



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ISI YALITIMI İÇİN AKSARAY BÖLGESİ POMZA TÜF
MALZEMESİNİN İNŞAAT MALZEMESİ OLARAK
KULLANILMASININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Esra BAYRAM

DANIŞMAN

Prof. Dr. Niyazi Uğur TERZİ

AKSARAY, 2022

Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 192303007 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi Esra BAYRAM tarafından hazırlanan “**ISI YALITIMI İÇİN AKSARAY BÖLGESİ POMZA TUF MALZEMESİNİN İNŞAAT MALZEMESİ OLARAK KULLANILMASININ DEĞERLENDİRİLMESİ**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ/OY ÇOKLUĞU ile İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Niyazi Uğur TERZİ

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

Üye: Prof. Dr. Ali URAL

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Tayfun ŞENGÜL

Dumlupınar Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

Tez Savunma Tarihi: 28/01/2022

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Doç. Dr. Mehmet Ali HİNİS

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, akademik kurallara ve bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, çalışmamda kullandığım verilerin orijinallliğini ve her türlü intihalden uzak olduğunu beyan ederim.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

Esra BAYRAM

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince, bilgi ve yardımlarını esirgemeyen ve bana her türlü desteği sağlayan, değerli hocam, sayın Prof. Dr. Niyazi Uğur TERZİ'ye en derin saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam süresince her zaman desteğini gördüğüm, yardımlarını esirgemeyen hocam Arş. Gör. Dr. Can ERENSON'a teşekkür ederim.

Tez çalışmalarımda yol gösterici fikirlerini benimle paylaşan hocam Öğr. Gör. Dr. Murat KALKAN'a teşekkür ederim.

Hayatım boyunca arkamda duran, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen yaşamları boyunca edindikleri tüm tecrübelerini benimle paylaşarak alacağım kararlara ışık tutan çok değerli babam Sami AKBABA'ya, annem Mükerrer AKBABA'ya, abim Mehmet Ersin AKBABA'ya teşekkür ederim.

Mesleğimize duyduğu saygı ve bana olan inancı ile her zaman yanımda olan, her konuda beni destekleyen değerli eşim Hakan BAYRAM'a teşekkür ederim.

Esra BAYRAM
AKSARAY, 2022

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
2.1 Pomzanın Tanımı	3
2.2 Pomzanın Oluşumu	3
2.3 Pomzanın Tarihçesi	5
2.4 Pomzanın Sınıflandırılması	5
2.5 Pomzanın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	7
2.6 Pomza Üretimi.....	7
2.7 Dünyada ve Türkiye’de Pomza	8
2.8 Pomzanın Kullanım Alanları.....	9
2.8.1 İnşaat sektöründe pomza kullanımı.....	9
2.8.2 Tekstil sektöründe pomza kullanımı	9
2.8.3 Tarım sektöründe pomza kullanımı.....	10
2.8.4 Kimya sektöründe pomza kullanımı	10
2.9 Önceki Çalışmalar	10
3. MALZEME VE YÖNTEM	15
3.1 Malzeme Özellikleri	15
3.1.1 Elek altı pomza taş tozu.....	15
3.1.2 Elek altı pomza siltli kumu	16
3.1.3 Mermer tozu.....	17
3.1.4 Kireç	18
3.1.5 İnce kum	19
3.1.6 Çakıl.....	20
3.1.7 Çimento.....	21
3.1.8 Karışım suyu.....	21
3.1.9 Sıcaklık ölçer	22
3.1.10 Sıcak hava tabancası	22
3.2 Deneysel Çalışmalar	22
3.2.1 Elek analizi	22
3.2.2 Numunelerin hazırlanması.....	24
3.2.3 Tek eksenli basınç dayanımı deneyi	25
3.2.4 Kuru birim hacim ağırlık ve su emme değerlerinin belirlenmesi	26
3.2.5 Levhanın iki yüzü arasındaki sıcaklık farkının belirlenmesi	27
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	29
4.1 Numunelerin Basınç Dayanımı Değerleri	29
4.2 Numunelerin Kuru Birim Hacim Ağırlıkları ve Su Emme Değerleri	29
4.3 Levhaların İki Yüzü Arasındaki Sıcaklık Farkı Değerleri	30
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	40
KAYNAKLAR	43
ÖZGEÇMİŞ.....	46

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ISI YALITIMI İÇİN AKSARAY BÖLGESİ POMZA TUF MALZEMESİNİN İNŞAAT MALZEMESİ OLARAK KULLANILMASININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Esra BAYRAM

Aksaray Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Niyazi Uğur TERZİ

ÖZET

Bu çalışmada, Aksaray Taşpınar mevkinde yer alan taş ocaklarında atıl olarak nitelendirilen elek altı pomza taş tozu ve elek altı pomza siltli kumunun tekrar kullanıma sunulabilmesi amacı ile fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenebilmesi adına birtakım deneyler yapılarak malzemelerin mühendislik özellikleri araştırılmıştır.

C25/30 beton sınıfı esas alınarak yapılan numune karışımlarında; ağırlıkça %6, %18, %30 oranlarında elek altı pomza taş tozu, elek altı siltli kum, mermer tozu ve kireç kullanılarak ayrı ayrı numuneler hazırlanmıştır. Numuneler kendi içlerinde oransal değişime göre, aynı oranda olan numunelerde ise malzemelerin özellikleri karşılaştırılmıştır. Tek eksenli basınç dayanımı deneyi verilerine göre referans numunelerinden sonra en yüksek basınç dayanımı değeri ağırlıkça %6 mermer tozu karışım oranı ile hazırlanan numunelerde ortalama olarak 16 MPa, onu takiben ağırlıkça %6 elek altı pomza taş tozu içerikli numunelerin ortalama dayanım değerleri 13.5 MPa olarak hesaplanmıştır. En düşük basınç dayanımı değerleri ağırlıkça %30 kireç içerikli numunelerde ortalama 2 MPa olarak hesaplanmıştır.

Malzemelerin ısııl özelliklerinin değerlendirilmesi için aynı karışım oranlarda 40cmx40cmx1.5cm boyutlarında levhalar hazırlanarak ön yüzünden 600°C ısı verilerek 10 dakika boyunca levhaların ön ve arka yüzlerinin sıcaklık değerleri kaydedilerek numunelerin yüzde olarak sönmüledikleri ısı yüzdeleri hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Elek Altı Pomza Taş Tozu, Elek Altı Pomza Siltli Kum, Basınç Dayanımı, Isıl Özellik, Geri Dönüşüm.

Ocak, 2022; 46 sayfa

M.Sc. THESIS

EVALUATION OF THE USE OF PUMICE TUFF MATERIAL AS A CONSTRUCTION MATERIAL FOR THERMAL INSULATION

Esra BAYRAM

**Aksaray University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering**

Supervisor: Prof. Dr. Niyazi Uğur TERZİ

ABSTRACT

In this study, the engineering properties of the materials were investigated by conducting some experiments in order to determine the physical and mechanical properties of the under-sieve pumice stone dust and the under-sieve pumice silty sand, which are considered inert in the stone quarries located in Aksaray Taşpınar region.

In sample mixtures made on the basis of C25/30 concrete class; Separate samples were prepared by using 6%, 18%, 30% by weight pumice stone dust under sieve, silty sand under sieve, marble dust and lime. The samples were compared according to the proportional change among themselves, and the properties of the materials were compared in the samples with the same ratio. According to the uniaxial compressive strength test data, the highest compressive strength value after the reference samples was calculated as 16 MPa in the samples prepared with 6% by weight marble powder mixture ratio, followed by 13.5 MPa for the samples containing 6% by weight under-sieve pumice stone powder. The lowest compressive strength values were calculated as an average of 2 MPa for samples containing 30% by weight lime.

In order to evaluate the thermal properties of the materials, 40cmx40cmx1.5cm sized plates were prepared in the same mixing ratios, 600°C heat was given from the front side and the temperature values of the front and back sides of the plates were recorded for 10 minutes and the percentage of heat absorbed by the samples was calculated.

Keywords: Under Sieve Pumice Stone Powder, Under Sieve Pumice Silt Sand, Compressive Strength, Thermal Property, Recycling.

January, 2022; 46 pages

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Volkanlar ve ilişkili diğer jeolojik süreçlerin genel modeli.	4
Şekil 2.2. Asidik karakterli pomza.....	6
Şekil 2.3. Bazik karakterli pomza	6
Şekil 2.4. Pomzanın konkasörlerle boyutlandırılması	7
Şekil 2.5. Pomza dünya üretim payı grafiği.....	8
Şekil 3.1. Elek altı pomza taş tozunun granülometrisi.....	15
Şekil 3.2. Elek altı atık pomza taş tozu.....	15
Şekil 3.3. Elek altı pomza siltli kumunun granülometri eğrisi.	16
Şekil 3.4. Elek altı atık pomza siltli kumu	16
Şekil 3.5. Mermer tozu granülometri eğrisi.	17
Şekil 3.6. Mermer tozu.....	18
Şekil 3.7. Söndürülmüş toz kalsiyum kireci	19
Şekil 3.8. İnce kum granülometri eğrisi.	19
Şekil 3.9. İnce kum	20
Şekil 3.10. Çakıl granülometri eğrisi.	20
Şekil 3.11. Çakıl	21
Şekil 3.12. Elek analizinde kullanılacak malzemeler.	23
Şekil 3.13. Elek analizi deneyi.....	23
Şekil 3.14. Numunelerin hazırlanması.....	25
Şekil 3.15. Hidrolik presle basınç dayanımı deneyi	26
Şekil 3.16. Yalıtımsız deney düzeneği.	28
Şekil 4.1. Değişen pomza taş tozu oranlarına göre sıcaklık farkı yüzdeleri.	32
Şekil 4.2. Değişen pomza siltli kumu oranlarına göre sıcaklık farkı yüzdeleri..	34
Şekil 4.3. Değişen mermer tozu oranlarına göre sıcaklık farkı yüzdeleri.....	36
Şekil 4.4. Değişen kireç oranlarına göre sıcaklık farkı yüzdeleri.....	38
Şekil 4.5. Numunelerin 4, 5 ve 6. dakikalardaki ortalama sıcaklık farkı yüzdeleri... ..	39

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Türkiye pomza rezervleri.....	8
Çizelge 3.1. Mermer tozu fiziksel özellikleri.....	17
Çizelge 3.2. Mermer tozu kimyasal özellikleri.....	17
Çizelge 3.3. Söndürülmüş kireç özellikleri.....	18
Çizelge 3.4. Çimento özellikleri..	21
Çizelge 3.5. Kızılötesi sıcaklık ölçer özellikleri	22
Çizelge 3.6. Sıcak hava tabancası özellikleri.....	22
Çizelge 3.7. Pomza taş tozu içerikli numunelerin karışım oranları.	24
Çizelge 3.8. Pomza siltli kumu içerikli numunelerin karışım oranları	24
Çizelge 3.9. Mermer tozu içerikli numunelerin karışım oranları.....	24
Çizelge 3.10. Kireç içerikli numunelerin karışım oranları..	24
Çizelge 4.1. Numunelerin ortalama basınç dayanımı değerleri.	29
Çizelge 4.2. Numunelerin kuru birim ağırlık ve ağırlıkça su emme değerleri..	30
Çizelge 4.3. Referans numunesi ısı geçirgenlik yüzdeleri.....	30
Çizelge 4.4. %6 Pomza taş tozu içerikli numunenin ısı geçirgenlik yüzdeleri.....	31
Çizelge 4.5. %18 Pomza taş tozu içerikli numunenin ısı geçirgenlik yüzdeleri.....	31
Çizelge 4.6. %30 Pomza taş tozu içerikli numunenin ısı geçirgenlik yüzdeleri.....	32
Çizelge 4.7. %6 Pomza siltli kumu içerikli numunenin ısı geçirgenlik yüzdeleri... ..	33
Çizelge 4.8. %18 Pomza siltli kumu içerikli numunenin ısı geçirgenlik yüzdeleri.. ..	33
Çizelge 4.9. %30 Pomza siltli kumu içerikli numunenin ısı geçirgenlik yüzdeleri.. ..	34
Çizelge 4.10. %6 Mermer tozu katkılı numunenin ısı geçirgenlik yüzdeleri	35
Çizelge 4.11. %18 Mermer tozu katkılı numunenin ısı geçirgenlik yüzdeleri	35
Çizelge 4.12. %30 Mermer tozu katkılı numunenin ısı geçirgenlik yüzdeleri.	36
Çizelge 4.13. %6 Kireç katkılı numunenin ısı geçirgenlik yüzdeleri	37
Çizelge 4.14. %18 Kireç katkılı numunenin ısı geçirgenlik yüzdeleri	37
Çizelge 4.15. %30 Kireç katkılı numunenin ısı geçirgenlik yüzdeleri	38

SİMGELER VE KISALTMALAR

A	Kesit Alanı
A.K.	Ateş Kaybı
ASTM	American Society for Testing and Materials
cal	Kalori
D	Tane Çapı
Db	Ses Yalıtımı
Kcal	Kilokalori
MAPEG	Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü
MPa	Megapaskal
MTA	Maden Tetkik Ve Arama Genel Müdürlüğü
P	Yük
pH	Power of Hydrogen
Sa	Ağırlıkça Su Emme
USGS	Amerikan Jeoloji Araştırmaları Kurumunun
W	Güç
W_d	Doygun Kuru Yüzey Ağırlığı
W_k	Kuru Ağırlık
°C	Santigrat
°F	Fahrenheit
σ	Dayanım
ρ_k	Kuru Birim Hacim Ağırlığı
μ	Buhar Difüzyon Katsayısı
Δ	Fark

1. GİRİŞ

Günümüzde gelişmekte olan ülkelerde artan nüfus ve beraberinde gelen yapılaşma ihtiyacı ile inşa edilen yapılarda doğal kaynak kullanımının bilinçsiz artması çevresel, ekonomik ve sosyal sorunlara sebebiyet vermektedir. Kaynak tüketimi az, çevreye zarar vermeyen, enerji verimliliği yüksek sürdürülebilir yapılar oluşturmanın önemi gün geçtikçe artmaktadır. Dünyada gelişmiş birçok ülke doğal kaynak tüketimini azaltarak, atıkların tekrar kazanılması ve faydalanılması için farklı uygulamalar geliştirmişlerdir. Ne yazık ki ülkemizde bu sorunların giderilmesi adına gerekli çalışmalar yeterli seviyeye ulaşamamıştır.

Doğal kaynak tüketiminin fazla olduğu sektörlerden biri inşaat sektörüdür. Atık olan malzemeler değerlendirildiğinde doğal kaynak tüketimi de önemli ölçüde azalacaktır.

Ülkemiz pomza madeni açısından zengin olup, dünya pomza rezervinin yaklaşık %16'sını bünyesinde bulundurmaktadır (Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezi [PAUM], 2015).

Pomza madeni ülkemizde değeri son çeyrek asırda anlaşılan ve dünya genelinde birçok sektörde kullanılan volkanik bir kayadır. Pomza madeni oluşum evrelerine göre asidik veya bazik özellik kazanmaktadır. Genellikle asidik özellik taşıyan pomzaların açık renkli, bazik özellik taşıyan pomzaların ise koyu renkli oldukları gözlemlenmiştir. Pomza madeni içerisinde bol miktarda boşluk bulundurması sebebiyle hafif bir malzeme olup yoğunlukları 1-2 g/cm³ arasındadır. Asidik özellikteki pomzalar SiO₂ (silisyumdioksit) oranının bazik pomzalara göre daha yüksek olması sebebi ile asidik pomzaların inşaat sektöründe kullanımı daha uygun olmaktadır. Alüminyum, magnezyum ve demir gibi element oranlarının bazik pomzalarda daha yüksek olması sebebiyle amacına uygun olarak gübre, toprak vb. alanlarda kullanımı bulunmaktadır (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü [MTA], 2021).

Pomza düşük birim hacim ağırlığı özelliği ile yapı temellerine gelen sabit (ölü) yükleri büyük oranda azaltması, uygulama kolaylığı sağlaması, ekonomik oluşu, ısı ve ses yalıtımı yüksek bir malzeme olması gibi sebeplerden dolayı inşaat sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır (Erdoğan ve Yaşar, 2005).

Yapıların inşası için gerekli olan temel malzemeleri karşılamak amacı ile yerleşim bölgelerine yakın taş ocakları kurularak, bu ocaklarda malzemeye kullanılacağı yere göre konkasörler yardımı ile boyut verilmektedir. Ancak bu boyutlandırma esnasında meydana gelen ince taneli malzeme katı atık malzemesi olarak depo edilmektedir. Zamanla atık miktarı ve depo sahaları artmakta, sahalar artmakta, buda bir çevre problemi yaratmaktadır. Kullanım alanı bulamayan yığın halindeki atık malzemeler rüzgar etkisiyle dağılarak yalnızca depo alanı ve çevresini değil bütün bir bölgeyi kirletmektedir. Kullanım alanı olmayan bu malzemelerin özelliklerinin belirlenip tekrar kazanılması, olumsuz etkileri ortadan kaldırmak ve atık saha ihtiyacını minimum seviyede tutmak için gereklidir.

Bu çalışmada, Aksaray Taşpınar yöresinde yer alan pomza ocaklarından çıkarılan ve eleme sonrası atık olarak nitelendirilen elek altı pomza madenin özelliklerinin belirlenerek inşaat sektöründe tekrar kullanılabilirliğinin araştırması yapılmıştır.

Elek altı olarak nitelendirilen atık pomza madeni, ince tane boyutlarında olması sebebiyle ana malzeme olarak gerekli yapı elemanları üretiminde kullanılamamaktadır. Minerolojik ve kimyasal özellikleri göz önüne alındığında ısı yalıtım özellikleri için gerekli olan birbirinden bağımsız makro ve mikro boşlukları bünyesinde bulundurması, eleme sonrası kimyasal özelliklerinin değişmemesi gibi faktörler neticesinde atık pomza madeninin inşaat sektörüne geri kazandırılması için gerekli olan test ve gözlemler yapılmıştır.

Atık pomza malzemesinin inşaat sektöründe kullanılabilirliği için, 3 farklı karışım oranı ile (% 6 , %18, %30 pomza) numuneler oluşturularak basınç mukavemeti, su emme özelliği ve ısı iletkenlik davranışları gözlemlenmiştir. Ayrıca aynı karışım oranları kullanılarak mermer tozu, kireç, pomza-siltli kum ve pomza-taş tozu katkılı numuneler hazırlanarak basınç mukavemeti, su emme özellikleri ve ısı iletkenlik davranışları karşılaştırılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

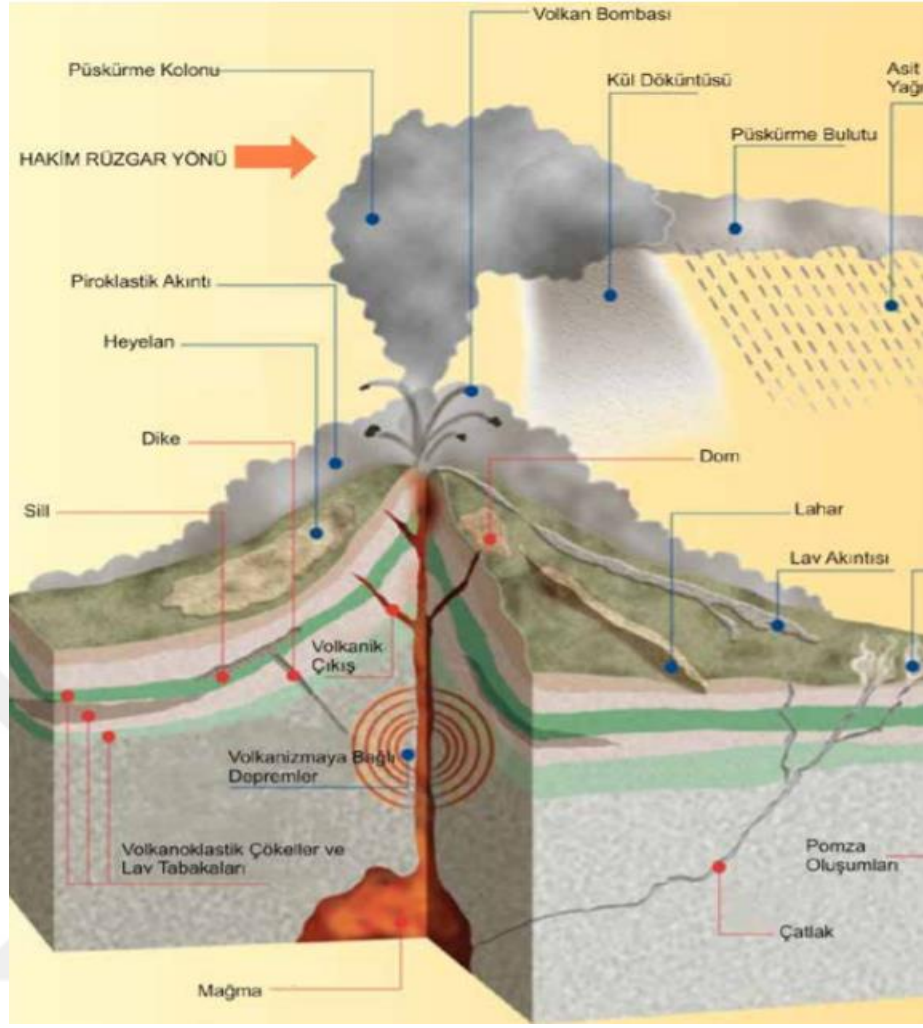
2.1 Pomzanın Tanımı

Pomza terimi İtalyanca bir sözcüktür. Değişik dillerde farklı olarak adlandırılırlar. Fransızcada *Ponce*, ingilizcede orta taneli olanlara *Pumice*, doğal olarak ince taneli olanlara *Pumicite* denmektedir. Almancada ise iri taneli olanlarına *Bims*, ince taneli olanlarına *Bimstein* adı verilmektedir. Türkçede ise süngertaşı, nasıртаşı, topuktaşı, haşıртаşı, kisir gibi adlarla anılmaktadır (Özkan ve Tuncer, 2001).

Volkanik faaliyetler sonucu oluşan pomza madeni, oluşum evrelerindeki ani soğumalar sebebi ile içerisinde birçok boşluk bulundurmaktadır. Süngerimsi yapısı sebebi ile pomza madeni birim hacim ağırlığı düşük, ısı ve ses yalıtımı yüksek bir malzemedir (Erdoğan, 2007).

2.2 Pomzanın Oluşumu

Yerkabuğunun alt katmanlarında bulunan yüksek sıcaklıktaki magma, katmanlar arasındaki kırılmalar ve gaz basıncı etkisiyle volkanik patlama şeklinde yeryüzüne çıkmaktadır. Yeryüzüne çıkan magma bünyesinde bulundurduğu gazları (F, H₂O, CO₂) dışarıya salarak soğumaya başlar ve bu soğuma evresinde içerisinde birçok boşluk bulunduran süngerimsi yapıdaki pomza kayacı meydana gelir (URL-1). Aşağıda Şekil 2.1’de volkanlar ve ilişkili diğer jeolojik süreçlerin genel modeli verilmiştir.



Şekil 2.1. Volkanlar ve ilişkili diğer jeolojik süreçlerin genel modeli (PAUM, 2015).

Pomza oluşumunu kontrol eden faktörler;

- Püskürme süresi,
- Ara süreler,
- Magma ısısı,
- Magmadaki erimiş gaz miktarı,
- Püsküren malzemenin soğuma zamanı

Olarak belirlenmiştir (PAUM, 2015).

Bu oluşan pomza parçaları, volkan bacaların yakınından itibaren uzaklara doğru hava akımının etkisiyle basitleştirilmiş olarak 3 ana taşınma mekaniği sergiler;

- Düşme (buluttan çökme) ile yığılma,
- Fırlatma ile yığılma
- Akma ile yığılma (Elmastaş, 2012).

2.3 Pomzanın Tarihçesi

Milattan önceki dönemlerde pomza madeninin hijyenik, hafif ve su üzerinde yüzen bir malzeme olduğundan söz edilmektedir. Günümüze kadar ulaşmış olan birçok eserde ana malzeme olarak pomzanın kullanıldığı görülmektedir. Kıyı kesimlerde gözlemlenen birçok tarihi eser pomza ve kireç karışımından yapılmıştır. Son yıllarda enerji tasarrufu, yangına dayanıklılık ve depreme dayanıklı yapıların teknolojik olarak iyileştirilmesi ile pomza madeninin kullanımı artmıştır (MTA, 2020).

Pomza madeni Urartular Döneminde Van Gölü yöresinde barınma ve yiyecek depolarında izolasyon malzemesi olarak kullanılmıştır (Belli, 2007).

Son yıllarda çevreyi koruma bilincinin artması ve teknolojinin ilerlemesi pomza taşının daha aktif kullanılmasını sağlamıştır. Ülkemizde pomzanın endüstriyel üretimi ilk defa 1988 yılında yapılmıştır ve günümüzde de devam etmektedir (URL-1).

2.4 Pomzanın Sınıflandırılması

Gündüz vd. (2001), Kayaçlar özelliklerine göre farklı alanlarda gruplandırılabilir. Bu gruplandırmalar; kimyasal, mineralojik, feldspat indisine göre, renk indisine göre, dokusal, doğada bulunuş şekillerine göre yapılabilir. Bu gruplandırmalardan en çok kullanılan kimyasal özelliklerine göre gruplandırma yöntemidir. Bu gruplandırma kayaçların içerisinde bulundurduğu bileşenlerin tespiti ile yapılmaktadır. Magmadan oluşan kayaçların bünyelerinde %35 ile %80 oranında SiO_2 bulundurmaları sebebi ile SiO_2 oranına göre gruplandırma yöntemi kullanılmaktadır.

SiO_2 içeriğine göre pomza kayaç oluşumları;

- %66 SiO_2 içeren kayaçlar, asit kayaçlar,
- %66 - 52 SiO_2 içeren, kayaçlar, nötr kayaçlar,
- %52 - 45 SiO_2 içeren kayaçlar, bazik kayaçlar,

olarak gruplandırılmaktadır (Gündüz vd., 2001).

Pomzaların genel olarak, kimyasal bileşiminde;

- %55-75 SiO_2 ,
- %13-17 Al_2O_3 ,
- %1-3 Fe_2O_3 ,

- bulunmaktadır. Kayacın içerdiği SiO_2 bileşimi, kayaca aşındırıcı özellik kazandırmaktadır. Al_2O_3 bileşimi ise, ateşe ve ısıya yüksek dayanım özelliği kazandırır. Na_2O ve K_2O tekstil sanayinde, reaksiyon özellikler veren mineraller olarak bilinmektedir (Gündüz vd., 2001).

A dark brown, porous, and irregularly shaped rock sample, likely a type of volcanic rock such as scoria or pumice, showing numerous small holes and a rough texture.

6

2.5 Pomzanın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Pomza madeninin bünyesindeki SiO_2 oranı asidik veya bazik özellik gösterdiğini simgelemektedir. Pomzanın içeriğindeki SiO_2 oranı yükseldikçe asidik özelliğin yanı sıra aşındırıcı özelliği ve dayanımı artmaktadır. Pomzanın kimyasal içeriğindeki Al_2O_3 oranı arttıkça malzemenin ateşe ve yüksek ısıya dayanım göstermektedir (Başpınar ve Gündüz, 2006).

2.6 Pomza Üretimi

Pomza üretiminde açık ocak işletmeciliği yapılmaktadır. Pomza ocakçılığının gerçekleştirildiği bölgelerde tarıma elverişli toprak örtüsünün bulunması halinde, toprak tabakası ince bir kesit halinde sıyrılmakta ve tarım faaliyeti gerçekleştirilen alanlara sevk edilmektedir. Açık ocak yöntemiyle pomza üretiminde patlatma yapılarak iş makinalarıyla yüzeyden tabaka şeklinde derine ilerleyerek pomza madeni çıkarılmaktadır (Özkan ve Tuncer, 2001).

Pomza ocaklarında kırma eleme tesisi kurularak üretim alanına uygun elek aralıklarında pomza üretimi yapılmaktadır. Şekil 2.4'te Aksaray Taşpınar yöresindeki taş ocağında pomzanın konkasörlerle boyutlandırılması gösterilmektedir.

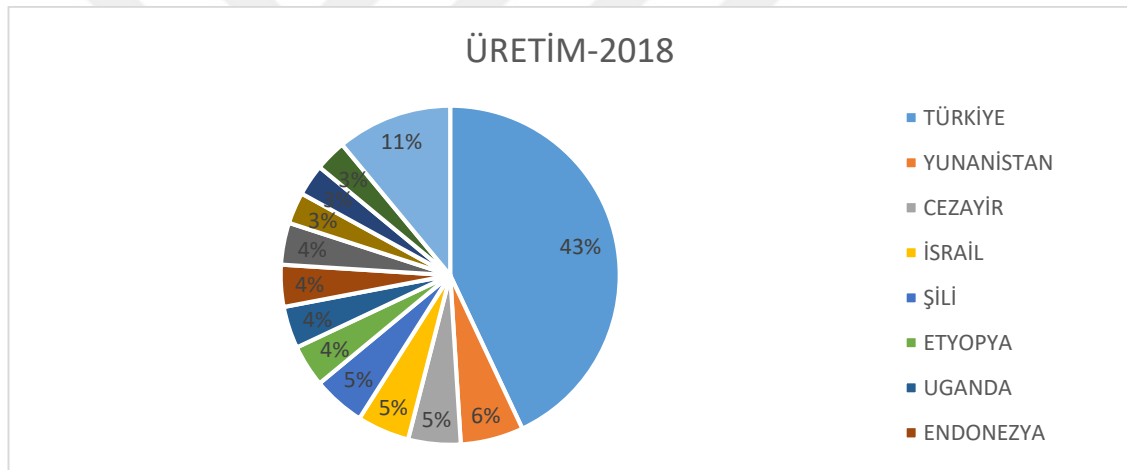


Şekil 2.4. Pomzanın konkasörlerle boyutlandırılması.

2.7 Dünyada ve Türkiye’de Pomza

Türkiye’de volkanik faaliyetlerin ülke genelinde etkili olması sonucunda zengin pomza yatakları oluşmuştur. Ülkemiz dünya pomza rezervinin yaklaşık olarak %16’sına sahiptir. İç Anadolu bölgesinde Nevşehir, Aksaray ve Kayseri başta olmak üzere Doğu Anadolu ve Akdeniz bölgesinde farklı sektörlere uygun çok sayıda pomza madeni işletmeciliği bulunmaktadır. Üretilen pomza madeninin endüstriyel tesislere ulaştırılmasının yüksek maliyetli olması sebebiyle Doğu Anadolu bölgesinde pomza madeni ocakçılığı gelişmemektedir (MTA, 2020).

Amerikan Jeoloji Araştırmaları Kurumunun (USGS), Mineral Commodity Summaries, 2020 yılı raporuna göre; dünya pomza üretim miktarı 18 milyon tondur. Raporda yer alan Şekil 2.5’te verilen 2018 yılının kesinleşmiş verilerine göre; 7.8 milyon ton üretim miktarı ile Türkiye ilk sırada yer almaktadır (MTA, 2020).



Şekil 2.5. Pomza dünya üretim payı grafiği (MTA, 2020).

Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü’nün (MAPEG) kayıtlarına göre ülkemizdeki güncel işletme ruhsatına sahip pomza sahalarının il bazında rezervleri Çizelge 2.1’de gösterilmektedir (MTA, 2020).

Çizelge 2.1. Türkiye pomza rezervleri (MTA, 2020).

İL	REZERV (ton)
Nevşehir	1.069.115.572
Manisa	398.267.172
Kayseri	136.329.518
Osmaniye	110.172.625
İzmir	79.473.342

Çizelge 2.1(devam). Türkiye pomza rezervleri (MTA, 2020).

Konya	72.253.259
Bitlis	40.570.132
Diyarbakır	39.744.197
Erzurum	37.665.019
Isparta	32.557.558
Van	30.553.860
Burdur	25.282.904
Iğdır	20.354.889
Mardin	19.800.149
Hatay	19.264.565
Ağrı	17.761.140
Elazığ	14.417.717
Kars	12.225.478
Aksaray	9.218.516
Ankara	2.658.576
Gaziantep	1.100.000
Niğde	752.468
Erzincan	550.747
TOPLAM	2.190.089.403

2.8 Pomzanın Kullanım Alanları

2.8.1 İnşaat sektöründe pomza kullanımı

Pomza madeninin dünya genelindeki en yaygın kullanım alanı %90 oranında inşaat sektöründedir. Yapı malzemesi bileşeni olarak pomza hafif beton, bims blok, dekoratif kaplama elemanları, sıva, harç vb. üretim alanlarında kullanılmaktadır. İleri deprem bölgelerindeki yapılarda sabit yüklerin azaltılmasında önemli rol oynayan pomzanın kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmıştır. Pomza ısı ve ses yalıtım özelliklerinin yüksek olması sebebiyle binalarda %50'ye yakın enerji tasarrufu gerçekleştirmektedir (MTA, 2020).

2.8.2 Tekstil sektöründe pomza kullanımı

Ülkemizde tekstil sektörü üretim alanında önemli bir paya sahiptir. Tekstil sektöründe kumaşların renk ve doku özelliklerinin değiştirilmesinde pomza madeni kullanılmaktadır. Pomza madeni kumaş renklerinin açılması, dokularının yumuşatılması gibi alanlarda yardımcı hammadde olarak kullanılmaktadır (Özkan vd., 2001)

2.8.3 Tarım sektöründe pomza kullanımı

Pomza madeni su emme değerlerinin yüksek olması ve bünyesinde suyu uzun süre tutması gibi özelliklerinden dolayı, kurak bölgelerdeki tarımsal çalışmaların artırılmasında etkin rol oynamaktadır. Su kaynaklarının yetersizliği ve aşırı sıcaklar sebebiyle Kuveyt, Arabistan gibi kuraklaşmanın yüksek olduğu ülkelerde tarımsal faaliyetlerin sürdürülebilmesi için tarımsal araziler altında belirli bir katmana pomza madeni yerleştirilerek bitkiler için gerekli su ve nemli ortam oluşturulmaktadır (Özkan vd., 2001).

2.8.4 Kimya sektöründe pomza kullanımı

Pomza madeni kimya endüstrisinde uzun yıllardır kullanılmakta olup teknolojinin gelişmesiyle birlikte yeni alanlarda kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Pomza madeni yaygın olarak; boya katkı maddesi, temizlik ve kişisel bakım ürünleri, deterjan katkı maddesi, tarım ilaçları, diş parlatma maddesi vb. ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır (Arıcı vd., 2003).

Pomza madeni geniş yelpazede metal, plastik, cam sanayi, mücevher aşındırıcı olarak, evcil hayvan kumu imalatı, seramik yapımı, su ve yağ filtreleme gibi birçok alanda kullanılmaktadır (MTA, 2020).

2.9 Önceki Çalışmalar

Hossain ve Khandaker (2002), volkanik pomza taşı tozu ve volkanik kül katkılı betonlarda korozyona karşı dayanımı incelenmiştir. Deneylerde bu iki malzeme belli oranlarda çimento yerine kullanılmıştır. Deneyler sonucunda volkanik kül ve volkanik pomza taşı külünün çelik donatılarda korozyonu engellediğini tespit etmişlerdir.

Demirboğa ve Gül (2003), genleştirilmiş perlit agregası ve pomza agregası kullanılmış beton karışımlarının ısıl geçirgenlik katsayılarını ölçmüşlerdir. Silis dumanı ve uçucu külün hafif agregalı betonun ısıl geçirgenlik katsayısına etkilerini tespit etmek için deneyler yapılmıştır.

Bu çalışma sonucunda silis dumanı ve uçucu külün çimento yerine kullanılmasıyla ısıl geçirgenliğin azaldığı görülmüştür. Pomza agregası yerine geliştirilmiş perlit agregasının kullanılması da ısıl geçirgenliği azalttığı görülmüştür.

Topçu ve Işıkdag (2008), çalışmalarında farklı orandaki çimento tiplerini dikkate alarak geliştirilmiş perlit içeren betonun özelliklerini incelenmişlerdir. Deneylerde belirli oranlarda geliştirilmiş perlit miktarının artırılmasının betonların basınç ve çekme dayanımı özelliklerini olumsuz olarak etkilediği fakat daha hafif bir malzeme olarak kullanılabilir nitelik kazandığını belirlemişlerdir. Çalışmada ayrıca geliştirilmiş perlitin ısı ve ses yalıtımı özelliği gösterdiği, yapı inşasında ekonomik fayda sağlayan hafif bir malzeme olarak kullanılabileceği öngörülmüştür.

Özkan vd. (2009), kalınlık değiştikçe yalıtım malzemesinin ısıl yalıtım özelliklerinin nasıl etkilendiği gözlemlenmiştir. Çalışmada dış alanla temas eden pencere ve dış duvar bölümlerinin azaltılmasının, ısı enerjisi tasarrufu ve en uygun yalıtım kalınlığına etkisi incelenmiştir. Isı kaybının minimum seviyeye indirilmesi ve enerji tasarrufunun sağlanması için yapı tasarımlarındaki kullanılması gereken ideal yalıtım malzemesi kalınlığının saptanmasına yönelik araştırmalar yapılarak gözlemlenen veriler sunulmuştur.

Demirel ve Keleştemur (2011), yüksek ısıya maruz bırakılmış pomza ve silis dumanı içerikli farklı oranlarda hazırlanan beton numunelerin öğütülmüş pomza yüzdesi arttıkça boşluk oranının ve kılcal su emme değerinin arttığı gözlemlenmiştir.

Sancak ve Tatlıdil (2013), çalışmalarında pomzanın yük taşıyıcı özelliği olmayan bölme duvarlarda agrega olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Farklı oranlarda çimento ve kimyasal katkı kullanılarak üretilen numuneler üzerinde çeşitli deneyler gerçekleştirilerek elde edilen verilere göre pomza ile üretilen numunelerin tuğla elemanlardan daha iyi dayanım değerine sahip olması, daha iyi ısı ve ses yalıtımı özellikleriyle bölme elemanı olarak kullanılmasının daha avantajlı olduğu tespit edilmiştir.

Kon (2014), çalışmasında ısıtma ve soğutma zamanlarında enerji tüketimlerinin dış ortam parametrelerine göre nasıl değiştiği ve hangi iklim koşullarının daha etkili olduğunu saptamıştır. Ayrıca ısıtma ve soğutma için en uygun yalıtım kalınlıkları uygulanması durumunda meydana gelecek enerji tasarrufunu araştırmıştır.

Nevruz (2016), çalışmasında hafif yapı elemanlarının üretiminde kullanılan hafif agregalardan olan pomza ve kırma kum kullanılarak harç numuneleri üretilmiş ve bu numunelerin, hem yaş hemde sertleşmiş halleri üzerinde inceleme yapılmıştır. İncelemeler sonucunda bazik karakterli pomzadan üretilen numunelerin, asidik pomzadan üretilen numunelere göre daha düşük basınç dayanımına sahip olduğu görülmüştür. Isparta pomzasından üretilen harçların düşük performans göstermesi sebebiyle, beton üretiminde kullanılmaması gerektiği, yalıtım ve hafiflik istenilen yapı elemanlarında kullanılmasının avantaj sağlayacağı öngörülmüştür.

Binici (2016), yaptığı çalışmada atık mukavva, alçı, pomza, perlit, vermikülit ve zeolit ile elde ettiği kompozitlerin yangına direncini araştırarak; pomza, perlit, vermikülit ve zeolit ile üretilen yalıtım malzemelerinin birim hacim ağırlıkları küçük iken su emme oranlarının daha yüksek olduğunu belirlemiştir.

Kılınçarslan vd. (2018), Karaman, Nevşehir, Kayseri ve Isparta yörelerine ait pomza örneklerinden ürettikleri köpük betonların ısı ve ses yalıtım özelliklerini araştırmışlardır.

Farklı bölgelere ait pomzaların kullanılmasıyla elde edilen köpük betonların özelliklerinin de değiştiği çalışma sonucunda belirlenmiştir. Karaman pomzası ile üretilen köpük betonun, en iyi ısı yalıtım özelliklerine sahip olduğu gözlenmiştir.

Yolcu (2018), bims kullanılarak yüksek performanslı taşıyıcı hafif beton üretilirliği araştırdığı çalışmasında, pomza agregalı beton numuneleri üretilmiş ve normal betonla karşılaştırılmıştır. Çalışmalardan elde edilen veriler sonucunda pomzadan üretilen hafif betonun, tüm taşıyıcı sistem ve elemanlarında kullanılmasının mümkün olduğu kanıtlanmıştır. Üretimi için büyük enerji sarf edilen yapay agregalar yerine doğal bir agrega olan pomza kullanımının yaygınlaşmasının ülke ekonomisine olumlu katkılar sağlayacağı öngörülmüştür.

Çamlı (2018), tez çalışmasında kentleşme kültürünün giderek artmasıyla ortaya çıkan gürültü kirliliğine karşı pomza madeninden yararlanılarak yeni bir ses izolasyon malzemesi üretmeyi amaçlayarak akrilik, EPS köpük, pomza kullanarak beş farklı numune üretilmiş ve üzerinde çeşitli deneyler gerçekleştirilerek elde edilen sonuçlara göre üretilen malzemenin yalnız ses yalıtımı değil aynı zamanda ısı yalıtımı da sağladığı tespit edilmiştir.

Güdelek (2019), çalışmasında uçucu küllerden olan senosfer atığının ekonomiye kazandırılması, çevre kirliliğinin önlenmesi ve doğal kaynakların korunmasını amaçlayarak bims agregalı hafif duvar kompozit yapı malzemesi üretilmesini hedeflemiştir. Yüksek sıcaklık direncine sahip olması amaçlanan bu malzemede bağlayıcı olarak çimento kullanılmış ve üretilen numuneler üzerinde birtakım fiziksel ve mekanik deneyler gerçekleştirilmiştir. Isıya dayanıklılık yönünden bims agregalarının yoğunluğunun artırıldığı numuneler olumlu gelişim göstermişlerdir.

Oğuz (2019), bimsin inşaat sektöründe kullanımının artırılmasına yönelik yaptığı çalışmasında, parçacık boyutlu bims tozunun mikronize halde analizlerinin yapılarak daha verimli kullanılması amaçlanmıştır. Çalışmada bimsin mikronize hale getirilmesi, katkı malzemelerinin eklenmesi, yapı kimyasalı üretim süreçleri incelenmiştir. Yapılan incelemeler neticesinde, bims katkılı silikon dış cephe kaplama malzemesinin yüksek yalıtım özellikleri sağlayabileceği öngörülmüştür.

Denktaş (2019), çalışmasında çevre üzerinde olumsuz etki bırakan, termik santrallerin yan ürünü olan uçucu küllerin değerlendirilmesi ve bimsblok üretiminde çimentoya ikame malzeme olarak kullanılmasını araştırmıştır.

Farklı oranlarda uçucu kül ilave ederek elde ettiği numuneler üzerinde deneyler yaparak numunelerin birim hacim ağırlıklarında azalma olduğu tespit edilmiştir ve numunelerin daha hafif olması sebebiyle yapıya gelen yükün de azalmasını sağlanarak hem ekonomik hem de deprem yüklerine daha düşük düzeylerde maruz kalması gibi büyük avantajlar sunacağı öngörülmüştür.

Işık vd. (2020), bimsblokların mekanik dayanımlarının artırılması amaçlanan makalelerinde, çelik lif katkısının bimsbloklar üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Farklı oranlarda çelik lifler kullanılarak üretilen bimsbloklar üzerinde yapılan çeşitli deneyler neticesinde çelik lif katkı oranının artışı ile bimsblokların basınç dayanımı değerleri önemli oranda artış göstermiştir. Isıl iletkenlik değerlerinde herhangi bir değişiklik görülmemesi sebebiyle, çelik lif katkısının ısı iletkenliği etkilemediği anlaşılmıştır.

Palacı (2021), seramik köpük üretimi için borik asit katkısının pomzanın ısı iletkenliğine etkisinin incelendiği çalışmada, karışıma %20 oranında perlit ve uçucu kül ilavesiyle ısı iletkenlik değişimine etkisi araştırılmıştır. Pomza içerisine %50 oranında borik asit eklenmiş, 500, 600 ve 700°C sinterleme sıcaklıklarının, karışım yoğunluğuna ve ısı iletkenliğe etkisi ölçülmüştür.

Veriler incelendiğinde, pomzanın içerisine borik asit katılması 700°C’de önemli ölçüde yoğunluğu ve ısı iletkenliği düşürürken ilave olarak perlit ve uçucu kül eklenmesi bu düşüş oranını azaltmıştır (Palacı, 2021).

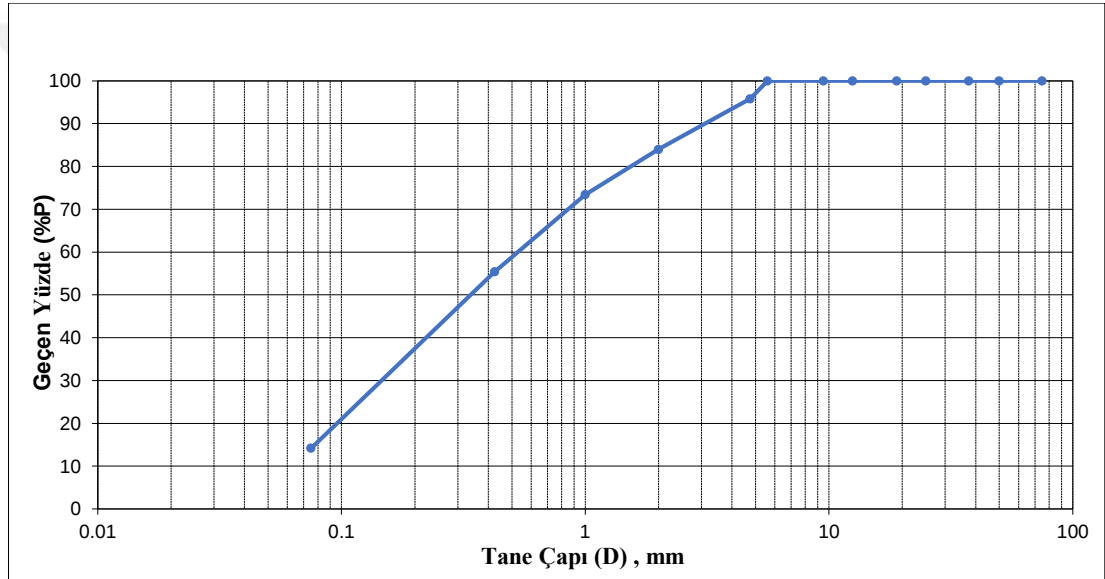
Erenson ve Kalkan (2021), çalışmalarında atık elek altı pomza içeren blokların boşluk yapısını incelemişlerdir. Numuneler üzerinde tahribatsız ultrasonik hız testleri yapılmış ve dalga iletim özellikleri araştırılmıştır. Numunelerdeki gözeneklerin boşluk özellikleri dijital görüntü işleme (DIP) ile analiz edilmiştir. Dokunun tanımlanmasından sonra, boşluk oranları DIP tarafından % 93 ila 97 doğrulukla belirlenmiştir. Sonuç olarak, atık pomza içeren numunelerin boşluk yapısı görünür gözeneklilik tayini ile karşılaştırılarak incelenmiştir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

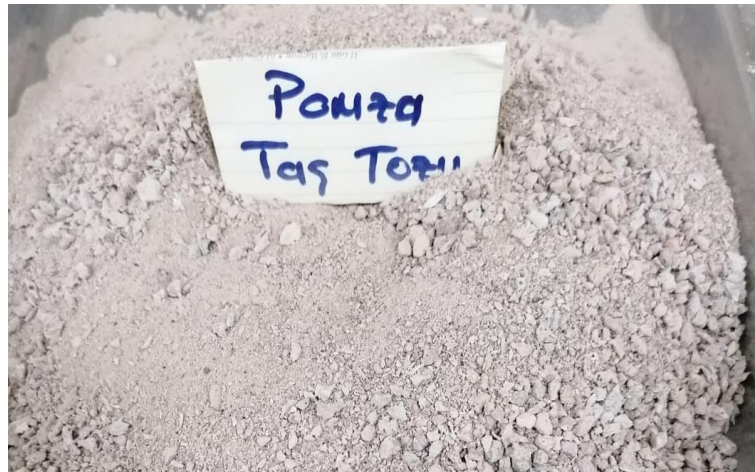
3.1 Malzeme Özellikleri

3.1.1 Elek altı pomza taş tozu

Çalışmada Aksaray Taşpınar mevkiinde yer alan taş ocağından elde edilen elek altı atık pomza taş tozu ağırlıkça %6, %18, %30 oranlarında beton karışımı içerisinde kullanılarak dayanım ve ısıl geçirimlilik özellikleri incelenmiştir. Aşağıda gösterilmiş olan Şekil 3.1’de elek altı pomza taş tozunun granülometri eğrisi, Şekil 3.2’de elek altı atık pomza taş tozunun öğütülmüş hali yer almaktadır.



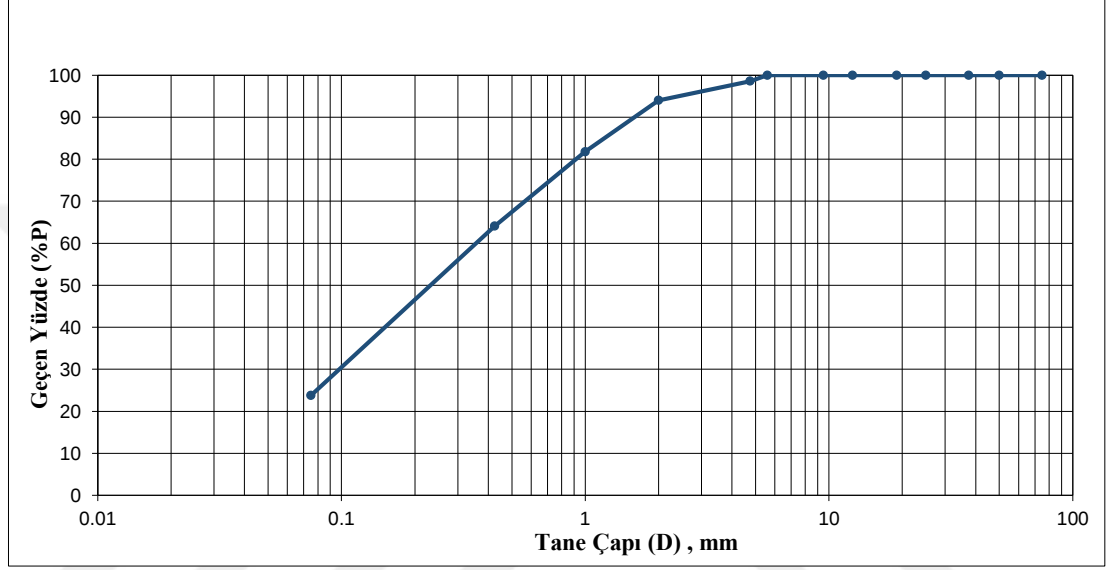
Şekil 3.1. Elek altı pomza taş tozunun granülometrisi.



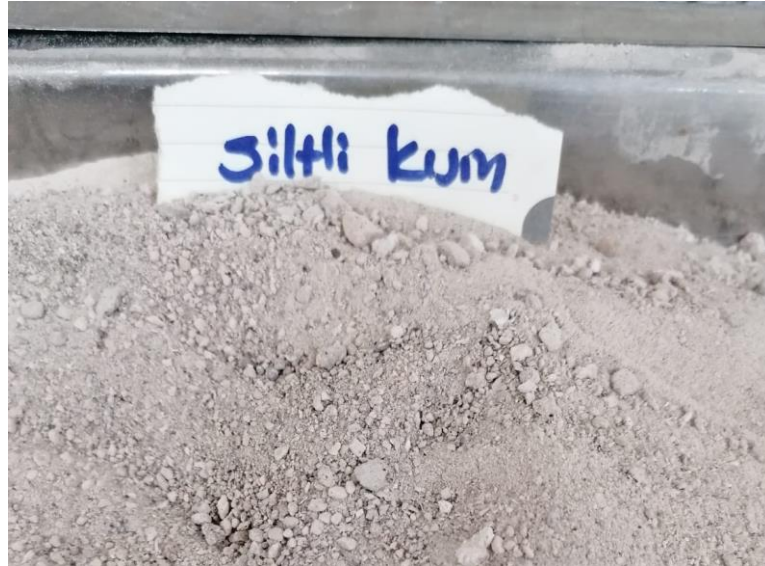
Şekil 3.2. Elek altı atık pomza taş tozu.

3.1.2 Elek altı pomza siltli kumu

Çalışmada Aksaray Taşpınar mevkiinde yer alan taş ocağından elde edilen elek altı atık pomza siltli kumu ağırlıkça %6, %18, %30 oranlarında beton karışımı içerisinde kullanılarak dayanım ve ısıl geçirimlilik özellikleri incelenmiştir. Aşağıda Şekil 3.3'te elek altı pomza siltli kumunun granülometri eğrisi, Şekil 3.4'te elek altı atık pomza siltli kumunun öğütülmüş hali görülmektedir.



Şekil 3.3. Elek altı pomza siltli kumunun granülometri eğrisi.



Şekil 3.4. Elek altı atık pomza siltli kumu.

3.1.3 Mermer tozu

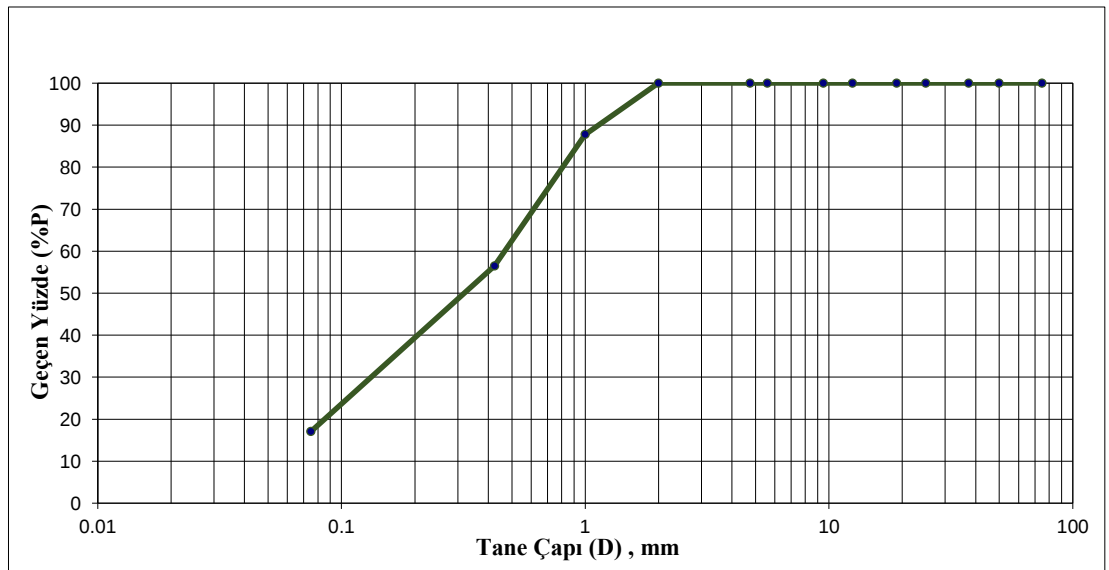
Çalışmada Niğde Mertaş yapı kimyasalları tesisinden temin edilen Çizelge 3.1’te fiziksel özellikleri, Çizelge 3.2’te kimyasal özellikleri, Şekil 3.5’te granülometri eğrisi, Şekil 3.6’da verilen mermer tozu ağırlıkça %6, %18, %30 karışım oranlarında beton karışımlarında kullanılarak dayanım ve ısı özellikleri incelenmiştir.

Çizelge 3.1. Mermer tozu fiziksel özellikleri.

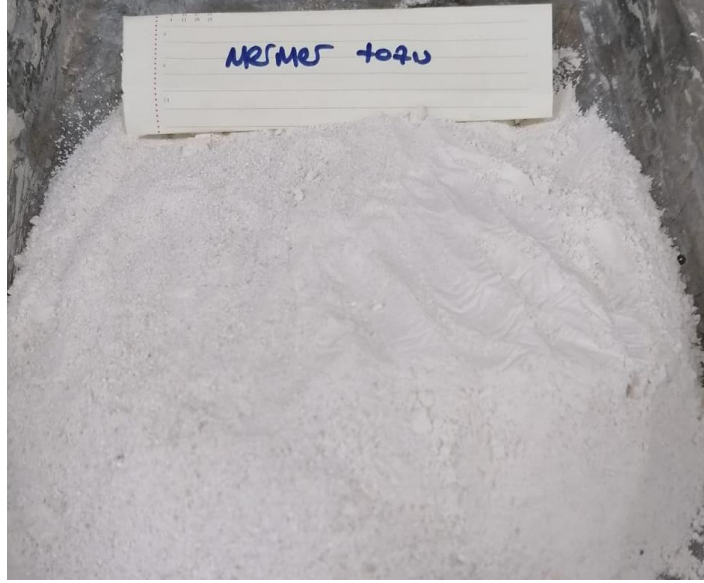
Fiziksel Özellikler	
Sertlik(Mohs)	3
Özgül Ağırlık	2.7
Beyazlık	%98.5
Parlaklık	%97
pH Değeri	8.7
Nem	%0.3
Yağ Emme	%16
DOP Emme	%18

Çizelge 3.2. Mermer tozu kimyasal özellikleri.

Kimyasal Özellikler (%)	
CaO	54.25
MgO	0.43
Fe ₂ O ₃	0.10
Al ₂ O ₃	0.20
SiO ₂	0.88
CO ₂	44.14
CaCO ₃	98.25



Şekil 3.5. Mermer tozu granülometri eğrisi.



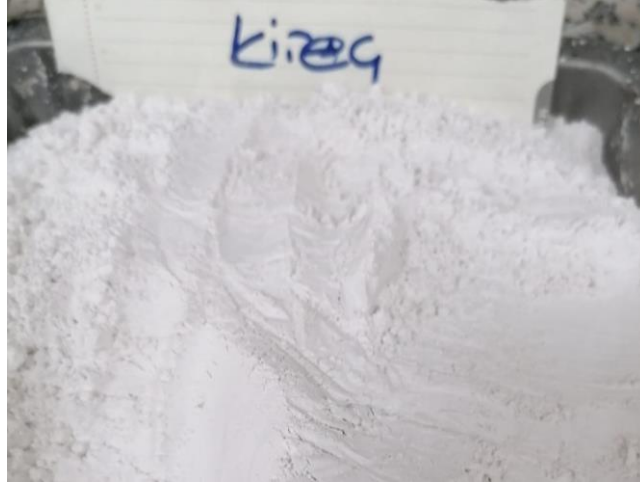
Şekil 3.6. Mermer tozu.

3.1.4 Kireç

Aşağıda Çizelge 3.3'te özellikleri verilen Şekil 3.7'deki CL 80-S söndürülmüş toz kalsiyum kireci Erciyes Kireç, Kireç ve Tuğla Kimya San. A.Ş. temin edilerek beton karışımlarında ağırlıkça %6, %18, %30 oranlarında kullanılmıştır.

Çizelge 3.3. Söndürülmüş kireç özellikleri.

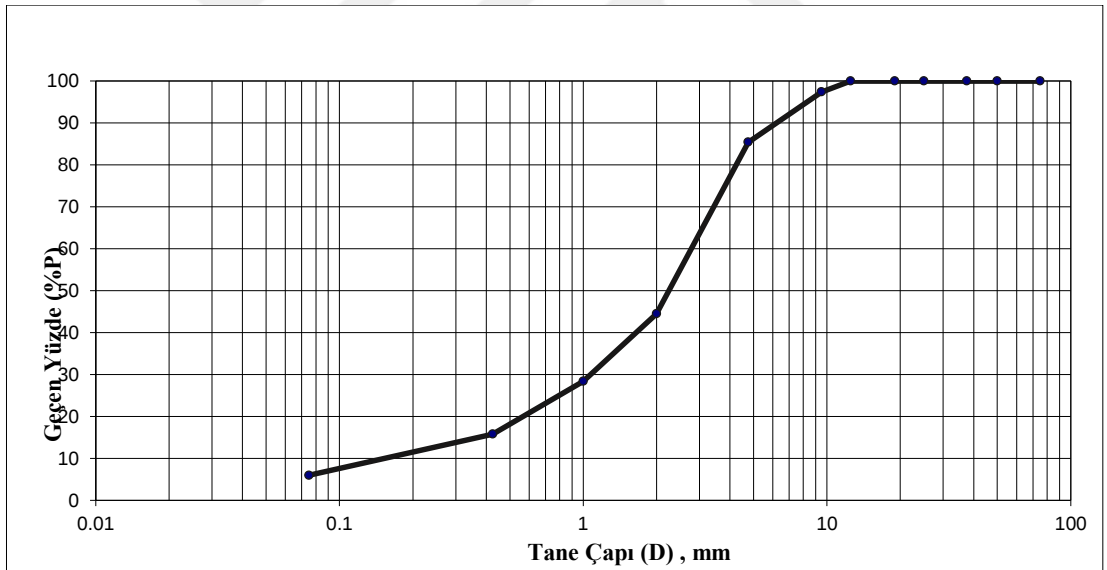
Temel Karakteristikler	Performans
Tane Büyüklüğü Dağılımı	
0.009mm	≤ 7
0.2mm	≤ 2
Hacim Sabitliği	≤ 2
Penetrasyon / Su ihtiyacı	≥ 10 ve ≤ 50
CaO+MgO	≥ 80
MgO	≤ 5
CO ₂	≤ 7
SO ₃	≤ 2
Serbest Kireç	≥ 65



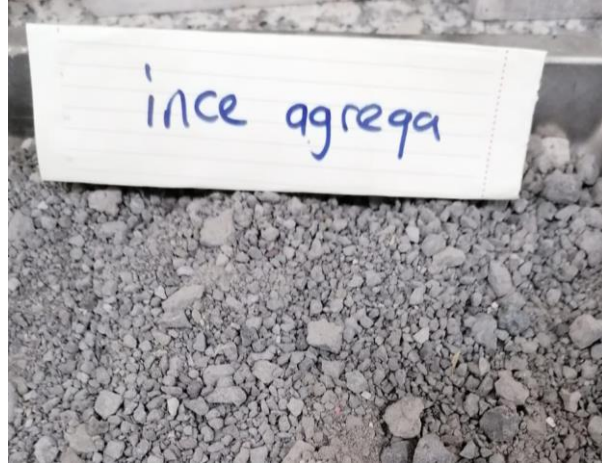
Şekil 3.7. Söndürülmüş toz kalsiyum kireci.

3.1.5 İnce kum

Numunelerin hazırlanmasında kullanılan Şekil 3.9’da görülen ince kumun tane dağılımı aşağıda Şekil 3.8’de verilmiştir.



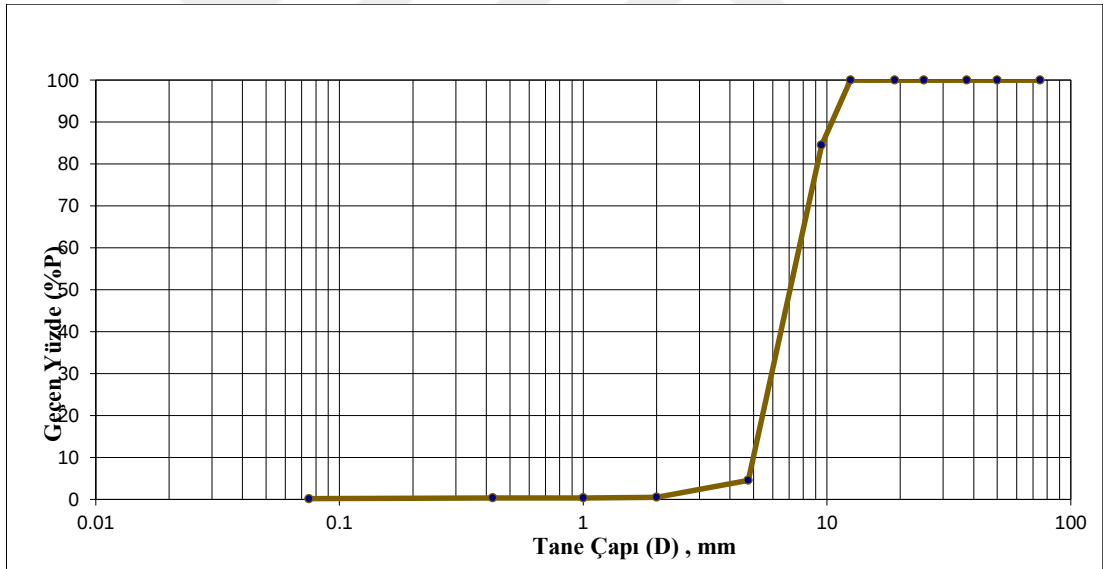
Şekil 3.8. İnce kum granülometri eğrisi.



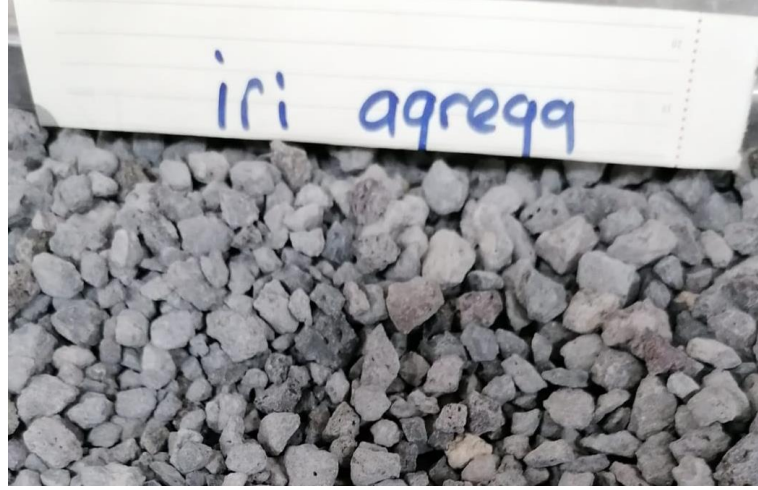
Şekil 3.9. İnce kum.

3.1.6 Çakıl

Numunelerin hazırlanmasında kullanılan Şekil 3.11’de görülen çakılın tane dağılımı aşağıda Şekil 3.10’da verilmiştir.



Şekil 3.10. Çakıl granülometri eğrisi.



Şekil 3.11. Çakıl.

3.1.7 Çimento

Beton numunelerinin elde edilmesinde bağlayıcı madde olarak CEM IV/B(P) 32.5R pozolanik çimento kullanılmıştır. Kullanılan çimentonun özellikleri Çizelge 3.4’te verilmiştir.

Çizelge 3.4. Çimento özellikleri.

Standard Kimyasal Özellikler	
SO ₃	≤ % 3.5
Cl-	≤ % 0.1
Standard Fiziksel Özellikler	
Priz Başlama Süresi	≥ 75 dk
Genleşme	≤ 10 mm
7 Günlük dayanım	≥ 16 MPa
28 Günlük dayanım	≥ 32.5 MPa ≤ 52.5 MPa
Pozolanik Özellik	Olumlu
Diğer Özellikler	
Özgül Yüzey (Blaine)	5500-5800 cm ² /g
Yoğunluk	2.75-2.80

3.1.8 Karışım suyu

Çalışmada, beton karma suyu olarak Aksaray Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Geoteknik Laboratuvarında kullanılan şebeke suyu kullanılmıştır.

3.1.9 Sıcaklık ölçer

Temassız noktasal olarak -50 °C ile 750 °C aralığında ölçüm yapabilen termometrenin teknik özellikleri aşağıda Çizelge 3.5’te verilmiştir.

Çizelge 3.5. Kızılötesi sıcaklık ölçer özellikleri.

Sıcaklık Aralığı	-50 °C ~750 °C(-58 °F~ -1382 °F)
Kesinlik	0°C~750°C(-58°F~-1382°F): ±1.5°C(±2.7 °F) -50 °C ~0 °C(-58°F~-32°F): ±3°C(±5 °F)
Çözünürlük	0.1 °C-0.1 °F
Tekrarlanabilirlik	%1
Tepki süresi	500m sn %95 tepki
Hayali tepki	8um-14um
Emisyon	0.1~1 ayarlanabilir (0,95 ön ayarlı)
Ortam sıcaklığı	0~40 °C(32 °F ~104 °F)
Ortam nemi	%10~%95 yoğuşmasız 30 °C(86 °F)’ e kadar

3.1.10 Sıcak hava tabancası

Çalışmalarda üç farklı sıcaklık kademesinde ısı verebilen sıcak hava tabancasının özellikleri aşağıda Çizelge 3.6’da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Sıcak hava tabancası özellikleri

Güç(W)	1800
Sıcaklık Kademeleri(°C)	50 / 300 / 600
Hava Akımı(lt/dk)	200 / 350 / 500
Ağırlığı(kg)	0.53

3.2 Deneysel Çalışmalar

3.2.1 Elek analizi

Çalışmalarda kullanılacak Şekil 3.12’de verilen elek altı pomza taş tozu, elek altı pomza siltli kumu, mermer tozu, ince kum ve çakılın tane dağılımını belirlemek için TS EN 933-1 standardına uygun olarak Şekil 3.13’te elek analizi deneyi yapılmıştır (TS EN 933-1,2009).



Şekil 3.12. Elek analizinde kullanılacak malzemeler.



Şekil 3.13. Elek analizi deneyi.

3.2.2 Numunelerin hazırlanması

TS EN 206 standardına uygun olarak C25 beton sınıfı referans alınarak aşağıda verilen Çizelge 3.7’de elek altı pomza taş tozu, Çizelge 3.8’de elek altı pomza siltli kumu, Çizelge 3.9’da mermer tozu ve Çizelge 3.10’da kireç ağırlıkça %6, %18 ve %30 karışım oranları ile numune karışımları hazırlanmıştır. Her karışım oranından ayrı ayrı üçer tane 15cmx15cmx15cm boyutunda Şekil 3.14’te gösterildiği gibi, küp numuneler dökülerek bir gün sonra kalıptan çıkarılıp 28 gün küre tabii tutularak dayanım deneyleri için hazırlanmıştır. Her karışım oranından ayrı ayrı ikişer tane 40cmx40cmx1.5cm boyutlarında levhalar dökülerek ısıl özellikleri incelenmiştir (TS EN 206, 2013).

Çizelge 3.7. Pomza taş tozu içerikli numunelerin karışım oranları.

Oranlar	Pomza Taş Tozu	Çakıl	İnce Kum	Su	Çimento	Toplam Ağırlık
6%	430	1320	2640	1250	1500	7140
18%	1220	934	1868	1250	1500	6772
30%	2040	667	1334	1250	1500	6791

Çizelge 3.8. Pomza siltli kumu içerikli numunelerin karışım oranları.

Oranlar	Pomza Siltli Kum	Çakıl	İnce Kum	Su	Çimento	Toplam Ağırlık
6%	430	1320	2640	1250	1500	7140
18%	1220	934	1868	1250	1500	6772
30%	2040	667	1334	1250	1500	6791

Çizelge 3.9. Mermer tozu içerikli numunelerin karışım oranları.

Oranlar	Mermer Tozu	Çakıl	İnce Kum	Su	Çimento	Toplam Ağırlık
6%	430	1320	2640	1250	1500	7140
18%	1220	934	1868	1250	1500	6772
30%	2040	667	1334	1250	1500	6791

Çizelge 3.10. Kireç içerikli numunelerin karışım oranları.

Oranlar	Kireç	Çakıl	İnce Kum	Su	Çimento	Toplam Ağırlık
6%	430	1320	2640	1250	1500	7140
18%	1220	934	1868	1250	1500	6772
30%	2040	667	1334	1250	1500	6791



Şekil 3.14. Numunelerin hazırlanması.

3.2.3 Tek eksenli basınç dayanımı deneyi

C25 Referans alınarak yürütülen çalışmada ağırlıkça %6, %18, %30 oranlarında; elek altı pomza taş tozu, elek altı pomza siltli kumu, kireç ve mermer tozu içerikli beton numunelerinin tek eksenli basınç dayanımları, TS EN 12390 standardına uygun olarak 200 ton yükleme kapasitesine sahip kalibrasyonlu bir hidrolik preste kırılarak belirlenmiştir. (TS EN 12390,2010) Aşağıda Şekil 3.15’te hidrolik presle tek eksenli basınç dayanımı deneyi gösterilmiştir. Elde edilen yükler 3.1’deki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\sigma = P/A \quad (3.1)$$

σ = Basınç dayanımı (N/mm², MPa)

P = Kırılma anındaki yük değeri (N)

A = Basınç uygulanan kesit alanı (mm²)



Şekil 3.15. Hidrolik presle basınç dayanımı deneyi.

3.2.4 Kuru birim hacim ağırlık ve su emme değerlerinin belirlenmesi

Bu deneyde kuru birim ağırlık ve su emme ASTM C 67-08 standartlarına uygun olarak hesaplanmıştır (ASTM C 67-08, 2012). Kalıptan çıkarılan numuneler 24 saat suda bekletildikten sonra bütün yüzeyleri bezle kurulanmıştır. Daha sonra terazide tartılarak doymun kuru yüzey ağırlıkları belirlenmiştir. Aynı numuneler etüvde 24 saat boyunca 110 °C’de kurutulmuş ve ağırlıkları tartılmıştır. Eşitlik 3.2 ve 3.3 kullanılarak numunelerin kuru birim hacim ağırlıkları ve su emmeleri hesaplanmıştır.

Kuru birim hacim ağırlık;

$$\rho_k = W_k / V \quad (3.2)$$

ρ_k =Kuru birim hacim ağırlık (gr/cm³)

W_k = Kuru ağırlık (gr)

V = Numune hacmi (cm³)

Ağırlıkça yüzde su emme oranı;

$$S_a = ((W_d - W_k) / W_k) \times 100 \quad (3.3)$$

S_a = Ağırlıkça yüzde su emme (%)

W_d = Doygun kuru yüzey ağırlık (gr)

W_k = Kuru ağırlık (gr)

3.2.5 Levhanın iki yüzü arasındaki sıcaklık farkının belirlenmesi

Ağırlıkça %6, %18, %30 oranlarında; elek altı pomza taş tozu, elek altı pomza siltli kumu, mermer tozu ve kireç kullanılarak 40cmx40cmx1.5cm boyutlarında dökülen levha numunelerinin bir yüzeyinden sıcak hava tabancası ile 600 °C ısı verilerek ön ve arka yüzünden lazerli sıcaklık ölçerlerle ölçümler yapılarak döküm yapılan levhaların iki yüzü arasındaki ısı geçirgenliği gözlemlenmiştir. Isının dağılımı önlenemediği için kaynaktan çıkan sıcaklık değeri 600 °C olmasına rağmen numunelerin yüzeylerine gelen sıcaklık değeri 300 °C civarındadır. Aşağıda Şekil 3.16' da yalıtımsız deney düzeneği verilmiştir.



Şekil 3.16. Yalıtımsız deney düzeneği.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Numunelerin Basınç Dayanımı Değerleri

Bu tez çalışmasında numunelerin hazırlanmasında C25/30 beton sınıfı referans alınarak ağırlıkça %6, %18, %30 karışım oranlarında elek altı pomza taş tozu, elek altı pomza siltli kumu, mermer tozu ve kireç kullanılmıştır. Numunelere 28 gün kür uygulandıktan sonra dayanımlarını belirlemek için tek eksenli basınç dayanımı deneyi yapılmıştır. Numunelerin tek eksenli basınç dayanımı deneyi sonucunda elde edilen dayanım değerlerinin ortalamaları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Numunelerin ortalama basınç dayanımı değerleri.

NUMUNELER	ORT. DAYANIM DEĞERLERİ(MPa)
REFERANS	25
%6 POMZA TAŞ TOZU	13.5
%18 POMZA TAŞ TOZU	11
%30 POMZA TAŞ TOZU	9.5
%6 POMZA SİLTİLİ KUM	10
%18 POMZA SİLTİLİ KUM	7.5
%30 POMZA SİLTİLİ KUM	4.5
%6 MERMER TOZU	16
%18 MERMER TOZU	15
%30 MERMER TOZU	13
%6 KİREÇ	7.5
%18 KİREÇ	4
%30 KİREÇ	2

4.2 Numunelerin Kuru Birim Hacim Ağırlıkları ve Su Emme Değerleri

Hazırlanan numunelerin kuru birim hacim ağırlıkları ve su emme değerleri aşağıda Çizelge 4.2’ de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Numunelerin kuru birim ağırlık ve ağırlıkça su emme değerleri.

Numuneler	Kuru Birim Ağırlık(gr/cm3)			Ağırlıkça Su Emme Oranı(%)		
	%6	%18	%30	%6	%18	%30
Pomza Taş Tozu	1.99	1.85	1.71	4.84	5.90	8.39
Pomza Siltli Kumu	1.98	1.91	1.77	5.20	5.31	7.59
Mermer Tozu	2.09	2.02	1.94	4.09	4.48	6.22
Kireç	1.92	1.65	1.42	7.18	12.72	20.08

4.3 Levhaların İki Yüzü Arasındaki Sıcaklık Farkı Değerleri

Ağırlıkça %6, %18, %30 oranlarında; elek altı pomza taş tozu, elek altı pomza siltli kumu, mermer tozu ve kireç kullanılarak 40cmx40cmx1.5cm boyutlarında dökülen levha numunelerin ön yüzeyinden sıcak hava tabancası ile ısı verilerek ön ve arka yüzünden ölçülen sıcaklık değerleri ve iki yüz arasında oluşan sıcaklık farkları hesaplanarak levhaların ısıl geçirim özellikleri yüzdesel olarak; Çizelge 4.3'te referans numunenin, Çizelge 4.4'te %6 pomza taş tozu içerikli numunenin, Çizelge 4.5'te %18 pomza taş tozu içerikli numunenin, Çizelge 4.6'da %30 pomza taş tozu içerikli numunenin ısıl geçirgenlik yüzdeleri verilmiştir.

Çizelge 4.3. Referans numunesi ısıl geçirgenlik yüzdeleri.

REFERANS NUMUNESİ				
Dakikalar	Ön Yüz (°C)	Arka Yüz (°C)	Sıcaklık Farkı	Yüzdeler (%)
0'	21.3	21.3	0	0.00
1'	187	21.6	165.4	88.45
2'	208.1	46.9	161.2	77.46
3'	228.7	49.3	179.4	78.44
4'	260.1	72.8	187.3	72.01
5'	271.2	76.5	194.7	71.79
6'	275.4	99.1	176.3	64.02
7'	278.9	95.7	183.2	65.69
8'	281.3	98.9	182.4	64.84
9'	296.7	108.4	188.3	63.46
10'	303.4	109.1	194.3	64.04

Çizelge 4.4. %6 Pomza taş tozu içerikli numunenin ısı geçirgenlik yüzdeleri.

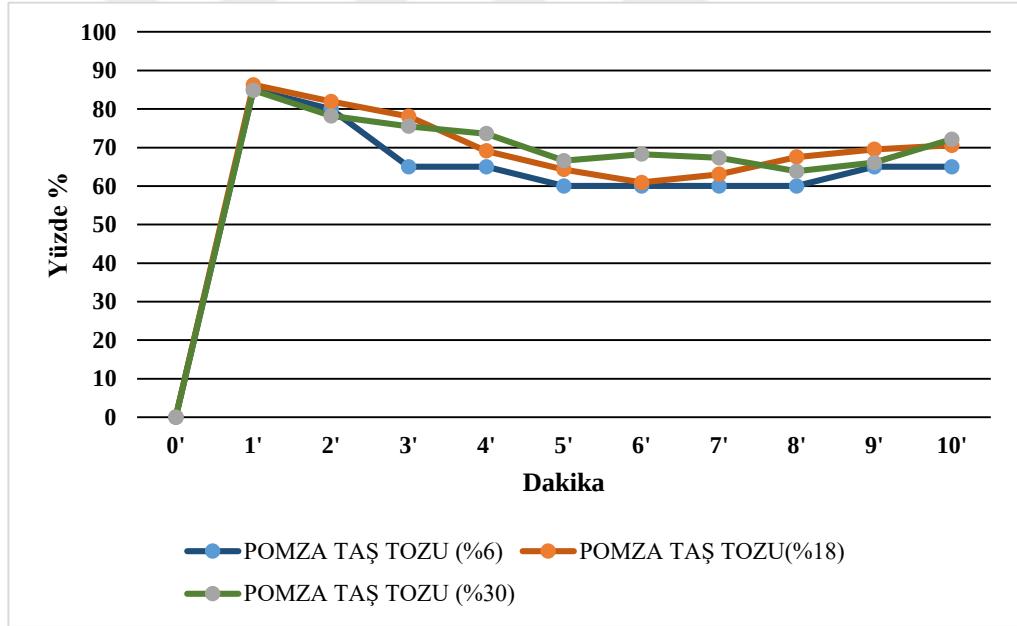
POMZA TAŞ TOZU (%6)				
Dakikalar	Ön Yüz (°C)	Arka Yüz (°C)	Sıcaklık Farkı	Yüzdeler (%)
0'	22.1	22.1	0	0.00
1'	172.8	27.5	145.3	84.09
2'	202.2	43.3	158.9	78.59
3'	210.3	73	137.3	65.29
4'	223.6	78.6	145	64.85
5'	235.7	94.7	141	59.82
6'	247.3	94.3	153	61.87
7'	251.1	101.3	149.8	59.66
8'	257.9	100.4	157.5	61.07
9'	264.6	97.2	167.4	63.27
10'	275.3	94.3	181	65.75

Çizelge 4.5. %18 Pomza taş tozu içerikli numunenin ısı geçirgenlik yüzdeleri.

POMZA TAŞ TOZU(%18)				
Dakikalar	Ön Yüz (°C)	Arka Yüz (°C)	Sıcaklık Farkı	Yüzdeler (%)
0'	22.2	22.2	0	0.00
1'	165.2	22.7	142.5	86.26
2'	169.9	30.7	139.2	81.93
3'	205.3	45	160.3	78.08
4'	214.4	66.2	148.2	69.12
5'	242.8	86.7	156.1	64.29
6'	234.4	91.6	142.8	60.92
7'	256.3	94.7	161.6	63.05
8'	263.3	85.5	177.8	67.53
9'	272.3	83	189.3	69.52
10'	281.2	82.8	198.4	70.55

Çizelge 4.6. %30 Pomza taş tozu katkılı numunenin ısı geçirgenlik yüzdeleri.

POMZA TAŞ TOZU (%30)				
Dakikalar	Ön Yüz (°C)	Arka Yüz (°C)	Sıcaklık Farkı	Yüzde (%)
0'	22.1	22.1	0	0.00
1'	146.7	22.2	124.5	84.87
2'	165.3	36	129.3	78.22
3'	184.9	45.3	139.6	75.50
4'	221.7	58.5	163.2	73.61
5'	233	77.9	155.1	66.57
6'	256.4	81.3	175.1	68.29
7'	264.7	86.5	178.2	67.32
8'	265.7	96.1	169.6	63.83
9'	269.9	91.5	178.4	66.10
10'	291.2	81.1	210.1	72.15



Şekil 4.1. Değişen pomza taş tozu oranlarına göre sıcaklık farkı yüzdeleri.

Yukarıda Şekil 4.1'de değişen pomza taş tozu oranlarına göre numunelerin her dakikadaki iki yüzü arasında oluşan sıcaklık farkı değerleri yüzdesel olarak verilmiştir.

Pomza siltli kumu ile hazırlanan numunelerin her dakikada verilen ısı sonucunda iki yüzey arasında ölçülen sıcaklık farkları yüzdesel olarak; Çizelge 4.7’de %6 pomza siltli kumu katkılı numunenin, Çizelge 4.8’de %18 pomza siltli kumu katkılı numunenin, Çizelge 4.9’da %30 pomza siltli kumu katkılı numunenin ısıl geçirgenlik yüzdeleri verilmiştir.

Çizelge 4.7. %6 Pomza siltli kumu katkılı numunenin ısıl geçirgenlik yüzdeleri.

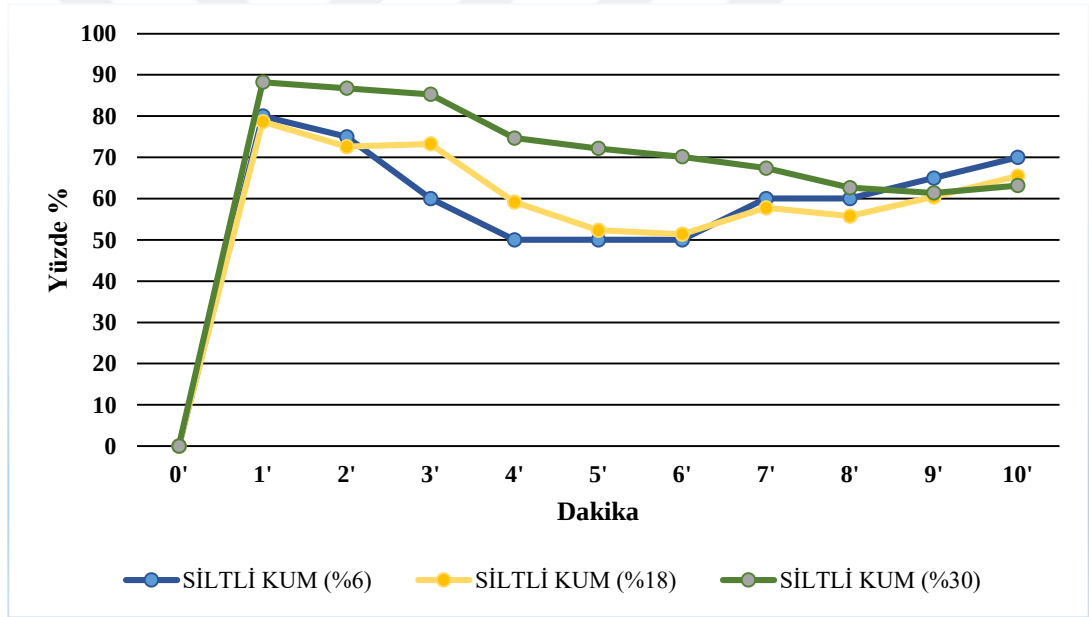
SİLTİLİ KUM (%6)				
Dakikalar	Ön Yüz (°C)	Arka Yüz (°C)	Sıcaklık Farkı	Yüzdeler (%)
0'	20.5	20.5	0	0.00
1'	123.1	23	100.1	81.32
2'	147.8	39.7	108.1	73.14
3'	169.3	69.1	100.2	59.18
4'	182.8	90.1	92.7	50.71
5'	204.9	100.8	104.1	50.81
6'	195.5	102.1	93.4	47.77
7'	251.3	105.8	145.5	57.90
8'	261.3	102.1	159.2	60.93
9'	282.7	101	181.7	64.27
10'	310.2	96.6	213.6	68.86

Çizelge 4.8. %18 Pomza siltli kumu katkılı numunenin ısıl geçirgenlik yüzdeleri.

SİLTİLİ KUM (%18)				
Dakikalar	Ön Yüz (°C)	Arka Yüz (°C)	Sıcaklık Farkı	Yüzdeler (%)
0'	22.2	22.2	0	0.00
1'	107.7	23	84.7	78.64
2'	123.6	33.9	89.7	72.57
3'	185.7	49.7	136	73.24
4'	190.8	77.9	112.9	59.17
5'	181.1	86.3	94.8	52.35
6'	190.8	92.8	98	51.36
7'	235.7	99.5	136.2	57.79
8'	217.7	96.3	121.4	55.76
9'	247.4	98	149.4	60.39
10'	286.7	99	187.7	65.47

Çizelge 4.9. %30 Pomza siltli kumu katkılı numunenin ısı geçirgenlik yüzdeleri.

SİLTİLİ KUM (%30)				
Dakikalar	Ön Yüz (°C)	Arka Yüz (°C)	Sıcaklık Farkı	Yüzdeler (%)
0'	21	21	0	0.00
1'	180.3	21.2	159.1	88.24
2'	184.4	24.4	160	86.77
3'	199.8	29.4	170.4	85.29
4'	222.4	56.3	166.1	74.69
5'	229.9	64	165.9	72.16
6'	236.4	70.6	165.8	70.14
7'	245.5	80.1	165.4	67.37
8'	258.7	96.6	162.1	62.66
9'	269.3	104	165.3	61.38
10'	307.2	113.2	194	63.15



Şekil 4.2. Değişen pomza siltli kumu oranlarına göre sıcaklık farkı yüzdeleri.

Pomza siltli kumu oranlarına göre numunelerin her dakikadaki iki yüzü arasında oluşan sıcaklık farkı değerleri yüzdesel olarak Şekil 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.10. %6 Mermer tozu katkılı numunenin ısı geçirgenlik yüzdeleri.

MERMER TOZU (%6)				
Dakikalar	Ön Yüz (°C)	Arka Yüz (°C)	Sıcaklık Farkı	Yüzdeler (%)
0'	21	21	0	0.00
1'	175.6	22	153.6	87.47
2'	203.2	33.1	170.1	83.47
3'	221.2	49.3	171.9	77.71
4'	236.3	63.3	173	73.21
5'	252.6	84.2	168.4	66.67
6'	249.1	90.6	158.5	63.63
7'	264.4	102.3	162.1	61.31
8'	254.8	104.9	149.9	58.83
9'	245.7	106.8	138.9	56.53
10'	249.9	108.6	141.3	56.54

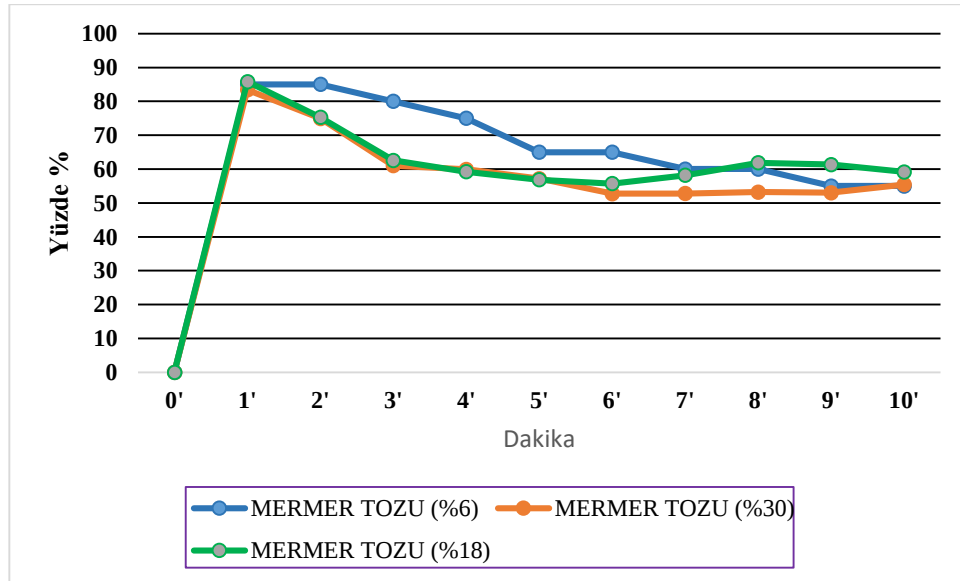
Çizelge 4.11. %18 Mermer tozu katkılı numunenin ısı geçirgenlik yüzdeleri.

MERMER TOZU (%18)				
Dakikalar	Ön Yüz (°C)	Arka Yüz (°C)	Sıcaklık Farkı	Yüzdeler (%)
0'	21.4	21.4	0	0.00
1'	185.4	26.3	159.1	85.81
2'	194.3	48	146.3	75.30
3'	218.6	81.8	136.8	62.58
4'	234.2	95.5	138.7	59.22
5'	239.3	103.2	136.1	56.87
6'	248.4	110	138.4	55.72
7'	254.4	106.4	148	58.18
8'	268	102.2	165.8	61.87
9'	269.2	104	165.2	61.37
10'	263	107.4	155.6	59.16

Çizelge 4.12. %30 Mermer tozu katkılı numunenin ısıl geçirgenlik yüzdeleri.

MERMER TOZU (%30)				
Dakikalar	Ön Yüz (°C)	Arka Yüz (°C)	Sıcaklık Farkı	Yüzdeler (%)
0'	21.6	21.6	0	0.00
1'	148.5	24.6	123.9	83.43
2'	181	45.3	135.7	74.97
3'	195.6	76.3	119.3	60.99
4'	222.7	89.2	133.5	59.95
5'	239.7	102.6	137.1	57.20
6'	226.2	106.9	119.3	52.74
7'	232.3	109.7	122.6	52.78
8'	231.9	108.5	123.4	53.21
9'	240.5	113	127.5	53.01
10'	247.8	110.4	137.4	55.45

Mermer tozu katkısı ile hazırlanan numunelerin her dakikada verilen ısı sonucunda iki yüzey arasında ölçülen sıcaklık farkları yüzdesel olarak; Çizelge 4.10'da %6 mermer tozu katkılı numunenin, Çizelge 4.11'de %18 mermer tozu katkılı numunenin, Çizelge 4.12'de %30 mermer tozu katkılı numunenin ısıl geçirgenlik yüzdeleri verilmiştir. Değişen mermer tozu oranlarına göre numunelerin her dakikadaki iki yüzü arasında oluşan sıcaklık farkı değerleri yüzdesel olarak Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.3. Değişen mermer tozu oranlarına göre sıcaklık farkı yüzdeleri.

Çizelge 4.13. %6 Kireç katkılı numunenin ısıl geçirgenlik yüzdeleri.

KİREÇ (%6)				
Dakikalar	Ön Yüz (°C)	Arka Yüz (°C)	Sıcaklık Farkı (Δ°C)	Yüzdeler (%)
0'	21.1	21.1	0	0.00
1'	121.8	21.2	100.6	82.59
2'	134.5	26	108.5	80.67
3'	136.7	34	102.7	75.13
4'	158.8	40.8	118	74.31
5'	156.7	49.6	107.1	68.35
6'	164.8	55.8	109	66.14
7'	171.1	65.7	105.4	61.60
8'	167.6	69.7	97.9	58.41
9'	172.6	72.4	100.2	58.05
10'	176.2	75.6	100.6	57.09

Çizelge 4.14. %18 Kireç katkılı numunenin ısıl geçirgenlik yüzdeleri.

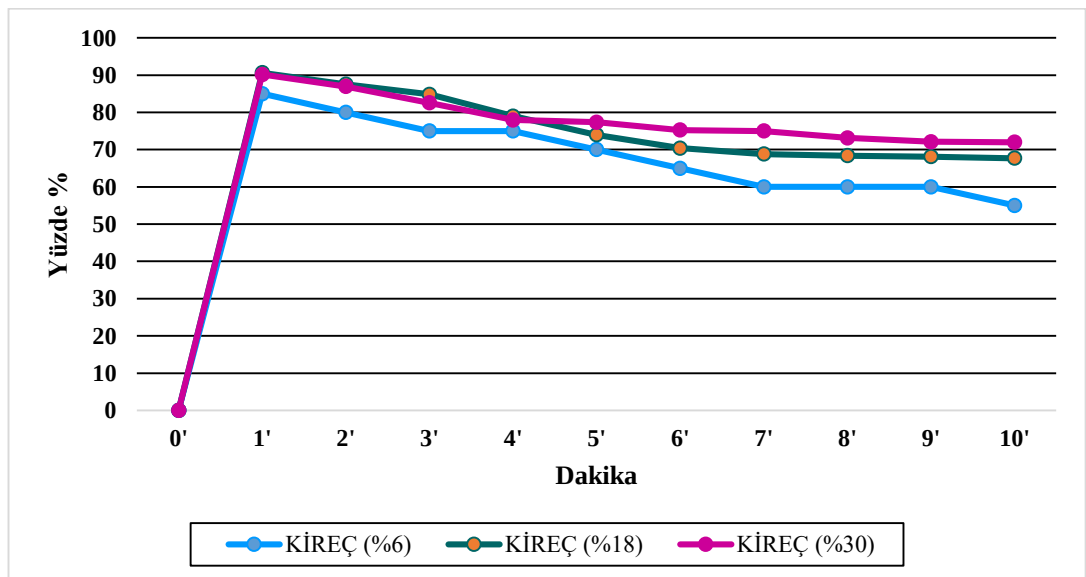
KİREÇ (%18)				
Dakikalar	Ön Yüz (°C)	Arka Yüz (°C)	Sıcaklık Farkı (Δ°C)	Yüzdeler (%)
0'	21.6	21.6	0	0.00
1'	237	22.2	214.8	90.63
2'	243.6	30.3	213.3	87.56
3'	283.7	43	240.7	84.84
4'	248.5	52.2	196.3	78.99
5'	264.5	68.9	195.6	73.95
6'	271	80.2	190.8	70.41
7'	278	86.7	191.3	68.81
8'	277.7	87.8	189.9	68.38
9'	278.6	88.8	189.8	68.13
10'	279.3	90.2	189.1	67.70

Çizelge 4.15. %30 Kireç katkılı numunenin ısıl geçirgenlik yüzdeleri.

KİREÇ (%30)				
Dakikalar	Ön Yüz (°C)	Arka Yüz (°C)	Sıcaklık Farkı (Δ°C)	Yüzdeler (%)
0'	22	22	0	0.00
1'	235.7	23.2	212.5	90.16
2'	245.3	32	213.3	86.95
3'	256.8	44.8	212	82.55
4'	280.6	61.8	218.8	77.98
5'	303.1	68.6	234.5	77.37
6'	295.4	73.1	222.3	75.25
7'	315.5	78.9	236.6	74.99
8'	310.4	83.4	227	73.13
9'	313.3	87.3	226	72.14
10'	314.1	88	226.1	71.98

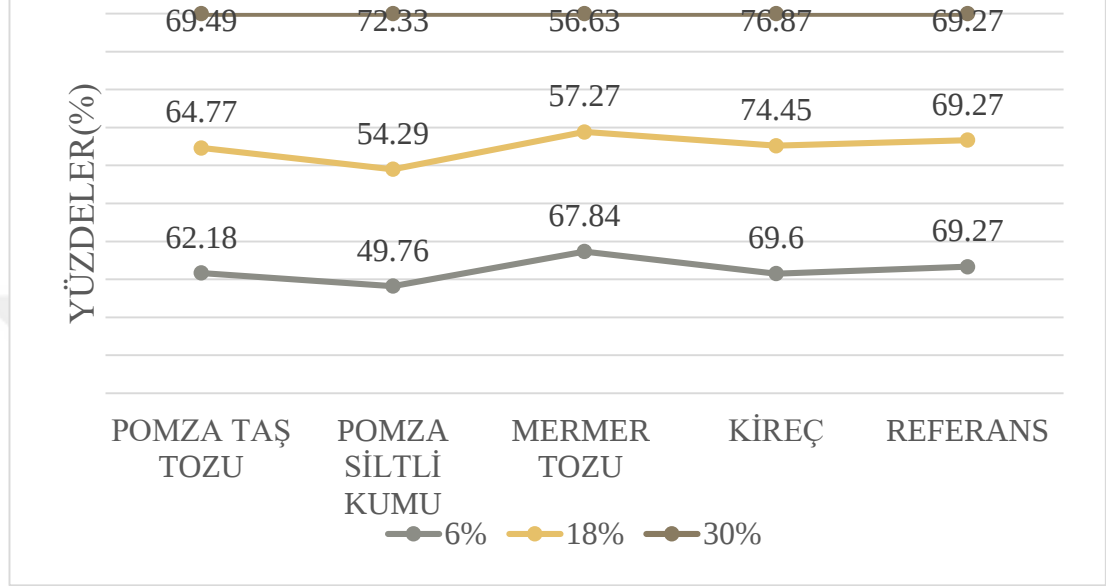
Kireç katkısı ile hazırlanan numunelerin her dakikada verilen ısı sonucunda iki yüzey arasında ölçülen sıcaklık farkları yüzdesel olarak; Çizelge 4.13'te %6 kireç katkılı numunenin, Çizelge 4.14'te %18 kireç katkılı numunenin, Çizelge 4.15'te %30 kireç katkılı numunenin ısıl geçirgenlik yüzdeleri verilmiştir.

Değişen mermer tozu oranlarına göre numunelerin her dakikadaki iki yüzü arasında oluşan sıcaklık farkı değerleri yüzdesel olarak Şekil 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.4. Değişen kireç oranlarına göre sıcaklık farkı yüzdeleri.

Isıl geçirgenlik deneyine tabi tutulan numuneler değerlendirilirken, 10 dakika boyunca ısı testine tabi tutulan numunelerin ısı iletkenlik karakterlerini en belirgin şekilde yansıtmakta olan 4. dk, 5. dk, 6. dk yüzdesel sıcaklık farklarının ortalaması esas alınmıştır. Şekil 4.5'te numunelerin 4, 5 ve 6. dakikalardaki ortalama sıcaklık farkı yüzdeleri verilmiştir.



Şekil 4.5. Numunelerin 4, 5 ve 6. dakikalardaki ortalama sıcaklık farkı yüzdeleri.

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Ayrı ayrı dört farklı malzeme ile belirli karışım oranlarında oluşturulmuş olan, 15cmx15cmx15cm boyutlarındaki küp numuneler basınç dayanım deneyine tabi tutulmuş olup dayanım deneyi sonuçlarına göre numunelerin değerlendirilmesi aşağıda verilmiştir.

Pomza taş tozu ile ağırlıkça %6, %18,% 30 karışım oranları ile hazırlanmış olan numunelerin ortalama basınç dayanım değerlerinin sırası ile 13.5 MPa, 11 MPa, 9.5 MPa olduğu tespit edilmiştir. Bu değerler bize göstermektedir ki sabit çimento oranında hazırlanan karışımlarda agrega oranı azaltılıp pomza taş tozu oranı artırıldıkça numunelerin basınç dayanım değerleri düşmektedir.

Pomza siltli kumu ile ağırlıkça %6, %18,% 30 karışım oranları ile hazırlanmış olan numunelerin ortalama basınç dayanım değerlerinin sırası ile 10 MPa, 7.5 MPa, 4.5 MPa olduğu tespit edilmiştir. Bu değerler bize göstermektedir ki sabit çimento oranında hazırlanan karışımlarda agrega oranı azaltılıp pomza siltli kumu oranı artırıldıkça numunelerin ortalama basınç dayanımı değeri azalmaktadır. Pomza siltli kumu oranı ağırlıkça %18'in üzerine çıktığında numunelerin ortalama basınç dayanımı değeri belirgin bir biçimde azalmaktadır.

Mermer tozu ile ağırlıkça %6, %18,% 30 karışım oranları ile hazırlanmış olan numunelerin ortalama basınç dayanım değerlerinin sırası ile 16 MPa, 15 MPa, 13 MPa olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar çerçevesinde sabit çimento oranında hazırlanan karışımlarda agrega oranı azaltılıp mermer tozu oranı artırıldıkça numunelerin ortalama basınç dayanımı değeri azalmaktadır.

Kireç ile ağırlıkça %6, %18,% 30 karışım oranları ile hazırlanmış olan numunelerin ortalama basınç dayanım değerlerinin sırası ile 7.5 MPa, 4 MPa, 2 MPa olduğu tespit edilmiştir.

Numunelerin basınç dayanım değerleri incelendiğinde ağırlıkça % 6 mermer tozu ile hazırlanmış olan numunelerin ortalama basınç dayanımının en yüksek değeri verdiği görülmüştür. Mermer tozunu takiben diğer malzemeler arasında ağırlıkça %6 pomza taş tozu ile hazırlanan numunelerin ortalama basınç dayanımı değerinin 13.5 MPa ile en yüksek ikinci değeri verdiği görülmüştür.

Ağırlıkça %30 kireç ile hazırlanmış numunelerin ortalama basınç dayanımı değerinin 2 MPa ile numuneler içerisinde en düşük dayanım değeri verdiği görülmüştür. Mermer tozu, pomza taş tozu ve pomza siltli kumu ile hazırlanan numunelerin su emme değerlerinin birbirine yakın olmasına rağmen, kirecin su emme değeri diğer malzemelere göre çok daha yüksektir. Çimentonun su ile etkileşimi sırasında ortaya çıkan hidratasyon ısısı beraberinde numuneler içerisindeki suyun buharlaşarak makro ve mikro ölçeklerde boşluklar oluşmaktadır. Bu boşluklar kireç numunesinin basınç dayanımı değerlerinin düşük çıkmasına neden olmaktadır.

Ayrı ayrı dört farklı malzeme ile belirli karışım oranlarında oluşturulmuş olan, 40cmx40cmx1.5cm boyutlarındaki levha numunelerinin ısıl geçirgenlik özelliklerinin belirlenmesi için ön yüzünden ısı verilerek ön ve arka yüzündeki sıcaklık değerleri 10 dakika süre ile kayıt altına alınmış olup, yüzdesel sıcaklık farklarının değerlendirilmesi aşağıda verilmiştir.

Ayrı ayrı dört farklı malzeme ile oluşturulmuş olan ve ısıl geçirgenlik deneyine tabi tutulan numuneler değerlendirilirken, deneyin başlangıç ve bitiş zamanlarındaki ısı geçirgenlik değerlerindeki sapma hatalarını kalibre etmek için her bir döküm levhalarının 4, 5 ve 6. dakikalardaki ortalama yüzdesel sıcaklık farkları alınmıştır.

Pomza taş tozu ile ağırlıkça %6, %18,% 30 karışım oranları ile hazırlanmış olan levhaların 4, 5 ve 6. dakikalardaki iki yüzü arasındaki ortalama yüzdesel sıcaklık farkları sırasıyla %62.18, %64.77, %69.49 olduğu hesaplanmıştır.

Pomza siltli kumu ile ağırlıkça %6, %18,% 30 karışım oranları ile hazırlanmış olan levhaların 4, 5 ve 6. dakikalardaki iki yüzü arasındaki ortalama yüzdesel sıcaklık farkları sırasıyla %49.76, %54.29, %72.33 olduğu hesaplanmıştır.

Mermer tozu ile ağırlıkça %6, %18,% 30 karışım oranları ile hazırlanmış olan levhaların 4, 5 ve 6. dakikalardaki iki yüzü arasındaki ortalama yüzdesel sıcaklık farkları sırasıyla %67.84, %57.27, %56.63 olduğu hesaplanmıştır.

Kireç ile ağırlıkça %6, %18,% 30 karışım oranları ile hazırlanmış olan levhaların 4, 5 ve 6. dakikalardaki iki yüzü arasındaki ortalama yüzdesel sıcaklık farkları sırasıyla %69.6, %74.45, %76.87 olduğu hesaplanmıştır.

Referans levhanın 4, 5 ve 6. dakikalardaki iki yüzü arasındaki ortalama yüzdesel sıcaklık farkı %69.27 olarak hesaplanmıştır.

Görüldüğü üzere ayrı ayrı 4 farklı malzeme ile hazırlanmış olan levhaların mermer tozu içerikli numuneler hariç ağırlıkça karışım yüzdeleri arttıkça, levhaların iki yüzü arasındaki sıcaklık farkı yüzdeleri artmaktadır. Bu sebeple ısıl geçirgenlik davranışının daha iyi gözlemlenebilmesi için ağırlıkça %30 karışım oranları ile hazırlanan numuneler karşılaştırılmıştır.

Numunelerin ısıl geçirgenlik davranışları incelendiğinde ağırlıkça % 30 kireç ile hazırlanmış olan levhanın 4, 5 ve 6. dakikalardaki ortalama sıcaklık farkı yüzdesinin %76.87 ile en yüksek değeri verdiği görülmüştür. Kireci takiben ağırlıkça %30 pomza siltli kumu ile hazırlanan numunenin 4, 5 ve 6. dakikalardaki ortalama sıcaklık farkı yüzdesinin %72.33 ile en yüksek ikinci değeri verdiği görülmüştür. Ancak %30 pomza taş tozu ve %30 pomza siltli kumu içerikli numunelerin ortalama sıcaklık farkı yüzdeleri birbirine çok yakın olduğu için pomza taş tozu içerikli numunelerin dayanım değerleri pomza siltli kumu içerikli numunelerin dayanım değerlerinden daha yüksek olduğu için pomza taş tozu içerikli numunelerin kullanılması daha avantajlı olur.

Ağırlıkça %30 mermer tozu ile hazırlanmış numunenin 4, 5 ve 6. dakikalardaki ortalama sıcaklık farkı yüzdesinin %56.63 ile en düşük değeri verdiği görülmüştür. Mermer tozunun su emme değerinin düşük olması ve ortalama basınç dayanımı değerinin diğer malzemelere göre daha yüksek olması, malzemenin kullanılabilirliği açısından avantaj sağlamasına rağmen numune içerisindeki boşlukların büyük bir kısmını doldurması sebebi ile ısıyı daha çabuk karşı yüze aktarması ısıl geçirgenlik değerlerini olumsuz yönde etkilemektedir.

Sonuç olarak dört farklı malzeme ile ayrı ayrı hazırlanmış olan numunelerin basınç dayanımı, su emme ve ısıl geçirgenlik davranışları göz önüne alındığında pomza taş tozunun kullanılması diğer malzemelere göre daha avantajlı olmaktadır.

KAYNAKLAR

- Akça, M., Davraz, M.ve Kılınçarslan, Ş., 2018. Investigation of properties of foam concrete with pumice. Journal of Engineering Sciences and Design, 6, 1, 148–153.
- Arıcı, E., Gönen, T. ve Yazıcıoğlu, S., 2003. Pomza taşının kullanım alanları ve ekonomiye etkisi, F.Ü. DAUM Dergisi, 1, 118-123.
- ASTM C 67-08,2012. Test Methods of Sampling and Testing Brick and Structural Clay Tile, ASTM International, USA.
- Başpınar, E. ve Gündüz, L., 2006. İnşaat endüstrisinde kullanılan pomza agregalarının mineralojik ve petrografik özellikleri. Ulusal Kırmataş Sempozyumu, 2-4.
- Belli, O. 2007. Urartu Krallığı Döneminde Van Gölü'nün Güneyinde Demir Madenciliğinin Gelişimi”, II.Van Gölü Havzası Sempozyumu (04-07 Eylül 2006-Bitlis), Ankara: Bitlis Valiliği 1 Kültür ve Turizm Müdürlüğü Kültür Yayınları, 17.
- Binici, H., 2016. Atık mukavva, alçı, pomza, perlit, vermikülit ve zeolit ile yapılan kompozitlerin yangın direncinin araştırılması. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 31,1, 1-10.
- Çamlı, H. İ., ve Şahinkaya, S., 2018. Doğal bir taş olan pomza ile gürültü izolasyon malzemesi üretimi, Yüksek Lisans Tezi, NHBÜ., Fen Bilimleri Enstitüsü, Nevşehir.
- Davraz, M., Gündüz, L. ve Şapcı, N., 2005. Pomza madenciliği, endüstrisi ve Türkiye açısından önemi. Türkiye 19. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Fuarı, IMCET2005 İzmir, Türkiye, 397-407.
- Demirboğa, R. ve Gül, R., 2001. The Effects of Expanded Perlite Aggregate, Silica Fume and Fly Ash on The Thermal Conductivity of Lightweight Concrete, Cement and Concrete Research, 33, 723-727.
- Demirel, B. ve Keleştemur, O., 2011. Yüksek sıcaklığa maruz pomza ve silis dumanı katkılı betonların mekanik ve fiziksel özelliklerine kürün etkisi. Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, 7, 1-13.
- Denktaş, S., 2019. Uçucu küllerin bimsblok üretiminde kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Konya Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Konya.
- Elmastaş, N., 2012. Türkiye ekonomisi için önemi giderek artan bir maden: pomza (sünger taşı). Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 5.

- Erenson, C., ve Kalkan, M. (2021). An Investigation of the Void Structure of Lightweight Concrete Containing Waste Undersize Pumice Additive Using Nondestructive Methods. *Russian Journal of Nondestructive Testing*, 57, 8, 679-691.
- Erdem, S., Onan, C. ve Özkan, D.B., 2009. Yalıtım malzemesi kalınlığının ısı yalıtımına etkisi. *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, Sigma 27: 190-196.
- Erdoğan, Y., 2007. Asidik ve bazik pomzadan üretilen yapı malzemelerinin mühendislik özelliklerinin araştırılması, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Erdoğan, Y. ve Yaşar, E., 2005. Nevşehir pomzasından üretilen biriketlerin ısı ve ses iletkenlikleri açısından değerlendirilmesi, Türkiye 19. Uluslararası Madencilik Kongresi Ve Fuarı, İzmir, 375-384.
- Güdelek, Y., 2019. Senosfer ve bims agregalı, çimentolu hafif kompozitlerin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Sakarya.
- Gündüz, L., Hüseyin, A. ve Rota, A. 2001. Material characteristic analysis of occurrence of pumice in Turkey and in the world. In 4th Industrial Minerals Symposium. İzmir.175-188.
- Hossain, A., ve Khandaker, M., 2002. Properties of volcanic pumice based cement and lightweight concrete, *Cement and Concrete Research*, 34, 2, 283-291.
- Işık, E., Karaşin, A., ve Kayan, Y., 2020. Pomzadan imal edilmiş çelik lif katkılı bimsblokların mekanik özelliklerinin araştırılması. *DÜMF Mühendislik Dergisi*, 11, 2, Diyarbakır, 723-230.
- Işıkdag, B. ve Topçu, İ.B., 2008. Effect of expanded perlite aggregate on the properties of lightweight concrete. *Journal of Materials Processing Technology*, 204, 34–38.
- Kon, O., 2014. Farklı amaçlarla kullanılan binaların ısıtma ve soğutma yüklerine göre optimum yalıtım kalınlıklarının teorik ve uygulamalı olarak belirlenmesi, Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), 2021. Maden Kullanım Alanları. URL adres: <https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/maden-serisi/pomza.pdf>. Erişim tarihi: 05.06.2021.
- Nevruz, B., 2016. Çeşitli hafif agregalarla üretilen harçların fiziksel, mekanik ve durabilite özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Oğuz, T., 2019. Mikronize pomza tozu katkılı silikon dış cephe kaplama üretimi ve karakterizasyonun incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Adıyaman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adıyaman.

- Özkan, Ş., Tuncer, G. ve Twicer, G., 2001. Pomza madenciliğine genel bir bakış, 4. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 200-207.
- Palacı, Y., 2021. Borik asit katkılı pomza esaslı izolasyon malzemesi geliştirilmesi, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 37, 1, 399-405.
- Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezi (PAUM), 2015. Fizibilite Raporu. Nevşehir: Ahiler Kalkınma Ajansı. Erişim tarihi: 25.11.2021.
- Sancak, E. ve Tatlıdil, H., 2013. Pomza agregalı hafif betonların panel duvar üretiminde kullanılabilirliğinin araştırılması, S.D.U. International Journal of Technologic Sciences 5, Isparta, 87-94.
- Toklu, K., 2009. Pomza taşından üretilen bims blok kalitesinin arttırılma olanaklarının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- TS EN 206+A1, 2013. Beton-Özellik, performans, imalat ve uygunluk, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 933-1, 2009. Agregaların Geometrik Özellikleri İçin Deneyler, Bölüm-1, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 12390-3, 2010. Beton-Sertleşmiş beton deneyleri-Bölüm 3: Deney numunelerinin basınç dayanımının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Yolcu, C., 2018. Yüksek performanslı taşıyıcı hafif beton üretiminde pomza agregaların kullanılabilirliği, mekanik büyüklükleri ve uygulama kriterleri, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- URL-1 < https://tr.wikipedia.org/wiki/Pomza_ta%C5%9F%C4%B1>, Erişim Tarihi: 05.11.2021.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Esra BAYRAM

EĞİTİM BİLGİLERİ (Kurum ve Yıl)

Lisans : Erciyes Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
2014-2018

Yüksek Lisans : Aksaray Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim
Dalı, 2019-2022

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLERİ

1. MAG Yapı Denetim Ltd. Şti. / Yaz Stajı
2. KAY-YAP Yapı Analiz Laboratuvarı / 2021-Halen

TEZDEN ÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER

Kongrelerde Sunulan Makaleler

1. Erenson, C., Kalkan, M., Akbaba(Bayram), E., ve Terzi, N. U., 2020. Aksaray bölgesi atık elek altı pomza malzemesinin yapı malzemesi olarak değerlendirilmesi, 4. Uluslararası Erciyes Bilimsel Araştırmalar Kongresi, Kayseri.
2. Bayram, E., Kalkan, M., Erenson, C., ve Terzi, N. U., 2021. Elek altı atıl pomza malzemesi içeren beton numunelerinin su emme ve dayanım özelliklerinin incelenmesi, 7. Uluslararası Bilimsel Çalışmalar Kongresi, online.