaşmışlardır. SiO₂ nano partiküllerinin kullanıldığı başka bir çalışmada da nano partiküllerin polimerin yapısını değiştirerek sertlik değerlerini yükselttiği saptanmıştır (Fic vd., 2017). Literatürdeki veriler dikkate alındığında çalışmamızdaki nano partikül ilavesiyle benzer sonuçlar göstermediği söylenebilir. Bu durum kullanılan verniğin su bazlı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Çalışmamızda nano partikül ilavesi sonrasında sertlik değerlerinin düştüğü görülmesine karşın istatistiki olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Sonuç olarak gerek Al₂O₃ gerekse TiO₂ ilavesi ve bunların karışımının su bazlı verniklerde mikro sertlik değerini yükselttiğini gösteren bir bulguya rastlanamamıştır.

3.4 Aşınma ve Çizilme Değerleri

Malzemelerin çeşitli mekanik etkilerle birlikte yüzeylerinde aşınma ve bu aşınmaya bağlı olarakta çizilmeler meydana gelmektedir. Bu durumda malzemenin dış ortamda kullanılma süresini ve dış ortamdaki performansını birinci derece de etkilemektedir. Çalışmada eskimiş tarihi yapılardan alınan ahşap numuneleri, Nano katkılı Al₂O₃ ve TiO₂ verniklerle kaplanmış ve her bir formülasyon için aşınma ve çizilme testlerine tabi tutulmuştur. Elde edilen veriler değerlendirilerek Şekil 3.7 ve Şekil 3.8’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre aşınma testleri ilk aşınma devir sayısı (lp) ve son aşınma devir sayısı (fp) olarak belirlenmiştir. Şekil 3.7’ye bakıldığında nano partikül ilaveli verniklerle kaplanmış ahşap malzemenin ilk ve son devir sayılarının kontrole göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Kontrol ve 1Al ilaveli verniklerin aşınma oranları birbirlerine yakın değerler verirken, 4T ve %4T-4Al ilaveli verniklerin aşınma değerleri çok daha yüksek olduğu görülmüştür. Buradan da nano partikül ilaveli verniklerden özellikle 4T içeren verniklerin güçlendirilmesi ve aşınmaya karşı dirençli vernik üretimi için kullanılabileceği söylenebilir. Aşınma süresince meydana gelen mekanik etki sonucunda yüzeylerde çizilmeler meydana gelmektedir ve bu çizilme miktarları çizilme derecesi olarak isimlendirilmekte ve yüzeyin dayanımını etkilemektedir. Aşınma sonucunda yüzeylerin çizilme dereceleri belirlenmiş ve Şekil 3.8’de verilmiştir.



Şekil 3.6: Farklı vernikler ile kaplanan tarihi ahşap yapıların mikro sertlik testi.



Şekil 3.7: Farklı vernikler ile kaplanan tarihi ahşap yapıların mikro sertlik testi.

Şekil 3.7 incelendiğinde ise çizilme derecesinin aşınma da olduğu gibi nano partikül ilaveli vernikler için benzer bir davranış gösterdiği belirlenmiştir. Çizilme derecesi TiO_2 ilavesiyle en yüksek değerlere ulaşıldığı görülmektedir. Al_2O_3 ilavesi ile elde edilen vernikler ise aşınmaya benzer bir şekilde en düşük çizilme derecesi gösterdiği bulunmuştur. Buna karşın tüm nano partikül ilaveli vernikler kontrol verniğine göre

yükseldiği belirlenmiştir. Nano partikül ilaveli verniklerle yapılan çalışmalarda nano partiküllerin sertliği artırdığı ve bu şekilde yüzeyde aşınma ve çizilmeye karşı daha dirençli bir yüzey elde edilmesine katkı sağladığı belirlenmiştir (Frigione ve Lettieri, 2018). Vardanyan vd. (2014) yaptıkları çalışma da selüloz nanokristalleri poliürethan esaslı verniklerle karıştırarak ahşap levhaların yüzeylerini kaplamış ve yüzeyde çizilme ve aşınma dirençlerini araştırmıştır. Elde edilen sonuçlar selüloz nanokristallerin kontrol verniğine göre daha yüksek çizilme ve aşınma değerleri sağladığı belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda nano katkıların yüzey de aşınma ve çizilme direncini artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Başka bir çalışmada da Kowalczyk (2014) solvent bazlı üre alkid kaplamalarda ticari nano kil kullanmış ve elde edilen kaplamaların ahşap materyaller üzerinde kaplayarak özelliklerini araştırmıştır. Elde edilen sonuçlara göre nanokil ilaveli kaplamaların kontrollere göre daha yüksek çizilme ve aşınma direnci gösterdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak nano katkılı vernikli yüzeylerin aşınma ve çizilmeye karşı direnci yükselttiği belirlenmiştir. Dolayısıyla eskimiş ve yıpranmış ahşap yüzeylerin bu tip verniklerle kullanımı tarihi ahşap yapıların daha uzun süre zarar görmeden kalmasına yardım edebileceği söylenebilir.

3.5 Yüzey Sağlamlığı

Örneklerin yüzeylerine uygulanan nano verniklerin yüzeyde kabiliyeti özellikleri mekanik değerler açısından büyük önem kazanmaktadır. Örneklerin yüzey sağlamlık değerlerine ait Duncan analiz tablosu tablo 3.4'te verilmiştir.

Tablo 3.4: Yüzey sağlamlığı Duncan analizi.

Örnekler	Yüzey sağlamlığı (N/mm ²)
K	2,7 (0,42) A
1Al	2,9 (0,22) AB
4T	3,2 (0,07) C
4T-1Al	3,7 (0,57) B

Yapılan test sonuçlarına göre en iyi değer 4T-1Al örneklerinden alınmıştır. Yüzey yapışması en düşük örnek ise kontrol örneğinden alınmıştır. Yapılan test sonucunda bazı örneklerin yüzeyden kopma resimleri şekil 3.8'de gösterilmiştir. Elde edilen verilere göre

kontrol örneği değeri ile nano vernikli örnekler kıyaslandığında yüzey sağlamlığında nano Ti ve Al takviyesinin yüzey sağlamlığında artış meydana getirdiği tespit edilmiştir. En iyi sonuçlar Ti ilaveli örneklerden alınmıştır.



Şekil 3.8: Yüzey sağlamlığı testi kopma örnekleri.

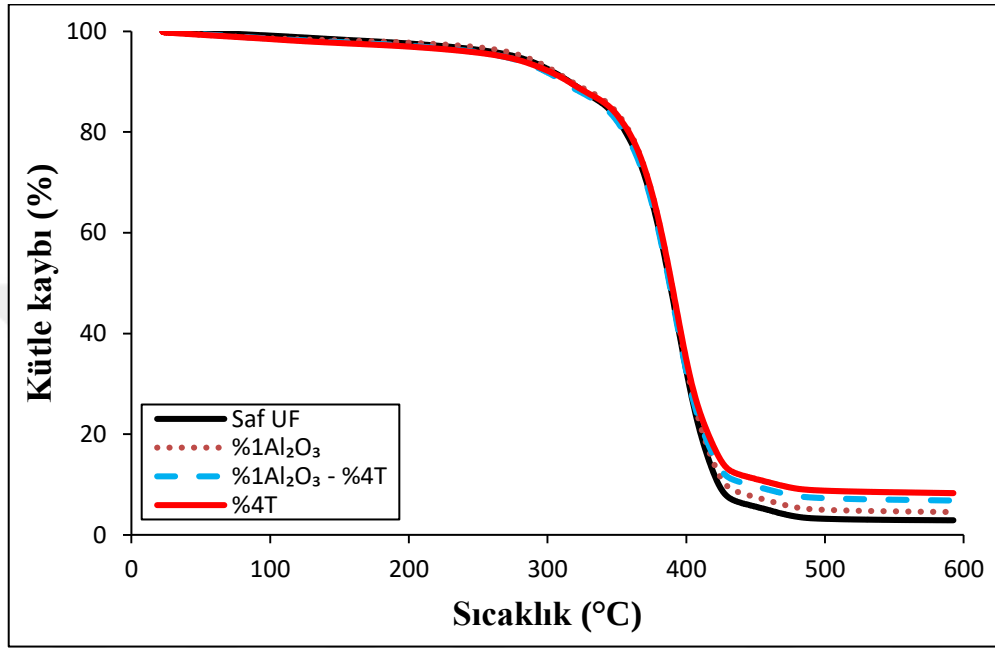
Sönmez ve arkadaşları (2004) sulu çözeltili vernikler üzerine yaptıkları bir çalışmada vernik çeşidi, Ağaç türü ve uygulama metodunun sulu çözeltili verniklerin yüzey yapışma dirençlerinde etkili olmadıklarını belirtmişlerdir. Benzer bir çalışmada Sönmez (1989) Ağaç türünün vernik katmanlarının sertliğinde etkili olmadığını, vernik katman sertliğinin vernik çeşidiyle ilgili olduğunu rapor etmiştir. Ayrıca malzemelerin molekül iriliği artıkça kohezyonun, azaldıkça adezyon kuvvetinin artış gösterdiğini bildirmiştir. Su bazlı verniklerin bazı direnç özelliklerinin (sertlik, adezyon, aşınma vb.) solvent bazlı verniklere göre daha düşük olduğu yapılan bazı çalışmalarda belirtilmiştir (Altun ve Esmer, 2017; Yakın, 2001). Atar ve Peker (2010) bor bileşikleri ile emprenye ettikleri farklı ağaç türlerinin vernikler ile yapışma direncini araştırmışlar ve emprenye maddesindeki artışın yüzey yapışma direncini artırdığını rapor etmişlerdir.

3.6 Nano Katkılı Verniklerin Bazı Özellikleri

Bu çalışmada kullanılan nano katkı verniklerin önemli özellikleri belirlenmiştir. Bu amaçla çalışmada kullanılan dört farklı verniğın termogravimetrik analiz (TGA-DTG), elektron mikroskobu (SEM, EDS ve SEM haritalama), ultraviyole (UV) analizi ve FTIR analiz yöntemleriyle özellikleri belirlenmiştir.

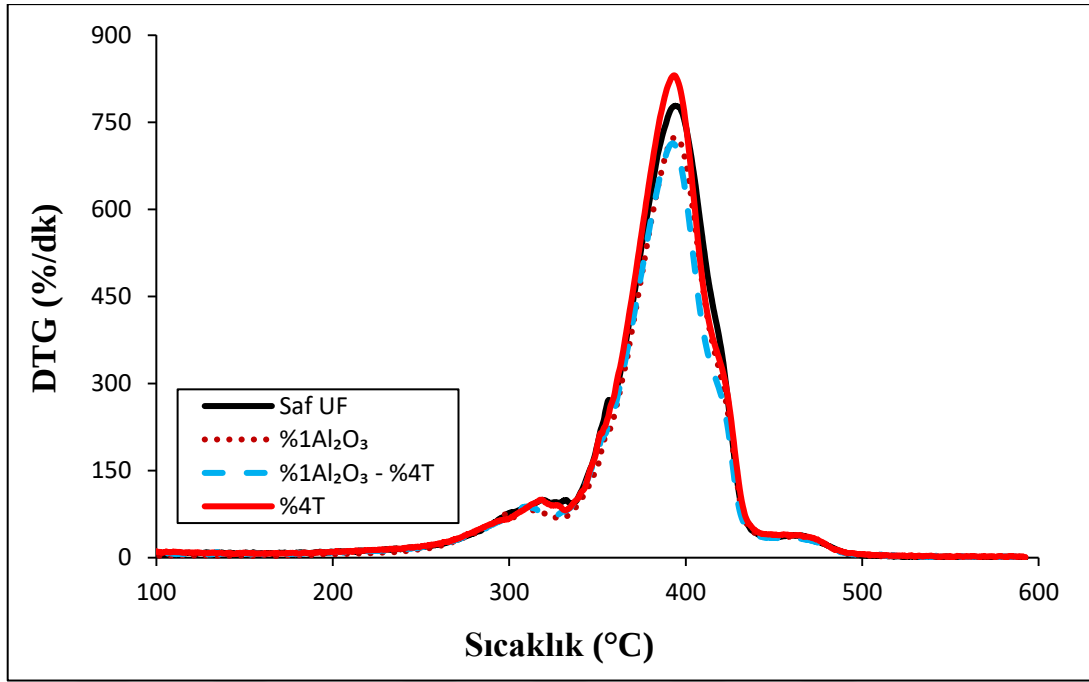
3.6.1 Termogravimetrik (TGA/DTG) Analiz

Çalışmada nano partiküllerin vernikler üzerinde termal etkilerini belirlemek için termogravimetrik analiz gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.9 kontrol ve nano-partikül ilaveli verniklerin termogravimetrik analiz eğrilerini göstermektedir.



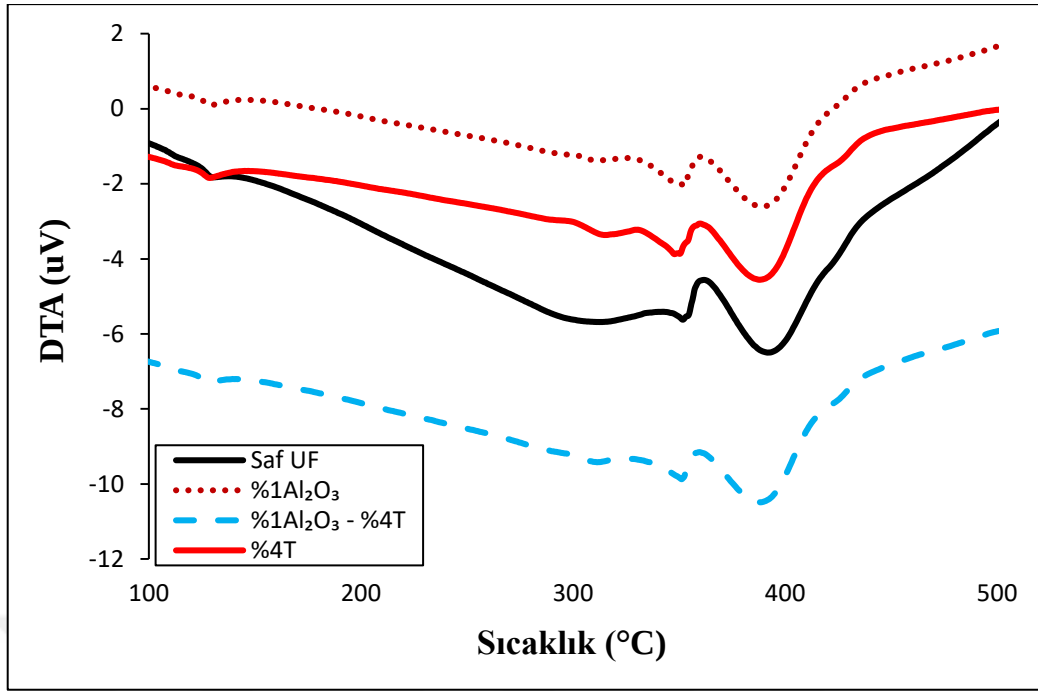
Şekil 3.9: Kontrol ve nano-partikül ilaveli verniklerin termogravimetrik analiz eğrileri.

Şekil 3.9'a bakıldığında kontrol ve nano partikül ilaveli verniklerin termal bozunma grafiğinin benzer olduğu görülmüştür. Örneklerin başlangıç bozunma sıcaklıkları (T_{onset}) ve son bozunma sıcaklıkları (T_{endset}) benzer ya da çok yakın olduğu görülmektedir. TGA eğrileri incelendiğinde örneklerin 0-300°C sıcaklıklar arasında rutubet kaybı verdiği, 300-420°C sıcaklıklar arasında örneklerin hızlı bir bozunma gösterdiği ve 420°C'den sonra ise örnekler tamamıyla bozunma meydana geldiği belirlenmiştir. DTG grafiğine (Şekil 3.9) bakıldığında ise örneklerin maksimum kütle kaybını verdiği sıcaklıklar saptanmış ve bu sıcaklıklar da önemli bir değişim belirlenememiştir.



Şekil 3.10: Kontrol ve nano-partikül ilaveli verniklerin derivatif termal gravimetrik eğrileri.

DTA grafiği (Şekil 3.10) incelendiğinde ise örneklerin bozunma sıcaklıkları görülmektedir. Grafikler incelendiğinde genellikle nano partikül ilavesinin saf verniklerin termal özellikleri üzerinde önemli bir etkisi olmadığı yada önemli bir değişim sağlamadığı belirlenmiştir. Yapılan bir çalışma da Selvarajt vd. (2015) ZrO_2 nano partikülleri ile desteklenmiş organik verniklerin termogravimetrik analizi gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlara göre T_{onset} sıcaklıklarının ve toplam kütle kaybının nano ilaveli verniklerde %2-5 arasında kontrol verniklerine göre değişim gösterdiği saptanmıştır. Ayrıca termal analiz verilerinden nano ZnO_2 ilavesiyle kontrol verniklerinin termal özelliklerinin daha yüksek performans gösterdiği saptanmıştır. Buna karşın nano ilaveli verniklerin camsı geçiş noktalarında (T_g) önemli bir değişim meydana getirmediği de çalışmada saptanmıştır.



Şekil 3.11: Kontrol ve nano-partikül ilaveli verniklerin derivatif termal analiz eğrileri.

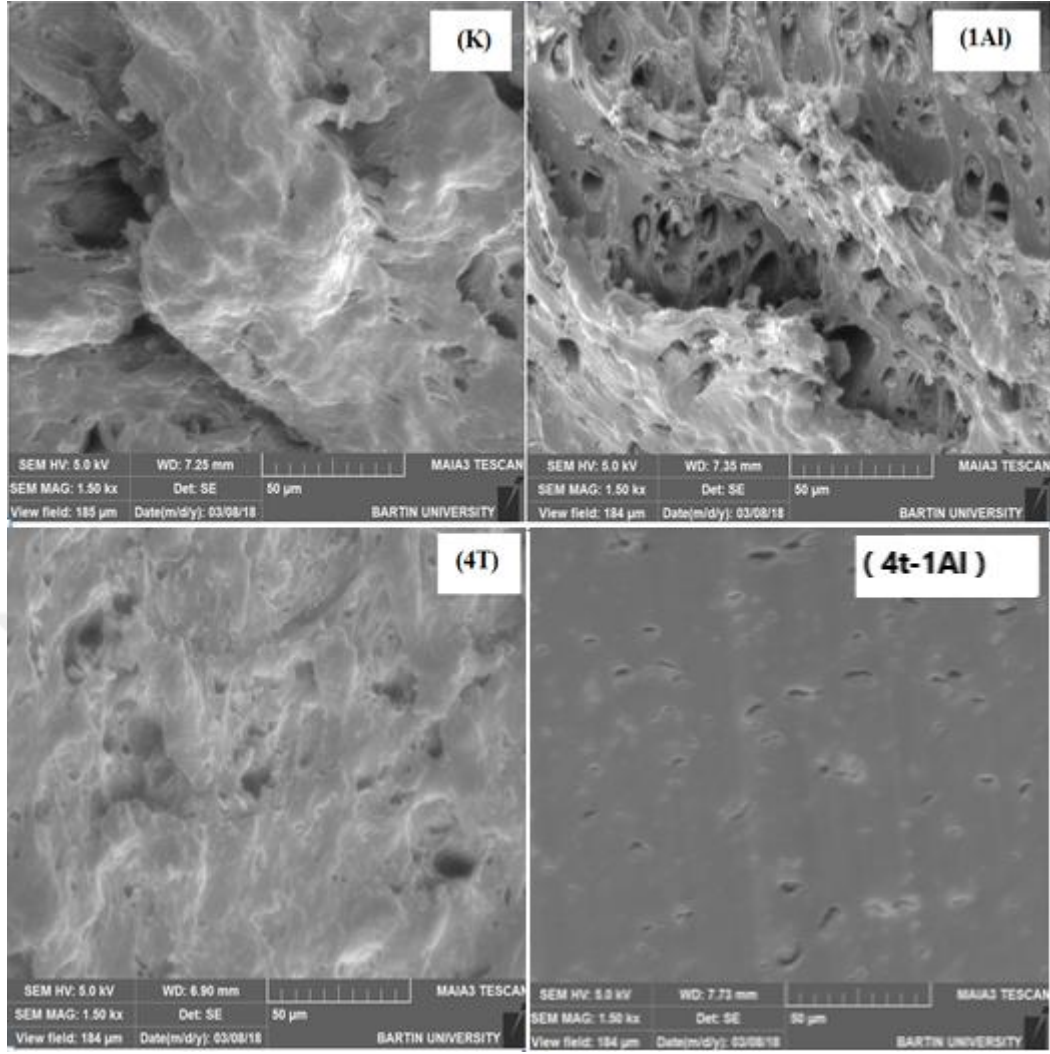
Verilen TGA analizi sonrasında elde edilen eğrilerin özet verileri Tablo 3.4'te verilmiştir. Tablo 3.4 incelendiğinde %10 kütle kaybı verilen sıcaklık derecesi ($T_{\%10}$) 1Al ilaveli vernikler için arttığı belirlenmiştir. Diğer verniklerde ise $T_{\%10}$ değerinin düştüğü belirlenmiştir. $T_{\%50}$ değerlerine bakıldığında 1Al ve 4T için arttığı fakat 4T-1Al için düştüğü belirlenmiştir. $T_{\%85}$ değeri incelendiğinde ise tüm numunelerin sıcaklık derecelerinin saf verniğe göre yüksek olduğu saptanmıştır. En yüksek artış $T_{\%85}$ için 4T ilaveli numuneler için elde edildiği belirlenmiştir. Kütle kaybı değerlerine bakıldığında ise nano partikül ilavesiyle kütle kaybının tüm nano partikül ilaveli vernikler için düştüğü saptanmıştır. En yüksek kütle kaybı kontrol verniği için %97,1 olarak elde edilirken en düşük kütle kaybı ise % 93,7 ile 4T ilaveli vernikler de olduğu saptanmıştır. Birim zamandaki maksimum kütle kaybı (DTGmax) değerlerine bakıldığında nano partikül ilavesiyle arttığı belirlenmiştir.

Tablo 3.5: Kontrol ve nano-partikül ilaveli verniklerin termal özelliklerine ait veriler.

Örnekler	T _{%10} (°C)	T _{%50} (°C)	T _{%85} (°C)	Kütle kaybı (%)	DTGmax (°C)
K	316,1	388,2	416,1	97,1	394,1
1Al	317,6	389,1	418,8	95,5	394,5
4T-1Al	311,3	387,8	420,9	94,3	394,3
4T	315,5	389,4	424,6	93,7	393,7

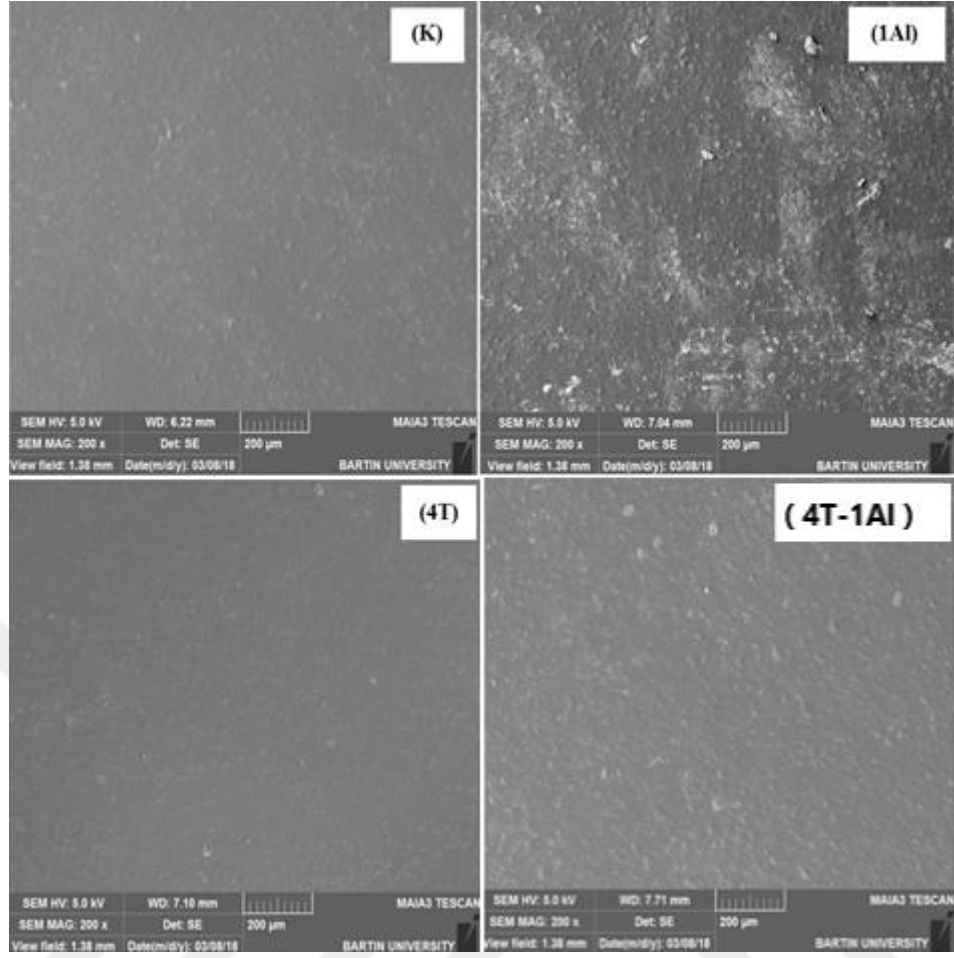
3.6.2 Tutkalın Morfolojik Karakterizasyonu

Saf vernik ve nano partikül ilaveli verniklerin iç yapısındaki değişimler elektron mikroskobu ile araştırılmış ve elde edilen görüntüler Şekil 3.12’de verilmiştir. Örnekler incelendiğinde genellikle tüm verniklerin iç yapılarının gözenekli olduğu ve gözeneklerin boyutlarının heterojen olduğu belirlenmiştir. Özellikler 1Al içeren verniklerin içyapılarının büyük ölçüde gözenekli yapı içerdiği belirlenmiştir. 1 Al içeren vernikler incelendiğinde gözenek çaplarının genellikle 5 – 25 µm arasında değiştiği belirlenmiştir. Diğer vernikler de ise genellikle gözenek çapları 5 – 15 µm arasında olduğu hesaplanmıştır.



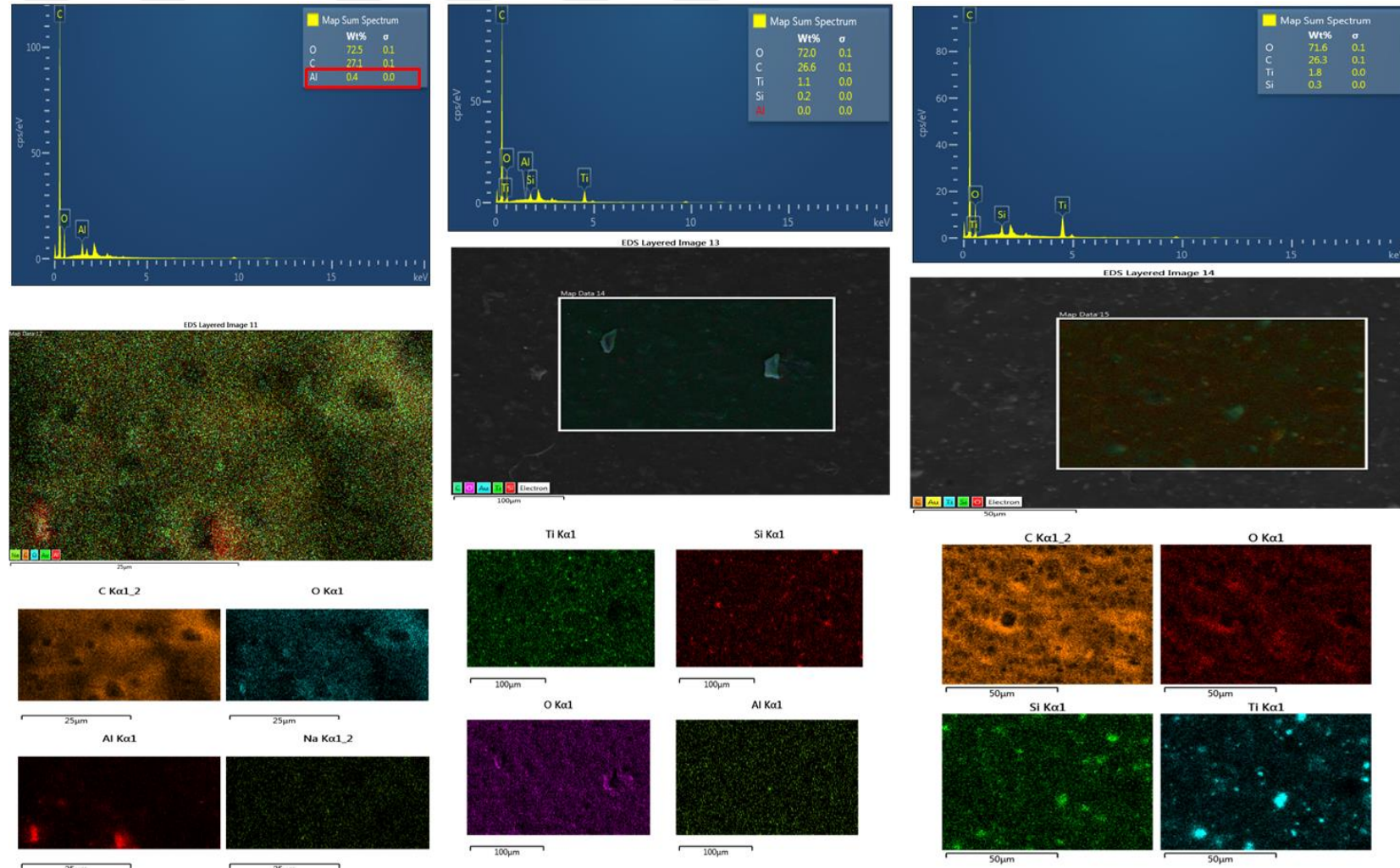
Şekil 3.12: Kontrol ve nano partikül ilaveli verniklerin içyapı morfolojilerinin SEM görüntüleri.

Şekil 3.12’de genellikle nano partikül ilavesi 1Al dışında içyapıda önemli bir değişime sebep olmadığı gözlenmiştir. 1Al için ise yapıyı bozarak poroz yapıda bir oluşum gerçekleşmesine sebep olduğu söylenebilir. Şekil 3.13 ise nano partikül ilaveli verniklerin yüzeylerinin SEM resimlerini göstermektedir.



Şekil 3.13: Al ve T ilaveli verniklerin yüzey morfolojilerinin SEM görüntüleri.

Şekil 3.13'e bakıldığında örneklerin yüzeylerinde nano partiküllerin dağılımı görülmektedir. EDAX analizi (Şekil 3.14) sonucunda yüzeylerde nano Al_2O_3 ve TiO_2 nano partiküllerinin dağılımları ve elementel analiz sonucunda tespiti yapılmıştır. EDAX taraması sonucunda Al_2O_3 ve TiO_2 partikülleri yüzeyde tespit edilmiştir. Ayrıca vernik içinde dağılımları da tespit edilmiştir. Özellikle 4T ilaveli verniklerde diğer iki verniğe göre daha fazla topaklanma gözlenmiştir.



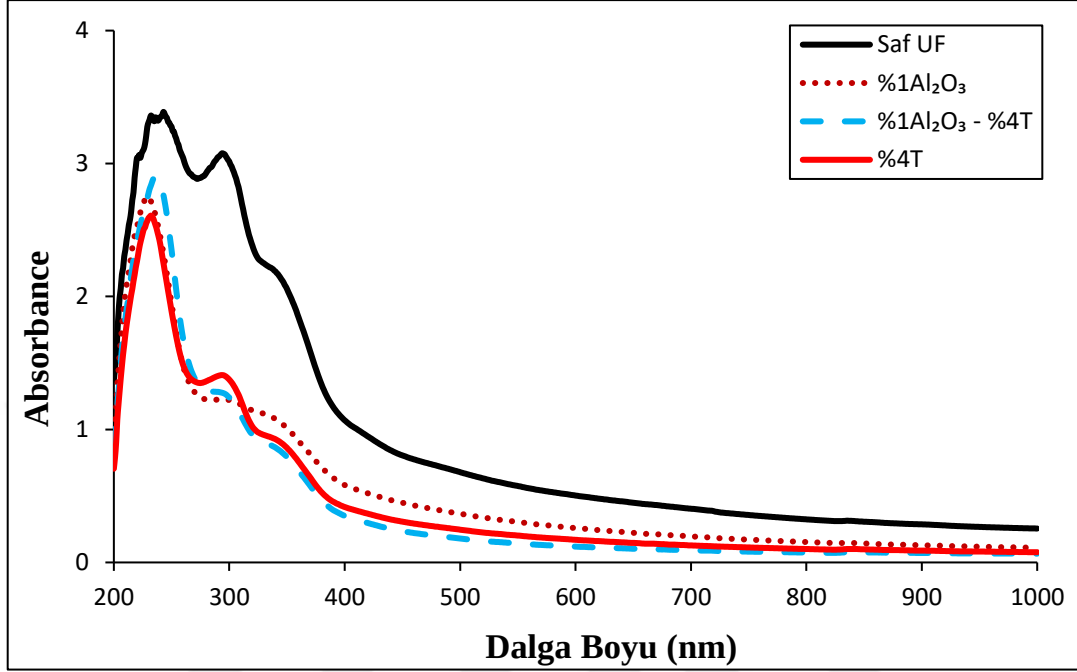
Şekil 3.14: Nanopartikül ilaveli verniklerin yüzey SEM-haritalama ve EDAX analizi sonuçları.

Verniklerin SEM ile morfolojik analizi sonucunda genellikle tüm nano partiküllerin verniğin içyapısında poroz oluşumların oluşumuna sebep olduğu görülmüştür (Şekil 3.13) bu durum nano partiküllerin vernik ile karıştırılmasının yeterince sağlanamadığını göstermektedir. Ayrıca nano partikül karışımında disperser ve köpük giderici kullanılması durumunda daha az gözenek oluşabileceği düşünülmektedir. Bu poroz yapı genellikle Al_2O_3 ilavesi sonrası ciddi bir şekilde ortaya çıktığı görülmektedir. Diğer nano partikül ilavesi sonrasında da benzer poroz yapı görülse de çok daha kısmi olduğu görülmüştür. Bu poroz yapı yüzeyde darbe esnasında emici bir özellik göstererek daha elastik bir davranış göstereceği düşünülmektedir. Verniklerin yüzeylerinde yapılan incelemelerde (Şekil 3.12 ve 3.13) de partikül dağılımları görülmüş ve bazı noktalarda partikül dağılımlarının yoğunlaştığı ve bazı noktalarda ise partikül gruplaşmalarının olduğu saptanmıştır. Özellikle SEM haritalama özelliği sayesinde partikül gruplaşmalarının TiO_2 ilaveli verniklerde daha yaygın olduğu görülmüştür. Literatürde daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde genellikle şellak vernikleri ile nano ZnO ve SiO_2 kullanılmış ve ahşap materyaller kaplanmıştır. Yapılan çalışmalar sonunda vernik içerisinde dağılımlarının homojen olduğu fakat bazı topaklanma ya da gruplaşma olan alanların olduğu SEM resimlerinde saptanmıştır (Licchelli vd. 2012). Yapılan başka bir şellak verniği çalışmasında ZnO ilavesinin etkileri araştırılmış ve ZnO nano partiküllerini vernik içerisinde nano tabaka şeklinde dağıldığı ve verniğin direnç özelliklerini artırdığı belirlenmiştir. Buna karşın daha büyük büyütmelerde nano partiküllerin gruplaşma gösterdiği alanların olduğu da saptanmıştır. Ayrıca karışım işlemi ne kadar iyi yapılsa da bazı alanlarda gruplaşmaların önüne geçilmesinin zor olduğu belirtilmiştir (Weththimuni vd. 2019). Yapılan başka bir çalışmada da su bazlı verniklerin morfolojik yapısına nano TiO_2 ilavesinin etkileri araştırılmış ve elde edilen TEM sonuçlara göre nano TiO_2 dağılımlarının vernik içerisinde homojen dağıldığı saptanmıştır ve ayrıca yapılan XRD analizi de bu sonuçları desteklediği belirtilmiştir. Sonuç olarak TiO_2 nano partiküllerinin su bazlı verniklerde daha iyi dağılım sağladığı çalışma da belirtilmiştir (Moya vd., 2017).

3.6.3 UV Direnci

Kontrol verniği ve nano partikül ilaveli verniklerin UV ışınlarına karşı direnci araştırılmıştır. Vernikler yüzeyde kullanıldığı için UV direncinin yüksek olması ahşap malzemenin güneş ışınlarının etkisiyle bozulma süresinin uzayacağını göstermektedir. Çalışmamızda kullanılan gerek Al_2O_3 gerekse TiO_2 nano partikülleri UV absorber ve UV

stabilizatörü oldukları için UV direncini yükselteceği düşünülerek UV testi gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.15'te Al ve T ilaveli verniklerin UV absorbansını göstermektedir.



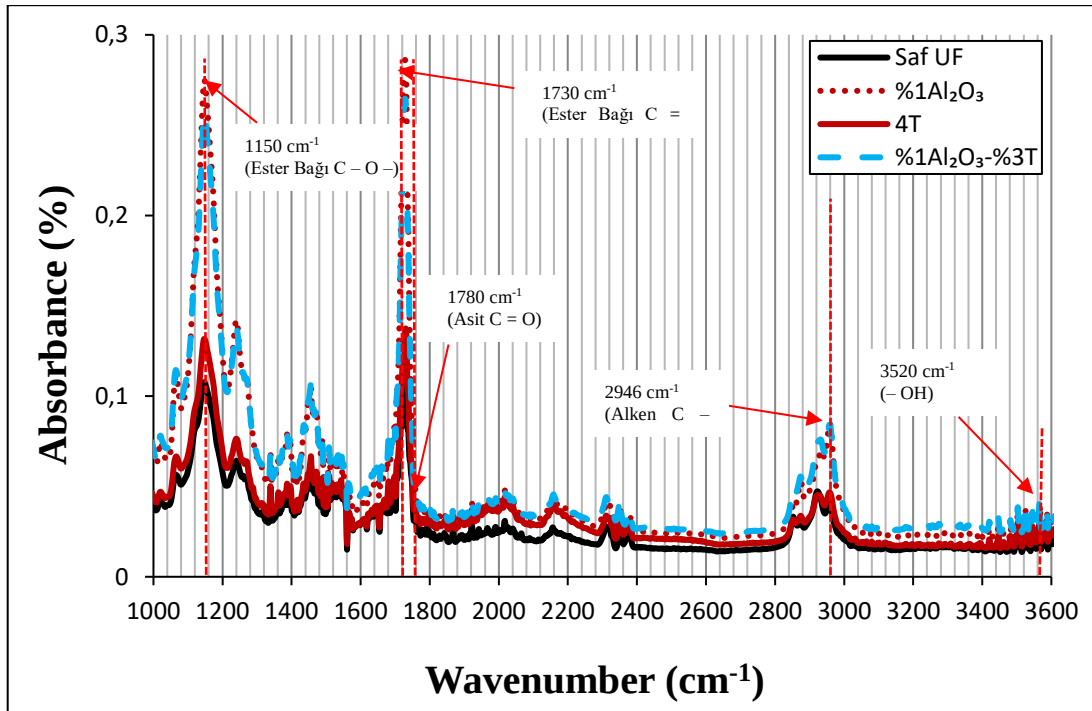
Şekil 3.15: Kontrol ve nano partikül ilaveli verniklerin UV direnci.

Şekil 3.15'e bakıldığında kontrol verniği ve nano partikül ilaveli verniklerin UV eğrilerinin benzer olduğu görülmektedir. Buna karşın nano partikül ilaveli verniklerde tepe noktalarının daha düzgün olduğu ve tepe yüksekliklerinin daraldığı görülmektedir. Ayrıca üç vernik ve kontrol numunesi UV bölgesinde olan 200 nm – 400 nm bandında güçlü absorbance göstermiştir. Nano partikül ilavesiyle birlikte 2. ve 3. tepe noktalarında güçlü absorbance miktarının azaldığı görülmektedir. Buradan da nano partikül ilavesinin UV direncini artıracak sonucuna varılabilir. Bir çalışma da Wallenhorst vd. (2018) Zn/ZnO kaplamaların ahşap yüzeylerde UV emilimini engelleme yeteneklerinin yüksek olduğunu saptamışlardır. Kaygın ve Akgün (2008) yaptıkları çalışmada da nano içeren verniklerin kontrol verniklerine göre UV direnç özelliklerinin yüksek olduğu belirtilmiştir. Yapılan bir çalışmada ise su bazlı verniklerde nano-TiO₂ ilavesi sonrasında UV-Vis absorbansı incelenmiş ve nano-TiO₂ ilave edilmiş ve UV bölgesinde 275-400 nm bandı arasında kuvvetli bir absorbans sergilemiştir (Moya vd. 2017). Buradan yola çıkarak TiO₂ ilaveli verniklerin UV'ye karşı daha yüksek direnç gösterecekleri sonucuna varılmıştır. Literatürdeki verilerden ve bu çalışmada elde edilen sonuçlardan yola çıkarak nano

partikül ilaveli verniklerin saf verniklere göre UV direncinin daha yüksek olduğu özellikle TiO_2 'nin UV özelliklerinin hayli yüksek olduğu söylenebilir.

3.6.4 FTIR Analizi

Kontrol verniğine ilave edilen nano partiküllerin vernikler üzerinde yapısal değişime sebep olup olmadığı FTIR analizi ile araştırılmıştır. Kontrol ve nano partikül ilaveli verniklerin FTIR analizi Şekil 3.16'da verilmiştir.



Şekil 3.16: Kontrol ve nano partikül ilaveli verniklerin FTIR analizi.

Çalışmamızda kontrol ve nano partikül ilaveli verniklerin nano desteği sonrasında güçlendirilmiş ve bu destek sonrasında vernik yapısındaki değişimler incelenmiştir. Şekil 3.15'e bakıldığında verniğe ait ana pik değerleri 1150 cm^{-1} ester bağı C-O-, 1730 cm^{-1} ester bağı C=O, 1780 cm^{-1} asit C=O, 2946 cm^{-1} alken C-H ve 3520 cm^{-1} ester bağı -OH olduğu saptanmıştır (Nguyen vd., 2016). TiO_2 için ana pik değerleri ise $3400\text{--}3468\text{ cm}^{-1}$ arasında O-H uzaması, $1630\text{--}1640\text{ cm}^{-1}$ arasında -OH eğilme titreşimleri ve grafikte göremememize rağmen 600 cm^{-1} civarında Ti-O and O-Ti-O bağlarının eğilme titreşimleri bulunmaktadır (Kongsong vd., 2014). Ayrıca Al_2O_3 nano partiküllerine bakıldığında ana pikleri grafiğimiz de yeterli data bank olmadığı için elde edilemese de 870 cm^{-1} and 520 cm^{-1} civarında O-Al-O eğilme hareket pikleri yanında 1640 cm^{-1} da

yüzeyde absorbe edilen su molekülleri (– H bağları) yanında karbon–hidrojen (CH₃), – karbon (C–C) ve –oksijen (C=O) hareketlerinden 1400 cm⁻¹ civarında pikler vermiştir (Gangwar vd., 2015). Sonuç olarak tüm verniklerin kimyasal değişim pikleri incelendiğinde içerdikleri partiküller dışında farklı piklere ya da reaksiyon belirtisine rastlanamamıştır.



BÖLÜM 4

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, tarihi ve kültürel ahşap yapılarda eskimiş ve yıpranmış yüzeylerin nano Al_2O_3 ve TiO_2 partikülleriyle hazırlanmış su bazlı akrilik verniklerle muamele işleminin etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Bu bağlamda kontrol ve nano katkılı verniklerle muamele edilmiş ahşap yüzeylerin hızlı yaşlandırma sonrası yüzeylerde meydana gelen renk değişimleri belirlenerek irdelenmiştir. Kontrol örneğine kıyasla 4T, 4T-1Al ve 1Al nano katkılı verniklerin renk ve parlaklık değişimlerinin çok daha az olduğu saptanmıştır. Parlaklık değerleri incelendiğinde de benzer sonuçların olduğu bulunmuştur. Ahşap malzeme-vern timer etkileşimleri, vernik profilleri ve vernik kalınlıkları incelendiğinde nano partikül ilaveli verniklerin yüzeylerinin daha iyi olduğu görülmüştür. Mikro sertlik değerleri incelendiğinde tüm nano partikül ilaveli verniklerin kontrol verniğine göre daha sert bir yapıda olduğu ve sertlik değerlerinin kontrolden biraz daha yüksek olduğu görülmüştür. Yapılan istatistiksel analiz ile vernikler arası değişimlerin %95 güvenle anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca yüzey çizilme ve aşınma dereceleri incelendiğinde nano partikül ilave edilen verniklerin daha üstün olduğu belirlenmiştir. Özellikle 4T ilaveli vernikler diğer verniklerden yüksek bulunmuştur. Nano verniklerin kontrol örneğine göre yüzey adezyon yapışma direncinin daha üstün olduğu tespit edilmiştir. Nano vernikler içerisinde de nano TiO_2 katkılı vernik örneklerinin diğerlerine göre daha iyi adezyon yapışma direnci gösterdiği bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre nano partikül ilaveli verniklerin, tarihi ahşap materyali ömrünü uzatabileceği ve dış etmenlere karşı daha etkili bir koruma sağlayabileceği söylenebilir.

Çalışmada kullanılan verniklerin termal özellikleri incelendiğinde nano partiküllerin TGA eğrilerine göre termal kararlılıklarının daha iyi olduğu görülmüştür. Gerek termal özellikler gerekse verniğin diğer özellikleri açısından nano partiküllerin vernik içerisinde dağılımlarının önemli olduğu anlaşılmıştır. Yapılan morfolojik analizlerde nano partiküllerin varlığı EDAX elementel analizle ve SEM görüntüleri ile belirlenmiş ve nano partiküllerin homojen bir dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Ancak yüksek büyütmelerde özellikle TiO_2 ilaveli verniklerde nano partiküllerin gruplaştığı hatta bazı kısımlarda tam olarak homojen dağıtılamadığı saptanmıştır. Nano partiküller dağılım gösterdikleri su bazlı

vernigin özelliklerini çok fazla değiştirmemesine karşın özellikle %1Al₂O₃ ilavesinin vernik içerisinde büyük ve heterojen hücreli poroz bir yapının oluşmasına sebep olduğu da görülmüştür. Ayrıca nano partiküllü vernikler hazırlanırken bazı baloncuk oluşumu olan bölgelerin meydana geldiği de SEM analizinde saptanmıştır. Bu durum yüzeyde daha elastik bir kaplamanın olmasını sağlayabilmesine karşın dış etkilerden daha hızlı etkilenererek su sızmaları ve mikro çatlaklar sonucunda yüzeyde tabakalanmayı artırayabileceği ve yüzey kaplamasının güneş ışığı, su ve mekanik etkilerle kolayca yüzeyden ayrılabilceği gibi olumsuzluklara sebebiyet verebileceği düşünülmektedir. UV analizi sonucunda da nano partikül ilaveli verniklerin daha üstün performans sağlayabileceği de görülmüştür. Kimyasal yapıdaki değişimleri araştırmak için yapılan FTIR analizi sonucunda ise nano partiküllerin mekanik bir karışım yaptığı ve herhangi bir kimyasal bağlanmanın oluşmadığını göstermiştir. Sonuç olarak FTIR piklerinin kontrol verniği ile nano katkılı verniklerde benzer olduğu sonucuna varılmıştır. Bütün bu sonuçlar dikkate alınarak aşağıdaki önerilere ulaşılmıştır. Bunlar:

- Uygulanan nano takviyeli verniklerin ahşap yüzeyinde daha dayanıklı bir film tabakasının oluşumu sağlandığı için, tarihi kültürel ahşap yapılar da eskimiş ve yıpranmış yüzeylerin gerekli ön işlemlerden geçirildikten sonra bu verniklerle uygulamanın gerçekleştirilmesi daha kalıcı ve uzun süreli koruma sağlayabilecektir.
- Literatürdeki çalışmalardan da anlaşıldığı gibi tarihi ve kültürel ahşap yapılar da, eskimiş ve yıpranmış ahşap malzeme yüzeylerinde bulunan kılcal çatlaklara nano verniklerin daha etkili nüfuz etmesi normal verniklere göre daha etkin bir koruma sağlayacaktır.
- UV ışınlarına dayanıklı nano partikül katkılı verniklerin tarihi ve kültürel ahşap yapılar da eskimiş ve yıpranmış yüzeylerinin konservasyon işlemiyle 400 nm dalga boyu altındaki UV ışınlarına absorbe edilmesini sağlanabilecektir.
- Anti bakteriyel özelliklerde nano partikül takviyeli verniklerin ahşap malzeme yüzeylerinde bakterilere karşı direnci artırmaktadır. Özellikle TiO₂'nin antibakteriyel özelliği nedeniyle daha etkili olacağı söylenebilir.

- Nano katkılı verniklerin daha uzun süreli koruma sağlamaları nedeniyle restorasyon ve konservasyon işlemlerinin daha uzun aralıklarla yapılmasına katkı sağlayacaktır. Kısaca malzemenin kullanım ömrünü uzatmaya katkı sağlayacağı anlaşılmıştır.
- Uygulama yapılan malzeme yüzeylerinde nano verniklerin avantajları ile maksimum düzeyde kapaticılık sağlayarak rutubete ve neme karşı daha dayanıklı malzeme yüzeyi elde edilmiş olacaktır.
- Restorasyon ve konservasyon işlemlerinin sonunda malzeme yüzeylerinde kontrol verniğine göre mekanik etkilere karşı dayanıklı yüzeyler elde edilebilecektir. Bu sayede malzeme yüzeylerinde mekanik etkilerin verebileceği zararlar minimize edilebilecektir.
- Nano takviyeli verniklerin malzeme yüzeyini geleneksel verniklere göre daha derin nüfuz ettiğinden zamanla yüzeyde oluşan kılcal çatlakların oluşumu sorunu azalacaktır.
- Nano verniklerle işlem yapılan yüzeylerin geleneksel verniklere nazaran daha kararlı ve pürüzsüz olması kirlenme ve toz tutmayı azaltılabilecektir. Bu tip vernikler ile yapılan uygulamalarda daha kararlı bir yüzey elde edilebileceğinden rüzgâr, yağmur, don vb. iklim koşullarına dayanım artacaktır. Ayrıca iklimsel faktörlerin sebep olacağı solma ve renk değişimlerini minimize edilecektir. Konservasyon işlemi sonunda ahşap malzeme yüzeylerinde daha etkili bir koruma sağlanacağından mantar ve bakteriler gibi biyotik zararlılara karşı dayanım artırılabilir. Malzeme yüzeyinde nano partiküllerin sağlayacağı avantajlar ile geleneksel verniklere nazaran atmosfer koşullarında daha dayanıklı ahşap malzeme yüzeyleri elde edilmiş olacaktır.
- Restorasyon ve konservasyon çalışmaları yüzeylere uygulanacak nano takviyeli vernikler sayesinde daha uzun sürelerde tekrarlanacağından maddi kazanç sağlanabilecektir.

- Nano takviyeli verniklerin maliyeti, diğer vernik türlerine nazaran daha fazla olmasına karşın, kullanım yerine uygun istenilen özelliklerde vernik üretimi imkanı vardır.
- Dış mekanda kullanılan ahşap malzemelerin dayanıklılığının artırılması bakımından nano partikül ve liflerle takviyeli vernikler üzerine daha fazla araştırma yapılması gerekliliği anlaşılmıştır.
- Nano teknoloji alanındaki gelişmeler gelecekte ülkeler arasında önemli bir rekabete dönüşecektir. Bu alandaki yenilikler ölçüsünde ülkeler arası farklılıkları oluşturacaktır. Ulusal gelişmişlik, üretim ve güvenliğimiz açısından da nano teknolojiye gereken önem verilmeli ve teşvik edilmelidir.

KAYNAKLAR

- Ahunbay, Z., (1996). *Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon*, YEM yayınları, İstanbul, 23-45s.
- Ahunbay, Z. (2009). *Tarihi çevre koruma ve restorasyon*. 5. Basım, Yem yayın, İstanbul, 188 s.
- Akkemik, U. ve Yaman, B. (2012). *Wood anatomy of Eastern Mediterranean species*. Verlag Kessel, Eifelweg 37, 53424 Remagen-Oberwinter, Almanya. ISBN: 978-3-941300-59-0.
- Aksu, S., Kelleci, O., İstek, A. ve Aydemir, D. (2016). Conservation of Heat-treated Pine Surfaces with Nano Particles Filled Acrylic Varnishes, *International Forestry Symposium (IFS 2016) Proceedings*, Kastamonu, s. 771-777.
- Akyıldız, M.H., Kesik, H.İ., Çağatay, K., Karamanoğlu, M., Bıçak, S., Olgun, Ç. ve Tiftik, A. (2016). Ahşap Malzeme Restorasyonunda Yüzey Temizleme Yöntemleri. *Selçuk-Teknik Dergisi*, 2016: 1100-1113.
- Allen, N.S., Edge, M., Ortega, A., Liauw, C.M., Stratton, J. ve McIntyre, R.B. (2002). Behaviour of nanoparticle (ultrafine) titanium dioxide pigments and stabilisers on the photooxidative stability of water based acrylic and isocyanate based acrylic coatings. *Polymer degradation and stability*, 78(3): 467-478.
- Allen, N.S., Edge, M., Ortega, A., Sandoval, G., Liauw, C.M., Verran, J. ve McIntyre, R.B. (2004). Degradation and stabilisation of polymers and coatings: nano versus pigmentary titania particles. *Polymer degradation and stability*, 85(3): 927-946.
- Altun S. ve Esmer M. (2017). Isıl İşlemin Bazı Ağaç Malzemelerde Yüzey Pürüzlülüğü ve Vernik Yapışma Direncine Etkisi. *Politeknik Dergisi*, 20(1): 231-239.
- Anderson, E.L., Pawlak, Z., Owen, N.L. ve Feist, W.C. (1991). Infrared studies of wood weathering. Part I: Softwoods. *Applied spectroscopy*, 45(4): 641-647.
- Ansell, M.P. (2013). Multi-functional nano-materials for timber in construction. *Proceedings of the ICE-Construction Materials*, 166(4): 248-256.
- Asımgil, B. ve Erdoğan, F. (2013). Tarihi ayvalık evleri mimarisinde bozulmaya neden olan etkenlerin incelenmesi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 29(1): 49-60.
- ASTM (2008). Standard test method for nondestructive measurement of dry film thickness of applied organic coatings using an ultrasonic gage., *Annual Book of ASTM Standards*, 3-14.
- ASTM (2002). D- 4541, Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers. *Annual Book of ASTM Standards*, 1-13.

- ASTM (1995). Standard Practice for Fluorescent Ultraviolet (UV) Exposure of Photodegradable Plastics. ASTM D 5208-14, ASTM International, West Conshohocken, PA 19428-2959, USA.
- Atar M. ve Peker H. (2010). Effects of impregnation with boron compounds on the surface adhesion strength of varnishes used woods. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 4(9): 603-609.
- Baglioni, P., Giorgi, R. ve Chelazzi, D. (2012). Nano-materials for the conservation and preservation of movable and immovable Artworks. *International Journal of Heritage in the Digital Era*, 1(1): 313-318.
- Baglioni, P. ve Giorgi, R. (2006). Soft and hard nanomaterials for restoration and conservation of cultural heritage. *Soft Matter*, 2(4): 293-303.
- Bakır, H. (2010). Tarihi Yapılarda Rölövenin Hazırlanması Ve Sultan Alâeddin Camii Uygulama Projesi. Yüksek Lisans Tezi (yayımlanmamış), Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, 181 s.
- Başar, M.E. (2010). 19. yy. Geleneksel Konya Konutlarında İşlev Dönüşümü ve Etkileri, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Konya, 168 s.
- Baysal, E. (2003). Yanmayı Geciktirici Kimyasal Maddeler ve Bitkisel Sepi Maddeleri ile Muamele Edilen Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Odununun Yanma Özellikleri. *Fırat Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15(1): 123-134.
- Bowman, D.M. ve Hodge, G.A. (2007). Nanotechnology and public interest dialogue: Some international observations. *Bulletin of Science Technology Society*, 27: 118-132.
- Bülbül, A., İsmail, S.H. ve Çetin, R. (2017). Halep Minarelerinin Rekonstrüksiyonu için Alternatif Yaklaşım. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 32(3): 165-174.
- Carretti, E., Dei, L. ve Baglioni, P. (2003). Solubilization of acrylic and vinyl polymers in nanocontainer solutions. Application of microemulsions and micelles to cultural heritage conservation. *Langmuir*, 19(19): 7867-7872.
- Cavlun, F. (2006). Eyüp'te Ümmi Sinan Tekkesi Restorasyon Projesi. Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul, 289s.
- Corcione, C.E., Manno, R. ve Frigione, M. (2016). Sunlight-curable boehmite/siloxane-modified methacrylic based nanocomposites as insulating coatings for stone substrates. *Progress in Organic Coatings*, 95: 107-119.
- Cristea, M.V., Riedl B. ve Blancher P. (2010). Enhancing the performance of exterior waterborn coating for wood by inorganic nanosized UV absorbers, *Prog.org.Coat.* 69(4): 432-441.

- Cristea, M.V, Bernard, R. ve Pierre, B. (2011). Effect of addition of nanosized UV absorbers on the physico-mechanical and thermal properties of an exterior waterborne stain for wood. *Progress in Organic Coatings*, 72(4): 755-762.
- Cristea, M.V, Riedl, B., Blanchet, P. ve Jimenez-Pique, E. (2012). Nanocharacterization techniques for investigating the durability of wood coatings. *European Polymer Journal*, 48(3): 441-453.
- Custodio, J.E.P. ve Eusebio, M.I. (2006). Waterborne acrylic varnishes durability on wood surfaces for exterior exposure. *Progress in Organic Coatings*, 56(1): 59-67.
- Çavuş, M. (2011). Tarihi Yapılarda Üst Örtülerin Çelik Malzeme İle Sağlamlaştırılmasının Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Modellenmesi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara, 114 s.
- Dal, M. (2010). Trakya Bölgesi Tarihi Yapılarında Kullanılan Karbonatlı Taşların Bozulma Nedenleri. *Vakıflar Dergisi*, 34: 47-60.
- Dhoke, S.K., Khanna, A.S. ve Sinha, T.J.M. (2009). Effect of nano-ZnO particles on the corrosion behavior of alkyd-based waterborne coatings. *Progress in Organic Coatings*, 64(4): 371-382.
- Dhoke, S.K., Rajgopalan, N. ve Khanna, A.S. (2013). Effect of nanoalumina on the electrochemical and mechanical properties of waterborne polyurethane composite coatings. *Journal of Nanoparticles*, 2013.
- Du, H., Guo, H. L., Liu, Y. N., Xie, X., Liang, K., Zhou, X. ve Xu, A. W. (2016). Metallic 1T-Li x MoS₂ Cocatalyst Significantly Enhanced the Photocatalytic H₂ Evolution over Cd₀. 5Zn₀. 5S Nanocrystals under Visible Light Irradiation. *ACS applied materials & interfaces*, 8(6), 4023-4030.
- Ekinci, O. (2011). Mevlana Müzesi'nde oluşan hasar nedenlerinin araştırılması ve uygun temel güçlendirme sisteminin seçilmesi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya. 134s
- Ekinci, C.E. (2007). How Construction Are Sick?. *Technological Applied Sciences*, 2(1): 9-21.
- Erder, C. (1977). Venedik Tüzüğü Tarihi Bir Anıt Gibi Korunmalıdır, *O.T.T.Ü Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 3(2): 27.
- Feist, W.C. ve Hon, D.N.S. (1984). Chemistry of weathering and protection in the chemistry of solid wood, *American Chemical Society*, 207: 401-454.
- Fic, S., Szewczak, A., Barnat-Hunek, D. ve Lagod, G. (2017). Processes of fatigue destruction in nanopolymer-hydrophobised ceramic bricks. *Materials*, 10(1): 44.
- Frigione, M. ve Lettieri, M. (2018). Novel attribute of organic-inorganic hybrid coatings for protection and preservation of materials (stone and wood) belonging to cultural heritage. *Coatings*, 8(9): 319.
- Foley, E.T. ve Hersam, M.C. (2006). Assessing the need for nanotechnology education

- reform in the United States. *Nanotechnology Law & Business*, 3 (4): 467-484.
- Fufa, S.M., Jelle, B.P., Hovde, P.J. ve Rorvik, P.M. (2012). Coated wooden claddings and the influence of nanoparticles on the weathering performance. *Progress in organic coatings*, 75(1-2): 72-78.
- Fufa, S.M., Jelle, B.P. ve Hovde, P.J. (2013). Weathering performance of spruce coated with water based acrylic paint modified with TiO₂ and clay nanoparticles. *Progress in Organic Coatings*, 76(11): 1543-1548.
- Gangwar, J., Gupta, B.K., Tripathi, S.K. ve Srivastava, A.K. (2015). Phase dependent thermal and spectroscopic responses of Al₂O₃ nanostructures with different morphogenesis. *Nanoscale*, 7(32): 13313-13344.
- Goodman, R. P., Schaap, I. A., Tardin, C. F., Erben, C. M., Berry, R. M., Schmidt, C. F. ve Turberfield, A. J. (2005). Rapid chiral assembly of rigid DNA building blocks for molecular nanofabrication. *Science*, 310(5754): 1661-1665.
- Gulec, A. (1990). Yapi taslarinda koruma yontemleri. *Muze = Museum*, 2(3): 88-91.
- Hakyemez, B. ve Gonul, B. (2014). Eminönü Hanlarının Yeniden İşlevlendirilmesi Kapsamında Değerlendirilmesi: IV. Vakıfhan. *Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(2): 101-129.
- Halaç, H.H ve Akdağ, H. (2018). Taşınmaz Kültür Varlıklarının Stratejik Planlarının Oluşturulmasında Swot Analizi Yöntemi; Mardin Kasımiye (Sultan Kasım) Medresesi Örneği. *The Journal of International Lingual Social and Educational Sciences*, 4(1): 65-77.
- Hidayetoğlu, M.L. (2013). Geleneksel Türk evi donatı elemanlarının restorasyonu ve çağdaş yapılarda yeniden kullanımı: Bir şerbetlik örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2013(28): 291-301.
- Huang, T.C., Yeh, J.M. ve Lai C.Y. (2012). Polymer nanocomposite coatings. *In Advances in Polymer Nanocomposites*: 2012: 605-638.
- Imai, T., Sawa, F., Nakano, T., Ozaki, T., Shimizu, T., Kozako, M., ve Tanaka, T. (2006). Effects of nano-and micro-filler mixture on electrical insulation properties of epoxy based composites. *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, 13(2): 319-326.
- Istek, A., Aydemir, D., ve Aksu, S. (2010). The effect of décor paper and resin type on the physical, mechanical, and surface quality properties of particleboards coated with impregnated décor papers. *BioResources*, 5(2), 1074-1083.
- Kayın, E. (2008). Türkiye Koruma Tarihindeki Kırılmalar. *Mimarlık Dergisi*, 343: 98-105.
- Kaygın, B. ve Akgün, E. (2008). A nano-technological product: An innovative varnish type for wooden surfaces. *Scientific Research and Essay*, 4 (1): 1-7.
- Kaygın B. (2008). Ahşap Malzeme ve Üst Yüzey İşlemleri ve İnovasyon. *Mobilya Sanayinde İnovasyon Uygulamaları 2 Semineri*, Eskişehir, s. 65-72.

- Keleş, R. (2005). Kent ve kültür üzerine. *Mülkiye Dergisi*, 29(246): 9-18.
- Ketola, W.D. ve Grossman D. (1994). Accelerated and Outdoor Durability Testing of Organic Materials (Hardcover), USA, 169-182.
- Koleske, V.J. (1995). Paint and coating testing manual, *American Society for Testing and baterials*, 53: 643-653.
- Kongsong, P., Sikong, L., Niyomwas, S. ve Rachpech, V. (2014). Photocatalytic antibacterial performance of glass fibers thin film coated with N-doped SnO₂/TiO₂. *The Scientific World Journal*, Volume, 2014.
- Kowalczyk, K. (2014). Preparation and characterization of nanocomposite uralkyd varnishes for a wood substrate. *Journal of Coatings Technology and Research*, 11(3): 421-430.
- Köprülü, İ. (1987). Çağdaş teknik ve malzemenin restorasyonda uygulanması ve bazı örnekler. *Vakıf Haftası Dergisi*, 5 (1987): 127-146.
- Kropf, F.W., Sell, J. ve Feist, W. (1994). Comparative weathering tests of North American and European exterior wood finishes, *Forest Products Journal*, 44(10): 33-41.
- KTB (2007). Türkiye turizm stratejisi 2023/eylem planı 2001-2013, Kültür ve Turizm Bakanlığı, Ankara, 101s.
- Kuban, D. (1969). Modern restorasyon ilkeleri üzerine yorumlar. *Vakıflar Dergisi*, 8 (1969): 341-356.
- Kudde, E., Sürücü, D. ve Köroğlu, Ç. (2009). Bir ahşap yapıda koruma-uygulama metodolojisi 5. *Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi*, 15: 56-72.
- Kurtoğlu, A. (2000). *Ağaç Malzeme Yüzey işlemleri*, 1. Cilt Genel Bilgiler. İ.Ü. Yayın No: 4262. Fakülte Yayın No: 463, ISBN: 975-404-5 (TK), İstanbul, 276 s.
- Kurtoğlu, A. ve Kahveci, M. (1989). Yüzey işlemleri uygulama teknikleri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 39(4): 57-75.
- Laherto, A. (2010). An analysis of the educational significance of nanoscience and nanotechnology in scientific and technological literacy. *Science Education International*. 21(3): 160-175.
- Licchelli, M., Malagodi, M., Weththimuni, M. ve Zanchi, C. (2012). Modification of shellac varnish by nanoparticles and a perfluoropolyether based polymer. *delta*, 25: 30.
- Long, L., Xu, J., Wan, X. ve Qian, L. (2013). Surface modification of nano-alumina and its application in preparing polyacrylate water-based wood coating. *Journal of Polymer Engineering*, 33(8): 767-774.
- Mahrebel, H.A. (2006). Tarihi Yapılarda Taşıyıcı Sistem Özellikleri, Hasarlar, Onarım ve Güçlendirme Teknikleri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat mühendisliği Anabilim dalı, İstanbul. 128s.

- Malkoçoğlu, A., Özdemir, T. ve Tiryaki, S. (2012). Vernikler renklendiriciler ve boyalar: hangisini seçmeli. *Mobilya Dekorasyon Dergisi*, 111: 198-212.
- MEB (2013). Sanat ve Tasarım, Röleve. Mesleki Eğitim ve Öğretim Sistemini Güçlendirme Projesi (MEGEP), Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.
- Miles, J. ve Elliot, G.K. (1981). Development under discussion. *Timber Trades Journal*, 319: 22-23.
- Moya, R., Rodriguez-Zuniga, A., Vega-Baudrit, J. ve Puente-Urbina, A. (2017). Effects of adding TiO₂ nanoparticles to a water-based varnish for wood applied to nine tropical woods of Costa Rica exposed to natural and accelerated weathering. *Journal of Coatings Technology and Research*, 14(1): 141-152.
- Nguyen, T.V., Tri, P.N., Nguyen, T.D., El Aidani, R., Trinh, V.T. ve Decker, C. (2016). Accelerated degradation of water borne acrylic nanocomposites used in outdoor protective coatings. *Polymer degradation and stability*, 128: 65-76.
- Öner, Y.M.Ö.C., Kutlu, H.G. ve Bilginperk, Y.M.C. (2015). Mimari Restorasyon Projelerinin Uygulama Sürecindeki Zorlukları: Konak Kemeraltı'nda Tarihi Bir Yapı Örneği. *5.Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu*, Erzurum, s.479-492.
- Öngül, D., Mim, A., Sahin, H., ve Deger, S. (2012). The effect of mouthrinses on color stability of the restorative materials. *European Oral Research*, 46(2): 13.
- Örmecioğlu, H.T. (2010). Tarihi yapıların yapısal güçlendirilmesinde ana ilkeler ve yaklaşımlar. *Politeknik Dergisi*, 13(3): 233-237.
- Özdağ, M. (2015). Antik metallerin restorasyonu ve konservasyonu, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Arel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Tekstil ve Moda Tasarım Anasanat Dalı, İstanbul, 206s.
- Özdemir, Ü. (2011). Safranbolu'nun kültürel miras kaynakları ve korunması. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 16(26): 129-142.
- Özdoğan,E., Demir,A. & Seventekin,N. (2006). Nanoteknoloji ve Tekstil Uygulamaları. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 16 (3): 159-168.
- Özen, R. ve Sönmez A. (1996). Ahşap Verniklerin Harici Etkilere Karşı Dayanıklılığına ilişkin Araştırmalar, Devlet Planlama Teşkilatı Araştırma Projesi Kesin Raporu, Ankara.
- Özsoy, I., Demirkol, A., Mimaroglu, A., Unal, H., & Demir, Z. (2015). The Influence of Micro-and Nano-Filler Content on the Mechanical Properties of Epoxy Composites. *Strojniski Vestnik/Journal of Mechanical Engineering*, 61(10).
- Öztürk, E. Y. (2007). Bolu İli, Mudurnu İlçesi, Armutçular Konağı'nın Restorasyonu. Gazi Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Ankara, 333 s.

- Pelit, H., ve Korkmaz, M. (2017). Kayın (*Fagus orientalis lipsky*) odununun yüzey özelliklerine nano-grafen katkılı su bazlı verniklerin etkisi. *Politeknik Dergisi*, 22(1): 203-212.
- Rozita, Y., Brydson, R., ve Scott, A.J. (2010). An investigation of commercial gamma- Al_2O_3 nanoparticles. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 241, No. 1, p. 012096). IOP Publishing.
- Saha, S., Kocaeefe, D., Sarkar, D.K., Boluk, Y. ve Pichette, A. (2011). Effect of TiO_2 2-containing nano-coatings on the color protection of heat-treated jack pine. *Journal of Coatings Technology and Research*, 8(2): 183-190.
- Sandhu, A. (2006). Who Invited Nano? *Nature Nanotechnology*, 1(2): 87.
- Sayın, B. (2016). Tarihi yığma yapıların malzeme özelliklerinin belirlenmesi ve uygulama önerileri. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Dergisi*, 7(3): 387-398.
- Selçuk, M. (2006). Binaların yeniden işlevlendirilmesinde mekansal kurgunun değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Konya. 167s.
- Selvaraj, D. E., Vijayaraj, R., & Sugumaran, C. P. (2015). Electrical and Thermal Characterization of Organic Varnish Filled with ZrO_2 Nano Filler Used in Electrical Machines. *Journal of Electrical Engineering and Technology*, 10(4), 1700-1711.
- Sivrikaya, H., ve Can, A. (2014). Performance of Copper-azole and Water Repellents against Some Wood Rot Fungi. *Türkiye II. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu*, Antalya, 436-441.
- Sow, C., Riedl, B. ve Blanchet, P. (2011). UV-waterborne polyurethane-acrylate nanocomposite coatings containing alumina and silica nanoparticles for wood: mechanical, optical, and thermal properties assessment. *Journal of Coatings Technology and Research*, 8(2): 211-221.
- Sönmez, A. (1989). Ağaçtan Yapılmış Mobilya Üst yüzeylerinde Kullanılan Verniklerin Önemli Mekanik, Fiziksel ve Kimyasal Etkilere Karşı Dayanıklılıkları. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 204 s.
- Sönmez, A., Budakçı, M. ve Yakın, M. (2004). Ağaç malzemede su çözücülü vernik uygulamalarının sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncine etkileri. *Politeknik Dergisi*, 7(3): 229-235.
- Sürücü, D. (2015). Ahşap Yapılarda Koruma ve Onarım Sempozyumu 6. *Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi*, 1(21): 77-82.
- Şirikçi, S.T. (2013). Tarihi eserlerde yapı malzeme cinslerinin araştırılması ve korunmaları için alınacak önlemler. Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul, 112s.

- Tessman, J.M. (2009). Students' Conceptions of Nanoscience Phenomena: The beginning of a Nanoscience concept inventory. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Purdue Üniversitesi, West Lafayette: IN.
- Tunçoku, S.S. (2004). Günümüzde koruma/restorasyon çıkmazı. *Mimarlık 315 Degisi*, 2004: 24-28.
- TSE (2013). Paints and varnishes - Coating materials and coating systems for exterior wood - Part 3: Natural weathering test. TS EN 927-3 Standart raporu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- TSE (1976). Wood-Determination of Static Hardness. TS 2479 Standart raporu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- TSE (2004). Wood-based panels-Melamine faced boards for interior uses-Test methods. TS EN 14323 Standart raporu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Ulusoy, H. ve Peker, H. (2019). Ahşapta nanoteknolojik vernik/tutkal kullanımı ve etkileri. *3rd International symposium Innovates Approaches in Scientific Studies*. Ankara, s. 591-594.
- Wallenhorst, L., Gurau, L., Gellerich, A., Militz, H., Ohms, G. ve Viöl, W. (2018). UV-blocking properties of Zn/ZnO coatings on wood deposited by cold plasma spraying at atmospheric pressure. *Applied Surface Science*, 434: 1183-1192.
- Wansom, S., Mason, T.O., Hersam, M.C., Drane, D., Light, G., Cormia, R., Stevens, S., Bodner, G.M. (2009). A Rubric for Post-Secondary Degree Programs in Nanoscience and Nanotechnology. *International Journal of Engineering Education*, 25(3): 615-627.
- Weththimuni, M.L., Capsoni, D., Malagodi, M. ve Licchelli, M. (2019). Improving Wood Resistance to Decay by Nanostructured ZnO-Based Treatments. *Journal of Nanomaterials*, 2019.
- Whitesides, G.M. (2005). Nanoscience, Nanotechnology and Chemistry. *Small*, 1(2): 172-179.
- Williams, S. (2009). Finishing of Wood, *General Technical Report*, 190: 188- 190pp.
- Vardanyan, V., Poaty, B., Chauve, G., Landry, V., Galstian, T. ve Riedl, B. (2014). Mechanical properties of UV-waterborne varnishes reinforced by cellulose nanocrystals. *Journal of Coatings Technology and Research*, 11(6): 841-852.
- Veronovski, N, Dejan, V. ve Jerneja G. (2013). "The influence of surface-treated nano-TiO₂ (rutile) incorporation in water-based acrylic coatings on wood protection." *Wood science and technology* 47(2): 317-328.
- Verran, J. ve Maryan, C.J. (1997). Retention of Candida albicans on acrylic resin and silicone of different surface topography. *The Journal of prosthetic dentistry*, 77(5): 535-539.

- Yağcı, S.F. (2013). Eyüp İlçesi İslambey Mahallesi 217 Ada 65 Parsel'deki Ahşap Yapıların Koruma Projesi. Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul, 208s.
- Yakın M. (2001). Su bazlı verniklerde sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemetinin tespiti. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 56 s.
- Zvekić, D., Srdić, V.V., Karaman, M.A. ve Matavulj, M.N. (2011). Antimicrobial properties of ZnO nanoparticles incorporated in polyurethane varnish. *Processing and Application of Ceramics*, 5(1), 41-45.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Soner AKSU
Doğum Yeri ve Tarihi : Mudurnu - 1982

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Zonguldak Karaelmas Üniversitesi / Bartın Orman Fakültesi / orman endüstri Mühendisliği 2000-2004
Yüksek Lisans Öğrenimi : Zonguldak Karaelmas Üniversitesi / Bartın Orman Fakültesi / orman endüstri Mühendisliği 2007-20010
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

Bilimsel Faaliyet ve Yayınlar : İstek, A., Aydemir, D., & Aksu, S. (2010). The effect of décor paper and resin type on the physical, mechanical, and surface quality properties of particleboards coated with impregnated décor papers. *BioResources*, 5(2), 1074-1083.

Aksu, S., Kelleci, O., İstek, A. ve Aydemir, D. (2016). Conservation of Heat-treated Pine Surfaces with Nano Particles Filled Acrylic Varnishes, *International Forestry Symposium (IFS 2016) Proceedings*, Kastamonu, s. 771-777.

Kelleci, O., Aksu, S., Aydemir, D., İstek, A., & Köksal, S. E. (2016, October). Wood Plastic Composite (Wpc) Applications In Indoor Furniture Sector. In *Ind International Furniture Congress* (p. 310).

İş Deneyimi

Çalıştığı Kurumlar : Gentaş Grup / Mastaş 2004-2010
Yıldız Entegre A.Ş. 2010-2011
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Mudurnu Süreyya
astarcı M.Y.O 2011- devam ediyor

İletişim

E-Posta Adresi : soneraksu0415@gmail.com

Tarih : 27/02/2020 (Tez sınav tarihi)

