

VI. ULUSLARARASI SİNAN SEMPOZYUMU 29-30 NİSAN 2010
6th INTERNATIONAL SINAN SYMPOSIUM APRIL 29th-30th, 2010

DESIGNING THE FUTURE GELECEĞİ TASARLAMAK

past
layers
CREATIVITY
new talent
design
INSPIRE think
innovation
signature
technology
TRANSFORM
IDENTITY
authenticity
FUTURE
SUSTAINABILITY
distinction
dreams
Influences
globalization
spirit
education

INTERNATIONAL SİNAN SYMPOSIUM ULUSLARARASI SİNAN SEMPOZYUMU

● 29-30 Nisan, 2010 / Edirne April 29-30, 2010 / Edirne - TURKEY



TRAKYA ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK- MİMARLIK FAKÜLTESİ
MİMARLIK BÖLÜMÜ EDİRNE/ TÜRKİYE

TRAKYA UNIVERSITY FACULTY OF ENGINEERING & ARCHITECTURE
DEPARTMENT OF ARCHITECTURE EDİRNE/ TURKEY

<http://mimarlik.trakya.edu.tr>

Sempozyum Başkanı / chair

Prof. Dr. Veyis ÖZEK (Turkey)
veyis.ozek7@gmail.com

Bilim Kurulu / Scientific Committee

Prof. Dr. Veyis ÖZEK (Turkey)
Prof. Dr. Şengül ÖYMEN GÜR (Turkey)
Prof. Dr. Neslihan DOSTOĞLU (Turkey)
Prof. Dr. Nilüfer AKINCITÜRK (Turkey)
Prof. Dr. Mehmet Şener KÜÇÜKDOĞU (Turkey)
Prof. Dr. Nevzat İLHAN (Turkey)
Prof. Dr. Nur AKIN (Turkey)
Prof. Dr. Hasan ŞENER (Turkey)
Prof. Dr. Şaduman SAZAK (Turkey)
Prof. Dr. Cengiz ERUZUN (Turkey)
Prof. Dr. Ataman DEMİR (Turkey)
Prof. Dr. İlder BUYUKDİĞAN (Turkey)
Prof. Dr. Murat ERGİNÖZ (Turkey)
Prof. Dr. Ayfer AYTUĞ (Turkey)
Prof. Dr. Rengin ÜNVER (Turkey)
Prof. Dr. Sabit OYMAEL (Turkey)
Prof. Dr. Alkiviades Prepis (Greece)

Editörler / Editorial Board

Prof. Dr. Veyis ÖZEK
Yrd. Doç. Dr. Timur KAPROL

Sempozyum Sekreteryası / Symposium Secretariat

Arş. Gör. Selin ARABULAN
Arş. Gör. İlke GENCER
selinarabulan@trakya.edu.tr

Kapak Tasarımı / Cover Design

Arş. Gör. İlke GENCER

Address / Trakya University
Faculty of Engineering and Architecture
Department of Architecture
Campus of Ahmet Karadeniz 22180 Edirne
Fax: +90 284 226 12 25
Phone: +90 284 226 12 17- 18

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ YAYINLARI NO:123

ISBN: 978-975-374-135-4

1. Baskı Şubat 2010

*Kitapta yer alan bildirimler, ilan edilen teslim tarihine kadar sekreteryaya ulaşan bildirimlerdir.

*Kitaptan kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, yayın izni olmadan kısmen ya da tamamen çoğaltılamaz

Düzenleme Kurulu / Organization Committee

Prof. Dr. Veyis ÖZEK
Yrd. Doç. Dr. Sennur AKANSEL
Yrd. Doç. Dr. Timur KAPROL
Yrd. Doç. Dr. Pınar KISA OVALI
Öğr. Gör. Gülay DALGIÇ
Öğr. Gör. Bilge ATAÇ ÖZSOY
Arş. Gör. Ertan VARLI
Arş. Gör. Berk MİNEZ
Arş. Gör. Selin ARABULAN
Arş. Gör. İlke GENCER

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

ÖNSÖZ / PREFACE

vi-vii

AÇILIŞ KONUŞMASI / THE INAUGURAL SPEECH

viii-ix

PROGRAM / PROGRAMME

x-xviii

BİLDİRİLER / PAPERS

Prof. Dr. Şengül ÖYMEN GÜR	Küreselleşen Gelecekte Kimlik ve Yer Sorunsalı <i>Identity and space problematics in the Globalizing Future</i>	1-20
Stella PSYLLAKİ Ioannis ANDROVLİDAKİS Maria DOUSSİ Michael NOMİKOS Aggelos TASOLAMPROS	Girit, Heraklion'daki Venedik Limanı'nda Çağdaş Müdahaleler <i>Contemporary Interventions in the Venetian Port of Heraklion, Crete</i>	21-27
Arc. Panagiota STERGİOU	Ioannina'da Thanopoulos Hanı: Eserin Geleceğini Geçmişini Okuyarak Tasarlamak <i>Thanopoulos' Inn at Ioannina: Designing the Monument's Future Through the Reading of Its Past.</i>	28-35
Mimar Mourtos GIANNİS Mimar Papamihou ILIANA Mimar Pasia ANNA Mimar Saltea Kalogera Maria KONSTANTİNA Arkeolog Tileli MARGARİTA Arkeolog Tourtas ALEXANDROS	Selanik'in Kuzey Batı Duvarları'nın Bir Bölümünde Restorasyon ve Güçlendirme <i>Restoration and Enhancement of A Part of the Northwest Walls of Thessaloniki</i>	36-42
Dr. Yasemin ERBİL Prof. Dr. Nilüfer AKINCITÜRK	Mimarlık Ofislerinin Yenilikçilik Sürecinde Tedarikçilerin Rolü <i>The Role of the Suppliers in the Innovativeness of Architectural Offices</i>	43-50
Dr. İsmet ŞAHİN	Ayasofya (Fatih) Medresesi Tarihsel Sorunları <i>Historical Problems of Hagia Sophia (Fatih)</i>	51-58
Arş. Gör. Şengül YALÇINKAYA EROL Arş. Gör. Kıymet SANCAR	Konutta Kullanıcı Gereksinimlerine Bağlı Mekan İşlevlerinin Değerlendirilmesi <i>An Assessment of the Functions of Space Related to the Needs of the User</i>	59-66
Assoc. Prof. Alkiviades PREPİS	Tarihî Eserlerin Rehabilitasyonu ve Yeniden Tasarımı: Otantiklik ve Kültürel Kimlik Kavramları <i>Rehabilitation and Re-Designing of the Historic Monuments. Issues of Authenticity and Cultural Identity</i>	67-78
Arc. Eleftheria FANTİDOY	Geleneksel Dağlık Yerleşmelerin Belgelenmesi ve Rehabilitasyonu: Yunanistan'da Kromni, Pella İli Örneği <i>Documentation and Rehabilitation of Traditional Mountainous Settlements: The Case of Kromni, Prefecture of Pella, Greece</i>	79-84
Arc. Alkisti DANİL Arc. Virginia PATRİKA Arc. Aggelos TASOLAMPROS	Geleceği Tasarlamak: Yunanistan, Selanik'te Papafeio Yetimhanesi'nin Bakım ve Restorasyonu	85-90

	<i>Designing the Future. Maintenance and Restoration of the Papafeio Orphanage in Thessaloniki, Greece.</i>	
Arc. Kyriakos FALELAKIS	Yannitsa'daki "Kapsali" Adlı Eski Ordugahta Bulunan "Şeyh İlahi" Osmanlı Hamamı Restorasyon Tasarımı <i>Restoration Study of "Shaykh İlahi's" Ottoman Bath at the Former Military Camp "Kapsali", Giannitsa, Greece</i>	91-95
Arc. P. George AGGELIS Arc. Ph. Neoptolemos MICHAELIDES	Tarihi Merkezlerde Cephe Restorasyon-Rehabilitasyonu İçin Metodolojik Yaklaşımlar: Yunanistan, Velvento'dan bir Vaka Çalışması <i>Methodological Approach for the Facade Restoration-Rehabilitation of the Historic Centers. A Case Study from Velvento, Greece.</i>	96-102
Aikistis PREPİS	Atina'da Gazi-Metaxourgio Bölgesi: Kentsel ve Toplumsal Mutasyonlar <i>The Gazi-Metaxourgio Region in Athens - Urban and Social Mutations</i>	103-109
Res. Ast. Şengül YAÇINKAYA EROL Res. Ast. Kıymet SANCAR	Trabzon Kentinin Bugünü ve Yarını: Kentsel Kimlik ve İmaj <i>Past and Present of the City of Trabzon: Urban Identity and Image</i>	110-116
Ast. Prof. Dr. Derya ELMALI ŞEN Ast. Prof. Dr. Reyhan MİDİLLİ SARI Ast. Prof. Dr. Nimet CANDAS KAHYA Prof. Dr. Ayşe SAĞSÖZ	Karadeniz Sahil Yolu'nun Kimliğini Bozmadığı Bir Yerleşme: Tirebolu <i>A Settlement in the Black Sea Which could not be Ruined by the Coastal Road: Tirebolu</i>	117-123
Ast. Prof. Dr. Süheyla BİRLİK	Tarihi Çevrelerde Küresel Ölçekli Sorunlar ve Çözüm Önerileri <i>Global Problems in Historical Environments and Proposals for Solution</i>	124-133
Ast. Prof. Dr. Reyhan MİDİLLİ SARI Res. Ast. Selda AL Ast. Prof. Dr. Süleyman ÖZGEN Prof. Dr. Ayşe SAĞSÖZ Ast. Prof. Dr. Derya ELMALI ŞEN Ast. Prof. Dr. Nimet CANDAS KAHYA	Kimlik-Kültür-Konut İlişkisi Bağlamında Geleneksel Gümüşhane Evleri Üzerine Bir İnceleme <i>An Inquiry on the Traditional Gümüşhane Houses within the Context of Identity-Culture-Housing Relationship</i>	134-141
Prof. Michael E. NOMİKOS	Geleceğe Bakarak Geçmişle Tasarlamak <i>Designing on the Past Looking at the Future</i>	142-146
Arş. Gör. Fatih ŞAHİN Prof. Dr. Sonay ÇEVİK	Çarşıdan Alışveriş Merkezlerine: Tarihsel Gelişim ve Tipolojiler <i>From the Bazaar to the Shopping Mall: Historical Development and Typologies</i>	147-154
Arş. Gör. Miray GÜR Prof. Dr. Neslihan DOSTOĞLU	Günümüz TOKİ Gerçeğine Gelecek ve Kalite Açısından Bir Bakış <i>The Prospect of the Contemporary TOKİ Reality in terms of Future and Qualities</i>	155-162
Prof. Dr. Fikret HUSEYNOV	Şehir Kurma Sistemlerinin Geleceğini Tasarlamak <i>Designing The Future of Settlement Systems</i>	163-171

Y.Mimar Hatice MUSEYEVA	Doğu Şehirciliği Mirasçılığı ve Bakü Şehrinin İçlerinde Yeniden Yapılandırılma Sorunları <i>The Heritage of Eastern Urbanization and the Problem of Redevelopment in the City of Baku</i>	172-175
Yrd. Doç. Dr. Reyhan MİDİLLİ SARI Prof. Dr. Ayşe SAĞSÖZ Arş. Gör. Selda AL	Huzur Evlerinde Mekansal Yaşam Kalitesinin Arttırılması: Kullanıcı Beklentileri <i>Improvement of the Quality of Life In Nursing Houses: Expectations of the Users</i>	176-183
Dr. Jülide DEMİRDOVEN	Nanoteknoloji Geleceğin Yapı Danışmanlığının Tercih mi? <i>Nanotechnology: Is It the Reference of Future Construction Constultancy?</i>	184-191
Yrd. Doç. Dr. Hale GEZER	Mimarının Kabuğunu Değiştiren Teknoloji <i>The Technology that Changes the Shell of Architecture</i>	192-197
Dr. Z. Sevgen PERKER	Nano teknoloji ve Yapıda Kullanılan Nano Malzemeler <i>Nanotechnology and the Nano Materials Used in Construction</i>	198-204
Burak ÖZŞAHİN	EPS Yalıtım Kalıplı Donatılı Beton Taşıyıcılı Duvar Sistemi <i>Reinforced Concrete Framed Wall System with EPS Isolation</i>	205-212
Y. Mlm. Abdullah Asım DİVLELİ	Geleceğin Ekonometrik Cephe Tasarımlarına Veri oluşumunda, Tarihi Bir Mahallede Cephe Okuması, Bir Kent Bir Mahalle: İstanbul, Haydar Mahallesi-Zeyrek <i>Gathering Data for Econometric Facade Designs of the Future: Reading Facade in a Historical Neighborhood: İstanbul, Haydar District, Zeyrek</i>	213-219
Yrd. Doç. Dr. Çiğdem ÇELİK TEKİN Yrd. Doç. Dr. Sedat KURUGÖL	Anadolu'da Geleneksel Yapılardaki Alçı Sıva Uygulamalarının Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi <i>An Inquiry on Gypsum Plaster Applications in Traditional Buildings in Anatolia within the Context of Sustainability</i>	220-228
Elşen KERİMOV SEFDEROĞLU	Şehrin Yaşam Ortamı Kompozisyonuna Doğa etkenlerinin Getirilmesi <i>Bringing the Elements of Nature into the Composition of the Living Spaces of Cities</i>	229-234
Yrd. Doç. Dr. Fehime Yeşim GÜRANİ Yrd. Doç. Dr. Tülay ÖZDEMİR CANBOLAT	Bir Kültür Mirası Olarak Tarsus Kırkkasık Bedesteninin Sürdürülebilirlik Bağlamında İncelenmesi <i>An Inquiry on Tarsus Kırkkasık Bazaar as a Cultural Heritage within the Context of Sustainability</i>	235-241
Yrd. Doç. Dr. Nimet CANDAS KAHYA Prof. Dr. Ayşe SAĞSÖZ Arş. Gör. Selda AL	Doğu Karadeniz Bölgesi Kentsel Sitlerinde Değişim: 2002-2007 Dönemi <i>Transformation in the Urban Protected Areas of the East Black Sea Region: 2002-2007 Period</i>	242-249
Arc. Iordanes SİNAMİDES	Yunanistan, Xanthi'de 'Tütün Deposu Bölgesi': Tarihsel Bir Kentsel Çevrede Çağdaş Öğrenci Konut Alanı Tasarımına Dair Bir Vaka Çalışması <i>The "Tobacco Warehouse District" in Xanthi, Greece: Case Study of Designing Contemporary Student Housing in the Urban Environment of an Historical Complex</i>	250-254

Yrd. Doç. Dr. Emir HUSEYNOV	Sürekli Gelişme Gelecekte Azerbaycan Şehirlerinin Planlaştırılmasının Gelişmesi <i>Sustainable Development: Planning For the Future of Azerbaijan Cities</i>	255-260
Doç. Dr. Nikolaos A. LIANOS	Yunanistan'da Kentlerin Tarihsel Alanlarının Korunması, Çağdaş Restorasyon ve Yeniden-Yapılandırma Çalışmaları <i>Protection, restoration and re-establishment of Cities' historic areas in Greece</i>	261-268
Dr. Seda H. BOSTANCI Yrd. Doç. Dr. Mustafa KAVRAZ Yrd. Doç. Dr. Yelda Aydın TÜRK	Kent Aydınlatmasının Kentsel Kimliğe Etkileri Üzerine İnceleme <i>An Inquiry on the Impact of City Illumination upon Urban Identity</i>	269-276
Yrd. Doç. Dr. Mustafa KAVRAZ	Boluca Kültür Merkezi Çok Amaç Salonunun Akustik Projesi <i>The Acoustic Project of the Multi-Purpose Hall in the Cultural Center of Boluca</i>	277-283
Dr. Z. Sevgen PERKER Prof. Dr. Nilüfer AKINCITÜRK	Geleneksel Konutun Geleceği Bağlamında Kullanıcı Müdahaleleri: Yapısal Sorunlar Açısından Bir İrdeleme <i>User Interventions within the Context of the Future of Traditional Houses: An Inquiry on Structural Problems</i>	284-290
Prof. Dr. Neslihan Türkün DOSTOĞLU	Yeniden Canlandırma Çalışmalarının Sürdürülebilir Gelişmeye Katkısı <i>The Contributions of Revitalization Studies in Sustainable Development</i>	291-299
Yrd. Doç. Dr. Şenay BODUROĞLU Yrd. Doç. Dr. Füsün SEÇER KARİPTAŞ	Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Güneş ve Rüzgar Enerjisinin Konutlarda Kullanımı <i>Usage of Sun and Wind as Renewable Energy in Houses</i>	300-307
Yrd. Doç. Dr. Tülay ÖZDEMİR CANBOLAT Yrd. Doç. Dr. Fehime Yeşim GÜRANİ	Sürdürülebilir Tasarım Yaklaşımı Olarak İç Mimaride Tekstil Kullanımı <i>Usage of Textile in Interior Architecture as an Approach to Sustainable Design</i>	308-314
Arc. Sosanna NIKOLAIDOU	Ofis Binalarında Mikroiklimatik Analiz ve Enerji Verimliliği <i>Microclimatic Analysis and Energy Efficiency in Office Buildings</i>	315-321
Yrd. Doç. Dr. Harun SEVİNÇ	Kuzey Kıbrıs'ta Kaybedilen İklim Koruma Politikalarına Bir Karşı Davranış Olarak Sürdürülebilir Konut Gelişmeleri <i>Sustainable Housing Development as a Challenge For the Missing Climate Protection Policy of Northern Cyprus</i>	323-328
Özlem AYDIN Esra LAKOT ALEMDAĞ	Sürdürülebilirlik ve Ekoloji Ölçeğinde Geleceğin Kentleri <i>Cities of Tomorrow Under the Measure of Sustainability and Ecology</i>	329-335
Dr. İsmet ŞAHİN	Sürdürülebilir Gelişme ve Sürdürülebilir Yapı Bağlamında Uluslararası Yeşil Bina Değerlendirme Sistemleri <i>International Green Building Assessment Systems with In the Frame Work of Sustainable Development and Building</i>	336-343

Dr. Orkunt TURGAY Yrd. Doç. Dr. Damla ALTUNCU	Tarihi Aydınlatmak: Yeniden İşlevlendirilen Tarihi Mekanlarda Yapay Aydınlatma Uygulamaları <i>Illuminating the Past: Artificial Illumination Applications in the Refunctioned Historical Spaces</i>	344-350
Ulviye AYBER	Bir Mimar Sinan Eserinin Yapısal Çözümlemesi: Süleymaniye Camii ve İç Mekan Yapı Öğelerinin Analizi <i>Structural Assessment of a Work of Mimar Sinan: Süleymaniye Mosque and the Analysis of the Interior Construction Elements</i>	351-358
Yrd. Doç. Dr. Asu BEŞGEN GENÇOSMANOĞLU	Geleceği Tasarlamak: Gerçeğe Dokunmak <i>Designing the Future: Touching the Real</i>	359-369
Arş. Gör. Kıymet SANCAR Arş. Gör. Şengül YALÇINKAYA EROL	Gelecekteki Mekanlar Sanal mı, Gerçek mi? <i>Spaces of Future: Virtual or Real?</i>	370-375
Yrd. Doç. Dr. Saadet AYTİS Arş. Gör. Işıl POLATKAN	Gelenekten Geleceğe Mimarlık <i>Architecture From the Tradition to the Future</i>	376-383
Yrd. Doç. Dr. Filiz TAVŞAN İç Mimar Hande Gül KANCA Arş. Gör. Elif SÖNMEZ	E+T=S Formüllü Geleceğin Eko-Fütüristik Mimari Yapıları <i>Eco-Futuristic Architecture of the Future with the E+T=S Formula</i>	384-390
Yrd. Doç. Dr. Filiz TAVŞAN Arş. Gör. Elif SÖNMEZ İç Mimar Hande Gül KANCA	Geleceğin Konutlarında Sürdürülebilirlik Kavramı <i>The Concept of Sustainability in the Dwellings of the Future</i>	391-398
Onur ERMAN KARAGENÇ Nebahat DOKUZOĞLU	Mekan Kavramının Aktarımında Enformel Bir Yöntem Denemesi <i>An Inquiry for An Informal Method for the Education of the Conception of Space</i>	399-406

■ davetli bildiriler

POSTERLER / POSTERS

407

Muhammet KURUCU Furkan DİNÇER	Çevreye Duyarlı Güneş Pillerinin Konut Alanlarında Değerlendirme Süreci <i>Environment-Sensitive Solar Cells in Residential Areas</i>	408
Arc. Vlachodimos GEORGE	Selanik'te "Toumpa" Arkeolojik Sit Alanının Restorasyonu <i>The Restoration of Archeological Site of "Toumpa" in Thessaloniki</i>	409
Anna S. MATSKANİ Prof. Dr. Aimilla STEFANİDOU	Edessa'da Gheni Tzami Camii <i>The Gheni Tzami Mosque in Edessa</i>	410
Yrd. Doç. Dr. Aylin YILDIZ Arş. Gör. Aylin AKYILDIZ Yrd. Doç. Dr. Esra T. KÖSE	Farklı Kül ve Çamur Numune Karışımlarının İnşaat Yapı Malzemesi Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması <i>Inquiring the Utility of Different Ash and Mud Samples as Construction Materials</i>	411
Desponia FRAGKOU	Pireas'ta Demiryolu İstasyonunun Restorasyonu ve Yeniden-Kullanımı (AG. Dionysis) <i>Restoration and Reuse of the Railway Station in Pireas (AG Dionysis)</i>	412

NANO TEKNOLOJİ VE YAPIDA KULLANILAN NANO MALZEMELER

NANOTECHNOLOGY AND THE NANO MATERIALS USED IN CONSTRUCTION

Dr. Z. Sevgen PERKER

Uludağ Üniversitesi Mühendislik – Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü Görükle 16059,
Bursa / Türkiye, sp_sp@mynet.com

ABSTRACT

Nanotechnology is design, fabrication and application of nanostructures or nanomaterials, and the fundamental understanding of the relationships between physical properties or phenomena and material dimensions. Nanotechnology deals with materials or structures in nanometer scales. Nanotechnology make a concrete contribution to building materials and construction.

Key Words: Nanotechnology, Nanomaterials, Nanomaterials in Building, Nanomaterials in Architecture

1.GİRİŞ

Yüzyılımızın teknolojisi olarak nitelendirilebilecek olan nanoteknolojinin çok geniş bir uygulama alanı bulunmaktadır. Bu alanların başında da malzeme bilimi gelmektedir. Nanoteknoloji sayesinde malzemelerin nano ölçeklerde işlenmesi, farklılaştırılan özellikleri sayesinde yeni aygıt ve malzemelerin elde edilmesi olanaklı hale gelmiştir. Malzeme alanında nanoteknolojiye bağlı olarak günümüze kadar yaşanan gelişmeler mimariyi de etkilemiştir. Nanoteknolojinin mimariye etkisinin malzeme bilimindeki gelişmelere bağlı olarak artması beklenmektedir. Gelecek için yapılacak tasarımlarda nanoteknolojinin, günümüzde olduğundan çok daha fazla etkili olacağı öngörüsü ile hareket edilen bu çalışmada nanoteknoloji sayesinde geliştirilen malzemelerin, kullandıkları mimari yapı örnekleri ile birlikte ele alınarak incelenmesi hedeflenmektedir. Böylelikle geleceğin tasarımlarına yön verecek önemli bir unsur olan nanoteknolojinin mimarlık ile ilişkisinin ortaya konmasına yönelik çabalara katkıda bulunulması amaçlanmaktadır.

2. NANOTEKNOLOJİ

Kelime anlamı ile "nano" herhangi bir fiziksel büyüklüğün bir milyarda biri anlamına gelmektedir. Nanoteknolojinin tanımlanmasında hareket noktasını "nanometre" kavramı oluşturmaktadır. Bir ölçü birimi olarak nanometrenin açıklanması için birtakım karşılaştırmaların yapılması ve söz konusu ölçü biriminin birtakım örnekler ile ifade edilmesi önem taşımaktadır. Bir nanometre (nm) 10^{-9} metre (m), diğer bir ifade ile bir metrenin milyarda biri büyüklüğünde bir ölçütlü tanımlamaktadır. 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. Verilen örneklerden hareketle, nanoteknolojinin atom ve molekül düzeyinde bir teknoloji olduğu ifade edilebilmektedir. Nanoteknoloji, atom ve moleküllerin bir araya getirilmesi ile nanometre ölçeklerde çeşitli yapıların oluşturulması olarak tanımlanabilmektedir. Bir diğer ifade ile nanoteknoloji, bir maddeyi atomik ya da moleküler boyutta kontrol edebilme bilimidir. Kullanılabilir nitelikte bir nano yapının büyüklüğünün yaklaşık olarak 1 – 100 nanometre arasında olduğu görülmekte, bu bağlamda nanoteknolojinin genel

olarak 100 nanometreden daha küçük boyutta malzeme ve aygıtların geliştirilmesi ile ilgili bir teknoloji olduğu söylenebilmektedir.

Nanoteknolojinin amaçları arasında, 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 bulunmaktadır. Nanoteknolojiyi farklı kılan unsur, malzemelerin nanoboyutta makrodünyadan daha farklı davranışlarıdır. Kuantum etkileri nedeniyle maddeler, nanoboyutlarda, makroboyutlarda gösterdikleri özelliklerden daha farklı karakteristikler sergilemektedir. Bu nedenle günümüz bilim adamları malzemelerin nanoboyutlardaki durumları üzerinde çeşitli çalışmalar gerçekleştirmektedir [1,2,3].

"Nanoteknoloji" teriminin ilk kez Tokyo Bilim Üniversitesi öğretim üyelerinden Norio Taniguchi tarafından 1974'de yayınlanan bir makalede kullanıldığı bilinmektedir. 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 yayımlar 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 ile ilgili düşünceler geliştiren diğer bir bilim adamı ise Eric Drexler'dir. 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 yayınlarda 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. Nanoteknolojinin gelişmesini sağlayan en önemli buluş ise "Tarama Tünelleme Mikroskobu" nun keşfidir. Sözü edilen mikroskop sayesinde iletken bir yüzeydeki atomların yerlerinin değiştirilmesi olanaklı hale gelmiştir. Söz konusu gelişmeyi 1986'da fullerenler ile karbon nanotüplerin keşfi izlemektedir.

Teknolojide ileri gelen ülkelerde konu ile ilgili araştırmalar sürerken ülkemizde de nanoteknoloji TÜBİTAK'ın 2023 Vizyon Programı'na alınmış ve konu ile ilgili olarak bir yol haritası oluşturulmuştur. Nanoteknoloji konusunda ülkemizde atılan diğer bir önemli adımı ise Bilkent Üniversitesi'nde "Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi"nin (UNAM) kurulması oluşturmaktadır. Ülkemizde Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi'nin yanı sıra çeşitli üniversitelerde yürütülen bilimsel araştırmaların varlığı da bilinmektedir [2,3].

Günümüzde 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.

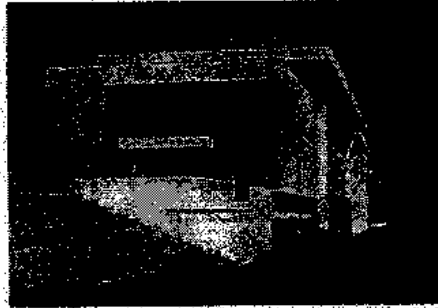
3. YAPIDA KULLANILAN NANOMALZEMELER

Yapı konstrüksiyonu ve uygulaması konusunda nanomalzemelerden beklenen görevler her geçen gün artmaktadır. Nanoteknoloji ile bağlantılı biçimde yapı alanında karşımıza çıkan yenilikler arasında; 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 sayılabilmektedir. 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 [4]. Bu çalışma kapsamında nanoteknolojiye bağlı olarak geliştirilen malzemeler; kendi kendini temizleyen nanomalzemeler, koruyucu özelliğe sahip nanomalzemeler, kirli havayı temizleme özelliğine sahip nanomalzemeler, ısı yalıtımı sağlayan nanomalzemeler ve yangın korunumu sağlayan nanomalzemeler olmak üzere beş başlık altında ele alınarak incelenmiştir.

3.1. Kendi Kendini Temizleyen Nanomalzemeler

Kendi kendini temizleyen malzemelerin üretiminde hareket noktasını kendisini sürekli temiz tutma özelliğine sahip olan "lotus" bitkisi oluşturmaktadır. Lotus bitkisi, üzerine en ufak bir toz zerresi geldiğinde hemen yapraklarını sallamakta ve toz taneciklerini yaprakları üzerindeki belirli noktalara doğru itmektir. 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, kullandıkları yüzey üzerindeki kiri temizleme özelliğine sahiptir. Nanoteknoloji ürünü olarak mimari yapılarda karşımıza çıkan ve kendi kendini temizleme özelliği taşıyan malzemelerin çoğunlukla boya ve çeşitli kaplama malzemeleri olarak üretildiği görülmektedir. Kendi kendini temizleyen boya malzemesinin kullanıldığı önemli örneklerden biri mimari projesi Richard Meier & Partners'a ait olan ve İtalya'nın Roma kentinde bulunan Ara Pacis Arkeolojik Eserler Müzesi' dir (Şekil 1).



Şekil 1. Ara Pacis Arkeoloji Müzesi [5]

Ara Pacis müzesi, bir yapı kompleksi olup Roma'nın geleneksel ile modern yapılaşma alanları arasında bağlantı noktası özelliğine sahip olan Tiber nehrinin yanında konumlanmaktadır. Yapı kompleksi; önünde kentsel bir meydan bulunan giriş holü, sergileme alanlarının bulunduğu ana bina; konferans odaları, restoran, geçici sergiler, kütüphane ve ofislerin yer aldığı diğer bina olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Yapı kompleksinin içinde yer alan "Pax Augusta" anıtının kendisi, çevresel olumsuz etkilere karşı etrafı cam ile kaplı bir mekânda yer almaktadır. Yapının geri kalan bölümlerinin karakteristik özellikleri ise Roma mimarisini için tipik olan büyük bloklar halinde kullanılan travertenleri ile Meier mimarisinin tipik özelliği olan beyaz renkli cepheleridir [6]. Sözü edilen beyaz cephelerde kendi kendini temizleme özelliğine sahip olan ve böylelikle cephelerin sürekli olarak beyaz kalmasını sağlayan şeffaf bir nanomalzeme kullanılmıştır. Kentin bu bölgesinde yoğun bir hava kirliliği söz konusudur. Yapının karakteristik özelliği olan beyaz cephelerin uzun süre rengini koruması kullanılan nanomalzeme sayesinde sağlanabilmektedir.

3.2. Koruyucu Özelliğe Sahip Nanomalzemeler

Bilindiği gibi yapı malzemelerinin mimarideki kullanım alanlarını çoğunlukla fiziksel, kimyasal, mekanik, teknolojik, görsel vb. gibi bünyesel özellikleri belirlemektedir. Her malzemenin üstün özellikleri olduğu gibi bünyesel yapılarından kaynaklanan olumsuz özellikleri de bulunmaktadır. Nanoteknoloji sayesinde ise malzemelerin mevcut özelliklerinin değiştirilmesinin yanı sıra malzemelerin zayıf özelliklerini güçlendirecek nanomalzemelerin üretilmesi de gündeme gelmiştir. Malzeme alanındaki bu gelişmeler mimari tasarımda malzeme seçimi konusunda alternatiflerin artmasına önemli katkılarda bulunmaktadır. Örneğin ahşap yapı malzemesi üstün fiziksel, mekanik ve görsel özelliklere sahip olmakla birlikte, herhangi bir işlem görmeksizin dış ortamda kullanılması halinde kısa sürede zarar görmekte ve işlevini yerine getiremez hale gelmektedir. Oysa günümüzde üretilen ahşap koruyucu nanomalzemeler sayesinde ahşabın dış ortamda kullanımı çok daha olanaklı duruma gelmiştir. Ahşap gibi pek çok malzemenin son yıllarda üretilmekte olan nanomalzemeler ile uzun süreli olarak korunmaları sağlanmaktadır. Koruyucu özelliğe sahip nanomalzemelerin kullanıldığı önemli örneklerden biri, Burkhalter Sumi mimarlık ofisinin İsviçre Zürih'te yaşayan Erlenbach ailesi için tasarladığı konut yapısıdır (Şekil 2,3).



Şekil 2. Erlenbach Konutu [7]



Şekil 3. Erlenbach Konutu Ahşap Sundurması [8]

Konut, Zürih Gölü ve Alpler arasında manzaralı bir tepe üzerinde konumlanmaktadır. Konutun heykelsi ve minimalist tasarımını vurgulayan, yapıyı adeta ince bir zarf gibi kaplayan ana malzemesidir. Malzeme, düşey olarak kullanılmış latalar halindeki karaçamdır. Karaçam malzemenin üretilmiş olan latalar ince ve uzun olduklarından özellikle çevredeki manzaranın algılanmasını sağlamakta, yapının önemli unsurlarından biri olan sundurmanın görüş alanının sınırlarını genişletmektedir. Yapının temel malzemesi olan ahşap dış ortamda da oldukça yoğun bir biçimde kullanılmıştır [6]. Kullanılan ahşap malzemenin dış hava etkilerine karşı korunmasını ve mevcut rengini de kaybetmemesini sağlayan ise aynı zamanda su geçirmez özellikte bir nanomalzemedir. Ahşap malzeme, dış ortamın olumsuz etkilerine karşı koruyucu bir nanomalzeme ile işlem görmüştür. Koruyucu olarak kullanılan nanomalzeme nefes alabilen özellikte şeffaf bir yapıdadır. Ahşap malzemenin korunmasında film tabakasına benzer biçimde vernik vb. herhangi bir malzeme kullanılmamış olması hem ahşabın nefes almasını sağlamakta hem de doğal görünümünü uzun süreli olarak korumasına olanak tanımaktadır.

3.3. Kirliliği Havayı Temizleme Özelliğine Sahip Nanomalzemeler

Yapıda kullanıcı konforu son derece önem taşıyan bir konudur. Kullanıcı konforunun sağlanması ise çeşitli parametrelerden oluşmaktadır. Kullanıcı konforu açısından önemli parametrelerden biri iç ortam hava kalitesidir. İç ortam hava kalitesi aynı zamanda yapı malzemelerinin ömürleri ve dolayısıyla yapı ömrü üzerinde de etkili olmaktadır. İç ortam hava kalitesini, yapının içinde bulunduğu çevre, nem, ısı vb. gibi teknik koşulların yanı sıra kullanım amacı ve kullanım süresi / sürekliliği gibi kullanıma bağlı konular da etkilemektedir. Nanoteknoloji alanındaki gelişmeler yapı malzemelerinin iç ortam hava kalitesi ile ilgili olarak da bazı görevler üstlenmesini beraberinde getirmiştir. Nanoteknoloji ürünü olan bazı yapı malzemeleri kullanıldıkları mekânlardaki havanın içinde bulunan bazı kir, toz vb. partikülleri absorbe ederek iç ortam hava

kalitesini yükseltmeye yardımcı olmaktadır. Bu ürünlerin aynı zamanda sentetik olup yanmayan özellikte olanları da bulunmaktadır. Sözü edilen malzemeler iç ortam nem dengesinin kurulmasına yardımcı olmakta, aynı zamanda iç ortamdaki kötü kokuların emilmesini de sağlamaktadır. Kirli havayı temizleme özelliğine sahip olan nanomalzemelerin kullanıldığı önemli örneklerden biri, Kochi Mimarlık Ofisi'nin Japonya'nın Tokyo kentinde yaşayan bir aile için tasarladığı hafta sonu evi ve kaligrafi atölyesidir (Şekil 4, 5).



Şekil 4. Tokyo'da Hafta Sonu Evi [9]

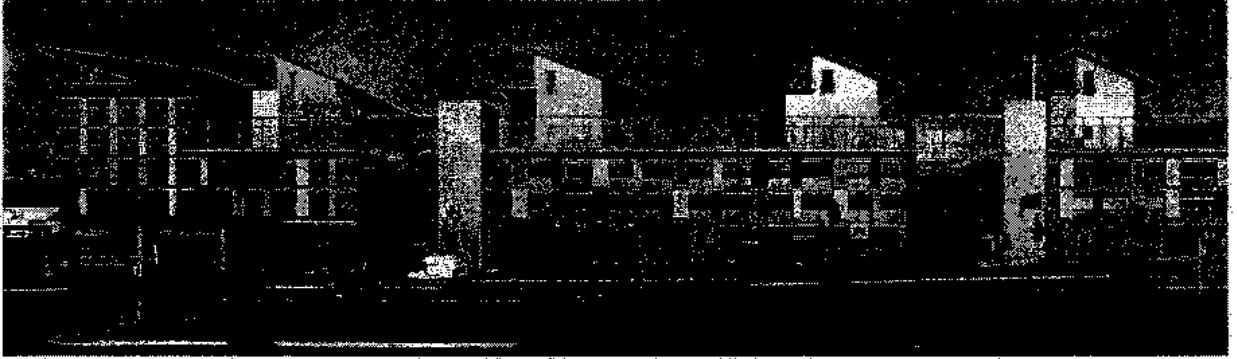


Şekil 5. Tokyo'da Hafta Sonu Evi [10]

Ahşap strüktür ile inşa edilmiş olan hafta sonu evi ve kaligrafi atölyesi iki normal kat ile bir çatı terasından oluşmaktadır [6]. Temiz havanın bol olduğu kırsal bir çevrede inşa edilmiş olmasına rağmen iç mekân hava kalitesi olması gerekene göre düşük seviyededir. Hafta sonu evi işlevi, yapının seyrek kullanılmasına neden olmakta, yapı düzenli olarak havalandırılmadığından iç mekân hava kalitesi düşmektedir. Konutun yapımında kirli havanın içerdiği partikülleri absorbe eden bir nanomalzeme ile kaplı ahşap duvar panoları kullanılmıştır. Böylelikle mimar konutun işlevinden kaynaklanan bir sorunu malzeme ile çözmektedir. Kullanılan ahşap duvar panoları buhar geçirimi sağlayabilen özellikte olup, üzerlerindeki kaplamanın da yardımı ile havadaki nemi alıp verebilmektedir. Bu süreçte havadaki partiküllerin temizlenmesi sağlanmaktadır. Ayrıca seçilen ahşap panolar, yapı işlevini tamamladığında kolaylıkla sökülerek başka bir yerde kullanılabilir özelliktedir.

3.4. Isı Yalıtımı Sağlayan Nanomalzemeler

Yapısal konforun önemli unsurlarından biri olan ısı yalıtımı günümüzde tüm yapı gruplarında önemle üzerinde durulması gereken bir konudur. Nanoteknolojinin malzeme alanındaki bir etkisi de ısı yalıtım malzemeleri üzerinde görülmektedir. Nanoteknoloji ürünü olan ısı yalıtım malzemeleri, konvansiyonel yalıtım malzemelerine oranla 6-7 kat daha fazla performans sergileyebilmekte, daha fazla enerji korunumu sağlayabilmekte ve böylelikle yapıların ısıtma maliyetlerini önemli oranda düşürebilmektedir. Sözü edilen malzemelerin yapının cephe, çatı, duvar ve döşeme gibi elemanlarında panel biçiminde kullanılmaları olanaklıdır. Ayrıca ısı yalıtımında nanoteknolojinin sayesinde kaydedilen önemli gelişme de faz değiştirme özelliğine sahip olan ve özellikleri dolayısıyla da yüksek miktarda enerji depolayabilen nanomalzemelerin üretilmesidir. Sözü edilen malzemeler kullandıkları ortamın ısısına bağlı olarak katılaşmakta ya da erimekte, böylelikle gerekli olduğunda yüksek miktarda enerjiyi bünyelerinde depolamakta, gerekli olduğunda ise depoladıkları enerjiyi açığa çıkarabilmektedirler. Isı yalıtımı sağlayan nanoteknoloji ürünü panellerin ve faz değiştiren nanomalzemelerin kullanıldığı önemli örneklerden biri mimar Rolf Disch tarafından tasarlanan ve Almanya'nın Freiburg kentinde bulunan Sonnenschiff yapı kompleksidir (Şekil 6).

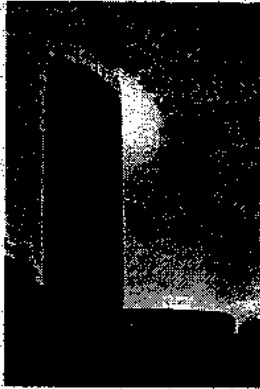


Şekil 6. Sonnenschiff Yapı Kompleksi [11]

Karma işlevli olan yapı kompleksinde hem konutlar hem de ticaret mekânları yer almaktadır. Yapının genel konseptini yenilenebilir enerji kaynaklarının verimli kullanımı ile ekonomi oluşturmaktadır [6]. Yapı, tükettiğinden daha fazla enerji üretimi sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Yapıda güneş ve rüzgâr enerjileri ile jeotermal enerjiden faydalanan doğal, yenilenebilir ve geri dönüşümlü yapı malzemeleri kullanılmıştır. Yalıtım için boşluklu yalıtım panelleri ile iç ortam ısısını düzenlemek için yüksek miktarda enerji depolama özelliğine sahip nanomalzemeler kullanılmıştır. Bu iki sistem bir arada yüksek miktarda enerji verimliliği sağlamaktadır. Nanoteknoloji ürünü olan yalıtım panelleri özellikle dış cephede ve çatıda kullanılmıştır. Duvar içlerinde ve çatı konstrüksiyonu arasında kullanılan faz değiştiren nanomalzemeler ise çevredeki fazla ısıyı depolamakta ve gerektiğinde kullanılmasını sağlamaktadırlar. Böylelikle mekânların gereğinden fazla ya da az ısınması önlenmekte, iç ortam ısısı pasif olarak düzenlenmektedir.

3.5. Yangın Korunumu Sağlayan Nanomalzemeler

Günümüz yapı tasarımı ve uygulamasında önem taşıyan konulardan bir diğeri yangın güvenliğidir. Bilindiği gibi yangın güvenliği yapının projelendirilmesinden malzeme seçimine kadar geniş bir yelpazede ve tasarım bütünlüğü içinde ele alınması gereken bir konudur. Nanoteknolojinin bu alanda da yapı malzemeleri üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır. Çeşitli yapı malzemelerinin yangından korunmasını ya da yangının malzeme üzerindeki olumsuz etkisinin olabildiğince geciktirilmesini sağlayan uygulamalar bulunmaktadır. 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 karşı dayanıklı olup, söz konusu ışınlarla karşı ayrı bir koruma uygulaması gerektirmemektedirler. Nanocamların diğer özellikleri ise ışık geçirgenliklerinin yüksek, darbeye karşı dayanıklı oluşlarıdır. Nanoteknoloji ürünü olan yangın korunumlu camlar özellikle çok katlı ofis yapılarında tercih edilmektedir. Yangın korunumu sağlayan nanoteknoloji ürünü camların kullanıldığı önemli örneklerden biri Murphy / Jahn Mimarlık Ofisi tarafından tasarlanan ve Almanya'nın Bonn kentinde bulunan Deutsche Post Merkez Ofisi yapısıdır (Şekil 7,8).



Şekil 7. Deutsche Post Merkez Ofisi [12]



Şekil 8. Deutsche Post - Yangın Korunumlu Nanocamlar [13]

160 metre yüksekliğinde bir landmark niteliğinde olan yapı Almanya'nın Bonn kentinde, Ren Nehri'nin kıyısında bulunmaktadır. Yaklaşık olarak 2000 kişinin çalıştığı bir ofis yapısıdır. Kulenin oval olan cephesi ileri teknoloji ürünü nanocamlar ile kaplıdır [6]. Nanocamlar aynı zamanda yapının iç mekânlarında da kullanılmıştır.

4. SONUÇ

Sağlık alanından savunmaya, ekonomiden mimarlığa kadar çok çeşitli alanlarda olumlu gelişmelerin söz konusu olduğu nanoteknoloji 21. Yüzyılın anahtar teknolojisi olarak nitelendirilmektedir. Nanoteknolojinin tüm disiplinlerdeki etkilerinin gözlemlenmesi sonucunda, malzeme bilimi ve mimarlık üzerindeki etkilerinin de artarak devam edeceği öngörülebilmektedir. Nanoteknolojinin gündeme gelmesinden günümüze kadar geçen süre içinde yapı alanında geliştirilen çeşitli malzemelerin mimarlığa olan olumlu katkıları ağırlıklı olarak gündeme gelmektedir. Ancak nanoteknolojinin olumsuz yönlerinin olup olmadığı konusundaki bilimsel tartışmalar devam etmektedir. Bunun yanı sıra dünyanın teknolojiye ileri durumda olan çeşitli ülkeleri nanoteknoloji konusundaki araştırmalarını hızla sürdürmektedir, ülkemiz de sözü edilen araştırmalar ile ilgili olarak bilimsel platformlarda yerini almalıdır. Ülkemizde TÜBİTAK ve UNAM'ın konu ile ilgili olarak yürüttükleri araştırmalarda, gelişmeler kaydedilmektedir. Ancak malzeme bilimi ve mimarlık alanında da nanoteknoloji ile ilgili bilimsel araştırma ve çalışmaların yaygınlaştırılması hedeflenmelidir.

5. KAYNAKLAR

- [1] Özkan, I., 2006, *Nanoteknolojik Yöntemler İle Malzemenin Yüzey Özelliklerinin İyileştirilmesi*. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir.
- [2] Erkoç, Ş., 2007, *Nanobilim ve Nanoteknoloji*. ODTÜ Yayıncılık Ankara.
- [3] <http://tr.wikipedia.org/wiki/Nanoteknoloji> (Erişim Tarihi: 02.02.2010)
- [4] <http://www.politicsofhealth.org/wol/2008-3-30.htm> (Erişim Tarihi: 04.02.2010)
- [5] http://lh3.ggpht.com/_icMAhcWYtIs/ShrxvM6oeRI/AAAAAAAAABEA/XLNdC71zAQ/Ara+Pacis+museum.JPG (Erişim Tarihi: 02.02.2010)
- [6] Leydecker, S., 2008, *Nano Materials*. Birkhauser Verlag.
- [7] <http://i35.tinypic.com/2z8rdxh.jpg> (Erişim Tarihi: 04.02.2010)
- [8] http://www.e-architect.co.uk/switzerland/jpgs/erlenbach_bsa110708_heinrichhelfenstein_1.jpg (Erişim Tarihi: 04.02.2010)
- [9] <http://www.designboom.com/tools/WPro/images/12j/ka13.jpg>
- [10] <http://www.busyboo.com/wp-content/uploads/2009/01/japanese-house-calligrapher2.jpg>
- [11] <http://greenlineblog.com/wp-content/uploads/2008/01/solarsiedlung-image-07.jpg>
- [12] http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Posttower_Bonn_001.jpg
- [13] <http://www.vetrotech.com/gb/eng/inh2638.asp>