T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

CEPHELERDE KULLANILAN YAPI ÜRÜNLERİNİN GELENEKSEL BAKIM SÜRECİ İLE KENDİ KENDİNİ TEMİZLEME SÜRECİNİN KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRİLMESİ

BANU İNCEDERE SARI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
YAPI PROGRAMI

DANIŞMAN
YRD. DOÇ. DR. DİLEK EKŞİ AKBULUT

İSTANBUL, 2014

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

CEPHELERDE KULLANILAN YAPI ÜRÜNLERİNİN GELENEKSEL BAKIM SÜRECİ İLE KENDİ KENDİNİ TEMİZLEME SÜRECİNİN KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRİLMESİ

Banu İNCEDERE tarafından hazırlanan tez çalışması 24.10.2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Dilek Ekşi AKBULUT

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Yrd. Doç. Dr. Dilek Ekşi AKBULUT

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Ayşe Nil TÜRKERİ

İstanbul Teknik Üniversitesi _____

Yrd. Doç. Dr. Zafer AKDEMİR

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez danışmanım olan ve bana her anlamda destek olan Yrd. Doç. Dr. Dilek Ekşi AKBULUT'a,

Jüride yer alan değerli hocalarım Prof. Dr. Ayşe Nil Türkeri'ye ve Yrd. Doç. Dr. Zafer Akdemir'e,

Y.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü Yapı Elemanları ve Malzemeleri Bilim Dalı Öğretim Üyeleri'ne,

Tüm çalışmam boyunca yardımlarını benden esirgemeyen, beni hep teşvik eden ve sabırla destekleyen eşim Ömercan SARI'ya ve aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ekim, 2014

Banu İNCEDERE SARI

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ vi

KISALTMA LİSTESİ vii

ŞEKİL LİSTESİ viii

ÇİZELGE LİSTESİ ix

ÖZET x

ABSTRACT xii

BÖLÜM 1

GİRİŞ 1

1.1 Literatür Özeti 1
1.2 Tezin Amacı 4
1.3 Hipotez 4

BÖLÜM 2

HAVA KİRLİLİĞİ ve YAPILARDA BAKIM-ONARIM 8

2.1 Hava Kirliliği 10
2.2 Bakım-Onarım Tanım ve Süreçleri 11
2.2.1 Bakım Tanımı ve Süreci 12
2.2.2 Onarım Tanımı ve Süreci 15
2.3 Bakım-Onarımın Sınıflandırılması ve Planlanması 15

BÖLÜM 3

CEPHELERDE KULLANILAN YAPI ÜRÜNLERİ ve GELENEKSEL BAKIM SÜREÇLERİ 22

3.1 Beton ve Geleneksel Bakım Süreci 22
3.2 Boya ve Geleneksel Bakım Süreci 23
3.3 Cam ve Geleneksel Bakım Süreci 24

3.4 Seramik ve Geleneksel Bakım Süreci.....25

BÖLÜM 4

CEPHELERDE KULLANILAN YAPI ÜRÜNLERİ ve KENDİ KENDİNİ TEMİZLEME ÖZELLİĞİ .. 27

4.1 Nanoteknolojinin Yapı Ürünlerinde Kullanımı.....30
4.1.1 Lotus Etkisi ile Kendi Kendini Temizleyen Nano Ürünler.....34
4.1.2 Fotokataliz ile Kendi Kendini Temizleyen Nano Ürünler.....38
4.2 Kendi Kendini Temizleyen Beton ve Bakım Süreci.....43
4.3 Kendi Kendini Temizleyen Boya ve Bakım Süreci.....48
4.4 Kendi Kendini Temizleyen Cam ve Bakım Süreci.....49
4.5 Kendi Kendini Temizleyen Seramik ve Bakım Süreci.....50

BÖLÜM 5

CEPHELERDE KULLANILAN YAPI ÜRÜNLERİNİN BAKIM-ONARIM SÜRECİNDE KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRİLMESİ 56

BÖLÜM 6

SONUÇ VE ÖNERİLER.....65

KAYNAKLAR.....68

EK

YAPI BİLEŞENLERİNİN HİZMET ÖMRÜ 73

ÖZGEÇMİŞ.....77

SİMGE LİSTESİ

TiO_2	Titanyum dioksit
eV	Elektron Volt
CO_2	Karbondioksit

KISALTMA LİSTESİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ECC	Engineered Cement Composites (Tasarlanmış Çimento Esaslı Kompozit)
NM	Nanometre
UHPC	Ultra High Performance Concrete (Çok Yüksek Performanslı Beton)
UV	Ultraviole
VOC	Volatile Organic Compound (Uçucu Organik Bileşenler)

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2. 1 Yapının kullanım sürecinde oluşan fiziksel eskime 9
Şekil 2. 2 Bakım-Onarımın sınıflandırılması.....16
Şekil 4. 1 Nanoteknolojinin kullanım alanları.....30
Şekil 4. 2 Sherbrooke Footbridge/Canada 32
Şekil 4. 3 Sakata-Mirai Footbridge/Japonya.....32
Şekil 4. 4 Mihara Bridge/Japonya 33
Şekil 4. 5 Yaprak yüzeyinde lotus etkisi.....34
Şekil 4. 6 Lotus çiçeğinin yapısı.....35
Şekil 4. 7 Yağmur damlasının normal bir yüzeydeki etkisi 36
Şekil 4. 8 Yağmur damlasının lotus etkili bir yüzeydeki etkisi 36
Şekil 4. 9 Fotokataliz süreci 39
Şekil 4. 10 Fotokatalist Müzesi'nde çadır malzemesi üzerinde yapılan test 40
Şekil 4. 11 Akira Fujishima'nın kendi kendini temizleyen kaplama kullanılan evi.....40
Şekil 4.12 Gaulle Havalimanı/Paris 46
Şekil 4.13 Jubilee Klisesi/Roma.....46
Şekil 4.14 Ara Pacis Müzesi 48
Şekil 4.15 Fotokatalizin yararları.....50
Şekil 4.16 Fotokatalitik ayrışma 51
Şekil 4.17 Hydrotect'in kullanım alanları 51
Şekil 4.18 D Firmasının ürünü olan seramiğin kolay temizlenme özelliği.....52
Şekil 4.19 D Firmasının ürünü olan seramiğin yağ itici özelliği.....53
Şekil 4.20 Sinterflex şahit (a) ve antimikrobiyal (b) numunelerin antibakteriyel test sonuçları 54

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 Yapı bileşenlerinin hizmet ömrü.....12
Çizelge 2.2 Örnek yapı ürünlerinin denetim aralıkları.....14
Çizelge 4.1 Lotus etkili yapı ürünlerinin kullanıldığı yapı örnekleri.....37
Çizelge 4.2 Fotokatalitik yapı ürünlerinin kullanıldığı yapı örnekleri 42
Çizelge 4.3 Rhodamine-B deneyi sonucu oluşan renk kaybı değerleri toplu sonuçları 44
Çizelge 4.4 UV Işığı altında bekleyen phenantroquinone boyalı örneklerin spektrofotometre ile renk ölçümlerinde L, a ve b değerleri 45
Çizelge 4.5 Doğal ortama bırakılan phenantroquinone boyalı örneklerin spektrofotometre ile renk ölçümlerinde L, a ve b değerleri 46
Çizelge 4.6 Metilen mavisi kullanılarak yapılan fotokatalitik testler 55
Çizelge 5.1 Değer ölçütleri ve birimleri 57
Çizelge 5.2 Kendi kendini temizleyen yapı ürünlerinin ölçütler doğrultusunda niteliği 58
Çizelge 5.3 Cephelerde kullanılan yapı ürünlerinin geleneksel bakım süreçlerinin ölçütler doğrultusunda niteliği 59
Çizelge 5.4 Kendi kendini temizleyen yapı ürünlerinin ölçütler doğrultusunda puanlanması 60
Çizelge 5.5 Cephelerde kullanılan yapı ürünlerinin geleneksel bakım süreçlerinin ölçütler doğrultusunda puanlanması 62
Çizelge 5.6 Aralıklı Ölçek Verilerek Seçeneklerin Yarar Değerinin Bulunması.....63
Çizelge 5.7 Seçeneklerin Değerlendirilmesi 64
Çizelge 6.1 Yaygın kullanılan yapı ürünleri ile kendi kendini temizleyen yapı ürünlerinin karşılaştırılması 66

ÖZET

CEPHELERDE KULLANILAN YAPI ÜRÜNLERİNİN GELENEKSEL BAKIM SÜRECİ İLE KENDİ KENDİNİ TEMİZLEME SÜRECİNİN KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRİLMESİ

Banu İNCEDERE SARI

Mimarlık Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Dilek EKŞİ AKBULUT

Yapı ürünlerinin hizmet ömürleri süresince bakım-onarım gereksinmesi söz konusudur. Bu süreçte uygulanacak etkili bakım, hizmet ömrünü uzatabilmektedir. Ülkemizde yapıların kullanım sürecinde bakıma yeterli önem verilmemekte ve gerekli bütçe ayrılmamaktadır. Gerekli bütçenin ayrılması, bakım maliyetinin azalması için önemli bir etkendir. Bu kapsamda gelişen teknoloji ile üretilen yapı ürünlerinin, bakım maliyetini azaltacağı düşünülmektedir.

Çevre ile yapının yaşam döngüsü süresince etkileşimi söz konusudur. Sanayileşmenin artmasıyla çevresel problemlerde artış görülmektedir. Özellikle endüstriyel kirlenme, hem çevreyi hem de binaların yaşam ömürlerini olumsuz etkilemektedir [1]. Çevre kirliliğinin sınıflarından biri olan hava kirliliğinin olumsuz etkileri en fazla yapıların cephe yüzeylerinde görülmektedir. Bakım ihtiyacının yapılarda en fazla olduğu cephe yüzeyleri, atmosferik kirlilik nedeniyle kısa sürede, ilk görsel etkisini yitirmektedir. Hava kirliliğinin her geçen gün artması ve atmosferde bulunan zararlı gazların iklim koşulları ile birleşerek yüzeylere taşınması ve birikmesi ile cepheler kısa sürede kirlenmekte ve bakım ihtiyacını doğurmaktadır.

Teknolojinin gelişmesi ile yapı ürünlerinde çeşitliliğin artmasının yanı sıra ürünlerin kazandığı yeni özellikler de yapı sektöründe önemli yer tutmaktadır. Nanoteknolojinin yapı sektöründe de kullanılmaya başlanmasıyla yapı ürünlerine birçok özellik kazandırılmıştır. Bunlardan biri olan kendi kendini temizleme özelliği ile de yapı ürünlerinin bakım sürelerinin uzaması dolayısıyla bakım maliyetinin düşeceği düşünülmektedir. Hava kirliliğini ve olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla kendi kendini temizleyen, çevreyle dost yapı ürünlerinin geliştirilmesi oldukça önemlidir. Bakım ihtiyacı olmadan kendi kendini temizleyen yapı ürünlerinin kullanılması ile cephe yüzeylerinin daha uzun sürelerde temiz kalması beklenmektedir.

Bu çalışmada, cephelerde kullanılan yapı ürünlerinden beton, boya, cam ve seramiğin geleneksel bakım süreçlerinin ve kendi kendini temizleme özelliğinin bakım-onarım kapsamında incelenmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışma kapsamında hava kirliliği, atmosferik kirlilik, bakım kavramı, nanoteknolojinin kendi kendini temizleme özelliği, yapı ürünlerinin kendini temizleyebilmesini sağlayan nano ürünleri incelenmiş ve bu ürünlerle üretilen yapı örneklerine ve yapılmış deneylere yer verilmiştir. Bu özelliğe sahip yapı ürünlerinden cephelerde kullanılan beton, boya, cam ve seramik incelenmiştir.

Yapıların bakım süreci için oldukça önemli olan ürün seçimi, bu tez kapsamında değerlendirme yapabilmek amacıyla konu edilmiştir. Bu çalışmada incelenen ürünler bakım süreci açısından ele alınmış, olumlu-olumsuz özellikleri belirlenmiştir. Ülkemizde nanoteknolojik yapı ürünleri üreten firmalarla iletişime geçilmiş ve detaylı bilgi alınmıştır. Alınan bilgiler doğrultusunda, yaygın kullanılan yapı ürünleri ile nanoteknolojik ürünler bakım süreçleri kapsamında karşılaştırılmıştır. Ürünleri karşılaştırabilmek amacıyla bazı ölçütler belirlenmiş ve bu ölçütlere aralıklı ölçek verilerek yarar değerleri bulunmuştur. Belirlenen ölçütler doğrultusunda, değer analizi yöntemi ile kendi kendini temizleyen yapı ürünleri ile yaygın kullanılan yapı ürünleri karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hava kirliliği, bakım-onarım, nanoteknoloji, lotus etkisi, fotokataliz, kendi kendini temizleme, ürün seçimi

ABSTRACT

COMPARATIVE ASSESSMENT OF TRADITIONAL MAINTENANCE PROCESS AND SELF-CLEANING PROCESS OF BUILDING MATERIALS USED ON FACADES

Banu İNCEDERE SARI

Department of Architecture

MSc. Thesis

Advisor: Assist. Prof. Dr. Dilek Ekşi AKBULUT

During the service life of building materials, maintenance is required. Effective maintenance that will be applied in this process could extend the service life. In our country; during the lifespan of the buildings, neither enough attention for the maintenance is given nor is the necessary budget allocated. Allocation of the required budget is an important factor for the reduction of maintenance costs. In this context, building products produced by developing technology is expected to reduce maintenance costs.

There is an interaction between the building and its environment during the lifespan. Environmental problems are rising with the increased industrialization. Especially industrial pollution has negative effect on both environment and lifespan of the buildings [1]. Air pollution, one of the types of environmental pollution, has negative effects on outer surfaces of buildings. Outer surfaces of buildings, that need maintenance at most, have lost their visual effects in a short time because of the atmospheric pollution. Because of the increasing air pollution and deposition of the harmful gases in the atmosphere to the outer surfaces of buildings by the climatic conditions; outer surfaces are contaminated and need maintenance in a short time of period.

With the development of technology, as well as the increasing diversity of building materials, gained new features of materials occupies an important place in the construction sector. With the use of nanotechnology in the construction sector also has added many features to the building materials. One of them, with a self-cleaning feature, extension of maintenance period of building materials due to maintenance costs are expected to fall. To eliminate air pollution and its negative effects; improving self-cleaning and environmental-friendly construction materials are very important. By the application of self-cleaning construction materials, it is expected that outer surfaces could stay clean for longer period of time.

In this study; it is aimed to examine the existing maintenance processes and self-cleaning property of concrete, paint, glass and ceramic – that used on outer surfaces.

In this study; air pollution, atmospheric pollution, the concept of care, self-cleaning feature of nanotechnology, nano-materials which enable self-cleaning building materials were examined and examples of building which are produced with these materials and performed experiments were featured. The building materials which have this feature used in facades; concrete, paint, glass and ceramics are examined.

Material selection which is important for the maintenance process of the building is stated in order to make an assessment in the scope of this thesis. The products examined in this study, discussed in terms of the care process, positive and negative characteristics are determined. The companies, that are producing nano-technological construction materials in our country, are contacted and detailed information is obtained. In the light of information obtained, in this study, the comparison of the commonly used construction materials to nano-technological construction materials are made in the point of maintenance processes. In order to compare materials, there are some criteria determined and by giving scale value of these criteria, the benefit values have been found. In accordance with predefined criteria, with the value analysis method self-cleaning building materials compared with commonly used building materials.

Keywords: Air pollution, maintenance-repair, nanotechnology, lotus effect, photocatalysis, self-cleaning, material selection

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

"Çevre, yaşam içinde yer alan ilişkiler ve yaşamın oluşturduğu ortamlar bütünüdür." Yaşayan tüm organizmaları ve yaşamları içindeki ilişkilerini kapsayan ortam canlı çevre (insan, hayvan, bitki, mikroorganizmalar), yaşamlarının oluşturduğu ortamlar ise cansız çevre olarak tanımlanır. Cansız çevre doğal (su, toprak, hava) ve yapma çevreden (yapı, yapı ürünleri) oluşmaktadır. Yapı, kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılamak üzere tasarlanan ve üretilen bir yapma çevredir. Kullanıcı ihtiyaçlarını, yapıyı oluşturan yapı ürünlerinin özellikleri ile karşılar [2]. Yapı üretim sürecinde, planlama, tasarım, uygulama, kullanım, geri dönüşüm ve yok etme süreçleri bulunmaktadır. Ürün kararlarının verildiği tasarım sürecinde, doğru ürün seçimi yapılması, çevreye olumlu etkilerinin yanı sıra kullanım sürecinde bakım eylemlerini azaltmaktadır. Tasarım sürecinde yapılan ürün seçimleri kullanım aşamasında bakım sürecini, bakım sıklığını ve bakım maliyetini etkilemektedir. Doğru ürün seçiminin yanı sıra, yapıların kullanım sürecinde gerekli periyotlarda yapı ürünlerinin bakımı yapılarak hizmet ömrü uzatılabilmektedir. "İnsan etkinlikleri ile çevreyi oluşturan öğelerin niteliklerini yitirmesi ve değer kaybetmesi" çevre kirliliği olarak tanımlanır. Çevre kirliliğinin alt başlıklarından biri de hava kirliliğidir. Hava kirliliği, belirli bir kaynaktan atmosfere bırakılan kirleticilerin, havanın doğal içeriğini bozarak doğal, yapma çevreye ve insan sağlığına zarar verecek hale gelmesi olarak tanımlanmaktadır [3].

Endüstri Devrimi öncesi sınırlı sayıda yapı ürünü arasından seçim yapılırken, endüstrileşme ile kullanıcı ihtiyaçlarının değişime uğraması, yapı ürünlerini de nicelik ve nitelik olarak etkilemiştir [2].

Günümüzde kullanılan bazı yapı ürünlerinin üretim, uygulama, kullanım ve geri dönüşüm aşamalarında çevreye ve insan sağlığına zarar verdiği bilinmektedir. Bu durumun önüne geçebilmek için ulusal ve uluslararası bilimsel çalışmalar yapılmaktadır. Yapı ürünlerinin geri dönüştürülmesi, çevreye ve insan sağlığına en az zarar veren ürünlerin seçilmesi oldukça önemlidir.

Gelişen teknoloji ile ortaya çıkan nanoteknoloji 21. yüzyılın en önemli ve hızlı gelişen teknolojisi olmakla birlikte, medikal bilimler, savunma, tekstil, bilgisayar, sürdürülebilir enerji, çevre, gıda vb. pek çok alanda yenilikler getirmektedir. Mimarlık ve yapı sektöründe ortaya çıkan en somut gelişmeler, yapılarda kullanılan nanoürünlerdir [4]. Bütün bunların yanı sıra, geliştirilen ve yapılarda kullanılan nano ürünler yaşam sürelerini tamamlamadığından, bu ürünlerin insan sağlığı ve çevreye olumsuz etkileri henüz görülmemiştir. Ayrıca bu kapsamda literatüre yansıyan herhangi bir bilgi bulunmamaktadır. Her yapı ürünü gibi nano ürünlerinde olumlu-olumsuz etkileri olabilir. Tez kapsamında konu alınan yapı ürünleri, sektörde yeni yeni kullanılmaya başlandığından, ülkemizde nano ürünlerin üretim, kullanım ve atık aşamaları ile ilgili standartlar henüz bulunmamaktadır. Kendi kendini temizleyen yapı ürünlerinin hizmet ömürlerini tamamlaması ve daha yaygın kullanılmaya başlanması ile bu ürünlerin belirsiz olan etkilerinin ilerleyen süreçlerde ortaya çıkması beklenmektedir.

Bütün bu çalışmalar çevreye verilen zararı en aza indirmek, sürdürülebilirliğe katkı sağlamak, uzun vadede yapı ömrünü uzatmak ve yapım ve bakım maliyetini düşürmek amacıyla yapılmaktadır.

Nanoteknoloji ile yapı ürünlerine kendi kendini temizleme özelliği kazandırılmaktadır. Bu çalışmada, yapıda kendi kendini temizleyen yapı ürünleri kullanılması halinde, mevcut yapı ürünlerine kıyasla olumlu ve olumsuz yönleri incelenerek, bakım sürecine olan etkileri de karşılaştırılmıştır. Bu doğrultuda nanoteknoloji ve bakım- onarım ile ilgili birçok kaynaktan faydalanılmıştır. Literatürde konu ile ilgili çalışmaların bazıları şunlardır;

- Brian Wood, “Building Maintenance” adlı kitabında, yapılarda bakım planlamasının nasıl yapılması gerektiğini, stratejiyi ve adımlarını konu almıştır.

•R. Dodge Woodson, “Concrete Structures, Protection, Repair and Rehabilitation” adlı kitabında, betonun bakımını, temizlik detaylarını konu almıştır.

•Sylvia Leydecker, “Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design” adlı kitabında, nanoteknolojiyi detaylı olarak anlatmış, kendi kendini temizleme özelliğini incelemiştir. Kitapta, lotus etkisi ve fotokataliz konu alınarak, bu yöntemlerle kendi kendini temizleme özelliği kazanan yapı ürünlerinin, dünya genelinde kullanıldığı yapı örnekleri verilmiştir.

•Herbert W. Stanford, “Effective Building Maintenance: Protection of Capital Assets” adlı kitabında, yapı bileşenlerinin hizmet ömürlerini, denetim ve bakım periyotlarını çizelgelerle belirterek, her bir yapı bileşeninin bakımını detaylandırmıştır.

•Michael F. Ashby, Paulo J. Ferreira, Daniel L. Schodek, “Nanomaterials, Nanotechnologies and Design” adlı kitabında, nanoteknolojiyi, nanomalzemeleri ve bunların kullanım alanlarını incelemiş, mimarlık ve mühendislik alanında nasıl kullanıldığını anlatılmıştır. Nanoürünler konu alınarak, kendi kendini temizleme özelliği de detaylı olarak açıklanmıştır.

•Prof. Dr. Ayşe Balanlı, “Yapıda Ürün Seçimi” adlı kitabında, yapı ürünlerinin sınıflandırılmasını yaparak, ürün seçiminde kullanılan yöntemleri ve çalışmaları anlatmıştır. Yapının üretimi sürecinde oldukça önemli olan doğru ürün seçimi için, göz önüne alınması gerekenleri açıklanmış ve belirlenen seçenekler değerlendirilmiş, karşılaştırma ve seçim yapılmıştır.

•Prof. Dr. Metin Tapan ile Yrd. Doç. Dr. Dilek Ekşi Akbulut’un yaptıkları “Yapılarda Döşeme Bileşeninde Ürün Seçimi” (2002) adlı çalışmada, ürün seçimi ve ürün seçim yöntemlerini konu alarak, döşeme bileşeni için ölçütler belirlenmiş, seçenekler oluşturulmuş ve bu seçeneklerin aralıklı ölçek ile yarar değeri bulunmuş ve değerlendirme yapılmıştır.

•Yrd. Doç Dr. Dilek Ekşi Akbulut’un Prof. Dr. Ayşe Balanlı danışmanlığında yazdığı “Yapıda Pencere Ürünlerinin Seçimi” (1999) adlı çalışmada, yapıda ürün seçimi ve ürün seçim yöntemleri incelenmiş, A. Balanlı’nın mevcut yöntemlerden uyarlayarak

geliştirdiği yöntemden yararlanılarak dış duvar öğesi üzerinde bulunan pencereler için uygulanmıştır.

Bu çalışma, hava kirliliğinin yapı cephelerinde kirlenmeye yol açması ve bakım ihtiyacını artırması problemine yönelik olarak teknolojinin yapı ürünlerine kazandırdığı kendi kendini temizleme özelliğinin etkilerini ortaya koymak için yapılmıştır.

1.2 Tezin Amacı

Günümüzde teknolojinin her geçen gün gelişmesiyle yapı üretimi de artmaktadır. Yapıların yaşam döngüsü süreçlerinde işlevsel ve verimli olabilmesi için yapıların bakım-onarımına önem verilmelidir. Gelişmiş ülkelerin genelinde yapıların bakım-onarım sürecine ilişkin uyulması gereken yönetmelikler, bilimsel araştırmalar bulunurken, ülkemizde bakım-onarım konusunda yönetmeliklerde ve kaynaklarda yetersiz bilgiler ve eksiklikler görülmektedir. Ülkemizde yüksek maliyet nedeniyle bakım-onarıma gereken önem verilmemekte, belirli aralıklarla bakım-onarımı, denetimi yapılmamakta, yalnızca çok gerekli durumlarda yapının bakımı yapılmaktadır. Yapıların bakım ihtiyacının karşılanmaması nedeniyle, kullanım sürecinde yapılarda daha kısa sürede eskime ve hasar meydana gelmekte, bu durumdan insan sağlığı olumsuz etkilenmekte ve yapının ömrü kısalmaktadır. Bu durumun önüne geçmek için bakım-onarım konusunda doğru zamanda müdahale yapılmalıdır.

Tezin amacı, cephelerde kullanılan yapı ürünlerinden beton, boya, cam ve seramiğin geleneksel bakım süreçlerinin ve kendi kendini temizleme özelliğinin bakım-onarım kapsamında incelenmesidir. Bunun yanı sıra, nanoteknoloji ürünlerinin kullanılmasının yararlı olup olmadığını ortaya koymak, bu ürünlerin nasıl çalıştığını, kullanılan teknolojiyi, kendi kendini temizleme özelliğini incelemek ve kullanıcıları bilgilendirmektir. Bu çalışma, nanoteknoloji ile üretilen bu yapı ürünlerini inceleyip, kullanıcıları (inşaat mühendisleri, mimarlar) bilgilendirmesi açısından önemlidir.

1.3 Hipotez

Endüstri Devrimi'nden bu yana sanayileşmenin, kentleşmenin ve nüfus artışının etkisiyle hava kirliliği artış göstermektedir. Bu kirliliğin yapılar üzerindeki en önemli etkilerinden biri de cephe yüzeylerinin, hava kirliliği sonucu kirlenmesi ve görsel olarak ilk etkisinin ortadan kalkmasıdır. İklim koşulları ve hava kirliliği cephelerin zamanla

kirlenmesine neden olmaktadır. Bu durumun önüne geçebilmek için düzenli bakım ihtiyacının giderilmesi gerekmektedir. Diğer yandan, teknolojinin gelişmesiyle nanoteknoloji kullanılarak temizlik ihtiyacı olmayan ve kendini temizleyebilen yapı ürünleri kullanılarak da cephe yüzeyleri korunabilir.

Nanoteknolojinin yapı ürünlerine kazandırdığı en önemli özelliklerden biri de kendi kendini temizlemesidir. Kendi kendini temizleyen yapı ürünlerinin kullanım sürecinde diğer yapı ürünlerine göre bakım ihtiyacını azaltacağı ve bakım maliyetini düşüreceği varsayılmaktadır. Nanoteknolojik yapı ürünleri olan kendi kendini temizleyen yapı ürünleri üretim açısından daha maliyetli olsa da kullanım sürecinde ve uzun vade de bakım ihtiyacını ve maliyetini azaltacağından, yapılarda ve yapıların cephe yüzeylerinde kullanılmasının yaygın kullanılan ürünlere oranla daha avantajlı olacağı varsayılmaktadır.

Bu çalışma, çevre kirliliğinin yapılar üzerindeki olumsuz etkilerinden hava kirliliğinin, yalnızca bina cephelerinde kullanılan yapı ürünlerinden beton, boya, cam ve seramik üzerindeki olumsuz etkileri ile sınırlandırılmıştır. Nanoteknoloji ve nanoteknoloji ile üretilen kendi kendini temizleyen yapı ürünleri detaylı olarak ele alınıp, yapıların cephe yüzeylerinde bakım ihtiyacı doğuran hava kirliliği ve bakım-onarım kavramları incelenerek, nanoteknoloji ile üretilen ürünlerin bakım aralıkları, bakım kolaylıkları ve bakım maliyetleri araştırılarak, yapı ömrüne olumlu ve olumsuz katkıları ele alınmıştır.

Tez kapsamında, somut verilere dayandırılarak kendini temizleyebilme özelliği olan ürünlerin kullanıldığı yapılarda, kullanılmayanlara oranla nasıl bir fark yarattığı bazı yapı örnekleriyle ortaya konmaya çalışılmıştır. Kendi kendini temizleme özelliğine sahip yapı ürünleri araştırılarak, dünya genelinde kullanıldığı yapıların bazıları belirtilerek, yaygın kullanılan yapı ürünleri ile karşılaştırılmıştır.

Cephelerde kullanılan ve kendi kendini temizleme özelliği gösteren beton, boya, cam ve seramik detaylı olarak incelenmiştir. Dört yapı ürününün nasıl çalıştığı, bakım ihtiyacı ve yaygın kullanılan ürünlerden farkı ortaya konmuştur. Bu doğrultuda her bir ürün, yaygın kullanılan ürün ile bakım kolaylığı, bakım aralığı, kullanılan bakım ürünleri, üretim ve bakım maliyeti açısından karşılaştırılmıştır. Kendi kendini temizleyen yapı

ürünlerinin bakım maliyeti ile ilgili yeterli veriye ulaşılamadığından, karşılaştırma yapılamamış ve bu kriter değerlendirmeye alınmamıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde konuya giriş yapılmış, ikinci bölümde ise cephelerde bakım ihtiyacını artıran, cephe yüzeylerinin daha fazla kirlenmesine neden olan hava kirliliği ve yapılarda bakım ve onarım süreçleri konu alınmıştır.

Üçüncü bölümde cephelerde kullanılan beton, boya, cam, seramik ve bu ürünlerin geleneksel bakım süreçleri ele alınmıştır.

Dördüncü bölümde kendi kendini temizleme özelliği detaylı olarak incelenmiş ve hangi yöntemlerle yapı ürünlerinde nasıl kullanıldığı açıklanmıştır. Bunun için öncelikli olarak nanoteknolojinin detaylı olarak tanımı yapılmış, kullanıldığı alanlar konu edilmiş ve yapı ürünlerinde nasıl kullanıldığı anlatılmıştır. Bunun yanı sıra, çalışma kapsamında ele alından ve kendi kendini temizleme özelliğine sahip beton, boya, cam ve seramik hem yapı ürünü olarak incelenmiş hem de bakım süreçleri ele alınmıştır.

Beşinci bölümde ise, cephelerde kullanılan yapı ürünlerinden geleneksel bakım sürecine sahip beton, boya, cam ve seramik ile kendi kendini temizleyen beton, boya, cam ve seramik, bakım kolaylığı, bakım aralığı/sıklığı, kullanılan bakım ürünleri, üretim maliyeti ve bakım maliyeti olarak belirlenen ölçütler doğrultusunda karşılaştırılmıştır. Belirlenen ölçütler karşılaştırma yapabilmek için aynı değerde olmadığından değer analizi yönteminden yararlanılmıştır. Bu doğrultuda, yapılarda ürün seçimi hakkında bilgi verilmiş ve değer analizi yöntemi açıklanmıştır. Bu yöntem kullanılarak kendi kendini temizleme özelliğine sahip yapı ürünleri ile yaygın kullanılan yapı ürünleri karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Altıncı ve sonuç bölümünde bütün bu çalışmaların sonucunda kendi kendini temizleme özelliğinin yapıların bakım sürecine olan katkısı, belirlenen ölçütler ile oluşturulan çizelgeler doğrultusunda değerlendirilmiştir. Değer analizi yöntemi ile yapılan karşılaştırmalar sonucunda, ürün seçiminde nano ve yaygın kullanılan ürünlerin olumlu ve olumsuz yönleri ortaya konmuştur.

Bu çalışmada, öncelikli olarak kaynak araştırması yapılarak bu zamana kadar yapılan çalışmalar detaylı olarak incelenmiştir. Sonrasında sayısal ve somut verilere ulaşabilmek için bu ürünleri üreten firmalarla görüşülmüş ve bilgi istenmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda çizelgeler hazırlanmış ve bu doğrultuda değerlendirme

yapılmıştır. Türkiye'de kendi kendini temizleyen yapı ürünleri üreten firmalarla görüşülerek, yapı ürünleri ve bakım ihtiyaçları hakkında detaylı bilgi alınmıştır. Bu bilgiler doğrultusunda, ürün seçim yöntemlerinden faydalanılarak belirlenen mevcut ürünler ile nano ürünler arasında karşılaştırma yapılmıştır.

BÖLÜM 2

HAVA KİRLİLİĞİ ve YAPILARDA BAKIM-ONARIM

Zaman, yapıyı olumsuz etkiler. Yapı, tüm kullanım süresince devamlı olarak ve farklı biçimde değişime uğrar. Bu nedenle yapıdan beklenen yarar giderek azalır. Yapıların kullanım süresince yararlı kalabilmesi için etkili bir bakım gereklidir [5].

Yapının sahip olduğu nitelikler zamana bağlı olarak yetersizleşmeye ve yapının performansı düşmeye başlar. Yapının performansı, kullanıcı gereksinmelerini karşılaması ile paralellik gösterir. Yapı, sahip olduğu niteliklere bağlı olarak istenen performansı sağlarsa, kullanıcı gereksinmelerini karşılamış olur [6].

Yapı kullanım sürecinde olumsuz olarak değişime uğrar ve bu değişim yapının performansını azaltarak, eskimeye neden olur. Zamana bağlı olarak yapının fiziksel eskimesi, niteliklerine bağlı performansını olumsuz yönde etkiler ve yararlılığının azalmasına neden olur [6].

Mimar Şadiye Topçu'nun yüksek lisans tezinde eskimenin tanımı, "Gerçek özelliklerini yitiren yapının olumsuz yönde yeni özellikler kazanması" olarak yapılmıştır. Eskime **fiziksel** ve **işlevsel** eskime olarak ikiye ayrılmaktadır.

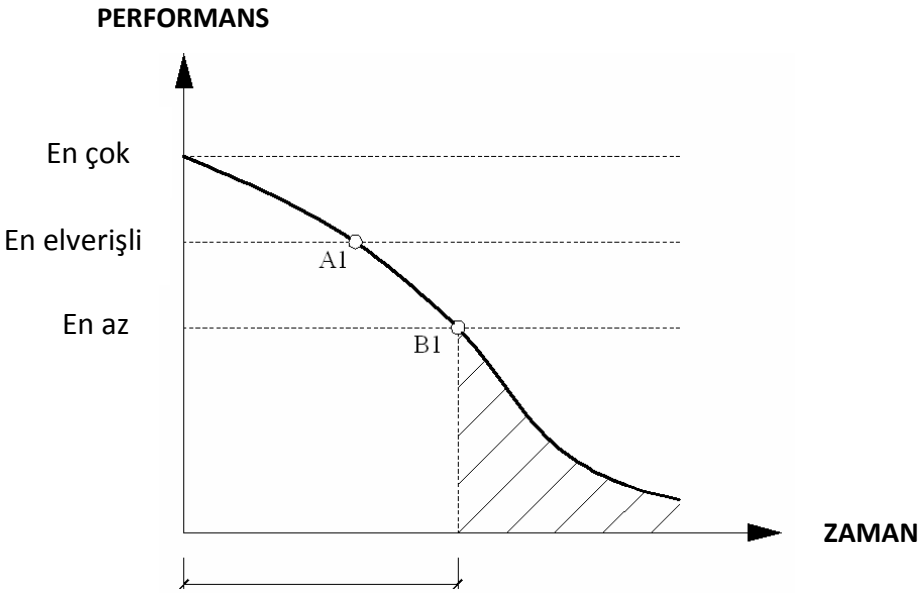
Fiziksel eskime, yapı ve yapı öğelerinin yanlış kullanım, yağmur, nem, toz ve uzun süreli kullanım gibi nedenlerden dolayı yıpranarak yararlılıklarının yitirerek yapı özelliklerinin olumsuz yönde değişmesiyle ortaya çıkmaktadır. Yapının kullanım sürecinde uygulanan bakım fiziksel eskimeyi geciktirir.

İşlevsel eskime ise, yapı oluşturulurken yapılan planlama ile ilgilidir. Yapının kullanım evresinde bütünlük içinde çalışıp, kullanıcı gereksinimlerine cevap vermesi ile verimli

olması sağlanır. Bu durumun aksi görülürse, uyum bozulursa, kullanıcı gereksinimleri değişirse ve yapı gereksinimleri cevap veremezse işlevsel eskime ortaya çıkar. Bu eskimeyi azaltmak için planlama aşamasından itibaren sağlıklı kararlar alınmalıdır [7].

Eskimeye neden olan iç ve dış etkenler;

- Doğal olaylardan (rüzgar, yağış, nem, radyasyon, ısı değişimleri, vb.),
- Hatalı kullanımdan (sürtünme, burulma, çarpma, vb. mekanik etkiler),
- Çevreden (hava kirliliği, toz, biyolojik etkiler, vb.) kaynaklanır [6].



Şekil 2.1 Yapının kullanım sürecinde oluşan fiziksel eskime [6].

Yapı kullanıma sunulduğu andan itibaren eskime sürecine girer. Şekil 2.1'deki fiziksel eskime eğrisi, zamana paralel olarak yapının performasının düştüğünü göstermektedir. Yapının performansının en yüksek olduğu kullanım başlangıcından, en aza düşmesine kadar geçen süre hizmet ömrünü ortaya koyar. Hizmet ömrü süresini bakım ve onarım ile uzatmak olasıdır [6].

2.1 Hava Kirliliği

Hava kirliliği konusu çok sayıda sürecin bir arada bulunduğu bir sistemdir. Günümüzde fotokimyasal kirliliğin oluşmasında, antropojenik (insan etkili) kaynaklar kadar doğal kaynaklar da büyük önem taşır. Yakıtların yanmasıyla atmosfere verilen atık gazlar, hava kirliliğine neden olan en önemli etkenlerden biridir. Yakıt içerisinde oluşan partikül, gaz ve buharlar hava kirleticilerdir. Kirleticilerin kaynaktan bırakılmasıyla başlayan süreç, atmosferde taşınma ve yayılma ile devam eder [8].

Hava kalitesini etkileyen emisyonlar evsel ısınma araçları, endüstri, taşıtlar gibi insan kaynakları olabileceği gibi, bitki emisyonları, orman yangınları, volkan gibi doğal kaynaklar da olabilir. Başlıcaları kükürtdioksit (SO2), azot oksitler (NOx), karbon monoksit (CO), partikül madde (PM) ve hidrokarbonlar (HK) olan klasik hava kirleticiler, genellikle antropojenik faaliyetler sonucu atmosfere salınır. Bunların yanında çok küçük konsantrasyonlarda bile insan sağlığını tehdit eden toksik hava kirleticiler de diğer önemli kirleticilerdendir [9]. Bu emisyonlar atmosfere doğrudan kirletici salabilir ve bunların bazıları kimyasal ve fiziksel dönüşümlere uğrayarak ikincil kirleticileri oluşturabilirler. Hava kalitesini etkileyen ve atmosfere salınan bu maddeler kimyasal ve fotokimyasal reaksiyonlarla dönüşüme uğrayabilir ve sonrasında rüzgar, bağıl nem, sıcaklık, basınç ve yağış gibi meteorolojik faktörler de yatay ve düşeyde taşınmasını ve birikimini etkileyebilir [10].

Kükürt oksitlerin (SO2), başlıca kaynakları arasında kükürt içeren fosil yakıtların yakılması, bazı kimyasal tesisler, metal işleme tesisleri ve çöplerin yakılması sayılabilir. Azot oksitlerin (NOx) doğal kaynakları bakteri faaliyetleri, insan kökenli kaynakları ise yanma ve ulaşım başta olmak üzere endüstriyel faaliyetlerdir. Karbonmonoksitin (CO) en önemli kaynakları ulaşım ve yakma işlemleridir, partikül madde (PM) kaynakları, yakma prosesinin gerçekleştirildiği endüstriler, maden çıkarma ve inşaat yapım aktiviteleri, motorlu araçlar ve çöp yakmadır. Hidrokarbonların(HK) önemli doğal kaynakları bulunmaktadır. Bunlar arasında, biyolojik aktiviteler, kömür yatakları, doğalgaz ve petrol çıkarma alanları sayılabilir [9].

Kirleticilerin tamamı, en başta sağlık olmak üzere, ekosistem, cansız varlıklar ve yapılar üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilir [10].

İklim koşulları ve hava kirliliği cephelerin kirlenmesine sebep olmaktadır. Atmosferik kirlilik olarak adlandırılan bu tür kirlenme, hızlı nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşme sonucunda artış göstermektedir. Cephe yüzeylerindeki kirlilik derecesi, hava kirliliğine sebep olan gazların oranı, yağış sıklığı, hâkim rüzgar yönü ve hızına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Ayrıca cephe bileşenlerinin yüzey eğimi, yüzey formu, yüzey dokusu ve yüzey rengi gibi özellikleri yüzeyde oluşan kirlilik derecesini belirlemektedir [11].

Hava kirliliğinin cephe yüzeylerinde neden olduğu eskime bakım onarım ile azaltılabilir. Bakım planlaması yapılarak, belirli aralıklarla temizlik ve bakımı gerektiğinde ise onarımı yapılarak eskime süreci uzatılabilir.

Cephe tasarımında en az kirlenmeye maruz kalacak çözümlerin üretilmesi gerekmektedir. Cephe bileşenlerinin kirlenme sonucu zamanla görsel değişikliklere uğramalarının önlenmesinde iki tür yaklaşım söz konusudur. Birincisi, cephelerin belirli zaman aralıklarıyla temizlenmesidir. Ancak bu tür temizlik, yapım sonrası ek bir bakım maliyeti getirmektedir. Diğer bir yaklaşım ise, yapım sonrası temizlik için herhangi bir bakım gerektirmeyecek şekilde uygun yapı ürünlerinin tercih edilmesidir [11].

2.2 Bakım-Onarım Tanım ve Süreçleri

Yapının hizmet ömrünü, performansının en yüksek düzeyden hasar bölgesine düşmesine kadar geçen zaman ortaya koyar. Bu süreyi bakım onarım ile uzatmak mümkündür. Yapılarda hatalı tasarım, hatalı yapım, hatalı ürün seçimi veya hatalı kullanım nedenlerinden ötürü hizmet ömürlerinde sorun çıkabilir [6]. Yapılarda kullanılan ürünlerin kullanıldıkları yere göre hizmet ömürleri farklılık göstermektedir. Bu doğrultuda, bazı yapı ürünlerinin hizmet ömürleri aşağıdaki gibi belirtilmiştir (Çizelge 2.1). Yapı bileşenlerinin genelinin hizmet ömürlerini kapsayan çizelge ektedir [Ek].

Çizelge 2.1 Yapı bileşenlerinin hizmet ömrü [12]

Ana Grup Bileşenleri	Grup Bileşenleri	Tekil Bileşenler	Alt-Bileşenler	Hizmet Ömrü (yıl)	Hizmet Ömrü Konuları
İÇ MEKANLAR	1.İç Yapı	1.Bölmeler	Sabit bölmeler Hareketli bölmeler Tuvalet bölücüleri İç camlar ve vitrinler	30-60+ 10-15 15-30+ 35+	Yok Yok Yok Yok
		2.Tavanlar	Akustik tavanlar Sert tavanlar	20-35 40-60+	3.1, 3.2 3.2
		3.İç Kapılar	Kapılar Kapı donanımları	5-25 7-25	Yok Yok
		4.Özellikler		10-20	Yok
	2.Merdivenler	1.Merdiven Konstrüksiyonu		35+	Yok
		2.Merdiven Yüzeyleri		7-10	Yok
	3.İç Yüzeyler	1.Duvar Yüzeyleri	Boyalar Vinil duvar kaplamaları Seramik karolar Astar	3-10 10 17-35+ 3-10	3.1-Yok 3.3 Yok 3.4
		2.Zemin Yüzeyleri	Zemin kaplamaları: Halı, halı karosu Vinil karo Vinil levha Çimento mozaiği Ahşap, masif Ahşap, lamine Epoksi Boya, Beton / ahşap Tupla/kiremit karosu Seramik karo Temeller, bordürler, süsler	11 10 15 35+ 20 12-15 17 5-7 60+ 20 15-20	3.1 3.1 3.1 Yok 3.1 3.1 3.1 3.1 Yok Yok 3.5

Bakım ve onarım kavramları çoğu kez birbirlerinin yerine ve eş anlamlı kullanılmaktadır. Gerçekte bakım ve onarım birbirlerinden farklı birbirlerini tamamlayan iki kavramdır. Bakım, onarım kavramını da içine alır ya da onarım, bakımın bir alt fonksiyonudur [13]. Buna dayanarak bakım ve onarım için aşağıdaki gibi farklı tanımlamalar yapılmaktadır.

2.2.1 Bakım Tanımı ve Süreci

Yüksek Mimar Sevinç İpekar'ın doktora tezindeki genel tanıma göre, "Bakım, canlı ya da cansız bütün varlıkların ve cisimlerin iyi durumlarının korunması ve devamının sağlanması ile ilgili faaliyetlerin sürekli olarak yerine getirilmesi işlemidir" [14]. Mimar Şadiye Topçu'nun yüksek lisans tezinde bakım tanımı, "Yapıyı kullanıma elverişli hale getirmek için yapılan işler" olarak anlatılmıştır. Bu tanımlardanda anlaşılacağı gibi, bakım devamlılık gerektirir ancak ülkemizde bu konuya gereken önem

verilmemektedir. Bu nedenle yapıların ömürleri kısalmakta ve eskime süresi hızlanmaktadır [7].

Devlet Binaları İşletme, Bakım, Onarım Yönetmeliği'nde, "Bakım; bu Yönetmelik kapsamına giren binaların, bina içinde veya dışında bina ile ilgili tesis ve donatımın temizliğinin, gerekli yağlama, boya, badana işlerinin yapılması, belirli aralıklarla kontrol edilmesi ve ufak onarımlarla hizmetin aksamasının önlenmesidir" şeklinde açıklanmıştır [8].

Bakım, binayı oluşturan mekan, altsistem, eleman ya da bileşenlerin ömrünü uzatmak ve işlevselliklerini sürdürebilmesini sağlamaya yönelik planlanmış, kapsamlı, sistematik ve önceden belirlenmiş zaman noktalarında, periyodik biçimde gerçekleştirilen faaliyetler dizisi olarak tanımlanmaktadır [16].

Bakım ve onarım faaliyetlerinin yerine getirilmesi çok eskilere dayanmaktadır. İnsanların sağlıklı yaşayabilmeleri için ellerini yıkamaları, dişlerini fırçalamaları, ağaçların budanması, makine teçhizatın verimli çalışabilmesi için belirlenen zaman dilimlerinde yıkanması temizlenmesi, oturduğumuz konutların boyanması, çeşitli yapı bileşenlerinin bakımı yapılan bakım işlerine örnek olarak gösterilebilir [17].

Bakım faaliyetlerinde esas amaç; süreli bakım etkinlikleri ile onarım işlerini minimumda tutmak olmalıdır [18]. Bunun yanı sıra bakım işleminin birçok farklı amaçları vardır. Bunlardan bazıları, yapının sistematik kontrolünü ve temizliğini sağlamak, yapının verimini arttırmak, yapının eskimesine ve yıpranmasına engel olmak, yapı donatılarının ve yapının yararlı ömürlerini uzatmak, yapıda oluşabilecek arıza ve aksaklıkları önceden tespit etmek, arıza ve onarımlara ayrılacak zamanı ve maliyeti azaltmak şeklinde açıklanabilir. Yapıya düzenli olarak bakım uygulandığında kullanım evresinde maksimum verim elde edilerek yapıda eskime ve yıpranma en aza iner ve fiziksel eskime gecikir [7]. Bu nedenle gerekli bakımın düzenli olarak, hangi periyotlarda yapılması gerektiği önemli bir konudur. Bunun için belli aralıklarla denetim yapılması gerekmektedir (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2 Örnek yapı ürünlerinin denetim aralıkları [12]

YAPI ÜRÜNLERİ	DENETİM ARALIĞI
Metal yapı duvar panelleri	5 yıl
Çelik pencereler	2 yıl
PVC pencereler	2 yıl
Alüminyum pencereler	3 yıl
Ahşap pencereler	Yıllık
Giydirme cepheler	Yıllık
Dış kapılar	6 ay
İç beton kagir duvarlar	3 yıl
Hareketli bölücüler	6 ay
İç camlar	3 yıl
Tavanlar	3 yıl
İç kapılar	Yıllık
Yangın söndürme sistemleri	5 yıl
İç boyalar	Yıllık
Vinil duvar kaplamaları	3 yıl
Seramikler	Yıllık
Zemin kaplamaları	2 yıl

Yapının bakım sürecinde ortaya çıkan sorunlar, tasarım evresinden, yapım evresinden ve kullanım evresinden kaynaklanabilmektedir. Tasarım evresinde verilen yanlış kararlar, yapı ürünlerinin yanlış seçimi, iç ve dış öğelerin yanlış detaylandırılması gibi hatalar bakım maliyetini arttırır. Bu nedenle tasarım aşamasında yapının bakım süreci ve ihtiyacı da göz önünde bulundurularak kararlar alınmalıdır. Yapım evresinde hatalı uygulamalar, kötü işçilik, kalitesiz ürün seçimi, detay projelerinin birebir uygulanmaması ve denetim eksikliği gibi nedenlerden dolayı bakım ihtiyacı artabilmektedir. Yapım evresinde alınacak doğru kararlar ve etkin denetleme ile bakım maliyeti azaltılabilir. Kullanım evresi, bakım kavramının ortaya çıktığı evre olduğundan, tasarım ve yapım evresinde yapılan yanlışlara hatalı kullanım da eklenerek, bakım işleminin kapsamını genişletir. Kullanıcıların yapıyı iyi kullanmamaları, yapının yararlı ömrünün tükenmesi gibi nedenler kullanım kaynaklı olarak bakım giderlerini arttırır [7].

Bakım ihtiyacını etkileyen unsurlar arasında tasarım, yapım ve kullanıcı evreleri dışında, iklim, konum, coğrafya gibi müdahale edilemez ve değiştirilemez şartlarda vardır [6].

2.2.2 Onarım Tanımı ve Süreci

Devlet Binaları İşletme, Bakım, Onarım Yönetmeliği'ne göre, "Onarım bu Yönetmelik kapsamına giren binaların, bina içinde veya dışında bina ile ilgili tesis ve donatımın en az kanuni kullanma süreleri içinde hizmete hazır bulundurulmaları amacı ile yapılan inceleme sonunda gerekliliği ortaya çıkan yenileme, düzeltme ve değişiklik yapma işleridir" [15].

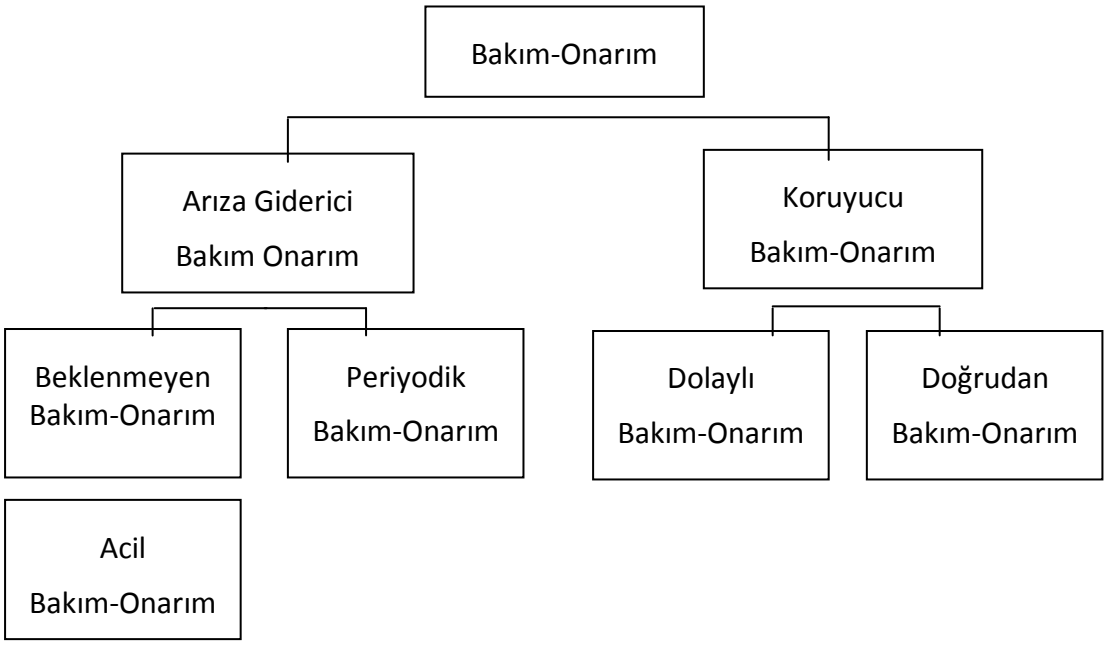
Onarım kavramının tanımı genel anlamda, ne zaman, nasıl ve nerede ortaya çıkacağı, daha önceden kestirilmeyen arıza durumlarının giderilmesi için yapılan işlemler olarak tanımlanabilir [17]. Yapı bazında bakıldığında, binayı oluşturan mekan, alt sistem, eleman ya da bileşenler ölçeğinde uzun süreli ya da anlık etkiler sonucunda ve beklenmedik biçimde ortaya çıkan işlevsel bozukluklarının giderilmesine ve eski haline döndürülmesine yönelik, çoklukla bütünü kapsamayan, noktasal ya da sınırlı nitelikteki düzeltme faaliyetleri dizisi olarak tanımlanmaktadır [16].

2.3 Bakım-Onarım'ın Sınıflandırılması ve Planlanması

Bakım-onarım kavramının sınıflandırılması kaynaklarda genel olarak, koruyucu bakım-onarım ve arıza giderici bakım-onarım, şeklinde görülmektedir. Pamir 1988 yılında yazmış olduğu tezinde bakım onarımı Şekil 2.2'deki gibi sınıflandırmış olup aşağıdaki tanımlamaları yapmıştır.

- Koruyucu bakım-onarım herhangi bir nesnenin kabul edilebilir bir durumda olamama olasılığını azaltmaya yönelik olarak, önceden belirlenmiş zaman aralıklarıyla veya yine önceden belirlenmiş bazı ölçütlere göre yürütülen bakım-onarım faaliyetleridir.

- Arıza giderici bakım-onarım kabul edilebilir durumda olmaktan çıkmış bir nesnenin önceki haline döndürülmesi için yapılan bakım-onarımdır [19].



Şekil 2.2 Bakım-Onarımın sınıflandırılması [19]

Aktepe ise 2002 yılında yazmış olduğu ‘’Toplam Verimli Bakım Planlaması ve Bir Uygulaması’’adlı yüksek lisans tezinde bakımı;

- Arıza oluştuğu zaman yapılan bakım
- Periyodik koruyucu bakım
- Makine/ürün performansına dayalı bakım olarak sınıflandırmaktadır [20].

Bakım ihtiyacı, uzun vadede bir bakım planı ihtiyacını doğurur. Bakım planını ortaya koymadan önce, neyi elde etmeye çalıştığımıza karar vermemiz gerekmektedir. Amaç iyi tanımlanamamışsa, istenilen son noktaya veya konuma ulaşmak için yol çizmek zor olacaktır. Çakışan talepler, çoklu hedeflerle sonuçlanan, en iyi devamın nasıl sağlanacağına dair fikirler genellikle vardır. Duruma bağlı olarak planların değişebileceğini kabul etmek ve sorunları erkenden çözmeyi denemek, kolay olmasa da iyi bir yöntemdir [21].

Strateji kelimesi, Oxford İngilizce Sözlüğü’ne göre, “Uzun vadeli bir amaca ulaşmak için tasarlanmış bir plandır”. Türkçe Sözlük’e göre, “Önceden belirlenen bir amaca ulaşmak için tutulan yol ve uygulamaların tümü, izlem” anlamındadır. Stratejiyi geliştirmek üst düzey bir faaliyettir. Bu nadiren yapılan bir işlemdir. Özellikle değişen koşullar doğrultusunda, zaman zaman gözden geçirilip yenilenebilir. Oxford İngilizce

Sözlüğü'nün strateji tanımını ele alırsak, gelişimine katkısı gereken bazı bileşenleri anlayabiliriz:

- Bir amaç belirlenmesi;
- Uzun vadede odaklanma;
- Bir tasarım süreci;
- Başarı sağlayacak araçların değerlendirilmesi;
- Bir planı ortaya çıkarma [21].

Mevcut bir stratejisi olan yerlerde, süreç çok az bir değişim gösterebilir:

- Koşullar doğrultusunda amacın yeniden değerlendirilmesi;
- Uzun vadede odaklanma;
- Sürecin gözden geçirilmesi ve yeniden tasarlanması;
- Mevcut stratejinin tesliminden itibaren verimliliğinin değerlendirilmesi; zayıflığı ortadan kaldırmak veya aşmak için, yapının mukavemetini değiştirme süreci;
- Değişiklik veya ekleme veya genişletme veya mevcut planın değiştirilmesi [21].

Bakım planına neden sahip olunmalı sorusuna cevap olarak, organizasyonun stratejisini hayata geçirebilmek için bu planın gerekli olduğu şeklinde cevaplanabilir. Yetersiz bina bakımı, amaçlarını yerine getirirken düzenlemelere engel olacaktır. Bakımsız bir bina, sadece içinde yürütülecek bazı işlemlerin sağlanması için yeterli olabilir.

"Başarısız planlama, planlı başarısızlık" sözü, bir yerin bakım planına sahip olmasının ne kadar önemli olduğunu söylemenin bir yoludur.

Bir plan hazırlama eylemi, bina onarımı ve bakımı için gerekli olan çalışmaları tanımlanmasını ve yürütülmesini daha olası kılar. Planı hazırlamak için, ilgili tüm unsurlar dikkate alınarak yapılan tutarlı değerlendirmelere gereksinim vardır. Bu uzmanlık gerektiren bir faaliyettir.

Bir bakım planının hazırlanması, kısa vadede ortaya çıkabilecek sorunlara odaklanarak yapıldığında, ileriye dönük riskleri azaltır. Belki bakım planı nedeniyle daha acil bir odak geliştirilmesi olumsuz bir durum yaratacaktır. Burada geride durmaya, uzun süreli 5-10 yıllık bir uygulamaya gereksinim vardır. Bu esasa göre toplanan veriler, uzun süreli

gereksinmeler ışığında çalışmaları yürütmek üzere “yama ve tamir”in faydalı olmayacağını önermektedir. Bu bakımdan, binaya uzun vadede katkı sağlayacak organizasyonun stratejik gereksinimleri çok değerlidir [21].

Bir bakım planı; gereksinim duyulan veya önerilen, ait olduğu dönem boyunca söz konusu binaların üzerinde yapılacak olan çalışmaların tümünü içermelidir. Bakım planı neyi içerip, neyi içermediğini ve uygulanabilirliği konusundaki sınırlamaları ortaya koymalıdır. Bazı bakım aktiviteleri 5-10 yıl için planlanır, dolayısıyla söz konusu bileşenlerin koşulu öngörülenden daha hızlı veya daha az hızlı bozulabilme şartı ile etiketlenmesi gerekebilir. Binanın geleceğinin uzun dönem öngörüsü, aktivite artık uygun hale geldiğinde, zamanla değişebilir [21].

Her binanın her yerinde milimetrik inceleme yapmaya gerek olmayabilir, yeterli örneklemelerle durum tespiti yapılabilir. Örneğin, Londra’nın bir ilçesinde 10 yıllık onarım ve iyileştirme programı hazırlamak için araştırmalar yapılırken, bu araştırmalarda benzer tasarımlı evlerin durumlarındaki önemli farklılıklar belirlenmiştir. Araştırmaların yerleşim alanında yer alması, binayı oluşturan parçaları yerinde görmek, dokunmak hatta bazen dinlemek gerekmektedir.

Bir yapıda, bakım planında olası durumu belirtilenleri, örnekleme yöntemi kullanılarak araştırılabilir. Bu, belirli bir sorun belirlendikten sonra, benzer hataların gözden kaçmış olabileceğinin farkında olarak, sorunun boyutlarını değerlendirmek amacıyla binanın parçalarının yeniden gözden geçirilmesini gerektirebilir. Benzer konumlarda tekrarlayan başarısızlığın kalıp olma eğilimi vardır. Sorun yaratma eğilimi olan alanlardan bazıları şunlardır:

- Öğelerin bir araya geldiği yer;
- Sıra dışı tasarım detayları ve malzeme kullanımları;
- Korunmasız alanlar;
- Farklı türlerde boşluklar;
- Eğimli parseldeki binalar.

Denetimin özellikle önemli olduğu başlıca yerler aşağıdakileri içerir;

- Saçak kesişimi;

- Sağlam dış duvarlar;
- Pencere başlıkları, eşikleri;
- Toprak seviyesinde, altında veya yakınında ki katlar;
- Ara ahşap zeminler / duvar bağlantıları;
- Bacalar, baca etekleri;
- Çatı kaplamaları [21].

Özellikler yöntemli olarak denetlenmelidir; dıştan çatılar üzerinden başlayarak, bacalar ve çatı strüktürü, asansör motor odaları ve binalarda aşağı doğru çalışılması ve her yükseklikte gözlem yapılması gibi. Tüm dış duvarları böylece bütün pencereleri birlikte değerlendirmek mantıklı olabilir; eğer parmaklık ve erişim sorunları gibi nedenlerle dış çevresinde hareket etmek kolay değilse yükseklik ile araştırmak ve yüksekliği kaydetmek mantıklı olabilir.

Binaların; kaç gün, hafta, yıl, ne aralıklarla bakımının yapılması gerektiği belirlenmelidir. Denetim özellikle günün erken ya da geç saatlerinde yapılmamalıdır; sadece ışık, gözlem kalitesini engelleyeceğinden iyi sonuç vermeyebilir. Denetimin birçok yapıya genişletildiği yerde, denetim süresini 6 ay ile sınırlandırılıp tedbirli davranılır. Bazen 10 yıllık planlamaya gereksinim duyulabilir; ileriye bakıp öngörüde bulunmak belirsizliği uzatacağından, bu durum göz önünde bulundurulduğu sürece, ileriye yönelik planlama yapmak mantıklı olur. Bu, güncel gelişme ve değişen öncelikler karşısında planlamanın ayarlanması için 5 yıllık aralıklarla yapılan anketlerle ve yıllık ara değerlendirmelerle yürütülmesi mantıklı olur. Anketlerin düzenlenmesi önemli bir veritabanı oluşturulacak ise, ciddi değer katacak olan şey, bilgilerin ne kadarının kullanılabileceği ve ne sıklıkla güncelleneceğine bağlıdır. Çok az ya da hiç değeri olmayan bilgileri toplamak ve depolamak değerli değildir [21].

Bakım çalışması yürütme şekli de dikkate değerdir. Örneğin, birçok elektrik geliştirme projesini 2 yıllık süreçlerle yürütmek mantıklıdır, bir sonraki sene hiçbir işlem yapılmazken sonraki sene mevcut programa geri dönülür. Bakım planının yapılması ve yöntemsel planlama önemlidir ve verimlilik konusunda geri dönüş yapacaktır [21].

İngiltere'de bakım planının tasarımında; başlangıç noktası, durum araştırmasıdır. Veriler bir araya getirilmeli, incelenmeli ve değerlendirilmelidir. Örneğin bir konut veya binalar için:

1. Toplam ve bileşen başına düşen tamir ve değişim yüzdesi ve toplamı, yıl başına ve toplam analiz.
2. Uygulanan maliyetler: bileşen başına ve toplam.
3. Ara ilişkileri değerlendirmek.
4. İşin uygun paketlerini tespit etmek.
5. Mümkünse işin sorunsuz akışını sağlamak.
6. Çalışma için ileriye yönelik araştırmalarda ortaya çıkan akılcı ödenekler yapmak.
7. İlgili hissedarlara danışmak.
8. Gözden geçirmek ve planı revize etmek.
9. Yayımlamak ve uygulama aşamasına geçmek gerekir [21].

İngiltere'de geçerli bu organizasyon şeması ülkemiz için geçerli değildir. Ancak ülkemizde de bakım planının hazırlanması için, uzman kişilerin bir sistematik içinde çalışması ve çalışma adımlarının belirlenmesi gerekmektedir.

Bakım planının hazırlanmasında ve onaylanmasında dâhil olması gereken kişilerin belirlenmesi, bu stratejinin belirlenmesi noktasında organizasyon görevlilerinin ve danışma kurulunun tavsiyeleri ile hedefleri doğrultusunda karar alınmasıyla başlar. Bu noktadan itibaren büyük ihtimalle tesis yöneticisinin veya bakım yöneticisinin sorumluluğunda bakım planı oluşturmak için eğitim sürecinde olacaktır. Genellikle, herhangi bir aktivitenin herhangi bir sistematik incelemesi, daha önce hayal edilenden daha fazla yapılacak iş tanımlayacaktır. Aynı zamanda, daha profesyonel perspektif uygulamasıyla, daha etkili işlemler ve daha iyi performans için fırsatlar belirleneceği umulmaktadır.

Tesis müdürleri veya bakım yöneticileri egzersiz için kısa ve öz bir geliştirmeye gereksinim duyacaktır. Bu gereksinim şunları içermektedir:

- Egzersizin nesnel bir açıklaması, örneğin yapıları kapsayan 5 yıllık bir bakım planı,
- Yapılar ve yerler hakkında kısa açıklamalar,
- Beklenen detayların düzeyi,

- Projenin başlangıç ve bitiş tarihleri,
- Erişim düzenlemeleri,
- Proje lideri dahil personeli niteliği / deneyimi,
- İrtibat düzenlemeleri,
- Kuruluşun genel stratejik hedeflerini not olarak eklemek gerekir [21].

Yukarıda belirtilen gereksinim adımları İngiltere için geçerli olmakla birlikte, ülkemizde de çalışma adımları olarak kullanılabilir. Bütün bu adımlar, ülkemizde bakım planlaması hazırlanırken yol gösterici olarak kullanılabilir ve ya gerekli durumlarda revize edilerek uygulanabilir.

Bakım-onarım işlerinin azaltılması, bakım aralıklarının artması, bakım maliyetinin azalması için günümüzde farklı teknolojilerde yapı ürünleri üretilmektedir. Bu teknolojilerin başında gelen nanoteknoloji ile yapı ürünlerine kazandırılan kendi kendini temizleme özelliğinin bakım-onarım sürecine olumlu etki yapması beklenmektedir.

Bu çalışma kapsamında; hava kirliliğinin olumsuz etkilerinin en fazla görüldüğü cephelerde kullanılan yapı ürünlerinden beton, boya, cam ve seramik ile ilgili araştırma yapılmıştır. Kirliliğe doğrudan maruz kalan bu ürünler, sık aralıklarla bakım ve temizlik ihtiyacı duymaktadır. Bu durumu azaltmak için geliştirilen kendi kendini temizleme özelliği gösteren ürünlerin nasıl temiz kaldığı ve bakım ihtiyacı incelenmiştir.

BÖLÜM 3

CEPHELERDE KULLANILAN YAPI ÜRÜNLERİ ve GELENEKSEL BAKIM SÜREÇLERİ

Hava kirliliği, yapı ürünlerinin bakım ve temizlik ihtiyacını etkilemektedir. Kirliliğin etkilerinin en fazla görüldüğü cephelerde kullanılan yapı ürünlerinden beton, boya, cam ve seramik ele alınmıştır. Bu ürünlerin geleneksel olarak tanımlanan, süregelen ve uygulanmaya devam eden bakım süreçleri incelenmiştir.

3.1 Beton ve Geleneksel Bakım Süreci

Beton, iç ve dış etkiler (fiziksel, mekanik, kimyasal ve biyolojik) sonucu bozulmaya uğrar. Bu etkiler; aşırı yükleme, darbe etkisi, ıslanma-kuruma, donma-çözülme, erozyon, yüksek sıcaklıklar, sıcaklık farkları gibi fiziksel ve mekanik etkenler, karbonatlaşma, sülfat etkisi, çimento bileşenleri ile reaksiyonu, biyolojik oluşumlar ile kimyasal ve biyolojik etkenler sonucu görülür.

Beton sınıfı seçimi, yapının servis ömrü boyunca maruz kalacağı etkiler ile yapısal ihtiyaçları göz önüne alınarak yapılmalıdır. Bu doğrultuda doğru karar verilmesi betonun eskime ve bozulma sürecini geciktirir. Bunun yanı sıra, çevre etki sınıfı belirlenerek, yapı bileşenlerinin maruz kalacağı etkiler göz ardı edilmemeli, projelendirme ve ürün seçimi bu doğrultuda yapılmalıdır [22] .

Betonun bakımı, betonunun onarımı ile ilişkili masrafları azaltabilmektedir. Bu nedenle onarımı gerektirecek durumları engellemek en iyi çözümlerden biridir. Düzenli bakım,

masraflı ve zaman alıcı iyileştirme ve onarım gereksinimini önleyebilir ya da en azından erteleyebilir. Tipik bakım pahalı olabilir, ama büyük onarımdan daha az maliyetlidir.

Yaygın kullanılan betondaki lekeler, bir sorunun işareti olabilir. Beton gözenekli ve emici ise, betona işleyebilirler. Demir pası, yağ, makine yağı, kir, küf, toz, is gibi birçok farklı leke türü vardır. Tüm lekeler aynı şekilde çıkarılamaz. Leke çıkarma yöntemleri değişebilir. Temizleme yöntemi ele alınan kirin türüne göre belirlenir. En iyi sonuç, leke biliniyorsa elde edilir. Ancak lekeyi tanımlamak mümkün değilse, farklı temizleme seçenekleri denenebilir. Temizleyici bileşenleri, lekeli betonun küçük bir bölümü üzerinde test edilmelidir [23].

Leke çıkarma çeşitli yöntemlerle gerçekleştirilebilir. Fırçalama ve yıkama leke ile mücadelede genellikle kullanılan yöntemlerdir. Buharla temizlik, sıklıkla daha inatçı lekeleri çıkarmak için kullanılır. İlave temizlik seçenekleri, su püskürtme, raspalama, alev temizliği, mekanik temizlik ve kimyasal temizlik içerir. Her yöntemin kendi artı ve eksileri vardır. Beton için temizliğin detayları, ele alınan lekenin türüne bağlı olarak değişmektedir. Öncelikle lekenin türü bilinmelidir, zor kir lekeleri ile karşılaşıldığında 19 ölçü suya 1 ölçü hidroklorik asit solüsyonu uygulayarak kir çıkarılabilir. Buharla temizlik de tercih edilebilir ancak o daha pahalı bir yöntemdir. Kil yoğunluklu kir, sodyum ortofosfat içeren sıcak su ile fırçalanarak çıkarılabilir [23].

3.2 Boya ve Geleneksel Bakım Süreci

Boya, koruyucu ve dekoratif amaçlarla çeşitli yüzeylere uygulanabilen kimyasal bir maddedir. Dış yüzey boya uygulaması, uygulama yapılacak yüzeyin hazırlanması ile başlar. Yüzey hazırlanırken fırça ile temizlenebilir veya yüzeyindeki gevşek maddeler hafifçe temizlenebilir. Eski yüzeylerde ise biriken kirliliğin yıkanarak temizlenmesi ve kurutulması gerekir. Çatlak veya kusurlu yüzeylerde dolgu maddesi ile doldurulur. Hava koşulları uygun olduğunda fırça, rulo veya püskürtme yöntemiyle boya uygulaması yapılır. Isı, güneş ışınları, rüzgar, hava kirliliği boyayı etkileyen faktörlerdir. Hava kirliliğinin olumsuz etkileri sonucu dış yüzeylerde kirlenme görülür.

Kirliliğin artması ile karbondioksit, karbonmonoksit, kükürtdioksit gibi kirletici maddelerin havaya karışarak atmosferin kirlenmesine olur. Yağışlarla birlikte asitlere

dönüşen bu zararlı ve kirletici maddelerin yapı ürünleri, sıva ve boyalar üzerinde bozucu ve renk değişimi gibi olumsuz etkileri vardır [24].

Yapı cephelerinde kullanılan dış mekan boyaları, çevresel faktörlerden fazlasıyla etkilendiği için, içinde bulunduğu koşullar bakım süreci için oldukça önemlidir. Düzenli temizlik, dış cephe boyasının bakımı için en önemli yoldur. Bunun yanı sıra astarlama ve gerekli alanlarda boyanın rötuşlanması, cephenin tamamıyla boyanması için gerekli süreyi uzatmaktadır. A firması Teknik Servis Eğitim Sorumlusu Metin TAŞDEMİR'den alınan bilgilere göre, dış cephe boyaları için 5 yıl garanti verilmektedir. 5 yıldan sonra renklerde solma, dış cephe boyasında çatlamalar ve yıpranma görülebileceği belirtilmiştir.

3.3 Cam ve Geleneksel Bakım Süreci

Cam malzeme kullanımı cam teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak ülkemizde yoğun olarak artmaktadır. Bunun yanı sıra giydirme cephelerde cam bileşenlerinin kullanımında da artış görülmektedir [25].

Cephelerde cam seçimi yaparken, camın ısı yalıtımı, ses geçirgenliği, ışık geçirgenliği, renk ve ışık yansıtma özellikleri, statik dayanımı, yangın dayanımı ve güvenlik kriterleri değerlendirilerek seçim yapılması oldukça önemlidir. Bu kriterler, binanın bulunduğu bölgenin gürültü düzeyi, iklim koşulları ve yönlenmesi ile birlikte düşünülerek ve değerlendirilerek cam seçimi yapılmalıdır. Yanlış cam seçimi kullanıcıların direk güneş ışığı ile karşı karşıya kalmalarına, mekan içi yetersiz aydınlatmaya, iç mekanlarda istenen ısıl konfor koşullarının sağlanamamasına ve daha fazla enerji tüketilmesine neden olacaktır.

Uygun cam türlerinin seçilmesi ve doğru detayları ile uygulanması sonucu, binalarda optimum konfor koşulları sağlanacak, tüketilen enerji miktarı azalacak, enerji tüketiminin azalması sayesinde gerek kullanıcıların, gerekse ülke ekonomisine katkı sağlanacaktır. Ayrıca, tüketilen enerjinin azaltılması ile yakıtların atmosfere verdikleri zararlı gazlar ve dolayısıyla çevre kirliliği azalacaktır [26].

Cam, yapı ürünü olarak cephelerde kullanıldığında bakım ve temizlik ihtiyacı en fazla olan yapı ürünlerinden biridir. Cephelerde tercih edilen camın temizliği, düzenli bakımın bir parçası olmalıdır. Bu camın netliği ve performansını koruması açısından

oldukça önemlidir. Bunun yanı sıra, cam yüzeyinde oluşan kir ve lekeler mümkün olduğunca kısa sürede çıkartılmalıdır. Yanlış temizlik uygulamaları cam yüzeyine zarar verebilmektedir. Temizleme sıklığı çevresel şartlara göre değişebilmektedir. Kırsal alanlarda temizlik aralığı 6 ayı geçmemelidir. Sahil ve kıyı kesimlerinde bu süre 3 ayı geçmemelidir. Atmosferik kirliliğin ve kir birikiminin fazla olduğu kötü koşullar altında ise aylık temizlik tavsiye edilmektedir. Pencere camlarında çatlak varsa bakımı sırasında değiştirilmelidir. Yalıtımlı camlarda, cam paneller arasında nem varsa cam değiştirilmelidir [12].

3.4 Seramik ve Geleneksel Bakım Süreci

Yaşam alanlarında bulunan ve yapı ürünü olarak cephelerde de kullanılan seramik kaplamalar, geçen zaman içerisinde aşınır, matlaşır ve üzerinde oluşan gözenekler bakterilerin üremesine uygun koşullar yaratmaktadır. Karo seramiklerin denetimi yıllık yapılmalı ve bakımı şu şekilde sürdürülmelidir:

- Yapıştırma harcı temizlenmeli ve her beş yılda bir yeniden mühürlenmelidir.
- Çatlak, kırık ya da eksik karolar değiştirilmeli olası su sorunlarını önlemek için değiştirilmelidir [12].

Seramik değiştirilirken, değiştirilmek istenen zarar görmüş karonun etrafındaki sıva temizlenmelidir. Seramikler arasındaki bağlayıcı harç ve mühür zemini, nihayetinde seramikleri gevşetebilecek ve alt tabakaya zarar verebilecek olan altındaki nemden korumaktadır [12].

Seramiklerin düzenli olarak yapılacak temizliğin sıklığı, karonun uygulandığı yerdeki kirlenme potansiyeline ve karonun yüzey özelliğine bağlı olarak, haftalık, günlük veya günde birkaç kez olacak şekilde değişebilmektedir. Seramik karolar düzenli olarak vakumlama yöntemiyle ve suyla yıkanarak temizlenmelidir. Ayrıca kirlilik miktarına bağlı olarak temizlik deterjanları da kullanılabilir. Suyla temizlik yapıldığında, yüzeyde kalan kirli su, temiz su kullanılarak durulanmalıdır. Bu işlem, karolar kuruduğunda yüzeyde kalabilecek kirliliği önleyecektir. Ayrıca, karo yüzeyleri, temiz bir kuru bez kullanılarak da silinebilir.

Büyük ölçekli alanlar döner, silindirik fırçalı makinelerle temizlenebilir. Bu tip makinalar, uygun hızda, su deterjan karışımının yüzeye işlemesi sağlanmalıdır. Daha sonra temiz su kullanarak durulama tamamlanmalıdır.

Zaman zaman, yabancı maddeler karo yüzeyinde leke bırakabilir. Böyle durumlarda lekenin özelliğine göre uygun bir temizleyici kullanılarak temizlenmelidir. Hassas yüzeyli karolar (metalik yüzey gibi) temizlenirken, yalnızca su ve nötr deterjanlar kullanılmalı ve temizlik öncesi kimyasalın yüzeye etkisi küçük bir alanda denenmelidir [27].

BÖLÜM 4

CEPHELERDE KULLANILAN YAPI ÜRÜNLERİ ve KENDİ KENDİNİ TEMİZLEME ÖZELLİĞİ

Endüstriyel kirlilik ve atmosferin her geçen gün biraz daha kirlenmesi yeni teknolojiler üreterek, sürekli ve aktif temizliği zorunlu bir gereksinim haline getirmiştir. Ancak temizlik yöntemleri ve ürünleri çevreye daha fazla zarar vermektedir. Bu nedenle nano teknoloji kullanılarak yapı ürünlerine kendi kendini temizleme özelliği kazandırılması araştırılmıştır.

Kentlerdeki hava kirliliği ile mücadelede katalitik konverterlerden, olasılık yakıtlara dek çok sayıda önlemin yanı sıra şimdi "akıllı inşaat ürünleri" nden yararlanma yoluna gidilmektedir. Bugün kendi kendini temizleyen pencere ve banyo seramiklerinde kullanılan nanoteknolojiden yararlanan bilim adamları, binaları nano ürünlerle boyayıp, kirlilik yaratan unsurların güneşe ve yağmura maruz kaldıklarında parçalanarak yok olmalarını sağlamaya çalışmaktadırlar [28]. Bu tür kaplamalar Avrupa cam pazarında 2001 yılından beri kullanılmaktadır [29]. Dünyada bu ürünlerin kullanıldığı binlerce örnek vardır. Türkiye'de bilinen örnek yapı olmamakla birlikte nanoteknolojik yapı ürünleri üreten firmalar olduğu bilinmektedir. Bu ürünler Avrupa ve dünyadaki ilkler arasında yer almaktadır. Boya ve kaplamaların fotokatalitik özellikleri uzun süreli testlerle olduğu gibi bazı kimyasalların (metilen mavisi, rhodamine B gibi) yüzeye tatbikinden sonra parçalanması ile gözlenebilmektedir. Ürün geliştirilirken pek çok kimyasal kirlilik ve değişik UV ışık kaynakları kullanılarak uygun değerlere sahip yapı

oluşturulmuştur. Dünya'da henüz standart bir test metodu belirlenmemiştir. Ancak bu konuda yoğun çalışmalar devam etmektedir.

Nano terimi "cüce" kelimesine karşılık olarak Yunanca'dan türetilmiştir. "Nano" sözcüğü, herhangi bir fiziksel büyüklüğün bir milyarda biri anlamına gelir. Metre gibi bir ölçü birimi olarak kullanılır ve 10^{-9} metre olarak da gösterilebilir [30]. İnsan saç telinin çapının yaklaşık 100.000 nanometre olduğu düşünülürse ne kadar küçük bir ölçekten bahsedildiği daha rahat anlaşılmaktadır. Bir başka deyişle, bir nanometre içine yan yana ancak 2-3 atom dizilebilir; yaklaşık 100-1000 atom bir araya gelerek nano ölçeklerde bir nesneyi oluşturur [31].

Ayşegül Tepe'nin doktora tezine göre, "Nanoteknoloji, fizik, kimya, biyoloji gibi fen bilimleri dallarıyla, elektronik, endüstri, mekanik, uzay, bilgisayar, insaat, malzeme gibi birçok mühendislik dallarını birlestiren, tüm disiplinleri kendi alanlarında moleküler düzeyde düsünmeye, tanıyıp anlamaya, tasarlamaya ve bunları ürüne dönüştürmeye yönlendiren disiplinler arası bir bilim dalıdır" [32].

Başka şekilde tanımlamak gerekirse, "Maddeler üzerinde 100 nm ölçeğinden küçük boyutlarda gerçekleştirilen işleme, ölçüm, modelleme ve düzenleme gibi çalışmalar nano-teknoloji çalışmaları olarak nitelenir" [33].

Nanoteknoloji kelimesini ilk defa kullanan Tokyo Bilim Üniversitesi'nden Norio Taniguchi olmuştur. 1974'de yayınlanan bir makalede Taniguchi'nin tanımı şöyledir: "'Nano-teknoloji' genel olarak malzemelerin atom atom ya da molekül molekül işlenmesi, ayrılması, birleştirilmesi ve bozulmasıdır." Nanoteknoloji kelimesinin ortaya çıkmasından önce, fikir olarak dile getirilmiştir. Bunlardan en erkeni Richard Feynman'ın "Aşağıda Daha Çok Yer Var" adlı konuşmasıdır. Feynman bu konuşmasında atomların ve moleküllerin kontrol edilebileceğinden, bunu yapabilmek için de yeni aletlere gereksinim olduğundan bahsetmiştir [30].

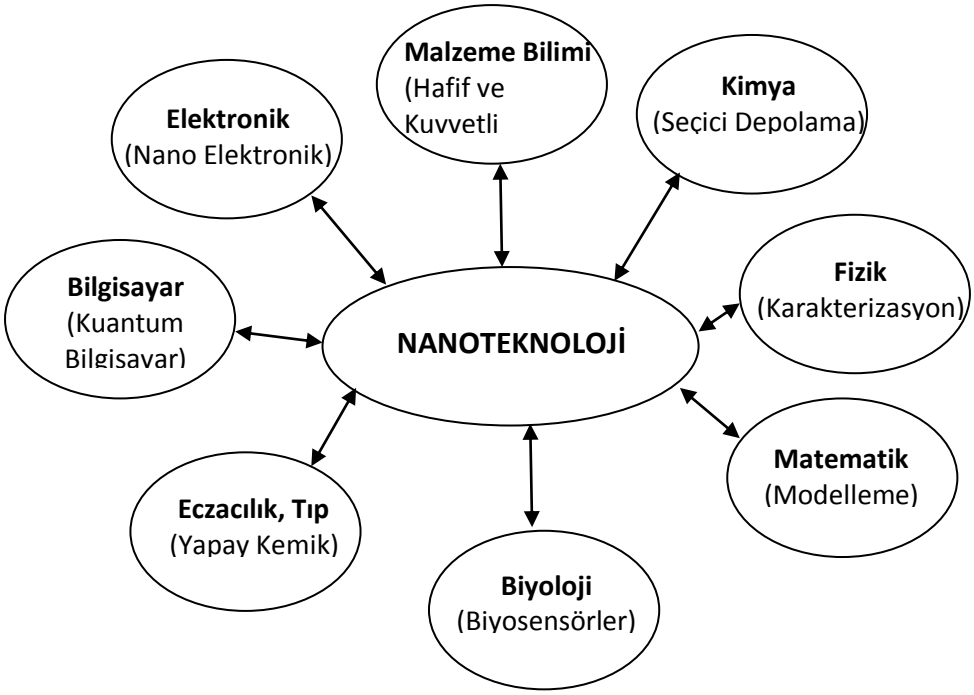
Nanoteknolojiyi bu kadar ilginç kılan unsur, ürünlerin nano-boyutta makro dünyadan farklı davranmasıdır. Külçe şeklindeki altın başka maddelerle reaksiyona girmek istemezken, nanoboyuttaki altında bu durumun tam tersi gözlemlenmektedir. Kuantum etkileri yüzünden maddeler, nanoboyutta farklı özellikler göstermektedir. Bu özellik yüzünden, bilim adamları ürünlerin nanoboyuttaki hallerini araştırıp, sorunlara

çözüm bulmaya çalışmaktadırlar. Nanoteknoloji sayesinde 1 ile 100 nm ölçeklerindeki yapıların sistemleri anlaşılır hale gelmiştir. Artık bu sistemlerin kontrolünün mümkün olmasının yanı sıra üzerinde çalışılıp işlenerek yeni teknolojik nano ölçekte aygıtlar, ürünler ve sistemler üretilerek günlük hayatta kullanılır hale gelmiştir [32]. Nanoteknolojinin amaçları, nanometre ölçekli yapıların analizi, nanometre boyutunda yapıların fiziksel özelliklerinin anlaşılması, nanometre ölçeğinde üretim yapılması, nano ölçekli ve/veya duyarlı cihazların geliştirilmesi, uygun yöntemler bulunarak nano ölçekle ve makro ölçek arasındaki bağın kurulmasıdır [34].

Nanoteknolojinin önemi, atomlar ve moleküller seviyesinde (1-100 nm boyut ölçeğinde) çalışarak, yapıların özelliklerinin geliştirilmesine ya da yeni özellikler kazanmasına olanak tanımasından kaynaklanmaktadır. Teknik açıdan açıklamak gerekirse ürün özellikleri ve cihazların çalışma prensipleri, genel olarak 100 nm'den büyük boyutları temel alarak yapılan varsayımların sonucunda ortaya çıkarılmış geleneksel modelleme ve teorilere dayanmaktadır. Kritik uzunluklar 100 nm'nin altına indiğinde geleneksel teori ve modeller, ortaya çıkan özellikleri açıklamakta çoğu zaman yetersiz kaldığından bu noktadan itibaren nanoteknolojiden faydalanılmaktadır [35].

Nanoteknoloji yaygın olarak kullanılmaya başlandığında, her sektörde ve toplumun her alanında önemli bir yere sahip olacağı düşünülmektedir. Nanoteknoloji sayesinde daha sağlam, daha dayanıklı, daha temiz, güvenli ve akıllı ürünlerin evde, iletişimde, tıpta, ulaşımda, tarım ve endüstrinin her alanında kullanılabilmesi beklenmektedir. Nanoteknolojinin önemli yanlarından biri de sadece daha iyi ürünler değil, aynı zamanda daha gelişmiş üretim araçları sunmasıdır. Nanoteknolojinin; daha hızlı, düşük maliyetli ve temiz üretim sistemi oluşturacağı düşünülmektedir. Nanoteknoloji sayesinde sanayide, bilişim teknolojilerinde, sağlık sektöründe ve daha birçok alanda yeni ürünler geliştirilebilirken, günümüzün üretim süreçleri ve yöntemleri değişebilir. Bu teknolojiye yatırım yapılan ülkelerde yeni ekonomik değerlerin yaratılması ve toplumların yaşam kalitesinin artması beklenmektedir (Şekil 4.1) [36].

Ancak nanoteknoloji ile üretilen ürünlerin uzun vadede çevreye ve insan sağlığına olumlu yada olumsuz etkileri bilinmemekte, bu konuda çalışmalar yapılmaktadır.



Şekil 4.1. Nanoteknolojinin kullanım alanları [37]

4.1 Nanoteknolojinin Yapı Ürünlerinde Kullanımı

Nanoteknoloji özellikle 1990'ların sonlarından itibaren farkına varılan ve son 10 yıllık süreçte birçok farklı sektörde kullanılmaya başlanan bir teknolojidir. Nanoteknolojinin endüstriyel ürün pazarında hızlı büyüme ve gelişme potansiyeli, son 10 yıllık dönemde ABD, Çin, Japonya, Güney Kore, Almanya, İngiltere gibi birçok ülkenin bu alana özel planlamalar ve yatırımlar yapmasına neden olmuştur. İhtiyaç duyulan insan gücünün yetiştirilmesi, üniversitelerdeki nanoteknoloji araştırmalarının sanayi tarafından desteklenmesi ve ticarileştirilmesi, araştırmaların finanse edilmesi ve yatırım yapılacak alanların belirlenmesi için, söz konusu ülkelerin tümünde ulusal nanoteknoloji politikaları ve stratejileri belirlenmiştir. Ülkemizde ise nanoteknoloji, TÜBİTAK tarafından hazırlanan ve 2006 yılında tamamlanan Vizyon 2023 Projesi'nde kapsamlı olarak ele alınmış ve öncelikli alan olarak belirlenmiştir. Son yıllarda da Devlet Planlama Teşkilatı aracılığıyla özellikle Bilkent Üniversitesi, Sabancı Üniversitesi, Koç Üniversitesi, ODTÜ, İTÜ gibi üniversitelere yapılan araştırma merkezi altyapı desteklerinin hızlı bir şekilde arttığı görülmektedir. Gerekli insan kaynağının yetiştirilmesi amacıyla farklı üniversitelerde nanoteknoloji eğitim içerikleri oluşturulmaktadır. Nanoteknoloji

alanında üniversitelerde yapılan çalışmaların ve bilimsel yayınların sayısı da son yıllarda hızlı bir şekilde artmaktadır [38].

Nanoteknoloji, diğer bütün sektörlerde olduğu gibi yapı sektöründe de etkisini her geçen gün arttırmaktadır. Ancak günümüzde nanoteknoloji ile üretilen nano ürünlerin kullanımı sınırlıdır [29]. Talebin az olması, nanoteknoloji ile elde edilen yeni ürünlerin kullanımının sadece finansal risk değil aynı zamanda yasal risk de taşımasından kaynaklanmaktadır. Birçok inşaatçı genellikle, belirli hizmetler için uygun bir firma bulmanın zor olduğu ve garantilerini çok iyi bilmedikleri yapı ürünlerinin uygulamasını yapmak istememektedirler. Sonuç olarak, yapı ürünlerinin, bina denetleyicileri tarafından onaylanmasının gerekliliği, nano ürünlerin üstesinden gelmesi gereken bir engeldir [39]. Ancak bütün bunlara rağmen nano yapı ürünleri artık daha yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle yapı ürünleri alanında, mevcut ürünlerin özelliklerinin iyileştirilmesi ve yeni yapı ürünlerinin geliştirilmesi gibi birçok olanak bulunmaktadır. Yapıştırıcılar, beton, kaplama, döşeme, cam, aydınlatma cihazları, boru tesisatları ve diğer inşaat ürünleri gibi alanlarda kullanılan nanoürünler yapı sektöründe sınırsız bir gelişmeye katkıda bulunması beklenmektedir [29]. Taşıyıcı sisteme yönelik, nano-işlenmiş beton, daha dayanıklı ve plastik özellikleri daha yüksek nanokompozit çelik, daha hafif, dayanıklı ve suya dayanıklı nanokompozit alçı duvar gibi uygulamalar yapılmaktadır. Koruma amaçlı yüzey uygulamalarında kendi kendini temizleyen, kirlenmeyen, su ve kir tutmayan yüzeylerin geliştirilmesi, yanma geciktiricili nano katkı ürünlerinin kullanımı, antimikrobiyel kaplamalar, nano ürünlerin kullanımı açısından önemli gelişmeler olarak görülmektedir. Isı, ses ve ışık yalıtımında da, saydam aerojel(dünyanın en hafif katkı maddesi) termal-akustik yalıtım, nanoporoz ses yalıtım ürünleri, ışık kontrol filmleri ve kaplamalar gibi uygulama alanları bulunmaktadır [38].

Dünya genelinde nano ürünlerin farklı uygulamaları yapılmaktadır. Bunlardan biri “Çok Yüksek Performanslı Beton”dur (ultra high performance concrete-UHPC). Nanoteknolojik olarak betonun geliştirilmiş halidir. Bu gelişim sayesinde ham madde kullanımı azaltılarak daha hafif yapılar elde edilebilmektedir. Bu özelliğin yanı sıra kullanılan betonun yeni özellikleri sayesinde, bu yapıların dayanıklılıklarıyle birlikte sağlamlıkları da artmaktadır. UHPC kullanılarak diğerlerine göre çok daha hafif ve daha dayanıklı olan köprüler inşa edilmiştir. UHPC kullanılarak inşa edilen köprülerden

bazıları, Sherbrooke Footbridge (Kanada, 1997), Seonyu Footbridge (Seul, Kore, 2002), Sakata-Mirai Footbridge (Japonya,2004) ve Gärtnerplatz" Footbridge (Kassel, Almanya, 2007) sayılabilir (Şekil 4.2-4.3) [29].



Şekil 4.2 Sherbrooke Footbridge/Canada [40]



Şekil 4.3 Sakata-Mirai Footbridge/Japonya [41]

Nanoteknoloji kullanılarak üretilen diğer bir beton ise “Su İtici, Korozyon Dayanımı Yüksek, Esnek Beton” dur. Bu beton hazırlanırken kullanılan akışkanlaştırıcıların özel birleşimi sayesinde membran yalıtımı gerektirmeyen hidrofobik (su itici) yapı ve bozulmaya karşı yüksek koruma sağlayan betonarmelerin hazırlanması mümkündür. Bunun yanı sıra harç içinde kullanılan organik fiberler ile karma, esnek ve hafif betonarme yapılara olanak tanınmaktadır. Son yıllarda yapısal uygulamalarda basınca olan dayanıklılığı giderek artan betonlar kullanılmaya başlanmıştır. Michigan Üniversitesi de bu konu üzerine çalışmalar yaparak bir kompozit madde oluşturmuştur. Bu madde İngilizce’de Engineered Cement Composites olarak bilinmekte ve kısaca ECC

şeklinde ifade edilmektedir. ECC mühendisler tarafından betonun yapısı değiştirilerek oluşturulmuştur. Birçok açıdan, ECC özellikleri, orta ve yüksek mukavemetli betonun özellikleri göstermektedir. Ürün bileşenleri açısından, ECC elyaf takviyeli olarak beton ile benzer maddeler kullanır. ECC (Engineered Cement Composites) özellikle köprülerde kullanılmaktadır. Bu sayede daha az genleşme derzi ile daha büyük açıklıklı beton döşeme elde edilebilmektedir. Ayrıca döşemeler daha ince olabilmektedir. Japonya'da bu betonun kullanıldığı "Mihara Bridge" köprüsünün ECC'li üst kaplaması sadece 5 cm kalınlığındadır (Şekil 4.4). Araştırmalara göre ECC, normal betona göre 2 kat daha uzun ömürlüdür ve bunun yanı sıra normal betona göre inşaat aşamasında daha maliyetli olsa da uzun vade de bakıldığında daha ekonomiktir [42].



Şekil 4.4 Mihara Bridge/Japonya [43]

Nanoteknoloji sayesinde yeni özelliklere sahip nanokompozitler de oluşturulabilir: nano parçacıklar ya da nanoürünler alışılagelmiş ürünlere entegre edilebilir. Böylelikle orijinal ürünlerin yalnızca özelliklerini geliştirmekle kalmayarak, yeni özellikler kazandırıp, çok fonksiyonlu hale getirilmektedir [39].

Nanoteknolojinin yapı ürünlerine kazandırdığı diğer bir özellik, kendi kendini temizleyebilme özelliğidir. Kendi kendini temizleyebilen yüzeyler, süper su itici kaplamalar (süperfobik-nilüfer çiçeği örneği) ve titanyum oksit (TiO2) içeren yüzeyler olarak iki farklı şekilde ele alınmaktadır. Diğer bir deyişle kendi kendini temizleme özelliği lotus etkisi ve fotokataliz olarak iki şekilde ele alınmaktadır.

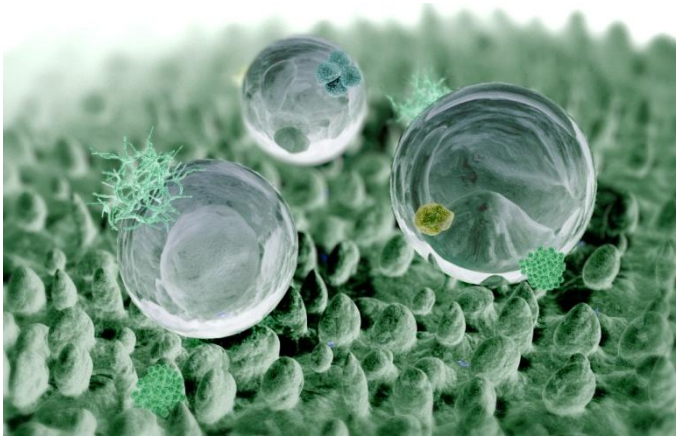
4.1.1 Lotus Etkisi ile Kendi Kendini Temizleyen Nano Ürünler

Nano ürünlerle tasarlanan yüzeylerden en çok bilinenidir. “Lotus Etkisi” adı, “kolay temizlenebilir yüzeyler” ve “kendi kendini temizleyebilen fotokatalitik yüzeyler” ile karıştırılır. Kendi kendini temizleyen yüzeyler 1970’li yıllarda Heidelberg Üniversitesi’nde araştırma yapan botanikçi Wilhelm Barthlott tarafından incelenmiştir. O, kendi kendini temizleyen yüzeyleri incelediğinde, bunun yalnızca lotus (nilüfer) yapraklarında görülen bir etki olmadığını, aynı zamanda Avrupa Latin Çiçeği, Amerikan Lahanası ya da Güney Afrika Mersin Ağacı sütleğeninde de görülebileceğini ortaya koymuştur. Bu bitkilerin hepsi ortak olarak, mikroskobik ortamda pürüzlü bir su itici (hidrofobik) yüzeye sahiptir (Şekil 4.5). Lotus bitkisinin doğal yapısında mevcut kendi kendini temizleme özelliği, ona “Lotus Etkisi” ismini kazandırmıştır [39].



Şekil 4.5 Yaprak yüzeyinde lotus etkisi [44]

Lotus bitkisi diğer adıyla beyaz nilüfer, çamurlu ve kirli ortamlarda yetişir. Buna rağmen bitkinin yaprakları sürekli temizdir. Çünkü bitki, üzerine en ufak bir toz zerresi geldiğinde hemen yapraklarını sallar ve toz taneciklerini belli noktalara doğru iter. Yaprağın üzerine düşen yağmur damlaları da bu noktalara doğru yönlendirilir ve buradaki tozları süpürerek kendinden uzaklaştırılması sağlanır [45].



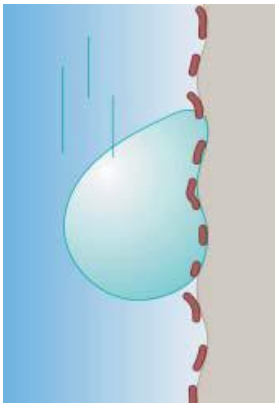
Şekil 4.6 Lotus çiçeğinin yapısı [46]

Bonn Üniversitesi'nden Dr. Wilhelm Barthlott, mikroskop altında yaptığı incelemelerde, en az temizlik gerektiren yaprakların en pürüzlü yüzeylere sahip olduğunu fark etmiştir. Dr. Barthlott, bunların en temizi olan Lotus bitkisi üzerinde, bir çivi yatağı gibi minik noktalar olduğunu buldu. Bir toz ya da kir zerresi yaprak üzerine düştüğünde, belli belirsiz biçimde bu noktalar üzerinde sallanır ve yaprağın toprağa doğru eğimli şekli sayesinde yüzeyden kayar [47]. Yaprağın üzerine düşen su damlasının mikroskobik görünümünde, süperhidrofobik ve gözle görülür yumrulu yüzeyler üzerinde durduğu görülmektedir (Şekil 4.6). Yüzey, burada büyümüş 5-10 mikrometre yüksekliğinde, uçları olan, nano yapılı ve mumsu yumrularla kaplıdır [39]. Bir damla su, bu minik noktalar üzerinde yuvarlanınca zayıf şekilde tutunmuş olan kiri alıp götürür. Diğer bir deyişle, nilüfer çiçeği, kendi kendini temizleyen bir yaprağa sahiptir. Lotus bitkisinin bu özelliği, yeni bir bina yüzeyinin tasarımı için araştırmacılara yol göstermiştir. Bunun üzerine araştırmacılar Lotusun yaprağı ile aynı özelliği gösteren ve yağmur sularını kullanarak üzerindeki kiri temizleyen bina yüzeyleri üzerinde çalışmaya başlamışlardır. Prof. Barthlott, teknik uygulamaları geliştirmek amacıyla doğadan gelen bu keşif üzerinde çalıştı. Lotus etkisini bulan ve isimlendiren araştırmacılardan Barthlott, 1998 yılında için 'Lotus-Effect' adıyla Avrupa'da ticari patent almıştır. Bu ticari patent günümüzde yapı dış cepheleri için kendini temizleyen boya ve sıva olarak iki uygulamayla piyasaya sürülmüştür [48].

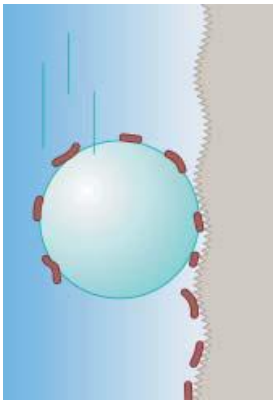
Kiri toplayan söz konusu madde "su"dur. Suyun dışında kalan şampuan, yıkama sıvısı gibi diğer sıvılar, su damlalarını şekillendirerek, hidrofobik etki yaratan aktif maddelerin oluşmasını engeller. Böyle bir yaklaşım, sürekli olarak bu sıvılara maruz kalan

bölgelerde önerilmemektedir. Lotus etkisi bu sıvılara maruz kaldığında sonsuza kadar kaybolmamakta, su ile durulandıktan sonra hidrofobik etki geri kazandırılmaktadır [39].

Almanya'da ki Bonn Üniversitesi Nees Enstitüsü'nden botanikçi Wilhelm Borthlott 1997'den bu yana lotus etkisinin patent ve marka sahibi olmuştur. Nanoteknoloji ile yaratılan yapay "Lotus Etkisi"nin henüz kendi kendini iyileştirme etkisi olmamasına karşın, doğru uygulandıklarında kendi kendini temizlemede etkin bir araçtır. Lotus etkisi, yeterli miktarda su alan, örneğin düzenli olarak yağmur suyuna maruz kalan yüzeyler için uygundur (Şekil 4.7-4.8). Henüz bu aşamada bu yüzeylerin yapısı aşırı mekanik aşınmaya karşı dayanıklı değildir ve zeminlerde kullanılması uygun değildir. Bu ürünlerde aşındırıcı temizlik ürünlerinden kaçınılmalıdır. Tüm diğer durumlarda, lotus etkisi uzun ömürlüdür. Özetle, mekanik aşınma ve yıpranmaya maruz kalmayan tüm alanlarda, lotus etkisi temizlik gereksinimlerini büyük ölçüde azaltmakta ve düzenli olarak suya maruz kalan yüzeyler temiz kalmaktadır. Bu etkinin, daha temiz bir görünüm ve bakım talep ve maliyetlerinin önemli ölçüde azalması gibi avantajları bulunmaktadır [39].



Şekil 4.7 Yağmur damlasının normal bir yüzeydeki etkisi [49]



Şekil 4.8 Yağmur damlasının lotus etkili yüzeydeki etkisi [49]

Düşük maliyeti ve yüksek temizleme potansiyeli nedeniyle kendi kendini temizleyebilen yüzeylere olan ilgi giderek artmaktadır. Bu kaplamalar pencere camları, çimentolar, tekstiller ve boyalar gibi birçok farklı alanda uygulanmaktadır. Örneğin, kumaşlarda kullanılan kendini temizleyen kaplamalar temizlik maliyetini azaltırken tekstil ürünlerinin ömürlerini uzatmaktadır. Kendini temizleyebilen kaplamalar hidrofobik ve hidrofilik kaplamalar olmak üzere ikiye ayrılır. Kendini temizleyebilen kaplamalar

genellikle süperhidrofobiktirler. Hidrofobik kaplamalar 90° nin üzerinde, yüksek su temas açısı göstermektedirler. Bu tür yüzeyler yüksek uzaklaştırıcı etkiye sahiptir ve üzerine düşen su damlalarının tutunduğu kirlerle birlikte yüzeyden kayıp düşmesine sebep olmaktadır. Hidrofilik temizlik kaplamaları ise fotokatalize dayanır; ışığa maruz kaldığında safsızlıkları bırakabilmektedir. Titanyumdioksit (TiO2) kimyasal ve fiziksel özellikleri ile hidrofilik kendini temizleyebilen kaplamalarda iyi bilinen bir üründür. Toksik olmayışı, ışık olmadığı durumda kimyasal olarak etkisiz, ucuz ve kolay elde edilebilir olması tercih nedenlerini arttırmaktadır [50]. Her iki özelliğe sahip kaplamalarda su ile karşılaştıklarında kendilerini temizleyebilme özelliğine sahip olmaktadır.

Lotus etkili yapı ürünlerinin kullanıldığı yapı örneklerine ilk olarak 2000'li yıllarda kendi kendini temizleyen boya ile rastlamak mümkündür. Örneklerin geneline bakıldığında Almanya, Hırvatistan, Amerika gibi farklı ülkelerde 2006-2007 yılları arasında Lotus etkili boya kullanıldığı görülmektedir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Lotus etkili yapı ürünlerinin kullanıldığı yapı örnekleri [39]

KENDİ KENDİNİ TEMİZLEYEN YAPI ÜRÜNLERİNİN KULLANILDIĞI YAPI ÖRNEKLERİ						
LOTUS ETKİLİ YAPI ÜRÜNLERİNİN KULLANILDIĞI YAPI ÖRNEKLERİ						
Yapı Tanımı	**Yapının Mimarı**	**Müşteri**	**Kullanılan nano ürün**	**Üretici Firma**	**Açılış Yılı**	**Yapı Görseli**
Ara Pacis Müzesi	Richard Meier&Partners, New York, USA	Roma Halkı, Roma, İtalya	Lotusan, kendi kendini temizleyen boya (Lotus Etkili)	Sto	2006	
Ticari Yapı	Rusan Mimarlık, andrija Rusan, Pula, Hırvatistan	Lumenart d.o.o.	Lotusan, kendi kendini temizleyen boya (Lotus Etkili)	Sto	2006	
Müstakil Konut	Hild ve K Mimarlık, Andreas Hild, Dionys Otti, Munich, Almanya	Barbara Gross, Dr. Bertold Schwarz	Lotusan, kendi kendini temizleyen boya (Lotus Etkili)	Sto	2000	
Strucksvarg Evleri	Renner Hainke Wirth Mimarlık, Hamburg, Almanya	Joint ownership Martens per Schumann Immobilien KG	Lotusan, kendi kendini temizleyen boya (Lotus Etkili)	Sto	2007	

4.1.2 Fotokataliz ile Kendi Kendini Temizleyen Nano Ürünler

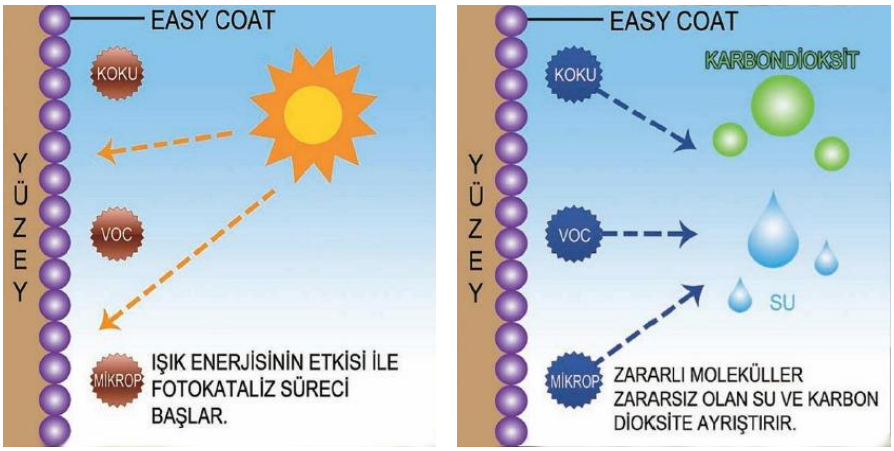
Fotokataliz kullanılarak kendi kendini temizleyen yüzeylerin üretimi Japon kökenlidir. 1967 yılında, titanyum dioksidin fotokatalitik özelliği Tokyo Üniversitesi'nde Akira Fujishima tarafından keşfedilmiştir ve "Honda-Fujishima Etkisi" başlıklı bir rapor yayınlanmıştır [48]. 1969 yılında Japon araştırmacı Fujishima'nın Honda-Fujishima etkisi olarak bilinen çalışması fotokatalizler yardımıyla temizlemenin başlangıcı olmuştur. Kötü kokular, sudaki zararlı bileşikler, bakteriler, nikotin, toksinler, is tabakaları, azotlu kükürtlü bileşikler hatta virüsler gibi her türlü organik kirleticiler bu mekanizma ile temizlenebilmektedir [51].

Fotokataliz, ışık ile bazı reaksiyonların oluşmasını sağlayan maddedir ve bu açıdan klorofile benzetilebilir. Tıpkı klorofil gibi ışığa maruz kaldığında gün boyu aktiftir. Bilinen en güçlü ve ucuz fotokataliz titanyum dioksittir [51]. 1992 yılında ince titanyum oksit kaplamaları yapma teknolojisi geliştirildi ve florasan bir lambadan gelen çok az miktarda ultraviyole ışının bile organik maddelerin çözünmesinde etkili oldugu gözlendi. 1997 yılında titanyum oksit yüzeyine ultraviyole ışın tutmanın suyun akışını oldukça kolaylaştırdığı ve yüzeydeki damlaların düzlem üzerinde ince bir şekilde yayılarak büyük hidrofilik özellikler gösterdiği bulundu [52]. Titanyum dioksidin yarı iletken olması sayesinde bu tepkimeler gerçekleşmektedir. Çevremizde gördüğümüz hemen hemen tüm beyaz renkli objelerde titanyum dioksit farklı bir yapıda bulunur. Kimyasal ya da biyolojik olarak aktif değildir ve reaksiyona girmeyip sürekli ortamda kalarak temizleme işlemini gerçekleştirebilmektedir. Işık ile çok aktif olmasına rağmen ışık onu parçalayamaz. Ultraviyole ışığına maruz kaldığında elektron ve boşluk oluştururlar. Bu oluşum 2,8-3,2 eV bir enerji aralığı oluşturur. Yüzeydeki bu oluşum havanın nemi ve oksijen ile yüzeydeki organik pisliklerin ve gazların yanarak parçalanmasına neden olur (4.1) [51].

$$\textit{Organik Kirlilik + Oksijen} \xrightarrow[\textit{Titanyum dioksit}]{\textit{Ultraviyole}} \textit{Karbondioksit + Su + Mineral Asitler} \qquad (4.1)$$

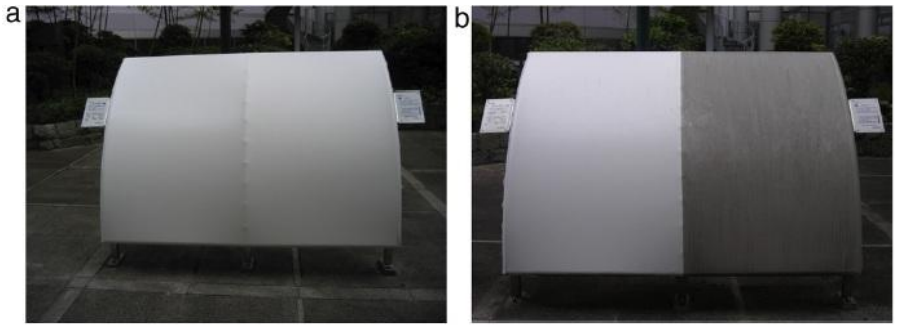
Fotokatalitik sistem henüz dünyada çok yeni olup, organik malzemelere ve insan sağlığına zarar vermeyen, etkinliğini uzunca bir süre koruyabilen, ışık enerjisini

kullanarak kimyasal reaksiyon oluşturan, nanoteknolojik ve fotokimyasal bir yüzey kaplama ürünü olarak kullanılmaktadır. Oluşturduğu bu reaksiyon sayesinde kaplama yapılmış yüzeylerde mantar ve küf oluşumunu engelleyip, bakterilerin bu yüzeylerde barınmasını da engeller. Ayrıca yaşadığımız ortamlardaki havanın içinde bulunan ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri ile bilinen uçucu organik maddelerde (VOC) ortamdaki hava akımı sayesinde fotokatalitik kaplama yapılmış yüzeylere teması anında parçalanarak zararsız hale getirilir (Şekil 4.9) [52].



Şekil 4.9 Fotokataliz süreci [46]

Akira Fujishima'nın da yer aldığı bir makalede, kendi kendini temizleme teknolojisinin etkinliği, çalıştığı enstitünün Fotokatalist Müzesi'nde incelendiği belirtilmektedir. Şekil 4.10, Taiyo Kogyo firması tarafından üretilen çadır malzemesi üzerinde yapılan test sonucunu göstermektedir. Çadır malzemesi PVC filmden yapılmış olup, sol yarısı TiO_2'li fotokatalist bir malzeme ile kaplanmıştır. Bu test 22 Temmuz 2004 tarihinde başlamış olup, o gün kaplanmamış ve TiO_2 ile kaplanmış yüzeyde aynı beyaz görünüme sahiptir (Şekil 4.10.a). Şekil 4.10.b 'de ki fotoğraf 23 Nisan 2007 tarihinde çekilmiştir. TiO_2 kaplı yüzey beyaz kalırken, kaplanmamış yüzey koyu gri renk almıştır. Ayrıca çadırın yerleştirildiği yer, yüksek binalarla çevrili, direkt güneş ışığı aydınlatmasının çok az ulaşabildiği bir konumdadır. Bu koşullar altında bile, kendi kendini temizleme etkisi oldukça açıktır. Güneşli günlerde kirletici maddeler tüm yüzey üzerinde birikir, ancak yağmur sırasında TiO_2 kaplı yüzey tamamıyla yıkanır ve temizlenir [53].



Şekil 4.10 (a-b) Fotokatalist Müzesi'nde çadır malzemesi üzerinde yapılan test [53]



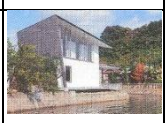
Şekil 4.11 Akira Fujishima'nın kendi kendini temizleyen kaplama kullanılan evi [39]

Fotokatalitik kendi kendini temizleme Japonya'da önde gelir ve bina yapımında en yaygın olarak kullanılan işlevdir [53]. İlk kendi kendini temizleyebilen ev, Fujishima'nın kendi evi olmuştur (Şekil 4.11) [39]. Japonya'da binlerce yüksek bina, kendi kendini temizleyen seramik ile kaplanmıştır. Japonya Merkez Uluslararası Havalimanı Şubat 2005'te Nagaya yakınlarında, 20000 m^2'nin üzerinde Nippon Sheet Glass Co. Tarafından üretilen kendi kendini temizleyen cam kullanılmıştır. Kendi kendini temizleyen çadır malzemeleri ise otobüs ve tren istasyonlarında, spor merkezlerinde, depolama yapılarında, parklarda ve deniz kenarlarında gölgelik gibi yaygın olarak kullanılmaktadır. Dünyada bu işlevin kullanıldığı farklı boyutlarda sayısız bina örneği vardır [53].

Fotokatalitik kendi kendini temizlemenin birincil etkisi, kirin yüzeylere yapışmasını büyük ölçüde azaltmasıdır. Bu özellik sayesinde, temizlik döngüleri arasındaki süre önemli ölçüde uzatılabilir. Daha az deterjan kullanımı sayesinde daha az yıpranma ve çevre kirliliğinde azalma görülmektedir. Aynı şekilde temizlik işinin azalmasıyla birlikte

personel giderleri de azalır ve diğer yandan yüzeye daha az kir yapışacağından temizlemesi de daha kolay olmaktadır. Gün ışığında olduğu gibi, yüzeydeki kirlerin daha az gizlenebilmesi için cam tabakaları ve şeffaf membranlar, ışık geçirim özelliğine sahip olarak geliştirilmesi, dolayısıyla aydınlatma için gerekli enerji maliyetleri buna bağlı olarak azaltılabilmesidir [39]. Dünyada fotokatalitik yapı ürünlerinin kullanıldığı örneklere bakıldığında 2001-2006 yılları arasında birçok örneğe rastlanmaktadır. Örnek yapılarda, cam seramik, membran, kaplama ürünleri, boya gibi farklı yapı ürünlerinin Amerika, Japonya, Almanya, İsviçre gibi farklı ülkelerde tercih edildiği görülmektedir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 Fotokatalitik yapı ürünlerinin kullanıldığı yapı örnekleri [39]

KENDİ KENDİNİ TEMİZLEYEN YAPI ÜRÜNLERİNİN KULLANILDIĞI YAPI ÖRNEKLERİ						
FOTOKATALİTİK YAPI ÜRÜNLERİNİN KULLANILDIĞI YAPI ÖRNEKLERİ						
Yapı Tanımı	**Yapının Mimarı**	**Müşteri**	**Kullanılan nano ürün**	**Üretici Firma**	**Açılış Yılı**	**Yapı Görseli**
Muhammed Ali Merkezi MAC, Louisville, Kentucky, USA	Beyer Blinder Belle Architects&Plenners LLP, Lee H. Skolnick Mimarlık-Tasarım Ortaklığı işbirliği ile, New York, USA	Lonnie ve Muhammed Ali, Ina Brown Bold Kurucuları	Hydrotect, fotokatalitik seramik	Agrob Buchtal mimari seramikler	2005	
Hyatt Regency Garden Şapeli, Osaka, Japonya	Obayashi Şirketi, Japonya	Hyatt Regancy Osaka	Sky Clear Kumaş Kaplama / TiO_2 fotokatalitik kendi kendini temizleyen membran	Taiyo Kogyo Şirketi	2001	
Narita Uluslar arası Havalimanı Tokyo, Terminal 1	Nikken Sekkei Ltd., Japonya	Narita Uluslarası Havalimanı Şirketi	Ever Fine Kaplama/ TiO_2 fotokatalitik kendi kendini temizleyen membran	Taiyo Kogyo Şirketi	2006	
AKT-Am Kaiser's Turm Heilbroon, Almanya	Müller Mimarlık, Matthias Müller, Heilbronn, Almanya	Tengelmann warenhandels-gesellschaft	Pilkington Activ, fotokatalitik kendi kendini temizleyen cam	Pilkington Alman AG /Pilkington Grup	2006	
East Hotel, St. Pauli, Hamburg, Almanya	Jordan Mozer&Ortakları Ltd., Chicago, USA	East Hotel ve Restoran GmbH	Pilkington Activ, fotokatalitik kendi kendini temizleyen cam	Pilkington Alman AG /Pilkington Grup	2005	
G – Flat, Tokyo, Japonya	Koh Kitayama Mimarlık Workshop, Tokyo, Japonya		Sagan Kaplama, fotokatalitik keni kendini temizleyen kaplama	SYK Şirketi	2006	
Senri New Town özel residence	Casa Akira Sakamoto Mimarlık&Ortakları, Osaka, Japonya	Özel	Hydrotect, fotokatalitik kendi kendini temizleyen boya	Toto Ltd.	2006	
Dere Evi, hiroshima, Japonya	Keisuke Maeda/UID Mimarlık&Ortakları	Özel	Hydrotect kaplama, fotokatalitik kendi kendini temizleyen kaplama	Toto Ltd.	2006	
Yaşlı insanlar için engelli erişimli konut	Walker Mimarlık AG, Brugg, İsviçre	Verein für Altersbetreuung im Oberen Fricktal (VAOF)	Insulight Active, fotokatalitik kendi kendini temizleyen güneş korumalı cam	Pilkington Cam Wikon, İsviçre	2004	
MSV Arena soccer stadyum	Ar.te.plan, Burkhard Griim, Michael Stehle, Dortmund, Almanya	MSV Duisburg	Pilkington Activ, fotokatalitik kendi kendini temizleyen cam	Pilkington Alman AG /Pilkington Grup	2004	

4.2 Kendi Kendini Temizleyen Beton ve Bakım Süreci

Kendi kendini temizleyen binalar ve kirliliği azaltan yollar günümüzün somut gerçeklerindendir. Son zamanlarda üretilen çimentolar kirliliği etkisizleştirebilen formüllere sahiptir. Zararlı dumanlar, zararsız bileşikler haline getirilip temizlenebilmektedir. Bu ürünler yapının mimarisine katkı sağlamaktadır. Nanoteknoloji ile üretilen bu çimentonun üretim teknolojisi titanyum dioksit parçacıklarına dayanmaktadır. Bu teknoloji beyaz veya gri çimentoya uygulanabilmektedir ve diğer portland çimentoları gibi çalışmaktadır. Sıva dahil olmak üzere tüm beton çeşitlerinde kullanılmakta, hatta yüzey alanı daha küçük olmasına rağmen, harç uygulamalarında bile oldukça faydalı olabilmektedir. Tek fark, fotokataliz olarak bilinen bu süreçte, betonun yüzeyde bulunan duman ve kir parçacıklarını parçalama yeteneğine sahip olmasıdır. Güneş ışığı yüzeye vurduğunda en organik ve bazı organik kirleticiler etkisiz hale getirilir [51].

Fotokatalizörlerden etkilenen organik bileşikler, kirleri (is, kir, yağ ve partiküller), biyolojik organizmaları (küf, yosun, bakteri ve alerjenler), hava kaynaklı kirleticileri (formaldehit, benzen gibi uçucu organik bileşikler, sigara dumanı, azot oksit ve sülfirik oksit gibi kirleticiler) ve hatta kokulara sebep olan kimyasalları içerir. Kataliz edilen bileşikler, oksijen, karbondioksit, su, sülfat, nitrat ve nispeten çevreye daha faydalı moleküllere parçalanmaktadır. Katalik reaksiyon ürünleri işlenmiş yüzeylerden kolayca çıkarılabilir, çünkü yüzey hidrofilik; diğer bir deyişle su seven bir yüzeydir. Bir hidrofilik yüzey, kiri çeken ve tutan ve daha sonra yüzeyde çizgi oluşumuna neden olarak leke yapan boncuk formundaki suyun oluşturduğu nemi önlemektedir. Bunun yerine nem, yüzey üzerine kirin yapışmasını engelleyen ince bir film tabakası oluşturur. Yağmur ve basit bir durulamadan sonra kir kolayca çıkarılabilir. Sonuç olarak yapı, daha güzel ve daha temiz kalabilmektedir [53].

Kendi kendini temizleyen betonlar üzerine yapılmış deneysel çalışmalar vardır. Bu çalışmaların birinde incelenmek üzere dört tip beton karışımı üretilmiştir; NBB: Normal beyaz beton, T-NBB: TiO_2 katkılı normal beyaz beton, KYB: Kendiliğinden yerleşen beyaz beton, T-KYB: TiO_2 katkılı kendiliğinden yerleşen beyaz beton. Bu betonlar kalıplara yerleştirilmiş ve deney gününe kadar laboratuvar ortamında bekletilmiştir.

Fotokatalitik özelliklerin araştırılması için beton örneklere Rhodamine-B ve Phenantroquinone isimli kimyasal maddeler ile uygulanan iki farklı deney yapılmıştır.

İlk deney olan Rhodamine-B deneyi, fotokatalitik faaliyetleri renk ölçümü ile belirlemek üzere uygulanmıştır. Bu deneyde ikişer adet TiO_2 Katkılı Beyaz Beton ve TiO_2 Katkılı Kendiliğinden Yerleşen Beyaz Beton kullanılmıştır. Bu betonların yüzeyleri, yaklaşık olarak ortadan ikiye bölündüğü düşünülerek, bir tarafına 3,5x7 cm alanı sınırlayan silikondan bir çerçeve yapılmıştır ve bu çerçevelerin yüzeyine Rhodamine-B maddesi ile hazırlanan çözelti uygulanmıştır. 24 saat karanlık bir ortamda bırakılmış, sonrasında ise, 400 wattlık UV lamba altına eşit uzaklıkta kalacak şekilde bütün örnekler 75 cm uzaklığa yerleştirilmiştir. Beton örnekleri, öncelikle 4 saat ışığa maruz bırakılmış ve ölçümleri yapılmış (R_4) , daha sonra 26 saat (R_{26}) ve son olarak 28 gün sonunda (R_{SON}) ölçümleri yapılmıştır. Bu doğrultuda aşağıdaki çizelgede yer alan renk kaybı değerleri ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.3) [51].

Çizelge 4.3 Rhodamine-B deneyi sonucu oluşan renk kaybı değerleri toplu sonuçları[51]

	R_4 (%)	**R_{26} (%)**	**R_{SON} (%)**
T-NBB	-3,3	3,3	42,9
T-KYB	5,8	4,3	4,9

Bu çizelgeye göre, en fazla renk açılması 28 gün sonunda T-NBB örneklerinde görülmüştür. UV'ye maruz kalma süresi arttıkça renk açılma oranı artış göstermiştir.

İkinci deney ise, ışığa duyarlı kimyasal bir madde olan phenantroquinone ile yapılmıştır. Bu çalışmada, phenantroquinone madde beton örnekleri üzerine sürülerek, UV ışığı altında ve açık hava koşulları altında olmak üzere iki farklı durumda bekletilmiştir. UV ışığı altında, başlangıçta, 116 saat sonra, 28 gün sonra ve 60 gün sonra renk ölçümleri yapılmıştır. UV ışığı altında kalan betonların L; beyazlık değeri zamanla artış gösterirken, a; kırmızılık ve b; mavilik değerleri zamana bağlı olarak azalma göstermiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 UV Işığı altında bekleyen phenantroquinone boyalı örneklerin spektrofotometre ile renk ölçümlerinde L, a ve b değerleri [51]

L* (UV ışığı altındaki örnekler)				
Beton Tipleri	**L(başlangıç)**	**L(116 saat)**	**L(28 gün)**	**L(60 gün)**
NBB	80,2	80,2	82,3	81,8
T-NBB	81,3	82,7	83,9	84,4
KYB	82,8	82,9	83,6	83,2
T-KYB	84,4	84,2	85,8	85,3
a* (UV ışığı altındaki örnekler)				
Beton Tipleri	**a(başlangıç)**	**a(116 saat)**	**a(28 gün)**	**a(60 gün)**
NBB	4,9	4,2	3,3	3,6
T-NBB	5,2	3,6	2,8	2,0
KYB	5,9	4,7	4,3	4,4
T-KYB	4,6	4,0	3,0	3,1
b* (UV ışığı altındaki örnekler)				
Beton Tipleri	**b(başlangıç)**	**b(116 saat)**	**b(28 gün)**	**b(60 gün)**
NBB	33,7	27,8	24,9	26,4
T-NBB	39,9	24,6	20,3	18,5
KYB	35,9	29,4	28,3	29,6
T-KYB	33,1	27,7	24,6	25,7
***L**: Beyazlık değeri - ***a**: Kırmızılık değeri – ***b**: Mavilik değeri				

Açık havada bırakılan örnekler ise, başlangıçta, 28 günlük yağışa açık ortamda bekletilmiş ve 28 günlük yağışa kapalı güneş ışığına açık ortamda yatay vaziyette, 28 günlük yağışa kapalı güneş ışığına açık ortamda düşey vaziyette bekletilerek ölçümleri yapılmıştır. Bu deney sonucuna göre, ortam koşullarına bırakılan beton örneklerden yağmura açık ortama bırakılanlarda en çok renk açılması görülmüştür, yağışa kapalı gün ışığına açık örneklerde de renk açılması görülmüştür ancak TiO_2 tarafından parçalanan kirlilik yaratan bileşiklerin su ile mekanik olarak beton yüzeyinden atılması gerektiğinden, ölçümlerde daha düşük açılma oranına ulaşılmıştır (Çizelge 4.5) [51].

Çizelge 4.5 Doğal ortama bırakılan phenantroquinone boyalı örneklerin spektrofotometre ile renk ölçümlerinde L, a ve b değerleri [51]

L* (Doğal ortama bırakılan örnekler)				
Beton Tipleri	**L(başlangıç)**	**L(28gün-yağmurlu hava)**	**L(28gün-yatay)**	**L(28gün-düşey)**
NBB	80,2	86,7	76,0	78,4
T-NBB	81,3	86,9	85,0	86,8
KYB	82,8	84,9	78,3	78,4
T-KYB	84,4	89,3	85,2	88,4
a* (Doğal ortama bırakılan örnekler)				
Beton Tipleri	**a(başlangıç)**	**a(28gün-yağmurlu hava)**	**a(28gün-yatay)**	**a(28gün-düşey)**
NBB	4,9	0,7	7,1	8,6
T-NBB	5,2	0,3	2,2	1,9
KYB	5,9	1,5	7,5	8,6
T-KYB	4,6	0,7	3,4	2,0
b* (Doğal ortama bırakılan örnekler)				
Beton Tipleri	**b(başlangıç)**	**b(28gün-yağmurlu hava)**	**b(28gün-yatay)**	**b(28gün-düşey)**
NBB	33,7	8,2	33,0	34,6
T-NBB	39,9	8,8	16,9	16,1
KYB	35,9	11,9	34,1	38,2
T-KYB	33,1	8,8	18,1	13,0
***L**: Beyazlık değeri - ***a**: Kırmızılık değeri – ***b**: Mavilik değeri				

Bu çalışmada betonun TiO_2 aracılığıyla, zamana paralel olarak yağmur suyu ile kendi kendini temizleyebildiğini görebiliyoruz. Bu doğrultuda kendi kendini temizleyen betonun bakım maliyetlerini azaltacağını söylemek mümkündür. Çünkü yağmur, yüzeyde kirliliği su ile sürükler, yapılar daha temiz kalır ve çevreye zarar veren kimyasal uygulamalara gerek kalmamalıdır. Örnek bir uygulama Paris yakınlarındaki Roissy-Charles de beyaz kalmış beton bir bina olan Gaulle Uluslararası Havalimanı'dır (Şekil 4.12). Bir diğer örnek, Roma'da 2000 yılında yapılan kilisedir (Şekil 4.13) [51].



Şekil 4.12 Gaulle Havalimanı/Paris [54]



Şekil 4.13 Jubilee Klisesi/Roma [55]

Nüfusun yoğun olduğu yerlerde artış gösteren hava kirliliği ve trafiğin neden olduğu önemli kirleticilerin oranını azaltabilmek için bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu testlerde TiO_2 ile havanın teması sonucu zararlı gazlardan NO_x oranının %30-%95 arasında düşüş gösterdiği tespit edilmiştir. Bu teknolojinin yol yapımındaki ilk uygulamalarından biri, Antwerp'in (Belçika) Leien caddesi çevresindeki tali yollarda 10,000 m2'lik bir alanda üst yüzeylerinde titanyum dioksit bulunan beton parke taşlarıyla yeniden döşenerek yapılmıştır. Parke taşları yüzeyindeki fotokatalitik etkinin kalıcılığı laboratuarda tespit edilmiştir. Diğer bir uygulama ise, Paris'te Porte de Vanves'de denenmiştir. Bu uygulamada ise, günde 13000 aracın kullandığı işlek bir caddenin 300 metrelik iki bölümünün bir kısmı yaygın kullanılan beton ile, diğer bir kısmı ise fotokatalitik etkili beton ile kaplanmıştır. Bir yıl süre ile hava kalitesi ölçümleri yapılmıştır ve NO_x kirliliğinin elverişsiz hava koşullarında %20 oranında azaldığı görülmüştür. Bu durum, fotokatalitik betonun kendi kendini temizlemesinin yanı sıra havayı da temizleme özelliğinin olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, fotokatalitik etkinin sadece UV ışınları etkisinde değil, normal ışık altında da gerçekleştiği görülmüştür [56].

Ülkemizde ise, hem üretim aşamasında hem de üretim aşamasından sonra betona kendi kendini temizleme özelliği kazandırılmaktadır. Üretim aşamasında çimentoya fotokatalitik özellik kazandırılarak, kendi kendini temizleyen beton elde edilmektedir. Bu üretimi yapan F firması Teknik Satış Destek Uzmanı Bahadır Öztürk'ten alınan bilgilere göre, kendi kendini temizleme özelliği gösteren beton, yapı ürününün hizmet ömrü boyunca aynı özelliği göstermektedir. Bunun yanı sıra özellikle beyaz çimentoda organik kirlere karşı herhangi bir bakım ihtiyacı bulunmamaktadır. Beton yüzeyine sonradan kazandırılan fotokatalitik özellik ise, yüzeye istenildiğinde uygulanabilecek olan koruma solüsyonu sayesindedir ve bu solüsyon beton yüzeyinin kendi kendini temizler hale gelmesini sağlamaktadır. Bu ürün ile ilgili olatak E firması Proje Yöneticisi Hakan ANIL'dan alınan bilgilere göre, bu beton tercih edilirse, betonun bakımı ve temizliği için bulunduğu ortam koşulları doğrultusunda üç ile beş yılda bir kaplamanın yenilenmesi gerekmektedir. Bu 3-5 yıllık süreçte karşılaşılacak herhangi bir sorun firmanın garanti kapsamında olmasının yanı sıra minimum üç yıl içinde herhangi bir bakım gerektirmediği bilgisi verilmiştir. Bu ürün silan esaslı, tek bileşenli, solventsiz

(zararlı bir kimyasal), akışkan, şeffaf, kullanıma hazır yüzey koruyucu ve su itici bir malzemedir.

4.3 Kendi Kendini Temizleyen Boya ve Bakım Süreci

Nanoteknoloji ile üretilen yapı ürünlerinden biride boyadır. Cephelerde sıklıkla tercih edilen bu ürün, kendi kendini temizleme özelliğine sahiptir. Lotus çiçeğinden yola çıkılarak üretilen lotus etkili kendi kendini temizleyen boyanın kullanıldığı önemli örneklerden biri Ara Pacis Arkeolojik Eserler Müzesi'dir (Şekil 4.14). Mimari projesi Richard Meier & Partners'a ait olan, Roma'da yer alan müze kentin geleneksel ve modern yapıları arasında bir bağlantı niteliğinde olan Tiber Nehri'nin yanında konumlanmıştır. Yoğun hava kirliliğinin olduğu bir bölgede konumlanmış olan beyaz cepheli binada, kendi kendini temizleme özelliğine sahip olan boya sayesinde cephenin renginin korunması sağlanmaktadır [45].



Şekil 4.14 Ara Pacis Müzesi/Roma [45]

Kendi kendini temizleyen boyaların kullanılığı cephe kir ve küfe karşı çok dayanıklı hale gelmekte, hava, tebeşir ve UV ışınlarına karşı yüksek direnç sunmaktadır. Yeni yüzey teknolojisi mikroorganizmalar tarafından saldırı riskini azaltmaktadır. Alg ve mantar sporları bu cephelerde ya yıkanır ya da kuru ve temiz dış yüzeylerde yaşayamaz hale gelir. 2002 yılında yapılan bir çalışmaya göre, Lotus etkili boyanın kullanıldığı cephede mikrop oranının, herhangi bir boyanın kullanıldığı cepheye göre %90 daha az olduğu ortaya çıkmıştır [4].

Ülkemizde de nanoteknoloji ile “Akıllı Boyalar” üretilmektedir. Bu boyalar, fotokatalitik özelliği sayesinde ışıkla kendini temizler, bu sayede kirlerin boya yüzeylerinde oluşmasını geciktirir ve yüzeyde oluşan lekelerin kolaylıkla temizlenmesini sağlar.

Kendi kendini temizleme özelliği gösteren boyanın özelliklerine bakıldığında, cephede kir oluşumunu engelleyen bir yapıda olduğu için, kirlilik oranı standart boyalara göre daha az olacağından temizlik ihtiyacı ve aralığı da azalacaktır. Dış cephe boyası olması nedeniyle güneş ışığı ve yağmur suyu yardımıyla kendini temizleyerek temizlik ve bakım maliyetini azalttığını söylemek mümkündür. Bu bilgiler doğrultusunda Türkiye’den A firması ile görüşülmüştür. A firması Teknik Servis Eğitim Sorumlusu Metin TAŞDEMİR’den alınan bilgilere göre, nanotex ürünü için de 5 yıl garanti verilmektedir. Ancak bu boyanın yaygın kullanılan boyaya göre daha güçlü, solmaya ve organik kirlere karşı daha dayanıklı, daha uzun ömürlü ve %50 daha avantajlı olduğu öğrenilmiştir.

4.4 Kendi Kendini Temizleyen Cam ve Bakım Süreci

Nanoteknolojik kendi kendini temizleyen camlar ilk olarak İngiliz cam üreticileri tarafından pazara verilmeye başlanmıştır. Şu anda pazarın %2 sini oluşturmaktadır. Bu gelişmeler sonrası, camın çok fazla kullanıldığı inşaat sektöründe önemli büyüme beklenmektedir. Alüminyum paneller içinde bu tür uygulamalar için çalışmalar başlatılmıştır [39]. İngiliz cam üreticisi firmanın Türkiye Acentesi B firma yetkilisi İbrahim BAYAM’dan alınan bilgilere göre, kendi kendini temizleyen camların herhangi bir bakıma ihtiyacı yoktur. Cama, kendi kendini temizleme özelliği eriyik halde iken kimyasal püskürtme ile verildiğinden, kaplamanın yenilenmesi gerekmediği belirtilmiştir. Camın ömrü ne kadar ise, kaplamanın ömrünün de o kadar olduğu öğrenilmiştir.

C firmasının Türkiye Acente sahibi Mehmet ULUS’tan alınan bilgiye göre, firmanın ürettiği kendi kendini temizleyen camlar, evlerde, ticari yapılarda, yeni ve yenilenecek projelerde dış cephede kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Pencerelerde, kapılarda, vitrinlerde, kış bahçelerinde, vitrinlerde, sokak mobilyaları, erişimi zor olan ve sanayi bölgeleri gibi çok kirlenen yerlerde kullanılabilmektedir. Kendi kendini temizleyen camlar standart cam görünümünde olup, daha uzun süre temiz kalarak daha az sıklıkta temizliğe gereksinim duyar. Daha kolay temizlenme özelliğine sahip bu camlar, temizlik

maliyetini düşürerek tasarruf yapılmasını sağlamaktadır. Ayrıca daha az su ve deterjan kullanılmasını sağladığı için de çevre dostu bir üründür. Kendi kendini temizleme özelliği veren bu kaplama kalıcı özellik göstererek, pencerenin bütün ömründe aynı özelliği göstermektedir.

4.5 Kendi Kendini Temizleyen Seramik ve Bakım Süreci

Kendi kendini temizleyen seramikler, kendi kendini temizleyen camlar ile aynı prensipte çalışmaktadır. Seramiklerin yüzeylerinde titanyumdioksit pişirilmekte ve yüzey UV ışınlarına maruz bırakıldığında titanyumdioksitli alan organik bileşenlerine ayrışmaktadır. İşlem gören yüzey, kirlerin yapışmasını önleyen ince bir nem tabakası haline gelmekte ve hidrofilik bir yapıya sahip olmaktadır. Sonuç olarak, sadece yağmur suyu kirlerin temizlenmesi için yeterli olmakta ve deterjan gibi kimyasalların kullanılmasına gerek kalmamaktadır.

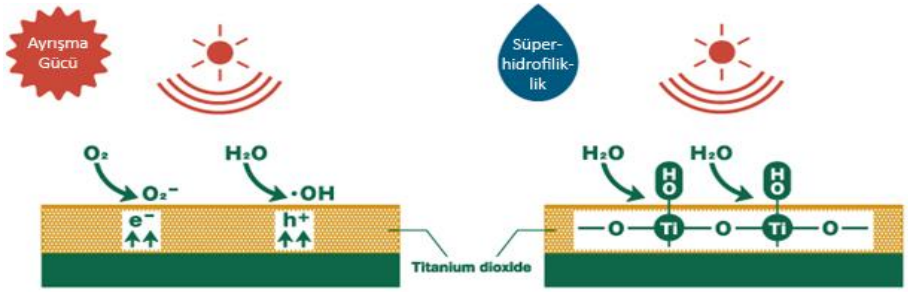
Tokyo Üniversitesi ile birlikte, Japon karo üreticisi firma, geliştirdiği fotokatalitik karoları 1994 yılında piyasaya sürdü ve bugün hala Japonya'nın yanı sıra çeşitli ülkelerde lisanslı olarak pazarlanmaya devam edilmektedir. Tokyo'da RCAST Üniversitesi, Kazuhito Hashimoto ve Toshiyo Watanabe fotokatalizi görünür ışık altında kendi sürecide dahil olmak üzere daha detaylı olarak araştırmışlardır.

Japon firmasının ürettiği Hydrotect, çevresel arıtma teknolojisidir ve bu teknoloji ışığın gücü ve su ile fotokatalitik reaksiyona girerek yaşadığımız gezegeni temizler. Yapı veya yapı ürünleri Hydrotect tabakası ile kaplanan yüzeyler, küresel çevre ve hayatımız için kendi kendini ve havayı temizleme gibi yararlı etkilere sahiptir (Şekil 4.15) [57].



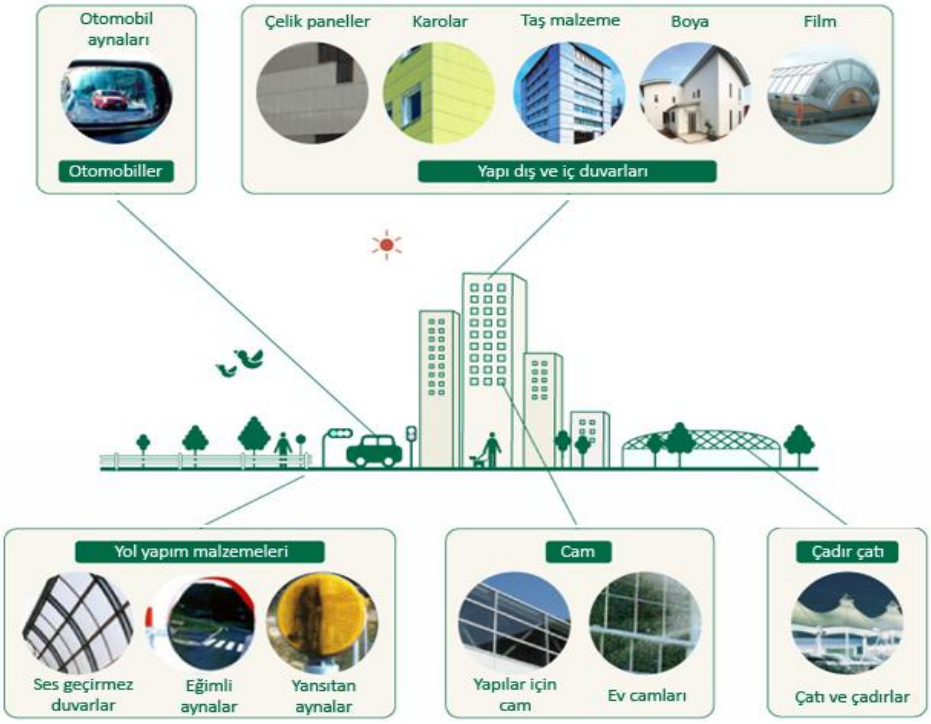
Şekil 4.15 Fotokatalizin yararları [57]

Hydrotect, bitkilerdeki fotosentez benzeri bir sistemle, kendi kendini temizlemeyi de kapsayan havayı temizlemek gibi çevresel birçok yararı vardır. Güneş ışığına maruz kaldığı zaman, Hydrotect'in fotokatalitik katmanı organiklere ayrılır ve yağmur suyu veya su ile kolaylıkla temizlenir. Işığa maruz kaldığında, titanyum dioksit elektronlar ve boşluklar üretir. Bunlar, havadaki oksijen (O_2) ve su (H_2O) ile reaksiyona girer ve ürün yüzeyindeki çeşitli organik maddeleri ve bakterileri parçalayan aktif oksijen üretir. Ayrıca titanum dioksit ışığa maruz kaldığında, titanyum havadaki su ile reaksiyona girip, ürünün yüzeyindeki su ile kolayca karışabilen hidrofilik grup katmanı üretir (Şekil 4.16) [57].



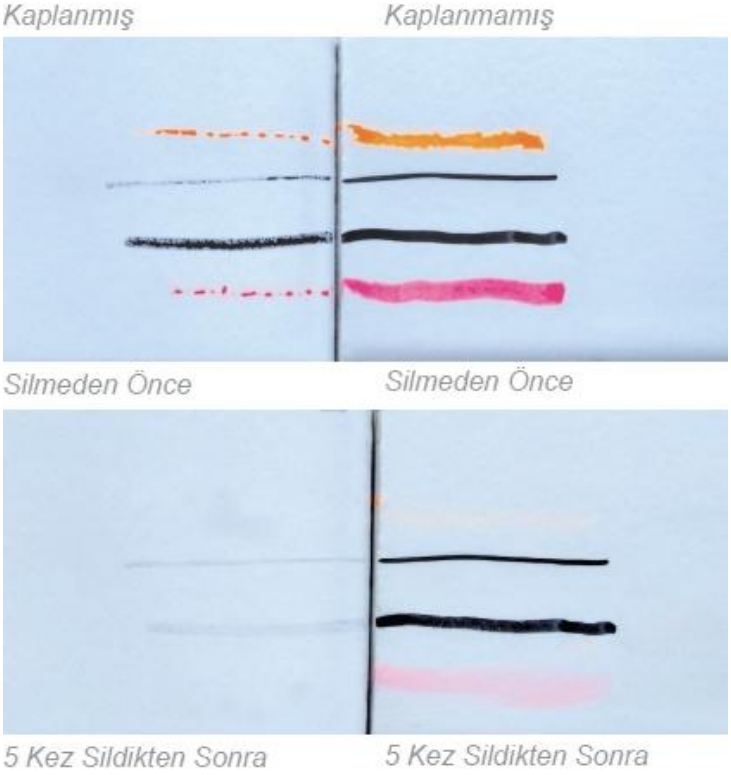
Şekil 4.16 Fotokatalitik ayrışma [57]

Hydrotect, iç duvarlardan dış duvarlara ve zeminlere kadar birçok çeşitli uygulaması yapılabilmektedir (Şekil 4.17) [57].



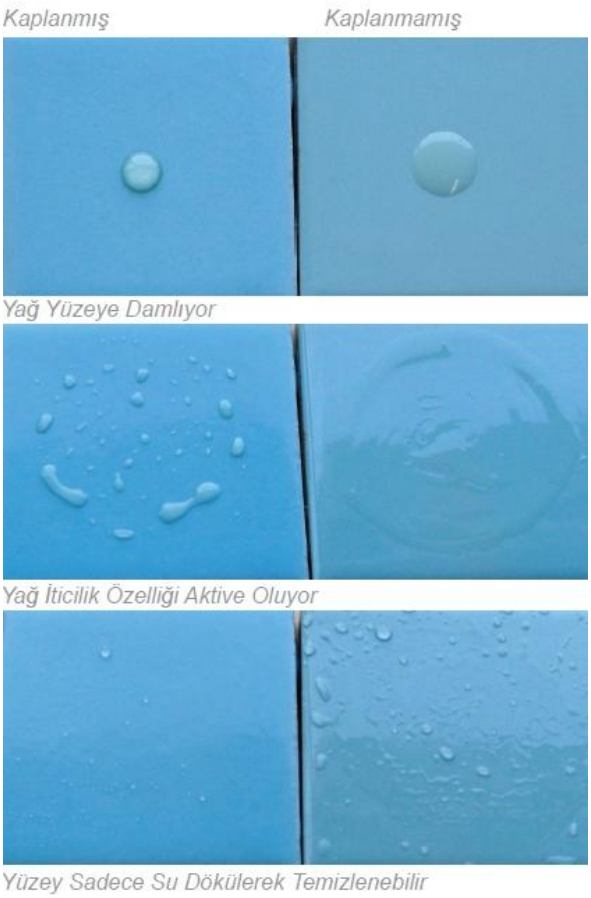
Şekil 4.17 Hydrotect'in kullanım alanları [57]

Ülkemizde D grubunun ürettiği kendi kendini temizleyen seramik, iç mekanlarda antibakteriyel ve kolay temizlenen, dış cephede ise kendi kendini temizleyebilen çevre dostu ürünü nanokompozit bir kaplamadır. Bu ürün, antibakteriyel, fotokatalitik (kendi kendini temizleme), su ve yağ iticilik ile anti-grafiti gibi temel özellikleriyle ön plana çıkıyor. Seramik kaplamaya üretim aşamasında nano teknolojik yöntemlerle kazandırılan yüzey koruma sistemi, sürekli ve komple koruma özelliğine sahiptir. Bu sistem, antibakteriyel, su itici ve kendi kendini temizleme (fotokatalitik) özellikleriyle farklı bir yüzey koruma sistemidir (Şekil 4.18) [58].



Şekil 4.18 D Firmasının ürünü olan seramiğin kolay temizlenme özelliği [58]

Seramiğin kullanıldığı mekanlarda uygulandığında, bakteri oluşumunu engelleyerek, mevcut bakterilerin de yok olmasını sağlıyor. Bu işlemi yüzeyden herhangi bir madde ayrılmadan yapan bu ürün, hastane, okul, otel, ıslak mekanlar gibi hijyenin gerekli ve önemli olduğu mekanlarda kullanılabilmekte ve insan sağlığına zarar vermemektedir. Yetersiz ışıkta da antibakteriyel özelliğini koruyabilen ürün, yüzeylerde zamanla oluşan is, su lekesi, mantar, küf ve yağ gibi kirletici maddelerin tutunmasını engeller (Şekil 4.19).



Şekil 4.19 D Firmasının ürünü olan seramiğin yağ itici özelliği [58]

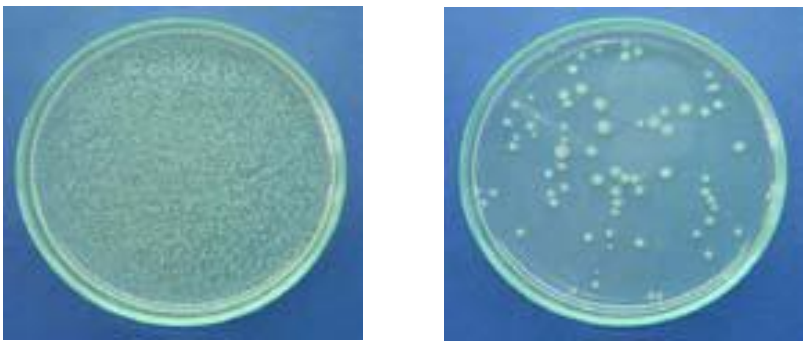
UV ışınlarıyla etileşime giren yüzeylerin üzerine gelen kirleri parçalayarak lekelerin giderilmesini ve yüzeylerin uzun süre dayanmasını sağlamaktadır. Bu sayede bakım için daha az temizlik ürünü tüketilebilmektedir. Baca dumanı, egzoz gazı gibi çevre kirliliğine ve lekeye neden olan unsurları yakarak, doğal bileşenleri olan karbondioksit ve suyu açığa çıkartarak çevreye katkı sağlamaktadır. Bakteri ve kirin oluştuğu ıslak zeminlerde, su itici özelliği sayesinde suyun yüzeyde birikmesini önleyerek, su lekelerinin kolayca temizlenmesini sağlamaktadır. Yağ itici özelliği sayesinde yağ lekelerinin kolayca temizlenmesini sağlamaktadır [58].

Bütün bu özelliklere bakıldığında temizlik ihtiyacının azalacağını, temizlik malzemesi kullanımının azalacağını, daha kolay ve kısa sürede temizliğin tamamlanabileceğini söylemek mümkündür. D firması Ar-Ge Süreç Araştırma Müdürü Yıldız YILDIRIM'dan alınan bilgilere göre kendi kendini temizleyen seramik, bu özellikleri ile birlikte temizlik malzemeleri kullanımında sağladığı %60'a varan tasarruf sayesinde tüketicileri minimum zaman ve eforla temiz ve sağlıklı mekanlara kavuşturmaktadır. Bütün bu

veriler bu ürünün kullanılması durumunda, bakım sürecinde maliyetin azalacağını göstermektedir.

D firmasının kendi geliştirdiği bu ürün dışında, D firması tarafından üretilen bir ürün üzerinde yapılmış bir deney çalışması mevcuttur. Hava kirliliğini ve olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla kendi kendini temizleyen, çevreyle dost fotokatalitik sistemlerin geliştirilmesi oldukça önemlidir. Bu doğrultuda yapılan bir deney çalışmasında, fotokatalitik özellik için TiO_2 tozu, antibakteriyel etki için Ag, Zn vs. kalıcı iyonlarından yararlanılmıştır. Çalışmada D firması tarafından üretilen Sinterflex (1000x3000x3 mm) ürünü seramik altlık olarak kullanılmıştır. Ürünün antimikrobiyal olması için Ag içerikli toz sentesi yapılmış ve sır içine ilave edilmiştir. Nano ölçekli (25 nm) TiO_2 tozu ise kaplama malzemesi olarak kullanılmıştır. Yapılan kaplamaların ve antimikrobiyal numunelerin yüzeyleri görüntülenmiş, kimyasal analizleri yapılmış ve antibakteriyel ve fotokatalitik testleri gerçekleştirilmiştir.

Aşağıdaki resimlerde, Escherichia coli bakteri kullanılarak şahit numune ile antimikrobiyal numunelerin kontakt test metodu ile yapılmış antibakteriyel test sonucu görülmektedir. Görüldüğü gibi şekil 4.20(a)' da bakteri üremesinin oldukça yoğun olduğunu görüyoruz, bunu yanı sıra şekil 4.20(b)' de antibakteriyel katkı içeren numunede %98 oranında bakteri üremesinin azaldığı görülmektedir [1].



(a)Sinterflex şahit numune (b) Sinterflex antimikrobiyal numune

Şekil 4.20 Sinterflex şahit (a) ve antimikrobiyal (b) numunelerin antibakteriyel test sonuçları [1]

Fotokatalitik özellik gösteren numune ise, şahit numune ve antimikrabiyal numune ile aşağıdaki çizelge de L, a, b renk değerleri açısından karşılaştırılmıştır. Numunelerin ilk hali, metilen mavisinin numune yüzeylerine damlatılmış ve kurumuş hali, son olarak ise

kuruduktan sonra gün ışığı altında 1 ile 5 saat arasında bekletildikten sonraki hali arasında karşılaştırılma yapılmış, yüzeylerin son değerlerinin ilk durumdaki değerlere dönüp dönmediği tespit edilmiştir (Çizelge 4.10) [1].

Çizelge 4.6 Metilen mavisi kullanılarak yapılan fotokatalitik testler [1]

Malzeme	**L***	**A***	**B***
Şahit	79.49	2.53	16.66
Şahit metilen mavisi ile lekeli numune	77.23	0.36	13.32
Şahit metilen mavisi sonrası 1 saat gün ışığında beklemiş numune	78.61	1.91	15.50
Antimikrobiyal numune	80.13	2.72	13.24
Antimikrobiyal metilen mavisi ile lekeli numune	76.93	-0.94	6.47
Antimikrobiyal metilen mavisi sonrası 1 saat gün ışığında beklemiş numune	79.27	1.80	10.45
Antimikrobiyal ve TiO_2 kaplı numune	81.35	2.73	11.53
Antimikrobiyal ve TiO_2 kaplı metilen mavisi ile lekeli numune	75.94	-0.70	8.18
Antimikrobiyal ve TiO_2 kaplı metilen mavisi sonrası 1 saatgün ışığında beklemiş numune	81.12	2.55	11.10
***L**: Beyazlık değeri - ***a**: Kırmızılık değeri – ***b**: Mavilik değeri			

Çizelgeye bakıldığında, sadece TiO_2 kaplı antimikrobiyal yüzeyin, metilen mavisi ile kirletildikten ve 1 saat gün ışığında bekletildikten sonra ilk L, a, b değerlerine benzerlik gösterdiği görülmüştür. Bu deney de ürünün gün ışığında kendi kendini temizlediğini ortaya koymaktadır. D firmasının seramik ürünü Ag, Zn iyonları içeren sentezin sır reçetesine eklenmesi ile antibakteriyel, yüzeyin TiO2 ile kaplanması ile fotokatalitik özellik göstererek, çevreye dost ürünler elde edilmiştir [1].

Kendi kendini temizleme teknolojisine öncülük eden Japon firmasının tahminlerine göre, Japonya'da ki bir bina sıradan seramikle kaplandığında, iyi görünmesini sağlamak için en azından her beş yılda bir temizliğinin yapılması gerekmektedir. Bu bina kendi kendini temizleyen seramikle kaplanırsa, hiç bakım yapılmadan yirmi yıllık bir süreçte temiz kalabilmelidir. Bu nedenle, kendi kendini temizleme teknolojisi bakım masraflarını büyük ölçüde azaltabilmektedir [53].

BÖLÜM 5

CEPHELERDE KULLANILAN YAPI ÜRÜNLERİNİN BAKIM-ONARIM SÜRECİNDE KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRİLMESİ

Endüstri Devrimi ile birlikte teknolojinin gelişmesi yapı ürünlerine de yansımıştır. Teknolojinin sürekli olarak gelişmesi yapı ürünlerinde de çeşitliliğin ve niteliğin artmasına neden olmuştur. Bu nedenle yapı ürünlerinin seçimi daha zor bir hal almıştır [2].

"Yapı yaşamında gereksinme aşamasından başlayan ve yapının tüm evrelerinde (planlama, tasarım, üretim, kullanım, bakım-onarım, geri dönüştürme) devam eden insan ve çevre ilişkileri söz konusudur. Ürün seçiminin amacı ise yapının tüm aşamalarında bu ilişkilerin doğru ve sağlıklı bir şekilde kurulmasıdır " [59].

Ürün seçimi, daha kısa sürede sonuca varabilmek için belirli bir yönteme bağlı olarak yapılmalıdır. Bu konuda birçok yöntem geliştirilmiştir. Performans yaklaşımına dayalı yöntemler birçok alt başlıktan oluşmaktadır (Cronberg, Sneck vs.). Değerlendirme ve değerlendirme amacına yönelik teknikler bir diğer yöntemdir. Değerlendirme, ürün seçimi sırasında seçeneklerin belirlenerek, bunların karşılaştırmasını yapabilmektir [60].

" Belirlenmiş bir performans sağlamak için tasarlanan bir seçeneğin amaca ulaşmada gösterdiği başarı onun değerini belirler. Ölçütlerde belirlenen sınır değerler seçenek değeri tarafından karşılanabildiğinde, seçenek istenilen niteliğe sahip demektir".

Değerlendirmeyi ortaya koyan sıfatlar değer kavramını oluştururlar, diğer bir deyişle değer, ürünün değerlendirilmesinde kullanılan ölçüttür. Yapı ürünleri "kullanım değeri" ve "değişim değeri" olmak üzere iki başlıkta incelenebilir. Kullanım değeri, belirli bir

gereksinmeyi karşılama değeri olup, kişiden kişiye farklılık gösterebilir. Değişim değeri ise, ürünün parasal, objektif değeridir [60].

Ürün seçiminde, "kullanım" ve " değişim" olmak üzere iki değer ölçütü vardır. Prof. Dr. Ayşe Balanlı'nın Yapıda Ürün Seçimi isimli kitabına göre ; "Kullanım, ürünün yararını ve belirlenmiş gereksinimini karşılama özelliği olup, kişiye göre değişkenlik gösterdiği için özneldir. Değişim ise ürünün parasal değeridir, değişken olmadığından nesneldir." Kullanım yarar, değişim ise maliyet olarak belirtilebilir. Ürün seçiminde en uygun ürün, kullanım değeri en yüksek, değişim değeri en düşük olandır. Bunun yanı sıra kullanım değerinin etkinliği değişim değerinden daha önemlidir. Yapım maliyetinin önem ağırlığı %70, bakım-onarım maliyetinin önem ağırlığı %30'luk payı oluşturur [2].

Değerlendirme üç aşamada gerçekleşebilir.

- Değer ölçütlerinin belirlenmesi
- Değer ölçütlerinin değerlendirilmesi
- Tüm sistemin değerinin bulunması [60].

Yapı ürünlerinin işlevlerini yerine getirebilmesi için sahip olması gereken nitelikler vardır. Ölçümleme yapılabilması için bu niteliklerin belirlenmesi gerekmektedir. Ölçütlerde belirlenen sınır değerler seçenek değeri tarafından sağlanıyorsa, seçenek nitelikli anlamına gelir. Ancak ürün seçimi yapılırken birçok değer ölçütü göz önüne alınarak ve karşılaştırma yapılarak karar verilmelidir [59]. Bu çalışmada cephelerde yaygın kullanılan ve nanoteknoloji ile üretilen yapı ürünlerinden betonun, boyanın, camın, seramiğin bakım onarım açısından karşılaştırmasını ve değer analizini yapabilmek amacıyla öncelikle değer ölçütleri belirlenmiştir. Bu ölçütler aşağıdaki çizelgede yer almaktadır (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1 Değer ölçütleri ve birimleri

ÖLÇÜTLER		**BİRİM**	
1	Bakım kolaylığı	İşgücü	Tesisat
2	Bakım aralığı / sıklığı	Zaman	
3	Kullanılan bakım ürünleri	Temizlik ürünleri	
4	Üretim maliyeti	Fiyat / Toplam gider	
5	Bakım maliyeti	Fiyat / Toplam gider	

Yukarıdaki çizelgede ele alınan değer ölçütleri doğrultusunda kendi kendini temizleyen yapı ürünlerinden beton, boya, cam ve seramik ile yaygın kullanılan yapı ürünlerinden beton, boya, cam ve seramik aşağıdaki çizelgelerde incelenmiştir (Çizelge 5.2 – 5.3).

Çizelge 5.2 Kendi kendini temizleyen yapı ürünlerinin ölçütler doğrultusunda niteliği

ÜRÜN	**ÖLÇÜTLER**					
	1 (Bakım kolaylığı)		**2** (Bakım aralığı / sıklığı)	**3** (Kullanılan bakım ürünleri)	**4** (Üretim maliyeti)	**5** (Bakım maliyeti)
	İşgücü	**Tesisat**				
Beton	Yok	Yok	Betona üretim aşamasında kazandırılabilen bu özellik, ürünün hizmet ömrü süresince etkisini kaybetmez.	Yağmur suyu veya basit bir durulama	Yaygın kullanılan ürün fiyatının 2,5-3 katı civarındadır (m^3)	İlgili veriye ulaşılamamıştır.
Boya (Dış)	Yok	Yok	Yüzeyde kir oluşumunu engellediğinden kirlilik oranı geleneksek boyalara göre daha azdır. A firmasından alınan bilgiye göre %50 daha avantajlıdır.	Güneş ışığı ve yağmur suyu	210 TL (15 lt.)	İlgili veriye ulaşılamamıştır.
Cam	Yok	Yok	Pencerenin bütün ömründe aynı özelliği gösterir, yaygın kullanılan camlar kadar sık temizlenmesi gerekmez, güneşe ve yağmur suyuna maruz kalma süresi arttıkça temiz kalma süresi de artar.	Güneş ışığı ve yağmur suyu, yumuşak su	12 Euro+ Kdv (m2/6 mm kalınlığında cam)	İlgili veriye ulaşılamamıştır.
Seramik (Dış)	Yok	Yok	Japon firmasının tahminlerine göre, 20 yıl temiz kalabilir.	Güneş ışığı ve yağmur suyu	Yaygın kullanılan seramik fiyatı +6 TL +Kdv (m2).	İlgili veriye ulaşılamamıştır.

Çizelge 5.3 Cephelerde kullanılan yapı ürünlerinin geleneksel bakım süreçlerinin ölçütler doğrultusunda niteliği

ÜRÜN	**ÖLÇÜTLER**					
	1 (Bakım kolaylığı)		**2** (Bakım aralığı / sıklığı)	**3** (Kullanılan bakım ürünleri)	**4** (Üretim maliyeti)	**5** (Bakım maliyeti)
	İşgücü	**Tesisat**				
Beton	Temizlik görevlileri	İskele asansör	Yıllık denetimi ve rötuşu yapılmalıdır.	Fırçalama, yıkama, buharla temizleme gibi yöntemler kullanılır. Fırça, su, kimyasal temizleyiciler vs	Yaygın kullanılan ürün fiyatı (m^3)	İlgili veriye ulaşılamamıştır.
Boya (Dış)	Temizlik görevlileri	İskele asansör	A firmasından alınan bilgilere göre garanti süresi 5 yıldır. 5 yıldan sonra renklerde solma, boyada çatlama ve yıpranma meydana gelmektedir.	Dış cephe yeniden boyanır.	152 TL (15 lt.)	İlgili veriye ulaşılamamıştır.
Cam	Temizlik görevlileri	İskele asansör-lastikli cam sileceği	Cam temizliği, düzenli bakımın parçasıdır. Temizleme sıklığı çevresel şartlara göre ayda bir, 3 ayda bir ve 6 ayda bir olmak üzere kirlilik oranına göre farklılık göstermektedir.	Su ve temizlik ürünü	4 Euro+ Kdv (m2/6 mm standart cam)	İlgili veriye ulaşılamamıştır.
Seramik (Dış)	Temizlik görevlileri	İskele-asansör	Japon firmasının tahimnlerine göre, her 5 yılda bir temizliği yapılmalıdır. Yıllık denetimi yapılmalıdır. Açık alanlarda kullanıldığından fazla kir tutma ihtimaline karşın, temizliği ihmal edilmemelidir.	Su ve temizlik ürünü	Yaygın kullanılan seramik fiyatı+Kdv (m2).	İlgili veriye ulaşılamamıştır.

Belirlenen yapı ürünleri, değerlendirme aşamasında puanlandırılmıştır. Bu yapı ürünlerinin değerinin ne olduğu, seçeneklerin özelliklerinin değerleri ile istenilen performans değerlerinin karşılaştırılması ile bulunabilmektedir [2]. Bu doğrultuda 0 ile 4 arası puan verilerek ürünler arasında karşılaştırma yapılmıştır.

Cephelerde kullanılan ürünlerden, kendi kendini temizleyen beton, boya, cam ve seramik, yaygın kullanılan aynı ürünlerle değer ölçütü olarak belirlenen 0-4 puan arasında değerlendirilerek karşılaştırılmıştır. 0 puan çok kötü, 1 puan kötü, 2 puan orta, 3 puan iyi ve 4 puan çok iyi olarak belirlenmiştir. Bu puanlamanın amacı, en iyi ile en kötü arasında ara değerlere de ulaşabilmektir.

Seçilen yapı ürünleri, belirlenmiş olan bakım kolaylığı, bakım aralığı/sıklığı, kullanılan bakım ürünleri, üretim maliyeti ve bakım maliyeti ölçütlerine göre puanlandırılmıştır. Bu değerlendirme sonucu en doğru ürün seçimi yapılabilecektir.

Değerlendirme

0 puan : Çok kötü

1 puan : Kötü

2 puan : Orta

3 puan : İyi

4 puan : Çok iyi

Verilen puanlar, tez süresince yapılan araştırmalar ve alınan bilgiler doğrultusundadır. Belirlenen ölçütler doğrultusunda kendi kendini temizleme özelliği gösteren nano ürünler ve yaygın kullanılan ürünler çizelge 5.4 ve çizelge 5.5'te değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler, çizelge 5.2 ve çizelge 5.3'da yer alan bilgiler doğrultusunda yapılmıştır. Bütün ölçütlerde, yapı ürünlerinin gereksinimleri doğrultusunda, çizelge 5.2 ve çizelge 5.3 üzerinden kıyaslama yapılarak puanlanmıştır. Bu doğrultuda oluşacak çizelgeler aşağıdaki gibidir (Çizelge 5.4 – 5.5).

Çizelge 5.4 Kendi kendini temizleyen yapı ürünlerinin ölçütler doğrultusunda puanlanması

ÜRÜN	**ÖLÇÜTLER**					
	1 (Bakım kolaylığı)		**2** (Bakım aralığı/sıklığı)	**3** (Kullanılan bakım ürünleri)	**4** (Üretim maliyeti)	**5*** (Bakım maliyeti)
	İşgücü	**Tesisat**				
Beton	3	3	4	4	0	-
Boya (Dış)	3	3	3	4	1	-
Cam	3	3	3	4	0	-
Seramik(Dış)	3	3	4	4	2	-

* Yapı ürünlerinin geleneksel bakım maliyeti ile ilgili verilere ulaşılırken, kendi kendini temizleyen yapı ürünlerinin bakım maliyeti ile ilgili verilere ulaşılamadığından karşılaştırma yapılamamış ve dolayısıyla bu ölçüt değerlendirmeye alınmamıştır.

Yukarıdaki çizelgeye bakıldığında, cephelerde kullanılan ve kendi kendini temizleyen beton, boya, cam ve seramik 1. ölçüte göre, işgücü ve tesisat için herhangi bir ihtiyaç olmamasına rağmen, henüz hizmet ömürlerini tamamlamamaları nedeniyle tam puan alamamıştır. Bu doğrultuda bütün ürünlere 3 puan verilmiştir.

2. ölçüt olan bakım sıklığı çizelge 5.2'de yapılan açıklamalara göre değerlendirilmiştir. Kendi kendini temizleyen beton için F firması Teknik Satış Destek Uzmanı Bahadır Öztürk'ten alınan bilgilere göre, betona üretim sürecinde kazandırılan bu özellik, ürünün hizmet ömrü boyunca yenileme gerektirmemektedir. Özellikle beyaz çimentoda bakım ihtiyacı olmamakta ve beton yüzeyi temiz kalmaktadır. Bu nedenle kendi kendini temizleyen beton 4 puan ile değerlendirilmiştir. Dış cephe boyası ve cam, yüzeyde kir oluşumunu engellemesine rağmen, cephelerde bakım ihtiyacı fazla olabileceğinden, bakım sıklığı ölçütü için 3 puan verilmiştir. Japon firmasının tahminlerine göre, kendi kendini temizleyen seramik ile kaplanan cephelerin, hiç temizlik yapılmadan 20 yıl süreyle temiz kalabilmesi söz konusu olduğundan seramik, 4 puan ile değerlendirilmiştir.

3. ölçütte ise kullanılan bakım ürünleri göz önüne alınarak değerlendirme yapılmıştır. Bu doğrultuda ele alınan beton, boya, cam ve seramik bakım aşamasında kendini temizleyebilmesi için güneş ve yağmur suyuna ihtiyaç duyduğundan, bu ürünler çok iyi olarak değerlendirilerek 4 puan verilmiştir.

4. ölçüt olarak üretim maliyeti açısından incelenen yapı ürünleri, yaygın kullanılan yapı ürünlerinin üretim maliyetindeki artış oranına göre değerlendirilmiştir. Ülkemizde betonun birim fiyatı minimum 80 TL-149 TL (m3) fiyat aralığındadır. Kendi kendini temizleyen beton firması Teknik Satış Destek Uzmanı Bahadır Öztürk'ten alınan bilgilere göre, nanoteknolojik beton maliyet fiyatı, bu fiyat aralığının 2,5-3 katı civarındadır. Kendi kendini temizleyen cam firmasının Türkiye Acente sahibi Mehmet ULUS'tan alınan bilgiye göre, 6 mm kalınlığında standart cam m^2 fiyatı 4 Euro+KDV iken, 6 mm kalınlığında kendi kendini temizleyen camın m^2 fiyatı 12 Euro+KDV'dir. Dolayısıyla kendi kendini temizleme özelliği kazandırılan cam, yaygın kullanılan camın 3 katı fiyatındadır. Artışın en fazla olduğu yapı ürünleri, kendi kendini temizleyen beton ve cam 0 puan, daha az artış gösteren boya ise 1 puan ile değerlendirilmiştir. Kendi

kendini temizleyen seramik üretimi yapan firmadan alınan bilgiye göre, nanoteknolojik ürün fiyatı ile yaygın kullanılan ürün fiyatı arasında, her m^2 için 6 TL fark vardır. En az artış gösteren yapı ürünü olan nano seramik ise, 2 puan ile değerlendirilmiştir.

5.ölçüt olan bakım maliyeti ise, sayısal veriye ulaşılamadığından değerlendirmeye dahil edilmemiştir. Yaygın kullanılan yapı ürünlerinde bakım maliyeti ile ilgili verilere ulaşılırken, kendi kendini temizleyen yapı ürünlerinin bakım maliyeti ile ilgili verilere ulaşılamamış ve karşılaştırma yapılamadığından değerlendirmeye alınmamıştır.

Çizelge 5.5 Cephelerde kullanılan yapı ürünlerinin geleneksel bakım süreçlerinin ölçütler doğrultusunda puanlanması

ÜRÜN	**ÖLÇÜTLER**					
	1 (Bakım kolaylığı)		**2** (Bakım aralığı/sıklığı)	**3** (Kullanılan bakım ürünleri)	**4** (Üretim maliyeti)	**5*** (Bakım maliyeti)
	İşgücü	**Tesisat**				
Beton	0	0	1	0	4	-
Boya (Dış)	0	0	0	0	4	-
Cam	0	0	2	1	4	-
Seramik (Dış)	0	0	2	1	4	-
* Yapı ürünlerinin geleneksel bakım maliyeti ile ilgili verilere ulaşılırken, kendi kendini temizleyen yapı ürünlerinin bakım maliyeti ile ilgili verilere ulaşılamadığından karşılaştırma yapılamamış ve dolayısıyla bu ölçüt değerlendirmeye alınmamıştır.						

Yukarıdaki çizelgeye bakıldığında, ele alınan beton, boya, cam ve seramik için bakım kolaylığı ölçütünün alt başlıkları olan işgücü ve tesisat için benzer ihtiyaçları olmasının yanı sıra, dört üründe cephe yüzeylerinde kullanıldığında, bakım ve temizliklerinin zorluk dereceleri de benzerlik göstermektedir. Bu doğrultuda cephede kullanılan beton, boya, cam ve seramik için temizlik görevlileri, iskele, asansör gerektiğinden, ele alınan yapı ürünleri 0 puan ile değerlendirilmiştir.

2. ölçüt olan bakım sıklığı ele alındığında, beton için yıllık denetimi ve rötuş yapılması gerekliliğinden 1 puan verilmiştir. Dış cephe boyaları ise A firmasından alınan bilgiler doğrultusunda 5 yıl sonrasında yenilenmesi gerektiğinden 0 puan ile değerlendirilmiştir. Yaygın kullanılan camın denetimi 3 yıl arayla yapılması gerektiğinden, diğer yapı ürünlerine göre daha iyi olduğu düşünülerek 2 puan verilmıştir. Cephelerde kullanılan seramik ise Japon firmasının tahminlerine göre, 5 yılda bir temizlenmesi gerekliliğinden dolayı 2 puan ile değerlendirilmiştir.

3. ölçütte ise kullanılan bakım ürünleri göz önüne alınarak değerlendirme yapılmıştır. Bu doğrultuda betonun temizliği ve bakımı zor olduğundan, farklı yöntemler gerektirdiğinden 0 puan ile değerlendirilmiştir. Cam ve seramik bakım aşamasında su ve temizlik ürününe ihtiyaç duyduğundan, bu ürünlere 1'er puan verilirken, dış cephe boyası bakım aşamasında rötuş işlemi yeterli olmadığında, yeniden boyama gerektirdiğinden dolayı 0 puan verilerek değerlendirilmiştir.

4. ölçüt olarak üretim maliyeti açısından incelenen yapı ürünleri, kendi kendini temizleyen yapı ürünleri ile kıyaslanarak değerlendirilmiştir. Her ürünün üretim fiyatı, çok iyi olarak değerlendirilerek 4'er puan verilmiştir.

5.ölçüt olan bakım maliyeti ise, sayısal veriye ulaşılamadığından değerlendirmeye dahil edilmemiştir. Yaygın kullanılan yapı ürünlerinde bakım maliyeti ile ilgili verilere ulaşılırken, kendi kendini temizleyen yapı ürünlerinin bakım maliyeti ile ilgili verilere ulaşılamamış ve karşılaştırma yapılamadığından değerlendirmeye alınmamıştır.

Çalışma kapsamında incelenen yapı ürünlerinin yarar değerinin bulunması için aralıklı ölçek verilen bir çizelge hazırlanmıştır. Her bir seçenek için beş ölçekten oluşan aralıklar belirlenmiştir. Buna ilişkin çizelge aşağıda yer almaktadır (Çizelge 5.6).

Çizelge 5.6 Aralıklı Ölçek Verilerek Seçeneklerin Yarar Değerinin Bulunması

YARAR DEĞERİ	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Bakım kolaylığı Çok zor – Çok kolay	Çok kolay	Kolay	Orta	Zor	Çok zor
Bakım aralığı Yıllık – 20 yıl	Yıllık	3 yıl	5 yıl	15 yıl	20 yıl
Kullanılan bakım ürünleri Çok fazla – Yok	Çok fazla	Çok	Var	Çok az	Yok
Üretim maliyeti Çok yüksek – Çok düşük	Çok yüksek	Yüksek	Orta	Düşük	Çok düşük
Bakım maliyeti Çok yüksek – Çok düşük	Çok yüksek	Yüksek	Orta	Düşük	Çok düşük

Belirlenen aralıklar doğrultusunda ele alınan yapı ürünleri incelenmiştir. Kendi kendini temizleyen ve yaygın kullanılan yapı ürünleri, bu aralıklara göre aşağıdaki çizelgede değerlendirilmiştir (Çizelge 5.7).

Çizelge 5.7 Seçeneklerin Değerlendirilmesi

DEĞER ÖLÇÜTLERİ	SEÇENEKLER							
	KENDİ KENDİNİ TEMİZLEYEN YAPI ÜRÜNLERİ				GELENEKSEL YAPI ÜRÜNLERİ			
	Kendi kendini temizleyen beton	Kendi kendini temizleyen boya (Dış)	Kendi kendini temizleyen cam	Kendi kendini temizleyen seramik (Dış)	Geleneksel beton	Geleneksel boya (Dış)	Geleneksel cam	Geleneksel seramik (Dış)
Bakım kolaylığı	Kolay	Kolay	Kolay	Kolay	Çok zor	Çok zor	Çok zor	Çok zor
Bakım aralığı	Yok	5 yıl	Yok	20 yıl	Yıllık	5 yıl	3 yıl	5 yıl
Kullanılan bakım ürünleri	Yok	Yok	Yok	Yok	Çok var	Çok var	Var	Var
Üretim maliyeti	Çok yüksek	Yüksek	Çok yüksek	Orta	Düşük-Orta	Düşük	Düşük	Düşük
Bakım maliyeti*	---	---	---	---	---	---	---	---
* Yapı ürünlerinin geleneksel bakım maliyeti ile ilgili verilere ulaşılırken, kendi kendini temizleyen yapı ürünlerinin bakım maliyeti ile ilgili verilere ulaşılamadığından karşılaştırma yapılamamış ve dolayısıyla bu ölçüt değerlendirmeye alınmamıştır.								

BÖLÜM 6

SONUÇ VE ÖNERİLER

Hava kirliliği, yapıların cepheleri üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Atmosfere salınan zararlı gazlar, cephe yüzeylerinin kirlenmesine ve bozulmasına yol açmaktadır. Bu nedenle cephelerde tercih edilen yapı ürünlerinin bakım süreci, yapı ürününün ömrü açısından oldukça önemlidir. Bunu yanı sıra cephelerde ürün seçimi yapılırken nanoteknoloji ile üretilen ve kendi kendini temizleyen ürünlerin tercih edilmesi ile bakım ihtiyacının azaltılabileceğini söylemek mümkündür.

Nanoteknolojinin birçok sektörde aktif olarak kullanılmasıyla yeni üretim alanları doğmuştur. Yapı sektörü de bu teknolojiden yola çıkarak yeni yapı ürünleri ortaya koymaktadır. Bu çalışmanın konusu olan kendi kendini temizleyen yapı ürünleri dünya genelinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak ülkemizde henüz o kadar yaygın kullanılmamakta ve maliyeti nedeniyle fazla tercih edilmemektedir. Ülkemizde nano ürünlerle ilgili standartlar bulunmamaktadır. Ayrıca bu ürünlerin ilerleyen süreçlerde insan sağlığına ve çevreye etkilerinin belirsizliği söz konusudur. Nano ürünler ile ilgili yapılan araştırmalar ve nano ürünlerin hizmet ömürlerini tamamlaması ile kendi kendini temizleyen ürünlerin olumlu-olumsuz etkilerinin daha net biçimde ortaya konabileceği düşünülmektedir.

Kendi kendini temizleyen yapı ürünlerinin üretiminde lotus-etkisi ve fotokataliz olmak üzere iki farklı yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemlerle üretilen boyalar, kaplama malzemeleri, cephe kaplamaları, camlar, seramikler, beton ve her geçen gün artan farklı markalar ile ürün çeşitleri bulunmaktadır.

Bu çalışmada yer alan örnek deneylere de bakarak, kendi kendini temizleyen ürünlerin olumlu sonuç verdiği ve faydalarının somut olarak görüldüğü söylenebilir.

Firmalarla yapılan görüşmeler ve örnekler göz önüne alındığında, kendi kendini temizleyen yapı ürünlerinin, yaygın kullanılan yapı ürünleriyle kıyaslandığında birçok olumlu özelliğe sahip olduğunu söylemek mümkündür. Bunun yanı sıra maliyet farkının göz ardı edilemeyeceğini de söylemek gerekir. Yaygın kullanılan yapı ürünleriyle kendi kendini temizleyen ürünlerin karşılaştırması aşağıdaki çizelgede yer almaktadır.

Çizelge 6.1 Yaygın kullanılan yapı ürünleri ile kendi kendini temizleyen yapı ürünlerinin karşılaştırılması

Yaygın Kullanılan Yapı Ürünü	**Kendi Kendini Temizleyen Yapı Ürünü**
Bakım gerektirir.	Bakım gerektirmez.
Kir, is ve çevresel etkenlerle kolayca kirlenir.	Kir, is ve çevresel etkenlerle kirlenmez.
Havayı temizleme özelliği yoktur.	Havayı temizleme özelliği vardır.
Antibakteriyel değildir.	Antibakteriyel olanları mevcuttur.
Kir tutar.	Kir tutmaz.
Ekonomiktir.	Yaygın kullanılan ürünlere göre ekonomik değildir.

Kendi kendini temizleyen yapı ürünlerinin havayı temizleme gibi ekolojik anlamda da yararlı özellikleri de bulunmaktadır. Çalışmada örnek olarak gösterilen uygulamalarda ağaç dikmek ile eş değer öneme sahip olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra standart ürünlerin bakımı için kullanılan çevreye zararlı deterjanlar ve diğer ürünlere gerek kalmadığından bu süreçte de çevreye olumlu katkıları söz konusudur. Güneş ışığı ve yağmur suyu ile kendini temizleyen yüzeyler sayesinde kullanılan deterjan miktarı azalmaktadır. Bu durum aynı zamanda bakım maliyetini de düşürmektedir. İnsan gücüne ve temizlik ürünlerine gereksinim kalmamakta, bakım maliyeti azalmaktadır. Bu yapı ürünleri, standart ürünlere göre daha pahalı olsa da, uzun vadede geri dönüşümü olan ve aradaki farkı kapatan ürünlerdir.

Ülkemizde kendi kendini temizleyen yapı ürünlerinin daha yaygın olarak kullanılması için daha fazla tanıtım yapılmalı ve artıları, eksileri anlatılmalıdır. Fiyat farkının uzun vadede geri dönüşümünün olacağı, nano ürünlerin çevreye olan yararları ve yaygın kullanılan ürünlere göre sahip olduğu bütün olumlu özellikleri ortaya konmalıdır.

Uygulanmış yapı örneklerinde karşılaşılan olumlu sonuçlar görsellerle de belgelenmelidir.

Ülkemizde yapıların bakım süreci ile ilgili gerekli düzeyde araştırma henüz bulunmadığından, yapı hizmet ömrünün kısalması söz konusu olmaktadır. Bunu değiştirmek için bakım ihtiyacını azaltacak kendi kendini temizleyen yapı ürünleri tercih edilebilir. Bu şekilde hem bakım ihtiyacı hem de bakım maliyeti azalacaktır.

Yapmış olduğum bu çalışmada, araştırma sürecinde ulaşamadığım sayısal verilere ulaşabilmek ve ürünler arasında daha somut karşılaştırma yapabilmek açısından, kendi kendini temizleme özelliği gösteren yapı ürünlerinin hizmet ömrü, insan sağlığına ve çevreye etkileri incelenebilir ve bu konular ile ilgili deneysel çalışmalar yapılabilir.

Uzun vadede yapılacak çalışmalar sonucu, kendi kendini temizleyen nano ürünlerin bakım-onarım ihtiyacının olup olmadığı ve bakım sürecine maliyet açısından olumlu etkileri sayısal ve bilimsel verilere dayandırılabilir.

KAYNAKLAR

[1] Gürbüz, M., Solaş, A., Küçük, A., Göktaş, A. ve Doğan, A., (2005). "Nanoteknoloji ile Çevredostu Fotokatalitik ve Antimikrobiyal Seramik Malzemelerin Üretilmesi", Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Özel Sayı, 217-221.

[2] Balanlı, A., (1997). Yapıda Ürün Seçimi, Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Eğitim ve Kültür Hizmetleri Derneği Yayını, No:4, İstanbul.

[3] Taygun, G. T., ve Balanlı, A., (2005). " Yaşam Döngüsü Süreçlerinde Yapı Ürünü-Çevre Etkileşimi", Megaron YTÜ Mimarlık Fakültesi e-Dergisi, 1 (1).

[4] Gür, M., "Nanomimarlık Bağlamında Nanomalzemeler'', Bursa, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık fakültesi Dergisi, 15 (2), 2010, Bursa.

[5] Öke, A., "İşletme Anlayışına Uygun Konut Tasarlanması'', İstanbul, İTÜ Mim. Fak. Yayınları, 1971, İstanbul.

[6] Sarp, A., (2007). Sağlıklı Yapının Sürdürülebilirlik Sürecine Yönelik Bir Model Önerisi, Doktora Tezi, YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[7] Topçu, Ş., (1994). Türkiye'de Yataklı Sağlık Kuruluşlarının Bakım Sorunları ve Çözümüne Yönelik Bir Yöntem Araştırması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[8] Payan, F., ve Ertürk, F., (2002). "SO2 ve NOX Kirleticilerinin 1995-1996 Kış Sezonunda Bursa İçin Hava Kirliliği Haritalarının Oluşturulması", ÇEVKOR Dergisi, 11 (45).

[9] Erbaşlar, T., ve Taşdemir, Y., (2007). "Bursa Atmosferinde Ölçülen Klasik Hava Kirleticilerin Birbirleri ile Olan İlişkileri", Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 12 (2).

[10] Tayanç, M., (2013). " Türkiye'de Hava Kalitesi Modellemesi", Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi, 2 (4).

[11] Göçer, C., (2005). "Beton Esaslı Prefabrike Cephe Panellerinde Yüzey Özelliklerine Bağlı Atmosferik Kirlenme Etkisi", 3. Ulusal Çatı & Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu Bildiriler Kitabı, İstanbul.

[12] Stanford, H.W., (2010). Effective Building Maintenance: Protection of Capital Assets, First Edition, The Fairmont Press, Amerika.

[13] Altun, F., (2007). Kamu Konut Binalarının Kullanım Aşamasındaki Bakım-Onarım Yönetimi, Bir Yönetim Yöntemi Önerisi, Mimarlık Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[14] İpekar, S., (1987). Toplu Konutların Kullanım Evresinde Beliren Bakım Sorunlarının Çözümüne İlişkin Bir Yöntem Araştırması, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

[15] T.C.Resmi Gazete, Devlet Binaları İşletme, Bakım, Onarım Yönetmeliği. (13999), 27.10.1971, Bölüm 2.

[16] Prof. Dr. Alaattin Kanoğlu ve Prof. Dr. Gül Koçlar, Oral Binalarda Gerçekleştirilen Müdahalelerin Niteliğine Ve Proje Müellifinin Haklarına İlişkin Değerlendirme, İTÜ, İstanbul.

[17] Ünal F., (1987). Fabrikalarda Bakım-Onarım Maliyetinin Minimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği, Ankara.

[18] Alemdar, K., (1981). Türkiye'de Kamu Yatırımlı Genel Hizmet Yapılarında Bakım Sorununun İncelenmesi ve Bir Yöntem Araştırması, Doktora Tezi, İDDMA, İstanbul.

[19] Pamir C., (1988). İdeal Bakım - Onarım Personel Karmasını ve Ekip Büyüklüğünü Belirlemek İçin Bir Simülasyon Modeli, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği, Ankara.

[20] Aktepe, N., (2002). Toplam Verimli Bakım Planlaması ve Bir Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniveristesi, Antalya.

[21] Wood, B., (2009). Building Maintenance, First Edition, Wiley-Black Well, Oxford.

[22] Özgen, M. M., (2006). Betonarme Yapılarda Bozulma Süreçleri ve Beton Sınıfının Yapının Durabilitesine ve Maliyetine Etkileri, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[23] Woodson, R.D., (2009). Concrete Structures / Protection, repair and rehabilitation, First Edition, Elsevier, Oxford.

[24] Vural, S. M., (1997). Kagir Yapı Dış Yüzeylerinde Boya Uygulamalarına Yönelik Sorunların Belirlenmesi ve Çözüm Önerileri, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[25] Aksaray, N., (1995). Giydirme Cephe Konstrüksiyonu, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[26] Soyyiğit, S. ve Bostancıoğlu, E., (2012). "Giydirme Cepheli Büro Binalarında Cam Seçimi", 6. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 12-13 Nisan 2012, Uludağ Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Bursa; http://www.catider.org.tr/pdf/sempozyum6/15.pdf.

[27] Vitra firması web sayfası, http://www.vitra.com.tr/cms/MaintenanceManual/5/Karo_Bakim_Talimati.pdf, Erişim tarihi: 12.06.2013.

[28] Oksay, R., (2005), Boya: Kendi Kendini Temizleyen İnşaat Malzemeleri, http://v3.arkitera.com/h5043-boya-kendi-kendini-temizleyen-insaat-malzemeleri.html, Erişim tarihi: 10.08.2013.

[29] Menceloğlu, Y. ve Yiğican, Y., (2010), Nanoteknolojilerin Yapı Sektöründe Yeri, http://www.dunya.com/nanoteknolojilerin-yapi-sektorunde-yeri_83158_haber.html, 2012 , Erişim tarihi: 09.09.2013.

[30] Ashby, M. F., Ferreira, P. J. ve Schodek, D. L., (2009). Nanomaterials, Nanotechnologies and Design / An Introduction for Engineers and Architects, First Edition, Elsevier Ltd., Oxford.

[31] Çıracı, S., (2005). "Metrenin Bir Milyarda Birinde Nanoteknoloji", Bilim ve Teknik, Ağustos 2005: 6-7.

[32] Tepe, A., (2007). Nanoteknolojideki Nano Ölçekteki Yapıların Yerel Olmayan Elastisite Çerçevesinde İncelenmesi, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[33] Committee on Technology-National Science and Technology Council-Interagency Working Group on Nanoscience, Engineering and Technology, Natıonal Nanotechnology Initiative:Leading to the Next Industrial Revolution (2000), Washington.

[34] Özkan, İ., (2006). Nanoteknolojik Özellikler İle Malzemenin Yüzey Özelliklerinin İyileştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

[35] Seyman, M. C., (2010). Çift Duvarlı Karbon Nanotüplerin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[36] Kutucu, B., (2010). Nanoteknoloji ve Çift Duvarlı Karbon Nanotüplerin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[37] Karateke, M. ve Güngör, E. ve Demir, A., (2010). "Nanoteknoloji ve Tekstil Sektöründe Uygulamaları", MYO-OS 2010- Ulusal Meslek Yüksekokulları Öğrenci Sempozyumu, 21-22 Ekim 2010, Düzce.

[38] Turan, O., (2011). "Bir Fırsat Penceresi: İnşaat Sektöründe Nanoteknoloji", Beton Prefabrikasyon Dergisi, 97:14-16.

[39] Leydecker, S., (2008). Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design, First Edition, Birkhauser Verlag AG, Basel.

[40] Anonim, http://www.ductal-lafarge.com/wps/portal/ductal/2_3_1-Detail?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/wps/wcm/connectlib_ductal/Site_ductal/English_version/Page.Navigation.Structural.Footbridges/KeyProjectDuctal%20Page/KeyProjectDuctal_1278712507168&Rdt=On , Erişim tarihi: 20.08.2012.

[41] Anonim, http://www.ductal-lafarge.com/wps/portal/ductal/2_3_1-Detail?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/wps/wcm/connectlib_ductal/Site_ductal/E

nglish_version/Page.Navigation.Structural.Footbridges/KeyProjectDuctal%20Page/KeyProjectDuctal_1278717125809 , Erişim tarihi: 20.08.2012.

[42] Akakın, T. ve Engin, Y., Yeniyüzyılda Beton, www.thbb.org/Utility.aspx?o=file&id=64, Erişim tarihi: 15.08.2012.

[43] Li, V. C., (2010), "Bridge Preservation with ECC", 2010 Midwest Bridge Preservation Partnership Annual Meeting, 12-14 Ekim 2010, Detroit, Michigan.

[44] Anonim, http://www.hk-phy.org/atomic_world/lotus/lotus01_e.html , Erişim tarihi: 05.06.2012.

[45] Gür, M., (2010). "Nanomimarlık Bağlamında Nanomalzemeler", Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 15 (2):81-86.

[46] Anonim, http://en.wikipedia.org/wiki/File:Lotus3.jpg,Erişim tarihi: 05.06.2012.

[47] Süzer, Ş., (2006). "Nanoteknoloji, Kimyanın Sihirli Değneği ve Yüzeyler", Bilim ve Teknik, Aralık 2006: 5-7.

[48] Orhon, A. V., (2014). "Sürdürülebilir Çatı ve Cephe Sistemleri", 7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 3– 4 Nisan 2014, Yıldız Teknik Üniversitesi Beşiktaş – İstanbul.

[49] http://www.sgbc.sg/images/uploads/products/11271808939Lotusan_Brochure.pdf , Erişim tarihi: 05.06.2012.

[50] Hashimoto, K., Irie, H. ve Fujishima A., (2005). "TiO2 Photocatalysis: A Historical Overview and Future Prospects", Japanese Journal of Applied Physics, 44,12:8269–8285.

[51] Kuloğlu Yüksel, F. Ş. ve Karagüler, M. E., Kendi Kendini Temizleyen Betonlar, http://www.thbb.org/Files/File/[470-480].pdf, Erişim tarihi: 17.07.2013.

[52] Atılım Üniversitesi, Fotokatalitik TiO2 Tozu Üretimi, http://www.atilim.edu.tr/shares/atilim/files/haberler/6_Jongee%202-%20TiO2%20At%C4%B1l%C4%B1m%20Poster.pdf, Erişim tarihi: 05.06.2012.

[53] Fujishima, A., Zhang, X., Tryk, D. A., (2008), TiO_2 photocatalysis and related surface phenomena, http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167572908000757, Erişim tarihi: 13.07.2013.

[54] Anonim, http://www.sciencephoto.com/media/352977/enlarge, 20.08.2012 tarihinde erişim sağlandı.

[55] Anonim, http://www.architecturelist.com/2008/01/29/jubilee-church-in-rome/, Erişim tarihi: 20.08.2012.

[56] Avrupa Beton Kaplama Birliği, Beton Yollar: Akıllı ve Sürdürülebilir Bir Seçim, http://www.tcma.org.tr/images/file/eupaveturkcebasim.pdf, Erişim tarihi: 20.08.2013.

[57] Hydrotect firması web sayfası, http://www.toto.co.jp/hydrotect/eng/about01.html, Erişim tarihi: 11.07.2012.

[58] Kale firması web sayfası, http://www.kale.com.tr/tr-tr/News.aspx?CtID=190&RecID=957 , Erişim tarihi: 11.07.2012.

[59] Ekşi, D., (1999). Yapıda Pencere Ürünlerinin Seçimi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[60] Tapan, M., (2002). Yapılarda Döşeme Bileşeninde Ürün Seçimi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

EK

YAPI BİLEŞENLERİNİN HİZMET ÖMRÜ

Seviye 1 Ana Grup Bileşenleri	Seviye 2 Grup Bileşenleri	Seviye 3 Tekil Bileşenler	Seviye 4 Alt- Bileşenler	Hizmet Ömrü (yıl)	Hizmet Ömrü Konuları
1.ALT YAPI	1.Temeller	1.Standart Temeller	Duvar temelleri	60+	Yok
			Kolon temelleri	60+	Yok
			Temel drenajı	60+	Yok
		2.Özel Temeller	Kazıklar/kazık başlıkları	60+	Yok
			Grade beams	60+	Yok
			Duba	60+	Yok
			Örtü	60+	Yok
	2.Slab on Grade		Standart slab on grade	60+	Yok
			Strüktürel slab on grade	60+	Yok
			Fransız kanalizasyonu	35	Yok
			Çevresel yalıtım	35	Yok
	3.Bodrum Duvarları		Bodrum duvar konstrüksiyonu	60+	Yok
			Duvar nem koruması	35	Yok
2.KABUK	1. Üst-yapı	1. Kat Konstrüksiyonu	Strüktür: Ahşap	35+	2.1
			Lamine ahşap	25-30	Yok
			Taş	60+	Yok
			Strüktürel çelik iskelet	60+	Yok
			Beton iskelet	60+	Yok
			Kat güverte: Ahşap	35+	2.1
			Beton	60+	Yok
			Kat yalıtımı	35+	Yok
			Balkon katları	10-25	Yok
			Dış merdivenler / yangın kaçışları	15-35+	Yok
		2. Çatı Konstrüksiyonu	Düz güverte	25-35+	Yok
			Perdeli güverte	30-35+	Yok
			Kontrol paneli/iç yüzler/duvar tepeliği	15-35	Yok
				20-30	Yok
			Duvar eteği	20	Yok
			Düz çatı kenarı	20	Yok
			Genleşme derzi	20-23	Yok
			Mahya deliği	7-20	Yok
			Saçaklar	35+	Yok
			Düz çatı drenajı	20	Yok
			Düz çatı frengi	5-30	Yok
			Oluklar/yağmur iniş boruları		Yok

Yapı bileşenlerinin hizmet ömrü (devamı) [12]

Seviye 1 Ana Grup Bileşenleri	Seviye 2 Grup Bileşenleri	Seviye 3 Tekil Bileşenler	Seviye 4 Alt- Bileşenler	Hizmet Ömrü (yıl)	Hizmet Ömrü Konuları
2.KABUK	2.Dış Kapamalar	1.Dış Duvarlar	Dış duvarlar: Prekast beton	42	Yok
			Tuğla kaplama	60+	Yok
			Beton kagir duvar	35+	Yok
			Şap / vinil kaplama	25	Yok
			Ahşap kaplama	20	Yok
			Çimento levha kaplama	35	Yok
				35+	Yok
			Çimento sıva	25	Yok
			Metal yapı panelleri	10.5	2.2
			Derz dolgu	20	Yok
			Lentolar: Boyalı çelik	25	Yok
			Galvanize çelik	60+	Yok
			Paslanmaz çelik	60+	Yok
			Beton	7-10	2.3
			Ahşap veya metal üzeri dış boya		
		2.Dış Pencereler	Pencereler: Çelik pencereler	15	Yok
			Vinil kanatlı pencereler	19	Yok
				17	Yok
			Vinil sürme pencereler	23	Yok
				20	2.3
			Alüminyum pencereler	15-35	Yok
				7	Yok
			Ahşap pencereler		
			Giydirme cepheler ve vitrinler		
			Pencere panjurları		
		3.Dış Kapılar	Dış kapılar	15-25	Yok
			Kapı donanımı	7-15	Yok
			Seksiyonel kapılar	15-35+	Yok
			Bobin kapılar	15-20	Yok
			Hava perdeleri (Kafeterya/mutfak)	5-7	Yok
	3.Çatılar	1.Çatı Kaplamaları	Kırma çatı kaplamaları	5-60+	2.5
			Düz çatı kaplamaları	25-35+	2.5
		2.Çatı Açıklıkları	Çatı pencereleri	30	2.5
			Çatı kapakları	35+	2.5
			Çatı vantilatörleri	25	2.5
			Ekipman bordürleri	30	2.5
3. İÇ MEKANLAR	1.İç Yapı	1.Bölmeler	Sabit bölmeler	30-60+	Yok
			Hareketli bölmeler	10-15	Yok
			Tuvalet bölücüleri	15-30+	Yok
			İç camlar ve vitrinler	35+	Yok
		2.Tavanlar	Akustik tavanlar	20-35	3.1, 3.2
			Sert tavanlar	40-60+	3.2
		3.İç Kapılar	Kapılar	5-25	Yok
			Kapı donanımları	7-25	Yok
		4.Özellikler		10-20	Yok
	2.Merdivenler	1.Merdiven Konstrüksiyonu		35+	Yok
		2.Merdiven Yüzeyleri		7-10	Yok
	3.İç Yüzeyler	1.Duvar Yüzeyleri	Boyalar	3-10	3.1-Yok
			Vinil duvar kaplamaları	10	3.3
			Seramik karolar	17-35+	Yok
			Astar	3-10	3.4

Yapı bileşenlerinin hizmet ömrü (devamı) [12]

Seviye 1 Ana Grup Bileşenleri	Seviye 2 Grup Bileşenleri	Seviye 3 Tekil Bileşenler	Seviye 4 Alt- Bileşenler	Hizmet Ömrü (yıl)	Hizmet Ömrü Konuları
3. İÇ MEKANLAR	3.İç Yüzeyler	2.Zemin Yüzeyleri	Zemin kaplamaları: Halı,	11	3.1
			halı karosu	10	3.1
			Vinil karo	15	3.1
			Vinil levha	35+	Yok
			Çimento mozaiği	20	3.1
			Ahşap, masif	12-15	3.1
			Ahşap, lamine	17	3.1
			Epoksi	5-7	3.1
			Boya, Beton / ahşap	60+	Yok
			Tupla/kiremit karosu	20	Yok
			Seramik karo	15-20	3.5
			Temeller, bordürler, süsler		
4.SERVİS SİSTEMLERİ	1.Taşıma Sistemleri	1.Asansörler, yürüyen merdivenler, v.b.		35+	Yok
		2.Tekerlekli sandalye asansörleri		15	Yok
	2.Sıhhi Tesisat	1.Sıhhi Tesisat ve Ekipmanları		7-35	4.3-Yok
		2.Evsel Su Dağıtımı		10-35+	Yok
		3.Sıhhi Atık		10-35+	Yok
		4.Yağmur Suyu Drenajı		15-35+	Yok
		5.Özel Tesisat Sistemleri		15-35+	Yok
	3.Isıtma Havalandırma ve Klimalandırma (HVAC)	1.Havalandırma Ünitesi, paket/split Tip klima sistemi		7-15	4.2
		2.Isı pompalama		15-19	4.2-Yok
		3.Hava işleme üniteleri		15-25	Yok
		4.Isıtıcılar		12-25	Yok
		5.Fırınlar		18	Yok
		6.Ünit ısıtıcılar		10-20	Yok
		7.Radyant ısıtıcılar		15	Yok
		8.Hava terminalleri		17-20	Yok
		9.Kanal		15-30	Yok
		10.Fanlar		15-25	Yok
		11.Bobinler		15-20	Yok
		12.Isı değiştiriciler		20-24	Yok
		13.Soğutucular		15-23	4.2-Yok
		14.Soğutma kuleleri		17-34	Yok
		15.Kondansatörler		20	4.2
		16.Pompalar		10-20	Yok
		17.Kontroller		8-20	Yok
		18.Boru, vana ve Spesiyaller		15-35+	Yok
		19.Yalıtım boru/kanal		15-25	4.1
		20.HVAC elektrik motorları		15-30	Yok
	4.Yangın Koruma	1.Sulama Sistemleri		25-35+	Yok
		2.Taşıma&Hortum Sistemleri		15-35+	Yok
		3.Yangın Koruma Özellikleri		15	Yok
	5.Elektrik	1.Elektrik Servisi& Dağıtımı		25	Yok

Yapı bileşenlerinin hizmet ömrü (devamı) [12]

Seviye 1 Ana Grup Bileşenleri	Seviye 2 Grup Bileşenleri	Seviye 3 Tekil Bileşenler	Seviye 4 Alt- Bileşenler	Hizmet Ömrü (yıl)	Hizmet Ömrü Konuları
4.SERVİS SİSTEMLERİ	5.Elektrik	2.Aydınlatma		15-35+	Yok
		3.İletişim, Yangın Alarmı ve Güvenlik Sistemleri		8-15	Yok
5.EKİPMAN& MOBİLYALAR	1.Ekipman	1.Ticari Ekipmanlar		5	Yok
		2.Kurumsal Ekipmanlar		7-15	Yok
		3.Taşıtlarla ilgili Ekipmanlar		10-15	Yok
		4.Diğer Ekipmanlar		17-20	Yok
	2.Mobilyalar	1.Sabit Mobilyalar		7-20	Yok
6.ÖZEL KONSTRÜKSİYON	1.Özel Strüktürler			12-25+	Yok
	2.Özel Tesisler			15-25+	Yok-6.1
7.YAPI SİTE İŞLERİ	1.Site Gelişimleri	1.Karayolları		5-35+	Yok
		2.Otoparklar		5-35+	Yok
		3.Yaya kaldırımları		5-35+	Yok
		4.Site geliştirme		10-20+	Yok
		5.Peyzaj		10-15	Yok
	2.Site İnşaat/ Mekanik Programlar	1.Su Temini& Dağıtma Sistemleri		13-30	Yok
		2.Sıhhi Kanalizasyon Sistemleri		10-35+	Yok
		3.Fırtına Kanalizasyon Sistemleri		10-35+	Yok
		4.Isıtma Dağıtım		10-35+	Yok
		5.Soğutma Dağıtım		10-35+	Yok
		6.Yakıt Dağıtımı		25-40	Yok
	3.Site Elektrik Hizmet Programları	1.Dış Aydınlatma		10-25	Yok
		2.Dış İletişim & Güvenlik		5-10	Yok

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	: Banu İNCEDERE SARI
Doğum Tarihi ve Yeri	: 28.05.1987 / Ordu
Yabancı Dili	: İngilizce
E-posta	: banu.incedere@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	**Alan**	**Okul/Üniversite**	**Mezuniyet Yılı**
Y. Lisans	Yapı	Yıldız Teknik Üniversitesi	
Lisans	Mimarlık	Kocaeli Üniversitesi	2009
		Universita degli studi di Trieste (2009 Bahar yarıyılı)	
Lise	Fen-Matematik	Korkmaz Yiğit Süper Lisesi	2005

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	**Firma/Kurum**	**Görevi**
2014- …….	Essa Yapı	Proje Sorumlusu
2012-2013	Koray İnşaat	Dizayn Ofis Mimarı
20011-2012	ND Mimarlık	Ofis Mimarı

2009-2010	Tevfik İlter Mimarlık	Ofis Mimarı