



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2010, Volume: 5, Number: 4, Article Number: 1A0114

ENGINEERING SCIENCES

Received: August 2010

Accepted: October 2010

Series : 1A

ISSN : 1308-7231

© 2010 www.newwsa.com

Z. Sevgen Perker

Uludag University

zsperker@gmail.com

Bursa-Turkey

NANOTEKNOLOJİ VE YAPI MALZEMESİ ALANINA ETKİLERİ

ÖZET

Nanoteknoloji, nanometre ölçekli yapılar üzerinde çalışılan bir teknolojidir. Nanoteknoloji aynı zamanda nanostrüktürler ile nano malzemelerin tasarımı, üretimini ve uygulanmasını konu almaktadır. Bilim ve mühendisliğin tüm disiplinlerinde nanoteknoloji konusunda yapılan araştırmalar oldukça hızlı bir şekilde gelişmekte ve yaygınlaşmaktadır. Sözü edilen disiplinlerden bir tanesi de malzeme bilimidir. Nano ölçekli bilim ve teknoloji bizlere üstün özellikli yapı malzemelerinin geliştirilmesi konusunda eşsiz fırsatlar sunmaktadır. Bu bağlamda bu çalışma nanoteknoloji ve nanoteknolojinin yapı malzemesi alanına etkilerinin incelenmesine odaklanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Nanoteknoloji, Yapı Malzemesi, Nano Malzeme, Mimarlık, Nanomimarlık

NANOTECHNOLOGY IN OUR CENTURY AND ITS EFFECTS ON BUILDING MATERIALS

ABSTRACT

Nanotechnology is the study and control of matter at dimensions nanometers. Nanotechnology is also design, fabrication and application of nanostructures and nanomaterials. The research on nanotechnology is evolving and expanding very rapidly every discipline of science. One of them is material science. Nanoscale science and technology gives us unique opportunities to develop revolutionary building materials. This study focuses primarily on nanotechnology and its effects on building materials.

Keywords: Nanotechnology, Building Material, Nanomaterial, Architecture, Nanoarchitecture

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Çağımızın teknolojisi olarak ele alınabilecek olan nanoteknoloji, temel olarak nano yapı ve malzemelerin tasarımı, üretilmesi ve uygulanması ile ilgili bir bilim alanıdır. Bir diğer deyişle nanoteknoloji, bir maddenin atom ya da molekül boyutunda kontrol edilebilmesini sağlayan bir teknolojidir. Maddelerin atomik ya da moleküler boyutta kontrol edilebilmesi onlara istenilen özelliklerin verilebilmesini ve böylelikle çeşitli alanlarda kullanılacak üstün performanslı malzeme ve sistemler üretilmesini olanaklı kılmaktadır. Sözü edilen üstün performanslı malzeme ve sistemlerin üretilmesi mimari yapıları da önemli ölçüde etkilemektedir. Bu çalışmanın amacı çağımızın teknolojisi olarak nanoteknoloji ve nanoteknolojinin yapı malzemesi alanına etkilerinin incelenmesidir.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Günümüzde nanoteknolojinin çok geniş bir uygulama alanı bulunmaktadır. Bu alanların başında da malzeme bilimi gelmektedir. Mimarlık etkinliğinin ise yapı malzemesi olmadan gerçekleştirilmesi mümkün değildir. Bir bilim alanı olarak mimarlık doğası gereği yaşanan ortam ile doğrudan ilişki kuran bir yapıda olup, gerçekleştirildiği çağın malzeme, teknik ve teknolojileri ile varolagelmıştır. Bu bağlamda günümüzde de nanoteknolojinin gerisinde kalması söz konusu değildir. Nanoteknolojinin mimariye etkisinin malzeme bilimindeki gelişmelere bağlı olarak artması beklenmektedir. Bu çalışmanın önemi, günümüzün ve geleceğin tasarımlarına yön veren ve verecek olan önemli bir unsur olan nanoteknolojinin yapı malzemesi ile ilişkisinin ortaya konmasına yönelik çabalara katkıda bulunma amacını taşımaktadır.

3. NANOTEKNOLOJİ VE TARİHÇESİ (NANOTECHNOLOGY AND ITS HISTORY)

"Nano", kelime olarak herhangi bir fiziksel büyüklüğün milyarda biri anlamına gelmektedir. "Nanometre" ise 10^{-9} metre (m) büyüklüğünde bir ölçüyü ifade etmektedir. Atomların büyüklüğünün yaklaşık olarak 0,1 nanometre, bir biyolojik hücre çapının yaklaşık olarak bin nanometre, bir DNA molekülünün 2,5 nanometre büyüklüğünde, bir saç telinin ise yaklaşık olarak 100.000 nanometre kalınlığında olduğu bilinmektedir. Bu bağlamda nanoteknoloji, atom ve moleküllerin bir araya getirilmesi ile nanometre ölçeklerde çeşitli yapıların oluşturulmasını sağlayan bir teknoloji olarak tanımlanabilmektedir. Nanoteknoloji sayesinde maddeler atom ya da molekül boyutunda kontrol edilebilmektedirler. Kullanılabilir nitelikte bir nano yapının büyüklüğü yaklaşık olarak 1 - 100 nanometre arasında olup nanoteknoloji genel olarak 100 nanometreden daha küçük boyutta malzeme ve aygıtların geliştirilmesi ile ilgili bir bilim alanı olarak karşımıza çıkmaktadır.

Nano ölçekli yapıların analiz edilmesi, fiziksel özelliklerinin incelenmesi, nano ölçekli yeni yapıların üretilmesi, nano ölçekli ve / veya duyarlı cihazların geliştirilmesi, uygun yöntemler araştırılarak nanoskopik ve makroskopik dünya arasında ilişki kurulması gibi konular nanoteknolojinin amaçları arasında yer almaktadır. Bilindiği gibi her madde, farklı fiziksel, kimyasal, mekanik vb. çok çeşitli özelliklere sahiptir. Ancak maddelerin makro ölçekteki davranışları ile nano ölçekteki davranışları arasında önemli farklar bulunmaktadır. Kuantum etkileri nedeniyle maddeler, nanoboyutlarda, makroboyutlarda gösterdikleri özelliklerden daha farklı karakteristikler sergilemektedir. Bu nedenle günümüz bilim insanları maddelerin nano ölçekteki özellikleri üzerinde çeşitli çalışmalar gerçekleştirmektedir. Sözü edilen çalışmalar malzeme bilimini yakından ilgilendirmektedir [1, 2, 3, 4, 5].

"Nanoteknoloji", terim olarak ilk kez Tokyo Bilim Üniversitesi öğretim üyelerinden Norio Taniguchi tarafından 1974'de yayınlanan bir makalede kullanılmıştır. Sözü edilen makalede Taniguchi nanoteknolojiyi; "genel olarak malzemelerin atom - atom ya da molekül - molekül boyutunda işlenmesi, ayrılması, birleştirilmesi ve bozulması" olarak tanımlamaktadır. Nanoteknoloji biliminin tarihsel sürecinde Feynman ve Drexler isimli bilim adamlarının yaptığı çalışma ve yayınlar öncü nitelik taşımaktadır. Ayrıntılı öncü düşüncelerin başlangıcını Richard Feynman'da bulmak olasıdır. Feynman'ın "Aşağıda Daha Çok Yer Var" başlıklı konferansı bu bağlamda önem taşımaktadır. Feynman sözü edilen konferansında atomların ve moleküllerin kontrol edilmesinin olanaklı olduğundan söz etmiş, bunun gerçekleştirilebilmesi için ise birtakım yeni aletlerin geliştirilmesi gerektiğine işaret etmiştir.

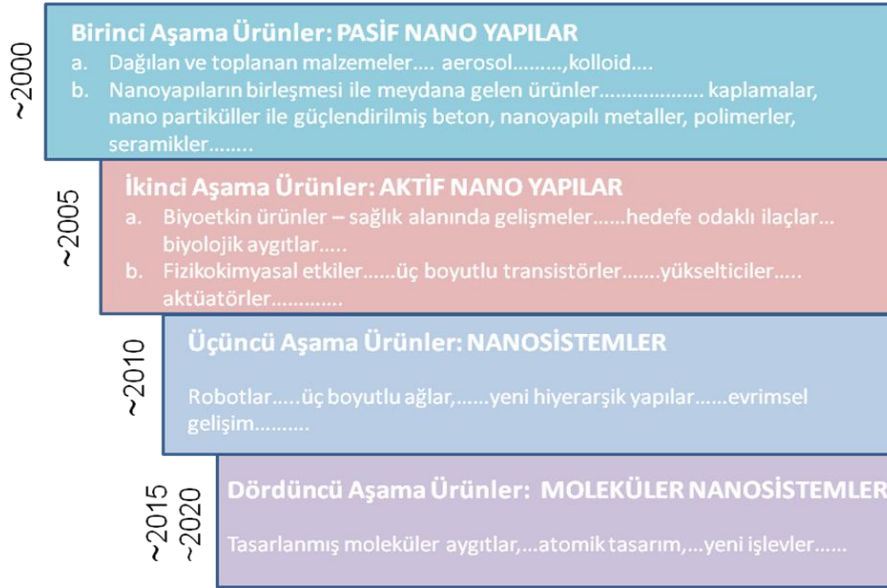
Nanoteknoloji konusunda öncülük eden diğer bir bilim adamı ise Eric Drexler'dir. Drexler, ilk kez 1980'lerde kullandığı "nanoteknoloji" terimi ile molekül boyutunda bir takım makinelerin, motorların, robot ve hatta bilgisayarların üretilebilme olanaklarından bahsetmektedir. Drexler sonraki 10 yılını nano boyutta aygıtların üretilmesi konusunda çalışmalar yaparak geçirmiştir. Analizlerinin yanı sıra konu ile ilgili son derece önemli ve yönlendirici yayınlar ile bilim dünyasına katkıda bulunmuştur. Drexler'in 1986'da yayınladığı "Yaratma Motorları: Nanoteknolojinin Yaklaşan Devri" ve "Nanosistemler: Moleküler Mekanizmalar, Üretim ve Hesaplama" başlıklı kitaplarında istenilen bir maddenin geliştirilen nanorobotlar yardımı ile atom - atom dizilebileceğinden söz edilmektedir. Drexler'in adı geçen yayınlarında ayrıca nanoteknolojinin çeşitli alanlardaki etkilerini tanımlamaya yönelik çalışmalarına yer verilmektedir. Bunun yanı sıra Drexler'in "Yaratma Motorları: Nanoteknolojinin Yaklaşan Devri" isimli kitabı nanoteknoloji konusunda yazılmış ilk kitap olma özelliği taşımaktadır [4, 5, 6].

Nanoteknolojinin gelişmesini sağlayan en önemli buluş ise "Tarama Tünelleme Mikroskopu"nun keşfedilmesidir. Tarama tünelleme mikroskopu iletken bir yüzeydeki atomların yerlerinin değiştirilmesini olanaklı kılmaktadır. Söz konusu gelişmeyi 1986'da fullerineler ile karbon nanotüplerin keşfi izlemektedir. 1999 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde Ulusal Nanoteknoloji Adımı (National Nanotechnology Initiative) kurulmuş, böylelikle nanoteknoloji konusunda ilk resmi hükümet adımı atılmıştır. 2001 yılında nanoteknoloji Avrupa Birliği Çerçeve Programı'na öncelikli alan olarak dahil edilmiştir. Paralel olarak Japonya, Tayvan, Singapur, Çin, İsrail, İsviçre, Norveç, İrlanda ve Rusya nanoteknoloji konusunda çeşitli çalışmalar başlatarak öncü ülkeler olmuşlardır.

Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Nanoteknoloji Adımı Sorumlusu Mihail (Mike) Roco, nanoteknolojinin gelişmesini dört nesil olarak tanımlamıştır (Şekil 1). İlk aşamada pasif nano yapıların üretilmesi söz konusu olmaktadır. İkinci aşamada aktif nano yapıların üretilmesi olanaklı hale gelmekte ve üçüncü aşamada ise nano sistemlerin üretimine geçilmektedir. Son adımı ise moleküler nano sistemlerin üretilmesi oluşturmaktadır.

Dünyanın çeşitli ülkelerinde nanoteknoloji konusunda önemli yatırımlar yapıldığı bilinmektedir. Teknolojide ileri gelen ülkelerde konu ile ilgili araştırmalar sürerken Türkiye'deki çalışmaların nanoteknolojinin gerisinde kalması söz konusu değildir. Bu bağlamda nanoteknoloji TÜBİTAK'ın 2023 Vizyon Programı'na alınmış ve konu ile ilgili olarak bir yol haritası oluşturulmuştur. Nanoteknoloji konusunda Türkiye'de atılan diğer bir önemli adımı ise Bilkent Üniversitesi'nde "Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi"nin (UNAM) kurulmasıdır. Ülkemizde Ulusal Nanoteknoloji Araştırma

Merkezi'nin yanı sıra çeşitli üniversitelerde yürütülen bilimsel araştırmaların varlığı da bilinmektedir [4, 5].

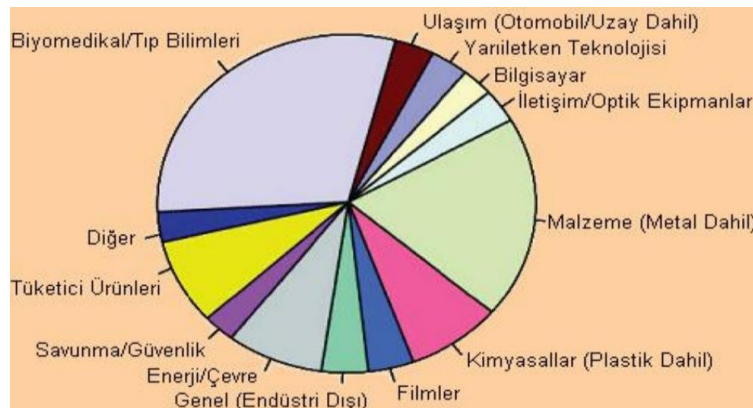


Şekil 1. Nanoteknolojinin gelişme aşamaları [6, 7]
(Figure 1. Development of nanotechnology)

4. NANOTEKNOLOJİ VE ETKİLERİ (NANOTECHNOLOGY AND ITS EFFECTS)

Disiplinler arası olma özelliği nedeniyle nanoteknolojinin günümüzde hayatın pek çok alanında etkili olduğu görülmektedir. Nanoteknolojinin etkilediği alanlar arasında sağlık bilimleri, biyoloji, malzeme bilimi ve mühendisliği, mimarlık, ulaşım (otomobilden uzay aracına uzanan bir yelpazede), elektronik, bilgisayar, iletişim, kimya, fizik, tekstil, enerji / çevre, savunma - güvenlik vb. sayılabilmektedir. Çalışmanın bu bölümünde nanoteknolojinin etkilediği çeşitli bilim alanlarındaki başlıca önemli gelişmeler ele alınmaktadır.

EmTech tarafından, 2004 yılında nanoteknoloji tabanlı AR- GE yapan, üreten satan ve kullanan şirketler üzerinde bir araştırma yapılmıştır. Sözü edilen araştırma kapsamında nanoteknolojiye dayalı çalışma yapan şirketlerin alanlara göre dağılımları incelendiğinde en hızlı gelişmelerin tıp ve malzeme alanlarında olduğu görülmüştür (Şekil 2).



Şekil 2. 2004 Yılı nanoteknoloji firmaları çalışma alanları[8]
(Figure 2. Study areas of nanotechnology firms in 2004)

Nanoteknolojinin etkilediği alanların başında sağlık gelmektedir. Sağlık alanında nanoteknoloji etkisiyle gerçekleşen en önemli gelişme ise günümüzün başlıca sağlık sorunlarından biri olan kanser hastalığının tedavisi ile ilgilidir. Bilindiği gibi kemoterapi esas olarak kanserli hücrelerin yok edilmesini amaçlamakla birlikte tedavi sürecinde sağlıklı dokular da önemli ölçüde zarar görmektedir. Bu nedenle de çok sayıda hastanın tedavi boyunca çeşitli rahatsızlıkları doğmaktadır. Nanoteknoloji sayesinde geliştirilen yöntemler ve aygıtlar ile vücuttaki kanserli hücrelerin sağlıklı dokulara zarar verilmeden yok edilmesi sağlanabilmektedir. Kanser ile mücadele alanında Türkiye'de Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi Nanobiyoteknoloji Grubu tarafından geliştirilen yeni bir yöntem ile kanserli dokuların tamamen öldürülmesi sağlanırken hastanın bağışıklık sistemini uzun süre sağlıklı tutulması olanaklı hale getirilmiştir.

Nanoteknolojinin etkilediği diğer bir alan ise savunmadır. Nanoteknoloji özellikle asker kayıplarının azaltılmasında etkili bir yöntem olan akıllı uniformaların üretilmesine olanak sağlayacaktır. Amerika Birleşik Devletleri'nde 2000 yılında, MIT Askeri Nanoteknoloji Enstitüsü tarafından hayata geçirilen bir çalışma ile esnek ve yıkanabilen nanosensör ve aygıtların kumaş içine entegre edilmesi ile görebilen, duyabilen, hissedebilen, komut verebilen ve hatta enerji üretebilen askeri uniformaların üretilmesi kısa sürede olanaklı hale gelmesi olasıdır.

Çağımızın önemli sorunlarından bir tanesi olan küresel enerji sarfiyatının da nanoteknoloji sayesinde önemli ölçüde azalması beklenmektedir. Çevrenin sürdürülebilirliği konusunda ulusal ve uluslararası alanda yapılan çok sayıda inceleme özellikle yakıt gereksinimi nedeniyle çok kısa bir süre sonra doğal kaynakların tamamen tükeneceğini göstermektedir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde bir taraftan doğal kaynakların tüketiminin önlenmesine yönelik çalışmalar yürütülürken diğer taraftan yeni enerji kaynaklarının bulunması ve kullanılır hale getirilmesi konusunda araştırmalar yapılmaktadır. Olası yeni enerji kaynaklarının başında ise hidrojen enerjisi gelmektedir. Mevcut yöntemler ile hidrojenin yüksek yoğunlukta depolanması mümkün olmazken ABD ve Türkiye ortaklığı ile gerçekleştirilen bazı araştırmalar nanoteknoloji sayesinde yüksek yoğunlukta hidrojen depolanmasının olanaklı olabileceğini göstermektedir.

Nanoteknoloji kullanımı ile malzeme alanında da son derece hızlı ve önemli gelişmeler yaşandığı bilinmektedir. Nanoteknoloji sayesinde su itici özellikte olduğu için silecek gerektirmeyen otomobil camları, leke tutmayan cep telefonu ve bilgisayar ekranları, buhar tutmayan aynalar ve otomobil camları, yosun ve deniz hayvanlarının yapışmasına olanak vermeyen gemi dış yüzey boya, su itici, ısı ve ışığı hissedebilen, kir ve mikrop tutmayan, enerji üreten kumaşlar gibi pek çok akıllı malzemenin üretilmesi olanaklı hale gelmiştir [8]. Ancak nanoteknolojinin özellikle malzeme alanında yaygınlaşma sürecinde nanomalzemelerin insan sağlığına ve çevreye olumsuz etkilerinin olup olmadığının araştırılması da bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu amaçla 2006 yılında OECD tarafından 100'den fazla araştırmacının görev yaptığı bir araştırma birimi kurulmuştur. Sözü edilen araştırma biriminin öncelikli hedefi imal edilmiş nanomalzemeler üzerinde çeşitli güvenlik testleri yapmak ve elde edilen sonuçları konu ile ilgili bilim insanları, uzmanlar ve üreticiler ile paylaşmaktır [9].

5. NANOTEKNOLOJİNİN YAPI MALZEMESİ ALANINA ETKİLERİ (NANOTECHNOLOGY'S EFFECTS ON BUILDING MATERIALS)

Nanoteknoloji konusunda yaşanan gelişmeler yapı malzemelerinden beklenen görevlerin de artmasını beraberinde getirmektedir. Kendi kendini temizleyebilen ya da ışığı absorbe eden pencereler, kendi kendini onaran betonlar, ultraviyole ve kızılötesi ışınları bloke eden yapı malzemeleri,

kirli havayı absorbe eden kaplama malzemeleri, ışığı süzerek alan duvar, tavan vb. yapı elemanları, yapı elemanlarının performanslarına ilişkin gözlem yapabilen sensörler nanoteknoloji ile bağlantılı biçimde yapı alanında karşımıza çıkan yenilikler arasında yer almaktadır. Nanoteknolojinin gelecekte yapı malzemesi alanındaki etkilerinin çok daha yoğun olacağına inanılmaktadır. Çalışmanın bu bölümünde nanoteknolojinin yapı alanına etkileri konusundaki öncü çalışmalar ile nanoteknolojinin bilim tarihine girdiği günden bu yana üretilen çeşitli yapı malzemelerine yer verilmektedir.

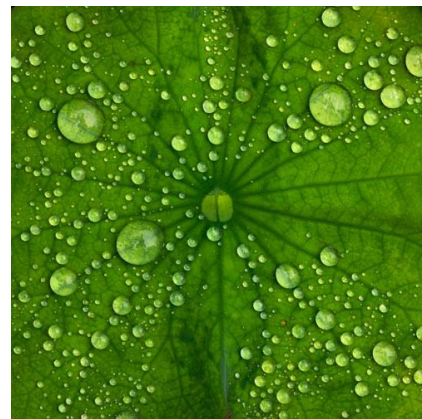
Nanomalzemelerin yapı alanında kullanımı ile ilgili öncü araştırmalar Ball State ve Surrey Üniversiteleri'nde gerçekleştirilmiştir. Ball State Üniversitesi Öğretim Üyelerinden George Elvin'in başında bulunduğu "Enerji Araştırma, Eğitim ve Uygulama" servisinin nanoteknoloji ve biyoteknoloji üzerine çalışmalar yaptığı, bilimsel, sosyal, etik, yasal vb. açılardan nanomalzemeleri ve nanoteknolojiyi mercek altına aldığı görülmektedir. Elvin bu kapsamda "Yeşil Binalar İçin Nanoteknoloji" başlıklı bir de araştırma raporu yayınlamıştır. Surrey Üniversitesi'nden bir grup araştırmacı ise birtakım aydınlatma elemanlarının nano-kompozit malzemeler ile entegre kullanılması sonucunda insanın psikolojik durumuna bağlı olarak renk değiştiren duvar ve tavan tasarımları gerçekleştirmiştir. Bir diğer gelişme ise ısı yalıtımı ve korozyona karşı koruma sağlayan nanomalzemelerin üretilmeye başlanması yönündedir. Sözü edilen malzemeler aynı zamanda yapı cephesine renk veren, boya olarak kullanılabilir [10, 11].

Kendi kendini temizleyebilen malzemeler, nano yapı malzemelerinin en bilinenlerindedir. Kendi kendini temizleme özelliğine sahip nanomalzemelerin günümüzde iki farklı türü bulunmaktadır. Bunlardan ilki lotus etkisi ile diğeri ise fotokataliz ile kendi kendini temizleyen malzemelerdir.

Lotus etkisi ile kendi kendini temizleyen malzemelerin üretiminde hareket noktasını kendisini sürekli temiz tutma özelliğine sahip olan "lotus" bitkisi oluşturmaktadır (Şekil 3 ve 4). Lotus bitkisi, üzerine en ufak bir toz zerresi geldiğinde hemen yapraklarını sallamakta ve toz taneciklerini yaprakları üzerindeki belirli noktalara doğru itmektedir. Bitki, yaprağının üzerine düşen yağmur damlalarını da tozu biriktirdiği noktalara doğru yönlendirilmekte ve böylelikle bitki üzerinde biriken tozların süpürülmesi sağlanmaktadır. Nanoteknoloji ürünü olan ve kendi kendini temizleyen malzemeler de tıpkı Lotusun yaprağı gibi, yağmur sularından yararlanarak, kullanıldıkları yüzey üzerindeki kiri temizleme özelliğine sahiptir.

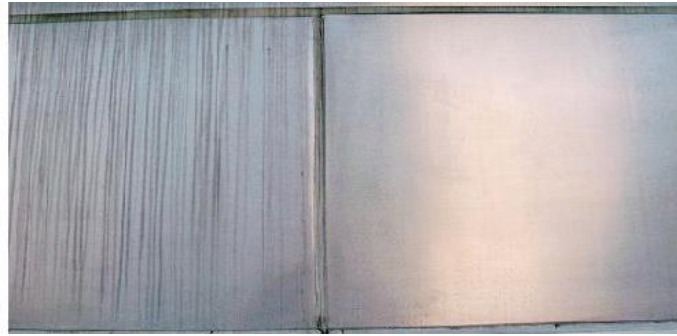


Şekil 3. Lotus Bitkisi [12]
(Figure 3. Lotus Plant)



Şekil 4. Lotus Yaprığı ve Su [13]
(Figure 4. Lotus Leaf and Water)

Lotus etkisi ile kendi kendini temizleyen yüzeyler ile ilgili araştırmaların temeli 1970'lerde botanik uzmanı Wilhelm Barthlott'un araştırmalarına dayanmaktadır. Barthlott kendi kendini temizleme özelliğinin yalnızca lotus yapraklarında olmadığını göstermiştir. Mikroskopik incelemeler, yaprağın pürüzlü yüzeyinin üzerine gelen su ile çok az temasta bulunduğunu göstermiştir. Nanoteknolojinin yardımıyla yapay lotus yüzeyler / kaplamalar oluşturulması olanaklı hale gelmiştir. Kendi kendini onaran ve temizleyen yüzeyler oluşturulması mümkün olmuştur. Lotus etkisi sayesinde belirli aralıklar ile uygun ve yeterli miktarda su ile temas eden (yağmur suyu vb. dahil) yüzeylerde olumlu sonuç vermektedir. Sözü edilen özellikler yüzeyin olağan temizlenme ve bakım gereksinimini önemli ölçüde azaltmaktadır. Fotokataliz ile kendi kendini temizleyen nano yapı malzemeleri yüzeydeki kirin yüzey ile olan adezyonunun büyük ölçüde azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Temizleme işlevinin yerine gelmesinde normal gün ışığı içindeki UV ışınları fotokataliz tepkimesinin oluşması için yeterli olmaktadır. Katalizör yardımıyla malzeme üzerindeki organik kir çözülmemektedir. Katalizör olarak ise genellikle titanyum dioksit tercih edilmektedir. Özellikle nano boyutlarda titanyum transparan özellik göstermekte ve aynı zamanda su emici olmaktadır. Fotokatalitik yüzey kaplamaları özellikle cam ve seramikten üretilmiş olan cephe panellerinde ya da membranlarda kullanılmaktadır. Fotokataliz ile kendi kendini temizleme süreci su olmadan gerçekleşmemektedir [11, 14, 15]. Şekil 5'te fotokataliz ile kendi kendini temizleme özelliğine sahip olan ve olmayan yüzeylerin karşılaştırılması izlenmektedir.



Şekil 5. Fotokatalitik olmayan yüzey (solda) ve fotokatalitik yüzey (sağda) [16]

(Figure 5. Anti-Photocatalytic surface -left- and photocatalytic surface - right -)

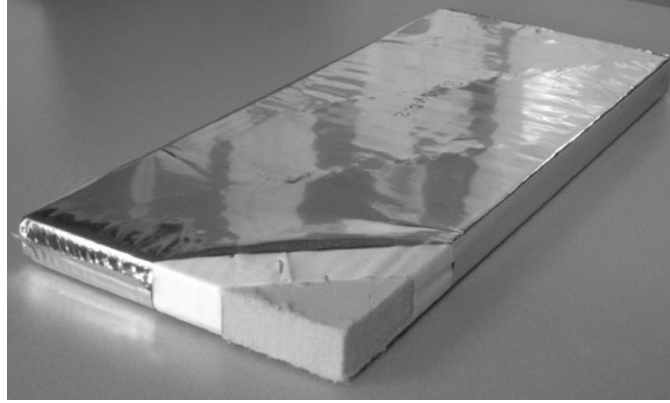
Nanoteknoloji ile kendi kendini temizleme özelliğine sahip yüzeylerin yanı sıra kolay temizlenebilen yapı malzemesi yüzeyleri de oluşturulması olanaklıdır. Kolay temizlenen yüzeylerin temel prensibi ise nanoboyutta olabildiğince pürüzsüz bir yüzey elde edilmesi ile suyun yüzeyden itilmesinin sağlanmasıdır.

Hava temizleyici nanomalzemeler ise nanoteknoloji ürünü olan diğer yapı malzemelerindedir. Sözü edilen malzemelerin en önemli özellikleri havanın içeriğinde bulunan kirleticiler ile kötü kokuların kimyasal bileşimini parçalamalarıdır. Böylelikle bu malzemeler yapıdaki mekânsal hava kalitesinin arttırılmasına yardımcı olmaktadır. Nanoteknoloji ürünü olan bazı yapı malzemelerinin ise kullanıldıkları mekânlardaki havanın içinde bulunan bazı kir, toz vb. partikülleri absorbe ederek iç ortam hava kalitesini yükseltmeye yardımcı oldukları bilinmektedir.

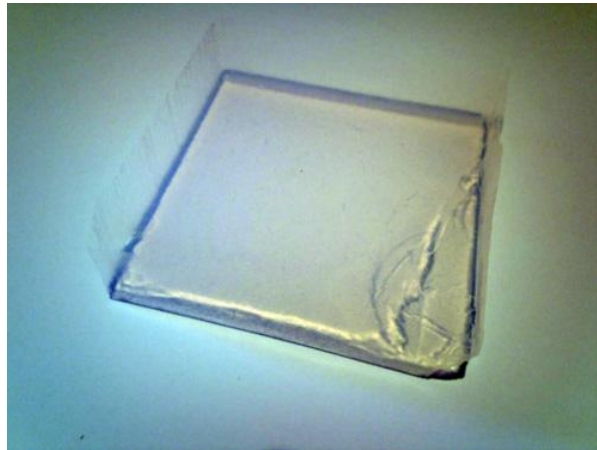
Nanoteknolojinin yapı malzemesi alanına önemli bir katkısı da buhar giderici nanomalzemelerin üretilmesi ile olmuştur. Buhar giderici nanomalzemeler özellikle su / nem ile karşılaştıklarında, içerdikleri nano

boyutlu titanyum dioksit sayesinde yüzeylerindeki suyu ve nemi bir film tabakasına dönüştürmekte ve böylelikle yüzeydeki buharın görünmesini önlemektedirler. Nanoteknoloji ile üretilmiş olan banyo aynalarında da uygulanan bu sisteme ise genellikle yapıların ıslak hacimlerinde yer alan duvar ve döşeme kaplamalarında gereksinim duyulmaktadır.

Çağımızın önemli sorunlarından olan enerji korunumunun sağlanmasında yapı malzemelerine büyük görev düşmektedir. Nanoteknoloji ile üretilen vakumlu izolasyon panelleri, aerojel ve faz değiştiren yapı malzemeleri de yapılarda ısı yalıtımı ve enerji korunumu açısından büyük fayda sağlamaktadır (Şekil 6 ve 7). Özellikle vakumlu izolasyon panelleri, konvansiyonel izolasyon panellerine oranla çok daha ince üretilmekte, konvansiyonel ısı yalıtım malzemelerine oranla çok daha üstün ısıl performans göstermektedir. Aerojel ise yapıdaki çeşitli boşlukların doldurulması sayesinde yapıda ısı ve enerji korunumunu sağlamaya yardımcı olmaktadır [11, 14, 15]. Özellikle cam panellerin birleşim noktaları, yapı dış kabuğu vb. gibi çok sayıda yapı bölümünde kullanılması uygundur. Ayrıca sözü edilen nanomalzemenin bünyesel özellikleri nedeniyle iyi de bir ses izolatörü olduğunu söylemek olanaklıdır. Faz değiştiren nanomalzemeler ise özellikle mekânsal ısının kontrol altına alınmasında kullanılmakta olup yapıda enerji korunumuna katkıda bulunmaktadır.



Şekil 6. Vakumlu ısı yalıtım paneli [17]
(Figure 6. Vacuum isolation panel)



Şekil 7. Aerojel [18]
(Figure 7. Aerogel)

Ayrıca yapılarda yangın güvenliğinin sağlanması da tasarımcı ve uygulamacılar açısından günümüzde önem taşıyan konulardan biridir.

Bilindiği gibi yangın güvenliği yapının projelendirilmesinden malzeme seçimine kadar geniş bir yelpazede ve tasarım bütünlüğü içinde ele alınması gereken bir konudur. Nanoteknolojinin yangın alanında yapı malzemeleri üzerindeki en önemli etkisi; mevcut yapı malzemelerinin yangından korunmasını ya da yangının malzeme üzerindeki olumsuz etkisinin olabildiğince geciktirilmesini sağlaması şeklindedir. Yangın korunumlu nanocamlar sözü edilen malzemeler arasında önemli bir yer tutmaktadır. Nanocamlar iki ya da daha fazla güçlendirilmiş cam tabakanın jel ara katmanlar ile birbirlerine yapıştırılmaları sayesinde elde edilmektedir. Jel biçimindeki ara katmanlar / yapıştırıcılar alev ile karşılaştıklarında opaklaşmakta, ısı yalıtım malzemesi görevi görerek camın yangına karşı daha fazla yalıtılmasını sağlamaktadırlar. Yangın korunumlu nanocamlar aynı zamanda güneşin ultraviyole ışınlarına ve darbelere karşı dayanıklı olarak üretilebilmektedirler [11, 14, 15]. Yukarıda sayılanların yanı sıra günümüzde antibakteriyel özellikli, korozyona karşı dayanıklılık arttıran, çeşitli yapı malzemelerinin yüzeylerindeki kir, leke ve hasarların giderilmesini sağlayan, uv ışınlarına ve güneşe karşı korunumlu ya da güneş ışığının konut içi enerjiye dönüştürülmesini sağlayan nano yapı malzemelerinin üretilmesi olanaklı hale gelmiştir.

6. SONUÇ (CONCLUSION)

Yüzyılımızın anahtar teknolojisi olan nanoteknolojinin çeşitli bilim alanlarında etkileri her geçen gün giderek artmaktadır. Bu süreçte yapı malzemeleri üzerinde de çeşitli araştırma ve deneyler gerçekleştirilmekte, nanoteknolojinin yapısal alanda yaygınlaşması da kaçınılmaz görünmektedir. Nanoteknolojinin bilim alanına dahil olduğu günden bu yana yapı malzemesi alanında görülen gelişmelerin son derece hızlı olduğu izlenmektedir. Ayrıca bugüne kadar olan gelişmeler gelecekte yapılarda kullanılması olanaklı üstün performanslı çok sayıda nano malzeme, eleman ve sistemin üretilebilmesinin konu üzerinde çalışan uzmanların hayal gücü ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Diğer bir deyişle yapı malzemesi alanında nanoteknolojinin ne derece etkili olacağını konu üzerinde çalışan çeşitli disiplinlere mensup uzmanların hayal gücü belirleyecektir. Diğer taraftan nano malzemeler konusunda gerçekleştirilecek deneysel araştırmaların günümüzde henüz maliyeti yüksek çalışmalar oldukları görülmektedir. Benzer şekilde yapı alanı için üretilen ve üretilecek olan nano malzeme, eleman ve sistemlerin uygulanması da maliyet unsuru ile yakından ilişkilidir.

Dünyanın çeşitli ülkeleri nanoteknoloji konusunda araştırmalar yürütürken Türkiye'de de söz konusu bilim alanında önemli araştırmalar olduğu dikkati çekmektedir. Sözü edilen araştırmaların Türkiye yapı malzemesi alanında da yaygınlaştırılması ile nano yapı malzemesi üretiminin sağlanması olanaklı hale gelecektir. Ancak günümüzde Türkiye'de nano yapı malzemesi üretimi gerçekleştiren az sayıda firma bulunmaktadır. Nano yapı malzemelerinin Türkiye'de üretilebilir olmasının iki önemli avantajı bulunmaktadır. Bunlardan ilki üretimin ulusal olmasının uygulama maliyetlerinin düşmesine katkıda bulunmasıdır. İkinci önemli nokta ise Türkiye'nin dünya nano yapı malzemesi pazarında yerini alması ve böylelikle ülke ekonomisine katkıda bulunmasıdır. Ancak gerek nanoteknolojinin gerekse yapı malzemesi alanının doğaları gereği konu hakkında yapılacak araştırmaların disiplinler arası olması bir zorunluluktur. Ayrıca tasarım - üretim birlikteliği de düşünülenin hayata geçirilmesi açısından önem taşımaktadır. Bu bakımdan bu çalışma kapsamında Türkiye'de nano yapı malzemesi alanında sözü edilen araştırma çalışmalarının üniversite - sanayi işbirliği ile gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Cao, G., (2005). Nanostructures & Nanomaterials. Imperial College Press. London.
2. Gogotsı, Y., (2006). Nanomaterials Handbook. Taylor & Francis Group, Boca Raton.
3. Özkan, İ., (2006). Nanoteknolojik Yöntemler İle Malzemenin Yüzey Özelliklerinin İyileştirilmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir.
4. Erkoç, Ş., (2007). Nanobilim ve Nanoteknoloji. ODTÜ Yayıncılık. Ankara.
5. Nanoteknoloji. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Nanoteknoloji> (Erişim Tarihi: 02.02.2010)
6. What is nanotechnology? <http://www.crnano.org/whatis.htm>, (Erişim Tarihi: 1 Ağustos 2010)
7. Menciloğlu, Y., (2009). Nanoteknolojide Ürüne Dönüştürülebilir AR - GE Proje Pzarı Kimya / Boya. Sabancı Üniversitesi. İstanbul.
8. Nanoteknoloji Hayatımızda, http://www.fen.bilkent.edu.tr/~mb/GuncelYazilar/Nanoteknoloji_Hayatimizda.pdf, (Erişim Tarihi: 25 Şubat 2010)
9. <http://nanoturkiye.blogspot.com/2008/06/oecd-nanomalzeme-guvenlik-testi-program.html#ixzz0xXPYJFpA> (Erişim Tarihi: 09 Haziran 2008)
10. <http://www.politicsofhealth.org/wol/2008-3-30.htm> 2010 (Erişim Tarihi: 4 Şubat 2010)
11. Perker, Z.S., (2010). Nanoteknoloji ve Yapıda Kullanılan Nanomalzemeler. 6. Uluslar arası Sinan Sempozyumu Bildirisi, Edirne.
12. http://img03.blogcu.com/images/k/e/y/keyfizaman/lotus_1242424574.jpg (Erişim Tarihi: 19 Ağustos 2010)
13. http://farm5.static.flickr.com/4045/4418845279_4a57974ded.jpg (Erişim Tarihi: 19 Ağustos 2010)
14. Leydecker, S., (2008). Nano Materials. Birkhauser Verlag.
15. El-Samny, M.F., (2008). Nanoarchitecture. University Of Alexandria, Egypt.
16. http://www.tio2shield.com/_images//bruce/self11.jpg (Erişim Tarihi: 19 Ağustos 2010)
17. <http://www.observatorynano.eu/project/filesystem/images/2co.se.1.p04.jpg> (Erişim Tarihi: 19 Ağustos 2010)
18. <http://squidpress.files.wordpress.com/2008/05/aerogel01.jpg> (Erişim Tarihi: 19 Ağustos 2010)