

## SEPIYOLİTLİ HARÇLARIN MEKANİK VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Abdullah DEMİR<sup>1</sup>

### ÖZET

İnşaat sektöründe geçmişten günümüze en yaygın kullanılan yapı malzemesi çimento ve betondur. Üretim kolaylığı, ekonomik olması ve istenen mimari şekli kolaylıkla alması betonu vazgeçilmez yapı malzemesi yapmaktadır. Betonun değişik alanlarda kullanılması, beton teknolojisinde büyük gelişimlere yol açmıştır. Günümüz çimento ve beton endüstrisinde; maliyet ve çevreye verilen zararların azaltılması, ısı iletkenlik ve birim ağırlığın azaltılması amacıyla mineral katkıların kullanımı yaygınlaşmıştır. Sepiyolit, yüksek yüzey alanı, lifsi yapısı, porozitesi, kristal morfolojisi ve kompozisyonu, yüzey aktivitesi düşük konsantrasyonlarda yüksek vizkoziteli süspansiyonlar oluşturması vs gibi yararlı özelliklerinden dolayı çok yönlü kullanım alanına sahip bulunmaktadır. Bu çalışmada sepiyolit yapı malzemesi olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Türkiye'nin sepiyolit rezervleri bakımından dünyanın en büyük ikinci ülkesi olduğu bilinmektedir. Özellikle Eskişehir yöresinde kaliteli ve rezerv bakımından uygun sepiyolit yatakları bulunmaktadır.

Bu çalışmada Eskişehir yöresine ait sepiyolit CEM I 42.5 R çimentosu yerine ağırlıkça % 0,10, 20 ve 30 oranlarında ikame edilerek yeni katkı harçlar elde edilmiştir. Üretilen sepiyolit katkı harç numunelerin 7, 28 ve 56 günlerdeki fiziksel ve mekanik özellikleri değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler sonucunda sepiyolit oranının çimento miktarının % 10'unu aşmaması önerilmektedir. Daha yüksek miktarda kullanımlar ancak taşıyıcı olmayan bölme duvarlar gibi uygulamalar ve tesviye betonları için önerilmektedir

**Anahtar Kelimeler:** Sepiyolit, Harç, Fiziksel özellikler, Mekanik özellikler

## EXAMINATION OF MECHANICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF MORTARS WITH SEPIOLITE

### ABSTRACT

From past to present, the most widely used construction materials in construction industry are cement and concrete. The properties of concrete such as its easy production, its low cost and taking the desired architectural shape easily make it an indispensable construction material. The usage of concrete in various fields has led to great advances in concrete technology. In today's cement and concrete industry, the use of mineral additives has become widespread for reducing cost and damage to environment as well as decreasing thermal conductivity and unit weight. Sepiolite has a versatile usage area because of its useful properties such as high surface area, fibre-like structure, porosity, crystal morphology and composition surface activity and formation of high viscosity suspensions at low concentrations. In this study, usage of sepiolite as a construction material has been searched. It is known that Turkey is the world's second largest country in terms of sepiolite reserves. Especially, the sepiolite deposits that are of high quality and appropriate in terms of reserve exist in the region of Eskisehir.

In this study, the added mortar series were produced by replacing the cement of 42.5 R CEM I with the sepiolite of Eskisehir region in the ratios of 0, 10, 20 and 30 % by weight. The physical and mechanical properties of the sepiolite added mortar samples produced were evaluated for the days of 7, 28 and at 56. As a result of the evaluations, it has been recommended that the rate of sepiolite should not exceed 10 % of the cement amount. Usage of larger amounts can be permitted for non load-bearing applications like partition walls and in concrete levelling.

**Keywords:** Sepiolite, Mortar, Physical properties, Mechanical properties

### Giriş

İnşaat sektöründe geçmişten günümüze en yaygın kullanılan yapı malzemesi çimento ve betondur. Betonun üretiminin kolaylığı, ekonomik olması ve istenen mimari şekli kolaylıkla alması yapılarında öncelikle seçilmesindeki en önemli nedenlerdir. Betonun ana malzemesi olan çimentonun taşıdığı özellikler beton kalitesi ve performansı üzerinde önemli rol oynar (Postacioğlu, 1986). Ülkemizde en yaygın kullanılan çimentolar CEM I sınıfı Portland çimentolarıdır. Ancak katkı çimentoların beton üretiminde kullanımı her geçen gün artmaktadır. Günümüz çimento endüstrisinde hem maliyet hem de çevreye verilen zararların azaltılması amacıyla mineral katkı çimentoların kullanımının yaygınlaştırılması öncelikler arasındadır.

<sup>1</sup> Yrd. Doç. Dr. Dumlupınar Üniversitesi, abduallah.demir@dpu.edu.tr

Sepiyolit, magnezyum ve silisyum esaslı ana kaya parçalarının, yerin değişik derinliklerindeki başkalaşım katmanları içinde hidrotermal etkilerle su kazanması sonucu oluşur (Alvarez, 1984). Sepiyolitin toprak içindeyken temizliğini, çıkarıldıktan sonra kolay işlenmesini, gözenekli yapısının tuttuğu bu doğal nem sağlar. Yapılan elektron mikroskop çalışmaları sonucu, alfa ve beta olmak üzere iki türlü sepiyolite rastlanmıştır (Brindley, 1959; Jones ve Galan, 1988)).

Alfa sepiyolit 4–5 mikron uzunluk ve 0.2 mikron kalınlıkta lifsel bir yapıdadır. Katı; patates yumruları biçimindedir. Elle kullanılan madeni kesicilerle işlenebilecek sertliktedir. Beta sepiyolitse, daha az lif içerir, pullu yapısı vardır. Aynı ana kayadan kurtulan ve başka bir kayaktan çıkan MgO, çok sığ bir bataklık ortamında yine magnezyum hidrosilikata dönüşerek çökeliyorsa, lületaşı gibi katı kütleler yerine tabakalı halde bulunur. Bu tabakalı yapıya sepiyolitik kil de denir. Kaliteli seramik, katalitik konvektör, korozyona dirençli otomobil boyası, hafif yapı malzemesi üretiminde, bio-reaktörlerde, özel kâğıt yapımında, uzay araçlarının yalıtımında, iyon değiştiricilerde, parafinin ayrıştırılmasında ve bazı ilaçların yapımında kullanılır (Sabah ve Çelik, 1999; Irkeç, 1993).

Sepiyolit, Avrupa’da (Türkiye, Macaristan, Almanya) yüzyıllardır pipo yapımında kullanılmıştır. Daha yumuşak ve kompakt olan çeşitleri, önceleri pipo ve sigara kâğıdı olarak, daha sonraları inşaat malzemesi olarak kullanılmıştır (Kavas ve Sabah, 2001) .

Sepiyolit mineralinin dokusu, yüzey alanı, porozitesi, kristal morfolojisi ve kompozisyonu, bu mineralin teknolojik uygulamalarına temel teşkil eden fizikokimyasal özellikleri ile yakından ilişkilidir. Sepiyolit, ısı muamelelere karşı hassastır. Zeolitik ve absorbe su molekülleri, ısı derecesi yükseldikçe kaybedilir. Mineral ayrıca asitle muameleyle karşı da duyarlı olup bu işlem sonucu kristal yapı kısmen tahrip olabilir. Hem ısı hem de asit muameleleri, sepiyolitin yüzey özellikleri ve porozitesini değiştirebilir. Böylece mineralin en faydalı özelliklerinden (örneğin absorptif, koloidal ve katalitik özellikler) bazılarını bu işlemlerle değiştirmek mümkün olabilmektedir (Rodríguez vd.,1994; Sabah vd.,1996). Levha yapısına sahip diğer kil minerallerine göre daha nadir bulunmaları, çok özel şartlarda yataklanmalar göstermeleri, dokusal özellikleri, kristal yapılarındaki süreksizliklere bağlı kanallar tarafından sağlanan yüksek özgül yüzey alanları ile absorpsiyon özelliği, porozitesi, kristal morfolojisi ile kompozisyonunun bağlı uygun nitelikli fizikokimyasal özellikleri, sepiyoliti tüm dünya da kıymeti gittikçe artan bir hammadde durumuna getirmiştir (Jones ve Galan, 1988; Sabah vd., 1996).

Türkiye sepiyolit rezervleri bakımından dünyanın en büyük ikinci ülkesidir (DPT, 1996). Özellikle Eskişehir yöresinde kaliteli ve rezerv bakımından uygun sepiyolit yatakları bulunmaktadır (Şekil 1).

**Şekil 1:** Eskişehir – Sivrihisar ilçesinden alınan sepiyolit madeni



#### Amaç

Bu çalışmada sepiyolitin CEM I 42.5 R çimentosu yerine ağırlıkça % 10, 20 ve 30 oranlarında ikame edilerek yeni katkılı harç karışımları ve katkısız standart harç numuneleri elde edilmiştir. Üretilen katkılı harçların mekanik ve fiziksel özellikleri belirlenerek, katkısız standart harç numunesine göre özelliklerdeki değişimler incelenmiştir. Böylece birçok alanda kullanılan sepiyolitin inşaat sektöründe çimento ve beton teknolojisinde yapı malzemesi olarak kullanılabilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

#### Deneysel Çalışma

Çalışma, numune üretimi, fiziksel ve mekanik deneyler olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

## Kullanılan Malzemeler

## Çimento

Yapılan çalışmada CEM I 42.5 R tip çimento kullanılmıştır. Kullanılan çimentonun fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: CEM I 42.5 R çimentosunun kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri

İçerik %	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	Cl <sup>-</sup>	LOI	C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF
	19.42	4.47	2.7	1.21	63.8	0.28	0.59	2.89	0.014	4.18	65.36	6.39	7.28	8.22
Özgül ağırlık	İncelik, cm <sup>2</sup> /g	90 µ, %	45 µ, %	Kıvam Suyu, %	Priz Baş, dak.	Priz Son, dak.	Genleşme, mm	Basınç Dayanımı,MPa	1gün	2gün	7gün	28gün		
3060	3455	0.4	4.6	27	185	285	0	14.2	25.2	44.9	59.8			

## Su

Karma suyu olarak Kütahya ili şebeke suyu kullanılmış olup, karma suyuna ait özellikler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: Kullanılan suyun kimyasal analizi.

Ph	Ca	Mg	Cl	SO <sub>4</sub>	Buharlaştırma bakiyesi
6.85	58 mg/l	83 mg/l	46 mg/l	45 mg/l	434 mg/l

## Kum

Harç karışımlarında Limak Batı Çimento tarafından Trakya Pınarhisar Kırklareli Fabrikasında üretilen standart CEN kumu kullanılmıştır. Bu kumun birim ağırlığı 1.352 kg/dm<sup>3</sup>, özgül ağırlığı ise 2.563 kg/dm<sup>3</sup> olarak saptanmıştır.

## Sepiyolit

Çalışmada Eskişehir yöresine ait beyaz sepiyolit kullanılmıştır. Kullanılan sepiyolit fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3: Sepiyolit kimyasal ve fiziksel özellikleri

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Özgül ağırlık
55.97	1.56	0.77	0.57	22.81	0.12	0.27	2-2.25

## Üretim

## Yöntemi ve Yapılan Deneyler

Numune üretiminde kullanılacak sepiyolit kırıkları, karışımlarda kullanılmadan önce bilyalı değirmende çimento inceliğine kadar öğütülerek hazırlanmıştır.

Dayanım deneyleri için TS EN 196-1'e uygun olarak üretilen 40x40x160 mm boyutlarındaki harç numuneleri 7, 28 ve 56. güne kadar 20±2 °C sıcaklıktaki kirece doymun suda saklanmıştır. Karışımlar sepiyolit CEM I 42.5 R çimentosu yerine ağırlıkça % 10, 20 ve 30 oranlarında ikame edilerek oluşturulurken; karışım oranları Tablo 4'te verilmiştir. Kür sürelerinin sonunda her bir seri için fiziksel ve mekanik özellikler belirlenmiştir.

Tablo 4: Harç numunelerinin karışım oranları

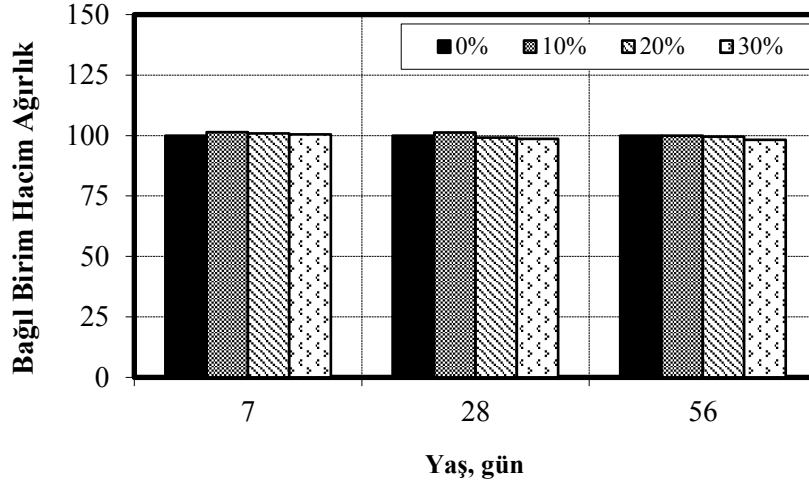
Harç serileri	Çimento (gr)	Su (gr)	Kum (gr)	Sepiyolit (gr)
0%	450	225	1350	0
10%	405	225	1350	45
20%	360	225	1350	90
30%	315	225	1350	135

## Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Harç numuneleri üzerinde 7, 28 ve 56 gün sonunda birim ağırlık, ultrases geçiş süresi, ağırlıkça su emme, kılcalık ve basınç deneyleri yapılmıştır. Harç numunelerinin birim ağırlıkları, ultrases geçiş hızları, dinamik elastisite modülleri, ağırlıkça su emme oranları, kılcalık katsayıları ve basınç dayanımları hesaplanmıştır. Farklı kür yaşı sonunda serilerde yapılan değerlendirmelerde, 0% (katkısız standart harç

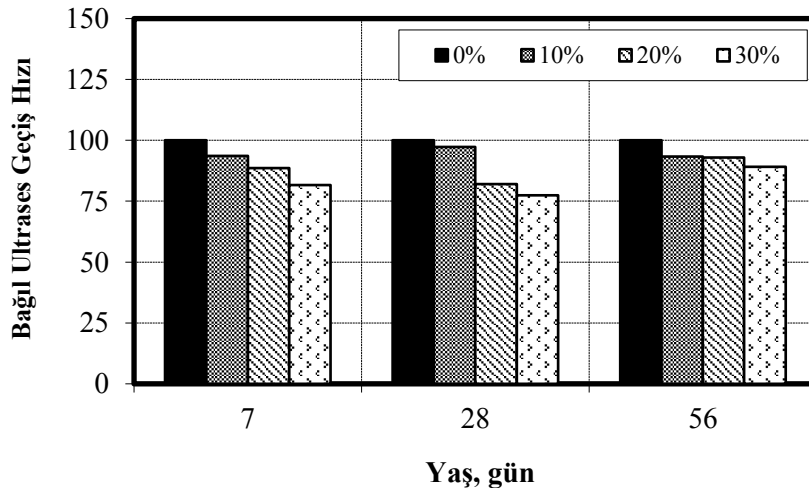
numunesi) serisinin her farklı yaştaki numunesi referans alınarak yapılan hesaplamalarda elde edilen bağıl değerlerin sonuçları aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir.

Şekil 2'de sepiyolit miktarı değişimi ile farklı yaşlardaki numunelerin birim hacim değişimi görülmektedir. Üretilen sepiyolit katkılı harçların birim hacim ağırlıkları  $2.20-2.29 \text{ g/cm}^3$  arasında değişmektedir. Referans numunesinin yani 0% serisinin birim hacim ağırlıkları  $2.19-2.26 \text{ g/cm}^3$  arasında değişmektedir. Özellikle ilerleyen yaşlarda üretilen seriler kendi içlerinde değerlendirildiğinde birim hacim ağırlıklarında ortalama % 2 oranında artış görülmüştür. Ancak 0% serisine göre birim hacim ağırlıklarındaki değişim incelendiğinde artan sepiyolit miktarı ile özellikle 20% ve 30% serilerinin birim hacim ağırlıklarında ilerleyen yaşlarda % 1 oranında düşüş görülmüştür. Bunun nedeni olarak çimentonun hidrasyonunu büyük ölçüde tamamladığını ve buna bağlı olarak çimento ile yer değiştiren sepiyolit özgül ağırlığının çimentonun özgül ağırlığından daha düşük olduğundan kaynaklandığı düşünülmektedir.



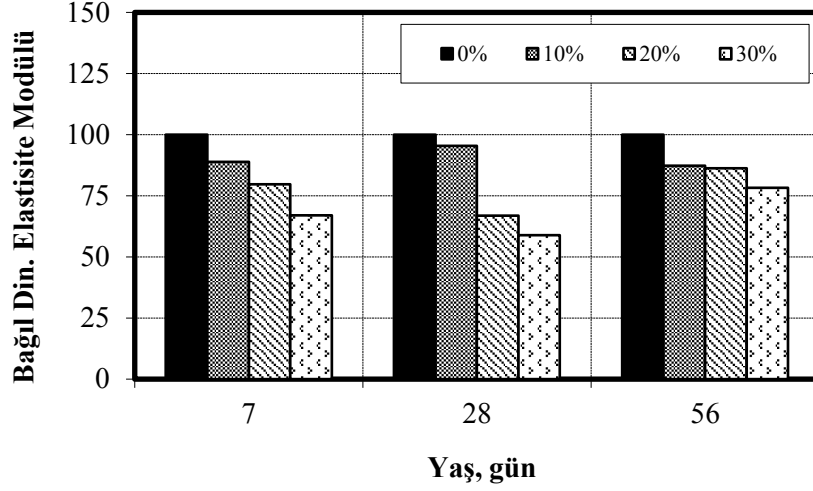
Şekil 2: Harç numunelerinin bağıl birim hacim ağırlık değerleri

Ultras ses geçiş süresi deneyinde geçiş süreleri 37.4 ile 44.1  $\mu\text{s}$  arasında ölçülmüştür. Bu sonuçlara göre serilerin hesaplanmış bağıl ultras ses geçiş hızları Şekil 3'de verilmiştir. Ultras ses geçiş hızı değerleri ise 4.73-3.66 km/sn değerleri arasında değişim göstermektedir. 7, 28 ve 56. gün sonrası 0% serisinin ultras ses geçiş hızı değerleri sırası ile 4.73, 4.73 ve 4.5 km/sn'dir. Farklı kür sürelerinde en yüksek ultras ses geçiş hızı değerleri 0% serisinden elde edilmiştir. 10% ve 20% serilerinin üç farklı kür süresinde ultras ses geçiş hızlarının hepsi 4 km/sn'nin üzerindedir. 10%, 20% ve 30% serilerinin üç farklı kür süresi sonrası ultras ses geçiş hızları 3.66 ile 4.6 km/sn arasında değişmektedir. Başlangıçta 0% serisine göre artan sepiyolit miktarına göre üretilen harç serilerinde ultras ses geçiş hızlarında düşüşler görülmüş iken 56. günde bu düşüş miktarında bir azalma olduğu saptanmıştır. Sonuçlar %10'un üzerinde katılan sepiyolit katkısının harç numunelerinin porozitesini arttırdığını göstermiştir. Sepiyolit lifli yapısı ve su tutma özelliği nedeniyle poroziteyi arttırdığı düşünülmektedir.



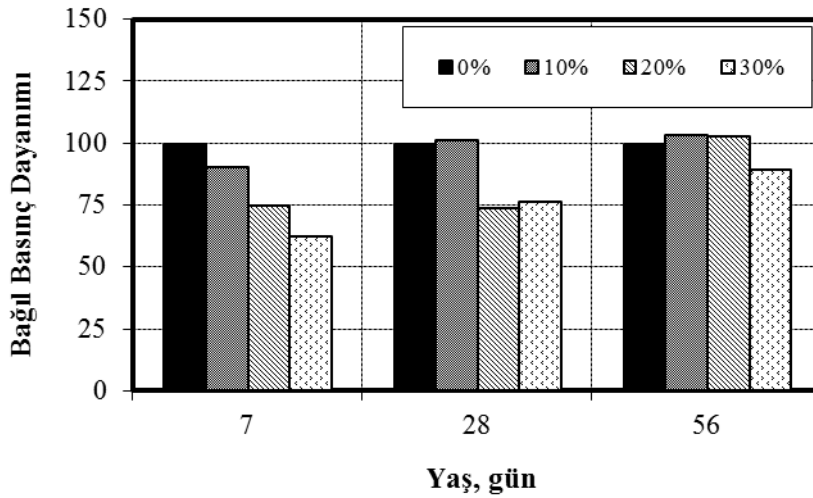
Şekil 3: Harç numunelerinin bağıl ultras ses geçiş hızı değerleri

Şekil 4'te ultrases geçiş hızı ve birim hacim ağırlık sonuçları kullanılarak hesaplanan bağıl dinamik elastisite modülü değerleri yer almaktadır. Dinamik elastisite modülü (Edin) hesaplanırken  $Edin=10^5 \times v^2 \times \rho / 9.81$  formülünden yararlanılmıştır. Formüldeki "v" ultrases geçiş hızı olup birimi km/sn, " $\rho$ " birim hacim ağırlık iken birimi kg/lt, Edin'nin birimide GPa'dır (Postacıoğlu, 1986). Dinamik elastisite modülü değerleri 30.55-51.90 GPa arasında değişmektedir. Sonuçlar incelendiğinde 10% serisinin 0% serisine göre meydana gelen dinamik elastisite modüllerindeki değişimler diğer serilere göre daha düşük oranlardadır. En yüksek düşüş, 56. günde % 22 oranında bir düşüş ile 30% serisinde görülmüştür.



Şekil 4: Harç numunelerinin bağıl dinamik elastisite modülü değerleri

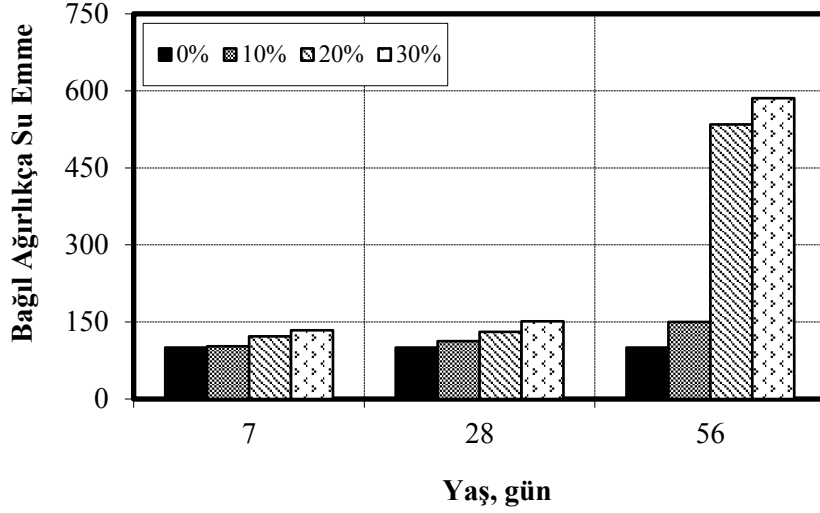
Üretilen sepiyolit katkıli harç numunelerinin, farklı yaşlarda, bağıl basınç dayanımları Şekil 5'te verilmiştir. Basınç dayanımları 29.4 ile 48.42 MPa arasındadır. 0% serisinin 7, 28 ve 56 günlük basınç dayanım değerleri sırası ile 40.2, 47.02 ve 47.83 MPa'dır. 0% serisine göre sepiyolit katkıli serilerinin basınç dayanımları düşük çıkmıştır. Sadece 28 gün sonrası 10% serisinin basınç dayanımı 48.42 MPa ile 0% serisinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Özellikle katkıli serilerde, artan oranlara karşılık dayanımların 0% serisine göre düşüş gösterdiği, bu düşüşlerin % 35 kadar olduğu saptanmıştır. Öte yandan serilerin dayanım kazanma performansları kendi içinde değerlendirildiğinde ve 7 günlük dayanım değerleri referans olarak alındığında, sepiyolit katkıli harç numunelerinin 28 ve 56 günlük basınç dayanım değerleri 0% serisine göre daha çok artmıştır. Sepiyolit katkıli harç numuneleri kendi referans dayanım değerlerine göre 56. gün sonrası yaklaşık % 15-20 oranında bir artış göstermişlerdir. Bu oran 0% serisinde % 2 olarak belirlenmiştir. 56 gün sonrası en küçük basınç dayanımı değeri 35.98 MPa ile 30% serisine aittir.



Şekil 5: Harç numunelerinin bağıl basınç dayanımı değerleri

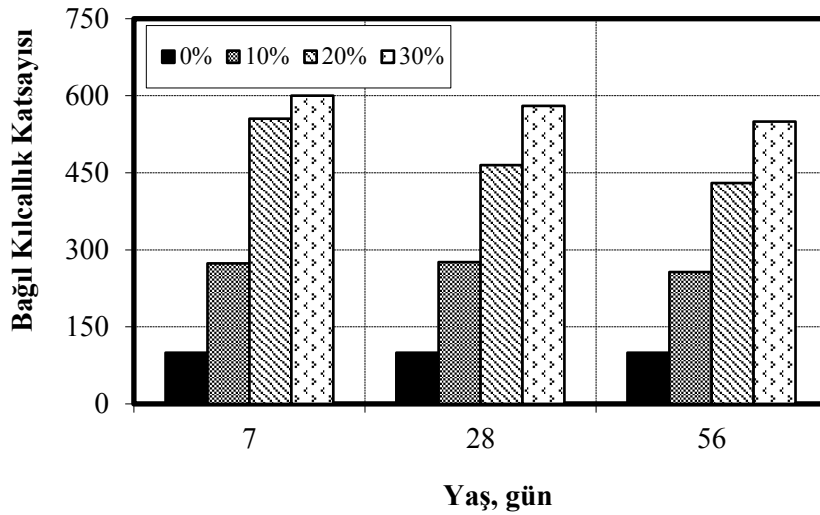
Üretilen sepiyolit katkıli harç numunelerinin ağırlıkça su emme değerleri Şekil 6'da gösterilmiştir. Seriler incelendiğinde genel olarak, ilerleyen yaşlarda tüm serilerin su emme değerlerinde düşüşler

görülmüştür. 10% serisinde yaklaşık % 70 oranında meydana gelen düşüş diğer serilerden ayrılmasına sebep olmaktadır. Diğer yandan 0% serisine göre meydana gelen değişimler incelendiğinde yine 10% serisi tüm yaşlarda en az değişim gösteren seri olmuştur. Sepiyolit miktarı arttıkça su emme değerlerinde değişim ilerleyen yaşlarda 0% serisine göre artmıştır. Genel olarak sepiyolit boşluklu yapısı ve buna bağlı su tutabilme özelliğinden dolayı sepiyolit oranı arttıkça bütün serilerde su emme yüzdesi artmıştır.



Şekil 6: Harç numunelerinin bağlı ağırlıkça su emme değerleri

Harç numuneleri üzerinde yapılan kılcal su emme deneyi sonuçlarından elde edilen kılcallık katsayıları Şekil 7'de verilmiştir. Sepiyolit katkılı harç numunelerinin kılcal su emme miktarları 0% serisinden daha fazla olduğu görülmüştür. Özellikle 20% ve 30% serilerinde bu durum belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Farklı yaşlarda kılcal su emme miktarlarına bağlı olarak kılcallık katsayısı en yüksek 30% serisinde görülmüştür.



Şekil 7: Harç numunelerinin bağlı kılcallık katsayısı değerleri

### Sonuç Ve Öneriler

Yapılan çalışmada sepiyolit çimento ve beton teknolojisinde değerlendirilmesi araştırılmıştır. Sepiyolit ülkemizde rezerv açısından bolca bulunan bir malzemedir. Bu çalışma kapsamında,

- Fiziksel özelliklerden birim hacim ağırlıklar incelendiğinde, sepiyolit özgül ağırlığının çimentoya göre daha düşük olması nedeniyle üretilen harç numunesi serilerinde birim ağırlıklar sepiyolitli serilerde daha düşük çıkmıştır.
- Ultrases geçiş hızlarına göre sepiyolit katkılı serilerde, sepiyolit yüksek su tutma özelliği ve özgül ağırlığının düşük olması nedenleri ile ultrases geçiş hızı değerleri 0% serisinin altında kalmıştır. Bu sonuçlar sepiyolitli numunelerin daha poroz bir yapıya sahip olduğunu göstermiştir.
- Çalışma sonucunda sepiyolitli harçların farklı özellikler gösterdiği görülmüştür.
- 20% ve 30% sepiyolit içeren numunelerde fiziksel ve mekanik özellikler açısından ilgi çekici bir gelişme görülmemiştir.
- Yapılan deneyler sonucunda 10% serisinde fiziksel ve mekanik özellikler açısından 0% serisine çok fazla farklılık saptanmamıştır. Basınç dayanımlarında bazı yaşlarda azda olsa yüksek değerler saptanmıştır.

Sepiyolit katkılı harç numunelerinin birim ağırlığı 0% serisinden daha az olduğundan sepiyolit katkılı çimentolar hafif beton üretiminde kullanılabilir. Üretilecek sepiyolit katkılı betonlar, ses yalıtımı gerektiren hafif ve boşluklu bölme duvarlarında, döşemelerde, teras ve duvarlarda, dolgu ve tesviye betonu olarak kullanılması bu çalışmanın bir sonucu olarak önerilmektedir.

### Referanslar

- Alvarez A. (1984). Sepiolite: Properties and uses. Editors Singer A. ve Galan E, Developments in sedimentology (p. 253–85). Amsterdam: Elsevier.
- Brindley GW. (1959). X-ray and electron diffraction data for sepiolite. Am Mineral, 44, 495–500.
- DPT (1996). Lületaş, Tabakalı sepiyolit, atapulgit (paligorskite): Devlet Planlama Teşkilatı VII. Beş Yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu, Diğer Endüstri Mineralleri Çalışma Grubu Raporu (ss.5–35). Cilt 1, Yayın No: DPT 2421–ÖİK: 480 Ankara.
- Irkeç, T. (1993). Sepiyolit kullanım alanları ve MTA-GİRİN ortak araştırma projesinin sonuçları, MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni, 5(6), 32–37.
- Jones, B.F. and Galan, E.(1988). Hydrous phyllosilicates (exclusive of micas). Editör S.W.Bailey, Sepiolite and palygorskite, reviews in mineralogy, Vol.19 (pp.631-667), Mineralogical Society of America.
- Kavas, T. ve Sabah, E. (2001). Sepiyolit lif takviyeli çimento üretiminde kullanılabilirliğinin araştırılması. 4. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu (ss. 194-199). İzmir.
- Postacıoğlu, B., (1986) . Beton. İstanbul: İTÜ Matbaası.
- Rodríguez, V., Lopez M.A., Gonzales, J.D., ve Banares Munoz, M.A (1994). Acid activation of a Spanish sepiolite, Physicochemical karakterizatio, free silica content and surface area of the solids obtained. Clay Minerals, 29, 361–367.
- Sabah E., Sağlam H., Kara M., ve Çelik M.S. (1996). Uptake of cationic surfactants by a clay absorbent: sepiolite. Proceedings of Fifth Southern Hemisphere Meeting on Mineral Technology (pp.277-280). Argentina.
- Sabah, E., Çelik ve M.S. (1999). Sepiyolit: Özellikleri ve kullanım alanları. 3.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu. İzmir, Türkiye.