



Polimer Malzemelerin Mimarlıkta Kullanım Alanlarının İncelenmesi

Müberra ARI

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği, Konya/Türkiye.

e-mail: muberraari@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2566-6024>

ÖZET

Yapıların inşasında taşıyıcı, kaplama, dekoratif gibi çeşitli malzemeler kullanılmaktadır. Bu malzemeler, insanın barınma ihtiyacının karşılanabilmesi için önemlidir. Toplum yapısındaki gelişmeler yapı malzemelerine olan gereksinimi giderek arttırmaktadır. Bu ihtiyaçların karşılanmasında, malzemelerin tasarım ve mühendislik özellikleri yeni ihtiyaçlara cevap verecek şekilde formüle edilmektedir. Malzemelerin tasarım ve mühendislik özelliklerinin geliştirilmesi yapıların mimarisine ve dayanımlarına etki etmektedir. Ayrıca dijital üretim, 3 boyutlu yazıcı, artırılmış gerçeklik teknolojisi ve nanoteknoloji gibi yeni teknolojilerin ortaya çıkışı yapıların tasarım ve uygulama süreçlerini geliştirmekle birlikte yapıların inşaatı için yeni çözümlerin üretilebilmesine de katkı sağlamaktadır. Bu teknolojiler, sadece modern yapılarda değil, aynı zamanda tarihi yapıların restorasyonunda da kullanılmaktadır. Gelişen teknolojilerle birlikte tarihi yapıların yapımında kullanılan malzemelerin restorasyonu için benzer özellikte yeni malzemeler geliştirilerek, tarihi yapıların özgün değerlerinin korunması sağlanmaktadır.

Malzeme bilimi alanındaki gelişmelerden biri olan polimer malzemeler, yapı malzemelerinin özelliklerini ve işlevlerini artırması nedeniyle, mimarlık alanındaki kullanımlarının genişlemesini sağlamıştır. Polimer malzemelerin, mimari alanda tercih edilmesinde; geleneksel malzemelere (taş, tuğla, ahşap ve kerpiç gibi) göre mekanik direnci, yüksek ısıya karşı dayanımı, su ve neme karşı etkili olabilme kabiliyetlerinin yüksek olması etkili olmuştur. Bu çalışmada, polimer malzemelerin mimarlıkta kullanım alanlarının son zamanlarda ilerlemelerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca polimer malzemelerin, günümüz ve tarihi yapılarda kullanımları ve geleneksel malzemelere göre sağladığı yararların neler olduğu açıklanmaya çalışılmıştır. Çalışmada, polimer malzemelerin mimarlıkta kullanım alanlarının incelenmesinde, literatür araştırması yapılmıştır. Yapılan literatür incelemesi sonucunda, polimer malzemelerin; yangına karşı dayanımı, su geçirmez özelliği, yüksek mukavemeti, korozyona ve hava koşullarına karşı etkili dirençleri nedeniyle, yapıların korunmasında ve estetik görünüm sağlama amacıyla kullanıldığı belirlenmiştir. Ayrıca, polimer malzemelerin sağladığı yüksek performans ve işlenebilme yeteneklerinden dolayı, yapıların tasarımlarında mimar ve mühendislere yardımcı olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Polimer malzeme, mimarlık, malzeme bilimi, yapı tasarımı

Investigation the Usage Field of Polymer Materials in Architecture

Abstract

Various materials such as carrier, coating and decorative are used in the construction of buildings. These materials are important to meet human shelter needs. Developments in the social structure gradually increase the need for building materials. In meeting these needs, the design and engineering properties of materials are formulated to meet new needs. Improving the design and engineering properties of materials affects the architecture and strength of buildings. Additionally, the emergence of new technologies such as digital production, 3D printing, augmented reality, and nanotechnology technology not only improves the design and application processes of buildings, but also contributes to the production of new solutions for the construction of buildings. These technologies are used not only in modern buildings but also in the restoration of historical buildings. With



developing technologies, new materials with similar properties are developed for the restoration of the materials used in the construction of historical buildings, ensuring the preservation of the original values of historical buildings.

Polymer materials, one of the developments in the field of materials science, have expanded their use in the field of architecture, as they increase the properties and functions of building materials. Polymer materials are preferred in the field of architecture due to their high mechanical resistance, resistance to high temperatures, and ability to be effective against water and moisture compared to traditional materials (such as stone, brick, wood and adobe). In this study, is aimed to examine the recent progress in the use of polymer materials in architecture. Moreover, has been tried to explain the uses of polymer materials in today's and historical buildings and the benefits they provide compared to traditional materials. In the study, the usage areas of polymer materials in architecture are examined; literature search was conducted. As a result of the literature review, was determined that polymer materials are used to protect buildings and provide aesthetic appearances due to their fire resistance, waterproof feature, high strength, and effective resistance to corrosion and weather conditions. It has also been concluded that polymer materials help architects and engineers in the design of buildings due to their high performance and process ability.

Keywords: Polymer material, architecture, material science, building design

1. GİRİŞ

Yapılar; mimar, malzeme mühendisi, yapı fizikçileri gibi disiplinlerarası çalışmalarla inşa edilmektedir. Yapı malzemesi; binanın duvar, çatı ve döşeme gibi elemanların yapımında kullanıldığından inşaat sektöründe önemli yere sahiptir. Yapı malzemesinin dayanım ve estetik özellikleri, yapının kullanım süresine ve görünümüne etkili olmaktadır. Bu durum malzeme biliminin gelişmesini sağlamıştır. Malzeme bilimi; yapının uzun süreli dayanımı ve estetik görünümü için yapı malzemesinin fiziksel, kimyasal ve mekanik vb. özelliklerini incelemektedir. Yapı malzemesinde mimar ve mühendislerin belirlediği sorunlara karşı malzeme bilimciler tarafından, malzemenin sorunları giderilmekte veya yeni malzeme çözümleri sunulmaktadır. Ayrıca, malzeme bilimciler her türlü performans gereksinimini karşılayacak şekilde malzeme tasarımlarını geliştirerek farklı yapı tiplerinin yapılabilmesine imkân sağlamaktadır (Bechthold ve Weaver, 2017). Malzeme bilimcileri tarafından geliştirilen malzemelerden biri olan polimerler, birçok tekrarlanan alt birimden oluşan büyük moleküller veya makro moleküllerdir. Polimer malzemeler; termoplastik, termoset ve elastomerik gibi çeşitli sentetik ve doğal malzemeleri kapsamaktadır. Polimer diğer molekül bileşiklere göre, dış kuvvetlere, deformasyona izin veren polimer zincirleri sayesinde; esneklik, dayanıklılık ve viskoelastisite gibi özelliklere sahip olması endüstri, tıp ve inşaat gibi çeşitli sektörlerde kullanılmasını sağlamaktadır (Zhou vd., 2020). İnşaat sektöründe yaygın olarak kullanılan polimer malzemelere; polietilen (PE), polivinil klorür (PVC), polimetil metakrilat (PMMA), polyester reçine (PR), polistiren (PS), polipropilen (PP), fenolik reçine (PF) ve organik silikon reçine (OSR) örnek olarak verilebilir. Bu polimer malzemelere; çeşitli organik, inorganik veya mineral katkı maddeleri ekleyerek fonksiyonel özellikleri geliştirilmektedir (Shen vd., 2020). Ayrıca dijital üretim, 3 boyutlu yazıcı, arttırılmış gerçeklik teknolojisi ve nanoteknoloji gibi yeni teknolojilerin ortaya çıkışı polimer tasarım ve uygulama süreçlerinin geliştirilmesini sağlamaktadır. Dijital üretim, 3 boyutlu yazıcı, arttırılmış gerçeklik teknolojileri gibi yöntemlerle, polimer malzemelerin optimum oranda bileşimlerinin, karışımlarının hazırlanmasını ve üretim süreçlerinin hızlandırılmasını sağlamaktadır (Arı, 2023, 2024a). Nanoteknolojik yöntemle, polimer malzemelere; kendi kendini temizleme özelliği, antimikrobiyal ve kirliliği azaltıcı gibi yeni özellikler kazandırılmaktadır (Arı, 2022b).

Kompozitler genellikle iki veya daha fazla farklı malzemelerin karışımları sonucunda, yeni malzemelerin üretimi için hazırlanmaktadır (Abbas ve Hussein, 2022). Malzemelerin fonksiyonel özelliklerinin gelişmesinde, polimer matrisli kompozitler oluşturulmaktadır. Polimer matrisli kompozitlere, matris olarak organik veya inorganik polimer, katkı

malzemesi olarak lifler, birkaç milimetreden nanometre aralığına kadar parçacıklara farklı boyutlarda ilave edilerek yapılmaktadır. Polimer matris liflerini, birbirine sıkı sıkıya bağlayarak, malzemeler arasında oluşan kuvvetin yüklerini eşit şekilde dağıtmasını sağlamaktadır. Katkı malzemesindeki lifler, kompozitin mukavemetinin ve dayanımının artmasında, yük taşıyıcı bileşen işlevi görmektedir (Oladele vd., 2020). Matris ve katkı malzemesiyle elde edilen kompozitlerin; mukavemeti, aşınmaya karşı dayanımı, korozyon direnci, yalıtım özelliklerindeki üstün performansları nedeniyle, geleneksel malzemelere göre inşaat sektöründe giderek yaygın bir şekilde kullanılmasını sağlamıştır (Arı, 2022a). Polimer matrisli kompozitler, hem günümüz yapılarının inşaatında hem de tarihi yapıların restorasyonunda kullanılmıştır. Ancak kompozitlerin üretiminde kullanılan matris ve katkı malzemelerinin oranlarının değişmesi, kompozitlerin elastik özelliklerinin değişmesine neden olmaktadır (Arı, 2024b; Bechthold ve Weaver, 2017). Bu nedenle polimer matrisli kompozitlerin inşaat sektöründe uygulanmadan önce, kompozitlerin özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Literatürde polimer matrisli kompozitlerin karakterizasyonu ve bu malzemelerin inşaat sektöründe kullanılan mevcut malzemelere göre sağladığı yararlar ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Reis ve Ferreira (2006) yaptıkları çalışmada, epoksi ve elyaf takviyeli polimer betonun farklı atmosferik etkilere karşı dayanımını (donma-çözülme, sıcaklık ve nem) incelemişlerdir. Aynı çalışmada, cam elyaf takviyeli betonun çevresel koşullara karşı dirençli olduğu ve bozulma görülmediği gösterilmiştir. Şimşek ve Uygunoğlu (2016) yaptıkları çalışmada, polietilen, polipropilen, dimetil tereftalat, polietilen tereftalat, polietilen naftalat gibi farklı polimer malzemelerin betonun içine eklenmesinin su emme oranını azalttığını ve mukavemetini arttırdığı belirlemişlerdir. Niaki vd. (2018) yaptıkları çalışmada, epoksi bazlı polimer betona bazalt elyaf ve kil nanopartiküllerinin eklenmesinin kompozitin, mekanik özelliklerini ve ısıya karşı direncini arttırdığını tespit etmişlerdir. Aliha vd. (2022) yaptıkları çalışmada, epoksi matris içine katkı olarak ince, kaba silika agregası ve cam elyafın kompozitlerinin kırılma dayanıklılığını ve enerjisini önemli ölçüde etkilediğini göstermişlerdir. Literatür çalışmalarını özetlemek gerekirse, kompozitlere polimer malzemelerin eklenmesi ile; fiziksel, mekanik ve termal özelliklerini geliştirdiği görülmektedir.

Bu çalışmada, polimer malzemelerin mimarlıktaki kullanım alanları incelenmiştir. Ayrıca polimer malzemelerin yapıların kullanımlarında, geleneksel malzemelere göre sağladığı avantajlar ve örnek uygulamalar açıklanmıştır.

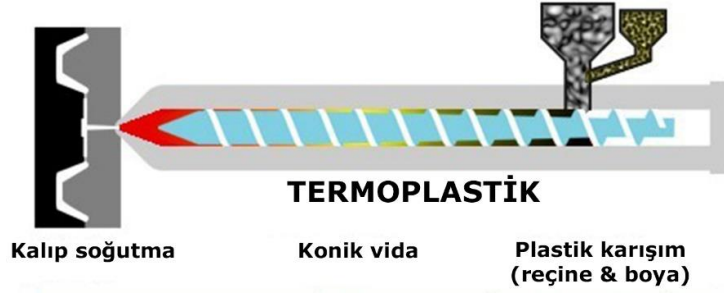
2. POLİMER MATRİS VE KATKI MALZEMELERİNİN ÇEŞİTLERİ

Kompozit malzemelerin hazırlanmasında yer alan matris ve katkı malzemelerinin seçimi yapılırken; taşıyıcı, kaplama ve koruyucu gibi yapının inşasındaki kullanım amacına göre belirlenmektedir. Bu nedenle çalışma kapsamında polimer matris ve katkı malzemelerinin çeşitlerine değinilmiştir. Bu bölümde, polimer matris çeşitleri; termoplastik, termoset, elastomer reçineler, katkı malzeme çeşitleri ise; elyaf ve mineraller açıklanmıştır.

2.1. Polimer Matrisler

2.1.1. Termoplastik Matrisler

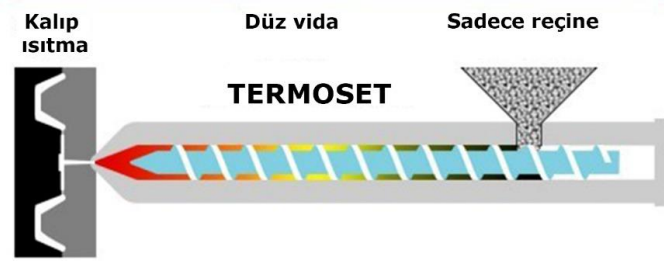
Termoplastik matrislerin hazırlanması ve şekil verilmesi ısıyla gerçekleşmektedir. Bu matrislerin ısıtılmasından sonra; kalıplama, enjeksiyon, ekstrüzyon veya ısıyla şekillendirme ve ardından malzemenin son şeklini koruması için soğutulmaktadır (Şekil 1). Bu işlem geri dönüşümlü olmasının yanı sıra kauçuk kadar esnek, metal ve beton kadar sert veya cam kadar şeffaf yapılabilmektedir. Ayrıca bu matrisler oksitlenmezler, yüksek korozyon direnci, yüksek ısı ve elektrik yalıtımı, hafifliği, yüksek mekanik mukavemeti ve çevre etkilerine karşı dayanıklılığı gibi özelliklere sahiptir. Termoplastik matrislere; polikarbonat, poliamid, polieter ve eter keton örnek olarak verilebilir (Hsissou vd., 2021).



Şekil 1. Termoplastik matrislerin üretim aşamaları (Url-1)

2.1.2. Termoset Matrisler

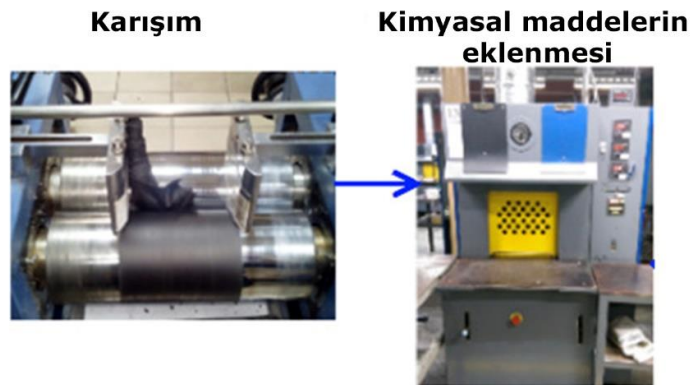
Termoset matrisler başlangıçta sıvı ve akışkan haldedir. Bu matrisler uygulama sırasında uygun reaksiyonu tamamlamak, istenen zaman ve sıcaklıkta kombinasyon vermesi için katalizör veya kürlenme maddeleri eklenir. Daha sonra katalizör ve polimer moleküller arasında oluşan kimyasal reaksiyon ve polimer molekül bağlarının birbirine bağlanması sırasında ortaya çıkan ısı etkisiyle matris katılaşır (Şekil 2). Termoset matrislerin kürlenmesi ve sertleşmesi termoplastik matrislere göre bu işlemin geri döndürülmesi olmamaktadır (Muc vd., 2019). Termoset matrisler, termoplastik matrislere göre; dayanım, hafiflik ve termal dirençleri gibi daha yüksek performans özelliklerine sahiptir. Termoset matrislere; polyester, epoksi ve vinil örnek olarak verilebilir (Saba ve Jawaid, 2018).



Şekil 2. Termoset matrislerin üretim aşamaları (Url-1)

2.1.3. Elastomer Matrisler

Elastomer matrisler, kauçukla aynı elastik özelliklere sahiptir. Bu matrisler, uygulama sırasında polimer moleküllerin birbirine bağlanmasıyla uzun zincirler oluşturmaktadır. Bu matrislerin iyi bir esnekliğe sahip olması için kükürt, karbon ve çeşitli kimyasal maddeler eklenmektedir (Şekil 3). Elastomer matrislerin farklı formülasyonları oluşturabilmesiyle, belirli kullanımlara yönelik sentetik kauçukların üretilmesini sağlamaktadır. Elastomer matrislere; stiren bütadien ve bütadien örnek olarak verilebilir (Hsissou vd., 2021).



Şekil 3. Elastomer matrislerin üretim aşamaları (Chukov vd., 2018)

2.2. Katkı Malzemeleri

2.2.1. Elyaf Malzemeleri

Kompozit yapı içerisinde kullanılan elyaf katkı malzemelerine; cam, karbon, bazalt ve kevlar örnek olarak verilebilir. Bu elyaflar; yüksek mukavemeti, sertlikleri, kimyasallara karşı dayanımı, sıcaklığa ve aşınmaya karşı dirençleri nedeniyle, kompozitlerin özelliklerinin geliştirilmesinde etkili olmaktadır (Rajak vd., 2019).

2.2.2. Mineral Malzemeler

Mineral malzemeler, doğada bol miktarda bulunması nedeniyle, polimer kompozitlerde sıklıkla kullanılarak polimer kompozit ürünlerin maliyetini azaltmaktadır. Ayrıca minarel malzemeleri kullanmanın diğer yararları; insan sağlığı açısından zehir etkisi olmamaları ve polimer matrislerin yapısal özelliklerini geliştirmektedir. Mineral malzemelere; kalsiyum karbonat, dolomit, talk ve silika örnek olarak verilebilir (Ahmad Fauzi vd., 2022).

3. POLİMER MALZEMELERİN MİMARLIKTAKİ KULLANIM ALANLARI

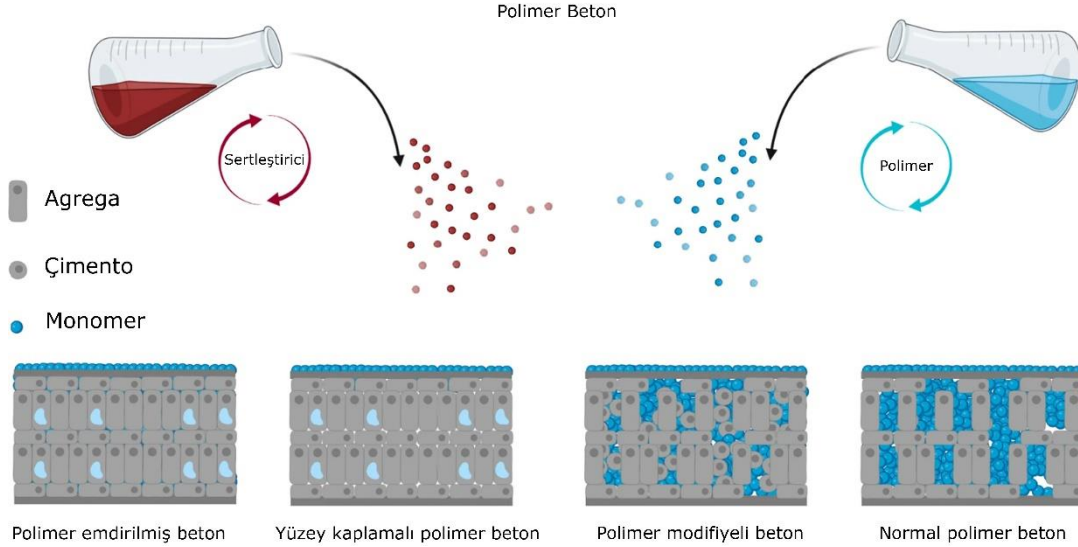
Bu bölümde, yapıların inşasında, onarımında ve güçlendirilmesinde kullanılan polimer malzemeler; beton, kaplamalar, prefabrik ve güçlendirme elemanları olarak alt başlıklar altında incelenmiştir. Ayrıca polimer malzemelerin, yapılarda kullanımlarına ve uygulamalarına örnekler verilerek açıklanmıştır.

3.1. Polimer Beton Malzemeleri

Polimer beton, polimer reçine ve agreganın karıştırılmasıyla hazırlanmaktadır. Ayrıca polimer betonun içerisine agreganın karışımındaki boşlukları doldurmak için mikro dolgular eklenmektedir (Şekil 4). Polimer betonda kullanılan polimer reçinelere; epoksi, metakrilat, polyester, vinilester reçineler örnek olarak verilebilir. Polyester reçineler; yüksek mukavemeti, maliyetinin düşüklüğü ve kolay bulunabilirliklerinden dolayı polimer beton içinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Bedi vd., 2013). Polyester reçineli beton üzerine yapılan ilk çalışmalarda, reçine içeriğine göre basınç dayanımının değiştiği tespit edilmiştir (Vipulanandan ve Dharmarajan, 1987). Polyester reçinenin oranının artmasıyla, polimer betonun basınç ve eğilme dayanımı artmaktadır. Ancak mekanik özellikleri maksimum noktaya ulaştıktan sonra, polimer betonun mukavemeti azalmakta veya değişmeden kalmaktadır. Literatürde bu alanda yapılan çalışmayla polimer betonun reçine oranına bağlı olarak değişimi belirlenmiştir (Abdel-Fattah ve El-Hawary, 1999). Epoksi reçineler, mekanik özellikleri ve çevre koşullarına göre dayanımının, polyester reçinelerden daha yüksek olması nedeniyle, polimer betonun yapımında tercih edilmektedir. Ancak, epoksi reçinelerin polyester reçinelere göre, maliyetinin daha yüksek olması, epoksi reçinelerle hazırlanan polimer betonun uygulama alanını kısıtlamaktadır. Epoksi polimer betonu ile polyester polimer betonun mekanik özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada, epoksi polimer betonun mukavemetinin polyester polimer betonun mukavemetinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ancak polyester betonun içerisine mikro dolgu maddeleri ve silanın ilave edilmesiyle, epoksi polimer betonun mukavemetine kadar artırılabilceğini literatürde yapılan çalışmada tespit edilmiştir (Mani vd., 1987). Literatürde yapılan ileriki çalışmalarda, polyester ve epoksi polimer betonun mekanik özellikleri karşılaştırma yapılarak araştırılmıştır. Örneğin Agavriloaie vd. (2012) yaptıkları çalışmada, epoksi-üretan, akril ve agrega ilaveli yeni bir polimer beton geliştirilmiş ve bu betonun mekanik özellikleri polyester polimer betonun mekanik özellikleriyle karşılaştırılabilir seviyede mekanik özellikler göstermiştir. Polimer beton, çimento betonu ile karşılaştırıldığında; mekanik, fiziksel ve yalıtım özellikleriyle üstün performans göstermesi önemli avantaj sağlamaktadır. Polimer betonun bu özellikleri nedeniyle; prefabrik duvarlar, zemin döşemeleri ve yer altı inşaatlarında kullanılmaktadır (Shen vd., 2020).

Suudi Arabistan'ın Al-Jubail kentinde, polimer beton ile standart betonun mekanik özellikleri ve çevre koşullarına karşı dayanımı test edilmiştir. Ayrıca bu testte, beton duvarların temeli ve alt yarısı denize yakın zemine gömülerek sıcaklık ve nem etkisiyle beton duvarlarda oluşabilecek hasarlar incelenmiştir (Şekil 5). Polimer betonun, standart betona göre mukavemet ve çevresel etkilere karşı dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. Bu

testte, polimer beton uygulamasının, sıcaklık ve nemin yüksek olduğu ortamlara karşı standart betona göre daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir (Bhutta vd., 2013).



Şekil 4. Farklı polimer kullanılarak beton üretiminin yapılması (Nodehi, 2022)

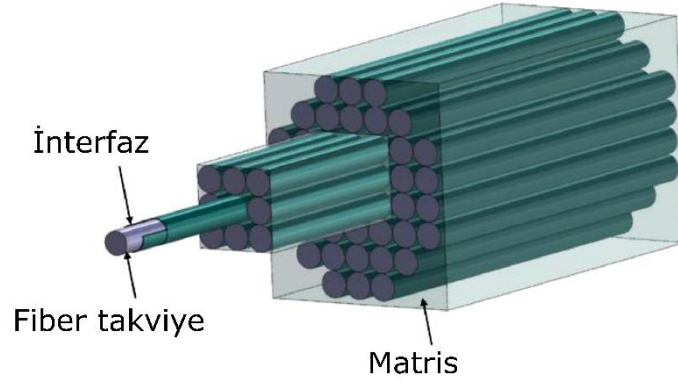


Şekil 5. (a-f) Polimer betonun montajı ve dökümü (Bhutta vd., 2013)

3.2. Prefabrik Polimer Elemanlar

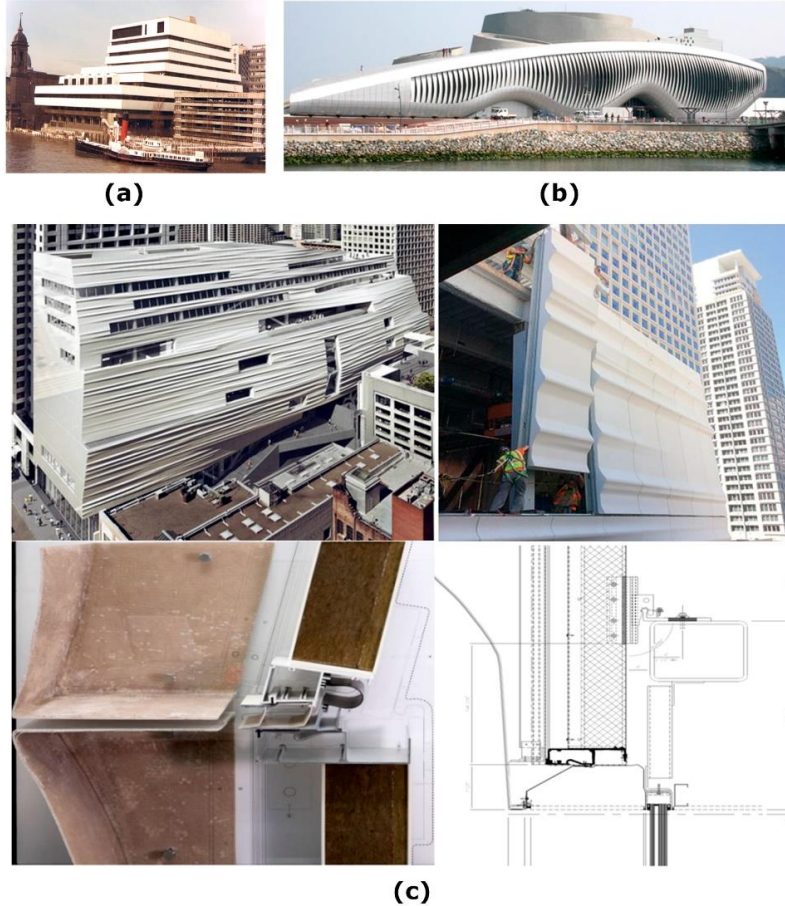
İnşaat sektöründe, kalite kontrolü yüksek, kısa sürede yapıların yapılması ve atık oranının düşük olması gibi avantajlara sahip olan prefabrik yapılar hızla yaygınlaşmaktadır. Prefabrik yapı veya yapı elemanlarının mekanik özelliklerinin yüksek olması ve aynı zamanda uygulama kolaylığı için hafif olması gerekmektedir. Fiber takviyeli polimerlerin (FRP) bu özelliklere sahip olması, inşaat sektöründe kullanımını sağlamıştır. FRP'lerin prefabrik yapılarda kullanılmasıyla, hızla artan nüfusun konut ihtiyacının karşılanmasında önem kazanmıştır. Ayrıca FRP'lerin hafif özellikte olmasıyla; duvar, kiriş, kolon, döşemeler ve cephe sistemleri gibi yapı elemanlarının nakliye ve kaldırma sorununu ortadan kaldırmaktadır. FRP'ler çevresel koşullara karşı dayanıklı, estetik özellikleri ve uygun

maliyetli üretiminin olması yapı cephelerinin tasarımında mimarların tercih etmesini sağlamıştır (Shen vd., 2020). Şekil 6'da FRP'nin yapısı gösterilmiştir.



Şekil 6. FRP'nin yapısı (Shen vd., 2020)

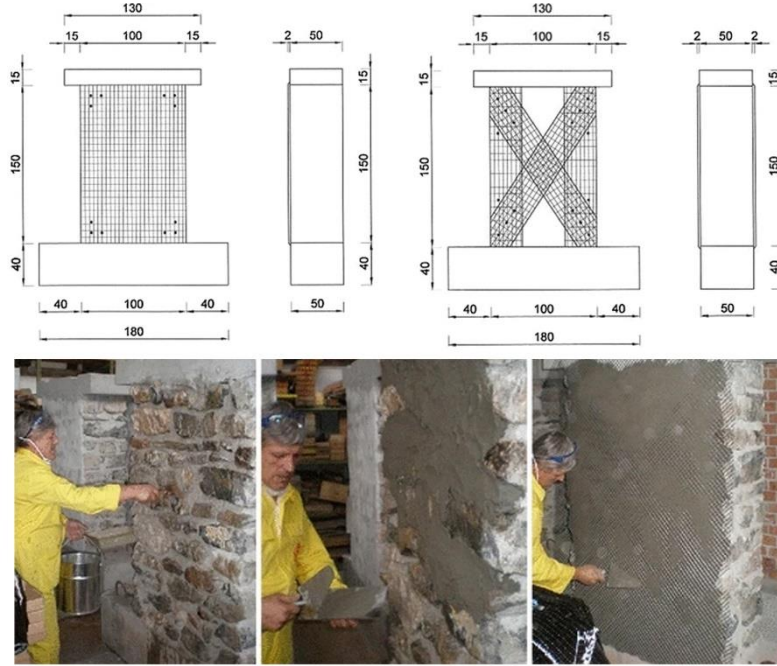
Londra'daki Mondial House, FRP'nin ilk uygulama örneğidir. Bu yapı, 46 m yüksekliğinde ve 1974 yılında yapılmıştır (Şekil 7a). Yapının cephesi FRP panelleriyle kaplanarak çevresel etkilere karşı dayanım ve yüksek yalıtım sağlanmıştır. FRP panellerde; polyester laminasyon reçinesi ve izoftalik polyester jel kaplamalar kullanılmıştır. Güney Kore'de SOMA inşaat şirketi tarafından tasarlanan Yeosu Expo yapısı 2012 yılında, FRP kirişler kullanılarak inşa edilmiştir (Şekil 7b). Snøhetta tarafından tasarlanan San Francisco Modern Sanat Müzesi FRP panelleri, alüminyum ekstrüzyonla birleştirilerek duvarlar monte edilmiştir (Şekil 7c) (Berardi ve Dembsay, 2015).



Şekil 7. (a) Mondial House, (b) Yeosu Expo, (c) San Francisco Modern Sanat Müzesi panellerinin montaj aşamaları (Berardi ve Dembsay, 2015)

3.3. Güçlendirme Elemanları

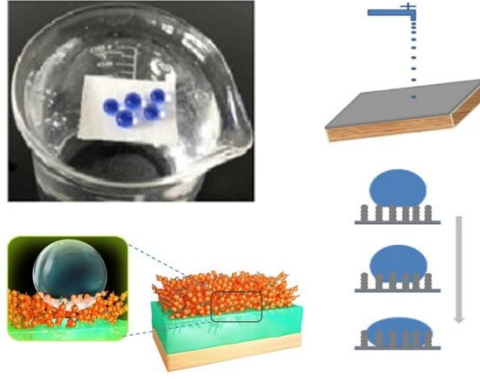
Polimerler veya FRP'ler tarihi veya yığma yapıların güçlendirilmesi ve onarımında kullanılmaktadır. Ancak FRP'nin tarihi yapıda kullanımından önce güçlendirmenin etkinliği ve dayanıklılığı üzerine araştırma yapılması gerekmektedir. Örneğin tarihi yapılarda FRP'nin tonoz veya duvar gibi yapısal elemanlarında mekanik performansı üzerine değerlendirilme yapılarak kullanılmaktadır (Valluzzi vd., 2014). Gattesco ve Boem (2017) yaptıkları çalışmada, duvar yüzeyini güçlendirmek için, polimer katkılı harç kullanmışlardır. Fiber takviye yapılan harcın, duvar yüzeyinin çekme direncini arttırdığı belirlenmiştir. Tomažević vd. (2015) yaptıkları çalışmada, epoksi matrisli ve fiber takviyeli polimer harcın, duvarların güçlendirilmesinde harç uygulanmayan duvarlara göre direncinde 2,5-4 katına kadar artış olduğu tespit edilmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Duvarların güçlendirilmesi için polimer katkılı harç uygulaması (Tomažević vd., 2015)

3.4. Polimer Kaplamalar

Polimer kaplamalar, yapıları çevresel ve olumsuz dış etkilere karşı korumak amacıyla kullanılmaktadır. Yapıların; duvar, döşeme, tavan ve çatı gibi elemanlarında polimer kaplamalar kullanılarak yangına, suya ve neme karşı dayanımı sağlanmaktadır. Örneğin melamin reçineleri yangına karşı dayanım sağlaması nedeniyle; pencere çerçeveleri ve eşikler gibi ısıya duyarlı yerlerde kullanılmaktadır. Yapılarda, su yalıtımı için kullanılan polimerlere örnek olarak; bitümlü membranlar, akrilik reçineler, florlu ve silikon bazlı malzemeler verilebilir. Bu polimerler, yapı elemanlarının korunmasında etkili olmaktadır. Yapı elemanlarının suyla teması sonucu malzemenin mukavemeti azalarak, binaların kullanım süresinin azalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, hem günümüz yapılarının hem de tarihi yapıların su ve neme karşı korunması gerekmektedir. Polimer matrisle inorganik nano partiküllerin eklenmesi, süperhidrofobik yüzeyler oluşturarak su geçirmezlik özelliği kazandırmanın yanı sıra mekanik, termal, elektriksel ve optik özelliklerinin geliştirilmesini de sağlamaktadır. Polimer kaplamalarda kullanılan inorganik nano partiküllere örnek olarak nanosilika verilebilir (Şekil 9) (Shen vd., 2020). Lettieri vd. (2019) yaptıkları çalışmada, tarihi yapıların grafit yazılarından korunması için, silisyum dioksit (SiO₂) nano partikülleri içeren ve flor reçinesine dayanan polimer kaplama geliştirmişlerdir. Bu kaplamaların, antigrafiti ve hidrofobik özelliğine sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 9. Polimer matrise inorganik nano partiküllerin eklenmesi, süperhidrofobik yüzeylerin oluşturulması (Huang vd., 2019)

4. SONUÇLAR

Teknoloji ve bilimdeki ilerlemeler, polimer malzemelerin yapılarda kullanımının giderek artmasını sağlamıştır. Polimerlere eklenen katkı maddeleriyle; mekanik, fiziksel ve termal gibi özelliklerin geliştirilmesi ve bu özelliklerin geleneksel yapı malzemelerine göre yapısal performans üstünlüğü nedeniyle, yapıların inşasında tercih edilmesinde etkili olmuştur. Bu çalışmada, polimer malzemelerin mimarlık alanında kullanımının ve uygulamalarının son zamanlardaki ilerlemelerine odaklanılmıştır.

Beton malzemesine polimerlerin ilave edilmesiyle elde edilen kompozitin; mekanik, fiziksel, yalıtım özelliklerini önemli ölçüde arttırmasının yanı sıra, çevresel etkilere karşı dayanıklı olmasını sağlamaktadır. Ayrıca polimerlerin fiber takviye edilmesiyle, geleneksel malzemelere göre; atık üretme oranının düşüklüğü, uygun maliyeti, dayanıklılığı ve kısa sürede üretim yapabilme özellikleri konut ihtiyacının karşılanması açısından önemli potansiyele sahiptir. Yapıların hasarlı olan duvarlarını güçlendirmek veya duvarların estetik görünümü elde etmek amacıyla da polimer malzemeler kullanılmaktadır. Polimer kaplamalar; yapıyı yangına, suya ve neme karşı korumasının yanı sıra, yapıların estetik özelliklerinin geliştirilmesi için kullanılmaktadır. Malzeme bilimcileri tarafından polimer malzemelerle ilgili yapılan araştırmalarla, bu malzemelere yeni özelliklerin kazandırılması ve geliştirilmesi yapıların tasarımlarının ve uygulama alanlarının genişlemesinde önemli katkısı olmaktadır.

KAYNAKLAR

- Abbas, T. M., Hussein, S. I. (2022). Improving the mechanical properties, roughness, thermal stability, and contact angle of the acrylic polymer by graphene and carbon fiber doping for waterproof coatings. *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, 32, 3788-3796.
- Abdel-Fattah, H., El-Hawary, M. M. (1999). Flexural behavior of polymer concrete. *Construction and Building Materials*, 13 (5), 253-262.
- Agavrioloaie, L., Oprea, S., Barbuta, M., Luca, F. (2012). Characterisation of polymer concrete with epoxy polyurethane acryl matrix. *Construction and Building Materials*, 37, 190-196.
- Ahmad Fauzi, A. A., Osman, A. F., Alrashdi, A. A., Mustafa, Z., Abdul Halim, K. A. (2022). On the use of dolomite as a mineral filler and co-filler in the field of polymer composites: a review. *Polymers*, 14 (14), 2843.
- Aliha, M., Imani, D., Salehi, S., Shojaee, M., Abedi, M. (2022). Mixture optimization of epoxy base concrete for achieving highest fracture toughness and fracture energy values using Taguchi method. *Composites Communications*, 32, 101150.
- Arı, A. C. (2022a). Kompozit malzemelerin tahribatsız muayene yöntemlerinden olan ultrasonik test ile ölçülmesi üzerine yapılan çalışmaların incelenmesi. *Uluslararası Mühendislik Tasarım ve Teknoloji Dergisi*, 4 (1-2), 1-10.



- Arı, A. C. (2022b). Nanoteknolojik yöntemle üretilen yapı malzemelerinin inşaat sektöründe kullanımının incelenmesi. *Uluborlu Mesleki Bilimler Dergisi*, 5 (1), 14-27.
- Arı, A. C. (2023). 3 boyutlu yazıcı teknolojisiyle üretilen yapı malzemeleri ve inşaat sektöründe kullanımının incelenmesi. *International Social Sciences Studies Journal*, 9 (114), 7829-7840.
- Arı, A. C. (2024a). Kültürel mirasın artırılmış gerçeklik teknolojisinden yararlanarak restorasyonu: II. Kılıçarslan köşkü örneği. *Online Journal of Art and Design*, 12 (1), 56-72.
- Arı, A. C. (2024b). Nevşehir taşlarıyla inşa edilen tarihi yapıların restorasyonuna yönelik polyester matris ve taş tozu kullanılarak üretilen kompozit harçlarda tane boyutunun dayanımına etkisinin araştırılması. *Online Journal of Art and Design*, 12 (2), 144-157.
- Bechthold, M., Weaver, J. C. (2017). Materials science and architecture. *Nature Reviews Materials*, 2, 17082.
- Bedi, R., Chandra, R., Singh, S. P. (2013). Mechanical properties of polymer concrete. *Journal of Composites*, 2013, 948745.
- Berardi, U., Dembsey, N. (2015). Thermal and fire characteristics of FRP composites for architectural applications. *Polymers*, 7 (11), 2276-2289.
- Bhutta, M. A. R., Maruya, T., Tsuruta, K. (2013). Use of polymer-impregnated concrete permanent form in marine environment: 10-year outdoor exposure in Saudi Arabia. *Construction and Building Materials*, 43, 50-57.
- Chukov, D., Stepashkin, A., Salimon, A., Kaloshkin, S. (2018). Highly filled elastomeric matrix composites: Structure and property evolution at low temperature carbonization. *Materials & Design*, 156, 22-31.
- Gattesco, N., Boem, I. (2017). Characterization tests of GFRM coating as a strengthening technique for masonry buildings. *Composite Structures*, 165, 209-222.
- Hsissou, R., Seghiri, R., Benzekri, Z., Hilali, M., Rafik, M., Elharfi, A. (2021). Polymer composite materials: A comprehensive review. *Composite Structures*, 262, 113640.
- Huang, J., Lyu, S., Chen, Z., Wang, S., Fu, F. (2019). A facile method for fabricating robust cellulose nanocrystal/SiO₂ superhydrophobic coatings. *Journal of Colloid and Interface Science*, 536, 349-362.
- Lettieri, M., Masieri, M., Pipoli, M., Morelli, A., Frigione, M. (2019). Anti-graffiti behavior of oleo/hydrophobic nano-filled coatings applied on natural stone materials. *Coatings*, 9 (11), 740.
- Mani, P., Gupta, A., Krishnamoorthy, S. (1987). Comparative study of epoxy and polyester resin-based polymer concretes. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 7 (3), 157-163.
- Muc, A., Romanowicz, P., Chwał, M. (2019). Description of the resin curing process—formulation and optimization. *Polymers*, 11 (1), 127.
- Niaki, M. H., Fereidoon, A., Ahangari, M. G. (2018). Experimental study on the mechanical and thermal properties of basalt fiber and nanoclay reinforced polymer concrete. *Composite Structures*, 191, 231-238.
- Nodehi, M. (2022). Epoxy, polyester and vinyl ester based polymer concrete: a review. *Innovative Infrastructure Solutions*, 7, 64.
- Oladele, I. O., Omotosho, T. F., Adediran, A. A. (2020). Polymer-based composites: An indispensable material for present and future applications. *International Journal of Polymer Science*, 2020, 8834518.
- Rajak, D. K., Pagar, D. D., Kumar, R., Pruncu, C. I. (2019). Recent progress of reinforcement materials: A comprehensive overview of composite materials. *Journal of Materials Research and Technology*, 8 (6), 6354-6374.
- Reis, J., Ferreira, A. (2006). The effects of atmospheric exposure on the fracture properties of polymer concrete. *Building and Environment*, 41 (3), 262-267.



- Saba, N., Jawaid, M. (2018). A review on thermomechanical properties of polymers and fibers reinforced polymer composites. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 67, 1-11.
- Shen, J., Liang, J., Lin, X., Lin, H., Yu, J., Yang, Z. (2020). Recent progress in polymer-based building materials. *International Journal of Polymer Science*, 2020, 8838160.
- Şimşek, B., Uygunoğlu, T. (2016). Multi-response optimization of polymer blended concrete: A TOPSIS based Taguchi application. *Construction and Building Materials*, 117, 251-262.
- Tomažević, M., Gams, M., Berset, T. (2015). Strengthening of stone masonry walls with composite reinforced coatings. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 13, 2003-2027.
- Url-1. <https://msicarolina.com/2016/05/02/what-is-thermoset-molding/> (Erişim tarihi:29.10.2023).
- Valluzzi, M. R., Modena, C., de Felice, G. (2014). Current practice and open issues in strengthening historical buildings with composites. *Materials and Structures*, 47, 1971-1985.
- Vipulanandan, C., Dharmarajan, N. (1987). Flexural behavior of polyester polymer concrete. *Cement and Concrete Research*, 17 (2), 219-230.
- Zhou, L. Y., Fu, J., He, Y. (2020). A review of 3D printing technologies for soft polymer materials. *Advanced Functional Materials*, 30 (28), 2000187