

DEPREM VE MİMARLIKTA KULLANILAN POLİMER MALZEMELER

Birten ÇAKMAKLI¹, Sevim ATEŞ CAN², Ece MURAÇAL³

¹Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Polimer Mühendisliği Bölümü, Burdur, bcakmakli@mehmetakif.edu.tr

²Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Burdur

³Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malzeme Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı, Burdur

ÖZET

Polimerler, sahip oldukları özelliklerden dolayı ileri mühendislik malzemelerinin üretimi, tıp, eczacılık, tekstil sanayisi, ulaşım sektörü, ambalaj ve kozmetik sanayisi, oyuncak üretimi, iletişim sektörü gibi akla gelebilecek tüm sektörlerde yaygın kullanım alanına sahiptir. Ülkemiz polimer malzeme üretiminde, Avrupa'da ve dünyada önde gelen ülkeler arasındadır. Bu çalışmada deprem mimarisinde kullanılan polimerik malzemeler, akıllı malzemeler ve portatif mimari hakkında genel bir bilgi vermek amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Polimer Malzemeler, Mimari, Deprem, Akıllı Mimari, Portatif Mimari

POLYMER MATERIAL USED IN EARTHQUAKE AND ARCHITECTURE

ABSTRACT

Polymers, because of their properties, are widely used in all sectors, such as production of advanced engineering materials, medicine, pharmaceutical, textile industry, transportation industry, packaging industry, toy manufacturing, the cosmetics industry, the communications sector. Our country is among the leading countries in the production of polymeric material in Europe and in the world. In this study, general information about polymeric materials used in earthquake architecture, smart materials and portable architecture were provided.

Keywords: Polymer Materials, Architecture, Earthquake, Smart Architecture, Portable Architecture

1. GİRİŞ

Ülkemiz deprem kuşağında yer almaktadır ve depremler, en büyük doğal felaketlerden birisidir (Panel, 2010). Geçmişte yaşanan depremler içinde 2011 yılındaki Van, 1999 yılındaki Gölçük – Yalova ve 1971'deki Burdur depremi hafızalardadır. Bu büyük doğal felaketin zararlarını en aza indirmek için;

- Yerleşim alanlarını kırık (fay) hattından uzak ve sağlam zeminler üzerinde kurmalı,
- Alüvyal dolgulu, gevşek yapıli zeminlere yerleşilmemeli,
- Depremi önceden haber verebilen yöntemler geliştirilmeli (Japonya bu konuda oldukça önemli ilerlemeler kaydetmiştir),
- Binaların yapı malzemesi ve yapı tekniği depreme dayanıklı olmalı,
- Halk deprem konusunda eğitilmeli,
- Deprem sonrası için sivil kurtarma ekipleri ile araç ve gereçler her an hazır tutulmalı,
- Hastane ve tıbbi ekipler depreme göre teşkilatlandırılmalıdır.

International Burdur Earthquake & Environment Symposium (IBEES2015)

Uluslararası Burdur Deprem ve Çevre Sempozyumu

7-9 May 2015, Mehmet Akif Ersoy University, Burdur-Türkiye

<http://ees2015.mehmetakif.edu.tr> – <http://ees2015.maku.edu.tr>

Cezayir, ABD ve Japonya'da deprem hasarları konusunda çalışmalar yürüten Wang, Kaliforniya'da hasar gören yapılar üzerinde yaptığı incelemelerde, mimari tasarım kararlarının, bazı yapıların hasar görmesinde, diğer tasarım kararlarına göre açık bir şekilde belirleyici olduğu sonucuna varmıştır. Yıkıcı depremlerden çıkarılan dersler, depreme dayanıklı yapı tasarımı için aynı önemde ve aynı anda üç temel koşulun bir araya getirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır (Öner, 2015);

- a. Depreme dayanıklı mimari tasarım
- b. Yasa ve Yönetmeliklere uygunluk
- c. Nitelikli malzeme, uygulama ve denetim

Bu çalışmada polimerler, mimari tasarım ve deprem ve kullanılabilir akıllı malzemeler ve portatif mimari hakkında bilgi vermek amaçlanmaktadır.

2. POLİMERLERİN YAPI MALZEMESİ OLARAK KULLANILMASI

Ülkemiz polimerik malzeme üretiminde, Avrupa'da ve dünyada önde gelen ülkeler arasındadır. Yaşamımızda vazgeçilemeyen bir yere sahip olan polimerik malzemeler, 1920li yıllarda Hermann Staudinger tarafından; ilk olarak yüksek molekül ağırlıklı bileşiklerin, yani makro moleküllerin varlığını öne sürmesiyle geçen 95 sene içinde hafif, dayanıklı, ekonomik ve görsel özellikleri ile günlük yaşamımızın her alanında yer alan malzemeler haline gelmiştir (Saçak, 2010; Okay, 2007). Polimerler sahip oldukları özelliklerden dolayı ileri mühendislik malzemelerinin üretiminde, tıpta, eczacılıkta, tekstil sanayisinde, ulaşım sektöründe, ambalaj sanayisinde, oyuncak üretiminde, kozmetik sanayisinde, iletişim sektörü gibi akla gelebilecek tüm sektörlerde yaygın kullanım alanına sahiptir. Kullanımı çok eskilere dayanan ve canlı vücudunda da bulunan polimerler; daha kaliteli bir yaşam için üretimi - atık malzemelerinin de fazlaca olması nedeni ile - gelecek nesillere temiz bir çevre bırakmak için doğada bozunabilirliği veya yeniden değerlendirilebilirliği ile üzerinde en çok araştırma yapılan malzemelerdir. Polimerlerin başlıca avantajları, hafif oluşları, korozyona karşı dayanıklı oluşları ve kolay işlenebilirlikleridir. Bugün dünyada üretilen polimerlerin yaklaşık % 30'u her sene inşaat mühendisliği ve yapı endüstrisinde kullanılmaktadır. Bu da yapı malzemeleri olarak ta kullanılan polimerlerin ne kadar önemli olduğunun bir göstergesidir (Okay, 2007).

Mimaride ve inşaat mühendisliğinde yaygın olarak kullanılan malzemelerin genel özellikleri incelendiğinde diğer alanlardan farklılıkları (Okay, 2007);

- 1) Düşük fiyat,
- 2) Çok büyük hacimlerde tüketim,
- 3) Dayanıklılık ve uzun ömür talebi,
- 4) Kamu güvenliği: Altyapı hata kabul etmiyor, depremler bunlara bir örnek olarak verilebilir.
- 5) Relatif basit ve az hassas prosesler: Kullanılacak malzeme, inşaatın olduğu mekanda proses edilecekse, bu prosesin oldukça düşük hassasiyette ve kolay yapılabilir olması gerekiyor.

Polimer malzemelerin yapı malzemeleri olarak kullanılmalrı için tarihçesini incelediğimizde; Antik çağlarda taş ve odun başlıca yapı malzemeleriydi. Zamanla kilin kullanılmasıyla briket, tuğla ve kiremit yapmayı öğrenince, taş ve briket esas yapı malzemeleri olarak yerlerini aldılar. MÖ. 3000 yıllarında Mısır'da piramitlerin yapılmasından 18. yy. sonu-19. yy. başına kadar kırılğan malzemeler olan taş ve briket belirleyici yapı malzemeleriydi. Bunlar duvar ve kolonlar için uygun yapı malzemeleri olmasına karşın eğilmeye karşı düşük kopma kuvvetleri nedeniyle yatay elemanların yapımında problemlere yol açıyordu. 18. yy sonunda ortaya çıkan çelik ve çimento, çekmeye ve sıkıştırmaya karşı yüksek kuvvetleri ile yeni bir çığır açtılar. Çelik kullanımı çok hızlı bir gelişme gösterdi. Yüksek dayanıklı çelik kabloların yerine çok daha hafif ama çelik kablolar gibi kuvvetli olan karbon elyaf ile takviye edilmiş polimerik malzemeler (carbon fiber reinforced polymer, CFRP) geleceğin klasik malzemeleri olarak değerlendirilebilir. CFRP uzay, havacılık, sporda kullanıldığı gibi yapı mühendisliğinde de kullanılmaya başlandı. 5-10 mikrometre çapında çok ince karbon elyafların poliester reçine içinde gömülmesi ile CFRP oluşmaktadır. Ancak, çelikten 5,2 defa daha hafif olan CFRP'lerin fiyatının yüksek olması nedeniyle inşaat mühendisliğinde yaygın olarak kullanılmamaktadır (Okay, 2007).

1824 yılında patenti alınan, ucuz olması, üretimi kolay ve betonun yapımında olağanüstü bir hidrolik bağlayıcı olan Portland çimentosu 20. yüzyılın en popüler ve temel yapı malzemesi oldu. Bu “sentetik taş”ın doğal taş gibi en büyük dezavantajı çekmeye karşı düşük kopma kuvveti ve yüksek kırılabilirliğidir. Betonun, elastik kuvvetlendirici çubukların, elyafların, ya da aktif kuvvetlerin katılması ile özelliklerinin iyileştirilme çalışmaları, 19. yüzyılın sonlarından itibaren başlamıştır. Gerçekte kırılabilir malzemeleri kuvvetlendirmek için elyaf kullanımı, kil-su çamurunu kuvvetlendirmek için at kılı katılması yöntemleri eski Mısır zamanlarına kadar dayanmaktadır. Malzemenin tokluğunun artması için elde edilen elyaf takviyeli betonların gelişiminde ise; çelik elyaf takviyesi 1960’larda, polimerik elyaflar 1970’lerde, cam elyaf katkısı 1980’lerde, karbon elyaf katkılı betonlar ise 1990’ların başında kullanılmaya başlandı, yaygınlaştı. Plastikler diğer bir grup yapı malzemeleridir.

Polimer malzemelerin hafif olmaları (yoğunlukları 1- 1,4), kimyasal dayanıklılıkları, yüksek ışık geçirgenlikleri ve boyanabilmeleri ve kolayca şekil verilebilmeleri avantajları arasındadır. Dezavantajları ise; düşük elastik modülleri, düşük termal dayanıklılıkları ve UV ışınlarına dayanıksız olmalarıdır (Okay, 2007).

Ancak katkı maddeleri ile bu dezavantajlar giderilebilmektedir. Örneğin 10-80 MPa koparma kuvvetine sahip olan plastiğin, cam elyaf ile kuvvetlendirilmesi sonucu koparma kuvveti 130-600 MPa çıkarılabilmektedir. Bir başka örnekte elastik modülü 2 GPa olan bir plastiğe cam elyaf katılarak çeliğin elastik modülü 55 GPa ulaştırılabilir. Diğer yandan uygun katkı ile plastiğin UV enerjisini absorplaması ve daha uzun, görünür bölgede, dalga boyları halinde yayması sağlanmaktadır. Yanmayı önleyici katkı ile plastiklerin termal dayanıklılıkları artırılabilir (Okay, 2007).

3. POLİMER MALZEMELER VE MİMARİ TASARIM

Günümüzde esnek, taşınabilir, değişebilir, hareket kapasitesine sahip, çevreyle ve kullanıcıyla uyumlu olan mimari tasarımlar istenmektedir. Doğayla ilişki kuran, doğadan ve doğanın malzemesinden yararlanan, doğanın, maddenin değişimi, dönüşümü, canlılığı, dokusu, ritmini ve rengini tasarımlara aktaran, doğayla paylaşımlar taşıyan yaklaşımlar doğrultusunda mimari tasarımlar geliştirilmekte, mimari uygulamalar ve malzeme üretimleri çevre verileri dikkate alınarak gerçekleştirilmektedir. Doğadaki formların ve malzemenin nerede ve nasıl kullanılabileceğine ilişkin mimari tasarımlara disiplinler arası işbirliğiyle malzemelerin yapacağı katkıları aşağıda belirtildiği şekilde sınıflandırılabilir (Gezer, 2008a);

- 1) Ekolojik Mimari
- 2) Organik Mimari
- 3) Yaşayan Mimari
 - a) Değişebilir Mimari
 - b) Dinamik Mimari
 - c) Esnek Mimari
 - d) Akıllı Mimari
- 4) Portatif Mimari
- 5) Morfo-Ekolojik Mimari

Bu çalışmada ise incelenecek olan Akıllı Mimari ve Portatif Mimaride kullanılan polimerik malzemelerin kullanımlarıdır.

3.1 Akıllı Mimariye Malzemenin Katkısı

Eski çağlardan beri bina yapımında geçerli olan “yapının ortam şartlarıyla mücadele etme” özelliği yerine, günümüz tasarımlarında akıllı malzemeler mimariye uygulandığında “yapının çevresel uyarılara cevap vererek ortam şartlarına uyum gösteren (akıllı) yapı” özelliği taşınması istenmektedir (Gezer, 2008a; Orhon, 2012).

Akıllı malzemeler, dış uyaranlara - fiziksel (basınç, sıcaklık, nem, ışık, elektrik alan, manyetik alan vb.), kimyasal (pH, çözelti vb.) veya biyolojik – karşı niteliğini değiştirerek ve/veya enerji dönüşümü yaparak yanıt veren malzemelerdir. Günümüzde yirmiden fazla grup altında sınıflanan akıllı malzemelere örnek olarak – elektrik (piezoelektrik, termoelektrik vb.), –kromik (termokromik, fotokromik vb.), –reolojik (manyeto-reolojik,

elektroreolojik vb.) malzemeler ve şekil bellek alaşımları verilebilir. (Addington & Schodek, 2005). Bu bağlamda akıllı malzemeler, çevreden gelen uyarılara özelliklerini veya şeklini değiştirerek cevap veren, kendi içinde ve çevresindeki değişimlere tepki vererek belirli işlevleri anında ve sürekli olarak yerine getirebilen malzemelerdir (Okay, 2007; Orhon, 2012).

Işık, sıcaklık, basınç, magnetik alan ya da kimyasal bir etki sonucunda fiziksel özellikleriyle ya da kimyasal yapılarıyla değişebilen, böylece kendini güçlendiren, şekil, renk değiştiren, akışkanlık değişimine uğrayan, madde saçan, elektrik üreten, termal yayılım yapan akıllı malzemeler; organik, dinamik, akıllı mimaride yer alarak yaşayan mimariye en büyük katkıyı yapmaktadır.

Mimaride hareketli mekanizmaların üretiminde, termal genişleme özelliğine sahip olan malzemeler, çatı ve cephe sistemlerinde, yaşayan mimarinin yeni malzemeleri olarak iletken, dielektrik, piezoelektrik, manyetoreolojik, elektroreolojik özellikleriyle şekil değiştiren, kendini temizleyen, havaya duyarlı, ışık ve sıcaklık değişiklikleriyle uyarıldığında, benzer şekilde davranış gösteren polimer malzemeler-akıllı jeller kullanılmaktadır (Ritter, 2007). Avusturya’da Albert Wimmer, AN_Mimarları tarafından tasarlanan 77 metre yükseklikteki binanın cephesinde olduğu gibi; Titanyumoksit içeren “hidrotect” şeffaf kaplamalı fotokatalitik seramik malzemeli cephe yüzeyi kendini temiz tutabildiği gibi, kaplama yüzeyinde oluşan serbest elektronları ile oksijeni aktive ederek çevredeki havayı temizlemesi ile ekolojik mimaride kullanılan malzemelere örnek gösterilebilir (Ritter, 2007; Gezer, 2008a; Orhon, 2012).

3.2. Akıllı Malzeme Anlayışı ve Mimarlık

Malzeme biliminde alışılmış anlayış, malzemelerin kullanım süresince mümkün olduğunca niteliklerini korumasıdır; çünkü malzeme niteliklerinin değişmesi genellikle dış uyaranlar sonucu bozulma (çürüme, korozyon, göçme vb) ile ilişkilendirildiğinden istenen bir durum değildir. Malzemedeki kullanım boyunca değişime uğramaması dışında bir beklentisi olmayan alışılmış (klasik) malzeme anlayışının aksine akıllı malzeme anlayışında malzemedeki kullanım sırasında dış uyaranlara karşı işlevlerine yardımcı olacak faydalı nitelik değişimleri yapması beklenmektedir. Okay’a (2007) göre *“bir anlamda tüm malzemelerin belli bir derece akıllılığı” söz konusudur. Örneğin ısıtıldıklarında genişlerler veya daha kolay işlenirler, bazılarının ısıtılması ile iletkenlikleri artar. Ancak malzemeyi gerçekten akıllı yapan bu tip değişimlerin “malzemenin dizaynı ile ortaya çıkmasıdır.”* Bu nedenle akıllı malzemeler aslında tasarlanmış malzemelerdir. Akıllı malzeme yaklaşımı mimarlığa uygulandığında “ortam şartlarıyla mücadele eden” yapı anlayışı yerini, “çevresel uyaranlara yanıt vererek ortam şartlarına uyum gösteren” yapı anlayışına bırakmaktadır. Bu yaklaşımda yapıya atfedilen “akıllılık” kavramı, akıllı malzeme kullanılarak uygun biçimde tasarlanan yapı elemanları veya bileşenlerinin bir sonucudur.

“Çevresel koşullara yanıt veren mimarlık” kavramı ilk kez 1970 yılında Negroponte tarafından ortaya atılmıştır. Ancak sonraları akıllı malzemelerin kullanıma girmesi bilgisayarlara gerek duymaksızın akıllı malzemelerin algılayıcı ve/veya devindirici olarak kullanıldığı yapılar üretmeye olanak sağlamıştır. Çevresel koşullara yanıt veren mimari yapıların ilk örneklerinden biri Institut du Monde Arabe (Paris, Fransa, 1981-1987, Jean Nouvel) yapısıdır. Cepheye gelen ışığa bağlı olarak otomatik kontrol edilen mekanik diyafram düzeneğiyle içeri alınan ışığı ayarlayan cephe panellerinin kullanıldığı yapıda sadece ışık algılayıcılarda sınırlı biçimde akıllı malzeme kullanılmıştır. 1992 yılında Münih Modern Sanat Müzesi için açılan yarışmada Becker Gewers Kuhn & Kuhn tarafından sunulan proje, cephede güneş kontrolü için kromik cam kullanımının ilk örneklerinden biri olmuştur (Ritter, 2007). Böylece akıllı malzemeleri gerçek potansiyeliyle kullanarak çevresel koşullara yanıt veren ilk yapılar ortaya çıkmıştır (Gezer, 2008a; Orhon, 2012).

Üzerindeki çatlaklara sokulan ahşap kamaları sıcak su döküp genişleterek taş blokları çatlatma yöntemi mimarlık tarihi kadar eskidir. Eski çağlardaki akıllı malzeme etkilerine bir örnek; Theophrastus, MÖ. 4. yüzyılda turmalinin ısıtıldığında saman liflerini ve külü kendisine çektiğini yazarak bilmeden ilk piezoelektrik malzemeyi tanımlamasıdır.

Mimari uygulamalarda kullanılan akıllı malzemeler (Ritter, 2007; Gezer, 2008a; Orhon, 2012) şunlardır:

a) Fiziksel ve kimyasal uyarılara karşı renk niteliklerinde (renk, opaklık vb.) oluşan tersinir değişiklikler (kromizm) ile tepki gösteren **Kromik malzemeler**: Bunlar arasında elektrik potansiyeli uygulandığında renk değiştiren elektrokromik malzemeler, sıcaklığa bağlı olarak renk değiştiren termokromik malzemeler, ışık etkisiyle renk değiştiren fotokromik malzemeler ve ortamın asitlik (pH) derecesine bağlı olarak renk değiştiren halokromik malzemeler mimari kullanıma en uygunlarıdır.

Günümüzde ‘Akıllı cam’ olarak adlandırılan, üzerlerine düşen ısı, ışık yoğunluğu veya uygulanan elektrik potansiyeline bağlı olarak renk nitelikleri kontrol edilebilen akıllı cephe sistemlerinde pasif kontrollü uygulamalarda fotokromik ve termokromik camlar, aktif kontrollü uygulamalarda ise elektrokromik camlar kullanılmaktadır (Selkowitz, 2001). Uygulandıkları yüzeyde meydana gelebilecek asitlik değişimi ile bozulmaları (korozyon, çürüme vb.) renk değişikliğiyle göstererek erken uyarı verecek halokromik akıllı boyalar bu malzeme grubuna ait diğer bir örnektir (Orhon, 2007; Gezer, 2008a; Orhon, 2012).

b) Üzerlerine uygulanan kuvvet sonucunda karşılıklı yüzlerinde elektrik potansiyeli oluşturan **Piezoelektrik malzemeler**: Ticari olarak üretilen piezoelektrik malzemelere örnek olarak seramik esaslı PZT (kurşun zirkonat titanat), polimer membran PVDF (poliviniliden florür) ve polimer köpük PP (polipropilen) verilebilir (Patel, 2011). Piezoelektrik etkiyle oluşan elektrik, uygulanan kuvvetle orantılı olduğundan, bu malzemelerin yapı uygulamalarında öncelikle strüktürel davranışın izlenmesinde kullanımları düşünülmüş ve uygulanmıştır. Örneğin: PZT içeren boyalar, metal konstrüksiyonun (çelik, alüminyum) üzerine uygulanarak – boyada oluşan elektrik potansiyelini izleyen algılayıcılarla bütünleşik bir sistemle birlikte – strüktürel davranışın izlenmesinde kullanılmaktadır. Bu tip bir akıllı boya Gateshead Millennium Köprüsü’nde (Newcastle, İngiltere, 2001, Wilkinson Eyre Architects) kullanılmıştır (Orhon, 2007). Temas, ses veya hareketi algılayan piezoelektrik polimer (PEP) malzemeli ince film algılayıcılar da kullanım aşamasındadır. Örneğin, 2005 yılında Finlandiya’da bir polis karakolunda linolyum kaplama altına yerleştirilen bu tip bir basınç algılayıcı başarıyla denemiştir. Japonya’da ise PEP film algılayıcılarla kullanıcı varlığını algılayan “akıllı oda” sistemleri üzerinde çalışılmıştır (Ritter, 2007).

c) Dış uyarılar etkisiyle hal (katı, sıvı, gaz vb.) değiştiren, enerji depolama özelliği gösteren **Faz değiştiren malzemeler**: mimari uygulamalarda genellikle pasif iklimlendirmede ısı enerjisini depolama maksadıyla kullanılmaktadır. Polimer mikro kapsüllenmiş parafin mumu esaslı bir Faz değiştiren malzemeler FDM micronal adıyla ticari olarak piyasaya sunulmuştur; toz haldeki malzeme duvar veya tavanlarda kullanılmak üzere sıva, dolgu vb. maksatlarla yapı malzemelerine katılmaktadır. Bu malzemenin kullanıldığı ilk projelerden biri 3-litre-house (Ludwigshafen, Almanya, 2001) projesidir.

d) Işık, sıcaklık, elektrik alan vb. uyarın etkisiyle katı, sıvı veya gaz bileşenlerinin atom veya molekülleri arasındaki **Adezyonu değiştiren malzemeler**: Bu malzemeler arasında titanyum dioksit (TiO₂) absorpsiyon (emme) veya adsorpsiyon (yüzeğe tutunma) ile kendisine tutunan kirletici maddeleri (parçacık maddeler, uçucu organik bileşikler, azot oksitler) karbondioksit parçalayıcı (fotokatalitik) etki göstermesi nedeniyle mimari uygulamalarda kullanıma girmiştir. Ticari olarak 1909 yılından bu yana kullanılsa da fotokatalitik etkisi geç fark edilen malzeme, mimari uygulamalarda ilk kez 1995 yılında Japonya’da seramik yüzey kaplamalarında kullanılmıştır (Ritter, 2007). Bu kaplamalar ‘ışıkla kendi kendine temizleme’ işlevi dışında titanyum dioksitin kuvvetli yükseltgen özellikleri sebebiyle yüzeyindeki bakteri ve virüsleri de parçalayarak yok edebilirler; bu nedenle ameliyathane vb. sağlık mekanlarında da kullanılırlar. Seramik dışındaki yapı malzemelerine de titanyum dioksit ince filmlerle kaplama veya pigment olarak katma yoluyla fotokatalitik özellik kazandırılmıştır; duvar kağıtları, camlar, dış cephe boya, yapı membranları gibi. Malzemenin süper hidrofilik özelliği nedeniyle bu tip kaplama uygulanan camlar ‘buğu yapmama’ özelliği de kazanırlar. Titanyum dioksit kullanılan fotokatalitik çimentolarla ilk kez İtalya’da ‘TX active’ adıyla piyasaya sunulmuş ve ilk defa Jubile Kilisesi (Roma, İtalya, 2003, Richard Meier) yapısında kullanılmıştır. Günümüzde bu tip çimentolarla yapılan betonlar ‘kirlilik yiyici beton’ olarak da anılmaktadır.

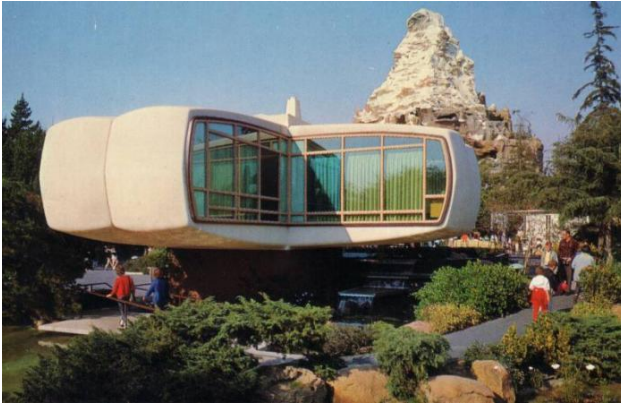
e) Şekil değişikliğine uğradıktan sonra uygun yönde sıcaklık değişimi uygulandığında ilk konumuna dönebilen **Şekil Bellek Alaşımlarıdır**. Bu etki ilk kez 1932 yılında altın-kadmiyum (AuCd) alaşımlarında saptanmış, Bugün bilinen en güçlü şekil bellek alaşımları ticari olarak Nitinol (eşit oranlarda nikel-titanyum içeren NiTi)

adıylay bilinen NiTi, 'dir (Orhon, 2006). Bazı Şekil bellek alaŐımlar sabit sıcaklıkta konvansiyonel metallere göre 20 misli daha elastiktir; süper elastisite olarak anılan bu özellikleri "yapı strüktürlerinin deprem dayanımını arttırmak" zere Şekil bellek alaşımları kullanımını olanaklı kılmaktadır. Bu konuda yürütülen çalıŐmalarda deprem yüklerini blmlendirmek üzere kritik noktalarda (kolon-kiriŐ bağlantıları gibi) veya aktif yapısal kontrol sistemlerinde (deprem damperleri gibi) Şekil bellek alaşımları kullanımını geniŐ biçimde araŐtırılmaktadır.

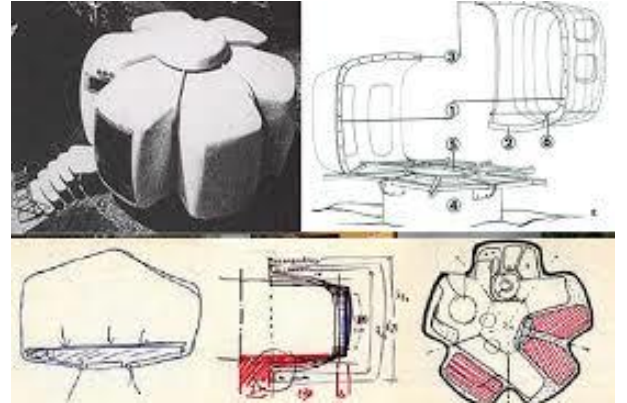
f) Yapı cephelerini renkli ve hatta etkileŐimli medya ara yüzlerine dönüŐtüren LED diyot ve sıvı kristal ekran, kullanımı giderek yaygınlaŐan fotovoltaiik güneş panelleri de **Diğer akıllı malzemeler**dir. Her iki yüzü arasında sıcaklık farkı bulunduğunda elektrik potansiyeli oluşturan termolektrik malzemeler yapı kabuklarında kullanılarak – i ve dış mekan arasındaki sıcaklık farkı nedeniyle elektrik üretebilen ve Mimari uygulamalar için gelecek vaat eden birçok akıllı malzemeden birisidir. Bir diğeri: Manyetik alan etkisinde sıvı fazdan katı faza milisaniyeler içerisinde geçip tersinirlik ilkesi gereği manyetik alan kalkınca tekrar sıvı faza dönen manyeto-reolojik malzemeler ve aynı faz deėiŐimini elektrik alanla yapan elektro-reolojik malzemeler darbe sönümlendirici olarak deprem damperlerinde kullanılabilir – darbe alındıktan sonra tekrar sıvı faza gecen malzeme salınarak dengeleyici olarak görev yapacaktır. Şekil-bellek etkisini sıcaklık değişimi yerine ışıkla yapan Şekil bellek polimerleri daha iyi araştırıldığında ucuzlukları sebebiyle çok kullanım bulacaktır.

3.3. Portatif Mimariye (Portable Architecture) Malzemenin Katkısı

Polimer malzemeden 1957 yılında Richard Hamilton, Marvin Goody ve Prof. Albert Dietz tarafından üretilen konut; "Monsanto House of the Future - Geleceğin Evi" (Eri, 2002), "1968'de Jean Maneval tarafından tasarımı yapılan "Bulle", Wally Byams'ın 1980'lerde tasarladığı, seri üretime uygun yaŐama birimi "Airstreams", 2001 yılında Werner Aisslinger tarafından tasarlanan "Loft Cube", 2004 yılında polikarbonat malzemeden yapılmıŐ Mimar Marcin Panpuch tarafından tasarlanan "kara ve su üstü üç katlı ev", 2005 yılında Richard Hordan ve Münih Teknik niversitesi ğrencilerinin geliŐtirdiėi "Micro Compact Home" veya "m-ch" olarak adlandırılan alüminyum kutu ev, Herve Delaby ve Paul Burchill tarafından karavandan esinlenerek geliŐtirilen polimer esaslı malzemeden yapılan konut prototipi "The Cargo S", gezici, portatif mimarinin malzeme teknolojisiyle geliŐtirilmiŐ özellikli örneklerdir. Bugün ise Dr. Robert Kronenburg Liverpool Üniversitesi, Mimarlık ve InŐaat Mühendisliği Fakültesinde "Portable Buildings Research Unit"i kurarak bu mimari tarza uygun olabilecek tasarımları ve malzemeleri araŐtırmaktadır. Çok kısa sürede hazır elemanlarla kurulan bu mikro evlerin tasarım ilkelerinde kullanılacak malzemenin dayanıklı ve hafif olması gerekmekte ve tasarımlarda güneş enerjisinin, rüzgarın, jeotermal enerjinin gücünü kullanmak gibi dönüŐüm felsefesi bulunmaktadır.



Şekil 1. Monsanto House of the Future (docomomo-us.org)



Şekil 2. Casa Bulle, (www.hogarismo.es)



Şekil 3. Loft Cube, (inhabitat.com)



Şekil 4. Future House, (marcinpanpuch.com)

Dijital teknolojinin giderek küçük boyutlara indirgenmesi ve bu nedenle insanın yaşam düzenindeki alan gereksinimlerinin azalması, mimariyi az alanlı, yer değiştirebilen, hareketli tasarımlara yönlendirmekte, asma-germe, şişme, prefabrike sistemlerin yaygınlaşmasına neden olmaktadır. Fuller'in "Dymaxion House" olarak adlandırılan portatif mimariye hizmet eden alüminyum kaplamalı evi yaklaşık 1945 yılları için oldukça sıra dışı bir yaşam tarzı sayılırken, bugünün polimer malzeme teknolojisi ile portatif mimarinin uygulama alternatifleri giderek zenginleşmektedir (Gezer, 2008a; Orhon, 2012).



Şekil 5. Micro Compact Home (m-ch)
(microcompacthome.com)



Şekil 6. The Cargo S (pinterest.com)

Polimer malzemenin performans özellikleri ve teknolojilerinin gelişmesi, Portatif Mimarinin de günümüzde hızla gelişmesini sağlamaktadır. Hafif olmaları, kolay şekil verilebilmeleri, yüksek ışık geçirgenlikleri, renklendirilebilmeleri, kimyasallara dayanıklı olmaları ve en önemlisi ucuz olmaları ile polimer esaslı yapı malzemeleri portatif mimari tasarımlarının uygulanabilirliğini de sağlamaktadır. Üstelik polimer malzemelerin lif yapımına uygunluğu, tekstil yüzeylerin üretimini sağlamakta ve bu yüzeylerin metrajlarının fazla, aynı zamanda ağırlıkça hafif olmaları, mimari tasarımlara taşınabilir asma-germe, şişme sistemler gibi hafif formları ve toplanabilir strüktürleri, katlanıp taşınabilen örtüleri ile mimariye hareket yeteneği sağlamaktadır (Gezer, 2008b).

Deprem ve tsunamiyle sarsılan Japonya'da evlerin depreme daha dayanıklı olmasının en büyük nedenleri araştırıldığında; Geleneksel ve çağdaş Japon konut mimarisinde rasyonel bir plan anlayışı görülmekte, çıkma ve cumba gibi hareketli plan anlayışı görülmemektedir. Japon konutlarında duvar kalınlıklarının 5-6 en fazla 8 cm. olduğu dikkati çekiyor. Bölmeler, kapılar ve pencereler çok ince, hafif, ağaç çitaller üzerinde ışığı geçiren cam ve kağıtlar ile detaylandırılıyor. Portatif olmasıyla dikkat çeken bu yapılar aynı zamanda kullanışlılık da sağlıyor. Uyudukları yerleri mobilyadan çok döşek, yastık ve yorgan ile döşeyen Japonlar bunları sürme kapaklı gömme

dolaplarda depolanmaktadır. Günümüz konutlarında iletişim araçları ve beyaz eşyalarını da özel kapaklı alçak mobilyalarda depolayarak devrilme riskine karşı koymaktadırlar (Öner, 2015).

4. SONUÇLAR

Türkiye, yeryüzünün en aktif fay zonları içerisinde bulunan ve her zaman büyük deprem tehlikesi ve riskine maruz kalan bir ülkedir. Ülkemiz jeolojik özellikleri, topoğrafik yapısı ve iklimi nedeniyle doğal afetleri sıkça yaşamaktadır. Can kaybının ve hasarın çok büyük olmasının yanında depremin ekonomik maliyeti de çok yüksektir (Panel, 2010). Polimer malzemeler iletişimden, tekstil, sağlık ulaşım ve yapı malzemeleri olarak da kullanılmaktadır. Polimer kimyasında ilerlemeler diğer yapı malzemelerine oranla çok daha hızlı olmakta ve bu nedenle önümüzdeki yıllarda bu yüksek molekül ağırlığında polimer esaslı yapı malzemelerinin geleneksel malzemelerin önüne geçeceği düşünülmektedir. Günümüzde yirmiden fazla grup altında sınıflanan akıllı malzemelerin mimarlıkta kullanımları bir kaç malzeme grubu dışında hala araştırma aşamasındadır. Akıllı malzeme teknolojileri geliştirildikçe mimari tasarımlar da bu malzemeler doğrultusunda yeniden düzenlenmektedir (Gezer, 2008a). Bu nedenle can kayıplarının yaşanmaması, deprem sonrası insanların barınmaları ve bu büyük doğal afetin etkilerinin deprem sonrasında oluşan virüsler ve bakterilerin bulunduğu ortamlarda zarara sebep olmaması için mümkün olan en kısa zamanda giderilmesi; akıllı mimari ve portatif mimarinin iç içe olduğu yapıların hızlı, seri montajları ile oldukça yararlı olabilecektir.

KAYNAKLAR

- Addington, M., Schodek, D., 2005. *Smart Materials and Technologies for Architecture and Design Professions*. Elsevier Ltd., Amsterdam
- Gezer, H., 2008a. Akıllı (Smart) Malzemenin Mimari Ve İçmimaride Kullanılması, *4.Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi*. TMMOB yayını, İstanbul, s.329-34
- Gezer, H., 2008b. Polimer Malzeme İle Portatif Mimari”, *4.Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi*, TMMOB yayını. ISBN 978-9944-89- 663-7, İstanbul, s.169-181.
- Gezer, H., 2011. Malzemenin gizli güçlerinin mimariye katkısı. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* Yıl: 10 Sayı: 20 Güz 201 s.97-118.
- Orhon, A.V., 2007. Modern Yapı Malzemeleri. <http://www.yapidergisi.com/makaleicerik.aspx.MakaleNum=21>
- Okay, O., 2007. Polimerik Malzemelerin Bugünü ve Yarını, İTÜ, Kimya Böl. www.kimya.itu.edu.tr/ookay
- Orhon, A. V., 2012. Akıllı Malzemelerin Mimarlıkta Kullanımı. *Ege Mimarlık* Aralık 2012.
- Öner, B., 2015. 12 Nisan 2015, Milliyet.com.tr.
- Patel, I., Uzun, M. 2011. The Requirement for Piezoelectric Smart Material For Current and Future Applications, *Sigma - Journal of Engineering and Natural Sciences*, sayı: 29, YTU
- Ritter, A., 2007. Smart Materials in Architecture, *Interior Architecture and Design*, Birkhauser, Basel.
- Şaçak, M., 2012. *Polimer Kimyası*. Gazi Kitabevi
- Panel, 2010. *Türkiye'nin Deprem Gerçeği Paneli 2010*. Gazi Üniv. Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi Yayını, Ankara Ocak 2010,
- Şekil 1 http://www.docomomo-us.org/register/fiche/monsanto_house_future
- Şekil 2 <http://www.hogarismo.es/2012/02/15/un-prototipo-del-pasado-para-una-vivienda-del-futuro-casa-bulle-six-coques-por-jean-maneval/>
- Şekil 3 <http://inhabitat.com/prefab-friday-rooftop-prefabs/loftcube-werner-aisslinger-rooftop-prefabs/>
- Şekil 4 <http://www.marcinpanpuch.com/FHL.htm>
- Şekil 5 <http://www.microcompacthome.com/company/?con=1td>
- Şekil 6 <https://www.pinterest.com/pin/179229260142316469/>