

Hafif İnşaat ve İzolasyon Hammaddesi Olarak Pomza Taşının Değerlendirilmesi

A Şentürk, L. Gündüz ve A. Sanışık

Süleyman Demirel Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İsparta

ÖZET: İsparta yöresi pomza taşının hafif inşaat ve izolasyon hammaddesi olarak kullanılabilirliği üzerine değişik çimento kullanm dozajlarında farklı boyut fraksiyonlarına sahip beton karışımlarının basmç dayanım performansına etkiyen faktör ve parametrelerin irdelenmesi amacıyla yapılan bir seri laboratuvar test sonuçlarının değerlendirilmesi sunulmaktadır. Analiz sonuçlarından, basmç dayanım performansım etkileyen bağımlı ve bağımsız değişkenlerin kullanıldığı, çok değişkenli fonksiyonel olarak teorik bir yaklaşım oluşturulmuş ve pomza taşının tekno-mekanik özellikleri irdelenmiştir

1. GİRİŞ

1990'lı yıllarda, özellikle ısı izolasyonu ve öz ağırlığı balonundan normal betona nazaran avantajlara sahip olan hafif beton, gittikçe artan bir eğilimle kullanım alan bulmaya başlamıştır İnşaat sektöründe, pomza hafif beton elde edilmesinde agrega olarak ve sıva -biriket malzemesi olarak da kullanımı günümüz hammadde tüketiminde önemli buyer almıştır. Deneysel ve görsel analiz tekniklerindeki son gelişmelere paralel olarak, pomza üzerinde yapılan tekno-mekanik analiz değerlendirmelerinde, inşaat sektörü haricinde pomzanın yeni kullanım alanları gündeme gelmiştir. Örneğin; mimaride süsleme malzemesi, aşındırıcı malzeme, dolgu malzemesi,' absorban olarak temizlik işlerinde kullanımı gibi.

Bu makalede, İsparta yöresi Pomza yataklarından üretilen malzemelerin fiziksel

ve tekno-mekanik özellikleri üzerinde yapılan etüd çalışmalarının bulguları tartışılmakta ve pomza taşının hafif inşaat ve izolasyon hammaddesi olarak kullanılabilirliğinin detay mühendislik irdelemeleri sunulmaktadır Pomza taşının, efektif endüstriyel bir hammadde olarak kullanılabilirliği ile ilgili marjinal kriterler tartışılmaktadır.

2. POMZA TAŞI (Gölcük - İSPARTA)

TS 2823 (1977) standardına göre pomza taşı, birbirine bağlantısız boşluklu, sünger görünümlü, silikat esaslı, birim hacim ağırlığı 1 gr/cm³ den küçük, sertliği Mohs skalasına göre 6 civarında, camsı doku gösteren volkanik bir doğal hafif agregadır. Pomza taşı agregası yaklaşık %70 boşluk içermektedir İsparta yöresinde incisi irisinden daha fazla bulunmaktadır. Pomza taşıma Bims, sünger taşı da denilmektedir. Değişik yerlerde elde edilen bims agregalar tane biçimi ve yüzey

yapısı bakımından oldukça farklıdır. Bu agregaların tane biçimi ve yüzey yapısı karışım içerisinde ince iri agrega miktarlarını, betonun işlenebilirliğini, ince agrega/iri agrega oranını, su ve çimento miktarını etkilemektedir. Pomza taşının 24 saatlik su emme yüzdeleri, ince agregada %20, iri agregada %30 tıvanndadır. Bu değerler agreganın bulunduğu yere, granülometresine, tane biçimi ve yüzey yapışma göre değişim göstermektedir. Normal depolama şartlarındaki nem yüzdesi genellikle su emme kapasitesinin 2/3 ünü geçmez. Pomza taşının su emme kapasiteleri, su emme hızları ve içinde bulundurduğu nem yüzdesi beton karışım hesaplarında, betonun üretiminde ve denetiminde göz önünde bulundurulmalıdır (TS 1114 - 1976, TS 3234 - 1978).

İsparta yöresi pomza taşı üzerinde yapılan teknik incelemelerde, pomzanın tane çaplarının 4 - 6 cm civarında olduğu ve renklerinin ise açık gri, gri tonlarda bulunduğu gözlenmiştir. Ayrıca, pomza katmanlarının bünyesinde çevredeki volkanik kayalara ait çakıl ve blokları ihtiva ettiği de belirlenmiştir. Pomzadan alınan örneklerde, petrografik etüdlere, porfiritik dokuda olduğunu göstermiş ve ince kesit analizleri ile de minerallerin içerik oranlarına göre sanidin, piroksen ve biyotit kristallerinden oluştuğu görülmüştür (Türkileri, 1988).

3. POMZA İLE HAFİF BETON ELDESİ

Pomza taşı ile hafif beton eldesi ve izolasyon yapı malzemesi oluşturulması ile ilgili karakteristik kombinasyonlar ve inşaat sektöründe hafif beton optimizasyonu için karışım parametrelerinin doğru olarak yapılması maliyet ekonomisi açısından son derece önemli olmaktadır. Yakın geçmişe kadar,

hafif betonun basınç dayanımına etki eden bağımlı ve bağımsız değişkenlerin analizi için birçok çalışmalar ve karışım oranlarının belirlenmesi ve su/çimento oran değişimleri üzerine değişik yaklaşımlar getirilmiştir. Katı malzeme boyut dağılımı, çimento kullanım oranı ve kür süresi gibi değişkenler en etkin parametreler olarak belirlenmiştir.

Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Kaya Mekaniği/Zemin Mekaniği laboratuvarlarında farklı kompozisyonlarda pomza kullanımı ile hazırlanan hafif beton karışımları üzerinde bir dizi tekno mekanik analizler yapılmıştır. Analiz bulgularına göre, basınç dayanım performans karakteristiğinin tahmini amacıyla, dayanıma etkiyen parametreler arasında, istatistiksel lineer regresyonel ilişkiler araştırılmış ve değişik karışım kombinasyonlarına sahip beton türleri için pratik olarak kullanılacak performans tahmin metodu geliştirilmiştir. Ayrıca, hazırlanan hafif beton numuneleri üzerinde, ultrases hızı ölçümleri yapılmış ve ses hızı ile basınç dayanımları arasında kullanılacak ampirik ilişkiler araştırılmıştır. Numunelerin yüzey sertlik değerlerinin belirlenmesi amacıyla N tıptı Schmidt darbe çekici ölçümleri ile değişik karışım kompozisyonlarının yüzey sertlik endeks değerleri belirlenmiştir.

Tekno-Mekanik Elud

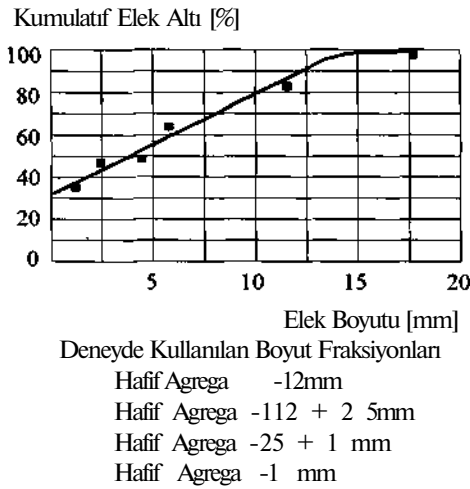
Farklı kombinasyonlarda hazırlanmış olan beton karışımları üzerinde, tek eksenli basınç dayanım testleri yapılmıştır. Bu analizde, hafif beton karışımlarının basınç dayanım performansında:

- Çimento kullanım oranı,
- Su / Katı oranı,

- O Tane boyutu dağılımı,
- O Çimento türü,
- O Katı / çimento oranı,
- O Su / Çimento oranı

faktörlerinin 7 ve 28 günlük kür süresi altında efektif etkileri araştırılmıştır.

Laboratuvarında kullanılan beton numunelerinde hafif agrega olarak İsparta çevresinde zengin bir potansiyelde bulunan pomza taşı kullanılmıştır. Pomza taşının granülometrik tane boyutu fraksiyonu Şekil 1 de verilmiştir.



Şekil 1. Pomza tane boyutu fraksiyonu.

TS 1114e göre yapılan birim hacim ağırlık deneylerinde, hafif agregaların yoğunlukları şu şekilde bulunmuştur:

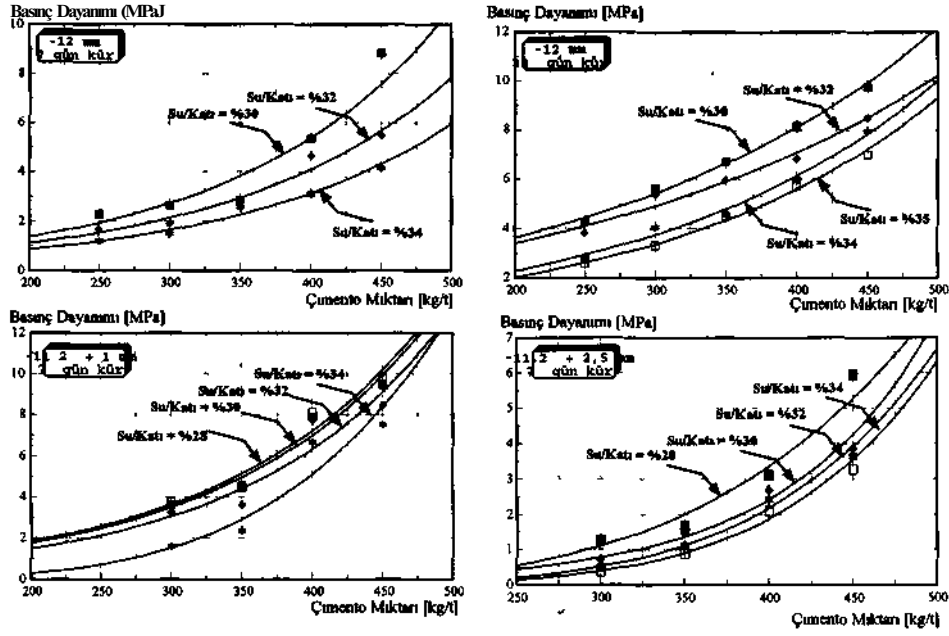
Hafif Agrega	Suya Doygun Birim Hacim Ağırlık (7 Gün Kur)	Suya Doygun Birim Hacim Ağırlık (28 Gün Kur)
-12 mm	4 gr / cm ³	66 gr/cm ³
-112+25 mm	71 gr / cm ³	75 gr/cm ³
-25+1 mm	179 gr / cm ³	180 gr/cm ³
-1 mm	181 gr/cm ³	185 gr/cm ³

Analizlerde, İsparta Göltaş Çimento Fabrikası üretimi KPÇ 325 (Katkısız Portland Çimentosu) kullanılmıştır. Deneylerde, herbir boyut fraksiyonunda katkısız yalnız KPÇ 325 çimento karışımları için 0.25-0.32 su/katı oranları kullanılmıştır. Hazırlanan numuneler, nominal boyutları 10x10x10 cm lik kübik bloklar şeklinde oluşturularak 7 ve 28 günlük kür sürelerinde test edilmiştir. Karışımlardaki su/katı oranları ve ilave elemanların hidrasyon prosesindeki etkilerinin performans kriteri olarak irdelemeleri de yapılmıştır.

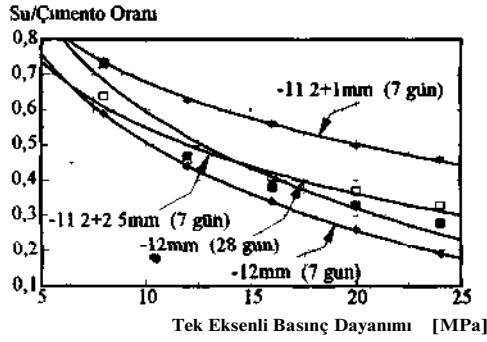
Grafiksel ve istatistiksel Analiz

Farklı boyut fraksiyonlarında hazırlanan karışımların değişik çimento dozajlarındaki basınç dayanım karakteristikleri Şekil 2 de verilmiştir. Analiz irdelemelerinden elde edilen sonuçlar, karışımların basınç dayanımına etkileyen bağımlı ve bağımsız değişkenler, farklı kombinasyonlarda oluşturulan grafikler üzerinde optimum performans tahmin kriteri bulunmaya çalışılmıştır. Farklı boyut fraksiyonlarına ait su/çimento değişkenine bağımlı basınç dayanım kombinasyonları Şekil 3 te verilmiştir.

Test bulgularından edinilen sonuçlar ile optimum karışım kompozisyonunun belirlenmesinde en önemli parametreler, çimento tüketimi ve karışımın nihai basınç karakteristiği olarak gözlenmiştir. Bu amaçla, pomza malzemesi için nihai basınç karakteristiği, farklı boyut fraksiyonlarında su/çimento tüketim oran değişimlerine bağımlı olarak, korelasyon katsayılı yüksek değerlerde istatistiksel lineer regresyonel ifadeler olarak tanımlanmıştır.



Şekil 2. Hafif Agreganın basmaç dayanım karakteristiği



Şekil 3 Hafif Agreganın basmaç dayanım karakteristiği.

○ Hafif Agregası -11.2 + 1 mm (7Gün Kür)

$$\sigma_c = [8\ 949 - 5\ 770 \log A_1] 10^{0.003 \cdot A_2} \quad R = 0.975$$

○ Hafif Agregası -2 mm (7 Gün Kür)

$$\sigma_c = [8\ 077 - 4\ 448 \log A_1] 10^{0.001 \cdot A_2} \quad R = 0.986$$

burada;

σ_c : Tek eksenli basmaç dayanımı, MPa,

A_1 : Su miktar, %,

A_2 : Çimento Dozajı, kg/m^3

R : Korelasyon Katsayısı

olarak tanımlanmıştır.

○ Hafif Agregası -12mm (28 Gün Kür)

$$\sigma_c = [22\ 044 - 13\ 807 \log A_1] 10^{0.002 \cdot A_2} \quad R = 0.982$$

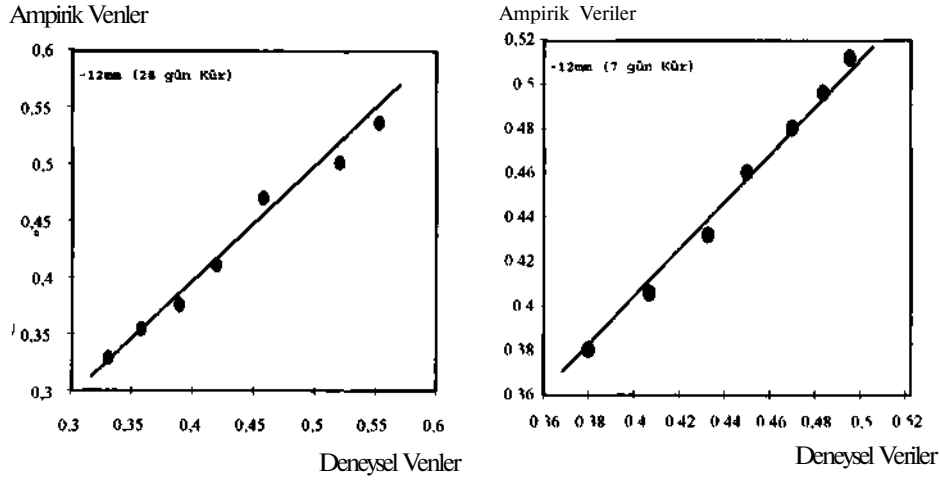
○ Hafif Agregası -12mm (7 Gün Kür)

$$\sigma_c = [2\ 455 - 1\ 420 \log A_1] 10^{0.003 \cdot A_2} \quad R = 0.977$$

○ Hafif Agregası -11.2 + 2.5 mm (7 Gün Kür)

$$\sigma_c = [1\ 781 - 1\ 170 \log A_1] 10^{0.005 \cdot A_2} \quad R = 0.981$$

Yukarıda farklı kaşım kompozisyonlarının basmaç dayanım performans tahmini için verilen regresyonel eşitlikler ile eşdeğer kaşım kompozisyonlarında laboratuvar deney sonuçlarına bağımlı gerçek değerler arasındaki ilişki grafiksel olarak Şekil 4 te verilmiştir.



Şekil 4. Deneysel bulgular ve regresyonel ifadeler ile bulunan parametrik basınç performans değerleri arasındaki ilişki.

Bu incelemelerden de görüleceği gibi, çimento kullanım oranı, kür süresi ve su miktarına bağlı değişkenler olarak elde edilen korelatif tek eksenli basınç dayanım değerleri, regresyonel ilişkilerin istatistiksel anlamlılık düzeyleri %99 olarak belirlenmiştir. Bu nedenle, farklı kombinasyonlardaki pomza hafif betonun basınç dayanımları, efektif olarak yukarıdaki eşitlikler ile tahmin edilebilmektedir.

Yapılan incelemelerde, hafif betonun basınç dayanımı, ultrases hızının bir fonksiyonu olarak belirlenmiştir. Ultrases hızı artışı ile birlikte betonun basınç mukavemetinin de arttığı gözlenmiştir. Basınç mukavemeti ile ultrases hızı arasında çimento kullanım dozajı ve su kullanım oranına bağlı olarak üstel ve polinomial fonksiyonlar tanımlanmıştır. Bu fonksiyonel ifadelemede, basınç dayanımı ile ultrases hızı arasındaki ilişkide öncelikle hafif agrega boyutunun rolü üzerinde durulmuş ve ultrases hızının beton birim ağırlığına olan etkisi de incelenmiştir.

Analiz bulgularından şu fonksiyonel eşitlikler çıkarılmıştır:

○ **Hafif Agregası -12 mm (7 Gün Kür)**

$$v = 128550 \cdot 10^{-0.067 \cdot A_1} + 0.331 \cdot 10^{0.032 \cdot A_1} \cdot A_2 \quad R = 0.988$$

○ **Hafif Agregası -12 mm (28 Gün Kür)**

$$v = 4659.56 \cdot 10^{-0.013 \cdot A_1} + 6.941 \cdot 10^{-0.015 \cdot A_1} \cdot A_2 \quad R = 0.983$$

burada;

V : Ultrases Hızı, m/sn,

A₁ : Su miktarı, %,

A₂ : Çimento Dozajı, kg/m³

R : Korelasyon Katsayısı

Bu eşitliklerden de görüleceği üzere, sabit su miktarında değişken çimento kullanım miktarlarına bağlı, ultrases hızındaki artışa paralel olarak betonun basınç dayanımında da doğrusal orantılı bir artış görülmektedir. Deneysel çerçevede, aynı birim ağırlık ve aynı bileşimdeki betonlar için boyuttan ileri gelen bazı değişimlerin varlığı gözlenmiş ve aynı birim ağırlıktaki beton kan-

ŝımlarının basınç dayanımı ultrases hızının artışıyla azalmaktadır. Buradan edinilen sonuç, basınç dayanımı ile ultrases hızı arasındaki ilişkide, hafif agrega boyutunun önemli bir rol oynadığı gözlenmektedir. -12 mm boyutunda hazırlanmış karışımların 7 ve 28 günlük kür sürelerindeki basınç dayanımı ile ultrases hızı arasındaki karakteristik ilişki Şekil 5 da verilmiştir

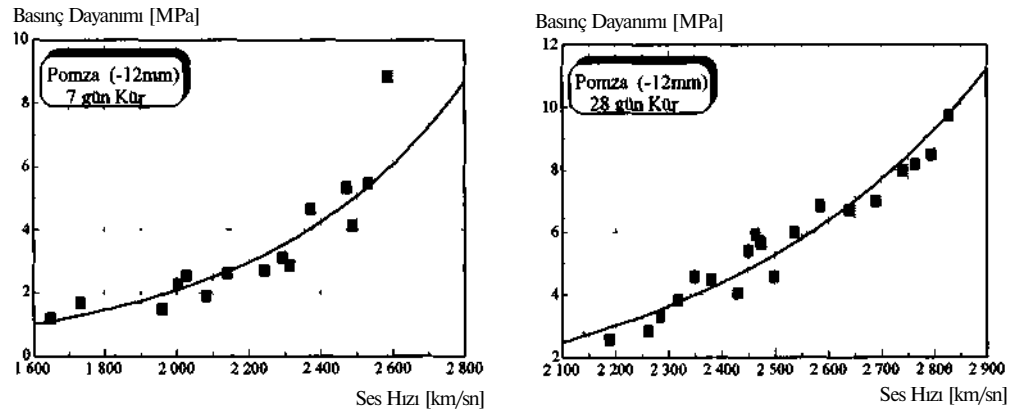
Hafif betonun yüzey sertlik değerlerinin belirlenmesi amacıyla, N tipi Schmidt darbe çekici ile değişik su/katı ve su/çimento karışım oranlarına sahip olan kombinasyonlarda ölçümler yapılmıştır. Analiz bulguları, hafif betonun yüzey sertlik değerinin, ultrases hızının ve/veya basınç dayanımının bir fonksiyonu olduğunu göstermiştir. Sabit su/katı oranına sahip karışımlarda, ultrases hızı artışına ve/veya basınç dayanımının artışına paralel olarak yüzey sertlik endekslerinde de üstel bir fonksiyonel artışın olduğu gözlenmiştir. Yüzey sertlik endeksi ile ultrases hızı arasında çimento kullanım dozajı ve su kullanım oranına bağımlı olarak üstel ve polinomial fonksiyonlar tanımlanabilmektedir. Bu fonksiyonel irdelemede, yüzey sertlik

endeksi ile ultrases hızı arasındaki ilişkide öncelikle hafif agrega karışımlarında su/katı oranının etkisi üzerinde irdelemeler yapılmakta ve karışım kombinasyonlarının ritlik özellikleri araştırılmaktadır. Analiz bulgularından Şekil 6 de verilen yüzey sertlik endeksi ile ultrases hızı arasındaki karakteristik ilişkiler oluşturulmuştur.

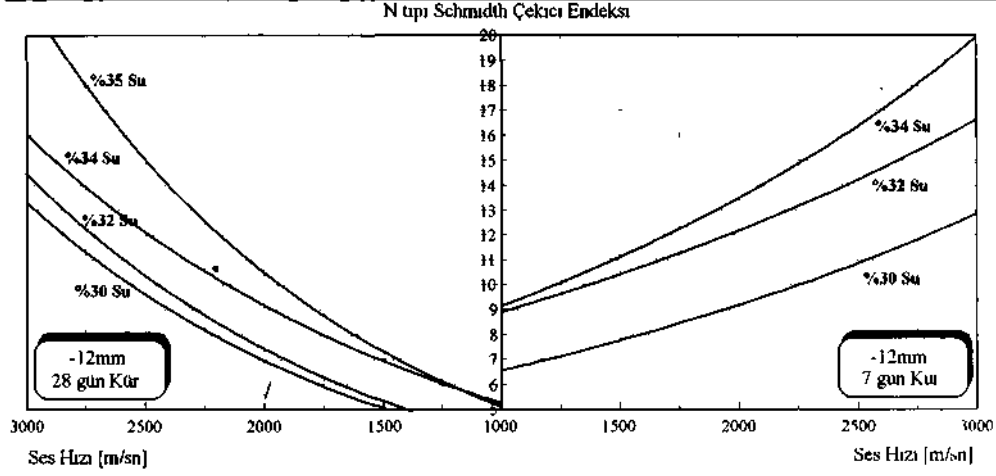
4. SONUÇLAR

Bu araştırma bünyesinde yapılan analiz bulgularından çıkarılabilecek sonuçlar şöyle özetlenebilir;

- O Hafif agrega karışımlarının inşaat sektöründe taşıyıcı eleman olarak kullanılabilmesi açısından, tekno-mekanik analizlerin yapılmasıyla, tekno-mekanik tüm parametrelerin (basınç dayanımın, elastisite özellikleri, ultrases karakteristikleri, rijitlik özellikleri, yüzey sertlik endeksi gibi) belirlenmesi, dayanım performansının irdelenmesi açısından son derece önem taşımaktadır.



Şekil 5. Basınç mukavemeti ile ultrases hızı arasındaki karakteristik ilişki



Şekil 6. Yüzey sertlik endeksi ile ultrases hızı arasındaki karakteristik ilişki

O Bu çalışmada test edilen hafif agrega karışımlarının düşük basınç dayanımları sebebiyle, pomzanın yapı yük taşıyıcı eleman olarak kullanılamayacağı görülmüştür. Yapılan incelemelerde, pomzanın çok gözenekli olması sebebiyle ses ve ısı izolasyonunda kullanılabileceği ve ayrıca normal taşlara göre daha sert olması nedeniyle de abrasif bir madde olarak da kullanılabileceği görülmüştür.

O Yapılan bu çalışmada, İsparta yöresi pomza taşı üzerinde hafif inşaat ve izolasyon hammaddesi olarak değerlendirilebilirliği amacıyla fonksiyonel olarak teorik bir yaklaşım getirilmeye çalışılmış olup, pomza ile oluşturulan hafif beton karışımlarının tekno-mekanik analiz bulgularının bir kısmı özetlenmiş olup Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Maden

İşletme Anabilim Dalında, bu makalede sunulan karışım türleri haricinde, farklı alternatif kombinasyonlarda da pomza taşırm ısı ve izolasyon hammaddesi olarak kullanılabilirliği üzerine detay tekno-mekanik analizler devam etmektedir.

5. KAYNAKLAR

- T.S. 1114, 1976, Hafif Agregalar, T.S.E Ankara.
- T.S. 2823, 1977, Bims Betondan Mamul Yapı Elemanları, T.S.E. Ankara.
- T.S. 3234, 1978, Bimsbeton Yapım Kuralları, Karışım Hesabı ve Deney Metodları, T.S.E. Ankara.
- Türkileri S., 1988, İsparta Gölcük Dolayının Jeolojik Özellikleri ve Pomza Yataklarının İncelenmesi, Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi.

