

T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİKRONİZE MALZEME TANE BOYUTUNUN
ÇİMENTO ESASLI KOMPOZİT YAPIYA
ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Mehmet ŞAHİN

Danışman: Prof. Dr. Lütfullah GÜNDÜZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA – 2011

TEZ ONAYI

Mehmet ŞAHİN tarafından hazırlanan “Mikronize Malzeme Tane Boyutunun Çimento Esaslı Kompozit Yapıya Etkisinin İncelenmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Süleyman Demirel Üniversitesi Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

DANIŞMAN: Prof. Dr. Lütfullah GÜNDÜZ

(İmza)

Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Jüri Üyeleri:

Yrd. Doç. Dr. Yıldırım TOSUN

(İmza)

Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Yrd. Doç. Dr. Ömer ELİTOK

(İmza)

Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Doç. Dr. Mehmet Cengiz KAYACAN

Enstitü Müdür Vekili

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

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1.GİRİŞ	1
1.1.Konu ve Amaç	1
2.KAYNAK ÖZETLERİ	3
2.1.Konu Alan Çalışmalar	3
2.2.Agrega	4
2.2.1.Hafif agregalar	5
2.2.2.Hafif agregaların teknolojik kullanım alanları.....	6
2.2.2.1.Pomza.....	7
2.2.2.2.Volkanik cüruf.....	8
2.2.2.3.Volkanik tüf.....	9
2.2.2.4.Genleşen killer	9
2.2.2.5.Kömür cürufu.....	10
2.3.Kompozit Yapıda Sıva Harçları.....	11
2.3.1.Mikronize hafif agregaların kompozit yapıda hafif yalıtım sıvası üretiminde kullanımı	12
2.3.2.Kimyasal toz polimer katkıları ve sınıflandırılması.....	13
3.MATERYAL ve YÖNTEM	16
3.1.Materyal	16
3.1.1.Isparta - Gelincik pomzası ve Gelincik tüf.....	16
3.1.2.Kayseri pomzası.....	17
3.1.3.Nevşehir pomzası.....	18
3.1.4.Volkanik cüruf	19
3.1.5.Yüksek yoğunluklu genleşmiş kil.....	19

3.1.6.Kömür cürufu.....	20
3.1.7.Çimento	20
3.1.8.Kireç.....	20
3.1.9.Genleşmiş perlit	21
3.1.10.Dolgu malzemeleri.....	21
3.1.11.Polimer katkıları.....	21
3.1.12.Su	21
3.1.13.Laboratuvar çalışmalarında kullanılan araçlar.....	22
3.1.13.1.Nokta yükleme cihazı	22
3.1.13.2.Isı yalıtım deneyinin yapıldığı muhafazalı sıcak kutu deney düzeneği	23
3.2.Yöntem.....	23
3.2.1.Laboratuvar çalışmalarında kullanılan yöntemler	24
4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	26
4.1.Agregaların Teknik Özellikleri.....	26
4.1.1.Özgül ağırlık ve gevşek yığın yoğunluk analizi	26
4.1.2.Kimyasal analiz bulguları	27
4.2.Mikronize Malzemelerin Kompozit Sıva Harçlarında Kullanımı	28
4.3.Farklı Mikronize Malzeme Türevlerinin Çimento Esaslı Kompozit Yapıdaki Davranış Karakteristiği Analizi	30
4.3.1.Mikronize agrega türünün optimum koşullar açısından irdelenmesi.....	32
4.3.1.1.Taze harcın kıvam analizi	34
4.3.1.2.Taze harcın priz alma süresi analizi.....	42
4.3.1.3.Birim ağırlık analizi	49
4.3.1.4.Basınç dayanım analizi	57
4.3.1.5.Eğilme dayanım analizi	65
4.3.1.6.Kapiler su emme analizi	72
4.3.2.Optimize edilmiş agrega türlerinin kompozit harç olarak irdelenmesi.....	77
4.3.3.Mikronize agrega kullanımının çimento esaslı kompozit harcın teknik özelliklerine etkisi.....	90
5.SONUÇLAR.....	99
6.KAYNAKLAR	103
ÖZGEÇMİŞ	108

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MİKRONİZE MALZEME TANE BOYUTUNUN ÇİMENTO ESASLI KOMPOZİT YAPIYA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Mehmet ŞAHİN

Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Lütfullah GÜNDÜZ

Mikronize boyut olarak nitelenebilen agrega malzemeler, günümüzde özellikle kompozit yapıdaki harç ürünlerin elde edilmesindeki kullanımı giderek yaygınlaşmakta ve ülke ekonomisine önemli katma değerler sağlayacak endüstriyel malzemeler konumuna gelmiştir.

İnşaat sektöründe son yıllarda enerji verimliliğinin önem kazanması ve enerji tasarrufu sağlayan özel teknik nitelikli ürün türevlerinin geliştirilmesi süreci hız kazanmış olup, bu tarz ürün türevlerinde doğal kayaçların mikronize olarak kullanımı ayrı birer önem taşımaya başlamıştır. Bununla birlikte, doğal mikronize malzemelerle bütünlük ve/veya katkı malzemesi olarak yarı suni ve proses atığı cüruf malzemelerin mikronize boyutlardaki konumları da kullanılmaya başlanmıştır. Bu şekilde hem atık malzemeler değerlendirilmekte, diğer taraftan genişlemiş agrega malzemeler konumuna sahip malzeme türleri de geliştirme işlemi sonrasında endüstriyel olarak özel kullanım olanaklarına sahip olabilmektedir. Böylece, mikronize malzemelerin inşaat endüstrisinde kompozit sıva harçlarında kullanımı ayrı bir teknik değer taşımaya başlamıştır. Kompozit sıva harçları, gözenekli doğal, suni veya hafif agregalar, çimento ve polimer bileşenlerle birlikte su ile karıştırılarak elde edilen, birim hacim ağırlıkları genellikle 800 kg/m^3 'ten büyük olmayan iç ve/veya dış cephe uygulamalarında kullanılan atmosfer ortam koşullarına dayanıklı kompozit harçlar olarak tanımlanabilmektedir.

TS EN 998-1 standardı ana bağlayıcısı çimento esaslı harç gruplarının teknik özelliklerinin irdelenmesi ve sektörel amaçlı kullanım kriterlerinin prensipler olarak yorumlanabilmesi bakımından, uygulamada temel olarak ele alınan standartların başında gelmektedir. Bu bakımdan bu tez çalışmasının bulguları ve analiz türevlerinin detaylandırılmasında bu standart temel kriter olarak kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kompozit, mikronize malzeme, tane boyutu.

2011,108 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

THE INVESTIGATION ON THE EFFECT OF MICROSINED MATERIAL PARTICLE SIZE TO CEMENT BASED COMPOSITE STRUCTURE

Mehmet ŞAHİN

**Süleyman Demirel University Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Mines**

Supervisor: Prof. Dr. Lütfullah GÜNDÜZ

Aggregate size, called micronized materials, composite structure, especially nowadays increasingly widespread use of mortar of procuring goods and has become industrial materials to provide added value to the economy of the country.

In recent years construction industry, the importance of energy efficiency and energy saving in the process of development of private technical qualified product of derivatives products such as derivatives for the use of micronized natural rocks are important. However, it started to be used in integrated natural micronised materials and / or contribute to material and process waste slag as a semi-synthetic materials to be used in micronized sizes. In this way, both the waste materials are evaluated, on the other hand has expanded aggregate material to the types of materials as industrial after the companding companding process can have a special use facilities. Thus, the use of mortars micronized plaster composite materials in the construction industry has started to carry a separate technical value. Porous natural, artificial or waste lightweight aggregate, cement and water mixed with the polymer obtained with components, unit volume weight of 800 kg / m^3 is usually greater than non-domestic and / or ambient atmospheric conditions, durable mortar used in exterior applications can be defined as composite plaster mortars.

TS EN 998-1 standard, the main connector is used to evaluate the specifications of cement-based mortar and sectoral groups for the user to interpret the principles, criteria, in addition, this research study detailing the findings and analysis of derivatives used as the basic criterion of this standard.

Key Words: Composite, microsined material, particle size.

2011, 108 pages

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının gerçekleştirilmesinde ve sonuca ulaştırılmasında, karşılaştığım her türlü zorluğu aşmamda yardımcı olan, ayrıca deneysel çalışmaların yürütülmesinde, gerekli ortamı, malzemeyi ve donanımı sağlayan değerli Danışman Hocam Prof. Dr. Lütfullah GÜNDÜZ'e teşekkürlerimi sunarım.

Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezinde yürüttüğüm deneysel çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşlarım Uzman Nükhet ŞAPCI, Maden Mühendisi Mehmet KARCI, Maden Mühendisi Mustafa BEKAROĞLU ve buradaki görevli diğer arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmaları sırasında bana destek olan Gürallar Kiremit Fabrikası Genel Müdürü Ahmet YÖNDEM'e ve mesai arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında benden desteklerini esirgemeyen ve bana her zaman güvenen aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Mehmet ŞAHİN
ISPARTA, 2011

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.Genleşmiş kil agreganın genel bir görünümü.....	10
Şekil 3.1.Isparta-Gelincik bölgesindeki pomza ve tuf ocağından görünüm.	17
Şekil 3.2.Nokta yükleme cihazı	22
Şekil 4.1.Prizini tamamlamış kompozit yapıdaki sıva numunelerinden bir görünü..	34
Şekil 4.2.Yayımla tablası (Flow table) metodu ile taze harcın kıvam tayini.....	35
Şekil 4.3.Gelincik pomzası ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı kıvam analizi.....	36
Şekil 4.4.Gelincik tuf ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı kıvam analizi.....	37
Şekil 4.5.Kayseri pomzası ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı kıvam analizi.....	38
Şekil 4.6.Nevşehir pomzası ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı kıvam analizi.....	38
Şekil 4.7.Volkanik Cüruf ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı kıvam anali.	39
Şekil 4.8.Yüksek yoğunluklu genleşmiş kil ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı kıvam analizi.....	40
Şekil 4.9.Kömür Cürufu ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı kıvam analizi	41
Şekil 4.10.Vicat İğnesi ile taze harcın priz ölçüm işlemi genel görünümü.	42
Şekil 4.11.Gelincik pomzası ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı priz alma süresi analizi.	43
Şekil 4.12.Gelincik tuf ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı priz alma süresi analizi.....	44
Şekil 4.13.Kayseri pomzası ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı priz alma süresi analizi.	45
Şekil 4.14.Nevşehir pomzası ile ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı priz alma süresi analizi.....	46
Şekil 4.15.Volkanik cüruf ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı priz alma süresi analizi.	47
Şekil 4.16.Yüksek yoğunluklu genleşmiş kil ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı priz alma süresi analizi.	48

Şekil 4.17.Kömür cürufu ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı priz alma süresi analizi.	49
Şekil 4.18.Gelincik pomzalı malzemelerle yapılan harçların zamana bağlı birim hacim kütle ilişkisi.	50
Şekil 4.19.Gelincik tüflü malzemelerle yapılan harçların zamana bağlı birim hacim kütle ilişkisi.	51
Şekil 4.20.Kayseri pomzalı malzemelerle yapılan harçların zamana bağlı birim hacim kütle ilişkisi.	52
Şekil 4.21.Nevşehir Pomzalı malzemelerle yapılan harçların zamana bağlı birim hacim kütle ilişkisi.	53
Şekil 4.22.Volkanik cürufu malzemelerle yapılan harçların zamana bağlı birim hacim kütle ilişkisi.	54
Şekil 4.23.Yüksek yoğunluklu genişmiş killi malzemelerle yapılan harçların zamana bağlı birim hacim kütle ilişkisi.	55
Şekil 4.24.Kömür cürufu malzemelerle yapılan harçların zamana bağlı birim hacim kütle ilişkisi.	56
Şekil 4.25.Sertleşmiş sıva harcının basınç dayanım analizi.	57
Şekil 4.26.Gelincik pomzalı malzemelerle yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı basınç dayanım ilişkisi.	58
Şekil 4.27.Gelincik tüflü malzemelerle yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı basınç dayanım ilişkisi.	59
Şekil 4.28.Kayseri pomzalı malzemelerle yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı basınç dayanım ilişkisi.	60
Şekil 4.29.Nevşehir pomzalı malzemelerle yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı basınç dayanım ilişkisi.	61
Şekil 4.30.Volkanik cürufu malzemelerle yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı basınç dayanım ilişkisi.	62
Şekil 4.31.Yüksek yoğunluklu genişmiş killi malzemelerle yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı basınç dayanım ilişkisi.	63
Şekil 4.32.Kömür cürufu malzemelerle yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı basınç dayanım ilişkisi.	64
Şekil 4.33.Sertleşmiş sıva harcının eğilme dayanım analizi.	65

Şekil 4.34.Gelincik pomzalı malzemelerle yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı eğilme dayanım ilişkisi.	66
Şekil 4.35.Gelincik tüflü malzemelerle yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı eğilme dayanım ilişkisi.	67
Şekil 4.36.Kayseri pomzalı malzemelerle yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı eğilme dayanım ilişkisi.	68
Şekil 4.37.Nevşehir pomzalı malzemelerle yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı eğilme dayanım ilişkisi.	69
Şekil 4.38.Volkanik cürüflu malzemelerle yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı eğilme dayanım ilişkisi.	70
Şekil 4.39.Yüksek yoğunluklu genleşmiş killi malzemelerle yapılan harçların zamana bağlı eğilme dayanım ilişkisi.	71
Şekil 4.40.Kömür cürüflu malzemelerle yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı eğilme dayanım ilişkisi.	72
Şekil 4.41.Sertleşmiş sıva harcının kapiler su emme analizi.	73
Şekil 4.42.Gelincik pomzası, Gelincik tuf ve Kayseri pomzası ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı kıvam analizi.	79
Şekil 4.43.Gelincik pomzası, Gelincik tuf ve Kayseri pomzası ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı priz alma süresi analizi.	80
Şekil 4.44.Gelincik pomzası, Gelincik tuf ve Kayseri pomzası ile yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı birim hacim kütle ilişkisi.	81
Şekil 4.45.Gelincik pomzası, Gelincik tuf ve Kayseri pomzası ile yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı basınç dayanım ilişkisi.	82
Şekil 4.46.Gelincik pomzası, Gelincik tuf ve Kayseri pomzası ile yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı eğilme dayanım ilişkisi.	83
Şekil 4.47.Gelincik pomzası (%30 Çimentolu) içeren taneler arası bağ yapısının ince kesit fotoğrafı.	84
Şekil 4.48.Gelincik pomzası (%40 Çimentolu) içeren taneler arası bağ yapısının ince kesit fotoğrafı.	85
Şekil 4.49.Gelincik tuf (%30 Çimentolu) içeren taneler arası bağ yapısının ince kesit fotoğrafı.	86

Şekil 4.50.Gelincik Tüf (%40 Çimentolu) içeren taneler arası bağ yapısının ince kesit fotoğrafı.....	87
Şekil 4.51.Kayseri Pomzası (%30 Çimentolu) içeren taneler arası bağ yapısının ince kesit fotoğrafı.	87
Şekil 4.52.Kayseri Pomzası (%30 Çimentolu) içeren taneler arası bağ yapısının ince kesit fotoğrafı.	88
Şekil 4.53.Gelincik tüf ile yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı birim hacim kütle ilişkisi.....	91
Şekil 4.54.Gelincik tüflü malzemelerle yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı basınç dayanım ilişkisi.....	92
Şekil 4.55.Gelincik Tüf (%30 Çimentolu) içeren taneler arası bağ yapısının ince kesit fotoğrafı.....	93
Şekil 4.56.Gelincik Tüf (%38 Çimentolu) içeren taneler arası bağ yapısının ince kesit fotoğrafı.....	94
Şekil 4.57.Gelincik Tüf (%45 Çimentolu) içeren taneler arası bağ yapısının ince kesit fotoğrafı.....	95
Şekil 4.58.Gelincik Tüf (%50 Çimentolu) içeren taneler arası bağ yapısının ince kesit fotoğrafı.....	95
Şekil 4.59.Mahfazalı sıcak kutu yöntemine göre ısı iletkenlik ölçümü yapılmış deney numunelerinden bir görünüm.	96
Şekil 4.60.Numunenin ısı geçiş karakteristiği.	97

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 Agregaların özgül ağırlık değerleri.....	26
Çizelge 4.2.Agregaların gevşek yığın yoğunluk değerleri.	27
Çizelge 4.3. Agregaların kimyasal analiz değerleri.	28
Çizelge 4.4. Kompozit yapıdaki bileşenler ve ağırlıkça karışım oranları.....	32
Çizelge 4.5. Harç örneklerinin kapiler su emme analizi.....	74
Çizelge 4.6. Kompozit yapıdaki bileşenler ve ağırlıkça karışım oranları.....	78
Çizelge 4.7. Harç örneklerinin kapiler su emme analizi.....	84
Çizelge 4.8. Gelincik tüf içerikli karışım kombinasyonları.....	90
Çizelge 4.9. Harç örneklerinin kapiler su emme analizi.....	93
Çizelge 4.10.Isı iletkenlik ölçümü sırasındaki deneysel ortam verileri.....	97
Çizelge 4.11.Isı iletkenlik için hesaplanan veriler.....	97

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A	Isı Akış Yüzeyi (m^2)
A.K	Ateşte kayıp, (%)
ASTM	Amerikan Standardı
BHA	Birim Hacim Ağırlık
C	Isı İletimi (W/m^2K)
CS I	Dayanım sınıfı
CS II	Dayanım sınıfı
CS III	Dayanım sınıfı
CS IV	Dayanım sınıfı
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
D	Numune Kesit Kalınlığı(m)
EN	Avrupa Birliği Normu
Hc	Soğuk Yüzey Katsayısı(W/m^2K)
Hh	Sıcak Yüzey Katsayısı(W/m^2K)
Mm	Milimetre
M	Metre
M_0	Başlangıç kuru ağırlık
M_1	10 dakika suya teması sonraki ağırlık
M_2	90 dakika suya teması sonraki ağırlık
$m_{dry,u}$	Kuru ağırlık, gr
R	Isı Direnci (W/m^2K)
R_u	Toplam Isı Direnci (m^2K/W)
R_c	Soğuk Kenardaki Yüzey Direnci (m^2K/W)
R_h	Sıcak Kenardaki Yüzey Direnci (m^2K/W)
Q	Isı Akışı (W)
Th	Sıcak Ortam Sıcaklığı ($^{\circ}C$)
Tc	SoğukOrtam Sıcaklığı ($^{\circ}C$)
T1	Numune Sıcak Yüzey Sıcaklığı ($^{\circ}C$)
T2	Numune Soğuk Yüzey Sıcaklığı($^{\circ}C$)
T	Isı yalıtım sınıfı

T	Ortam Sıcaklığı
TS	Türk Standartları
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
U	Isı geçişi
W ₀	Kapiler Su Emme Sınıfı
W ₁	Kapiler Su Emme Sınıfı
W ₂	Kapiler Su Emme Sınıfı
Λ	Isı İletkenlik (W/m ² K)

1.GİRİŞ

Günümüzde birkaç yıl öncesine kadar ekonomik değer arz etmeyen fakat halen vazgeçilmez olan pek çok hammadde kaynağı ve atık malzemeler bulunmaktadır. Ülkemizde pomza, volkanik tüf, volkanik cüruf, kil, atık kömür cürufu gibi hafif agregaların kullanımı özellikle son yıllarda büyük bir ivme kazanmıştır. Bu hızlı gelişmelere paralel olarak inşaat sektörü açısından bu malzemelerin mikronize olarak kullanım gereksinimi de önem kazanmıştır.

Endüstride 1-2 mm altına indirilmiş ve boyutlandırılmış malzemeler, mikronize malzeme olarak tanımlanmaktadır. Mikronize malzemeler endüstride birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tez çalışması kapsamında bazı hafif agregalar mikronize edilerek, çimento esaslı bir kompozit yapıda TS EN 998-1 standardına göre mukavemetli ve ısı yalıtımı sağlayan bir hazır harç ürünü elde etmek amacıyla bir dizi ArGe çalışması yapılmıştır.

Bu yüksek lisans tez çalışması kapsamında, mikronize malzemelerin tane boyutunun çimento esaslı kompozit yapıya etkisinin teknik açıdan kapsamlı bir şekilde incelenmesi ve endüstriyel olarak kullanılabilirliği araştırma konusu olmuştur.

Bu araştırma çalışmasından elde edilecek bilgiler ışığında, özellikle doğal malzemelerden elde edilebilecek ve ilgili standartlara uygun doğal yalıtım malzemelerinin gelişiminde bir ışık tutulması hedeflenmiştir. Ayrıca, doğal yalıtım malzemelerinde aranılan ve tecrübe edinilen teknik detaylar, bu çalışma kapsamında deneysel analiz yöntemleri ile irdelenecek ve endüstriyel kullanıma yönelik yeni açılımlar tartışılacaktır.

1.1.Konu ve Amaç

Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde yüksek lisans tezi olarak yürütülmüş olup, “Mikronize Malzeme Tane Boyutunun Çimento Esaslı Kompozit Yapıya Etkisinin İncelenmesi” nin araştırılmasını konu almaktadır.

Tez kapsamında farklı özelliklere sahip doğal agregalar kullanılmıştır. Bu agregalar mikronize hale getirilerek kendi içerisinde boyutlandırarak TS EN 998-1 standardına göre mukavemetli ve ısı yalıtımı sağlayan bir hazır harç ürünü elde etmek amacıyla bir dizi deneysel çalışma planlanmıştır.

Bu çalışmada doğal agrega olarak farklı yöre pomzaları ve volkanik tüf, volkanik cüruf, genleşmiş kil, atık kömür cürufu kullanılmıştır. Çalışmanın başlangıç aşamasında, bu agrega türlerinin ve boyutlarının kompozit yapıda gösterdikleri fiziksel özellikler incelenerek farklı malzemelerin, oluşturulacak kompozit yapının mukavemet değerine etkisinin kıyaslaması yapılmıştır. Çalışmanın bir sonraki adımında ise, çalışma kapsamında farklı tür agregalardan en uygun olarak görülen üç agrega belirlenerek mikronize malzeme oranı ve aynı zamanda çimento oranı değiştirilerek bir dizi detay inceleme yapılmıştır. Bu çalışmada, ana tema olarak mikronize malzeme miktarının elde edilen numunelerin dayanım olgusuna etkisi irdelenmiştir. Son olarak ise çalışmadan elde edilen en uygun agrega ve çimento miktarları belirlenmiş, elde edilen en optimum karışım kombinasyonunda çimento oranının değişiminin kompozit yapının mukavemetine etkisi araştırılmıştır.

2.KAYNAK ÖZETLERİ

2.1.Konu Alan Çalışmalar

Bu tez kapsamında kullanılan ana materyallerle ilgili kaynak taraması yapılmıştır. Ulaşılabilen kaynaklara göre, yapılan çalışmaların bir kısmı ve bu çalışmaların kısa özetleri şu şekildedir:

A. Baba, (2001), Yatağan (Muğla) Termik Santrali Atık Depolama Sahasının Yer altı Sularına Etkisi. Kömür yakıtlı termik santrallerden kaynaklanan atıkların (kül ve cüruf) birçok toksik element içerdiği bilinmektedir. Bu çalışmada, Yatağan Termik Santrali atık depolama sahasından kaynaklanan kirletici potansiyellerinin yeraltı sularına olan etkilerinin belirlenmesi konu alınmıştır.

Ceylan H., (2005), Farklı Pomza Agregası Türlerinden Elde Edilen Hafif Betonun Sıcaklık Etkisindeki Karakteristiği. Bu çalışmada, pomzanın taşıyıcı olmayan hafif beton üretiminde, hafif agrega olarak kullanımı ve pomza kullanılarak üretilmiş hafif betonların belirli bir sıcaklık etkisine maruz kaldıktan sonraki dayanım değerlerindeki değişimleri inceleyen teorik bir çalışmadır.

Demirdağ, S., (2005), Volkanik Cüruf Oluşumlarının İnşaat Endüstrisinde Hafif Yapı Malzemesi Olarak Değerlendirilmesi. Ülkemizde bol miktarda bulunan volkanik cüruf gibi hafif agregalarla, hafif agregalı beton üretimi ve yalıtım betonlarının üretilmesinde ve bunların hafif yapı elemanı olarak kullanılabilmesinin etkin bir şekilde belirlenebilmesi için, volkanik cüruf agregaların fiziksel, kimyasal, petrografik ve hafif agregalı beton özelliklerinin bilinmesi ile ilgili bir çalışmadır.

Davraz, M., (2005), Isparta Gelincik Yöresi Pomzalarının Endüstriyel Önemi. Isparta yöresindeki ocaklardan üretilen pomza ve tüflerin , 2004 yılına kadar yalnızca hafif yapı elemanı üretiminde kullanılmıştır. Bu çalışmada, Isparta Gelincik yöresi ocaklardan üretilen pomzanın, tekstil sektörü açısından kullanılabilirliği tartışılmıştır.

TS EN 998-1, (2006), standardı kaba ve ince sıva harçlarının teknik özelliklerini belirleyen yöntemleri içermektedir.

Gündüz, L., ve diğerleri (2006), Genleşen Killerin Doğal Yapı Malzemesi Olarak Değerlendirilmesi. Bu çalışmada, genleşmiş kil agregalar üzerine yapılan bir araştırmanın bulgularına göre, inşaat sektöründe bu malzemelerin hafif yapı elemanı blok ürünleri olarak kullanılabilirliği için bilinmesi gereken teknik özellikler analiz edilmiştir

Şapcı, N., ve diğerleri (2009), Mikronize Andezitin Yalıtım Amaçlı Kompozit Harç Üretiminde Değerlendirilmesi Üzerine Teknik Bir Analiz yapılarak, mikronize andezitli kompozit harçların, ısı yalıtımı amaçlı sıva harcı olarak kullanılabilceği belirlenmiştir.

2.2.Agrega

Agrega, beton yapımında çimento ve su karışımından oluşan, bağlayıcı madde yardımıyla bir araya getirilen, organik olmayan, kuru, çakıl, kırmataş gibi doğal kaynaklı veya yüksek fırın cürufu, genleştirilmiş perlit, genleştirilmiş kil gibi yapay kaynaklı olan taneli malzemedir (Erdoğan,1995). Agregalar genel olarak beton hacminin % 70-75'ini oluşturur.

Agregaları değişik özelliklerine göre birçok farklı şekilde sınıflandırmak mümkündür. Kaynağına göre: doğal ve yapay, özgül ağırlık veya birim ağırlıklarına göre: normal ağırlıklı, hafif, ağır, tane büyüklüğüne göre: iri, ince, tane şekline göre: yuvarlak, köşeli, yassı, uzun, yüzey dokusuna göre: düzgün, granüller, pürüzlü, kristalli, petekli, üretilmelerine (elde edilmişlerine) göre: doğal (örnek:kum, çakıl, kırmataş), yan ürün (örnek:yüksek fırın cürufu), ısı işleme tabi tutulmuş (örnek:genleştirilmiş perlit), jeolojik orijinlerine göre: volkanik, tortul, metamorfik, mineralojik yapılarına göre: silis mineralli, karbonat mineralli, mikali vb., reaktif özelliklerine göre (agregaların yapılarında, çimento içerisinde bulunabilecek

alkalilerle reaksiyona girerek genişleme yaratabilecek reaktif silis içerip içermediklerine göre): reaktif, reaktif olmayan gibi (Erdoğan, 1995).

Agregaların fiziksel özellikleri şunlardır: özgül ağırlık, birim ağırlık, kompasite, porozite (gözeneklilik), donma-çözülme dayanımı, nem durumu ve diğer fiziksel etkenlere karşı dayanıklılık. Agreganın kullanım yeri ve amacına göre, tane dağılımı (granülometrik bileşim), tane şekli, tane dayanımı, dona dayanıklılık, zararlı madde içeriği açısından belli özelliklerde olması istenir.

2.2.1.Hafif Agregalar

Hafif agrega (beton için) su, çimento ve gerektiğinde katkı maddeleri ile karıştırılarak hafif beton imalinde kullanılan, gevşek birim hacim ağırlığı 1200 kg/m³'ü aşmayan, kırılmış veya tüvenan, gözenekli, inorganik agregalardır (TS 1114 EN 13055-1, 2004).

Farklı endüstri dallarında kullanıla gelmiş, değişik karakteristik özellikler sergileyen hafif agregalar, bugün özellikle inşaat sektöründe hafif yapı elemanı olarak, birçok alanda değerlendirilmektedir. Hafif yapı elemanı üretiminde kullanılan hafif agregaların dağılım aralığı oldukça geniştir. Bunların yaygın anlamda kullanılan isimleri, orijinlerine ve üretimlerinin yapıldığı ülkeye göre değişiklik göstermektedir. Agregalar, temelde 3 ana gruba ayrılmaktadırlar: Doğal agregalar, Endüstriyel olarak üretilen suni agregalar, Endüstriyel ürünlerin atıklarından elde edilen suni agregalar (Gündüz, vd., 2006).

Doğal hafif agregalar, genelde bir volkanizma ürünü olarak oluşmuş gözenekli ve geniş kütleli dağılımlar gösteren endüstriyel hammaddelerdir. Bu kapsamda değerlendirilen ve güncel oluşumları bilinen agrega türleri olarak pomza, diatomit, perlit, vermikülit, puzzolanlar, tuf ve volkanik cürufur sayılabilmektedir. Bunlardan perlit ve vermikülit, bir ısıtma işlem sonrası geliştirilerek kullanılırken, diğerleri doğada oluşum şekliyle herhangi bir ısıtma işlemine gereksinim duyulmaksızın kullanılmaktadırlar.

Endüstriyel olarak üretilen suni agregalar; geniş bir çeşitliliğe sahip ticari isimleri ile bilinmekle birlikte temel sınıflandırma, üretim esnasında kullanılan hammadde ve belirli oranda genişlemeye neden olarak görünür özgül ağırlık değerinde azalma sağlayan üretim yöntemine göre yapılmaktadır. Yapısal amaçlı olarak üretilen beton içerisinde kullanılan ve doğal malzemelerden elde edilen hafif agrega türleri; genişmiş kil, seyl ve arduvaz olarak sayılabilmektedir.

Endüstriyel ürünlerin atıklarından elde edilen suni agregalar ise; endüstriyel ürünlerin atıklarından elde edilen suni agregalar, fırın klinkeri, kömür cürufu, sinterlenmiş ve pulvarize edilmiş uçucu küller vb. sayılabilir.

Hafif agregalar yüksek boşluk oranlarına sahip olduklarından düşük birim hacim ağırlıkları olup, normal agregalara göre daha yüksek su emme, daha az ısı iletimi ve daha düşük mukavemet gibi özellikleri bulunmaktadır (Topçu, 1988).

Hafif agregalar, boşluklu yapıları nedeni ile düşük birim ağırlığa sahiptirler. En belirgin özelliği, düşük özgül ağırlığı ile ilişkili olarak yüksek oranda poroziteye sahip olmasıdır (Neville, 1996).

Hafif agregalar başta hafif beton olmak üzere, hafif duvar-döşeme yapı elemanları, prefabrik elemanlar, ısı ve ses izolasyon sıvası, harç ve kent mobilyaları üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır.

2.2.2.Hafif Agregaların Teknolojik Kullanım Alanları

Bu bölümde sadece, günümüzde en çok kullanılan hafif agregaların bazılarının endüstride kullanım alanları hakkında kısaca bilgi verilmiştir.

2.2.2.1.Pomza

Pomza volkanik bir kayaç türü olup, asidik ve bazik karakterli volkanik faaliyetlerle oluşmuştur. Yeryüzünde en yaygın olarak bulunan ve kullanım türü olan asidik pomza, beyaz kirli, beyazımsı renkte olanıdır (Çevikbaş ve İlgün, 1997). Asidik pomzaların yoğunluğu, bazik olanlara göre daha az olup 0,5 ile 1,0 gr/cm³ değerlerinde olmaktadır.

1-İnşaat ve yapı endüstrisinde, düşük birim hacim ağırlığı, yüksek ısı ve ses izolasyonu, iklimlendirme özelliği, kolay sıva tutması, mükemmel akustik özelliği, deprem yük ve davranışları karşısındaki elastikiyeti ve alternatiflerine göre daha ekonomik oluşu gibi üstün özelliklerinden dolayı, inşaat ve yapı endüstrisinde 6 ayrı alanda kullanılmaktadır. Bu alanlar:

- Hafif agregalı kâgir birimlerin üretimi (Hafif yapı elemanları üretimi),
- Prefabrik yapı elemanları üretimi,
- Çatı ve dekoratif kaplama elemanları, dekoratif mobilyaların üretimi,
- Hafif hazır sıva ve harç üretimi,
- Hafif beton üretimi,
- Çatı ve döşeme yalıtım dolgusunda kullanılmaktadır.

2-Tekstil sektöründe üretilen kot, denim ve jean gibi kumaşlara yumuşaklık ve çekicilik kazandırılması için 20 seneye yakın bir süredir taş yıkama prosesi uygulanmaktadır.

3- Tarım endüstrisinde pomza kullanımı, üretim ve işletmede kolaylık, bol ve ucuz temin edilebilme, yüksek su tutma kapasitesi, bünyesinde barındırdığı suyu tedricen ortama vererek ortamın nemini dengelemesi, zararlı kimyevi bileşikler içermemesi gibi önemli özellikleri nedeniyle tarım ve seracılık alanında geniş bir kullanım alanına sahiptir.

4-Kimya endüstrisinde pomza kullanımı,

- Abrazif olarak,
- Kozmetik endüstrisinde,
- Sabun ve deterjan imalinde,
- İlaç endüstrisinde,
- Farklı endüstriyel alanlarda katalizör olarak,
- Su-atık su arıtma ve hava temizleme teknolojisinde pomza kullanılmaktadır.

2.2.2.2.Volkanik Cüruf

Volkanik cüruf, çeşitli volkanik aktivitelere bağlı olarak, bazaltik karaktere sahip lavların, patlamanın oluşturduğu basıncın etkisiyle, çatlaklar boyunca sızması sonucu oluşan bazaltik-andezitik kompozisyona sahip, gözenekli, camsı volkanik bir kayaç türüdür. Volkanik cüruf agregalara, mineralojik ve petrografik yapısı nedeniyle, scoria da denilebilmektedir. Bu agregalar, demir ve magnezyum bakımından zengin, silis içeriği bakımından fakir mafik lavların boşalımı esnasında, magmanın zamanla yüzeye doğru yaklaşması ve basınçta meydana gelen azalma nedeniyle, lavın bünyesinde bulunan uçucu gazların ve çeşitli volkanik bileşenlerin bünyeyi terk ederek ortamdan uzaklaşması ve ani soğumaya bağlı olarak meydana gelmiştir. Düzensiz şekilli ve farklı tane boyut dağılımlarına sahip kırıntılardan oluşmuş ve yüksek demir içeriğinden dolayı, koyu griden siyaha kadar değişen bir renk aralığına sahiptir. Özellikle oksidasyonun etkisiyle daha ziyade kırmızı, kahverengi ve siyah tonlarda görülebilmektedir (Demirdağ ve Gündüz, 2003).

1-Poroz özelliklerinden dolayı;

- Kum drenajında,
- Emici katman,
- Filtre malzemesi

2-Hafif oluşu nedeniyle;

- İstinat duvarları arkasında dolgu malzemesi olarak,

3-Puzolanik özelliklerinden dolayı;

- Belirli oranda çimento ve kireç karıştırılarak, stabilizasyon malzemesi olarak,
- Traslı çimento yapımında kullanılmaktadır.

2.2.2.3.Volkanik Tüf

Volkanik faaliyetler sonucu lav, sıcak gaz, kaya ve kül bulutları ortaya çıkar. Bazı küller havaya yükselir. Havadaki rüzgar ve bulutlarla yüzlerce kilometre uzağa taşınabilir. Diğer bileşenler ise volkanın etrafına yayılırlar. Bu malzemeler soğuduğu zaman sertleşir ve genellikle kaya formunu alırlar. Bu tür malzemelere volkanik tüf denir. Bazı tüfler mineralojik ve kimyasal dokuları nedeniyle çok yumuşak bir yapıya sahiptir. Kolaylıkla el ile ve el aletleri ile kazılabilirler (<http://geology.csupomona.edu/alert/igneous/tuff.htm>).

Volkanik tüflerin silis oranı yüksek olup, puzolanik özellikleri yüksektir. Ayrıca yüksek porozite ve yüksek özgül yüzey alanına sahiptirler. Fiziksel özellikleri açısından birim ağırlıkları düşüktür. Kolayca kazılabildiği için insanlar bina yapımında kullanılmış ve hala günümüzde de yaygın olmasa da kullanılmaktadırlar. Son yıllarda ise agrega olarak inşaat sektöründe de kullanılması yaygınlaşmaya başlamıştır. Puzolanik özellikleri nedeniyle çimento içerisinde katkı malzemesi olarak kullanılabilirler.

2.2.2.4.Genleşen Killer

Sinterleşme süreci çabuk olan ve 1100-1300 °C dereceleri arasında belirli bir hacim artısına uğrayan kil, killi şist ve şeyllere, genel olarak genleşen killer adı verilmektedir. Genleştirilmiş kil için kullanılan yaygın hammaddeler; erken sinterleşen kil, kumlu kil (Lem, mil), killi şist ve sifertondur. Bunlar mineralojik olarak illit, serizit ve montmorillonit gibi tabakalı silikatlardan meydana gelir. Bazı hallerde bir miktar kaolinit ve klorit ile değişen miktarlarda kuvars, feldspat, kalsit, dolomit ve limonit ihtiva ederler (DPT, 2005). Bu malzemeler 1100-1300°C de pişirilmesi ile oluşan granüller gözenekli seramik ürünleri olup, dış yüzeylerinde iyi

sinterleşmiş sert ve piroplastik yapıda bir kabuk oluşmaktadır. İç kısımda ise, malzeme bünyesinde bulunan gazların bünyeyi terk etmesi nedeniyle, homojen, kapalı ve küçük boşluklar halinde hücreler ihtiva eden bir yapı meydana gelmektedir (Anonim, 2000). Bu oluşum, inşaat sektöründe hafif yapı elemanlarının eldesinde hafif agrega malzemesi olarak değerlendirilebilmektedir.



Şekil 2.1. Genleşmiş kil agreganın genel bir görünümü.

2.2.2.5.Kömür Cürufu

Kömürlerin yanması sonucu zehirli gazlar, baca filtrelerinde tutulan uçucu küller ve ızgara altında kalan küller ve cüruflar gibi atık malzemeler ortaya çıkmaktadır. Bu atık malzemeler gün geçtikçe artmaktadır. Bu artış nedeniyle depolama alanlarında sıkıntılar yaşanmaktadır. Ayrıca çevreye ve yer altı sularına da zarar vermektedir. Bu tür sıkıntılardan dolayı atık malzemelerden uçucu küller belirli oranlarda çimento içerisinde katkı malzemesi ve beton içinde dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır. Kömür cürufları ise ülkemizde kısmen yollarda stabilize dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Termik santrallerden elde edilen cüruflar, yabancı memleketlerde aşağıda verilen değişik sahalarda kullanılmaktadır (Tulgar, 1969).

- Tuğla imalinde
- Yol dolgu malzemesi olarak
- Yol inşaatında

- Suni taş katkısı olarak
- Beton dolgu maddesi olarak
- Aglomera mamulü
- Boşluklu beton imalinde
- Tozlama maddesi olarak
- İnşaat blokları imalinde
- Hafif agrega imalinde
- Çimento imalatında

2.3.Kompozit Yapıda Sıva Harçları

Değişik özelliğe sahip iki veya daha çok malzemenin fiziksel olarak karıştırılması ile elde edilen ve başlangıçtaki malzemelerden farklı, daha iyi özelliklere sahip yeni malzemeye “kompozit malzeme” denir. Kompozit malzemenin özelliklerini, kompoziti oluşturan fazların özellikleri ve hacimsel olarak bulunma oranları belirlemektedir.

Kompozit sıva harcı veya örgü harçları, bağlayıcı maddeler, agrega ve yeterli miktardaki suyun ve gerektiğinde harcın özelliklerini geliştirmek amacı ile kullanılan polimer katkı maddelerinin karıştırılması ile elde edilen bir yapı malzemesidir (Gündüz, vd., 2007).

Günümüzde kompozit yapıda çimento ve/veya çimentosuz mikronize malzemelerden doğal yalıtım ürünlerinin üretimi ve inşaat endüstrisinde kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Özellikle küresel ısınmanın doğal bir sonucu olarak, yalıtıma verilen önem ve enerji kaynaklarının optimal bir şekilde kullanımı birçok ülkede güncel bir konu durumuna gelmiş ve önümüzdeki yakın gelecekte daha da önemli bir unsur olacağı kaçınılmazdır. Ülkemizde doğal malzemelerden yalıtım ürünlerin yapımı ve uygulaması süreci, çok yeni bir sektörel açılımla son birkaç yıldır gelişmektedir. Bu bağlamda, çoğunlukla çimento esaslı ve mikronize pomza, mikronize tuf ve genleşmiş perlitli kompozit yalıtım harçları, ülkemizde önemli bir

yer almaya başlamıştır. Genellikle kompozit yalıtım harçları şu ürün türevleri ve kullanım amaçlarına yönelik çeşitlendirilmektedir (Gündüz, 2009):

- Dış Cephe Yalıtım Sıvası
- İç Cephe Yalıtım Sıvası
- Prekast Elemanlar
- İç Bölme Duvar Örgü Harcı
- Dış Bölme Duvar Örgü Harcı
- Tamir Harcı
- Hafif Yalıtım Sapı
- Mikro Beton
- Fayans Yapıştırıcısı
- Derz Dolgusu

Yukarıda sözü edilen ürünler, TS EN 998-1, TS EN 998-2, TS EN 13813, TS 11140 EN 12004 ve TS EN 13888 nolu standartlara uygun ürünler olarak üretilmektedir.

Kompozit yalıtım ürünlerinin üretimini yapabilmek için, uygun boyutlarda mikronize edilmiş doğal malzemelere gereksinim duyulmaktadır.

2.3.1. Mikronize Hafif Agregaların Kompozit Yapıda Hafif Yalıtım Sıvası Üretiminde Kullanımı

1-2 mm altına indirilmiş malzemelere mikronize malzeme denilmektedir. Agregalar türleri, kırma, eleme, kurutma ve öğütme işlemlerinden sonra mikronize hale getirilmektedir. Önceki yıllarda konu üzerine ülkemizde henüz yeterli düzeyde kurulu tesisleri görmek mümkün olmamakla birlikte, küçük ölçekte birkaç işletmenin ürettiği mikronize hafif agregalar kullanım alanı bulmaktaydı. Son birkaç yılda konu üzerine yeni tesisler kurulmaya başlanmıştır. Özellikle, inşaat endüstrisinde son yıllarda yalıtıma verilen önemin bir gereksinimi olarak, binaların iyi bir şekilde yalıtılmasında, kolaylık sağlayan yeni ürün türevlerinin geliştirilmesine ihtiyaç

duyulmaktadır. Bu amaçla, kompozit yapıda ürünlerin günümüzde önemli bir yere sahip olacağı kaçınılmaz olarak görülmektedir.

Mikronize hafif agregaların çimento bağlayıcılı ve farklı kimyasal polimer bileşenlerinin de kullanıldığı kompozit yapıda geliştirilen sıva harçları, yalıtım amaçlı sıva uygulamalarında önemli bir yer tutmaktadır. Bu tarz ürünlerin gelişimi ve sağlayacakları teknik özellikler TS EN 998-1 standardında tanımlanmıştır.

2.3.2. Kimyasal Toz Polimer Katkılar ve Sınıflandırılması

Polimerler, çimento bazlı sistemlerde yapısına girdiği harcın esnekliğini, yapışma dayanımını, sıcak ve soğuk ortam koşullarına dayanıklılığını artırırlar. 1950’li yıllardan sonra inşaat teknolojisinde görülen gelişmelerle birlikte, polimerler de harç yapımında geniş kullanım alanları bulmuşlardır.

Özışık (2001)’e göre, polimerler şu şekilde sınıflanmaktadır:

- Vinil asetat etilen (VAE)
- Vinil asetat / versatik asit esteri (VAC / VeoVa)
- Vinil asetat homopolimer (VAC) (sadece alçı uygulamaları ve duvar kâğıdı yapıştırıcıları)
- Stiren akrilik ko-polimeri (SA)
- Saf akrilik ester (A)

Konsan (2005)’e göre, kimyasal toz polimer katkıların sınıflandırılması ve teknik özellikleri aşağıdaki şekilde tanımlanabilmektedir:

1. Su İtici Polimer Sıva Katkısı; toz formda olan ve sıva harcına yumuşaklık ve kolay işlenebilme özelliği sağlayan, sürekli su itici özellik kazandıran bir harç katkıdır. Standart olarak üretilen tüm çimento çeşitleri ile uygulanabilmektedir. Beyaz renkli, 8.5-10.5 pH değerine sahip, klorür içermeyen ve korozif etkisi

görülmeyen bir katkıdır. Sıva harcına bu katkı ilave edildiğinde harca şu özellikleri kazandırması beklenir:

- Sürekli su iticilik
- Neme karşı dayanıklılık
- Yüksek yapışma kabiliyeti
- Mükemmel işlenebilirlik
- Hafifleticilik
- Yüksek dayanım
- Yüksek elastikiyet
- Sıfır korozyon
- Minimum rötre çatlağı

2. Kıvamlaştırıcı Polimer Sıva Katkısı; toz formda olan ve harca normal priz süresi içinde yumuşaklık ve kolay işlenebilme özelliği sağlayan, harcın uygulandığı yüzeye daha iyi yapışmasını sağlayan bir harç katkısıdır. Standart olarak üretilen tüm çimento çeşitleri ile uygulanabilmektedir. Beyaz renkli, 8.0-9.5 pH değerine sahip, 1.15 g/cm^3 yoğunluğunda ve klorür içermeyen korozif etkisi görülmeyen bir katkıdır. Sıva harcına bu katkı ilave edildiğinde şu etkileri göstermesi beklenir:

- Harç uygulandıktan sonra bünyesindeki suyu çok hızlı kaybetmez.
- Şartlara bağlı olarak, normal harç karışımı elde etmek için gerekli su miktarını azaltır.
- Kalıcı mukavemeti artırır.
- Uygulama yüzeyine aderans değerini artırır.
- Hidrotasyon nedeni ile oluşacak rötre çatlaklarını ve priz sonlandıktan sonraki kapiler su emmeyi azaltır.

3. Priz Süresini Değiştiren Polimer Sıva Katkısı; taze harcın priz adı verilen sertleşme sürecinin bazı koşullarda hızlandırılması veya geciktirilmesi istenir. Özellikle yaz aylarında, uzun taşıma mesafelerinde priz geciktiriciler, kış aylarında ise priz hızlandırıcılar kullanılır.

4. Hava Sürükleyici Polimer Sıva Katkısı; soğuk iklim koşullarında donma-çözülme tehlikesine karşı koruyan bu maddeler, aynı zamanda harcın işlenebilirliğini arttırırken yumuşaklık, su emiciliğinde azalma ve hafiflik sağlarlar.

3.MATERYAL ve YÖNTEM

3.1.Materyal

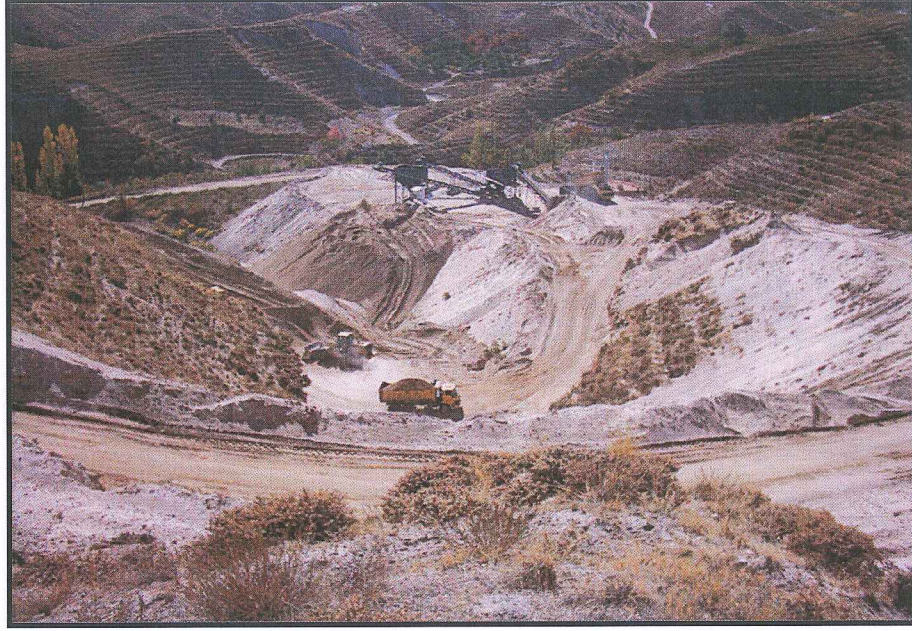
Tez kapsamında kullanılan materyaller, Isparta - Gelincik pomzası, Kayseri pomzası, Nevşehir pomzası, Isparta Gelincik volkanik tüfü, Manisa- Salihli-Kula yöresi volkanik cürufu, Moldovya`dan yüksek yoğunluklu genişmiş kil ve Kütahya Seyitömer Termik Santralinden atık olarak çıkartılan kömür cürufu, beyaz portland çimento, sönmüş kireç, genişmiş perlit, dolgu malzemesi, polimer katkıları, beton karışım suyu ve laboratuvar çalışmalarında kullanılan deney araçlarından oluşmaktadır.

3.1.1.Isparta - Gelincik Pomzası ve Gelincik Tüf

Isparta Gelincik bölgesi ve civarında yer alan pomzalar, diğer yörelere göre doku, renk ve birim hacim ağırlık yönünden farklılık gösterir. Yöredeki pomza yatakları, Pliyosende volkanik aktivite olarak Gölcük volkanik faaliyetlerine bağlı piroklastik kayaçların havadan yığılma mekanizması ile çökmesi şeklinde gerçekleşmiştir. Yörenin yüksek kesimlerinde tüf + piroklastik kayaçları içeren formasyonlarının üzerinde, çok lokal bir alanda 50 - 100 cm. kalınlığında inşaat kalitesinde pomza (gri) gözlenmektedir (Davraz, 2005).

Bölgede pomzalar sıklıkla tüf içerisinde yer almaktadır. Tüfler Yakaören köyünden Gelincik köyüne kadar kalın bir tabaka haline yayılmıştır. Katman Isparta-Gelincik-Burdur karayolu boyunca sol ve sağ kesimde rahatça izlenebilmektedir. Ancak, birim Yakaören-Gelincik hattı boyunca homojen bir yapı arz etmemektedir. Yakaören köyü girişinden itibaren katman sıkı tüf halinde olup bol traki-andezit blok ve lapillileri içermektedir. Katmanın üst taraflarına doğru tüfler göreceli bir şekilde gevşemekte, nispeten bloklar da azalma gözlemlenmektedir. Tüf katmanları yol boyunca yer yer traki-andezit daykaları ile kesilmiş olup süreklilik göstermemektedir. Isparta - Gelincik - Burdur karayolunun Yakaören-Gölcük ve Gelincik-Burdur yol

ayrımından sonraki 6.-7. km.lerde yolun sağ ve sol tarafındaki tuf tepelerinde tekstil pomzası kalitesi arz edebilecek pomza seviyeleri bulunmaktadır (Davraz, 2005).



Şekil 3.1 Isparta-Gelincik bölgesindeki pomza ve tuf ocağından görünüm.

Isparta Gelincik yöresinde kirlili beyaz - sarımtırak renkte, $550-650 \text{ kg/m}^3$ birim ağırlığı sınıfında, ağırlıkça yaklaşık %7-10 gang (andezit/traki-andezit, kuvars) içeren inşaat sektörü için oldukça kaliteli pomza yatakları mevcuttur (Davraz, 2005).

3.1.2.Kayseri Pomzası

Kayseri bölgesinde bulunan pomza yatakları Talas, Tomarza ve Develi ilçeleri arasında yayılım göstermektedir. Yörede temeli oluşturan en eski kaya birimi Paleozoik yaşlı kristalize kireçtaşlarıdır. Bunun üzerine Pliyosen yaşlı tuf ve gölsel kireçtaşları gelir. Tüflerin üzerine gelen pomza seviyelerinin kalınlığı yer yer 6-20 m arasında değişmekte olup, üzerine 1-50 m arasında değişen ignimbiritik tüfler gelir. Bu ignimbiritik tüflerin üzerine de ikinci bir pomza seviyesi gelmektedir (Kepez pomzası). Kepez pomzası üzerine kalınlık 10 m.'ye varan ignimbiritik tüfler gelmektedir. Yörede en genç olarak Kuvaterner yaşlı volkanizmanın en son ürünü olarak andezit, bazalt türünden kayalar bulunmaktadır. En üstte 1-5 m kalınlığında

yamaç molozu ve alüvyon örtü bulunmaktadır (Çevikbaş ve İlgün, 1997). Pomzalarda açık gri, gri, beyaz ve krem renkler hakimdir. Genellikle pomza seviyelerinin üzerinde 0,5-2 m arasında dekapaj vardır. Pomza içinde ince ve iri boyutlardaki malzemelerin oluşturduğu ayrı ayrı seviyeler (10-20 cm) ardalanmaktadır.

3.1.3.Nevşehir Pomzası

Bu yörede bulunan pomza yatakları Avanos ve Derinkuyu ilçeleri arasında yayılım göstermektedir. Bölgede temeli oluşturan en yaşlı kayaç birimleri Üst Kratese yaşlı serpantin, granodiyorit gibi kayaçlardır. Bunların üzerine Paleojen, Neojen yaşlı ignimbiritik tuf, riyolitik tuf, andezitik tuf, gösel kireçtaşı ve bazalt gibi kayaç birimleri gelmektedir. Yöredeki en genç kayaç birimleri, Kuvaterner yaşlı traverten, pomza, volkan külü ve alüvyon gibi birimlerdir. Bu yörede bulunan pomza seviyelerinin kalınlığı yer yer 1-20 m arasında değişmektedir. Bu pomza seviyelerinin içinde % 1-3 arasında değişen miktarda bazalt, diyabaz ve obsidyen parçaları bulunur. Pomza seviyelerinin üzerinde 1-35 m arasında değişen kalınlıklarda volkan külü seviyesi ve en üstte kalınlığı 1-15 m arasında değişen kalınlıklarda alüvyon seviyesi bulunabilmektedir (Çevikbaş ve İlgün, 1997).

Nevşehir ve civarındaki pomza yatakları tercih edilen kalitedeki pomza yataklarıdır. Bu civardaki pomzaların tane boyu genellikle 1-70 mm arasında değişmektedir. Daha iri ve ince boyutlarda da pomza mevcuttur. Aksaray ve Ihlara civarında 200 mm boyutuna kadar ulaşabilen iri pomzalar görülebilmektedir. Pomza boyutundaki bu oranlar yataktan yatağa değişebilmektedir ve bu değişimler, pomzanın çıktığı volkan bacasına olan uzaklıkla ilgilidir. Volkan bacasına yakın pomzalar iri, bacadan uzaklaştıkça pomza boyutları küçülmektedir. Bazı yataklarda ise, yabancı madde oranı seviyeden seviyeye farklılıklar göstermektedir. Pomza, beyaz, gri, krem renklerde olup, üst seviyeler ve altere zonlar sarımsak beyaz ve kirli bej renklerde dir. Yapılan çalışmalar sonucunda, bu bölgedeki sahalardaki pomzaların hafif yapı gereci olarak kullanılabilir kalitede oldukları saptanmıştır (Çevikbaş ve İlgün, 1997).

3.1.4.Volkanik Cüruf

Volkanik cüruf agrega, çeşitli volkanik aktivitelere bağlı olarak, bazaltik karaktere sahip lavların, patlamanın oluşturduğu basıncın etkisiyle, çatlaklar boyunca sızması sonucu oluşan bazaltik-andezitik kompozisyona sahip, gözenekli, camsı volkanik bir kayaç türüdür. Volkanik cüruf agregalara, mineralojik ve petrografik yapısı nedeniyle, bazalt lavı da denilebilmektedir. Bu agregalar, demir ve magnezyum bakımından zengin, silis içeriği bakımından fakir, mafik lavların boşalımı esnasında, magmanın zamanla yüzeye doğru yaklaşması ve basınçta meydana gelen azalma nedeniyle, lavın bünyesinde bulunan uçucu gazların ve çeşitli volkanik bileşenlerin bünyeyi terk ederek ortamdan uzaklaşması ve ani soğumaya bağlı olarak meydana gelmiştir. Düzensiz şekilli ve farklı tane boyut dağılımlarına sahip kırıntılardan oluşmuş ve yüksek demir içeriğinden dolayı, koyu griden siyaha kadar değişen bir renk aralığına sahiptir. Özellikle oksidasyonun etkisiyle daha ziyade kırmızı, kahverengi ve siyah tonlarda görülebilmektedir (Demirdağ, 2005).

Ülkemiz, bu kayaç oluşumu ve ekonomik olarak değerlendirilebilirlik bakımından, önemli bir yere sahiptir. Özellikle, Ege Bölgesi ve Akdeniz Bölgesinin bazı illerinde, oldukça geniş oluşumlara rastlamak mümkündür. Bu iller arasında, Manisa ilinin önemli bir yeri bulunmaktadır. Özellikle, Manisa ili Kula ve Salihli ilçeleri çevresinde bulunan, volkanik cüruf oluşumlarının dağılımı göz önüne alındığında, bu volkanik kayaç oluşumlarının endüstriyel olarak değerlendirilebilirliği göz ardı edilemeyecek boyutlardadır. Bu tez kapsamında kullanılan volkanik cüruf agrağaları Manisa, Salihli-Kula Bölgesine aittir.

3.1.5.Yüksek Yoğunluklu Genleşmiş Kil

Sinterleşme süreci çabuk olan ve 1100-1300 °C dereceler arasında belirli bir hacim artısına uğrayan kil, killi şist ve şeyllere, genel olarak genleşen killer adı verilmektedir. Bu tez çalkışması kapsamında numune olarak kullanılan genleşmiş kil agregalar, Moldovya'dan temin edilmiştir.

3.1.6.Kömür Cürufu

Kömürlerin yanması sonucu zehirli gazlar, baca filtrelerinde tutulan uçucu küller ve ızgara altında kalan küller ve cüruflar gibi atık malzemeler ortaya çıkmaktadır. Bu çalışma da Kütahya Seyitömer Termik santralinde yakılan kömürün atığı olan kömür cürufu kullanılmıştır.

3.1.7.Çimento

Çimento, ana hammaddeleri kalkerle kil olan ve mineral parçalarını (kum, çakıl, tuğla, briket, bimsblok vs.) yapıştırma için kullanılan bir malzemedir. Çimentonun bu yapıştırma özelliğini yerine getirebilmesi için mutlaka suya ihtiyaç vardır. Çimento su ile reaksiyona girerek sertleşen bir bağlayıcıdır. Kırılmış kalker, kil ve gerekirse demir cevheri ve kum katılarak öğütülüp toz haline getirilir. Bu malzeme 1400-1500⁰C' de döner fırında pişirilir. Meydana gelen ürüne "klinker" denir. Daha sonra klinkere bir miktar alçı taşı eklenip (%4-5 oranında) çok ince toz halinde öğütülerek Portland çimentosu elde edilir (Tolgay vd., 2004)

Kompozit yapıdaki sıva numunelerinin elde edilebilmesi için bağlayıcı madde olarak piyasada kolaylıkla bulunan Adana çimentonun ürettiği TS 21 standardına uygun BPC 42,5-Beyaz Portland Çimentosu kullanılmıştır. Bu tür çimento esas olarak mimari amaçlarla kullanılır. Dekoratif amaçlı çimentodur. Renk verici oksitler içermeyen ya da çok az oranda içeren hammaddeler kullanılarak üretilen katkısız çimentodur.

3.1.8.Kireç

Kompozit yapıda sıva harcının yapılmasında kireç, üretilecek harcın işlenebilirliğini ve yapışma özelliğini arttırmak için katılır. Deneysel çalışmada hazırlanan harç karışımlarına ağırlıkça % 9,0 oranında kireç ilavesi yapılmıştır. Çalışmada TS EN 459-1 standardına uygun olarak üretilmiş söndürülmüş toz kalker kireci kullanılmıştır.

3.1.9.Genleşmiş Perlit

Kompozit yapıda sıva harçlarına genleşmiş perlit agrega ilavesi yapılarak, üretilecek sıvaların birim ağırlığını düşürmek, aynı zamanda ısı yalıtım özelliklerini iyileştirmek hedeflenmiştir. Deneysel çalışmada hazırlanan harç karışımlarına genleşmiş perlit ilavesi yapılmıştır. Genleşmiş perlit agregası, piyasadan temin edilmiş olup, maksimum tane boyutu 1 mm olarak belirlenmiştir.

3.1.10.Dolgu Malzemeleri

Kompozit yapıda sıva harcının üretilmesinde, üretilecek harcın işlenebilirliğini ve yapışma özelliğini arttırmak için kullanılan, üretilecek sıvaların birim ağırlığını düşürmek, aynı zamanda ısı yalıtım özelliklerini iyileştirmek amacıyla tedarik edici firmadan hazır karışım olarak alınmış malzemelerdir.

3.1.11.Polimer Katkılar

Mikronize agregalı çimento bazlı kompozit yapıda harçların üretilmesi için bazı toz formda toz polimer katkıları kullanılmıştır. Bunlar harcın kolay işlenebilmesi, harca su itici özellik kazandırması ve yapışma (adherans) özelliğinin sağlatılabilmesi için kullanılan katkılarıdır. Piyasadaki tedarikçi firmalardan temin edilmiştir.

3.1.12.Su

Karışımlarda kullanılan suyun iki önemli işlevi vardır. Bunlardan ilki, kuru haldeki çimento ve agregayı işlenebilir bir kütle haline getirmek, ikincisi ise, çimento ile kimyasal reaksiyon yaparak plastik kütlelerin sertleşmesini sağlamak. Betonun ve harçların mukavemeti de büyük oranda su/çimento oranına bağlıdır. Fazla miktarda su kullanılması, mukavemeti düşürür. Karışımlarda temiz ve olumsuz etki yapmayacak nitelikte su kullanılmalıdır. İçme suları beton üretiminde kullanılabilir (Ekmekyapar ve Örüng, 1993).

Yapılan deneysel çalışmalarda, kompozit yapıda sıva harçlarını oluşturmak için şebeke suyu kullanılmıştır.

3.1.13.Laboratuar Çalışmalarında Kullanılan Araçlar

Laboratuar çalışmalarında Süleyman Demirel Üniversitesi Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezinde bulunan teçhizatlar ve deney düzenekleri kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan mikronize agregalarının, kompozit yapıda sıva harçlarının üretilmesi ve değerlendirilmesinde “TS EN 998-1” standardında öngörülen araç ve düzeneklerden yararlanılmıştır.

3.1.13.1.Nokta Yükleme Cihazı

Sıva numunelerinin tek eksenli basınç dayanımları, 3 ton yükleme kapasitesine sahip kalibrasyonlu nokta yükleme cihazında incelenerek belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan nokta yükleme cihazı Şekil 3,2’de görülmektedir.



Şekil 3.2. Nokta yükleme cihazı.

3.1.13.2. Isı Yalıtım Deneyinin Yapıldığı Muhafazalı Sıcak Kutu Deney Düzeneği

Sıcak Kutu yönteminde ise bir bloğun ısı iletkenlik değeri, “Yapı Elemanlarının Yalıtılmış Sıcak Kutu Yardımıyla Denge Durumunda Isısal Performanslarının Test Yöntemi” olarak kabul edilen ve TS EN ISO 8990 standardında öngörülen test düzeneği yardımıyla, bir yapı elemanının birebir boyutta ısı iletkenliği ve ısı geçirgenlik direnci gibi teknik parametreler ölçülebilmektedir.

Deney düzeneğinin kalibrasyonu, ısı iletkenlik değeri bilinen malzemelerin test edilmesi ile sağlanabilmekte ve rezistans bağlanarak, kararlı durumun önemli özellikleri gösterilebilir. Bu teçhizat ile boşluklu veya kagir birim elemanlarının veya farklı katı maddelerin ısı iletkenliğini ölçmek için kullanılır.

3.2. Yöntem

Tez kapsamında laboratuvar çalışmaları 3 aşamada yürütülmüştür.

- Isparta - Gelincik pomzası, Kayseri pomzası, Nevşehir pomzası, Isparta Gelincik volkanik tüfü, Manisa-Salihli-Kula yöresi volkanik cürufu, Moldovya dan temin edilen yüksek yoğunluklu genişmiş kil ve Kütahya Seyitömer termik santralinden atık olarak çıkartılan kömür cürufu mikronize hale getirilmiştir.
- Mikronize hale getirilen agregalar -0,063 mm, -0,25+0,063 mm, -0,5 +0,25 mm, -1+0,5 mm, -2+1 mm olarak boyutlandırılmıştır. Bütün agregaların boyuta göre gevşek yığın yoğunluğu analizi yapılmıştır.
- Boyutlandırılan malzemelerin her biri için sabit bir karışım kombinasyonu belirlenmiştir. Karışım kombinasyonlarında ana bileşenler değişken olup, diğer bileşenler (çimento, kireç, genişmiş perlit, dolgu malzemesi, polimer katkıları) ise sabit kalacak şekilde dengelenmiştir.

3.2.1.Laboratuar Çalışmalarında Kullanılan Yöntemler

Tez kapsamında kullanılan agregalar üzerinde gerekli inceleme, analiz ve deneylerin yürütülmesinde aşağıda belirtilen yöntemler uygulanmıştır.

Tez çalışması kapsamında kullanılan bütün mikronize agregaların, bazı fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır.

Mikronize malzemelerin tane boyutunun çimento esaslı kompozit yapıya etkisinin incelenmesi için kullanılan deneysel yöntemler aşağıda verilmiştir.

- Sertleşmiş Harcın Boşluklu Kuru Birim Hacim Kütlesi Analizi: TS EN 1015-10- Sertleşmiş Harcın Boşluklu Kuru Birim Hacim Kütlesinin Tayini
- Sertleşmiş Sıva Harcının Basınç Dayanımı Analizi: TS EN 1015-11- Sertleşmiş Sıva Harcının Basınç Dayanımı ve Eğilme Dayanımı
- Sertleşmiş Sıva Harcının Kılcal (Kapiler) Su Emme Analizi: TS EN 1015-18- Sertleşmiş Sıva Harcının Kılcal (Kapiler) Su Emme Analizi
- Sertleşmiş Sıva Harcının Isıl İletkenlik Özelliği: TS EN 1745 –Kagir mamulleri tasarım ısı değerleri tayini: TS EN ISO 8990-Kararlı durum ısı iletim özelliklerinin tayini-kalibre edilmiş ve muhafazalı sıcak kutu.
- Taze Sıva Harcı İçin Karışım Suyu İhtiyacı Analizi-Kıvam Analizi: TS EN 1015-3 Taze Harç Kıvamının Tayini (Yayıma tablası ile). ASTM C109 M-07 Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars.
- Kompozit yapılı sıvaların ince kesitleri yapılarak polarizan mikroskop altında yapısal incelenmesi.

Belirlenen karışım kombinasyonlarının dökümü aşamasında kompozit harcın kuru ve yaş birim hacim ağırlık değerleri, su / katı oranları belirlenerek değerlendirilmiştir. Daha sonra hazırlanan karışımlar 4x4x16 cm`lik prizma ve 5x5x5 cm`lik standart küp kalıplara dökülmüştür. Kalıplardan çıkartılan numunelerin 14-28 ve 60. gün kür sonrasında birim hacim ağırlık, eğilme, basınç dayanımı ve kapillarite (kılcal su

emme) değerleri analiz edilmiştir. Ayrıca taze harcın priz alma süresinin belirlenmesi amacıyla, birim zamana göre yayılma süreleri (yayılma tablası deneyi) ve iğne batma yükseklikleri (vicat deneyi) belirlenmiştir. Farklı malzemelerin kompozit yapının mukavemet değerine etkisi de incelenmeye çalışılmıştır.

4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu tez kapsamında yürütülmüş olan tüm deneysel çalışmalardan elde edilen bulgular aşağıdaki alt bölümlerde detaylı olarak verilmiştir.

4.1.Agregaların Teknik Özellikleri

1.1.1 Özgül Ağırlık ve Gevşek Yığın Yoğunluk Analizi

Özgül ağırlık, agregaların işgal ettiği gerçek birim hacimdeki ağırlık değeri olarak tanımlanabilmektedir.

Deneysel çalışmalar sonucuna göre agregaların ortalama özgül ağırlık değeri Çizelge 4.1 'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Agregaların özgül ağırlık değerleri.

Malzeme	Özgül Ağırlık (gr/cm ³)
Gelincik Pomzası	2,38
Gelincik Tüf	2,50
Kayseri Pomzası	2,46
Nevşehir Pomzası	2,37
Volkanik Cüruf	2,72
Yüksek Yoğunluklu Genleşmiş Kil	2,61
Kömür Cürufu	2,57

Karışımlarda kullanılacak hafif agregaların birim ağırlıklarının belirli sınır değerler arasında olup olmadığının analizini yapmak gerekmektedir. Bu analiz irdelemesi için TS 1114 EN 13055-1 ve ilgili diğer standartlarda öngörülen prensipler ve limit değerler, baz parametre olarak kabul edilmektedir.

Agregaların kuru birim hacim ağırlık değerleri her bir boyut için ayrı ayrı belirlenmiştir (Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.2.Agregaların gevşek yığın yoğunluk değerleri.

Boyut (mm)	Malzeme						Y.Y. Genleşmiş Kil	Kömür Cürufu
	Gelincik Pomzası	Gelincik Tüf	Kayseri Pomzası	Nevşehir Pomzası	Volkanik Cüruf			
-2+1 mm	353,62	902,90	366,48	384,54	760,39	558,21	504,43	
-1+0,5 mm	366,43	951,92	389,38	388,89	838,86	582,55	509,83	
-0,5+0,25 mm	469,79	1019,06	479,86	414,74	931,89	590,34	543,48	
-0,25+0,063mm	657,98	1010,39	626,09	589,36	1084,00	773,43	659,42	
-0,063mm	540,82	834,01	572,47	570,78	1151,21	810,15	-	

4.1.2.Kimyasal Analiz Bulguları

Bir malzemenin kimyasal analizi, çeşitli oksitlerin % oranlarını ifade eder. Bunlar SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, FeO, Na₂O, K₂O, CaO, MnO, MgO, TiO₂, P₂O₅, A.K (H₂O ve CO₂) dir. Bu oksit elementlere, kayacın majör elementleri denilmektedir. Bu oksit elementlere dayanılarak, çeşitli araştırmacılar tarafından çeşitli sınıflandırmalar geliştirilmiştir. Bunların yaygın olarak bilineni, SiO₂ içeriğine göre olan sınıflamadır (Demirdağ, 2005).

SiO₂ içeriğine göre genel kayaç oluşumları:

- % 66'dan fazla SiO₂ içeren kayaçlar, asidik kayaçlar,
- % 66 -% 52 SiO₂ içeren kayaçlar, nötr kayaçlar,
- % 52 - % 45 SiO₂ içeren kayaçlar, bazik kayaçlar olarak,
- < % 45 SiO₂ içeren kayaçlar, Ultra bazik kayaçlar olarak adlandırılmaktadır.

Agregaların kimyasal analizi Kütahya Porselen laboratuvarlarında yapılmış olup, ortalama sonuçları Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Agregaların kimyasal analiz değerleri.

Malzeme	Kimyasal Bileşen (%)								
	A.Z.	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl	K ₂ O
Gelincik Pomzası	4,04	5,10	0,53	15,08	63,80	0,14	0,22	0,29	6,03
Gelincik Tüf	4,44	3,84	1,47	15,80	59,49	0,26	0,24	0,13	6,09
Kayseri Pomzası	5,51	3,74	0,72	13,72	65,70	0,12	0,14	0,13	3,86
Nevşehir Pomzası	4,19	4,30	0,23	14,48	69,79	0,01	0,09	0,10	4,33
Volkanik Cüruf	0,75	5,43	2,79	18,67	48,47	0,69	0,27	0,06	3,96
Y. Y. Genleşmiş Kil	0,03	0,71	3,47	22,07	54,60	0,20	0,56	0,00	3,48
Kömür Cürufu	8,91	0,79	4,63	10,41	40,15	0,21	5,62	0,02	1,71

Çizelge 4.3' ün devamı									
	CaO	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃	NiO	SrO	BaO	-
Gelincik Pomzası	1,80	0,47	0,00	0,06	1,91	0,00	0,16	0,18	-
Gelincik Tüf	3,36	0,39	0,00	0,09	3,64	0,00	0,29	0,29	-
Kayseri Pomzası	1,75	1,01	0,00	0,06	3,16	0,00	0,02	0,07	-
Nevşehir Pomzası	0,84	0,15	0,00	0,06	1,24	0,00	0,00	0,03	-
Volkanik Cüruf	7,25	3,49	0,00	0,14	7,66	0,00	0,11	0,10	-
Y. Y. Genleşmiş Kil	3,53	1,27	0,02	0,15	9,59	0,00	0,01	0,08	-
Kömür Cürufu	7,60	0,72	0,07	0,15	18,52	0,22	0,04	0,11	-

4.2. Mikronize Malzemelerin Kompozit Sıva Harçlarında Kullanımı

Mikronize boyut olarak nitelenebilen agrega malzemeler, günümüzde özellikle kompozit yapıdaki harç ürünlerin elde edilmesindeki kullanımı giderek yaygınlaşmakta ve ülke ekonomisine önemli katma değerler sağlayacak endüstriyel malzemeler konumuna gelmiştir. Bu bağlamda, doğal ve gözenekli yapıya sahip birçok kayaç oluşumu, kırma – öğütme ve boyutlandırma prosesleri kullanılarak mikronize malzeme formatına dönüştürülmekte ve farklı boyut fraksiyonlarında birçok sektörel ürünlerin üretilmesinde ana ve/veya yardımcı malzeme olarak kullanılabilir. İnşaat sektöründe son yıllarda enerji verimliliğinin önem kazanması ve enerji tasarrufu sağlayan özel teknik nitelikli ürün türevlerinin geliştirilmesi süreci hız kazanmış olup, bu tarz ürün türevlerinde doğal kayaçların mikronize olarak kullanımı ayrı birer önem taşımaya başlamıştır. Bununla birlikte,

doğal mikronize malzemelerle bütünleşik ve/veya katkı malzemesi olarak yarı suni ve proses atığı crf malzemelerin mikronize boyutlardaki konumları da kullanılmaya başlanmıştır. Bu şekilde hem atık malzemeler değerlendirilmekte, diğer taraftan genişmiş agrega malzemeler konumuna sahip malzeme türleri de genişirme işleminde sonrasında endüstriyel olarak özel kullanım olanaklarına sahip olabilmektedir. Böylece, mikronize malzemelerin inşaat endüstrisinde kompozit sıva harçlarında kullanımı ayrı bir teknik değer taşımaya başlamıştır. Kompozit sıva harçları, gözenekli doğal, suni veya atık hafif agregalar, çimento ve polimer bileşenlerle birlikte su ile karıştırılarak elde edilen, birim hacim ağırlıkları genellikle 800 kg/m^3 'ten büyük olmayan iç ve/veya dış cephe uygulamalarında kullanılan atmosfer ortam koşullarına dayanıklı kompozit harçlar olarak tanımlanabilmektedir.

Bu tez çalışması kapsamında hafif agregalardan, Isparta Gelincik pomzası, Isparta Gelincik Bölgesi tüfü, Kayseri pomzası, Nevşehir pomzası, Manisa – Kula bölgesi volkanik crfu, yüksek yoğunluklu genişen kil ve Kütahya Seyitömer Termik Santraline ait atık kömür crfu günümüzde yüksek performanslı kompozit harç üretiminde ana bileşen olarak değerlendirilebilirliği bir dizi teknik inceleme ve deneysel araştırma çalışmaları ile irdelenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla laboratuvar çaplı elde edilen bir dizi kompozit harç örnekleri TS EN 998-1/Nisan 2005 standardının öngördüğü prensiplere göre analizleri yapılmış ve güncel olarak kullanılacak en ideal malzeme belirlenmeye çalışılmıştır. TS EN 998-1 standardı ana bağlayıcısı çimento esaslı harç gruplarının teknik özelliklerinin irdelenmesi ve sektörel amaçlı kullanım kriterlerinin prensipler olarak yorumlanabilmesi bakımından, uygulamada temel olarak ele alınan standartların başında gelmektedir. Bu bakımdan bu tez çalışmasının bulguları ve analiz türevlerinin detaylandırılmasında bu standart temel kriter olarak kullanılmıştır.

Aşağıdaki alt bölümlerde bu tez çalışması kapsamında sürdürülmüş olan teknik analiz ve bulgular TS EN 998-1 standardı bağlamında irdelenerek tartışılmıştır.

4.3.Farklı Mikronize Malzeme Türevlerinin Çimento Esaslı Kompozit Yapıdaki Davranış Karakteristiği Analizi

Bu çalışmada mikronize hale getirilmiş ve boyutlandırılmış Isparta Gelincik pomzası, Isparta Gelincik bölgesi tüfü, Kayseri pomzası, Nevşehir pomzası, Manisa – Kula bölgesi volkanik cürufu, yüksek yoğunluklu genleşen kil ve Kütahya Seyitömer Termik Santraline ait atık kömür cürufu kullanılarak, çimento bağlayıcılı ve farklı kimyasal polimer bileşenlerinin de ilavesi ile kompozit yapıda sıva harç örneklerinin geliştirilmesi üzerinde bir dizi analiz çalışması yapılmıştır. Bu analizlerde, öncelikle en optimum hangi mikronize malzeme türünün standartlar ölçeğinde kullanılabileceği ve sonrasında bu malzeme veya malzeme türleri ile detay incelemelerin yapılması ve de nihai olarak karar verilen bir malzeme türevi ile elde edilen bire bir boyutlu endüstriyel ürün normunu temsil eden deney örnekleri üzerinde standarda uygunluk kriterlerinin irdelenmesi planlanmıştır. Bu amaçla sırasıyla tez çalışması sürecinde ardışık üç çalışma programı planlanarak analiz çalışmaları sürdürülmüştür. Bu çalışma programları ve kapsamı kısaca şu şekildedir:

1.Çalışma programı: Bu çalışma programı tez çalışmasının ilk adımı olarak irdelenmiş olup, bu çalışma programında, çimento esaslı ve kompozit yapıda bir sıva harcı üretimi için, yukarıda tanımlanan mikronize agregaların hangi türevinin değerlendirilebileceği tanımlanmaya çalışılmıştır. Bu değerlendirmenin optimum koşullarda yapılabilmesi amacıyla tüm karışımlarda çimento, perlit, kireç, su ve diğer polimerik bileşenlerin kullanım oranları çalışmanın bütününde sabit tutularak deneysel analizler yapılmıştır. Bu amaçla 1 adet karışım kombinasyonu tasarlanmış olup, 34 adet karışımın TS EN 998-1 standardında öngörülen parametreler bağlamında bir dizi teknik analiz yapılmıştır. Bu çalışmada farklı malzemelerin kompozit yapının mukavemet değerine etkisi irdelenmeye çalışılmıştır.

2.Çalışma programı: Bu çalışma programında da ilk grup deneysel çalışmada elde edilen teknik bulguların ışığında en ideal 3 mikronize agrega türü belirlenmiş olup, farklı tane boyut ve iki farklı çimento (%30 ve %40) kullanım oranlarında 2 ayrı karışım kombinasyonu tasarlanarak, 6 adet karışımın TS EN 998-1 standardında

öngörülen parametreler bağlamında bir dizi teknik analiz yapılmıştır. Bu deneysel çalışma bulgularından kompozit sıva harcı içerisinde mikronize malzeme miktarının dayanıma etkisi araştırılmıştır. Bu değerlendirmenin optimum koşullarda yapılabilmesi amacıyla tüm karışımlarda su ve diğer polimerik bileşenlerin kullanım oranları çalışmanın bütününde sabit tutularak deneysel analizler yapılmıştır.

3.Çalışma programı: Bir ve ikinci çalışmadan elde edilen teknik bulgular ışığında, en uygun mikronize agrega türü standardın öngördüğü parametreler bağlamında belirlenerek, bu malzeme türü ile elde edilen bir seri kompozit harç örneklerinde çimento oranının (%20-25-30-38-45-50) değişiminin kompozit harcın mukavemetine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, basınç dayanımının yanı sıra standardın öngördüğü diğer teknik parametreler de detaylı olarak bu malzeme türevi bağlamında irdelenmiştir. Bu bölümde 6 farklı karışım kombinasyonu belirlenmiş olup, bir dizi teknik analiz yapılmıştır. Araştırma bulguları aşağıdaki bölümlerde detaylandırılmıştır.

Bu çalışma da 9 farklı karışım kombinasyonu belirlenerek, toplam 46 adet karışımın TS EN 998-1 standardına göre detay analizleri yapılmış olup, elde edilen teknik bulgular doğrultusunda en ideal malzeme ve çimento oranı belirlenmiştir.

Bu değerlendirmenin optimum koşullarda yapılabilmesi amacıyla tüm karışımlarda polimerik bileşenlerin kullanım oranları, perlit ve kireç çalışmanın bütününde sabit tutularak deneysel analizler yapılmıştır.

Bu çalışma kapsamında hazırlanan tüm harç örnekleri TS EN 998-1 standardında öngörüldüğü üzere 40x40x160 mm boyutlu dikdörtgen prizma kalıplara dökülmüş ve 28 gün boyunca normal ortam koşullarında kürlenmeye tabi tutulmuşlardır. Kür sonunca sertleşmesini tamamlamış harç numuneleri üzerinde TS EN 998-1 standardına göre teknik analizler yapılmıştır.

4.3.1.Mikronize Agregaların Optimum Koşullar Açısından İrdelenmesi

Agregaların kompozit yapıda harç olarak kullanılabilirliği üzerine düzenlenen 1. Çalışma Programı kapsamında 1 karışım kombinasyonu tasarlanmış olup, bu analizlerde agrega türü ve tane boyutu irdelenmiştir.

Isparta Gelincik pomzası, Isparta Gelincik bölgesi tüfü, Kayseri pomzası, Nevşehir pomzası, Manisa – Kula bölgesi volkanik cürufu, yüksek yoğunluklu genleşen kil ve Kütahya Seyitömer Termik Santraline ait atık kömür cürufuna ait -0,063 mm, -0,25+0,063 mm, -0,5 +0,25 mm, -1+0,5 mm, -2+1 mm olarak boyutlandırılmış mikronize malzemelerle sabit bir karışım kombinasyonu belirlenmiştir.

Bu çalışma bölümünde tüm agrega türleri için kullanılan ve sabit olarak değerlendirilen harç karışım oranları Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Kompozit yapıdaki bileşenler ve ağırlıkça karışım oranları.

Malzeme	Ağırlıkça Miktar (%)
Mikronize Malzeme	33,41
Portland Çimento	35,00
Genleşmiş Perlit	10,00
Kireç	9,00
Dolgu Malzemesi	9,00
Polimer Katkılar	3,59
Toplam	100,00

Bu çalışma kapsamında agregalar başlıca 5 ayrı tane boyut fraksiyonunda gruplandırılarak, bu boyut aralıklarında hazırlanan kompozit harç karışımlarındaki teknik performans değerlerinin detaylı olarak irdelenmesi yapılmıştır. Analizlerde kullanılan boyut fraksiyonları şu şekildedir:

- -0,063 mm boyutu,
- +0,063 -0,250 mm boyutu,
- +0,250 – 0,50 mm boyutu,
- +0,500 – 1,00 mm boyutu,
- +1,00 - 2,00 mm boyutu.

Agregalar için bu boyut fraksiyonları kullanılarak her bir boyut % 33,41 ağırlıkça kullanım oranlarında 34 ayrı karışım kombinasyonu hazırlanmıştır. Bu karışımların tamamında çimento kullanım oranı ağırlıkça %35, su/katı oranı ortalama 0,50 ile 0,60 arasında ve diğer polimerik bileşenlerin kullanım oranları sabit olarak tutulmuştur. Toplam 34 adet karışım kombinasyonunda 40x40x160 mm prizmatik ve 50x50x50 mm boyutlu küp sıva harcı örnekleri hazırlanmıştır. Hazırlanan sıva örnekleri Şekil 4,1'de temsili olarak gösterilmiştir. Agregaların tane boyutunun kompozit harç performansı üzerine yapılan analizlerde başlıca şu teknik değerler irdelenmiştir:

- Taze harcın kıvam analizi,
- Taze harcın priz alma süresi analizi,
- Birim ağırlık analizi,
- Basınç dayanım analizi,
- Eğilme dayanım analizi,
- Kapiler su emme analizi.



Şekil 4.1.Prizini tamamlamış kompozit yapıdaki sıva numunelerinden bir görünüm.

4.3.1.1.Taze Harcın Kıvam Analizi

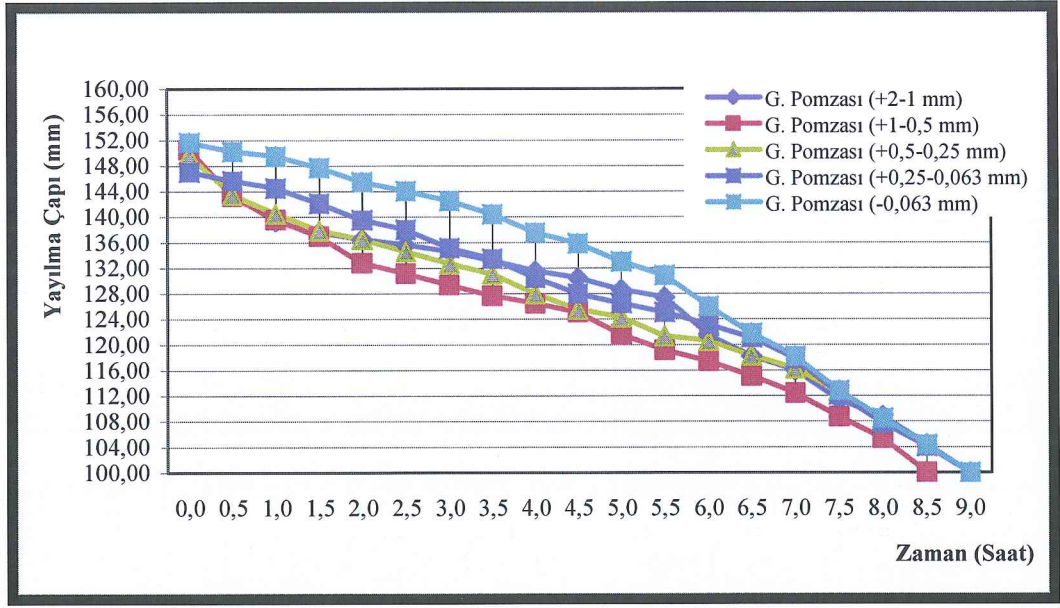
Taze harcın kıvam analizi genellikle bir harç karışımında ihtiyaç duyulan su miktarını belirlemek amacıyla yapılır. Kıvam analizi ASTM C 109-M 07 ve TS EN 1015-3 standartlarına uygun olarak tasarlanmış “akma tablası” deney düzeneği kullanılarak belirlenir. Bu düzenek, taze sıva harcının yayılma değerinin tespiti veya diğer bir ifadeyle sıvanın işlenebilirlik sınırının belirlenmesi amacıyla da kullanılır.

Bu analizde, oluşturulan taze sıva harç karışımı 30-45 sn bekletildikten sonra akma tablasındaki sabit kalıba yerleştirilir ve kalıp yüzeyi düzlendikten sonra taze harç tabla üzerinde kalıptan çıkartılarak serbest yayılmaya bırakılır. Tabla 3 sn’de 5 defa ardışık olarak düşürülür. Sonrasında yayılma çapı kumpas yardımıyla ölçülür. Akma tablasının kalıbına yerleştirilen sıva harcının zamana bağlı olarak alabileceği son çap değeri 100 mm `dir. Taze harcın kıvamı sebebiyle sıvanın yayılma çapı 100 mm’den büyük olacaktır..



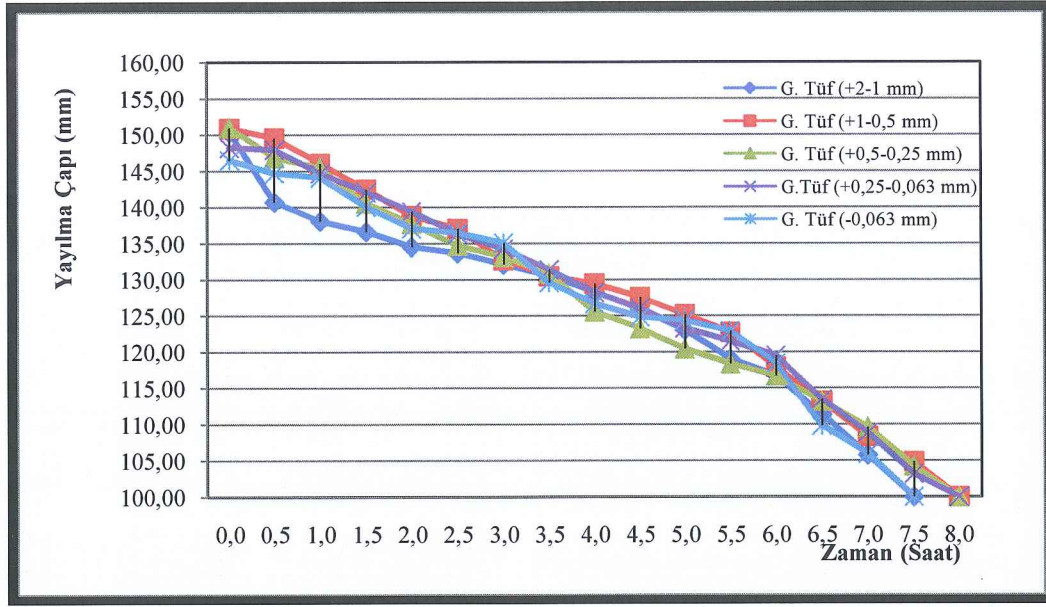
Şekil 4.2. Yayılma tablası (Flow table) metodu ile taze harcın kıvam tayini.

Tam bir analiz için sıvanın yayılma çap değeri 100-110 mm ye düşünceye kadar belirli zaman periyotlarında alınan ölçüm değerlerine göre analize devam edilir. Kullanılabilir sıva için işlenilebilirlik sınırı 130 mm (Üst sınır olarak yayılma tablasının max. çapı olan 210 mm) dir. Oluşturulan bir sıva karışımı öncelikle kapalı bir kaptaki saklanacak konumda bulundurulur. Sıva harcı, akma tablası kullanımı ile 0. saatten 10 saate kadar 1'er saat arayla yayılma çapları ölçülür. Daha sonra zamana bağlı yayılma çaplarını gösteren grafiksel bir analiz yapılır ve sonuçlar bu grafiksel analize göre yorumlanır. 7 farklı malzeme ve 5 ayrı mikronize boyuttaki agrega ile elde edilen taze harç karışımlarının akma tablası yardımıyla kıvam analiz bulguları Şekil 4.3. - 4.9.'da verilmiştir.



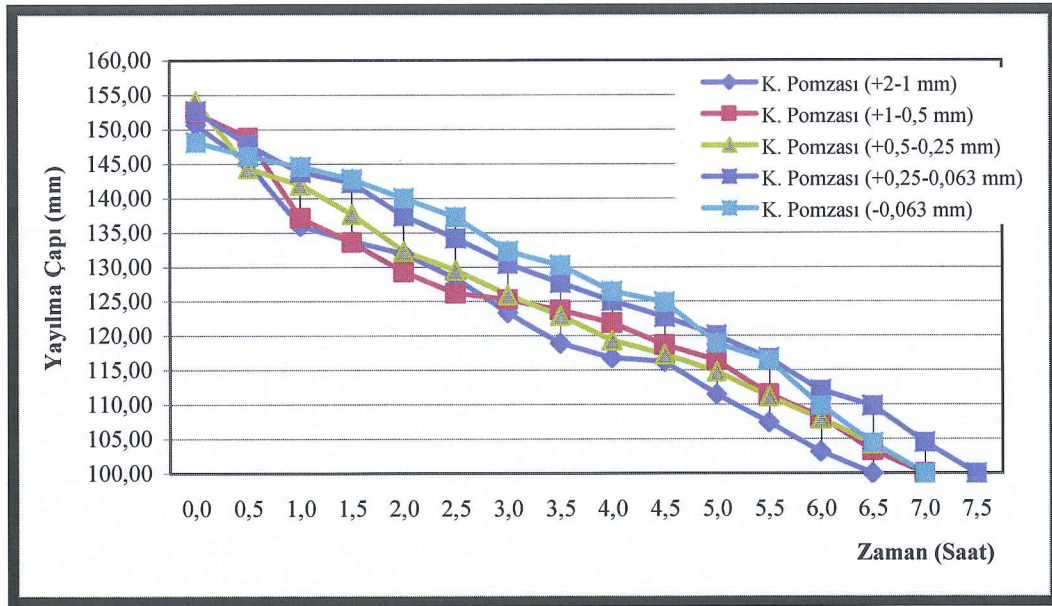
Şekil 4.3. Gelincik pomzası ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı kıvam analizi.

Gelincik pomzası ile elde edilen taze harç örneklerinin kıvam analiz bulguları irdelendiğinde, 130 mm işlenebilirlik sınırı olduğu için, bu malzemedeki işlenebilirlik sınırı ortalama 4,5 saat seviyelerinde olduğu gözlenmiştir. Tane boyutu küçüldükçe işlenebilirlik sınırı artmaktadır. 0,063 mm altı malzeme ile yapılan harç örneğinin işlenebilirlik sınırının 5 saatin üzerinde olduğu görülmüştür. Buda, taze harcın yeniden suyla karıştırmaksızın 4,5 saat gibi bir süre içerisinde uygulanabileceğini temsil etmektedir. 8,0-8,5 saat sonra harcın sertleşmeye başladığı görülmüştür.



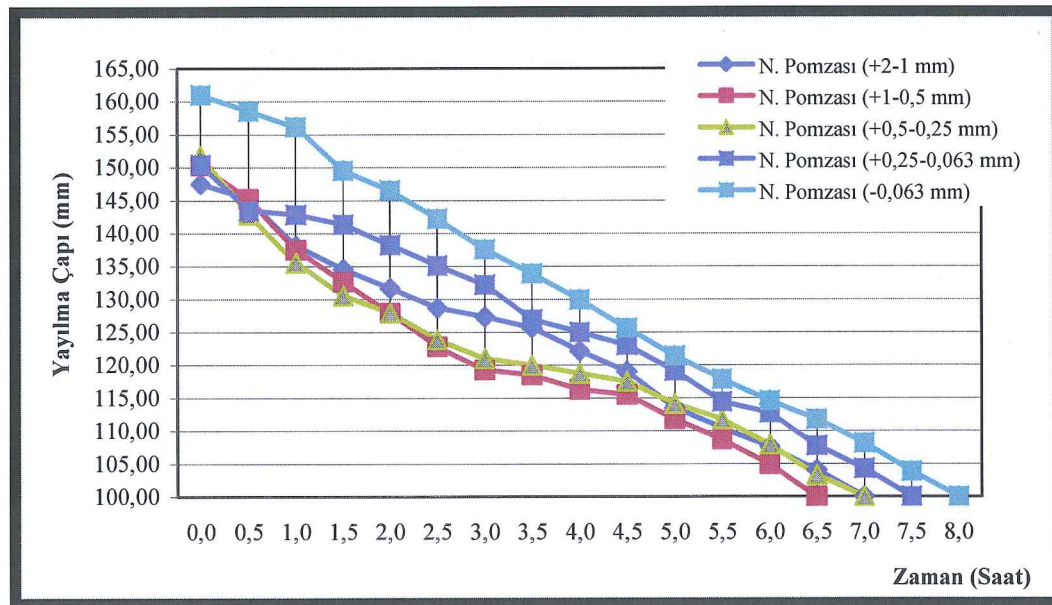
Şekil 4.4. Gelincik tuf ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı kıvam analizi.

Gelincik tuf ile elde edilen taze harç örneklerinin kıvam analiz bulguları irdelendiğinde, işlenebilirlik sınırı ortalama 3,5-4,0 saat seviyelerinde olduğu görülmüştür. Buda, taze harcın yeniden suyla karıştırmaksızın 4 saat gibi bir süre içerisinde uygulanabileceğini temsil etmektedir. 7,5-8,0 saat sonra harcın sertleşmeye başlamadığı görülmüştür. Karışımların boyuta göre işlenebilme özeliğine bakıldığında, birbirine yakın özellik gösterdiği anlaşılmaktadır.



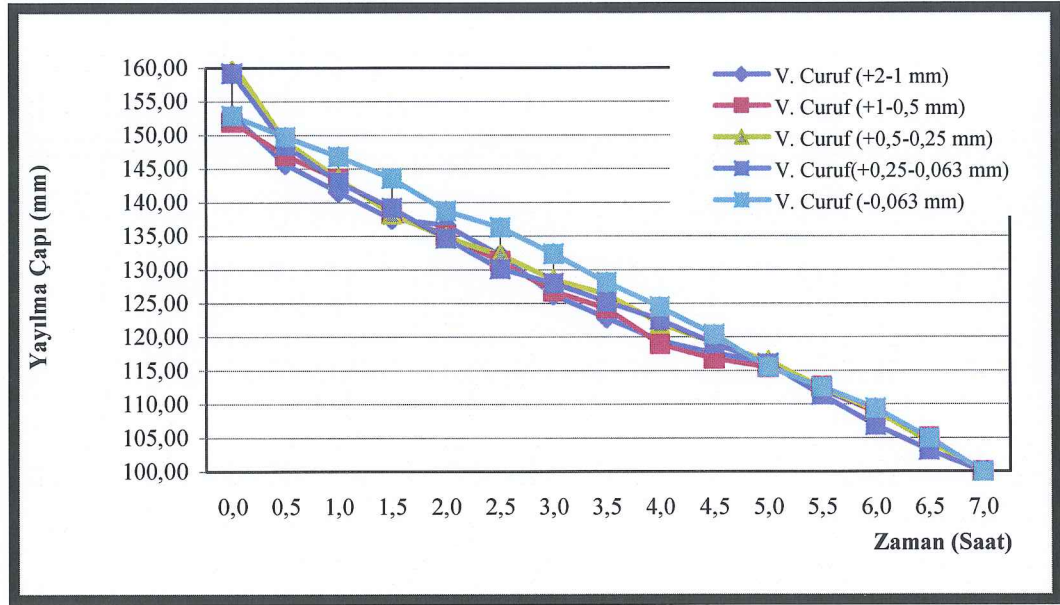
Şekil 4.5. Kayseri pomzasi ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı kıvam analizi.

Kayseri pomzasi ile elde edilen taze harç örneklerinin kıvam analiz bulguları irdelendiğinde, -0,063 mm ve -0,25-0,063 mm boyutlarında ayrı ayrı hazırlanan harçların işlenebilirlik sınırı 3,5 saat seviyelerinde iken diğer boyutlarda ise 2,5 saat seviyelerinde olduğu görülmüştür. Tane boyutu küçüldükçe işlenebilme süresi artmaktadır.



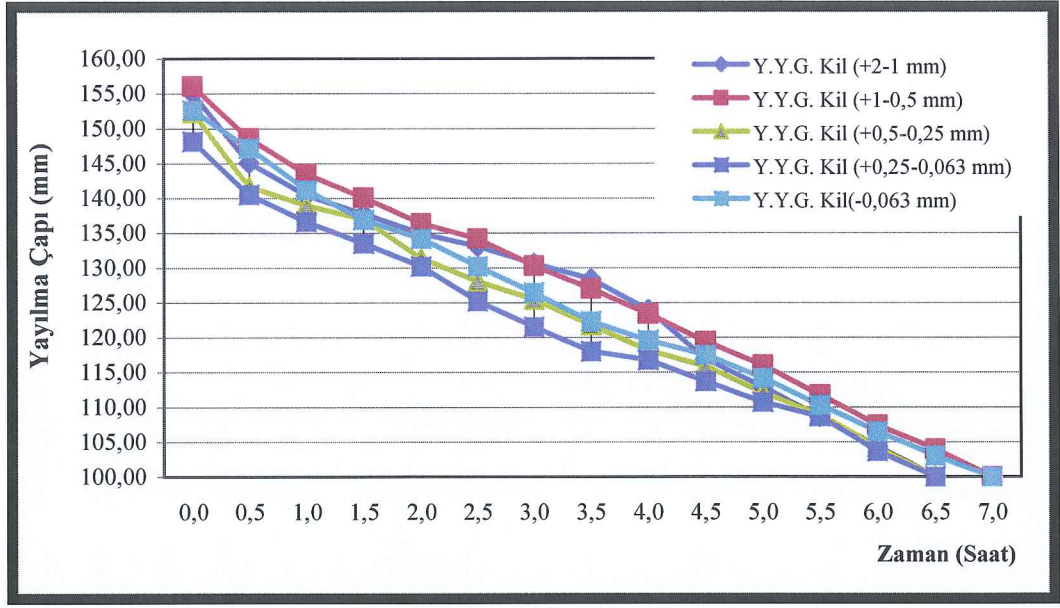
Şekil 4.6. Nevşehir pomzasi ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı kıvam analizi.

Nevşehir pomzası ile elde edilen taze harç örneklerinin kıvam analiz bulguları irdelendiğinde, -0,063 mm ve -0,25-0,063 mm de boyutlarında işlenebilirlik sınırı 4,0 saat seviyelerinde iken diğer 3 boyut da ise 2,0 saat seviyelerinde olduğu görülmüştür.



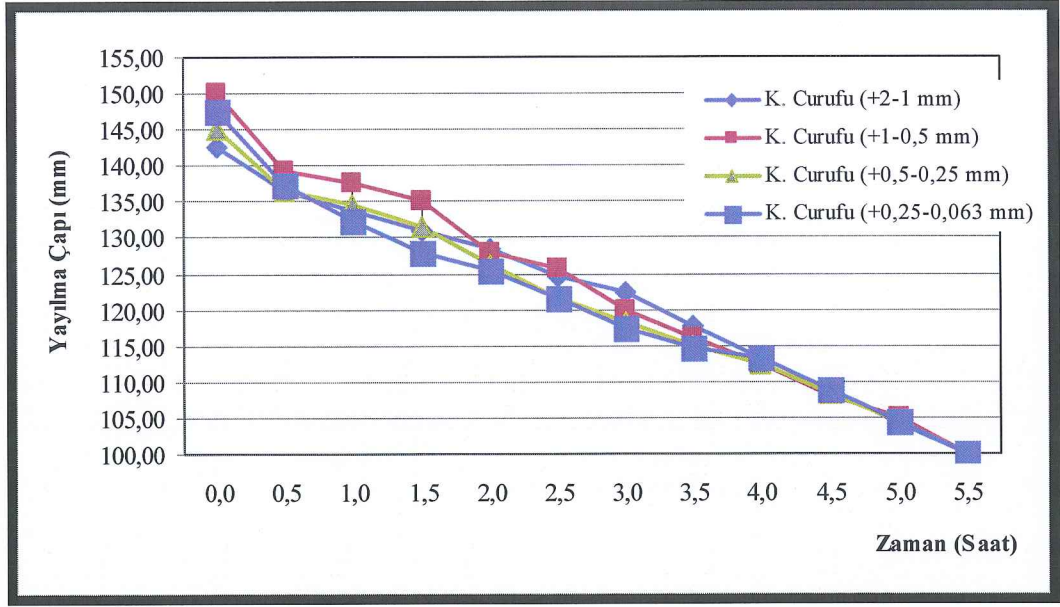
Şekil 4.7.Volkanik Cüruf ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı kıvam analizi.

Volkanik cüruf ile elde edilen taze harç örneklerinin kıvam analiz bulguları irdelendiğinde, 130 mm işlenebilirlik sınırı olduğu için, bu malzemede işlenebilirlik sınırı 3,0 saat seviyelerinde olduğu görülmüştür. Buda, taze harcın yeniden suyla karıştırmaksızın 3,0 saat gibi bir süre içerisinde uygulanabileceğini temsil etmektedir. 6,0-6,5 saat sonra malzeme sertleşmeye başladığı gözlenmiştir.



Şekil 4.8.Yüksek yoğunluklu genişmiş kil ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı kıvam analizi.

Yüksek yoğunluklu genişmiş kil ile elde edilen taze harç örneklerinin kıvam analiz bulguları irdelendiğinde, işlenebilirlik sınırı ortalama 2,5-3,0 saat seviyelerinde olduğu görülmüştür. Buda, taze harcın yeniden suyla karıştırmaksızın 2,5-3,0 saat gibi bir süre içerisinde uygulanabileceğini temsil etmektedir. Her boyutun işlenebilme özeliğine bakıldığında, birbirine yakın özellik göstermektedir.



Şekil 4.9. Kömür Cürufu ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı kıvam analizi.

Kömür Cürufu ile elde edilen taze harç örneklerinin kıvam analiz bulguları irdelendiğinde, işlenebilirlik sınırı ortalama 1,5 saat seviyelerinde olduğu gözlenmiştir. Buda, taze harcın yeniden suyla karıştırmaksızın 1,5 saat gibi bir süre içerisinde uygulanabileceğini temsil etmektedir. 5,0-5,5 saat sonra malzeme sertleşmeye başlamıştır.

Tüm karışımların ortalama olarak ilk yayılma çap değerleri 150-155 mm dolayında olduğu görülmüştür. Ayrıca Gelincik Pomzası, Gelincik Tüf ve Kayseri Pomzası ile yapılan taze harç örnekleri ilk prizini ortalama 4,0 saatte tamamlarken diğer malzemelerle yapılan taze harçlar ilk prizini ortalama 2,5-3,0 saatte tamamlamaktadır. Bu sebeple işlenebilme sürelerine göre Nevşehir Pomzası, volkanik cüruf, yüksek yoğunluklu genişmiş kil ve kömür cürufu ile hazırlanmış taze harçların, Gelincik tüf, gelincik Pomzası ve kayseri pomzasına göre işlenebilme süreleri daha kısa olduğundan uygulamalar sırasında problemler oluşabilir. Boyuta göre işlenebilme süreleri bakıldığında, bütün taze harç karışımlarında -0,063 mm ve -0,25-0,063 mm boyutlarında işlenebilme özelliğinin diğer 3 boyuta göre daha iyi olduğu görülmektedir. Kömür cürufu ile yapılan taze harç karışımlarının işlenebilme süreleri çok düşüktür.

4.3.1.2. Taze Harcın Priz Alma Süresi Analizi

Priz süresi ölçümleri ASTM C 191 standardına uygun vicat iğnesi kullanılarak yapılmaktadır. Sıva harcı priz almaya başladığında iğne tabandan itibaren bir kısmı batmamaya başlayacaktır. Sıva harcı tamamen priz aldığı anda ise; iğne hiç batmayacaktır. Bu durumda iğne batma yüksekliği tabandan itibaren 33-36 mm olmaktadır (Şekil 4.10.).

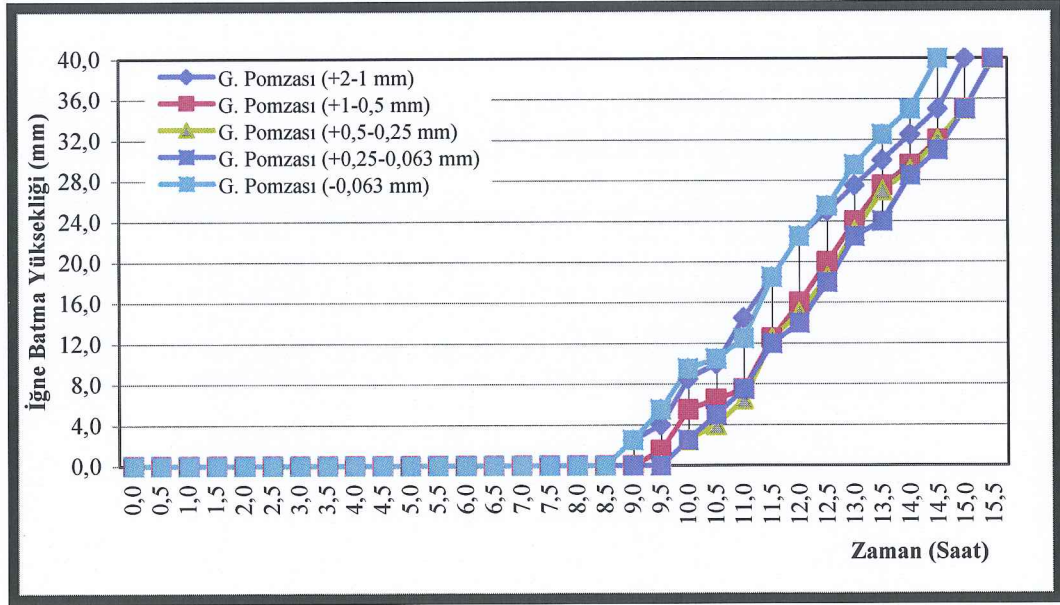


Şekil 4.10. Vicat iğnesi ile taze harcın priz ölçüm işlemi genel görünümü.

Deneysel analizde vicat iğnesinin sıva dolu kalıba tabanından batış yüksekliği zamana bağlı olarak ölçülür. Deney sonuçları ise; bir grafik üzerinde zamana karşı iğne batış yüksekliği (Tabandan) mm olarak çizilerek yorumlanır.

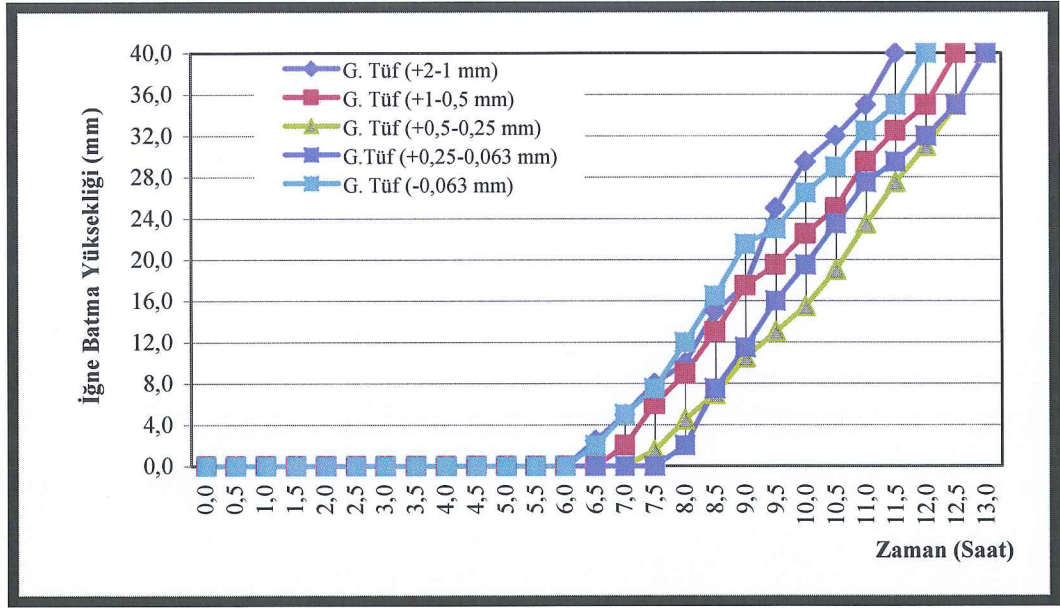
Vicat iğnesi yönteminde iğnenin tabandan batış yüksekliği, 5-7 mm de sıva harcının ilk priz alma süresi, 33-36 mm de ise sıva harcının son priz alma süresi olarak tanımlanmaktadır. İşlenebilirlik sınır süresinden kısa bir süre sonra bu harcın priz alması (Son priz) gerekmektedir. Bu değer de birkaç saat olarak nitelendirilebilir. Bu iğne yardımıyla aynı zamanda taze harcın kıvamı da tayin edilebilir. Şöyle ki; taze harç içerisinde iğne batma yüksekliği (tabandan) 3-5 mm ise taze harç uygun kıvamı olarak tanımlanabilmektedir.

Farklı agregalarla ve farklı boyutlarda malzemelerle elde edilen taze harç karışımlarının priz alma süreleri Vicat İğne düzeneği yardımıyla analiz edilmiş olup, teknik bulgular grafiksel olarak şekil 4.11.- 4.17’da verilmiştir.



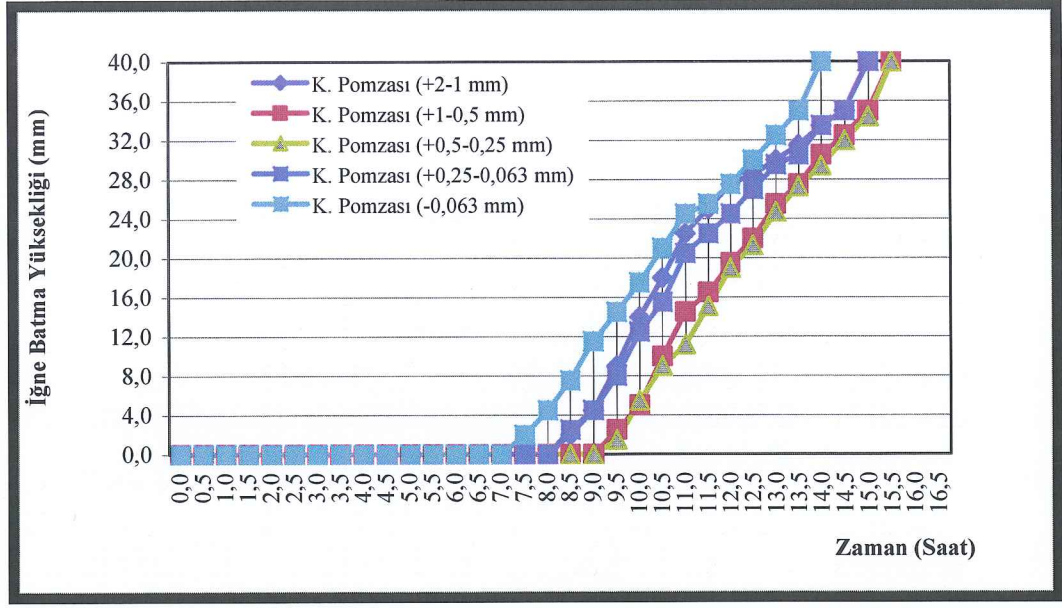
Şekil 4.11. Gelincik pomzasi ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı priz alma süresi analizi.

Gelincik pomzasi hazırlanmış taze harç örneklerinin priz alma analiz bulguları irdelendiğinde, ilk priz alma süresi ortalama 10 saat de başlamıştır. Son priz alma süresi ise ortalama 15,0 saattir. -0,063 mm tane boyutundaki malzeme ile yapılan taze harç ilk prizini 9,5 saatte, son prizini ise 14,5 saatte aldığı görülmüştür.



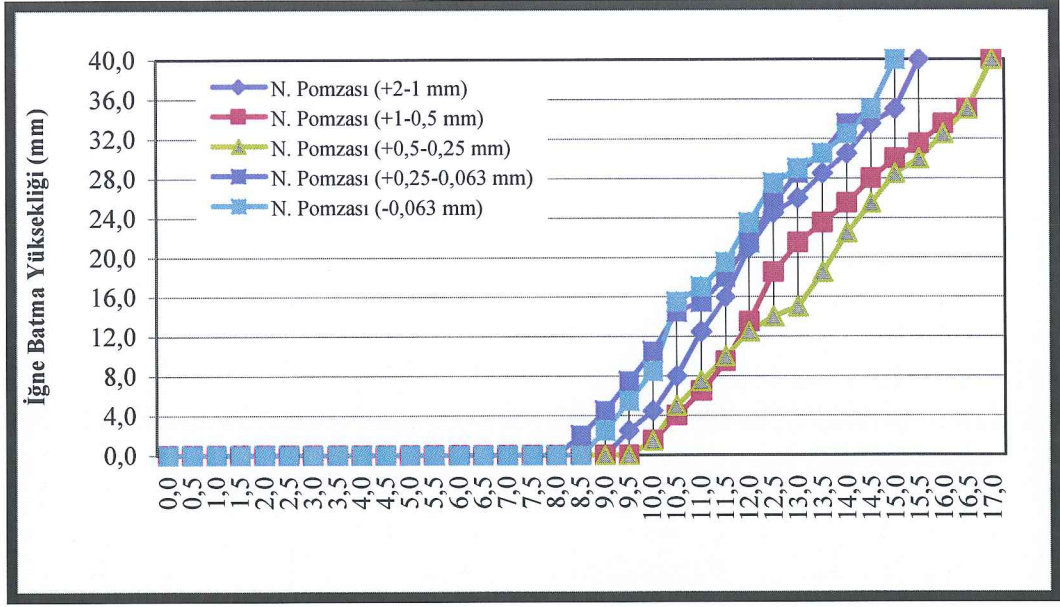
Şekil 4.12. Gelincik tuf ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı priz alma süresi analizi.

Gelincik tufu ile hazırlanmış taze harç örneklerinin priz alma analiz bulguları irdelendiğinde, ilk priz alma süresi ortalama 7,5-8,0 saat de başladığı görülmüştür. Son priz alma süresi ise ortalama 12,0-12,5 saattir. -0,25+0,063 mm boyutundaki malzeme ile yapılan taze harcın diğer boyutlara göre daha geç ilk ve son prizini aldığı görülmüştür.



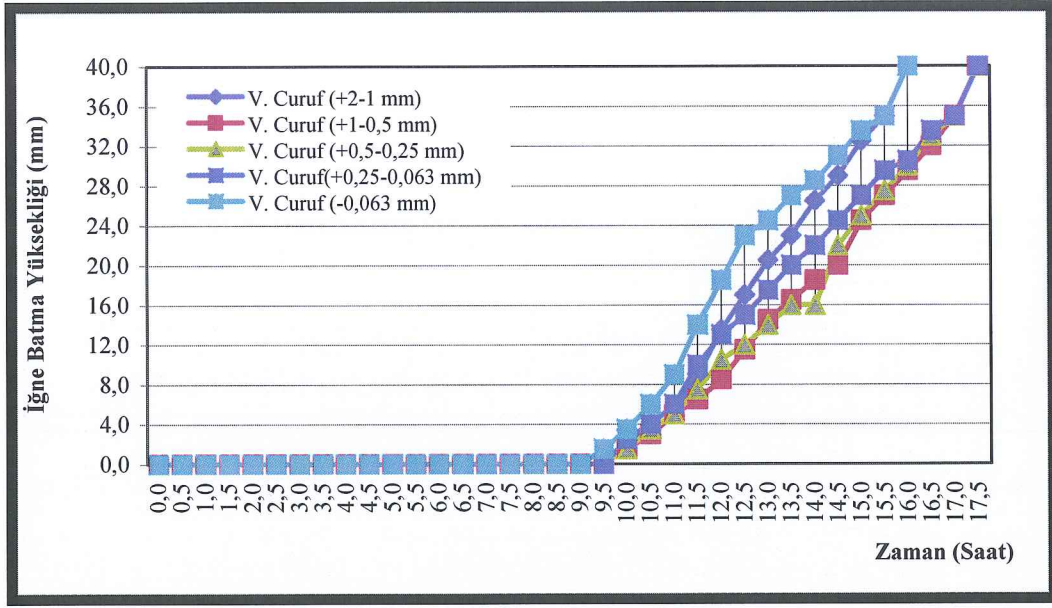
Şekil 4.13. Kayseri pomzası ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı priz alma süresi analizi.

Kayseri pomzası ile hazırlanmış taze harç örneklerinin priz alma analiz bulguları irdelendiğinde, ilk priz alma süresi ortalama 8,5-9,0 saat de başladığı görülmüştür. Son priz alma süresi ise ortalama 14,0-14,5 saattir. -0,063 mikron altı malzeme ile yapılan harç örneklerinin ilk ve son priz alma süresi diğer boyutlara göre daha hızlı priz aldığı görülmüştür.



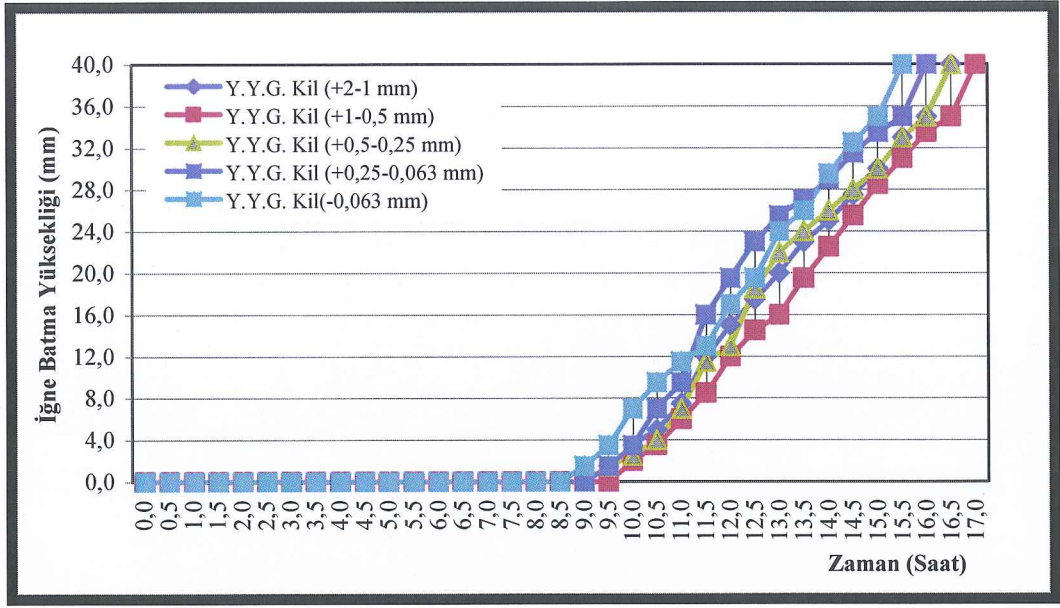
Şekil 4.14. Nevşehir pomzası ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı priz alma süresi analizi.

Nevşehir pomzası ile hazırlanmış taze harç örneklerinin priz alma analiz bulguları irdelendiğinde, ilk priz alma süresi ortalama 9,0-9,5 saat de başladığı görülmüştür. Son priz alma süresi ise ortalama 15,0-16,0 saattir. 1+0,5 mm ve -0,5-0,25 mm tane boyutlarında yapılan harç örneklerinin ilk ve son priz alma sürelerinin diğer boyutlara göre daha geç olduğu görülmüştür.



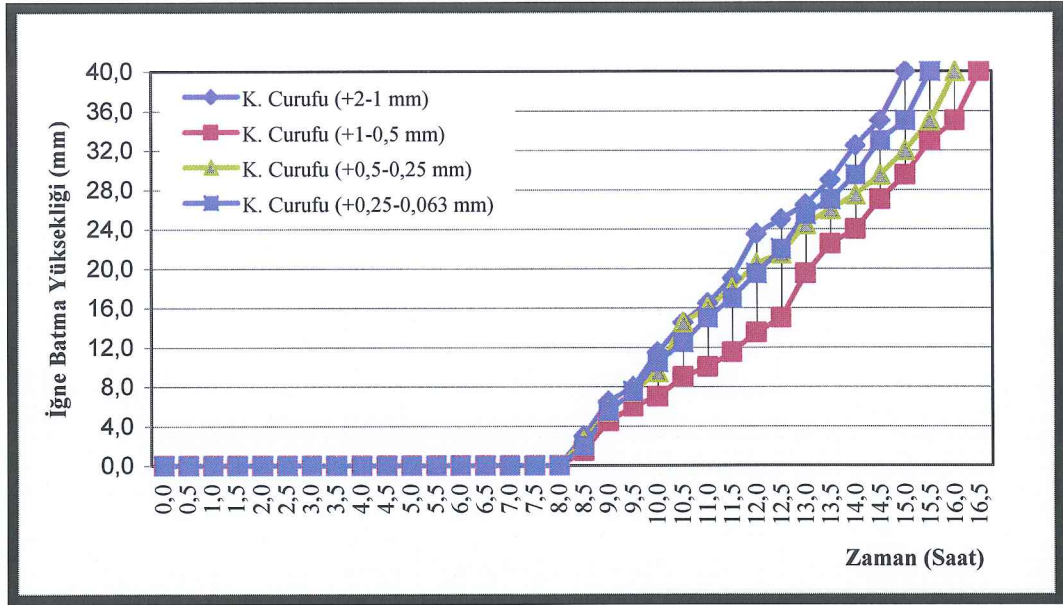
Şekil 4.15. Volkanik cüruf ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı priz alma süresi analizi.

Volkanik cüruf ile hazırlanmış taze harç örneklerinin priz alma analiz bulguları irdelendiğinde, ilk priz alma süresi ortalama 11,0 saat de başlamıştır. Son priz alma süresi ise ortalama 15,0-16,0 saattir. 63 mikron altı malzeme ile yapılan harç örneklerinin son priz alma süresi diğer boyutlara göre daha kısadır.



Şekil 4.16. Yüksek yoğunluklu genişmiş kil ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı priz alma süresi analizi.

Yüksek yoğunluklu genişmiş kil ile hazırlanmış taze harç örneklerinin priz alma analiz bulguları irdelendiğinde, taze harçların ilk prizini ortalama 10,0 saat aldığı görülmüştür. Son priz alma süresi ise ortalama 15,5-16,0 saattir. -1+0,5 mm boyutundaki malzeme ile yapılan harç örneklerinin son priz alma süresi diğer boyutlara göre 1 saat daha uzun olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.17. Kömür cürufu ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı priz alma süresi analizi.

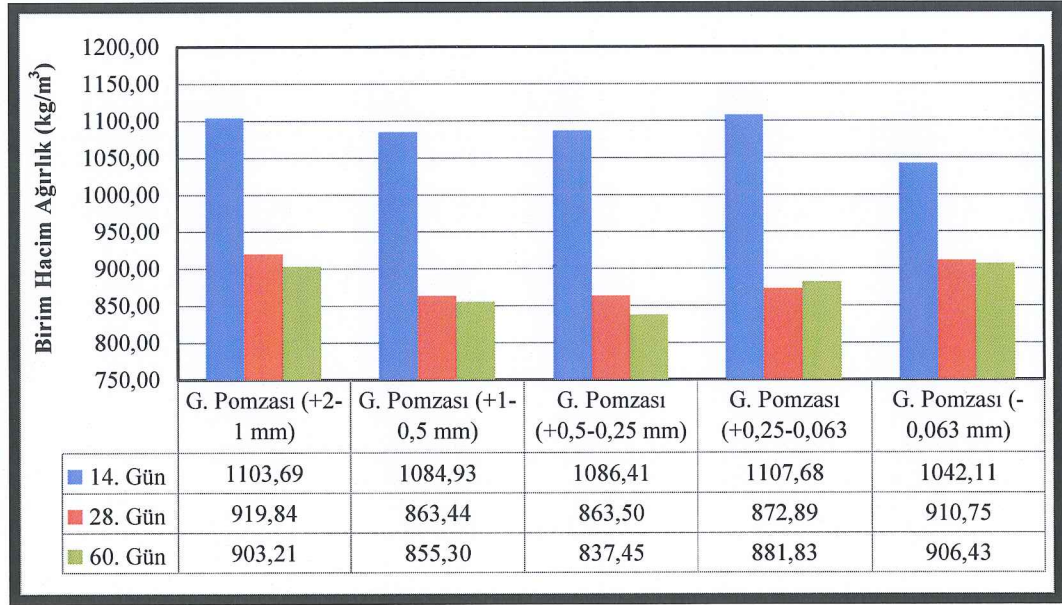
Kömür cüruf ile hazırlanmış taze harç örneklerinin priz alma analiz bulguları irdelendiğinde, taze harçların ilk prizini ortalama 9,0 saat aldığı görülmüştür. Son priz alma süresi ise ortalama 15,0 saattir.

Vicat iğnesi metodu ile yapılan priz alma süresinin (sertleşme süresi) tayini metoduna göre, genel olarak yukarıdaki karşım kombinasyonlarında taze harçlar ortalama 10 saat de ilk prizini tamamlamaktadır. – 0,063 mm boyutundaki karışımlardan elde edilen taze harçlar ilk prizini ve son prizini diğerlerinden önce tamamlamaktadır. Gelincik pomzası, Gelincik tüfü, Kayseri pomzası kullanılarak hazırlanan karışım kombinasyonlarından elde edilen taze harçların priz alma süreleri bakımından tane boyut farklılığına rağmen belirgin bir fark görülmemiştir.

4.3.1.3. Birim Ağırlık Analizi

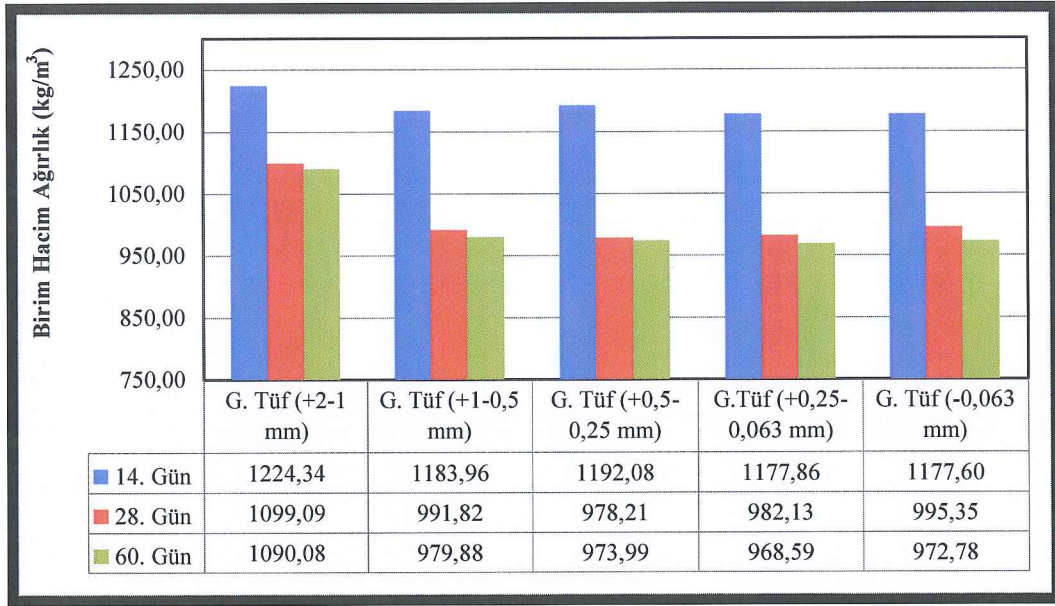
Sertleşmiş sıva harcının birim hacim kütle analizi TS EN 1015-10 standardında belirlenen deney metoduna uygun olarak yapılmıştır. Genellikle ısı yalıtımı ile malzemelerin birim hacim kütle değeri doğru orantılı olarak değişim göstermektedir.

7 farklı agrega ve 5 ayrı boyuttaki malzemeler ile elde edilen taze harç karışımlarının priz almış numuneleri üzerinde birim hacim kütle analizleri yapılmıştır. Analiz bulguları tane boyutuna ve kür süreleri göre grafiksel olarak Şekil 4.18.-4.24'de sırasıyla verilmiştir.



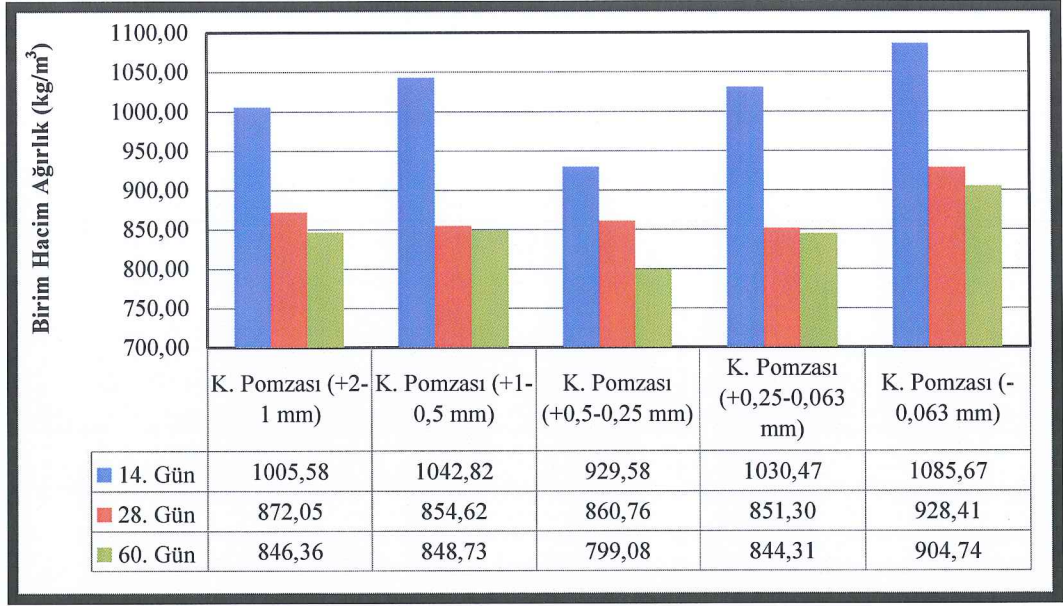
Şekil 4.18. Gelincik pomzalı malzemelerle yapılan harçların zamana bağlı birim hacim kütle ilişkisi.

Gelincik pomzası ile yapılmış kompozit malzeme örneklerinin, kür süresine bağlı olarak birim hacim kütle değerleri azalmıştır. Grafiksel analizde de görüldüğü gibi, Gelincik pomzalı kompozit sıva numunelerinin birim hacim kütle analizi cinsinden 14. Gün ve 60.gün kür süreleri açısından kıyaslandığında -2+1 mm boyutlu sıva numunelerinde yaklaşık olarak %22 lik bir azalma, -0,5+0,25 mm boyutlu sıva numunelerinde ise yaklaşık %30 luk, -0,063 mm boyutlu sıva numunelerinde ise yaklaşık % 15' lik bir azalmanın olduğu gözlenmiştir. Farklı boyuttaki agregalarla elde edilen kompozit yapıdaki sıva numuneleri arasındaki bu farklılığın nedeni, ara boyutlarda açık gözeneklilik oranının fazla olmasından kaynakladığı sonucuna varılmıştır.



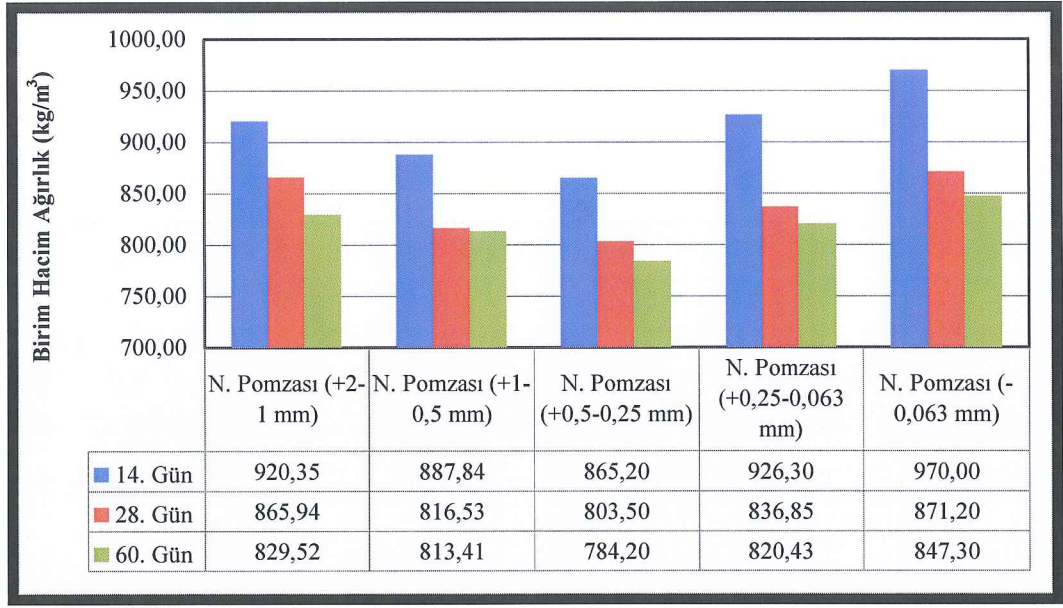
Şekil 4.19. Gelincik tüflü malzemelerle yapılan harçların zamana bağlı birim hacim kütle ilişkisi.

Grafiksel analizde de görüldüğü gibi, -2+1 mm boyutlu Gelincik tüflü kompozit sıva numunelerinin birim hacim kütle analizi cinsinden 14. Gün ve 60.gün kür süreleri açısından kıyaslandığında -2+1 mm boyutlu sıva numunelerinde %12,3 'lük bir azalma, -0,5+0,25 mm boyutlu sıva numunelerinde ise %22,41'lik, -0,063 mm boyutlu sıva numunelerinde ise % 21,05'lik bir azalmanın olduğu gözlenmiştir. Farklı boyuttaki agregalarla elde edilen kompozit yapıdaki sıva numuneleri arasındaki bu farklılığın nedeni, gelincik tüflerinin 1 mm altı malzemelerinin açık gözenek oranının daha fazla olmasından kaynaklanmıştır.



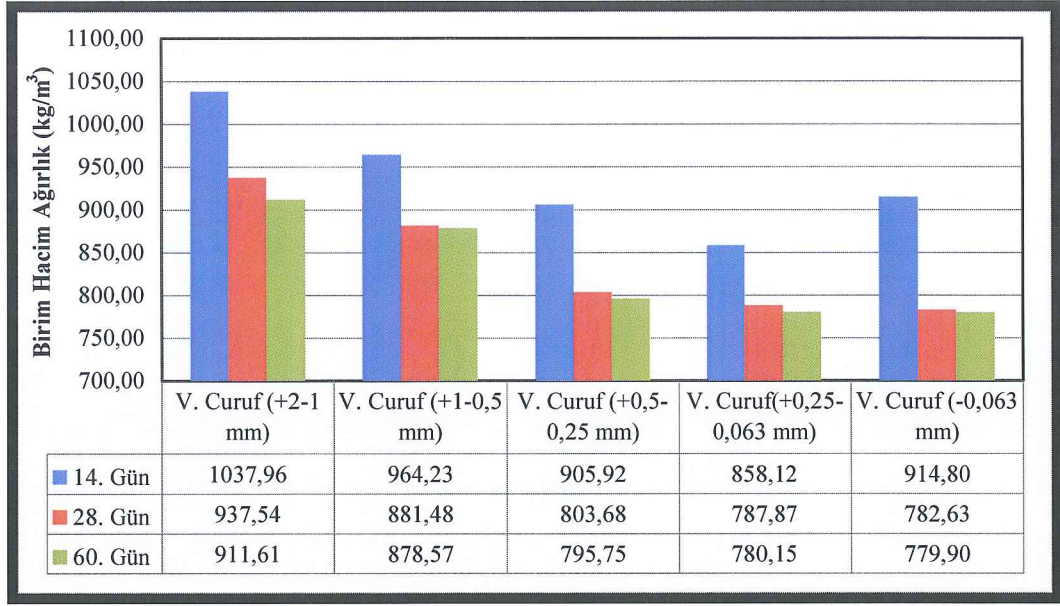
Şekil 4.20. Kayseri pomzalı malzemelerle yapılan harçların zamana bağlı birim hacim kütle ilişkisi.

Grafiksel analizde de görüldüğü gibi, -2+1 mm boyutlu Kayseri pomzalı kompozit sıva numunelerinin birim hacim kütle analizi cinsinden 14. Gün ve 60.gün kür süreleri açısından kıyaslandığında yaklaşık olarak %18,81'lik bir azalma, -0,5+0,25 mm boyutlu malzemelerde ise yaklaşık %16,33'lik, -0,063 mm boyutlu sıva numunelerinde ise yaklaşık % 19,93'lük bir azalmanın olduğu gözlenmiştir.



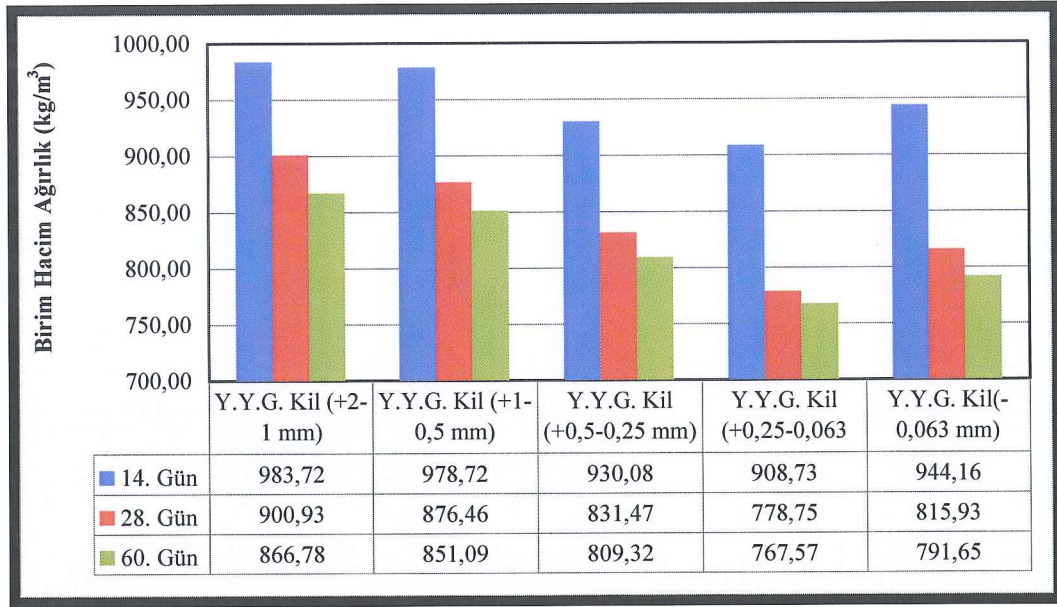
Şekil 4.21. Nevşehir Pomzalı malzemelerle yapılan harçların zamana bağlı birim hacim kütle ilişkisi.

Nevşehir Pomzalı ile yapılmış kompozit malzeme örneklerinin, kür süresine bağlı olarak birim hacim kütle değerleri azalmıştır. Grafikselleştirildiği gibi, -2+1 mm boyutlu Nevşehir pomzalı kompozit sıva numunelerinin birim hacim kütle analizi açısından 14. Gün ve 60.gün kür süreleri açısından kıyaslandığında yaklaşık olarak %10,95'lik bir azalma, -0,5+0,25 mm boyutlu malzemelerde ise yaklaşık %10,33'lük, -0,063 mm boyutlu sıva numunelerinde ise yaklaşık % 14,48'lik bir azalmanın olduğu gözlemlenmiştir. Boyutlara göre hazırlanan Nevşehir pomzalı kompozit sıva numunelerinin bünyesinden nemi atma oranları birbirine yakındır.



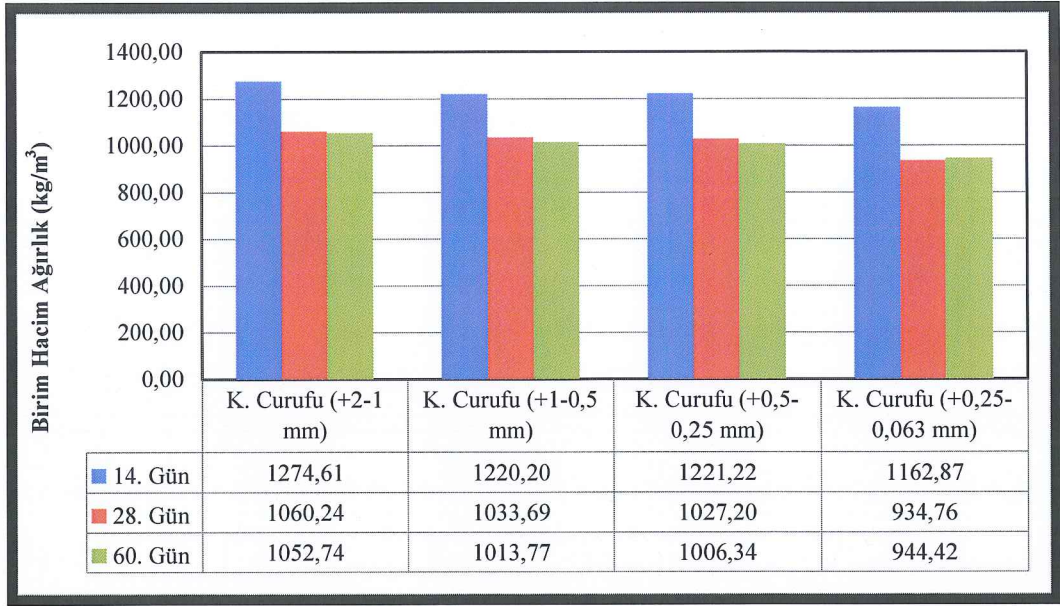
Şekil 4.22. Volkanik cürüflu malzemelerle yapılan harçların zamana bağlı birim hacim kütle ilişkisi.

Grafiksel analizde de görüldüğü gibi, -2+1 mm boyutlu volkanik cürüflu kompozit sıva numunelerinin birim hacim kütle analizi cinsinden 14. Gün ve 60.gün kür süreleri açısından kıyaslandığında yaklaşık olarak %13,86 'lık bir azalma, -0,5+0,25 mm boyutlu malzemelerde ise yaklaşık %13,85'lik, -0,063 mm boyutlu sıva numunelerinde ise yaklaşık % 17,30'luk bir azalmanın olduğu gözlenmiştir. Boyutlara göre hazırlanan volkanik cürüflu kompozit sıva numunelerinin bünyesinden nemi atma oranları birbirine yakındır.



Şekil 4.23. Yüksek yoğunluklu genişmiş killi malzemelerle yapılan harçların zamana bağlı birim hacim kütle ilişkisi.

Grafiksel analizde de görüldüğü gibi, Yüksek yoğunluklu genişmiş killi kompozit sıva numunelerinin birim hacim kütle analizi cinsinden 14. Gün ve 60.gün kür süreleri açısından kıyaslandığında boyutların hepsinde de bir azalma görülmektedir. -2+ 1 mm boyutunda nem farkı %13,49 iken -0,063 mm de nem farkı % 19,30 dur. Boyutlara göre hazırlanan karışımlar da boyut küçüldükçe bünyeden nem atma oranı artmaktadır.



Şekil 4.24. Kömür cürüflu malzemelerle yapılan harçların zamana bağlı birim hacim kütle ilişkisi.

Grafiksel analizde de görüldüğü gibi, kömür cürüflu kompozit sıva numunelerinin birim hacim kütle analizi cinsinden 14. Gün ve 60.gün priz alma süreleri açısından kıyaslandığında boyutların hepsinde de bir azalma görülmektedir. -2+1 mm boyutunda nem farkı %21,00 iken -0,25+0,063 mm de nem farkı % 21,35 dir. Boyutlara göre hazırlanan karışımlar da boyut küçüldükçe bünyeden nem atma oranı birbirine yakın olduğu görülmüştür.

Yapılan çalışmada kompozit sıva numunelerinin birim hacim kütle değerlerine bakıldığında, malzemelerin kür sürelerine bağlı olarak bünyelerinden nem atıkları görülmüştür. Karışımlarda kullanılan malzemelerden Gelincik pomzalı ve Gelincik tufü ile yapılan kompozitlerde ara boyutlarda nem atma oranı yüksektir. Bunun nedeni bu iki malzemenin ara boyutlarda açık gözenek oranının birbirine yakın olmasından kaynaklanmaktadır. Diğer malzemelerde ise bütün boyutlarda bünyeden nem atma oranları birbirine yakındır.

4.3.1.4.Basınç Dayanım Analizi

Sertleşmiş sıva harcının basınç dayanım analizi TS EN 1015-11 standardında öngörülen deney metoduna uygun olarak her bir karışım için 6 adet numune üzerinde yapılmıştır (Şekil 4.25). TS EN 998-1 standardında harç gruplarının 28 günlük basınç dayanım değerleri için, 4 ayrı dayanım sınıfı öngörülmüştür (CS I – CS IV). Bu sınıflarda dayanım sınırları şu şekilde verilmiştir:

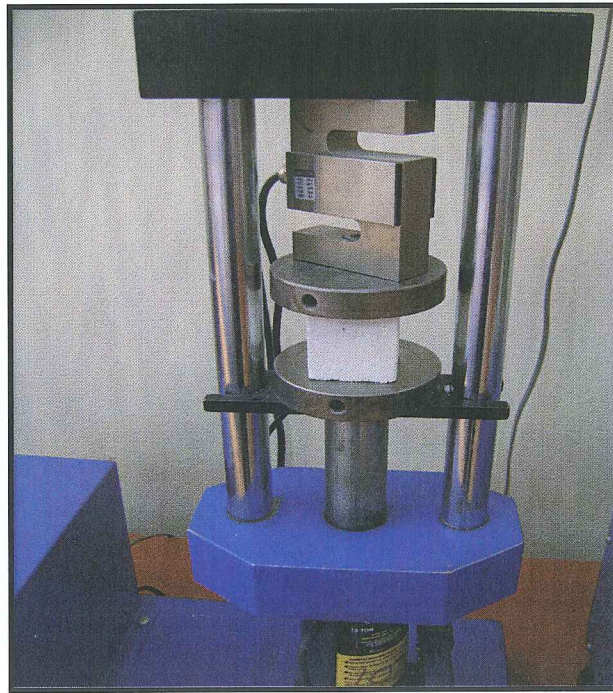
CS I dayanım sınıfı için : 0.4 – 2.5 N/mm²

CS II dayanım sınıfı için : 1.5 – 5.0 N/ mm²

CS III dayanım sınıfı için : 3.5 – 7.5 N/ mm²

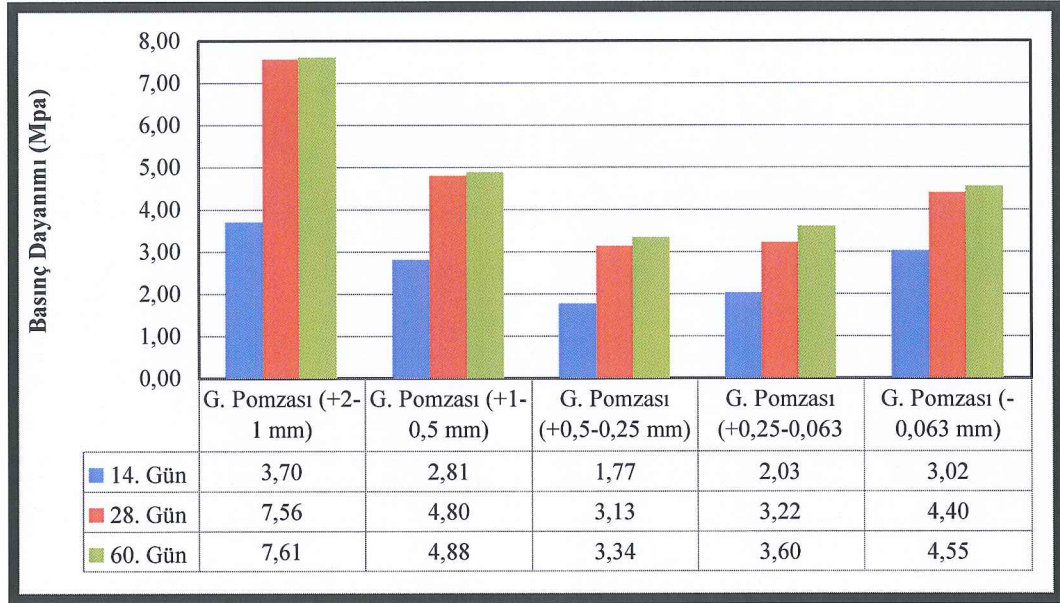
CS IV dayanım sınıfı için : ≥ 6 N/ mm²

Kompozit harç örneklerinin basınç dayanım değerlerinde, çimento, agrega türü ve boyutu önemli bir rol oynamaktadır. Artan çimento oranında, kompozit yapının basınç dayanım değerinin de arttığı genellikle gözlenen bir olgudur.



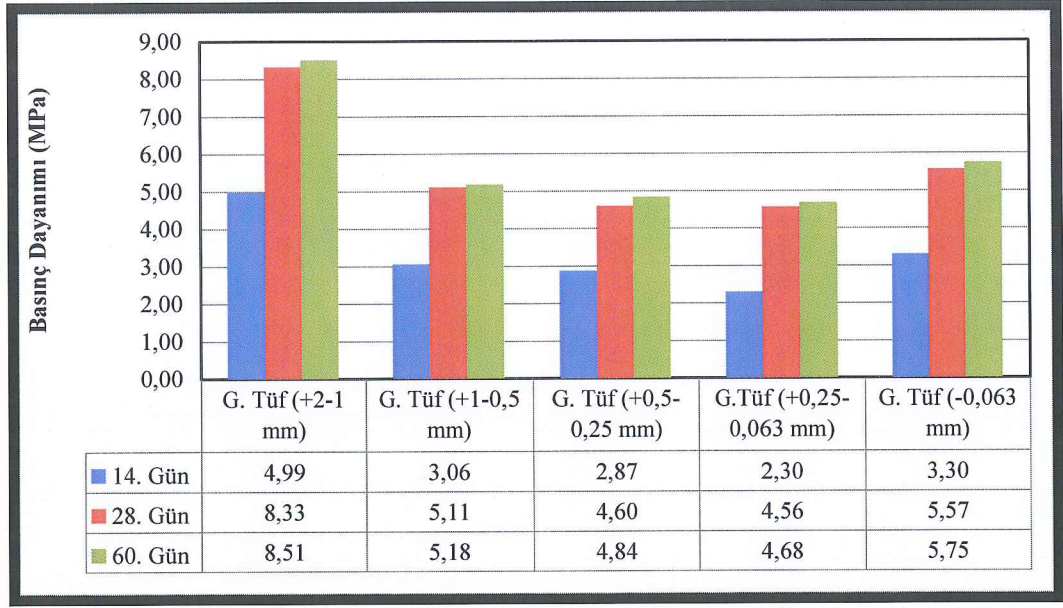
Şekil 4.25. Sertleşmiş sıva harcının basınç dayanım analizi.

7 agrega ve 5 ayrı boyuttaki malzeme ile elde edilen taze harç karışımlarının priz almış numuneleri üzerinde, basınç dayanım analizleri yapılmıştır. Analiz bulguları tane boyutuna bağlı olarak kür süreleri göre grafiksel olarak Şekil 4.26-4.32'de sırasıyla verilmiştir.



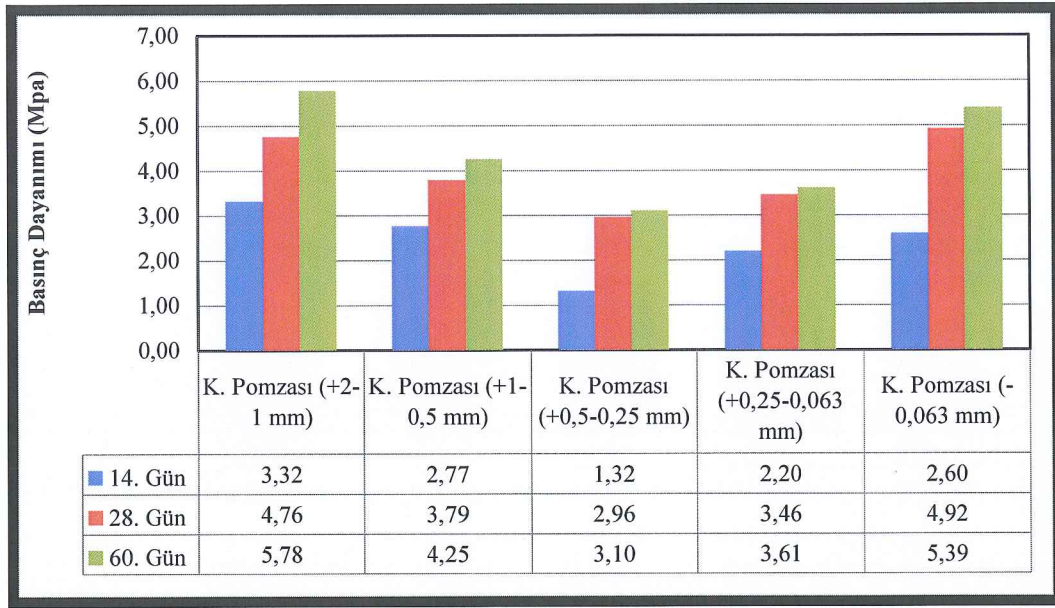
Şekil 4.26. Gelincik pomzalı malzemelerle yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı basınç dayanım ilişkisi.

Gelincik pomzası ile yapılan sıva örneklerin, 28 günlük kür sonrası basınç dayanım değerleri 7,56-4,80-3,13-3,22-4,40 N/mm²'dir. 14. gün ile 60 gün arasındaki basınç dayanım farkları her boyutta %106, %74, %89, %64 ve %98'dir. +2-1 mm tane boyut aralığında basınç dayanımı 7,56 N/mm² olup TS EN 998-1 standardında öngörülen basınç dayanım sınıfına göre CS 1V sınıfına dâhil olup, yüksek mukavemette örnekler olarak nitelendirilebilmektedir. Diğer 4 boyutun basınç dayanımı ise TS EN 998-1 standardında öngörülen basınç dayanım sınıfına göre CS II sınıfında yer almaktadırlar.



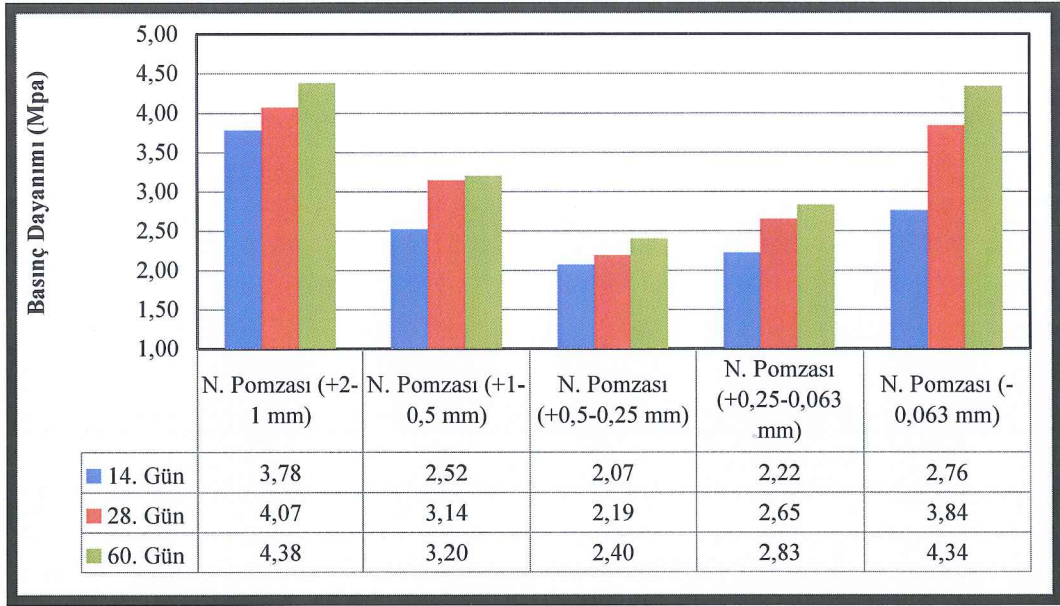
Şekil 4.27. Gelincik tüflü malzemelerle yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı basınç dayanım ilişkisi.

Gelincik Tüf ile yapılan katkılı harç örneklerin, 28 günlük kür sonrası basınç dayanım değerleri 8,51-5,18-4,84-4,68-5,75 N/mm² aralığında değişim göstermektedir. 14. gün ile 60 gün arasındaki basınç dayanım farkı % 50'nin üzerinde olduğu görülmüştür. +2-1 mm tane boyut aralığında basınç dayanımı 8,33 N/mm² olup TS EN 998-1 standardında öngörülen basınç dayanım sınıfına göre CS IV sınıfına dahil olup, yüksek mukavemette örnekler olarak nitelendirilebilmektedir. Diğer 4 boyutun basınç dayanımı ise TS EN 998-1 standardında öngörülen basınç dayanım sınıfına göre CS II CS III sınıfında yer almaktadırlar.



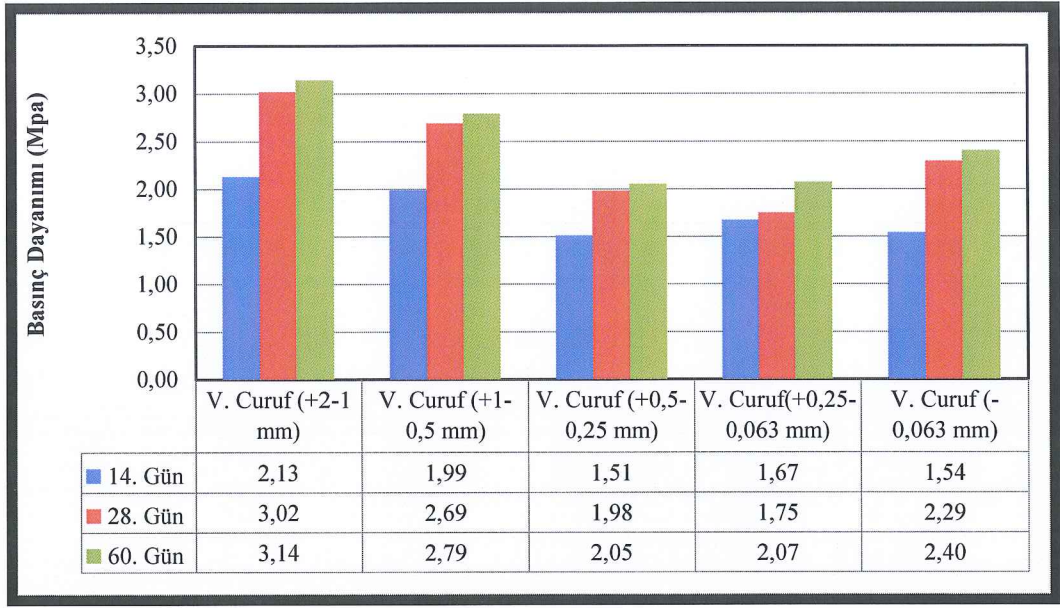
Şekil 4.28. Kayseri pomzalı malzemelerle yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı basınç dayanım ilişkisi.

Kayseri pomzası ile yapılan katkılı harç örneklerin, 28 günlük kür sonrası basınç dayanım değerleri 4,76-3,79-2,96-3,46-4,92 N/mm² aralığında değişim göstermektedir. 14. gün ile 60 gün arasındaki basınç dayanım farkı % 50'nin üzerinde olduğu görülmüştür. Her bir boyutun basınç dayanımı TS EN 998-1 standardında öngörülen sınıflandırmaya göre CS II sınıfında yer almaktadırlar.



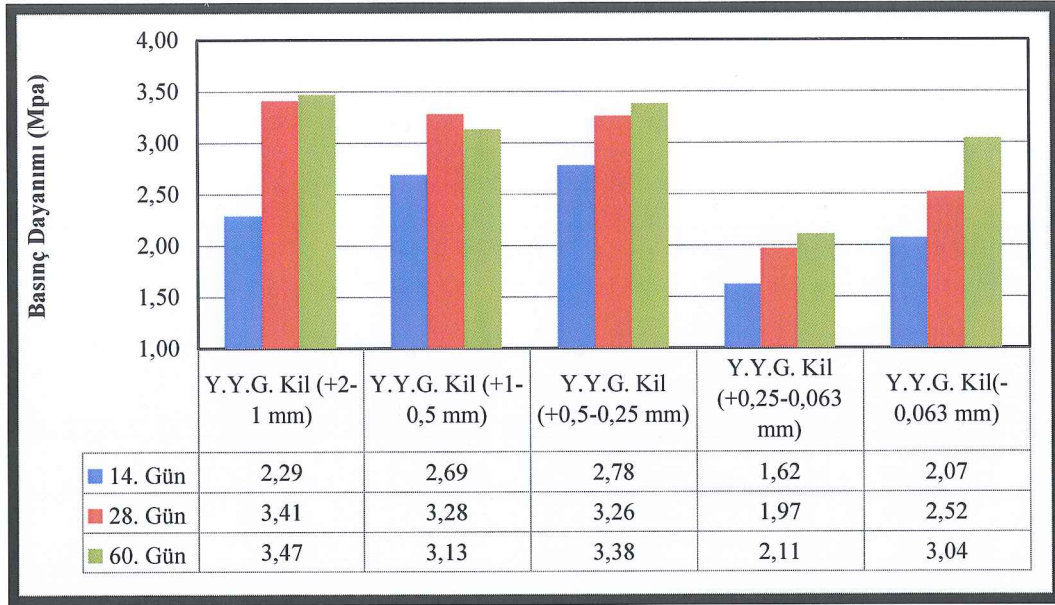
Şekil 4.29. Nevşehir pomzalı malzemelerle yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı basınç dayanım ilişkisi.

Nevşehir pomzası ile yapılan katkılı harç örneklerin, 28 günlük kür sonrası basınç dayanım değerleri 4,07–3,14-2,19-2,83-3,84 N/mm² aralığında değişim göstermektedir. 14. gün ile 60 gün arasındaki basınç dayanım farkları her boyutta %30, %27, %16, %27 ve %57'dir. Her bir boyutun basınç dayanımı TS EN 998-1 standardında öngörülen sınıflandırmaya göre CS II sınıfında yer almaktadırlar.



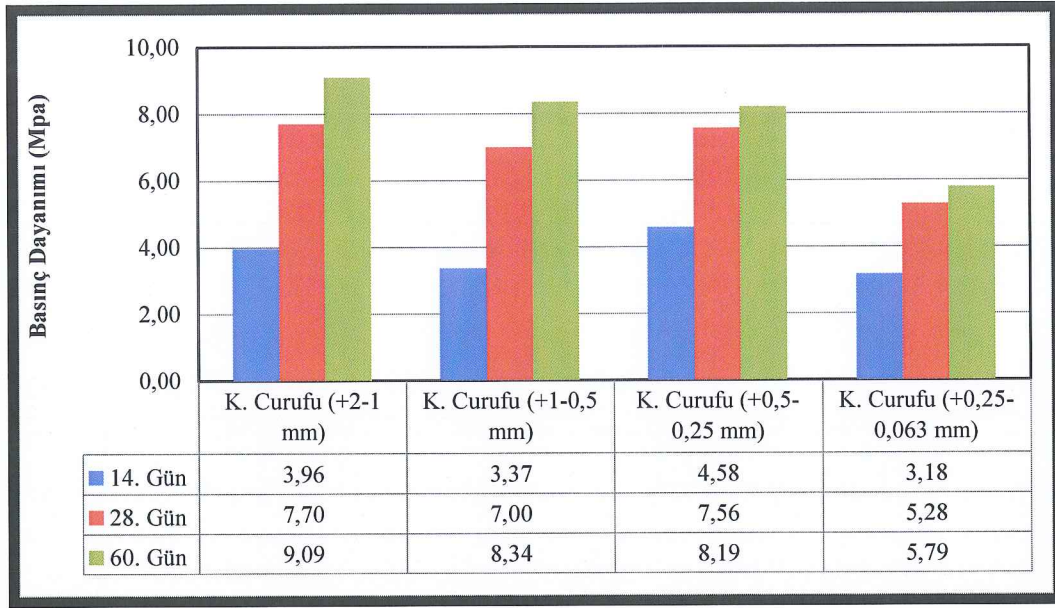
Şekil 4.30. Volkanik cürüflu malzemelerle yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı basınç dayanım ilişkisi.

Volkanik cüruf ile yapılan katkılı harç örneklerin, 28 günlük kür sonrası basınç dayanım değerleri 3,02–2,69-1,98-1,75-2,40 N/mm² aralığında değişim göstermektedir. 14. gün ile 60 gün arasındaki basınç dayanım farkları her boyutta %47, %40, %36, %24 ve %56'dır. Her bir boyutun basınç dayanımı TS EN 998-1 standardında öngörülen sınıflandırmaya göre CS II sınıfında yer almaktadırlar.



Şekil 4.31. Yüksek yoğunluklu genişmiş killi malzemelerle yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı basınç dayanım ilişkisi.

Yüksek yoğunluklu genişmiş kil ile yapılan katkılı harç örneklerin, 28 günlük kür sonrası basınç dayanım değerleri 3,41–3,28-3,26-1,97-2,52 N/mm² aralığında değişim göstermektedir. 14. gün ile 60 gün arasındaki basınç dayanım farkları her boyutta %52, %16, %22, %30 ve %47'dir. Her bir boyutun basınç dayanımı TS EN 998-1 standardında öngörülen sınıflandırmaya göre CS II sınıfında yer almaktadırlar.



Şekil 4.32. Kömür cürufu malzemelerle yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı basınç dayanım ilişkisi.

Kömür cürufu ile yapılan katkılı harç örneklerin, 28 günlük kür sonrası basınç dayanım değerleri 7,70–7,00-7,56 ve 5,28 N/mm² aralığında değişim göstermektedir. 14. gün ile 60 gün arasındaki basınç dayanım farkı % 80'nin üzerinde olduğu görülmüştür. Her bir boyutun basınç dayanımı TS EN 998-1 standardında öngörülen sınıflandırmaya göre CS IV sınıfında yer almaktadırlar.

28. Gün kür sürelerine göre basınç dayanımlarına bakıldığında, karışımlar genel olarak CS II sınıfında yer almaktadır. Gelincik pomzalı ve gelincik tüflü karışımların bazıları ve kömür cürufu ile yapılan kompozit harçlar CS IV sınıfında yer almakta olup yüksek mukavemetli harç olarak adlandırılabilir. Genel olarak bakıldığında kömür cürufu haricinde Gelincik pomzalı, Gelincik tüflü ve Kayseri pomzalı kompozit karışimli harçların mukavemeti, Nevşehir pomzalı, volkanik cürufu ve yüksek yoğunluklu genişlemiş killere göre daha yüksek değerlere sahiptir.

4.3.1.5.Eğilme Dayanım Analizi

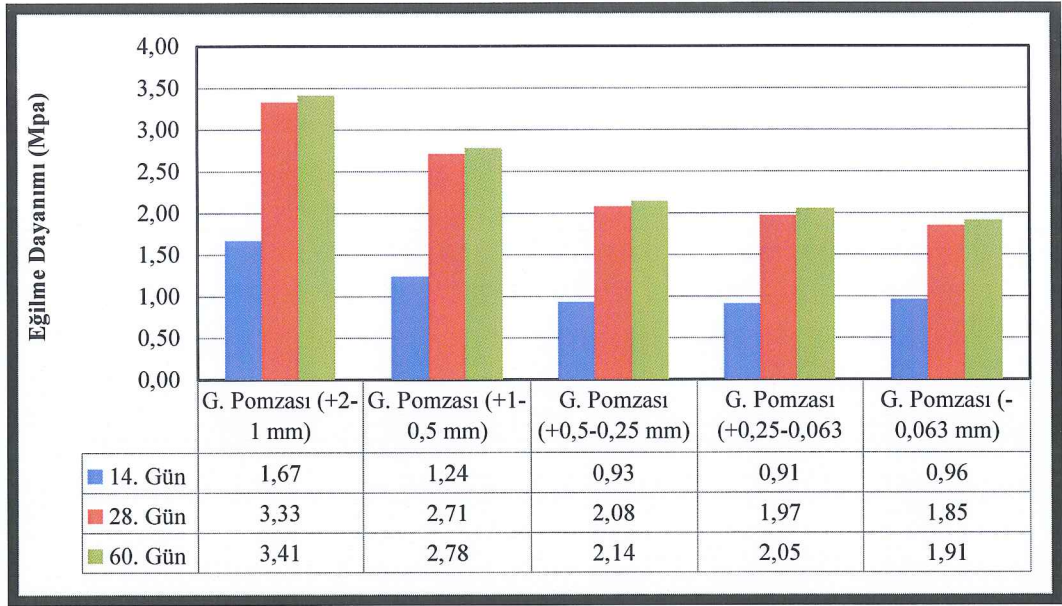
Sertleşmiş sıva harcının eğilme dayanım analizi TS EN 1015-11 standardında öngörülen deney metoduna uygun olarak yapılmıştır (Şekil 4.33). TS EN 998-1 standardında harç gruplarının 28 gün kür sonrasında eğilme dayanımları için herhangi bir sınır parametre değeri öngörülmemiştir. TS EN 1015-11 standardına göre eğilme dayanım analizleri için 40x40x160 mm boyutunda ki numuneler üzerinde teknik analizleri yapılmıştır.

Kompozit harç örneklerinin eğilme dayanım değerlerinde, agrega türleri ve boyutları önemli bir rol oynamaktadır.



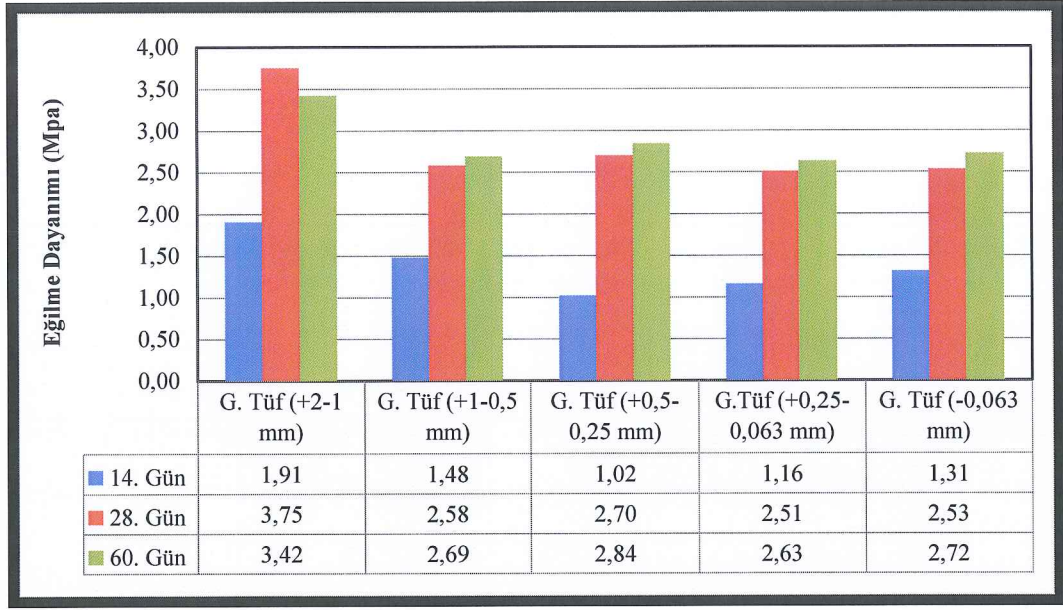
Şekil 4.33. Sertleşmiş sıva harcının eğilme dayanım analizi.

7 agrega ve 5 ayrı boyuttaki malzeme ile elde edilen taze harç karışımlarının priz almış numuneleri üzerinde, eğilme dayanım analizleri yapılmıştır.. Analiz bulguları tane boyutuna bağlı olarak kür süreleri göre grafiksel olarak Şekil 4.34 –4.40'da sırasıyla verilmiştir.



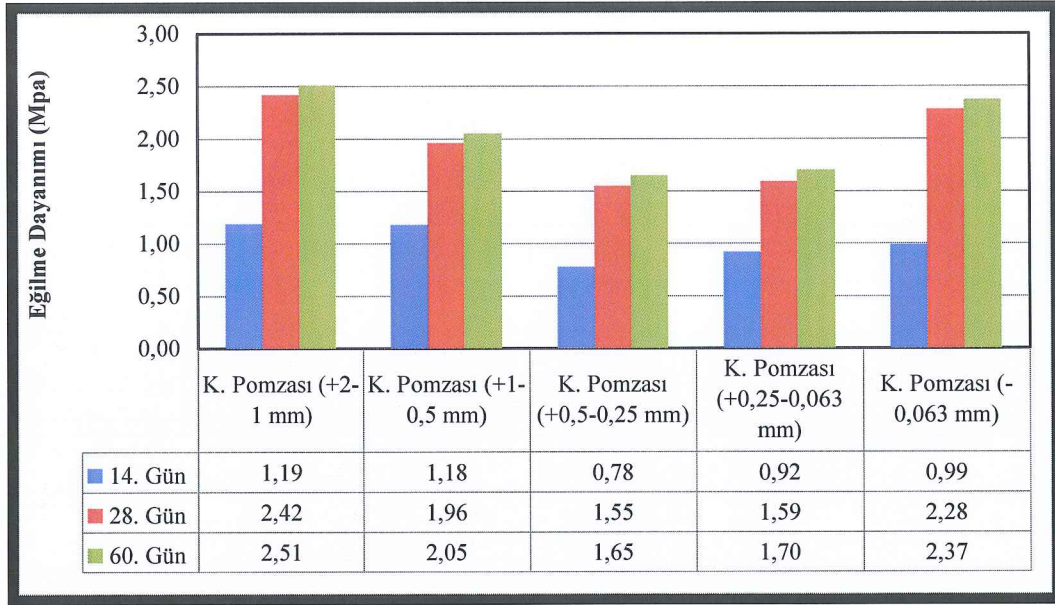
Şekil 4.34. Gelincik pomzalı malzemelerle yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı eğilme dayanım ilişkisi.

Gelincik pomzası ile yapılan sıva örneklerin, 28 günlük kür sonrası eğilme dayanım değerleri 3,33-2,71-2,08-1,97-1,85 N/mm²'dir. 14. gün ile 60 gün arasındaki eğilme dayanım farkları her boyutta %104, %124, %130, %125 ve %99'dur. Eğilme dayanım değerlerinde bir sınıflandırma yoktur. Fakat basınç dayanımı değerlerine uygun değerler çıktığı görülmüştür.



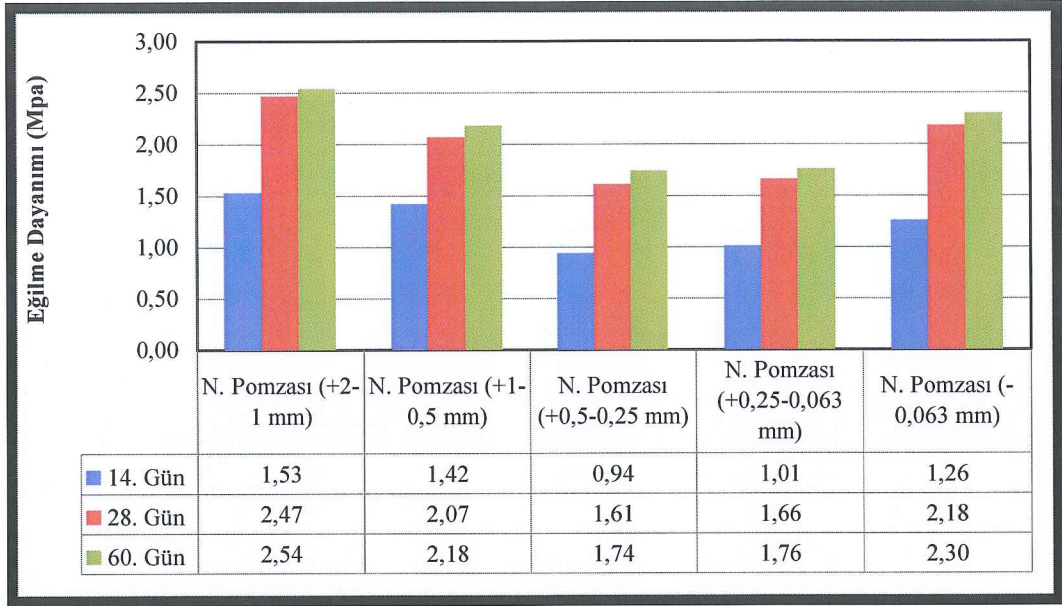
Şekil 4.35. Gelincik tüflü malzemelerle yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı eğilme dayanım ilişkisi.

Gelincik tüfü ile yapılan sıva örneklerin, 28 günlük kür sonrası eğilme dayanım değerleri 3,42-2,25-2,70-2,51-2,53 N/mm²'dir. 14. gün ile 60 gün arasındaki eğilme dayanım farkları her boyutta %75'in üzerindedir. Eğilme dayanım değerlerinde bir sınıflandırma yoktur. Fakat basınç dayanımı değerlerine uygun değerler çıktığı görülmüştür.



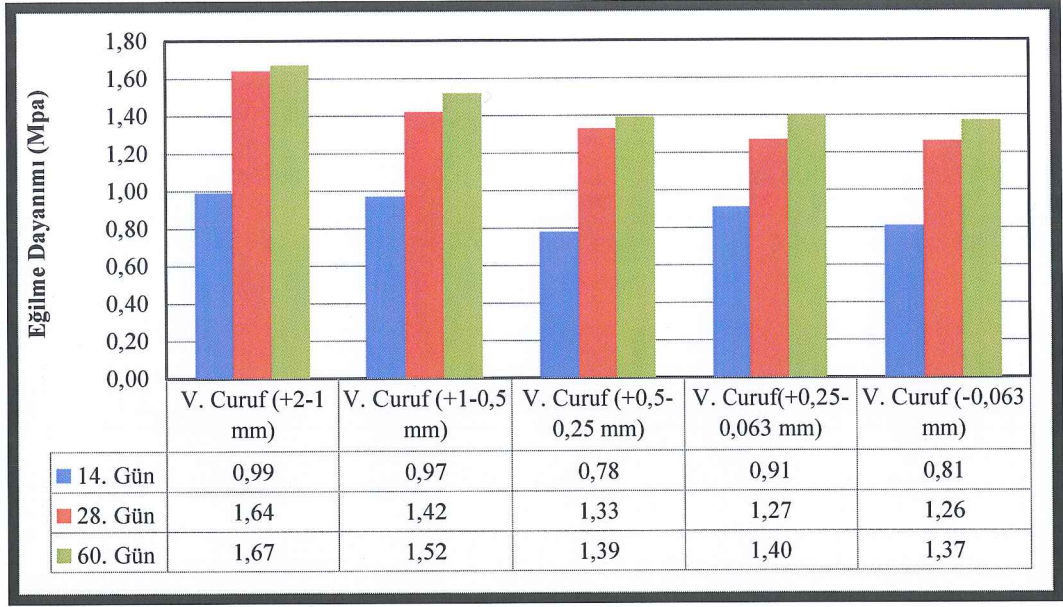
Şekil 4.36. Kayseri pomzalı malzemelerle yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı eğilme dayanım ilişkisi.

Kayseri pomzası ile yapılan sıva örneklerin, 28 günlük kür sonrası eğilme dayanım değerleri 2,42-1,96-1,55-1,59-2,28 N/mm²'dir. 14. gün ile 60 gün arasındaki eğilme dayanım farkları her boyutta %70'in üzerindedir. Eğilme dayanım değerlerinde bir sınıflandırma yoktur. Fakat basınç dayanımı değerlerine uygun değerler çıktığı görülmüştür.



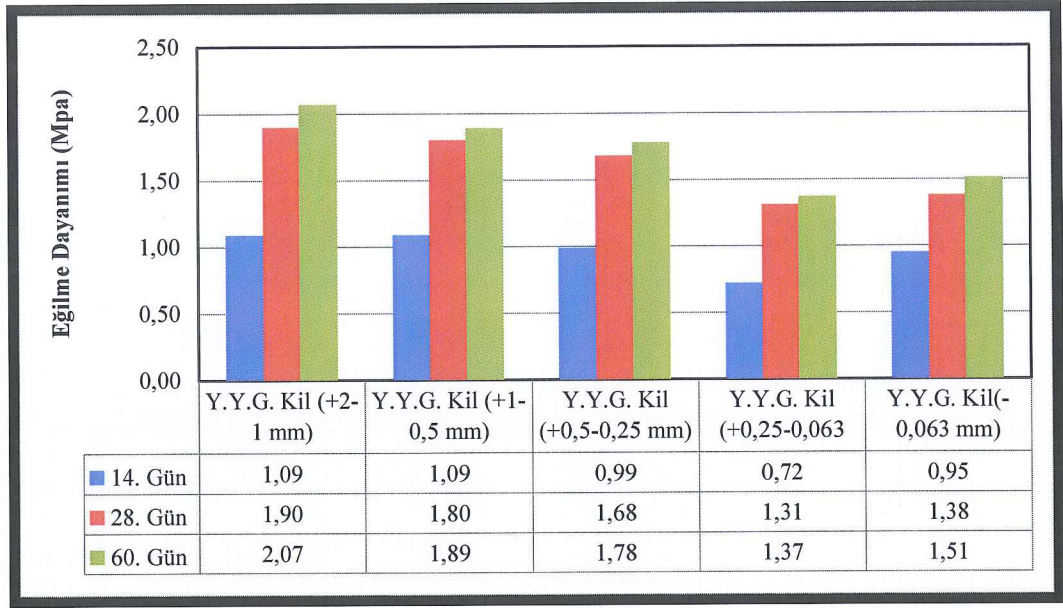
Şekil 4.37. Nevşehir pomzalı malzemelerle yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı eğilme dayanım ilişkisi.

Nevşehir pomzası ile yapılan sıva örneklerin, 28 günlük kür sonrası eğilme dayanım değerleri 2,47-2,07-1,61-1,66-2,18 N/mm²'dir. 14. gün ile 60 gün arasındaki eğilme dayanım farkları her boyutta %50'nin üzerindedir. Eğilme dayanım değerlerinde bir sınıflandırma yoktur. Fakat basınç dayanımı değerlerine uygun değerler çıktığı görülmüştür.



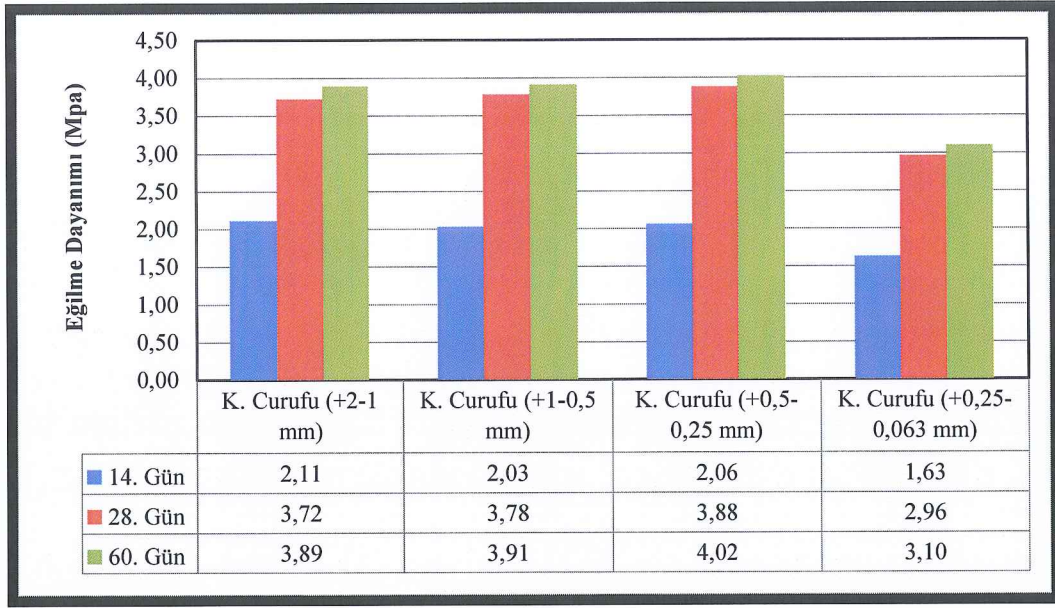
Şekil 4.38. Volkanik cürüflü malzemelerle yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı eğilme dayanım ilişkisi.

Volkanik cüruf ile yapılan sıva örneklerin, 28 günlük kür sonrası eğilme dayanım değerleri 1,64-1,42-1,33-1,27-1,26 N/mm²'dir. 14. gün ile 60 gün arasındaki eğilme dayanım farkları her boyutta %50'nin üzerindedir. Eğilme dayanım değerlerinde bir sınıflandırma yoktur. Fakat basınç dayanımı değerlerine uygun değerler çıktığı görülmüştür.



Şekil 4.39. Yüksek yoğunluklu genişmiş killi malzemelerle yapılan harçların zamana bağlı eğilme dayanım ilişkisi.

Yüksek yoğunluklu genişmiş kil ile yapılan sıva örneklerin, 28 günlük kür sonrası eğilme dayanım değerleri 1,90-1,80-1,68-1,31-1,38 N/mm² dir. 14. gün ile 60 gün arasındaki eğilme dayanım farkları her boyutta %55'in üzerindedir. Eğilme dayanım değerlerinde bir sınıflandırma yoktur. Fakat basınç dayanımı değerlerine uygun değerler çıktığı görülmüştür.



Şekil 4.40. Kömür cürufu malzemelerle yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı eğilme dayanım ilişkisi.

Kömür cürufu ile yapılan sıva örneklerin, 28 günlük kür sonrası eğilme dayanım değerleri 3,72-3,78-3,88-2,96 N/mm²'dir. 14. gün ile 60 gün arasındaki eğilme dayanım farkları her boyutta %80'nin üzerindedir. Eğilme dayanım değerlerinde bir sınıflandırma yoktur. Fakat basınç dayanımı değerlerine uygun değerler çıktığı görülmüştür.

28. Gün kür sürelerine göre eğilme dayanımlarının basınç dayanımları ile doğru orantılı olduğu görülmüştür. Gelincik pomzalı ve gelincik tüflü karışımların bazıları ve kömür cürufu ile yapılan kompozit harçların eğilme dayanımları diğer karışımlara göre yüksektir.

4.3.1.6.Kapiler Su Emme Analizi

Sertleşmiş sıva harcının kapiler (kılcal) su emme analizi TS EN 1015-18 standardında öngörülen deney sistematığına uygun olarak 40x160x40 mm boyutlu prizmatik harç örnekleri üzerinde yapılmıştır (Şekil 4.43). Sertleşmiş sıva harcının kılcal (kapiler) su emme sınıfı TS EN 998-1 standardında 3 ayrı kategoride

sınıflandırılmıştır. W0, W1 ve W2 olarak kodlanmış olan bu grupta sertleşmiş harcın su geçirimsizlik ölçütü olarak nitelendirilmekte olup, W2 sınıfı harç kombinasyonları en yüksek su iticilik olgusuna sahip kompozisyonlar olarak tanımlanmaktadır. W1 sınıfı ise, orta su iticilikte malzeme türevi oluş, genellikle T1sı yalıtım amaçlı kompozit harçlar (T grubu) için W1 sınıfı kapiler su emicilik özelliği aranmaktadır.



Şekil 4.41. Sertleşmiş sıva harcının kapiler su emme analizi.

7 agrega ve 5 ayrı boyuttaki malzeme ile elde edilen taze harç karışımlarının priz almış numuneleri üzerinde yapılan kapiler su emme deneysel bulguları ise Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Harç örneklerinin kapiler su emme analizi

Numune No	Başlangıç	10 dakika Su	90 dakika Su	Su Emme Katsayısı C (kg/m ² dak ^{0,5})	Sertleşmiş Harç Sınıfı (TS EN 998- 1'e göre)
	Kuru Ağırlık	Teması Sonrası	Teması Sonrası		
	M0 (gr)	Nemli Ağırlık M1 (gr)	Nemli Ağırlık M2 (gr)		
G. Pomzası -2+1 mm	233,4	233,9	234,3	0,040	W2
G. Pomzası -1+0,5 mm	223,9	224,0	224,6	0,063	W2
G. Pomzası -0,5+0,25 mm	218,1	218,2	218,7	0,050	W2
G. Pomzası -0,25+0,063mm	225,7	226,2	227,3	0,110	W2
G. Pomzası -0,063mm	235,0	235,1	235,7	0,057	W2
G. Tüf -2+1 mm	284,2	284,4	284,8	0,043	W2
G. Tüf -1+0,5 mm	253,1	253,3	253,9	0,057	W2
G. Tüf -0,5+0,25 mm	252,2	252,7	253,7	0,100	W2
G. Tüf -0,25+0,063mm	248,0	248,5	248,8	0,037	W2
G. Tüf -0,063mm	254,5	255,0	256,1	0,117	W2
K. Pomzası -2+1 mm	223,8	224,4	225,6	0,117	W2
K. Pomzası -1+0,5 mm	221,9	222,7	224,1	0,137	W2
K. Pomzası -0,5+0,25 mm	211,9	212,2	213,0	0,080	W2
K. Pomzası -0,25+0,063mm	223,9	224,0	224,5	0,057	W2
K. Pomzası -0,063mm	242,3	242,5	242,8	0,033	W2
N. Pomzası -2+1 mm	222,9	223,1	223,8	0,073	W2
N. Pomzası -1+0,5 mm	215,0	215,4	216,7	0,123	W2
N. Pomzası -0,5+0,25 mm	195,9	196,2	197,2	0,100	W2
N. Pomzası -0,25+0,063mm	216,8	217,7	218,8	0,110	W2
N. Pomzası -0,063mm	232,4	232,7	233,2	0,050	W2
V.Cüruf -2+1 mm	245,5	245,8	246,9	0,110	W2
V.Cüruf -1+0,5 mm	230,2	230,5	231,0	0,047	W2
V.Cüruf -0,5+0,25 mm	212,8	213,0	213,7	0,067	W2
V.Cüruf -0,25+0,063mm	207,1	207,5	208,5	0,097	W2
V.Cüruf -0,063mm	208,9	209,2	210,0	0,087	W2
Y.Y.G.Kil -2+1 mm	233,3	233,5	233,8	0,027	W2
Y.Y.G.Kil -1+0,5 mm	224,7	224,9	225,4	0,047	W2
Y.Y.G.Kil -0,5+0,25 mm	215,4	215,8	216,6	0,083	W2
Y.Y.G.Kil -0,25+0,063mm	203,3	203,9	205,6	0,177	W2
Y.Y.G.Kil -0,063mm	209,6	210,4	212,1	0,170	W2
K.Cürufu-2+1 mm	271,5	271,8	272,3	0,057	W2
K.Cürufu-1+0,5 mm	261,7	261,8	262,1	0,037	W2
K.Cürufu-0,5+0,25 mm	260,5	260,7	261,4	0,070	W2
K.Cürufu-0,25+0,063mm	240,7	240,7	241,3	0,060	W2

Çizelge 4.5. irdelendiğinde katkılı harç örneklerin kapilarite değerlerinin TS EN 998-1 standardına göre W2 sınıfı kapsamında yer aldığı görülmektedir. W2 sınıfı bu standarda göre yüksek özellikte su iticilik özelliği anlamına da gelmekte olup, her boyutta elde edilen harç örneklerinin sektörel bağlamda tamamen su itici malzemeler özellikteki yapı elemanları olarak kullanılabilceğini de temsil etmektedir.

1. Çalışmada yapılan analizlerin sonuçlarına bakıldığında;

- Tüm karışımların ortalama olarak ilk yayılma çap değerleri 150-155 mm dolayında olduğu görülmüştür. Ayrıca Gelincik pomzası, Gelincik tuf ve Kayseri pomzası ile yapılan taze harç örnekleri ilk prizini ortalama 4,0 saatte tamamlarken diğer malzemelerle yapılan taze harçlar ilk prizini ortalama 2,5-3,0 saatte tamamlamaktadır. Bu sebeple işlenebilme sürelerine göre Nevşehir pomzası, volkanik cüruf, yüksek yoğunluklu genişmiş kil ve kömür cürufu ile hazırlanmış taze harçların, Gelincik tuf, Gelincik pomzası ve Kayseri pomzasına göre işlenebilme süreleri daha kısa olduğundan uygulamalar sırasında problemler oluşabilir. Harçlar genel olarak 6,5-7,0 saat sonra sertleşmeye başlamıştır. Boyuta göre işlenebilme süreleri bakıldığında, bütün taze harç karışımlarında -0,063 mm ve -0,25-0,063 mm boyutlarında işlenebilme özelliğinin diğer 3 boyuta göre daha iyi olduğu görülmektedir. Kömür cürufu ile yapılan taze harç karışımlarının işlenebilme süreleri çok düşüktür.
- Vicat iğnesi metodu ile yapılan priz alma süresinin (sertleşme süresi) tayini metoduna göre, genel olarak yukarıdaki karışım kombinasyonlarında taze harçlar ortalama 10 saat de ilk prizini tamamlamaktadır. – 0,063 mm boyutundaki karışımlardan elde edilen taze harçlar ilk prizini ve son prizini diğerlerinden önce tamamlamaktadır. Karışımlar son prizini ise ortalama 15,5-16,0 saatte tamamlamaktadırlar. Gelincik pomzası, Gelincik tufu, Kayseri pomzası kullanılarak hazırlanan karışım kombinasyonlarından elde edilen taze harçların priz alma süreleri bakımından tane boyut farklılığına rağmen belirgin bir fark görülmemiştir.

- Yapılan çalışmada kompozit sıva numunelerinin birim hacim kütle değerlerine bakıldığında, malzemelerin kür sürelerine bağlı olarak bünyelerinden nem atıkları görülmüştür. Karışımlarda kullanılan malzemelerden Gelincik pomzalı ve Gelincik tüfü ile yapılan kompozitlerde ara boyutlarda nem atma oranı yüksektir. Bunun nedeni bu iki malzemenin ara boyutlarda açık gözenek oranının birbirine yakın olmasından kaynaklanmaktadır. Diğer malzemelerde ise bütün boyutlarda bünyeden nem atma oranları birbirine yakındır.
- 28. Gün kür sürelerine göre basınç dayanımlarına bakıldığında, karışımlar genel olarak CS II sınıfında yer almaktadır. Gelincik pomzalı ve gelincik tüflü karışımların bazıları ve kömür cürufu ile yapılan kompozit harçlar CS IV sınıfında yer almakta olup yüksek mukavemetli harç olarak adlandırılabilir. Genel olarak bakıldığında kömür cürufu haricinde Gelincik pomzalı, Gelincik tüflü ve Kayseri pomzalı kompozit karışımı harçların mukavemeti, Nevşehir pomzalı, volkanik cürufu ve yüksek yoğunluklu genleşmiş killere göre daha yüksek değerlere sahiptir.
- 28. Gün kür sürelerine göre eğilme dayanımlarının basınç dayanımları ile doğru orantılı olduğu görülmüştür. Gelincik pomzalı ve gelincik tüflü karışımların bazıları ve kömür cürufu ile yapılan kompozit harçların eğilme dayanımları diğer karışımlara göre yüksektir.

Gelincik pomzası, Gelincik tüf, Kayseri pomzası, Nevşehir pomzası, volkanik cüruf, yüksek yoğunluklu genleşmiş kil ve kömür cürufu ile yapılan analizler sonucunda; Gelincik pomzası, Gelincik tüf ve kayseri pomzası ile yapılan taze harçların işlenebilme ve priz alma süreleri diğer agregalarla hazırlanan karışımlara göre nispeten daha iyi olduğu görülmüştür. Gelincik pomzası ve Gelincik tüf ile yapılan karışımların bünyeden nem atma olgusu daha iyidir. Basınç dayanımı ve eğilme dayanımı değerlerine bakıldığında en iyi mukavemeti kömür cürufunun sağladığı görülmektedir. Bunun yanı sıra Gelincik pomzası, Gelincik tüfü ve Kayseri pomzası

ile yapılan karışımların mukavemet değerlerinin diğer agregalarla yapılan karışımlara göre daha iyi olduğu görülmüştür.

Bu sonuçlara göre;

Bütün agregaların kompozit yapımında kullanılabilceği görülmüştür. Ancak mikronize agrega türlerinin optimum koşullar açısından irdelenmesi yapıldığında en uygun agregaların Gelincik pomzası, Gelincik tuf ve Kayseri pomzası olduğu görülmektedir.

4.3.2.Optimize Edilmiş Agrega Türlerinin Kompozit Harç Olarak İrdelenmesi

Agregaların kompozit yapıda sıva harcı olarak kullanılabilirliği üzerine düzenlenen 1. Çalışma Programı kapsamında kullanılan 7 adet agrega türünden en uygun 3 agrega türü seçilerek 2. çalışma programı belirlenmiştir: **Isparta Gelincik Pomzası**, **Isparta Gelincik Bölgesi Tüfü**, ve **Kayseri Pomzası**. Karışım kombinasyonlarında;

- -0,063 mm,
- -0,5+0,25 mm,
- -1 +0,5 mm,
- -2 +1 mm

olarak boyutlandırılmış mikronize malzemeler her bir karışım içerisinde belirli oranlarda kullanılmıştır. Ayrıca çimento oranı ağırlıkça %30 ve % 40 olarak belirlenmiştir. Bu karışımların tamamında, su/katı oranı ortalama 0,70, perlit, kireç ve diğer polimerik bileşenlerin kullanım oranları ise sabit olarak tutulmuştur. Toplam 2 adet karışım kombinasyonunda 6 adet karışım hazırlanarak, 40x160x40 mm prizmatik ve 50x50x50 mm boyutlu küp sıva harcı örnekleri hazırlanmıştır.

Bu çalışma bölümünde Çizelge 4.6'da verilen 2 adet temel karışım kompozisyonu kullanılmıştır.

Çizelge 4.6. Kompozit yapıdaki bileşenler ve ağırlıkça karışım oranları.

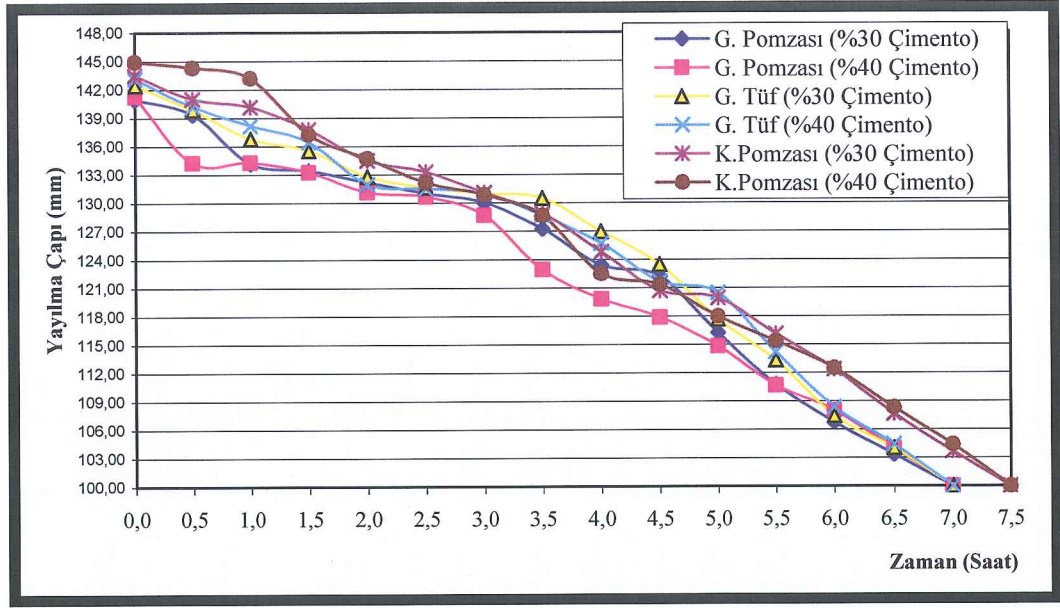
Malzeme	Ağırlıkça Miktar	Ağırlıkça Miktar
	(%)	(%)
	Karışım 1	Karışım 2
-63 Mikron	11,525	8,525
- 250 + 63 Mikron	11,525	8,525
-1000 + 500 mikron	7,68	5,68
- 2000 + 1000 Mikron	7,68	5,68
Portland Çimento	30,00	40,00
Genleşmiş Perlit	10,00	10,00
Kireç	9,00	9,00
Dolgu Malzemesi	9,00	9,00
Polimer Katkılar	3,59	3,59
Toplam	100,00	100,00

Bu çalışmada, kompozit sıva harcı içerisindeki mikronize malzeme miktarının dayanıma etkisini belirleyebilmek için başlıca şu teknik değerler analiz edilmiştir:

- Taze harcın kıvam analizi,
- Taze harcın priz alma süresi analizi,
- Birim ağırlık analizi,
- Basınç dayanım analizi,
- Eğilme dayanım analizi,
- Kapiler su emme analizi,
- İnce kesit yapısal inceleme.

Bu analizlere ilişkin detay irdelemeler aşağıdaki bölümlerde verilmiştir.

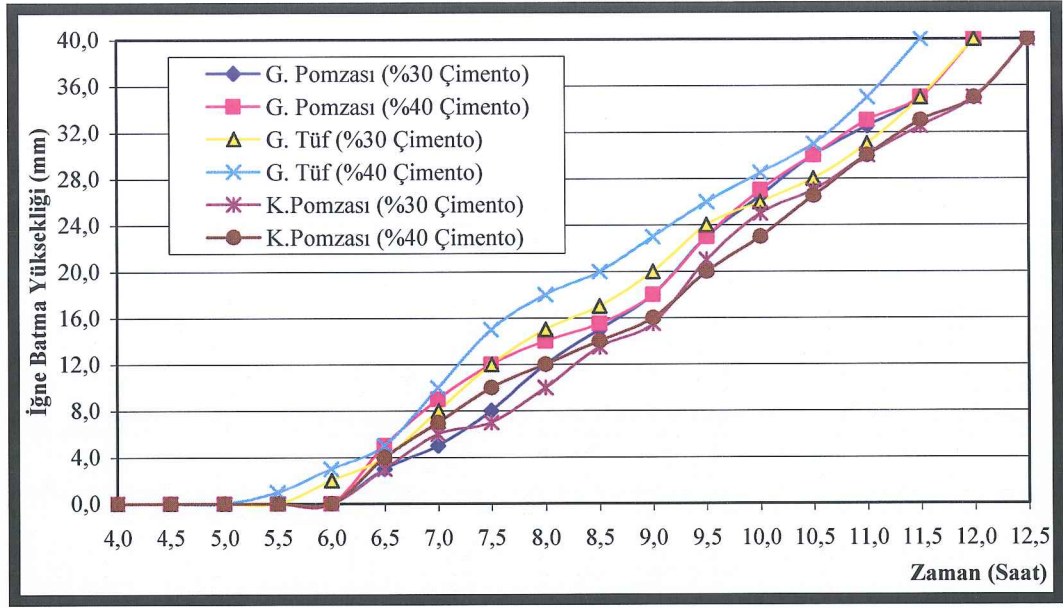
3 farklı malzeme ve 2 farklı çimento oranı ile yapılan harç karışımlarının akma tablası yardımıyla kıvam analiz bulguları Şekil 4.42 `de verilmiştir.



Şekil 4.42. Gelincik pomzası, Gelincik tüf ve Kayseri pomzası ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı kıvam analizi.

Her karışımdan elde edilen taze harç örneklerinin kıvam analiz bulguları irdelendiğinde, 130 mm işlenebilirlik sınırı olduğu için, bu sıvaların işlenebilirlik sınırı ortalama 3-3,5 saat seviyelerinde olduğu gözlenmiştir. Gelincik pomzası ve Gelincik tüf içeren sıva numunelerinin çimento miktarına bağlı olarak daha çabuk işlenebilirliğini (6,5 saat) tamamlamıştır. Kayseri pomzası içeren karışımlar ise işlenebilirliğini 7,00 saatte tamamlamıştır.

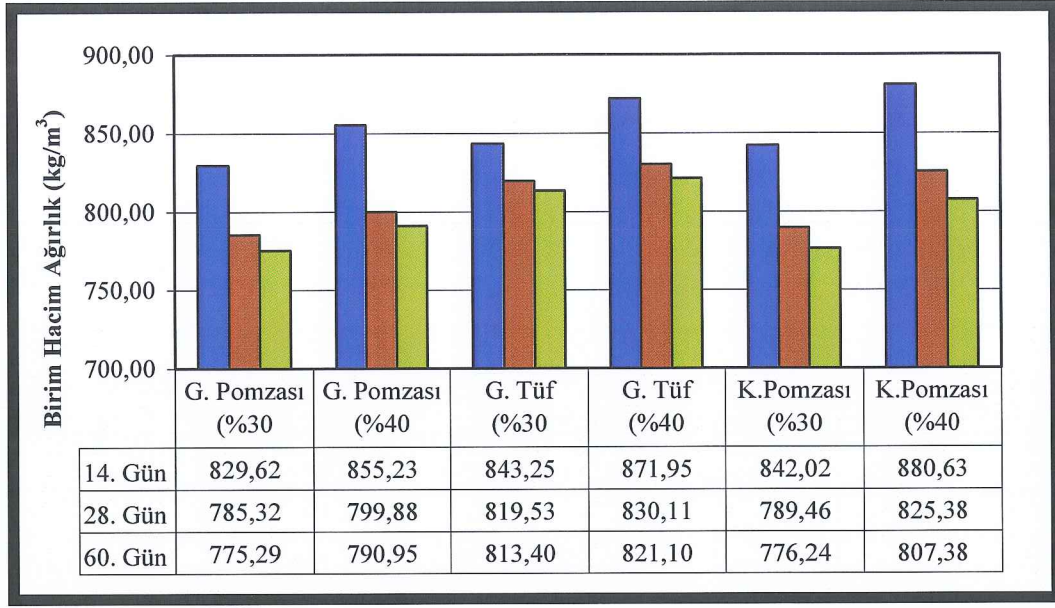
3 farklı malzeme ve 2 farklı çimento oranı ile yapılan harç karışımlarının priz alma sürelerine ait bulgular Şekil 4.43'de verilmiştir.



Şekil 4.43. Gelincik pomzası, Gelincik tüf ve Kayseri pomzası ile hazırlanmış taze harçların zamana bağlı priz alma süresi analizi.

Taze harç örneklerinin priz alma analiz bulguları irdelendiğinde, ilk priz alma süresi ortalama 7,00 saat de başlamıştır. Gelincik pomzası ve Gelincik tüf içeren sıva numunelerinin çimento miktarına bağlı olarak yaklaşık 11 saate priz aldığı görülmüştür. Kayseri pomzası içeren karışımlar ise 12,5 saatte prizini almıştır.

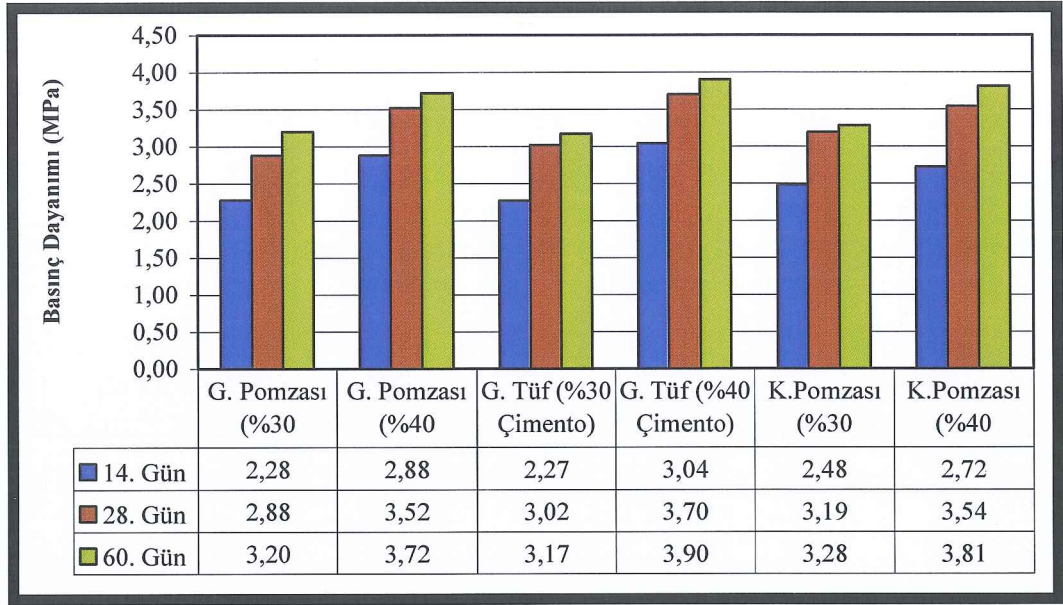
1 farklı malzeme ve 2 farklı çimento oranı ile yapılan harç karışımlarının birim hacim ağırlık değerlerine ait bulgular Şekil 4.44`de verilmiştir.



Şekil 4.44. Gelincik pomzası, Gelincik tüf ve Kayseri pomzası ile yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı birim hacim kütle ilişkisi.

3 farklı agrega ve 2 farklı çimento oranı ile yapılmış kompozit malzemelerin, kür süresine bağlı olarak birim hacim kütle değerleri azalmıştır. 28. gün sonunda %30 çimento oranına sahip karışımların birim hacim ağırlıkları %40 çimento oranına sahip karışımlardan daha düşüktür. Grafikselsel analizde de görüldüğü gibi çimento oranının artması ile birim hacim ağırlık doğru orantılı olarak artmaktadır. Birim hacim ağırlık analizinde görüldüğü gibi malzemeler 14. günle 60. gün arasında bünyesinden yaklaşık olarak bünyesinden %8-10 nem atmıştır.

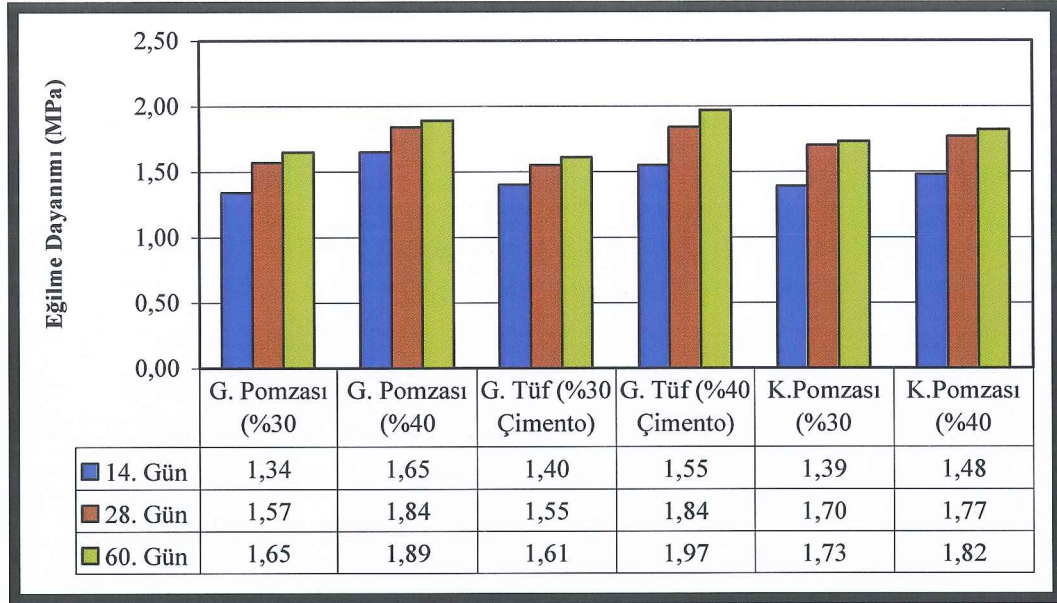
3 farklı malzeme ve 2 farklı çimento oranı ile yapılan harç karışımlarının basınç dayanım değerlerine ait bulgular Şekil 4.45`de verilmiştir.



Şekil 4.45. Gelincik pomzası, Gelincik tüf ve Kayseri pomzası ile yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı basınç dayanım ilişkisi.

Üç farklı agrega ve iki farklı çimento oranı ile yapılmış kompozit malzemelerin, 28 günlük kür sonrası basınç dayanım değerlerinde, 14. gün dayanım değerlerine göre belirgin bir artış görülmektedir. Grafiksiz analizde de görüldüğü gibi çimento oranını artışına bağlı olarak basınç dayanımlarında da bir artış vardır. Gelincik pomzası ile yapılmış kompozit malzemelerin çimento oranının artışına bağlı olarak, 28. gün basınç dayanımları arasında % 22'lik bir fark vardır. Gelincik tüfü ile yapılmış kompozit malzemelerin çimento oranının artışına bağlı olarak, % 22,5'lik bir fark vardır. Kayseri pomzası ile yapılmış kompozit malzemelerin çimento oranının artışına bağlı olarak, % 11'lik bir fark vardır. Bütün karışımlar, TS EN 998-1 standardında öngörülen basınç dayanım sınıfına göre CS II sınıfında yer almaktadırlar.

3 farklı malzeme ve 2 farklı çimento oranı ile yapılan harç karışımlarının eğilme dayanım değerlerine ait bulgular Şekil 4.46'da verilmiştir.



Şekil 4.46. Gelincik pomzası, Gelincik tüf ve Kayseri pomzası ile yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı eğilme dayanım ilişkisi.

Üç farklı agrega ve iki farklı çimento oranı ile yapılmış kompozit malzemelerin, 28 günlük kür sonrası basınç dayanım değerlerinde, 14. gün eğilme dayanım değerlerine göre belirgin bir artış görülmektedir. Grafikselsel analizde de görüldüğü gibi çimento oranını artışına bağlı olarak eğilme dayanımlarında da bir artış vardır. Gelincik pomzası ile yapılmış kompozit malzemelerin, 28. gün eğilme dayanımları arasında çimento oranının artışına bağlı olarak % 17'lik bir fark vardır. Gelincik tüfü ile yapılmış kompozit malzemelerin, 28. gün eğilme dayanımları arasında çimento oranının artışına bağlı olarak % 19'luk bir fark vardır. Kayseri pomzası ile yapılmış kompozit malzemelerin, 28. gün eğilme dayanımları arasında çimento oranının artışına bağlı olarak % 4'lük bir fark vardır.

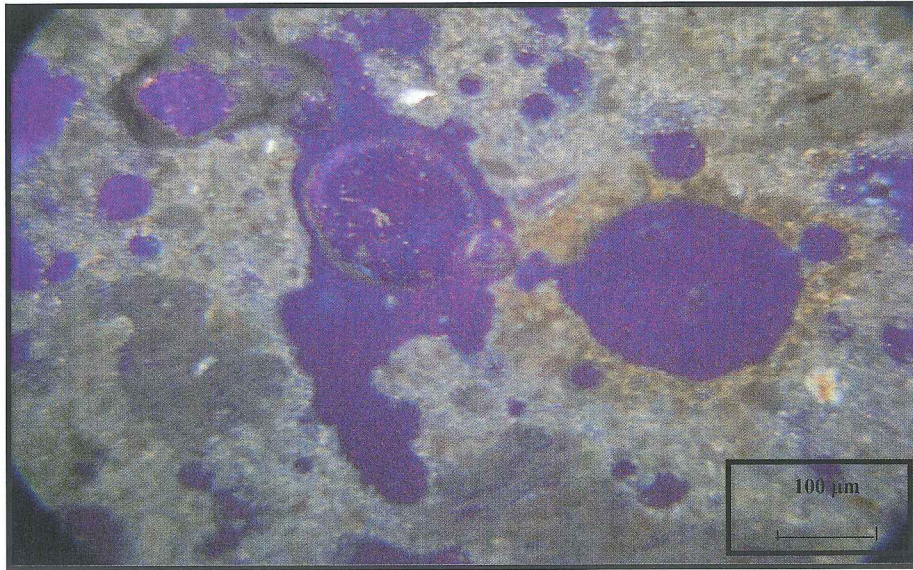
Üç farklı malzeme ve 2iki farklı çimento oranı ile yapılan harç karışımlarının priz almış numuneleri üzerinde yapılan kapiler su emme deneysel bulguları ise Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Harç örneklerinin kapiler su emme analizi

Numune No	Başlangıç	10 dakika Su	90 dakika Su	Su Emme Katsayısı C (kg/m ² dak ^{0,5})	Sertleşmiş Harç Sınıfı (TS EN 998-1'e göre)
	Kuru Ağırlık M0 (gr)	Teması Sonrası Nemli Ağırlık M1 (gr)	Teması Sonrası Nemli Ağırlık M2 (gr)		
G. Pomzası (%30 çimento)	201,0	202,4	210,5	0,813	W0
G. Pomzası (%40 çimento)	207,4	208,8	214,4	0,567	W0
G. Tüf (%30 çimento)	212,5	214,9	222,7	0,780	W0
G. Tüf (%40 çimento)	217,2	218,8	224,3	0,547	W0
K. Pomzası (%30 çimento)	204,9	206,2	213,5	0,723	W0
K. Pomzası (%40 çimento)	211,2	213,6	220,8	0,713	W0

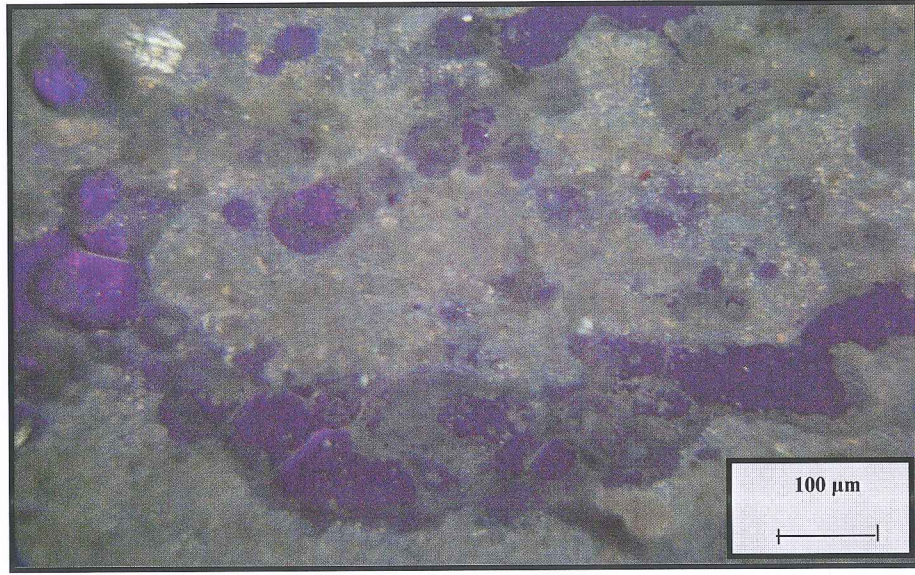
Çizelge 4.7 irdelendiğinde katkılı harç örneklerin kapilarite değerlerinin TS EN 998-1 standardına göre W0 sınıfı kapsamında yer aldığı görülmektedir.

Bu çalışma bölümünde kompozit sıva harcı içerisindeki mikronize malzeme miktarının dayanıma etkisinin incelenmesi açısından, prizini almış kompozit yapıda ki sıva numunelerinden ince kesitler yapılarak polarizan mikroskop altında incelenmiş ve yorumları yapılmıştır.



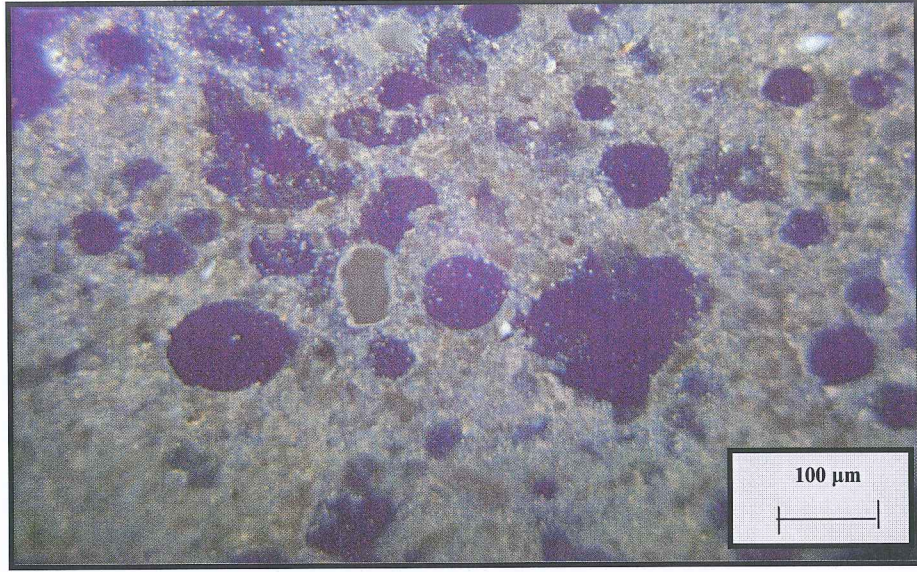
Şekil 4.47. Gelincik pomzası (%30 Çimentolu) içeren taneler arası bağ yapısının ince kesit fotoğrafı.

% 30 çimentolu Gelincik pomzası ile yapılan karışımın, matriks yapıdaki gözenek oluşumları tüflere oranla daha homojen veya daha düzenli şekillerde olduğu görülmektedir. Matriks doku daha stabil olup çok sayıda mineral bileşenlerinin matriks doku içerisinde yer aldığı gözlenmektedir. Gözenek cidarlarında yer yer silis kristalleşmeleri görülebilmektedir. Bu nedenle gözeneklerin iç cidarları daha geçirimsiz bir yapı sergileyebilmektedir.



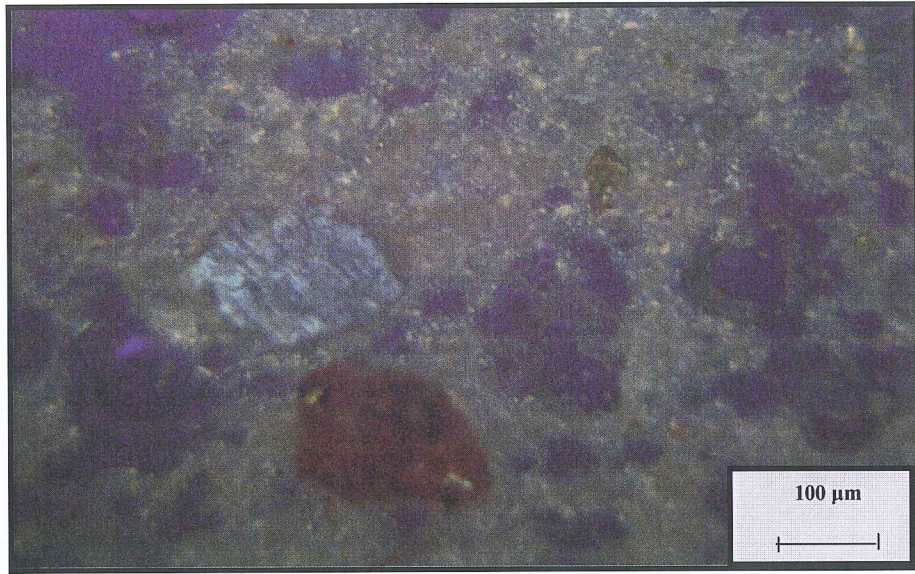
Şekil 4.48. Gelincik pomzası (%40 Çimentolu) içeren taneler arası bağ yapısının ince kesit fotoğrafı.

% 40 çimentolu Gelincik pomzası ile yapılan karışımın, gözenek olguları, % 30 çimentolu karışıma göre daha belirgin hale gelmiş olup matriks yapı toklaşmıştır. Gözenek iç cidarlarındaki iç kristalleşme olgusu biraz daha belirgin hale gelmiş olup, yapının diğer serilere göre daha mukavemetli bir matriks yapı oluşturduğu gözlenebilmektedir. Taneler arası ayrışma söz konusu değildir. Gerek minerallerin gerekse ana bileşen agrega tanelerinin matriks yapıya tutunması oldukça stabil görülmektedir.



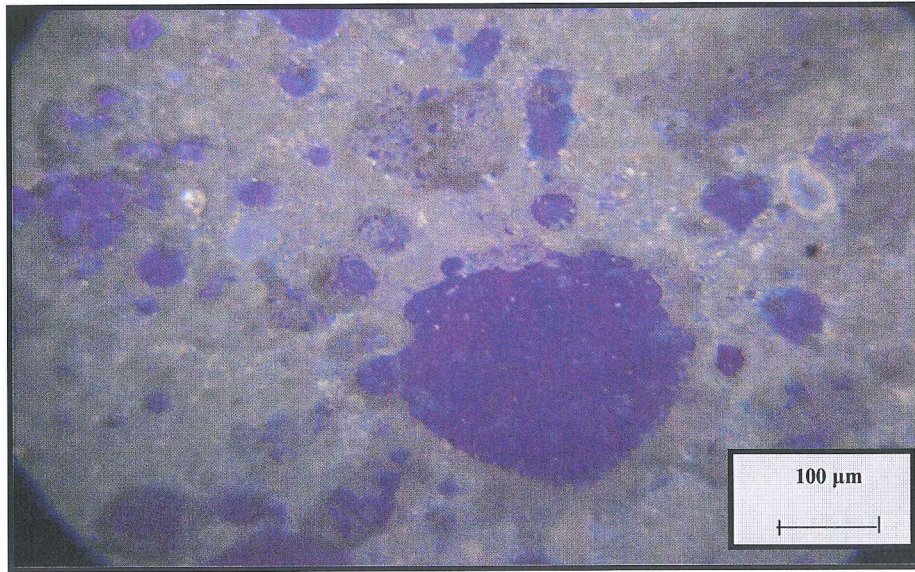
Şekil 4.49. Gelincik tuf (%30 Çimentolu) içeren taneler arası bağ yapısının ince kesit fotoğrafı.

% 30 çimentolu Gelincik tufu ile yapılan karışımda ki, matriks yapıda yer yer gözenekler yer alıp kompozit yapıdaki ana minerallerin matriks yapıyla örtüştüğü gözlenmiştir. Ancak bazı tanelerin çevreleriyle matriks yapı arasında kılcal zonlu boşlukların yer aldığı gözlenebilmektedir. Gözenek olgusu düzensiz dağılmış çoğunlukla dairesel geometrik şekle sahip olup yer yer gözenekler arasında kılcal geçişlerin oluştuğuda gözlenmektedir. Matriks yapının bağ olgusu kuvvetli gözükmektedir.



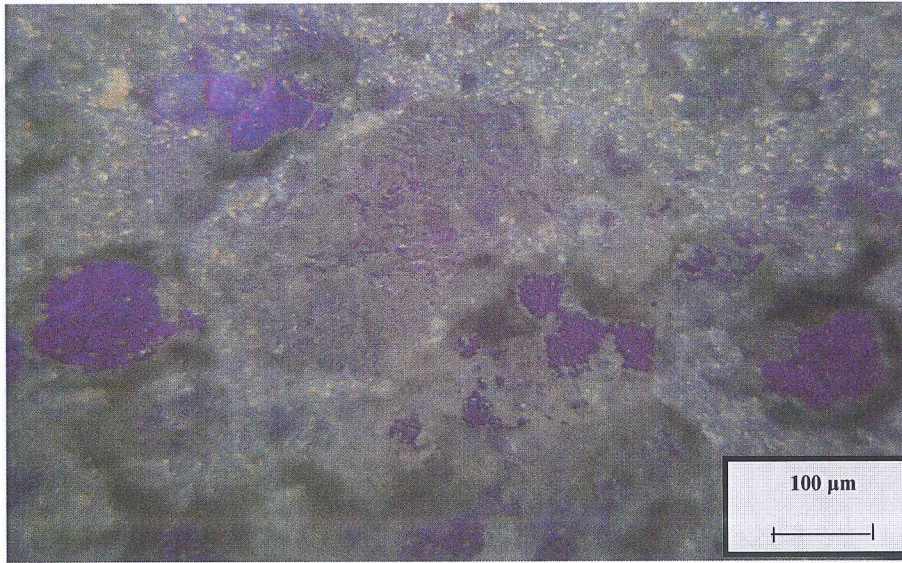
Şekil 4.50. Gelincik Tuf (%40 Çimentolu) içeren taneler arası bağ yapısının ince kesit fotoğrafı.

% 40 çimentolu Gelincik pomzası ile yapılan karışımın, matriks yapısı daha kuvvetli olup, gözenek olgusunun daha düşük olduğu gözlenmektedir. Kompoziti oluşturan ana bileşen agregalar ile matriks yapının daha kuvvetli bir bağ yaptığı görülmektedir. Mineral bileşenleri matriks yapı içerisine dağılmış olduğunda gözlenmektedir. Gözenekler arası kılcal geçişlilik düşük olup yok denecek kadar azdır. Çimento dozajının artmasından dolayı gözenekler arası boşluk daha azdır.



Şekil 4.51. Kayseri Pomzası (%30 Çimentolu) içeren taneler arası bağ yapısının ince kesit fotoğrafı.

% 30 çimentolu Kayseri pomzası ile yapılan karışımda, yapı çoğunlukla matriks den oluşmaktadır ve mineral bileşenleri matriks içerisine dağılıma konumunda gözlenmektedir. Gözenekler düzensiz bir dağılıma sahip olup gözenekler arası yer yer geçişli bir forum olduğu görülmektedir. Tanelerin matriks yapıya dokunak zonlarında ayrışma gözlenmemektedir. Matriks yapı olarak diğerlerinden daha zayıf bir olgu göstermektedir.



Şekil 4.52. Kayseri Pomzası (%30 Çimentolu) içeren taneler arası bağ yapısının ince kesit fotoğrafı.

% 40 çimentolu Kayseri pomzası ile yapılan karışımın, çimento dozajının artmasına paralel olarak matriks dokunun % 30 luk seriye oranla daha stabil olduğu görülmektedir. Gözenek oranı daha düşük olup gözeneklerin şekli düzensiz formda yer almaktadır. Çimento dozajına bağlı olarak gözenekler arasında yer alabilen kılcal geçişte kısmen bu seride kapanmaya başladığı gözlenmektedir. Matriks yapı içerisinde mineral bileşenleri saçılmış olup taneler arasında herhangi bir ayrışma diğer serilerde olduğu gibi gözlenmemektedir.

Tüm kesit incelemelerinde, karışımlar içerisine yer alan polimerik bileşenlerin harcın sertleşmesi sonrasında harç bünyesinde görülen minerallerin yapısını etkilemediği gözlenmiştir.

2. Çalışmada yapılan analizlerin sonuçlarına bakıldığında;

- Kompozit harçların işlenebilirlik sınırı su ilavesi yapılmadan 3,0-3,5 saat aralığında olduğu, su ilavesi yapılarak 6,5-7,00 saate kadar taze harçların kullanılabilceği görülmüştür.
- Kompozit harçların ilk prizini 7,00 saatte almaya başlamış, son prizini ise 11,00-12,00 saatte tamamlamıştır.
- Kompozit harçların birim hacim ağırlık değerlerinde belirgin bir fark görülmemiştir. Genel olarak birim hacim ağırlık değerleri 800 kg/m^3 civarındadır. Karışımlarda ki çimento oranının artışı ile doğru orantılı olarak, birim hacim değerlerinde de artış görülmektedir.
- Kompozit harçların, %40 çimentolu karışımların basınç dayanımları ve eğilme dayanımları %30 çimentolu karışımlara göre daha yüksektir. 3 agrega ile yapılan karışımlar birbiri ile kıyaslandığında mukavemet değerleri arasında belirgin bir fark yoktur. Basınç dayanımlarının, TS- EN 998-1 standardına göre CS II sınıfında er aldığı görülmüştür.
- Her üç karışımla ve iki farklı çimento ile yapılan kompozit harçların kapilarite değerleri arasında da belirgin bir görülmemektedir. TS – EN 998-1 standardına göre W0 sınıfında yer almaktadırlar.
- Kesitlere bakıldığında karışım içine giren polimerlerin yapıyı bozmadığı görülmektedir. Ayrıca her malzeme ile yapılan karışımlarda çimento oranı artıkça gözenek oranının azaldığı bağ yapısının artığı görülmüştür.

Gelincik pomzası, Gelincik tuf ve kayseri pomzası ile yapılan analizler sonucunda belirgin olarak bir ayırım yapılamamaktadır. Fakat 3. çalışma da kullanılan Gelincik tüflerin doğada rahat olarak bulunabileceğinden, doğal mikronize edilmiş halde bulunmasından ve ekstra olarak kırma elemeye ihtiyaç duyulmadığından tercih edilmiştir.

4.3.3.Mikronize Agrega Kullanımının Çimento Esaslı Kompozit Harcın Teknik Özelliklerine Etkisi

Tez çalışması kapsamında sürdürülmüş olan ilk iki çalışma programında elde edilen bulgular ışığında en uygun agrega doğal mikronize edilmiş halde bulunmasından dolayı **Gelincik Tüfü** olarak belirlenmiştir. Gelincik tüflü karışımlarda çimento oranının değişiminin kompozit sıva harcının mukavemete ve diğer teknik özelliklere etkisi detay olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle 6 farklı karışım kombinasyonu belirlenmiş olup, karışım kombinasyonlarında çimento oranları (%20-25-30-38-45-50) değiştirilerek analizler sürdürülmüştür. 6 adet karışımın TS EN 998-1 standardında öngörülen parametreler bağlamında bir dizi teknik analiz yapılmıştır.

Bu çalışma bölümünde de uygulanan 6 farklı karışım kombinasyonuna ait karışım bileşenleri Çizelge 4.8.'de verilmiştir.

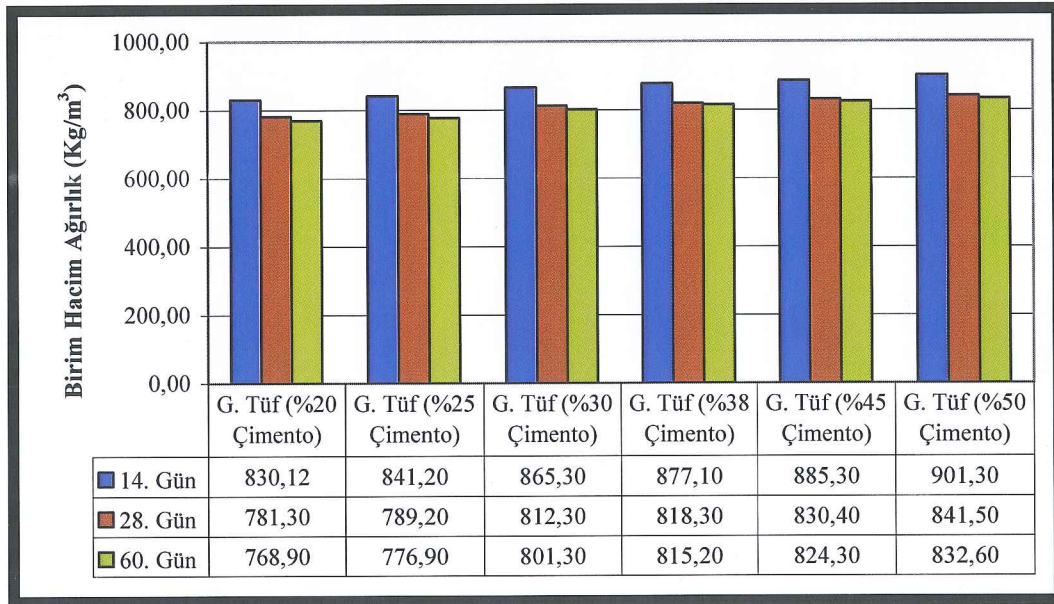
Çizelge 4.8. Gelincik tüf içerikli karışım kombinasyonları.

Malzeme	Ağırlıkça	Ağırlıkça	Ağırlıkça	Ağırlıkça	Ağırlıkça	Ağırlıkça
	Miktar	Miktar	Miktar	Miktar	Miktar	Miktar
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
	Karışım 1	Karışım 2	Karışım 3	Karışım 4	Karışım 5	Karışım 6
-0,063 mm	14,523	13,023	11,525	9,123	7,023	5,523
- 0,25 + 0,063 mm	14,523	13,023	11,525	9,123	7,023	5,523
-1,0 + 0,5 mm	9,682	8,682	7,68	6,082	4,682	3,682
- 2,0 + 1,0 mm	9,682	8,682	7,68	6,082	4,682	3,682
Portland Çimento	20,00	25,00	30,00	38,00	45,00	50,00
Genleşmiş Perlit	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Kireç	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
Dolgu Malzemesi	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
Polimer Katkılar	3,59	3,59	3,59	3,59	3,59	3,59
Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Gelincik tüflü karışımlarda çimento oranının değişiminin kompozit sıva harcının mukavemetine etkisinin incelenmesi üzerine yapılan analizlerde başlıca şu teknik değerler irdelenmiştir:

- Birim hacim ağırlık analizi,
- Basınç dayanım analizi,
- Kapiler su emme analizi,
- Kesitsel inceleme,
- Isı iletkenlik özelliği analizi.

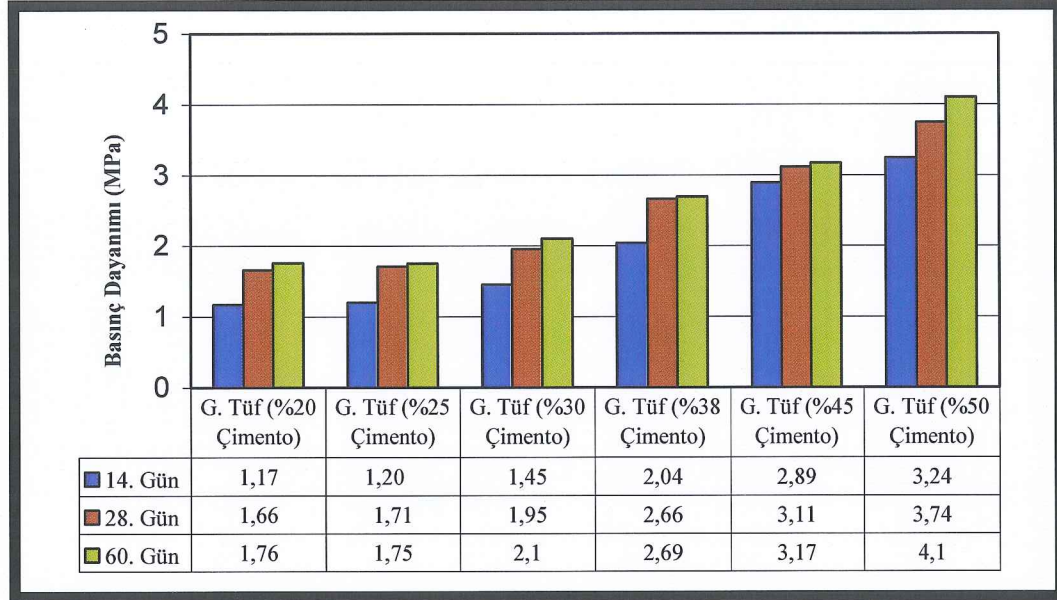
Gelincik tuf ve 6 farklı çimento oranı ile yapılan harç karışımlarının birim hacim ağırlık değerlerine ait bulgular Şekil 4.53.' de verilmiştir.



Şekil 4.53. Gelincik tuf ile yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı birim hacim kütle ilişkisi.

Gelincik tuf ile yapılmış kompozit malzeme örneklerinin, kür süresine bağlı olarak birim hacim kütle değerleri azalmıştır. Çimento oranına bağlı olarak birim hacim ağırlık değerlerinde de artış görülmektedir.

Gelincik Tüf ve 6 farklı çimento oranı ile yapılan harç karışımlarının basınç dayanım değerlerine ait bulgular Şekil 4.54.'de verilmiştir.



Şekil 4.54. Gelincik tüflü malzemelerle yapılan sıva numunelerinin zamana bağlı basınç dayanım ilişkisi.

Gelincik tüf ile yapılmış kompozit karışımların, grafiksel analizine bakıldığında çimento oranı artışına bağlı olarak basınç dayanımlarında artış olduğu görülmektedir. 28. gün basınç dayanımlarına göre; %20 çimentolu karışımla %50 çimentolu karışım arasında %125 'lik bir dayanım farkı görülmektedir. Basınç dayanımlarının, TS- EN 998-1 standardına göre CS II sınıfında yer aldığı görülmektedir.

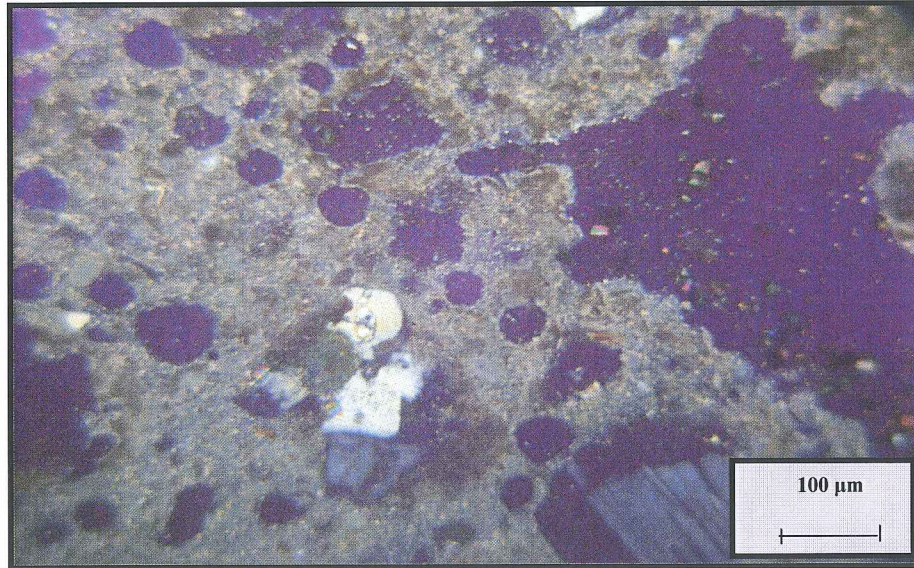
Gelincik tüflü ve 6 farklı çimento oranları ile yapılan harç karışımlarının priz almış numuneleri üzerinde yapılan kapiler su emme deneysel bulguları ise Çizelge 4,9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Harç örneklerinin kapiler su emme analizi

Numune No	Başlangıç Kuru Ağırlık M0 (gr)	10 dakika Su	90 dakika Su	Su Emme Katsayısı C (kg/m ² dak ^{0,5})	Sertleşmiş Harç Sınıfı (TS EN 998-1'e göre)
		Teması Sonrası Nemli Ağırlık M1 (gr)	Teması Sonrası Nemli Ağırlık M2 (gr)		
G. Pomzası (%20 çimento)	102,1	107,9	123,5	1,560	W0
G. Pomzası (%25 çimento)	101,5	105,5	119,0	1,355	W0
G. Pomzası (%30 çimento)	100,3	104,0	115,0	1,095	W0
G. Pomzası (%38 çimento)	112,2	116,1	124,6	0,855	W0
G. Pomzası (%45 çimento)	96,0	96,6	101,2	0,455	W0
G. Pomzası (%50 çimento)	102,0	103,1	107,5	0,445	W0

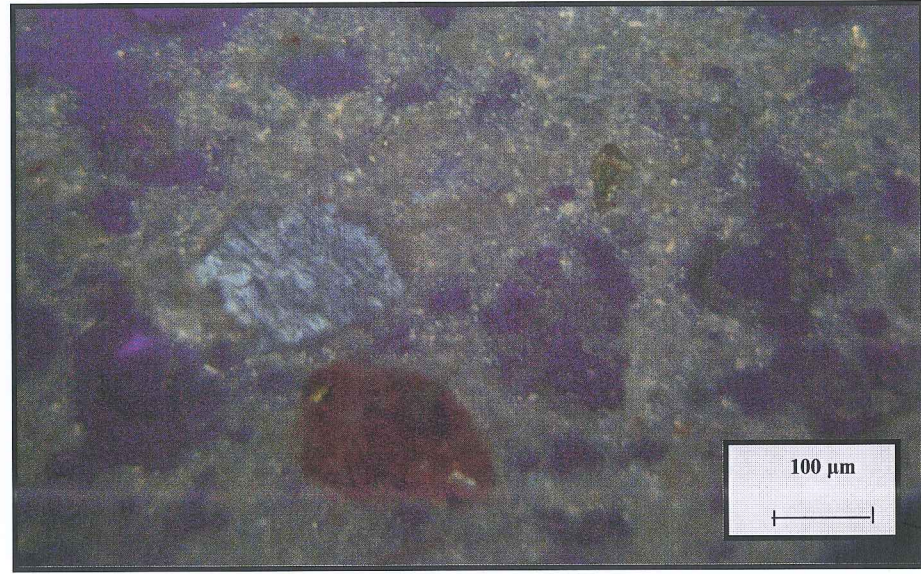
Çizelge 4.9. irdelendiğinde katkılı harç örneklerin kapilarite değerlerinin TS EN 998-1 standardına göre W0 sınıfı kapsamında yer aldığı görülmektedir.

Bu bölümde mikronize agrega kullanımının çimento esaslı kompozit harcın teknik özelliklerine etkisi ince kesitler yapılarak incelemesi yapılmıştır.



Şekil 4.55. Gelincik Tuf (%30 Çimentolu) içeren taneler arası bağ yapısının ince kesit fotoğrafı.

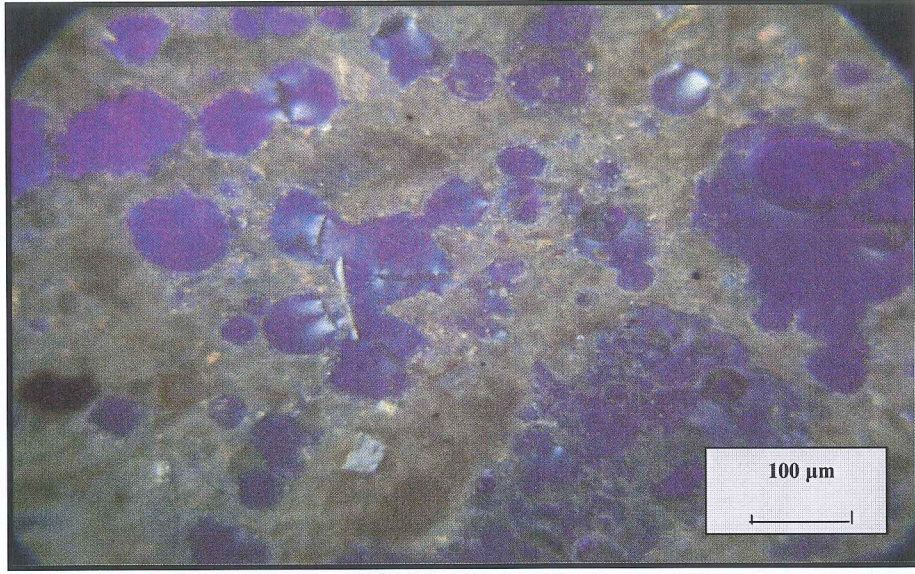
Matriks yapıda yer yer gözenekler yer alıp kompozit yapıdaki ana minerallerin matriks yapıyla örtüştüğü gözlenmiştir. Ancak bazı tanelerin çevreleriyle matriks yapı arasında kılcal zonlu boşlukların yer aldığı gözlenebilmektedir. Gözenek olgusu düzensiz dağılmış çoğunlukla dairesel geometrik şekle sahip olup yer yer gözenekler arasında kılcal geçişlerin oluştuğuda gözlenmektedir. Matriks yapının bağ olgusu kuvvetli gözükmemektedir.



Şekil 4.56. Gelincik Tuf (%38 Çimentolu) içeren taneler arası bağ yapısının ince kesit fotoğrafı.

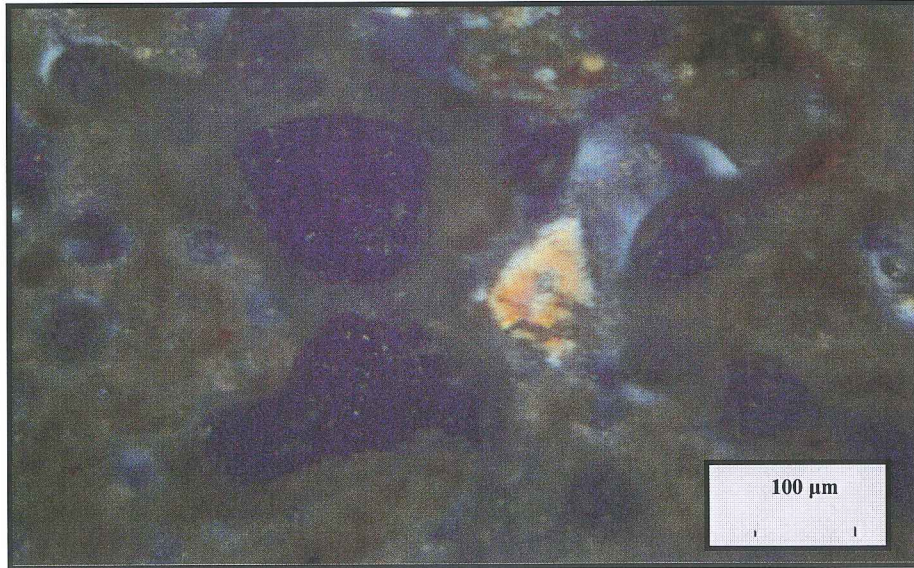
Bu seride matriks yapı daha kuvvetli olup gözenek olgusunun daha düşük olduğu gözlenmektedir. Kompoziti oluşturan ana bileşen agregalar ile matriks yapının daha kuvvetli bir bağ yaptığı görülmektedir. Mineral bileşenleri matriks yapı içerisine dağılmış olduğuda gözlenmektedir. Gözenekler arası kılcal geçişlilik düşük olup yok denecek kadar azdır.

Çimento dozajının artmasından dolayı gözenekler arası boşluk daha azdır.



Şekil 4.57. Gelincik Tuf (%45 Çimentolu) içeren taneler arası bağ yapısının ince kesit fotoğrafı.

Bu seride matriks yapı daha dolgun ve gözenek olguları daha sık dokulu olarak görülmektedir. Agregata bileşenleri ile matriks yapının bağ yapma olgusu kuvvetli gözükmemektedir. Minerallerde de matriks yapı içerisinde herhangi bir ayrışma gözlenmemektedir. Gözenekler arası geçiş yok denecek kadar azdır.



Şekil 4.58. Gelincik Tuf (%50 Çimentolu) içeren taneler arası bağ yapısının ince kesit fotoğrafı.

Matriks yapı hemen hemen çimentolaşmış olarak görülmektedir. Gözenek olgusu bu seride çok daha belirgin hale gelmiş olup dairesel kesitli geçişsiz birer gözenek oluşumu görülmektedir. Agrega matriks birleşim yerlerinde yüksek kohezif bir bağ dokusu görülmekte olup mineral bileşenler tamamıyla matriks doku tarafından sarılmıştır. Yapı oldukça mukavim görülmektedir.

200X400X50 mm boyutunda, 3,229 gr ağırlığında ve 817 kg/m^3 birim hacim ağırlığındaki, Gelincik tüfü ile elde edilmiş kompozit yapıdaki sıva harcının ısı iletkenlik deneyi, harcın priz süresi sonrasında etüv kurusu durumu için “Mahfazalı sıcak kutu yöntemi”ne göre yapılmış olup, bulgular çizelge 4.10 ve çizelge 4.11’de verilmiştir. Deneysel çalışmada kullanılan plaka şeklinde hazırlanmış test örnekleri sembolik olarak Şekil 4.59’da gösterilmiştir.



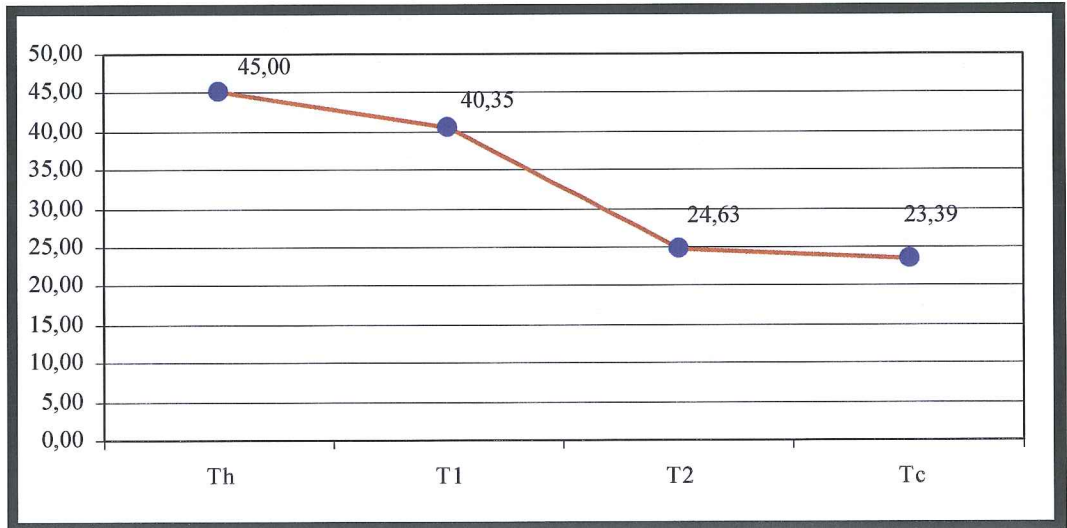
Şekil 4.59. Mahfazalı sıcak kutu yöntemine göre ısı iletkenlik ölçümü yapılmış deney numunelerinden bir görünüm.

Çizelge 4.10. Isı iletkenlik ölçümü sırasındaki deneysel ortam verileri.

	Sıcak Ortam Sıcaklığı Th (°C)	Soğuk Ortam Sıcaklığı Tc (°C)	Numune Sıcak Yüzey Sıcaklığı T1 (°C)	Numune Soğuk Yüzey Sıcaklığı T2 (°C)	Isı Akışı Q (W)	Isı Akış Yüzeyi A (m ²)	Numune Kesit Kalınlığı d (m)
Ortalama	45,00	22,8492	39,9870	23,9249	3,1421	0,0790	0,0498
Standart Sapma	0,00	0,5360	0,3640	0,7080	0,1560	0,0000	0,0000
Hesap Değerleri	45,00	23,3854	40,3507	24,6332	3,2985	0,0794	0,0498

Çizelge 4.11. Isı iletkenlik için hesaplanan veriler.

Isı Geçişi	U	1,923	W/m ² K
Isı İletimi	C	2,644	W/m ² K
Isı Direnci	R	0,378	m ² K/W
Toplam Isı Direnci	Ru	0,520	m ² K/W
Soğuk Kenardaki Yüzey Direnci	Rc	0,030	m ² K/W
Sıcak Kenardaki Yüzey Direnci	Rh	0,112	m ² K/W
Soğuk Yüzey Katsayısı	hc	33,309	W/m ² K
Sıcak Yüzey Katsayısı	hh	8,940	W/m ² K
Isı İletkenlik	λ	0,132	W/mK



Şekil 4.60. Numunenin ısı geçiş karakteristiği.

%30 çimento kullanım oranında hazırlanan kompozit harç karışımının 28 gün kür sonrası etüv kurusu durumda ısı iletkenlik değeri ortalama olarak 0,132 W/mK olarak belirlenmiştir. TS EN 998-1 standardında öngörülen harçların ısı iletkenlik sınıfları kategorisi bağlamında elde edilen bulgular irdelendiğinde ise, %30 çimento kullanım oranında hazırlanan bu kompozit harç karışımının “T2 grubu” ısı iletkenlik sınıfında yer aldığı görülmektedir. Ayrıca birim hacim ağırlık ile ısı iletkenlik katsayısı doğru orantılı olduğu için %20-25-38-45-50 çimento oranına göre yapılmış harçlarda T2 grubu ısı iletkenlik sınıfında yer almaktadır. 0,132 W/mK değerini ısı yalıtım karakteristiği açısından yorumlandığında ise, bu harç karışımı ile elde edilecek sıva ürünlerinin enerji verimliliğine yüksek katma değerler sağlayacağı görülmektedir.

3. Çalışmada yapılan analizlerin sonuçlarına bakıldığında;

- Gelincik tuf ile yapılmış kompozit malzeme örneklerinin, kür süresine bağlı olarak birim hacim kütle değerleri azalmıştır. Çimento oranına bağlı olarak birim hacim ağırlık değerlerinde de artış görülmektedir. Birim hacim ağırlık değerleri 800 kg/m³ civarında dır.
- Gelincik tuf ile yapılmış kompozit karışımların, basınç dayanımlarının, TS- EN 998-1 standardına göre CS II sınıfında yer aldığı görülmektedir.
- Gelincik tuf ile yapılmış kompozit karışımların, kapilarite değerlerinin TS EN 998-1 standardına göre W0 sınıfı kapsamında yer aldığı görülmektedir.
- Kesitlere bakıldığında karışım içine giren polimerlerin yapıyı bozmadığı görülmektedir. Ayrıca her malzeme ile yapılan karışımlarda çimento oranı artıka gözenek oranının azaldığı bağ yapısının artığı görülmüştür.
- TS EN 998-1 standardında öngörülen harçların ısı iletkenlik sınıfları kategorisi bağlamında elde edilen bulgular irdelendiğinde ise, %30 çimento kullanım oranında hazırlanan kompozit harç karışımının “T2 grubu” ısı iletkenlik sınıfında yer aldığı görülmektedir. Ayrıca birim hacim ağırlık ile ısı iletkenlik katsayısı doğru orantılı olduğu için %20-25-38-45-50 çimento oranına göre yapılmış harçlarda T2 grubu ısı iletkenlik sınıfında yer almaktadır.

5.SONUÇLAR

Bu tez çalışması kapsamında, mikronize malzemelerin tane boyutunun çimento esaslı kompozit yapıya etkisinin teknik açıdan kapsamlı bir şekilde incelenmesi için üç aşamalı çalışma yapılmıştır.

Mikronize agrega türünün optimum koşullar açısından irdelenmesi için yapılan analizlerde aşağıdaki genel sonuçlar elde edilmiştir.

Gelincik pomzası, Gelincik tuf, Kayseri pomzası, Nevşehir pomzası, volkanik cüruf, yüksek yoğunluklu genleşmiş kil ve kömür cürufu ile yapılan analizler sonucunda; Gelincik pomzası, Gelincik tuf ve kayseri pomzası ile yapılan taze harçların işlenebilme ve priz alma süreleri diğer agregalarla hazırlanan karışımlara göre nispeten daha iyi olduğu görülmüştür. Gelincik pomzası ve Gelincik tuf ile yapılan karışımların bünyeden nem atma olgusu daha iyidir. Basınç dayanımı ve eğilme dayanımı değerlerine bakıldığında en iyi mukavemeti kömür cürufunun sağladığı görülmektedir. Bunun yanı sıra Gelincik pomzası, Gelincik tufü ve Kayseri pomzası ile yapılan karışımların mukavemet değerlerinin diğer agregalarla yapılan karışımlara göre daha iyi olduğu görülmüştür.

Bu sonuçlara göre;

Bütün agregaların kompozit yapımında kullanılabileceği görülmüştür. Ancak mikronize agrega türlerinin optimum koşullar açısından irdelenmesi yapıldığında en uygun agregaların Gelincik pomzası, Gelincik tuf ve Kayseri pomzası olduğu görülmektedir.

Optimize edilmiş egraga türlerinin kompozit harç olarak irdelenmesi için, Isparta Gelincik pomzası, Isparta Gelincik bölgesi tufü, ve Kayseri pomzası kullanılarak - 0,063 mm, -0,5+0,25 mm, -1 +0,5 mm, -2 +1 mm olarak boyutlandırılmış mikronize malzemeler ve ağırlıkça %30 ve % 40 çimento oranlarında hazırlanan karışım kombinasyonları ile elde edilen kompozit yapılı sıva numunelerinin ayrıca ince kesitleri yapılarak yapısal incelemelerde bulunulmuştur.

Optimize edilmiş agrega türlerinin kompozit harç olarak irdelenmesinde aşağıdaki genel sonuçlar elde edilmiştir.

- Harçların işlenebilirlik sınırı su ilavesi yapılmadan 3,0-3,5 saat aralığında olduğu, su ilavesi yapılarak 6,5-7,00 saate kadar taze harçların kullanılabilceği görülmüştür.
- Kompozit harçların ilk prizini 7,00 saatte almaya başlamış, son prizini ise 11,00-12,00 saatte tamamlamıştır.
- Kompozit harçların birim hacim ağırlık değerlerinde belirgin bir fark görülmemiştir. Genel olarak birim hacim ağırlık değerleri 800 kg/m^3 civarındadır. Karışımlarda ki çimento oranının artışı ile doğru orantılı olarak, birim hacim değerlerinde de artış görülmektedir.
- Kompozit harçların, %40 çimentolu karışımların basınç dayanımları ve eğilme dayanımları %30 çimentolu karışımlara göre daha yüksektir. 3 agrega ile yapılan karışımlar birbiri ile kıyaslandığında mukavemet değerleri arasında belirgin bir fark yoktur. Basınç dayanımlarının, TS- EN 998-1 standardına göre CS II sınıfında er aldığı görülmüştür.
- Her üç karışımla ve iki farklı çimento ile yapılan kompozit harçların kapilarite değerleri arasında da belirgin bir görülmemektedir. TS – EN 998-1 standardına göre W0 sınıfında yer almaktadırlar.
- Kesitlere bakıldığında karışım içine giren polimerlerin yapıyı bozmadığı görülmektedir. Ayrıca her malzeme ile yapılan karışımlarda çimento oranı artıkça gözenek oranının azaldığı bağ yapısının arttığı görülmüştür.

Gelincik pomzası, Gelincik tuf ve kayseri pomzası ile yapılan analizler sonucunda belirgin olarak bir ayırım yapılamamaktadır. Fakat 3. çalışma da kullanılan Gelincik tüflerin doğada rahat olarak bulunabileceğinden, doğal mikronize edilmiş halde bulunmasından ve ekstra olarak kırma elemeye ihtiyaç duyulmadığından tercih edilmiştir.

Mikronize agrega kullanımının çimento esaslı kompozit harcın teknik özelliklerine etkisinin incelenmesi için, bu tez çalışması kapsamında sürdürülmüş olan ilk iki çalışma programında elde edilen bulgular ışığında en uygun agrega doğal mikronize edilmiş halde bulunmasından dolayı Gelincik tüfü olarak belirlenmiştir. Gelincik tüflü karışımlarda çimento oranının değişiminin kompozit sıva harcının mukavemete ve diğer teknik özelliklere etkisi detay olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle 6 farklı karışım kombinasyonu belirlenmiş olup, karışım kombinasyonlarında çimento oranları (%20-25-30-38-45-50) değiştirilerek analizler yapılmıştır. Bu analizler bağlamında TS EN 998-1 standardının öngördüğü prensiplere göre aşağıdaki teknik sonuçlar elde edilmiştir.

- Gelincik tuf ile yapılmış kompozit malzeme örneklerinin, kür süresine bağlı olarak birim hacim kütle değerleri azalmıştır. Çimento oranına bağlı olarak birim hacim ağırlık değerlerinde de artış görülmektedir. Birim hacim ağırlık değerleri 800 kg/m^3 civarında dır.
- Gelincik tuf ile yapılmış kompozit karışımların, grafiksel analizine bakıldığında çimento oranı artışına bağlı olarak basınç dayanımlarında artış olduğu görülmektedir. Basınç dayanımlarının, TS- EN 998-1 standardına göre CS II sınıfında yer aldığı görülmektedir.
- Gelincik tuf ile yapılmış kompozit karışımların, kapilarite değerlerinin TS EN 998-1 standardına göre W0 sınıfı kapsamında yer aldığı görülmektedir.
- Kesitlere bakıldığında karışım içine giren polimerlerin yapıyı bozmadığı görülmektedir. Ayrıca her malzeme ile yapılan karışımlarda çimento oranı artıkça gözenek oranının azaldığı bağ yapısının artığı görülmüştür.
- TS EN 998-1 standardında öngörülen harçların ısı iletkenlik sınıfları kategorisi bağlamında elde edilen bulgular irdelendiğinde ise, %30 çimento kullanım oranında hazırlanan kompozit harç karışımının “T2 grubu” ısı iletkenlik sınıfında yer aldığı görülmektedir. Ayrıca birim hacim ağırlık ile ısı iletkenlik katsayısı doğru orantılı olduğu için %20-25-38-45-50 çimento oranına göre yapılmış harçlarda T2 grubu ısı iletkenlik sınıfında yer almaktadır.

Bu tez çalışması kapsamında kullanılan farklı agregaların mikronize edilerek kompozit yapılı harçların ve sıvaların yapımında kullanılabilirliği ve genel olarak mikronize boyutların kompozit yapılı sıvalara olan etkisi ilgili standartlar kapsamında ve teknik olarak geniş bağlamda incelenmiştir. Bütün bu analizlerin sonuçları yukarıda özet olarak açıklanmıştır. Bu sonuçlar kapsamında görülmüştür ki; bu çalışmada kullanılan 7 farklı agrega farklı boyutlarda mikronize hale getirilmesiyle özellikle spesifik boyutlarda kompozit yapılı sıva üretiminde mukavemet açısından uygun bir performans gösterdiği görülmüştür. Fakat detaylı olarak hepsi incelemeye değin, Gelincik bölgesi tüfleri üzerinde detaylı olarak inceleme yapılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda TS EN 998-1 standardında öngörülen değerlerin sağlandığı ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla bu tez çalışması bilimsel anlamda literatüre önemli bir katkı sağladığı gibi, özellikle üretici ve kullanıcılar için yeni bir yapı malzemesinin kullanımını da gündeme gelmiştir.

6.KAYNAKLAR

Anonim, 2000. A technical report on the lightweight expanded clay aggregates (LECA). ESCSI, p.125, USA.

ASTMC 109 M-07 Standard Test Method For Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars

ASTM C 191-08, 2008. Standart Test Methods For Time of Setting of Hydraulic cement by Vicat Needle

Baba, A., 2001. Yatağan (Muğla) Termik Santrali Atık Depolama Sahasının Yer altı Sularına Etkisi.

Ceylan, H., 2005. Farklı Pomza Agregaları Türlerinden Elde Edilen Hafif Betonun Sıcaklık Etkisindeki Karakteristiği. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, 241s, Isparta.

Çevikbaş, A., İlgin, F., 1997. Türkiye Pomza Yataklarının Jeolojisi ve Ekonomisi, I. Isparta Pomza Sempozyumu, 26-28 Haziran, Isparta.

Davraz, M., Isparta Gelincik Yöresi Pomzalarının Endüstriyel Önemi. Türkiye Pomza Sempozyumu ve Sergisi, 15-17 Eylül 2005, Isparta, s23-32.

Demirdağ, S., Gündüz, L., 2003. Volkanik Cürüflerin İnşaat Endüstrisinde Hafif Beton Agregası Olarak Değerlendirilme Kriterleri. 3. Ulusal Kırmataş Sempozyumu, 3-4 Aralık 2003, İstanbul.

Demirdağ, S., 2005. Volkanik Cüruf Oluşumlarının İnşaat Endüstrisinde Hafif Yapı Malzemesi Olarak Değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen

Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, 206s, Isparta.

DPT, Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Yapı Malzemeleri III (Pomza, Perlit, Vermiküllit, Flogopit, Genleşen Killer) Çalışma Gurubu Raporu, Anlara, 2001.

Ekmekyapar, T., Örüng, İ., 1993. İnşaat Malzeme Bilgisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, No: 145, Erzurum.

Erdoğan, T. Y., 1995. Betonun Oluşturan Malzemeler - Agregalar. ODTÜ, 162 s. Ankara.

Gündüz L., Bekar M., Şapcı N., 2006. "Genleşen Killerin Doğal Yapı Malzemesi Olarak Değerlendirilmesi", Mühendislik Jeolojisinde Çağdaş Uygulamalar Sempozyumu, 25-27 Mayıs 2006, Denizli, s465-476.

Gündüz, L., Bekar, M., Şapcı, N., 2007. Influence of a new type of additive on the performance of polymer-lightweight mortar composites. Cement & Concrete Composites 29, 594–602.

Gündüz, L., 2009. Mikronize Pomza ve Kompozit Yalıtım Ürünleri Üretim – Tesis Yatırımları Ön Değerlendirmesi, Isparta

İgneous Rocks.İnternet Sitesi. <http://geology.csupomona.edu/alert/igneous/tuff.htm>. Erişim Tarihi:30.04.2011.

Konsan, 2005. Softharç ürün tanıtım kataloğu. İzmir.

Neville, A., M., 1996. Properties of Concrete, Fourth and Final Edition. Addison Wesley Longman Limited, Harlow, UK.

- Özgüven, A., 2009. Genleşen Kil Agrega Üretimi ve Endüstriyel Olarak Değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, 307s, Isparta.
- Özışık, İ., 2001. Wacker Polymer Systems (WPS) Vinnapas Dispersiyon Tozları ve Kuru Karışım Harç Teknolojisi. Seminer Notları, 80s, İstanbul.
- Şapıcı, N., 2008. Aksaray Bölgesi İgnimbirit Oluşumlarının Endüstriyel Agrega Olarak Değerlendirilmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 141s, Isparta.
- Şapıcı, N., Karcı, M., Şahin, M., Gündüz, L., Ceylan, H., 2009. Mikronize Andezitin Yalıtım Amaçlı Kompozit Harç Üretiminde Değerlendirilmesi Üzerine Teknik Bir Analiz
- Topçu, İ., B., 1988. Hafif Beton Özelliklerinin Kompozit Malzeme Olarak İncelenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul.
- Tolgay, A., Yasar, E., Erdogan, Y., 2004. Nevşehir Pomzasının Agrega olarak Betonda Kullanılabilirliğinin Araştırılması. 5. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu. 145-154, İzmir.
- Tulgar, E, 1969. Türkiye'nin Termik Elektrik Santrallerinde Kullanılan Kömürden Elde Edilen Cürufların Değerlendirilmesi, Türkiye Mühendislik Haberleri.
- TS EN 998-1, 2005. Kâgir harcı - Özellikler - Bölüm 1: Kaba ve ince sıva harcı (Specification for mortar for masonry - Part 1: Rendering and plastering mortar)
- TS EN ISO 8990, 2002. Kararlı durum ısı iletim özelliklerinin tayini, kalibre edilmiş ve mahfazalı sıcak kutu. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS 21, 2008. Çimento-Beyaz Portland Çimentosu-Bileşim Özellikleri ve Uygulama Kriteri

TS EN 197-1, 2002. Genel çimentolar bileşim, özellikler ve uygunluk kriterleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

TS EN 1015-3, 2000. Taze harç kıvamının tayini (yayıma tablası ile). Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 1015-10, 2000. Kâgir Harcı-Deney Metotları- Bölüm 10: Sertleşmiş Harcın Boşluklu Kuru Birim Hacim Kütlelerinin Tayini (Methods of test for mortar for masonry- Part 10: Determination of dry bulk density of hardened mortar).

TS EN 1015-11, 2000. Kâgir Harcı - Deney Metotları - Bölüm 11: Sertleşmiş Harcın Basınç ve Eğilme Dayanımının Tayini (Methods of test for mortar for masonry- Part 11: Determination of flexural and compressive strength of hardened mortar).

TS EN 1015-18, 2000. Kâgir harcı - Deney metotları - Bölüm 18: Sertleşmiş harcın kapiler etkiler esnasında su emme katsayısının tayini (Methods of test for mortar for masonry Part 18: Determination of water absorption coefficient due to capillary action of hardened mortar).

TS 1114 EN 13055-1, 2004. Hafif agregalar, beton, harç ve şerbette kullanım için. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

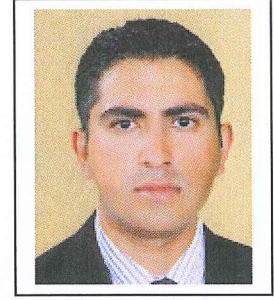
TS 21, 2008. Çimento-Beyaz Portland Çimentosu-Bileşim Özellikleri ve Uygulama Kriteri.

TS EN 459-1:2010. Yapı kireci - Bölüm 1: Tarifler, özellikler ve uygunluk kriterleri.

TS EN 1745 Kâgir ve kâgir mamulleri - Tasarım ısı değerlerinin tayini metotları
(Masonry and masonry products - Methods for determining design thermal
values).

TS EN 825 Isı Yalıtım Malzemeleri-Binalar İçin-Yüzey Düzlüğünün Tayini
(Thermal insulating products for building applications determination of
flatness).

ÖZGEÇMİŞ



Adı Soyadı : Mehmet ŞAHİN

Doğum Yeri ve Yılı: Gelendost / Isparta - 1984

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Isparta Gülistan Lisesi 2001

Lisans : Süleyman Demirel Üniversitesi Maden Mühendisliği 2006

Yüksek Lisans : Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalı 2008-....

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:

ISBAŞ A.Ş. (Isparta Belediyesi Bims Yapı Elemanları A.Ş.), 2007-2010

Güral İnternet ve Bilg. Hizm. Toprak San. Tic. A.Ş. (Gürallar Kiremit Fab.), 2010-....

Yayımları (SCI ve diğer makaleler):

1. Pomza Agregalı Hazır Hafif Sıva Ve Harçların Priz Sürelerinin Belirlenmesi Üzerine Teknik Bir Analiz.
2. Mikronize Andezitin Yalıtım Amaçlı Kompozit Harç Üretiminde Değerlendirilmesi Üzerine Teknik Bir Analiz.