



Polimer Betonlarda Barit Minerali Kullanımının Araştırılması

Hasan POLAT^{1*}, Bahattin DEMİREL², M. Nuri KOLAK³, Meral OLTULU⁴

^{1*}Bingöl Üniversitesi Teknik Bilimler MYO, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Harita Kadastro Programı, Bingöl, ORCID NO: 0000-0003-1521-0695, e-mail: hpolat@bingol.edu.tr

²Bingöl Üniversitesi Teknik Bilimler MYO, İnşaat Teknolojisi Bölümü, İnşaat Programı, Bingöl,

³Bingöl Üniversitesi Teknik Bilimler MYO, İnşaat Teknolojisi Bölümü, İnşaat Programı, Bingöl, ORCID NO: 0000-0003-3533-3422, e-mail: mnkolak@bingol.edu.tr

⁴ Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Erzurum, ORCID NO: 0000-0002-3779-6888, e-mail: mroltulu@atauni.edu.tr

(Alınış: 31.05.2020, Kabul: 27.07.2020, Yayınlanma: 08.09.2020)

Özet

Polimer malzemelerin etkili bir şekilde kullanıldığı farklı alanlar giderek artmaktadır. Polimer malzemelerin sahip oldukları üstün özellikler sayesinde geleceğin önemli malzemelerinden biri olacağı tahmin edilmektedir. Bu çalışmada Baryum elementinin en yaygın minerali olan Barit minerali ($BaSO_4$) doymamış polimer matrisle ağırlıkça %0, %10, %20, %30 ve %40'ı oranlarında yer değiştirilerek eklenmiş ve farklı polimer beton grupları üretilmiştir. Üretilen numuneler 28 gün kür edildikten sonra, birim hacim ağırlık, ultrases geçiş hızı, basınç dayanımı ve eğilme dayanımı deneylerine tabi tutulmuşlardır. Deney sonuçlarına göre, birim hacim ağırlık değerlerinde barit minerali oranının artmasıyla artış gözlemlenmiştir. Basınç ve eğilme dayanımı verileri incelendiğinde, barit minerali oranı arttıkça basınç dayanımı değerlerinde azalma gözlemlenmiş olup, eğilme dayanımı değerinde kontrol numunesine göre artış elde edilmiştir. En yüksek eğilme dayanımı değeri ise %10 barit minerali eklenen numune grubundan elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Polimer beton, Basınç dayanımı, Barit minerali, Mekanik özellikler

Investigation of the Use of Barite Mineral in Polymer Concrete

Abstract

Various sectoral areas are increasing that polymer materials are used effectively. It's predicted that, polymer materials will be one of the most important material of the future because of their superior properties. In this study, barite mineral ($BaSO_4$) which is the most common mineral of Barium element, changed with unsaturated polimer matrix in %0, %10, %20, %30 and %40 by weight and different polymer concrete groups were produced. The specimens were subjected to unit volume weight, ultrasound, compressive strength and bending strength tests after a cure period for 28 days. According to experiment results, an increase in the unit volume weight was observed with increasing of barite mineral. With examination of bending and compression strength datas, a decrease was observed in compression strength datas and an increase was observed in bending strength datas by increase of barite mineral. The highest bending strength data was obtained from the sample group with 10% barite mineral.

Keywords: Polymer concrete, Compressive strength, Barite mineral, Mechanical properties

1.GİRİŞ

Polimer beton, polimer bağlayıcı (matris malzeme), agrega (faz malzeme), sertleştirici (Metil-Etil-Keton peroksit, Benzoil peroksit, Asetil aseton peroksit, vb.) ve reaksiyon hızlandırıcı (kobalt oktoat, dimetil anilin (DMA) ve dietilen anilin (DEA) vb.) lerden oluşur [1]. Polimer beton herhangi bir yüzeye uygulandığında kimyasal ve mekanik etkilere karşı dayanıklıdır [2]. Polimer betonlar aşınmaya karşı da dirençli bir malzemedir [3,4]. Çoğu polimer malzemeler ultraviyole radyasyonunda bozulmaya uğramazlar [5]. Polimer betonların mekanik ve durabilite özellikleri iyi olmakla birlikte beton yüzeylere kaplama olarak uygulandığında betonun durabilite özelliklerini de olumlu yönde etkilemektedir [6]. Polimerin bu üstün özellikleri sayesinde gelecekte de kullanım alanlarının daha fazla artacağı tahmin edilmektedir.

Polimer betonlarda agrega olarak farklı malzemelerin kullanıldığı çalışmalar incelendiğinde, Sınıksaran [7] Kapadokya bölgesindeki volkanik tüf atıklarını kullanarak polimer beton özelliklerini incelemiş ve bu malzemenin yapı sektöründe kullanılabileceğini belirtmiştir. Polimer betonlarda kullanılan volkanik tüf oranı arttıkça üretilen numunelerin su emme oranının arttığı, basınç dayanımı değeri ve nokta yükü dayanımında düşüş görüldüğü belirlenmiştir. Rebeiz ve ark., [8] geri dönüştürülmüş plastik atık kullanarak polimer betonun ısıl genleşme ve sıcaklığın mukavemet üzerindeki etkisini araştırmış ve belli bir orana kadar olumlu sonuçlar elde etmişlerdir. Varughese ve ark., [9] çalışmalarında ince agrega olarak uçucu kül, nehir kumu ve kaba agrega olarak granit kullanarak polimer betonun mekanik ve fiziksel özelliklerini incelemiş ve %70 oranından sonra basınç dayanımı, eğilme dayanımı, yarma dayanımı gibi mekanik özelliklerinin olumsuz etkilendiğini ayrıca bu özelliklerin bağlayıcı miktarı artırılarak iyileştirilebileceği sonucuna varmışlardır. Akbaş ve ark; [10] polipropilen (PP) ve atık fındık kabuklarından elde edilen unları farklı oranlarda kullanılarak polimer kompozit üretmişlerdir. Ekstrüzyon ve pres kalıplama yöntemleriyle üretilen kompozitlerin; çekme, eğilme, darbe direnci, kalınlığına şişme ve su alma değerlerini incelemişlerdir. En iyi sonucun %30 oranında fındık kabuğu unu kullanılan kompozitlerde elde edildiği belirlemişlerdir. Karşlı ve ark, [11] yaptıkları çalışmada, tabanca gövdelerinde kullanılmak üzere optimum özelliklere sahip polimer kompozit malzeme seçimi üretiminin yapılmasını amaçlamışlardır. Hafif silahlar için uygun matris özelliklerine sahip olduğu belirlenen poliamid 66 (PA66) ve polikarbonat (PC) malzemeler cam ve karbon elyaf kullanılarak takviye etmişlerdir. Enjeksiyon kalıplama yöntemiyle üretilen kompozit malzemelerde takviye oranını %15-%40 aralığında seçmişlerdir. Gerçekleştirilen incelemeler sonucunda hafif silahlarda gövde malzemesi olarak kullanılabilecek en uygun kompozit malzemenin %40 oranında karbon elyaf içeren PA66 olduğu sonucuna varmışlardır. Uysal [12] yaptığı çalışmada, kağıt fabrikası arıtma tesisinden çıkan atık arıtma çamuru, yumurta kabuğu ve lületaşı tozu atık materyalleri ile birlikte polipropilen (PP) bazlı termoplastik plaka üretiminde değerlendirmiştir. Elde edilen sonuçlarda yumurta kabuğu katkılı kompozit levhanın radyasyon geçirgenliğini azalttığı, çekme direncini artırdığı, arıtma çamurunun çekme direncini düşürdüğü ve arıtma çamurunda bulunan liflerin ve lületaşı (sepiyolit) tozunun elastikiyet modülünü artırdığını tespit etmiştir. Yetkin ve ark; [13] yaptıkları çalışmada; grafen oksit miktarının polipropilen polimerinin mekanik ve termal etkileri üzerine etkisini incelemişlerdir. Mukavva, grafen oksit katkılı PP polimer kompozitlerin çekme dayanımı %42, elastiklik modülü %71 oranında artırırken kopma uzaması ve dayanımları %341 ve %56 oranlarında azalmıştır. Balcıoğlu ve ark; [14] yaptıkları çalışmada kâğıt, plastik, odun talaşı ve iplik gibi atık malzemeler ile takviye edilmiş kompozit malzemelerin termal özelliklerini araştırmışlardır. Bu kapsamda, %10 %15 ve %20 oranında atık malzeme ile takviye edilen polyester matrisli kompozitlerin ısı iletim katsayıları incelenmiştir. Deneysel ölçüm ve termal

görüntü analiz sonuçları takviye yüzdesinin malzemenin ısı iletim katsayısı üzerinde etkili olduğunu ve plastik malzemenin diğer malzemelere kıyasla daha geç ısındığını göstermiştir. Yapılan bu çalışmada çimentoya alternatif bir bağlayıcı olan doymamış polyester reçine ve ülkemizin önemli yer altı kaynaklarından biri olan barit minerali kullanılarak üretilen polimer betonun mekanik özelliklerini belirlemek amaçlanmıştır. Eklenen barit minerali ile hem polimer miktarı azaltılarak ekonomi sağlanması hem de mineralin yapı malzemelerinde farklı bir kullanım alanı bulması hedeflenmiştir.

2. MATERYAL METOD

2.1. Materyal

2.1.1. Faz malzeme

Gerçekleştirilen bu çalışmada dolgu malzemesi olarak Baryum elementinin en yaygın minerali olan Barit minerali ($BaSO_4$) kullanılmıştır. Barit metalik mineraller arasında yüksek yoğunluğa (4.45 gr/cm^3) sahip bir mineraldir.

2.1.2. Matris malzeme

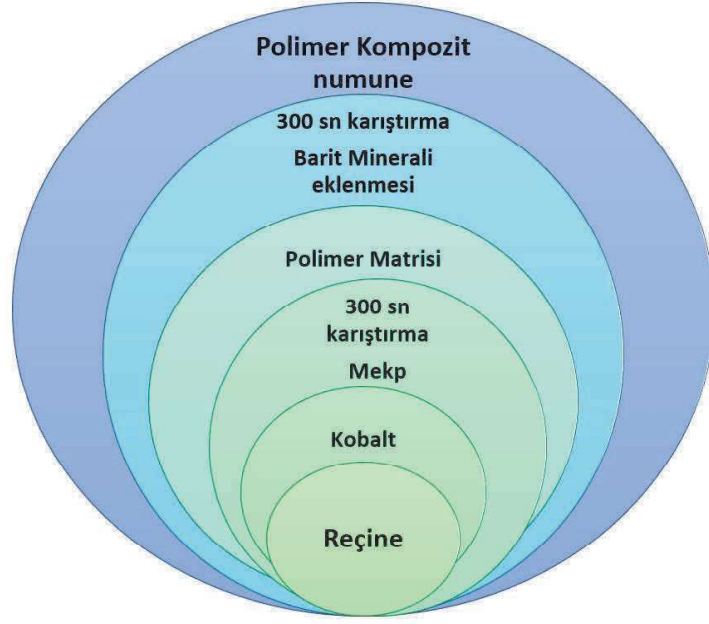
Polimer betonlar; doymamış polyester reçine ile dolgu malzemesinin birleşiminden oluşur. Polimer beton üretiminde farklı birçok reçine kullanılmakta olup yoğun olarak çalışmalarda doymamış polyester reçine kullanılmaktadır. Bu nedenle çalışmada, doymamış polyester reçine, sertleştirici (Mekp) ve reaksiyon hızlandırıcı (kobalt) kullanılmıştır. Çalışmada açık renkli ve yoğunluğu 1.353 gr/cm^3 olan dolgu tipi polyester reçine kullanılmıştır.

2.2. Metod

2.2.1. Karışımların üretilmesi

Doymamış polyester, sertleştirici ve reaksiyon hızlandırıcı karıştırılarak polimer matrisi oluşturulmuştur. Üretilen polimer matrislerinin içerisine %0, %10, %20, %30 ve %40 oranlarında Barit minerali polimerle yer değiştirilerek eklenmiş ve polimer numuneler üretilmiştir. Numuneler $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}$ 'lik küp numune ve $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}$ 'lik eğilme numuneleri olarak üretilmiştir.

Her bir gruptan her bir deney için üçer numune üretilerek sonuçlarının ortalaması alınmıştır. Üretilen polimer beton numunelerinin kalıptan kolay çıkarılması için vaks kullanılmıştır. Polimer beton hava ortamında 28 gün kür edildikten sonra, birim hacim ağırlık, basınç dayanımı, eğilme dayanımı ve ultra ses geçiş hızı deneyleri yapılmış olup üretim yöntemi Şekil 1'de verilmiştir.

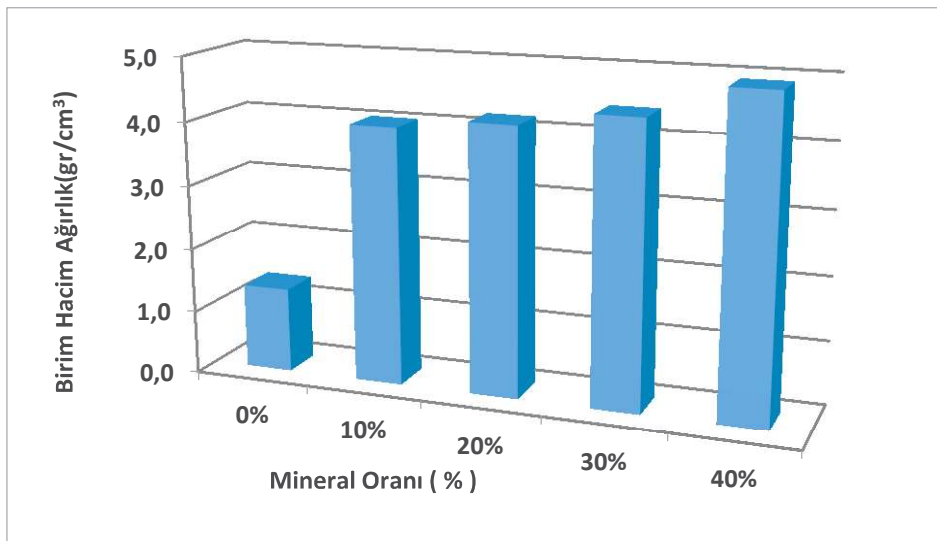


Şekil 1. Polimer Beton Üretim Şeması

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Birim Hacim Ağırlık Deney Sonuçları

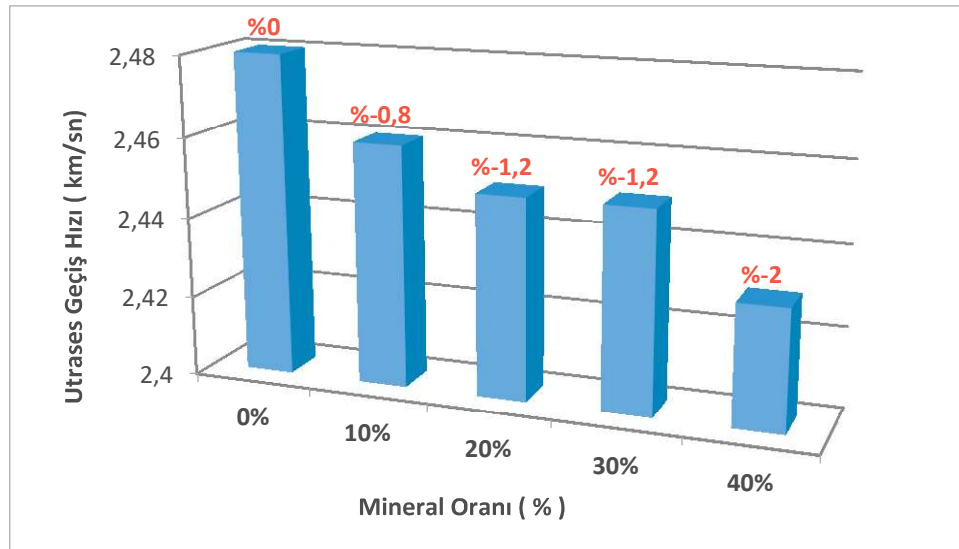
Birim hacim ağırlık tayini *TS EN 1015-10 (2001)*'e göre [15] yapılmıştır. Şekil 2'de sertleşmiş polimer beton numunelerinin birim hacim ağırlık değerleri verilmiştir. Bu değerler incelendiğinde grupların birim hacim ağırlık değerleri Barit minerali oranı arttıkça artış göstermektedir. Kullanılan barit mineralinin özgül ağırlığının, matris malzemenin özgül ağırlığından yüksek olmasından dolayı elde edilen sonuçlar zaten beklenen bir durum olarak gözlemlenmiştir.



Şekil 2. Birim Hacim Ağırlık Değerleri

3.2. Ultrases Geçiş Hızı Deney Sonuçları

Ultrases geçiş hızı deneyi *ASTM C 597, (1997)*'e göre [16] yapılmış, değerler Şekil 3'de verilmiştir. Barit minerali oranına bağlı olarak ultrases geçiş hızı değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Meydana gelen azalma değerleri incelendiğinde en yüksek ultrases geçiş hızı değerinin %0 numunelerden elde edildiği ve %40 barit minerali katkılı numunelere göre %2,0 oranında değişim olduğu gözlemlenmiştir. Tüm numunelerin kontrol numunesine göre değişim oranları Şekil 3'te grafik üzerinde gösterilmiştir.

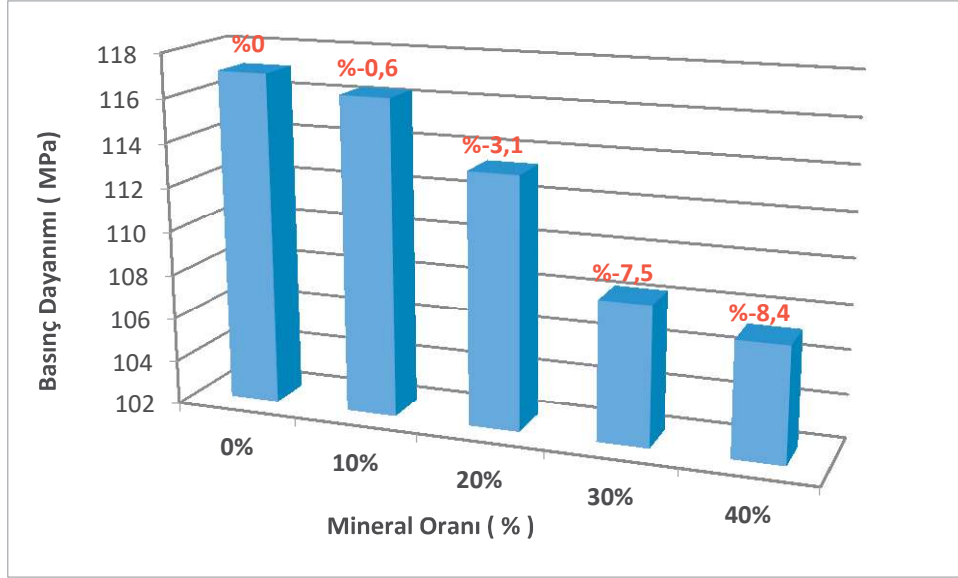


Şekil 3. Ultrases geçiş hızı değerleri

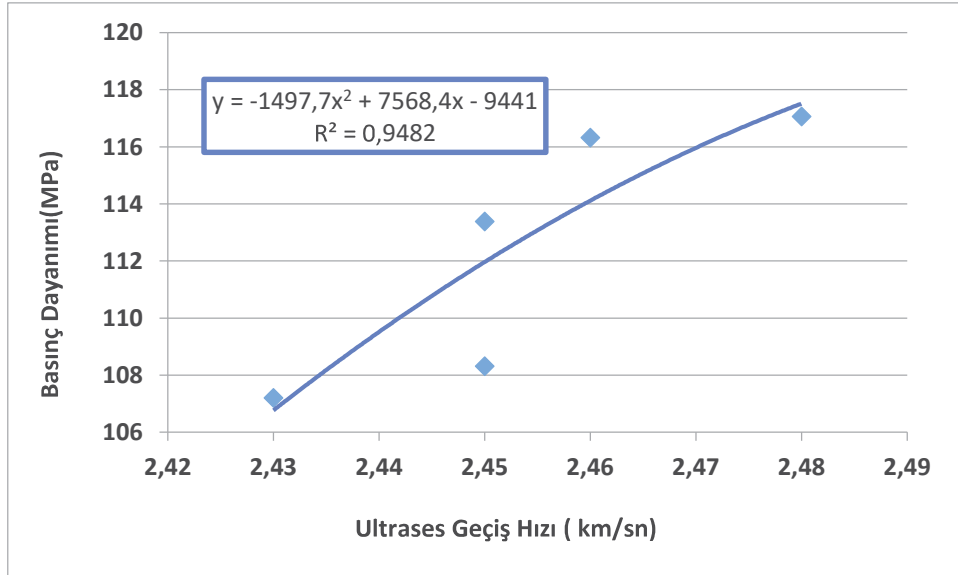
3.3. Basınç Dayanımı Deney Sonuçları

Basınç dayanımı deneyi *TS EN 12390-3 (Anonim 2010) [17]*'e göre yapılmış olup elde edilen deney sonuçları Şekil 5'de verilmiştir. Deney sonuçları incelendiğinde en yüksek basınç dayanımı değeri %0 ve %10 barit içeren polimer beton numunelerden elde edilirken en düşük değerler %40 barit içeren numunelerden elde edilmiştir. Kontrol numunesine göre azalma gösteren değerlerde, azalma miktarı yaklaşık olarak %0,6 - %8,4 arasında değişmektedir. Numunelerin kontrol numunesine göre değişim oranları Şekil 4'de grafik üzerinde gösterilmiştir. Basınç dayanımı ve ultrases geçiş hızı arasındaki korelasyon ilişkisi Şekil 5'de gösterilmiş olup aralarında $R^2 = 0.9482$ yüksek bir korelasyon ilişkisi belirlenmiştir.

Deney sonuçları irdelendiğinde, kontrol numunesine yakın basınç dayanımı veren %10 barit değerinin daha düşük oranlarda kullanılması ve maksimum kullanım değerinin belirlenmesi sonraki çalışmalar için önem arz etmektedir.



Şekil 4. Basınç dayanımı deney sonuçları

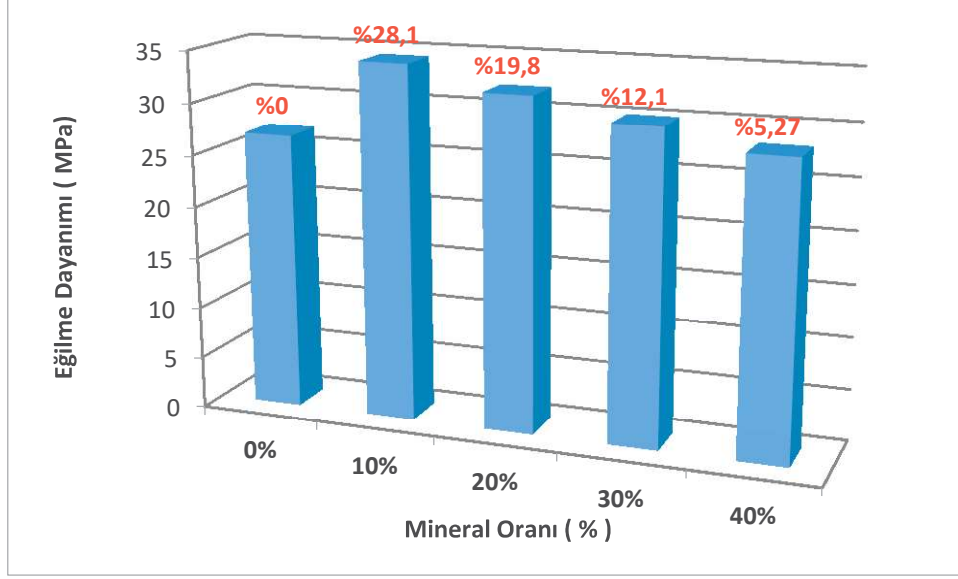


Şekil 5. Basınç dayanımı ve ultrases geçiş hızı ilişkisi

3.4. Eğilme Dayanımı Deney Sonuçları

Eğilme dayanımı deneyi *TS EN 12390 -5 (Anonim 2010)*'a [18] göre yapılmış olup elde edilen deney sonuçları Şekil 6'da verilmiştir. Elde edilen eğilme dayanımı değerleri incelendiğinde barit minerali oranının artmasıyla basınç dayanımından farklı olarak, eğilme dayanımı değerlerinde artma meydana gelmiştir. Meydana gelen artma miktarı yaklaşık olarak %5,7 - %28,1 arasında yer almaktadır. Kontrol numunesine göre, değişim yüzdeleri Şekil 7'de grafik üzerinde verilmiştir.

Basınç dayanımı değerlerinde açıklandığı üzere %10'dan daha düşük değerlerde barit mineralinin kullanımı ile eğilme dayanımı değerlerinde de farklı sonuçlar elde edilebileceği düşünülmektedir.



Şekil 6. Eğilme dayanımı deney sonuçları

4. SONUÇLAR

Barit minerali kullanılarak üretilen polimer beton numunelerinin üzerinde yapılan birim ağırlık, basınç dayanımı ve eğilme dayanımı deneyleri sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

-Barit minerali oranı arttıkça birim hacim ağırlık değerleri artış göstermekte bu artış %30-%36 arasında değişmektedir. Kullanılan barit mineralinin özgül ağırlığının yüksek olması bu sonucu ortaya çıkarmıştır.

-Barit minerali oranına bağlı olarak ultrases geçiş hızı değerlerinde düşüş elde edilmiştir.

-Basınç dayanımı deney sonuçları incelendiğinde en yüksek basınç dayanımı değeri %0 ve %10 barit içeren polimer beton numunelerden elde edilirken en düşük değerler %40 barit içeren numunelerden elde edilmiştir. Kontrol numunesine göre azalma gösteren değerlerde, azalma miktarı yaklaşık olarak %0,6 - %8,4 arasında değişmektedir. Basınç dayanımı ve ultrases geçiş hızı arasında ilişki incelendiğinde yüksek bir korelasyon ilişkisi ($R^2 = 0.9482$) belirlenmiştir.

Eğilme dayanımı değerleri incelendiğinde barit minerali oranının artmasıyla basınç dayanımından farklı olarak, eğilme dayanımı değerlerinde artma meydana gelmiştir. Meydana gelen artma miktarı yaklaşık olarak %5,7 - %28,1 arasında yer almaktadır.

Tüm bu sonuçlardan hareketle basınç dayanımı değerlerinde açıklandığı üzere %10'dan daha düşük değerlerde barit mineralinin kullanımı ile eğilme dayanımı değerlerinde de farklı sonuçlar elde edilebileceği düşünülmektedir. Ayrıca farklı karışım oranlarında üretilen kompozitler üzerinde farklı performans deneyleri ile SEM ve XRD gibi iç yapı analizlerinin yapılması ileride yapılacak olan çalışmalar için önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1]. Soykan, O., Özel, C. (2014). Polimer Betonlarda Kür Süresinin Fiziksel ve Mekaniksel Özelliklere Etkisi. Cumhuriyet Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi, 35(2), 33-41.
- [2]. Neville, A., M., (1981). Properties of Concrete. New York
- [3]. Rebeiz, K.S., Fowler, D.W., (1991). Recycling Plastics in Polymer Concrete Systems for Engineering Applications, Polymer Plastics Technol Eng, 30, pp. 809–825.
- [4]. Fowler, D.W., (2004). State of The Art in Concrete-Polymer Materials in The U.S. Proceedings of The 11th International Congress on Polymer in Concrete, pp. 597–603. Berlin
- [5]. Vipulanandan, C., Paul, E., (1991). Performance of Epoxy and Polyester Polymer Concrete, ACI Materials Journal, pp. 241–251.
- [6]. Mindess, S., Young, J. F., (1981). Concrete. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 596p. New Jersey.
- [7]. Sınıksaran, M. (2012). Volkanik tüf tozları ile polimer esaslı kompozit malzeme üretimi (Doctoral dissertation, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [8]. Rebeiz, K. S. (1995). Time-temperature properties of polymer concrete using recycled PET. Cement and Concrete Composites, 17(2), 119-124.
- [9]. Varughese, K. T., Chaturvedi, B. K. (1996). Fly ash as fine aggregate in polyester based polymer concrete. Cement and Concrete Composites, 18(2), 105-108.
- [10]. Akbaş, S., Tufan, M., Güleç, T., Taşcıoğlu, C., Peker, H. (2013). Fındık kabuklarının polipropilen esaslı polimer kompozit üretiminde değerlendirilmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 14(1), 50-56.
- [11]. Karslı, M., Sert, Y., Küçükömeroğlu, T. (2020). Tabanca Gövdeleri İçin Polimer Kompozit Malzeme Geliştirilmesi. Savunma Bilimleri Dergisi, (38), 131-157.
- [12]. Uysal, Y. (2019). Arıtma çamuru, lüle taşı (sepiyolit) ve yumurta kabuğu atıklarının polimer kompozit plaka üretiminde değerlendirilmesi. Kahramanmaraş sütçü imam üniversitesi mühendislik bilimleri dergisi, 22, 70-77.
- [13]. Yetkin, S. H., Karadeniz, B., Guleşen, M. Grafen Oksit Katkılı Polipropilen Polimer Kompozitlerin Mekanik ve Termal Özelliklerin İncelenmesi (2017). Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 4(2), 34-40.
- [14]. Balcıoğlu, H. E., Özmen, H. B., (2020). Katı atıklardan elde edilen kompozit malzemelerin termal özelliklerinin incelenmesi. 4. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi 9-11.
- [15]. TS EN 1015-10 (2001). Kâgir Harcı-Deney Metotları- Bölüm 10: Sertleşmiş Harcın Boşluklu Kuru Birim Hacim Kütesinin Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [16]. ASTM C 597, 1997. Standard Test Method for Pulse Velocity through Concrete. Annual Book of ASTM Standards, Pennsylvania, USA.
- [17]. TS EN 12390-3, 2010. Beton-Sertleşmiş Beton Deneyleri-Bölüm 3: Deney Numunelerinin Basınç Dayanımını Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [18]. TS EN 12390-5, 2010. Beton- Sertleşmiş Beton Deneyleri- Bölüm 5: Deney numunelerinin eğilme dayanımının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.