



**Makale
(Article)**

Faz Malzeme Oranının Polimer Beton Özellikleri Üzerindeki Etkisinin Araştırılması

Alper TOPSAKAL*, Cengiz ÖZEL**

* Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi ABD, 32260 Isparta/TÜRKİYE
alpertopsakal@gmail.com

** Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü, 32260 Isparta/TÜRKİYE
cengizozel@sdu.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, mineral dolgu malzemesi oranının, polimer betonun özellikleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Polimer beton üretiminde faz malzemesi olarak standart CEN kumu kullanılmıştır. İki farklı reçine (polyester ve vinilester) tipi ve altı farklı oranda (% 0-15-30-45-60-75 oranlarında) faz malzemesi kullanılarak polimer beton üretimleri gerçekleştirilmiştir. Üretilen numuneler üzerinde reaksiyon sıcaklığı, ultrases geçiş hızı, schmidt çekici ile yüzey sertliği, eğilme ve basınç dayanımı deneyleri uygulanmıştır. Deneyler sonucunda 30. dakikanın reaksiyon sıcaklığı için kritik zaman olduğu tespit edilmiştir. Faz malzemesi oranı artışı ile ultrases geçiş hızı değerleri artarken reaksiyon sıcaklığının ve eğilme dayanımının azaldığı arttığı tespit edilmiştir. Yine %30'a kadar mineral içeren vinilester reçineli numunelerde basınç dayanımı artarken, bu değer üstünde mineral içeren vinilester reçineli serilerde ve polyester reçineli serilerin tümünde faz malzemesi oranı artışı ile basınç dayanımı değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Polimer Beton, Polyester, Vinilester, Faz Malzemesi Oranı

Investigation of Effect on the Properties of Polymer Concrete of the Phase Materials Ratio

Abstract

In this study, the effect of the ratio of mineral fillers on the properties of polymer concrete was investigated. The standard CEN sand was used as the phase material on production of polymer concrete. The polymer concretes was prepared using two different types of resin (polyester and vinylester) and the phase materials at the six different ratios (0%-15%-30%-45%-60%-75%). The reaction temperature test, Schmidt surface hardness, ultrasonic pulse velocity, flexural and compressive strength tests were performed on the prepared mixtures and samples. Examining the experimental results, it was shown that the 30th minute is critical time for reaction temperature. It was determined that both the reaction temperature and the bending strength values are decreasing while the ultrasonic pulse velocity values are increasing depend on go up of the phase material ratio. Also, whereas the compressive strength values increased the vinilyester resin series including mineral fillers up to 30%, it decreased all of the polyester series resins as well as the vinilyester resin series including mineral above this rate.

Keywords : Polymer Concrete, Polyester, Vinylester, Phase Material Ratio

Bu makaleye atf yapmak için

Topsakal, A., Özel C., "Faz Malzeme Oranının Polimer Beton Özellikleri Üzerindeki Etkisinin Araştırılması" Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi 2013, 9(1)16-28

How to cite this article

Topsakal, A., Özel C., "Investigation of Effect on the Properties of Polymer Concrete of the Phase Materials Ratio" Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi 2013, 9(1)16-28

1. GİRİŞ

Betonun kullanım amacına göre, betonda kullanılan malzemeler çeşitlenmektedir. Bu çeşitliliğin amacı betonun istenilen özelliklere göre fiziksel ve mekanik özelliklerinin kullanım amacına uygun şekilde değiştirilmesini sağlamaktır. Bu amaca yönelik yeni tasarımlarla üretilen betonlar “özel amaçlı betonlar” olarak adlandırılmaktadır [1]. Betonun çeşitliliğini sağlayan durumlardan birisi de farklı matris ve faz malzemelerin kullanılabilmesidir. Matris malzeme olarak; binalarda kullanılan betonlarda çimento, asfaltlarda bitüm, kimyasal geçirgenliğe karşı yüksek mukavemet göstermesi istenen yerlerde polimer reçine esaslı betonlar kullanılmaktadır [2, 3].

Özel amaçlı beton sınıfına giren polimer betonlar, yüksek mukavemet özelliği gösteren, su geçirimsizliğine sahip, kimyasal etkilere dayanıklı betonlardır [4]. Polimer beton, faz malzeme ile monomer veya reçinenin karıştırılıp, daha sonra katalizör ve hızlandırıcı ilavesini takiben oda sıcaklığında polimerizasyon işleminin gerçekleşmesi sonucu sertleşmesi ile elde edilir [3, 5]. Yüksek mukavemetli betonlar üretmek için polimer reçine kullanımı ile ilgili farklı metodolojiler dünya ülkelerinin tümünde ilgi uyandırmaktadır. Betonda polimer reçine kullanımı üç farklı şekilde olmaktadır. Bunlar;

- ✓ Polimer (reçine, lif vs.) katkıli betonlar,
- ✓ Polimer reçine matrisli betonlar,
- ✓ Polimer reçine emdirilmiş betonlardır [6].

Polimer esaslı üretilen betonların performansı birden fazla etkene bağlıdır. Bunlar; polimerin türü, mineral tipi ve boyutu, faz malzemenin matris malzeme ile karışım oranı, kür koşulu, kimyasal ortamların etkisi, reaksiyon sürecini sağlamak için kullanılan kimyasalların özellikleri vb. etkenlerdir [7, 8]. Bu etkenlerden dolayı, polimer beton dizaynı yapılmadan önce kullanılacağı yer ve karşılaşılabilecek sorunlar saptanmalı, karışım dizaynına karşılaşılabilecek sorunlar çerçevesinde yön verilmelidir [9, 10]. Bu çalışmada, polimer beton üretiminde mineral malzeme kullanım oranının fiziksel ve mekanik özellikler üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

2. MALZEME ve METOT

Bu çalışmada, polimer beton üretiminde kullanılan mineral malzemenin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişkenliğinin deneysel sonuçlar üzerindeki etkisinin en aza indirilmesi için faz malzeme olarak TS EN 196-1 (2009) [11] standardına uygun standart CEN kumu kullanılmıştır.

Polimer betonda; fiziksel ve mekanik özelliklerin iyileştirilmesi için bağlayıcı malzeme (matris) olarak Polyester ve Bisfenol A Epoksi Vinil ester reçine kullanılmıştır. Kimyasal katkı malzemesi olarak ise priz hızlandırıcı (Kobalt) ve sertleştirici (MEKP) kullanılmıştır. Kullanılan reçine türü ve kimyasal katkıların özgül ağırlıkları Çizelge 1’de verilmiştir. Numunelerin kalıptan kolay olarak ayrılması için kalıp ayırıcı (Vaks) kullanılmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan reçine ve kimyasal katkıların özgül ağırlıkları

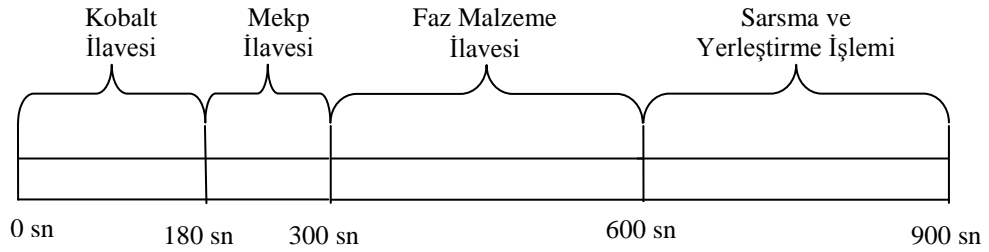
Kimyasal Tipi	Özgül Ağırlık (gr/cm ³)
✓ Polyester	1,353
✓ Vinil ester	1,044
✓ Kobalt	0,92
✓ Mekp	1,17

Bu çalışmada bazı fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesi için kullanılan deney yöntemleri ve uygulanan standartlar Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Çalışmada uygulanan deney yöntemleri ve takip edilen standartlar

Deney yöntemi	Deney standartları
✓ Reaksiyon sıcaklığı ölçümü	---
✓ Ultrases geçiş hızı tayini	ASTM C 597 (1997) [12]
✓ Schmidt yüzey sertliği deneyi	TS EN 13791 (2010) [13]
✓ Eğilme dayanımı deneyi	TSE 12390-5 (2010) [14]
✓ Basınç dayanımı deneyi	TSE 12390-3 (2010) [15]

Faz malzemesi oranının fiziksel ve mekanik özellikler üzerindeki etkisini incelemek amacıyla her iki reçine türünde de faz malzeme oranı hacimce % 0-15-30-45-60-75 olan polimer betonlar üretilmiştir. Çalışmada uygulanan deneylerin üretilen tüm serilerde karşılaştırılabilir olması için serilerin üretimi için Şekil 1’de verilen üretim metodu geliştirilmiştir.

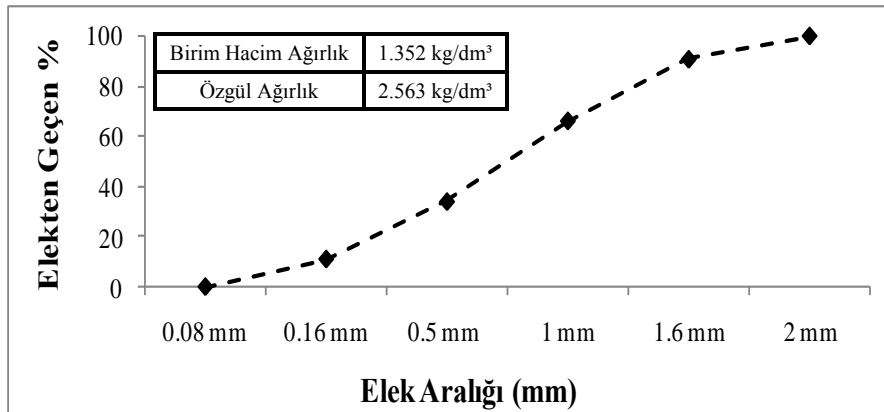


Şekil 1. Numune karışım metodu

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.1. Faz Malzemenin Fiziksel Özellikleri

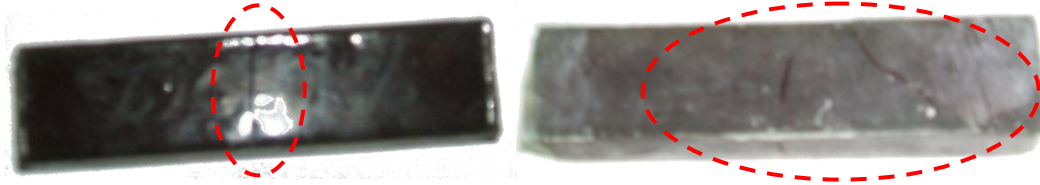
Çalışmada faz malzeme olarak kullanılan TS EN 196-1 (2009) standardına uygun kumun elek analizi TS EN 933-10 (2010)’a [16] göre yapılmıştır. Bu kuma ait elek analizi ve bazı fiziksel özellikleri, Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Standart CEN kumu elek analizi

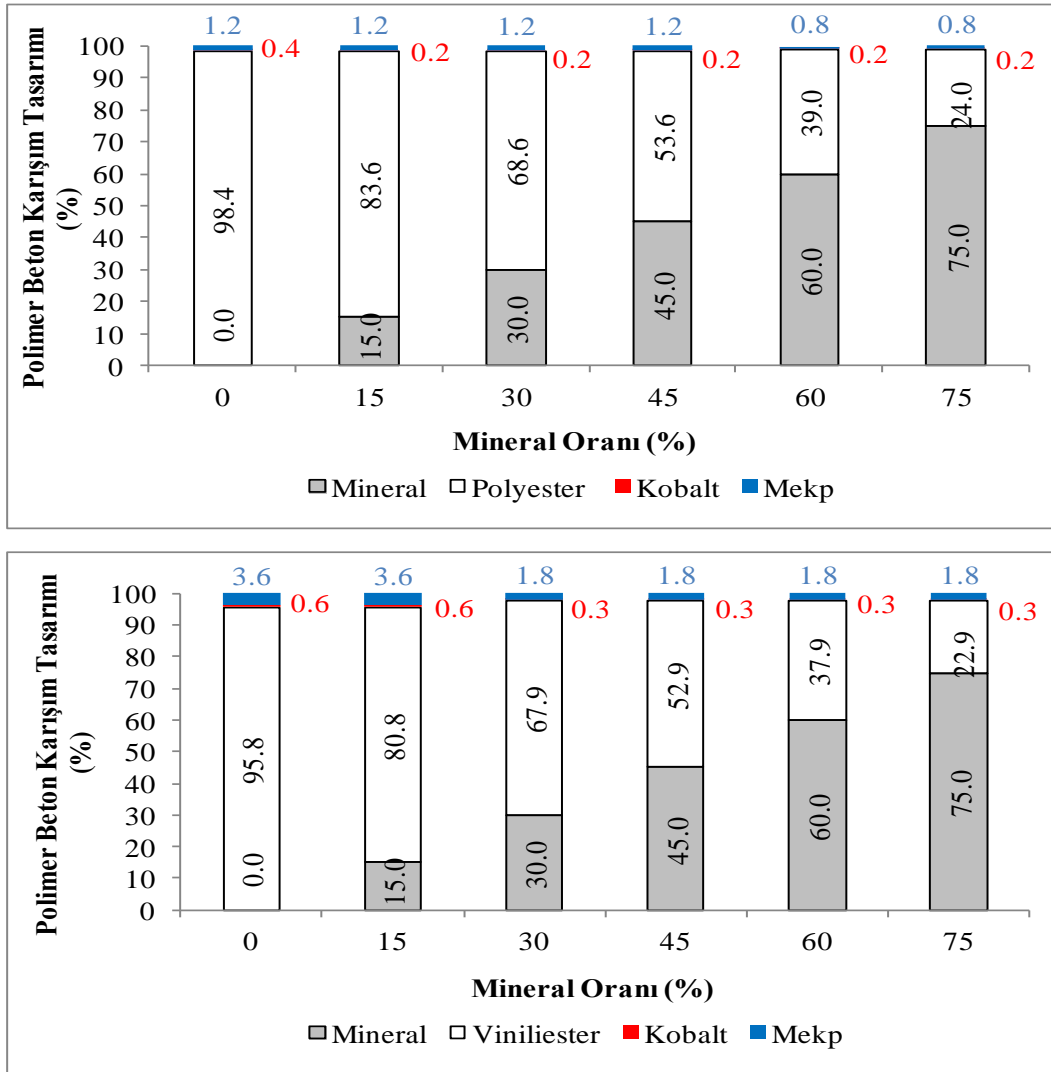
3.2. Reçinelerin ve Kimyasalların Sertleşme Oranının Belirlenmesi

Reçinelerin sertleşme süreci yapılan ön deneyler sonucunda belirlenmiştir. Reçinelerin sertleşmesi için 100 gr reçine ile farklı Kobalt (hızlandırıcı) ve MEKP (sertleştirici) oranları denenmiş olup, işlenebilirlik göz önüne alınarak Kobalt ve MEKP oranına karar verilmiştir. Faz malzemenin artan oranlarında, şahit (faz malzemesiz) karışımlara göre Kobalt ve MEKP oranına bağlı olarak üretilen numunelerde Şekil 3'te gösterilen çatlaklar meydana geldiği için bu numunelerin üretiminde Kobalt ve MEKP oranı azaltılmıştır.



Şekil 3. Yüksek oranda Kobalt ve MEKP kullanımında meydana gelen çatlaklar

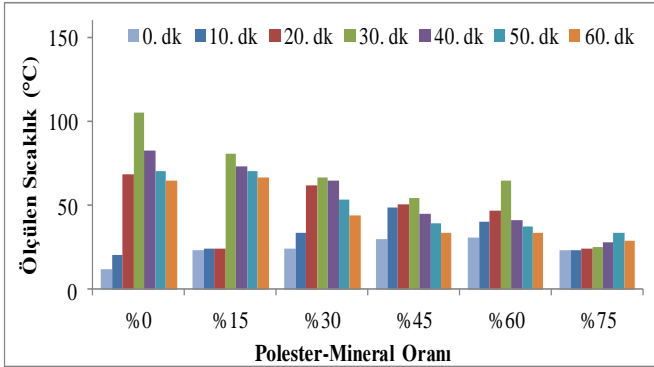
Ön deneylerle belirlenen Reçine:Kobalt:MEKP oranlarına göre hazırlanan polimer beton karışım tasarımları Şekil 4'te verilmiştir.



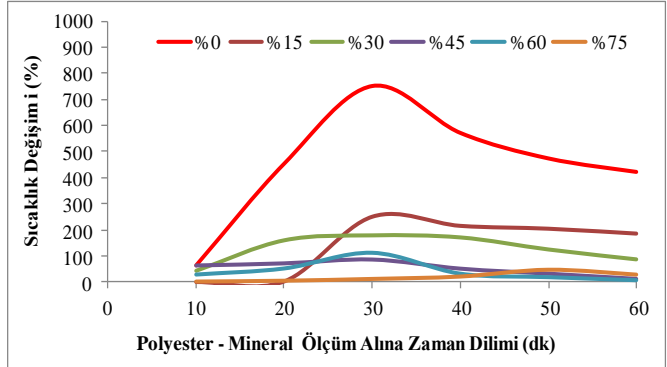
Şekil 4. Reçine türüne göre polimer beton karışım tasarımı

3.3. Polimer Betonların Reaksiyon Sıcaklığı Testi Bulguları

Hazırlanan karışımların kalıba yerleştirildiği an başlangıç (0. dk.) olmak üzere 1 saat boyunca her 10 dakikada (dk.) bir sıcaklık ölçümleri 60 dk. boyunca, reaksiyon sıcaklığı test tabancası ile alınmıştır. Polyester reçineli seride sıcaklık değerleri Şekil 5.a'da, başlangıç sıcaklığına göre değişim oranı ise Şekil 5.b'de verilmiştir. Şekil 5.a'da görüldüğü gibi tüm serilerde en yüksek sıcaklık 30. dakikada (faz malzemesiz için; 104.7 °C, faz malzemeli için; 40-81°C arasında) elde edilmiştir. Faz malzeme oranı arttıkça reaksiyon sıcaklık değerlerinde ise azalma görülmüştür. Başlangıca göre (0. dk.) sıcaklık değişimlerinde ise en büyük değişim oranları yine 30. dk.'dan alınmıştır. Bu değişim oranı faz malzemesiz karışımda %753 değerine ulaşırken faz malzemeli karışımlarda %30-%249 arasında değişmektedir.



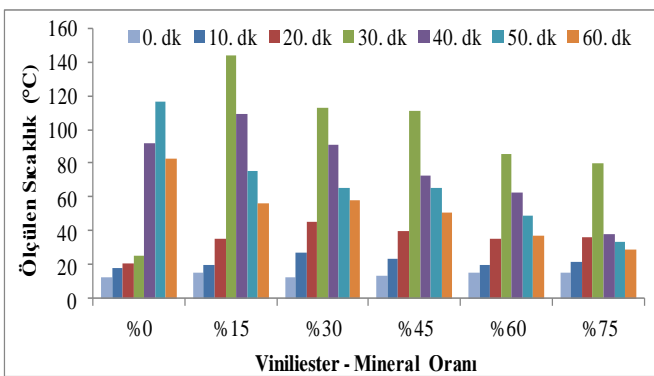
a) Deneysel sonuçlar



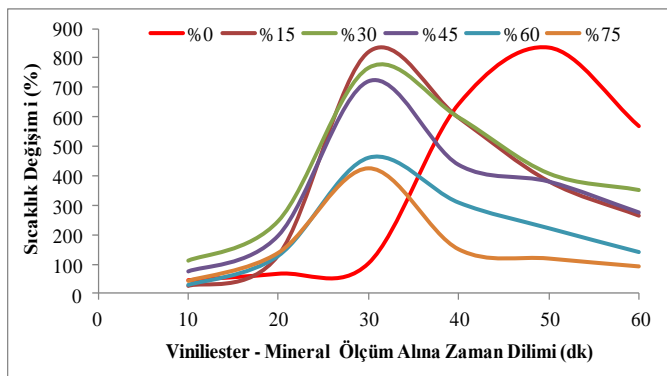
b) Başlangıca göre bağlı sıcaklık değişimi

Şekil 5. Polyester reçineli seride faz malzeme oranına bağlı sıcaklık değişimi

Vinilester reçineli seride sıcaklık değerleri Şekil 6.a'da, başlangıç sıcaklığına göre değişim oranı ise Şekil 6.b'de verilmiştir. Polyester reçineli seriden farklı olarak faz malzemesiz karışımda 50. dk.'ya kadar sıcaklık artışı (116°C) elde edilmişken faz malzemeli karışımlarda polyester reçineli serilere benzer olarak 30. dk.'ya yükselme (80- 143°C) bu dakikadan sonra ise azalma tespit edilmiştir. Yine vinilester reçineli seride de faz malzeme oranı arttıkça reaksiyon sıcaklık değerleri azalmaktadır. Başlangıca göre reaksiyon sıcaklıklarının değişim oranları incelendiğinde (Şekil 6.b) faz malzemesiz karışımda %835 değerinde iken faz malzemeli karışımlarda %427-%819 değerlerini almıştır. Özellikle faz malzemeli karışımlardan elde edilen bu değer polyester reçineli karışımlara göre oldukça yüksek ve dikkate değerdir.



a) Deneysel sonuçlar



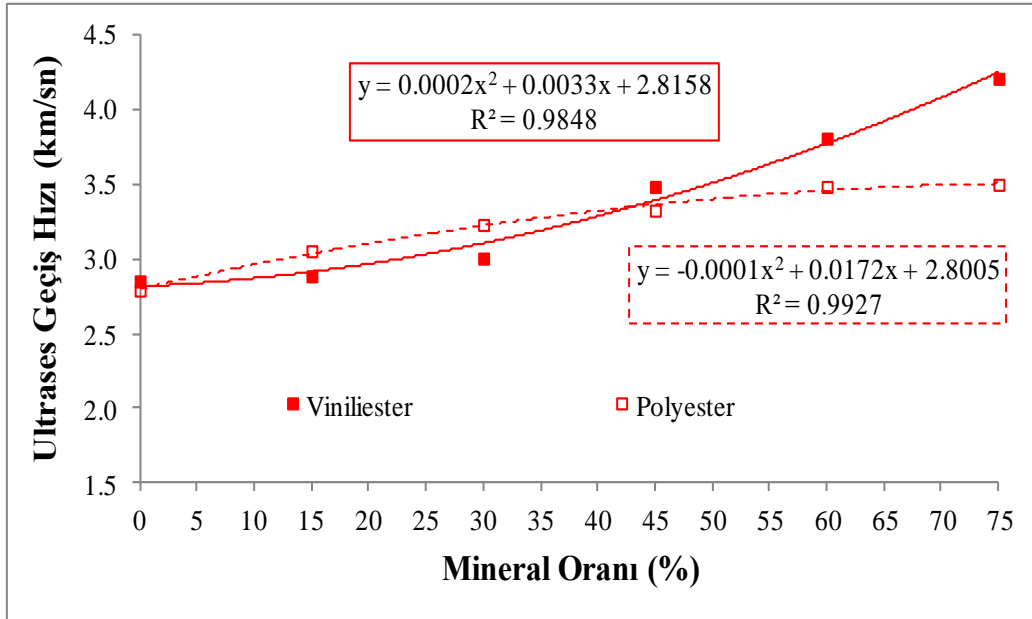
b) Başlangıca göre bağlı sıcaklık değişimi

Şekil 6. Viniliester reçineli seride faz malzeme oranına bağlı sıcaklık değişimi

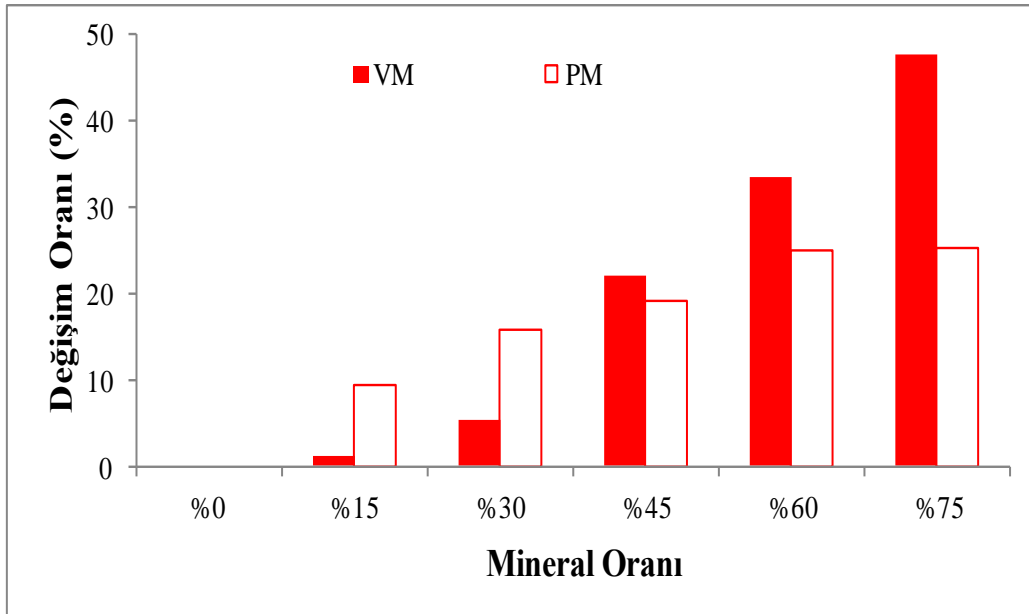
3.4. Ultrases geçiş hızı testi bulguları

Üretilen polimer betonlardan elde edilen ultrases geçiş hızı değerlerinin değişimi Şekil 7.a'da, faz malzemesi oranının ultrases geçiş hızı değerleri üzerindeki etkisi 7.b'de gösterilmiştir. Faz malzeme oranına bağlı olarak her iki reçine türünde de ultrases geçiş hızı değerlerinde artış elde edilmiştir. Ultrases

geçiş hızı değerlerinde artış oranı %1.2-%47.6 arasında değişirken (Şekil 7.b), % 45 mineral oranına kadar polyester reçineli (PM) numunelerden daha yüksek ultrases geçiş hızı elde edilmişken bu değerden sonra vinilester reçineli (VM) numunelerden daha yüksek ultrases geçiş hızı değeri elde edilmiştir.



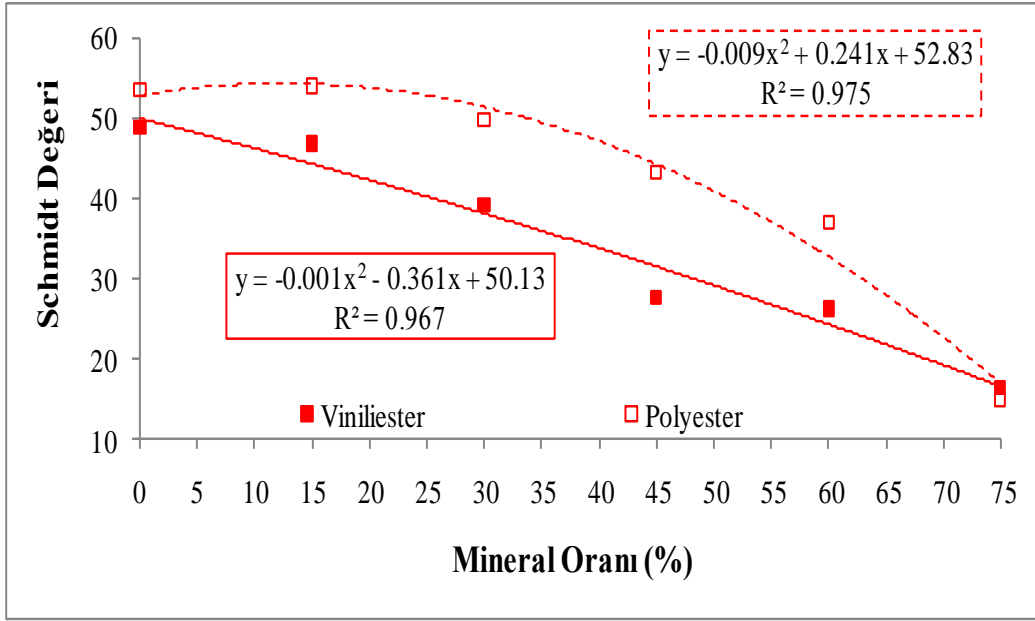
a) Deneysel sonuçlar



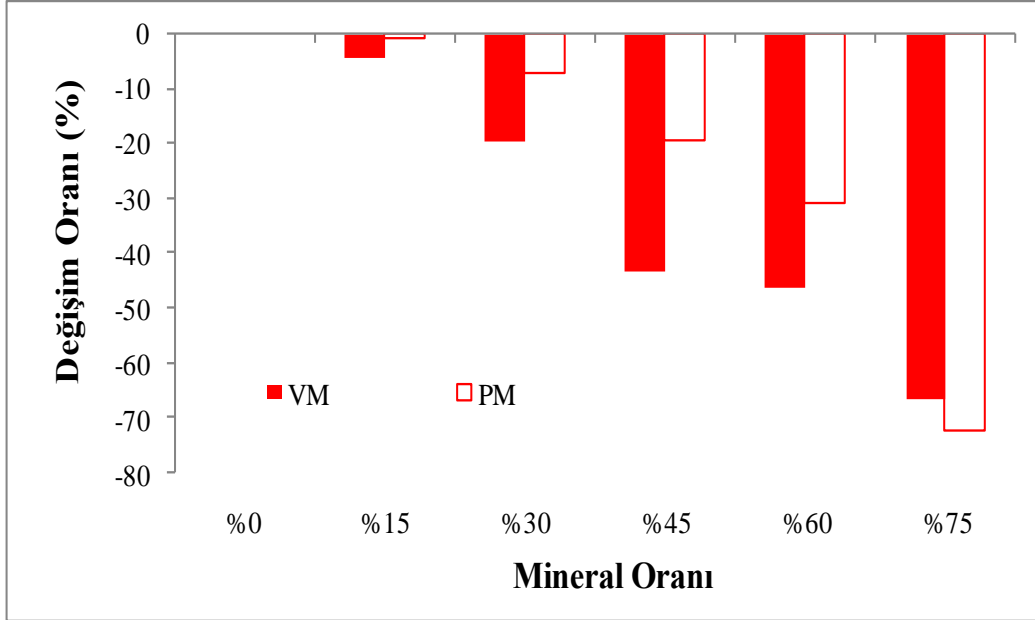
b) Faz malzemesiz numunelere göre ultrases değerinin bağlı değişimi
Şekil 7. Reçine türü ve faz malzeme oranına bağlı ultrases geçiş hızı değişimi

3.5. Schmidt yüzey sertliği testi bulguları

Schmidt yüzey sertliği testi değerlerinin değişimi Şekil 8.a'da, faz malzemesi oranının schmidt yüzey sertliği değerleri üzerindeki etkisi Şekil 8.b'de gösterilmiştir. Vinilester reçineli serilerden polyester reçineli serilere göre (%75 faz malzeme oranı hariç) daha düşük schmidt değerleri elde edilmiştir. Faz malzemesi oranına bağlı olarak her iki reçine türünde de faz malzemesi oranı artışı ile schmidt yüzey sertliği değerlerinde azalma (%0.75-%72.39) elde edilmiştir.

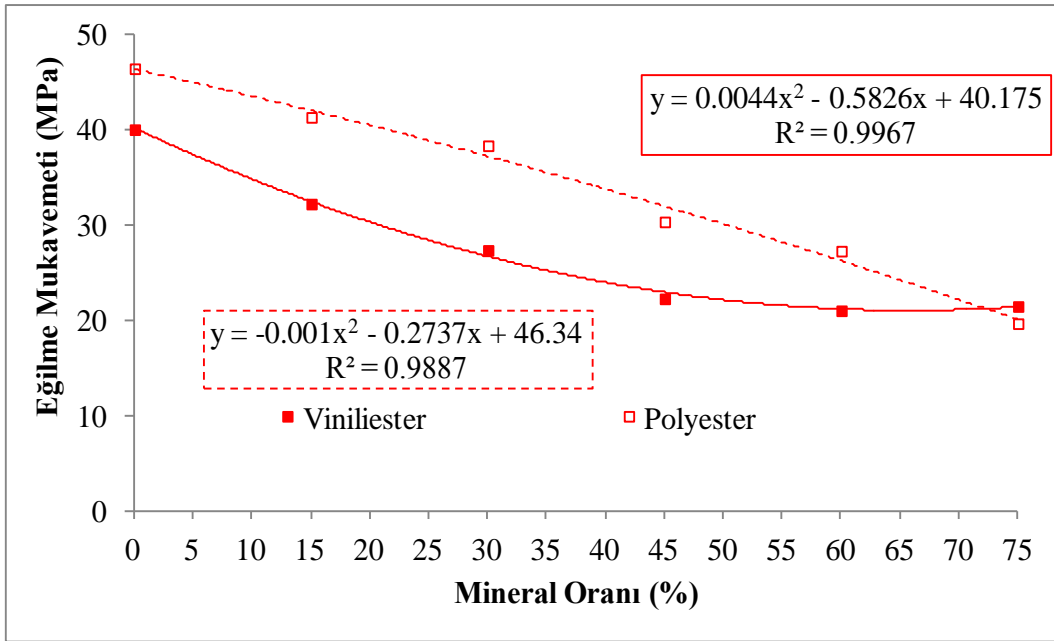


a) DeneySEL değerler

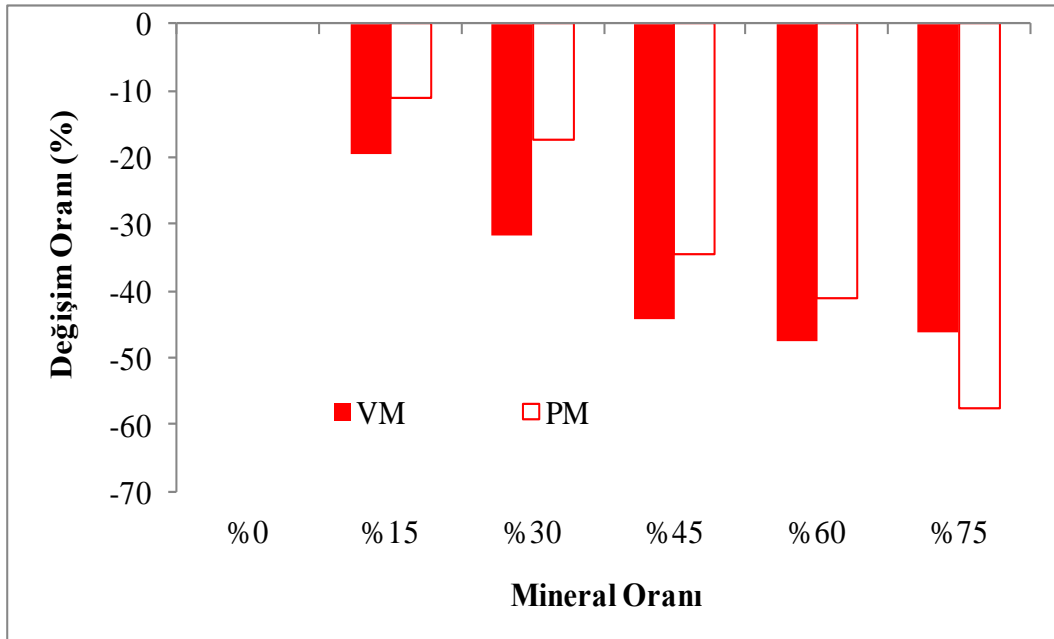
b) Faz malzemesiz numunelere göre ultrases değerinin bağlı değişimi
Şekil 8. Reçine türü ve faz malzeme oranına bağlı schmidt yüzey sertliği değişimi

3.8. Eğilme dayanımı testi bulguları

Eğilme dayanımı değerlerinin değişimi Şekil 9'da verilmiştir. Polyester reçineli numunelerin eğilme dayanımı değerleri vinilester reçineli serilere göre daha düşük tespit edilmiş olup artan faz malzemesi oranına bağlı olarak her iki reçine tipinde de eğilme dayanımlarında azalma tespit edilmiştir. Artan faz malzemesi oranına bağlı olarak faz malzemesiz numunelere göre %11-%58 oranlarında eğilme mukavemeti kaybı meydana gelmiştir. Bununla birlikte Şekil 9.b'de görüldüğü gibi polyester reçineli serilere göre, vinilester reçineli serilerde artan mineral oranı ikamesinde eğilme dayanımı değerlerinde daha fazla azalma oranı elde edilmiştir.



a) Deneysel değerler

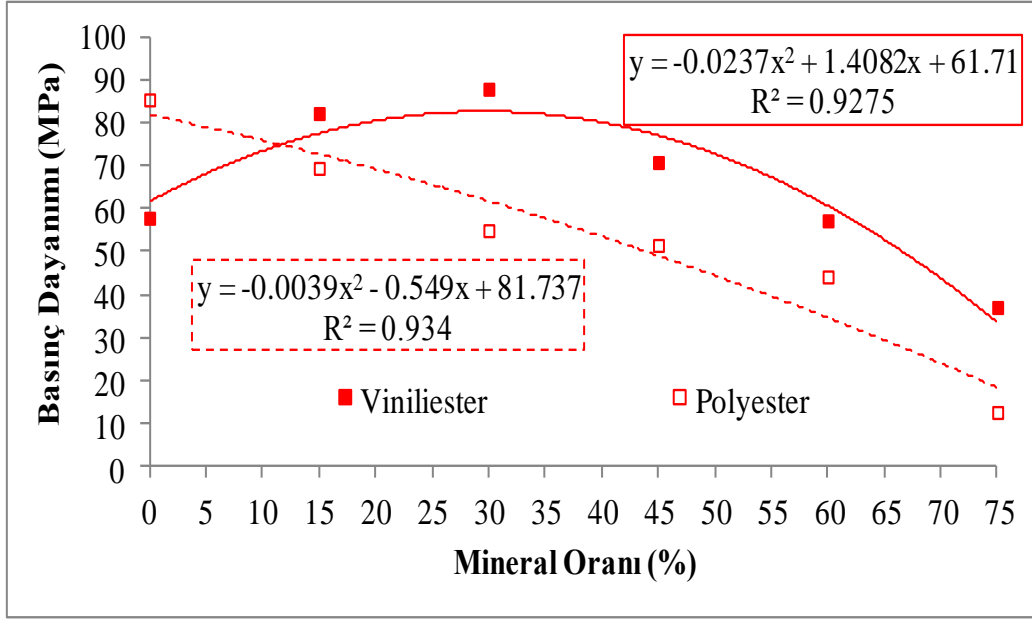
b) Faz malzemesiz numunelere göre eğilme dayanımlarının bağlı değişimi
Şekil 9. Reçine türü faz malzeme oranına bağlı eğilme dayanımı değişimi

3.9. Basınç dayanımı testi bulguları

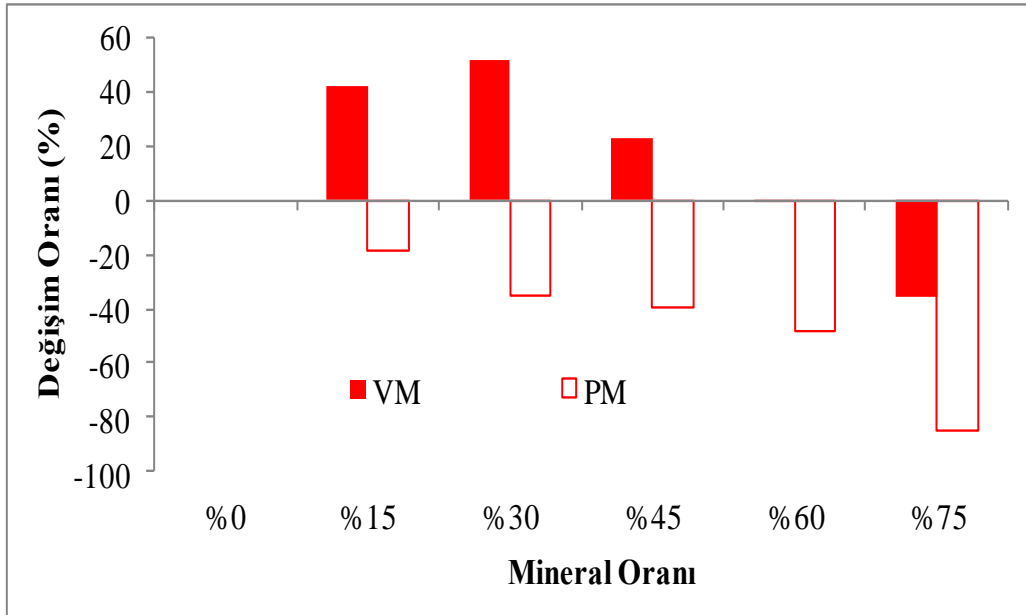
Basınç dayanımı değerlerinin değişimi Şekil 10'da verilmiştir. Şekil 10.a'da görüldüğü gibi faz malzemesi oranının artışına bağlı olarak polyester reçineli serilerde eğilme dayanımına benzer olarak azalma elde edilmişken vinilester reçineli numuneli serilerde %30 faz malzemesi oranına kadar basınç dayanımında artış, bu değer sonrasında ise azalma meydana gelmiştir. Polyester reçineli serilerde ise özellikle %60 faz malzemesi ikamesinden sonra basınç dayanımı kaybı oranı (%60 ile %75 arasındaki basınç mukavemeti kaybı yaklaşık %37) diğer ikame oranlarından daha yüksektir.

Şekil 10.b'de görüldüğü gibi faz malzemesiz vinilester reçineli numunelere göre %15-%30-%45 faz malzemesi ikameli numunelerin basınç dayanımı değerlerinde artış (sırasıyla %42-%52-%22), %60-%75

mineral ikame oranındaki numunelerden azalma (%1-%36) tespit edilmiştir. Faz malzemesiz polyester reçineli numunelere göre ise faz malzeme ikame oranı arttıkça numunelerin basınç dayanımı değerlerinde azalma (%18-%85 arasında) tespit edilmiştir.

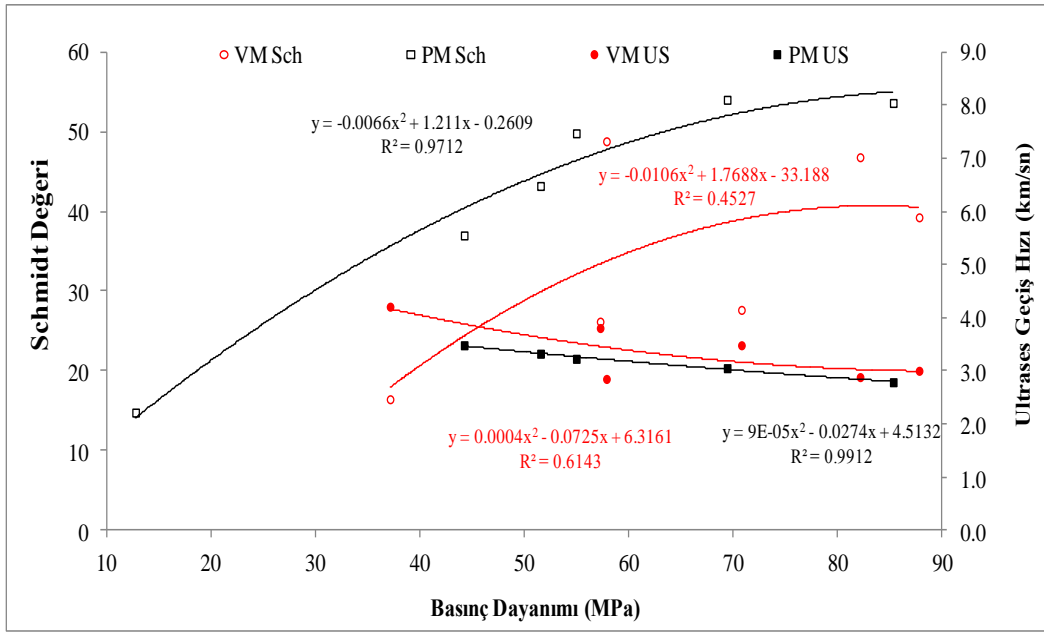


a) Deneysel değerler



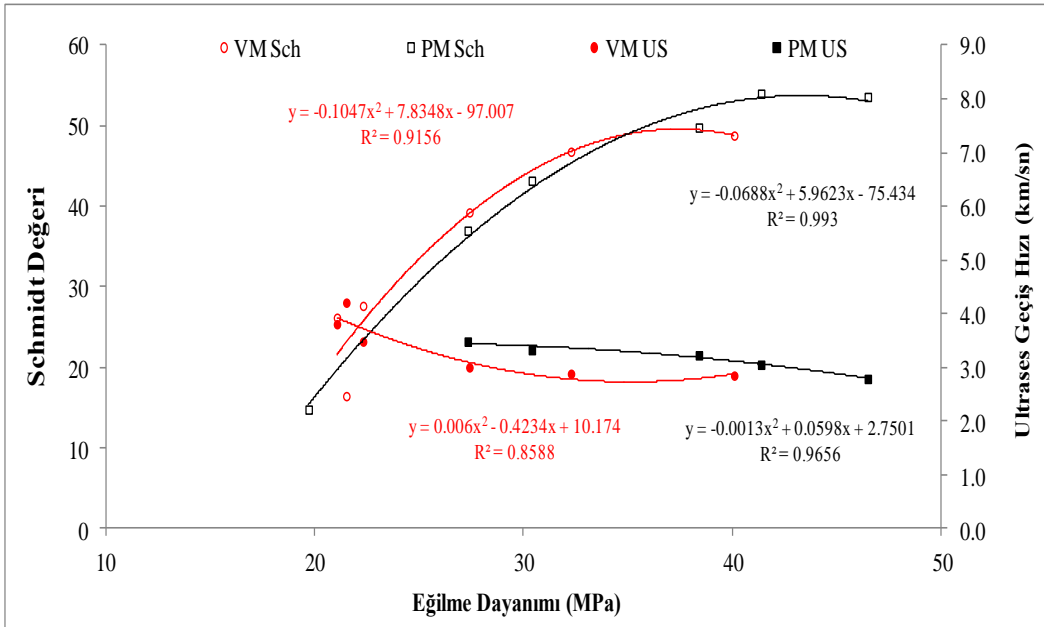
b) Faz malzemesiz numunelere göre basınç dayanımlarının bağlı değişimi
Şekil 10. Reçine türü ve faz malzeme oranına bağlı basınç dayanımı değişimi

Basınç dayanımı ile schmidt yüzey sertliği ve ultrases geçiş hızı değerleri arasındaki ilişkiler Şekil 11'de verilmiştir. Basınç dayanımı ile schmidt yüzey sertliği değerleri incelendiğinde polyester reçineli (PM Sch) numuneler arasında yüksek belirleyicilik katsayısı ($R^2=0.9712$) elde edilmişken, vinilester reçineli (VM Sch) numuneler arasında bu ilişkiler daha düşük ($R^2=0.4527$) elde edilmiştir. Basınç dayanımı ile ultrases geçiş hızı değerleri incelendiğinde de schmidt yüzey sertliği değerlerinde olduğu gibi polyester reçineli numuneler (PM US) arasında yüksek belirleyicilik katsayısı ($R^2=0.9912$) elde edilmişken, vinilester reçineli (VM US) numuneler arasında bu ilişkiler daha düşük ($R^2=0.6143$) elde edilmiştir.



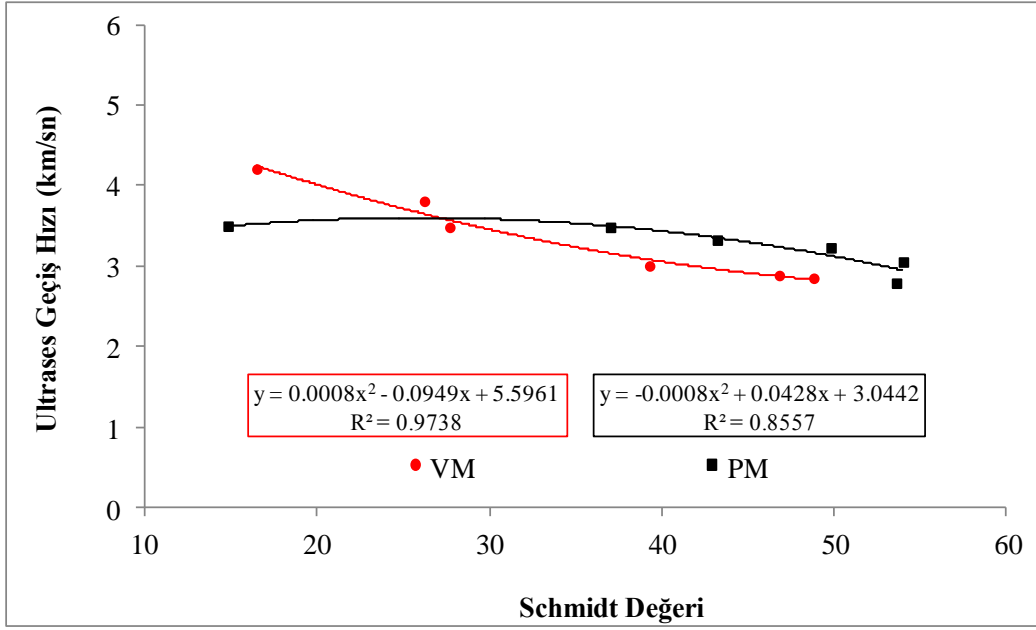
Şekil 11. Basınç dayanımları ile schmidt yüzey sertliği ve ultrases geçiş hızı ilişkileri

Eğilme dayanımı ile schmidt yüzey sertliği ve ultrases geçiş hızı sertliği değerleri arasındaki ilişkiler Şekil 12’de verilmiştir. Eğilme dayanımı ile schmidt yüzey sertliği değerleri incelendiğinde her iki reçine türünde de numuneler arasında yüksek belirleyicilik katsayıları ($R^2=0.9156-0.993$) elde edilmiştir. Eğilme dayanımı ultrases geçiş hızı değerleri incelendiğinde ise her iki reçine türünde de yüksek belirleyicilik katsayıları ($R^2=0.8588-0.9656$) elde edilmişken, schmidt yüzey sertliği ve eğilme dayanımı değerlerinden elde edilen belirleyicilik katsayısı değerlerine göre azda olsa daha düşüktür.



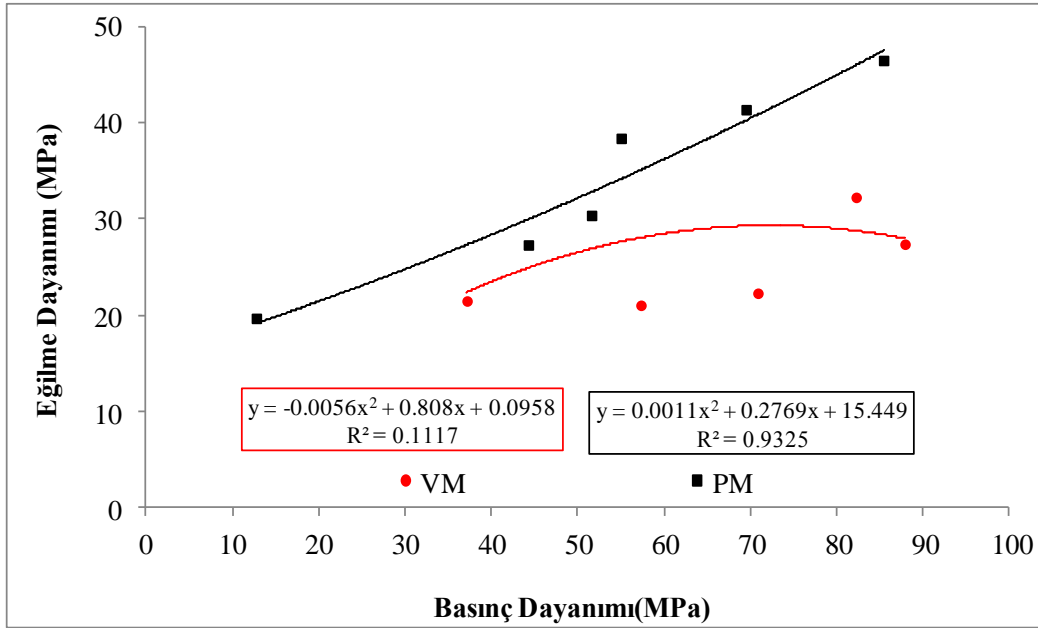
Şekil 12. Eğilme dayanımına ile schmidt yüzey sertliği ve ultrases geçiş hızı ilişkileri

Schmidt yüzey sertliği değerleri ile ultrases geçiş hızı değerleri arasındaki ilişkiler Şekil 13’te verilmiştir. Schmidt yüzey sertliği ve ultrases geçiş hızı değerleri arasındaki her iki reçine türünde de yüksek belirleyicilik katsayıları ($R^2=0.8557-0.9738$) elde edilmiştir.



Şekil 13. Schmidt yüzey sertliği ile ultrases geçiş hızı arasındaki ilişkiler

Basınç dayanımı değerleri ile eğilme dayanımı değerleri arasındaki ilişkiler Şekil 14’te verilmiştir. Polyester reçineli numuneler arasında düşük belirleyicilik katsayısı ($R^2=0.1117$) elde edilirken, vinilester reçineli numuneler arasında yüksek belirleyicilik katsayısı ($R^2=0.9325$) elde edilmiştir.



Şekil 14. Basınç dayanımı ile eğilme dayanımı arasındaki ilişkiler

4. SONUÇLAR

Deneysel çalışma sonucunda elde edilen veriler tartışılmış olup sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- Her iki reçine türünde de en yüksek reaksiyon sıcaklıkları faz malzemesiz numunelerden tespit edilirken, faz malzeme ikame oranı arttıkça reaksiyon sıcaklığı azalmaktadır. Reçine türleri incelendiğinde, polyester reçine türünde üretilen serilere göre, vinilester reçineli serilerden daha yüksek reaksiyon sıcaklıkları ölçülmüştür. Faz malzemeli serilerin tümünde 30. dakikaya kadar

reaksiyon sıcaklıkları artarken, başlangıç zamanındaki sıcaklığa göre vinilesterli serilerde daha sıcaklık artış oranı daha fazladır.

- Faz malzemesiz serilere göre, faz malzemesi oranına bağlı olarak her iki reçine türünde de ultrases geçiş hızı değerlerinde artış tespit edilmiştir.
- Faz malzemesiz serilere göre, mineral ikame oranına bağlı olarak her iki reçine türünde de schmidt yüzey sertliği değerlerinde azalma tespit edilmiştir. Polyester reçineli serilerden vinilester reçineli serilere göre daha yüksek değerler tespit edilmiştir.
- Faz malzemeli polimer betonların eğilme ve basınç dayanımları incelendiğinde her iki özelliğe de vinilester reçineli numunelerden daha yüksek değerler elde edilmiştir.
- Her iki reçine türünde de faz malzemesiz serilere göre, mineral ikame oranı arttıkça, eğilme dayanımı değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir.
- Faz malzemesi oranı ile basınç dayanımı arasındaki ilişkiler incelendiğinde faz malzemesi oranı artışı ile polyester reçineli numunelerde basınç dayanımı azalırken diğer özelliklerden farklı olarak vinilester reçineli numunelerde %30 faz malzemesi ikamesine kadar basınç dayanımında artış elde edilmiştir. Polyester reçineli seride ise özellikle %60 faz malzemesi oranından sonra yüksek oranda basınç dayanımı kaybı meydana gelmiştir.
- Polyester reçineli serilerin basınç dayanımı ile ultrases geçiş hızı, schmidt değeri arasında yüksek, eğilme dayanımında düşük belirleyicilik katsayıları elde edilmişken, vinilester reçineli serilerde polyester reçineli serilerin aksine basınç dayanımı ile ultrases geçiş hızı, schmidt değeri arasında düşük, eğilme dayanımı ile arasında ise yüksek belirleyicilik katsayıları elde edilmiştir.
- Eğilme dayanımıyla ise her iki reçine içinde hem ultrases geçiş hızı hem de schmidt yüzey sertliği değerleri arasında yüksek belirleyicilik katsayıları elde edilmiştir. Yine schmidt yüzey sertliği ile ultrases geçiş hızı değerleri arasında da yüksek belirleyicilik katsayıları elde edilmiştir.

5. TEŞEKKÜR

3346-YL1-12 Numaralı Proje ile çalışmamızı maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığına teşekkür ederiz.

6. KAYNAKLAR

1. Şimşek, O., 2007. Yapı Malzemeleri II. Seçkin Yayınevi, 210s, Ankara.
2. Czarnecki, L., Garbacz, A., Kurach, J., 2001. On the Characterization of Polymer Concrete Fracture Surface. *Cement and Concrete*, 23, 399-409.
3. Mehdi, A., 2011. Structural Reinforcement of Building Materials Using Polymer Concrete. *American Journal of Scientific Research*, 23, 135-143pp.
4. Bağcı, M., 2010. Cam Elyaf Takviyeli Kompozit Malzemelerin Erozyon Aşınma Davranışının İncelenmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 178s. Konya.
5. Czarnecki, L., 1985. The Status of Polymer Concrete. *Concrete International Design and Construction*, 7 (7), 47-53.
6. Czarnecki, L., 2007. Concrete-Polymer Composites: Trends Shaping the Future. *International Soc. Materials Engineering Resource*, 15 (1), 1-5.
7. Soykan, O., 2012. Polyester Esaslı Taneli Kompozitlerin (Mermerit) Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Bileşenlerinin Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 104s, Isparta.
8. Soykan, O., Özel, C., 2012. Mermer Tozu Tane Boyutunun Polimer Beton Özelliklerine Etkisi. *SDU International Technologic Science*, 4, 3, 102-111pp.
9. Feldman, D., 1989. *Polymeric Building Materials*. Elsevier Science Publishers. 575 p., London/New York.
10. Ateş, E., 1994. Epoksi Polimer Betonun Makine Malzemesi Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 195s, Balıkesir.
11. TS EN 196-1, 2009. Çimento deney metotları- Bölüm 1: Dayanım tayini. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.

12. ASTM C 597, 1997. Standart Test Method for Pulse Velocity Through Concrete. Annual Book of ASTM Standarts, s4, USA.
13. TS EN 13791, 2010. Basınç Dayanımının Yapılar ve Öndökümlü Beton Bileşenlerinde Yerinde Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
14. TS EN 12390-5, 2010. Beton- Sertleşmiş Beton Deneylei- Bölüm 5: Deney numunelerinin eğilme dayanımının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
15. TS EN 12390-3, 2010. Beton-Sertleşmiş Beton Deneylei-Bölüm 3: Deney Numunelerinin Basınç Dayanımını Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
16. TS EN 933-10, 2010. Agregaların Geometrik Özellikleri İçin Deneylei. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.