

**NANOTEKNOJİNİN İÇ MEKÂN
TASARIMINDAKİ UYGULAMA ALANLARI:
MUTFAKLARDA NANOMALZEMELERİN
KULLANIMI**

**YAKIN DOĞU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İÇ MİMARLIK ANA BİLİM DALI**

ÇAĞRI REGAİP KAZMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇAĞRI REGAİP KAZMA

**NANOTEKNOLOJİNİN İÇ MEKÂN TASARIMINDAKİ UYGULAMA
ALANLARI: MUTFAKLARDA NANOMALZEMELERİN KULLANIMI**

**YDU
2018**

LEFKOŞA, 2018

**NANOTEKNOLOJİNİN İÇ MEKÂN
TASARIMINDAKİ UYGULAMA ALANLARI:
MUTFAKLARDA NANOMALZEMELERİN
KULLANIMI**

**YAKIN DOĞU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İÇ MİMARLIK ANA BİLİM DALI**

ÇAĞRI REGAİP KAZMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Çağrı Regaip KAZMA: NANOTEKNOLOJİNİN İÇ MEKÂN TASARIMINDAKİ
UYGULAMA ALANLARI: MUTFAKLARDA NANOMALZEMELERİN
KULLANIMI**

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü Onayı

Prof. Dr. Nadire ÇAVUŞ

**Bu çalışma jürimiz tarafından Yakın doğu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İç
Mimarlık Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.**

İnceleme Görevi Alan Komite Üyeleri:

Doç. Dr. Huriye Gürdallı

Danışman YDÜ Mimarlık Fakültesi

Doç. Dr. Müjdem Vural

Juri Üyesi DAÜ Mimarlık Fakültesi

Yrd. Doç. Dr. Ayten Özsaş Akçay

Juri Üyesi YDU Mimarlık Fakültesi

Bu tezin her aşamasında bilimsel etik kurallara uyulduğunu, tezdeki bütün bilgilerin akademik ve etik kurallar çerçevesi içerisinde elde edildiğini, tez çalışması ve yazımı sırasında başkalarının eserlerinin telif haklarını ihlal edici etik dışı bir davranışta bulunulmadığını beyan ederim.

İsim, Soyisim: Çağrı Regaip KAZMA

İmza:

Tarih:

TEŞEKKÜR

Tamamlamakta olduğum bu tez çalışmamın her aşamasında beni destekleyip yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, tez danışmanı sayın Doç. Dr. Huriye Gürdallı'ya, eğitim öğrenim hayatım boyunca her daim arkamda olan ve beni maddi, manevi her anlamda destekleyen canım annem Nermin Kazma'ya, bilim ve eğitimden hiçbir zaman şaşmamamı her konuşmasında bana telkin eden rahmetli babam Halit Kazma ile birlikte tüm aile bireylerime, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Aileme...

ÖZET

Yirminci yüzyılın yaşamış olduğumuz bu döneminde meydana gelen bilimsel ve teknolojik gelişmeler çağdaş mimariyi doğrudan etkilemektedir. Nanoteknoloji bilimi, malzemeleri atomik boyutta tasarlayan ve yönlendiren bir bilimdir. Nanoteknoloji ile ortaya çıkarılan nanomalzemeler ortama uyumlu, kendiliğinden belirli fonksiyonları gerçekleştirebilen gelişmiş özelliklere sahiptir. Yakın gelecekte nanoteknolojinin gelişmesiyle yaşayan bir sistem gibi kendi kendini geliştirebilen malzeme ve ürünlerin üretimi mümkün olacaktır. Bu malzemeler mimaride ve iç mekân tasarımında kullanıldığında yaşam alanlarımıza sonsuz katkılar sağlamaları beklenmektedir. Nanoteknoloji, nanometrik düzeyde gerçekleştirilen değişimlerin tasarıma dönüştürülerek yapılar üzerinde kullanılan bir teknolojidir. Nanoteknoloji ve nanoteknolojik malzemelerin kullanımı daha önceleri sanayi alanında yaygın olsa da günümüzde mimari alanda kullanımının giderek gelişmesi ile gerek strüktürel alanda, gerekse iç mekânlarda kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bu bağlamda yakın geleceğimizde teknolojinin hızla büyüüp gelişmesi ile birlikte yaşayan bir organizma gibi kendi kendini onarabilen, yenileyebilen, tasarlayabilen, kendi hatalarını bulabilen ve hatta kendi sistemini kurup gelişebilen nanoteknolojik malzemelerin üretimi sağlanmaya başlamıştır. Bilimin ve teknolojinin büyük bir hızla ve gelişerek ilerlemesi hem mühendisliği hem de mimarlığın kısa bir sürede ilerlemesini ve aynı zamanda nanoteknolojik malzemelerin kullanımının yayılmasını sağlamıştır. Bu tez çalışmasında nanoteknolojinin kullanım alanlarına genel bir bakış şeklinde değerlendirme ile birlikte nanoteknoloji kullanılarak üretilmiş olan yeni nesil malzemelerin mimari ve iç mekân tasarımında kullanımı irdelenip bu malzemelerin yaşam alanlarımızın başında gelen konutlarda hangi alanlarda kullanılabileceği ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Mekân olarak konutların içerisinde belkide en sık şekilde kullanmakta olduğumuz alanların başında olan mutfaklar için, geleceğin mutfaklarına yönelik çeşitli ön görülerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Nanoteknoloji; nanomalzemeler; nanomimarlık; iç mimarlık; mutfaklar

ABSTRACT

Nowadays, scientific and technological developments that take place directly affect contemporary architecture. Nanotechnology is a science that designs and directs materials at the atomic scale. The nano materials revealed by nanotechnology have advanced features that can perform certain functions spontaneously in harmony with the orientation. By developing nanotechnology feature; it will be suitable to produce self-growing materials such as a living system. When these materials are used in construction, The structure may resemble a living system. Additionally, nanotechnology is a technology created by nanometric variations and designs on nanometer scale structures at the molecular level. At the molecular level, near-perfection that can be achieved by atomically ordered and designed structures raises expectations about nanotechnology. Today, the use of nanotechnology and nanotechnologic materials have started to take strategic importance for developed countries, both in the defense industry and in other fields, and there is still so many investment in this. This research will give more information regarding researches about nanotechnology in all disciplines are rapidly developing and spreading in scientific progress and engineering related studies. In the near future, the rapid development of nanotechnology will make it possible to produce materials that can self-repair, renew, and even create their own systems, such as a living system. When these materials are used in an architectural structure can be transformed into a living system. The aim of this thesis is to investigate the applications of nanotechnology and nanotechnological materials in interior design. Ideas for kitchens of the future for the kitchens at the head of the fields for the kitchens that are at the beginning of the houses as the space.

Keywords: Nano-products; nanotechnology; nanomaterials; nanoarchitecture; kitchen areas

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ	viii
KISALTMALAR LİSTESİ... ..	x

BÖLÜM 1: GİRİŞ

1.1 Tezin Amacı	1
1.2 Tezin Kapsamı.....	2
1.3 Tezin Yöntemi	4

BÖLÜM 2: KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1 Nano Kavramı	5
2.1.1 Nano ölçek	6
2.2 Nanoteknoloji Kavramı	7
2.2.1 Nanoteknolojinin tarihsel gelişimi.....	8
2.2.2 Nanoteknolojinin kullanım alanları	14
2.2.1.1 Nanoteknolojinin amacı ve yararları.....	15
2.3 Nanoteknolojik Malzemelerin Özellikleri	15
2.3.1 Nanomalzemelerin kullanım alanları.....	17
2.4 Bölüm Özeti.....	18

BÖLÜM 3: NANOTEKNOLOJİNİN MEKÂN TASARIMINDAKİ UYGULAMALARI

3.1 Nanoteknolojinin Mekân Tasarım & Üretimdeki Kullanımı	19
3.1.1 Mimari strüktürde nanoteknoloji uygulamaları	26
3.1.2 Nanoteknoloji ve fotovoltaik paneller.....	30
3.1.3 Nanoteknoloji ve sürdürülebilir mimarlık	32
3.2 Nanoteknolojinin Yapı Ürünlerinde Kullanımı.....	36
3.2.1 Nano Strüktür Malzemeleri	40
3.2.1.1 Beton.....	41

3.2.1.2 Boya	41
3.2.1.3 Cam.....	42
3.2.2 Nano yüzey malzemeleri.....	43
3.2.1.1 Cephe kaplamaları	44
3.2.1.2 Kendi kendini temizleyen ürünler.....	45
3.2.3 Nano Kaplamalar	49
3.2.4 Nanoteknoloji ve yalıtım uygulamaları	49
3.2.3.1 Isılı yalıtım uygulamaları.....	49
3.2.5 Nanoteknoloji & Fotovoltaik Paneller	49
3.2.6 Diğer nanomalzemeler	52
3.2.4.1 Plastikler	52
3.2.4.2 Aydınlatma elemanları.....	53
3.3 Bölüm Özeti.....	55

BÖLÜM 4: NANOMALZEMELERİN İÇ MEKÂNDAN KULLANIMI VE MUTFAK TASARIMINDA UYGULAMA ALANLARI

4.1 Nanomalzemelerin İç Mekân Yüzeylerindeki Kullanımı.....	56
4.1.1 Kendi kendini temizleyebilen nano yüzey kaplamaları	58
4.1.1.1 Ahşap	61
4.1.1.2 Boya	66
4.1.1.3 Seramik	68
4.1.1.4 Metal	70
4.1.1.5 Paslanmaz çelik.....	72
4.1.1.6 Cam.....	73
4.1.2 Zemin ve duvar kaplamaları	74
4.1.3 Yanmaya karşı dayanıklı elemanlar.....	75
4.1.4 Çizilmeye ve aşınmaya karşı dayanıklı elemanlar.....	76
4.1.5 Tekstil	77
4.1.6 Mobilyalar.....	81
4.2 Mutfak Tasarımında Nanomalzemelerin Kullanımı.....	84
4.2.1 Günümüz mutfakı için örnek bir çalışma.....	88
4.2.1.1 Tasarımın amacı.....	90
4.2.1.2 Mutfakta kullanılan nano yüzey malzemeleri.....	90

4.2.1.1. Zemin	91
4.2.1.2 Duvar, boya, kaplama	92
4.2.1.3 Doğramalar	94
4.2.1.4 Mobilya (tekstil, masa yüzeyi, tezgâh yüzeyi).....	95
4.2.1.5 Aydınlatma.....	97
4.2.2 Geleceğin mutfağı için öneriler	101
4.3 Bölüm Özeti.....	103
BÖLÜM 5: SONUÇ.....	104
KAYNAKÇA:	110

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: Nano tanımının farklı ölçeklerle gösterimi.....	5
Şekil 2.2: Farklı büyüklüklerin karşılaştırılması.....	6
Şekil 2.3: Nanometrik boyutta IBM logosu	10
Şekil 2.4: Motorize bir nano araba.....	12
Şekil 2.5: Nanoteknolojinin gelişme aşamaları.....	13
Şekil 2.6: Nano film kaplanmış malzeme	16
Şekil 3.1: Nano mimarlık kavramı	21
Şekil 3.2: Nanomalzemelerin iç mekanda konutlarda uygulandığı kısımlar	25
Şekil 3.3: Mimaride kullanılan nanomalzemeler	28
Şekil 3.4: LitraCon	30
Şekil 3.5: MSV Arena stadyumu ön cephe	31
Şekil 3.6: Mimaride nanomalzeme uygulama şekilleri.....	35
Şekil 3.7: Nano ev.....	36
Şekil 3.8: Hiroşimada ev	37
Şekil 3.9: Shimizu dev şehir piramidi.....	38
Şekil 3.10: Nano kuleler Dubai.....	38
Şekil 3.11: Nano vent yüzey	39
Şekil 3.12: Lotus çiçeği ve yaprağı	46
Şekil 3.13: İç ve dış mekân yalıtım etkileşimleri.....	51
Şekil 4.1: Nano parçacıkların faydaları.....	57
Şekil 4.2: Lotus çiçeği.....	59
Şekil 4.3: Lotus etkileşimi	60

Şekil 4.4: Su geçirmezlik özellikli nano ahşap yüzey	63
Şekil 4.5: Gümüş nanopartiküllerin düzeni.....	65
Şekil 4.6: Nanomalzemelerin karşılaştırılması	69
Şekil 4.7: Deutsche post merkez ofisi.....	76
Şekil 4.8: Nano liflerin mikroskop altındaki görüntüleri.....	80
Şekil 4.9: Dış mekanda su itici kaplamalı mobilya örneği	82
Şekil 4.10: Nano ahşap yüzey	82
Şekil 4.11: Nano tezgah yüzey.....	83
Şekil 4.12: Nano ahşap tezgah malzemesi	85
Şekil 4.13: Nano kaplanmış tezgâh malzemesi kesiti	86
Şekil 4.14: Nanomalzeme uygulanmış mutfak planı	88
Şekil 4.15: Mutfakta nanomalzemelerin uygulaması.....	88
Şekil 4.16: Nano mutfak görünüşü	89
Şekil 4.17: Mutfakta nanoteknolojinin sağladığı faydalar	89
Şekil 4.18: Nano koltuk kumaşı.....	96
Şekil 4.19: Nano led detayı.....	100
Şekil 4.20: Yaşayan nano mutfak konsepti	102

KISALTMALAR LİSTESİ

N:	Nano
NM:	Nano Metre
MNT:	Moleküler Nano Teknoloji
DNA:	Deoksiribo Nükleik Asit
CNT:	Nano Tüp
CHS:	Kalsiyum Silka Hidrat
SWCNT:	Tek Duvarlı Nanotüp
LiTraCon:	Light Transmitting Concerete (ışık verici beton)
TiO₂:	Titanyum Dioksit
CO₂:	Karbondioksit
LED:	Light Emitting Diode (ışık yayan diyot)
LCA:	Life Cycle Assessment (yaşam döngüsü değerlendirmesi)
ZNO:	Çinko Oksit
MGO:	Magnezyum Oksit
VOC:	Volatile Organic Compound (uçucu organik bileşik)
YY:	Yüzyıl
ACS:	Adjacent Channel Selectivity (bitişik kanal seçiciliği)
AB:	Avrupa Birliği

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 Tezin Amacı

Nanoteknolojik gelişmeler ile birlikte 21. yüzyılın gün geçtikçe bir nanoteknoloji çağı haline gelmesinin kaçınılmaz olması beklenmektedir. Nanoteknoloji sayesinde yapıların, sistemlerinin ve malzemelerinin nano boyutlarda sahip olduğu özellikler daha iyi bir şekilde anlaşılmaktadır. Nanoteknolojik boyutlarda malzemelerin kontrolünün sağlanabilmesi ile birlikte ortaya çıkan yeni nesil malzemelerin ve nano modellerin üretilmesi bu ürünlerin günlük yaşantımızda kullanılabilmesini mümkün hale getirmiştir.

Tezin amacı, nanomalzemelerin kullanılmaya başlanması ile birlikte geleneksel yöntemler kullanılarak gerçekleştirilen mimari ve iç mekân tasarımları ile nanoteknoloji kullanılarak tasarlanmış olan mekânlar arasındaki farkların ortaya çıkarılmasıdır. Bu bağlamda yapılan bu çalışmada iç mekân tasarımında kullanım alanı olarak diğer alanlardan daha sık kullanmakta olduğumuz mutfaklarda nanoteknolojik malzeme ile üretilen yeni nesil malzemelerin, kullanım kolaylığı, uzun ömürlülük, sürdürülebilirlik ve en önemlisi sağlığa uygunluk açısından geleneksel yöntemler kullanılarak üretilmiş olan malzemelere nazaran bizlere sağlayacağı faydalar değerlendirilmiştir. Ortaya çıkarılan tüm sonuçlar ışığında geleceğin mutfaklarına yönelik çeşitli ön görülerde bulunulmuş, nanoteknolojinin mutfaklarda özellikle tezgâhlar ve ahşap yüzeyler üzerinde kullanımları üzerinde durulmuş ve geleceğin mutfaklarına örnek bir çalışma yapılmıştır.

1.2 Tezin Kapsamı

Nano (n), Yunanca nanos sözcüğünden türemiş bir kelimedir ve küçük yaşlı insan ya da cüce anlamına gelmektedir. Yirminci yüzyıldaki genel tanımı ile nano kelimesi, bilimsel bir teknik ölçü birimi olarak kullanılmaktadır ve herhangi bir ünite bir metrenin milyarda birini temsil etmektedir. Örneğin, nanometre bir metrenin milyarda biri ($1\text{nm}=1/1000000000\text{ m}$) anlamına gelir. Nano kelimesi genellikle sayaç ve sayma ile birlikte kullanılmaktadır. Bu tanıma göre nanoteknoloji, saç boyutunun yüzde 80'inde bir kişinin saçının nanoboyut kısımlarıyla uğraşan bilimdir (Biointerphases, 2010).

Nanoteknoloji, genel tanımı üzere nanonun yani, yaklaşık atomik boyutların ticari amaçlara hizmet etmek için istisnai bir şekilde düzenlenmesidir. Başka bir tanımı ile yüz nanometreden daha küçük boyuttaki materyaller üzerinde yapılan işleme, ölçme, modelleme ve düzenleme gibi işlemlere nanoteknoloji çalışmaları denilmektedir.

Dünyada üzerinde bulunan her varlık gözle göremediğimiz boyutlar olan atomik boyuttaki maddelerden oluşmaktadır. Çıplak göz ile atom ve nanometrik malzemeler gibi küçük şeyleri görmek mümkün değildir. Nano bilim ve nanoteknoloji, bireysel atomların ve moleküllerin görülebilmesi ve kontrol edilebilmesini sağlamaktadır.

Tıpkı bir bulmaca oyununda istenen şekli oluşturmak için parçacıkların birleştiği gibi, atomlar veya moleküller nanoteknolojide tek tek toplanır ve istenilen ürünü elde etmek için birleştirilir. Bilindiği üzere tüm maddeler atomlardan oluşur. Nanoteknolojik aletler ile atomları hareket ettirilebiliyor ve değişimleri sağlanabiliyor ise, doğal yaşam içerisindeki atom düzenini taklit ederek her şey kopyalanabilir demektir. Atomu hareket ettirebilen bir teknoloji, bu ölçekteki çeşitliliği de bir ölçüde elde edebilir. Bir örnek olarak, kömür molekülündeki atomlar, aynı moleküllerin farklı bir düzenine sahip bir elmas elde edecek şekilde düzenlenebilirler (Sarigül, 2008).

Nano ve nanoteknoloji, artık yaşamın her alanında sıkça karşılaşılan kavramlar halini almıştır ve bugün bu konu ile ilgili birçok uygulama alanı bulunmaktadır. Nanomalzemeler üzerinde yapılan deneyler ile artık nanoteknolojik malzemeler, tıp ve ilaç sanayii, bilgisayar sektörü, havacılık ve savunma sanayi gibi birçok alanda uygulanmaya başlanmıştır. Bu uygulama alanlarının tümünün başında malzeme bilgisi gelmektedir. Bu baēlamda mimari uygulama alanı olarak deēerlendirilecek olursak bir yapı malzemesi o malzemenin bilgisi olmadan gerçekleştirilemez. Yani, mimari ve malzeme de birbiri ile aslında tamamen bütünleşmiş kavramlardır. Mimarlık, ihtiyaç duyulan  evre koşulları, iklim şartları, insanların yaşayış biçimleri ve buna baēlı olarak kullanılan yapısal malzemeler ile de doērudan ilişkili bir konudur. Nanoteknolojinin mimari alanındaki etkisinin de malzeme bilimlerindeki gelişmeler ve  evre koşullarına baēlı olarak doēru orantılı şekilde deēiřmesi, ilerlemesi beklenmektedir.

Bu çalışmada nanoteknolojik malzemelerin mimaride ve i  mekân tasarımında kullanım şekilleri ile i  mekân tasarımınn hangi aşamalarında kullanılabileceēi ile ilgili araştırmalar yapılmıştır. Nanomalzemelerin i  mekân tasarımı açısından deēerlendirilecek yaşam alanlarımızdan biri olan mutfak mek nı içerisinde hangi kısımlarda kullanılabileceēi ve nanoteknolojinin i  mekân tasarımında kullanımının yaşamamıza saēlamıř olduēu katkılar deēerlendirilecektir. Hijyen açısından üzerinde hassasiyet ile durmamız gereken en önemli mek nlardan biri olan mutfak mek nının tasarımında nanoteknolojinin bize hangi aşamalarda cevap verebileceēi ve geleneksel yöntemler kullanarak tasarlanmış olan mutfaklar arasındaki olumlu veya olumsuz farklar ortaya konulacaktır. Bu baēlamda nanoteknolojik malzemelerin mutfak tasarımında saēlayacaēı faydalar örnekler üzerinden analiz edilecek ve bir mutfak planı çalışması üzerinden örneklerle önerilerde bulunulacaktır. Ayrıca nanoteknolojinin genelde i  mekân tasarımında ve özelde mutfaklarda kullanılması ile uzun vadede saēlık ve iş gücü kazancı açısından saēlayacaēı faydalar irdelenecektir.

1.3 Tezin Yöntemi

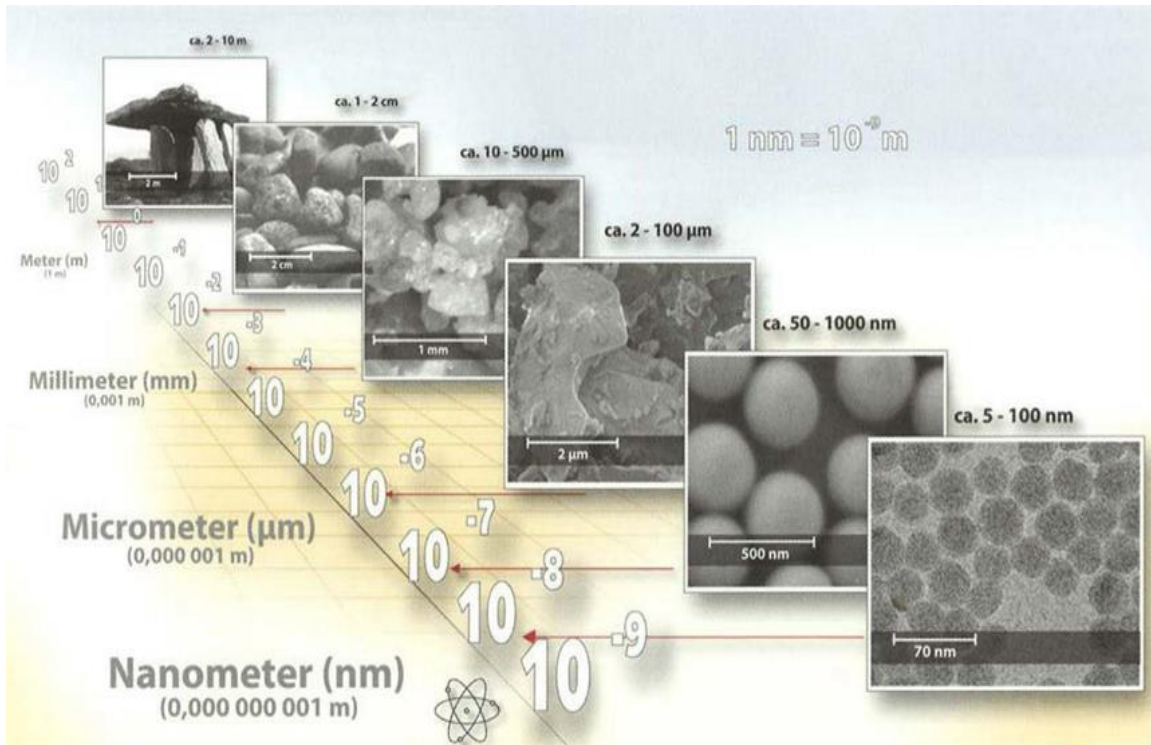
Çalışma yönteminde çeşitli literatür taramaları ve araştırmaları yapılmıştır. Nanoteknolojinin iç mekân tasarımı ile ilişkisi ele alınarak nanomalzemelerin iç mekânlarda kullanım şekillerinin nasıl oldukları daha önce uygulanmış olan örnekler üzerinden incelendi. Malzeme biliminin, mimarlık ve iç mimarlık alanında konutlardaki etkileşiminin kaynak bilgilerinin yer aldığı internet ve kütüphane taramaları yapılarak çalışmanın amacına uygun gerekli ve birbiriyle bağlantılı olan bilgiler bir araya getirilip çalışma içerisine aktarıldı. Bu bağlamda geleneksel yöntemler ile üretilen malzemelerin iç mekân tasarımlarında kullanılması ve nanoteknolojik yöntemler ile üretilen yeni nesil malzemelerin iç mekânlarda kullanılması arasındaki olumlu olumsuz etkileri çeşitli karşılaştırmalar yapılarak grafikler üzerinden incelenmiştir. Yaşam alanımızdan biri olan mutfaklarda, nanomalzeme kullanılarak tasarlanması halinde hangi kısımlarda nanoteknolojinin hayatlarımıza dâhil olabileceği örnek bir mutfak projesinin planı ve görünüşleri üzerinde çeşitli karşılaştırmalar ile irdelendi. Ayrıca yabancı kaynaklı tezler ve güncel yayınlar araştırılarak nanomalzeme ve gelecek kurgusunun 20. yüzyılın mimarisinde nasıl ele alınmış olduğu araştırılmıştır. Nano ve nanoteknoloji kavramının yer aldığı literatür taramasının dışında daha önce nanoteknolojik malzeme kullanılarak yapılmış olan mimari ve iç mimari mekân tasarımı ile ilgili çalışmalar incelenerek sürdürülebilirlik açısından elde edilen sonuçlar da değerlendirilmiştir.

BÖLÜM 2

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

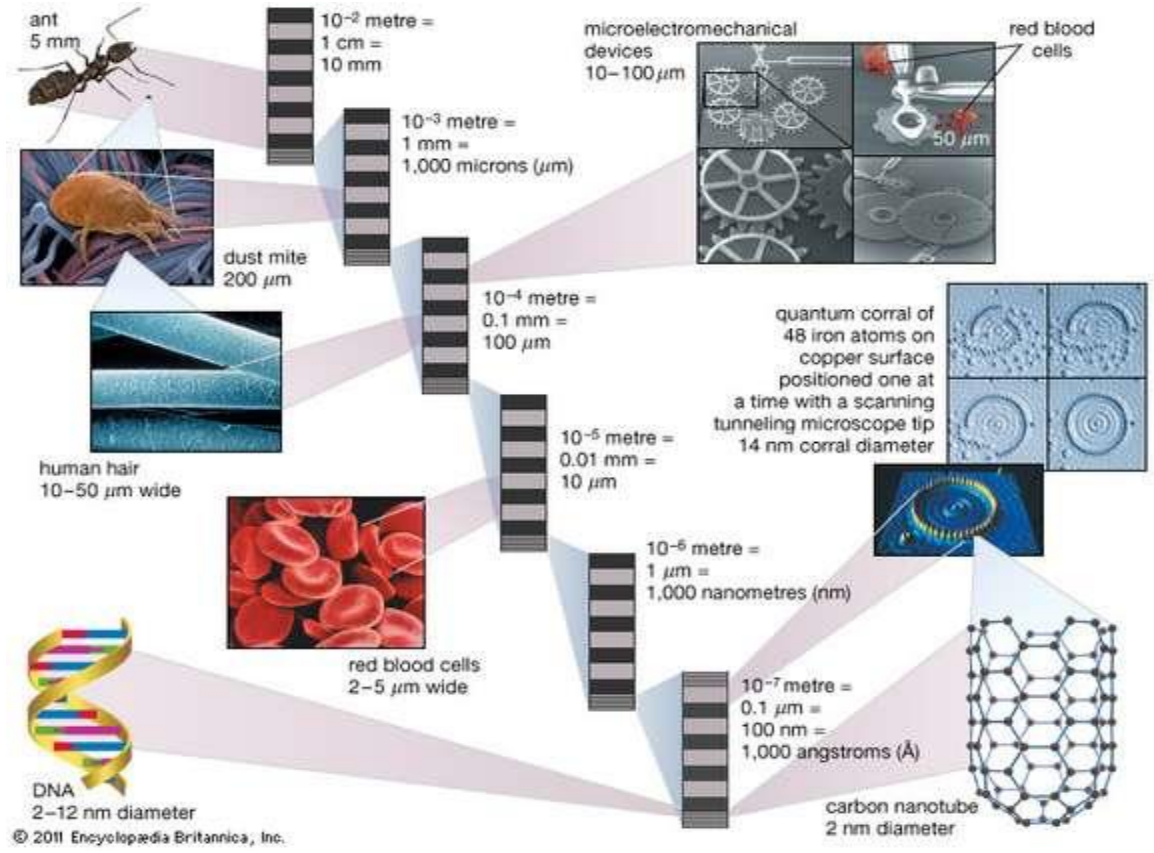
2.1 Nano Kavramı

Nanoteknoloji terim olarak atomun maddeler üzerindeki etki ve gözlemlenmesi ve bu teknolojinin kontrolü, değişimi ve tepkilerinin ölçüm ifadesidir.



Şekil 2.1: Nano tanımının farklı ölçeklerle gösterimi (Leydecker, 2008)

Örnek olarak karıncanın başının genişliği 1.000.000 nm, bir insanın saçındaki telin kalınlığı olan yaklaşık 100.000 nm, biyolojik olarak bir hücrenin çapı 1000 nanometredir. Proteinler 5 – 50 nanometre, virüsler 75 – 100 nanometre, hücre içindeki materyaller 100 nanometre, bakteriler 1.000 – 10.000 nanometre, beyaz kan hücreleri 10.000 nanometre, 10 tane ardı ardına gelen hidrojen atomu 1 nm, insan DNA'sının biyolojik molekülleri ortalama olarak 2,5 nanometredir. Maddelerin en küçük yapı birimi olan atomların çapı ise nm'nin onda biridir (Tepe, 2007).



Şekil 2.2: Farklı büyüklüklerin karşılaştırılması (El-Sammy, 2008)

Başka bir deyişle; nanometre birim olarak bir metrenin milyarda birinin uzunluğu olan bir adet saç telinin onbinde biri kadardır. Dört ila altı atom yan yana sıralandığı zaman nanometrik uzunluk oluşmaktadır. Teknolojinin yapı taşları, nano parçacıklardan veya polimerler denilen 100 nanometreden küçük olan moleküllerden meydana gelmektedir.

2.1.1 Nano ölçek

Nanoteknoloji atomsal yapıların amaca yönelik malzemeler ile yapılandırılıp özel görüntüler elde edilerek birçok iş alanında imkân elde edilmesine olanak sağlamıştır. Enerji sanayi, mimarlık, tıp ve eczacılık bu alanlardan sadece birkaçıdır. Atom boyutunda kimya, biyoloji ve fizik arasında herhangi bir sınır bulunmamaktadır. Yakın gelecekte birçok alanda tüm sınırlar ortadan kalkması beklenmektedir.

Nano yapıların nano ölçek boyutunda tekrardan düzenlenebilmesi ve uygulama olarak ele alınmasında iki temel yöntem kullanılmaktadır. Yukarıdan aşağıya ve aşağıdan yukarıya olarak adlandırılan bu iki uygulama aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- 1. Aşağıdan Yukarıya:** Bu yaklaşım, moleküllerin nanoteknoloji içinde organik veya inorganik şekilde sıralanmasını belirlemektedir. Maddenin en temel birimi olan atomlardan başlayarak moleküller sıra halinde dizilip inşa edilmesini tanımlar.
- 2. Yukarıdan Aşağıya:** Bu yaklaşım, asitler, makineler ile benzeri kimyasal yöntemler ve mekanik teknikler kullanılarak nanoteknolojik malzemelerin fabrikalar tarafından işlenebilmesi ve ürtilebilmesi anlamına gelmektedir. Gelişen teknolojik faaliyetlerin günümüzde oldukça hızlı bir şekilde ilerlemesi ile birlikte yapılan çalışma ve uygulamaların birçoğu, yukarıdan aşağıya uygulanışı ile değerlendirilip ölçülmektedir (Tepe, 2007).

2.2 Nanoteknoloji Kavramı

Nanoteknoloji yaklaşık olarak atom boyutlarında olan yapıların ticari bir amaç ve uygulamaya da uyarlanabilecek şekilde düzenlenmesidir. Başka bir deyişle, yüz nanometre ölçeğinden küçük boyutlarda incelenmesini ve gerçekleştirmesini ölçen, modelleyen ve düzenleyen çalışmalar olarak nitelendirilmektedirler. Normal şartlar altında atom gibi küçük bir yapıyı çıplak gözle görmek mümkün değildir. Nano bilim ve nanoteknoloji sayesinde, bireysel atomların ve moleküllerin yeteneğinin görülebilmesini ve kontrol edilebilmesini sağlanmış olur.

21. yüzyılda insanoğlu yaşamını ve alışkanlıklarını etkileyecek kadar büyük yeni bir teknolojik devrimin eşiğindedir. 1980'lerden bu yana değişimin hızlı ilerleyişi ile ulaşılan veri tabanı sayesinde DNA'nın nanoteknoloji alanıyla bir ilişkisi olduğu kabul edilmiştir. DNA yapılarının çeşitliliği sayesinde, hangi sihirli DNA'nın akıllı olduğu anlaşılmıştır. Her şeyden önce, aslında DNA doğal, nano ölçekli bir nesnedir. Ayrıca, diğer biyomoleküllere göre, DNA, fiziksel ve kimyasal olarak sabitlenmiştir. En önemlisi akıllı bir malzeme için her türlü tasarıma olanak sağlamaktadır. Kimyasal DNA sentezi ve işlevsellik özelliği, iyi bir biçimde geliştirilebilmekte ve ticari açıdan kullanılabilir. Kısaca DNA dizilimleri gösterir ki; DNA nanoteknoloji için faydalı bir tasarım veri tabanı sağlamaktadır. Nanoteknoloji olarak bilinen ve atomları veya molekülleri DNA dizilimlerini bir bir inceleyerek incelikte bir birleşmelerini sağlayan ve hayal edilebilen her tasarımın ürün temelinde gerçekleşmesini sağlayabilen nanoteknolojinin temeli, doğa kanunlarındaki

atomik boyuttaki dizilimleri değiştirme ya da daha dayanaklı hale getirme ilkesine dayanmaktadır. Bu teknoloji sayesinde insanoğlu kendisini hayati bir değişimin içinde bulacaktır (Wei, 2009).

Nanoteknolojinin en ilginç yanı ise, malzemelerin nano boyutlarda makro dünyada üzerinde farklı davranmalarıdır. Örneğin, külçe altın başka maddeler ile reaksiyona girmekten kaçınırken, nanoteknoloji sayesinde bu boyuttaki uygulamanın aslında tam tersi tepki veriyor olduğu gözlemlenmektedir. Nanoteknoloji genellikle çok amaçlı bir teknoloji olarak tanımlanmaktadır. Çünkü gerçekleştirildiği ve günlük yaşantımızda daha çok kullanıldığı zaman teknolojinin her alanında ve neredeyse bütün sektörlerde kullanılacaktır. Daha uzun süre dayanabilen, daha iyi tasarlanmış, kendi kendini geliştirebilen, daha akıllı, daha sağlıklı ve daha gvenili ürünler ile evde, iletişimde, tıpta, ulaşımda, tarım ve endüstrinin her alanında kullanımı sağlanabilecektir.

2.2.1 Nanoteknolojinin tarihsel gelişimi

Birleşik Devletler Ulusal Nanoteknoloji alanı sorumlusu Mihail Roco, nanoteknolojinin gelişme evrelerini dört nesil olarak ayırđırmaktadır. Birinci aşamada pasif nano yapıların üretilmesi mümkün olmaktadır. İkinci aşamada ise aktif nano yapıların üretilmesi mümkün hale gelmektedir. Ve son olarak üçüncü aşamada ise bütün bir nano sistemin üretimi mümkün olmaktadır. Dördüncü adımı ise moleküler nano sistemlerin üretilmesi oluşurmaktadır (Biointerphases, 2010).

1. 1960’lar Richard Phillips Feynman

“Dünyayı atom atom ile şekillendirmek...” Richard P. Feynman geleceğin önde gelen fizikçilerinden biridir. Yapmış olduğu elektiriksel düzlemde kuantum dinamikleri üzerindeki çalışmaları ile birlikte 1965’de Julian Schwinger ve Sin-Itiro Tomonagala ile birlikte Nobel Fizik dlne layık görülmüşlerdir. Quantum hesaplamalarına öncülük ederek nanoteknoloji hakkında ilk adımları atmıştır.

Nanoteknolojinin ortaya çıkışını, 29 Aralık 1959 tarihinde Feynman’ın elektronik cihazlar ve malzemelerin moleküler ortamda üretilmesi ile birlikte üretilmesi mümkün olabilecekler üzerine yapmış olduğu meşhur syleşisine kadar dayandırabiliriz.

Tanınmış Amerikalı fizikçinin “Aşağıda Daha Çok Yer Var” cümlesi nanoteknoloji alanı kapsamında birçok bilim insanına ilham kaynağı olmuştur. Feynman yapmış olduğu bu konuşmada molekülleri ve atomları kontrolünü başarılabilirliğinden, bunu sağlayabilmek için ise yeni yeşil teknolojik makineler gereksinimimiz olacağını anlatmıştır. Atomsal boyutlar denebilecek nano ölçekli seviyelerde yer çekimi kuvvetinin önemli olacağına ve Van der Waals olarak tanımlanan alçak seviyedeki kuvvet değerlerinin önemlerinin artmasının söz konusu olabileceğinden bahsetmiştir.

Feynman yapmış olduğu bu konuşmada çok fazla küçültülebilmüş yeni nesil aletlerle nanometrik olarak ölçümlenebileceği ve yeni amaçların doğacağını altı çizilmiştir. Ek olarak Feynman gerekli olan boyut ile oranlar olarak işletmek ve daha alçak seviyede bir set oluşturabilmek amacıyla bir kaç hassas aletlerle, moleküllerin ve atomların yönlendirilebilme yani malzemelere biyolojik boyutlar dediğimiz nano boyutlarda farklı özellikler, yetenekler eklenebileceğini ifade etmiştir.

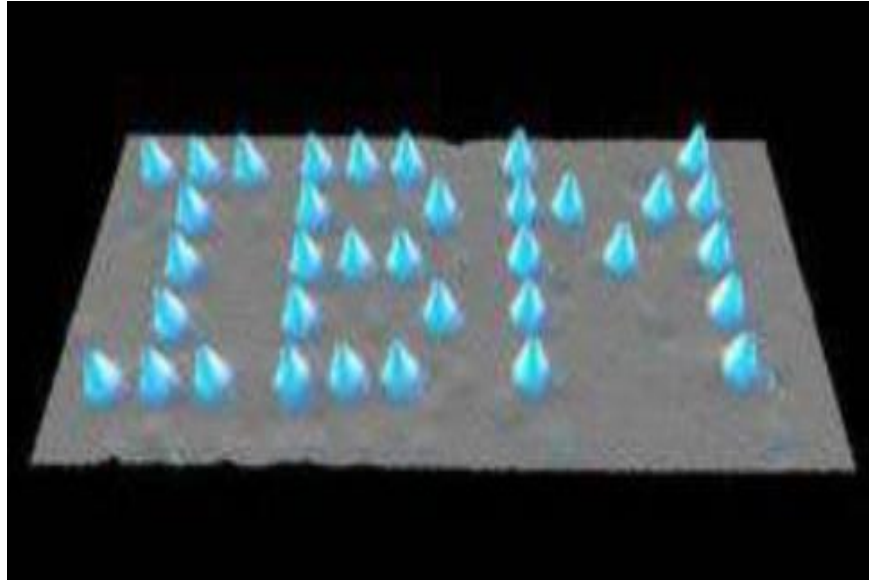
2. 1970’ler Norio Taniguchi

Nanoteknoloji terimini ilk kez uygulayan Tokyo Bilim Üniversitesi'nden olan Norio Taniguchi (27 Mayıs 1912 -15 Kasım 1999) ‘dir. 1974 yılında yayınlanmış makalede Taniguchi'nin nanoteknoloji ile ilgili söylemi şu şekildedir “Nanoteknoloji genel olarak malzemelerin atom atom ya da molekül molekül işlenmesi, ayrılması, birleştirilmesi ve bozulmasıdır.” cümlesi ile daha nanoteknoloji termi ortaya çıkarılmadan önce bir düşünce olarak nanoteknoloji kavramını ortaya koymuştur (Biointerphases, 2010).

Norio'nun ortaya çıkarmış olduğu nanoteknoloji terimi geleneksel yöntemler kullanılarak üretimi mümkün olan malzemelerin nano boyuttaki seviyelerde üretilmesi ve geliştirilebilmesine dayanmaktadır. Teknolojinin hızla ilerlemesi ile birlikte ilerleyen yıllarda bu teknoloji Moleküler Nanoteknolojisi (MNT) ismi ile nanometrik seviyelerde yapı mekanizmaları ve makineleri de kapsayacaktır. Nano boyutlarda işleme kapasitesine sahip bu teknoloji kuantum fizik kanunları ile birlikte ortaya çıkmaya başlamıştır. Nanometrik boyutlarda yapılan çalışmalardan sonra artık devreye kuantum fizik kuralları girmektedir (Taniguchi, 1974).

3. 1980’ler K. Eric Drexler ve Mikroskopların Geliştirilmesi

K. Eric Drexler, 25 Nisan 1955 doğumlu bir mühendistir ve moleküler nanoteknoloji hakkında yaptığı çalışmalarla ünlüdür. 1970’lerin sonunda moleküler nanoteknoloji hakkında fikirler geliştirmiştir. Drexler, 1981’de ilk nanoteknoloji makalesini, 1986 yılında yayınlanmış olan Yaratma Motorları: Nanoteknolojin Yaklaşan Devri ve Nanosistemler: Moleküler Mekanizmalar, Üretim ve Hesaplama kitaplarında istenilen maddeyi atom atom dizerek oluşturan nanorobotların oluşturulabilecekleri ispat edilmeye çalışılmıştır. Nanoteknoloji alanındaki en önemli buluşlardan biri de Tarama Tünelleme Mikroskobunun keşfedilmesi’dir. Şekil 2.3’te verilen örnekte IBM’nin (International Bussiness Machiness) Zurich’de e atomu ile IBM yazısının görseli bulunmaktadır. 1993 yılında IBM on dört nm uzunluğa sahip bakır bir yüzey üzerine demir atomlarının elips şeklinde sıralanması ve bu düzenleme ile 0 ve 1’leri temsil etmekte olan atomlar sayesinde veri depolayabilme kabiliyetine özelliğine sahiptir.



Şekil 2.3: Nanometrik boyutta IBM logosu (Kasap, 2012)

Bu yazının, genişliği 333 binde biri, yüksekliği ise milimetrenin 250.000’de biri değerindedir. Bir saç teli kalınlığındaki bir yüzeye buna benzer 250 milyon adet IBM yazısı yazılabileceği düşünüldüğünde yazının boyutunu daha iyi anlaşılabilmesi mümkün olacaktır (Tepe, 2007).

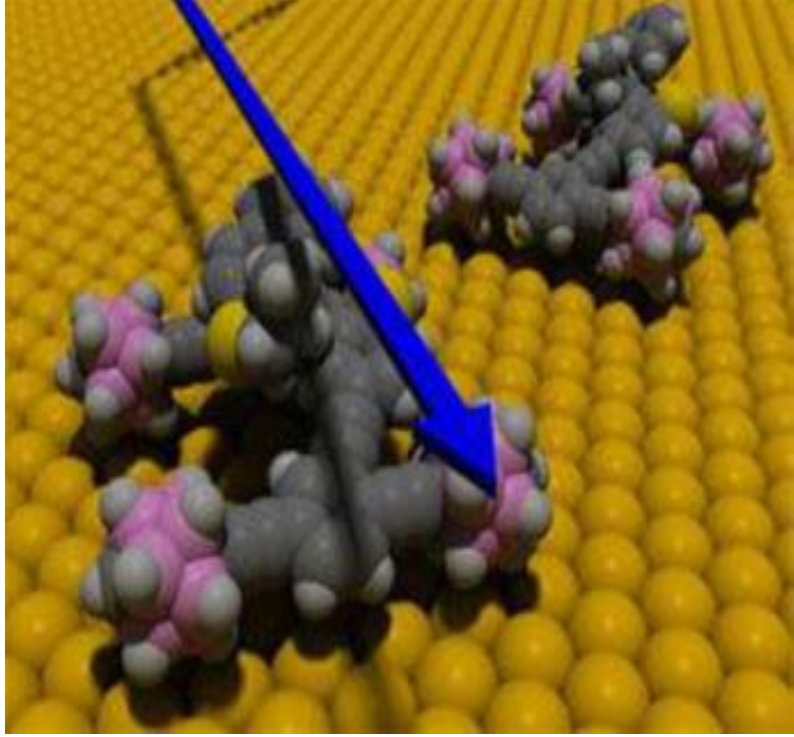
4. 1990'lar Fullerene Karbon Nanotüpler

Karbon atomuyla gelen küçük ama güçlü kuvvetler; 1990 yıllarının başlarında Rice Üniversitesi'nde bulunan Richard Smalley liderliğindeki bilim adamları tarafından altmış tane atomun aynı hizada olacak şekilde düzenlenmesi ile birlikte meydana gelen futbol topu biçimindeki fullerene molekülü elde edilmiştir. Çalışma sonucunda meydana getirilen molekül 1 nm boyutunda ve herhangi bir çelikten daha dayanıklı, yalıtkan ve ısıyı ileten bir özelliğe sahip, plastikten ise daha hafifti. Yapılan bu çalışmalar sonucu araştırmacıların tümü 1996'da Nobel Kimya Ödülüne layık görüldüler. 1991'de Japonyada özel bir firmada, çalışmaya katılmış olan araştırmacılarından biri olan Sumio Iijima, karbon nano tüplerin keşfedildiğini açıklamıştır. Fullerene moleküllerinin esnetilmiş bir biçimi olan karbon nano tüpler, neredeyse bire bir şekilde önemli özelliklere sahipti; çelikten 100 kat daha dayanıklı ve kütlesi çeliğinkinin 6'da 1'i kadardı. 1990'lı yıllarda Richard Philips Feynman'ın ideaları Eric Drexler'in yazmış olduğu kitapta (Engines of Creation) geliştirilebildi. Eric Drexler 1992 yılında yayınladığı 'Nanosystems: Molecular Machinery, Manufacturing, and Computation' adlı kitabında nanoteknoloji hakkındaki düşüncelerini ve genel kavramları detaylı bir şekilde ele almıştır (Erkoç, 2007).

5. 2000'li Yıllar ve Günümüz

1999'de 'Ulusal Nanoteknoloji Adımı' adı altında (National Nanotechnology Initiative) ABD hükümetinin nanoteknoloji konusu üzerinde yapılan çalışmaları, ticarileştirme ve geliştirme amacına yönelik gerçekleştirilen araştırmaların hızlandırılması amacı taşımakta olan ilk hükümet faaliyetlerinden biridir. 2001 tarihinde AB ve çevre çalışmaları kapsamında nanoteknolojik çalışmalar öncelikli olarak kabul edilmiştir. Tayvan, Japonya, Çin, İsrail, İsviçre ve Singapur'da benzer programlara başlayarak 21. yüzyılın ilk ülkeler arası teknoloji yarışında önde olabilmek amacıyla araştırmalara sürat kazandırdılar. Bunun ile birlikte askeri alanda da nanoteknolojik araştırmalara başlanmıştır. 2005 yılında Rice Üniversitesinde ilk kez dört tekerlekli olan bir nano araba modelini hareket ettirmeyi başarmışlardır. Şekil 2.4'de yapılan bu çalışma sonucu üretilen nano araba gösterilmiştir. Üretilen bu araba, 3nm x 4nm boyutlarda kısaca bir adet DNA satırı genişliğindedir. Hareket enerjisini ışık kaynağından alan bu arabada

atomlar birleştirilip moleküler boyutta tekerlekler ve dingiller üretilerek nano boyutlarda bir motor sistemi elde edilmiştir (Tepe, 2007).



şekil 2.4: Motorize bir nano araba (Kasap, 2012)

Nanoteknoloji hızla 21. yüzyılın sanayii devrimi halini almaktadır. Nano boyutlarda yapılan değişimler ve çalışmalar sayesinde bu yeni tekonoji giyilen kıyafetlerden, bilgisayarlara, kullanılan ilaçlardan, otomobillere ve yaşam alanlarının başında gelen evlere kadar yaşamın her alanını etkileyebilmektedir. Bundan yola çıkarak ilerleyen yıllarda nano kelimesinin ve teklojojisinin insanoğlunun hayatına daha fazla dâhil olması kaçınılmaz bir hal alacağı söylenebilir.



Şekil 2.5: Nanoteknolojinin gelişme aşamaları (Perker ve Sevgen, 2010)

Foresigh Enstitüsüne göre tarihsel süreç içerisinde Dünya'daki nanoteknoloji üzerine trendler ve göstergeler aşağıda yer almaktadır:

- Dünya üzerinde ortalama olarak yediyüz'den fazla şirket bu yeni nesil teknoloji ile ilgili faaliyetler içersindedir.
- Asya kıtasındaki ülkeler nanoteknoloji konusu ile oldukça büyük bir rekabet içersindedirler. Asya firmaları ise birçok bilimsel icatlar elde etme ve bunları patentleyebilme peşine çoktan düşmüşlerdir.
- Bu alanda parasal açıdan Japonya, 1997 yılında 120 milyon dolar olan destek oranını, 2002 yılında 750 milyon dolara çıkartmıştır. Avrupa Birliği'nin 2002-2006 yılları arasında sağladığı nanoteknoloji finansman miktar 1 milyar doların üzerindedir.
- ABD nanoteknoloji sektöründe 2000'den bu yana bir buçuk milyar doların üzerinde yatırım yapmıştır.
- Medyada ise nanoteknoloji ilgili gündeme gelen haberler 1995'de iki yüzken, 2002 yıllarında dört bine (%2000) çıkmıştır. Geçmiş zamanlar ile karşılaştırıldığında orantı olarak 1993 tarihinde internet üzerindeki haberlere karşılaştırılabildiği görülmektedir.

- Nanoteknoloji ile geliştirilen yeni nesil buluşlar ile ilgili patent çalışmalarında da büyük bir gelişme görülmüştür. Ortalama olarak 1996 yılından beri 2,800’den fazla patent alınmıştır.
- Nanoteknoloji konusu ile ilgili olarak patent alımında ilk sırada IBM, ikinci sırada Samsung yer almaktadır.
- Yapılmakta olan bu yatırımlar arasında başlıca alanlar malzeme, yazılım ve nano bioteknoloji’dir (www.foresight.org).

2.2.2 Nanoteknolojinin kullanım alanları

Genellikle tekstil, tıp, gıda ve enerji sektörü gibi birçok sektörde milat teşkil edilebilecek değişiklikler ortaya çıkarmış olan nanoteknolojinin 20. yüzyılın en belirgin örneği nano malzemelerin hayata geçirilmesiyle meydana gelmiştir. Kolay temizlenebilen yüzeylerden, kendi kendini temizleyebilen yüzeylere, hava kalitesinin artmasını sağlayan malzemeler’den, kendi kendini onaran betonlara, ultraviyole ve kızılötesi ışınlardan, ısı yalıtımı sağlayan malzemelere yapı alanına nanoteknolojinin getirmiş olduğu en önemli yeniliklerdendir.

Yapı ve mimarlıkla birlikte tüketicilerin seçimlerinin değişmesine neden olan nano malzemeler ile ilgili ilk çalışmalar Ball State ve Surrey Üniversiteleri’nde yapılmıştır. Yeşil Teknoloji Forumu’nun direktörü, George Elvin biyoteknoloji ile nanoteknoloji üzerine birçok çalışmada bulunmuştur. Mimarlık alanında nano malzemeleri ve nanoteknolojik sosyal, bilimsel, etik ve yasal olarak incelenmiştir. Bu bağlamda, George Elvin ‘Yeşil Bina İçin Nanoteknoloji’ adında hazırlamış olduğu çalışmada yeşil binalarda nanoteknoloji ve nanoteknoloji kullanımı konusyla ilgili geniş bir kaynak sunmuştur. Nanoteknoloji ile ilgili bu konuya daha farklı bir bakış açısı ile bakan Surrey Üniversitesi bilim insanları ise, kompozit nano malzemelerin kişinin ruh haline göre kullanılmasıyla üretilen aydınlatma elemanları sayesinde tavan ve duvar renklerinin kendiliğinden değişebileceği tasarımlar gerçekleştirebilmişlerdir. Konu ile ilişkili bir başka bakış açısı ise, korozyona karşı dayanıklı olan, ısı yalıtımı sağlayabilen ve aynı anda dış yüzeylerde boya malzemesi olarak da kullanılabilen nano parçacıklı malzemelerin üretilebilmesi ile ilgilidir. Bu bağlamda kimya bilimi nano malzemelerin üretilmesi ile yakından ilişkilidir (Vural, 2010).

2.2.1.1 Nanoteknolojinin amacı ve yararları

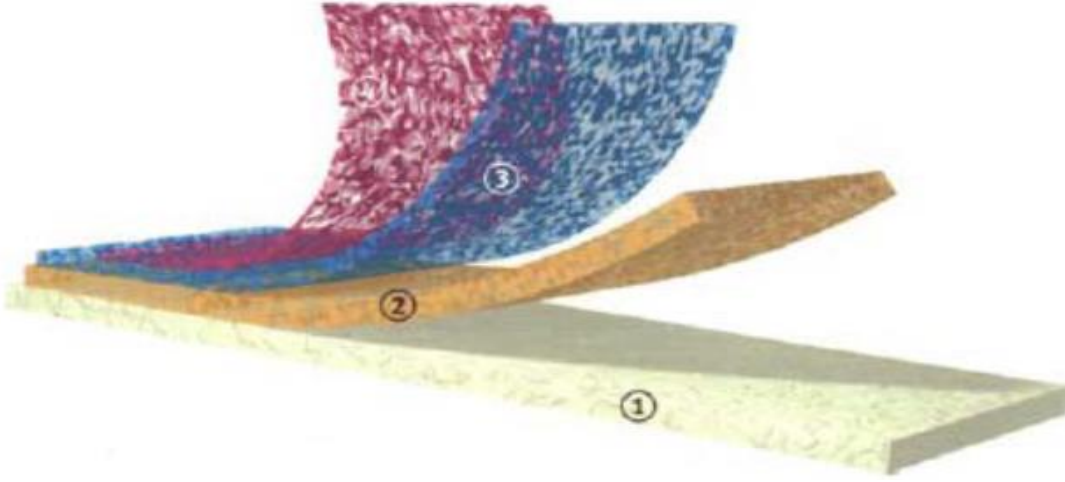
Nanoteknoloji bilimi genel tanımı ile nano ölçekte atomların üzerine atomlar konularak farklı şekiller üretebilmeyi, elmas yapısına sahip karbon kristaller ile eksenler oluşturmayı amaçlamaktadır. Bu sayede yüksek mukavemetli, çok hafif, çok temiz, çok ucuz malzemeler elde edilebilmektedir. Nanoteknolojinin başlıca amaçlarından biri olan nanometre boyutlu malzemelerin analiz edilmesi, nm boyutundaki malzemelerin fiziksel yapılarının anlaşılması, yeni nano boyutlu fonksiyonel malzemeler oluşturulması, nano ölçekli cihazların geliştirilmesi ve bu boyuttaki maddenin kontrol edilmesiyle uygun yöntemler kullanılarak mikroskobik ve nanoskopik dünya aralarında bir bağ oluşturabilmektedir.

Nanometrik boyutlarda malzeme daha işlevsel hale gelebilmektedir. Aynı zamanda maddenin mukavemeti ile oynayarak daha mukavemetli hale getirilebilmekte, fiziksel ve kimyasal özellikleri değiştirilerek atom yapısının içeriklerine ve maddenin büyüklüğüne göre çok farklı ve olağanüstü davranışlar ortaya çıkarılabilmektedir. Kısaca, bir nano yapının bağ yapısı, fiziksel özellikleri ve dolayısı ile mukavemeti onun büyüklüğüne ve boyutuna bağlı olarak önemli değişimler gösterebilmektedir. Bu sayede yeni nesil yöntemler ile üretilen nanoteknolojik malzemelerin, daha hafif, daha dayanıklı ve daha hassas özelliklerle donatılmış olması günümüzde gözlerin nanoteknoloji alanına çevrilmesini sağlamaktadır.

Nanoteknoloji, moleküller ve atomlar düzeyinde bir ila yüz nano metre ölçeği arasında çalışmakta, tamamen yeni kimyasal ya da gelişmiş, fiziksel ve biyolojik yeteneklere sahip malzemeler elde edilebilmesine olanak sağlamaktadır. Konuyu yapısal olarak ele almak gerekirse malzeme içerikleri ve mekaniklerin işleme kuralı, genel olarak yüz nano metre'den büyük boyutlar temel alınarak yapılmakta olan varsayımlar sonucu belirlenmiştir. Kritik uzunluklar 100 nm oranının altında olduğu durumlarda ise geleneksel modeller ve teoriler, meydana gelen özellikleri açıklamak için yetersizdir. Nanoteknoloji tam olarak bu kısımda devreye girmektedir kusursuz ürünler tasarlayabilmek, ürünlerin kalitesini kullanıcı gereksinimlerine göre yönlendirebilmek ve geliştirebilmek birçok iş alanında gözlenmekte olan bir eğilimlerdir. Bu sayede tasarlanan ürünlerde malzemedan kazanç elde edebilmek ve daha az insan gücüne ihtiyaç duymak kullanım açısından da kolaylık ve daha çok fonksiyon olarak üretimde kendini göstermektedir (Tepe, 2007).

2.3 Nanoteknolojik Malzemelerin Özellikleri

Nanometrik boyutlarda yapılan çalışmalarda kuantum etkileri oluşmaktadır. Kuantum etkilerinin meydana gelmesi ile birlikte materyal içeriklerinde büyük oranda değişiklikler oluşmaktadır. Nano boyutlardaki malzemeler, mukavemet artışı, üstün işlevsellik, ısı iletme özelliklerindeki performans artışı, hafiflik, esneklik ve daha birçok özellik meydana getirebilmektedir (Vural, 2010).



Şekil 2.6: Nano film kaplanmış malzeme (Leydecker, 2008)

Nano ölçekte kullanılan malzemelerde ortaya çıkan önemli bir avantaj da malzeme sertliğinde görülmektedir. Nano film kaplanmış malzemeler yapıları bakımından yüzey alanları çok geniştir (Şekil 2.6). Geleneksel malzemelerde parçacık yüzeyi üzerinde nano malzemelere oranla çok daha az atom mevcuttur. Nano parçacıkların yüzeylerindeki atomlar malzemelerin davranışını değiştirebilir. Nanometaller, nanometaloksitler, nano yapılar ve nanomineraller ile sert, esnek ve hafif malzemeler elde etmek mümkündür. Aynı zamanda saydam ve yarı iletken, iletken nano boyuttaki biyolojik ve metaller olarak bozunabilir moleküllerin getirdiği yeni fonksiyonlarla, aktif ve akıllı malzemelerin üretimleri başlamıştır. Bu iki özellik nanomalzemeleri geleneksel malzemedan ayırır; artan bağıl yüzey alanı ve kuantum etkileridir. Bu faktörler reaktiflik, dayanım ve elektriksel karakteristik gibi bazı özellikleri değiştirebilir ya da arttırabilir. Nanomalzemeler, var olan malzemelere onlarda mevcut olmayan bazı fonksiyonların eklenmesi ya da çoklu fonksiyonların tek malzemede toplanması gibi avantajlara sahiptir. Malzemenin ekonomik olması ve var olan kaynakların korunması gibi faydalar söz konusudur (Çeliker, 2011).

Leydecker konununa göre somut etkileri:

- Mevcut malzemeleri uygun hale getirmek,
- Hasardan korunabilen malzemeler elde etmek,
- Malzemenin hacim veya ağırlıklarında azalma,
- Üretim aşamalarını azaltılması,
- Malzemelerin daha faydalı şekilde kullanılabilmesi,
- Malzeme tahribatına giderilmesine karşı ihtiyacın azalması,

Doğrudan etkilenen sonuçlar:

- Enerji, hammadde ihtiyacında azalma ve karbondioksit salınımında düşme,
- Mevcut kaynakların korunabilmesi,
- Ekonominin büyümesine yardımcı olunması,
- Yaşam kalitesinin artışı (Leydecker, 2008).

2.2.2 Nanomalzemelerin kullanım alanları

Uçak sanayii, uzay sanayii, tıp enerji sektörü ve gıda gibi farklı alanlarda devrim niteliğinde gelişimlere olanak sağlamakta olan nanoteknoloji sayesinde kendi kendini temizleyen yüzeyler, kolay temizlenen yüzeyler, ısı yalıtımı sağlayan malzemeler, çizilmeyi ve aşınmayı önleyen kaplamalar, led ampuller gibi birçok yeni nesil ürünler tasarlanılabilmektedir.

Nanomalzemelerin kullanım alanları oldukça geniştir ve gün geçtikçe de genişlemektedir. Nanoteknoloji içinde halen ilerlemekte ve geliştirilmekte olan bir bilimdir. Geçmiş dönemlerde daha az kullanılsa günümüzde kullanım alanının oldukça genişlemesi beklenmektedir.

Nanoteknoloji kullanılarak meydana getirilecek birçok nano boyutlu tasarımlar belki ilerleyen günlerde damarlarımızdaki kan gibi vücudumuzda dolaşarak bir doktor gibi bizleri bir nevi onarıp tedavi edebileceklerdir. Nano özellikli malzemelerin fiziksel özelliklerinin anlaşılabilmesi sayesinde yeni bir nano metrik dünyanın kapıları aralanmış olacaktır. Nanomalzemelerin tasarımda kullanımları sayesinde kirlenmeyen ve çok daha dayanıklı ulaşım araçları, pas tutmayan ev aletleri hatta kendi kendini temizleyen giysiler üretilmektedir (Çıracı ve diğerleri, 2004).

Gelecek için sürdürülebilirlik alanında en önemli sorunlardan biri olabilecek su kaynaklarının tükenmesi, nanoteknolojide kullanılabilir kaynakların yenilenebilmesi ve artırılabilmesi sayesinde ortadan kalkabilecektir. Gelecekte nanoparçacıkların insan bedeni ile biyolojik ortamda birleştirilebilmesi sayesinde nano robotlar ile donatılmış bedenlere sahip olmamız mümkün olacaktır. Kullanım alanları bakımından yapılarda kullanılan nano malzemeler nanokompozitler ve nanotüpler başlıkları altında incelenmiştir.

2.4 Bölüm Özeti

Nanoteknolojinin birçok tanımı vardır, tanımlarının aslında tümünün gelip bağlandığı nokta nanoteknolojinin geleceğe ışık tutacak bir bilim olduğudur. Günümüzdeki boyut kavramları ile tanımlanan bazı ölçü birimleri yakın gelecekte çok farklı değerler halini alacaklardır.

Nanoteknoloji nano boyutlarda yani aslında atomik boyutlar denen moleküler boyutlarda malzemelere müdahale etme şansı tanıyan onları nano boyutlarda inceleyen ve çeşitli durum ve ortamlara karşı nasıl davranışlar sergilediklerini kavrayabilmemizi sağlayan bir bilim dalıdır. Malzemelere nano boyutlarda müdahale edilmesi sayesinde malzemelerin yapılarında kalıcı iyileştirmeler yapılabilmesi mümkün olmaktadır.

BÖLÜM 3

NANOTEKNOLOJİNİN MEKÂN TASARIMINDAKİ UYGULAMALARI

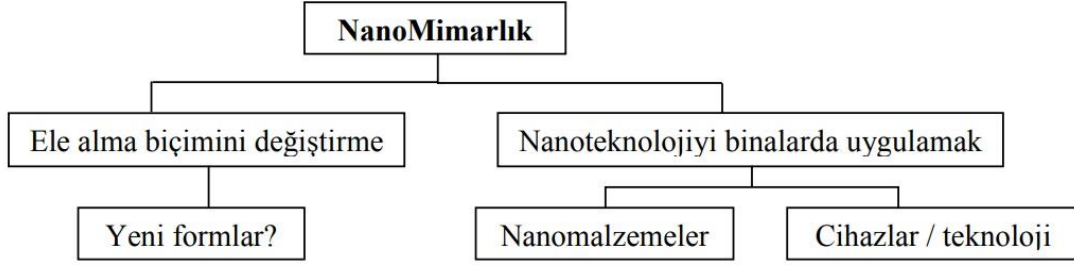
3.1 Nanoteknolojinin Mekân Tasarım & Üretimdeki Kullanımı

21. yüzyılın çağdaş mimari tarzına dönüşmüş olan sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir olma düşüncesi ve bu kapsamda yapılan çalışmalar ve mimari alanlarda kullanılan malzemeler, nanomimarlık kavramı açısından da oldukça önemlidir. Mimarlık günlük hayatımızda oldukça büyük bir role, aynı zamanda yaşadığımız dünya üzerinde ise büyük bir etkiye sahiptir ve insanın günlük davranışlarına uyum sağlayarak gelecek nesillere aktarabilecek sağlıklı yaşam alanlarının tasarlanması oldukça önemlidir. Tasarım veya üretim her zaman bir bağlam meselesidir, yani bir uygulamanın bir futbol stadyumunda mı yoksa özel bir villada mı işe yarayıp yaramadığı mekânsal kurguya göre farklılık gösterir. Bağlamanın iyi anlaşılması, çevrenin tasarlama pratiğinde ürünlerin nasıl uygulandığını göstermek açısından önemlidir. Bir yapının biçimlenişinde yöntem olarak hangi tasarım yöntemi izlenirse izlensin, sonuç ürünün oluşmasında, yapım süresince farklı ölçeklerde ve karmaşıklıkta meydana gelen çeşitli tasarım yaklaşımları rol oynamaktadır.

Arazi yerleşimi, çevreyle ilişki gibi üst kararlar ile işlevsel etkinlik, plan kurgusu, kütleli etki gibi genel ölçekteki yapısal kararı kapsayan ilk bölümün ardından; yapının deneyimlenen, hissedilen, dokunulan özelliklerini oluşturan malzeme ve detay tercihleri ile ilgili kararlar alınmaktadır. Farklı malzemelerin bir araya gelişinde ister standart isterse özgün detaylar tercih edilsin malzemelerin doğasından gelen mimari özellikler mimari tasarımın oluşturulmasında etkin bir rol oynamaktadır. Tasarım malzeme ilişkisi biçimlenen malzeme ile ona ifadesini yükleyen tasarımcı arasında yatar. Usta bir mimarın elinde herhangi bir malzeme çok farklı yönleri ön plana çıkartılarak hiç bilmediğimiz görünümlere bürünebilir. Günümüzde teknolojik gelişmeler sonucu ortaya çıkan yeni malzemeler tasarımcıya oldukça büyük olanaklar sunmaktadır (Harman, 2011).

Mimarlık mesleği için, nanoteknoloji inşaat malzemeleri ve özelliklerini büyük ölçüde etkilemektedir. Nano ölçekte özelliklerini daha hassas bir şekilde manipüle edilebildiği için malzemeler çok farklı şekillerde davranacaktır. Karbon nanotüpleri, faydalı materyallerin nasıl geliştirildiğine dair mükemmel bir örnektir. Bu malzemenin, Peter Yeadon'un 2050'de Nanoteknoloji Çağındaki Kentler başlıklı makalesinde açıklandığı üzere, 'moleküler mükemmellik' nedeniyle çelikten 100 kat daha güçlü olduğu söylenilmektedir. Buna ek olarak, karbon atomları diğer maddeyle bağlanabilir; bu tür malzemeler bir yalıtkan, yarı iletken veya elektrik iletkeni olabilir. Sonuç olarak, karbon nanotüpler mimari endüstride önemli etkiye sahip olacak, çünkü bu malzemeler değiştirilebilir bir kanal, ışık kaynağı, enerji jeneratörü ve hatta bir konveyör gibi davranabilmektedirler.

Maddenin temel özelliklerini dönüştürerek, nanoteknoloji yapım şeklini değiştirebilecektir. Nanoteknoloji, tüm ölçeklerde mimari endüstrisini derinden etkileyecektir, iç mekân tasarımı, bina tasarımı ve şehir tasarımı gibi bu alanların hepsinde fayda sağlayacaktır. Konuya genel olarak bakıldığında, nanoteknoloji, mimarlara kullanım kolaylıklarının yanı sıra malzemelere üstün işlevsel özellikler katması nedeni ile çok faydalı olması beklenmektedir. Teknolojinin hızla ilerlemesi ile yeni nesil malzemeler ve inşaat teknikleri ortaya çıktıkça bu alanda kullanılan malzemelerinde hayatımıza kısa sürede girmesi beklenmektedir. Nanoteknoloji, çevre hakkındaki sorulara üç seviyede hitap etmektedir. İlk olarak, nanoteknolojinin mimaride bugünkü rolü nedir? Birçok nano mühendislik ürünü mimar ve inşaatçılar tarafından zaten mevcut ve binalarımızı, bunlarda neler yapabildiğimizi ve bizim için ne yapabileceklerini ortaya çıkmaya başlıyor. İleriye dönük olarak, araştırma ve geliştirme alanındaki yeni nanoteknolojilerin, gelecek yirmi ila elli yıl içinde büyük bir etkisi olması beklenmektedir (Baykara, 2010).



şekil 3.1: Nano mimarlık kavramı (El-Sammy, 2008)

şekil 3.1’de verilen şemada nanoteknolojik gelişmelerin mimarlık alanındaki etkisi biçimlerin ve tasarımların yeniden ele alınması ile birlikte, binalar üzerinde uygulanma süreci gözlenebilmektedir. Nanoteknolojik malzemelerin kullanımının yapı ve mimari sektördeki etkisi teknoloji ve nanomalzemelerin geliştirilmesi ile birlikte olmakta, özellikle nanomalzemelerdeki gelişmeler teknoloji ile aynı hızda ortaya çıkmaktadır. Herhangi bir mimari tasarımı nanoteknolojik malzemelerin kullanılması bağlamında yeniden yapılandırma olarak konuya bakıldığında, hafiflik, dayanıklılık, kabuğun sürekliliği, yapım şekli, geçirgenlik, değişen, gelişen formlar gibi bina karakteristiklerinde nanoteknolojinin yapay çevreyi yeniden şekillendireceği açıktır (Johansen, 2002).

Nanoteknolojik malzeme kullanımının ve mimari alandaki yansımalarının olumlu ve yoğun etkileri, nanomalzemelerdeki hızlı gelişmeler ile birlikte mimarlığın ve mimari şekillerin yeniden ele alınmasını gerektirmektedir. Bu bağlamda nanoteknolojinin mimari alanda kullanımı ile birlikte yeni formlar ortaya çıkması beklenmektedir. Nanoteknolojinin mimarlık alanındaki etkisi tasarımsal biçimlerin yeniden ele alınması ve binalarda uygulanması bakımından gözlemlenebilmektedir. Nanoteknoloji ve mimari alan üzerindeki etkisi nanomalzemelerin ve teknolojinin geliştirilmesi biçiminde olmakta, özellikle malzemelerdeki gelişmeler çok hızlı bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Devrim gibi birçok disiplinde gelişen nanoteknoloji, yapı endüstrisinde nanomalzemelerin üretimi ve kullanımı arasında en belirgin yansımayı göstermektedir. Nanoteknoloji, nanometre malzemelerini kontrol etme ve moleküler düzeyde çalışarak özelliklerini ve yapılarını anlamayı sağlar. Bu bağlamda, mimari uygulamalarda kullanılan geleneksel malzemelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini geliştirmek ya da tamamen yeni malzemeler üretmek mümkündür (Leydecker, 2010).

Nano boyutlu malzemelerin özellikleri makro boyutlardakilerden farklılıklar göstermektedir. Mukavemet, yüzey alanı, iletkenlik ve elastikiyet gibi malzemelerin yapısını oluşturan temel özellikler, nanometre boyutlarına müdahale ederek iyileştirilebilir veya yeni malzemeler üretmek için farklı şekilde tasarlanabilir. Bu açıdan, mimari uygulamalarda kullanılan geleneksel malzemeler yerine yüksek performanslı, çok fonksiyonlu nano malzemeler ve nanokompozitleri kullanmak mümkündür (Naschie, 2006).

Nanomalzemeler birçok özelliği birlikte taşır ve geleneksel malzemelerle çözilemeyen enerji, çevre, üretim, güvenlik gibi birçok sorunu çözme potansiyeline sahiptir. Mimari yapılarda nanoteknolojik malzemelerin kullanılması, geleneksel yöntemlerin ve malzemelerin seçiminde ortaya çıkan gereksinimleri değiştirir. Nanoteknoloji, geleneksel malzemelerin ağırlığını ve hacmini düşürür ve malzemelerin daha verimli kullanılmasını sağlar. Malzemelere kazandırılan gelişmiş özelliklerin yardımıyla, malzemelerin hasar görmesini önler bakım ve onarım ihtiyacını azaltır. Bu avantajlara ek olarak, nanoteknoloji üretim adımlarının sayısını azaltarak kaynakların korunmasında, hammadde, enerji tüketiminde ve dolayısıyla CO₂ emiliminde önemli bir azalma sağladığı için ekonomiye olumlu bir katkıda bulunmaktadır (Niroumand, 2012).

Nano yapılı materyal, kütle veya yüzeyde nanomalzemeler ile karıştırılan veya kimyasal ve fiziksel yapısında nano ölçekli seviyede modifiye edilmiş, çelik, çimento, cam, polimerler gibi geleneksel malzemelerden oluşur. Kısa vadede, çelik, beton, cam ve plastiklerin nanokompozit donatısı, bu malzemelerin performans, dayanıklılık ve mukavemet oranını önemli ölçüde artıracaktır. Bunun en güzel örneklerinden biri ise hava yoğunluğunun üç katı yoğunluğa ve önemli güç ve yalıtım kabiliyetleri sahip olan Aerogeller'dır. Bir diğeri, gelecekte kullanım için önemli bir potansiyele sahip karbon nanotüpleridir. Binalara güçleriyle benzeri görülmemiş güç ve esneklik getirebilirler. 'Moleküler mükemmellik' nedeniyle, çelikten 100 kat daha güçlüdürler. Buna ek olarak, karbon atomları, diğer maddenin formlarıyla bağlanarak, değiştirilebilir bir kanal, bir ışık kaynağı, bir enerji jeneratörü ve hatta bir konveyör olarak görevi yapabilmektedirler. Nanotüpler yüzlerce uygulama için zaten yapı taşları olup, betonun güçlendirilmesi ve ilaçların bireysel hücrelere verilmesi için kullanılırlar.

Moleküler ölçekte düzenlenmiş olan malzemenin nano organizasyonundan dolayı ultra ince boyut efektlerini deneme denilen melez mimari madde ve yapıları taklit eden tasarım ve uygulamalar ortaya çıkmıştır. Bu nedenle, işlevsel nano sistemlerin sentezi, işlenmesi ve karakterizasyonu hakkında temel bir anlayış, teknolojik olarak gerçek uygulamalara dönüşmesi için algının anlaşılır ve uygulanabilir olmasına zemin hazırlanmaktadır.

Nanoteknolojide ise, nanomalzemeler ve bunların kullanımı hakkındaki bilginin yaygınlaştırılması, malzeme geliştirmesi, teknikler ve kullanımlar açısından sunduğu potansiyel uygulamaları dikkate alınarak adım atılmalıdır. Özellikle hem günümüz mimari yapılarında hem de kültürel mirasa olan tarihi yapılarda bu yelpazeye dâhil olmak üzere nanoteknoloji, süreçler ve ürünlerdeki yenilik için önemli bir girdi oluşturmaktadırlar.

Bu bağlamda nanoteknolojinin mekân tasarımındaki kullanımına örnek verecek olursak, özellikle UV ışınlarından koruma amaçlı UV ışınlarını emici ve biyolojik çürüme ile ilişkili olarak ahşap kaplamaların geliştirilmesinde gerçek bir yenilik ortaya çıkmaktadır. Uzun vadede maruz kalınmış olan yıpranma vb. etkileri en aza indireyen ve uygulandığı nano teknolojik malzemelerin, yalnızca dayanıklılığı ve fiziksel ahşap özelliklerini değil uygulandığı dokunun doğal güzelliklerini bozmadan koruduklarını göz önünde bulundurulmalıdır. Bu son husus, özellikle tarihi kültürel mirasa nanoteknolojik özellikler katılarak ahşap öğelere uygulandığı takdirde kalıcı olarak uzun ömür konusunda büyük etkiler sağlamakta ve kültürel mirasa bir sonraki nesillere aktarabilmemiz hususunda önemli bir konu olarak ortaya çıkmaktadır.

Nanoteknolojinin uygulama alanlarını ele aldığımız bu kısımda nanoteknolojinin mekân tasarım ve malzeme üretiminde nerelerde uygulanabileceği ile ilgili birkaç örnek üzerinden değerlendirme yapılmıştır:

- Uzun süreli dış mekân performansı sağlanabilmesi açısından, ışık stabilitesi, ahşap dokunun ideal vurgulaması yüksek şeffaflık, iyi mekanik ve kimyasal dirençler güneş ışınlarına karşı her yapının karşılaşmış başlıca sorunlardandır. UV koruması bugün nano yapıli ağaç ürünlerinin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır.
- Nanoteknoloji, farklı uygulanabilirliği açısından geniş bir yelpazeye sahip olmasından dolayı her alanda yeni fırsatlar ve çözümler dünyası açmaktadır. Buna bir

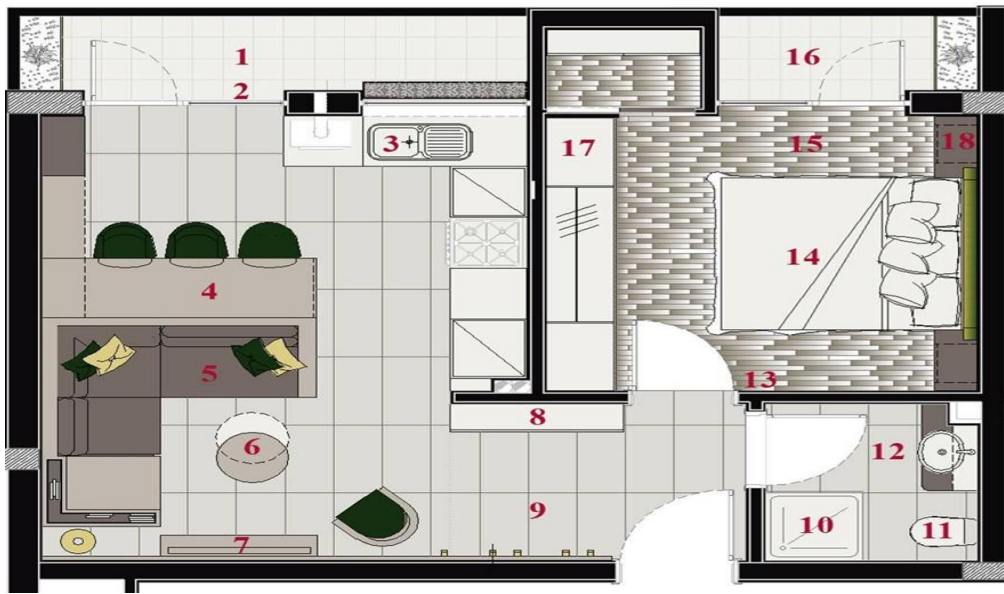
örnek verecek olursak, lotus yapraklarından su ve kir iten etkinin kopyalanması ve kendini temizleyen pencereler ve su itici işlevli boyalar, ancak ağaç, açık buhar için gerekli olan uygulamalar üzerine uygulanmasıdır.

- Ağaç yüzeylerini mantar, böcek ve bakteri olarak biyolojik saldırılara karşı korumak amacıyla kullanılan ürünlerin, nanoyapılı materyallerin yalnızca ahşap ya da eski ahşabın korunması ve dayanıklılığına değil aynı zamanda günümüzde bu materyalin sürdürülebilirliğide oldukça önemlidir.

Nano ölçekte tasarım yapmanın teknik karmaşıklığı mimarların tasarım sürecinde diğer birimlerle koordineli çalışmaları gerektiğini ortaya çıkarmaktadır. Ekip olarak gerçekleştirilen nano yapıların tasarım sürecinde, mimarlar, endüstri ürünleri tasarımcıları ve diğer sektörlerdeki tasarımcılar malzeme kompozisyonları hakkındaki bilgilerini geliştirme durumunda kalmaktadır. Nano malzemeleri kullanan tasarımcılar daha önce hiç karşılaşmadıkları özelliklerle karşılaşmaktadırlar. Bunların başında kendi kendine analiz edebilme kabiliyetine sahip ve bundan sonuç çıkarabilen ve kendini geliştirebilen malzemeler oluşuları gelmektedir. Nanomalzemelerin bir diğer özelliği ise, biyolojik yani yaşayan bileşenlere sahip olmaları ve dolayısıyla büyümeyi gerçekleştirebilmeleridir. Tıpta kullanılan biyomalzemeler gibi, nanomalzemeler de canlı organizmaya benzer fonksiyonlar göstermektedirler. Moleküler nanomalzeme üretiminde tasarım yöntemi kod yazılarak yapılmaktadır. Nanoteknolojinin isim babası olan fizikçi K.Eric Drexler; “Yapay DNA ya da kodlama aygıtları malzemeyi oluşturma amacıyla insanların hizmetinde kullanılabilir ve geliştirilebilir” demiştir. Herhangi bir ürünün tasarlanması için moleküler yapıların içinde yapılmış kimyasal atomlar seçilir ve belirli bir kodlamaya göre kurulur.

Yaşayan malzemelerle tasarım yapmak tasarımcılar için yeni bir deneyim olabilir. Ayrıca malzemeler yalnızca büyüme özelliği değil, aynı zamanda çevresiyle etkileşim içinde olma özelliği de gösterebilmektedirler. Nanoteknoloji, tasarımcıları akıllı ve büyüyen malzemeler kullanmaya yönelttiği için tasarım metodlarını dönüştürme potansiyelini barındırmaktadır. Bu bağlamda nanoteknoloji kullanılarak yapılacak olan yeni nesil tasarımlar, tasarımcıların teknolojik ağlar arasında; elektronik posta gibi hızlı iletişim ağlarını kurarak malzemeden çok sürece önem vermeye başlayacakları yeni bir dönemin başlangıcını oluşturabilir (Wei, 2009).

Malzeme, uygun koşullar altında daha uzun süre korunabilmenin yanı sıra, bulunulan coğrafi konumun özelliklerine uyacak şekilde de tasarlanmakta ve bugün ile gelecek açısından yapıların yaşanabilirliğini uzatmak ve kalıcılaştırmak için önceden alınan bir önlem konumuna gelebilmektedir. Mekân tasarımıındaki malzeme ve işlevsellik ile ilişkili olarak uygulama aşamasında nerede ve nasıl uygulanacağını doğru bir şekilde belirlenmelidir. Aşağıdaki örneklerde, bir konut planı üzerinde iç mekân tasarımıında hangi özelliklerin uygulanabildiği gösterilmiştir.



01-Seramikler: Kendini temizleme	09-Zemin: Nanopartiküllü seramik
02-Pervaz: Kendini temizleme ve fotokatalitik	10-Küvet ve Duş: Kolay temizlenen, yapışmayan
03-Mutfak Vitrifiye: Kendini temizleme	11-Vitrifiye: Kolay temizlenme, antibakteriyel
04-Mobilya: Çizilmeye ve aşınmaya karşı dayanıklı	12-Zemin: Nanopartiküllü seramik
05- Döşeme:Havayı temizleme	13-Elektrik Düğmeleri:Antibakteriyel ve yapışmayan
06- Cam Sehpa: El izi önleyici	14-Yatak:Antibakteriyel
07-TV: Antirefleksif	15-Halı: Havayı temizleyen
08- Ayna: El izi önleyici	16-Seramikler: Kendini temizleme
	17/18-Mobilyalar: Çizilmeye ve aşınmaya karşı dayanıklı

Şekil 3.2: Nano malzemelerin iç mekânda konutlarda uygulandığı kısımlar (Kasap, 2012)

3.1.1 Mimari strüktürde nanoteknoloji uygulamaları

Yapı ve malzeme teknolojisi ile ilgili faktörler mevcut fizibiliteleri sınırlar. Mevcut teknoloji sınırları ve fizibiliteleri belirler. Teknoloji, yapının seçimi üzerindeki bir etkidir. Çeşitli fonksiyonlara ve olanaklara bağlı olarak açıklık probleminde, birbirlerine göre belirli avantajlar ile çeşitli sistem ve malzemeler kullanılmıştır. Çağımızın teknolojisi olarak kabul edilen nanoteknolojinin amacı, moleküler boyutta çalışarak gelişmiş özelliklere sahip yeni malzemeler geliştirmek ya da mevcut materyal müdahalelerini yaparak malzeme özelliklerini değiştirmek ve geliştirmektir. Bu amaca yönelik çalışmalar sonucunda üretilen yeni malzemeler, yeni teknik ve işlevlere yol a  acak ve günün sonunda yapı önemli ölçüde değişecektir (Ashby, 2009).

Nanoteknolojik araştırmalar nanomalzemeler ve nanokompozitlerin   rettikleri nanomalzemelerin ve nanokompozitlerin ileri fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleriyle yapı taşıyıcı sisteminde geleneksel malzemelerle      lemeyen problemleri     bilece  ini önermektedir. 21. yüzyılın yapısal sistemlerinde, nanoteknoloji, klasik malzemelere nanopartiküller ekleyerek elde edilen nanokompozit formunda da genellikle kullanılmaktadır. Bununla birlikte, eğer maliyetler ve teknoloji izin veriyorsa, tamamen nano yapılı materyalden yapılmış taşıyıcı sistemler de görülecektir. Yapıların sistemlerinde kullanılan malzemelerin mukavemet ve ağırlık oranları çok önemlidir. Yüksek mukavemetlerine ağırlık oranlarına sahip nanomalzemeler ve nanokompozit  rler, konvansiyonel malzemelere göre birim başına daha fazla ağırlık taşıyabilirler. Bu özelliklerden dolayı, daha az malzeme gerekecek ve daha az enerji tükenecektir. Bu gelişmiş özelliklere ek olarak, nanomalzemeler ve nanokompozitler, aktif yapıda iç kontrol, uzun ömürlü, daha az bakım gerektirmeyen özelliklere sahip üstün özelliklere sahip yapı malzemelerinin edinilmesini sağlayacaktır. Nanoteknoloji, yapı uygulamalarında beton,   elik ve ahşap malzemelerden oluşan nanokompozit formunda kullanılabilmektedir (Avcı, 2009).

Nanoteknoloji bugün yapısal sistemlerde kullanılan geleneksel malzemelerin (beton,   elik, ahşap) fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerini geliştirmek amacıyla kullanılır. Geleneksel malzemeler üzerindeki nano boyutlu müdahaleler, makro boyutlarda malzeme özelliklerini etkiliyor ve daha gelişmiş özelliklere sahip yapı sistemleri inşa edilebilir. Yakın

gelecekte tamamen nano malzemelerden yapılmış yapısal sistemler geliştirmek (nanotüpler, nanofiberler, nanolevhalar) öngörülmektedir. Örneğin, çelikten çok daha yüksek gerilme mukavemetli araştırmacılar tarafından üretilen şeffaf nanotüpler, yapıların yapısal sistemlerini kendi başlarına oluşturacak niteliklerdir. Bu malzemelerle oluşturulacak yeni nesil nanoyapılar, geleneksel ilişki ve yapı ile kabuk arasındaki önemli bir değişimi değiştirecek. Örneğin, çok ince karbon nanotüpleri yapı, yapı ve kabuk işlevlerini aynı anda gerçekleştirebilir ve geleneksel yapısal sistemler tamamen kaldırılabilir. Bu uygulama ile aydınlatma fonksiyonu yapı sistemlerine de monte edilebilir. Kısaca, yeni nesil nano yapılandırılmış sistemler, günümüzde hayali olarak kabul edilen yapıların, yapıların ve yapıların inşaatının yanı sıra yüksek mukavemetli, az bakım gerektiren, düşük enerji tüketen sürdürülebilir yapıların oluşturulmasını sağlayacaktır (Akyol, 2014).

Beton, özellikle inşaat sektöründe yüksek miktarda kullanılan en yaygın yapı malzemelerinden birisidir. Makro ya da yapısal düzeyde betonun özellikleri fazlasıyla araştırılmıştır. Günümüzde nanoteknolojik gelişmeler ile malzemelerin mikro ve nano düzeyde yapıları ve davranışları belirlenebilmekte ve başta beton olmak üzere çok çeşitli yapı malzemelerinin özellikleri geliştirilmektedir. Tabiatın yaratım süreçlerini taklit etmek, yeni nesil çok işlevli, ısmarlama kompozitlerin oluşturulmasında umut vadeden bir araştırma alanıdır. Yeni nesil kompozitler, üstün mekanik performans ve sağlamlık gibi özelliklerin yanı sıra düşük elektrik direnci, öz-algılama becerisi, kendi kendini temizleyebilme ve onarabilme gibi alışılmamış davranışlar sergileyebilir. Yapıların yaşam süreçlerini tahmin etmek malzemeye dayalı sorunlar arasındadır ve bu sorunun çözümünde nano ürünler kullanarak yapılarda öz-izleme teknikleri geliştirilmektedir. Nano ölçekli parçacıkların, hacimlerine oranla yüksek yüzey alanına sahip oldukları belirlenmiştir ve bir kısmı yüzeysel tepkimelere karşı çok duyarlıdırlar. Yapı malzemelerine alışılmışın dışında özellikler katan nanoteknoloji, hızla yeni çok işlevli ve akıllı malzemelerin geliştirildiği disiplinler arası ve doğurgan bir araştırma alanına dönüşmüştür (Mukhopadhyay, 2011).

S. Iijima'nın karbon nanotüplerin keşfinden bu yana, yüksek dayanım, Young değeri (elastik ya da çekme değeri), büyük deformasyon ve yüksek süneklik, yüksek boy oranı (>500) ve mükemmel elektrik iletkenliği gibi sayılabilecek fiziksel özellikleri nedeniyle birçok alanda yaygın olarak kullanılır (Han ve diğerleri, 2011). Bu malzemeler, yüksek yapılarda,

otoyollarda, köprülerde, uçak pisti ve apronlarda, yüksek hızlı demiryolu hatları için kullanılan levha traverslerde, baraj ve nükleer santral tesislerinde kullanılmaktadır. Geleneksel çimento esaslı malzemeler üzerinde ekonomik, sosyal ve çevresel anlamda yararlı etkileri gözlemlenir. Birçok malzeme henüz laboratuvar evresini tamamlamamış olsa da inşaat sektörü, nano yapısal malzemelerin birincil potansiyel tüketici kitlesini işaret etmektedir. Şekil 3.3’de yapılarda kullanılan nano malzemelerin bazı örnekleri görülmektedir.

Nanomalzemesler	Yapı Malzemeleri	Beklenen Faydalar
Karbon Nanotüpler CNT	Beton Seramik Cihazlar (NEMs/Nano Elektro Mekanik; MEMs/Mikro Elektro Mekanik) Güneş pili	Sağlamlık, Çatlamayı önleme Geliştirilmiş mekanik ve termal özellikler Sağlık izleme Öz-algılama Etkili elektron iletimi
SiO₂ (silisyum dioksit) nano parçacıklar	Beton Seramik Cam	Mekanik mukavemete katkı Soğutma Işık iletimi Ateşe dayanıklılık ve tutuşmazlık Yansıma önleme
TiO₂ (titanyum dioksit) nano parçacıklar	Beton Cam Güneş pili	Hızlı hidrasyon Hidrasyon düzeyini artırma Kendi kendini temizleme Süper su emicilik Buğulanma önleme Kirlenmeye direnci Elektrik üretimi
Fe₂O₃ (demir III oksit) nano parçacıklar	Beton	Kompresif gücü artırma Aşınmaya dayanıklılık

Şekil 3.3: Mimaride kullanılan nanomalzemeler (Demirdöven ve Arditi, 2012)

Beton, insan üretimi malzemeler arasında yıllık üretim miktarı kişi başına bir metreküp olarak en çok üretilen malzemelerden biridir. Çimento ise, en çok kullanılan yapı malzemesidir. Çelik, bir diğer önemli yapısal inşaat malzemesidir. Bu yüzden nanoteknolojik araştırmalar beton, çimento ve çelik gibi çok kullanılan yapısal malzemeler üzerinde yoğunlaşmıştır. Betonun performansını ve mukavemetini artırarak yaşam süresini uzatabilecek gelişmeler, bilim insanlarının maddeyi nano-ölçekte değiştirme yeteneğine bağlıdır. Beton ve çimento esaslı nanoteknolojik araştırma geliştirme çalışmalarına örnek olarak:

- Çimento karışımında kullanılan kalsiyum silika hidrat (CSH) bileşiğinin atomik yapısını anlamaya ve geliştirmeye yönelik nanoteknolojik modelleme uygulamaları, kullanılan sayısal araçlar ve modelleme kısıtlılıkları (Selvam ve diğerleri, 2011).
- SWCNT (tek duvarlı karbon nanotüp) ve diğer nanomalzemelerin çimento hidrasyonu ve takviyesindeki etkileri (Makar, 2011).
- Nanomalzemeler ile etkinleştirilmiş çok işlevli beton ve strüktürler (Li ve diğerleri, 2011).
- Nano etkin ve kristalizasyon kontrolü ile iyileştirilmiş yapı malzemeleri (Kutschera ve diğerleri, 2011).
- Nano değişime uğramış çimento karışımına kil ekleyerek puzolanik tepkimenin artırılması (Birgisson ve Dham, 2011).

21. yüzyılda geleneksel yöntemler kullanılarak üretilmiş olan beton malzemesinin imalatında uçucu kül benzeri başka malzemelerin kullanımı nedeni ile beton malzemesini içerisinde artıkların oluşmaktadır. Nanoteknolojinin beton içerisinde kullanımı ile birlikte betonu oluşan bu artıklardan ayırmak mümkün ve bu sayede tekrar kullanılabilir. Beton malzemesi yapısı içerisindeki hava boşlukları ya da daha hafif ayrıştırılmış yapı malzemeleri eklenerek ağırlığı azaltılabilmektedir. İçerisine çelik malzeme yerine organik fiber malzemeler konularak 6 ila 8 kat daha aerodinamik, dayanıklı, hafif, düşük gözenekliliği olan, pürüzsüz, aynı zamanda zorlu hava koşullarına dayanıklı ‘ultra yüksek dayanımlı beton-ductal’ gibi farklı şekillerde karşımıza çıkmaktadır (Yılmaz, 2006). Bunların yanı sıra konuyla ilgili olarak Macar mimar Aran Losonczi tarafından keşfedilen yarı saydam beton olarak bilinen bir diğer adı ile LiTraCon (*Light Transmitting Concrete*) betonun içerisine optik cam liflerinin eklenmesi ile oluşmaktadır (Şelil 3.4). Farklı boyutlar ve bloklar halinde üretilen ve aynı zamanda ısı yalıtımı da uygulanabilen duvarlar sayesinde 20m mesafeye kadar ışığın oranında hiçbir düşüş olmadan ışığı geçirebilmekte ve basınça karşı dayanımlı betona eşdeğer olduğundan taşıyıcı olarak da kullanılabilir (Kurzweil, 1999).



Şekil 3.4: LiTraCon (Kurzweil, 1999)

Nanoteknoloji alanındaki gelişmelere bağlı olarak, teklonojininde gelişmesi ile bina yüzeylerinin dokusunun, bilgisayarlarda verilen komutlara bağlı olarak değiştirilebileceği, maddenin sıvı, gaz ve katı fazları arasında değişim yapabileceği, kimi zaman ise katı ve opak, kimi zaman akışkan ve şeffaf olabileceği öngörülmektedir.

3.1.2 Nanoteknoloji ve fotovoltaik paneller

Fotosentez sırasında meydana gelen klorofile benzeyen fotokataliz, ışıktan etkilenmekte olduğu ortamda sürekli aktif hale gelir ve birtakım tepkimelerin oluşmasını sağlamaktadır. Fotokataliz olayı ışık ile birlikte girdiği tepkime sonucunda birtakım reaksiyonlar için gerekli aktivasyon enerjisinin sağlanabilmesi 1970'lerden beri bilinmektedir. Kendi kendini temizleyebilen süperhidrofilik yüzeyler ile ilgili araştırmaların oldukça yeni bir keşiftir. Kendi kendini temizleyebilme ile ilgili TiO_2 (titanyum dioksit) endüstriyel alanda kullanım için en uygun, en verimli, en oturmuş ve en ucuz fotokataliz maddesidir (Hashimoto, 2005). Fotokatalizle işlemi olarak bilinen kendi kendini temizleme olayı, nanoteknolojik malzemelerin mimari alanda özellikle dış cephelerde en yaygın olarak kullanılan özelliğidir. Fotokataliz sırasında ışık ile birlikte girilmiş olan tepkimeler sonucunda membran, cam gibi malzeme yüzeylerinin üzerindeki oluşumun, havanın nemi ve oksijenle birlikte yüzeyde oluşan organik kirliliklerin ve gazların yanarak parçalanmasına neden olmaktadır ve bu sayede temizlenme olayı gerçekleşmiş olmaktadır.

Fotokatalizle ve lotus etkisi yani kendi kendini temizleyebilen nanomalzemeler çoğunlukla boya ve çeşitli kaplama malzemeleri olarak karşımıza çıkmaktadır. İç cephelerde kullanılmakta olan nanoteknolojik boyalar, kalorifer izi, nikotin izi ve benzeri kirlerin boya üzerinde oluşmasına izin vermemektedir. Bunun yanı sıra, boya, kalem izi, yağ lekelerden sonradan oluşmakta olan lekelerin de kolay temizlenmesine olanak vermektedir. Dış cephede yüzeyleri üzerinde kullanılan nanoteknolojik boyalar da içeriğindeki reçine ve nano parçacıklar sayesinde, güneş ışınları ile tepkimeye girerek, cephelerde oluşan kirlerin rüzgâr ve yağmur suyu ile birlikte temizlenmesini sağlamaktadır. Fotokatalizle yani kendi kendini temizleyebilen malzemelerin kullanılmakta olduğu en önemli örneklerden biri, Duisburg, Almanya’da 2004 yılında inşa edilmiş olan (Şekil 3.5) MSV Arena Futbol Stadyumu’dur. İnşaatı sırasında toplamda, 3500 ton çelik desteğinin, yaklaşık 30 çelik pilonun, 15000 m³’ten fazla betonun, 7500 m² çimin kullanıldığı stadyumda, alüminyum ve camdan oluşan ön cephe için toplamda 1500 m² cam kullanılmıştır. Güneş ışığından koruma ve aynı zamanda ses yalıtımı özelliğinede sahip olan fotokatalizle kendini temizleyebilen cam malzemede, bu özellik sayesinde temizleme zamanlarının aralığı oldukça uzamıştır. Bu sayede ise aynı zamanda temizlik masrafından önemli miktarda kazanç sağlanmaktadır (Mann, 2014).



Şekil 3.5: MSV Arena stadyumu ön cephe (Kasap, 2012)

Genellikle kendi kendini temizleyebilme özelliği ile karıştırılmakta olan kolay temizlenebilme özelliğine sahip yüzeyler suyu yüzeyden uzaklaştırıcı niteliğe sahiptir. Bu malzemelerin yüzeyleri pürüz yerine, düz ve pürüzsüz bir yapıya sahiptir, düşük bir çekim kuvvetine sahip olan yüzeyler suyun damlalar oluşturarak yüzeyden uzaklaştırılmasını sağlamaktadırlar. Oluşan bu özellikteki yüzeyler hem hidrofobik (su itici), hem de oleofobik (yağ itici) özelliğe sahiptirler (El-Samny, 2008). Almanya’da bulunan Kaldewei Competence Merkezi, Kaldewei’de üretilen malların sergilenmekte olduğu, toplantıların, çeşitli kursların, grup halinde ve bireysel ziyaretlerin, etkinliklerin ve ürünler üzerinde çeşitli testlerin yapıldığı bir binadır. Kolay temizlenebilen bir kaplama ile kaplanmış olan, mavi, beyaz ve kahverengi çelik şeritler ön cepheyi oluşturan öğelerdir.

3.1.3 Nanoteknoloji ve sürdürülebilir mimarlık

Sürdürülebilir mimarlık, çevresine uyum gösterebilen, yapımı ve kullanımı aşamasında minimum enerji ve kaynak tüketen, tarihsel sürekliliği sağlanabilen, yerel ve doğal malzeme kullanımında ve kullanılan malzemelerin geri dönüşümü ile çevreye duyarlı, insan sağlığını ve konforunu koruyan, ekosistem döngüsüne katılımcı yapılar ortaya koyan faaliyetlerin tümü biçiminde tanımlanmaktadır. İnsan yaşamının %90’ının yapılarda geçtiği, yapıların insan sağlığı ve çevre dengesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu göz önünde bulundurulduğunda; yapı ve yapı malzemelerinin sürdürülebilir mimarlık içerisinde oldukça önemli bir yere sahip olduğu düşünülmektedir.

Tarih boyunca malzeme biliminin temel girdisi teknoloji olmuştur ve bu alanda gerçekleştirilmesi muhtemel yenilikler teknolojiden bağımsız düşünülememektedir. Nanoteknoloji; maddeleri nano ölçekte kontrol edip, moleküler seviyede çalışarak özelliklerini ve yapılarını anlama imkânı sunmaktadır. Bu sayede mimari uygulamalarda kullanılan geleneksel malzemelerin fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerini geliştirmek ya da tamamıyla gelişmiş özelliklere sahip yeni malzemeler üretmek mümkün olmaktadır. Nanoteknoloji, geleneksel malzemelerin ağırlık ve hacminde azalmaya neden olur ve malzemelerin daha etkin kullanılmasını sağlar. Malzemelere kazandırılan gelişmiş özellikler yardımı ile malzemelerin hasardan korunmasını sağlar aynı zamanda güçlendirir böylece bakım ve onarıma olan ihtiyacını azalır. Üretim aşamalarının sayısını azaltarak kaynakların korunması, hammadde, enerji tüketimi ve CO2 salınımında önemli oranda azalma sağlar.

Tasarım açısından ele alındığında nano sürdürülebilirlik kavramı, tasarım sonucu ortaya çıkmakta olan ürünün yukarıdaki paragrafta tanımlanmış olan gereklilikleri karşılaması üzerine kurulmuştur. Bu tarzdaki sürdürülebilir tasarım anlayışı aslında dar kapsamlı bir açıklamadır. Özellikle yeniden üretim sistemleri göz önünde bulundurulduğunda, ürün birleşenlerinin yeniden üretim hattına girebilmesi söz konusu olamamaktadır. Burada yaşanmakta olan başlıca sorunlardan biri, değişen tasarım serileri için de yeniden üretilmiş parçaların kullanılabilirliğinin sağlanabilmesidir. Bu şart sağlanmadığı sürece tam bir sürdürülebilir ürün tasarımı üretim sonucunda meydana gelememiş olacaktır. Tekrar üretilme aşamasının önünde bulunan en büyük engellerden biri ürün tasarımı sırasında gerçekleşmektedir. Tasarımın ilk aşamasında kullanım ömrü sonunda nasıl yeniden kullanılabilceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu aşama göz önünde bulundurulmadığı takdirde yeniden üretim ve sürdürülebilir bir tasarım yapılabilmesi olanaksız hale geleceği beklenmektedir. Tasarlanmış olan ürünlerin tüketici beklentilerini karşılayıp karşılayamayacağı, aynı zamanda çevreye olumlu veya olumsuz etkilerinin ne olacağı etraflı bir şekilde değerlendirilmelidir. Bu bağlamda nanomalzemelerin insan sağlığı ve çevreye olan olumlu ve olumsuz etkileri aşağıdaki başlıklar altında incelenmiştir (Yılmaz ve Vural, 2015).

1) Olumlu etkiler:

- Sürdürülebilir ve uzun ömürlü olmaları,
- Çevresel faktörlere karşı oldukça dayanıklı olmaları,
- Kendi kendini temizleyebilme vb. özellikleri sayesinde iş gücü tasarrufu sağlamaları,
- Yanmaya ve ısıya karşı dayanıklı olmaları,
- Enerji depolayabilme özelliklerinin olması,
- Kolay uygulanabilir ve geri dönüştürülebilir olmaları,

2) Olumsuz etkiler:

- Biyolojik olarak bozulmaya elverişli olmaları,
- Parçacıkların zaman içerisinde birikebilecekleri,
- Olumsuz etki sağlayan kirleticiler ile birlikte taşınabilmeleri,
- Bünyeleri içerisinde kirleticileri maddeleri taşıyabilmeleri,

- Diğer kirleticiler ile fiziksel ve kimyasal reaksiyona girebilmeleri,
- Üretimleri sırasında çalışanlar için sağlık sorunu teşkil edebilmesi,
- Bu alanda yapılan çalışmaların az olması,

Nanomalzemeler ile yapılan araştırmalarda, risk oluşumunu tetikleyebilecek bir durum fark edilmiş ve bu durum aynı temel elementlerden oluşmasına rağmen nanomalzemelerin atomik ya da kuantum seviyelerinde, kütle malzemelerden farklı davranışlar ve özellikler göstermeleri olarak açıklanmıştır. Nanomalzemelerin çevresel zararlarını araştıran nanotoksoloji bilimi insan sağlığı ve çevre faktörleri üzerindeki etkilerini detaylıca incelemektedir (Bilgin, 2014).

Önemli bir başka konu ise nanoteknolojik malzemelerin üretim maliyetlerinin ne şekilde gerçekleşeceği tasarım aşamasında büyük ölçüde ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple tasarım aşaması, tasarımın pazar başarısını doğrudan etkilemektedir. Bu aşama sırasında, tasarlanmakta olan ürünün tekrar üretime uygun olabilecek ve hatta gelecekteki tasarımlara girdi sağlayabilecek şekilde ortaya konması, hem üretim işletmelerinin girdi maliyetlerinde tasarruf sağlanmasına, hem de çevre sorunlarının önlenmesinde etkili olacaktır. Geleneksel yapı tasarım ve yapım yöntemleri sürdürülebilirlik kapsamında ele alındığında bu yöntemlerden birçoğunu kullanılabilir ve/veya kabul edilebilir olmadığı görülmektedir. İhtiyacın değişmesine bağlı olarak değişen ve gelişen yöntemler farklı yapım yöntemleri oluşturulabilmesine neden olmaktadır (Ersoy ve Gözlü, 2004).

Nanoteknoloji, sürdürülebilirliğe ilişkin olası katkıları nedeniyle yeşil bina tasarımında anahtar teknolojilerden biri olarak görülmektedir. Günümüzde tasarımcının temel sorunu, küreselleşme ekonomisi, çalışma şekillerinde yeni eğilimler ve teknolojiden kaynaklı değişime verimli bir şekilde uyum sağlayamamaktır. Yenilikler, tasarım dünyasını, mimarların sunduğu hizmetleri, iletişim biçimlerini ve hatta çalışma ortamını ve fiziksel çevresini doğrudan etkilemektedir. Nanoteknoloji aynı zamanda su ve kirlilik filtrasyonu alanında da ciddi ölçüde faydalar sağlar.

Yapılarda Nanoteknoloji

Yapı ve Tasarım Uygulamaları	Sürdürülebilirlik Uygulamaları	Bilişim Uygulamaları
Bina Uygulamaları 1. Yeni malzemeler - Boya ve kaplamalar - Cam, ahşap, çelik - Kompozitler - Seramik, beton, çelik 2. Yalıtım	Çevre Uygulamaları 1. CO ₂ salımı - İşlenmemiş maddeler 2. Geri dönüşüm - Beton 3. Kirlilik önleme - Bina yüzeyi	Bilgi Entegrasyonuna Yönelik Uygulamalar - Sanal tasarım ve inşaat - Artırılmış gerçeklik - Durum izleme - Yapı bilgi modelleme - Görsel takip - Bina otomasyonu - Akıllı binalar Teknoloji Entegrasyonuna Yönelik Uygulamalar - Sensör - RFID – radyo frekans tanımlama - GIS – coğrafi bilgi sistemi - GPS – küresel konumlandırma sistemi - Wi-fi – kablosuz ağ
Altyapı Uygulamaları 1. Gelişmiş malzemeler ile yüksek performanslı yapılar (otoyol ve köprü) - Kompozitler - Beton/çimento, çelik 2. Yeni malzemeler ve cihazlar ile akıllı yapılar (yük akışı izleme) - Betona gömülü/sabitlenmiş cihazlar - Akıllı malzemeler - Beton, çelik	Enerji Uygulamaları 1. Enerji depolama - Kağıt pil 2. Enerji üretme - Güneş pili	

Şekil 3.6: Mimaride nanomalzeme uygulama şekilleri (Demirdöven ve Arditi, 2012)

Nanopartiküllerin benzersiz özelliklerinden yararlanarak, suyu arıtabilmek için hiper verimli katalizörler olarak hareket etmek üzere yeni malzemeler geliştirilmektedir. Günümüzün en kirli su kaynaklarını bile etkileyen kirleticilerin yaklaşık yüzde yüzünü etkin bir şekilde filtrelemek için yeni nano filtreler de geliştirilmektedir. Her iki gelişme de, yarının banyo ve mutfak operasyonlarına güç vermek için ne kadar suyun kullanıldığını ve yeniden kullanıldığını etkileyecektir. Bilim insanları nanoteknolojiyi genellikle çok farklı uygulama alanlarında sayısız yeniliklere olanak sağlayan kolaylaştırıcı teknoloji olarak tanımlamaktadır. Nanoteknolojinin yeşil bina tasarımında kullanımına yönelik bir araştırmanın asıl hedefi sürdürülebilir mimariye ilişkin nanoteknolojik gelişmeleri belirlemek ve gelecekte sürdürülebilir tasarıma yararlı olabilecek nanoteknolojik gelişmeler hakkında bir yön çizmek olacaktır (Cengiz, 2017).

3.2 Nanoteknolojinin Yapı Ürünlerinde Kullanımı

Mimari yapı sistemlerinin temel amacı yük taşıma ve önceden belirlenmiş statik denge sağlamaktır. Şekli ne olursa olsun bir yapı ağırlıklı olarak, yerçekimi dâhil olmak üzere birçok farklı dış yükten etkilenir. Bunlar, dış yüklerin etkilerini taşıyan ve kendi ağırlığındaki yükleri emniyet sınırları altına taşıyan ve elemanlar vasıtasıyla toprağa ileten sistemlerdir. Yapısal sistem kavramı, belirli açıklıkların geçme işlevini yerine getirirken yapının, malzemenin ve sistemin bir bütün olarak muhafaza edilmesini sağlayan sistemler arasındaki ilişkileri içerir.



Şekil 3.7: Nano ev (Sarigöl, 2008)

Nanohouse girişimcisi bilim insanları, mühendisler, mimarlar, tasarımcılar ve inşaatçılar arasındaki işbirliğine dayalı bir tasarımıdır. Nanoteknoloji tarafından geliştirilen yeni materyalleri istifade eden, ultra-enerji verimli bir ev tipidir. Nano House Initiative (Nano ev girişimi), 2002'de Nanoscale Technology Enstitüsü'ndeki Carl Masens tarafından tasarlanmıştır ve mimar James Muir tarafından görselleştirilmiş ve uygulanmıştır. Cam yüzeylerin kendisini temizlediği son teknolojik cam cepheleri vardır. Fayans sabun köpüğünün oluşumuna karşı koyabilir ve ahşap yüzeyler UV hasarına karşı direnebilmektedir (Altun, 2007).

Farklı organizmalar ve hayvanlar DNA'sını inceleyerek oluşturulan doğal ve canlı bir epidermi geliştiren tasarımcılar sadece çatı veya cephe korumayı amaçlamamakta, aynı zamanda mevsim iklimine göre kendisini tepki vereceğini ve değiştireceğini ummaktadırlar. Bunların arasında insan cilt, cildin elastik özelliği nedeniyle mevcut bir binaya maske gibi eklenebilmesi verilebilir. Tipolojiyi, binanın bulunduğu enlem ve iklime göre de değiştirebilir. Bir tipolojik hayvan tablosu, böyle bir geçiş için sisteme karar vermeye yardımcı olabilir. Soğuk bir bölgede bulunan bir bina, bir denizaslanının DNA'sıyla yapılmış bir cildi, kalın bir yağ katını, bir ayı DNA'sıyla karıştırarak, koruyucu yoğun kürkü için kullanabilir (Ashby ve diğerleri, 2009).



Şekil 3.8: Hiroşimada ev (Osama, 2015)

Şekil 3.8’de Hiroşimada ev adında Japonyada inşaatı gerçekleştirilmiş olan bu yapı Suppose tasarım ofisi tarafından tasarlanmıştır. Yapının üretim aşamasında çelik, beton ve cam yüzeylerde nanoteknolojik kaplamalar kullanılmıştır. Nanoteknoloji kullanılarak işlenmemiş beton ve taş karoların kullanımı kapalı bir bahçe temasını oluşturmaya yardımcı olurken, doğal ahşap malzemeler ve yapı üzerinde bulunan yarıklar ile gün ışığı alarak yaşam alanının ısıtmasını sağlamaktadır.



Şekil 3.9: Shimizu dev şehir piramidi (Gür, 2010)

Shimizu Dev Şehir Piramidi, Tokyo Körfezinde hayata geçirilmesi amaçlanan bu dev proje Japon mimar Dante Bin ve David Dimitric tarafından tasarlanmış bir projedir. Alan olarak tasarlanmış olan bu yapı, Mısır'daki Giza Piramitinden 12 kat daha büyük bir alanı kaplamaktadır. Eğer proje uygulansaydı Dünya üzerindeki en büyük insan yapımı bina olacaktı. Proje yaklaşık bir milyon insan için ev ve işyeri olarak işlev vermesi amaçlanan kavramsal bir şehirdir niteliğindedir. 2000 metrelik yüksekliğe sahip yapının strüktürü, düzenli piramit şeklindeki ünitelerin birleşimine dayanmaktaydı. Yapının büyüklüğü nedeni ile çok fazla ağırlığa sahip olmasından dolayı geleneksel yöntemler kullanılarak üretilen çelik, beton gibi strüktürel malzemeler ile üretimi mümkün değildi. Projede tasarımcılar kaynaklanacak olan bu ağırlığı hafifletebilmek için karbon nanotüplerin kullanılmasını ön görmüşlerdi (Leydecker ve diğerleri, 2010).



Şekil 3.10: Nano kuleler Dubai (Yılmaz, 2014)

Nano Kuleler (Şekil3.10) Dubai'deki DuBiotech araştırma parkının yeni lokasyonu olarak Allard Mimarlık ofisi tarafından önerilmiştir. Proje kapsamında yaklaşık 262 metre yüksekliğinde bir kulede 160.000 metrekare ofis alanı, laboratuvarlar, otel ve konutlar aynı zamanda binaya hizmet edecek olan destek tesislerinin oluşturulması hedeflenmekteydi. Kulenin zemin kattı oldukça geniş bir düzlem oluştururken aynı zamanda güneşden enerji toplayan nano güneş panellerinin kullanılması düşünülmekteydi. Strüktürde harici iskelet yapısının tekrarlayan ızgaraları, eşit uzunlukta eğri olmayan kirişlere sahipti. Yapı, tasarım şekli olarak nano ölçekli bir karbon tüpünden esinlenilmiştir. Geometrinin dikeyden yataya kaydırıldığı dönen köşeleri vardır.



Şekil 3.11: Nano vent yüzey (Yılmaz, 2014)

Agustin Otegu tarafından tasarlanan Nano Vent Yüzeyde nano ölçekli rüzgâr türbinleri kullanılmaktadır. Nano Vent Yüzey sayesinde doğal çevre ile yapay olan bina yüzeyinin bütünleştirilmesi hedeflenmiştir. Bu simbiyotik süreç belirli bir görevi olan programlanmış bir koloni olarak çalışmaktadır. Dış yüzey, bir organik fotovoltaiik yüzeyden güneş ışığını emer ve onu, nano tellerin içindeki nano liflere aktarır ve daha sonra her panelin sonundaki depolama ünitelerine göndermektedir. Panel üzerindeki her türbin, kimyasal reaksiyonlarla enerji üretir ve rüzgâr geçerken çevreye karşı CO2 emici bir filtre olarak da çalışır. Dış yüzeyin her köşesinde bir sensör vardır. Türbinlerden biri arızalanırsa veya kırılırsa, nano tellerden merkezi sisteme bir sinyal gönderilir ve bina malzemelerini (mikroorganizmalar) merkez borudan gönderir ve bu alan kendi kendini düzenleme işlemi ile yeniden oluşturulur. Bu sistemi test etmek için bir ölçek modeli geliştirilmiştir.

3.2.1 Nano Strüktür Malzemeleri

Nanoteknoloji yapısal uygulamaları açısından, ulusal ekonomik çıkarlar, ülke güvenliği ve yaşam kalitesinin artırılması amacıyla nano ölçekte maddenin anlaşılması ve madde üzerinde kontrolün sağlanmasını geliştirmektedir. Kullanım alanlarının genişliği ile beklentileri değiştirmiştir ve değiştirmeye devam edecektir. Moleküler düzeyde malzeme davranışını, makro işlevsel düzeyde ise binaların, altyapı tesislerinin ve mühendislik yapılarının performansını iyileştiren değişikliklere olanak tanımaktadır. Nano değişime uğrayan yüksek performanslı yapı malzemeleri ve sistemleri, mukavemeti daha yüksek, daha dayanıklı, daha kalıcı, daha hızlı inşa edilebilen ve çevresel etkisi azaltılmış olarak nitelendirilmektedir.

21. Yüzyılın içerisinde olduğumuz günümüzde ise durum çok farklıdır. Bugün kullandığımız binalar ve tesisler, yaşam destek sistemleri, iletişim terminalleri ve bilgi üretme merkezleri olarak işletilen ve birçok yeni sistemlerle donatılmış karmaşık yapılardır. Bina ekonomisi de tasarımı kadar karmaşık bir hal almıştır. Yüksek bina maliyetleri ve işletim bedelleri sebebiyle yapıların performansı, hizmet süresi ve yaşam dönemi maliyetine yönelik çalışmalar önem kazanmıştır. Bütünleşik bakış açısıyla tasarım ve teknoloji yapım süreçlerindeki önemli rolü sayesinde nanoteknoloji, inşaat alanını etkinleştiren bir araştırma sahasına dönüşmektedir.

Nanoteknolojik malzemelerin sıklıkla kullanılmaya başlanması ile daha temiz, güçlü, dayanıklı ve kalıcı binalar üretmek mümkün hale gelmiştir. Yeni nesil malzemeler, yapılara çeşitli yeni işlevler vererek yapıların kalitesini ve performansını artırır. Örneğin nanoteknolojik yüzey kaplamaları ile cam, ahşap, seramik ve çelik yüzeyler, lekeler ve kirlenmeye dirençli, rengi solmayan, kendi kendini temizleyebilen, mukavemeti daha yüksek, eskime ve çizilmelere karşı dayanıklı, korozyonu ve UV ışınlarını önleyen ve termal performansı yüksek malzemelere dönüşürler. Cam bina yüzeylerine uygulanan yeni yüzey kaplamaları ile daha sonra kullanılmak üzere güneş enerjisini depolayabilecek uygulamalar geliştirilmektedir. Yeni malzemeler sayesinde performansı yükselen binaların enerji kullanımını daha düşüktür. İşletme maliyetleri azalırken bakım ve onarımları kolaylaştırılır. Ayrıca nanomalzemeler tasarımda forma çoklu işlevler kazandırarak formun fonksiyon ile ilişkisini güçlendirirler.

3.2.1.1 Beton

Beton, özellikle mimari alanda yapı sektöründe en yaygın şekilde kullanılan yapı malzemelerinden birisidir. Yapısal düzeyde betonun özellikleri fazlasıyla araştırılmışsa da kimyasal bakımdan çimento malzemesinin içyapısal özellikleri etraflıca bilinmemektedir. 21. yüzyılda nanoteknolojik gelişmeler ile malzemelerin mikro ve nano düzeyde yapıları ve davranışları belirlenebilmekte ve başta beton olmak üzere çok çeşitli yapı malzemelerinin özellikleri nanoteknoloji sayesinde değiştirilip geliştirilebilmektedir.

Beton oldukça kullanışlı bir yapı malzemesi olmasına karşın uzun süreli kullanımda çevresel etkenlere karşı dayanıklılık ile ilgili sorunlar ortaya çıkarmakta ve sürdürülebilirliğini yitirmektedir. Kullanım açısından dünyada yaklaşık 13 milyar ton seviyelerinde kullanımı bulunmakta olan betonun nanoteknoloji ile birlikte, dayanıklı hale gelmesi, basınç karşı direncinin artırılması, antibakteriyel yüzey halini alması ve süneklik açısından iyileşmesi sağlanmaktadır. Nanoteknolojik malzemelerin çok geniş yüzey alanına sahip olmasından dolayı uygulama aşamasında sorunlar yaşanabilmektedir. Nanomalzemelerin çimento gibi bağlayıcı özellikte olan malzemeler ile çok iyi bir şekilde karıştırılmaması halinde homojen dağılan farklı oranlardaki nanomalzemeler bir süre sonra dibe çökmektedir. Bu durum ise nanoteknolojik malzemenin çimento içerisinde etkisini gösterememesine neden olmakta ve gereksiz yere masraf oluşturmaktadır (Şahmaran, 2017).

3.2.1.2 Boya

Nanometaller, nanometaloksitler, nanoyapılar ve nanomineraller ile sert, esnek ve hafif malzemeler elde edilebilmektedir. Aynı zamanda iletken, yarı iletken nano boyutundaki metaller ve biyolojik olarak bozulabilmektedirler. Moleküllerin getirmiş olduğu yeni fonksiyonlarla akıllı ve aktif boyaların üretimleri başlamıştır. Nano boyalar yapı ürünlerinde özellikle fotovoltaiik oluşları bakımından sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Nano kaplamalar, isimlerinden de anlaşılabilceği üzere tükenmeyen ışıık kaynağımız olan güneş ışığı(foto-) ve yarı iletken ile iletken nano metaller binaların dış yüzeylerini kaplayarak binalar için gerekli enerjiyi toplayacak ve aynı zamanda sürdürülebilir ve çevre dostu binaların oluşmasını sağlayacaktır. Fiyatları oldukça yüksek silikon esaslı güneş panelleri yerine daha uygun fiyatlı yüzeylerin tümünü kaplayan fotovoltaiik yüzeyler temiz enerji üreteceklerdir. Nano boya malzemeleri özellikleri arasındaki içerideki havanın temizlenmesi

işlemi binaların dışında ve içlerinde bulunan nanotitanyum dioksit ile sağlanabilmektedir. Kısaca şuana kadar boya üretme yöntemi inorganik ve organik boya hammaddelerinin fiziksel karışımlarıydı. Ancak nano boyutlardaki inorganik ya da organik parçacıkların farklı ve üstün özelliklere sahip olduklarının görülmesinden sonra nano yapıların en etkin, homojen olarak boya içerisinde dağıtılması önem kazanmaya başlamıştır (Kalyoncu, 2013).

Geleneksel yöntemler kullanılarak üretilen boyalardaki gibi klasik karıştırma yöntemleri ile nanometrik boyutlardaki malzemelerin boya içerisinde homojen dağılımları mümkün değildir. Nano parçacıklar oldukça yüzey aktiftirler ve tekrar biraraya gelerek oluşturdukları yapı nanometrik olmaktan çıkar. Boyadaki etkinlik en fazla yüzey alanı ile mümkündür ve bu da nanometrik boyutta dağılım ile mümkün olmaktadır. Bu sebepten dolayı gelişmiş üretim teknikleri kullanılarak nanoparçacıklardan başlayarak organik bağlarla 3 boyutlu yapılar ve kompozitler oluşturulabilmektedir. Bu yapılarda nanoparçacıklar reçinelerin içerisinde sabitlenirler ve bu sayede nano ağ oluşturulmakla birlikte ultrasonik uygulamalarla homojen dağılım sağlayabilmektedirler. Nanoteknolojinin yapı sektöründe özellikle dış cephe yüzeylerinde kullanması ile birlikte egzoz dumanından oluşan hava kirliliğinin yüksek olduğu geçitler, özellikle tüneller, kapalı otoparklar ve şehir içerisindeki binalarda fotokatalitik boyalar ve ışıklandırma ile uygun hava temizliği sağlanabilecektir.

Nanometrik boyutlarda farklı malzemeleri üstüste uygulayarak üstün dayanım sağlayan kaplamalar yapılabilmektedir. Nano boyalar güneş ışınlarının yaratacağı zararlara karşı dayanıklılık, yanmayı geciktirme, yüzey morfolojisini ayarlayabilme, antibakteriyel özellikler, kendi kendini temizleme ve paslanmaya dayanıklılık gibi birçok özelliği ile birlikte akıllı yapıların oluşmasına olanak sağlamaktadır. Bu sayede binalar kendi kendini temizleyen, çizilmeyen, elastik, ısı yalıtımı sağlayan, 30 yıl korozyona dirençli yüzeyler sayesinde yüzeylerin olumsuz dış etkenlere karşı korunabilmesi mümkün olabilmektedir.

3.2.1.3 Cam

Mimari alanda özellikle cephelerde cam kaplaması yapılırken camın, ısı yalıtımı, ses geçirgenliği, ışık geçirgenliği, renk ve ışık yansıtma özellikleri başlıca aranan özelliklerdendir. Tasarım aşamasında statik açıdan camın dayanımı, yangın dayanımı ve güvenli oluşu değerlendirilerek seçim yapılması oldukça önemlidir. Saydığımız bu

özellikler, binanın bulunduğu bölgenin gürültü seviyesi, iklim koşulları ve yapının yönü gibi birçok konu ile birlikte düşünülerek ve değerlendirilerek cam seçimi yapılmalıdır. Yanlış cam seçimi kullanıcıların doğrudan güneş ışığı ile karşı karşıya kalmalarına, mekân içi yetersiz aydınlatmaya, iç mekânlarda istenen ısı konfor koşullarının sağlanamamasına ve daha fazla enerji tüketilmesine neden olacaktır.

Nanoteknolojik kendi kendini temizleyen camların dış cephelerde kullanılmaya başlanması ile birlikte tasarımcıların tercihleri nano camların kullanımına yönelmeye başlamıştır. Bu gelişmeler sonrası, camın çok fazla kullanıldığı inşaat sektöründe önemli büyümeler gözlemlenmiştir. Aynı zamanda dış cephe kaplamalarından alüminyum paneller içinde bu tür uygulamalar için çalışmalar başlatılmıştır. Kendi kendini temizleyen camların herhangi bir bakıma ihtiyaçları olmamaktadır. Cama, kendi kendini temizleme özelliği sıvı halde iken kimyasal püskürtme ile verildiğinden, kaplamanın yenilenmesi gerekmediği belirtilmiştir. Camın ömrü ne kadar ise, kaplamanın ömrünün de o kadar olduğu öğrenilmiştir. Kendi kendini temizleyen cam yüzeyler, evlerde, ticari yapılarda, yeni ve yenilenecek projelerde dış cephede kullanılmak üzere tasarlanmışlardır. Ayrıca iç ve dış mekânlarda pencerelerde, kapılarda, vitrinlerde, kış bahçelerinde, vitrinlerde, sokak mobilyaları, erişimi zor olan ve sanayi bölgeleri gibi çok kirlenen yerlerde kullanılabilir. 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 kullanılmasından dolayı çevre dostu bir üründür. Kendi kendini temizleme özelliği veren bu kaplama kalıcı özellik göstererek, pencerenin bütün ömründe aynı özelliği göstermektedir (www.smsenerji.com).

3.2.2 Nano yüzey malzemeleri

Birden fazla malzemenin bir araya getirilerek tek bir malzeme özelliği göstrebilmesini sağlayan aynı malzemelerin biyolojik yapılarında değişiklikler sağlayarak onlara farklı özellikler kazandıran malzemeler kısaca nano yüzey malzemeleri olarak tanımlanır. Nano yüzey malzemeleri, genellikle taşıyıcı görev yapan takviye malzemesi ve bunların etrafını sarıp bir arada tutmaya ve desteklemeye yarayan matris faz olmak üzere iki grup maddeden oluşmaktadır. Nanomalzemeler enerji, endüstri, paketlenme endüstrisi, tekstil endüstrisi gibi

birçok alanda sıklıkla kullanılmaktadır. Bu alanlardan enerji endüstrisinde kullanılan polimer nanomalzemeler, yenilenebilir enerji platformlarının çevreye duyarlı verimliliği yüksek ve daha ekonomik üretilmesini sağlayabilir. Nano-yapıda malzemelerin kullanılmasıyla üretilen yeni nesil pil teknolojilerini de gelişimini sağlayan polimer nano yüzey malzemeleri, hem katı hem de sıvı bazlı, tekrar şarj edilebilir pillerin üretimini mümkün kılmaktadır. Malzeme türüne göre yüzeylere antibakteriyelik, anti küf, anti mantar, asidik koruma, su ve leke iticilik, yüzeye geç yapışma gibi özellikler kazandırır. Nano yüzey malzemesi tabiri, yüzeyin kalınlığının bir kaç molekül yani 50-100 nanometre kadar olmasından gelmektedir. Nano yüzey malzemelerin geleneksel yüzey malzemelerine karşı üstünlükleri, daha iyi dayanımı, az malzeme kullanımı, kapladıkları yüzeylerin dokunuş ve görünümünü değiştirmemeleri gibi özellikler sayılabilir. Ömürleri yüzeyin aşınma durumuna ve çevre şartlarına göre değişmektedir ancak muadil ürünlere göre çok yüksektir. Sürtünmesiz ve dış etkenlerin çok az olduğu bir ortamda sonsuz ömürleri vardır (Erdem ve diğerleri, 2015).

3.2.1.1 Cephe kaplamaları

Cephe kaplamalarında özellikle dış cephe yalıtımı ve çatı sızdırmazlık ile ilgili en iyi çözüm ısı yalıtımında nano teknolojik bina malzemeleri ile rutubet ve küflenmeyi önleyerek sağlanabilmektedir. Özellikle yapılar üzerinde eski binalarda zaman ile yaşanan sorunların önüne geçmek geleneksel yöntemler kullanılarak sağlanmaya çalışılan uygulamalara göre çok daha uzun ömürlüdür. Havalarında ısınması ile birlikte iç cephe, dış cephe ve çatı yalıtımında nanoteknolojik malzeme kullanılması sayesinde ısı yalıtımı, sızdırmazlık ve yangın korunumu sağlanmakta nano malzemelerin uzun ömürlü olmasından dolayı uzun vadede enerji tasarrufu sağlanmaktadır.

Nano cephe kaplamaları bina cephe ve çatılarda zararlı iklim koşulları ile kötü hava şartlarından korumaktadır. Maliyet olarak normal ve yüksek değerli yalıtım kaplamalarına nazaran %20 ile %50 arasında daha ekonomiktir.

Nanoteknolojik cephe kaplamaların başlıca özellikleri arasında:

- Isı yalıtımı sağlar,
- Isıtmada ve soğutmada %20 ile %50 oranında enerji tasarrufu sağlar,

- Su karşım dayanıklı yüzeyler oluşmasını sağlar,
- Sağlığı tehdit edecek hiçbir zararlı kimyasal içermeyler,
- Alerjenik değildirler aynı zmaanda anti bakteriyel ve anti statiktirler,
- İç cephede küf, rutubeti ve mantar oluşumunu önlerler,
- Elastiktir, esner, çatlamaz ve sıva çatlaklarını göstermez,
- Akrilik içerikli bir ürün olup +60 c hava sıcaklığına kadar uygulanabilirler,
- Yüksek sıcaklıklarda elastikiyetini kaybetmez,
- Güneş ışınlarını büyük oranda geri yansıtır,
- Kendi kendini temizleme özelliğı gösterirler,
- Tuzlardan ve asitlerden etkilenmezler,
- Birbirinden farklı malzeme türlerini güçlü bir şekilde yapıştırma özelliğı gösterirler,
- Uygulanma şekilleri çok kolaydır,
- Atmosere açık olan her yerde kullanılır,
- İyi bir elektirik yalıtım malzemesidir,
- Ultra viyole ışın yalıtımı sağlar,
- VOC İçermey, antibakteriyel ve çevre dostudur. Toksik değildir çevrecidir,
- Nefes alabilir yüzey ömrünü uzatır,
- Yangın dayanımı A-1 sınıfındadır (Kaya, 2007).

3.2.1.2 Kendi kendini temizleyen ürünler

1. Lotus etkisi:

Lotus etkili yüzeyler, hidrofob, suyun hareketiyle temizlenebilen ve nanoteknolojik bir yapıya sahip olan yüzeylerdir. Bu tarzdaki yüzeyler genellikle temizlenmesi kolay, kir itici, kire dayanıklı, kendi kendini temizleyen veya lotus etkisi gibi sözcükler ile ifade edilmektedir. Bu tanımlardan her biri diğerine benzemektedir fakat aslında birbirlerinden farklıdırlar ve tek bir yüzeyin davranışını anlatmak için kullanılmaktadır. Kolay temizlenebilen yüzeyler uzun yıllardan beri çok iyi bilinen pürüzsüz ve hidrofob yüzeylerdir. Bu tip özelliklere sahip yüzeylerden kiri uzaklaştırabilmek oldukça kolaydır. ‘Lotus etkisi’ ve ‘kendi kendini temizleyebilme etkisi’ birbiri ile benzer şekillerde kullanılmaktadırlar. Kirlenmiş olan yüzeylerin temizlenebilmesi için bizler tarafından yapılacak herhangi bir etkiye gereksinim

duyulmamaktadır. 1982 yılında Abzamson, Lotus yaprağındaki yüzeyi ve su damlasının 150° temas açısı ile birlikte yaratılmış olan hidrofobluğu tarif etmiştir. Fakat kendi kendini temizleyebilme davranışının nedenini tam olarak ortaya koyamamıştır. Kendi kendini temizleyebilme özelliği 1994’de Japon Sekisui Chemical Co. Ltd. firması tarafından belgelenen bir patent uygulamasında da gözden kaçmıştır. 1997’de, Bonn Üniversitesinde bulunan botanikçi akedemisyen Wihhelm Barthlott, Lotus yaprağının kendi kendini temizleyebilme özelliğini ilk kez tanımlayan kişi olmuştur. Şekil 3.12’de Lotus yaprağının yüzeyini göstermektedir (Özdoğan ve diğerleri, 2006).



Şekil 3.12: Lotus çiçeği ve yaprağı (Seventekin ve diğerleri, 2006)

2. Fotokataliz etkisi:

Fotosentez işlemi sırasındaki tepkiyen klorofile benzeyen fotokataliz gerçekleşmesi, ışık ile karşı karşıya kaldığında sürekli olarak kendiliğinden aktif hale gelen birtakım reaksiyonların oluşmasını sağlamaktadır. Fotokataliz oluşumunun ışık ile birlikte girdiği etkileşim sonucunda birtakım reaksiyonlar için gerekli aktivasyon enerjisinin sağlanabilmesi gerekmektedir. 1970'lerden bu yana fotokataliz özelliğinin bilinmesi ile birlikte kendi kendini temizleyen süperhidrofilik yüzeyler ile ilgili araştırmaların oldukça fazlalaşmıştır. Kendi kendini temizleyebilme özelliği özellikle ıslak hacimlerde, mutfaklarda ve banyolarda nanoteknolojik özelliklerden biridir. Fotokatalizin ışık ile birlikte girdiği tepkimeler sonucunda cam, membran gibi malzeme yüzeylerinin üzerindeki oluşumun, havanın nemi ve oksijenle birlikte yüzeydeki organik kirliliklerin ve gazların yanarak parçalanmasına neden olmasıyla, temizlenme gerçekleşmiş olur (Hashimoto ve diğerleri, 2005).

Fotokatalitik tepkime; bir katalist aracılığı ile fotonların ışık enerjisinin elektrokimyasal enerjiye transferine denilmektedir. Aslında kısaca tanımlayacak olursak eğer fotokatalist, ışıktaki enerji aracılığı ile yüzeyinde güçlü oksidasyonun meydana geldiği bir yarı iletken oluşumdur. Fotokatalizin temel fonksiyonu aktivasyon enerjisini azaltarak reaksiyonun hızını arttırabilmektedir. Titanyum dioksitin içerisindeki fotokatalitik etki ışıkla bir araya geldiğinde temas ettiği organikleri parçalama şeklinde olmaktadır. Pozitif anlamda bu durum kullanıldığında, suda ve çeşitli yüzeylerin üzerindeki istenmeyen organiklerin (kir, mikrop, bakteri, koku ve zararlı organik kimyasallar) yok edilmesi ve çevredeki havanın temizlenmesi anlamı taşımaktadır (El-Samny, 2008).

Son yıllarda yapılan çalışmalar ile birlikte ilk kez nanoteknolojik kendi kendini temizleyen cam yüzeyler pazara verilmeye başlanmış ve birçok mimari yapıda kullanılmıştır. Camın çok fazla kullanılmakla olduğu alanların başında gelen inşaat sektöründe fotokataliz özellik çerçevesi içerisinde önemli bir gelişme ve aynı zamanda pazarda büyük ölçüde bir genişleme beklenmektedir. Aynı zamanda alüminyum paneller içinde de bu tür uygulamalar için çalışmalar başlatılmıştır. Özellikle bakterileri temizleme özelliğinden dolayı bu tür nanoteknolojik yüzey kaplamaları

sayesinde ameliyat sonrası bakteri geçen ölümlere çare olunacağı düşünülmektedir. Bu nedenle nanoteknolojik yüzey kaplamaları kullanılarak tasarlanan hastane odaları yapılmıştır.

3.2.3 Nano kaplamalar

Nano kaplamalar mimari alanda, seramik, cam, metal, boyalı ve mineral yüzeylere uygulanması mümkün olan nano boyutta yeni nesil yöntemler kullanılarak üretilmiş olan kaplamalardır. Kaplamanın türüne ve kullanılacak mekân gereksinimlerine bağlı olarak yüzeyler üzerinde, anti küf etkisi, antibakteriyelik, anti mantar, su ve leke iticilik, asidik koruma, yüzeye geç yapışma özellikleri gibi özellikler kazandırılabilir. Nano kaplama tabiri, kaplama kalınlığının bir kaç molekül yani 50-100 nanometre kadar olmasından gelmektedir. Nano kaplamaların standart kaplamalara karşı başlıca üstünlükleri, daha iyi kaplama dayanımı, az malzeme kullanımı, kapladıkları yüzeylerin dokunuş ve görünümünü değiştirmemeleri gibi özellikler sayılabilir. Ömürleri yüzeyin aşınma durumuna ve çevre şartlarına göre değişmektedir ancak diğer ürünlere göre çok yüksektir. Sürtünmesiz ve dış etkenlerin çok az olduğu bir ortamda sonsuz ömürleri vardır.

Nano kaplamalar kullanılacak alana bağlı olarak kaplandıkları yüzeylerde çok farklı mükemmelleştirmektedirler. Özelliklerinin içerisinde süperhidrofobi ve hidrofobi'de bulunmaktadır. Hidrofobi kelime anlamı olarak Latince kökenli bir kelime olup sudan hoşlanmayan anlamına gelmektedir. Hidrofobi tanımı yüzeylerin ve yüzey gerilimlerinin az olduğu durumlar içerisinde ve yüzey ile yüzey üzerine etkisi olan belirli ölçüde su damlacıklarının yüzeyle 90 dereceden büyük açı yaptıkları durumlarda kullanılmaktadır. Bu şekilde olan yüzeylere hidrofobik yüzeyler denir. Hidrofobik yüzeyler, kolay temizlenme, su iticilik, kir tutmama gibi özelliklere sahiptir. Süperhidrofobi tanımı ise, yüzey ve su damlacığı arasındaki açının 150 dereceden fazla olduğu durumlar için kullanılmaktadır. Süperhidrofobik yüzeyler, leke itme ve mükemmel su tutmama özellikleri ile çok daha etkin bir koruma sağlamaktadırlar. Nano kaplamalar, özellikle mimaride hidrofobi, süperhidrofobi, lotus etkisi ve fotokataliz etkisi nedeni ile genellikle dış cephe yüzeyleri, cam yüzeyler, seramik zemin malzemeleri, beton ve benzeri dış cephe ile daha çok bağdaşan yüzeylerde kullanılmaktadırlar (Avcı, 2009).

3.2.4 Nanoteknoloji ve yalıtım uygulamaları

Nanoteknoloji ile yalıtım, soğuk ya da sıcak havanın ısı birleşenleri vasıtası ile mimari konutların dışına çıkmasını ya da içeri girmesini engellemek için yapılan işlemlere denir. Artan enerji faturalarından dolayı mekânları soğutma veya ısıtma için ayrılan bütçeleri de arttırmaktadır. Enerji tüketimi konusunda tüketim açısından oldukça fazla bir yer kaplayan konutlar için harcanan enerji miktarı düşünüldüğünde, aynı zamanda küresel ısınma faktörlerinin çevreye vermiş olduğu olumsuz etkiler de göz önünde bulundurulduğunda, ısı yalıtımı ve ısı yalıtım malzemelerinin konutlarda kullanımı önemli yere sahiptir.

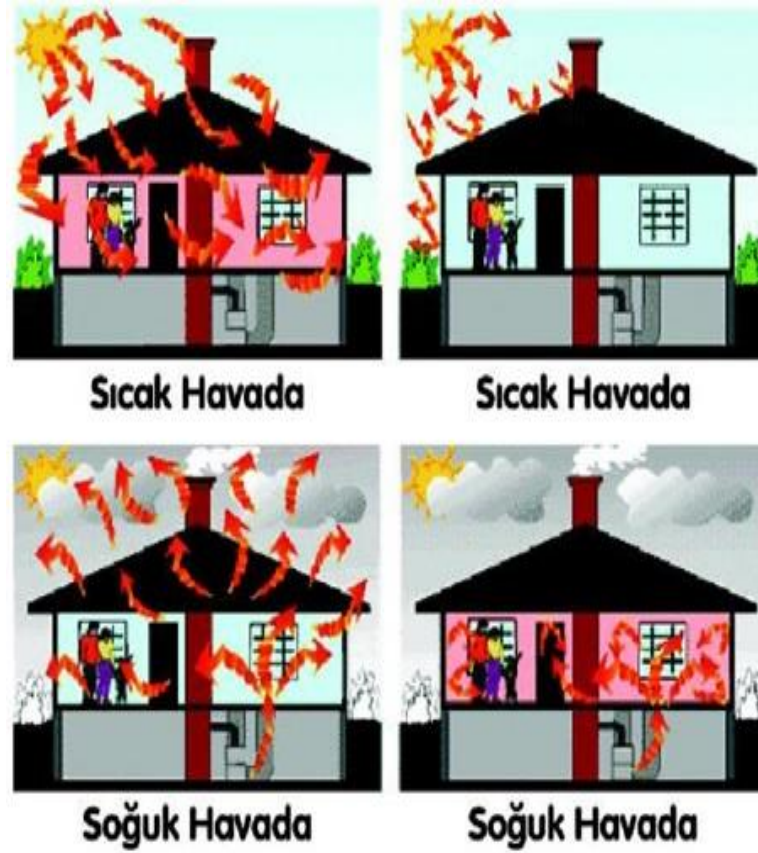
Nanoteknoloji sayesinde enerji tasarrufunun yanı sıra sürdürülebilir ısı yalıtımı, mekânların ömrünü uzatmak, arzu edilen konfor şartlarını sağlamak, değerini arttırmak, sağlıklı bir yaşam sürebilmek, sağlıklı bir çevre oluşturmak ve çevre kirliliğini azaltmak için hayata geçirilmesi gereken uygulamaların başında gelmektedir.

3.2.3.1 Isılı yalıtım uygulamaları

Soğutma ya da ısıtma sistemlerinin istenilen verimde çalışabilmeleri için; kazanç ve kayıp miktarları göz önüne alınarak, ısı yalıtımı için kullanılmakta olan maddenin olması gerekenden daha soğuk veya sıcak olarak kullanılması gerekmektedir. Bu nedenle enerji tasarrufu sağlayabilmek için nanoteknolojik ısı yalıtım malzemelerinin verimli kullanılabilmesi için gerekli şartların yerine getirilmesi gerekmektedir. Tesisatlarda ve yapılarda ısı kazanım ve kazançlarının sınırlandırılması için yapılan işlemlerin tümüne ısı yalıtımı denir. Teknik olarak, ısı yalıtımı, birbirinden farklı ısı değerlerine sahip iki mekân arasında ısı geçişlerini azaltabilmek için uygulanmaktadır. Nanoteknolojik ısı yalıtım malzemesi uygulandığı yüzeye çok iyi yapışır ve yüzeydeki gözenekleri tamamı ile kaplar. Yüksek performansla bir polimer ve cam katmanı gibi olan ısı yalıtımlı nanomalzemeler bu sayede uygulanan yüzeye izole etmenin ötesinde, sızdırmazlık, hava geçirmezlik, su geçirmezlik, antibakteriyel olma özelliği vb. gibi ekstra faydalar sağlamaktadır. Nano yalıtım malzemelerinin bir diğer avantajı ise orozyonu önlemeleridir. Nanoteknolojik yalıtım malzemesi uygulanan yüzeylerde mikroskobik anlamda dahi oksijen bulunmamakta ve bu sayede dış etkenlere karşı yüzeyin tüm teması kesilmiş olmaktadır. Geleneksel yöntemler kullanılarak yapılan yalıtımlara göre enerji açısından mutlak bir tasarruf sağlanmaktadırlar Nano ısı yalıtım malzemeleri kullanıldıkları yüzeyde ısı yalıtımı

sağlarken aynı zamanda yüzeyin ömrünün uzamasını sağlamaktadırlar. Normal yüzeylerde havadaki nem soğuk yüzeye çarpıp, soğuk yüzey ile karşılaştığı için oradan su buharı olarak geri dönmektedir, nano yalıtım malzemeleri ile ısı yalıtımı sağlanırken aynı zamanda da korozyon oluşumu engellenmektedir. Korozyonun kolaylıkla önüne geçilmesi sayesinde otomatik olarak duvar yüzeylerinde korozyon ile birlikte oluşacak olan küf ve mantarların da önüne geçmiş olunur. Geleneksel yöntemler kullanılarak yapılan yalıtım kaplamalarının ısı tranfder süreleri kalınlıkları ile hesaplanırken, nanoteknolojik ısı yalıtım malzemeleri ısıyı yüzeyden geri yansıtma prensibi ile çalışmaktadır. Yapısal olarak ince bir yüzey malzemesi olan nanoteknolojik yüzey kaplamaları kullanıldıkları yüzeylerde buna bağlı olarak performansları artışı sağlarlar. Örneğin, çatı katlarında gün boyu binaların tepeden gördüğü güneş ışığını içeriye yansımamakta ve malzeme yapısı olarak ışınların yüzeye dik düşmesi ile yansıtma oranı arttığından dolayı güneş ışınlarının dik geldiği mevsimlerde %95 oranında güneş ışınlarını engellemekte, %80 oranında ultraviyole ışınları geri yansıtmakta dolayısı ile ortalama %50 oranında termal performans sağlanmaktadır

Dış cephe kaplaması olarak kullanılan nanoteknolojik ısı yalıtım malzemelerinde yüzeye çarpan ısı geri yansıyarak nüfus etmemektedir. Dış cephelerde ortalama %30 ila %50 oranında termal açıdan performans sağlamaktadırlar. Böylelikle kışın soğuk hava içeri girmezken, yazında sıcak hava içeri girmeyerek içerideki ısı değişimlerini engeller. Bu sayede kışın binalar soğuktan korunur, yazın ise sıcaktan korunarak enerji tasarrufu sağlanmış olmaktadır. İç cephelerde ise yüzeye çarpan radyan ısı yansır ve içerde kalır böylelikle içerideki ısı kaybı daha az olduğu için ısıtma sistemlerinin daha az kullanılmasına yardımcı olmaktadır (Delikanlı, 2015).



Şekil 3.13: İç ve dış mekân yalıtım etkileşimleri (Delilanlı, 2015)

Küresel ısınmanın etkili olduğu günümüzde enerji tasarrufu sürdürülebilirlik açısından bu denli önemli olmuşken nanoteknoloji gibi kolay uygulanabilen ve çabuk sonuçlar alınabilen ısı yalıtım malzemelerinin kullanılması daha da önem kazanmaktadır.

3.2.5 Nanoteknoloji & Fotovoltaik Paneller

Güneşin yaymış olduğu ışınlar aslında içerisinde bulunan ve foton adı verilen küçük enerji parçacıklarından oluşmaktadır. Güneş tarafından Dünyamıza yansımakta olan bu ışınlar yaklaşık olarak Dünyanın bir yıl yetecek kadar enerjisini karşılamaktadır. Güneşten gelen ve sınırsız olan bu enerjinin depolanması ve elektrik enerjisine dönüştürülebilmesi için fotovoltaik paneller kullanılmaktadır. Fotovoltaik paneller, içerilerinde birçok solar hücreyi bulundurmaktadırlar. Bu hücrelerin ham maddesi sıklıkla kullanılmış olduğumuz silikon adı verilen elementlerden yapılmaktadır. Fotovoltaik panellerin içerisindeki her bir hücre, aynen pillerde de olduğu gibi, elektrik akımı yaratmak için bir pozitif ve bir negatif katmandan oluşur (Gülbüz ve diğerleri, 2016).

Günümüzde güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürebilme adına yapılan nano yüzey uygulamaları aşağıdaki gibidir:

- Fotovoltaik güneş panellerinin nanoteknolojik malzeme ile kaplanması ile
- Fotovoltaik hücrelerin nano boyutlarda üretilerek güneş panelleri içerisinde kullanımı.
- Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA), kızılötesi, ultraviyole ve normal ışığo %99 oranında emen bir nanomalzeme geliştirmiştir. Geliştirilen bu malzeme şuan için uzay teknolojisinde kullanılmaktadır.
- Organik güneş pillerinin üstündeki camın, ışığa karşı saydam ve elektiriği iyi ileten bir madde ile kaplanması gerekmektedir. Cam yüzey son derece ince, ışığı ve elektiriği mükemmel şekilde ileten nanoteknolojik malzeme ile kaplanarak bu verim artırılmıştır.
- Zorlu Gruu'nun geliştirmiş olduğu korteks iplik, polyester ipliğe nano boyutlarda kaplama uygulanarak güneş enerjisinden elektrik üreten kumaşlara dönüşmesi sağlanmıştır (www.elektrikport.com).

3.2.6 Diğer nano malzemeler

Nanoteknolojik malzemeler bildiğimiz üzere havacılık, uzay sanayii, tıp ve benzeri birçok sektörde kendini göstermeye başlamıştır. Bu kısımda daha önceki bölümlerde incelenmiş olan nanoteknolojik malzemelerin mimarlıkta uygulama alanlarının harici birkaç malzeme üzerinden diğer kullanım alanları ile ilgili araştırmalar yapılmıştır.

3.2.4.1 Plastikler

Plastik materyalleri nanoteknolojik malzemeler ile geliştirilebilmek etmek için iki temel uygulama şekli kullanılmaktadır. İlk uygulama şeklinde nanoteknolojik malzeme plastik içerisine üretim sırasında ilave edilmekte, ikinci uygulama şeklinde ise nanoteknolojik malzemeler uygulama işleminin bitiş aşaması sırasında plastik malzeme yüzeyine uygulanmaktadır. Uygulamanın bitiş işlemi sırasında plastik nanoteknolojik malzemeler ile değiştirmek ve geliştirmek için kullanılan geleneksel yöntemlerle genellikle geçici etkilere sahiptirler ve aşınma, yıkama gibi işlemler sırasında nanoteknolojik faaliyetlerini kaybetmektedirler. Liflerin içerisine katılan nanoteknolojik malzemeler yüksek yüzey

enerjileri nedeni ile liflere daha çok bağlanırlar ve fonksiyonun dayanımını artırırılar Kimyasal içerikleri gereği birçok plastik içerikli madde iyi bir yalıtkandır. Bu nedenle nano plastik maddelerin kolay şekillendirebilmeleri ve metallere oranla ağırlıklarının daha az olmaları elektrik iletkenliği özelliğini de gerektiren çok geniş uygulama alanları bulmalarını sağlamaktadır. Geleneksel üretim yöntemlerini kullanarak elektriksel özelliklerini değiştirmek için uygulanan en yaygın yaklaşımlar plastik malzeme içerisine karbon nano parçacıklar, metal parçacıklar ve karbon nano lifler karbon nano-tüpler gibi yüksek iletken özelliğe sahip dolgu malzemeleri eklemek ya da polimer mamulleri iletken bir madde yardımı ile kaplanmaktadır.

20. yüzyılın farklı fonksiyonlara sahip plastik hammaddeleri değiştirmek ve bu hammaddeleri nihai ürüne dönüştürmek için yapılan endüstriyel ve bilimsel araştırma, geliştirme faaliyetleri büyük önem taşımaktadır. Mevcut üretim yöntemleri ve hammaddelerin geliştirilmesi ile yeni nesil malzemeler tasarlamak ve geliştirme için yapılan çalışmalar daha yaygındır. Mimari alanda bu nano plastik maddeler ihtiyaca göre yapısal kimyalarında değişiklikler yapılarak yüzeylere uygulanabilmektedirler. Bir diğer konu ise mevcut sistemler ve hammaddeler içerisine yapılacak olan modifikasyon çalışmalarını da uygulamaların devam ettiği büyük ölçekli projelerde gerçekleştirmek mimari projelerde hem maliyet hem de zaman açısından avantaj sağlanmasına neden olmaktadır. Bütün bunların yanı sıra nanoteknoloji ve nanomalzemeler ile ilgili endüstriyel ve bilimsel gelişmeler, farklı fonksiyonlara sahi polimer içerikli kimyasal liflerin geliştirilmesi ile ilgili çalışmaları da etkilemiştir. Kimyasal nano plastik endüstrisi, polimer üretim teknolojisi ve nanomalzemelerdeki gelişmeler ile yapılan daha önceki çalışmalar dikkate alınarak, bu çalışmaların tekstil malzemeleri gibi farklı alanlarda da kullanılmasına yardımcı olacaktır (Erdem ve diğerleri, 2015).

3.2.4.2 Aydınlatma elemanları

Nanoteknoloji bilimi kapsamı gereği birçok alanda etkin bir biçimde kullanılmaktadır. Daha gelişmiş etkin aydınlatma çözümleri oluşturmak için kullanılan nanoteknolojik aydınlatma elemanları, geleceğin aydınlatma elemanları arasında olacaktır. Organik aydınlatmada veya geleneksel aydınlatma daha az maliyet ve daha iyi performans gösterebilen LED aydınlatmalar üzerinde önemli araştırmalar hız kazanmıştır. Nanoteknolojik yapıları

malzemelerde malzeme kontrollü bir biçimde farklı dalga boylarında ışıma oluşturabilme yetisi, kuantum parçacıklı ve katkılı organik LED (light emitting diode/ ışıyan diot) üretilebilmesine imkân sağlamaktadır. Kuantum parçacıklı yapılarında çok kısa optik dalga boyutlarına erişebilmek ve yeni nesil ışık kaynakları toluşturabilmek mümkün olmaktadır. Son gelişmeler ile birlikte kuantum parçacıkları kullanarak, mavi LED aydınlatma sistemleri ve nanoteknolojik lazerler üretilmiş ve kullanılmaya başlanmıştır. Mavi LED'ler, sinevizyon göstergeleri, büyük ekranlı televizyonlar, trafik ışıkları, tıbbi teşhis elemanları, iç mekân aydınlatma elemanları ve fotolitografi sistemleri gibi çok geniş bir uygulama alanları bulunmaktadır. Geleneksel aydınlatma elemanlarında kullanılmakta olan ve “tungsten” aydınlatması olarak isimlendirilen aydınlatma elemanlarının kullanımları nanoteknolojideki ilerlemeler ile birlikte yakında tarihe karışacaktır. Nanoteknoloji ile üretilmekte olan LED aydınlatma elemanları sayesinde büyük bir enerji tasarrufu sağlamakta olan, yeni nesil ampuller üretilebilmektedir. Nanoteknolojik aydınlatma sistemleri ile yüksek verimliliğe sahip ışık kaynağı ile elde edilebilmesi mümkündür. Yeni nesil yöntemler ile üretilen nano lambalar daha fazla aydınlatma sağlarken daha az elektrik kullanımı sağlanacaktır (Ateş, 2015).

Tek bir renk vermek üzere kullanılmakta olan LED aydınlatmaların beyaz ışık vermesi için, farklı dalga boylarında ışık yaymakta olan diyotlar bir araya getirilmekte ve bu sayede farklı renkte ışık kaynakları elde edilebilmektedir. Edison'nun buluşu ile kullanılmaya başlanmış olan klasik ampuller, ısınmakta olan elektrik telinin yaymış olduğu ışık ile birlikte aydınlatma sağlanmaktadır. Nanoteknoloji ile üretilen nanokristalli LED ampuller ise elektrik enerjisini direkt olarak ışığa çevirmektedir. Nanoteknolojik yeni nesil ampullerin, ortalama ömürleri 23 yıldır ve aydınlatma ile %90 tasarruf sağlamakta olduğu belirtilmektedir. Bu yöntemler ile üretilen nano aydınlatma elemanlarının ve nano LED'lerin kullanıldığı her alanda küresel ısınma sorunu kısmen hafifletilmiş olacaktır. Nanoteknolojik LED aydınlatma elemanları sayesinde yüksek performanslı verim elde edilebilmekte ve bu neden ile daha yüksek bir aydınlatma sağlanabileceği ve daha az enerji kullanımı olacağı için de enerji tüketiminde önemli bir düşüş görülecektir. Oluşacak olan enerji tasarrufu sayesinde ise otomatik olarak karbondioksit salınımını azaltacak ve mekânlarımızın sürdürülebilir olmasını sağlayacaktır. Yeni nesil teknoloji olan nanoteknoloji ile üretilmekte olan hazır ev aletleri, elektronik aletler de doğrudan elektrik tasarrufu sağlamaktadır.

Özellikle diz üstü bilgisayarların enerjisinin büyük bölümünü ekran aydınlatmasında harcanmaktadır. Nano ledler ile pil kullanım süreleri uzayacak ve dolayısıyla elektrik tasarrufu sağlanacaktır. Dünyada birçok ülke nanoteknoloji ile ilgili araştırmalara oldukça önem vermeye başlamıştır. Türkiye'nin de nanoteknoloji konusu üzerinde yapacağı çalışmalar ile birlikte enerji tasarru konusunda önemli ölçüde aşama kaydedilmesi beklenmektedir. Enerjinin daha verimli kullanılması ile birlikte çok daha ucuza ve az elektrik tüketimi sağlanmış olacaktır (Kutlu ve Manav, 2015).

3.3 Bölüm Özeti

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte mimarinin de ulaşmış olduğu bu nokta, teknoloji, bilim ve iş dünyasının uzun yıllardır kaydetmekte olduğu gelişmelerle ilişkilidir. Bu bağlamda nanoteknoloji 21. yüzyılın endüstriyel devrimi olarak kabul edilmektedir. Nanoteknoloji ve nanoteknoloji uygulamalarının sunmuş olduğu yeni nesil teknolojik fırsatlar, endüstriyel alanda göz ardı edilemeyecek kadar fazla yatırımcı, akedemisyen ve üreticinin dikkatini üzerine çekmeye devam etmektedir. Nanoteknoloji kullanılarak üretilen yeni nesil yapı ürünleri, işlevsel uygulamalarla ie birlikte tasarım dünyasında içerisinde kendi yerini oluşturmuştur. Uygulamaların ve nanoteknoloji kullanılarak üretilen ürünlerin sayısı gün geçtikçe artmakta, yeni nesil tasarım uygulamalarının geliştirilebilmesi ve bu tasarımlarının geri dönüşlerinin araştırılması için ayrılan bütçeler de buna bağlı olarak artmaya devam etmektedir. Teknoloji ve nanoteknolojideki bu ilerlemelere rağmen mühendis, mimar ve yapım profesyonellerinin yaşam dönemi boyunca nanoteknolojik tasarım uygulamaları ve uygulamaların yapım yönetimine etkileri hakkında bilgisi yeterli düzeye halen ulaşmamıştır. Çalışmanın bu kısmında, uygulama alanları bakımından nanoteknolojik malzemelerin yapılarda kullanım alanları araştırılmıştır. Çalışmada tasarım, kullanım şekilleri, uygulama yöntemleri, uygulama alanları, yapım, işletme süreçleri, bakım-onarım süreçleri incelenerek nanoteknolojinin çevre ve kullanıcı açısından sürdürülebilirlik ölçütleri ve bilgi teknolojilerinin süreçlere etkisini kapsamaktadır. Bu bağlamda gün geçtikçe iç içe olduğun teknolojik faaliyetler mimari alanda olduğu gibi hayatımızın her alanına dâhil olması beklenmektedir. Bunu örnekleyebilmek için yaygın uygulama alanlarından biri olabilecek mutfaklardaki kullanımlarına bakılacaktır.

BÖLÜM 4

NANOMALZEMELERİN İÇ MEKÂNDA KULLANIMI VE MUTFAK TASARIMINDA UYGULAMA ALANLARI

4.1 Nanomalzemelerin İç Mekân Yüzeylerindeki Kullanımı

Nanoteknoloji bilimi ve nanoteknoloji kullanılarak üretilen nanomalzemeler, günümüzde geldiği nokta itibari ile çok kapsamlı olma özelliğini kullanım kolaylığı bakımından pratikte kanıtlamış ve en kısa zamanda farklı alanlarda olduğu gibi, iç mekân tasarımında kullanılan mobilya ve ahşap endüstrisinin de vazgeçilmezleri arasına girmiştir. Nanoteknoloji, sanayii alanında kullanılmakta olan, mikrosensörlerin, lazerlerin, mikromakinaların elemanlarının uygun bir şekilde bir araya getirilerek üretime kazandırılmasını sağlamaktadır. Özellikle ahşap sanayisinde mobilya üretimine ve ağaç işleme makinalarına, yapıştırıcılardan, kimyasallara, mobilya tekstilinden duvar boylarına kadar hemen her ürün nanoteknoloji kullanılarak üretilmekte, mükemmelleştirilmekte ve kullanılacağı alana hizmet için kullanıma sunulmaktadır. Dünyanın önde gelen mobilya tasarımcılarının ve mobilya markalarının katılmakta olduğu ve en son teknolojilerin sergilendiği uluslararası sanayi ve mobilya fuarlarında, nanoteknoloji sayesinde geliştirilmiş birçok ürünün sergilendiği vitrinler olarak kullanıcının karşısına.

Nanoteknolojinin kullanılmaya başlanması ve nanoteknolojik malzemelerin iç mekânlara bütünleştirilerek kullanılması sayesinde gün geçtikçe kendi kendini mükemmelleştirebilen ürünlerin tasarlanması kaçınılmaz bir hale gelmiştir. İç mekân tasarımında özellikle konutlarda kendi kendini temizleyebilen kumaşlardan tutun ahşap dokunun kullanım süresini uzatan koruyucu boyalara kadar birçok ürün bu özelliklerini nanoteknolojiye sayesinde kazanmıştır. Nanoteknolojinin kullanımı ile birlikte dış cepheler kendiliğinden temizlemekte, banyo ve tuvalet temizliği artık bir sorun haline dönüşmemekte, mutfaklar ilk günkü halini korumakta, ahşap yapılar sudan, nemden ya da kirlenmeden etkilenmemekte, bozulmadan korunabilmektedirler. Ahşap parke ve mobilya yüzeyleri için özel olarak geliştirilmiş olan nanoteknolojik vernikler, parlaklık, sertlik, çizilmelere karşı direnç sağlamaktadırlar. Nanoteknoloji ile üretilen yeni nesil kaplamalar farklı yüzey alanları

üzerinde olduğu gibi ahşap yüzeylerde de oldukça etkili olmaktadır. Ahşabın içerisine su ve benzeri maddelerin geçişi önlenirken, UV ışınlarına karşı dayanıklılık sağlamakta ve kirleri yüzeyde tutunamamaktadırlar. İç mekânda özellikle işlenmeyen ahşap yüzeyler üzerinde etkili olan bu yeni nesil nano-kaplamalar ahşap masalar, ahşap evler, ahşap mutfak tezgâhları, ahşap dolaplar, verandalar veya bahçe çitleri, ahşap garaj kapıları gibi uzun süre neme, kire ve küflerin olumsuz etkilerine maruz kalan yerlerde üstün koruma sağlamaktadırlar. Çevrenin vermiş olduğu bu olumsuz etkilere karşı uzun vadeli koruma sağlamakta olan nanaoteknolojik yeni nesil yüzey malzemeleri sayesinde ahşap eşyanın veya mekânlarımızın ömrü de uzamış olmaktadır. Nanoteknolojiden faydalanarak uygulanmakta olan zemin ve beton kaplaması gibi mineral kökenli zeminlerin kirlenmelere karşı dirençli olmasını ve aşınmaya karşı dayanıklı olmasını sağlamakta ve özellikle dış cephelerde kir geçirmez, su sızdırmaz ve ultraviyole ışınlarına karşı dayanıklı yüzeylerin oluşmasını sağlamaktadır.



Şekil 4.1: Nano parçacıkların faydaları (Kazma, 2018)

Özellikle iç mekân tasarımında kullanılmakta olan ve temizliği uzun süren ocaklar, çabuk kirlenen ve kir tutan ev mobilyaları lavabolar, duş kabinleri, küvetler, ankastre ürünler, üzerlerine çamur, katran ve benzeri maddeler bulaşan yüzeyler, sürekli silinmesi gereken pencereler nanoteknolojik yeni nesil yüzey malzemeleri sayesinde artık sorun olmaktan çıkmaktadır. Çizilmeye karşı yüzeyler, solmayan ve kendi kendini temizleyebilen boyalar,

yanmayan yalıtım malzemeleri, yüzeylerinde suyu ve kiri tutmayan kumaşlar nanoteknoloji sayesinde yaşamımıza girmektedirler. Nanoteknolojinin nimetlerinden faydalanan tasarımcılar, örneğin camı, ahşabı, plastiği çeliği, betonu ve benzeri yüzey kaplamalarını nanoteknoloji ile birlikte korumasını sağlamaktadırlar. Nanoteknoloji ile kaplanmış olan yüzeyler kiri, suyu ve yağı itme özelliği kazanıyorlar. Restoranlar, oteller, alışveriş merkezleri, hastaneler ve benzeri kapalı ve yoğun şekilde kullanılan yaşam alanlarında ise kolaylıkla temizlenen endüstriyel mutfaklar, umuma açık tuvalet ve diğer alanların bu teknolojiyle kaplanması zamandan ve parasal yönden önemli ölçüde tasarruf sağlamaktadırlar. Tüm bu özelliklerinin yanında nanoteknoloji ayrıca kullanıldıkları ürünlerin çevreci özellikler göstermesini sağlamakta ve bu sayede aynı zamanda çevreyi kirletmeyen, insan sağlığına uygun, anti bakteriyel ürünlerin kullanımının yaygınlaşmasını sağlamakta olduğu da bilinmektedir. Antibakteriyel ve uzun ömürlü oluşları nedeniyle bu çalışmada nanoteknolojinin iç mekân tasarımında mutfakta hangi kısımlarda kullanılabileceği üzerinde durulmuştur. Bu bağlamda nanoteknoloji kullanılarak üretilmiş olan yeni nesil malzemeler mutfaklarda gerek tezgâh malzemeleri üzerinde, evyelerde, ahşap malzemelerin içerisinde, buharlaşmaya karşı dayanıklı yapısı ve antibakteriyel oluşu nedeniyle mutfak aletleri beyaz eşyalar duvar seramikleri ve zemin malzemeleri yani kısacası mutfağın neredeyse her kısmında kullanılabilmektedirler (Duran, 2015).

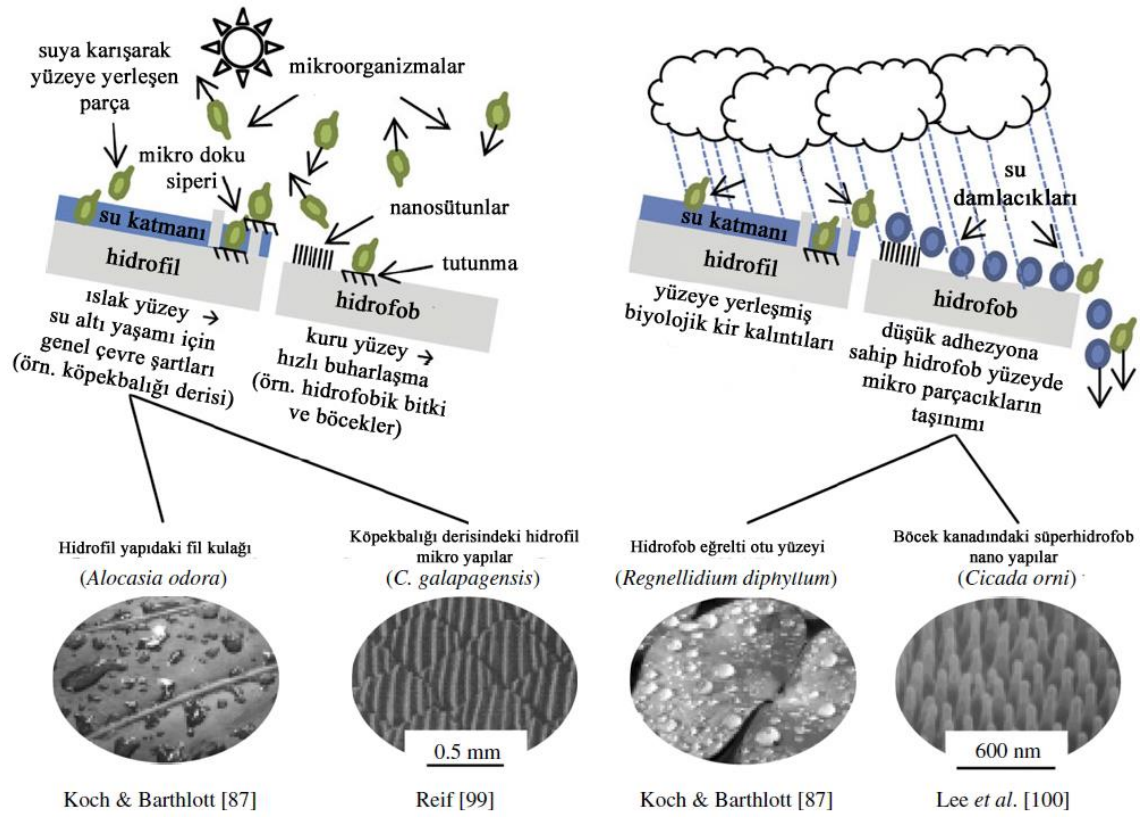
4.1.1 Kendi kendini temizleyebilen nano yüzey kaplamaları

Kendi kendini temizleyebilme özelliği, hidrofobik yöntemde doğadan ilham alınarak özellikle nilüfer bir diğer adıyla lotus çiçeğinin yapraklarının yapısından örnek alınmıştır. Kendi kendini temizleyebilme teknolojisine ışık tutan nilüfer yaprakları kendini temizleyebilme yeteneğini yaprak yüzeyinin kendine has olan özel nano yapısından almaktadır. Lotus çiçeği ultrahidrofobiktir ve bu sayede su ve çamuru üzerinde tutmaz. Doğada lotus gibi ultrahidrofobik veya süperhidrofobik yüzeye sahip olan nilüfer ile birlikte yaklaşık olarak 300 bitki türü daha bulunmakla birlikte kelebek ve yusufçukların kanatları da bu özelliğe sahip olmaktadır. Birçok alanda olduğu gibi ürün geliştirme alanında da doğa ana yine yol gösterici olmaktadır. Bu nedenle kendini temizleyebilen yüzeylerin özelliklerini anlayabilmemiz için öncelikle nilüfer yaprağının yapısının iyi anlaşılması gerekmektedir (Leydecker, 2008).



Şekil 4.2: Lotus çiçeği (Özdoğan ve diğerleri, 2006)

Asya ülkelerinde sıklıkla görülen ve temizliğin sembolü olarak bilinen nilüfer kendini temizleyebilme özelliğini temel olarak yüzeyinde bulunmakta olan nano ve mikro yapılarından almaktadır. Yapılan incelemeler sonucunda, lotus yaprağının yüzeyinde suda çözünmeyen kütin polimeri içeren mumsu kütikula tabakasının oluşturduğu nano yapılar bulunduğu gözlemlenmektedir. Çok fazla derecede hidrofob olan bu tabaka özellikle kurak bölge bitkilerinin su kaybı kontrolünde ve su bitkilerinin ıslanmamasında önemli rol oynamaktadır. Bu özelliği örnek alarak geliştirmiş olduğumuz ürünler için de benzer fiziksel mekanizma uzun ömürlü bir temizlik ve iş yükü tasarrufu anlamına gelmektedir. Kir parçacıkları yüzey alanı çok küçük olan bu mum kristallerinin üzerine yerleşmektedirler. Yüzeyle damlayan su yüzey ile 180 dereceye yakın bir temas açısı oluşturarak adhezyon (suyun su haricinde bir maddeye tutunma yetisi) için gerekli alanı oluşturamamakta ve böylece su damlacığı yuvarlanırken yüzeyde bulunan kir ve mikroorganizmalara da yapışıp yuvarlanarak yaprak yüzeyini terk etmek zorunda kalmaktadır. Kısaca, kimyasal yapı ve büyüklükten bağımsız olarak bu parçacıklar, yağmur damlacıkları ile süperhidrofob yüzey sayesinde uzaklaştırılmaktadır. Bu olay lotus etkisi olarak adlandırılmaktadır (Leydecker, 2008).



Şekil 4.3: Lotus etkileşimi (Leydecker, 2008)

Doğadan edinilen bu bilgiler ışığında üretilen ve şu anda da kullanımı çok yaygın olan ilk ticari boyalar silikon reçine boyalar olmuştur. Bu boyanın içeriğinde bulunan silikon nanopartiküller lotus yüzeyine benzer mikro yapılanmayı oluşturmaktadırlar (Leydecker, 2008).

Boyalardaki kullanımının yanında; lotus etkisinden yararlanılarak kiremitlere ve camlara da kaplama yapılmaya başlanmış ve bazı nesneler üzerine uygulandığında geçici olarak su geçirmezlik sağlayan spreylere üretilmiştir. Bir başka kaplama uygulaması olarak da nanopartiküller içeren kompozit malzemeler kullanılmaya başlanmıştır. Hidrofil teknolojilere değinecek olursak eğer lotus etkisinin tam tersine hidrofil etkisi gösteren boyalarda durumun tam tersi söz konusudur. Bu yeni nesil kaplama teknolojisinde TiO₂ kullanılmaktadır. Titanyum dioksit ile kaplanan yüzey yüksek enerjisi sayesinde aşırı hidrofilik tepki göstermektedir. Bu durumda da adhezyon kuvveti o kadar güçlüdür ki kohezyon kuvvetinin etkisini fazla oranda bastırmakta ve küre şeklinde damlacık oluşumunu engellemektedirler. Diğer bir deyişle su molekülleri ile TiO₂ kaplı yüzey arasındaki çekim çok güçlüdür bu yüzden damla oluşumunun engellendiği bu durumda su katmanı ince bir

film şeklinde oluşmaktadır. Bu teknolojinin temelini oluşturan titanyum dioksitin fotokatalitik özellikleri Akira Fujishima tarafından keşfedilmiştir dolayısıyla bu etki de Honda Fujishima Efekti olarak bilinmektedir.

Fotokatalitik TiO_2 'in hidrofilik özelliğinin yanısıra diğer özelliklerinden de bahsetmek yerinde olacaktır. Saydam olan bu madde ile camların kaplanması da mümkündür. Fotokatalitik özelliğini daha önce açıklamıştık. Fotokatalik özellik sayesinde yağmur yağdığı zaman bu kaplama, boya üzerindeki organik kirleri su tabakasında çözecek ve bu karışım su akışıyla yüzeyden kendiliğinden uzaklaşmasını sağlayacaktır. Ancak bu teknolojinin de kendi içerisinde bazı dezavantajları bulunmaktadır. Organik ve polimer yüzeylere direk TiO_2 kaplama uygulandığında kaplanmış olduğu yüzeyi de ayrıştırmaktadır. Bunu engellemek için yapılacak olan ise bu uygulamayı yapmadan önce yüzeyde inorganik bariyer katmanı oluşturmaktır. Ayrıca bu teknolojinin UV ışınlarına gereksinim duymasından dolayı sadece dış mekânlarda kullanılması daha uygun olacaktır. Kullanım alanları açısından taşıtların ayna ve camlarında, kiremitlerde, levhalarda, plastiklerde ve dış cephe boyalarında kaplama olarak kullanılmaktadır. Hidrofilik ve hidrofobik teknolojiyi karşılaştıracak olursak daha ucuz olduğu ve daha düşük sıcaklıklarda gerçekleşen daha verimli süreçler içerdiğinden ötürü hidrofobik teknoloji daha sıklıkla tercih edilmektedir. Bilim dünyasının hızla ilerleyişi ve nanoteknolojideki gelişmeler ile çok güzel inovasyonlara adım atılmaya, teknoloji de kendi kendini temizleyen boyalar ile olduğu gibi hayatımızı kolaylaştırmaya bütün hızıyla devam etmektedir (Orhon, 2014).

4.1.1.1 Ahşap

Ahşap yüzeyler yapıları bakımından daha sert ve dayanıklı olan taş yüzeylere nazaran daha kolay deforme olabilmektedirler. Ahşap yüzeyler kullanımı açısından mekânsal fonksiyonları deformasyon oranlarının artışı ile ilgili doğru orantılıdır. Bu bağlamda ahşap yüzeylerin deforme olmasının başlıca nedenlerinden biri olan UV ışınlarının ahşap dokular üzerinde vermiş olduğu bozulmaların yavaşlatılmasının geleneksel yöntemler kullanılarak yapabilmekten tek yolu formülasyona bir pigment veya bir UV stabilizatörü katmaktır. Sıklıkla kullanılan bu renksiz, UV ışınlarına dayanıklı, su tutmayan koruyucu malzemeler, piyasada kullanılan en yaygın ürünlerden biridir. Geleneksel yöntemler kullanılarak korunmaya çalışılan yüzeylere karşı nanosol UV emiciler ile kaplamalar kullanılarak

üretmiş olan yüzeylerin UV radyasyonu ile bozulmaya karşı korumada oldukça dayanıklı oldukları gözlemlenmiştir (Kalyoncu, 2013).

Nanoteknolojik özellikler sonradan ya da üretim esnasında maddenin içerisine katılmış olan malzemelere nanosal malzemeler denilmektedir. Nanosal parçacıkların küçük boyutlu oluşu, emprenyenin şeffaflığını etkilemeden yüksek koruma sağlamayı mümkün kılmaktadır. Bu gereklilik, genellikle dekorasyonla oyulmuş antik ahşap el sanatları ile uğraşırken kullanılan yüzeylerde oldukça önemlidir. Bu tip ürünlerin su bazlı, doğası çürümeye ve yosun oluşumuna karşı işlevsel ve çevre dostu bir çözüm sunmaktadır. Nanosal malzeme haline getirilmiş olan ahşap yüzeylerde su emme azalırken, malzemenin göstermiş olduğu antibakteriyel özellik artmaktadır. Nanoteknoloji kullanılarak üretilmiş olan ahşap yüzeylerin vermiş olduğu bu performans hava ve iklim değişiklikleri göz önüne alındığında da farklı bir öneme sahip olmaktadır. Nanosal malzemeler UV emici, ahşap alt katmanı bozucu UV ışınlarından korur ve boyanın ömrünü uzatır. Nano teknolojik koruyucu malzeme üzerine işlenmiş bir ahşap döşeme malzemesi UV ışınlarının verdiği zararlardan nanoteknoloji sayesinde korunmaktadır. Daha fazla dayanıklı hale gelebilmek için daha az ürün kullanmak bu sayede mümkündür. Ürünler uçucu organik bileşik serbest ve su bazlıdır ve bu özellik ürünün, (Life Cycle Assessment-LCA) LCA açısından da sürdürülebilir olmasını sağlamaktadır. LCA yöntemi maddelerin özlerinin çıkarılması ve işlenmesini, üretimini, dağıtımını, kullanımını, geri dönüşümünü ve atıkların yok edilmesini de göz önüne alarak malzemelerin çevresel koşullara uyumlarının belirlenebilmesini sağlamaktadırlar (Pala, 2015).

Nanoteknoloji kullanılarak yapılarına farklı özellikler katılmış olan malzemelerin kullanımı, birden fazla ahşap türü için geçerlidir. Düşük geçirgenliğe sahip sert ağaç doğal malzeme olması gereği maddeleri iyi absorbe etmediğinden, çözücü bazlı yağları absorbe edebilmesi zor olabilir. Eğer bir projede bu ağaç türlerinin kullanımını öngörülür ise nanoteknoloji kullanılarak sağlamlaştırılmış olan malzemelere oranla daha yüksek bir bakım maliyeti düşünülmelidir. Şimdiye kadar, güneşten en iyi şekilde korumanın geleneksel yöntemlerinin başında ultraviyole ışını pigmentli ürünler gelmektedir. Ancak bu malzemeler, ahşabın doğal yapılarını ve dokusunu yok etme eğiliminde olup, estetik ve dengeli bir şekilde malzemenin doğal yapısı bozulmadan korunabilmesi ile ilgili zorluklar yaratmaktadır.

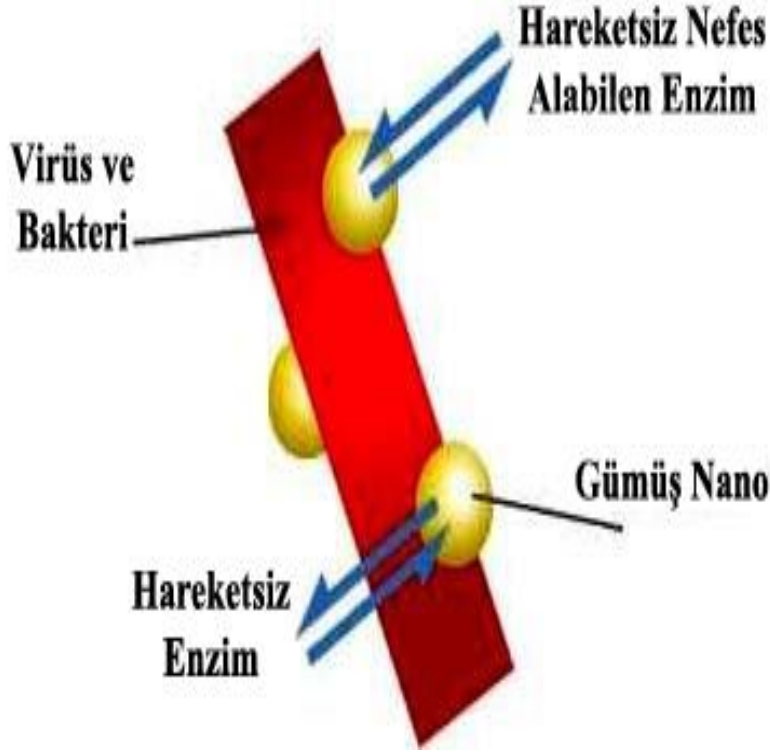
Nano boyutlu UV absorberlerinin kullanılması, emicilerinin şeffaflığı ve uygulanmış olduğu ahşap dokuyu bozmadan çok daha yüksek bir konsantrasyonda malzemenin korunabilmesini mümkün kılmaktadırlar. Yaklaşık olarak boyut bakımından 10 nm'lik birincil kristalit boyutu diğer emicilere nazaran küçüktür. Bu üniform parçacık boyutu, göz kamaştırıcı bir performans ile ahşap malzemenin dokusunun korunmasını ve estetiğinin de bozulmamasını sağlamaktadır. Işık sabitleştiriciler ve hidrofobik nano bileşenleri ile harmanlama kombinasyonlar UV radyasyon, daha geniş bir spektrumunu kapsayan, iyi nem düzenleyici ve su itici özellikleri ile birlikte maddenin performansı üzerinde büyük oranda katkı sağlamaktadırlar. Buradan sonra tarif edilen nanoyapılı kaplamalar çok fonksiyonlu, neredeyse VOC içermeyen, su ile taşınan bir nanoteknoloji sistemidir. Kaplama sistemi, ahşap yüzeylerin hidro yüzey modifikasyonu için uygundur. Ayrıca, olağanüstü özelliklere sahip yarı saydam püskürtücüler boyaların formülasyonlarında da kullanılabilirler. Ahşap yüzeylere buna uygun bir şekilde müdahale edildiğinde, düşük enerjili yüzeylerin oluşmasıyla hemen hemen her türlü sıvıya karşı belirgin bir itme etkisi yaratmaktadır.



Şekil 4.4: Su geçirmezlik özellikli nano ahşap yüzey (Bardak ve diğerleri, 2006)

Korunan yüzeyin sıvıların nüfuz etmesine izin vermediği ve ıslak bezle temizlendikten sonra herhangi bir leke bırakmadığı gözlemlenebilmektedir. Ahşap malzemeler ile uğraşırken, su

bazlı sistemine dayalı nanoyapılı kaplama üzerine bu tür iyi su itici işlevlere sahip olduğunu vurgulamak oldukça önemlidir, ancak bunun yanı sıra ahşap için gerekli bozulma sağlayan maddelerin bir diğerinin ise buhar olduğu unutulmamalıdır. Nanoyapılı ahşap malzemeler yararlı özelliklerini yalnızca yüzeyin yüzeyinde sergiler. Böylelikle nihai formülasyona biyositler de eklenebilir. Örneğin; leke karşıtı nanosal malzemeler bu mikroorganizmaların neden olduğu kirlenmeyi aktif olarak önleyecektir. Bu yüzey modifikasyonu, hava koşullarına karşı son derece dayanıklıdır. Temel neden, fluoro alkilsilil işlevinin ciddi bir kararlılığının yanı sıra silanollerin yüzey ile kimyasal reaksiyonu ve oldukça çapraz bağlanmış bir siloksan ağı üretmesidir. Bu özellikler, bu nano yapıyı kaplamayı, standart florokarbon bazlı katkı maddesinden daha üstün kılmaktadır. Ahşap kendi başına çeşitli böcek, mantar ve diğer organizmalar tarafından saldırıya uğrayabilir. Bu çürüme faktörlerinden, nanoteknolojik yüzey oluşturulmuş olan yüzey birimlerine dayanan hazır ilaçlar kullanılarak başarıyla kurtulunabilir. Bu uygulama sayesinde nanoteknolojinin başlıca avantajlarından biri olan, anti-bakteriyel olma özelliği ve fungusit özelliklerden faydalınılmaktadır. Bunlar, yalnızca kullanım anında çalışan geleneksel numunelerden olan dezenfektanlara kıyasla önemli oranda avantaj sağlamaktadırlar. Nanoteknolojik ahşap yüzey ürünleri ile kaplanmış numuneler yüzeye aktif nanopartiküller bırakırlar. Bu sayede temizlenmeleri daha da kolaylaşmaktadır. Temizleme işlemleri bakterilerin azaltılmasında etkili olsa da, her gün her dakika bir ahşap yüzeyi temizlemek imkânsızdır (Çalık, 2016).



Şekil 4.5: Gümüş nanopartiküllerin düzeni (Çalık, 2016)

Bakterilerden korunan yüzeyle temasa girdiğinde, nanoteknolojik yüzeydeki nanopartiküller bakteriler içine bağlanır ve enzimlerinin parçalanmasına neden olurlar ve böylece bakterilerin çoğalmasını durdurur ve ölümlerine neden olurlar. Şekil 4.4’de nanoteknolojik malzeme kaplanmış ve gümüş nanomalzemeler içeren ahşap yüzeyin bakteri ve virüslere karşı davranışları verilmiştir. Ahşap yüzeylerde uygulanmış olan bu nanoteknolojik malzemenin içeriği gümüş tabanlı nano parçacıklardan oluşmaktadır. Bu malzemelerin içeriklerinde gümüş elementini de barındırıyor olması ise nano parçacıklı yüzeylerin bakterilere ve mantarlara karşı koruma sağlamak ile birlikte ekonomik olarak üretilen katkı maddeleri halini almalarını sağlamaktadır. Gümüş, iltihap oranlarını azaltmak için uzun yıllardır kullanılan en güçlü ve doğal bir antimikrobik maddedir. Gümüşün özellikleri, zamanla ahşabın parçalanmasına veya süzülmesine neden olmaz, böylece yüzeylerde daha güvenli ve etkili olurlar. Diğer teknolojilerden farklı olarak, bakterilerin halen gümüşe dirençli olduğunu gösteren bir kanıt bulunmadığından sentetik organik kimyasallara nazaran ideal bir alternatiftir. Gümüşün özelliklerinden dolayı, gümüş esaslı nanoteknoloji; toz boya, ıslak boya, kaplamalar, vernik kumaşlar, tekstil, ahşap ve plastik gibi geniş bir malzeme

yelpazesine rahatlıkla dâhil edilebilirler. Yenilikçi ve teknolojik üretim sürecine kolayca katkı sağlanabilir, böylece artan üretim maliyetleri hafifletilebilir. Gümüş nanopartiküllerini içeren kaplamalar ahşabın estetiğini değiştirmeyecek, temizlik uygulamaları arasında çapraz bulaşma riskini en aza indirgeyerek koruma sağlayacaktır.

Nano yapıllı kaplamalar iç mekânda kullanıldığında özellikle yalıtım kısmında ve tehlikeli alanlarda yangın geciktirici olarak da etkili olabilmektedirler. Yangın direnci, titanyum dioksit ve silisyum dioksit nanopartiküllerine dayanan ürünler kullanılarak arttırılabilmektedir. Bunlar, oldukça yüksek performanslı bir ince film yangın geciktirici kaplamalardır. Bu malzemeler arasında alev yayılımını geciktirmek ve aynı zamanda duman oluşumunu engellemek için formüle edilmiş işlevsellik açısından yeni cevaplar verebilecek olan malzemeler üretilebilmektedir. Tescilli olarak alev geciktirmeli iki parçalı epoksi kaplamalar, ahşap üzerinde uygulandığında yangın esnasında geciktirici bir bariyer görevi görmektedirler. Yangın durumunda bu kaplamalar, oksijen içeri girmesini önleyen ve alev cephesinde soğutma etkisi sağlayan su ve gazlar üretirler. Kendi içlerinde yoğun bir alaşım kıvamına gelerek bu sayede yüzeyi yanmaktan korumaktadırlar. Yüzeye uygulanması ön görülen bu ürünler, standart havasız teçhizatı kullanarak doğru bir şekilde karıştırdıktan sonra doğrudan kabın içinden püskürtülerek istenilen yüzeye uygulanabilmektedir (Bardak ve diğerleri, 2016).

Yangına karşı direnç için bir diğer nano yapıllı ahşap kaplama, su içerikli ahşap, yonga levhası, kuru kontraplak için doğal bir koruma oluşturur. Bu kaplama özellikle çevre dostu (kokusuz, halojen özücüler ve metal içermez), kolay uygulanır (fırça, rulo veya sprey) ve mükemmel bir şeffaflıktadır. Ayrıca nanoteknoloji kullanılarak sağlamlaştırılan ve yüzeyin yeni bir forma dönüşmesini sağlayan bu malzemeler, ahşap yüzeylerde olduğu gibi farklı kodlar oluşturularak mekân içerisinde farklı materyellerden oluşan yüzeylerde de kullanılabilmektedirler.

4.1.1.2 Boya

Nanoteknolojik boya malzemeleri mineral ve metallerin nano ölçeklerde değişik özellikler göstermesi ile üretilen yüzey üzerinde aralıksız temas etme alanı sayesinde tüketicilerin beklentilerini karşılama konusunda büyük bir atılım niteliğindedir. Nanoteknolojik boya malzemeleri yarı iletken özellik göstermekte olan metallerin güneş ışığı, ısı veya düşük

elektrik akımı karşısında göstermiş olduğu tepkiler ile enerjinin saklanabilmesini ve bu sayede geri dönüştürülebilir enerjinin elde edilmesini, kendi kendine temizlemeyebilen yüzeyleri, yüzeylerin renk değıştirmesi gibi pek çok yeteneğe sahiptirler.

Nano boyalar, parmak izi tutmama, yanmaya karşı direnç sağlama, güneş ışığına dayanıklı hale gelme, toz tutmama, çizilmezlik, havayı temizleme, nem ve suya karşı bariyer oluşturabilme yüzeylerin nano boyutlardaki pürüzlülüğü mikropların üremesini engellemektedir. Bu bağlamda nano boyaların sağlamış olduğu faydaların ilerleyen zamanda özellikle enerji depolama ve havayı temizleme yönünde olması beklenmektedir.

Temiz enerji kullanabilmek ve enerji tasarrufu sağlamak önümüzdeki 20 yıl içinde hızlı bir şekilde ilerleyecektir. Fotovoltaik kaplamalar, fotokatalitik boya ve nano boyalar sektörde yerini hızla alacaklardır. Adlarından da anlaşılacağı üzere tükenmeyecek kaynakların en başında gelen güneş ışığı yani foto ve yarı iletken olan nano metaller binaların geniş yüzeylerini kaplayarak binalar için gerekli enerjiyi toplayacaklardır (Bahar ve Elvan, 2011).

Nanoteknolojik boyalar aşağıdaki özellikleri göstermektedir:

- Kendiliğinden temizlenebilme
- Antibakteriyel ve antimikrobiyel özellik
- Yüksek korunum sağlama
- Kokuyu yok etme

Nanoteknolojik malzeme kullanılarak üretilmiş olan boyalar geleneksel yöntemler kullanılarak üretilen boyalara oranla daha maliyetlidirler. Fotokatalitik özellikteki nano boyalar nanoteknolojik boyalar ile aynı özelliklere sahip değillerdir. Nanoteknolojik boyaların yüzeyler üzerinden göstermiş oldukları etki çok daha yüksek orandadır. Geleneksel yöntemler kullanılarak üretilmiş olan boya malzemelerinde, gerek dış mekân, gerek iç mekân boyalarında, yüzey üzerinde oluşmakta olan kirler fiziksel bir takım etkiler ile belirli bir oranda temizlenebilmektedirler. Ancak nanoteknolojik boyalar, formülasyonları gereği akıllı moleküller içermektedirler. Nano boya malzemelerin içeriğinde bulunan reçinenin gözenekli yapısı ve nano partiküllerin göstermekte olduğu özellikler ile yüzey üzerine tutunan organik kir maddeleri güneş ışığının etkisi ile parçalanarak su, CO₂

fülfat ve nitrat tuzlarına dönüşürler. Bu bağlamda nanoteknoloji kullanılarak üretilen boya malzemeleri uygulandıkları yüzeyler üzerinde süreç içerisinde;

- Nano boya yüzeyde olduğu sürece, kendi kendini temizleme özelliği devam edecektir.
- Uygulanan yüzeylerde küf, bakteri ve mikrop oluşumu önlenecektir.
- Deodorizasyon özelliği ile yemek ve sigara gibi rahatsız edici kokuların nano teknolojik yüzeylerde parçalanmakta olduğu ve zaman içerisinde kötü kokunun giderildiği görülmektedir.
- Yüzeydeki kirlenme süreci temizlenme sürecini aşmadığı takdirde uygulanmakta olan yüzey devamlı olarak temizliğini koruyacaktır.

Böylelikle; geleneksel boyalara göre, nanoteknoloji kullanılarak üretilmiş olan boyalar çok daha temiz kalacak, bakteri, mikrop, yüzeyde organik kir oluşumu ve mekânlarımızda kalıcı kokuların oluşmasına izin vermeyecektir (Bahar ve Elvan, 2011).

4.1.1.3 Seramik

Nano porselen, seramik ve mermerler kimyasal alanda nano teknoloji kullanılarak üretilmiş olan yüzey malzemeleridir. Buhar ve su nedeni ile oluşan ıslaklıkların kusursuz bir şekilde yüzey üzerinde boncuklaşabilmesini sağlayarak cam, seramik ve mutfak malzemelerindeki kir, kireç kalıntılarının kolayca temizlenmesini sağlar. Porselen, seramik veya mermer nano malzemeleri ile banyo mekânlarındaki duşlar, küvetler, klazotler ve bideler gözle görülmeyecek bir şekilde bakteri ve kirlerden korunmuş olurlar. Özellikle duşa kabinlerin içerisinde bulunan cam yüzeyler sağlığa uygun hale gelir ve temiz kalırlar. Bu sayede duş ve benzeri yerlerin temizliği için harcanacak olan süre ve kullanılması muhtemel temizlik malzemelerinde de azalma meydana gelir.

Yeni nesil yöntemler kullanılarak nanoteknolojik etki göstermekte olan bu yüzey malzemeler sayesinde kirlerin yüzey ile temasını en az seviyeye inmiş olacaktır. Kir ve suları üzerinde tutmama özelliğinden dolayı çevre koşulları nedeni ile gelecekte olan zararlı maddeler örneğin; kirler, yosun ve kireçler yüzeye yapışamazlar. Nanoteknoloji kullanılarak üretilen seramikler geleneksel yöntemler kullanılarak üretilen seramik yüzeylere nazaran çok

daha avantajlıdır. Şekil 4.5’de nanoteknoloji kullanılarak üretilen seramiklerin geleneksel yöntem kullanılarak üretilmiş olan seramik yüzeyler arasında bir karşılaştırma ve kendi kendini temizleyebilen seramik yüzeyler ile ilgili bir şema yapılmıştır (Gürbüz ve diğerleri, 2016).

Özellik	Nano-malzeme (Seramik)	Konvaksiyonel malzeme (Seramik)
Antibiyotik	✓	×
Nefes Alabilen	✓	×
Dayanıklı	✓	✓
Kolay Temizlenebilir	✓	✓
Çevre Dostu	✓	×
Esnek	✓	×
Darbeye Dayanıklı	✓	×
Kolay Taşınabilir	✓	×
Çizilmez	✓	×
UV Korumalı	✓	✓
Su Geçirmez	✓	✓
Yanmaz	✓	✓

Şekil 4.6: Nanomalzemelerin karşılaştırılması (El-Sammy, 2008)

Kullanım alanları bakımından, oteller, huzur evleri, hastaneler, restoranlar gibi özellikle gıda malzemelerin saklanmakta olduğu ve yoğun çalışılan yerler için kullanılması antibakteriyallik özelliğinden dolayı çok önemlidir. Özellikle temizlik görevlileri ve umuma açık mekân işletmecileri el ve çamaşır yıkamada sıklıkla kullanılan küvetler, lavabolarda oluşan diş macunu lekelerini ve kireç lekelerini çok iyi bilmektedirler. Bu alanları temizleyebilmek oldukça meşakatli bir iştir ve bu mekânların temizlenebilmesi için oldukça fazla zaman ayırmak ve kimyasal temizleyiciler kullanılmak gerekmektedir. Nano cam ve seramik yüzey maddesi sayesinde bu işlerin tümü oldukça kolay bir hal almaktadır. Kireç artıkları, kirler, diş macunu lekeleri nemli veya ıslak bir bez yardımı ile kolayca

temizlenebilirler. Bu sayede ise temizlikde kullanılacak olan kimyasal madde miktarında %90 oranında tasarruf sağlanmaktadır. Nano porcelen, seramik ve mermer kaplama malzemesi ile banyo küvetleri, duşlar, bideler ve tuvaletler gözle görülmeyecek şekilde kir ve bakterilerden korunmaktadırlar. Duş kabinlerindeki camlar bile temiz kalır ve sağlıklı olması açısından azami yarar sağlamaktadır. Böylelikle temizlik için sarf edilecek süre ve masraftan tasarruf edilebilmektedir (Caner, 2011).

Özellikle kamuya açık mekânların tuvaletlerinde sıklıkla kirlenmeler oluşmaktadır. Oluşmakta olan bu kirler genellikle kireç kalıntıları ve idrar taşlarından oluşmaktadırlar. Bun alanların temizliği hem çok zordur, hem de sağlık açısından oldukça önemlidir. Nano seramik ve cam kaplama ürünlerinin bu tür alanlarda sıklıkla kullanılmaya başlanması ile bu tür kirliliklerin oluşması kolaylıkla önlenabilmektedir. Nanoteknolojik özellik gösteren bu yüzeyler üzerinde kireç kalıntıları, idrar taşı gibi kirlenici faktörler yüzeyde yapışabilecek yer bulamazlar. İş gücü açısından ve temizlik maddelerin kullanımında bu sayede oldukça aşağıya inebilmektedir. Nanoteknolojik seramik malzemelerin ıslak hacimlerde sıklıkla kullanılmakta olan duvar seramikleri üzerinde kullanımı ile sıklıkla temizlemeye gerek duyulmamaktadır. Buhar oluşan ortamda bu yüzeylerinde üzerinde lekeler oluşur ve temizlenmeleri oldukça zordur. Nano yüzey kaplamaları sayesinde bu yüzeylerinde kolaylıkla su ile temizlenebilmeleri mümkün hale gelirken aynı zamanda doğal görünümlerinde korunmasını sağlayacaktır.

4.1.1.4 Metal

Metaller üzerinde nanoteknoloji metalsilkat içeriğine sahip madde ile uygulanmaktadır. Metal yüzeylerde özellikle çok fazla ısıya maruz kalan ve sürtünme etkisinde olan yüzeylerin onarılmasında kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Nanoteknolojik metal yapı malzemeleri üzerinde kullanılmakta olan metalsilkat adlı malzeme yapı sektöründe sıklıkla çimento, cam, tuğla ve benzeri maddelerin birleşmesinden meydana gelen ilişik asidinin içeriğinde birleşerek oluşturulan toza denir. Mineraller içerisinde en geniş kapsamlı ve en ilginç grup silikatlardır. Silikat içeriği bakımından doğada bulunan minerallerin %30'unu oluşturmaktadır. Aynı zamanda yer kabuğu üzerinde var olan minerallerin de %90'ında bulunmaktadır. Silkat mineralleri genellikle fonksiyonel dolgular ve performans dolgu malzemeleri olarak tanımlanmaktadırlar. Özellikle nanoteknolojik kaplama istikrarını, kuru

film özelliklerini arttırmak ve uygulama özelliklerini optimize etmek için kullanılırlar. Karbon çelik ve alüminyum, endüstriyel uygulamalarda en sık kullanılan metallerdir. Paslanma, bu metallerin kullanımında ortaya çıkan en önemli problemlerden biridir. En kısa ve genel tanımıyla korozyon, metallerin çevreleriyle etkileşimi sonucu paslanmasıdır.

Metal malzemeler doğada genellikle sülfür ve oksit bileşikleri olarak kararlı halde bulunur ve serbest enerjileri en düşük durumdadır. Bu bileşikler çeşitli metalurjik süreçler ile elementel hallerine dönüştürülür ve amaca uygun bir malzeme haline getirilir. Nano metal malzemelerin üretim aşamasında almış oldukları bu enerjiyi geri vererek kendiliğinden doğada bulundukları hale dönme eğilimindedir ve bu eğilim “paslanma(korozyon)” olarak isimlendirilir. Bir metal, malzeme olarak kullanıldığında onun elementel halde kalması, oksitlenip iyonlarına dönüşmemesi istenir. Ancak metaller hava ve nem ile temasa geldikleri anda kimyasal reaksiyon sonucu kendiliğinden potansiyel üreten galvanik pil oluşur ve metal korozyona uğrar. Paslanma hem ekonomik hem de sosyal bazı kayıplara sebep olduğu için yaşamı önemli ölçüde etkiler (Moreno ve Torre, 2017).

Paslanma nedeniyle işletmelerdeki sistemlerin tamamen durması, değiştirilmesi ya da yeniden tasarlanması gerekebilir. Bunun yanı sıra, ani çatlaklar nedeniyle patlama, yangın, zehirli ürün sızıntısı, sistemin çökerek çevredeki her şeye zarar vermesi, sızıntı dolayısıyla, ya da paslanan ürünler nedeniyle havanın, doğal kaynakların kirlenmesi gibi güvenlik ve sağlık tehlikesi oluşturmaktadır. Polimer malzemeler, günlük hayatta kullandığımız eşyaların birçoğunun yerini almıştır. Polimer teknolojisindeki gelişmeler, bu malzemelerin paslanmayı önlemede kullanımını da mümkün kılmaktadır. Organik kaplamalar paslanma önlemede kullanılan en önemli yöntemlerden biridir. Kaplamalar, metal malzemeyi çevresinden ayıran bir bariyer görevi görür. Metal yüzeyi korozif ortamdan koruyabilmesi için kaplamaların pürüzsüz, gözeneksiz ve yüzeye tutunmasının yüksek olması gerekmektedir. İletken polimerlerin organik kaplamalarda kullanımı üzerine yapılan araştırmalar artarak devam etmektedir. İletken polimerlerin, kaplamaların korozyon inhibisyon özelliğini arttırdığı birçok çalışmada ortaya konmuştur. Polianilin ucuz maliyeti, üstün ısı direnci ve kolay eldesi gibi özelliklerinden dolayı en çok kullanılan iletken polimerlerden biridir (Demirdöven, 2015).

Inorganik nanopartiküller, birçok uygulamada kullanılm alanı bulmuş olan yeni bir malzeme sınıfıdır. Bu inorganik nanopartikül çeşitlerinden biri de, benzersiz katalitik, elektriksel ve optik özelliklerinden dolayı bilimsel çalışmalara sıklıkla konu olan seryum oksit nanopartikülleridir. Bu bağlamda, karbon çelik ve alüminyum metallerine uygulanan nanokompozit içeren kaplamaların korozyon ortamlarındaki korozyon davranışlarının incelenmesidir.

4.1.1.5 Paslanmaz çelik

Nanoteknoloji ile lekeler, parmak izleri, yağ kalıntıları ve bakterilerin artık paslanmaz çelik yüzeyler üzerinde kalma gibi bir durumu ortadan kalkmaktadır. Özellikle mutfaklar kullanılan aspiratör ve davlumbazlar, evyeler, dış ve iç mekânlarda sıklıkla kullanılan krom veya metal merdiven küpeşterleri, metal aksesuarlar bulunan mobilyalar ve birçok ürün üzerinde, görünmez bir şekilde uygulanır ve nano paslanmaz çelik yüzeylerin üzerleri her türlü kirlenmeye karşı korunabilmektedirler. Nanoteknolojik paslanmaz çelik ve krom yapıları malzemeler tüm çelik içerikli elemanlar için uygundur. Örneğin nano paslanmaz çelikten üretilmiş olan küpeşterler, aksesuarlar, kaplamalar, kapılar ve kapı kolları gibi özellikle otellerin restoranlarında sıklıkla kullanılmaktadır. Aynı zamanda endüstriyel mutfaklardaki armatürler, hazır aletler, metal tezgâhlar ve bakırdan olan tüm ürünler için bu durum geçerlidir. Özellikle üretilmiş olan aksamaların oksitlenmesini tamamiyle ortadan kalkmaktadır.

Nanoteknolojik paslanmaz çeliğin sağlamış olduğu avantajlar:

- Kullanılan paslanmaz yüzey parlaklığını ve yapısını korur
- Temizleme için harcanmakta olan zaman en aza indirgenmiştir olur
- Temizlik elemanları kullanımında 70% oranında kazanç sağlanır
- Paslanmaz çelik yüzeylerin sudan, kirden yağdan ve parmakizlerinden korur.

Paslanmaz çelik ile üretilmiş olan elemanlar çok kolay leke ve kir gösterir ve aynı zamanda çok zor temizlenirler. Nano krom ve paslanmaz çelik kaplamaları ile her yüzey ideal ve kolay bir şekilde kaplanabilir, temizlik açısından da kolayca temizlenebilir hale gelmektedir. Nanoteknolojik paslanmaz çelikten üretilmiş olan yeni nesil kapı kolları ve lambalar ev içerisinde kullanılan metal ev eşyalarında restoranlardaki ve benzeri kamuya açık

mekânlardaki kadar sık olmasa da temizlenmesi gerekmektedir. Bu temizliği özellikle ulaşılması zor alanda kısa zamanda yapabilmesi için nanoteknolojik özelliğe sahip olan krom ve paslanmaz çelik yüzey malzemelerinin kullanılması gerekmektedir (Yalçın, 2010).

4.1.1.6 Cam

Özellike dış cephe kaplamalarında karşılaşmış olduğumuz fotokatalist malzemeler nanoteknoloji kullanılarak üretilen dış cephe malzemeleridir. Her ne kadar dış cephe olarak uygulaması daha yaygın olsada iç mekânda da en az dış mekândaki kadar kullanım alanları tasarımcının belirleyeceği sınırlara bağlıdır. Fotokatalist özelliğe sahip nano cam yüzey kaplamaları TiO_2 içeriğin nano ölçeklerdeki parçacıklar ile birleştirilmiş şeklindedir. Yüzey üzerinde uygulanmış olan nano ölçekteki fotokatalitik filmler gün ışığının etkisinin altında, fotokatalist yüzeyde su temas açısı derece derece azalmaktadır. Uygulanan yüzey ihtiyacı yeterince gün ışığı etkisinde kaldığı sırada yüzey mükemmel su tutucu özelliğine ulaşmaktadır. Bu sayede de su damlacık şeklini kaybeder fakat yüzey üzerinde düzlemsel olarak kalmaya devam eder. Titanyumdioksitin özelliklerinden biri olan su tutma özelliği yer çekimi ile birleştiğinde kirin ve toz parçacıklarının yağmur yardımı ile giderilmesini sağlamaktadır. Bu sayede otomatik olarak kendi kendini temizleyebilme özelliği meydana gelmiş olur. Uygulanmış olan nano malzemenin yüzeydeki kalıcılığı uzun sürelidir (ortalama 6-11 yıl) ve bu sayede sürdürülebilir ve uzun vadede ekonomik olarak dönüş de sağlanmış olur. Kolaylıkla uygulanacak olan cam yüzeyin üzeri güzelce temizlendikten sonra sprey kullanılarak uygulanır ve kuruduktan sonra nano korumalı yüzey halini alırlar (Seventekin ve diğerleri, 2006).

Fotokatalist nano camlar:

- Kaplanılmış olduğu yüzeyin temiz ve yeni görünmesini sağlamaktadırlar.
- Cam yüzeyin hava kirliliğinden ve asit yağmurlarından oldukça korumaktadırlar.
- Yüzey çevre etkenler dolayısı ile oluşmakta olan kirli havayı temizlemektedirler.
- Yağmurdan sonra yüzeyde oluşan suyun bıraktığı su izi cam yüzeyde kalmaz.
- Binalarda soğutma masraflarını azaltmakta ve enerji tasarrufu sağlamaktadır.
- Yosun ve küf oluşumunu engeller.
- Antibakteriyeldirler ve yüzeydeki virüs ve bakterileri yok ederler.
- Yüzeyi UV ışınlarının vermiş olduğu zararlardan korurlar.

- Elektriklenmeye engel olularak anti-statiktir özellik gösterirler.

Foto katalist, genel tanım olarak mevcut bir katalizör tarafından hızlandırma anlamına gelmektedir. Herhangi bir katalizör belirli bir süreç içerisinde veya kimyasal açıdan tepkimede kullanılmasından sonra yapısal anlamda değişikliğe uğramamaktadır. Aynı zamanda maddenin veya organizmanın radyasyon ışınlarına duyarlılığı anlamına gelen fotosensibilizasyon anlamında gelmektedir. Bitkilerde bulunan klorofilin güneş ışınlarını tutması ve içerisindeki su ile karbondioksiti parçalara ayırmak üzere glikoz ve oksijene dönüştürmesi sürecinde olan fotosentezle fotokataliz kıyaslandığı takdirde, fotokataliz sonrasında da güçlü oksidasyon birimleri yaratıldığı görülmektedirler. Bu birimler; fotokatalist, su ve ışık yardımıyla her tür organik oluşumu parçalayarak su ve karbondioksite dönüştürmektedirler. Bu cam, gölgelikler ve perdeler anti-radyasyon sistemleri gibi alternatif bir sistem olarak düşünülebilir. Akıllı cam, büyük oranda nanomalzemelerin ve nano ölçekli kaplam sistemlerinin kullanımına dayanan çeşitli teknolojilerle üretilmektedir. Elbette yüksek masraflar ve teknik problemler nedeniyle bu camlar yaygın olarak ticari olarak kullanılmamaktadır ancak bu tür cam üreten şirketler Econtrol-glass ve Gesimat gibi markalaştırılabilir. Gelecekte endüstriyel anti-radyasyon sistemleri hariç tutulacak ve binada ısı ve günışığı daha iyi hizmet verecektir (Döşemeciler, 2012).

4.1.2 Zemin ve duvar kaplamaları

Zemin ve duvar kaplama malzemeleri, yapı sektöründe meydana gelen değişimlerden etkilenen ve inşaat sektörü ile yakından ilişkili olan ve sıklıkla kullanılan malzemelerdir. Bu nedenle insanların zemin ve duvar kaplama malzemeleri ile ilgili beklentilerin her geçen gün hızla artmakta, piyasaya yeni özellikte pek çok yeni malzeme çıkmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte artan ihtiyaçlar ve bilinçsiz tüketim doğal kaynaklı hammaddelerin azalmasına sebep olmaktadır. Bu durum, endüstrinin her alanında doğal malzemelerin yerine kullanılabilecek yapay malzemelerin üretimini zorunlu kılmaktadır. Üretilen yapay malzemeler, yapı endüstrisinde önemli kolaylık sağlarken, yeni yapım tekniklerinin ortaya çıkmasına da neden olmuştur. Geçtiğimiz yıllar içerisinde, yüksek basınç yardımı ile üretilen lamine kaplamalar sektörde önemli bir yere gelmiştir. Bu yöntem ile üretilen yeni nesil kaplamalar, yoğun sıkıştırılmış ahşap levha üzerine koruyucu ve farklı tasarımlarda dekor amaçlı tabakalar yapıştırılarak ve daha sonra su ve neme dayanıklı farklı bir alt tabakanın

eklenmesi ile oluşturulmaktadır. Laminat kaplamaların en önemli avantajı: ahşap görüntünün elde etmek istenildiği yerlerde, nemin yoğun olduğu kısımlarda da kullanılıyor olmasıdır.

Yeni kullanım alanı bulunan diğer bir malzeme de kuvars esaslı kompoze taşlardır. Yapısının %95'ini kuvars oluşturan bu taşlar yaya trafiğinin yüksek olduğu mekânlarda kullanılmaktadır. Aşınmaya dayanıklı, estetik görünümlü, leke tutmayan, asit ve bazlara dayanıklı bir malzemedir. Akrilik reçine ve özel olarak formüle edilmiş portland çimentosunun bir karışımı olan "Betoflex Akrilik" sistem de yeni bir malzeme grubunu oluşturmaktadır. Bu sistem çimentonun sertliğini, akriliğin dayanıklılığını, zemin kaplama m² fiyatları ekonomikliğini ve bağlama gücünü bir araya getirerek uzun ömürlü bir malzeme olarak üretilmiştir. Teraslar, Balkonlar, havuz kenarları, girişler kullanım alanlarını oluşturmaktadır. Malzeme özelliklerine ilişkin bilgi edinme malzeme seçimindeki en önemli ve öncelikli adımlardandır. Ancak malzeme seçiminde kullanılacak alanın özellikleri; malzeme özelliklerine karar verme açısından büyük önem taşımaktadır. Zemin ve duvar kaplama malzemelerinin doğru bir şekilde seçilmesi kadar, doğru bir şekilde uygulanması da önemlidir. Bunu için kaliteli malzeme, uygun ve yeterli araç-gereç, kalifiye eleman, kaliteli işçilik kullanılmalıdır. Ayrıca kullanım aşaması da zemin ve duvar malzemeleri açısından büyük önem taşımaktadır. Seçilen zemin ve duvar kaplama malzemelerinin görünümünün uzun süre korunması için dikkatli kullanılması ve malzemenin türüne bağlı olarak gerekli periyodik bakımlarının düzenli yapılması gerekmektedir (Gür, 2010).

4.1.3 Yanmaya karşı dayanıklı elemanlar

İnşaat ve konut güvenliğinin vazgeçilmez bileşenlerinin başında gelen yangına karşı dayanıklılık ve yangın güvenliği mekânların tasarımları yapılırken üzerinde özellikle durulması gereken bir konudur. Yangına karşı korumayan ve yangının mekân içerisindeki etkisinin gecikmesine neden olan malzemeler açısından, nanoteknolojinin önemli bir katkısı yangına karşı koruma sağlayan nanokompozit malzemelerdir. Yeni nesil nanoteknolojik yöntemler kullanılarak üretilen aerosil yapılı yangın yalıtım malzemeleri, yangın korumasında önemli bir role sahiptir ve çok yönlü faydalar sağlayan bir malzeme olmaktadır. Malzeme, iki ya da daha çok cam takviyeli katman içerisinde dolgu malzemesi olarak kullanılır ve yangına dayanıklı nanokam üretimi sağlar. Gözlükler arasındaki jel benzeri ara tabakalar aleve maruz kaldıklarında opak olurlar ve nanokam ateşe karşı korunması için ısı

yalıtımı elde edilir. Nano cam'ın uzun süreli yangın direnci, aynı zamanda mukavemeti, hafifliği, yüksek ışık geçirgenliği, ultraviyole ışınlarına direnç ve pozitif direnç olumlu özellikleridir. Yangın koruma sağlayan nanokompalar, özellikle çok katmanlı ofis binalarında, ayrıca koridorlarda, fuar alanlarında ve mutfaklar gibi birçok alanda tercih edilir. Yangın emniyetinin önemli olduğu farklı binaların bazı bölümlerinde de kullanılmaktadır (Gür, 2010).



Şekil 4.7: Deutsche post merkez ofisi (Gür, 2010)

4.1.4 Çizilmeye ve aşınmaya karşı dayanıklı elemanlar

Ahşap, metal ve bazı seramik türleri gibi bazı malzemelerde çizikleri önlemek için bazı boyalar veya vernikler olsa da yeterince iyi sonuç vermezler ve negatif özelliklere sahiptirler. Aşınmayı ve çizilmeyi önleyebilen nanokapsüllerin UV ışınlarına penetrasyon, kir tutma ve

kolay silinebilme gibi yeni özelliklere sahip olması, kullanımlarının ve terich oranlarının artmasına neden olmuştur. Yeni nesil nano kaplamalar aynı zamanda bakım gerektirmeden kolay bir kullanım, sağlar ve kolay temizlik ve temiz bir görünüm sağlar.

Nanoteknoloji tarafından malzeme endüstrisine getirilen yenilikler ve gelişmeler açıkça görülmektedir. Nanoteknoloji ve nano teknolojik malzemeler görüldüğü üzere hayatımızın neredeyse her kısmında kendine özgü farklı özellikleri sayesinde bizlere oldukça fazla faydalar sağlamaktadır. Bu bağlamda nanoteknolojik malzemeler ısı yalıtımından tutun, havanın temizlenmesine kadar bir hayatımızın birçok alanında bizlere faydalar sağlamaktadır. Bu faydalar kimi zaman kullanım kolaylıkları sağlamakta, kimi zaman dayanıklılığı sayesinde uzun ömürlü ve bir bakıma sürdürülebilir olmakla birlikte, kimi zaman sağlık bakımından sağlamış olduğu faydalar sayesinde yaşamamızı oldukça kolaylaştırmaktadır. Nanoteknolojinin kullanım alanı dediğimiz zaman en önemli kullanım alanımız olan yaşam alanımızı ele aldığımızda nanoteknoloji ve mimarlığın yanı mekânların ve yaşam alanlarımızın iç içe geldiğini görülmektedir (Kasap,2012).

4.1.5 Tekstil

Nanoteknoloji tekstil ürünleri içerisine de girmiştir. Tekstil ürünlerinde nanoteknolojinin kullanılması ile birlikte tekstil dalları içerisindeki birçok alanda bu konu ile ilgili olarak çalışmalar hızlandırılmıştır. Nanomalzemeler bir, iki ya da üç boyutlu olabilirler. Tek bir boyuttaki nanomalzemeler, kaplamaları (2-3 nm - < 100nm arasında değişebilmektedir) veya çok ince yüzey filmleri alanında da kullanılmaktadırlar. İki boyutlu nanomalzemeler içerisine, karbon nanotüpleri veya nanolifler dâhil olmaktadır. Uzun gemilerinde, havacılık sektöründe, otomobil sanayisinde ve balistik tekstil ürünlerinin üretimlerinde kullanılmaktadır. Üç boyutlu olarak ele alınan nano yapıdaki malzemeler yumuşatma, antimikrobiyal, kir ve yağ itme özellikleri, güç tutuşurluk, final işlemleri gibi çok geniş bir alanda kullanılmaktadır. Bir diğer yandan, polimer malzemelerin üretimleri sırasında mikrokapsül olarak içlerine uygulanarak farklı tasarımlarda da kullanılabilmektedirler. Alüminyum oksit, titanyumdioksit, magnezyum oksit ve çinko oksitin sentetik lifler içerisine eklenme sureti ile fotokatalitik etk, elektriksel iletkenlik, UV korunumu ve fotooksidasyon özellikleri kazanabilmektedirler. Fotooksidasyon özelliği biyolojik veya kimyasal maddelerden koruyucu kumaşlarda dekontaminasyon ile ilgili kullanım açısından oldukça

uygundurlar. Metallerde oluşan oksitlenmelere ve nanopartiküllere ilişkin yapılan yoğun çalışmalar ile birlikte sağlık alanında ve askeri alanda kullanımları oldukça yaygınlaşmaya başlamıştır. Antimikrobiyal olma, UV koruması sağlama ve kendi kendini temizleyebilme özelliklerine sahiptirler. Örnek vermek gerekir ise, titanyum malzemesinin kumaş içerisindeki liflere uygulanabilmesi sayesinde UV ışınlarından oluşan leke oluşumlarının engellenebilmesi amacına yönelik kullanılabilmektedir.

Genellikle dolgu malzemesi olarak kullanılmakta olan naylon liflerinin etkili bir biçimde UV korunumunun yanı sıra antistatik özelliğe sahip oldukları da bilinmektedir. Aynı şekilde kir iticilik işlemlerinde de bu özellik avantaj olarak kullanılabilmektedir. Nanopartikülleri kullanılarak yeni nesil üretim teknikleri ile üretilebilen kompozit özelliğe sahip nano lifler kendi kendilerini temizleyebilmenin yanı sıra kendi kendini sterilize etme özelliği de göstermektedirler. Nanopartiküller aynı anda büyük boyutlardaki parçacıklara nazaran daha büyük yüzey alanı sağlamaktadırlar. TiO_2 ve benzeri nanoparçacıklar, life elektrostatik yöntemi, lif çekimi sırasında veya spreyleme yöntemine göre uygulanmaktadır. Nanoteknolojinin tekstil üzerinde kullanım yöntemlerinden bir diğeri ise yanmazlık özelliğidir. Nanopartikül maddeleri içerisindeki yangına dayanıklılık gösteren parçacıklar naylon malzeme içerisine uygulandığında 6,6 oranında yanmaya dayanıklılık sağlamış olduğu belirtilmektedir. Örnek olarak naylon 6,6 lifleri içerisine fonksiyonel olarak nanomalzeme eklendiğinde, kömür oluşumunu desteklediği ve ısı açığa çıkarma oranının düştüğü görülmektedir. Fosfor içeren birleşikler ile birleşim halinde ise, yine kömür oluşumunun engellendiği görülmektedir (Almeán ve diğerleri, 2016).

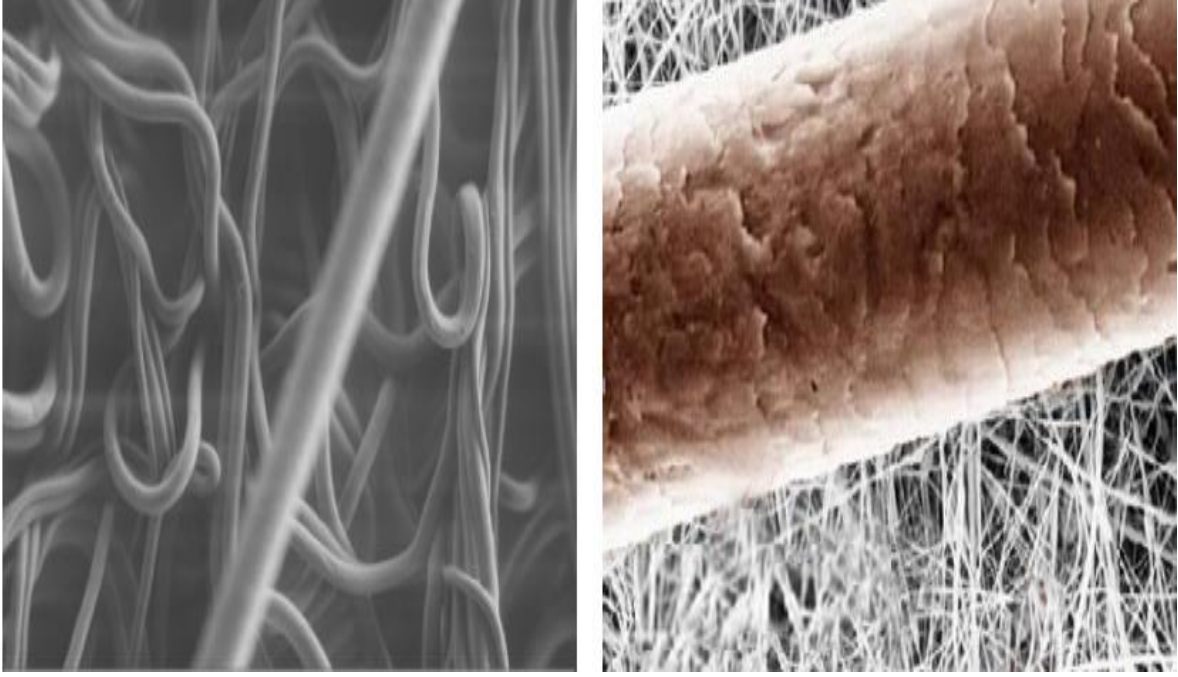
Nanoparçacıklar, tekstil malzemeleri içerisine uygulandığında, koku ve biyosidlerin kontrollü salınımını desteklemektedir. Yeni nesil yöntemler kullanılması ile birlikte antimikrobiyal nanokapsüllerin ve liflerin modifikasyonu ile bakteri oluşumun önüne geçilmiştir. Bu uygulama yöntemlerine benzer olarak, kokuları absorplamada da nano parteküller kullanılmaktadır. Kore’de “Mipan Nano-Magic Silver” adı ile üretilmekte olan yeni antibiyotik özellikli lifler içerisine, gümüş metali nanopartikül formunda polimerizasyon işlemi sırasında eklenmektedir. Uygulama sonucu üretilmiş olan bu lif antibiyotiklik açısından son derece olumlu sonuçlar vermiştir. Bu liflerdeki mukavemetlerinin % 50 oranında artmış olduğu görülmüş ve aynı zamanda normal

poliesterden 30 kat fazla nem emilimi kapasitesine sahip özellik göstermektedir. Üretilmiş olan yeni nesil bu lifler genellikle iç çamaşırları yapımında kullanılmaktadır. Nanoteknolojik iplik yaklaşık olarak 20 katmandan oluşmakta, tabakalarının kalınlığı ise 50 nm civarında olmaktadır. Aynı yöntemler ile üretilmekte olan nano boyutlu naylon iplikleri de aynı oranlarda üstün nem emilimi özelliğine sahiptir.

Nanoteknoloji yalnızca nanoteknolojik liflerin üretimlerinde değil aynı zamanda kimyasal finalize etme işlemlerinde de kullanılır. Nano boyutlarda ve hassasiyetlerde üretim sağlamakta olan emülgatörler ile birlikte daha hassas bir şekilde aplikasyon ve daha düzgün üretimler yapılabilmektedir. Hidrofilik, kir iticilik, antistatik olma özelliği, buruşmazlık ve çekmezlik gibi çok çeşitli gelişmiş performans özellikleri kazandırılabilir. Nanoteknolojinin buruşmazlık ve finalize etme işlemlerinde kullanıma başlanmasıyla birlikte kumaşlar 10 nm boyutundaki parçacıkların işlenmesi ve bu küçük parçacıkların selüloz bağlantılar ile birlikte sıvıların içeri girişine izin vermemektedir. Bu olay kavramsal olarak lotus etkisine benzetilmektedir.

Lotus etkisi, mikro yapıdaki hidrofob yüzeylere bağlı olarak birçok bitkide görülebilmektedir. Pürüzsüz yüzeyler üzerine temas açısı ortalama olarak 110° iken, mikron oranlardaki pürüzlülük ortalama 170° temas açısı ile gerçekleşmekte ve süper hidrofobluğa seviyesine ulaşmaktadır. Bu gibi durumlarda suyun adhezyon sağlayabilmesi için gerekli alan büyük oranda azalmakta ve damla ile her bir boşluk arasındaki su kristalleri hapsolmaktadırlar. Nanopartiküller ile gerçekleştirilen uygulamaların sonrasında ortaya çıkan kondenzasyon ile suyun adhezyon etkisinin daha kalıcı hale geldiği belirtilmektedir. Silikon içerikli yumuşatıcılar, mikro ve makro emülsiyon durumundaki kumaşlara uzun zamandır uygulanmaktadırlar. Makroemülsiyonlar 150 nano metre altında, mikro emülsiyonlar ise 50-150 nano metre aralığındaki parçacıklardan oluşmaktadırlar. Yeni nesil yöntemler ile parçacık boyutundaki silikon içerikli yumuşatıcı maddeler de pazardaki yerini almışlardır. Nanometrik boyutlarda kristalin piezoseramik parçacıkları aracılığı ile işlenmiş olan kumaşlar bir sensör özelliği gösterebilmektedirler. Piezoseramik parçacıklar mekanik kuvvetleri elektriksel sinyallere dönüştürürler. Bu tür kumaşlar özellikle cilde yakın giysilerin üretiminde kullanılırlar ise eğer kullanıcıların kalp atışları ve kalp ritimleri gibi vücut fonksiyonlarının rahatlıkla gözlemlenmesine olanak sağlayacaklardır. Nanoteknoloji

uygulamaları akıllı tekstiller alanında da kendi kendini onarabilme ve kendi kendini temizleyebilme şeklinde karşımıza çıkmaktadırlar (Büyükakıllı, 2018).



Şekil 4.8: Nanoliflerin mikroskop altındaki görünüşleri (Prakash Khude, 2017)

Klasik yöntemler ile üretilen kaplamalardan farklı bir şekilde üretilen ve yeni bir teknoloji de nano içerikli kaplamalar dır. Bu kaplamalar kimyasal moleküllerin malzemeler içerisinde nanometre kalınlıklarında ve kendiliğinden bir araya gelebilen mono tabakalardan oluşmaktadır. Nanometrik kaplamaların kalınlıklarının yanı sıra yoğunlukları ve düzgünlükleride önem taşımaktadır. Sınırsız düzeyde ince bir tabaka oluşturabilmek için teknik yaklaşımlardan biri de kumaşı öden bir işleme tabi tutmaktır. Bu sayede yükler orantılı bir şekilde dağılım gösterecek ve zıt yüklerde istenen kimyasal maddeler elektrostatik kuvvetlerle adapte olabileceklerdir. Yapılacak olan ön işlemlerden biri olarak plazma, kimyasal işlemler ve iyon implantasyonu kullanılabilir. Nanopartiküller ve polielektrolitler, farklı fonksiyonel özellikler kazandırmada en çok kullanılan yöntemlerdendir. Nanoteknolojik kaplamalar ile ilgili olarak seramik, kalay oksit kullanımı sayesinde spektral kumaşların kullanımı ile ilgili çalışmalar devam etmektedir (Dilber, 2010).

4.1.6 Mobilyalar

Gelişen teknolojik ve ekonomik parametreler ile birlikte nanoteknolojinin kullanımının yararları daha çok anlaşılmaya başlanmıştır. Kullanım alanları açısından oldukça geniş bir yelpazeye sahip olan nanoteknolojik malzemeler ahşap, cam, seramik, çelik vb. birçok yüzey üzerinde sağlıklı bir şekilde kullanılabilir. Teknolojinin de ilerlemesi ile birlikte nanoteknolojik gelişmelerin özellikle aygıt üretimlerinde ve malzeme üretimlerinde etkili olması beklenmektedir. Nano ölçeğe farklı işlevlere sahip olan malzemeler ile üretilen aygıtlar ve aygıtların makroskobik boyutlarındaki malzeme içine yerleştirilmesi sayesinde üretilen bu yeni nesil aygıtların kusursuzlaştırılması sağlanacaktır. Nanomalzemelerin boyutsal olarak daha nano boyutlarda olması sayesinde daha hafif ve daha sağlıklı şekillerde programlanabilir malzemeler olması, üretim sürecinde daha az enerji gereksinimi, daha az malzeme kullanımı ve atık malzeme üretmemesi gibi yararlar nano boyutlarda üretimlerin sağlamış oldukları nemli faydalardır. Nanoteknolojik gelişmeler ile birlikte çevre konusu da, dünyadaki bütün ülkelerin öncelikli temel politikaları arasında giderek ön sıralara yerleşmeye başlamıştır. Üreticilerde de bu hassasiyetlere uygun üretim yöntemlerine doğru bir yönelim söz konusudur. Bu kapsamda hammadde tercihinde ve üretim metotlarında birçok yenilik meydana gelmiştir. Mobilya endüstrisi de son yıllarda hem ülkemizde hem de dünyada ciddi ilerleme kaydeden endüstrilerden birisidir.

Mobilya üreticileri hem tüketicinin beğenisini kazanmak hem de kaliteli ürünü daha ekonomik düzeyde üretebilmek için arayış içerisinde. Bu bağlamda nanoteknoloji kullanılarak üretilmeye başlayan mobilyalar geleneksel yöntemler kullanılarak üretilen ürünlere göre daha hafif ve çevreci olmakla birlikte daha mukavemetli, yanmaya ve rutubete karşı daha dayanıklı malzemelerin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Nanoteknoloji kullanılarak üretilen mobilyaların hem dayanıklı hem de sürdürülebilir olması kaçınılmazdır (Özdoğan ve diğerleri, 2006).



Şekil 4.10: Dış mekânda su itici kaplamalı mobilya örneği (Leydecker, 2008)

Nanoteknoloji kullanılarak üretilen yeni nesil yüzey kaplamaları ve tutkallar, büyük oranda çürüme dayanımı ve rutubete karşı dayanıklılık sağlayabilmektedirler. Bu sayede özellikle ahşap malzemelerin kullanım ömürleri kendiliğinden uzamaktadır. Yapı malzemelerin başında gelen çelik ve beton ile rekabet göz önüne alındığında yapısal güvenlik ve yangın korunumu önemli bir konu olarak göze çarpmaktadır. Yeni mimari projelerde kullanılmakta olan VOC emisyonlarının indirmesi, çevresel olarak oldukça önem teşkil etmektedir. Mühendislik kullanılarak üretilmekte olan ahşap kompozitlerinden VOC kompozitlerinin emisyonu çevre açısından oldukça önemli bir sorun haline gelmiştir. VOC'lerin emisyonunun azaltılabilmesi hususunda nanoteknoloji çeşitli farklı çözüm şekilleri ortaya koymaktadır. İçeriğinde formaldehit bulunmayan yüksek performans sağlayan reçinelerin üretilmesi ahşap sektöründeki en önemli buluşlardan biri olabilir. Ahşap malzemelerin korunabilmesi rutubet ile doğrudan bağlantılıdır. Bu amaca hizmet verecek ticari amaçlı birçok ürün mevcuttur (Leydecker, 2008).



Şekil 4.11: Nano ahşap yüzey (Özdoğan ve diğerleri, 2006)

Ahşap içerikli malzemelerin yangına karşı korunum sağlayamaması, inşaat sektöründe ahşap stürüktürler üzerinde geniş kullanım olanakları sağlayamamaktadır. Farklı kullanım alanlarına yanıt verecek şekilde çok fazla birbirinden farklı malzeme kullanımı yerine tek bir malzeme üzerinden birden çok gereksinime yanıt verebilen malzemeler önemli ölçüde fayda sağlayacaktır. Örneğin; UV direnci artırılan ahşap yüzey malzemesi, yanmayı geciktirme ve yüzeyin aşınmasına karşı korunum sağlama ve aynı zamanda kendi kendini onarabilmesi mümkün hale gelmesi beklenmektedir (Sankar, 2015).



Şekil 4.12: Nano tezgâh yüzey (Kazma, 2018)

Enerji tüketimini azaltabilmek üzere, üretilecek olan her bir ürün için daha az hammaddeye ihtiyaç duyabilmek ve üretilmekte olan ürünlerin bozulmalarını minimuma indirebilmek özellikle çevresel açıdan önem teşkil eden orman ürünleri göz önüne alındığında oldukça önemlidir. Bıçak ağızlarının ve kesici sistemlerin sertliklerinin güçlendirilebilmesi için metal matris teknolojisi kullanılmaktadır. Bu sayede ahşapların işlenmesi sırasında meydana gelen atık malzemeler azaltılabilmektedir. Bu tarzdaki kullanım şekilleri özellikle sanayi makineleri üzerinde oldukça yaygın şekilde kullanılmaktadır. Her alanda olduğu gibi orman ürünlerinin işlenmesi endüstrisinde maliyetin önemi göz önünde bulundurulduğunda oldukça fazla önem kazanmaktadır. Yeni nesil teknoloji olan nano uygulamalar sayesinde ahşap

yüzeyler üzerinde kuruma süresini azaltabilmek, ahşap yüzeylerin dayanıklılıklarını daha çok arttırabilmek amacı ile nano boyut teknolojisi üzerine araştırmalar yapılmaktadır. Ahşap ürün endistürüsünde ve yapı sistemlerinde özellikle de en çok kullandığımız malzemelerden biri olan kâğıt dönüştürülebilirliğinin geliştirilebilmesinde ve lif izleme etiketlemenin mümkün olabildiği nanoteknolojinin getirmiş olduğu avantajlardan faydalanılabilmektedir (Sankar, 2015).

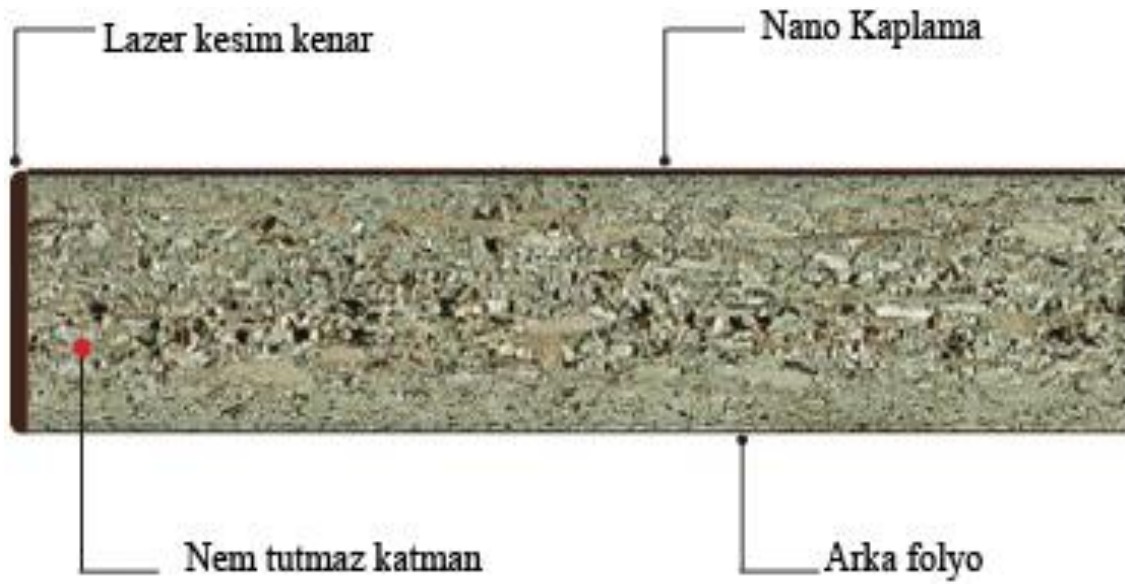
4.2 Mutfak Tasarımında Nanomalzemelerin Kullanımı

Havacılık, uzay araştırmaları, enerji ve bilimsel çalışmalar dâhil olmak üzere birçok alanda kullanılan nanoteknoloji ve nanoteknoloji kullanılarak üretilen, güneş kremleri, kendini temizleyen camlar, deterjanlar, cephe kaplamaları ve tekstil malzemeleri gibi birçok malzeme üretilmektedir. Son zamanlarda nanoteknolojik malzemelerin kullanım açısından sağlamış olduğu faydaların daha çok farkına varılması ile birlikte kullanımları alanları git gide genişlemeye başlamıştır. Nanoteknolojinin iç mekân mobilyaları üzerinde kullanılmaya başlanması ile birlikte de kısa bir sürede nanoteknoloji mutfaktaki tasarımındaki yerini de almıştır. Nanoteknolojik mutfak tasarımına başlamak için, nanoteknolojiyi belirli bir teknoloji olarak değil, mutfak tasarımının içerisindeki birçok alanı etkileyecek geniş tabanlı bir teknoloji olarak ele almak gerekmektedir. Mutfak tasarımına başlanan andan itibaren kullanım alanı içerisine zeminden, duvar yüzeyindeki seramiklere ve hatta mutfaklar içerisinde kullanılan hazır ev aletlerine kadar birçok alanda nanoteknolojinin kullanımı sağlanabilmektedir. Nanoteknolojik malzemelerin kullanılmasındaki belki de en önemli faydalardan biri antibakteriyel oluşudur. Örneğin; mutfaklarda, çoğumuzun kullanmış olduğu su filtresi ile donatılmış bir lavabosu vardır. Bu filtre, suya kötü bir tat veren mikroplar ve bileşikler temizler. Tıpkı bir filtre gibi işleyecek olan nanoteknolojik malzemelerin mutfak içerisinde kullanılması ile birlikte mutfakların hiç olmadığı kadar sağlığa uygun ve antibakteriyel olacaklardır. Nanopartiküllerin içerisinde bulunan gümüş iyonları sayesinde mutfağın neredeyse her kısmı antibakteriyel özellik gösterecektir. Özellikle gümüşün antimikrobiyal özellikleri, nanoteknolojik malzemeleri en yaygın kullanılan malzemelerden biri yapmaktadır. Organizmaların hücre duvarına giren ve toksik hale gelen gümüş iyonlarını serbest bırakır ve bakterileri öldürür. Gümüş nanopartiküllerin artık çatal bıçak takımı, yüzeyler, buzdolapları, kapı kolları, evcil hayvan kapları ve neredeyse mutfağın her yerinde kullanım olanağı bulunmaktadır (Sankar, 2015).



Şekill 4.13: Nano ahşap tezgâh malzemesi (Kazma, 2018)

Yirmi yıllık bir dönem zarfında nano kaplama uygulamaları, organik malzemeler için de en iyi korumayı sağlayacak ve 21. yüzyılın kimyası halini alacaktır. Reçine ve çözücünün özel bir karışımından üretilen, reçinenin tamamen ahşap içine girmesine izin vermektedir. Yüzey içerisine oturmak yerine, üzerinde uygulanan reçine suya dayanıklı, uzun ömürlü, koruyucu bir yüzey oluşumunu sağlar ve bu sayede, grileşmeyi ortadan kaldırırken, yosun ve yosunların oluşumunu tamamen ortadan kaldırmaktadır. Nanopartiküller, zemin ve mutfak tezgâhı gibi ısıya dayanıklı ve kendi kendini temizleyen yüzeyler hazırlamak için de kullanılabilmektedirler. Silikon dioksit veya titanyum dioksit nanopartiküllerini içeren bu yapılar çok ince bir kaplama şeklinde uygulanarak, yüzey üzerinde zaman ile oluşabilecek olan çizilmeleri ve su lekelerinin oluşumunu engellemektedirler. Nanopartikül filmler görülemeyecek kadar ince bir yapıya sahiptirler ve bu sayede uygulandığı ürünün orijinalliğini kaybetmemesini sağlamaktadırlar. Malzemeler ayrıca çok düşük ısı iletkenliğine sahiptir ve bu sayede ısıya da oldukça dayanıklıdırlar. Nano kaplamalar, mutfaklarda kullanmış olduğumuz kimyasal temizlik maddelerini kullanımınızı azaltır ve uzun vadede bakım maliyetlerini azaltırlar. Daha az temizlik ve bakım gerektirdiğinden, nano kaplamalar kullanılarak üretilen mutfaklar, geleneksel yöntemler kullanılarak tasarlanmış olan mutfaklara nazaran iş yükünü ve bu sebeple kaynaklanacak olan temizlik ürünlerinin maliyeti düşürme potansiyeline sahiptirler (Keough, 2015).



Şekil 4.14: Nano kaplanmış tezgâh malzemesi kesiti (Kazma, 2018)

Yakın dönemdeki ufukta yer alan başka bir nanoteknoloji piyasası katı hal soğutmadır. Bu teknoloji üzerinde çalışan bir şirket Austin, Texas NanoCoolers. toksik olmayan bir sıvı metali dolaşan küçük bir elektromanyetik pompa kullanarak, herhangi bir mekanik hareketli parça kullanmadan cihazları soğutmak için bir yöntem geliştirmektedir. Bu ilerlemenin büyük ölçüde daha küçük buzdolaplarına yol açması bekleniyor ve yarının mutfağında önemli miktarda yer kaplaması beklenmektedir Ayrıca nanoteknoloji ile üretilen ürünler yelpazesine günlük hayatımızda mutfaklarımızda sıklıkla kullanmış olduğumuz nanoteknolojiyle üretilen tencerelerde dâhil olmuştur. Nanoteknoloji ile üretilen tencerelerde pişen yemeğin karbon salınımını sıfırladığı için doğal tadının kalmaktadır. Bu tencerelerde yemeğin uzun süre bozulmadan saklanabilmekte ve üretilen ürünler aynı zamanda gözede hitap etmektedir. Ayrıca mutfaklarımızın vazgeçilmez yüzeylerinden biri olan tezgahlarda da nanoteknoloji kullanılarak malzemeye çizilmezlik, ısıya dayanıklılık ve anti bakteriyel özellik katılabilmektedir (Şekil 4.16). Nanoteknoloji kullanılarak üretilen ürünlerin ömründe ise 3 ila 30 kat artış olmaktadır. Nanoteknolojik malzemelerin mutfaklarda kullanımı ile ilgili genel olarak sağladıkları faydalara ve kullanım şekilleri:

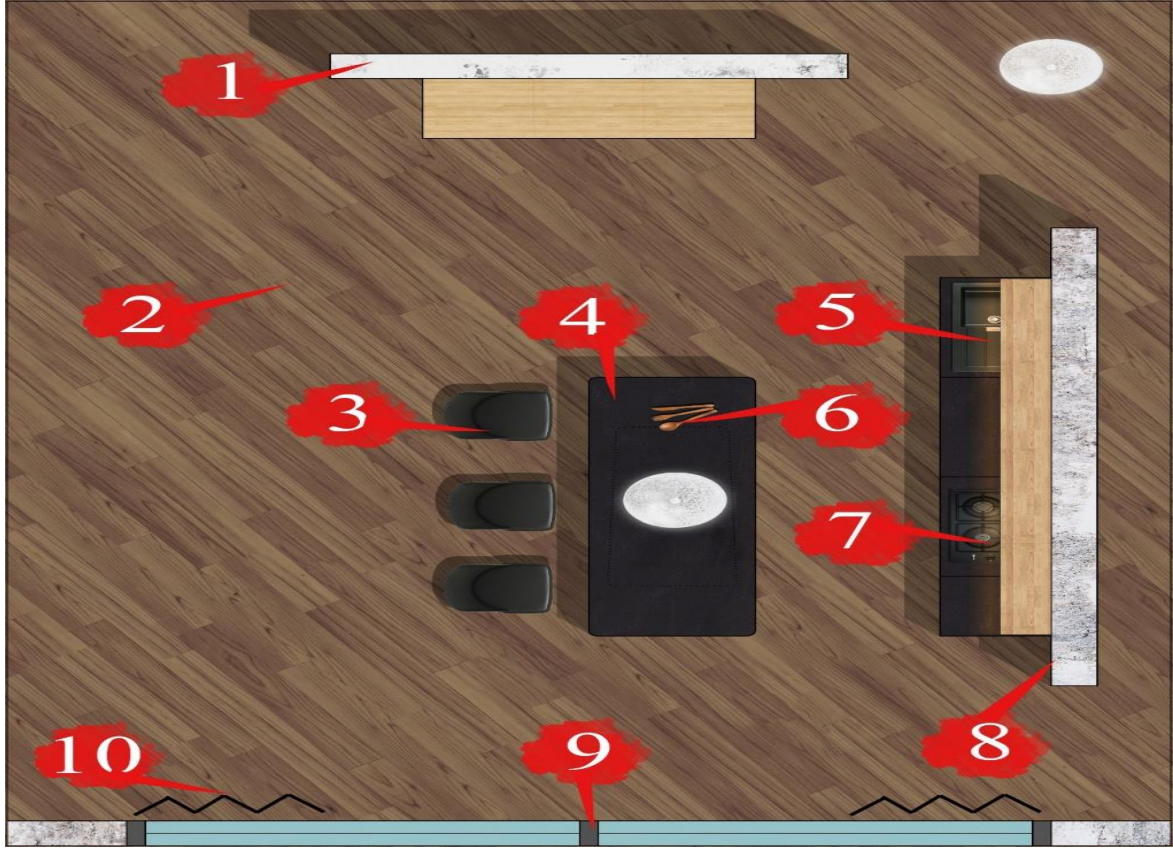
- Mat yüzeyleri sayesinde ışığın yansımalarını engellerler.
- Yüzeyde oluşması muhtemel çiziklere karşı dayanıklıdırlar.
- Parmak izi ve suyun yüzeyde kalması nedeniyle oluşacak lekelerin oluşumunu engellerler.

- His olarak uygulanan yüzeylerde yumuşak bir hissiyat sağlamaktadırlar.
- Isıya oldukça dayanıklı yüzeyler elde edilmesini sağlamaktadırlar.
- Suyu yüzeyde tutmaması sayesinde ahşapla suyun temasını kesmektedirler.
- Uygulanan yüzeylerin antistatik olmasını sağlamaktadırlar.
- Kolay temizlenebilen ve kir tutmayan yüzeyler oluştururlar.
- Mutfakta bulunan seramik, cam, ahşap, çelik, zemin yüzeylerinin tümünde kullanılabilirler.
- Kendi kendilerini temizliyebilme özelliğine sahiptirler.
- Aynı zamanda ısı yalıtımı sağlayan malzemeler oldukları için yanmaya karşı dirençlidirler.
- Çevre dostu malzemelerdir.
- Mükemmel yoğunlukta renk derinliği sağlamaktadırlar.
- Her türlü gıda ürününün teması için uygun yüzeylerdir.
- Antibakteriyel olmaları sayesinde sağlığımız için uygundur.
- Uygulanan yüzeyler uzun ömürlü oluşu sayesinde sürdürülebilirlerdir.

Öncelikle bir ürün veya mekân tasarımı gerçekleştirilirken, her zaman tasarlanan ürünün kullanıcıları ve onların ihtiyaçları düşünülmelidir. Bu aşamada mutfaklar için tasarım aşamasında aklımıza gelen ilk ve en önemli şeylerden biri, ürünlerimizin sağlıklı, uzun ömürlü ve bakımlarının kolay olmasıdır (Uldrich, 2005).

Nano kaplamaların mutfağımıza girmesi ile birlikte, kolay temizlenebilen, uzun ömürlü ve sağlık açısından hiçbir risk teşkil etmeyen mutfak tasarımları ortaya çıkmaktadır. Nanoteknolojinin mutfaklarımızda ve evlerimizde kullanılmaya başlanması ile de yarının evlerinde benzer radikal ilerlemelere yol açması kaçınılmaz bir hal alacaktır.

4.2.1 Günümüz mutfağı için örnek bir çalışma



Şekil 4.15: Nanomalzeme uygulanmış mutfak planı (Kazma, 2018)

- 01- Duvar: Hidratasyonu hızlandırmak için kullanılan duvar nanomalzemesi
- 02- Zemin: Nanoparteküllü çizilmeye ve aşınmaya dayanıklı nano ahşap zemin
- 03- Kumaş: Suyu geçirmeyen ve havayı temizleyen nano kumaş yüzeyi.
- 04- Tezgâh: Çizilmeye, aşınmaya karşı dayanıklı ve parmak izi tutmayan tezgâh malzemesi
- 05- Lavabo: Nanoparteküllü akrilik evye.
- 06- Aksesuar: Antibakteriyel kaşık.
- 07- Ocak: Kir tutmasını engelleyen ve çizilmeyen nano paslanmaz ocak.
- 08- Duvar Seramiği: Antibakteriyel ve kolay temizlenebilen duvar seramiği.
- 09- Pencere: Kendi kendini temizleyen ve fotokromatik pencere.
- 10- Perde: Havayı temizleyen kumaş.

Şekil 4.16: Mutfakta nanomalzemelerin uygulanması (Kazma, 2018)



Şekil 4.17: Nano mutfak görünüşü (Kazma, 2018)

NANOTEKLONOJİK YÜZEYLER	1	2	3	4	5	6
Isıya karşı dayanıklı yüzey.						
Mükemmel renk yoğunluğu.						
Antistatik yüzey özelliği.						
Suya karşı dayanıklı.						
Küf oluşumuna karşı dayanıklı.						
Yansımayan yüzey.						
Dayanıklı yüzey oluşumu.						
Çizilmeye karşı dayanıklı.						
Darbe emici özellik.						
Antibakteriyel yüzey özelliği.						
Yiyeciklere uygun yüzey.						
Soft touch özelliği.						
Paslanmaz yüzey.						
Parmak izi bırakmama özelliği.						

Şekil 4.18: Mutfakta nanoteknolojinin sağladığı faydalar (Kazma, 2018)

4.2.1.1 Tasarımın amacı

Nanomalzemelerin hayatımıza girmesi ile birlikte kolay temizlenebilen ve kendi kendini temizleyebilen, hava kalitesini artıran ve havayı temizleyen, ısı yalıtımı sağlayan, buhar oluşumunu engelleyen, UV ışınlarına ve güneşe karşı korunma sağlayan, parmakizi tutmayan, yangın korunumu sağlayan, aşınmayan ve çizilmeyen yüzeyler gibi özellikleri daha önceki bölümlerde ele alınmıştı. Üçüncü bölümde açıklanan nanomalzemelerin, kolay temizlenen, kendi kendini temizleyen kalitesini artıran ve havayı temizleyen, yangına karşı direnç gösterebilen, antibakteriyel, duvar yazısı, parmakizi tutmayan, aşınmayan, çizilmeyen yüzeyler, nanokompozitler ve nanotüpler gibi başlıklar altında incelenen özelliklerini mutfak mekânında kurgulanarak uygulama yüzeylerini bütünsel anlamda incelenecektir. Bu bağlamda mutfak tasarımı yapılırken hangi nano ürünün mekânın hangi bölümünde kullanılacağı doğru bir şekilde tasarlanmalıdır. Mutfak tasarımı yapılırken nanoteknolojinin yardımıyla yüzeylere istenilen biçimde işlev kazandırmak daha kolay yöntemlerle mümkün olmaktadır. Bu sayede malzemeler daha akıllı ve mekân da istediğimiz sonucu rahat elde etmemizi sağlamaktadır. Mutfak tasarımında malzeme ve işlevsellik ilişkisi bakımından uygulama aşamasında malzemenin kimliğini ve nerede nasıl uygulanacağını doğru tespit edebilme ve bunu ön görebilme önemlidir. Yapılan bu çalışmada mutfak tasarımında hangi özelliğin mekânın hangi birimine nasıl uygulandığını göstermek ve mutfak tasarımına sağlayacağı avantajları değerlendirmek amaçlanmıştır.

4.2.1.2 Mutfakta kullanılan nano yüzey malzemeleri

Nanoteknolojinin ve nanoteknolojik malzemelerin evlerimizde kullanılmaya başlanması ile birlikte, geleneksel yöntemler ile üretilen ve hali hazırda evlerimizde kullanmakta olduğumuz malzemelerin yerini alması çok da uzun sürmemiştir. Günümüzde özellikle gelişmiş ülkelerin ilgi odağı konumuna gelen konuların başında gelen nanoteknoloji ve nanoteknolojik maddeler 2,000'den ticari üründe kullanılmaktadır. Evlerimizin en sık kullanmakta olduğumuz mekânlarından biri olan mutfaklar da bu geniş nanoteknolojik malzeme yelpazesinden payını almaktadır.

Mutfaklar üzerinde kullanımı açısından nanoteknolojik malzemeleri değerlendirmek gerekirse uygulanabilirliği açısından mutfağın neredeyse her kısmında kullanılması mümkün olmaktadır. Tasarımı yapılmaya başlanılan herhangi bir mutfakta kullanıcıların ihtiyaçlarına

yönelik olacak doğrultuda, mutfak zeminleri üzerinde, duvar boyaları veya duvar kaplamaları üzerinde, pencereler ve cam yüzeylerde, mutfak mobilyalarında, aydınlatmalarda kısacası mutfağın tasarımı ile ilgili olan kısımların neredeyse her alanında nanoteknolojiden faydalanılabilmektedir.

4.2.1.1. Zemin

Nano zemin kaplama malzemelerinin, beton yüzeyler, hazır seramik malzemelerinin yüzeyleri, ahşap veya lamine parke zeminler dâhil zemin üzerinde birçok alanda kullanım olanağı vardır. Nanoteknolojik zemin kaplamaları genellikle mineral içerikli malzemelerin kirlenmelere ve aşınmalara karşı dayanıklı olmaları için kullanılmaktadırlar. Kaplamaların içeriğindeki nano parçacıklar o malzemenin ömrünü arttırmaktadırlar. Nano zemin kaplaması çamura ve balçığa karşı, yağ lekelerine, nemli yaprak kirlerine örneğin kırmızı şarap gibi besin maddelerine, çizilme olasılıklarına, ıslak hacimlerde suya karşı korunum sağlar. Özellikle inşaat sektöründe beton, çimento ya da binaların dış cephelerinde olduğu gibi gözenekli malzemeler için çoklu işleve sahip ve görünmez bir sızdırmazlık ürünü olarak kullanılmaktadırlar. Nano zemin malzemesi yüzeye ilk tatbikinizden sonra her tür gözenekli yüzeyde görünmez, su sızdırmaz, UV ışınlarına karşı dayanıklı bir yüzeye dönüşmektedir (Kalyoncu, 2013).

Nano zemin malzemesi aynı zamanda sağlığa uygunluk açısından sağlamış olduğu faydalar bakımından özellikle mutfaklarda öncelikle mevcut beton yüzeyin üzerine uygulanmakta ve bakterilerin fazla olduğu yüzeylerin kapatılmasında sıklıkla kullanılmaktadır. Malzeme uygulandıktan hemen sonra bakteri ve mikroplar çimentonun ve betonun içine nüfuz etmelerinin önüne geçilmiş olmaktadır. Çamur, balçık, kir, su, leke ve bakteriler yüzeye yapışmazlar, su ile kolayca temizlenebilirler ve yüzeye nüfuz edemezler. Böylelikle uygulanan zeminlerin temizliği kolayca yapılabilmekte ve bakterilere maruz kalınmadığı için hastalıklar önlenabilmektedir. Bu sayede ise mutfaklarımızın temizliğinde maliyetli temizlik malzemelerine ihtiyaç duyulmamaktadır. Günlük evlerimizde kullanmış olduğumuz mutfak yüzeyleri harici özellikle endüstriyel mutfaklarda yani oteller ve restoran mutfaklarında, büyük tesislerde, yemekhanelerde ve benzeri mekânlarda zeminin kir, yağ, kırmızı şarap ve diğer maddelerden dolayı kirlenmelerine karşı nano yüzeyler uzun süreli bir korunur.

Nanoteknolojik zemin kaplamalarında balmumu, silikon ve yağ mevcut değildir. Uygulanmış olan yüzeylerin hava almaları engellenmez. Üzerleri bir kere kaplanan yüzeyler ortalama 15 yıl koruma sağlar.

Nanoteknolojik zemin malzemelerinin avantajları:

- Güçlü temizlik malzemelerin kullanılmasına gerek kalmaz
- Balçık ve kir nedeni ile oluşan lekelere karşı korunum sağlar
- Beton ve çimento üzerine dökülen yağlar yüzeyde tutunamazlar
- Temizlik açısından kaybedilen zamanın önüne geçilir
- Ortalama olarak 15 yıl süre sızdırmazlık özellik gösterirler
- Malzemelerin uygulanmış olduğu yüzeyler su ile kolayca temizlenir
- Mikroğ ve bakteri oluşumuna karşı mükemmel bir korunma sağlar
- Yüzey üzerinde çok ince bir tabaka oluşturur ve gözle görülür değişiklik olmaz
- Kullanım şekilleri oldukça kolay ve basittir.

4.2.1.2 Duvar

Nano boyalar, nanoteknolojinin kullanılması ile üretilen bir boya çeşididir. Nanoteknolojik duvar malzemelerinden boyalarda minerallerin ve metallerin nano ölçeklerde farklı özellikler elde etmesi ve kazanılan yüksek temas alanı sayesinde birçok geleneksel boya özelliklerine bir attı olarak farklı özellikler katılmaktadır. Yapılan nanoteknolojik özellikler ile nano özellikli duvar yüzeylerinde kullanmış olduğumuz boyalar, düşük elektrik akımı, güneş ışığı veya ısı karşısında gösterdikleri tepkiler ile enerjinin depo edilebilmesi, kendi kendine temizleme, renk değiştirme gibi pek çok yeteneğe sahip olmaktadır.

Özellikle iç mekânda çoğunlukla kullanılan boyalar nanosoft boyalardır. Mutfaklarda kullanılan nanosoft boyalardaki başlıca özellikler ise, kendi kendini temizleyebilme, , parmak izi tutmama, yanmazlık, UV ışınlarına karşı direnç, toz tutmama, çizilmezlik, havayı temizleme, nem ve suya karşı bariyer özelliklerin yanı sıra yüzeyin nano boyuttaki pürüzlülüğü mikropların üremesini engelle gibi özelliklerdir. Nano boyaların bu özellikleri kullancıların gereksinimlerine ve kullanılacak olan mekânlara göre farklılıklar gösterebilmektedir. Nano boyaların geleceği açısından sağlığa uygun olma, suya ve küfe dayanıklı olma, ısı yalıtımı sağlama gibi özelliklerin yanı sıra, ilerleyen zamanlarda nano

boyalardan en büyük beklenti havayı temizleme ve enerji depolama yönünde olması beklenmektedir.

Günümüzde daha az enerji kullanmak, temiz enerji kullanmak önümüzdeki 20 yıl içinde hızla şekillenmesi ve yaygınlaşması sürdürülebilir mekânların üzerinde daha çok durulması beklenmektedir. Teknolojik gelişmelerinde hızlı ilerleyişi sayesinde fotokatalitik boya sektöründeki gelişmelerde hızla artacaktır. Adından da anlaşılacağı üzere sonsuz kaynak olan güneş ışığı(foto-) ve iletken yarı iletken ve nano metaller binaların geniş yüzeylerini kaplayarak binalar için gerekli enerjiyi toplayacaktır. Nano kompozit iç mekân kaplamaları, nanokütle özelliğine sahip mimari alanda sıklıkla kullanılan çok katlı kaplamalar ve süper kaplamalar ile pasif işlevsellikli nanograsyonlu kaplamalar gibi nanoteknoloji ile sentezlenen, ancak çevrelerindeki değişikliklere aktif olarak cevap verebilme kapasitesi olan yeni nesil çok fonksiyonlu kaplamaların geliştirilmesi şu an için gelişmekte sayılan bir teknolojidir. Bu kaplamaların kullanımının yaygınlaşması gelecekteki yüksek teknoloji "akıllı" kaplamaların üretimi ve geliştirilebilmesi için önemli bir adım olacaktır. Nano kaplamaların mutfaklarda en sık kullanıldığı kısımlar ise, ocaklar, endüstriyel mutfak malzemelerini ve mutfaklarımızda sürekli olarak kullanmış olduğumuz temizlemenin sıklıkla yapıldığı kısımlardır (Kalyoncu, 2013).

Nano boyaların mutfaklarda sağlamış olduğu faydalar:

- Yangın geciktirici olmaları,
- Kendi kendini temizleyebilmeleri,
- Koku giderme ve havayı temizleme özellikleri,
- Küf, bakteri ve mikrop oluşumunu önleme'dir.

Nano boyalar iki bileşenli kimyasal nanoteknoloji içerikli bir karışımdır. Nano boya ile yağ ve su itme özelliği yüzeylerde oluşmaktadır. Sinek böcek artıklarının, kirin ve diğer oluşmakta olan kirlenmelerin yüzey üzerine tutunmasını engeller. Nano boyalı yüzey oldukça kolay temizlenebilen bir hale dönüşür. Uygulanmış olduğu yüzeylerde hava şartlarına karşı dayanıklılık sağlar ve parlaklığı korurken aynı zamanda paslanmanında önüne geçer. Ayrıca alkalik ve asit ile yüzeyde oluşacak olan deformasyonlara karşı dayanıklıdır.

Nano yüzey kaplamaların mutfaklarda sağlamış olduğu başlıca avantajlar:

- Yıkama makinelerine ve basınçlı buharlı yıkama aletlerine karşı dayanıklıdır
- Kirin ve kurumuş böceklerin yüzeyden kolayca temizlenebilmesini sağlamaktadırlar
- Ağaç reçinesine ve sebzelerin çürümesi sonucu oluşan küflere karşı koruma sağlar
- Temizlik maddelerinin kullanımı en aza indirgenmiş olur
- Görsel olarak yüzeylerin yapılarında herhangi bir değişiklik oluşmaz
- Kir oluşumuna karşı çok uzun bir koruma sağlamaktadırlar
- İç ve dış mekânlar harici otomobillerden elektronik aletlere kullanımları çok geniştir
- Uzun ömürlü bir korunum sağlamaktadırlar (Kalyoncu, 2013).

4.2.1.3 Doğramalar

Mutfaklarımızda kullanmış olduğumuz yüzeylerin başında ahşap malzemeler gelsede gerek pencerelerimizde, gerek mutfak dolaplarının kapaklarında gerekse davlumbaz aspiratör, fırın vb. yerlerde sıklıkla cam temizliği ve cam yüzeylerin buulanması ile ilgili sorunlar oluşur. Geleneksel yöntemler kullanılarak üretilmiş olan cam yüzeyler belirli bir zamandan sonra parlaklıklarını kaybeder ve mat bir yüzeye dönüşürler. Bunların nedenlerinin başında cam yüzeyin maruz kaldığı organik pisliklerin asidik etkisi, buharın yüzeyde bırakmış olduğu lekeler, kirecin korozyon etkisi, temizlik maddeleri ve güneşten yayılan kızıl ultraviyole ışınlarıdır. Çevresel faktörlerin tümü camlarınızın eski görüntülerini kaybetmelerine neden olarak ve cam yüzeylerin mat bir hal almasına neden olmaktadır Bu tür lekelerle karşı marketten satın alınan bir temizlik ürünü ile yapılan temizlik cam üzerinde kalmış olan lekeyi temizleyecektir. Ancak temizlenmesine rağmen uzun sürede cam yüzeyin solmaya başladığını ve daha zor temizlendiğini hatta bazı lekelerin giderilemediğini göreceksiniz. Malzemelerin üzerinde lekelerin oluşması için her malzeme türüne göre belirli açılar vardır. Örneğin; silikon bir yüzeye leke değme açısı 86-88° arasındayken bu oran cam yüzeylerde <15° şeklindedir. Nano teknoloji lekeyi kaydırıcı ve cam koruyucu formülündeki aktif parçacıkların camın yüzeyindeki tüm gözenekleri kaplaması ve yüzey üzerinde oluşturduğu yeni nano tabaka ile camlarınızın daha parlak bir görünüme kavuşmasını sağlar. Lekelerin daha yüzeye temas etme aşamasında yüzeyde oluşturmuş olduğu bu tabaka sayesinde yüzeye

leke bırakılmayacak bir aç ı oluşturur ve leke o yüzeyi daha değmeden teğ et geçmek zorunda kal ır. Nano cam yüzeyşer koruma etkisinin yan ısıra onarım özelliğ ine de sahiptirler. Hatta eskimemiş camlarda dahi göz alıcı ve daha parlak bir etki sağ lamaktadır. Bu sayede mutfaklarımız hiç olmad ığı kadar sağıklı ve kolay temizlenebilir aynı zamanda uzun ömürlü olurlar (Sankar, 2015).

4.2.1.4 Mobilya (tekstil, masa yüzeyi, tezgâh yüzeyi)

Nanoteknolojinin potansiyel olarak avantajlarının kullanılması ile birlikte kullanılan yüzeylerin performansı en fazla olacak şekilde, çevre dostu, yeni nesil, sağıığa zararlı etkileri azaltılmış ürünler halini alması sağ lanmıştır. Mobilya üzerinde özellikle ahşap yüzeylerde güçlendirilmiş ahşap dokulu malzemelerin üretiminin gerçekleştirilmesi ve ürün yelpazesine eklenmesi ile birlikte mobilya sektöründeki üreticilerin hem yurt d ışı nda hem de yurt içinde olarak uluslararası pazarlardaki yarış da gücü artır ılabilmektedir.

Nanoteknolojinin ahşap yüzeyler üzerinde kullanılması ahşap malzemelerin üretilebilmesi için tamam ı ile yeni yöntemler geliştirmek için yeni bir etki alan ın ortaya çık masına neden olmaktadır. Kapsam ı oldukça geniş olan yeni nesil veya geliştirilmiş ahşap esaslı malzemelerin üretilmesi nanoteknoloji sayesinde mümkün olabilmektedir. Nanoteknoloji, kâğıt üretimleri ve hammadde üretiminden kompozit ürünleri için yeni uygulamalara, fonksiyonel nanoboyutta lignoselüloziklerin yeni nesillere kadar genişleyen bütün yönleriyle orman ürünleri endüstrisini dönüştürebilmektedir. Son zamanlarda sıklıkla kullanılmakta olan hammaddelerin modifiye edilmesi suretiyle nanoteknolojinin endüstriyi güçlü bir şekilde etkileyebileceğ i belirtilmektedir. Mutfaklarda özellikle, mutfak dolaplarımız genellikle mdf yani yumuşak veya sert ahşap kalıntılar ını parç alayıp ahşap life çevirdikten sonra, yüksek basınç ve ısı altında reçine ve mum tutkal ile oluş an levha şeklinde tasarlanmış ahşap ürünler kullanılır. Ya da suntalam yani, sunta üzerine bir takım hammaddeler kullanılarak (tutkal vb.) suntaların üzerlerinin kaplanması sağ lanan ahşap plakalar ve kaplanan bu suntalar üzeri lamine iş leminden sonra suya dayanıklı ve yanmaz ve hale getirilen yüzeyler kullanılmaktadır.



Şekil 4.19: Nano koltuk kumaşı (Almeán ve diğerleri, 2016)

Geleneksel yöntemler kullanılarak üretilen suntalam ya da mdf malzemelerin mutfaklarda kullanımı malzeme kalitesi ve üretim şekline göre değişiklikler göstermekte ve kullanışa da bağlı olarak çok uzun ömürlü malzemeler olmamaktadır. Özellikle ahşabın mutfaklardaki baş düşmanlarından biri olan suya karşı mdf veya suntalam yüzeyler çok direnç gösterememekte ve bu nedenle zaman içerisinde malzeme içerisinde şişmeler oluşmakta ve bu şişen kısımlar içerisinde bakteriler ve böcekler yuva yapmaktadır. Kaçınılmaz son gibi görünen ahşabın suyun karşısında yapmış olduğu bu davranış nanoteknolojik tutkal malzemelerinin, nanoteknolojik yüzey kaplamalarının ahşap dokular üzerinde uygulanmaya başlaması ile birlikte tarihe karışması beklenmektedir.

Nanoteknolojik malzemelerin kullanılması ile çizilmeye karşı dayanıklı, su geçirmeyen, ısıya dayanıklı ve antibakteriyel yüzeylerin mutfaklarımız için sağlayacağı faydalar saymakla bitmez mutfak malzemesi olarak mdf ve suntalam üzerinden değerlendirmiştik. Değerlendirilen olduğumuz yüzeyler içerisinde aynı şekilde mutfak tezgâhları üzerindeki, ahşap yüzeyler, çimstone, corian, mermer, granit gibi mutfak masalarımızın üzerinde kullanmış olduğumuz yüzey kısımları da geçerlidir. Özellikle tezgâhlarda sıklıkla

karşılaşılan durumların başında çizilmezlik, ısıya dayanıklılık ve sağlığa uygunluk gelmekte ve çoğu zaman kullanıcı hataları ya da başka nedenlerden kaynaklı sorunlar ortaya çıkmaktadır. Nanoteknolojik tezgâh malzemelerinde bu durum oldukça kolay uygulanabilir bir şekilde kolayca ortadan kaldırılabilir. Nanoteknolojik yüzey malzemelerin tezgâh üretimi aşamasında malzemeye uygulanması ile birlikte mutfak tezgâhları antibakteriyel, ısıya ve yanmaya dayanıklı, çizilmez ve yiyecekler için uygun yüzeyler halini alacaklardır.

Mutfaklarda nanoteknolojik mobilyalar üzerinde yoğun şekilde kullanılmaya başlanan bir diğer kısım ise tekstil malzemeleri üzerinde yapılan çeşitli uygulamalar ile nano kumaşlar elde edilmesidir. Nanoteknoloji kullanılarak daha önce hayal bile edemeyeceğimiz, inanılmaz fonksiyonlara sahip kumaşlar elde edilmektedir. Üzerine, bir bardak meyve suyu veya şarap dökülen koltukları, sandalyeler ve hatta el bezleri yâda kıyafetler dâhil olmak üzere nanoteknolojik malzemelerin suyu itme özelliği ile birlikte yüzeyin kirlenmesine engel olmaktadır. Akıllı kumaşlar olarak adlandırabilecek bu yüzey teknolojileri ile kir tutmayan kumaşlar, ıslanmayan yüzeyler, ısı yalıtımı ve benzeri özellikler kazandırılmaktadır. Bunun dışında yapılan çalışmaların ilerlemesi ile birlikte renk değiştirebilen veya ısıya, neme duyarlı olan kıyafetlerin geliştirilmesi, askeri giysiler, çok işlevli elyaflar, yüksek performanslı spor giysileri, koruyucu hastane elbiseleri gibi birçok alanda nano kumaşların hayatımıza daha fazla girmesi beklenmektedir.

4.2.1.5 Aydınlatma

İnsanoğlu doğal veya yapay fiziksel çevre ile iç içedir. Mimarlık ve iç mimarlık ise bu alanda mekân kullanıcılarının her türlü mahremiyet, konfor vb. gereksinmelerine cevap vererek çevreyi yeniden şekillendiren en önemli alanlardan biridir. Yapay çevrenin şekillendirilmesinde en önemli etmenlerden biri olan doğanın korunumu ve doğal kaynakların en iyi şekilde kullanılabilirliği ilkesine dayanan sürdürülebilir tasarım, enerji etkin tasarım ilkesi ile kaynak ve enerjilerin etkin kullanılmasını amaçlamaktadır. Tasarımcıların sürdürülebilir mimarlık bağlamında, sağlıklı bina ve malzeme kullanımı, sosyolojik ve çevreyi koruma açısından duyarlı alan kullanımı ve aynı zamanda da sanatsal kaygılarımıza yanıt olabilecek çözüm arayışlarında bulunmaları gerekmektedir. Yapay enerji kaynaklarının etkin şekilde kullanılması göz önüne alındığında yapay çevre ile elektrik ve mekanik sistemlerinin otomasyonu, enerji yönetiminin gerçekleştirilmiş olduğu

sürdürülebilir enerji kaynaklarından maksimum yararlanılan pasif sistemler olarak tasarlanmaktadır. Günümüzde özellikle iç mekânlarda sağlıklı yaşam koşullarının sağlanması için kullanılan enerjinin payı, tüketilen enerjinin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Bu oran genellikle tasarımcıların ve ülkelerin gelişmişlik düzeyleriyle doğru orantılı şekilde değişmektedir. Bu bağlamda iç mekân tasarımında mutfakların aydınlatma sistemleri etkin olmayan olarak tasarlanmasında etkili olan faktörler tasarım süreçleri ve ölçekler bakımından dikkatlice alınmalıdır.

Tasarlanacak olan mutfak ele alınırken, yerleşim ölçeğinde uygulanacak olan yerin seçimi, kullanılacak olan malzemelerin seçimi, uygulamada kullanılan yöntemler, pencerelerin ve yüzeylerin sahip olduğu saydamlık oranı, doluluk ve boşluk ilişkisi göz önünde bulundurulmalıdır. Bu bağlamda doğrama ve camların konumlanması, biçimleri, yansıtıcılığı, pencerelerin ışık geçirgenliği, bakım ve doğrama çarpanı faktörleri hacimde elde edilen gün ışığı miktarları ile dağılımı açısından belirleyici olmaktadır. Ayrıca tasarım ile bütünleştirilecek gelişmiş günışığı sistemleri, güneş kontrol araçları da hacimdeki doğal aydınlatmanın nitelik ve niceliği üzerinde direkt olarak etkili olacaklardır. Enerji etkin aydınlatma tasarımında, doğal aydınlatma sistemleri ile yapma aydınlatma sistemleri birbirini tamamlar ve biçimde bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilmelidir. Bu bağlamda, kullanılacak olan aydınlatma sistemlerinde özellikle mutfaklarda günışığından etkili bir biçimde yararlanarak yapay aydınlatma sistemlerini minimum düzeyde kullanarak tasarım yapmak ve enerji yüklerini azaltmak mümkün olabilmektedir ve bu sayede aynı zamanda binadaki ısıtma ve soğutma yüklerinin de azaltılmasına yardımcı olunmaktadır (Feidehans, 2015).

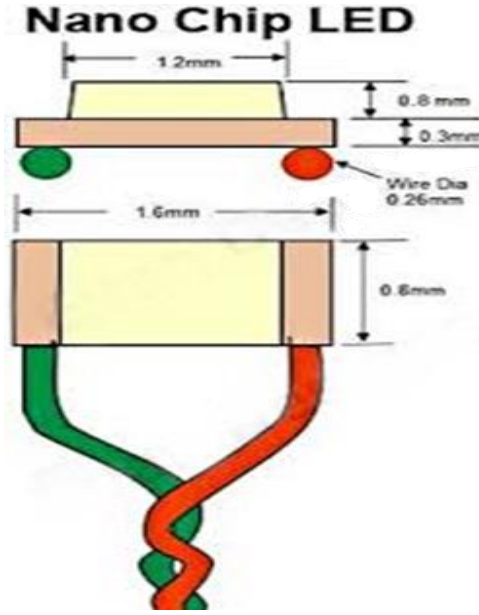
Geleneksel yöntemler kullanılarak tasarlanan hacimlere tepe açıklıkları ve gün ışığı alınmasını sağlayan pencereler, görsel ve iklimsel konfor koşullarını sağlamada yetersiz kalmaktadır. Bu bağlamda mutfaklarda, bütünleşik aydınlatma sistemlerini oluşturan elemanlar ile nanoteknoloji kullanılarak üretilmiş olan gelişmiş led teknolojileri, nanoteknoloji kullanılarak üretilmiş olan kabloların tasarıma dâhil edilmesiyle enerji tasarrufu açısından büyük faydalar sağlanacaktır. Nanoteknoloji bilindiği üzere biyoloji, elektronik ve bilgisayar alanı gibi çok fazla alanda yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu bağlamda daha çok aydınlatma önerileri oluşturmak amacıyla kullanılmakta olan

nanoteknolojik aydınlatma en alışılmadık biçimlerde umut verici bir grafik ortaya koymaktadır. 20. yüzyıl'da geline bu noktada biyolojik veya organik aydınlatmada uygulama aşamasında daha iyi performans ve daha az maliyet gösteren LED' ler üzerinde önemli araştırmalar yapılmaktadır. Nanoteknolojik mekânlarda kullanımsal özellikleri bakımından aynı malzemeler ile kontrolü sağlanabilir başka bir dalga boyutlarında ışıma elde etme özelliği, kuantum noktacık katkılı organik LED (ışık yayan diot) yapılmasına imkân sağlamaktadır. Kuantum parçacıklı yapılarında küçük optik dalga boylarına erişmek ve bu sayede yeni aydınlatma elemanları meydana getirebilmek mümkündür. Son zamanlarda kuantum noktacıkları sayesinde, nano mavi LED'ler ve lazer'ler üretilmiştir. Kullanımının yaygınlaşmış olduğu bu mavi ışık büyük ekranlı tabelalar, aydınlatma, tıbbi teşhis elemanları ve fotolitografi sistemleri gibi birçok uygulama alanları bulunmaktadır. İç mekânları aydınlatmada sıklıkla kullanılmakta olan ve "tungsten" adı ile bildiğimiz ampullerin kullanımları nanoteknolojideki ilerlemeler le birlikte yakında tarihe karışması beklenmektedir. Nanoteknoloji ile üretilmiş olan LED'lerin kullanımları ie birlikte büyük ölçüde enerji tasarrufu sağlayan nanoteknolojik ampuller üretilmektedir.

Nanoteknoloji ile birlikte oldukça fazla verimlilikte aydınlatma elemanları elde edilecek yeni nesil ampullerin kullanılması ile birlikte daha az enerji kullanılacak ve enerji tasarrufu sağlanacaktır. Sadece bir renk vermek üzere kullanılmakta olan LED'lerin beyaz ışık vermesi için, birçok dalgaboyunda ışık yayan bu diyotlar halini alabileceklerdir. Günlük yaşamımızda kullanmış olduğumuz klasik tarz olan ve Edison tarafından icat edilen ampuller, ısınan telin elektrik akımı sayesinde yaymış olduğu ışıkla birlikte aydınlanma sağlamaktadırlar. Nanoteknolojik araştırmalar ile geliştirilip üretilen nanokristalli LED içeren ampuller ise elektrik enerjisini direk ışığa çevirmektedirler. Yeni nesil nano ampüllerin, aydınlatmada %90 tasarruf sağlayacağı ve 23 yıl ömrü olabileceği belirtilmektedir. Bu yolla küresel ısınma sorunu kısmen hafifletilecek ve sürdürülebilirlik açısından çevreye oldukça faydalı olacaklardır. Üretilen bu LED aydınlatmaların iç mekânlarda kullanılması sayesinde yüksek performanslı ve verim elde edilebilecektir (Ateş, 2015).

Daha az enerji tüketimi ile daha fazla bir aydınlatma oranı sağlanabileceği için de enerji tüketiminde de doğru orantılı olarak azalma görülecektir. Bu durum ise efektif olarak

doğanın daha sağlıklı olmasını sağlayacak ve karbondioksit salınımını azaltacaktır. Aşağıda verilmiş olan Şekil 4.1.21’de nano LED’lerde kullanılmış olan nano çiplere örnek olarak bir görsel verilmiştir.



Şekil 4.20: Nano led detayı (Ateş, 2015)

Nanoteknoloji kullanılarak üretilen, mutfak aletlerinin, ledlerin, ocak ve benzeri elektronik aletlerin elektrik tasarrufu sağlaması kaçınılmazdır. Özellikle mutfaklarda yaygın olarak kullanılmaya başlanan nano LED’ler sayesinde ev ekonomisine etkili bir şekilde katkı sağlanacaktır. Nano iç mekân aydınlatma elemanlarının zaman içerisinde gelişmesiyle birlikte aydınlatma elemanlarına bağlantı sağlayan kablolar ile ilgilide çeşitli çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Danimarkadaki bilim adamlarının yapmış olduğu bir araştırmaya göre nanoteknoloji ile üretilmiş olan kablolar, nano LED’lerin geleceğini oluşturabileceklerdir. Niels Bohr Enstitüsü’nde yapılan bir araştırmaya göre nanoteknoloji kullanılarak üretilen LED’ler daha iyi ışık sağlıyor ve daha az enerji harcıyorlar. Bilim adamları yapılan araştırmalar sırasında X-ray mikroskopik incelemeye nano kablolarla çalışmışlar ve bu metot sayesinde bir nanoteknoloji kullanılarak üretilen kabloların mükemmel özelliklere sahip olabilmesi için nasıl tasarlanması gerektiğini saptamışlardır. Yapılan araştırmaların sonuçları ise ACS Nano bilim dergisinde de resmi olarak yayınlanmıştır. Nanoteknolojik kablolar elektronik açıdan, 10-500 nano metreye

kadar ve iki mikrometre bir mikrometre bir milimetrenin 1000’de biri kadardır yüksekliğinde kadarlardır. Kısacası geleneksel yöntemler kullanılarak üretilmiş olan kablolarla oranla oldukça küçüktürler Teknolojinin de ilerlemesi ile birlikte yeni nesil nano kablolar ve yeni nesil iç mekân aydınlatmalarının, elektronik ev eşyalarımızdan tutun mutfaklarda kullanmış olduğumuz beyaz eşyalara kısacası evimizin her noktasında kullanımının yaygınlaşması kaçınılmazdır (Kutlu ve diğerleri, 2010).

4.2.2 Geleceğin mutfağı için öneriler

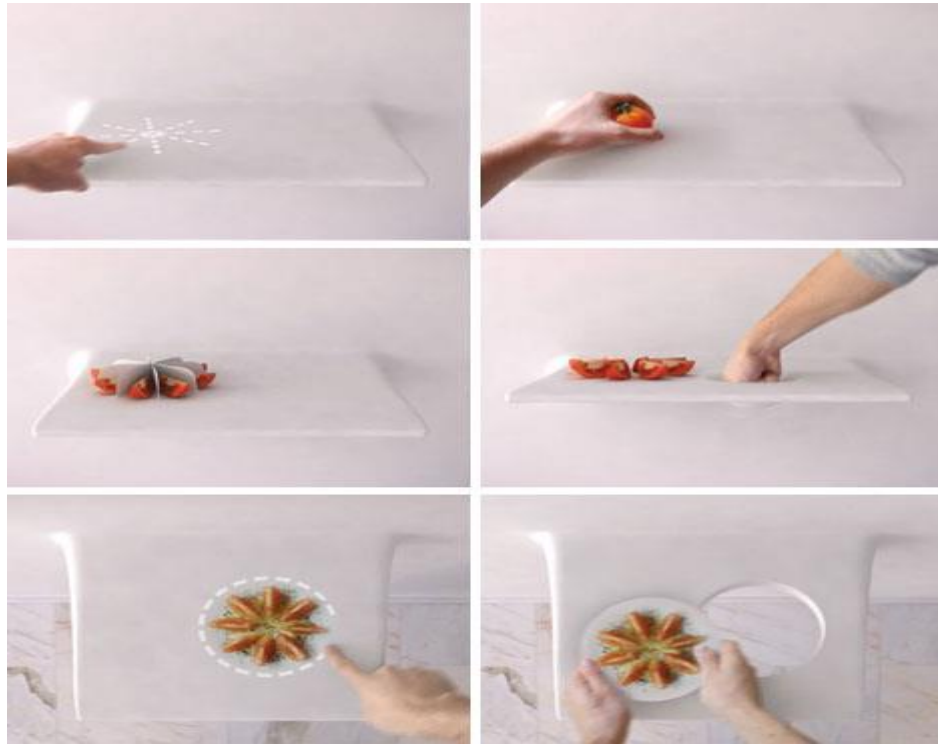
Geleceğin nano mutfakları, makrodünyada üretilen mutfaklardan çok farklı olacağı neredeyse kesin bir gerçektir. Özellikle fiziğin kuantum prensiplerinin geçerli olduğu nano mutfaklarda, malzemeler alışlagelmiş olan yapılarından çok farklı şekilde davranmaktadırlar. Nano ölçekte malzemelerin yapılarının değiştirilmesi ile birlikte ince bir cam yüzeye çekiç ile vurulmasına rağmen kırılmaz bir hale dönüşebilmektedir.

Mutfaklarımızda geleneksel yöntemlerle üretilmiş olan malzemeler nanoteknoloji ile birlikte reaksiyona girdiğinde, ahşaplar suya, çizilmeye ve küf oluşumuna karşı dayanıklı olmakta, ocaklarda oluşan yağ, kir, pas gibi lekeler temizlik malzemesi bile gerektirmeden yok oluyor, mutfak tezgâhlarımız antibakteriyel özellik kazanmakta ve yanmaya karşı dayanıklı bir hal almaktadır. Kısacası geleneksel yöntemler kullanılarak üretilen mutfaklarda bize kullanım açısından çıkan bütün hataları nanoteknoloji neredeyse tamamen ortadan kaldırmaktadır.

Nano moleküler teknoloji sayesinde dünya üzerinde bulunan her maddenin elde edilebileceği, eskisinden farklı özelliklere sahip olarak yeniden üretililebileceği, kusursuzlaştırılmış yeni özelliklere sahip olabileceği, performansının ise mükemmel düzeylere ulaşabileceği beklenmektedir. Atomların moleküler düzeyde nano boyutlarda üç boyutlu bir şekilde yeniden tasarlanması ile elde edilebilecek olan sonsuz yenilikler, hemen her landa kullanılabilen, malzeme, hammadde, araç ve cihazların kaderini de hızla değiştirdeğiştireceklerdir. Nano biliminin meydana getirebilecekleri öylesine uçsuz bucaksızdır ki, nanoteknolojinin kullanılamayacağı hiçbir alan, hiçbir bilim disiplini bulunmamaktadır. Devrim niteliğindeki bu bilimsel buluş, bir yandan eski teknolojilere yeni bir bakış açısı getirirken çok daha önemlisi, daha önceden mümkün olamayacakmış gibi görünen uygulamalara kapı aralamakta ve yeni teknolojilerin gelişmesine olanak

sağlamaktadır. Aynı zamanda birçok alanda kullanmakta olan malzemelerin özellikleri ve hatalı kısımları daha iyi anlaşılmış, dolayısıyla bu malzemelerin kullanılmış olduğu uygulamalarda belirgin yenilikler ve iyileştirmeler oluşturulmaya başlanmıştır.

Nanoteknolojinin sahip olduğu bu özelliklerin, neredeyse sınırsız bir gelişme potansiyelinin olması ve tasarımcıların hayal güçlerinin sınırsızlığına bağlı olması, nanoteknoloji devriminin insanlığın yakın geleceğinde yaratacağı değişikliğin sadece ana hatları ile tahmin edilebilmesine yol açmakta ve ilerleyen zamanlarda nerelere uzanabileceği hayal bile edilememektedir. Bu bağlamda Şekil 4.22’de şekil değiştirebilen nano mutfak konsepti örneği çok güzel bir örnektir.



Şekil 4.21: Yaşyan nano mutfak konsepti
(<http://filipkronmar.blogspot.com.cy/2013/05/interactive-kitchen-design.html>)

Nanoteknoloji bilimi, nano ölçekte herşeyin, geliştirilebilir, yenilenebilir, onarılabilir ve tabii mükemmelleştirilebilir olduğu gerçeğine dayanan bir bilimdir. Bu davranış aslında bir anlamda da tasarımcının hayal gücünün sınırsızlığıyla alakalı bir durumdur. Herşeyin minimalleşmeye başladığı 21. yüzyılda mutfaklarımız da nanoteknolojinin kullanılmaya başlanması ile birlikte bilim kurgu filmlerinde daha gerçekleşmesine çok zaman olduğu

düşündüğümüz nano mutfakların hayatımıza çok daha kısa sürede girmesi beklenmektedir. Nanoteknolojik mutfaklarda kullanıcının aynı zamanda tasarımcı olduğu yüzeyler, herkesin kendi kullanıcı kimliklerinin olduğu yani size özel kahvenizi sizin sevdiğiniz şekilde hazırlayabilen ve günlük rutinlerinizi tanımlayıp size göre değişkenlik gösterebilen, şekil değiştirebilen ve cevap verebilen sizinle interaktif bir etkileşim içerisinde olan mutfakların kullanılmaya başlanması belkide çok daha yakındır.

4.3 Bölüm Özeti

Geleceğin teknolojisi olarak adlandırılan nanoteknolojinin iç mekânda kullanılmaya başlanması ve nanoteknolojik malzemelerin yüzeylerde uygulanması ile birlikte kendi kendini temizleyebilen, yanmayan, çizilmeyen, antibakteriyel kısacası kendi kendini kusursuzlaştırabilen ürünlerin hayatımıza dâhil olması kaçınılmaz bir hale gelmiştir.

Nanoteknolojik malzemelerin iç mekân tasarımında kullanılmasını ele aldığımız bu kısımda, döşemelik kumaşlardan tutun ahşabın ömrünü uzatan koruyucu boyalara, paslanmayan küf tutmayan çelik yüzeylere kadar birçok ürün incelenmiştir. Özellikle konutlarda kendini temizleyen, antibakteriyel ve sağlığa uygun nanoteknolojik malzemelerin yüzeyler üzerinde uygulanması ile yaşam alanlarımızdan belki de en önemli alanlardan biri olan mutfaklarda nanoteknolojik sağlıklı yüzeylerin sağlamış olduğu faydalar ortaya konmuştur.

Mutfaklarda kullanılan nanoteknolojik yüzey malzemelerinin zemin, duvar, cam, mobilya ve aydınlatmalar üzerinde nasıl kullanıldığı, kullanım alanlarının neler olduğu örnek bir mutfak planı üzerinden değerlendirilmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda geleceğin mimarisine ışık tutan en önemli keşiflerden biri olan nanoteknolojik malzemelerin geleceğin mutfaklarında uygulama yöntemleri ve şekilleri uygulama üzerinden gösterilmiştir.

Kullanım alanının çok geniş olması, uygulanmasının çok kolay olması ve sağladığı birçok fayda açısından çok önemli bir yere gelmiş olan nanoteknoloji 21. yüzyılın gelişen ve gelişmekte olan en önemli teknolojisi konumundadır. Evrim aslında bir ilerleme gelecek nesillere daha güzel bir gelecek sağlayabilme ve kendimizi geliştirme olarak değerlendirilir ise eğer nanoteknoloji çağımızın evrimsel bir yeniliği niteliğinde olacaktır.

BÖLÜM 5

SONUÇ

Geleceğin teknolojisi nanoteknoloji, genellikle bu şekilde tanımlanan nano teknoloji ve nanoteknoloji kullanılarak üretilen malzemeler kullanım alanlarında sağlamış oldukları faydalar bakımından sıklıkla geleceğin teknolojisi olarak adlandırılmaktadır. Yapı sektöründe ise nanoteknolojik malzemeler 21. yüzyılın başlarında kullanılmaya başlandığı bilinmektedir. Yaşamakta olduğumuz bu evrede teknolojik gelişmelerin oldukça hızlı bir biçimde ilerleyişinin günlük yaşantılarımıza da hızlı bir şekilde etki etmekte olduğu kaçınılmaz bir gerçektir. Yapı sektöründe yeni yeni kullanılmaya başlanmış olan nanomalzemeler, yüzyıllardır geleneksel yöntemler ile üretilmiş olan yapı malzemelerine kıyasla gerçek anlamda aslında bir teknoloji devrimi niteliğindedir.

Günümüz teklonojisi ele alındığında nano teknolojik malzemelerin kullanım alanı bakımından neredeyse tüm alanlarda olduğu gibi yapı ve mimarlık alanında da oldukça geniş bir kullanım alanı bulunmaktadır. Nanoteknolojik malzemelerin kullanım alanları bakımından genel bir bakış açısıyla hangi alanlarda kullanıldığı yapılan incelemeler sonucu çalışmaya aktarılmıştır. Bu bağlamda nanoteknolojik malzemelerin nano mimarlık bağlamında iç mimarinin hangi kısımlarda kullanılabileceği yapılan araştırmalar ışığında incelenmiştir. Nanoteknolojik malzemelerin iç mimari alanda yapıya en somut şekilde yansması malzeme biliminde gerçekleşmektedir. Mimaride iç ve dış mekânlarda kullanılabilen nanoteknolojik malzemeler kullanıldıkları mekâna göre fonksiyon kazanmaktadırlar. Bu bağlamda mekânsal kurgu olarak ele alınmış olan mutfaklarda nanoteknolojik malzemeler ve bu malzemelerin mutfaklara sağlamış olduğu avantajlar ve dez avantajlar irdelenmiştir. Geleceğin teklonojisi olan nanoteknolojinin mutfaklarımıza etkisi ve geleceğin mutfağına örnek olarak bir çalışma yapılmıştır.

Teknolojide yaşanan gelişmelerin de etkisi ile nanoteknolojinin gün geçtikçe iç mekânlarda daha sıklıkla kullanılmaya başlanması beklenmektedir. Her geçen gün geleceği bir adım daha yakalamakta olduğumuz gerçeği ile nanoteknolojinin gücü ile mekân tasarımları yapmak ve bu tasarımları sürdürülebilir mekânlara dönüştürüp gelecek nesillere ulaşmasını sağlayabilmek gelecek ve gelecek nesiller için yapılacak en önemli adımlardan biridir.

KAYNAKÇA

- Akyol, İ. (2014). *Açık alan tasarımıında katılım yöntemlerinin etkinlik düzeyi değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.*
- Altun, A. D. T. (2007). Geleceğin mimarlığı: bilimsel-teknolojik değişimlerin mimarlığa etkileri. *Deü Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9,, 77-91.
- Ateş, H. (2015). Nano parçacıklar ve nano teller. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi.*, 3(1), 437-442.
- Avcı, G. G. (2009). İşlevsel nano kaplamalar. *Bilim ve Teknik Dergisi*, 48-49.
- Bahar, M. , Evlan, M. (2011). *Boya sektöründe nanoteknoloji*. Erişim tarihi: 25 Mart 2018. <https://www.slideshare.net/search/slideshow/mevlütbahar>
- Bardak, T. , Bardak, S. , Kayahan, K. (2016). Orman endüstrisinde nanoteknoloji. *Uluslararası Kültürel ve Sosyal Araştırmalar Dergisi (UKSAD)*, 2(2) 244-253.
- Bilgin, S. (2014). *Yapılarda kullanılan nanoürünlerin yapı biyolojisi açısından irdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.*
- Büyükakıllı, K. (2018). *Nano teknoloji kullanılarak kendi kendini temizleyen kumaş üretilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Tarsus Meslek Yüksekokulu, Mersin.*
- Caner, E. (2011). *Limestone decay in historic monuments and consolidation with nanodispersive calcium hydroxide solution. Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.*
- Cengiz, G. (2016). *Mimarlıkta sürdürülebilir nanoteknolojik malzeme kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, İzmir.*
- Cengiz, G. (2017). Nanoteknolojik malzemelerin binalarda sürdürülebilirliğe katkısının incelenmesi. *Teskon 2017 Bilimsel / Teknolojik Araştırma Bildirileri*. 3(1) 397-403.
- Çıracı, S. (2004). *Nanobilim ve nanoteknoloji stratejileri. Yüksek Lisans Tezi, Bilkent Üniversitesi, Ankara.*
- Delikanlı, K. (2015). Nano gözenekli vakum yalıtım panelleri. *Sdu Teknik Bilimleri Dergisi*. 5 (1), s3-7.
- Demirdöven, J. (2015). *Uygulama örnekleri ile birlikte yeşil nano-malzemeler*. Erişim tarihi: 1 Mayıs 2018, <https://www.researchgate.net/publication/291331471>.
- Dilber, F.B.I. (2010). *Sanatsal tekstillerden endüstriyel tekstil tasarımıında uygulanışı. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, İstanbul.*

- Duran, T. (2015). *Nanoteknoloji ve kullanım alanları*. Erişim tarihi: 4 şubat 2018, www.contents.lms.sabis.sakarya.edu.tr.
- Erdem, N. Ve Erdoğan, Ü. (2015). Nano kompozit polipropilen filamentlerin üretim ve özellikleri. *Tekstil ve Mühendis Dergisi*. 1 (69): s 15-22.
- Feidenhans, R. (2015). *Nano-kablolar ledler*. Erişim tarihi: 26 Mart 2018, http://www.ledinside.com/knowledge/2015/6/danish_researchers_nanowires_could_become_the_future_for_leds.
- Gürbüz, M. , Solaş, A. , Küçük, A. , Göktaş, A. , Doğan, A. (2016). Nanoteknoloji ile çevre dostu fotolatalik ve antimikrobiyal seramik malzemelerin üretilmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. Özel sayı: s 217-221.
- Kalyonu, G. (2013). *Nanoteknoloji ve boya sektörüne yansımaları*. Erişim tarihi: 12 Mart 2018, [www.slideshare.net>kalyoncu89](http://www.slideshare.net/kalyoncu89)
- Kasap, M. (2012). *Nanoteknolojik malzemelerin mekân tasarımındaki yansımalarına genel bakış. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*.
- Kaya, B. (2007). *Nano kompozit kaplama. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Ünivesitesi, İstanbul*.
- Keough, B. (2015). *Nanotech Finding a Home in American Kitchens*. Erişim tarihi: 1 Mayıs 2018, www.luxuryhome.reviewed.com
- Kurzweil, R. (1999). *The Age of Spiritual Machines*. (1. Baskı). Amerika Birleşik Devletleri: Penguin Group.
- Kutlu, R., Manav, B. (2010). Aydınlatma Nanoteknoloji. *Ekoyapi Dergisi*, 45-52
- Hernandez-Moreno, S., Solache de la Torre, S.C. (2017). Nano-Technological products in architecture and construction, *Holos*.
- Niroumanda, H., Zainb, M.F.M., Jamil, M. (2013). The Role of Nanotechnology in Architecture and Built Environment, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 89, 10 – 15.
- Orhon, A.V, (2014). Kendini Temizleyen Cephe Sistemleri, 7. *Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu*, İzmir
- Özdoğan, E., Demir, A., Seventekin, N. (2006). Lotus Etkili Yüzeyler. *Tekstil ve Konfeksiyon*, (1).
- Özdoğan, E., Demir, A., Seventekin, N. (2006). Nanoteknoloji ve Tekstil Uygulamaları. *Tekstil ve Konfeksiyon*, (3).

- Pala, İ. (2015). *Tekstil Lifleri İle Takviyeleridirilmiş Kompozit Malzemelerin Ürün Tasarımında Kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.*
- Perker, Z.S. (2010). Nanoteknoloji ve yapı malzemesi alanına etkileri. *e-Journal of New World Sciences Academy*, (1A).
- Sankar, P. (2015). Polymeric nanoparticles encapsulated curcumin: From kitchen to clinic. *World Congress and Expo on Nanotechnology and Materials Science*.
- Sarıgül, A.İ. (2008). *Mimarlıkta gelecekçilik. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.*
- Sms Enerji. (2018). Kir tutmayan lotus-nano cam kaplamaları, Erişim tarihi: 2 Şubat 2018, <http://www.smsenerji.com/de/icerik/nano-solar>.
- Şahmaran, M. (2017). *Çimento bağlayıcılı kompozitlerde nano mineral katkı kullanımının fiziksel ve kimyasal etkileri*, Erişim tarihi: 9 Şubat 2018, <https://www.cimsa.com.tr/ca/docs/71DDECEE521E470BA4ADA95A091840/D5638412241D425AAD341ACA870896A3.pdf>, 12-25.
- Tepe, A. (2007). *Nanoteknolojide nano ölçekteki yapıların yerel olmayan elastisite çerçevesinde incelenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.*
- Uldrich, J. (2006). Nanotechnology and the kitchen and bath of tomorrow. *National Kitchen and Bath Association*.
- Yalçın, K.A. (2010). *Nanoteknoloji ve gıda sanayiinde uygulama alanları. Yüksek lisans tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.*
- Pekmezci, B.Y., Atahan, N.H. (2014). Kimyasal ve Nano Katkılar: Betonda kullanımı ve beton performansına etkileri. *Hazır Beton Dergisi*.
- Yılmaz, S., Vural, N. (2015). Sürdürülebilir yapıların tasarlanmasında nanoteknolojinin rolü. *2. International Sustainable Buildings Symposium*.
- Yılmaz, S. (2014). *Nanomalzemelerin mimaride kullanım olanakları Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.*