



**DİATOMİT VE KÖMÜR CÜRUFU KATKILI  
POMZANIN TARIMSAL YAPILARDA DUVAR  
MALZEMESİ OLARAK KULLANILMASI  
OLANAKLARI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**

**İbrahim DUNDAR**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı**

**Prof. Dr. Fatih Mehmet KIZILOĞLU**

**2019**

**Her Hakkı Saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DIATOMİT VE KÖMÜR CÜRUFU KATKILI POMZANIN  
TARIMSAL YAPILARDA DUVAR MALZEMESİ OLARAK  
KULLANILMASI OLANAKLARI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**

**İbrahim DUNDAR**

**TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI**

**ERZURUM  
2019**

**Her hakkı saklıdır**



T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**DİATOMİT VE KÖMÜR CÜRUFU KATKILI POMZANIN TARIMSAL YAPILARDA DUVAR MALZEMESİ OLARAK KULLANILMASI OLANAKLARI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**

Prof. Dr. Fatih Mehmet KIZILOĞLU danışmanlığında, İbrahim DUNDAR tarafından hazırlanan bu çalışma 21.02.2019.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği /oy çokluğu** (.../...) ile kabul edilmiştir.

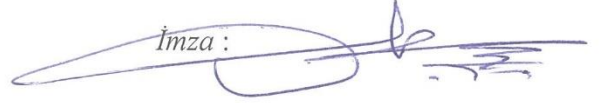
Başkan : Prof.Dr.Sırrı ŞAHİN

İmza : 

Üye : Prof.Dr.Sedat KARAMAN

İmza : 

Üye : Prof.Dr. Fatih Mehmet KIZILOĞLU

İmza : 

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu **28.03.2019** tarih ve **14 / 27** nolu kararı ile onaylanmıştır.

  
**Prof. Dr. Mehmet KARAKAN**  
Enstitü Müdürü

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### **DIATOMİT VE KÖMÜR CÜRUFU KATKILI POMZANIN TARIMSAL YAPILARDA DUVAR MALZEMESİ OLARAK KULLANILMASI OLANAKLARI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**

İbrahim DUNDAR

Atatürk Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman Prof. Dr. Fatih Mehmet KIZILOĞLU

Günümüz inşaat sektöründe kullanılacak olan duvar yapı malzemesinin hafif, yalıtımlı, kolay örülebilir, doğaya ve insan sağlığına uygun ve maliyeti düşük olması aranan özellikler arasında gelmektedir. Binalara gelen yüklerin az olması deprem kuşağındaki yerler için önem arz etmektedir. Hafif, doğal, gözenekli agregalardan uygun duvar malzemesi elde etmek için pomza (sünger taşı), volkan tüfleri, diatomit, kömür cürufu, genleştirilmiş kil, perlit, şist vb. hafif malzemelerle çeşitli çalışmalar yapılmaktadır.

Bu tez çalışmasında duvar yapı malzemesi olarak kullanılan blokbimslerin üretim aşamasında karışımda kullanılan pomzanın yerine belirli oranlarda Erzurum ili Tortum ilçesine bağlı Taşbaşıköyü Diatomit rezervinden alınan diatomit ve kalorifer kazanlarındaki ısıl işlemde sonra açığa çıkan kömür cürufu ilavesiyle yeni blokbimsler elde edilmiştir. Bu değişimle tarımsal yapılarda yeni duvar örgü malzemesi elde etme ve kullanılabilme potansiyeli araştırılmıştır.

Çalışmada, hacim olarak karışımdan %5, %10, %15, %20, %25, %30 oranında pomza çıkarılarak bunun yerine aynı oranlarda kömür cürufu ve diatomit ilave edilerek yeni karışımlar hazırlanmış ve bu karışımlardan blokbimsler üretilmiştir. Üretilen bu blokbimslere su kürrü uygulandıktan sonra örneklerin birim ağırlık, su emme oranları ve basınç dayanımları incelenmiştir.

Yapılan deneysel çalışmalardan elde edilen bulgular ve değerlendirmeler ışığında, diatomit katkılı blokbimslerin birim ağırlığının düşük, ancak basınç dayanımlarının da yetersiz olması nedeniyle yük taşımayan yapı elemanlarında dolgu ve yalıtım malzemesi olarak kullanılabilmesi, aynı zamanda agrega halinde dolgu malzemesi olarak da yararlanılabileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca doğal bir malzeme olması ve su emme özelliğinin yüksek olmasından dolayı hayvan barınaklarında özellikle gezinti alanlarında altlık olarak kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır.

**2019, 39 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Blokbims, Diatomit, Kömür Cürufu, Tarımsal Yapılar, Duvar Yapı Malzemeleri

## ABSTRACT

Master Thesis

### **A STUDY ON THE POSSIBILITIES OF USING DIATOMITE AND COAL SLAG ADDED PUMICE AS WALL MATERIALS IN AGRICULTURAL STRUCTURES**

İbrahim DUNDAR

Atatürk University  
Institute of Natural and Applied Sciences  
Department of Agricultural Structures and Irrigation

Advisor: Prof. Dr. Fatih Mehmet KIZILOĞLU

The wall construction materials that will be used in today's construction sector are desired to be light-weighted, better insulator, easily woven, suitable for nature and human health, and low cost. Having smaller loads on the building is important in earthquake-stricken areas. Various studies have been carried out in this direction to obtain suitable wall material from light, natural, porous rocks. These aggregates are listed under names such as pumice (pumice), volcanic tuff, diatomite, coal slag, expanded clay, perlite, schist etc.

In this thesis, new blockbims were obtained with the addition of diatomite from diatomit reserve of Taşbaşıköy / Tortum in the district of Erzurum province and coal slag released from central heating boilers instead of pumice used in the production of blockbims at the same ratios. This change has been investigated with the potential to obtain and use masonry materials with better properties in agricultural structures.

In the study, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% and 30% of the pumice volumetrically were removed and new mixtures were prepared by adding the same proportions of coal slag and diatomite to produce new blockbims from this new mixture. After the water curing was applied to these produced blockbims, unit weight, water absorption rates and compressive strengths of the samples were examined.

In the light of findings and evaluation results obtained from the experimental studies, it has been found that diatomite additives from Tortum blockbims reserves can be used in high-rise buildings due to their low unit weight, can be used as aggregate filling material and also can be used as floor in chicken poultry because of being a natural material and good water absorbent.

**2019, 39 pages**

**Keywords:** Blockbims, Diatomite, Coal Slag, Agricultural Constructions, Wall Building Materials

## TEŞEKKÜR

Çalışmama destek olan, değerli bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım danışman hocam Prof. Dr. Fatih Mehmet KIZILOĞLU'na, yine bu süreçte yardımlarını esirgemeyen Bölümümüz öğretim üyesi Prof. Dr. Sırrı ŞAHİN ile Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Üstün ŞAHİN'e, tez çalışmam boyunca desteklerini esirgemeyen, varlıklarını hep yanımda hissettiğim değerli aileme teşekkür ederim.

**İbrahim DUNDAR**

**Şubat, 2019**

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	viii
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ .....</b>	<b>3</b>
2.1. Agregalar .....	3
2.1.1. Hafif agregalar.....	4
2.1.1.a. Pomza .....	4
2.1.1.b. Diatomit.....	8
2.1.1.c. Kömür cürufu .....	11
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM.....</b>	<b>13</b>
3.1. Materyal.....	13
3.1.1. Kullanılan malzemeler .....	13
3.1.1.a. Pomza .....	13
3.1.1.b. Diatomit.....	15
3.1.1.c. Çimento .....	16
3.1.1.d. Kömür cürufu .....	17
3.1.1.e. Su .....	17
3.1.1.f. Boya .....	17
3.2. Yöntem .....	17
3.2.1. Agrega deneyleri .....	18
3.2.1.a. Agrega tane büyüklüğü dağılım tayini.....	18
3.2.1.b. Birim hacim ağırlık deneyi.....	19
3.2.2. Agreganın elde edilmesi.....	19
3.2.3. Blokbims karışım hesapları .....	20
3.2.4. Blokbims örneklerinin hazırlanması .....	21

3.2.5. Blokbims örneklerinin bakımı.....	21
3.2.6. Sertleşmiş beton deneyleri.....	21
3.2.6.a. Birim ağırlık ve su emme oranının belirlenmesi .....	21
3.2.6.b. Basınç dayanımı deneyi.....	22
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....</b>	<b>24</b>
4.1. Agregada Özellikleri .....	24
4.1.1. Elek analiz .....	24
4.1.2. Birim hacim ağırlık .....	25
4.2. Sertleşmiş Beton Özellikleri.....	26
4.2.1. Birim ağırlık .....	26
4.2.1.a. Kömür cürufu katkılı sertleşmiş beton birim ağırlıkları.....	26
4.2.1.b. Tortum Taşbaşı köyü rezervli diatomit katkılı sertleşmiş beton birim ağırlıkları .....	28
4.2.2. Su emme oranı.....	29
4.2.2.a. Kömür cürufu katkılı sertleşmiş betonun su emme oranları.....	29
4.2.2.b. Tortum Taşbaşı köyü rezervli diatomit katkılı sertleşmiş betonların su emme oranları.....	30
4.2.3. Basınç dayanımı .....	31
4.2.3.a. Kömür cürufu katkılı sertleşmiş beton basınç dayanımı .....	31
4.2.3.b. Tortum Taşbaşı köyü rezervli diatomit katkılı sertleşmiş betonların basınç dayanımları.....	32
<b>5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER .....</b>	<b>34</b>
5.1. Sonuçlar.....	34
5.2. Öneriler.....	35
KAYNAKLAR .....	37
ÖZGEÇMİŞ .....	40



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİ

ASTM	Amerikan Standartları
BHA <sub>g</sub>	Gevşek birim hacim ağırlık
BHA <sub>s</sub>	Sıkışık birim hacim ağırlık
C <sub>1</sub>	%5 Kömür Curufu katkılı blokbimsler
C <sub>2</sub>	%10 Kömür Curufu katkılı blokbimsler
C <sub>3</sub>	%15 Kömür Curufu katkılı blokbimsler
C <sub>4</sub>	%20 Kömür Curufu katkılı blokbimsler
C <sub>5</sub>	%25 Kömür Curufu katkılı blokbimsler
C <sub>6</sub>	%30 Kömür Curufu katkılı blokbimsler
CEM II	Portland kompoze çimento
G <sub>1</sub>	Ölçü kabı boş ağırlığı
G <sub>2g</sub>	Ölçü kabı içine gevşek olarak doldurulmuş agreganın ağırlığı
G <sub>2s</sub>	Sıkıştırılmış ağırlık
G <sub>KN</sub>	Kap + örnek ağırlığı
G <sub>ÖB</sub>	Ölçü kabı boş ağırlığı
K	Katkı maddesi katılmadan üretilen kontrol örnekleri
T <sub>1</sub>	Tortum diatomit rezervinden alınan %5 katkılı blokbimsler
T <sub>2</sub>	Tortum diatomit rezervinden alınan %10 katkılı blokbimsler
T <sub>3</sub>	Tortum diatomit rezervinden alınan %15 katkılı blokbimsler
T <sub>4</sub>	Tortum diatomit rezervinden alınan %20 katkılı blokbimsler
T <sub>5</sub>	Tortum diatomit rezervinden alınan %25 katkılı blokbimsler
T <sub>6</sub>	Tortum diatomit rezervinden alınan %30 katkılı blokbimsler
TS	Türk Standartları
V	Ölçü kabının iç hacmi
V <sub>K</sub>	Ölçü kabı hacmi

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Pomzanın oluşum aşamaları (Rittmann 1976).....	5
Şekil 2.2. Pomza taşı.....	6
Şekil 2.3. Tortum diatomit rezervi.....	9
Şekil 2.4. Kömür cürufu .....	11
Şekil 2.5. Granül haldeki kömür cürufu.....	11
Şekil 3.1. Erzurum - Pasinler pomza agrega ocağı .....	14
Şekil 3.2. Tortum Taşbaşı köyündeki Diatomitin rezervden çıkmış ve kırıcı makinede öğütülmüş hali .....	15
Şekil 3.3. Su havuzundaki sertleşmiş beton örnekleri .....	22
Şekil 3.4. Beton basınç dayanım aygıtı.....	23
Şekil 4.1. Erzurum-Pasinler pomza agregasının granülometri eğrisi .....	25
Şekil 4.2. Kömür cürufu katkılı sertleşmiş beton' un birim ağırlığı değerleri değişimi .....	27
Şekil 4.3. Tortum rezervli diatomit katkılı sertleşmiş beton birim ağırlık değerleri değişim .....	28
Şekil 4.4. Kömür cürufu katkılı sertleşmiş beton su emme oranları değişimi.....	30
Şekil 4.5. Tortum rezervli diatomit katkılı sertleşmiş beton su emme oranları değişimi .....	31
Şekil 4.6. Kömür cürufu katkılı sertleşmiş beton basınç dayanım değerleri değişimi ...	32
Şekil 4.7. Tortum rezervli diatomit katkılı sertleşmiş beton basınç dayanım değerleri değişimi.....	33

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Türkiye pomza rezerv dağılımı.....	7
Çizelge 2.2. Blokbims fiziksel özellikleri.....	8
Çizelge 2.3. Kömür cürufunun kimyasal analiz sonuçları.....	12
Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan pomzanın kimyasal analiz sonuçları .....	14
Çizelge 3.2. Türkiye'deki diatomitlerin kimyasal özellikleri bakımından ana bileşenlerinin maksimum ve minimum değerleri .....	16
Çizelge 3.3. Araştırmada kullanılan çimentonun kimyasal analiz sonuçları .....	16
Çizelge 3.4. Araştırmada kullanılan temel karışım grupları .....	20
Çizelge 4.1. Deneyde kullanılan pomzanın elek analiz değerleri .....	24
Çizelge 4.2. Agregaların birim hacim ağırlık deney sonuçları .....	26
Çizelge 4.3. Cüruf katkılı sertleşmiş beton ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).....	27
Çizelge 4.4. Tortum rezervli diatomit katkılı sertleşmiş beton birim ağırlık ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) ....	28
Çizelge 4.5. Kömür cürufu katkılı sertleşmiş beton su emme oranları.....	29
Çizelge 4.6. Tortum diatomiti ile üretilen katkılı sertleşmiş beton su emme oranları....	30
Çizelge 4.7. Kömür cürufu katkılı sertleşmiş beton basınç dayanımları ( $\text{kgf}/\text{cm}^2$ ).....	32
Çizelge 4.8. Tortum rezervli diatomit katkılı sertleşmiş beton basınç dayanımları ( $\text{kgf}/\text{cm}^2$ ) .....	33

## 1. GİRİŞ

Binalarda hafifliği sağlamak için kullanılacak olan yapı malzemelerinin uygulanan yapı teknolojisinde statiği ve dinamiği de göz önüne alarak binalarda hafifliği sağlayacak, standartlara uygunluk gösteren malzemelerin seçilmesi önemlidir. Enerji bakımından dışa bağımlı olan ülkemizde son yıllarda büyük gelişme kayıt eden inşaat sektöründe, yalıtımlı malzeme kullanımının yönetmeliklerle zorunlu kılınması, doğal hafif agregaların ve bu agregalarla oluşturulan beton ve duvar yapı malzemelerinin önemini zamanla artırmıştır. Bu nedenle sektördeki bu eğilim, malzeme seçimindeki önemi artırmış ve bu yönde çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Şapcı vd 2014).

Dünyada yapı malzemesi olarak beton kullanımının yaygınlaşması ile birlikte betonun özelliklerinin geliştirilerek, daha hafif, daha ucuz ve daha iyi yalıtım özelliği olan betonlar üretmek için çalışmalar yapılmaktadır. Hafif beton son yıllarda önemini artıran ve kullanımı birçok uygulamada önem kazanmış yapı malzemesidir (Turgutalp 1978).

Hafif beton üretiminde en yaygın yöntem hafif agrega kullanımı olup hem taşıyıcı hem de taşıyıcı olmayan yapı elemanlarının birim ağırlığını azaltmak amacıyla kullanılan önemli bir malzemedir. Betonun birim ağırlığını azaltmada hafif agrega, normal ağırlıktaki agreganın bir kısmı veya tamamı ile yer değiştirilerek kullanılmaktadır (Akçaözoğlu 2008).

Hafif blok elemanlar, birim ağırlıkları ve ısı iletkenlikleri düşük olan yapı malzemeleri olup çoğunlukla pomza, diatomit ve volkanik kökenli doğal hafif agregaların kullanımının yanında kömür cürufu gibi yapay hafif agregalarla da üretilmektedir (Uygunoğlu ve Ünal 2005).

Tarımsal yapıları; tarım işletmelerinde birçok amaçla kullanılan konut, hayvan barınakları, yem depoları, işletme ekipmanları için kapalı alanlar, ürün işleme ve depolama alanlarından oluşturmaktadır. Bu yapılardan istenilen düzeyde

yararlanabilmek için yapı içi çevre koşulları, işletme tipi ve amacı, yapıda kullanılacak malzemeler ve işçilik gibi ekonomik etkenlerin araştırılması gerekmektedir (Balaban ve Şen 1988).

Tarımsal yapıların çevre koşulları ve dayanım bakımından günümüzün gerektirdiği standartlara sahip olması, ancak hafif beton elemanlarının iyi bir şekilde kullanılmasıyla mümkündür (Turgutalp 1978).

Bu çalışmanın amacı; tarımsal yapıların inşasında duvar örgü malzemesi olarak kullanılan blokbimslerin imalatında bölgede bulunan diatomit rezervleri ile atık kömür cürufunun değerlendirilerek ekonomik bir malzeme üretmenin yollarını araştırmaktır.

Araştırma yöresinde ticari amaçlı üretim yapan çok sayıda fabrika ve atölye bulunmaktadır. Ancak bunların bazıları standartlara uygun olarak üretim yapmakta, bazıları ise geleneksel yöntemlerle ürettikleri ürünlerini piyasaya sunmaktadır. Geleneksel yöntemlerin kullanılarak üretimin gerçekleştirildiği atölyelerden elde edilen blokbimslerden kontrol numunesi olarak alınıp örnek alınan atölyede üretilen blokbimsin karışım harcına göre farklı oranlarda bazı katkı maddeleri ilavesi yapılmıştır.

Çalışmada tarımsal yapı inşaatlarında kullanılan blokbimslerin üretiminde geleneksel yöntemlerle üretim yapan atölyelerin kullandığı çimento oranı göz önüne alınıp bu oran sabit tutulmuş, karışımdan belirli oranlarda pomza çıkarılarak aynı oranlarda kömür cürufu ve diatomit agregaları ilave edilmiş, belirlenen katkı oranları ile üretilen blokbimsler üzerinde bazı fiziksel deneyler yapılmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bu bölümde blokbims üretiminde kullanılan bazı hafif agregalar (pomza, diatomit ve kömür cürufu) ve blokbims ile ilgili yapılan çalışmalar hakkında genel bilgiler sunulmuştur.

### 2.1. Agregalar

Agrega; genel olarak 100 mm büyüklüğe kadar çeşitli büyüklüklerde olan, doğal ve yapay mineral malzemelerin veya her iki cins malzemenin oluşturduğu kırılmış ya da kırılmamış tanelerin bir yığıdır (Ekmekyapar ve Örüng 1997; Şimşek 2003). Diğer bir ifadeyle taneli mineral malzemeye agregası adı verilir (Özışık 1998)

Agregaların kullanım alanları yaygın olup özellikle beton üretiminde kullanılmaktadır. Beton toplam ağırlığının %80'ini agregalar oluşturmaktadır. Ülkemizde agregaların binalarda, köprü inşasında, yol parke üretiminde, blokaj, bordür taşı, otoyollarda, tünel inşasında, balast, çatı arduvazı, gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır (Öztürk vd 2003).

Agregaların özelliklerinin yapılacak olan betonun özelliklerini etkilediği, bu nedenle agregaların fiziksel dayanımı, tanelerin şekli ve yüzey yapısı, birim hacim ağırlığı, su emme oranı, granülometrisi, nem etkisiyle oluşan boyut değişimleri ve ısıl özelliklerinin beton yapımında önem taşıdığını ifade edilmektedir. Bu özelliklere bağlı olarak çimento özelliği, karışım oranları ve sıkıştırma derecesi de beton özelliklerini etkilemektedir (Şahin 2002). Agregalarda bulunması gereken özellikler şu şekilde sıralanabilir (Ekmekyapar ve Örüng 1997; Şimşek 2003).

- Sağlam ve dayanıklı olmalı, aşınmamalı, su etkisi ile yumuşamamalı ve dağılmamalı,
- Bileşenleri ile çimento uyum sağlamalı,
- Tanelerin biçimi ve dokusu uygun olmalı,

- Taneleri büyüklüğü bakımından dağılımı, amaca ve standartlara uygun olmalı,
- Agregada içinde zararlı maddeler bulunmamalı.

### **2.1.1. Hafif agregalar**

Hafif agregada özgül ağırlıkları  $2,4 \text{ g/cm}^3$  'ten küçük olan agregalardır (Bedirhanoglu 2011). Hafif agregalar kökenlerine göre farklı kimyasal ve fiziksel özelliklere sahiptir. En önemli özellikleri yüksek boşluk oranları nedeniyle düşük hacim yoğunluğa sahip olmalarıdır. Düşük yoğunluğa sahip hafif agregalar yapay ve doğal olmak üzere iki sınıfa ayrılır (Turgutalp 1978).

Yapay hafif agregada; genellikle ısıtma, sinterleşme, gaz ve köpük oluşturma yolu ile gözenekleştirilerek elde edilmiş kırılmış ya da kırılmamış agregada türüdür. Yapay hafif agregalara yüksek fırın cürufu, genişleştirilmiş kil, uçucu kül, kuvarsit, perlit, obsidijen, vernikülit, şist, arduvaz başta olmak üzere inorganik malzemelere örnek olarak verilebilir (Öztütüncü 1992; Türkmen 1997; Düzgün 2001).

Doğal hafif agregada ise; oluşumları sırasında volkanik aktivite gibi nedenlerden dolayı gözenekli bir yapı kazanan kırılmış ya da kırılmamış agregada türüdür. Doğal hafif agregalara örnek olarak tüf, pomza, sünger taşı, lav cürufu, diatomit vb. inorganik malzemeler sayılabilir (Öztütüncü 1992; Türkmen 1997).

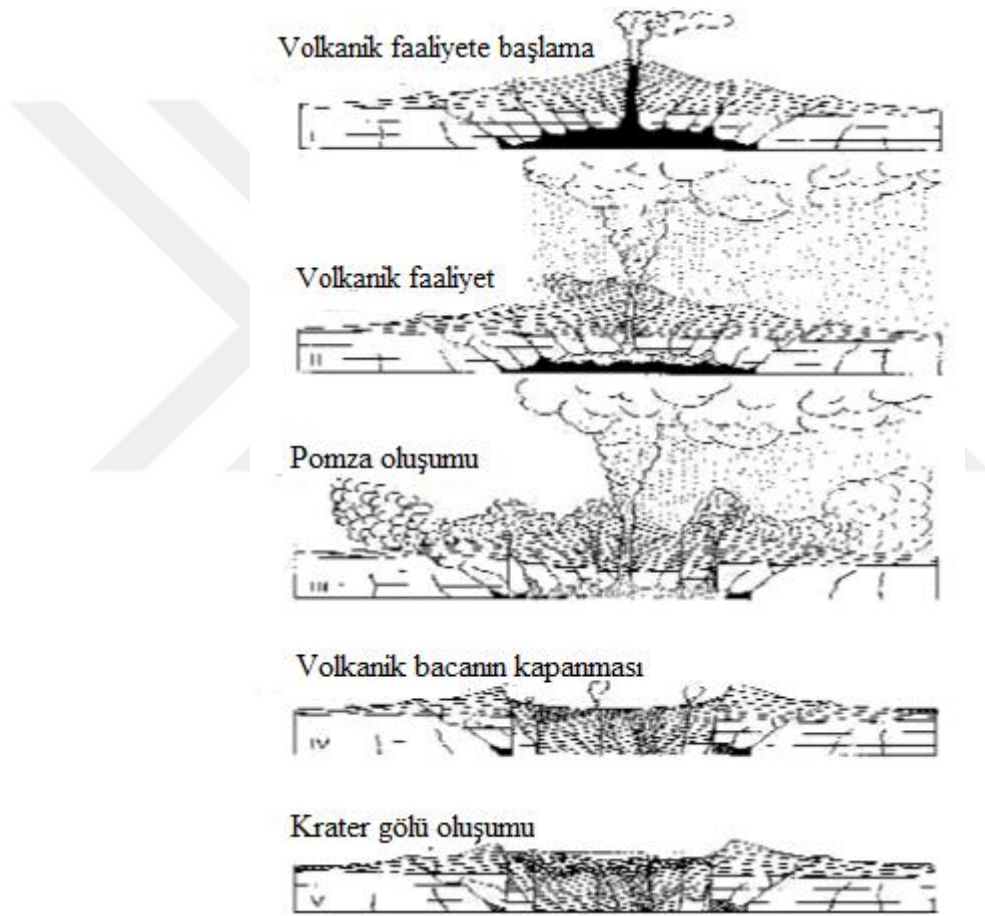
Bu çalışmada kullanılan pomza, diatomit, ve kömür cürufu hakkında kaynak özetleri aşağıda verilmiştir.

#### **2.1.1.a. Pomza**

Pomza, lavların katılaşması sırasında gazın dışarı çıkmasıyla oluşan gözenekli ve volkanik kökenli doğal bir kayadır türüdür. Başka bir anlatımla pomza, arasında bağlantı olmayan boşluklu volkanik olaylar sonucu oluşmuş (Şekil 2.1.), fiziksel ve kimyasal

olaylara karşı dayanıklı, hacim ağırlığı  $1,0 \text{ g/cm}^3$  den az küçük gözenekli bir kayadır (Uygunoğlu ve Ünal 2007; Uygunoğlu 2008; Anonim 2012a).

Birçok alanda kullanılan pomza en çok inşaat sektöründe tüketilmektedir. İnşaat sektöründe pomza farklı amaçlarla üretilen hafif betonlarda agrega olarak kullanılmaktadır. (Tanyıldızı ve Coşkun 2007).



**Şekil 2.1.** Pomzanın oluşum aşamaları (Rittmann 1976).

Pomzanın tane çapı en fazla 10 cm olup genelde 5 cm'den küçüktür (Şekil 2.2). Pomzanın istiflenme şekli incelendiğinde üst seviyede ince taneli alt seviyede kaba taneliler görülmektedir (Elmastaş 2012). Doğada asidik pomza ve bazik pomza olmak üzere iki çeşit pomza bulunmaktadır. Asidik pomza beyaz ve kirli beyaz renktedir.



Mohs skalasına göre sertliği 5-6 yoğunluğu 0.5-1,0 gr/cm<sup>3</sup>tür. Bazik pomza rengi koyu ve daha ağırdır. Sırasıyla sertliği 5,0-6,0 ve yoğunluğu 1,0 -2,0 gr/cm<sup>3</sup>tür.



**Şekil 2.2.** Pomza taşı

Pomzanın çıkarıldığı rezerve göre değişmekle beraber kimyasal bileşimi de farklılık göstermektedir. Genel olarak %75 SiO<sub>2</sub> bulundurmaktadır (Serin 1999; Yanık 2007).

Pomza; yıllardır dünyanın birçok yerinde volkanik kökenli ve endüstriyel ham madde olarak kullanılmaktadır. Ülkemiz yapı sektöründe kullanımını yakın zamanda başlamıştır. Doğal yapısı sayesinde ses ve ısı yalıtım sağladığından, büyük oranlarda enerji tasarrufu sağlamaktadır. Duvar yapı malzemesi olarak kullanılan gaz betonlara oranla maliyeti çok düşüktür. Bölgelere göre değişmekle birlikte gaz beton maliyeti blokbims maliyetinin ortalama 3 katı dolayındadır (Toklu 2009).

### **Türkiye’de pomza potansiyeli**

Türkiye, birçok endüstriyel ham madde ve yeraltı kaynakları yönünden önemli bir potansiyele sahiptir. Bununla birlikte 18 milyar m<sup>3</sup> dolayında olan dünya rezervlerinin yaklaşık %40’ı ülkemizde bulunmaktadır. Türkiye pomza rezervinin genel dağılımı Çizelge 2.1’de gösterilmektedir (Serin 1999; Toklu 2009; Varol 2012).

**Çizelge 2.1.** Türkiye pomza rezerv dağılımı (Gündüz 2001)

<b>Türkiye pomza rezerv dağılımı</b>		
<b>Yeri</b>	<b>Rezerv miktarı (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Rezerv kategorisi</b>
Nevşehir Avanos-Ürgüp	404 412 834	A+B
Derinkuyu	48 660 500	C
Kayseri - Gömeç	13 250 000	A+B
Kayseri - Develi	58 000 000	A+B
Kayseri-Talas-Tomarza	241 000 000	A
Kayseri-Talas-Tomarza	284 000 000	B
Bitlis - Tatvan	1 100 000 000	B
Van - Erciş - Kocapınar	154 625 000	A+B
Van - Mollakasım	5 950 000	A+B
Ağrı - Patnos	27 812 000	A+B
Ağrı - Doğubeyazıt	26 875 000	A+B
Kars - Iğdır - Kavaktepe	40 156 250	B
Kars - Digor	11 718 750	B
Kars - Sarıkamış	1 875 000	B
Ankara - Güdül - Tekköy	8 070 000	A+B
Isparta - Gölcük	30 983 250	A+B+C
TOPLAM (A+B+C) m <sup>3</sup>		
A Görünür rezerv; B Muhtemel rezerv; C Mümkün rezerv olarak bilinmektedir		

### **Pomzanın kullanım alanları**

Pomza başlıca inşaat, tekstil, tarım, kimya ve diğer endüstriyel ve teknoloji alanlarında kullanılmaktadır (Gündüz 1998).

Pomzanın kullanım alanları dünyada olduğu gibi ülkemizde de çok geniş bir alana sahiptir. Ülkemizde üretilen pomzanın %80'i iç piyasada inşaat sektöründe hafif beton agregası olarak kullanılmaktadır. Pomza kullanılarak hazırlanan betonun yalıtım değeri normal betondan 6 kat daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Bu yalıtım özelliğinden dolayı önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlamaktadır.

İnşaat sektöründe pomza, duvar örgü malzemelerinden blokbims'in ana materyali olarak kullanılmaktadır. Pasinler pomza rezervinin iyi olması nedeniyle bu bölge yüksek kapasite ile blokbims üretimi yapan tesis bulunmakta ve bölgede sektöre ciddi manada katkı sunmaktadır. Erzurum ili Pasinler ilçesinde üretilen söz konusu blokbims'in bazı fiziksel özellikleri Çizelge 2.2'de verilmiştir.

**Çizelge 2.2.** Blokbims fiziksel özellikleri (Anonim)

Boyutları (mm)	150-390-185
Statik ağırlık (kg)	7
Sarfıyatı (m <sup>2</sup> /adet)	12,5
Kuru birim brüt hacim kütlesi (kg/m <sup>3</sup> )	720
Kuru birim net hacim kütlesi (kg/m <sup>3</sup> )	980
Basınç dayanımı (N/mm <sup>2</sup> )	1,80
Yangına direnç	A1

### 2.1.1.b. Diatomit

Diatomit, çekirdek zarı bulunduran ökaryotik, tek hücreli, mikroskobik alglerin fosilleşmiş silisli kabuklarından oluşan organik bir sedimanter kayadır (Çetin ve Taş 2012). Yüksek gözenekliliği, hafifliği, ısı, ses ve elektriği az geçirmesi, erime noktasının 1400-1600°C olması, kimyasal maddelere karşı dayanıklılığı ve yoğunluğun az olması gibi fiziksel özellikleri nedeni ile filtre yardımcı malzemesi, dolgu maddesi, yalıtım malzemesi ve hafif yapı malzemesi gibi birçok sanayi dalında kullanılmaktadır (Uygunoğlu 2005). Yaklaşık 1500 çeşit diatomit olduğu belirlenmiştir. Her çeşidinin kendine özgü geometrik şekli, gözenek yapısı ve büyüklüğü vardır. Isı iletkenliği son derece düşüktür. Düşük iletkenlik katsayısı diatomitin boşluklu yapısı ve düşük yoğunluğu ile açıklanabilir.

Diatomitin gözenekli yapısı %80-85'lik bir porozite sağlar (Çetin ve Taş 2012). Bu değer pomzada %70'dir (Özkan ve Twicer 2001)

Kuru olarak özgül ağırlığı  $0.15 - 0.40 \text{ g/cm}^3$  arasında değişmektedir. Opal sertliği ise  $4,5 - 6,00$  arası olmakla birlikte, kayacın sertliği  $1,5$ 'dan fazla değildir. Gevşek olup, kolay dağılmaktadır. Şekil 2.3'de deneme materyalinin alındığı Erzurum iline bağlı Tortum ilçesindeki diatomit rezervi gösterilmiştir.



**Şekil 2.3.** Tortum diatomit rezervi

Volkanik olayların yaşandığı alanlara daha yakın yerlerde bulunan diatomitler, o bölgede daha sonra yaşanan yer hareketleri sonucunda kırılma ve kirlenmelere uğramış ve yüz yıllar boyunca kil, kalker, volkanik küller ve kuvars kumu ile karışık veya ardışık katmanlar oluşturmuşlardır. Ayrıca volkanik küller kirlenici etkiler oluşturmaktadır (Çetin ve Taş 2012).

## **Ülkemiz diatomit potansiyeli**

Dünyada bilinen 800 milyon ton diatomit rezervi bulunmaktadır. Türkiye'nin diatomit rezervi 125 milyon tondur (Çetin ve Taş 2012).

Türkiye'nin birçok bölgesinde diatomit oluşumları görülmektedir. Bunlar Batı Anadolu Bölgesi, İç Anadolu Bölgesi ve Doğu Anadolu Bölgesi olmak üzere üç bölgede toplanmıştır. Batı Anadolu Bölgesinde; Denizli, Afyonkarahisar, Aydın, Balıkesir, Uşak, Çanakkale Eskişehir ve Kütahya'da diatomit rezervleri bulunmaktadır. İç Anadolu Bölgesinde Nevşehir, Aksaray-Kayseri arası, Niğde-Nevşehir arasında diatomit rezervleri bulunmaktadır. Türkiye'de en büyük diatomit rezervi (70 milyon m<sup>3</sup>) bu bölgede olup Kayseri'ye 30 km uzaklıktadır. Doğu Anadolu Bölgesinde ise Erzurum'da 50 milyon ton iyi kalitede diatomit rezervi bulunmaktadır. Bitlis, Sivas ve Van'da diatomit oluşumu bilinmektedir (Açıkalın 1991; Yıldız 1997).

## **Diatomit'in kullanım alanları**

Diatomit'in birçok kullanım alanı vardır. Diatomit: Filtrasyon işlemleri sırasında filtre yardımcı maddesi; şeker, şarap, bira, meşrubat, meyve suyu ve birçok içecek üretiminde, nebati, hayvani, makine ve yağlama yağlarının süzülmesinde, içme sularının ve atık suların filtrasyonunda, kuru temizleme çözeltilerinin geri kazanılmasında, ilaç endüstrisindeki süzme işlemlerinde, kimyasal madde ve asit üretimi ayrıca birçok kaba süzme veya hassaslık gerektiren süzme işlemlerinde kullanılmaktadır.

Ayrıca diatomit dolgu malzemesi, katkı maddesi olarak; diş macunu, boya, plastik, lastik, kozmetik, ilaç, kibrit, kağıt, cila, temizlik maddesi olarak ve bu tür malzemelerin üretmek, kimyasal reaksiyonlarda katalizör taşıyıcısı olarak, birçok kimyasal madde hazırlanmasında silis kaynağı olarak, yalıtım malzemesi üretiminde, refrakter ve hafif yapı malzemesi üretiminde ve genel olarak da seramik ham maddesi, absorbent, aşındırıcı ve yüzey temizleyici, gübrelere taşıyıcı ve topaklanmayı önleyici olarak geniş uygulama alanları vardır (Çetin ve Taş 2012).

Diatomit endüstrisinde malzemenin kimyasal bileşimi büyük önem göstermektedir. Bir diatomit yatağının kullanılabilir olması için en az %70 oranında  $S_iO_2$  içeriği olmalıdır. Diatomittten yapılacak olan yalıtım tuğlalarında  $S_iO_2$  içeriği %70-80 filtrasyon da %80 olmalıdır (Isık 1984). Diatomitlerin çimento ile beraber kullanılması, 1950'lerden sonra gerçekleşmiştir. Diatomitler, ısı işlem uygulanarak toz haline getirildikten sonra baraj yapımında kullanılmaktadır. Hafif çimento, cephe kaplaması için sıvalarda ve çatıda, kalorifer kazanlarında, fırınlarda ve ısı taşıyıcı borulardaki ısı kaybını önlemek için yalıtım malzemesi olarak diatomit kullanılmaktadır. Diatomit, beton blok elemanlarında, hafif, ısı yalıtım, dayanımı, betondaki terlemeyi önlemesi ve plastiklik kazandırması nedenleriyle tercih edilmektedir. Diatomit, özgül ağırlığının düşük olması ve yüksek ısıda pişirme sonucu malzeme dayanımını artırmasından dolayı tuğla üretiminde de katkı malzemesi olarak kullanılabilen ekonomik bir malzemedir (Çetin ve Taş 2012).

### 2.1.1.c. Kömür cürufu

Kömür cürufu hem kömürün oluşumunda içerdiği mineraller, hem de yanma biçiminden oluşur. Cüruflaşma, ortamdaki havanın yetersiz olduğu durumda kömürün yanma işlemine girmeden karbonize olmasıdır. Kısacası, kömürün ısı işleminden sonra yanmamış halidir. Kömür cürufunun kalorifer kazanından çıkmış hali Şekil 2.4'de ve kırma makinasından geçirilmiş hali Şekil 2.5'de verilmiştir.



Şekil 2.4. Kömür cürufu



Şekil 2.5. Granül haldeki kömür cürufu

Isınma amaçlı kullanılan kaloriferler ve sobalardaki kömürün yakılması sonucu açığa çıkan kömür külleri (cüruf) atık depolama alanlarında oldukça önemli yer işgal etmekte, bu atıkların depolanması ve yönetimi birçok çevre sorunlarına yol açmaktadır. Ülkemizde konutların ısıtılmasında doğalgaz kullanımı yanı sıra yaygın olarak kömür tüketilmektedir. Yanma işlemi sonucunda kömürün kalitesine ve bünyesine göre belirli oranlarda kül oluşmaktadır. Ortaya çıkan bu atık küller genel olarak belediyeler tarafından atık toplama alanlarında biriktirilmektedir. Kül atıklar depo alanlarında çok fazla yer işgal etmekte ve birçok çevre sorunlarına neden olmaktadır. Atık kalorifer külünün kimyasal bileşimi Çizelge 2.3'te verilmiştir (Demir vd 2004). Kömür cürufunun kullanım alanlarının başında inşaatlarda dolgu malzemesi olarak kullanımı gelmektedir.

**Çizelge 2.3.** Kömür cürufunun kimyasal analiz sonuçları

Kimyasal bileşenler	Kalorifer külü (%)
SiO <sub>2</sub>	33,61
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21,21
CaO	7,52
MgO	1,98
K <sub>2</sub> O	1,26
Na <sub>2</sub> O	0,34
SO <sub>3</sub>	1,42
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,65
TiO <sub>2</sub>	1,19
Kızdırma kaybı	15,14

### **3. MATERYAL ve YÖNTEM**

Bu bölümde, çalışmada kullanılan malzemeler, bu malzemelerin fiziksel özellikleri, blokbims üretiminde kullanılan karışım oranları ve hesapları ile deneysel çalışmaları belirlemede kullanılan materyal ve uygulanan yöntemler açıklanmıştır.

#### **3.1. Materyal**

##### **3.1.1. Kullanılan malzemeler**

Araştırma konusu olan blokbims üretiminde kullanılan; pomza, çimento, diatomit, kömür cürufu, karışım suyu ve renklendirme amaçlı olarak boya bu bölümde açıklanmaktadır.

##### **3.1.1.a. Pomza**

Doğal hafif agregalardan olan pomza'nın gözenekleri çoğunlukla birbirine bağlı değildir. İçerdiği gözenekler gözle görülebilecek boyutlardan, mikroskobik boyutlara kadar sayısız olup, her biri diğerinden cam yapıda bölmeyle ayrılmıştır. Sertliği Mohs ölçeğine göre 5-6'dır (Özkan ve Twicer 2001).

Bu çalışmada, piyasadan sağlanan, 1 100 000 m<sup>3</sup> rezerve sahip Erzurum-Pasinler yöresi volkanik cüruf ocağı pomzası (Şekil 3.1) kullanılmıştır (Kocaman 2000; Şahin 2002).





**Şekil 3.1.** Erzurum - Pasinler pomza agrega ocağı

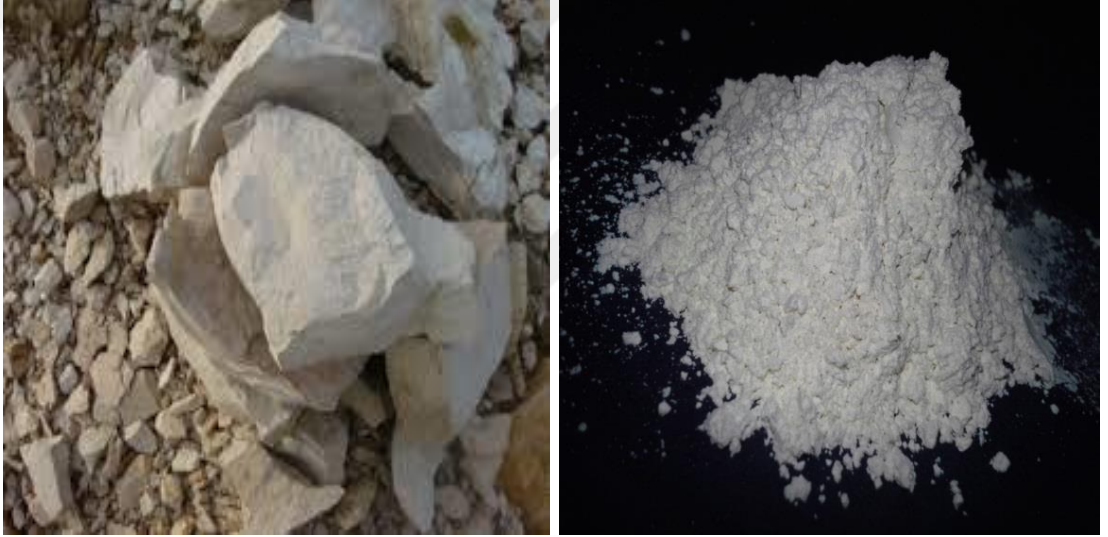
Çalışmada kullanılan pomzanın kimyasal analiz sonuçları (Kocaman 2000; Şahin 2002) Çizelge 3.1’de verilmiştir.

**Çizelge 3.1** Çalışmada kullanılan pomzanın kimyasal analiz sonuçları

Kimyasal bileşenler	Oran %
MgO	0,02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,99
SiO <sub>2</sub>	70,33
CaO	1,75
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,51
SO <sub>3</sub>	0,29
K <sub>2</sub> O	5,8
Na <sub>2</sub> O	3,9
TiO <sub>2</sub>	0,35
Kızdırma kaybı	3,06

### 3.1.1.b. Diatomit

Diatomitlerin çimentolu sistemlerde kullanılmaya başlaması, 1950'lerden sonra gerçekleşmiştir. Diatomitler, kalsine edildikten sonra birçok baraj yapımında kullanılmıştır. (Çetin ve Taş 2012). Araştırmada kullanılan diatomit Erzurum ili Tortum ilçesi Taşbaşı köyünde bulunan 50 000 000 ton muhtemel rezervli diatomit rezervinden alınmıştır. Şekil 3.2'de diatomitin rezervden çıkmış hali ve kırıcı makinada öğütülmüş hali gösterilmektedir.



**Şekil 3.2.** Tortum Taşbaşı köyündeki Diatomitin rezervden çıkmış ve kırıcı makinada öğütülmüş hali

Türkiye de bulunan 13 farklı diatomit yatakları üzerinde yapılmış olan araştırma sonucunda, diatomitin kimyasal özellikleri bakımından ana bileşenlerinin maksimum ve minimum değerleri Çizelge 3.2'de verilmiştir (Çetin ve Taş 2012).

**Çizelge 3.2.** Türkiye’deki diatomitlerin kimyasal özellikleri bakımından ana bileşenlerinin maksimum ve minimum değerleri

Kimyasal Bileşen	Minimum (%)	Maksimum (%)
SiO <sub>2</sub>	65,42	87,48
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,81	3,42
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,64	2,48
CaO	0,71	9,37
MgO	0,39	7,20
A.K. (900°C)	3,54	13,42

### 3.1.1.c. Çimento

Blokbims deney karışımlarında Erzurum Aşkale Çimento Fabrikası ürünü olan TS EN 197-1 (Anonim 2012b.) standardına uygun Portlant Kompoze CEM II / B–M (P-LL) 32,5 R çimentosu kullanılmıştır. Aşkale Çimento fabrikasından alınan çimentonun kimyasal analizi Çizelge 3.3’te verilmiştir.

**Çizelge 3.3.** Araştırmada kullanılan çimentonun kimyasal analiz sonuçları

Kimyasal bileşenler	Oran %
SiO <sub>2</sub>	18,59
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,69
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,04
CaO	60,34
MgO	1,92
SO <sub>3</sub>	2,89
Kızdırma kaybı	7,19
NaO	0,11
K <sub>2</sub> O	0,64
Cl	0,0189
Ölçülemeyen	0,57
Toplam	100
s.CaO	0,38
Katkı	17,87

#### **3.1.1.d. Kömür cürufu**

Deneyde kullanılan kömür cürufu, binaların ısınması amacıyla yakılan kalorifer kazanlarında kömürün yakılması sonucunda ortaya çıkan malzemedir. Bu malzeme laboratuvarında kırma makinasından geçirilerek kullanılmıştır.

#### **3.1.1.e. Su**

Beton karışımında kullanılacak olan suyun temiz olması ve olumsuz bir etki yapmaması gerekmektedir. İçilebilir sular beton karışım suyu olarak rahatlıkla kullanılabilir (Ekmekyapar ve Örüng 1997). Karışım suyu olarak Erzurum Büyükşehir Belediyesi şebeke suyu kullanılmıştır.

#### **3.1.1.f. Boya**

Deneylerde blokbimslere renk vermek amacıyla piyasadan elde edilen kırmızı renkte toz beton boyası kullanılmıştır.

### **3.2. Yöntem**

Çalışmada piyasada kullanılan çeşitli boyutlardaki blokbimslere göz önüne alınarak tüm boyutları temsil edebilecek 150-390-185 mm ölçülerinde, her bir katkı oranından dört adet olmak üzere toplam 48 adet deney örneği üretilmiştir. Çalışmadaki deney örneklerinin üretimi bölgedeki inşaatların blokbims ihtiyaçlarının bir kısmını karşılayan firma laboratuvarında yapılmıştır. Üretilen blokbimslerin çimento dozajı ile deney örneklerinin çimento dozajı aynı tutulmuştur. Kontrol örnekleri aynı firmanın üretimi olan blokbimslere alınmıştır. Deney örneklerinin birim ağırlıkları ve su emme oranları Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar Ve Sulama Bölümü laboratuvarında, basınç dayanım testi bölgede büyük çapta üretim yapan fabrika laboratuvarında yapılmıştır. Deneydeki blokbims üretiminde kullanılan pomza, diatomit

ve kömür cürufunun özelliklerinin belirlenmesi ve bu malzemelerden üretilen blokbims karışım seçeneklerinin hazırlanmasındaki ilkelerle, karışım oranlarının hesaplanması bu bölümde açıklanmıştır.

### **3.2.1. Agrega deneyleri**

Erzurum İli Pasinler ilçesi Demirdöven köyündeki pomza ocağından sağlanan agregası, Tortum İlçesi Taşbaşı köyündeki rezervden alınan diatomit ve il merkezindeki binalarda ısınma amaçlı kullanılan kalorifer kazanlarından elde edilen kömür cürufundan alınmış malzemelerle deney örnekleri hazırlanmıştır. Deney örneği hazırlama işinde TS 706 EN 12620+A1'e (Anonim 2009a) uygun olarak çeyrekleme işlemi uygulanmıştır. Bu yöntemde yığının özelliklerini gösterecek şekilde alınan örnekler iyice karıştırılmış, sonra düz bir zemin üzerinde taban çapı yüksekliğinin yaklaşık dört katı olacak şekilde kesik bir koni olarak biçimlendirilmiştir. Örnek alanı mala ile dört eşit parçaya ayrılarak karşılıklı iki parçası atılmış kalan iki parça birleştirilerek aynı şekilde çeyrekleme işlemi yapılmıştır. Bu işlem her bir deney malzemesi için gereken agregası miktarına ulaşınca kadar yapılmıştır.

Araştırmada kullanılan agregası üzerinde karışım oranlarını belirleyebilmek amacıyla tane büyüklük dağılımı deneyi, birim hacim ağırlık deneyi ve özgül ağırlık deneyleri gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla tane büyüklüğü dağılımı deneyi TS EN 993-1 (Anonim 2012c), gevşek birim hacim ağırlığı ve sıkışık birim hacim ağırlık deneyleri TS EN 13055'e (Anonim 2016a) göre belirlenmiştir.

#### **3.2.1.a. Agrega tane büyüklüğü dağılımı tayini deneyi**

İyice karıştırılarak homojen duruma ve çeyrekleme ile belirli miktara getirilmiş agregaları, bölgeçler yardımıyla, TS EN 933-1 (Anonim 2012c) ve ASTM C 136-96' da (Anonymus 1998a) belirtilen miktara uygun deney örneği hazırlanmıştır. Örnek 24 saat 105 derecede etüvde, etüv kurusu duruma getirilerek elek sarsma makinası ile TS ISO 3310-1 (Anonim 2009b) ve TS ISO 3310-2'ye (Anonim 2009c) uygun kare gözlü

eleklerden (0.09 mm, 0.25 mm, 0.50 mm, ve 1 mm, 2 mm, 4 mm, 8 mm, 16 mm göz açıklıklı kare delikli elekler) elenmiş ve her elek üzerinde kalan miktarlar belirlenerek elek üstünde kalan malzeme oranları ve eleklerden geçen yığılımlı malzeme oranları % olarak belirlenmiştir (Anonymous 1998b).

### 3.2.1.b. Birim hacim ağırlık deneyi

Birim hacim ağırlık deneyi sıkışık ve gevşek olmak üzere iki aşamada yapılmıştır. Sıkışık birim ağırlık belirlenirken doldurma işlemi her aşamada kap yüksekliğinin 1/3'ü olacak şekilde doldurulmuş ve şişleme çubuğu ile 25'er kez şişlenerek sıkıştırılması sağlanmıştır. Gevşek birim hacim belirlenirken, standardın öngördüğü şekilde ve kendi ağırlığı ile sıkışmaması için kap üst yüzeyinden yaklaşık 5 cm olacak şekilde üstten doldurulmuştur. Her iki deneyde de kapların üst yüzeyleri sıyrılarak kap yüzeyine sıfırlanmıştır.

Deney TS 706 EN 12620+A1'e (Anonim 2009a) uygun ve yaklaşık olarak ASTM C 29/C29M'de (Anonymous 1998c) belirtilen miktarda alınan örnek, hacmi (V) ve ağırlığı (G1) belirli olan kabın içerisine sıkışık ve gevşek olarak iki şekilde doldurulmuş, sıkışık ve gevşek olmak üzere ağırlıkları (G2s ve G2g) belirlenmiştir (Anonymous 1998c). Standartta da belirtilen aşağıdaki eşitlikler yardımıyla gevşek (BHAg) ve sıkışık (BHAs) birim hacim ağırlıkları bulunmuştur.

$$\text{Sıkışık birim hacim ağırlığı (kg/m}^3\text{); } \quad BHAs = \frac{(G2s - G1)}{V}$$

$$\text{Gevşek birim hacim ağırlık (kg/m}^3\text{); } \quad BHAg = \frac{(G2g - G1)}{V}$$

### 3.2.2. Agreganın elde edilmesi

Çalışmada kullanılan pomza, blokbims fabrikalarının kullandıkları mevcut yığından, yığını temsil edecek şekilde alınmış ve deneme laboratuvarlarına getirilmiştir. Diatomit agregaları Erzurum ili Tortum ilçesindeki Taşbaşı köyündeki rezervinden, rezervi temsil

edecek şekilde alınmıştır. Kömür cürufu; belirtildiği gibi Erzurum İlinde ısınma amaçlı aynı cins ve kalitede kömür kullanan büyük kapasiteli kalorifer kazanlarının atığı alınarak bir karışım elde edilmiştir. Diatomit ve kömür cürufu parçaları laboratuvarında kırma makinesi ile kırılarak, agrega boyutları belirli oranlara getirilmiştir.

### 3.2.3. Blokbims karışım hesapları

Beton karışım hesabı, istenilen dayanım, dayanıklılık, kıvam, izlenebilirlik, hacim sabitliği ve istenen özelliklere sahip ekonomik beton elde etmede agrega, su, çimento ve gerektiğinde katkı maddesi miktarlarının belirlenmesidir (Anonim 2016b).

Karışımların toplam hacmi, her gruptaki malzemenin kapladığı hacimleri bulunarak yapılmıştır. Karışıma giren çimentonun dozajı belirlenirken, kuru ağırlığı esas alınmıştır. Diğer karışım maddelerinin (diatomit, cüruf) miktarını belirlemede kaplarla ölçümü yapılarak hacim esaslı üzerinden örnekler oluşturulmuştur.

Deney karışımı oluşturulurken üretimde olan mevcut blokbims karışımının çimento dozajı sabit tutularak hacim olarak %5, %10, %15, %20, %25, %30 oranında pomza çıkarılarak yerine aynı oranlarda kömür cürufu ve diatomit ilave edilerek yeni karışımlar hazırlanmış ve bu karışımdan deney örnekler elde edilmiştir. Karışım oranları ve ilgili simgeler Çizelge 3.4’de verilmiştir.

**Çizelge 3.4.** Araştırmada kullanılan temel karışım grupları

Tane boyutu (mm)	Dozaj kg/m <sup>3</sup>	Katkı oranı (%)	Diatomit katkılı	Cüruf katkılı	Kontrol grubu
0-16	100	0	--	--	K
		5	T1	C1	
		10	T2	C2	
		15	T3	C3	
		20	T4	C4	
		25	T5	C5	
		30	T6	C6	

**T;** Tortum diatomit rezervinden alınan diatomit katkılı, **C;** Kömür cürufu agrega katkılı, **K;** Katkı maddesi katılmadan üretilen kontrol örnekleri.

Karışımındaki su oranının belirlenmesinde taze beton kıvamını tayin etmek amacıyla yapılan çökme (slamp) deneyi (TS EN 12350-2 (Anonim 2010a) uygulanmıştır. Tüm karışımlarda aynı çökme ve su içeriği esas alınmıştır.

#### **3.2.4. Blokbims örneklerinin hazırlanması**

Beton karışımı için gerekli malzemelerden çimento dozajı ağırlık cinsinden, pomza, diatomit ve kömür cürufu miktarı hacim olarak hesaplanmıştır.

#### **3.2.5. Blokbims örneklerinin bakımı**

Çimento ile suyun karıştırılmasından sonra reaksiyonlar oluşmakta ve bu reaksiyonlar sonucunda oluşan yapının sertleşmesi ile beton dayanımı kazanmaktadır (Erdoğan 2003). Bu reaksiyonların devam edip dayanım kazanması için betonun belirli bir sıcaklık ve neme sahip olan ortamda bekletilmesi gerekmektedir. Bu olay betonun bakım veya kürü olarak tanımlanır (Ulus 2007).

Bu çalışmadaki örnekler bölüm laboratuvarında, oda sıcaklığında ve plastik bir örtü altında nemli ortamda toplam 28 gün bekletilmiştir.

#### **3.2.6. Sertleşmiş beton deneyleri**

##### **3.2.6.a. Birim ağırlık ve su emme oranının belirlenmesi**

Sertleşmiş betonun birim hacim ağırlık ve su emme oranları TS EN 12390-7 ye göre belirlenmiştir (Anonim 2010b). Tarımsal yapılar ve sulama bölümü laboratuvarındaki 150-390-185 mm ebatlarındaki sertleşmiş beton örnekleri 28 gün sonunda kür ortamından çıkarılarak laboratuvar ortamında (20-25°C) değişmez ağırlığa kadar kurutulmuş, 0,001 hassasiyetli terazide tartıldıktan sonra 24 saat suda bekletilerek boşlukların su ile dolu olması sağlanmıştır. Suyu doymuş hale gelen örneklerin,



yüzeyleri silinerek tartılıp doygun ağırlıkları hesaplanmıştır. Elde edilen veriler kullanılarak betonun birim ağırlıkları ve su emme oranları hesaplanmıştır.



**Şekil 3.3.** Su havuzundaki sertleşmiş beton örnekleri

### **3.2.6.b. Basınç dayanımı deneyi**

Betonun standart basınç dayanımı; 23°C suda kür edilmiş 28 günlük örneklerin aksenal basınç kuvveti altındaki dayanımı olarak tanımlanır (Erdoğan 2003). Beton basınç dayanım aygıtında örneğe uygulanan yükün bütün alana homojen yayılması ve doğru sonuçların elde edilmesi için başlıklama tabakasının kalınlığı 5 mm geçmeyecek şekilde başlıklararak EN 12390-3 (Anonim 2010c) ve ASTM C 39-96'ya (Anonymous 1998d) göre gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.4. Beton basınç dayanım aygıtı

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu bölümde Erzurum ili Tortum ilçesi Taşbaşı köyü yakınlarında bulunan diatomit rezervlerinden alınan agrega ve kalorifer kazanlarından elde edilen kömür cürufuyla hazırlanan örnekler üzerinde birim hacim ağırlık, su emme oranı ve 28 günlük basınç dayanım oranına ilişkin sonuçlar verilmiştir.

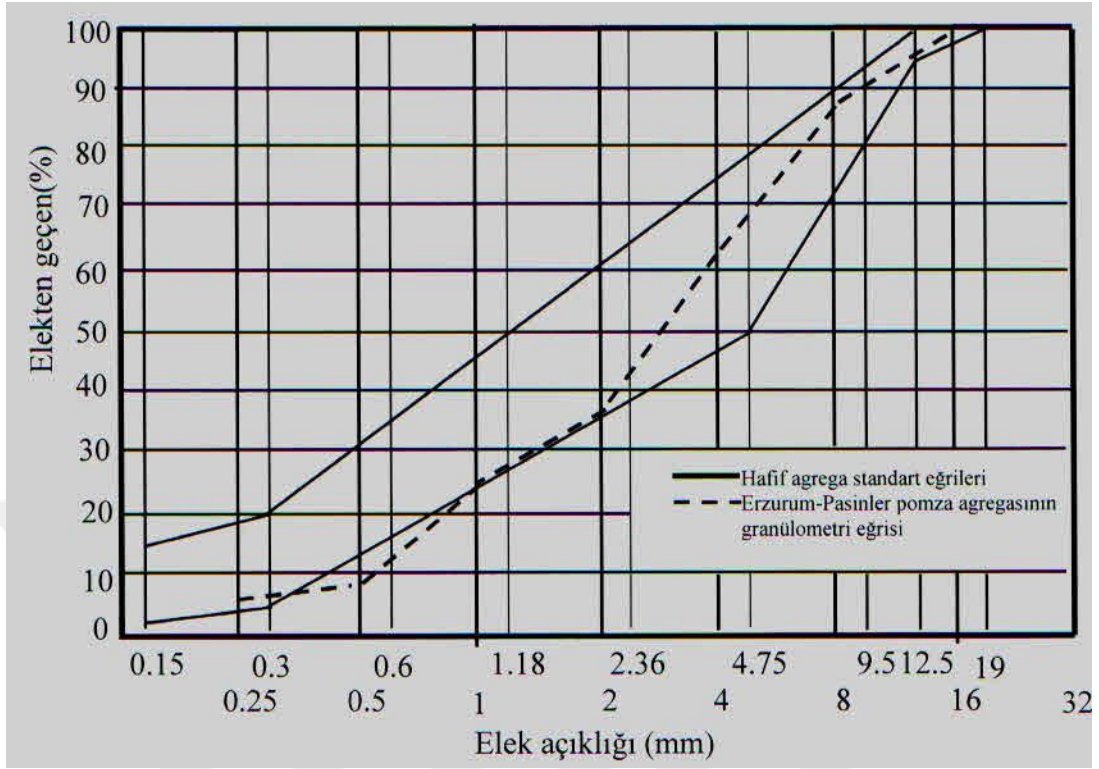
##### 4.1. Agrega Özellikleri

###### 4.1.1. Elek analiz

Hafif agrega olarak kullanılan pomzanın uygun kare gözlü elek takımı ile yapılan elek analiz değerleri Çizelge 4.1’de, Erzurum-Pasinler pomza agregasının granülometri eğrisi Şekil 4.1’de verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Deneyde kullanılan pomzanın elek analiz değerleri

Elek açıklığı (mm)	Elek üstünde kalan (g)	Elek üstünde kalan (%)	Elek altına geçen (g)	Elek altına geçen (%)
16	0	0	1000	100
8	120	12	880	88
4	266	26,60	614	61,4
2	256	25,60	358	35,8
1	110	11	248	24,8
0,50	169	16,9	79	7,9
0,25	62	6,2	17	6,2
0,09	17	1,7	0	0
Toplam ağırlık	1000			



**Şekil 4.1.** Erzurum-Pasinler pomza agregasının granulometri eğrisi

Deneyde kullanılan pomza agregasının standartlarda belirtilen eğrilerin bazı aralıklarında çizgilerin dışında, bazı aralıklarında ise ideal değerlerin arasında olduğu görülmüştür.

#### 4.1.2. Birim hacim ağırlık

Agrega birim hacim ağırlık deneyi fırın-kuru örnekleri üzerinde TS 706 EN 12620+A1'e (Anonim 2009a) uygun ve ASTM C 29/C29M'de (Anonymous 1998c) belirtildiği gibi gevşek ve sıkışık olmak üzere iki şekilde yapılmıştır. Çizelge 4.2'de pomza, kömür cürufu ve diatomit agregalarının değerleri verilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Agregaların birim hacim ağırlık deney sonuçları

	Doldurma şekli	Kap+örnek ağırlığı (G <sub>KN</sub> )(g)	Ölçü kabı boş ağırlığı (G <sub>öb</sub> ) (g)	Örnek ağırlığı (G <sub>KN</sub> -G <sub>öb</sub> ) (g)	Ölçü kabı hacmi (V <sub>K</sub> ) (cm <sup>3</sup> )	Birim hacim ağırlığı (g/cm <sup>3</sup> )
Pomza	Gevşek	3171	815	2356	3375	0,698
	Sıkı	3667	815	2852	3375	0,845
Diatomit	Gevşek	2461	815	1646	3375	0,488
	Sıkı	2630	815	2094	3375	0,620
Kömür cürufu	Gevşek	6482	815	5667	3375	1,679
	Sıkı	6994	815	6179	3375	1,830

Hafif agregalar TS EN 1097-6'ya (Anonim 2015) uygun olarak tayin edilen etüv kuru tane birim hacim kütlesi  $\leq 2000 \text{ kg/m}^3$  olan mineral esaslı agregalardır. Normal agregalar TS EN 1097-6'ya uygun olarak tayin edilen etüv kuru tane birim hacim kütlesi  $2000 \text{ kg/m}^3$  - $3000 \text{ kg/m}^3$  arasında olup ağır agregalar ise  $3000 \text{ kg/m}^3$  üzeri ağırlığa sahip agregalardır. Standartlardaki değerler dikkate alındığında deneyde kullanılan agregalar hafif agregalar sınıfına girmektedir.

## 4.2. Sertleşmiş Beton Özellikleri

Bu bölümde araştırma konusu olan sertleşmiş betonun (blokbims) fiziksel ve mekanik özellikleri verilmiştir.

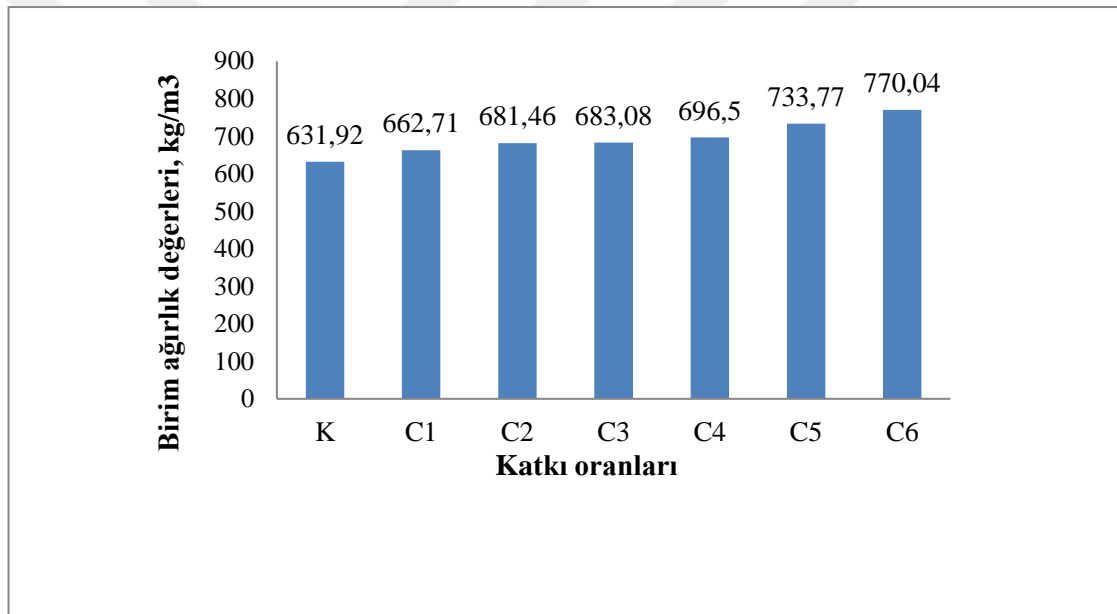
### 4.2.1. Birim ağırlık

#### 4.2.1.a. Kömür cürufu katkılı sertleşmiş beton birim ağırlıkları

Kömür cürufu agregası ile pomzanın belirli oranlarda değiştirilerek üretilen örneklerin birim ağırlıkları tartılmıştır. Bu değerler Çizelge 4.3 ve Şekil 4.2'de verilmiştir.

**Çizelge 4.3.** Cüruf katkıli sertleşmiş beton ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

Numune	K	C1	C2	C3	C4	C5	C6
1	629,61	675,90	696,28	710,17	707,39	752,76	762,02
2	625,90	650,91	677,76	693,50	674,05	716,65	797,20
3	637,94	684,24	654,61	668,50	696,28	766,64	733,31
4	634,24	639,80	697,20	660,16	708,31	699,05	791,64
Ortalama	631,92	662,71	681,46	683,08	696,50	733,77	770,04

**Şekil 4.2.** Kömür cürufu katkıli sertleşmiş beton' un birim ağırlığı değerleri değişimi

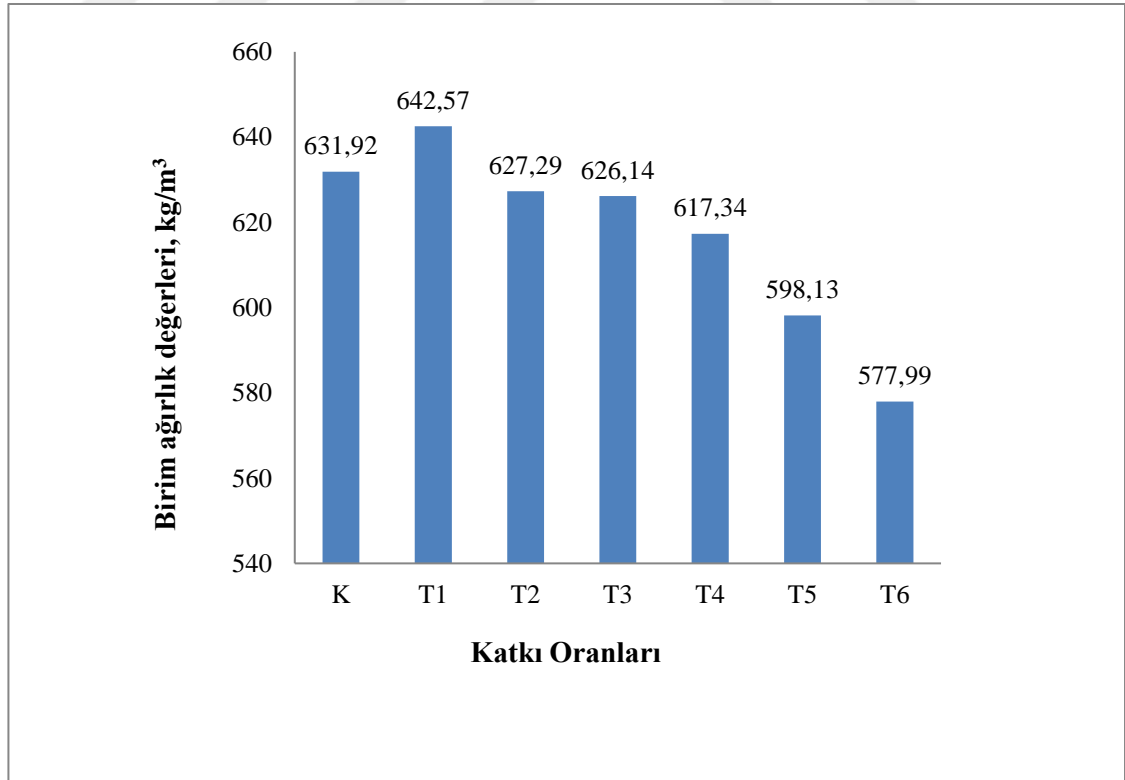
Deney sonucunda çıkan değerler incelendiğinde kömür cürufu agregası katkı oranı arttıkça birim ağırlık değerlerinin de arttığı gözlemlenmiştir. Kömür cürufu agregası katkıli en fazla birim ağırlık değerleri katkı oranının %30 olduğu C6'daki ortalama değerdir. TS EN 771-3 (Anonim 2011) standardına göre hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarların birim ağırlıkları  $500 - 1400 \text{ kg}/\text{m}^3$  arasındaki bir değere sahip olmalıdır. Deneyde kullanılan kömür cürufu agregalarından yapılmış blokların birim ağırlık değerleri bu standart değerler arasında yer almakta olup birim ağırlık açısından bu blokbimslerin kullanılabilir olduğu anlaşılmaktadır.

#### 4.2.1.b. Tortum Taşbaşı köyü rezervli diatomit katkıli sertleşmiş beton birim ağırlıkları

Diatomit agregası ile belirli oranlarda pomzanın değişimi sonucu üretilen sertleşmiş betonun birim ağırlıkları Çizelge 4.4 ve Şekil 4.3'deki gibidir.

**Çizelge 4.4.** Tortum rezervli diatomit katkıli sertleşmiş beton birim ağırlık ( $\text{kg/m}^3$ )

Numune	K	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	629,61	646,28	635,16	609,24	592,58	586,09	572,21
2	625,90	638,87	614,80	643,50	639,80	608,32	587,95
3	637,94	634,24	625,90	638,87	611,09	610,17	571,28
4	634,24	650,90	633,32	612,94	625,91	587,95	580,54
Ortalama	631,92	642,57	627,29	626,14	617,34	598,13	577,99



**Şekil 4.3.** Tortum rezervli diatomit katkıli sertleşmiş beton birim ağırlık değerleri değişim

Tortum rezervli diatomit agrega katkılı blok bimslerin birim ağırlık değerleri incelendiğinde katkı oranı arttıkça birim ağırlık değerlerinin düştüğü görülmektedir. TS EN 771-3 (Anonim 2011) standardına göre hafif betondan boşluklu bloklarla yapılan duvarların birim ağırlıkları  $500 - 1400 \text{ kg/m}^3$  arasındaki bir değere sahip olmalıdır. T6 sütunundaki değer (%30 agrega katkılı) standart değerlerin minimum değerlerine oldukça yakındır. Hafif duvar yapı elemanlarının yüksek katlı binalarda tercih edilir olması bu malzemenin birim ağırlığı açısından uygun olacağı düşünülmüştür.

#### 4.2.2. Su emme oranı

Araştırma konusu olan sertleşmiş betonların (blokbims) su emme oranları katkı maddelerinin cinsine ve katkı oranlarına bağlı olarak değişim göstermektedir.

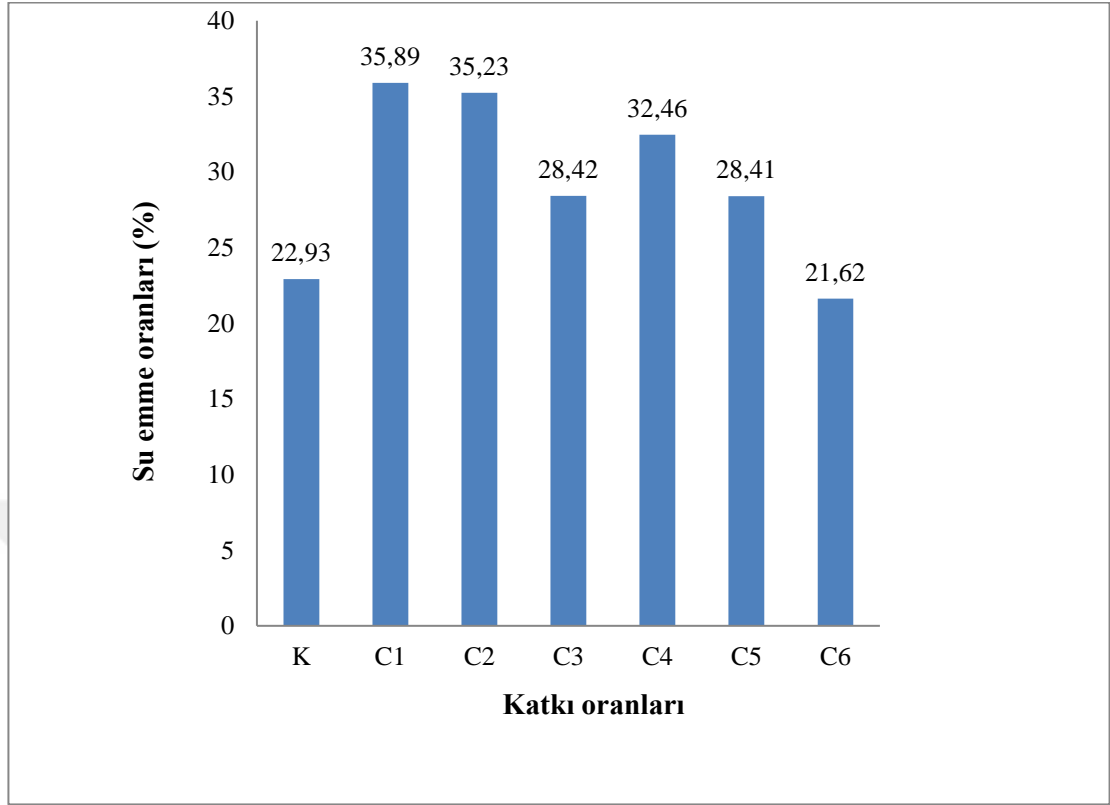
##### 4.2.2.a. Kömür cürufu katkılı sertleşmiş betonun su emme oranları

Kömür cürufu katkılı sertleşmiş betonun su emme oranları aşağıdaki gibidir (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.4).

**Çizelge 4.5.** Kömür cürufu katkılı sertleşmiş beton su emme oranları

Ölçüm Tipi	K	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Kuru birim ağırlık (kg)	6,89	7,30	7,52	7,67	7,64	8,13	8,23
Yaş birim ağırlık (kg)	8,47	9,92	10,17	9,85	10,12	10,44	10,01
Su emme (ağırlıkça, %)	22,93	35,89	35,23	28,42	32,46	28,41	21,62





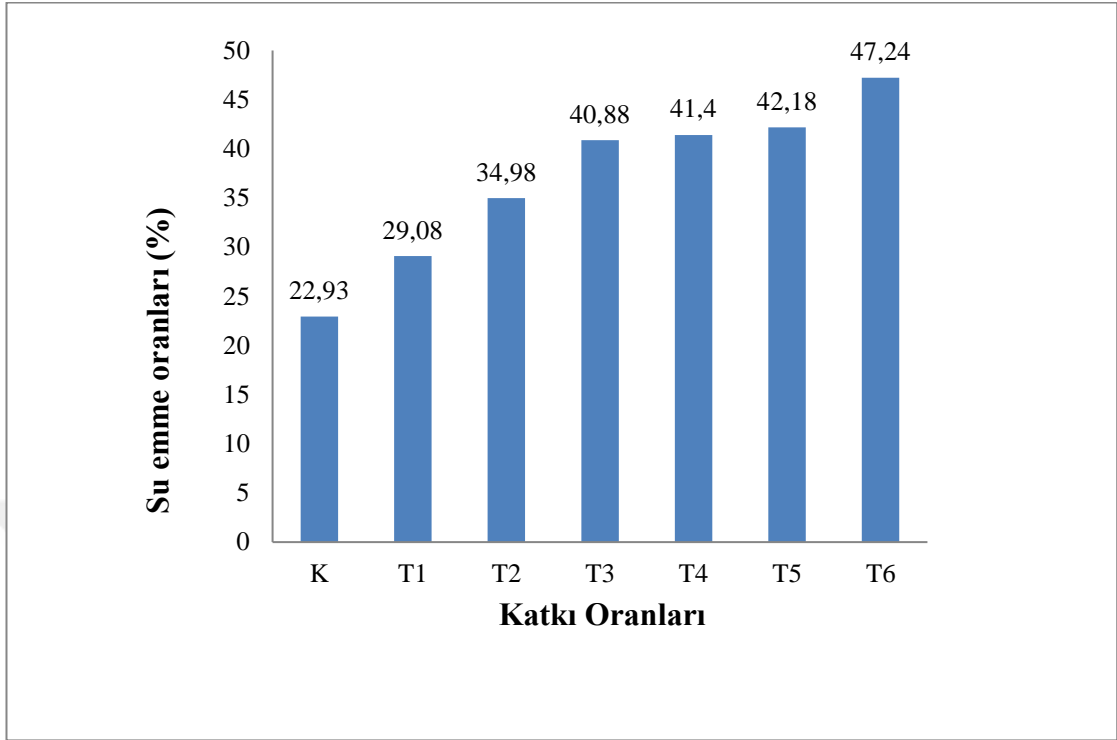
Şekil 4.4. Kömür cürufu katkıli sertleşmiş beton su emme oranları değişimi

#### 4.2.2.b. Tortum Taşbaşı köyü rezervli diatomit katkıli sertleşmiş betonların su emme oranları

Belirli oranlarda diatomit agrega katkısı ile yapılmış blokbimslerin su emme oranları ölçülmüştür. Birim ağırlığı oldukça düşük olan diatomit katkıli sertleşmiş betonların su emme oranlarının yüksek olduğu gözlenmiştir. Diatomit katkıli sertleşmiş beton su emme oranları Çizelge 4.6 ve Şekil 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.6. Tortum diatomiti ile üretilen katkıli sertleşmiş beton su emme oranları

Ölçüm tipi	K	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Kuru birim ağırlık (kg)	6,89	6,98	6,86	6,58	6,40	6,33	6,18
Yaş birim ağırlık (kg)	8,47	9,01	9,26	9,27	9,05	9,00	9,10
Su emme (ağırlıkça %)	22,93	29,08	34,98	40,88	41,40	42,18	47,24



**Şekil 4.5.** Tortum rezervli diatomit katkılı sertleşmiş beton su emme oranları değişimi

#### 4.2.3. Basınç dayanımı

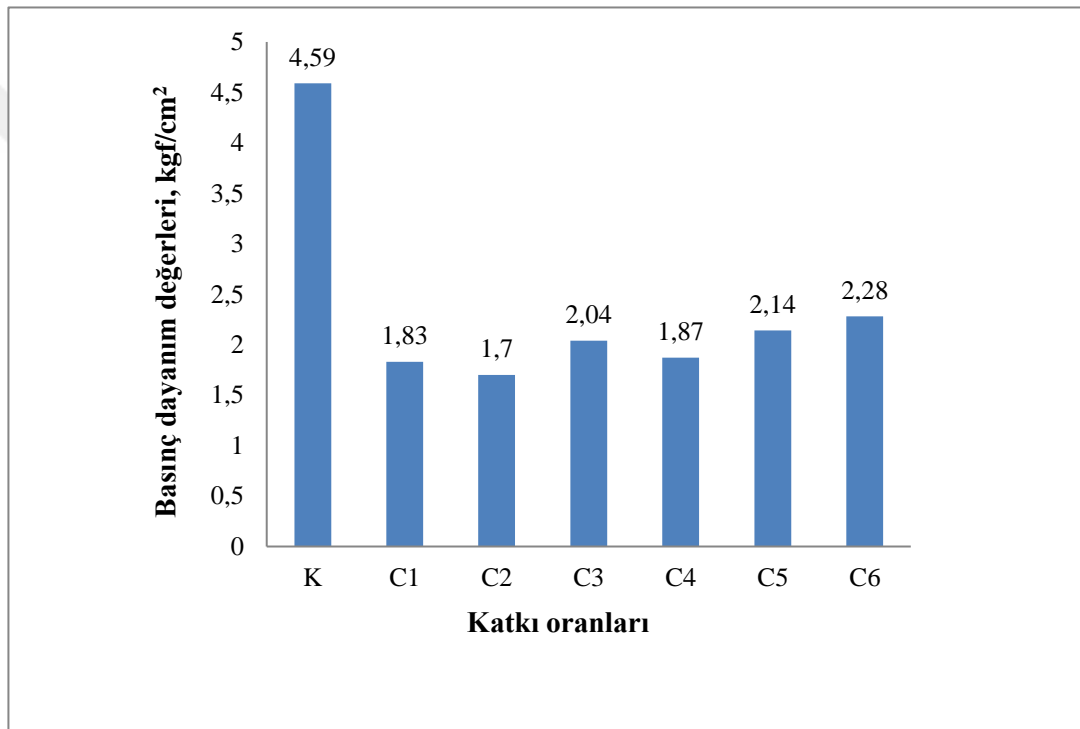
Örneklerin hazırlanmasının ardından 28. günde sertleşmiş örnekler üzerinde basınç dayanım testi yapılmıştır. Basınç dayanım testi bölgede büyük çapta üretim yapan fabrikaya ait laboratuvar ortamında saniyede 5 KN yükleme yapan hassas ve kalibrasyonu güncel olan beton basınç dayanım aygıtında ölçülmüştür.

##### 4.2.3.a. Kömür cürufu katkılı sertleşmiş beton basınç dayanımı

Blokbims üretiminde belirli oranlarda pomzanın çıkarılıp yerine aynı oranda kömür cürufu agregası ilavesi ile oluşturulan sertleşmiş beton (blokbims) basınç dayanım testi TS EN 1354 (Anonim 2007) gözenekli hafif beton basınç dayanımı standartlarına göre yapılmıştır. Kömür cürufu katkılı sertleşmiş beton basınç dayanım testi sonuçları Çizelge 4.7 ve Şekil 4.6'da gösterilmiştir.

**Çizelge 4.7.** Kömür cürufu katkıli sertleşmiş beton basınç dayanımları (kgf/cm<sup>2</sup>)

Numune	K	C1	C2	C3	C4	C5	C6
1	2,75	1,73	1,73	1,94	1,73	1,73	2,65
2	6,32	2,14	1,53	2,24	2,34	2,24	1,73
3	4,69	1,63	1,83	1,83	1,53	2,45	2,45
Ortalama	4,59	1,83	1,70	2,04	1,87	2,14	2,28

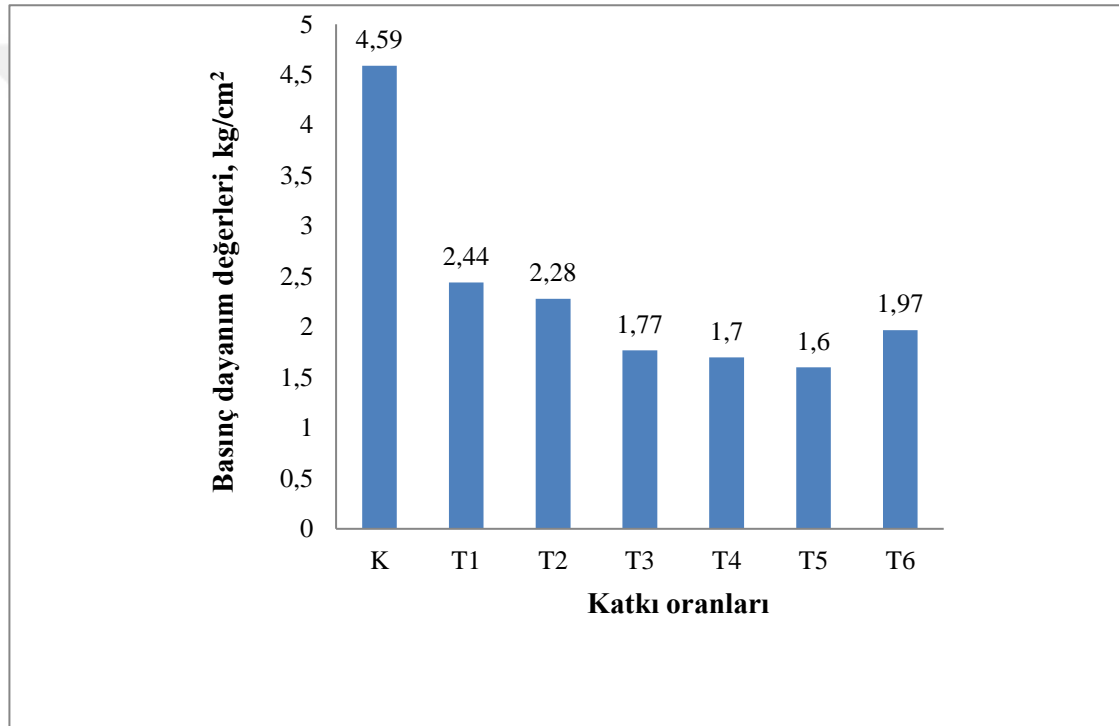
**Şekil 4.6.** Kömür cürufu katkıli sertleşmiş beton basınç dayanım değerleri değişimi

#### 4.2.3.b. Tortum Taşbaşı köyü rezervli diatomit katkıli sertleşmiş betonların basınç dayanımları

Diatomit agregalarının belirli oranlardaki ilavesiyle üretilen sertleşmiş blokbimslerin basınç dayanım testi TS EN 1354 (Anonim 2007) standartına göre yapılmış olup oranları Çizelge 4.8. ve Şekil 4.7'deki gibidir.

**Çizelge 4.8.** Tortum rezervli diatomit katkıli sertleşmiş beton basınç dayanımları ( $\text{kgf/cm}^2$ )

Numune	K	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	2,75	2,24	2,55	1,94	1,83	1,83	1,83
2	6,32	2,24	1,94	1,73	1,73	1,43	1,94
3	4,69	2,85	2,34	1,63	1,53	1,53	2,14
Ortalama	4,59	2,44	2,28	1,77	1,70	1,60	1,97



**Şekil 4.7.** Tortum rezervli diatomit katkıli sertleşmiş beton basınç dayanım değerleri değişimi

## 5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada blokbims üretiminde kullanılan pomzanın belirli oranlarda çıkarılıp aynı oranda farklı iki agregadan ayrı ayrı ilavesi ile farklı karışım oranlarına sahip blokbimsler üretilmiştir. Bu agregaları Tortum Taşbaşı köyü rezervli diatomit agregası ve kömür cürufu oluşturmaktadır. Yapılan inceleme ve analiz sonuçlarına göre çıkarılabilecek sonuçlar ve öneriler aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

### 5.1. Sonuçlar

Diatomit ve kömür cürufu katkılarıyla üretilen blokbimslerle yapılan mekanik ve fiziksel özellikleri ile gerçekleştirilmiş deneysel çalışmalardan çıkarılabilecek sonuçlar aşağıdaki gibidir.

- Erzurum ili Tortum ilçesinden alınan diatomit agregasının birim ağırlığı düşük olduğundan dolayı bununla üretilen blokbimslerinde birim ağırlıklarının düşük olduğu saptanmıştır. Ayrıca bu ürünün birim ağırlığının düşük olması yapılarda fazla yük getirmesi istenmeyen bölgelerde dolgu malzemesi ve şap malzeme olarak kullanılmasında yarar sağlayacaktır.
- Deneyde kullanılan agregalardan oluşturulan blokbimslerin birim ağırlıkları standartlarda verilen değerlerin içerisinde.
- Kömür cürufu agregası blokbimslerin birim ağırlıklarının, Tortum rezervli diatomit agregası katkılı blok bimslerden yüksek olduğu tespit edilmiştir.
- Su emme oranları incelendiğinde diatomit katkılı blokbimslerin su emme oranlarının katkı oranı artışına bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir. Bu oranın yüksek olmasının nedeni diatomit agregalarının porozitesinin yüksek olmasına bağlanmıştır.
- Diatomit katkılı blokbimslerin donma çözülme olaylarının fazla olduğu bölgelerde nemli veya ıslak alanlarda kullanılmasının su emme oranlarının fazla oluşu nedeniyle uygun olmayacağı düşünülmüştür.

- Basınç dayanım değerleri tüm karışımlarda TS EN 771/3 (Anonim 2011) minimum öngörülerini karşılayamamıştır. Basınç dayanım deneyi değerlerine bakıldığında basınca karşı en dirençli numunenin kömür cürufu katkılı numune olduğu tespit edilmiştir. Tortum rezervli diatomit katkılı blokbimslerin basınç dayanım değerlerinin ise kömür cürufu katkılı blokbimslerden daha düşük olduğu görülmüştür. Kömür cürufu agregası katkılı blokbimslerin basınç dayanım deneyi değerleri de kontrol numunesinin basınç dayanım değerlerinin çok altında kaldığı saptanmıştır.

## 5.2. Öneriler

Bu çalışmada kömür cürufu ve farklı rezervlerden alınan diatomit agregalarının belirli oranlardaki katkılarıyla oluşturulan blokbimslerle ilgili elde edilen deney sonuçlarına göre öneriler sunulmuştur.

- Deneylerden elde edilen blokbims örneklerinin birim ağırlık değerleri TS EN 13055'e uygun olduğu ve duvar ağırlıkları göz önünde bulundurulduğunda, tarımsal yapılarda kullanılan diğer yapı malzemeleriyle yapılan duvarlara benzer olduğu, ayrıca çok katlı binalarda diatomit agregası katkılı blokbimslerin diğer yapı duvar malzemelerine göre daha çok tercih edilebileceği öngörülmektedir.
- Deneyde üretilen katkılı blokbimslerin su emme oranlarının yüksek olmasında dolayı (özellikle diatomit katkılı blokbimsler) suyun beton bünyesine girerek zarar verebileceği temel, çatı gibi yerlerde, donma-çözülme etkisinde kalan bölgelerde özel önlem alarak ya da su emme potansiyeli olmayan bölgelerde iç bölme duvarlarında kullanılabilir.
- Basınç dayanım deneyi değerlerine bakıldığında diatomit katkılı blokbimslerin taşıyıcı olamayan ara bölme duvarlarında bir yapı malzemesi olarak kullanılmasında yarar vardır.
- Piyasadan alınan ve üretilen numunelerden elde edilen basınç dayanımı değerleri TS EN 771/3:2011'in öngörülerinin çok altında olduğu belirlenmiştir. İl genelinde piyasada küçük kapasiteli üretim atölyelerinde üretilen ve ildeki inşaatlarda kullanılan ürünlerin basınç dayanımlarını standartların öngördüğü değerlere yaklaştırabilmek için

gronülometri eğrisinin ayarlanarak buna göre karışımların yapılması ve piyasada yaygın kullanılan 100kg/m<sup>3</sup>'lük çimento dozajlarının artırılması gerekmektedir.

- Diatomit agregalarının birim ağırlık değerlerinin düşük olmasından dolayı yüksek katlı binalarda her katın zeminine atılan şap işi için agrega olarak ve konsol çıkıntılarındaki boşluklara dolgu malzemesi olarak kullanılabilir.
- Diatomitlerin doğal kaynaklı olması ve sıvıları yüksek emme özelliğinden dolayı kümes hayvancılığında tabana atılık olarak kullanılmasının doğru olduğu söylenebilir.
- Kömür cürufunun fazla miktarda atık olarak çevreye bırakıldığı yerlerde bu agregalardan blokbims üretilerek ekonomik olarak fayda sağlanacağı ve aynı zamanda çevre kirliliğini de önleyeceği düşünülmüştür.
- Tortum rezervli diatomitlerin birim ağırlığının çok düşük olması nedeniyle gelecekte daha ayrıntılı başka çalışmaların yapılmasının yararlı olacaktır.

## KAYNAKLAR

- Açıklan, N., 1991. Türkiye’de ve Dünya’da diatomit. Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü Yayınları, 30s, Ankara.
- Akçaözoğlu, S., 2008. Atık Pet Şişe Kırıklarının Hafif Beton Agregası Olarak Kullanılabilirliği, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Anonymous, 1998a. ASTM C 136 -96a, Standart Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregate, Annual Book of ASTM Standarts
- Anonymous, 1998b. ASTM 117 – 95, Standart Test Method for Materials Finer than 75-um (No.200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing, Annual Book of ASTM Standarts.
- Anonymous, 1998c. ASTM C 29/C 29M, Standart Test Method for Bulk Density (Unit Weight) and Voids in Aggregate, Annual Book of ASTM Standarts.
- Anonymous, 1998d. ASTM C 39 – 96, Standart Test Method for Compressive Strenght of Cylindrical Concrete Specimens, Annual Book of ASTM Standarts
- Anonim, 2007. TS EN 1354, Gözenekli Hafif Beton, Basınç Dayanımı Tayini, TSE, Ankara
- Anonim, 2009a. TS 706 EN 12620+A1, Beton Agregaları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2009b. TS ISO 3310-1, Deney Eleklere – Teknik Özellikler ve Deneyler – Bölüm 1: Metal Örgülü Deney Eleklere, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara. Bölüm 2: Delikli Metal Plakalı Deney Eleklere, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2009c. TS ISO 3310-2, Deney Eleklere – Teknik Özellikler ve Deneyler – Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2010a. TS EN 12350-2, Beton – Taze Beton Deneyleri – Bölüm 2: Çökme (slump) Deneyi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2010b. TS EN 12390-7, Beton, - Sertleşmiş Beton Deneyleri, Bölüm 7: Sertleşmiş Beton Yoğunluğu Tayini, Türk Standartları
- Anonim, 2010c. TS EN 12390-3, Beton – Sertleşmiş Beton Deneyleri, Bölüm 3: Sertleşmiş Beton Yoğunluğu Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim 2011. TS EN 771/3, Bims Betondan Mamul Yapı Elemanları, TSE, Ankara.
- Anonim, 2012a. Bims (Pomza) Nedir, <http://mezopotamyabims.com/bims.html>
- Anonim, 2012b. TS EN 197-1, Çimento- Bölüm 1: Genel Çimentolar-Bileşim, Özellikler ve Uygunluk Kriterleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2012c. TS EN 933-1, Agregaların Geometrik Özellikleri İçin Deneyler, Bölüm 1:Tane Büyüklüğü Dağılımı Tayini – Eleme Metodu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2015.TS EN 1097-6, Agregaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyler Bölüm 6, Tane Yoğunluğu ve Su Emme Oranının Tayini, TSE, Ankara.
- Anonim, 2016a. TS EN 13055, Hafif Agregalar, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- Anonim, 2016b. TS 802, Beton Karışım Hesap Esasları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.



- Balaban A ve E. Şen., 1988. Tarımsal Yapılar, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:1083, Ankara.
- Bedirhanoglu İ., 2011. “Yapı Malzemeleri” Dicle Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır.
- Çetin M ve B. Taş., 2012. “Biyolojik Orjinli Tekdoğal Mineral: Diatomit” Ordu Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü 2012 Cumhuriyet Yerleşkesi Ordu.
- Demir, İ, S. Başpınar, Y. Kıbıçıcı ve A. Yıldız., 2004. Kalorifer Külü Kullanılarak Yapı Bloğu Üretilmesinin Araştırılması. 5. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 13-14 Mayıs 2004, İzmir.
- Düzgün, O.A., 2001. Çelik Liflerin Hafif Betonların Dayanımları Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Ekmekyapar, T ve İ. Örüng., 1997. İnşaat Malzeme Bilgisi, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, 151, Erzurum.
- Elmastaş N., 2012. Uluslar Arası Sosyal Araştırma Dergisi, Cilt : 5, Sayı: 23
- Erdoğan, T. Y., 2003. Beton. ODTÜ Geliştirme Vakfı ve Yayıncılık A:Ş, Ankara
- Gündüz, L., 1998. “Pomza Teknoloji, Pomza Karakterizasyonu”, Cilt I, Isparta.
- Gündüz, L., 2001, “Türkiye ve Dünyadaki Pomza Oluşumlarının Malzeme Karakteristiği Analizi” Süleyman Demirel Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Isparta
- Işık, I., 1984. Diatomit, Anadolu Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi. Maden Mühendisliği Bölümü Sayfa: 81-98, Eskişehir.
- Kocaman, B., 2000. Doğu Anadolu Bölgesindeki Doğal Hafif ve Normal Agregalarla Üretilen Betonların Fiziksel, Mekanik ve Isı İletkenlik Özelliklerinin Belirlemesi İle Tarımsal Yapılarda Kullanılma Olanakları Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Özışık, G., 1998. Beton, İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Özkan, Ş.G ve G. Twicer., 2001. Pomza Madenciliğine Genel Bir Bakış, 4. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, s.200-207, İzmir..
- Öztürk C.A., E. Nasuf, A. Fişne ve M. Erkan., 2003. Türkiye ve Dünyada Agregasyonları ve İşlevleri. İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Öztütüncü, G.H., 1992. Ortalama Hafif Agregasyonunun Yarı Hafif Betonların Don Dayanıklılığı Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Rittmann A. L., 1976. Volcanoes, Orbis Publishing, London.
- Serin G., 1999. Pomzanın Hafif Beton Blok Duvar Elemanı Olarak Kullanılmasının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta
- Şahin, S., 2002. Tarımsal Yapılarda Kullanılan Hafif Agregalı Beton Blokların Bazı Özelliklerinin İyileştirilmesi Olanakları Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Şapcı N., L. Gündüz ve F. Yağmurlu., 2014. Aksaray İgnimbitlerinin Doğal Hafif Agregasyon Olarak Kullanılabilirliği ve Hafif Formda Boşluklu Duvar Blok Elemanlarının Üretiminde Değerlendirilmesi Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 20, Sayı 3, Sayfalar 63-69 Denizli.

- Şimşek, O., 2003. Yapı Malzeme II. Beta Yayın A.Ş., İstanbul.
- Tanyıldızı H. ve A. Coşkun., 2007. Hafif Betonun Basınç Dayanımı ve Yüzey Özelliklerine Yüksek Sıcaklığın Etkisi, Fırat Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü, Elazığ.
- Toklu, K., 2009. Pomza Taşından Üretilen Bims Blok Kalitesinin Artırılma Olanaklarının Araştırılması, İstanbul Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Turgutalp, Ü., 1978. Sarıkamış Yöresi Doğal Hafif Agregasıyla Üretilen Betonların Tarımsal Yapılarda Kullanılabilme Olanakları Üzerine Bir Araştırma, Doçentlik Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Türkmen, İ., 1997. Van - Erciş Pomzasından Üretilen Hafif Betonun Donma Çözülme Dayanıklılığının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Ulus, İ., 2007. Ham Perlit Agregası Kullanılarak Yüksek Dayanımlı Hafif Beton Üretilebilirliğinin Araştırılması, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Uygunoğlu, T., 2005, "Afyon ve Çevresindeki Hafif Agregalarla Üretilen Blok Elemanların Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Araştırılması", Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Yük. Lis. Tezi, Afyon.
- Uygunoğlu T., 2008. Hafif Agregada Kendiliğinden Yerleşen Betonların Özellikleri, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Uygunoğlu, T., Ünal O., 2005. Yapıların Zati Yükünün Azaltılması İçin Diatomitle Üretilen Hafif Blok Elemanlarının Özelliklerinin Araştırılması, Deprem Sempozyumu Kocaeli.
- Uygunoğlu, T., Ünal O., 2007. Buhar Kürü Uygulanmış Pomzalı Hafif Betonun Özellikleri, Politeknik Dergisi, Vol.10, pp. 111-116
- Varol, B., 2012 Pomza Sektör Raporu, [www.ahi-ka.org.tr/upload/pdf/nevsehir/pomzaraporu2012.pdf](http://www.ahi-ka.org.tr/upload/pdf/nevsehir/pomzaraporu2012.pdf)
- Yanık, S., 2007. Bazik Pomzaların Beton Agregası Olarak Kullanılabilirliği, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yıldız, A., 1997. Afyon Seydiler Diatomit Cevherinin Jeolojisi ve İzolasyon Tuğlası Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, AKÜ Fen Bil. Ens.128s, Afyonkarahisar.

## ÖZGEÇMİŞ

Erzurum iline bağlı Aşkale ilçesinin Gökçebük köyünde 1981 yılında doğdu. İlköğrenimini Gökçebük köyünde, orta öğrenimini Aşkale ilçesinde ve lise öğrenimini Erzurum'da tamamladı. 2007 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalından Mezun oldu. 2008 yılında askerlik görevini tamamladı. 2010 yılında, mezun olduğu aynı bölümden yüksek lisansa başladı.

Evli ve iki çocuk babasıdır. Ticaretle uğraşmaktadır.