



**DİATOMİT KATKILI SİVA HARCININ TARIMSAL YAPILARDA
KULLANILABİLME OLANAKLARI**

SERKAN YAZAREL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

Prof. Dr. Sedat KARAMAN

Aralık - 2016

Her hakkı saklıdır

**T.C.
GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DİATOMİT KATKILI SIVA HARCININ TARIMSAL YAPILARDA
KULLANILABİLME OLANAKLARI**

SERKAN YAZAREL

**TOKAT
Aralık - 2016**

Her hakkı saklıdır

Serkan YAZAREL tarafından hazırlanan "Diatomit Katkılı Sıva Harcının Tarımsal Yağlarda Kullanılabilir Olanakları" adlı tez çalışmasının savunma sınavı 19 ARALIK 2016 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği / Oy Çoğunluğu ile Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü BİYOSİSTEM ANA BİLİM DALI 'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof. Dr. Sedat KARAMAN
Üye
Yrd.Doç.Dr. Bahattin ÖZTOPRAK
Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Üye
Yrd.Doç.Dr. Murat ÇAVUŞ
Gaziosmanpaşa Üniversitesi





Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.


Prof. Dr. Bahattin ÖZTOPRAK
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Serkan YAZAREL

19 Aralık 2016

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DİATOMİT KATKILI SIVA HARCININ TARIMSAL YAPILARDA KULLANILABİLME OLANAKLARI

SERKAN YAZAREL

GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. SEDAT KARAMAN)

Bu çalışmada doğal bir puzolan olan diatomitin sıva harcı yapımına uygunluğunun belirlenmesi yanında, tarımsal yapılarda kullanılabilme olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır. İncelenen agrega (kum ve ponza) ve puzolan üzerinde gerçekleştirilen deney sonuçlarına göre agrega ve puzolanların sıkışık ve gevşek birim ağırlıkları, özgül ağırlık ve su emme miktarı, organik madde miktarı, aşınma dayanımı gibi agrega ve puzolanın önemli özellikleri araştırılmış, malzemelerin standartlara uygun olduğu belirlenmiştir. Yapılan taze (birim ağırlık ve yayılma deneyi) ve sertleşmiş (birim ağırlık, kılcal su emme, toplam su emme miktarı, eğilme ve basınç dayanımı ve buhar geçirgenlik deneyleri) sıva harcı deneylerinden elde edilen sonuçlara göre, buhar geçirgenlik ve dayanım testleri sonucunda, pomza ve diatomitin tarımsal yapılarda kullanılabilirliği uygun görülmüştür. Ülkemizde önemli miktarlarda üretim yapılan ponza ve diatomitin ile hazırlanacak sıvalarda, malzemelerin yüksek su tutma kapasitesi göz önünde bulundurulmalı ve diğer agrega ve bağlayıcı malzemeler ile uygunluğu konusunda araştırmalar yapılmalıdır.

2016, 61 SAYFA

ANAHTAR KELİMELER: Diatomit, ponza, harç, sıva

ABSTRACT

MASTER THESIS

POSSIBLE USE OF DIATOMITE-AMENDED PLASTERS IN AGRICULTURAL STRUCTURES

SERKAN YAZAREL

GAZIOSMANPASA UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

DEPARTMENT OF BIOSYSTEMS ENGINEERING

(SUPERVISOR: PROF. DR. SEDAT KARAMAN)

The present thesis was conducted to investigate the availability of diatomite (a natural pozzolan) for making plaster mortar and possible uses in agricultural structures. Based on results of the tests carried out on investigated aggregate (sand and pumice) and pozzolan, compacted and loose unit weights, specific weight, water absorption, organic matter content, abrasion resistance of aggregates and pozzolan were investigated and materials were found to comply with the relevant standards. Test results on fresh (unit weight and slum test) and hardened (unit weight, capillary water absorption, total water absorption, tension and compression resistance, vapor diffusion test) characteristics revealed that pumice and diatomite could be used in agricultural structures. In plasters to be made with abundant pumice and diatomite sources, high water holding capacity of the materials should be taken into consideration and further researches should be carried out about their compliance with the other materials.

2016, 61 PAGE

KEYWORDS: Diatomite, pumice, mortar, plaster,

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı tez konusu olarak öneren ve araştırmanın danışmanlığını üzerine alan, hazırlanması ve yürütülmesinde her türlü desteği gösteren hocam Prof. Dr. Sedat KARAMAN'a, laboratuvar olanaklarını sunarak çalışmalarım sırasında değerli yardımlarını gösteren Gaziosmanpaşa Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Yrd.Doç. Dr. Murat ÇAVUŞ'a, teşekkür ederim.

Serkan YAZAREL

19 Aralık 2016

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGE ve KISALTMALAR	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
TABLO LİSTESİ	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Harçlar	5
2.1.1. Harçların Sınıflandırılması	6
2.1.1.1. Birim Ağırlıklarına Göre Harçlar.....	6
2.1.1.2. Bağlayıcı Türüne Göre Harçlar.....	6
2.1.1.3. İşlevlerine Göre Harçlar	6
2.1.2. Harçlarda Bulunması Gereken Özellikler	7
2.2. Sıva	9
2.2.1. Sıvaların Sınıflandırılması	9
2.2.2. Sıva Çeşitleri.....	9
2.2.3. Sıvalarda Bulunması Gereken Özellikler	10
2.3. Agregalar	11
2.3.1. Agregaların Sınıflandırılması	12
2.3.1.1. Kökenlerine Göre Agregalar.....	12
2.3.1.2. Yoğunluklarına Göre Agregalar	12
2.3.1.3. Tane Büyüklüklerine Göre Agregalar	13

2.3.2. Agregaların Özellikleri	13
2.3.2.1. Agregaların Jeolojik ve Petrografik Özellikleri 13	
2.3.2.2. Agregaların Fiziksel Özellikleri	13
2.3.2.3. Agregaların Mekanik Özellikleri	15
2.3.2.4. Agregalarda İstenmeyen Maddeler	16
2.4. Puzolanlar	17
2.4.1. Puzolanların Sınıflandırılması	17
2.4.1.1. Doğal Puzolanlar	17
2.4.1.2. Yapay Puzolanlar	17
2.4.2. Puzolanların Özellikleri	18
2.4.3. Puzolanların Kullanım Amaçları	18
2.5. Diatomit	19
2.6. Ponza	20
3. MATERYAL ve YÖNTEM	21
3.1. Materyal	21
3.1.1. Agregalar	21
3.1.2. Puzolan	22
3.1.3. Çimento	22
3.1.4. Kireç	23
3.1.5. Su	23
3.1.6. Araştırmada Kullanılan Araç ve Gereçler	23
3.2. Yöntem	24
3.2.1. Karışım Oranlarının Belirlenmesi ve Örneklerin Hazırlanması ...	24
3.2.2. Laboratuvar Çalışmaları	27
3.2.2.1. Agregalar Deneyleri	28
3.2.2.2. Sıva Harcı Deneyleri	31

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	39
4.1. Diatomitin Özellikleri.....	39
4.2. Agregaların Özellikleri	39
4.3. Sıva Harcı Deneyleri.....	44
4.3.1. Taze Sıva Harcı Deneyleri.....	44
4.3.1.1. Yayılma Deneyi	44
4.3.1.2. Birim Hacim Ağırlık	44
4.3.2. Sertleşmiş Sıva Harcı Deney Sonuçları.....	45
4.3.2.1. Birim Hacim Ağırlıkları.....	45
4.3.2.2. Kılcal Su Emme	46
4.3.2.3. Toplam Su Emme Miktarı Tayini	48
4.3.2.4. Buhar Geçirgenlik Deneyi	48
4.3.2.5. Eğilme ve Basınç Dayanımı Deneyleri.....	50
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	52
6. KAYNAKLAR	56
7. ÖZGEÇMİŞ	61

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Açıklama

γ	=	Özgül ağırlık
η	=	Su emme oranı
A1	=	Örneğin doymuş kuru yüzey ağırlığı (g)
A2	=	Örneğin fırın kuru ağırlığı (g)
A3	=	500 ml su ile doldurulmuş beher ağırlığı (g)
A4	=	Fırın kuru örneğin tartılan ağırlığı (g)
BA _s	=	Sıkışık birim ağırlık (kg/m ³)
BA _g	=	Gevşek birim ağırlık (kg/m ³)
As	=	Sıkışık agrega ile dolu ölçü kabı ağırlığı (kg)
Ag	=	Gevşek agrega ile dolu ölçü kabı ağırlığı (kg)
Ak	=	Ölçü kabı ağırlığı (kg)
V _k	=	Ölçü kabı hacmi (m ³)
μ	=	Yıkanabilen ince madde oranı (%)
FK1	=	Örneklerin deney öncesi fırın kuru ağırlığı (g)
FK2	=	Örneklerin deney sonu fırın kuru ağırlığı (g)
SB	=	Sıkışık birim ağırlık (kg/m ³)
GB	=	Gevşek birim ağırlık (kg/m ³)
Aks	=	Kap ve sıkışık haldeki örneğin ağırlığı (kg)
Akg	=	Kap ve gevşek haldeki örneğin ağırlığı (kg)
SE	=	Kılcal su emme katsayısı (g/m ² dak ^{0.5})
Mt	=	Örneğin tartılan zamandaki ağırlığı (g)
Mk	=	Örneğin tanka daldırılmadan önceki kuru kütlesi (g)

A	=	Örneğin suya daldırılan yüzey alanı
t	=	Örneğin tartıldığı zaman (dak)
h_{ort}	=	Örnek kalınlığı (m)
σ_h	=	Havanın su buharı iletkenliği (kg/msaatPa)
A	=	Örnek yüzey alanı
G	=	Su buharı geçiş oranı
d_h	=	Örnek altında kalan havanın kalınlığı
T	=	Ortam sıcaklığı (°C)
P_o	=	Normal atmosfer basıncı (mmHg)
P	=	Ortalama hava basıncı (mmHg)
F_{ort}	=	İki ölçüm arası örnek ağırlık farkı
μ	=	Buhar difüzyon direnç kat sayısı
P1, P2	=	Su buharı basınçları
σ	=	Eğilme dayanımı (kg/mm ²)
F	=	Maksimum dayanım kuvveti (kg)
L	=	Mesnetler arası açıklık (mm)
b-d	=	Örnek en kesit boyutları
f_c	=	Örneğin basınç dayanımı (kg/cm ²)
Fm	=	Kırılma anında ulaşılan en büyük yük (kg)
A_c	=	Basınç yükünün uygulandığı en kesit alanı (cm ²)

Kısaltmalar

TS	=
ASTM	=
FKA	=
SDa	=

Açıklama

Türk Standartları
Amerikan Beton Standardı
Fırın Kuru Ağırlık
Suya Doymuş Ağırlık

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan puzolan ve agregalar	22
Şekil 3.2. Harç karışım oranları	26
Şekil 3.3. Test kalıpları	27
Şekil 3.4. Yayılma deneyi.....	32
Şekil 3.5. Birim ağırlıkdeneyi.....	33
Şekil 3.6. Kılcal su emme deneyi	34
Şekil 3.7. Su emme deneyi	35
Şekil 3.8. Buhar geçirgenlik deneyi	36
Şekil 3.9. Eğilme ve basınç dayanımı deneyleri.....	38
Şekil 4.1. Taze harçların sıkışık ve gevşek birim hacim ağırlıkları.....	45
Şekil 4.2. Sertleşmiş sıva harcı örneklerinin birim hacim ağırlıkları	46
Şekil 4.3. Harç karışımlarında buhar geçirgenlik katsayıları	49
Şekil 4.4. Eğilme dayanımı değerleri	50
Şekil 4.5. Basınç dayanımı değerleri	50

TABLO LİSTESİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
Tablo 3.1. Çimentonun kimyasal özellikleri	22
Tablo 3.2. Araştırmada kullanılan kür suyunun özellikleri	23
Tablo 3.3. Sıva karışım oranları	24
Tablo 3.4. Harç karışım oranları.....	25
Tablo 4.1. Diatomitin fiziksel özellikleri.....	39
Tablo 4.2. Diatomitin kimyasal özellikleri	39
Tablo 4.3. Tokat yöresinden elde edilen agreganın kimyasal analizi.....	40
Tablo 4.4. Ponzanın fiziksel özellikleri	40
Tablo 4.5. Ponzanın kimyasal özellikleri ve bileşenleri	41
Tablo 4.6. Kullanılan agregaların elek Analiz değerleri.....	42
Tablo 4.7. Kılcal su emme değerleri.....	47
Tablo 4.8. Buhar geçirgenlik katsayısı	49

1. GİRİŞ

Tarım insanların bitkisel ve hayvansal kaynaklı gereksinimlerini uygun şekilde ve kalitede, ekonomik olarak sağlayabilmesi amacı ile ilk çağlarda başlayıp, günümüze kadar gelişerek büyüyen iş koludur. Artan nüfusa bağlı olarak tarımsal faaliyetler sonucu elde edilen ürünlere duyulan gereksinim artmaktadır. Günümüzde tarımsal faaliyetlerin bu gereksinimlere uygun şekilde karşılık verebilmesi hayvansal ve bitkisel üretim yapıları, ürün koruma ve depolama yapıları ile olasıdır. Bu yapıları istenilen düzeye çıkarabilmek için, inşaları sırasında bileşimlerine katılan malzemelerin uygun şekilde tanınması gerekmektedir (Alkan, 1972).

Tarım işletmelerinde toplam sermayenin önemli bölümünü, işletmenin özelliklerine de bağlı kalmak koşuluyla yapılara ayrılan yatırımlar oluşturmaktadır. Tarımsal üretimin gelişmesine dolaylı yönden etki yapan etkenlerin en önemlilerinden olan tarımsal yapılar, onları oluşturan yapı elemanları ve malzemenin uygun nitelikte olmasıyla yakından ilgilidir. Bu amaçla uygun malzeme, planlama ve inşaat tekniğinin araştırılıp bulunması önemlidir. Yapı malzemeleri hakkında bugün bilinen gerçekler, birçok araştırmacının uzun yıllara dayanan araştırma ve deneyimleri sonucu ortaya çıkmıştır.

Yapı malzemelerinin ekonomik ve emniyetle kullanılmasını sağlayacak birçok yöntem ve gerçeklerin ortaya çıkarılmasına gereksinim duyulmaktadır. Tarımsal yapılar ile ilgili teknik sorunlara uygun çözüm getirmek amacıyla, özel yapı malzemelerinin üretimi ve üretilen malzemelerin uygulamaya aktarılması yönünde son yıllarda yoğun çalışmalar yapılmaktadır (Alkan1972; Tekinsoy, 1984; Ekmekyapar ve Örüng, 1997).

Mühendis, canlıların gereksinimlerini karşılayabilmek ve refah düzeylerini artırmak amacı ile fizik-kimya ve matematik kurallarına uygun şekilde amacına uygun, estetik ve ekonomik çözümler getiren kişidir. Mühendislerin bu koşulları sağlayabilmesi için kullanacakları malzemelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini, dış etmenlere karşı dayanımlarını, kullanılan malzemelerin ve bu malzemeler ile oluşturulmuş elemanların ömürlerini ve ekonomikliğini bilmesi gerekmektedir.

Yapısal sorunların en önemlileri ısı, su ve ses gibi yalıtım sorunlarıdır. Bu yalıtım sorunlarını yüksek performanslı malzemelerle çözmek yerine, yüksek performanslı sistemlerle çözmek daha olumlu sonuç vermektedir. Bina yapımında geleneksel yöntemlerden endüstrileşmiş yapım teknolojilerine geçiş sürecinde özellikle hafif ve enerji tasarrufuna katkıda bulunacak yeni yapı malzemeleri kullanımına yönelik çalışmalar giderek artan ölçüde önem kazanmaktadır.

İnşaat sektöründeki önemi gün geçtikçe artan duvar ve sıva harçları, tarımsal yapıların her alanında önemli yer tutmaktadır. Ayrıca geliştirilen yeni ürün ve hizmetlerle kalite ve dayanıklılık artmakta, sorunlara çözümler bulunmaktadır. Artan enerji maliyetleri nedeni ile günümüzde enerji tasarrufu büyük öneme sahiptir. Bu amaçla yapılarda ısınma amacıyla tüketilen enerjinin azaltılması için gün geçtikçe yeni ürünler geliştirilmekte olup, sıva harçları da bu gelişmelerden olumlu yönde etkilenmektedir.

Tarımsal yapılarda kullanılan harçlar; yapı bütünlüğünü sağlamak, yapı malzemelerini güneş, su, rüzgar, nem, buharlaşma, nem gibi iç ve dış etmenlerden koruyarak kullanılan malzemenin, dolayısı ile yapının ömrünü artırmak ve uygun çevre koşullarını sağlamak amacı ile kullanılan malzemelerdir.

Harçlarının tarımsal yapılarda kullanıldıkları bölgelere göre, yapının dış çevre ile olan bağını en aza indirecek şekilde yeterli yalıtıma sahip, ilk tesis maliyetini en düşük düzeyde tutacak şekilde ekonomik, gelecekteki bakım-onarım gereksinimlerine zamanında karşılık verebilmesi amacı ile elde edilmesi kolay, kullanım amacına bağlı olarak üzerlerine gelecek dikey ve yanal yükleri karşılayabilecek oranda basınç ve eğilme momenti değerlerine sahip olmaları gerekmektedir.

Harç karışımlarının davranışlarını belirleyebilmek için öncelikle yapısına giren bağlayıcı malzemelerin, agregaların kimyasal ve fiziksel özellikleri ile kullanılacak malzemelerin karışım oranlarının bilinmesi gerekmektedir. Günümüzde kullanılan mevcut agrega kaynaklarının yetersiz kalması, deprem gibi doğal afetlerden korunma ve enerji gereksiniminin artması gibi nedenlerle yapı bilimi hafif, ucuz ve iyi yalıtımlı yapı elemanlarını araştırmakta ve denemektedir. Yapı ve yalıtım malzemelerinin elde

edilmesinde sıvalar, dolayısı ile yapısının önemli bölümünü oluşturan agregalar büyük önem taşımaktadır. Tarımsal yapılarda hafif agregaların kullanımı ile yapı yükünün azaltılması dolayısıyla malzeme yönünden ekonomi ve düşük birim ağırlığı sayesinde de yüksek ısı ve ses yalıtımı gibi yararlar sağlanmaktadır. Ayrıca ülkemizin atıl durumda bulunan kaynaklarının değerlendirilmesi, toplumsal refahın artırılması yönünden de önemlidir.

Puzolanlar tek başlarına bağlayıcı özellikleri olmayan, öğütüldüklerinde nemli ortamlarda kireçle birleşerek bağlayıcı özellik kazanan, silisli ya da silisli-alüminli yapay ya da doğal inorganik maddelerdir. Puzolanik özellik gösteren maddelerin yapılarda kullanımı ile ilgili birçok çalışma bulunmakta olup, bu maddeler maliyeti düşürmek ya da malzemenin özelliklerini iyileştirmek için katkı maddesi olarak kullanılmışlardır. Ancak yapay puzolanlar dışında bol miktarda varlığının bilindiği doğal puzolanların da ekonomiye katkısı yönünden değerlendirilmesi gerekmektedir. Bir ülkenin gelişmesinde yeraltı ve yerüstü kaynaklarının değerlendirilmesinin önemli rol oynadığı göz önünde bulundurulduğunda, bu doğal malzemelerin yapı malzemelerinin üretiminde daha yaygın kullanılması gerektiği sonucu ortaya çıkmaktadır. Ülkemiz puzolanik malzemeler olarak geniş kaynaklara sahip olup, yeterli düzeyde kullanılamamaktadır. En yaygın kullanım alanı çimento endüstrisindedir.

Diatomit yapısında yüksek oranlarda silis bulunan, hafif, nem emicilik özelliği yüksek, düşük yoğunluğa ve yüksek poroziteye sahip, yüksek oranlarda ısı, ses ve elektrik yalıtımı sağlayabilen, kimyasal maddelere karşı dayanıklı malzemedir. Ülkemizde dolgu malzemesi, yalıtım katkı malzemesi, hafif yapı malzemesi ve yapısındaki silis içeriği nedeni ile kimyasal üretimlerde silis kaynağı olarak kullanılmaktadır. Diatomit rezervlerinin ve teknik özelliklerinin yeterli olmasından dolayı hafif yapılarda dolayısı ile tarımsal yapılarda kullanılabilir malzemedir. Ülkemizde 100 milyon tondan fazla diatomit rezervi bulunmakta olup, bu yeterliliğe ve özelliklere karşın tarımsal yapılarda kullanımı oldukça düşüktür (Ünal ve ark., 2003; Anonim, 2001a).

Ponza yapısında bol miktarda silikat bulunan, camsı, asidik yapıda, gözenekli, volkanik kökenli malzemedir. Yapısındaki gözeneklerin birbirleri ile bağlantısı olmadığından, yüksek oranlarda ısı ve ses yalıtımı sağlar. Ülkemizde üretilen ponzanın %80'i inşaat alanında yalıtım dolgusu olarak, hafif yapı elemanları, hafif sıva, harç ve beton üretiminde veya dekoratif amaçlı kullanılmaktadır. Ayrıca yalıtkan özellikli boya üretim sanayisinde, boşluklu yapısı nedeni ile filtre malzemesi olarak kimya sanayisinde, toprak ıslahı amacı ile tarım sanayisinde, cam, mobilya ve elektrik-elektronik sanayisinde de kullanılmaktadır. Ponza, rezerv ve teknik özelliklerinin yeterli olması nedeni ile tarımsal yapılarda kullanılmasında sakınca olmayacak malzemedir. Türkiye'deki ponza kaynağı yaklaşık olarak 2,8 milyar m³ dolayında olup, Türkiye'deki ponza kaynakları, dünya ponza kaynaklarının yaklaşık olarak %15,8'ine karşılık gelmektedir. Ponzanın yapısı ve teknik özellikleri nedeni ile inşaat sektöründe kullanımı artış göstermekte ve bu kaynaktan daha iyi yararlanmak için, bu hızın artırılması gerekmektedir (Anonim, 2001b; Dinçer ve ark., 2015).

Bu çalışmada doğal puzolan olan diatomitin sıva harcı yapımına uygunluğunun belirlenmesi yanında, tarımsal yapılarda kullanılabilme olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmadan elde edilecek sonuçlar ile diatomit ve ponzanın sıva yapımında kullanılması artacak, böylece istenilen kalitede ve maliyette harç ve beton elde edilerek tarımsal yapılarda uygun düzeyde yalıtım, ekonomi ve emniyet sağlanacaktır. Böylece ham madde kaynaklarının değerlendirilmesi ve özellikle çevre koşullarının kontrolünün önemli olduğu hayvan barınakları, depolama yapıları gibi ısı ve nem dengesinin sağlanmasının zorunlu olduğu tarımsal yapılarda ısı yalıtımı yüksek malzemelerin üretilmesi mümkün olacaktır.

Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümü oluşturan giriş bölümünde konunun önemi ve çalışmanın amacı belirtilmiştir. İkinci bölüm olan literatür özeti bölümünde konuya ilişkin kaynaklar gözden geçirilmiştir. Araştırmada kullanılan materyal ve araştırma materyallerine uygulanan deney yöntemleri üçüncü bölümde, araştırmadan elde edilen sonuçlar ve elde edilen sonuçların literatür ışığı altında değerlendirilmesinin yapılarak tartışılması dördüncü bölümde, sonuç ve öneriler beşinci bölümde verilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Harçlar

Harçlar, agregaların bağlayıcı malzemeler ile karıştırılarak yeterli miktarda su eklenmesi sonucu oluşan, akıcılığı ve işlenebilirliği yüksek yapı malzemelerinin bir arada durmasını ve bu malzemeleri çevresel etkiye karşı koruyup, estetik görünüm de sağlayan inorganik yapı malzemesidir (Olgun, 2013).

Harçlar, yapıdaki kullanılma şekli ve yerine göre ağırlık veya hacim esasına ya da bu ikisini birden göz önüne alan sisteme göre önceden belirlenen miktarda bağlayıcı malzeme ve agreganın kuru olarak karıştırılması, bu karışıma hidrasyon ve işlenebilme özelliği sağlayıcı nitelikte gerekli miktarda suyun ilave edilmesi ve tekrar karıştırılması ile elde edilmektedir. Gerektiğinde mineral esaslı boya pigmenti ve katkı maddeleri de ilave edilebilmektedir.

Harcın betondan farkı, karışımında kaba agrega içermemesi ve bağlayıcı madde olarak çimentonun yanında kireç, alçı gibi bağlayıcı maddelerin de kullanılmasıdır. Yapılarda bağlayıcı malzeme olarak kullanılan harçların, yapılarda kullanım yeri, şekli ve özelliğine göre farklılık göstermesine karşın, yapılarda kullanılan vazgeçilmez malzemedir. Harçlar, yapı elemanlarını oluşturan taş, tuğla gibi yapı malzemelerini bütünleyici, onları bir arada tutucu, dış etkilere karşı koruyucu ve dekoratif amaçlarla kullanılmaktadır (Alkan, 1972).

Harçlar yapı elemanlarını dış etmenlere karşı koruma amacı ile tavan ve duvar sıvalarında kullanılmaktadır. Yapı malzemelerine uygun şekilde yapışmaları ve kolay işlenebilme özellikleri nedeniyle tercih edilmektedir. Zeminin düzgün olması, estetik görünmesi, sudan korunması amacıyla kullanılmaktadır. Bu harçlarda, dayanım ve geçirimsizlik olmak üzere iki özellik ön plana çıkmaktadır. Harçlar dekoratif ve estetik amacı ile de kullanılmaktadır. Bu çeşit harçlarda işlenebilirlik, yapışma ve kolay hazırlanabilirlik özellikleri ön plana çıkmakta ve bu durumlarda alçı harçları kullanılmaktadır. Üzerlerine gelecek su etkilerine karşı çok zayıf olduklarından, su ile temas eden veya yüksek nemli yerlerde kullanılması uygun değildir (Mavi, 2000).

2.1.1. Harçların Sınıflandırılması

Harçlar birim ağırlıklarına, bağlayıcı türüne ve işlevlerine göre sınıflandırılmaktadır (Ekmekyapar ve Örüng, 1997).

2.1.1.1. Birim Ağırlıklarına Göre Harçlar

Birim ağırlıklarına göre harçlar, normal ve hafif harç olarak ikiye ayrılır. Normal harçların birim ağırlığı 1500 kg/m^3 'den büyük, hafif harçların birim ağırlığı ise 1500 kg/m^3 'den küçüktür.

2.1.1.2. Bağlayıcı Türüne Göre Harçlar

Çimento harçları; çabuk sertleşip dayanımını aldığından her türlü yapı harcı olarak kullanılmaktadır. Çimento harcı sıva harcı olarak kullanıldığında, harcın işlenmesini kolaylaştırmak ve sıvanın çatlamasını önlemek amacıyla çimento harcına çok az miktarda kireç hamuru veya toz kireç katılmaktadır. Bu şekilde çok az miktarda kireç içeren çimento harcına temditli harç denilmektedir.

Kireç harçları; küçük ve basit yapılarda duvarların örülmesinde ve sıva işlerinde kullanılmaktadır. Çok ağır sertleşen harç olduğundan, kireç harcı ile yapılan duvarlara yük hemen verilmemelidir. Neme ve suya karşı dayanıksızdır. Bu nedenle kireç harçları genellikle yapı iç kısımlarının sıvanmasında kullanılmaktadır.

Takviyeli (melez) harçlar; kireç harcına bir miktar çimento katılmasıyla elde edilen harçlardır. Katılan çimentonun görevi harcın sertleşmesini hızlandırmak ve dayanımını artırmaktır. Kirecin görevi ise harcın işlenmesini kolaylaştırmaktır.

Alçı harçları; alçının suda erimesi kolay ve hızlı olduğundan yapılarda iç işlerde, su, nem etkisinde olmayan yerlerde kullanılmaktadır.

2.1.1.3. İşlevlerine Göre Harçlar

Duvar harçları; tuğla, taş, briket vb. yapı malzemesini birbirine bağlayan ve bunlar arasında kuvvet iletimini sağlayan harçlardır.

Sıva harçları; kagir ve perde duvar, kolon, giriş ve tavan gibi kaba inşaat yapı elemanlarının yüzeylerini düzgünleştirmek, görünümünü güzelleştirmek ve dış etkilerden korumak amacıyla kullanılan harçlardır.

Özel harçlar; duvar ve sıva harçları dışında kalan çimento şapları, mozaik harçları, enjeksiyon harçları gibi harçları içine almaktadır.

2.1.2. Harçlarda Bulunması Gereken Genel Özellikler

Malzemenin dış kuvvetlerin etkisi altında değişik zorlamalar karşısında malzemede oluşan şekil değişiklikleri ve bu etkiler altında malzemenin gösterdiği dayanma gücü özelliklerine mekanik özellikler adı verilmektedir. Yapının dış kuvvetlere karşı uzun süre karşı koyması, fonksiyonlarını yerine getirmesi büyük ölçüde malzemenin mekanik özelliklerine bağlıdır. Harcın mekanik özellikleri; basınç, çekme, eğilme, yapışma, aşınma ve darbe dayanımı şeklinde sıralanabilmektedir (Onaran, 1993; Ceran, 2008).

Malzemenin fiziksel özelliklerini bilmek taşıyıcı malzeme olarak kullanılan yapı malzemelerinde olduğu gibi aynı zamanda sıva ve harçlar için de büyük ölçüde önem taşımaktadır. Yapının dış kuvvetlere karşı uzun süre karşı koyması, fonksiyonlarını yerine getirmesinin diğer ölçüsü de malzemenin mekanik özelliklerin yanında fiziksel özelliklerine de bağlıdır. Harcın fiziksel özellikleri; birim hacim ağırlık, yoğunluk, özgül ağırlık, su emme oranı, kılcallık, geçirimsizlik, hacim değişikliği ve rötre şeklinde sıralanabilmektedir (Onaran, 1993).

Harçlarda bulunması gereken özellikleri basınç dayanımı, doluluk, geçirimsizlik, aderans, katılma sırasında hacim değişikliği göstermeme, aşınmaya ve dış etkilere karşı direncinin yüksek olması şeklinde sıralanabilmektedir. Harçlar kolay hazırlanabilir, uygulanmaları sırasında kolay işlenebilir olması yanı sıra rüzgar, don, güneş, yağışlar gibi çevresel etmenlere dayanıklı olmalıdır. Ayrıca yapı elemanlarına kolaylıkla yapışabilen, priz süresince ve sonrasında hacmini koruyabilen, su geçirimsizliği düşük ve yalıtım özellikleri yeterli olmalıdır. Kullanılma yerine göre bu özelliklerden bazıları diğerlerine göre daha fazla önem kazanmaktadır. Bu özellikleri gerçekleştirebilmek için gerekli etmenler ise bağlayıcı, kum ve yoğurma suyunun cins ve miktarının seçimi, granülometrisinin düzenlenmesi, iyi işçilik koşullarının sağlanmasıdır (Baş, 2009; Onaran, 1993; Olgun, 2013).

Harçlar kullanıldıkları yerlerde kolay ve hızlı şekilde hazırlanabilmesi, priz süresi başlamadan uygulanabilmesi ve diğer yapı malzemelerine yapışabilmesi (aderans) büyük önem taşımaktadır. Üzerine gelecek güneş-rüzgar gibi çevresel etmenler, harcın bünyesindeki gerekli suyun ayrılmasına, dolayısı ile hidrasyon reaksiyonunun tam olarak gerçekleşmemesine neden olabilmektedir. Malzemenin su tutma oranının düşük olduğu durumlarda, çeşitli kimyasalların harç karışımlarına eklenmesi ve harç yüzeylerinin uygulama sonrası kurummasını engelleyecek şekilde nemlendirilmesi, harcın istenilen zamanda priz almasını sağlamaktadır.

Harçların yalıtım özelliğinin iyi olması gerekmektedir. Birbirleri ile bağlantılı boşlukların fazla olması harcın geçirimsizliğinin, yalıtım özelliklerinin ve dayanımının azalmasını doğrudan etkilemektedir. Bağlayıcı malzeme miktarı artırılarak, bünyesindeki su uzaklaştırılabilmekte çeşitli puzolanik malzemeleri harcın yapısına ekleyerek harcın geçirimsizliği korunabilmektedir. Bu bilgiler ışığında harç yapımı sırasında bünyesine katılacak suyun ortam sıcaklığının, bağlayıcı malzeme miktarının, kullanılan agrega, puzolan ve kimyasalların doğru şekilde ayarlanması ve harcın uygulanması sonrası bakımı büyük önem taşımaktadır (Mavi, 2000).

Harçların dayanımını belirleyen iki ana unsur vardır. Bunlar harcın mekanik dayanımı ve aderansıdır. Bu iki unsuru etkileyen etmenler doğrudan harcın dayanımını da etkilemektedir. Harç içinde kullanılan kumun granülometri, su/çimento oranı, bağlayıcının dayanımı ve harcın doluluk oranı mekanik dayanımını etkileyen etmenlerdir. Aderansı etkileyen etmenler ise, harcı uygulandığı yüzeyin pürüzlülüğü ve harcın yapışma yeteneğidir (Erdoğan, 2005).

Harç dayanımı etkileyen diğer etmen ise sertleşme sırasındaki hacim değişikliğidir. Kullanılan bağlayıcıya göre hacim değişikliğinin miktarı farklılık göstermektedir. Çimento kullanılan harçlarda %0,08-0,12 oranında oluşan rötre çatlakları, dayanımın düşmesine neden olmaktadır. Rötre oluşmasını engellemek için çimento dozajı azaltılmalı ya da ıslak kür uygulanmalıdır. Harçtaki oluşan hacim genişlemeleri de aynen rötre gibi dayanımı düşüren diğer etkendir (Erdoğan, 2005).

2.2. Sıva

Bir çeşit harç olan sıva, yapı elemanlarını çevresel etkilere karşı koruyan, düzgün ve estetik yüzey elde ederek boyanma işlemi için hazır hale gelmesini sağlayan malzemelerdir (Anonim, 2007).

2.2.1. Sıvaların Sınıflandırılması

Sıvalar, üretim şekillerine göre yerinde karışım yapılan (geleneksel) sıvalar, fabrika üretimi yapılan hazır sıvalar; bağlayıcı özelliklerine göre mineral bağlayıcılı, sentetik reçine bağlayıcılı sıvalar, uygulandığı duvar yüzeyine göre; kagir duvar, beton duvar, tuğla duvar, gazbeton duvar, yalıtım yapılmış duvar, ahşap duvar yüzeyi sıvalar, uygulandığı yere göre; iç ve dış sıva başlıkları altında sınıflandırılmaktadır (Baş, 2009).

Sıva harcını oluşturan elemanlar; bağlayıcı maddeler, ince agrega (kum), karma suyu, özel harç katkıları şeklinde sıralanabilmektedir.

2.2.2. Sıva Çeşitleri

Sıvalar kullanıldıkları bölgelere, hazırlanması sırasında kullanılan bağlayıcı malzemenin, agreganın ve puzolanın çeşidine, yüzeylere uygulanma yollarına, uygulanma amaçlarına ve uygulandıkları yapı malzemelerine göre değişik türlerde çeşitlendirilebilir (Ayberk, 1995; Mavi, 2000; Anonim, 2007; Memiş, 2007; Gürer, 2008; Aruntaş, 2011; Anonim, 2012a; Babadağ, 2009).

- **Kaba sıva;** duvarları dış etmenlere karşı koruyan, yalıtımı sağlayan ve ince sıvalar için gerekli yüzeyin oluşturulmasında kullanılan, bağlayıcı olarak çimento, kireç veya her ikisinin birden kullanarak uygulanan sıvadır.
- **İnce sıva;** duvarları dış etmenlere karşı korumak, estetik görünüm sağlamak, boyaya hazır hale getirmek için, kaba sıvaların üzerine yapılan sıvalardır.
- **Perlitli sıva;** yapıda ısı ve ses yalıtımı sağlaması ve yapı elemanlarını çevresel etmenlere karşı koruması, yüksek yapılarda yangına karşı dayanıklılığın artırılması amacı ile yapıların iç, dış cephelerine veya tavanlarına uygulanabilen sıvadır.
- **Alçı sıva;** yapıların iç yüzeylerine, estetik amaçlı uygulanan sıva çeşididir.
- **Serpme-çarpma sıva;** yapının zemin kotunun altında bulunmasına karşın açıkta olan kısımlarındaki yapı elemanlarını zemin suyu yükselmesi durumunda, bu suya karşı koruyup ömürlerini uzatan, bağlayıcı olarak yalnızca çimento içeren, özellikle sıva yalıtımı sağlayan sıva çeşididir.

- **Mermer sıva;** agrega olarak mermer tozunun kullanıldığı, yapıların dış veya iç cephesine bakan kısımlarında estetik görünüm vermesi amacı ile kaba sıvanın üzerine uygulanan rijit sıvadır.
- **Mozaik sıva;** yapıların dış cephesine bakan kısımlarına yapılan, mermer kırığı ve çimento karışımından elde edilen, uygulamasının son basamağında tarıklama yapılan sıva çeşididir.
- **Edelputz sıva;** yapı elemanlarının dış cephesine bakan kısımlarına ince sıva olarak uygulanan, priz sonrası tarıklama işlemi yapılarak özel doku kazandırılan, çeşitli renklerde uygulanabilen sıvadır.
- **Serpme püskürtme sıva;** düzgün sıva yüzeyine, özel püskürtme makinesi yardımı ile uygulanan, sert takviyeli sıvadır.
- **Rabitz sıva;** ahşap, metal gibi yüzeylerin özel bir tel ile kaplanıp, üzerine sıva uygulanması ile yapılan sıvadır.
- **Bağdadi sıva;** ahşap konstrüksyona sahip yapılarda, ahşapların üzerine belirli aralıklarla yerleştirilen bağdadi adındaki çıtaların arasına uygulanan sıvadır.
- **Kamış-hasır üzerine sıva;** ahşap konstrüksyona sahip yapılarda, ahşapların üzerine boyuna kesilmiş kamışların, kesik kısımları dışarı bakacak şekilde yerleştirilmesi ve sıvanın bu bölgeye uygulandığı sıvadır.

2.2.3. Sıvalarda Bulunması Gereken Özellikler

Sıvaların duvarın oluşumunda öngörülen işlevlerini yerine getirebilmeleri, mekanik etkilere dayanımlarının yanı sıra, büyük ölçüde diğer fiziksel özelliklerine de bağlıdır. Bir harçta bulunması gereken özellikleri basınç mukavemeti, doluluk, geçirimsizlik, aderans, katılma sırasında hacim değişikliği göstermemesi, aşınmaya ve dış etkilere karşı direncinin yüksek olması şeklinde sayabiliriz (Çakır, 2010).

Sıvalar; geçirimsiz ve buhar geçirgenliği yüksek olmalıdır. Aderansı iyi, katmanlar arası sürtünme kuvveti fazla ve tutunma kabiliyeti yüksek olmalı, uygulandıkları yapı elemanlarına iyi derecede yapışarak, çevresel etmenlere karşı korumalıdır. Aşınma dayanımları yüksek ve üzerlerine gelecek suyu yapı elemanlarından uzaklaştıracak özellikte, şişme ve rötre gibi hacim değişikliklerine karşı elastik, fakat basma ve çekme basınçlarına karşı yeterli dayanıma sahip olmalıdır. Isı değişimlerinde yapısı bozulmamalı, büzülme ve çatlamalara karşı dirençli olmalıdır. Hazırlanırken

kullanılacak malzemeler amacına uygun seçilip, doğru oranlarda karıştırılarak hazırlanmalı, yüksek nem ve buna bağlı küf etkilerine karşı dayanıklı olmalıdır. Yüzeyi kaygan olmalı, gelen suyu duvar bünyesine geçirmemeli, kısa sürede ve kolayca aşınmamalıdır. Yeterli dayanıma sahip ancak hacim değişikliklerinde çatlama önleyecek kadar elastik, duvarın hava ve nem alışverişini sağlayacak kadar gözenekli olmalıdır (TS EN 13914-1,2016; Mavi, 2000; Baş, 2009).

2.3. Agregalar

Hafif örgü harçlarının hacimce yaklaşık %70'ini agrega oluşturduğundan, agregaların kalitesi harç performansını önemli oranda etkilemektedir. İyi harç elde edebilmek için uygun agrega kullanılması gerektiği bilinen gerçektir. Harç agregası, harç yapımında kullanılmak üzere çimento ve su karışımından oluşan bağlayıcı malzeme ile bir araya getirilen, organik olmayan doğal veya yapay malzemenin 4 mm'yi aşmayan büyüklüklerdeki kırılmamış veya kırılmış agregalardır (Şengün, 2004; TS 2717 EN 13139, 2005).

Agrega; yapılarda kullanılacak sıva harçlarının yapısına katılan, çimento ve su ile karıştırılması sonucu hidrasyona uğrayarak harçların oluşmasına ve sonrasında zamanla dayanım kazanmasına yol açan, doğal veya yapay yollarla elde edilebilen, kullanım yerlerine göre kırılarak veya kırılmadan homojen halde kullanılan malzemelerdir (Erdoğan, 2013).

Harçlar, kullanılacakları yerlere göre önemli özelliklere gereksinim duymaktadır. Bu özellikler, harcın yapısına katılan agregaların özelliklerine bağlıdır. Agregalar, doğal yollarla kum ocakları, akarsu havzaları, deniz, göllerden elde edilen veya endüstriyel üretimler sonucunda açığa çıkan atıklardan elde edilen malzemelerdir.

Harçların amaçlarına uygun olması için agregaların kimyasal yapıları, porozite, sıkışık ve gevşek birim hacim ağırlık, dayanım, granülometri, renk, yüzey yapısı, absorbe edebileceği su miktarı gibi özellikleri önemlidir. Harçların yapısına katılan agregalar bu yapı malzemelerinin işlenebilirlik, kullanılabilirlik, amacına uygunluk, dayanım, yalıtım, hacim sabitliği gibi özelliklerine doğrudan etki etmektedir. Sıva harçlarında kullanılacak agregaların sahip olması gereken özellikler standartlarca belirlenmiştir.

2.3.1 Agregaların Sınıflandırılması

2.3.1.1. Kökenlerine Göre Agregalar

Doğal Agregalar: Kökenleri esas olarak doğal olarak ocaklardan, nehir ve dere yataklarından, denizlerden ve çöllerden elde edilen, kırılmış veya kırılmamış şekilde kullanıma sunulan agregalardır (Uçar, 2008).

Yapay Agregalar: Demir cevherinin, kullanılabilir hale getirilmesi sırasında, yan ürün olarak ortaya çıkan, yapısında silis, kalsiyum, alüminyum bulunan yüksek fırın cürüfları, termik santrallerde elektrik üretimi sırasında ortaya çıkan gazların bacalarda yakalanması sonucu atık olarak elde edilen uçucu küller, perlitin yüksek sıcaklıklarda ısıtılarak hacim artışı sağlaması ile oluşan genişletilmiş perlit, bazı kil çeşitlerinin ısıtılması ile bünyesindeki gazların genişmesi sağlanarak hacim artışı elde edilmesi ile üretilen genişletilmiş kil gibi agregalardır (Bedirhanoglu, 2011).

2.3.1.2. Yoğunluklarına Göre Agregalar

Normal agregalar; özgül ağırlıkları $2,0-3,0 \text{ g/cm}^3$ arasında olan agregalardır. Uygulamada daha çok bu agregalar kullanılmakta olup, özgül ağırlığı ortalama $2,6 \text{ g/cm}^3$ dolayındadır (Ekmekyapar ve Örüng, 1997).

Hafif agregalar; gözenekli taneciklerden oluşan, özgül ağırlığı düşük, doğal ve yapay olarak elde edilebilen agregalardır (Özyürek, 1995). Doğal hafif agregalar doğadan sağlanan, kırılmadan veya kırılarak kullanılan, ısı işlem gören veya görmeyen taşlardır. Yapay hafif agregalar ise sanayi artığı hafif agregalardır. Kırma, ısı işlem gibi işlemlerden sonra veya uygulanmadan kullanılabilir (Ekmekyapar ve Örüng, 1997; Tutmaz, 2009).

Ağır agregalar; özgül ağırlığı $3,0 \text{ kg/cm}^3$ 'ün üzerinde olan agregalardır. Bunlar ağır beton üretmek için kullanılırlar. Doğal ağır agregalara barit, manyetit, hematit, limonit; yapay ağır agregalara ise hurda demir örnek olarak gösterilebilir (Kocataşkın, 1975).

2.3.1.3. Tane Büyüklüklerine Göre Agregalar

İnce agregalar; doğal kum, kırma kum veya bunların karışımından elde edilen ve 4 mm göz açıklıklı kare gözlü veya kare delikli elekten geçen agregalardır (Yapıcı, 2002).

İri agregalar (Çakıl); göz açıklığı 4 mm olan kare gözlü elek üzerinde kalan agregadır. Doğal iri agrega kırılmamış tanelerden oluşuyorsa çakıl, kırılmış tanelerden oluşuyorsa kırma taş olarak adlandırılmaktadır (Anonim, 2006a).

Karışık (tüvenan) agregalar: doğrudan malzeme ocağından alınan iri ve ince agrega karışımıdır (Katrancı, 1999).

2.3.2. Agregaların Özellikleri

2.3.2.1. Agregaların Jeolojik ve Petrografik Özellikleri

Agregaların üretildiği kayaçların özelliklerinin ve uygunluğun bilinmesi için yapılarında bulunan minerallerin belirlenmesi gerekmektedir. Çıplak gözle veya binoküler gibi basit laboratuvar aletleri ile kayaçların dilinim özellikleri, renkleri, parlaklıkları vb. yararlanılarak ilgili kayacın yapısı belirlenmektedir. Bu özelliklerin yeterli olmadığı durumlarda, kayaçlardan alınan ince kesitlerin mikroskop altında incelenerek kristal yapısı, mineral yapısı, bünyelerindeki çatlakları, biçimleri, minerallerin oluşturduğu sınırlar gibi özelliklerin belirlenmesi ile agregaların jeolojik ve petrografik özelliklerinin tanımlanabilmektedir (Keskin, 2011).

2.3.2.2. Agregaların Fiziksel Özellikleri

Agregaların nem içeriği

Agrega taneleri nem içeriği yönünden tam kuru (agrega tanesi içindeki tüm boşlukların kuru), yüzey kuru (agrega tanelerinin içindeki boşlukların bir kısmının su ile dolu, tanelerin yüzeyinin tamamen kuru), doymuş kuru yüzey (yüzeyi kuru içi suya doymuş) ve ıslak (agrega tanelerinin tüm boşluklarının su ile dolu, yüzeyinin ıslak) olmak üzere dört durumda olabilmektedir (Yapıcı, 2002; Tutmaz, 2009). Harç karışımlarını üretirken yüzey kuru ağırlığı göz önüne alınmaktadır. Aksi durumlarda agregaların fazla su nedeni ile boşluklarının tamamen dolması ve şişme eğilimine girerek, belirlenmiş hacim karışım oranlarının hatalı uygulanmasına yol açmaktadır. Karışımlara katılacak fazla su, hidrasyon süresinin uzamasına, harcın geç priz almasına ve geç dayanım kazanmasına, karışımların dayanımının düşmesine neden olmaktadır (Uçar, 2008).

Agregaların Birim Ağırlıkları

Belirli bir hacmi dolduran agregaya ağırlığı, birim ağırlık olarak tanımlanmaktadır. Agregayı kuru halde iken gevşek olarak bir kaba boşaltarak bulunan birim ağırlığa “gevşek birim ağırlık” ve yine kuru iken belirli sayıda çubuk darbesi ile sıkıştırılarak bulunan birim ağırlığa ise “sıkışık birim ağırlık” denir (Tutmaz, 2009).

Agregaların Özgül Ağırlığı

Belirli bir hacim ve sıcaklık altındaki, boşluksuz agreganın, aynı sıcaklık ve hacimdeki saf suyun ağırlığına oranı olarak tanımlanmaktadır (Postacıoğlu, 1975). Agregalar harç, beton gibi malzemelerin büyük çoğunluğunu oluşturduğundan, agregaya birim hacim ağırlığı, yapılarına katıldığı bu malzemelerin özgül ağırlıklarını doğrudan etkilemektedir. Özgül ağırlığı yüksek olan agregaların su emme oranları düşük olup, boşluk miktarları azdır. Bu nedenle özgül ağırlığı yüksek agregalardan üretilmiş yapı elemanlarının da özgül ağırlıklarının yüksek olmasına, dolayısı ile üzerlerine gelen yüklere karşı dayanımlarının fazla olmasına yol açmaktadır.

Agregaların Kompasitesi

Kompasite agregadaki katıların toplam hacme oranı olarak tanımlanmaktadır. Agregaya kompasitesi, belirli hacimdeki tanelerin gerçek hacmini tanımlamakta ve birim ağırlığın özgül ağırlığa oranlanması ile bulunmaktadır. Küçük kompasiteli agregaya ile üretilen betonların kompasitesi düşük olmakta, çimento tüketimi artmaktadır (Postacıoğlu, 1987).

Granülometri

Granülometri agregayı oluşturan çeşitli tane boyutlarının, agregaya içerisindeki dağılımıdır. Tane büyüklüğü dağılımı agregaların, dolayısı ile üretimine katıldıkları malzemelerin basınç dayanımlarını, dış etmenlere karşı dayanımlarını, rötreye karşı direncini, kompasitesini, karışımlarda kullanılması gereken bağlayıcı miktarını ve aderansını etkilemektedir (Türkmen, 2013).

Tane büyüklüğü dayanımı elek genellikle analizi yöntemi ile hesaplanmaktadır. Harç karışımında kullanılacak agregaların tane büyüklüğü dağılımı standartlarda belirlenmiş olup, küçük çaptaki tanelerin büyük çaptaki tanelerin arasındaki boşlukları dolduracak şekilde olması istenmektedir. Bu sayede agreganın homojenliği sağlanmış olup, yapısına katıldıkları yapı malzemelerinin de homojen özellik göstermesi ve dolayısı ile bütün olarak hareket edebilmesi mümkün olmaktadır.

Tane Şekli ve En Büyük Tane Büyüklüğü

Agregalar tane şekillerine göre yuvarlak, köşeli, yassı, uzun olmak üzere dört farklı gruba ayrılabilir. Tane şekillerinin kullanıldıkları yapı malzemelerine etkisi olup, en uygun tane şekilleri yuvarlak veya küp şekline yakın köşeli tanelerdir. En-boy oranı %33'den düşük yassı veya uzun taneler kusurlu tanelerdir (Çağlayan ve ark., 1999). Agregalarda bu tanelerin toplam miktarının, agrega toplam miktarına oranı %15'den düşük olmalıdır. Kusurlu taneler yapı malzemesinin kompozitesini ve işlenebilirliğini azaltıp, dayanımın düşmesine yol açmaktadır. Yapı elemanlarının üretimi sırasında, bağlayıcı maddeler ile agregaların yüzey pürüzlülüğü arasında ilişki bulunmakta olup, yüzey pürüzlülüğü, taneler ile bağlayıcı madde arasındaki temas yüzeyinin artmasına, malzemenin aderansının ve dayanımının fazla olmasına yol açmaktadır (Paki, 2010).

Dona Dayanıklılık

Doğada donma-çözülme olayı kayaçların parçalanmasına neden olduğu gibi, yapı malzemesi olarak kullanılan agregalar da donma çözülme olaylarından zarar görmektedir. Agregaların granülometrisi dona karşı dayanımı etkileyen en büyük etmendir. Boşluk oranı fazla olan agregalar fazla su emecek, bu suyun donması sonucu hacim artışı sağlayarak agreganın ufalanması, kırılması gibi istenmeyen etkilere neden olacaktır. Bu nedenle agregaların porozitesi belirli sınırları geçmemelidir (Kaya, 2016).

2.3.2.3. Agregaların Mekanik Özellikleri

Yapı malzemesinde kullanılacak agregaların basınç ve aşınma dayanımlarının kullanıldıkları yere göre yeterli olması istenmektedir. Bu dayanımlar ile yapı malzemelerinin dayanımı birbirlerine paraleldir.

Basınç dayanımı: Yüksek basınç dayanımına sahip agregalar, yüksek basınç dayanımına sahip yapı malzemesi üretilebilmesine olanak sağlamaktadır. Agregaların porozitesi, jeolojik ve petrografik özellikleri ile granülometri ve kompozite özellikleri basınç dayanımını doğrudan etkileyen etmenlerdir.

Aşınma dayanımı: Agregaların korozyona ve çevresel etmenler karşısında ufalanmaya karşı gösterdiği direnç olan aşınma dayanımı agregaların sertlik, özgül ağırlık gibi özelliklerin artması ile iyileşmektedir (Kaya, 2016).

2.3.2.4. Agregalarda İstenmeyen Maddeler

Agregaların homojenliğini, fiziksel ve mekanik özelliklerini etkileyen ve agreganın bağlayıcı madde ile reaksiyonunu bozan maddelerdir. Bu maddeler (Karakoç, 2013).

- Genellikle ince agregalar arasında, yıkanmasına karşın fark edilmeyen, bitki kök ve gövde artıkları ile humus gibi agreganın yapısına katıldığı malzemesinin dayanımını olumsuz yönde etkileyen organik kökenli zararlı maddeler,
- Agregada yüksek oranda bulduklarında agreganın çimento ile olan hidratasyonunu olumsuz yönde etkileyen, yapı malzemesinin gözenekliğinin artmasına neden olan, tane çapları 0,063 mm'den düşük çok ince zararlı maddeler,
- Agregada görünümüne sahip olan, yapı malzemesi hazırlamak için hazırlanan karışımların su gereksinimini artıran ve buldukları bölgede şişme yaparak, yapı malzemesinin işlenebilirliğini ve dayanımını olumsuz yönde etkileyen kil toprakları ve dayanımı düşük maddeler,
- Özgül ağırlığı çok düşük olan ve yapı elemanının dayanımlarını olumsuz yönde etkileyen, yumuşak ve hafif maddeler,
- Çimento ile tepkimeye girip, genişleme özelliğine sahip tuzların oluşmasına dolayısı ile çimento kaybı ve dayanımın düşmesine neden olan, %1'den fazla sülfat varlığı,
- Bazı çimentoların yapısında bulunan alkali oksitlerin, agregalardaki silis ile tepkimeye girip jel oluşturmaya yol açan alkali-agrega reaksiyonu,
- Çeliğe zarar veren ve korozyona uğramasına neden olan nitrat ve helezjenür gibi zararlı tuzlar olarak sınıflandırılmaktadır.

2.4. Puzolanlar

Tek başlarına kullanıldıklarında bağlayıcılık özelliği göstermeyen fakat çimento, kireç gibi bağlayıcı malzemelerle karıştırıldıklarında bağlayıcılık özelliği kazanan, amorf veya düzensiz yapıya sahip, yüksek oranlarda silis ve alümin içeren malzemelerdir (Erdoğan, 2013).

2.4.1. Puzolanların Sınıflandırılması

2.4.1.1. Doğal Puzolanlar

Doğada bulunan ve ince taneli duruma getirildikten sonra kalsiyum hidroksit ve su ile birleştirildiklerinde hidrolik bağlayıcılık özelliği gösteren silisli ve alüminli malzemelere, doğal puzolanlar denilmektedir (Erdoğan 2013).

Volkanik puzolanlar; volkanik patlamalar sonucu yer kabuğundan açığa çıkan tozların, küllerin ve magmanın zamanla yatak oluşturması ile oluşan puzolandır (Akgül, 2006).

Pişirilmiş kil ve şeyl: yüksek oranda silis ve alümin içeren kil ve şeyl minerallerinin yüksek sıcaklıklarda pişirilmesi sonucu oluşan puzolanlardır (Erdoğan, 2013).

Diatomlu topraklar: yüksek oranda silis içeren hücre çeperine sahip tek hücreli bitki olan diatomların öldükten sonra organik maddelerinin kaybolması ve silis içeren çeperlerinin birikmesi sonucu oluşmuşlardır (Uygun, 2001).

2.4.1.2. Yapay Puzolanlar

Yapay puzolanlar, çoğunlukla endüstri artığı maddelerdir. Metal silis ve silis alaşımlarının üretiminden silis dumanı, termal elektrik güç santrallerinden uçucu kül, demir çelik endüstrisindeki font üretiminden cüruf, tarım artıklarından pirinç kapçığı külü, buğday sapı külü gibi malzemelerdir (Massazza, 1989).

Uçucu küller; termik santrallerde kullanılan kömürün yanması sonucu açığa çıkan küllerin ocağın tabanına düşmesi ve havada süzülebilecek küçüklükteki küllerin bacalarda çeşitli filtre sistemleri ile yakalanması ile elde edilen, yüksek miktarda silis, alümin ve demir (III) oksit içeren çok ince taneli ve bağlayıcı malzemelerle birleştiklerinde bağlayıcılık özelliği kazanan amorf yapıdaki atıklardır (Erdoğan, 2013)

Silis dumanı; silikon metalinin ve alaşımlarının eldesinde açığa çıkan gazın, hızlı şekilde soğutulması ile elde edilen, yüksek oranlarda silis içeren, amorf yapıdaki puzolanlardır (Erdoğan, 2013).

Öğütülmüş granüle yüksek fırın cürufu; demir cevherinin, kok kömürü kullanılan yüksek sıcaklıktaki fırınlarda ısıtılması ve bünyelerindeki atık maddelerden arındırılması ile ortaya çıkan ana ürün olan eriyik haldeki demirin yanı sıra, yan ürün olarak da kalsiyum oksit, silis, alümin, magnezyum oksit, mangan (II) oksit ve kükürt de açığa çıkmaktadır. Bu yan ürünlerin su yardımı ile soğutulması ve öğütülmesi ile elde edilen yüksek miktarda silis içeren, amorf yapıdaki puzolanlardır (Erdoğan, 2013).

2.4.2. Puzolanların Özellikleri

Yüksek miktarda silis ve alümin içeren puzolanlar, hidratasyon sonucu açığa çıkan kireçle tepkimeye girmesi ve çok ince taneli olduklarından boşlukları kapatması, yapı elemanının dayanım ve dayanıklılığını artırması, bağlayıcı maddelerle sulu ortamda karıştırıldığında bağlayıcılık özelliği kazanması nedeni ile yapı malzemelerinde kullanılmaktadır. Puzolanların aktifliği ortamdaki kireç miktarına göre değişmektedir. Puzolanların substrat yüzeyini artırmak amacı ile çok ince taneler halinde öğütülmesi sonucu, ortamdaki kireç ile daha rahat ve hızlı tepkimeye girebilmektedir (Çakır, 2010).

2.4.3. Puzolanların Kullanım Amaçları

Puzolanlar çimento üretiminde katkı maddesi, beton karışımları üretimi öncesi veya sırasında katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Puzolanlar, çimento hidratasyonu sırasında açığa çıkan kalsiyum hidroksit ile tepkimeye girerek, bağlayıcı özelliği fazla olan C-S-H cevheri oluşturmaktadır (Özcan, 2005). Çimento üretiminde kullanılan puzolanlar üretim maliyetini, hidratasyon ısını düşürmektedir. Kullanılan harç sertlik kazanırken bir miktar sönmemiş kireç açıkta kalmaktadır. Kireç havadaki karbondioksit ile tepkimeye girerek karbonatlaşmakta, hacmini azaltarak harçların büzülmesine ve çatlamasına neden olmaktadır. Puzolanlar, yapılarına katıldıkları harçlardaki açıkta kalan sönmemiş kireçle tepkimeye girerek, karbonatlaşmayı önlemektedir. Puzolanlar kireç harçlarında kullanıldıklarında harç üzerinde iyi bir etki yaparak, suya dirençli duruma getirdiğinden, yılarca kullanılmışlardır.

Puzolanlar bağlayıcı özelliği fazla olan C-S-H yapısından dolayı malzemenin geçirimsizlik özelliğini artırarak klor, sülfatlı su vb. gibi zararlı maddelerin yapıların iç kısımlarına sızmalarını engeller ve korozyona karşı daha dirençli olmalarını sağlamaktadır (Gündeşli, 2008).

2.5. Diatomit

Diatomit, su yosunları sınıfından tek hücreli mikroskopik yosunların fosilleşmiş silisli tanelerinden oluşmuş çökeldir (Özbey ve Atamer, 1987). Diatomit yüksek gözenekliliği, hafifliği, ısı, ses ve elektriği az geçirmesi, erime noktasının 1400-1600 °C olması, kimyasal maddelere dayanıklılığı, yoğunluğunun az olması gibi fiziksel özellikleri nedeniyle dolgu maddesi, hafif yapı malzemesi, yalıtım malzemesi, refrakter malzeme, çimento puzolanik malzemesi, absorban, vb. alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Doğal hafif agregalar olan diatomit, beton blok elemanlarına hafifliği, yalıtımı, dayanımı, betonda terlemeyi önlemesi ve plastikliği artırması nedenleriyle ilave edilmektedir. Diatomitin, hafif agrega olarak blok üretiminde kullanılması ile taşıyıcı olmayan ancak ısı yalıtımı yüksek olan yalıtım amaçlı hafif bloklar üretilbildiği belirlenmiştir (Uygunoğlu ve Ünal, 2006; Karaman ve ark., 2015).

ABD %30, Çin %25, Danimarka %12, Meksika %7, Japonya %6, Bağımsız Devletler Topluluğu %4, Fransa %4, İspanya %3, Türkiye %2, Arjantin %2, İzlanda %1, İtalya %1 ve diğer ülkeler %3 oranında diatomit üretimi yapmaktadır. Türkiye’de Neojen dönemde volkanizma faaliyetleri sonucu oluşmuş diatomit yatakları yaygın olarak görülmektedir. Bu nedenle diatomit yatakları genellikle volkanik dağların çevresinde bulunmaktadır. Türkiye’de Ankara (Kızılcahamam ve Ayaş), Afyon, Aydın (Karacasu), Balıkesir (Gönen), Bingöl, Bursa (Orhaneli), Çanakkale, Çankırı (Şabanözü, Çerkeş ve Orta), Denizli (Tırkaz), Eskişehir, Erzurum (Tortum), Kayseri (Hırka), Konya, Kütahya (Alayurt), Nevşehir, Niğde, Sivas, Uşak (Kayağıl), Van ve yörelerinde önemli diatomit oluşumlarının varlığı bilinmektedir. Toplam işlenebilir rezerv 100 milyon ton dolayındadır (Anonim, 2001a; Çetin ve Taş, 2012).

2.6. Ponza

Ponza, fiziksel ve kimyasal etkenlere karşı dayanıklı, gözenekli, camsı bir kayadır. Gözenekler arası genelde bağlantısız olduğundan permeabilitesi düşük, ısı ve ses yalıtımı yüksektir. Gözenek hacmi, %85'e kadar çıkabilmekte olup, sertliği, Mohs sertlik skalasına göre, 5-6'dır. Genel olarak kimyasal bileşimi, %60-75 SiO₂, %13-17 Al₂O₃, %1-3 Fe₂O₃, %1-2 CaO, %7-8 Na₂O-K₂O ve eser miktarda TiO₂ ve SO₃'den oluşmaktadır. Kayacın içerdiği SiO₂ oranı kayaca aşındırıcılık kazandırmaktadır. Bu özelliğinden dolayı çeliği rahatlıkla aşındırabilecek niteliklere sahip kayaç türüdür. Al₂O₃ bileşimi ise ateşe ve yüksek ısıya dayanım özelliğini kazandırmaktadır. Na₂O ve K₂O, ponzanın tekstil sanayiinde kullanılmasını sağlayan, reaksiyon özellikleri veren mineraller olarak bilinmektedir (Anonim, 2001b; Gündüz, 1998).

Ponza, özellikle gelişmiş ülkelerde inşaat işlerinde bolca tüketilen, ucuz ve önemli bir ham maddedir. Özellikle yapıların iç ve dış duvarlarında ve döşemelerinde kullanılan yapı elemanlarında; hazır panel duvar yapımında, hazır hafif harç ve yalıtım sıvası yapımında agrega olarak kullanılmaktadır. Ayrıca bina çatı ve zeminlerinde ısı ve ses yalıtım amaçlı dolgu malzemesi olarak da kullanılabilir (Şengün, 2004).

Ponza dünyada volkanik kökenli bir malzeme olmasından dolayı, volkanizma faaliyetlerinin görüldüğü veya görülmüş olduğu bölgelerde bulunabilen bir malzemedir. Dünyada Kuzey Amerika'da 12 000 milyon ton, Orta ve Güney Amerika'da toplam 160 milyon ton, Avrupa'da 2 500 milyon ton ponza rezervi bulunmaktadır (Özkan ve Tuncer, 2001) . Bu rezervler ABD'nin bazı eyaletlerinde, İtalya, Yunanistan, İzlanda gibi volkanizma faaliyetlerinin çok görüldüğü Avrupa ülkelerinde ve Yeni Zellanda'da bulunmaktadır. Ülkemizde üretilen ponza çoğunlukla inşaatlarda kullanılmaktadır. Kum ve çakıla göre daha düşük yoğunluğa sahiptir. Bu durumda ponza ile üretilen yapı malzemeleri de hafif olmaktadır. Ülkemiz yaklaşık 3 milyar m³ ponza rezervi olduğu düşünülmektedir. Genel olarak ponza üretimi Nevşehir, Kayseri, Bitlis, Van, Ağrı, Kars, Isparta ve Ankara'da yapılmaktadır (Anonim, 2001b).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde araştırmada kullanılacak materyaller, agregaların fiziksel ve mekanik özellikleri, harç deneylerinin yapılışında uygulanacak deney ve yöntemlere yer verilmiştir.

3.1. Materyal

Diatomit ve ponzanın sıva harcı yapımına uygunluğunun belirlenmesi ve tarımsal yapılarda kullanılabilme olanaklarının araştırılması amacıyla yapılan çalışmada, hazırlanan harç örneklerinde oluşturulan gruplara göre değişmek üzere Tokat ili merkez ilçesi Yeşilırmak nehrinden alınan kum, hafif agrega olarak Kayseri ili Tomarza ilçesinden elde edilen ponza, puzolan olarak Ankara ili Kazan ilçesinden açık işletme yöntemine göre çıkarılan diatomit, bağlayıcı olarak harç çimentosu, söndürülmüş toz kireç ve karışım suyu olarak ta Tokat ili şebeke suyu deneme materyali olarak kullanılmıştır. Deney çalışmalarında Türk Standartlarına uygun deney yöntemleri ve aletleri kullanılmıştır.

3.1.1. Agregası

Deneylerde Tokat ili Merkez ilçesinde bulunan, Yeşilırmak Nehri'nin biriktirmiş olduğu kum yataklarından sağlanan, 4 mm çapından küçük tane boyutuna sahip kum, hafif agrega olarak ponza kullanılmıştır (Şekil 3.1). Hafif agrega olarak kullanılan ponza, Kayseri ili Tomarza ilçesi, Şıhbarak köyü mevkiinde ponza ocaklarından çıkarılarak Develi ilçesinde yabancı maddelerden arıtıldıktan ve mekanik olarak işlendikten sonra elde edilmiştir.

3.1.2. Puzolan

Denemelerde puzolan olarak Ankara ili Kazan ilçesinde diatomit madeninden alınan ve Ayaş ilçesinde yabancı maddelerden arıtıldıktan sonra öğütülen diatomit kullanılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan puzolan ve agregalar

3.1.3. Çimento

Çalışmada deney örneklerinin hazırlanması için TS EN 197-1 (2012) standardına uygun şekilde üretilmiş CEM II/B-M(P-L)32,5R Portland Çimentosu kullanılmıştır. Deneylerin yapımı sırasında çimentonun nem almamasına ve kuru ortamda tutulmasına özen gösterilmiştir (Memiş ve Örüng, 2012). Çimentonun kimyasal özellikleri Tablo 3.1’de verilmiştir

Tablo 3.1. Çimentonun kimyasal özellikleri

Kimyasal bileşim (%)	Çimento tipi CEM II/B-M(P-L)32.5R
SiO ₂	26,14
Al ₂ O ₃	6,34
Fe ₂ O ₃	4,08
CaO	49,13
MgO	2,99
Na ₂ O	0,55
K ₂ O	0,67
SO ₃	2,26
Cl	0,0089
Kızdırma kaybı	6,8
Ölçülemeyen kalıntı	1,05
Serbest kireç	0,012

3.1.4. Kireç

Çalışmada harçların karışımında kullanılan söndürülmüş toz kireç TS EN 459-1 (2015)'e göre üretilen, piyasada 25 kg'lık paketler halinde torbalanmış, hidrolik bağlayıcılık özelliği bulunan sanayi malzemesidir (Kan, 1999). Sönmüş kireç çalışma boyunca kapalı kaplarda muhafaza edilmiştir.

3.1.5. Su

Çalışmada beton karışım suyu olarak içinde silt, organik madde, alkaliler ve tuz bulunmayan şebeke suyu kullanılmıştır. Kullanılan kür suyunun analiz sonuçları Tablo 3.2'de verilmiştir (Kaya, 2016).

Tablo 3.2. Araştırmada kullanılan kür suyunun özellikleri

	Sonuç	Sınır değeri
Sülfat (SO_4^{2-})	1 335 ppm (mg/L)	2 000 ppm (mg/L)
Klorür (Cl)	30 ppm (mg/L)	Öngörülen beton veya şerbet: 500 ppm Donatı veya metal içeren beton: 1 000 ppm Donatı veya metal bulunmayan beton: 4 500 ppm
Sodyum Oksit (Na_2O)	1 288 ppm (mg/L)	-
Potasyum Oksit (K_2O)	11 ppm (mg/L)	-
Toplam Alkali	1 295 ppm (mg/L)	1 500 ppm (mg/L)
Ph	7.7	4'den küçük olmamalıdır.
Koku	Yok	İçilebilir suyun sahip olduğu koku dışında koku bulunmamalıdır. HCl eklendikten sonra hidrojen sülfür kokusu bulunmamalıdır.
Renk	Berrak	Açık sarı veya daha açık olmalıdır.
Askıda Katı Madde	< 0.5 ml	Çökelti miktarı 4 ml'den az olmalıdır.
Deterjanlar	Yok	Herhangi bir köpük 2 dk da kaybolmalıdır.
Sıvı ve Katı Yağlar	Yok	Görünür izlerden daha fazla olmalıdır.
Organik Madde	renk standart renkten açıktır	NaOH ilavesi sonrası renk açık sarı veya daha açık olmalıdır.
Kurşun (Pb^{2+})	< 10 ppm (mg/L)	100 ppm (mg/L)
Fosfat (P_2O_5)	50 ppm (mg/L)	100 ppm (mg/L)
Çinko (Zn^{2+})	<10 ppm (mg/L)	100 ppm (mg/L)
Nitrat (NO_3^-)	100 ppm (mg/L)	500 ppm (mg/L)
Elektriksel İletkenlik (25°C)	3420 $\mu S/cm$	-

3.1.6. Araştırmada Kullanılan Araç ve Gereçler

Çalışmada standart elek takımı, hassas terazi, etüv, sarsma tablası, kür havuzu, basma ve eğilme dayanımı test aygıtı, örnek kalıpları, pipet, baget, balon joje, kalsiyum klorür, slump hunisi, plastik tokmak, şişleme çubuğu, higro-termometre, fırça, spatula, mala, cetvel, gres yağı, bal mumu, cam, alüminyum sac, vb. malzemeler kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Karışım Oranlarının Belirlenmesi ve Örneklerin Hazırlanması

Hazırlanacak harçlarda kullanılacak bileşenlerin, yapısal özelliklerini tanımlamak ve karışımlarda hangi miktarlarda kullanılması gerektiğini belirlemek için, bileşenler üzerinde bazı ön deneyler gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada kullanılan karışımlar TS EN 13914-2 (2016) ve TS EN 13914-1 (2016) standartlarına uygun olarak (Tablo 3.3), bağlayıcı/agrega oranı ve kullanılacak su miktarı TS EN 1015-3 (2000)'de belirtilen kagir duvar harcı kıvam deneyine göre çimento yayılma tablası yardımı belirlenmiştir. Harç karışım oranları kagir duvar harçları standardında TS EN 998-2 (2011) önerilen şekilde hacim hesabına dayalı olarak belirlenmiştir. Karışımlarda 0-4 mm elekten geçmiş kum ve ponza eşit hacimlerde kullanılmıştır (Anonim, 2006b). Bağlayıcı olarak çimento kullanılmış ve çimentonun ağırlıkça %0 (kontrol grubu) %10, %20, %40'ı kadar çok ince taneli, serbest kireç ile reaksiyona girerek bağlayıcılık özelliği kazanan diatomit eklenerek, toplam 32 çeşit karışım elde edilmiştir (Tablo 3.4; Şekil 3.2).

Tablo 3.3. Sıva Karışım oranları (TS EN 13914-2, 2016; TS EN 13914-1, 2016)

		Dış Sıva			İç Sıva		
		Çimento	Toz Kireç	Agrega	Çimento	Toz Kireç	Agrega
Serpme tabakası (Sıva Altı serpm)	1. Seçenek*	1 ölçek	-	3 ölçek	1 ölçek	-	3 ölçek
	2. Seçenek*	1 ölçek	2 ölçek	9 ölçek	1 ölçek	1,5 ölçek (KK)	9 ölçek
	3. Seçenek	ölçek	1,5 ölçek (KK)	9 ölçek	1 ölçek	1,5 ölçek (KK)	3 ölçek
Kaba Sıva	1. Seçenek*	1 ölçek	2 ölçek	10 ölçek	1 ölçek	2 ölçek	3 ölçek
	2. Seçenek	1 ölçek	1,5 ölçek (KK)	10 ölçek	1 ölçek	1,5 ölçek (KK)	3 ölçek
İnce Sıva	1. Seçenek*	1 ölçek	2 ölçek	11 ölçek	1 ölçek	2 ölçek	4 ölçek
	2. Seçenek	1 ölçek	1,5 ölçek (KK)	11 ölçek	1 ölçek	1,5 ölçek (KK)	3 ölçek

KK : Kireç Kaymağı

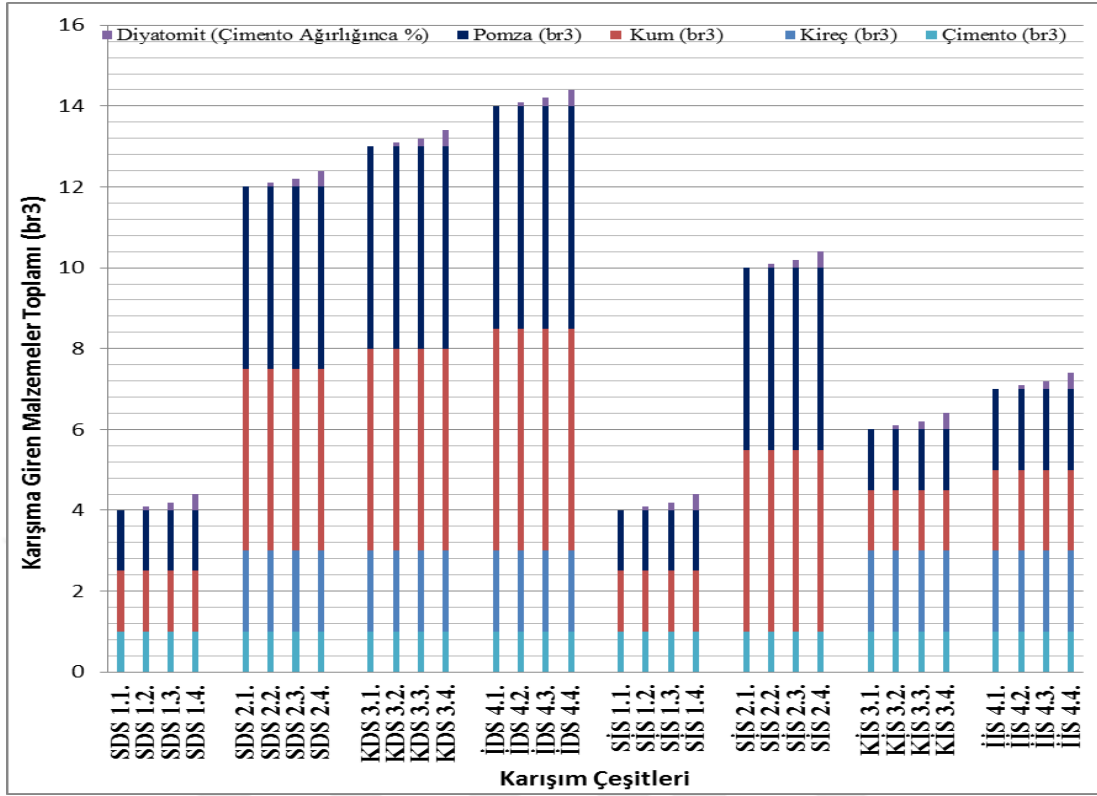
*Kullanılan karışım oranları

Tablo 3.4. Harç karışım oranları

Karışım	Çimento (ölçek)	Kireç (ölçek)	Agrega		Diatomit (%*)
			Kum	Ponza	
DIŞ SIVA-1					
SDS 1.1.	1	-	1,5	1,5	0
SDS 1.2.	1	-	1,5	1,5	10
SDS 1.3.	1	-	1,5	1,5	20
SDS 1.4	1	-	1,5	1,5	40
DIŞ SIVA-2					
SDS 2.1.	1	2	4,5	4,5	0
SDS 2.2.	1	2	4,5	4,5	10
SDS 2.3.	1	2	4,5	4,5	20
SDS 2.4	1	2	4,5	4,5	40
DIŞ SIVA-3					
KDS 3.1.	1	2	5	5	0
KDS 3.2.	1	2	5	5	10
KDS 3.3.	1	2	5	5	20
KDS 3.4	1	2	5	5	40
DIŞ SIVA-4					
İDS 4.1.	1	2	5,5	5,5	0
İDS 4.2.	1	2	5,5	5,5	10
İDS 4.3.	1	2	5,5	5,5	20
İDS 4.4	1	2	5,5	5,5	40
İÇ SIVA-1					
SİS 1.1.	1	-	1,5	1,5	0
SİS 1.2.	1	-	1,5	1,5	10
SİS 1.3.	1	-	1,5	1,5	20
SİS 1.4	1	-	1,5	1,5	40
İÇ SIVA-2					
SİS 2.1.	1	-	4,5	4,5	0
SİS 2.2.	1	-	4,5	4,5	10
SİS 2.3.	1	-	4,5	4,5	20
SİS 2.4	1	-	4,5	4,5	40
İÇ SIVA - 3					
KİS 3.1.	1	2	1,5	1,5	0
KİS 3.2.	1	2	1,5	1,5	10
KİS 3.3.	1	2	1,5	1,5	20
KİS 3.4	1	2	1,5	1,5	40
İÇ SIVA - 4					
İİS 4.1.	1	2	2	2	0
İİS 4.2.	1	2	2	2	10
İİS 4.3.	1	2	2	2	20
İİS 4.4	1	2	2	2	40

SDS: Serpme dış siva; KDS: Kaba dış siva; İDS: İnce dış siva; SİS: Serpme iç siva; KİS: Kaba iç siva; İİS: İnce iç siva

*Çimento ağırlığı yüzdesi



Şekil 3.2. Harç karışım oranları

Harç örneklerine TS EN 998-2 (2011)'te öngörülen kür yöntemleri uygulanmıştır. Harçlar kalıplara döküldükten sonra 21 ± 3 °C'da sabit oda sıcaklığında ve en az % 90 bağıl nemli ortamda korunmuş ve 24 saat sonra kalıplardan çıkarılarak 23 ± 2 °C'taki kirece doymun suya, örnekler tamamen su içinde kalacak şekilde yerleştirilmiştir.

Karışımlara giren su miktarı, akma oranına göre her harç için ayrı ayrı deney yapılarak belirlenmiştir. Sertleşmiş sıva harcı örneklerinde birim ağırlık, kılcal su emme, toplam su emme, eğilme ve basınç deneylerinde kullanılacak harçların üretimi standartlara uygun olarak 40x40x160 mm boyutlarında üçlü çelik harç kalıpları kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.3). Örnekler kalıplara her defasında kalıp hacminin yarısı kadar dökülüp, kenarları 25 kez tokmaklanarak iki seferde doldurulmuş ve yüzeyleri mala ile düzleştirilerek 24 saat beklenmiştir. Sekiz farklı gruptaki harç ile üç adet olmak üzere toplam 32 adet harç prizması örnekleri üretilmiştir. Deneylerde kullanılacak karışım oranları sıva çeşitlerine bağlı olarak, TS EN 13914-2 (2016) belirtildiği şekilde belirlenmiş ve karışım hesapları yapılmıştır.



Şekil 3.3. Test kalıpları

3.2.2. Laboratuvar Çalışmaları

Deneysel çalışmalar Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi bünyesindeki Yapı Malzemesi Laboratuvarında ve Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü (GÜBİTAM) laboratuvarlarında, Agregaların kimyasal analizleri Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünde Türk Standartları Enstitüsü deney yöntemlerine göre yapılmıştır.

Agregalar üzerinde agregaların önemli fiziksel özelliklerinden granülometrik analiz (tane büyüklüğü dağılımı), sıkışık ve gevşek birim ağırlık, özgül ağırlık ve su emme ince madde oranı deneyleri; taze sıva harcı için yayılma ve birim ağırlık deneyi; sertleşmiş sıva harcı için birim ağırlık ve kılcal su emme deneyi, toplam su emme miktarının belirlenmesi, eğilme ve basınç dayanımı, buhar geçirgenlik deneyleri yapılmıştır. Sonuçların güvenilirliği için her bir deney en az üç kez tekrarlanarak ortalaması alınmıştır. Ponza ve diatomitin özellikleri fabrika verilerinden elde edilmiştir.

Araştırma materyali olarak kullanılmak üzere laboratuvara getirilen örnekler, nem ve sudan korunacak şekilde sık dokunmuş bez torbalara konarak depolanmıştır. Agregada deneyleri için gerekli örneklerin alınmasında TS 706 EN 12620+A1 (2009)'a uygun olacak şekilde çeyrekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde agregalar homojen duruma gelinceye kadar karıştırıldıktan sonra yeteri miktarda alınarak düz zemine, yükseklikleri homojen ve taban çapının %25'i olacak şekilde dağıtılmıştır. Bu alan mala ile 4 eşit parçaya bölündükten sonra birbirlerine temas etmeyen 2 parçası alınmış, diğer parçalar yerinde bırakılmıştır. Yerinde bırakılan parçalar karıştırılarak, önceki işlemler tekrar edilmiş ve deney örnekleri alınmıştır. Elde edilen agrega örnekleri, 4 mm'lik standart elekten elenerek ince ve iri agrega olarak iki kısma ayrılmıştır (TS EN 1097-3, 1999; TS 706 EN 12620+A1 2009; TS ISO 3310-1, 2009; Tutmaz, 2009; TS EN 933-10, 2010; TS EN 933-1(EN), 2012; TS ISO 3310-2, 2015; Kaya, 2016).

3.2.2.1. Agregada Deneyleri

Harç üretiminde kullanılacak agregaların suda çözünmemesi, bağlayıcı madde olarak reaksiyona girmemesi istendiğinden, kullanılan agregaların uygunluğu belirlenmiştir. Bu amaçla agregalar, TS 706 EN 12620+A1 (2009)'a uygun olacak şekilde Tokat ili Merkez ilçesindeki Yeşilirmak Nehri'nin biriktirmiş olduğu kum yataklarından sağlanan, 4 mm çapından küçük tane boyutuna sahip agregalardan oluşan laboratuvar örnekleri hazırlanmıştır.

Özgül ağırlık ve su emme oranı tayini

Kum agregalarının özgül ağırlık ve su emme oranlarının belirlenmesi amacıyla deney örnekleri, 24 saat suya tamamen batacak şekilde bekletildikten sonra suyu süzölmüş ve oda koşullarında doymuş kuru yüzey durumuna geldiğinde tartılmıştır (A1). Tartılan örneklerin fırın kuru hale gelebilmesi için, 24 saat boyunca 105±5 °C'teki etüvde bekletilerek tartıldıktan (A2) sonra içerisine 500 ml su bulunan behere eklenerek ağırlığı bulunmuştur (A3). Fırın kuru durumdaki kumların dökölmemesine ve beher içerisindeki suyun dışarıya sıçramamasına özen gösterilerek yavaşça behere dökölmüş, kenarlarına vurularak hava kabarcıklarının çıkması sağlandıktan sonra tekrar ağırlığı tartılmıştır (A4). Özgül ağırlık ve su emme oranları aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmıştır (Memiş, 2007).

$$\gamma = \frac{A2}{A1+A3-A4} \quad (3.1)$$

$$\eta = \frac{A1-A2}{A2} \quad (3.2)$$

Eşitliklerde;

γ = Özgül ağırlık,

η = Su emme oranı,

A1 = Örneğin doygun kuru yüzey ağırlığı (g),

A2 = Örneğin fırın kuru ağırlığı (g),

A3 = 500 ml su ile doldurulmuş beher ağırlığı (g),

A4 = Fırın kuru deney örneğinin, 500 ml su ile doldurulmuş beherin içine atılması ve hava kabarcıklarının tamamının çıkması sonucu tartılan ağırlık (g)

değerlerini göstermektedir.

Agrega birim ağırlık deneyi

Aregaların gevşek birim ağırlıklarının (BAs) belirlenmesi için çeyrekleme yöntemi ile TS EN 1097-3 (1999)'de belirtilen miktarda alınan kum örnekleri, hacmi (V_k) ve ağırlığı (A_k) bilinen kap içerisine 5 cm yüksekten ve kendi ağırlığının etkisi ile taşana kadar dökülmüş, kabın yüzeyi mala yardımı ile düzeltilerek tartılmıştır (Ag). Sıkışık birim ağırlığın (BAg) belirlenmesi için hava kurusu durumuna getirilen örnekler, hacmi (V_k) ve ağırlığı (A_k) bilinen kap içerisine her defasında yüksekliğinin 1/3'ü kadar yerleştirilip şişleme çubuğu ile 25 defa şişlenerek üç defada yerleştirilmiş, kova yüzeyi düzeltilerek tartılmıştır (As). Hesaplamalarda eşitlik 3.3 ve 3.4'den yararlanılmıştır (TS EN 1097-3, 1999; Memiş, 2007).

$$BAs = \frac{As - Ak}{V_k} \quad (3.3)$$

$$BAg = \frac{Ag - Ak}{V_k} \quad (3.4)$$

Eşitliklerde;

B_{as} = Sıkışık birim ağırlık (kg/m^3),

B_{Ag} = Gevşek birim ağırlık (kg/m^3),

A_s = Sıkışık agrega ile dolu ölçü kabı ağırlığı (kg),

A_g = Gevşek agrega ile dolu ölçü kabı ağırlığı (kg),

A_k = Ölçü kabı ağırlığı (kg)

V_k = Ölçü kabının hacmi (m^3)

İfade etmektedir.

Agrega tane büyüklüğü dağılımı deneyi

Örnekler, standartlarda belirten miktarda hazırlanıp 105 ± 5 °C sıcaklığındaki etüvde 24 saat bekletilerek fırın kuru haline getirildikten sonra, havadaki etkilenmeyecek şekilde otomatik sarsmalı elek makinesine yerleştirilmiştir. Yukarıdan aşağıya doğru göz açıklıkları giderek küçülecek şekilde üst üste yerleştirilen 0,125; 0,25; 0,5-1; 2; 4 mm kare göz açıklıklı elekler kullanılarak bir takım seri eleme işlemi yardımıyla her elekte kalan malzeme tartılmış, tane büyüklüklerine göre dağılımı belirlenmiştir (TS ISO 3310-1, 2009; TS EN 933-1, 2012; TS ISO 3310-2, 2015).

Agrega ince madde oranı tayini

İnce madde oranının (μ) belirlenmesinde yıkama yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla hazırlanan örnekler 105 ± 5 °C sıcaklıktaki fırında sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletilerek tartılmış (FK1), su banyosunda bekletildikten sonra sırasıyla 4; 1; 0,500; 0,250 ve 0,100 mm göz açıklığına sahip üst üste konmuş eleklerin üzerine dökülmüştür. Elek takımının en üstünden başlanarak deneyden önce 5 dakika karıştırılan örnekler, yıkanabilir maddelerden arınacak şekilde su altında berrak su elde edilinceye kadar elenmiştir. Bu işlemler sonucunda elekler üzerinde kalan agregalar bir kaba koyularak 105 ± 5 °C sıcaklıktaki etüvde kurutulup tartılmış (FK2) ve aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır (TS 706 EN 12620+A1, 2009; TS EN 933-10, 2010; Anonim, 2012b).

$$\mu = \frac{FK1 - FK2}{FK1} \quad (3.5)$$

Eşitlikte;

μ : Yıkanabilen ince madde oranı (%)

FK1: Örneklerin deney öncesi fırın kuru ağırlığı (g),

FK2: Örneklerin deney sonu fırın kuru ağırlığı (g),

değerlerini ifade etmektedir

3.2.2.2. Sıva Harcı Deneyleri

Taze sıva harcı deneyi

Harçların su ihtiyacı (Yayılma deneyi)

Taze sıva harcı deneyinde harç karışımların su gereksinimini belirlemek amacı ile yayılma oranı göz önüne alınmıştır. Karışıma giren su miktarı (harç kıvamı), ASTM-C1437-5 (2001)'e göre önerilen değerler ve sarsma tablası deneyi sonucu elde edilen veriler yardımıyla her sınıf için yayılma, %110±5 akma olacak şekilde ayrı ayrı belirlenmiştir (TS EN 1015-3, 2000; TS EN 1015-9, 2000; TS EN 998-2, 2011). Yayılma deneyi, sarsma tablasına yerleştirilen tabanı 10 cm genişliğindeki içi boş yarı koniye, her defasında önerilen şekilde şişlenerek yarısına kadar yerleştirilen harcın, koni kaldırıldıktan sonra sarsma tablasının 15 saniyede 25 defa düşürülecek şekilde uygulanmıştır. Birkaç deneme yapılarak optimum su oranı belirlenmiş olup, istenilen yayılma değeri elde edilinceye kadar tekrarlanmıştır (Bayraktar, 2012). Sonuçta standartların uygun gördüğü kıvam sınıf değerine göre (%110±5) karışıma giren su, hacim olarak belirlenmiş, her bir karışım çeşidi için deney tekrarlanmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Yayılma deneyi

Birim ağırlık deneyi

Taze sıva harcının birim ağırlığının belirlenmesi deneyi, harcın kıvamının yoğun olduğu durumda agrega birim ağırlık deneyine benzer şekilde, harç kıvamının akıcı olduğu durumlarda, ise döküldüğü kabın yanlarına hafifçe vurularak harcın içindeki hava boşluklarının uzaklaştırılması sağlanarak yapılmıştır (Şekil, 3.5). Taze sıva harcının birim ağırlıklar aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır (TS EN 998-2, 2011).

$$SB = \frac{Aks - Ak}{Vk} \quad (3.6)$$

$$GB = \frac{Akg - Ak}{Vk} \quad (3.7)$$

Eşitliklerde;

SB = Sıkışık birim ağırlık (kg/m^3),

GB = Gevşek birim ağırlık (kg/m^3),

Aks = Kap ve sıkışık haldeki örnek ağırlığı (kg),

Akg = Kap ve gevşek haldeki örnek ağırlığı (kg),

Ak = Kabın ağırlığı (kg),

Vk = Kabın hacmi (m^3),



Şekil 3.5. Birim ağırlık deneyi

Sertleşmiş sıva harcı deneyleri

Birim ağırlık deneyi

Sertleşmiş sıva harcının birim ağırlıkları hava kuru örneklerin ağırlığının, hacimlerine bölünmesi ile elde edilmiştir.

Kılcal su emme deneyi

Kılcal su emme deneyi için örnekler TS EN 1925 (2000)'de önerildiği şekilde etüvde 70 ± 5 °C'ta 24 saat kurutularak tartılmıştır (M_t). Örnek ağırlıklarının sabit hale geldiğini doğrulamak amacı ile her 2 saatte bir ağırlık tartımı yapılmış olup, son tartım ağırlığı ile bir önceki tartım ağırlığı arasındaki fark %0,1'den az olduğunda sabit ağırlığa ulaşıldığı anlaşılıp 20 ± 5 °C'a kadar soğutulduktan sonra örneğin su emdirilecek yüzeyinin alanı (A) hesaplanmıştır (Şekil, 3.6). Kılcal su emme deneyinde örneklerin etrafına parafin sürülerek yalnızca alt yüzeyinden su emmesi sağlandıktan sonra suya 3 ± 1 mm derinliğinde kadar temas edecek şekilde daldırılmış, deney süresince tanka sürekli su eklenmiştir. Sertleşmiş sıva harcı örnekleri 1, 4, 9, 16, 25, 36, 49. dakikalarda sudan çıkarılarak, yüzeylerindeki su damlacıkları temizlendikten ve tartıldıktan (M_k) sonra tekrar su tanklarına yerleştirilmiştir. Örneklerin ağırlığı, bir önceki tartımın ağırlığından en fazla %1'i kadar arttığı durumda, deneyin sona erdiği kabul edilmiştir. Kılcal su emme kat sayısı eşitlik 3.8 ile hesaplanmıştır (Çakır, 2010).



Şekil 3.6. Kılcal su emme deneyi

$$SE = \frac{Mt - Mk}{A \sqrt{t}} \quad (3.8)$$

Eşitlikte;

SE = Kılcal su emme katsayısı ($\text{g/m}^2\text{dak}^{0,5}$)

Mt = Örneğin tartılan zamandaki ağırlığı (g)

Mk = Örneğin tanka daldırılmadan önceki kuru kütlesi (g)

A = Örneğin suya daldırılan yüzey alanı

t = Örneğin tartıldığı zaman (dak)

Su emme miktarı deneyi

Kılcal su emme deneyi tamamlanan sertleşmiş sıva harcı örneklerinin yanal yüzeylerindeki parafin temizlenerek birbirlerine değmeyecek şekilde boş su tankına konulmuştur. Her saate bir, örnek boylarının sırasıyla $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, ve $\frac{3}{4}$ 'ü ve tamamı su altında kalacak şekilde su ilavesi yapıldıktan sonra üzerlerinde 3-4 cm olacak şekilde su eklenmiş, örnekler suda çevrilerek hava kabarcıklarının uzaklaştırılması sağlanmıştır (Şekil 3.7). Suda 48 saat bekletildikten sonra çıkarılan örneklerin yüzeyleri nemli bezle silinip ağırlıkları tartıldıktan sonra tekrar suya bırakılmıştır. Ağırlık farkı bir önceki tartımdan en fazla %0,1 olana kadar 24 saatte bir tartılmış, sabit hale geldiğinde örneklerin suya doyduğu ve değişmez kütleye sahip olduğu kabul edilerek tartımları yapılmıştır (*Md*). Tartımları yapılan örnekler 105 ± 5 °C sıcaklıktaki etüvde ağırlıkları sabit duruma gelinceye kadar kurularak oda sıcaklığına geldikten sonra 0,01g hassasiyetle tartılmıştır (*Mk*). Su emme miktarı eşitlik 3.9 ile hesaplanmıştır (Ünsal ve Şen, 2008; Çakır, 2010).



Şekil 3.7. Su emme deneyi

$$Se = \frac{Md - Mk}{Mk} \% \quad (3.9)$$

Burada;

Se = Örneğin toplam su emme miktarı (%)

Md = Suyu doymuş örneğin ağırlığı (g)

Mk = Kurutulmuş örneğin ağırlığı (g)

Buhar geçirgenlik deneyi

Boyutları 7 cm çapında ve 2 cm kalınlığındaki kalıplar ile hazırlanan örnekler, içerisinde CaCl_2 ve dolgu maddesi olarak strafor köpüğü bulunan bardaklara hızlıca yerleştirilmiştir. Bardak iç yüzeyi ile örnek arasındaki boşluklar önceden eritilen bal mumu ile doldurularak, bardaktaki CaCl_2 'ün hava ile teması önlenmiştir (Şekil 3.8). Bu işlemin ardından her bir örnek tartılmıştır. Hıgro-termometre ile deneyin yapıldığı ortamın sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri yapılmış, “sıcaklığa bağlı doymuş su buharı basınç değerleri” kullanılarak, günlük su buharı basınç değerleri hesaplanmıştır. Bir hafta boyunca örneklerin ağırlıkları aynı saatte tartılarak kayıt altına alınmıştır. Örneklerin buhar geçirgenlikleri aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmıştır (Mavi, 2000).



Şekil 3.8. Buhar geçirgenlik deneyi

$$\mu = \frac{1}{h_{ort}} \left(6h \times A \times \frac{P_1 - P_2}{G} - dh \right) \quad (3.10)$$

$$6h = \frac{0,083}{Rb.T} \times \frac{P_0}{P} \times \left(\frac{T}{273} \right)^{1,81} \quad (3.11)$$

$$G = F_{ort}/24 \text{ h} \quad (3.12)$$

Eşitliklerde;

μ = Buhar difüzyon direnç kat sayısı

h_{ort} = Örnek kalınlığı (m)

$6h$ = Havanın su buharı iletkenliği (kg/msaatPa)

A = Örnek yüzey alanı

G = Su buharı geçiş oranı

d_h = Örnek altında kalan havanın kalınlığı

T = Ortam sıcaklığı (°C)

P_0 = Normal atmosfer basıncı (mmHg)

P = Ortalama hava basıncı (mmHg)

F_{ort} = İki ölçüm arası örnek ağırlık farkı

P_1, P_2 = Su buharı basınçları

Eğilme ve basınç dayanımı deneyi

Eğilme ve basınç deneyi kirece doymun su çözeltisi içerisinde 28 gün bekletilen 40x40x160 mm boyutlarındaki prizma şekilli örnekler üzerinde yapılmıştır (Memiş, 2007; TS EN 1015-11/A1, 2013).

Kürlenmesi tamamlanmış 28 günlük örneklerin eğilme dayanımlarının belirlenmesinde mekanik sistemli UTM-300 model, Üniversal (basma, çekme ve eğilme yükü geliştirilebilen) test aygıtı kullanılmıştır (Şekil 3.9). Deney aletinde alt mesnetler arasındaki açıklık 100 mm olup, 40x40x160 mm boyutlu harç prizma örneklerinin üç noktadan kırılıncaya kadar 50 ± 10 N yük uygulanması ile belirlenmiştir. Mesnetlere simetrik şekilde yerleştiren örnekler sabit ivme ile yük uygulanıp her bir örneğin eğilme dayanımları bulunmuştur (Şekil 3.8). Her harç grubu için 3 deney örneği kırılarak aritmetik ortalamaları alınmış olup, hesaplamalarda Eşitlik 3.13'den yararlanılmıştır (TS EN 1015-11/A1, 2013).

$$\sigma = 1.5 \frac{F.L}{b.d.d} \quad (3.13)$$

Eşitlikte;

σ = Eğilme dayanımı (kg/mm^2)

F = Maksimum dayanım kuvveti (kg)

L = Mesnetler arası açıklık (mm)

b-d= Örneğin en kesit boyutları

Eğilme dayanımı testinden iki parçaya bölünen örneklere daha sonra basınç dayanımı testi uygulanmıştır. Bu amaçla basınç dayanım aygıtına yerleştiren deney örneklerine saniyede 2400 ± 200 N/s sabit yükleme hızı uygulanarak, deney örneği kırılıncaya kadar devam edilmiştir. Hesaplamalarda eşitlik 3.14'den yararlanılmıştır (Tutmaz, 2009).

$$f_c = \frac{F_m}{A_c} \quad (3.14)$$

Eşitlikte ;

f_c = Örneğin basınç dayanımı (kg/cm²),

F_m = Kırılma anında ulaşılan en büyük yük (kg),

A_c = Örneğin üzerine basınç yükünün uygulandığı en kesit alanı (cm²),
değerlerini göstermektedir.



Şekil 3.9. Eğilme ve basma dayanımı deneyi

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde Tokat ili Merkez ilçesindeki, Yeşilirmak Nehri'nin biriktirmiş olduğu kum yataklarından sağlanan kum ve Kayseri ili, Şihbarak köyü mevkiinde ponza ocaklarından elde edilen ponzanın özgül ağırlık ve su emme oranı tayini, agrega birim ağırlık, agrega tane büyüklüğü dağılımı deneylerine ilişkin sonuçlar ile bu malzemelerle üretilen diatomit katkılı taze harcın yayılma ve birim ağırlık deneyleri, sertleşmiş sıva harcı örneklerinin birim ağırlık, kılcal su emme, toplam su emme miktarı, 28 günlük eğilme ve basınç dayanımı ve buhar geçirgenlik deneylerine ilişkin sonuçlar verilerek tartışılmıştır.

4.1. Diatomitin özellikleri

Deneylerde puzolan olarak kullanılan ve Ankara ili Kazan ilçesinden elde edilen diatomit, organik madde içermemekte olup, tane çapları 0,14-0,04 mm arasındadır. Kullanılan diatomitin fiziksel özellikleri Tablo 4.1'de, kimyasal özellikleri Tablo 4.2'te verilmiştir (Anonim, 2015).

Tablo 4.1. Diatomitin fiziksel özellikleri

Renk	Kirli Beyaz - Sarımsak
Kristal şekil	Amorf
Kristal suyu	Yok
Sertlik (mohs)	5,5-6,0
Maksimum (ıslak) yoğunluk (g/cm ³)	0,44
Spesifik yoğunluk (g/cm ³)	0,36
Ağırlıkça nem içeriği (%)	< 0,5
pH	5,10

Tablo 4.2. Diatomitin kimyasal özellikleri

Silisyum dioksit (SiO ₂)	95
Fosfor pentaoksit (P ₂ O ₅)	0,0158
Potasyum oksit (K ₂ O)	0,351
Sodyum oksit (Na ₂ O)	0,0637
Kalsiyum oksit (CaO)	0,826
Magnezyum oksit (MgO)	0,293
Alüminyum oksit (Al ₂ O ₃)	1,42
Demir oksit (Fe ₂ O ₃)	1,77
Kükürt (S)	0,05
Karbon (C)	0,17
Titanyum oksit (TiO ₂)	0,171

4.2. Agregaların Özellikleri

Çalışmada kullanılan kumun kimyasal analiz sonuçları Tablo 4.3’de tane çapı 4 mm’den küçük olan ponzanın fiziksel özellikleri Tablo 4.4’de, kimyasal özellikleri ve bileşenleri Tablo 4.5’de verilmiştir (Anonim, 2001c).

Tablo 4.3. Tokat yöresinden elde edilen agreganın kimyasal analizi

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O
56,2	13,5	3,2	4,4	1,84	0,03	0,04

Agreganın içerdiği MgO oranı % 3’ün altında olup (% 1,84), agrega olarak kullanılabilmesi belirlenmiştir. Agregalarda MgO bulunması dolomitin, fazla miktarda Fe₂O₃ bulunması ise pirit, hematit veya manyetit gibi demir minerallerinin bulunduğu işaret etmektedir. SiO₂ varlığı ise kuvarstan kaynaklanmaktadır. Kayacın içerdiği SiO₂ oranı, kayaca asidik ve aşındırıcı özellik kazandırmaktadır. CaO miktarı % 55 ve üzerinde olan kayaçlar, saf kireçtaşı olarak değerlendirilmektedir (Kaya, 2016). Analiz sonucunda incelenen agregaların bu sınırın çok altında CaO içerdiğini göstermektedir.

Tablo 4.4. Ponzanın fiziksel özellikleri

Renk	Açık gri-kirli beyaz arası
Kristal şekil	Amorf
Kristal suyu	Yok
Sertlik (mohs)	5,5-6,0
Birim hacim ağırlığı (g/cm ³)	0,32-0,97
Gerçek özgül ağırlık (g/cm ³)	2,15-2,65
Porozite (%)	45-90
Rötre (mm/m)	<1
Isı iletkenlik katsayısı(W/mK)	0,8-0,20
Isınma ısısı (cal/g.°C)	0,24-0,28
Ses yalıtımı (dB)	40-55
Su emme katsayısı (%)	30-70
Buhar difüzyon katsayısı	5-10

Tablo 4.5. Ponzanın kimyasal özellikleri ve bileşenleri

Kimyasal Özellikler	
PH	7-7,3
Radyoaktivite	Yok
Suda çözünen madde miktarı (Ağırlıkça %)	0,15
Asitte çözünen madde miktarı (Ağırlıkça %)	2,9
Uçucu madde (Ağırlıkça %)	Yok
Asitlerle etkileşim(*)	İnert.
Alevlenme derecesi (°C)	Yok
Ergime derecesi (°C)	>900
Kimyasal Bileşenler	
Silisyum dioksit (SiO ₂)	52-75
Alüminyum oksit (Al ₂ O ₃)	11,0-17,0
Demir oksit (Fe ₂ O ₃)	0,5-5,0
Kalsiyum oksit (CaO)	1,0-8
Magnezyum oksit (MgO)	0,5-3
Sodyum oksit + Potasyum oksit (Na ₂ O + K ₂ O)	3-9
Titanyum oksit (TiO ₂)	<1
Sülfür trioksit (SO ₃)	<1
Ateş kaybı	1-3

Agregaların elek analizi sonuçları

Agreganın granülometrik bileşiminin harçların özellikleri üzerine önemli etkisi olup, kullanımından önce agrega granülometrisinin bilinmesi gereklidir. Granülometri, harca eklenecek su miktarını ve dayanım özelliklerini direkt etkileyen etmenlerden olduğundan, elek analizi ve agrega granülometrisi önemli bir deneydir. Agreganın yığındaki taneler çeşitli boyutlardadır. Agreganın yığındaki tane büyüklüklerine göre dizilişini belirlemek için yapılan granülometrik analiz, agrega örneklerindeki boyutları belirli sınırlar arasında bulunan tanelerin ne miktarda agrega içinde bulunduğunu ortaya koymaktadır. Granülometri kompasite, yoğurma suyu miktarı, dayanım ve dayanıklılığı önemli ölçüde etkilemektedir.

Türk Standartlarına göre tane çapı 4 mm den küçük olan agregalar, ince agrega olarak sınıflandırılmış olup, deneylerde kullanılan kum ve ponza bu sınıftadır. Karışımlara giren kum ve ponzaya ilişkin elek analiz sonuçları Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6. Kullanılan agregaların elek analizi değerleri

Kum elek analizi değerleri				
Elek boyutu (mm)	Elek üstünde kalan (yığışımli) malzeme (g)	Elek altına geçen (yığışımli) malzeme (g)	Elek üstünde kalan (%)	Elekten geçen (%)
4	0	1000	0	100
2	53,44	946,56	5,34	94,66
1	379,68	620,32	37,97	62,03
0,500	530,20	469,80	53,02	46,98
0,250	799,97	200,03	80,00	20,00
0,100	900,52	99,48	90,05	9,95
Pomza elek analizi değerleri				
Elek boyutu (mm)	Elek üstünde kalan (yığışımli) malzeme (g)	Elek altına geçen (yığışımli) malzeme (g)	Elek üstünde kalan (%)	Elekten geçen (%)
4	0	1000	0	100
2	46,03	953,97	4,60	95,40
1	409,86	590,14	40,99	59,01
0,500	665,27	334,83	66,50	33,5
0,250	945,11	54,89	94,11	5,49
0,100	999,78	0,22	99,98	0,02

Sıkışık ve gevşek birim ağırlık

Sıva harcı yapımında kullanılacak agregaların sıkışık ve gevşek birim ağırlıklarını belirlemek amacı ile hazırlanan örneklerin, sıkışık ve gevşek birim ağırlık deneyleri standartlarda verilen ilkelere uygun olarak yapılmış olup sıkışık birim ağırlıkları sırasıyla kumda $1,56 \text{ g/cm}^3$, ponzada $0,72 \text{ g/cm}^3$; gevşek birim ağırlıkları sırasıyla kumda $1,37 \text{ g/cm}^3$, ponzada $0,62 \text{ g/cm}^3$ olarak bulunmuştur. Agregaların birim ağırlıkları önerilen değerler içerisinde kaldığından, birim ağırlık yönünden sakıncalı olmadığı söylenebilir (Tutmaz, 2009).

Boşluk oranı az, kuru, tane şekli düzgün, organik madde miktarı düşük, sıkıştırılmış özgül ağırlığı fazla, hafif tane oranı düşük agregaların birim ağırlıkları fazladır. Bu agregalarla üretilen malzemenin dayanımı, dayanıklılığı ve taşıma gücü fazladır (Batmaz, 2006; Çomak, 2007; Tutmaz, 2009).

Özgül ağırlık ve su emme miktarı

Sıva harcı yapımında kullanılacak agregaların özgül ağırlık değerlerinin belirlenmesi amacı ile yapılan deney sonuçlarına göre özgül ağırlık değerleri kumda $2,45 \text{ g/cm}^3$, ponzada $1,84 \text{ g/cm}^3$ olarak belirlenmiştir. Elde edilen deney sonuçları önerilen değerlerle karşılaştırıldığında, kullanılan agregalarda özgül ağırlıkların önerilen sınırlar içerisinde olduğu görülmektedir. Bu da agregaların özgül ağırlık yönünden uygun olduğunu göstermektedir.

Agregadaki boşluklar çıkarıldıktan sonraki birim hacme karşılık gelen ağırlık olan özgül ağırlık, agreganın uygunluğunu gösteren önemli bir özelliktir. Boşlukların miktarı ve dış yüzeyle bağlantısı özgül ağırlığı etkilemekte olup, boşlukların fazla olması agreganın donma ve çevre koşullarına dayanıklılığını azaltır. Düşük özgül ağırlık agreganın boşluklu, düşük dayanımlı ve emici özellikte, yüksek özgül ağırlık ise iyi kalitede olduğunu gösterir. Agreganın özgül ağırlığı arttıkça betonun dayanımı da artmaktadır (Tutmaz, 2009). Agreganın kökeni hakkında fikir veren bu özellik genel olarak $2,4-2,8 \text{ kg/dm}^3$ arasında değer almaktadır. Özgül ağırlığı $2,4 \text{ g/cm}^3$ 'den düşük olan agregalara hafif agregalar denir (Erdoğan, 1995). Özgül ağırlığı düşük olan agregaların emiciliği yüksek, çevre koşullarına karşı dayanımı düşüktür. Özgül ağırlığın düşük olmasının başlıca nedenleri bünyelerindeki organik madde ve boşluk miktarlarıdır. Özgül ağırlık, agreganın uygunluğunu gösteren önemli bir özelliktir.

Boşluk içeren agregaların su içerisinde kaldığında boşluklarının su ile dolması sonucu oluşan su emme miktarı, agreganın özelliklerini etkilemektedir. Araştırmada agreganın su emme oranı kum için % 0,89, ponza için % 44 olarak belirlenmiştir.

4.3. Sıva Harcı Deneyleri

4.3.1. Taze sıva harcı

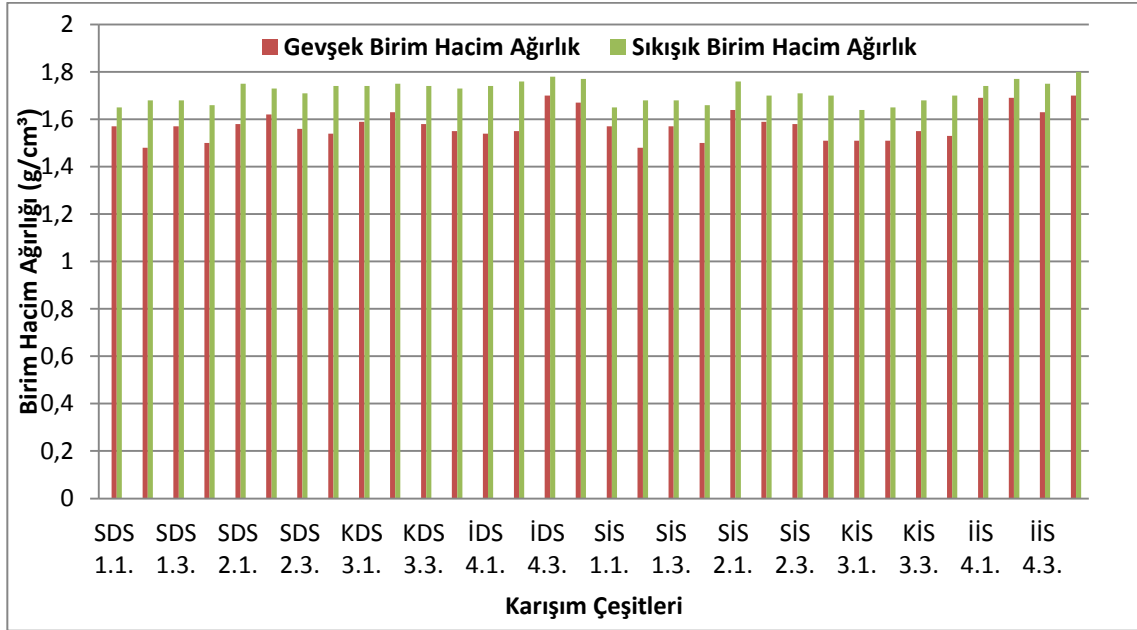
4.3.1.1. Yayılma Deneyi

Su, harç yapımında büyük öneme sahip olup su gereksinimi karışımlara giren agrega-bağlayıcı malzeme miktarına göre büyük değişiklikler gösterebilmektedir. Karışımlara eklenecek fazla su, harcın geç priz almasına ve dayanımının düşük olmasına neden olmaktadır. Harç üretimi sırasında kullanılan suyun az olması durumunda örneklerin boşluklu yapıya sahip olması yanında, işlenmesi zor olacaktır.

Karışımların standartlara uygunluğunu sağlamak ve uygun karışım elde etmek amacı ile örneklere yeter miktarda su eklenip yayılma deneyine tabi tutulmuş ve örneklerin yayılma çaplarının 20,5-21,5 cm. arasında çıkması sağlanmıştır. Yapılan deneylerde harcın içerisine katılan diatomit miktarı artırıldıkça kıvam suyu, dolayısıyla harcın işlenebilir kıvamı artmıştır. Karışımların kıvam suyu miktarlarına bakıldığında diatomit miktarının artması yüksek su emme oranı nedeniyle karışımların su gereksinimlerini de artıracığından, yayılma miktarı ters orantılı olarak azalmıştır. Serbest kireç miktarının fazla olduğu karışımlarda yapısındaki yüksek miktarda (% 95) silis içeren diatomit, serbest kireçle kimyasal tepkimeye girerek bağlayıcı özellik kazanmaktadır. Bu nedenle agreganın az, kirecin fazla olduğu İnce İç Sıva 4 ve Kaba İç Sıva 3 karışımlarında yayılma oranı artmıştır.

4.3.1.2. Birim Hacim Ağırlık

Taze harçlarda, birim hacim ağırlıkları karışımlar içerisinde eklenen diatomit miktarlarına göre önemli ölçüde bir değişim göstermemiştir. Bu değişimin görülmemesinin başlıca nedeni, malzemeler arasındaki kimyasal reaksiyonların tamamlanmamış, priz süresinin sona ermemiş olmasıdır. Şekil 4.1'de görüldüğü gibi harçların gevşek birim hacim ağırlıkları genellikle 1,55-1,60 g/cm³ arasında değişirken, sıkışık birim hacim ağırlıkları 1,70-1,75 g/cm³ arasında değişmektedir.



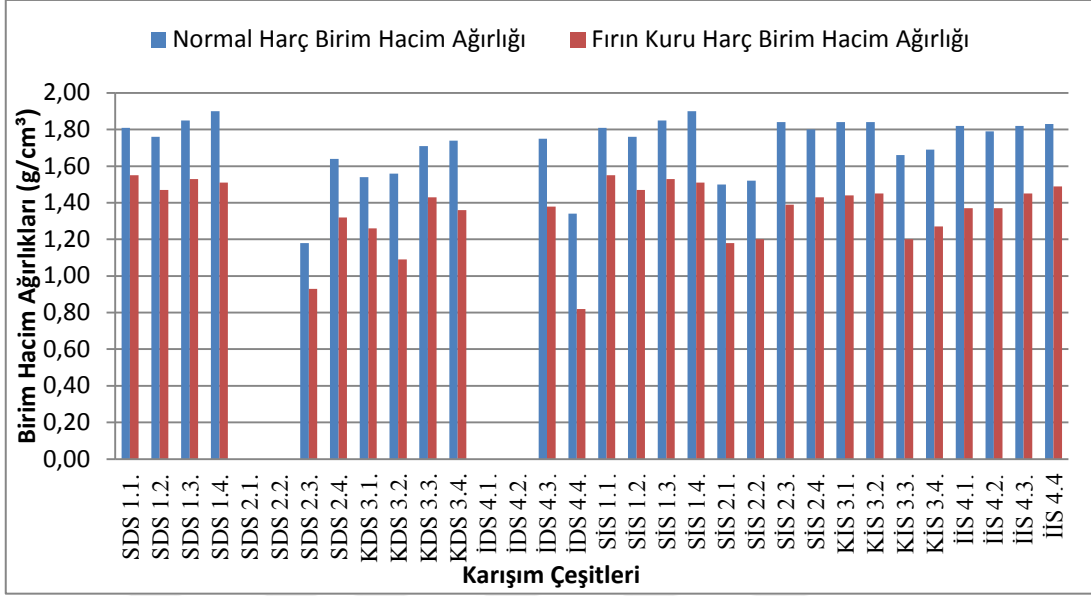
Şekil 4.1. Taze harçların sıkışık ve gevşek birim hacim ağırlıkları

4.3.2. Sertleşmiş Sıva Harcı Deney Sonuçları

4.3.2.1. Birim Hacim Ağırlıkları

Kür sürelerini tamamlamış örneklerin normal ve kuru birim hacim ağırlıklarını belirlemek amacı ile yapılmıştır.

Hafif agreganın gözenekli yapısı nedeniyle örneklerin birim ağırlık değerleri normal agregaya göre düşük elde edilmiştir. Sertleşmiş harçlarda fırın kuru ve normal kuru birim hacim ağırlıkları, karışımlara eklenen diatomit miktarı ile artmaktadır. 28 günlük örnekler üzerinde yapılan deney sonucunda bütün örneklerin normal birim hacim ağırlıklarının $1,34-1,90 \text{ g/cm}^3$, fırın kuru birim hacim ağırlıklarının $0,82-1,55 \text{ g/cm}^3$ arasında olduğu belirlenmiştir. Karışımlarında öğütülmüş puzolanik malzemenin ilave edilmiş olması özgül ağırlık değerlerini artırmıştır. Diatomit miktarındaki artışlara bağlı olarak, bu ağırlıklar arasındaki fark da artmaktadır. Karışımlara eklenen diatomit miktarı %0 oranında birim hacim ağırlıkları arasındaki fark ortalama $0,33 \text{ g/cm}^3$ olurken, %10'da $0,36 \text{ g/cm}^3$, %20'de $0,35 \text{ g/cm}^3$, %40'da $0,39 \text{ g/cm}^3$ 'dür (Şekil 4.2). Bu farkın başlıca nedeni, yüksek gözeneklilik oranına sahip diatomitin su emme miktarının fazla olması ve diatomitin serbest durumdaki kireç ile reaksiyona girerek bağlayıcı özellik kazanmasıdır.



Şekil 4.2. Sertleşmiş sıva harcı örneklerinin birim hacim ağırlıkları

4.3.2.2. Kılcal su emme

Kılcal su emme, örneklerde bulunan birbirleri ile bağlantılı boşlukların kapilarite ile malzemenin iç kısımlarına taşınması sonucu oluşmaktadır. Birbirleri ile bağlantılı boşluk miktarı ve kılcal su emme özelliği lineer olarak değişmektedir. Bu boşlukların fazla olması, malzemenin çevresel etmenlere karşı dayanımını düşürmekte ve bakım maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır.

Kılcal su emme deneyi yapılan örneklerin ağırlıkları 49. dakikadan itibaren ağırlıkça %1 oranından az değişim gösterdiği için deney durdurulmuş, bu değerler ile kılcal su emme katsayıları hesaplanmıştır. Kireç içeren Serpme Dış Sıva 2 ve İnce Dış Sıva 4 karışımlarında parçalanmalar görülmüş, bu nedenle tartımları yapılmamıştır (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Kılcal su emme değerleri

Harç çeşitleri	Kuru ağırlık (g)	49. dak. ağırlığı (g)	Kılcal su emme (g/m ² dak0,5)
SDS 1.1.	390,44	409,81	432,37
SDS 1.2.	372,16	389,89	395,76
SDS 1.3.	385,19	409,11	533,93
SDS 1.4.	379,98	415,24	787,05
KDS 3.1.	322,44	376,18	1199,55
KDS 3.2.	307,68	364,21	1261,83
SDS 3.3.	365,95	417,01	1139,73
KDS 3.4.	347,41	429,01	1821,43
SİS 1.1.	390,44	409,81	432,37
SİS 1.2.	372,16	389,89	395,76
SİS 1.3.	385,19	409,11	533,93
SİS 1.4.	379,98	415,24	787,05
SİS 2.1.	301,32	351,24	1114,29
SİS 2.2.	306,78	351,30	993,75
SİS 2.3.	322,23	367,08	1001,17
SİS 2.4.	365,15	412,28	1052,01
KİS 3.1.	369,09	430,30	1366,30
KİS 3.2.	370,63	430,18	1329,24
KİS 3.3.	306,75	361,86	1230,13
KİS 3.4.	324,59	369,49	1002,12
İİS 4.1.	350,02	400,64	1129,91
İİS 4.2.	351,63	389,75	850,89
İİS 4.3.	370,38	406,53	806,92
İİS 4.4.	381,60	411,17	660,04

Karışımında kireç bulunan harçların yapısına katılan diatomit miktarı ile kılcal su emme miktarları arasında ters orantı bulunmaktadır. Puzolanik aktivitesi yüksek olan diatomit, karışımlarda kullanılan kireç ile reaksiyona girerek bağlayıcılık özelliği kazanmakta ve harçların boşluksuz yapıya sahip olmasına neden olmaktadır. Birbirleri ile bağlantılı olan boşlukların az olması, karışımların yalıtım özelliğinin fazla olmasına neden olmaktadır. Diğer yandan kireç kullanılmayan karışımlarda, çimento ağırlığının % 0 ve % 10'u oranlarında kullanılan diatomit, kılcal su emme oranlarının düşmesine neden olurken, % 20 ve % 40 oranlarında artmasına neden olmuştur. Sonuç olarak sıva ve harçlarda kullanılacak diatomitin, bağlayıcı çeşitlerine göre belirlenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

4.3.2.3 Toplam su emme miktarı tayini

Sertleşmiş harcın toplam su emme miktarı için yapılan deney sonucunda su emme miktarları, Serpme Dış Sıva 1 karışımlarında %15,86-21,77; Serpme Dış Sıva 2 karışımlarında %20,43-24,34; Kaba Dış Sıva karışımlarında %19,39-23,32; İnce Dış Sıva 4 karışımlarında %21,64-22,14; Serpme İç Sıva 1 karışımlarında %15,86-21,77; Serpme İç Sıva 2 karışımlarında %20,38-22,47; Kaba İç Sıva 3 karışımlarında %22,22-29,04; İnce İç Sıva 4 karışımlarında %19,19-26,01 arasında bulunmuş olup, artış göstermiştir.

Kireç kullanılan karışımlarda toplam su emme miktarı ile eklenen diatomit arasında ters orantı olduğu görülmüştür. Diğer harç çeşitlerinde artan diatomit miktarına bağlı olarak toplam su emme miktarının arttığı gözlemlenmiştir. Serbest kirecin hacimce fazla, agreganın az olduğu karışımlarda (KİS 3.1, İİS 4.1) artan diatomit miktarı karışımların su emme miktarını artırmaktadır. Biricik (1999), hacimce su emmenin zamana ve puzolan oranına bağlı değişimi incelendiğinde, su emme miktarlarının zamana ve puzolan oranına bağlı olarak artış gösterdiğini vurgulamıştır

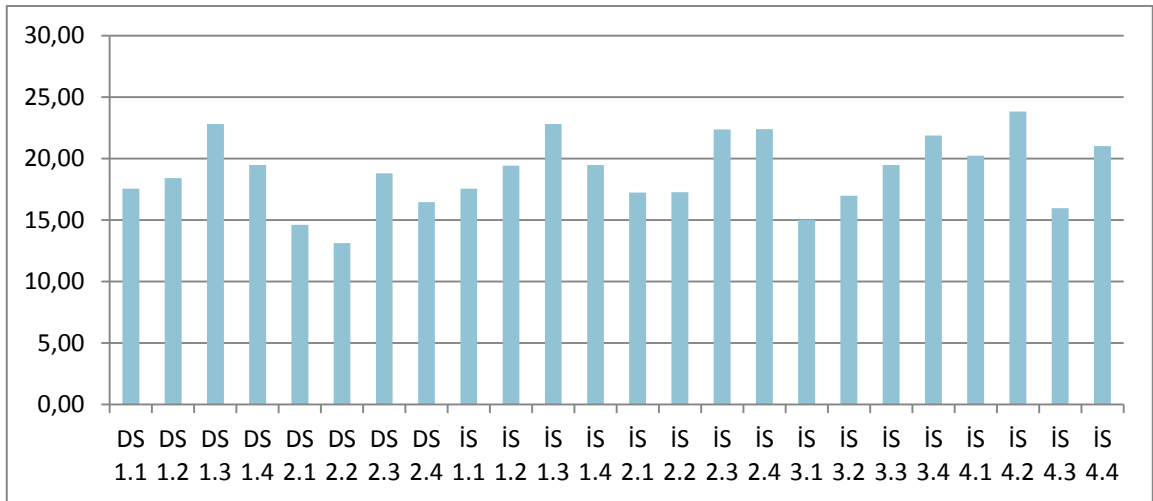
4.3.2.4. Buhar geçirgenlik deneyi

Sabit koşullar altında, su buharının birim hacimdeki malzemeden birim zamanda geçme miktarına “buhar geçirgenlik” adı verilmektedir. Deney sonuçları Tablo 4.8 ve Şekil 4.3’de verilmiştir.

Diatomitin sıva harçlarına % 20 oranlarında katılması, Serpme Dış Sıva ve Serpme İç Sıva karışımlarının bütün örneklerinde buhar geçirgenlik katsayısının artmasına neden olmuştur. İnce İç Sıva 4 karışımında diatomitin %10 oranında eklenmesi ile en yüksek değer bulunmuş olup, diatomit miktarının artmasına bağlı olarak bu değerlerde değişim görülmüştür. Deney sonuçlarına göre en yüksek değerlerin İnce İç Sıva 4, Serpme İç Sıva 2, Serpme İç Sıva 1 ve Serpme Dış Sıva 1 karışımlarında olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.8. Buhar geçirgenlik katsayısı

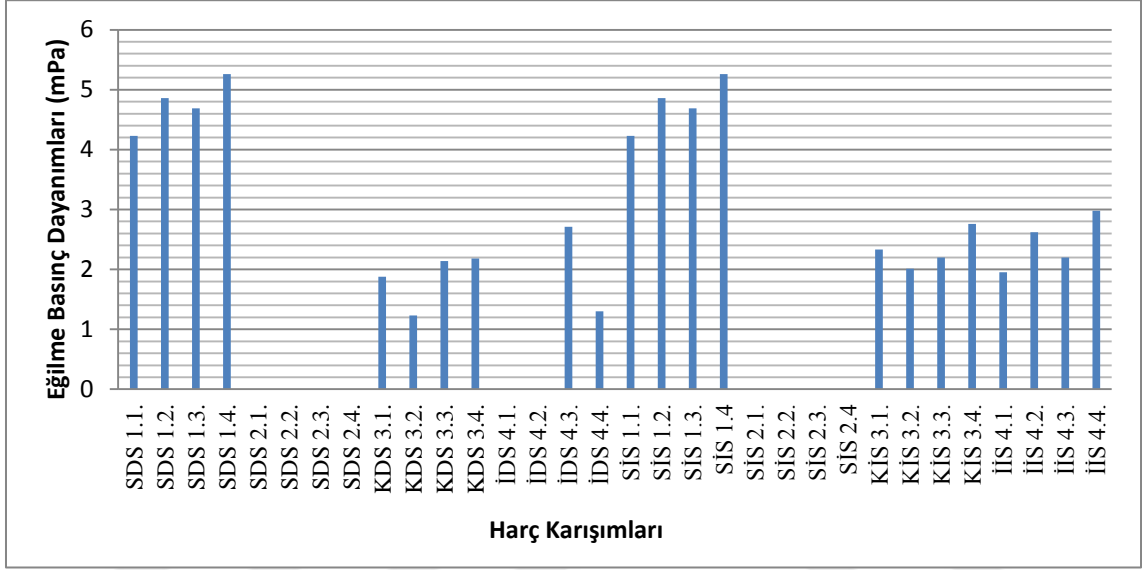
Karışım	Örnek ağırlıkları							μ
	1. Gün	2. Gün	3. Gün	4. Gün	5. Gün	6. Gün	7. Gün	
SDS 1.1	154,19	154,56	154,90	155,26	155,48	155,76	156,07	17,54
SDS 1.2	167,91	168,23	168,48	168,77	168,94	169,15	169,32	18,42
SDS 1.3	134,02	134,39	134,72	135,04	135,24	135,49	135,73	22,81
SDS 1.4	147,92	148,25	148,54	148,85	149,07	149,32	149,60	19,48
SDS 2.1	111,27	111,63	111,96	112,29	112,57	112,88	113,25	14,61
SDS 2.2	130,84	131,22	131,59	131,96	132,28	132,61	133,02	13,14
SDS 2.3	131,10	131,46	131,78	132,12	132,37	132,66	132,95	18,79
SDS 2.4	148,53	148,87	149,21	149,55	149,78	150,08	150,41	16,45
SİS 1.1	154,19	154,56	154,90	155,26	155,48	155,76	156,07	17,54
SİS 1.2	167,91	168,23	168,48	168,77	168,94	169,15	169,32	19,42
SİS 1.3	134,02	134,39	134,72	135,04	135,24	135,49	135,73	22,81
SİS 1.4	147,92	148,25	148,54	148,85	149,07	149,32	149,60	19,48
SİS 2.1	139,63	139,88	140,11	140,34	140,50	140,67	140,83	17,24
SİS 2.2	159,75	159,99	160,20	160,39	160,55	160,71	160,87	17,27
SİS 2.3	150,93	151,20	151,39	151,60	151,73	151,87	151,98	22,35
SİS 2.4	164,82	165,03	165,23	165,40	165,54	165,68	165,79	22,38
KİS 3.1	129,41	129,81	130,17	130,58	130,85	131,19	131,55	15,03
KİS 3.2	145,19	145,52	145,83	146,16	146,37	146,66	146,98	16,98
KİS 3.3	131,62	131,95	132,26	132,53	132,79	133,06	133,34	19,48
KİS 3.4	160,62	160,91	161,17	161,44	161,64	161,89	162,14	21,88
İİS 4.1	146,75	147,06	147,35	147,64	147,85	148,10	148,37	20,22
İİS 4.2	139,52	139,82	140,06	140,34	140,53	140,75	140,98	23,83
İİS 4.3	162,67	163,01	163,33	163,68	163,93	164,22	164,56	15,95
İİS 4.4	163,86	164,17	164,44	164,75	164,95	165,18	165,44	21,02



Şekil 4.3. Harç karışımlarında buhar geçirgenlik katsayıları

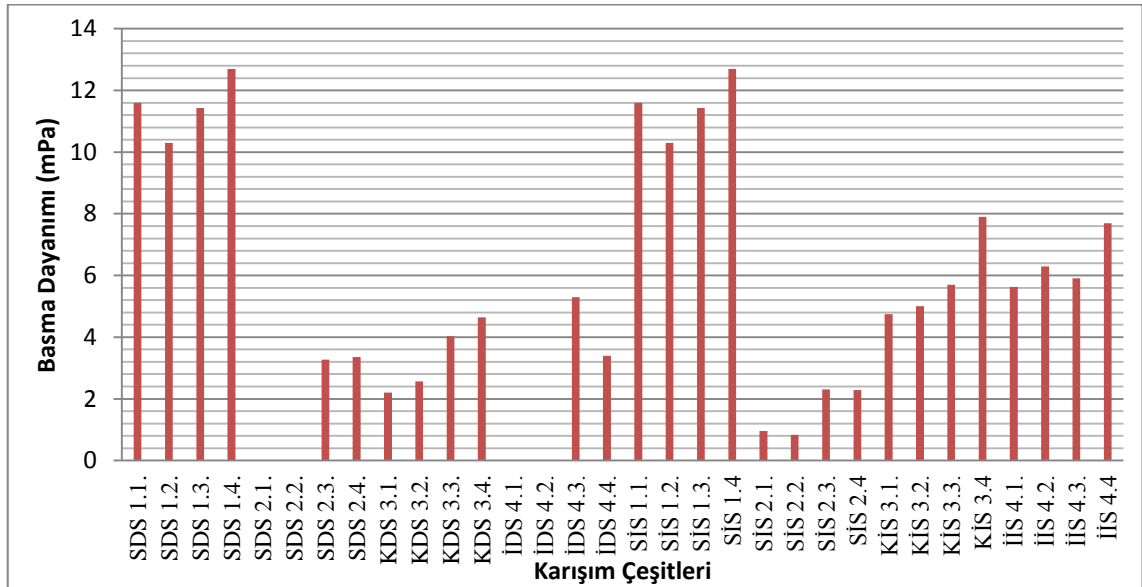
4.3.2.5. Eğilme ve Basınç Dayanımı Deneyleri

Eğilme ve basınç dayanımı, sertleşmiş harcın eksenel yüklere karşı gösterdiği dirençler olup TS EN 998-2 (2011)'e göre harçların duvar örmeye, iç veya dış sıva yapımlarında kullanılabilmesi için dayanım göstermeleri gerektiği belirtilmiştir. Harçların 28 günlük basınç dayanımları Şekil 4.4 ve 4.5'de verilmiştir.



* bazı deneyler okunamamıştır

Şekil 4.4. Eğilme dayanımı değerleri



* bazı deneyler okunamamıştır

Şekil 4.5. Basınç dayanımı değerleri

Elde edilen sonuçlardan karışımında kireç bulunan sertleşmiş harçlardaki eksensel yükler altındaki eğilme ve basınç dayanımları, eklenen diatomit ile doğru orantılı olarak yüksek artış gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek basınç dayanımının karışım gruplarından Serpme Dış Sıva 1’de olduğu belirlenmiş olup, eklenen diatomit miktarına göre artış gözlenmiştir. Yapısında kireç bulunan örnekler arasında en yüksek basınç dayanımına İnce İç Sıva 4 karışımı sahip olup, eklenen diatomit miktarına göre %10-20 arasında basınç dayanımı artışı görülmüştür. Eğilme dayanımı deneyinde de basınç dayanımına benzer sonuçlar elde edilmiş olup, en yüksek eğilme dayanımı Serpme Dış Sıva 1 karışımında görülürken, yapısında kireç bulunan karışımlar arasında İnce İç Sıva 4 karışımında olduğu belirlenmiştir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre karışımında kireç bulunmayan sertleşmiş harçlarda eğilme ve basınç dayanımları diatomit miktarı ile artış göstermiştir. Puzolan olarak kullanılan diatomitin bağlayıcılık özelliği kazanması örneklerin basınç dayanımlarının artmasına neden olmuş, kireç kullanılmayan karışımlara oranla daha fazla basınç ve eğilme dayanımında artış gösterdikleri belirlenmiştir. Bazı örneklerin eğilme dayanımı deneylerinde, dayanım gösteremediği belirlenmiştir. Basınç dayanımları yetersiz olan bu karışımların kullanılmaması gerekmektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Türkiye’de büyük ve küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin büyük bir kısmını küçük ve orta ölçekli aile işletmeleri yapmaktadır. Üretici gelirlerinin düşük olması, refah düzeylerinin azalmasına ve işletmeciliği bırakmalarına ve göç etmelerine neden olmaktadır. İl ve ilçe merkez nüfusları 2012-2015 yıllarında %77,3’den %92,1’e çıkarken, kırsal alan nüfusu %22,7’den %7,9’a gerilemiştir (Anonim, 2016).

Tarımsal yapılarda ısı kaybının en aza indirilmesi, işletmenin giderlerinin azalması ve tarımda sürdürülebilirlik bakımından oldukça önemlidir. Buhar geçirgenlik, yapılarda kullanılan malzemelerin ömrünü, dolayısı ile tarımsal yapının ömrünü doğrudan etkileyen bir etmendir. Nem yoğunlaşması hayvan refahı ve sağlığını etkileyerek, verim kayıplarına yol açmaktadır.

Hayvan barınaklarında çevre koşullarının optimum düzeye getirilmesi için ısı dengesi yanında nem dengesinin de sağlanması gerekmektedir. Barınak ortamına çeşitli yollarla verilen su buharının uygun sınırların üzerine çıkmaması, yani barınak içerisinde uygun nem oranlarının korunabilmesi için, nem kazançlarının nem kayıplarına eşit olması gerekir. Fazla nem yapı elemanlarının yüzeylerinde birikerek ahşap kısımların çürümesine, metal kısımların paslanmasına neden olabileceği gibi, hayvanların da hastalanmasına yol açabilmektedir (Kocaman, 2007).

Tarımsal yapılarda sıva harçları genellikle barınak içini dış çevreden ayırmak amacıyla kullanılmaktadır. Taşıyıcı özelliklerinin yüksek miktarlarda olması beklenmez. Eksensel yüklere karşı yeterli dayanım gösteren, düşük maliyetli, uygun ısı ve nem yalıtımı sağlayabilen bütün malzemeler kullanılabilir.

Tarımsal yapılarda kullanılan sıva harçlarında, hazırlanan karışımların büyük bölümünü agregalar oluştururken, daha iyi yalıtım için bir miktar puzolan katılabilmektedir. Çalışmada agrega olarak elde edilmesi kolay ve ucuz olan, harçların ağırlığını taşıyabilecek kapasitedeki dere kumu ile yalıtım özelliğine sahip, harç üretiminde enerji tasarrufu yanısıra zemine daha az yük binmesini sağlayan ponza, bağlayıcı olarak ince taneli ve serbest kireç ile reaksiyona girerek bağlayıcılık özelliği kazanan puzolanik aktivitesi yüksek diatomit kullanılmıştır.

Araştırma konusu hafif agregaların, tarımsal yapılarda yapı malzemesi olarak kullanılabilirliği daha önce yapılan çalışmalarda ortaya konulmuş olup bu çalışma kapsamında sıva harcı yapımına uygunluğu değerlendirilmiştir. Bu amaçla diatomitin puzolanik aktivitesi test edilmiş ve hazırlanan harç karışımlarında kullanılan agrega miktarları hacimce %50-90 arasında, kullanılan puzolan miktarları çimento ağırlığının %0-40 arasında değişmiştir.

Deneyler sonucunda elde edilen verilere göre, Serpme İç Sıva 1-2, Kaba İç Sıva 4 ve Serpme Dış Sıva 1 karışımlarında buhar geçirgenlik katsayısının yüksek, eğilme ve basınç yüklerine karşı dayanımın Serpme İç Sıva 1, Kaba İç Sıva 3, İnce İç Sıva 4 karışımlarında ve Serpme Dış Sıva 1, Kaba Dış Sıva 3'de yeterli olduğu belirlenmiştir. Serpme İç sıva 1 ve Serpme Dış Sıva 1 karışımları en yüksek eksenel dayanıma sahip olup, yeterli düzeyde buhar geçirgenlik sağlamaktadır. Karışımlara %20 oranında diatomit eklenmesi, en yüksek buhar geçirgenlik sağlamakta ve yeterli dayanım göstermektedir. Diatomit miktarının %40'a çıkarılması durumunda eksenel dayanımın artmasına karşın, buhar geçirgenlik katsayısının düşmesine neden olmuştur. Bünyesine eklenen diatomit miktarları ile kılcal ve toplam su emme miktarları doğrusal bir ilişki olup, %0, 10, 20 oranında kullanılan diatomit fazla bir değişikliğe yol açmazken, %40 oranında kullanılan diatomit, su emme oranında büyük artışa neden olmuştur. Bu bilgiler ışığında, yapısında kireç bulunmayan, hacimce % 75 agrega ve çimento ağırlığının % 20 oranında diatomit kullanılan Serpme Dış Sıva 1 ve Serpme İç Sıva 1 karışımlarının tarımsal yapılarda kullanılabileceği belirlenmiştir.

Hacminin % 50'si agregâ, %33.3'ü kireç ve %16.7'si çimento olan Kaba İç Sıva 3 karışımlarında çimento ağırlığının % 20'si oranında eklenen diatomit, eksensel yüklerle karşı basınç dayanımlarının en üst düzeye gelmesine ve kılcal su emme miktarının düşük olmasına, % 40 oranında eklenen diatomit buhar geçirgenliğinin en iyi düzeye gelmesine ve karışım içi ortalama miktarda su emme miktarına neden olmuştur. Bu bilgiler ışığında, % 20 oranında diatomit eklenmesinin kullanışlı ve daha ekonomik olduğuna karar verilmiştir.

Hacminin % 57,1'i agregâ, % 28,6 'sı kireç ve % 14.3'ü çimento olan İnce İç Sıva 4 karışımlarında % 10 diatomit eklenmesi halinde buhar geçirgenlik katsayısının en yüksek, eğilme ve basınç yüklerine karşı dayanımının yeterli ve düşük kılcal su emme oranına sahip olduğu görülmüştür. Bu karışımlarda %40 oranında diatomit eklenmesi, %20 diatomit karışımına oranla % 22,25'lik bir basınç dayanımı, %13,75'lik bir eğilme dayanımı artışına ve % 18'lik su emme miktarında düşüğe neden olurken, % 11,8'lik bir buhar geçirgenlik katsayısı düşüşüne neden olduğu gözlenmiştir. Her iki karışım oranının da kullanılabilceği uygun görülmüştür.

Yüksek oranda agregâ içeren Kaba Dış Sıva 2 karışımlarında eğilme ve basınç dayanımlarının diatomit miktarının artmasıyla doğrusal olarak değıştiği gözlemlenmiştir. Bu karışımlarda buhar geçirgenlik oranları yeterli düzeyde olmasına karşın, dayanım özelliklerinin düşük olması ve su emme miktarının fazla olmasından dolayı kullanılmaları uygun bulunmamıştır.

Karışımında kireç bulunmayan, hacminin %90'ı agregadan oluşan Serpme İç Sıva 2 karışımları yüksek miktarda buhar geçirgenlik sağlamasına karşın, eğilme dayanımlarının sifıra yakın olduğu görülmektedir. Eğilme dayanımı düşük olan malzemelerde üzerlerine gelecek dış yükler nedeni ile zamanla zarar görecektir ve bakım masraflarının artmasına neden olacaktır. Ayrıca bu karışımların su emme miktarlarının da yüksek olması nedeni ile kullanılması önerilmemektedir.

Serpme Dış Sıva 2 karışımlarında eğilme ve basınç dayanımlarının diatomit miktarının artmasıyla doğrusal olarak değiştiği gözlemlenmiştir. Bu karışımlarda buhar geçirgenlik oranları yeterli düzeyde olmasına karşın, dayanım özelliklerinin düşük olması ve su emme miktarının fazla olmasından dolayı kullanılmaları uygun bulunmamıştır. Kaba Dış Sıva 3 ve İnce Dış Sıva 4 karışımlarında eksenel yüklere karşı bir miktar dayanım gösterdiği ve yeterli miktarda buhar geçirgenlik sağladığı belirlenmiştir. Bünyelerine eklenecek %20 oranında diatomit, karışım içinde en yüksek özelliklere çıkmasına sahip olmuştur. Yeterli miktarda işlenebilirliğinin olmamasından ve %0-10 oranında diatomit eklendiği zaman da dayanımın yetersiz olmasından dolayı, kullanımı önerilmemektedir.

Sonuç olarak sıva harcı karışım oranının eğilmede çekme, basınç dayanımlarının diğer karışım oranlarına göre daha yüksek olarak belirlenmesi ve kılcal su emme değerlerinin düşük olması nedeniyle Serpme İç Sıva 1 ve Serpme Dış Sıva 1 harçlarının kullanılabilmesi belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; diatomit katkılı agregalarla üretilen harçlarda Serpme İç Sıva 1, Serpme Dış Sıva 1, Kaba İç Sıva 3 ve İnce İç Sıva 4 karışımı harçların arımsal yapılarda kullanılan dayanımı çok düşük sıva harçlarının yerine kullanılması daha uygun olacaktır.

Ekonomiye katkı sağlamak ve çevre kirliliğini azaltmak amacıyla, katkılı sıva harcı üretimi için yapılan araştırma sonucunda, diatomit ve ponza içeren sıva malzemelerinin ince ve kaba sıva yapımına uygun olduğu ve geliştirilerek kullanılabilmesi görülmüştür. Hafif agreganın gözenekli yapısı nedeniyle birim ağırlığının normal agregaya göre düşük olması, üretilen sıva harçlarının düşük birim hacimde olması sonucunu doğurmuştur. Üretilen diatomit katkılı harçların sıva yapımında kullanılmasıyla soğuk bölgelerde ısı yalıtımı yönünden önemli yararlar sağlanabilecektir. Özellikle tarımsal yapılarda hafif sıva harcının yapı malzemesi olarak uygulanması, istenilen çevre koşullarının oluşturulmasına olumlu katkı sağlayacaktır.

5. KAYNAKLAR

- Akgül, E., 2006. Lateks Datça Bölgesindeki Volkanik Tüflerin Yapı Malzemesi Olarak Değerlendirilmesi (Y. Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 109 s., İstanbul
- Alkan, Z., 1972. Zirai İnşaat. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No. 252/A, 391 s., Erzurum.
- Anonim, 2001a. Devlet Planlama Teşkilatı, 8,5 yıllık kalkınma planı, madencilik özel ihtisas komisyonu raporu, endüstriyel hammaddeler alt komisyonu, genel endüstri mineralleri IV çalışma grubu raporu, 64 s., Ankara.
- Anonim, 2001b. Devlet Planlama Teşkilatı, 8,5 yıllık kalkınma planı, madencilik özel ihtisas komisyonu raporu, endüstriyel hammaddeler alt komisyonu, yapı malzemeleri III çalışma grubu raporu, 73 s., Ankara.
- Anonim, 2001c. Doğanlar Nakliyat ve Ticaret Sanayi Ltd. Şti. pomza örneği analiz raporu, 1s., Kayseri
- Anonim, 2006a. Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP). İnşaat Teknolojisi, Agrega Deneyleri-1, 35 s., Ankara.
- Anonim, 2006b. Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP). İnşaat Teknolojisi, Kaba Sıva, 55 s., Ankara.
- Anonim, 2007. Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP). İnşaat Teknolojisi, sıva 36 s., Ankara.
- Anonim, 2012a. Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP). İnşaat Teknolojisi, Alçı Sıva, 68s., Ankara.
- Anonim, 2012b. Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP). İnşaat Teknolojisi, Özgül Ağırlık ve İnce Madde Oranı, 37s., Ankara
- Anonim, 2015. www.begtugmineral.net/belgeler, Ankara
- Anonim, 2016. Türkiye İstatistik Kurumu, Yıllara ve cinsiyete göre il/ilçe merkezleri ve belde/köyler nüfusu, 1927-2015, 1s., 2016
- Aruntaş, Y., 2011. Sıvacı (Seviye 3) Yeterlilik Kodu:11UY0024-3. Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İnşaat mühendisliği bölümü, 66 s., Ankara.
- ASTM-C1437-5, 2001. Standard Test Method for Flow of Hydraulic Cement Mortar - Temperature and Humidity., USA.
- Ayberk, M., 1995. Perlitin Yapı Gereci Olarak Kullanımı ve Yapı Maliyetine Etkisi. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 21-22 Nisan., 203-206 s, İzmir.
- Babadağ, Y., 2009. Kimyasal Katkıların Sıva Harçları Üzerindeki Etkileri (Y. Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 99 s., Ankara.
- Baş, B., 2009. Lateks Katkılı Sıva Harçlarının Özellikleri (Y. Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği ABD., 89 s., İstanbul
- Batmaz, A., 2006. Rize İli Çevresindeki Derelerden Elde Edilen Agreganın Beton Yapımına Uygunluğunun Araştırılması, (Y. Lisans Tezi), Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi ABD., 85 s. Elazığ.
- Bayraktar, O. Y., 2012. Alternatif Sıva Harçlarının Yüksek Sıcaklık Etkisine Dayanıklılığı (Y. Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Bilimi ABD., 109 s., Ankara.

- Bedirhanoğlu, Y., 2011. Yapı Malzemesi, Agregada Özelliklerinin Beton Üzerine Etkisi. Dicle Üniversitesi, 77 s., Diyarbakır.
- Biricik, H., 1999. Su Geçirimsizliğinin Puzolan Malzeme İle Azaltılması. TMMOB Makina Mühendisleri Odası Tesisat Mühendisliği Dergisi., 20-29 s., İstanbul
- Ceran, A., 2008. Polimer Esaslı Lateks Katkının Çimento Harç Özellikleri Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi (Y. Lisans Tezi). Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık ABD., 119 s., İstanbul.
- Çağlayan, M., Haberveren, S., İpekoğlu, B., Kurşun, İ., 1999. Beton Yapımında Kullanılan Agregaların Özellikleri Ve Örnek Bir Kuruluş "İston". 2. Ulusal Kırmataş Sempozyumu, 3-4 Haziran 69- 79s., İstanbul.
- Çakır, K., 2010. Doğal Puzolan Katkılı Kireç Harcı ile Toprak Karışımının Kerpiç Yapılarda Dış Sıva Olarak Kullanılabilirliği Üzerine Deneysel Bir Araştırma (Y. Lisans Tezi). Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık ABD., 137 s., İstanbul.
- Çetin, M., Taş, B., 2012. Biyolojik Orijinli Tek Doğal Mineral: Diatomit. TUBAV Bilim Dergisi, Cilt:5 Sayı:2, 28-46 s., Ankara.
- Çomak, B., 2007. Isparta Yöresinde Çıkarılan ve Beton Üretiminde Agregada Olarak Kullanılan Malzemenin Özelliklerinin Belirlenmesi. (Y. Lisans Tezi), Yapı Eğitimi ABD, 57s., Isparta.
- Dinçer, İ., Orhan, A., Çoban, S., 2015. Ponza araştırma ve uygulama merkezi fizibilite raporu, 111 s, Nevşehir.
- Ekmeçyapar T. ve Özüng, İ., 1997. İnşaat Malzeme Bilgisi. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Notları No:204, Erzurum.
- Erdoğan, T.Y., 1995. Beton Oluşturan Malzemeler; AGREGA. Türkiye Hazır Beton Birliği Yayını, 110 s., İstanbul.
- Erdoğan, N., 2005. Çimento Harçlarının Niteliklerinin İyileştirilmesi (Y. Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık ABD., 98 s., İstanbul,
- Erdoğan, T. Y., 2013. Beton. Orta Doğu Teknik Üniversitesi. Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş. Yayını Sertifika No:15723, 757 s, Ankara.
- Gündeşli, U., 2008. Uçucu Kül, Silis Dumanı ve Yüksek Fırın Cürufunun Beton ve Çimento Katkısı Olarak Kullanımı Üzerine Bir Kaynak Taraması (Y. Lisans Tezi)., Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği ABD., 71s., Adana.
- Gündüz, L., 1998. Ponza Teknolojisi, Cilt 1, 285 s., Isparta.
- Gürer, C., 2008. Yapı Teknolojileri –II. Sıvalar. Afyonkarahisar Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü Ders Notları, 32 s, Afyonkarahisar.
- Kan, A., 1999. Pasinler/Esendere Volkanik Tuf Kumunun Harç Yapımında Kullanılabilirliğinin Araştırılması (Y. Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat ABD., 77 s., Erzurum.
- Karakoç, B., 2013. İnşaat Mühendisliği Laboratuvarı Dersi-I Agregada Bulunabilecek Zararlı Maddeler Deney Föyü. İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, 7 s., Malatya.
- Karaman, S., Öztoprak, B., Şişman, C.B., 2015. Usage Possibilities of Diatomite in the Concrete Production for Agricultural Buildings. Journal of Basic & Applied Sciences, 11, 31-38 s., Mississauga, Canada.
- Katranç, A.,1999. Şanlıurfa Yöresindeki Beton Agregası Kaynaklarının İncelenmesi ve Beton Beton Yapımında Kullanılabilirliğinin Araştırılması. (Yüksek Lisans

- Tezi), Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi ABD, 60 s., Şanlıurfa.
- Kaya, H., 2016. Ardahan İli Andezit-Bazalt Kırmataş Agregaların Beton Yapımında Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği ABD., 80 s., Tokat.
- Keskin, G., 2011. Cendere Vadisi Kayaçlarının Beton Agregası Olarak değerlendirilmesi (Y. Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği ABD., 157 s., İstanbul.
- Kocaman, İ., Konukcu, F., İstanbulluoğlu, A., 2007. Hayvan Barınaklarında Isı ve Nem Dengesi. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 134-140s, Kahramanmaraş.
- Kocataşkın, F., 1975. Yapı Malzemesi Bilimi. Birsen Kitapevi, 132 s. İstanbul.
- Massazza, F., 1989. Puzzolanlar, Puzolanlı Çimentolar ve Kullanım Alanları, Seminer, TÇMB, 41 – 79 s., Ankara.
- Mavi, Ö., 2000. Kireç Harç ve Sıvaların Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin İyileştirilmesi (Y.Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Bilgisi ABD., 140 s., İstanbul.
- Memiş, S., 2007. Öğütülmüş Atık Plastik (PET) Katkılı Sıvaların Tarımsal Yapılarda Kullanılabilirliği (Y. Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD., 119 s., Erzurum.
- Memiş, S., Örüng, İ., 2012. Öğütülmüş Atık Plastik (PET) Katkılı Sıvaların Tarımsal Yapılarda Kullanılabilirliği, GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 29(2), 19 – 27 s., Tokat.
- Olgun, M., 2013. Tarımsal İnşaat. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları:378, 483 s., Ankara.
- Onaran, K., 1993. Malzeme Bilimi, Genişletilmiş 4.baskı, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul.
- Ozbey, G., Atamer, N., 1987. “Kizelgur(Diatomit) ” Hakkında Bazı Bilgiler”, 10. Türkiye Madencilik Bilimsel Teknik Kongresi, 493-502 s., Ankara,
- Özcan, F., 2005. Silis Dumanı İçeren Harç ve Betonların Özellikleri ve Hızlandırılmış Kür ile Dayanım Tahmini (Doktora Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği ABD., 173 s., Adana.
- Özkan, Ş. G., Tuncer, G., 2001. Ponza Madenciliğine Genel Bir Bakış. 4.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu 18-19 Ekim., 200-207 s., İzmir.
- Özyürek, N., 1995. Kızılırmak Agregasının Teknik Özellikleri ve Beton YapımındaKullanılması. (Y. Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, 109 s., Ankara,
- Paki, T., 2010. Agregalar. Harran Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 59 s., Şanlıurfa.
- Postacıoğlu, B., 1975. Yapı Malzemesi Dersleri: Bağlayıcı Maddeler, Agregalar, Beton. İstanbul Teknik Üni. Matbaası, 164 s., İstanbul,
- Postacıoğlu, B., 1987. Beton-Bağlayıcı Maddeler, Agregalar. Beton, Cilt 2, Teknik Kitaplar Yayınevi, 404 s., İstanbul.
- Şengün, N., 2004. Ponzanın Hafif Harç Yapımında Endüstriyel Hammadde Olarak Kullanımı (Y. Lisans Tezi). Üniversite: Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği ABD., 82 s, Isparta.
- TS EN 1097-3, 1999. Agregaların fiziksel ve mekanik özellikleri için deneyler bölüm 3: Gevşek yığın yoğunluğunun ve boşluk hacminin tayini, Türk Standartları Enstitüsü, 20 s., Ankara.

- TS EN 1015-3, 2000. Kâgir harcı- Deney metotları- Bölüm 3: Taze harç kıvamının tayini (yayıma tablası ile), Dış sıva, Türk Standartları Enstitüsü, 8 s., Ankara.
- TS EN 1015-9, 2000. Kâgir harcı- Deney metotları-Bölüm 9: Taze harcın işlenebilme ve düzeltilme süresinin tayini, Türk Standartları Enstitüsü. 9 s., Ankara.
- TS EN 1925, 2000. Doğal taşlar- Deney metotları-Kılcal etkiye bağlı su emme katsayısının tayini, Türk Standartları Enstitüsü. 9 s., Ankara.
- TS 2717 EN 13139, 2005. Agregalar-harç yapımı için, Türk Standartları Enstitüsü, 34 s., Ankara.
- TS 706 EN 12620+A1. 2009. Beton Agregaları, Türk Standartları Enstitüsü, 50 s., Ankara
- TS ISO 3310-1, 2009. Deney Eleklere-Teknik Özellikler ve Deneyler-Bölüm 1: Metal Tel Örgülü Deney Eleklere. TS ISO 3310-1, Türk Standartları Enstitüsü, 19 s., Ankara.
- TS EN 933-10, 2010. Agregaların Geometrik Özellikleri İçin Deneyler-Bölüm 10: İnce Malzeme Tayini-İnce Dolgu Malzemelerinin Tane Büyüklüklerine Göre Sınıflandırılması (Hava Jetiyle Eleme). Türk Standartları Enstitüsü, 12 s., Ankara.
- TS EN 998-2, 2011. Kâgir harcı - Özellikler - Bölüm 2: Kâgir harcı, Türk Standartları Enstitüsü, 31 s., Ankara,
- TS EN 197-1, 2012. Kâgir Genel çimentolar - Bileşim, Özellikler ve Uygunluk Kriterleri, Türk Standartları Enstitüsü, 29s., Ankara,
- TS EN 933-1:2012(EN), 2012. Agregaların geometrik özellikleri için deneyler bölüm 1: Tane büyüklüğü dağılımı tayini- Eleme metodu., Türk Standartları Enstitüsü, 18 s., Ankara
- TS EN 1015-11/A1, 2013. Kâgir harcı - Deney metotları - Bölüm 11: Sertleşmiş harcın basınç ve eğilme dayanımının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, 7 s., Ankara.
- TS EN 459-1, 2015, Yapı kireci - Bölüm 1: Tarifler, özellikler ve uygunluk kriterleri, 53 s., Ankara,
- TS ISO 3310-2, 2015. Deney Eleklere-Teknik Özellikler ve Deneyler-Bölüm 2: Delikli Metal Plakalı Deney Eleklere. Türk Standartları Enstitüsü, 18 s., Ankara.
- TS EN 13914-1, 2016. Dış ve iç sıvaların tasarımı, hazırlanması ve uygulanması-bölüm 1: Dış sıva, Türk Standartları Enstitüsü, 63 s., Ankara
- TS EN 13914-2, 2016. Dış ve iç sıvaların tasarımı, hazırlanması ve uygulanması-bölüm 2: İç sıvalar için tasarım hususları ve temel prensipler, Türk Standartları Enstitüsü, 39 s., Ankara,
- Tekinsoy, M. A., 1984. Çukurova Yöresinde Çelik Kavuzlu Hafif Beton Briketlerinin Yapımı ve Tarımsal Yapılarda Kullanılma Olanakları Üzerine Bir Araştırma, (Doçentlik tezi), Çukurova Üniv.. Ziraat Fak. Kültürteknik Bölümü, Adana.
- Tutmaz, Ş.İ., 2009. Tokat İli Merkez İlçesindeki Doğal Agregaya Kaynaklarının Beton Agregası Olarak Kullanılabilirliğinin İncelenmesi. (Y. Lisans Tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD. 86 s., Tokat.
- Türkmen, İ., 2013. İnşaat Mühendisliği Laboratuvarı Dersi Agregalarda Elek Analizi Deney Föyü. İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği ABD., 14 s., Malatya.
- Uçar, H., 2008. Kırmataşların Beton Agregasında ve Hazır Beton Tesislerinde Kullanılma Kriterleri Örnek Uygulama: Sağlıklı Köyü Kalker Ocağı. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği ABD., 96 s., Adana.

- Uygun, A., 2001. Diatomit jeolojisi ve yararlanma olanakları. Maden Mühendisleri Odası Dergisi 15, 31–39 s., Ankara.
- Uygunoğlu, T., Ünal O., 2006. Diatomitin Hafif Blok Üretiminde Kullanılması. Politeknik Dergisi Cilt: 9 Sayı: 1 65-70 s., Ankara.
- Ünal, O., Demir, İ., Uygunoğlu, T., 2003. Ponza ve Diatomitin Hafif Blok Eleman Üretiminde Kullanılmasının Araştırılması. III. Ulusal Kırmataş Sempozyumu 3-4 Aralık, 107-114 s. İstanbul.
- Ünsal, A. ve Şen, H., 2008. Beton ve Beton Malzemeleri Laboratuvar Deneyleri. Ulaştırma Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü, Teknik Araştırma Dairesi Başkanlığı Malzeme Lab. Şubesi Müdürlüğü, 236 s., Ankara.
- Yapıcı, S., 2002. Elazığ Yöresindeki Agrega ve Çimento Malzemesi ile Üretilecek Betonlarda Mevcut Katkı Malzemelerinin Uygunlugunun Araştırılması. (Y. Lisans Tezi), Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnsaat Mühendisliği ABD., 79 s., Elazığ.



6. ÖZGEÇMİŞ

Kisisel Bilgiler

Adı Soyadı : Serkan YAZAREL
Dogum Tarihi ve Yer : 1980 - Yozgat
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
Telefon : 0542 201 3515
e-mail : serkan.yazarel@gop.edu.tr

Egitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Ankara Üniversitesi	2010
Lise	Ankara Alparslan Süper Lisesi	1998

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2013-	Gaziosmanpaşa Üniversitesi	Araştırma Görevlisi