

T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DEKORATİF YALITIMLI DIŞ CEPHE KAPLAMA PLAKA
ÜRETİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Nur Safa SEYRAN

Danışman: Prof. Dr. Lütfullah GÜNDÜZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA-2012

TEZ ONAYI

Nur Safa SEYRAN tarafından hazırlanan “Yalıtımlı Dekoratif Dış Cephe Kaplama Plaka Üretilebilirliği” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Süleyman Demirel Üniversitesi **MADEN MÜHENDİSLİĞİ** Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Lütfullah GÜNDÜZ

Süleyman Demirel Üniversitesi, Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Jüri Üyeleri:

Prof. Dr. Mehmet SALTAN

Süleyman Demirel Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Yrd. Doç. Dr. Yıldırım TOSUN

Süleyman Demirel Üniversitesi, Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Prof. Dr. Mehmet Cengiz KAYACAN

Enstitü Müdürü

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	viii
SİMGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1. Hafif Agregalar	4
2.1.1. Hafif agregaların sınıflandırılması	5
2.1.1.1. Doğal hafif agregalar	5
2.1.1.2. Yarı suni hafif agregalar	10
2.1.1.3. Suni hafif agregalar	12
2.2. Dekoratif Kaplama Taşları	14
2.2.1. Dekortif Kaplama Taşlarının Sınıflandırılması	15
2.2.1.1. Birim ağırlığı yüksek doğal dekoratif kaplama taşı	15
2.2.1.2. Birim ağırlığı düşük dekoratif kaplama taşı	17
2.2.1.3. Birim ağırlığı düşük dekoratif kaplama plakaları	19
2.2.1.4. Birim ağırlığı düşük ve izolasyon sağlayan dekoratif kaplama taşı	21
2.2.2. Dekoratif kaplama taşlarının özellikleri	23
2.2.3. Türkiye’deki dekoratif kaplama plakalarının üretimi	24
2.2.4. Yalıtım ve dış cephe dekoratif kaplama plakalarının avantajı	25
2.2.5. Dış cephesi dekortaif kaplamalı bina örnekleri	27
2.3. Kompozit Malzemeler	29
2.3.1. Takviye elemanının şekline göre kompozit malzemeler	30
2.3.2. Matriks cinsine göre kompozit malzemeler	31
3. MATERYAL VE YÖNTEM	35
3.1. Materyal	35
3.1.1. Kayseri pomzası	35

3.1.2. Nevşehir pomzası	35
3.1.3. Kütahya ignimbirit agregası	36
3.1.4. Volkanik cüruf agregası	36
3.1.5. Ham perlit	36
3.1.6. Toz genleşmiş perlit	36
3.1.7. Çimento	37
3.1.8. Polimer katkıları	37
3.1.9. Su	38
3.1.10. Laboratuvar deneylerinde kullanılan araçlar	38
3.1.10.1. Nokta yükleme cihazı	38
3.1.10.2. Isı yalıtım deneyinin yapıldığı muhafazalı sıcak kutu deney düzeneği	39
3.2. Yöntem	41
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	43
4.1. Dekoratif Kaplama Üretimi İçin Yalıtım Amaçlı Kompozit Harcın Oluşumu	43
4.2. Yalıtım plaka harçlarının kompozit bileşen olmadan üretilebilirlik analizi	44
4.3. Kompozit yapıda yalıtım plakalarının üretilebilirliği	66
4.4. Kompozit yalıtım plaka örneklerinin analizleri	81
5. SONUÇ	93
6. KAYNAKLAR	97
7. ÖZGEÇMİŞ	100

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DEKORATİF YALITIMLI DIŞ CEPHE KAPLAMA PLAKA ÜRETİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Nur Safa SEYRAN

**Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Lütfullah GÜNDÜZ

Bu tez çalışmasında dekoratif yalıtımlı kaplama taşlarının üretilebilirliği ile ilgili analizler TS EN 998-1 standardında belirtilen deneyler doğrultusunda yapıldı ve sonuçlar grafikler halinde listelenmiştir.

Yalıtımlı dekoratif kaplama plakalarının irdelenmesi için doğal taş agregalı kombinasyonlar oluşturulup çimento yüzdeleri değiştirilerek basınç dayanım ve birim hacim kütle değerlerinin değişimi incelenmiştir. Değişimlerin incelenmesiyle, çimento oranının artması ile kombinasyonların birim hacim kütle ve basınç dayanım değerlerinin de arttığı gözlenmiştir. Buna bağlı olarak da yalıtım özelliğinin düştüğü gözlenmiştir.

Bu nedenle de çıkardığımız teorik sonuca da uygun olarak gözenekli doğal taş agregaları ile düşük çimento oranında oluşturulan kombinasyonların yalıtım değerlerinin yüksek olduğu sonucu çıkarılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yalıtım, dış cephe kaplama, dekoratif, doğaltaş, agregaları.

2012, 100

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

Evaluation Of The Decorative Insulating Exterior Coating Plate Production

Nur Safa SEYRAN

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

Supervisor: Prof. Dr. Lütfullah GÜNDÜZ

In this thesis, analysis which are related to producibility of insulated decorative cladding stone were performed towards the experiments in accordance with TS EN 998-1 standard and the results are listed in charts.

Combinations of natural stone aggregates were formed and percentages of cement were changed to investigate the variation in values of compressive strength and unit weight, in order to study insulated decorative cladding plates. By examining changes in combinations, we observed that, the increase in proportion of cement cause an increase in the values of unit weight and compressive strength. Accordingly, the decrease in the insulation property was observed.

Therefore, in accordance with the the theoretical result, combinations which contain porous natural stone aggregates and low-cement ratio, have high value of insulation.

Key Words: Isolation, cladding, decorative, naturel, stone, aggregates.

2012, 100

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesiyle aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Prof. Dr. Lütfullah GÜNDÜZ’e teşekkürlerimi sunarım. Literatür araştırmalarımnda yardımcı olan değerli hocalarım Uzman Nükhet ŞAPCI ve Maden Mühendisi Mehmet KARCI ‘ ya, teşekkür ederim.

Araştırmanın yürütülmesinde maddi manevi yardımlarını gördüğüm İnşaat Mühendisi Deniz GÜL’e teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Nur Safa SEYRAN

ISPARTA, 2012

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Dış Cephe Kaplamasında Granit Kullanımı	16
Şekil 2.2. Birim Ağırlığı Yüksek Doğal Dekoratif Kaplama Taş Örnekleri.....	17
Şekil 2.3. Birim Ağırlığı Düşük Kaplama Taşı Örneği.....	18
Şekil 2.4. Birim Ağırlığı Düşük Dekoratif Kaplama Taşı Örneği	18
Şekil 2.5. Birim Ağırlığı Düşük Dekoratif Kaplama Taş Görünüm Örneği	19
Şekil 2.6. Birim Ağırlığı Düşük Dekoratif Kaplama Plaka Örnekleri	19
Şekil 2.7. Birim Ağırlığı Düşük Dekoratif Kaplama Plaka Örneği	20
Şekil 2.8. Birim Ağırlığı Düşük Dekoratif Kaplama Plaka Örnekleri	20
Şekil 2.9. Birim Ağırlığı Düşük Dekoratif Kaplama Plaka Örneği	21
Şekil 2. 10. Birim Ağırlığı Düşük ve İzolasyonlu Dekoratif Kaplama Taş Örneği	22
Şekil 2. 11. Birim Ağırlığı Düşük ve İzolasyonlu Dekoratif Kaplama Taş Örneği 2.	23
Şekil 2.12. Dış cephede birim ağırlığı düşük suni dekoratif kaplama taş kullanımı...	27
Şekil 2.13. Dış cephede birim ağırlığı düşük suni dekoratif kaplama taş kullanımı...	28
Şekil 2.14. Dış cephe kaplamasında birim ağırlığı düşük suni dekoratif kaplama taşı ve birim ağırlığı düşük dekoratif kaplama plakasının beraber kullanılması .	28
Şekil 2.15. Dış cephe kaplamasında birim ağırlığı düşük suni dekoratif kaplama plakalarının kullanımı	29
Şekil 3.1. Isı Yalıtım Deneyinin Yapıldığı Sıcak Kutu Deney Düzeneği.....	39
Şekil 3.2. Deney cihazının bölümleri ve sembolik ölçüm prensibi gösterimi	40
Şekil 4.1. Sertleşmiş kompozit harcın basınç dayanım analiz düzeneği.....	50
Şekil 4.2. KP1, KP2, KP3 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi.....	53
Şekil 4.3. KP1, KP2, KP3 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi	54
Şekil 4.4. KP4, KP5, KP6 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi	55
Şekil 4.5. KP4, KP5, KP6 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi	55
Şekil 4.6. VC1, VC2, VC3 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi	56
Şekil 4.7. VC1, VC2, VC3 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi.....	57
Şekil 4.8. VC5, VC6 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi.....	58
Şekil 4.9. VC4, VC5, VC6 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi.....	58
Şekil 4.10. Kİ1, Kİ2, Kİ3 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi	59
Şekil 4.11. Kİ1, Kİ2, Kİ3 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi	60

Şekil 4.12. Kİ4, Kİ5, Kİ6 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi	61
Şekil 4.13. Kİ4, Kİ5, Kİ6 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi	61
Şekil 4.14. NP1, NP2, NP3 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi	62
Şekil 4.15. NP1, NP2, NP3 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi	62
Şekil 4.16. NP4, NP5, NP6 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi	63
Şekil 4.17. NP4, NP5, NP6 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi	63
Şekil 4.18. P1, P2, P3 kombinasyonları – Basınç dayanım ilişkisi	64
Şekil 4.19. P1, P2, P3 kombinasyonları – Birim hacim kütle ilişkisi	65
Şekil 4.20. VC1, VC2, VC3 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi	71
Şekil 4.21 VC1, VC2, VC3 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi.....	72
Şekil 4.22. VC4, VC5, VC6 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi	73
Şekil 4.23. VC4, VC5, VC6 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi	73
Şekil 4.24. NP1, NP2, NP3 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi	74
Şekil 4.25. NP1, NP2, NP3 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi	75
Şekil 4.26. NP4, NP5, NP6 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi	76
Şekil 4.27. NP4, NP5, NP6 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi	76
Şekil 4.28. Kİ1, Kİ2, Kİ3 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi	77
Şekil 4.29. Kİ1, Kİ2, Kİ3 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi	78
Şekil 4.30. Kİ4, Kİ5, Kİ6 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi	79
Şekil 4.31. Kİ4, Kİ5, Kİ6 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi	79
Şekil 4.32. Laboratuvar Ortamında Üretilen, Renklendirilmiş Yalıtım Plaka Örneği..	82
Şekil 4.33. Laboratuvar Ortamında Üretilen, Renklendirilmiş Plaka Örneği	82
Şekil 4.34. Laboratuvar Ortamında Üretilen, Renklendirilmiş Plaka Örneği.....	83
Şekil 4.35. VC1 ve VC3 kombinasyonları - basınç dayanım ilişkisi	85
Şekil 4.36. VC1 ve VC3 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi	86
Şekil 4.37. NP3 ve NP4 kombinasyonları - basınç dayanım ilişkisi	87
Şekil 4.38. NP3 ve NP4 kombinasyonları – Birim hacim kütle ilişkisi	87
Şekil 4.39. Kİ3 ve Kİ5 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi	88
Şekil 4.40. Kİ3 ve Kİ5 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi	89
Şekil 4.41. . Laboratuvar ortamında oluşturulan Endüstriyel Boyutlu plaka	92

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. İllere göre işletme ruhsatı dağılımı	7
Çizelge 2.2. Sektördeki kuruluşlar ve faaliyet alanları	8
Çizelge 3.2. Deneysel çalışma programında kullanılan yöntemi ve standartları	42
Çizelge 4.1. Kayseri pomzası agregalı bileşenler ve ağırlıkları	45
Çizelge 4.2. Volkanik cüruf agregalı bileşenler ve ağırlıkları	46
Çizelge 4.3. Kütahya ignimbirit agregalı bileşenler ve ağırlıkları	47
Çizelge 4.4. Nevşehir pomzası agregalı bileşenler ve ağırlıkları	48
Çizelge 4.5. Ham Perlit agregalı bileşenler ve ağırlıkları	49
Çizelge 4.6. Kayseri pomzasının 7. ve 14. günlerde basınç dayanım ve birim hacim kütle değerleri	51
Çizelge 4.7. Kayseri pomzası agregalı harcın 7 ve 14. günlerde basınç dayanım ve birim hacim kütle değerleri	51
Çizelge 4.8. Kütahya ignimbirit agregalı harcın 7 ve 14. günlerde basınç dayanım ve birim hacim kütle değerleri	52
Çizelge 4.9. Ham perlit agregalı harcın 7 ve 14. günlerde basınç dayanım ve birim hacim kütle değerleri	52
Çizelge 4.9. Ham perlit agregalı harcın 7 ve 14. günlerde basınç dayanım ve birim hacim kütle değerleri	52
Çizelge 4.10.Nevşehir Pomza agregalı harcın 7 ve 14. günlerde basınç dayanım ve birim hacim kütle değerleri	53
Çizelge 4.11. Volkanik cüruf agregalı bileşenler ve ağırlıkları	67
Çizelge 4.12. Nevşehir pomzası agregalı bileşenler ve ağırlıkları	68
Çizelge 4.13. Kütahya ignimbirit agregalı bileşenler ve ağırlıkları	69
Çizelge 4.14. Volkanik cüruf agregalı harcın analiz bulguları	70
Çizelge 4.15. Nevşehir pomza agregalı harcın analiz bulguları	70
Çizelge 4.16. Nevşehir pomza agregalı harcın analiz bulguları	71
Çizelge 4.17. Nevşehir pomzası agregalı bileşenler ve ağırlıkları	84
Çizelge 4.18. Volkanik cüruf agregalı harcın analiz bulguları	84
Çizelge 4.19. Volkanik cüruf agregalı harcın analiz bulguları	84
Çizelge 4.20. Kütahya ignimbirit agregalı harcın analiz bulguları	85

Çizelge 4.22. Tüm agregalar ile elde edilen plaka örneklerinin ısı performans değerleri	90
Çizelge 4.23. Tüm agregalar ile elde edilen plaka örneklerinin geleneksel kaplama plaka uygulamasına göre enerji verimlilik oranları	91

SİMGELER DİZİNİ

A	Numune yüzey alanı, cm^2
BHA	Birim Hacim Ağırlık
CS I	Dayanım sınıfı
CS II	Dayanım sınıfı
CS III	Dayanım sınıfı
CS IV	Dayanım sınıfı
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
k	Isı akış katsayısı, $\text{W/m}^2\text{K}$
KKK	Karbon-Karbon Kompozitler
MMK	Metal matriks kompozitler
MTA	Maden Tetkik Arama
NK	Nano Kompozitler
PMK	Polimer Matriks Kompozitler
ρ	Özgül ağırlık
SMK	Seramik Matriks Kompozitler
TS	Türk Standartları
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
λ	Kuru durumdaki numunenin ısı iletkenlik değeri, W/mK
R	Isıl Direnç Değeri ($\text{m}^2\text{K/W}$)
U	Isıl Geçirgenlik Değeri ($\text{W/ m}^2\text{K}$)
İR	İşletme Ruhsatı

1. GİRİŞ

Dünyamızın her geçen gün ekolojik dengesinin bozulması ve bu bozulma sonucu doğamızda insanlık üzerinde olumsuz sonuçların oluşmaya başlaması ile dünya genelinde bu dengesizliğin durdurulabilmesi için çalışmalara başlanmıştır. Ülkemizde de bu dengesizliklerin önüne geçilebilmesi için çalışmalar uzun yıllardır yapılmaktadır. Bilinçsiz tüketim ile enerji kaynaklarının günden güne azalmasına, doğanın ekolojik dengesinin bozulmasına, ısınma giderlerinin pahalılaşmasına, atmosferde sera gazlarının birikmesine neden olmaktadır. Bu nedenle dünyada ve ülkemizde oluşturulan birtakım standart ve yönetmeliklerde belirtilen ısı yalıtımı kurallarına uyulması ve enerjinin verimli kullanılması gerekmektedir (Koçu ve Dereli, 2010).

İnşaat sektöründe, yapılarda yalıtımın doğru ve gerektiği şekilde uygulanması ile enerji tüketiminin azaltılması konusunda büyük adım atılmaktadır. Yapıların konfor şartlarına uygun, yalıtımlı bir formda inşa edilmesi ile enerji tüketiminin azaltılması sağlanarak dünya genelinde kabul gören standard ve yönetmeliklere uyularak ekolojik sistemin bozulmasının yavaşlatılmasında çok büyük katkı sağlanmaktadır. Dünyada, insanoğlu ekolojik düzeni en çok elektrik santrallerinde elektrik üretiminde, araba kullanırken, evlerimizi-iş yerlerimizi ısıtırken, sanayileşirken bozmaktadır (Gündüz, 2011). Elektrik santrallerinin yerine nükleer santraller, arabaların dizel modellerinin kullanılması, sanayilerde filtreleme ve yapıların ısıtılmasının en idealize şekilde gerçekleşmesi için de yalıtımlı hale getirilmeleri ile ekolojik sistemin bozulması çok yavaşlatılacaktır.

Yapılarda ısı yalıtımı uygulamaları ile binaların ısıtılmasında kullanılan enerji miktarları sınırlandırılabilir, dolayısıyla enerji tasarruflu yapılar üretilebilir. Yapılarda ısı yalıtımı sayesinde, ısıtma soğutma giderleri azalır ve bina içinde yaşayanlara yapı fiziği şartlarına uygun konforlu bir ortam sunulduğu için enerji tasarrufu da sağlanmış olunur (Koçu ve Dereli, 2010).

Isı yalıtımı ve binaların ısı performansları, enerji verimliliği bakımından günümüzün en önemli konularından birisi olmuşken, doğal malzemeler ile yalıtım elemanlarının geliştirilmesi, uygulanması ve ısı performanslarının analiz edilmesi de bir o kadar önemli bir konu olmuştur. Bu nedenle mineral esaslı harçların geliştirilmesi için araştırma çalışmaları birçok araştırmacı tarafından sürdürülmektedir (Şapcı vd., 2009). Doğal malzemeler ile oluşturulan kompozit yapı malzemeleri hem çevre kirliliğinin önüne geçilmesinde hem de insan sağlığının korunmasında en iyi çözümdür. Bu nedenle hem dünyada hem de ülkemizde kimyasal içeriği fazla olan kompozitlerin yerine mineral esaslı harç yapısına sahip düşük polimer katkılı kompozitler oluşturulmaktadır.

Doğanın korunması, çevre kirliliği, enerji tasarrufu konularının yanında yine bu konular kadar önemli bir konu da yapıların ölü ağırlığının gerektiğince düşük olmasıdır. Yapılarda dekorasyon amaçlı binaların dışını taşlarla kaplamak görüntüyü ne kadar güzelleştiriyor olsa da binanın ölü ağırlığını artırmaktadır. Türkiye aktif deprem kuşağında yer alan bir ülkedir. Ülkemizde son yüzyıl içerisinde 120'den fazla 5.0 ve üzeri şiddette deprem meydana gelmiştir. Ülkemizin jeolojik ve tektonik yapısı gereği depremler olmaya devam edecektir (Davraz vd., 2007). Bu da depreme bu kadar maruz kalan bir ülke için inşaat sektörünün ne kadar titizlikle çalışması gerektiğini göstermektedir. Bu nedenle yapılara uygulanacak her malzemenin olabildiğince doğal ve hafif özellikte olmalıdır. Dekoratif kaplama taşları son yıllarda ülkemizde yoğun şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Bu taşların birim ağırlıklarının fazla olması daha hafif ve yalıtımlılarının üretilebilirliğini ortaya koymuştur. Bu sorulara cevap aramak için ar-ge çalışmalarına başlanılmıştır.

Bu tez çalışması kapsamında Kayseri pomzası, Kütahya ignimbirit, Nevşehir Pomzası, volkanik cüruf ve perlit agregaları ile farklı doğal mineral esaslı kompozit polimer yapıdaki harç ürünlerinin elde edilmesi üzerinde bir dizi deneysel ağırlıklı analiz çalışması sürdürülmüştür. Bu analizlerde 5 farklı agrega ile oluşturulan kompozit harçların teknik özellikleri ve kompozit yapıdaki davranış karakteristiği gibi hususlar TS EN 998-1 standardının öngördüğü prensipler doğrultusunda detaylı

incelenmiş olup, elde edilen bilgilerden endüstriyel olarak dekoratif yalıtımlı dış cephe kaplama plakalarının üretilebilirliği araştırılmıştır.

1.1. Konu ve Amaç

Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde yüksek lisans tezi olarak yürütülmüş olup, “Dekoratif yalıtımlı dış cephe kaplama plaka üretiminin değerlendirilmesi” konusunu ele almaktadır.

Ülkemizde, dünya ile paralel olarak enerji tasarrufu için yapılan standard ve yönetmeliklere uygun her sektöre yönelik çalışmaların en büyük payından biri olan inşaat sektöründe, çevrenin korunması için yapı malzemelerinde olabildiğince doğal, mineral esaslı harçların üretilebilirliği üzerinde çalışmalar yoğunlaşmaktadır. Bu nedenle dış cephe kaplama plakaların polimer ağırlıklı, anti-çevre özelliğinin geliştirilip, en aza indirgenmesi için doğal taşlar ile üretilebilirliği yüksek lisans tez çalışması konusu olmuştur.

Araştırmada, Kayseri pomzası, Kütahya ignimbirit, Nevşehir pomzası, volkanik cüruf ve perlit agregaları ile farklı doğal mineral esaslı kompozit polimer yapıdaki harçlarının üretiminin analizleri deneysel çalışmalar kapsamında yürütülerek, elde edilen bulgular ışığında inşaat sektöründe kullanılabilirliğinin irdelenmesi ve ülke ekonomisine katkıda bulunulması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Hafif Agregalar

Agrega, betonun %70-80'ini oluşturan mineral kökenli taneli malzemeye denilmektedir (Akman, 1984).

Hafif agregalar sahip oldukları üstün teknik özellikleri ile normal agregalardan ayrılmaktadırlar. Yüksek boşluk oranı, daha yüksek su emme, daha düşük mukavemet, daha az ısı iletimi ve düşük birim hacim ağırlık gibi özellikleri bulunmaktadır (Topçu, 1988).

Hafif agregalar, yüksek boşluklu yapıları ile düşük birim ağırlıklarına sahiptirler. Bu özellikleri ile inşaat sektöründe, yapının daha hafif yapılmasını yani ölü ağırlığının olabildiğince daha düşük olmasını sağlamaktadır. Yüksek boşluk oranına sahip olmaları ısı iletkenliklerini de düşürmektedir. Boşluklu bir yapıda, boşlukların içinin hava hapisli olması koşuluyla, yapının bir yüzeyinden diğer yüzeyine hava akışı çok zorlaşmaktadır. Bir yapı içinde hava akışını; kapalı, birbiri ile geçişsiz, olabildiğince yuvarlak formda, küçük çaptaki gözenekler engel olmaktadır. Bu nedenle hafif agregalar, kullanıldıkları yapıların ısı yalıtımlı olmasını sağlamaktadır.

Yüksek boşluk oranına sahip agreganın su emme oranı da yüksek olmaktadır. Su teması ile yapısındaki açık gözeneklere suyu almaktadır. Yapısındaki açık gözenek miktarı oranı arttıkça su emme kapasitesi de artmaktadır.

Hafif agregaları normal agregalardan ayıran bir özelliği de düşük mukavemet özelliğidir. Bu özelliği kullanıldığı malzemenin veya kompozit yapının mukavemetinin düşmesine ve yapı dayanımının düşmesine neden olmaktadır. Bununla beraber inşaat sektöründe kullanıldığı her alanda malzeme veya yapının mukavemetini gerektiğinden daha da az sınırlara taşımamaktadır. Dayanım değerleri kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalmaktadır.

Yapıların dış cephelerinde dekoratif amaçlı kullanılan kaplama plakaları veya taşları daha çok normal agregalar veya ağır taşlar ile üretilmektedir. Bu da yapı elemanının birim ağırlığının artmasına neden olmaktadır. Yapının ölü ağırlığı artırmakta ve binanın ısı yalıtımına hiçbir şekilde katkıda bulunmamaktadır.

Hafif agregalı harçlarla üretilen dış cephe kaplama plakalarının birim ağırlıkları çok düşük olmakta ve bina ölü ağırlığını etkilememektedir. Ayrıca gözenekli yapısı ile ısı yalıtım özelliğini doğal olarak yapıya sağlamaktadır.

2.1.1. Hafif agregaların sınıflandırılması

Hafif agregalar genel olarak oluşum şekillerine göre üç grupta sınıflandırılmaktadır. Bunlar:

1. Doğal hafif agregalar
2. Yarı suni hafif agregalar
3. Suni hafif agregalar

2.1.1.1. Doğal hafif agregalar

Doğal hafif agregalar oluşumları esnasında gözenekli bir yapı kazanmış pomza, volkanik cüruf, perlit, diatomit, vermikülit vb. agregalardır. Volkanik kökenli hafif kayaçların süngerimsi hafif yapısı, erimiş kayaçların içinde bulunan gazlardan kaynaklanmaktadır.

2.1.1.1.1. Pomza agregası

Pomza; boşluklu, süngerimsi, volkanik olaylar neticesinde oluşmuş, fiziksel ve kimyasal bir etkene karşı dayanıklı, gözenekli camsı bir volkanik kayaçtır. Oluşumu sırasında bünyedeki gazların ani olarak bünyeyi terk etmesi ve ani soğuma nedeni ile makro ölçekten mikro ölçeğe kadar sayısız gözenek içerir. Gözenekler arası genelde bağlantısız boşluklu olduğundan hafif, suda uzun süre yüzebilen, permeabilitesi

düşük ve ızalasyonu (ısı ve ses yalıtımı) oldukça yüksektir (Gündüz vd., 1998a). Pomzanın genel olarak kimyasal bileşimi:

- % 60-75 SiO₂
- % 13-17 Al₂O₃
- % 1-3 Fe₂O₃
- % 1-2 CaO
- % 7-8 Na₂O- K₂O
- Eser miktarda TiO₂ ve SO₃

bulunmaktadır. Asidik ve bazik volkanik faaliyetler neticesinde iki tür pomza oluşmaktadır. Bazik pomza koyu renkli, kahverengimsi, siyahımsı olmaktadır. Asidik pomza ise beyaz, bej, kirli grimsi renktedir. Asidik pomzanın birim ağırlığı bazik pomzadan daha hafiftir. Kimyasal bileşiminde; Silisyum, Alüminyum, Potasyum ve Sodyum içermektedir. Bu nedenle açık renkli bir görünüm sergilemektedir (Gündüz vd., 1998a).

Ülkemiz, pomza rezervleri açısından oldukça önemli bir potansiyele sahiptir. Araştırılmış alanlarda yaklaşık 8 milyar m³ pomza rezervi olduğu tahmin edilmektedir. Pomza rezervlerinin İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde yoğunlaşmış olmasına karşılık, Akdeniz ve Ege bölgelerinde de pomza rezervlerine rastlanmaktadır (DPT, 2001). Dünya pomza rezervleri bakımından önemli bir yere sahip olan Türkiye, 10'a varan birim hacim ağırlığı, renk ve doku kalitesine sahip pomza türleriyle oldukça yüksek dış Pazar şansına sahiptir. MTA Genel Müdürlüğü'nce yapılan araştırmalarda ülkemizde var olan pomza yatakları ve rezerv durumları Çizelge 2.1.de verilmiştir.

Çizelge 2.1. İllere göre işletme ruhsatı dağılımı (MİGEM)

İLİ	İR SAYISI	%
Adana	7	7,14
Isparta	9	9,18
Burdur	1	1,02
Hatay	2	2
Kayseri	17	17,35
Konya	4	4,08
Nevşehir	23	23,47
Niğde	4	4,08
Aksaray	2	2,04
İzmir	2	2,04

İLİ	İR SAYISI	%
Manisa	9	9,18
Muğla	2	2,04
Ağrı	3	3,06
Bitlis	6	6,12
Erzurum	1	1,02
Erzincan	1	1,02
Kars	2	2,04
Van	2	2,04
Urfa	1	1,02
Mardin	2	2,04

Günümüzde pomzanın kullanım alanları oldukça geniştir. Pomza, ülkemizde ve dünyada en fazla inşaat sektöründe kullanılmaktadır. Ülkemizde üretilen pomzanın %80'i inşaat endüstrisinde hafif beton agregası olarak tüketilmektedir. Pomzanın ısı iletkenlik katsayısı dikkate alındığında, normal agregalardan 6 kat fazla izolasyon sağladığı tespit edilmiştir.

Pomza ülkemizde ve pek çok Avrupa ülkesinde yaygın olarak hafif yapı elemanı üretiminde kullanılmaktadır. Hafif tuğlalar, asmolonlar, bloklar, paneller ve diğer kullanım şekilleri inşaatla kullanılan harç ve inşaat demirinden tasarruf sağladığı gibi inşaatlarda önemli oranda ısı ve ses izolasyonu sağlamaktadır. Yangına dayanıklılık açısından da normal agregaya kıyasla %20'ye varan oranda emniyet sağlamaktadır. Pomza ayrıca tekstil, tarım, kimya ve kuyumculuk, metal, cam ve plastik sanayinde abrasif olarak kullanılmaktadır. Ayrıca elektronik devre ve çiplerin üretiminde hassas temizleme maddesi olarak da kullanılmaktadır.

Ülkemizde, pomza madeni üretimi, hammadde olarak kullanımı ve ticareti konusunda faaliyet gösteren pek çok kuruluş bulunmaktadır. Bu kuruluşlardan en önemlileri (DPT,2001) ;

Çizelge 2.2. Sektördeki kuruluşlar ve faaliyet alanları

Firma Adı	Ana Faaliyet Konusu	İli
ISBAŞ Isparta BelediyesiBİMS Yapı Elemanları San. Ve Tic. A.Ş.	Pomza İşletmeciliği ve üretilen pomzadan hafif yapı elemanı üretimi	ISPARTA
SOYLU Endüstriyel Mineraller Üretim ve Dış Ticaret A.Ş.	Pomza İşletmeciliği ve tekstil pomzası ihracatı	NEVŞEHİR
ISI BİMS A.Ş.	Pomzadan mamül yapı elemanı üretimi	NEVŞEHİR
POMZA EKSPORT	Pomza üretimi ve inşaat pomzası ihracatı	ANKARA
KURMELLER Madencilik San. Ve Tic. A.Ş.	Bazik pomza üretimi	ADANA
İsmet Şahin	Tekstil pomza üretimi	NİĞDE
ÜR-PA A.Ş.	Tekstil pomza üretimi	KAYSERİ
KORKMAZLAR Madencilik	Tekstil pomza üretimi	NEVŞEHİR
ÜÇLER Madencilik	Tekstil pomza üretimi	NEVŞEHİR

2.1.1.1.2.Volkanik cüruf agregası

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 bir volkanik kayaç türüdür. Magmanın zamanla yüzeye doğru yaklaşması ve basınçta meydana gelen azalma nedeniyle, lavın bünyesinde bulunan uçucu gazların ve çeşitli volkanik bileşenlerin bünyeyi terk etmesi ve ani soğumaya bağlı olarak meydana gelmiştir (Demirdağ vd., 2004).

Volkanik olaylar sonucu oluşmuş, gözenekli bir yapıya sahip olan volkanik cüruf oluşumları, volkanik faaliyetlerin bulunduğu dünyanın birçok bölgesinde bulunmaktadır. Ülkemizde özellikle Ege bölgesinde ve Akdeniz bölgesinde oldukça geniş oluşumlara rastlanmaktadır.

Volkanik cürufların, makroskopik özellikleri üzerine yapılan incelemelerde süngerimsi yapıda ve boşluklar birbirinden bağımsız gözenekler halindedir. Diğer bir deyişle gözenekleri birbirleri ile bağlantısız boşlukludur. Bu özellikleri sebebi ile ısı

ve ses izolasyonu sağlayan bir karakteristik yapı göstermektedir. Bu özellikleri ile ısı ve ses izolasyonu sağlayan bir karakteristik göstermektedir. Volkanik cürufların rengi kırmızımtırak, kahverengi ve siyah olmaktadır. Avrupa'nın birçok bölgesinde (Avusturya, Fransa, Almanya, İtalya) bulunan volkanik cüruflar, silika-alümina-alkalin bir kayadır (Demirdağ ve Gündüz, 2003).

Volkanik cürufların inşaat sektöründeki kullanım alanları:

- Kum drenajı
- Emici katman
- Flitre malzemesi
- İstinat duvarları arkasında dolgu malzemesi olarak
- Stabilizasyon malzemesi olarak
- Traslı çimento yapımında kullanılmaktadır.

2.1.1.1.3. Diatomit agregası

Silisli alg iskeletleri (diatome) artıklarından oluşmuş çok gözenekli organik bir tortul kayadır. Türlerine göre diatomeler tatlı veya tuzlu sularda yaşayabilirler. Ancak diatomitin oluşması için çökelme ortamının sakin olması gerekmektedir. Diatomitin en önemli özelliği, diatome kavrısından aldığı yüksek gözeneklilik ile düşük özgül ağırlık ve beyazlıktır. Genellikle gevşektir. Renk dağılımı genellikle beyaz ve gri arasında değişir (Urhan, 1993).

Danimarka'da %8-12 oranında kil ve karbonat içeren ve genellikle yalıtım tuğlası üretiminde kullanılan diatomitler Moler toprağı adı altında anılır. ABD, Fransa, Rusya ve Danimarka önemli üretici ülkeleridir. Türkiye'de şeker fabrikaları filtre yardımcı malzemesi olarak kullanılmak üzere bir miktar diatomit üretir (Urhan, 1993).

Diatomitin yüksek gözenekliliği, ısı, ses ve elektriği az geçirmesi, erime noktasının 1400-1600°C olması, kimyasal maddelere karşı dayanıklı ve birim ağırlığının az olması gibi fiziksel özellikleri nedeni ile filtre malzemesi, dolgu malzemesi,

izolasyon malzemesi, absorbent, cila maddesi, hafif yapı malzemesi, refrakterler gibi bir çok sanayi dalında kullanılmaktadır (Ünal, 2007). Dünya’da üretilen diatomit ancak %5’i hafif agrega olarak tüketilir. Kalsinasyon, diatomitlerin agrega olarak kullanılmaları için engel teşkil eden aşırı su emmelerini azaltır ve betonda kullanılmalarını olanak sağlar (Urhan, 1993).

2.1.1.2. Yarı Suni Hafif Agregalar

Yarı suni hafif agregalar, açılmış vermikülit, genleştirilmiş perlit, genleştirilmiş kil vb. gözenekleştirilerek elde edilen kırılmış ya da kırılmamış agregalardır.

2.1.1.2.1. Genleşmiş vermikülit

Vermikülit, sulu magnezyum, demir, alüminyum ve silis gibi bileşenler içeren yapraksı yapıya sahip hidromika mineralidir. Vermikülit 800-1000°C de uygulanan ani ısı şokunda bünyesinde bulunan kristal suyunun ani buharlaşması sonucunda oluşan buhar basıncından dolayı mikro-akordiyon gibi uzamaktadır. Maksimum genleştirmeyi elde etmek açısından fırın sıcaklığı ve alı konma süresi çok önemlidir. Alı konma süresi 4-8 saniye arasında olmaktadır (8.kalkınma planı, 2000).

Genleşmiş malzeme en yaygın olarak ısı ve ses yalıtım amaçlı malzeme olarak ve zirai uygulamalarda kullanılmaktadır. Genleşmiş vermikülit içeren alçı ve diğer kompozitlerden; yapılarda ateşe dayanıklı eleman, ses izolasyonu, su izolasyonu, panel duvar, beton duvar ve tavanlarda dekoratif malzeme olarak yararlanılmaktadır (8. kalkınma planı, 2000).

Önemli hammadde rezervleri ABD, Güney Afrika Cumhuriyeti’nde bulunmaktadır. Güney Afrika Cumhuriyeti üretiminin büyük kısmını Avrupa’ya ihraç etmektedir.

2.1.1.2.2. Genleştirilmiş perlit

Bünyesinde %2-6 oranında bağı su bulunduran ve camsı bir kayaç olan perlitin 800-1150°C arasında ısıtılmasıyla, bünyesindeki suyun buharlaşmasıyla, 4-30 katı bir hacim büyümesi sağlanarak elde edilen düşük birim ağırlıklı malzemeye genleşmiş perlit denir.

Bünyesinde açık ve kapalı binlerce hava boşluğu olmasından dolayı hafiftir. Bu gözenekler yüksek ısı izolasyonunu sağlamaktadır. Gözenekliliğinin ve hafifliğinin bir sonucu olarak genleştirilmiş perlit, yüksek frekanslı sesleri etkisiz hale getirir ve darbeli sesleri yalıtır. Anorganik bir madde olup yüksek ısıda özelliğini kaybetmez. Yangının sıçramasını ve dağılmasını önler. Ölü yükü azaltır ve binayı taşıyacak kolonlara yük getirmeyeceği için depreme karşı dayanıklı bina formunu oluşturur.

Genleşmiş perlit, inşaat sektöründe hafifliği, gözenekliği, yalıtkanlığı nedeniyle çok fazla tercih edilmektedir. Yalıtımlı sıvalarda, çatı aralarında, zemine oturan döşemelerde, alt yüzü dış etkilere açık döşemelerde, gevşek dolgu ısı yalıtımları şeklinde dış duvarlarda, çift duvar arasına yapılan veya boşluklu bloklardan örülmüş dış duvarların blok boşluklarına yapılan dolgularda, dış cephe kaplama plakalarında kullanılmaktadır.

2.1.1.2.3. Genleşmiş kil

Genleşmiş kil, dünyada hafif agrega amaçlı olarak yaygın biçimde kullanılan yarı suni agrega türlerindendir. Üretim prosesi, tesisin özelliğine göre değişim göstermektedir. Kuru proseste öncelikle kil, çok ince toz boyutuna indirgenerek kuru partiküller elde edilir. Bu çok ince boyutlu toz, sabit hızla dönen bir kap içerisinde su ilavesi ile pelletlenir. Pelletler merkezkaç kuvveti etkisi ile yüksek derecede sıkışmış ve kompaktlaşmış durumdadır. Sulu proseste ocaktan gelen kil, homojenize edilerek kırılır ve değirmene aktarılır. Daha sonra su ve genleştirici katkıları ilave edilerek,

ince ve plastik malzeme sızdırma prosesi içerisinde delikli levhalardan geçirilir. Sızdırılmış macun durumundaki kil, istenilen uzunluklarda kesilir. Daha sonra döner fırınlarda kurutularak yuvarlak şekil kazandırılır. 1150-1200°C arasında yakma işlemi gerçekleştirilir. Daha sonra elde edilen agregalar elde edilir ve farklı tane boyutlara ayrılır. Yığın yoğunlukları 350-700 kg/m³ arasında değişir (Anonim 1, 2000).

Bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de siyah şist formasyonu Paleozoik devirde, beyaz kalker formasyonu ise Mezozoik devirde oluşmuştur (DPT, 2005). Bu nedenle, çoğu yerde masif kalkerlerin heyelana müsait siyah şistlerin üstünde yüzdükleri görülür. Bu siyah şistler ve tektonik zonlarda bunlardan oluşan siyah plastik killer genleşme özelliğine sahiptir (DPT, 2005). Toros Dağlarında, Feke-Saimbeyli, İstanbul-Zonguldak-Kastamonu ve Ankara-Kalecik yörelerinde bu formasyonlar geniş alanlarda yüzeyleme göstermektedir. Diğer yandan, Bolu-Göynük yöresinin kömürlü Tersiyer killerinin de genleştiği bilinmektedir (DPT, 2005).

2.1.1.3. Suni hafif agregalar

Suni hafif agregaları; yüksek fırın cürufu, kalsine uçucu kül, genleşmiş polistren, genleşmiş cam, genleşmiş mantar vb. agregalar oluşturmaktadır.

2.1.1.3.1. Yüksek fırın cürufu

Yüksek fırın cürufu, pik demirin yüksek fırında üretiminden sonra elde edilen bir yan üründür. Cürufun 1400-1500°C’ deki erimiş pozisyonunda, yüksek fırın atığı, hafif agrega haline dönüşür. Yüksek fırın cürufu, kaba bir yüzey dokusuna sahip, gözenekli ve bal peteği şeklinde, az veya çok koyu gri bir renge sahiptir. Malzemenin kuru yoğunluğu 600-900kg/m³ arasında değişmektedir. Bu ürün, besleme malzemesinde ayrıca bir ısıtma zorunluluğu bulunmamasından dolayı oldukça ekonomiktir. Bu yolla elde edilen agrega halindeki üründe, oldukça kararlı bir yapıya sahiptir (Sabir vd., 2001).

2.1.1.3.2. Kalsine uçucu kül

Termik santrallerde toz kömürün yanması sonucu oluşan uçucu küller çapları 2-150 mikron arasında değişen camsı kürecikler halindedir. Kömürün içindeki kil, şist, feldspat gibi minerallerin, kömürün yanması sonucu ortaya çıkan ısı ile ergiyip, baca çekişi ile ani soğumaları sonucu oluşurlar. Toz diye adlandırılan bu malzemeler yumuşama sıcaklığında (1200°C) pişirilerek birbirine kaynatılır ve ardından kırılıp sınıflandırılarak agrega olarak kullanılır. Genellikle ön yapım blok ve pano imalinde kullanılan uçucu külün asıl tüketim alanı, puzolanik katkı olarak, çimento sanayidir (Urhan, 1993).

2.1.1.3.3. Genleşmiş polistren

Genleşmiş polistrenin hammaddesi olan stren, bir petrol türevi olan etilen ve bir kömür türevi olan benzenden elde edilir. Genleştirici madde katılmış polimerize strenin ısı şoku ile (90-120°C) geniştirilmesi sonucu elde edilir. Ürün, çapı 5 mm den küçük beyaz kürecikler halindedir. Ambalaj sanayi veya ısı yalıtımında kullanılmak üzere özel kalıplarda da geniştirilirler. Gelişmiş ülkelerde inşaat sanayinde, özellikle yalıtım sıvaları imalinde kullanılırlar (Urhan, 1993).

2.1.1.3.4. Genleşmiş mantar

Mantar endüstrisi artıklarının 350°C de çalışan etüvlerde geniştirilmeleri yolu ile elde edilir. Portekiz dünyada tek hammadde üreticisidir. Fransa'da genleşmiş mantar+çimento karışımı briket ve bloklar endüstriyel boyutta üretilmektedir (Urhan, 1993).

2.1.1.3.5. Genleşmiş cam

Hammadde olan camın (kalsin) 0,1mm altına öğütölüp genleştirici maddelerle karıştırılıp peletlenerek özel fırınlarda ısı şoku ile genleştirilmesi yolu ile elde edilir. Fransa’da üretilip çok hafif briket ve pano üretimi için kullanılır. İlginç fiziksel ve mekanik özelliklerine sahip olmasına rağmen maliyetinin yüksek olması yaygın kullanımına engel olmaktadır (Urhan, 1993).

2.2. Dekoratif Kaplama Taşları

Yapı içinde dekoratif kaplama taşı, yapının duvar-dış duvar ögesine uygulanmaktadır. Duvarlar, yapıyı kapatarak tüm çevresel etmenlerden koruyan, ortamları ya da mekanları birbirlerinden görsel ve işlevsel yönlerden ayıran, aynı zamanda taşıyıcı olma işlevini de yüklenabilen düşey ya da düşeye yakın yapı öğeleridir (Ağırbasar, 2006). Duvarlar yapıdaki yerlerine göre iç duvar ve dış duvar diye adlandırılır. Dış duvarlar, yapı kabuğunun yüzey oranı olarak en fazla alanını kaplayan ve yapının kabuğunu oluşturan düşey ayırıcılardır (Ağırbasar, 2006)

Doğal taşlar Anadolu insanının yaşamında önemli bir yer almaktadır. Eski devirlerden bu yana yapıların mimarilerinde doğal taş kullanımına önem verilmiştir. Doğal taşların kullanımı günümüz koşullarda geniş bir yelpaze içinde bir sınıf olarak kalmış ve birçok alternatifi üretilmiştir. Bu alternatifler suni/yarı suni malzemeler olarak geliştirilmiş olup, fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre ayrılmışlardır. Günümüzde suni ve/veya yarı suni malzemelerin inşaat endüstrisinde kullanımından giderek uzaklaşılmasına paralel olarak, doğal malzeme kullanımına verilen önem artmaktadır. Bunun en açık örneğini, özellikle binaların iç ve/veya dış cephelerinin doğal malzemelerle kaplanması ve bu malzemelerin sağladığı teknik avantajlardan yararlanılmaya çalışılması, gerek inşaat endüstrisine gerekse mimari tasarımlara oldukça farklı bir ayrıcalık kazandırmaktadır (Gündüz vd., 2006).

Günümüz inşaat sektörü, teknolojinin büyük gelişmesine ayak uydurarak gelişmekte ve insanlara daha konforlu ve yaşam zevklerine hitap eden yapıları hayata geçirmektedir. Binaların konfor şartlarını sağlamasının yanında görselliği de önemli bir etkidir. Yapıların dış dekorasyonları, bina albenisi için çok önemli bir unsurdur. Bunu sağlamak için bina dış kaplamasında çok çeşitli yapı malzemeleri kullanılmaktadır. Yapıların dış cephelerine, yapının albenisini artırmak ve yapıyı dış etmenlerden korumak için yapı malzemeleri ile yapılan işleme “dekoratif kaplamacılık”, dekoratif kaplama için kullanılan doğal ve/veya suni taşlara da “dekoratif kaplama taşı” denilmektedir.

Dünyada çok fazla firma kaplama taşı üretimi ve ihracatı yapmaktadır. Ülkemizde de uzun yıllardır, gittikçe geliştirilen bir sistem ile dış cephe kaplama taşı üretimi yapmaktadır. Dekoratif kaplama taşlarının amacı, binanın mimari tasarımına oldukça farklı, ayrıcalık kazandırmaktadır. Son yıllarda rağbet görmeye başlayan bu dış cephe kaplama taşıyla, insanların yaşadığı konut, çalışma ofisleri, restaurant, galeri, otel gibi yapılara değişik form ve renklerde görsellik katılarak, insanların yaşam ve çalışma alanları kaliteleştirilmektedir.

2.2.1. Dekoratif Kaplama Taşlarının Sınıflandırılması

Dekoratif kaplama taşları kendi içerisinde birim ağırlıklarına göre dört ana başlıkta toplanabilir;

- Birim ağırlığı yüksek doğal dekoratif kaplama taşları ($> 1000 \text{ kg/m}^3$)
- Birim ağırlığı düşük suni dekoratif kaplama taşları ($< 1000 \text{ kg/m}^3$)
- Birim ağırlığı düşük dekoratif kaplama plakaları ($< 100 \text{ kg/m}^3$)
- Birim ağırlığı düşük ve izolasyon sağlayan dekoratif kaplama taşı ($< 1000 \text{ kg/m}^3$)

2.2.1.1. Birim Ağırlığı Yüksek Doğal Dekoratif Kaplama Taşı

Bugün, inşaat sektöründe doğal kaplama taşı olarak kullanılabilen pek çok kayaç türü görülebilmektedir. Bunların başlıcalarının arasında magmatik, sedimanter ve

metamorfik kökenli olarak bilinen kayaç gurupları yer almaktadır (Gündüz vd., 2006). İ n aat sektöründe çoğunlukla granit, mermer, traverten, kayrak ta ı gibi ülkemizde de fazlaca rezervlere sahip ta lar tercih edilmektedir. Bu doğal ta lar eski çağlardan her medeniyette tercih edilmiş ve mimarilerin g zelle tirilmesinde katkıda bulunmuşlardır. Granit gibi ma matik kökenli kayaçların dış etkenlere karşı dayanımları metamorfik kayaçlara göre daha iyi olmaktadır. Birim ağırlıkları da buna oranla daha fazla olmaktadır. Doğal ta ların birim ağırlıkları $>1000\text{kg/m}^3$ olmaktadır. Dış cephede sadece dekoratif kaplama amaçlı kullanılmaktadırlar.



Şekil 2.1. Dış Cephe Kaplamasında Granit Kullanımı



Şekil 2.2. Birim Ağırlığı Yüksek Doğal Dekoratif Kaplama Taş Örnekleri

2.2.1.2. Birim ağırlığı düşük dekoratif kaplama taşı

Bu grupta kaplama taşlar, doğal taşların agrega olarak kullanıldığı hafif harç formları oluşturulup, bu harçların belirli kalıplarda şekillendirilip dış cephe kaplama taşları oluşturulması ile elde edilmektedir. Bu kaplama taşlarının birim ağırlıkları piyasada yaklaşık olarak $1000-1200 \text{ kg/m}^3$ arasında değişmektedir. Dış cephelerde yalnızca kaplama taşı olarak tercih edilmektedirler. Bu taşların avantajı istenilen renk ve kalıp formunda üretiminin yapılabilmesidir. Bu sayede her müşterinin, geniş yelpazede farklı renk ve kalıp formundan taş örneklerini seçmesi ile memnuniyeti sağlanmış olmaktadır. Doğada bulunan çeşitli taşların agrega olarak kullanımı ile hazırlanan harçlar, gerekli oksit boyalarla renklendirilmekte ve istenilen ebat ve şekillerde üretilmektedir.



Şekil 2.3. Birim Ağırlığı Düşük Kaplama Taşı Örneği



Şekil2. 4. Birim Ağırlığı Düşük Dekoratif Kaplama Taşı Örneği



Şekil 2.5. Birim Ağırlığı Düşük Dekoratif Kaplama Taş Görünüm Örneği

2.2.1.3. Birim ağırlığı düşük dekoratif kaplama plakaları

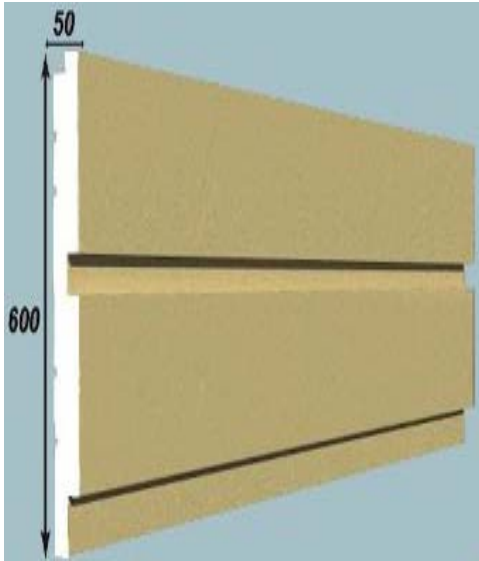
Günümüzde yoğun olarak kullanılan türlerin, polistren plakalar olduğu görülmektedir. Genleştirilmiş polistren levhaların birim ağırlıkları $<100 \text{ kg/m}^3$ olmaktadır. Polistren levhalar oldukça hafif, uygulaması çok kolay, uygulama sırasında herhangi bir toz pislik bırakmaması sayesinde günümüzde oldukça geniş bir kullanım alanı bulmuştur.



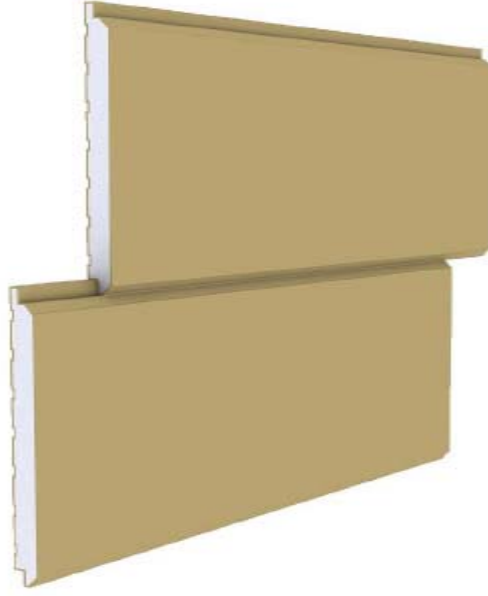
Şekil 2.6. Birim Ağırlığı Düşük Dekoratif Kaplama Plaka Örnekleri



Şekil 2.7. Birim Ağırlığı Düşük Dekoratif Kaplama Plaka Örneği



Şekil 2.8. Birim Ağırlığı Düşük Dekoratif Kaplama Plaka Örnekleri



Şekil 2.9. Birim Ağırlığı Düşük Dekoratif Kaplama Plaka Örneği

2.2.1.4. Birim ağırlığı düşük ve izolasyon sağlayan dekoratif kaplama taşı

Daha önceki bölümlerde sektörde; doğal kaplama taşı olarak kullanılan magmatik, metamorfik ve sedimanter kökenli kayaç gurupları olduğu belirtilmişti. Bu kayaç gurupları gibi kaplama taşı olarak da kullanılan bir diğer gurup da volkanik kökenli kayaçlardır. Volkanik kökenli kayaçlar arasında, birim ağırlığı düşük, ısı ve ses izolasyon özelliği diğer kaplama taşlarına göre çok daha avantajlı, işlenmesi ve işçiliği çok daha kolay, farklı renk seçeneklerinde bulunulabilen kayaç türleri mevcuttur (Gündüz vd., 2006). Bu kayaç türlerinden elde agregalarla oluşturulan hafif harçlar ile elde edilen kaplama plakaları izolasyon özellikli, dış etmenlere (atmosfer şartları gibi) dayanıklı, hafif, istenilen renk formlarında, işlenmesi ve işlenmesi çok kolay olmaktadır. Hafif olmaları binanın ölü ağırlığını artırmamasından dolayı olumlu bir etkidir. Hafif ve gözenekli yapısı ile sadece dekoratif kaplama amaçlı olmayıp izolasyon özelliği de sağlamaktadır. Yapı bileşenlerinde oluşabilecek genleşme, büzülme; duvar kesitindeki gerilmeleri, çatlak ve korozyon gibi yapı hasarlarını engelleyerek uzun ömürlü ve güvenilir yapılar oluşturmaktadır.

Polistren bazlı plakaların düşük birim ağırlığının yanında, doğal taşların yüksek birim ağırlıklarına alternatif, Ar-Ge çalışmaları ile kompozit formda birim ağırlıkları düşük ($<1000\text{kg/m}^3$) ve (ısı, ses) yalıtım özelliğini sağlayan doğal taş bileşenli inovatif ürünlerin geliştirilmesi ve inşaat sektöründe uygulanabilirliğinin araştırılması önemli bir konu durumuna gelmiştir.

İnşaat sektöründe binaların dış cephelerinin kaplanmasında düşünülmesi gereken husus; dekoratif kaplama taşlarının birim ağırlıkları, küresel ısınmanın yavaşlatılabilinmesi için gerekli enerji tasarrufunun gerçekleştirilmesinde önemli rol oynayan yalıtımın sağlanması ve kaplama taşlarının doğa ile dost olmasıdır. Bu hususların sağlandığı bilinçli konutlar ile hem doğaya dost hem de insanlara konforlu bir hayat sağlanmış olunur.



Şekil 2.10. Birim Ağırlığı Düşük ve İzolasyonlu Dekoratif Kaplama Taş Örneği



Şekil 2.11. Birim Ağırlığı Düşük ve İzolasyonlu Dekoratif Kaplama Taş Örneği 2

2.2.2. Dekoratif Kaplama Taşlarının Özellikleri

İnşaat sektöründe, doğal kaplama taşı olarak birçok kayaç türü kullanılmaktadır. Sedimenter, metamorfik kayaç sınıfı bunlara örnektir. Bu kayaçların birçoğu karbonat içerikli olduğu için zamanla, atmosferin etkilerinden dolayı, aşınmaya başlamaktadır. İlk zamanlardaki kaliteli görünüm ileri dönemlerde aşınmış, renkleri solmuş hatta çiçeklenmeye maruz kalmış bir forma dönüşerek, yapının düşük kaliteli görünümüne yol açmaktadır. Birçoğu ise magmatik kökenli kayaçları oluşturmaktadır. Bu kayaç türleri ile oluşturulan doğal kaplama taşları çok ağır olmakta ve binanın ölü ağırlığını fazlasıyla artırmaktadır. Ama günümüzde volkanik kökenli kayaçlarla yapılan dış cephe kaplama taşları inşaat sektörüne çok büyük avantajlar sağlamaktadır. Volkanik kökenli kayaçlar arasında, birim ağırlığı düşük, ısı ve ses izolasyon özelliği diğer kaplama taşlarına göre çok daha avantajlı, işlenmesi ve işçiliği çok daha kolay, farklı renk seçeneklerinde bulunabilen kayaç türleri mevcuttur. Ülkemiz bu açıdan son derece şanslı bir konumda olup, özellikle Konya, Aksaray, Nevşehir ve Kayseri dolaylarında oluşumları bulunan volkanik yataklarda, bu bağlamda değerlendirilebilen kayaç türlerini görmemiz

mümkündür (Gündüz vd., 2006). Henüz çok gelişmemiş ve bölgesel olarak görülen orta ölçekteki birkaç işletmede, bu bölgelerden elde edilen kayalar aynen mermer işletmesinde olduğu gibi işlenerek boyutlandırılmış levha veya plaka şekillerine dönüştürülmekte ve inşaat sektöründe dış ve iç cephe kaplamalarında doğal kaplama taşı olarak kullanılmaktadır.

Piyasada üretilen doğal taş kaplamaları karbon içerikli olmaları, gerekli mukavemete sahip olamamaları, birim ağırlıklarının çok fazla olmaları gibi dezavantajlardan dolayı inşaat sektöründe yeni ürün ihtiyacı fark edilerek yeni araştırmalara başlanmıştır. Bu araştırmalar sonucunda agregası, doğada bulunan taşlardan olan, çimento ve renklendirici oksitlerle kompozit edilmiş yeni dış cephe kaplama plakaları veya taşları oluşturulmaya başlanmıştır. Bu çalışma önceleri Avrupa’da yapılmış ve uygulamasında büyük avantajlar elde edilince tüm dünyaya hızla yayılmıştır. Son dönemlerde ülkemizde de çok ses getiren bu kompozit plakalar ülkemizde de üretilmeye başlanmıştır. Bu malzemeler doğal kaplama taşlarına nazaran büyük avantajlar göstermiştir. Agregası seçeneğine göre bu avantajlar değişse de genel olarak bu kaplama plaka veya taşları; aşınma, ısısal etkenler, nem etkenleri, güneş ve atmosfer etkilerine karşı dayanımı yüksek, mukavemetleri yüksek, müşterinin isteğine göre renk seçim aralığı ve kalıp model seçeneği fazla olmaktadır.

2.2.3. Türkiye’deki Dekoratif Kaplama Plakalarının Üretimi

Türkiye’deki dekoratif kaplama plaka üretimi genel olarak; agregası, yüksek mukavemetli portland çimento, ajanlar ve oksit boya pigmentlerinden oluşan bir harç hazırlanır. Bu harç, fabrikada her şirketin kendine has ürettiği kalıplara dökülür. Kalıplar maksimum 12 saat özel kurutucu ortamı veya fabrika alanında bekletilir. Kurutma işlemi yapılan kalıplar özel makinelerde ters çevrilerek plakalar elde edilir. Bu plakalar kalite kontrolden geçtikten sonra satışa hazır hale getirilir. Binaların dış cephe kaplamalarında aranan özellikler; taş veya plakaların dayanımı, renk homojenliği, birim ağırlığın hafif olmasıdır. Bunun yanında plaka veya taşlar atmosfer şartlarına uzun yıllar dayanımlı olmalıdır. Hatta ileri zamanlarda dış cephe plakaları aynı zamanda binanın yalıtımı görevini de üstlenecektir.

2.2.4. Yalıtım ve Dış Cephe Dekoratif Kaplama Plakalarının Avantajı

Farklı iki ortam arasındaki ısı, ses, su, yangın ve buhar difüzyonu geçirimini en aza indirmek için yapı elemanları kullanılarak yapılan işleme yalıtım denilmektedir. Yalıtım 5 unsura ayrılmaktadır. Isı yalıtımı, ses yalıtımı, su yalıtımı, yangın yalıtımı ve buhar difüzyon yalıtımıdır. Gelecekte en önemli unsurlardan biri de radyasyon yalıtımı olacaktır. Yalıtım malzemelerinin yalıtım özelliğini veren en büyük unsurlardan biri gözenekli ve hafif agregalardan oluşmasıdır. Bir malzeme içinde boyutları, şekilleri ve dağılımları ile gözenekler ısı iletim özelliğine ve nem tutumuna etki ederler. Gözeneklerde bulunan havanın çok sayıda mikroskopik gözeneklere dağılması olumlu bir durumdur. Suyu karşı büyük gözenekler elverişsizdirler ve ısı iletim özelliğini fark edilir ölçüde artırır. Ortalama gözenek çapı küçüldükçe veya gözenek oranı azaldıkça, malzemenin çevresel faktörlerden etkilenme özelliği iyileşecektir. Bu bakımdan hücre duvarlarının malzeme içine kesinlikle nem iletmeyecek kadar sızdırmaz olduğu durumlar özellikle arzu edilen malzeme yapılarıdır (Demirdağ ve Gündüz, 2003).

İnşaat sektöründe, yapılarda en önemli etmenlerden biri de konfor şartlarının sağlanıp, sağlanamamasıdır. Konfor şartları ise, yalıtımın beş unsurunun olabildiğince gerçekleştirilebilmesi, yapının hafif yapı elemanları ile yapılması, zemin şartları gibi etmenler ile kusursuzlaştırılmaya çalışılmaktadır. Tabii ki, her yapıda bu kural dört dörtlük yapılamasa da yönetmeliklerde geçerli olan konfor şartları değerlerine olabildiğince ulaşılarak gerçekleştirilmektedir.

Genellikle kaplama malzemesi olarak yalıtımda EPS, Polistren Köpük, poliüretan, bitüm, akrilik ve çimento esaslı malzemeler sıkça tercih edilmektedir. Bu malzemeler hem yalıtımı iyileştirmek için hem de binaya dekoratif bir görünüm kazandırmak için kullanılmaktadır. Son dönemlerde doğal malzemeye dönüş formları aranmaya başlanmıştır. Doğal taştan elde edilen bu malzemelerin harçları, doğal ve hafif agregalar ile çimento ve isteğe bağlı ancak az oranlarda kimyasal katkılı olup, hafif ve ses, ısı, buhar difüzyon, yangın yalıtım kazandırılmıştır. Bu sayede doğaya ve

insan sağlığına zarar vermeyen, yalıtımlı ve dekoratif görünümlü binalar elde edilmiş olunmaktadır.

Uygulamanın en büyük avantajı, binanın dış cephesinde yalıtım ve dekoratif görüntü elde edilirken, AB formuna uygun çevre dostu, insan sağlığını tehdit etmeyen bir malzeme kullanılmış olacaktır. Günümüzdeki küresel ısınma ve ekolojik sorunların gitgide dünyamız büyük tehdit altına alması nedeni ile her sektörde, yaşamımızın her alanında çevreyi ve insan sağlığını düşünerek hareket etmek zorundayız. Bunun sağlanmasıdaki en önemli adım enerji tasarrufu ve çevreye zarar vermeyen malzemelerin üretimi-kullanımıdır. Bu araştırma çalışmasından elde edilecek bilgiler ışığında, ülkemizde de çevre dostu, insan sağlığına uygun, hafif ve yalıtımı çok iyi olan dış cephe kaplama plakaları üretilerek, inşaat sektöründe dış cephe kaplama plakalarında yeni bir döneme girilmesi sağlanacaktır.

Dış cephe dekoratif kaplama plakaları, binaya modern bir görünüm katarak, binanın albenisini artırmaktadır. İnsanlar ev, iş, otel gibi konaklama, yaşama alanlarını seçerken dış görünümlerine çok önem vermektedirler. Kimi insanlar eski çağlara ait, eskitme tarzındaki ev modelinden, kimisi yeniçağa ayak uyduran son derece modern yapılara ilgi duymaktadır. Yapı firmaları bunu sağlayabilmek için çok çeşitli kalıp formlara ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle her firmanın kendisine ait model ve büyüklükte kalıp dizaynı bulunmaktadır. Bir firmada ne kadar çok çeşitlilik olursa, müşteri memnuniyeti de o kadar artmaktadır. Ama bunların yanında da yukarıda da bahsedildiği gibi bu plaka harçlarının içeriği, doğallığı çok önemlidir.

2.2.5. Dış Cephesi Dekoratif Kaplamalı Bina Örnekleri

Dünyada da olduğu gibi ülkemizde de, dekoratif kaplama taş sınıflarından herhangi biri binalarımızın dış cephelerinin kaplanmasında tercih edilmektedir. Bununla ilgili resimler aşağıda verilmiştir.



Şekil 2.12. Dış cephede birim ağırlığı düşük suni dekoratif kaplama taş kullanımı

Dış cephe kaplama plakaları en çok dekoratif kaplamada kullanılırken artık konutlarımızda yalıtım içinde tercih edilmektedir.



Şekil 2.13. Dış cephede birim ağırlığı düşük suni dekoratif kaplama taş kullanımı



Şekil 2.14. Dış cephe kaplamasında birim ağırlığı düşük suni dekoratif kaplama taşı birim ağırlığı düşük dekoratif kaplama plakasının beraber kullanılması



Şekil 2.15. Dış cephe kaplamasında birim ağırlığı düşük suni dekoratif kaplama plakalarının kullanımı

2.3. Kompozit Malzemeler

Farklı özellikteki iki veya daha fazla malzemenin fiziksel olarak karıştırılması ile elde edilen ve karıştırılan malzemelerden farklı, daha iyi ve istenilen özelliğe sahip yeni malzemeye “ kompozit malzeme” denir. İnşaat sektöründe elde edilen harçlar; bağlayıcı madde, agrega, yeterli oranda su ve bazen de harcın özelliğinin geliştirilmesi için polimer katkı maddelerinin harmanlanması ile oluşan yapı malzemesidir.

Kompozit malzemelerinin üretimi ile aşağıdaki özelliklerinin birçoğunun geliştirilmesi amaçlanır (Soy, 2009);

- Yüksek mukavemet
- Aşınma dayanımı
- Yorulma dayanımı
- Kırılma tokluğu
- Korozyon dayanımı
- Yüksek sıcaklık performansı
- Isıl ve akustik iletkenlik
- Maliyet
- Estetik görünüm
- İmalat kolaylığı

Kompozit malzemeler iki ana başlık altında toplanmaktadır (Karcı, 2011);

- Takviye elemanının şekline göre kompozit malzemeler
- Matriks cinsine göre kompozit malzemelerdir.

2.3.1. Takviye Elemanının Şekline Göre Kompozit Malzemeler

- Partikül takviyeli kompozitler; genelde küresel bir biçimde olmamasına rağmen her yönde yaklaşık olarak eşit yöndeki partiküllerin matrikste dağılımları ile meydana gelir. Çakıl, mikrobalonlar ve reçine parçacık takviyelerine örnektir (Enşici, 2004).
- Fiber takviyeli kompozitler; malzemedeki matriks yapıya gelen yük fiberler tarafından emilir ve matriks yapı korunmuş olunur. Fiber formları, örgülü, tabakalı, şerit fitilli halinde kullanılmaktadır.
- Levhasal takviyeli kompozitler; bu tür malzemelerde matriks faz içinde levha şeklinde takviye elemanları bulunmaktadır. Al-grafit sistem levhaları, metal levhaları şeklinde bulunmaktadır (Karcı, 2011).
- Tabakalı takviyeli kompozitler; farklı bileşenli plakaların sandviç şeklinde birleştirilmesi ile elde edilmektedir. Bu kompozitler, matriks içerisine rastgele yönlenmiş, tek veya çift yönlü fiber takviyeli tabakalardan oluşmaktadır. (Karcı, 2011)

- Doldurulmuş kompozitler; sürekli bir iskelet yapıya sahip takviye malzemesi formunun matriks bir malzeme ile doldurulması ile üretilen kompozitlerdir. (Soy, 2009)

2.3.2. Matriks Cinsine Göre Kompozit Malzemeler

- Metal matriks kompozitler: Tek bileşenli alaşımlarla elde edilemeyen özellikleri sağlamak üzere, bir metal matriks içerisinde sürekli veya kısa fiber veya partikül şeklinde takviye fazı içerir. Geleneksel malzemelerde en büyük alternatiftir. Seramik parçacıklı takviye fazlı kompozitler yüksek elastik modülüne sahip olduğu için, aşınmaya dayanıklı, kırılma tokluğu yüksek malzemelerdir. (Eker, 2008)
- Seramik matriksli kompozitler: Seramik malzemeler, yüksek sıcaklıklara dayanıklı ve hafif oldukları için oldukça tercih edilirler. Seramik matrisli kompozitler genellikle yüksek sıcaklıklarda çalışan parçalar için tercih edilirler. Sert ve kırılgan olan seramik malzemeler çok düşük kopma uzaması gösterirler, düşük tokluğa sahiptir ve termal sıcaklıklara karşı dayanıksızdırlar. Bu nedenle genellikle liflerle takviye edilirler. Buna karşılık çok yüksek elastiklik modülüne ve çok yüksek çalışma sıcaklıklarına sahiptir. (Eker, 2008)
- Polimer matriks kompozitler: sürekli fiber takviyeli olarak yaygın kullanılan polimer matriksler termoset ve termoplastikler olarak ikiye ayrılırlar. Polyester, epoksi reçine matriksli olanları en önemlileridir. Takviye malzemelerinden başlıcaları; cam, fiber, bor fiber ve karbon fiberlerdir. Korozyon direnci nedeniyle denizcilikte, hafifliği ile otomotiv sektörü, spor malzemelerinde tercih edilmektedir. (Karcı,2011)
- Karbon- karbon kompozitler: saf karbon partiküllerinin karbon esaslı bağlayıcı ile karışımından elde edilmektedir. Matriks malzemesi olarak kullanılan karbonun birim ağırlıktaki ısı kapasitesi oldukça yüksektir. Düşük hacim sağlamasına karşın maliyeti oldukça yüksek bir malzemedir. (Karcı, 2011)

- Nano Kompozitler: Nano teknolojinin özü, moleküler boyutta çalışarak, moleküler yapısı yenilenmiş büyük yapılar elde etmektir. Malzemelerin nanometrik boyuttaki özellikleri, aynı malzemenin makro boyuttaki özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Nano kompozitler, bir matris içerisinde nanometre büyüklüğünde parçacıkların dağılması ile oluşan malzemelerdir. Nano kompozitlerin malzemeye getirdiği üstünlükler; modülü arttırması, güçlendirmesi, ısı direncini arttırması, malzemeye gaz sızmasını engellemesi, yanıcılığını azaltması olarak sıralanabilir. (Yetkin, 2010)

2.4. Kimyasal Toz Polimer Katkılar ve Sınıflandırılması

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

Özışık (2001)’a göre, polimerler (dispersiyon tozları) şu şekilde sınıflanmaktadır:

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

Dispersiyon tozları, koruyucu kolloidlerle karıştırılarak kurutulmaktadır. Daha sonra su içinde tekrar disperse olmakta ve kurutulmaktadır. Bu işleme redispersiyon denilmektedir (Özışık, 2001).

Dispersiyon tozları ile modifiye edilen yapı ürünlerinin özellikleri;

1. Islak harçtaki gelişmeler;
 - Daha iyi plastik özellik.

- Daha iyi işlenebilirlik.
- Daha iyi viskozite.
- Daha iyi ıslak kohezyon.
- Daha iyi su tutma özelliği

2. Sertleşmiş harçtaki gelişmeler;

- Daha iyi yapışma.
- Daha iyi esneklik kuvveti.
- Yüksek esneklik (deformasyon kabiliyeti).
- Düşük Elastisite Modülü.
- Yüksek geçirgen özellikli harç.
- Daha iyi aşınma dayanımı.
- Yüksek kohezyon ve sertlik.
- Azaltılmış su emme (hidrofobik dispersiyon tozları ile) (Özışık, 2001).

Dispersiyon tozları içeren bir harç sistemi içerisinde, dispersiyon tozlarının etki mekanizması şöyle açıklanabilir:

- Koruyucu kolloid, harç sistemi içerisine absorbe edilir ve suda çözünmez hale gelir.
- Dispersiyon tozları film oluştururlar ve bağlayıcı olarak davranırlar.
- Polimer film fayans (yapıştırma harçları için) / harç ve zemin birleşim arayüzlerinde yapışmayı ve harç içerisindeki kohezyonu artırır (Özışık, 2001).

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 katkısıdır. Standart olarak üretilen tüm çimento çeşitleri ile uygulanabilmektedir. Beyaz renkli, 8.5-10.5 pH değerine sahip, klorür içermeyen ve korozyon 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, Kayseri pomzası, Kütahya ignimbirit agregası, Nevşehir pomzası, volkanik cüruf agregası, ham perlit, genleşmiş perlit, çimento, polimer katkıları, harç karışım suyu ve laboratuvar çalışmalarında kullanılan deney araçlarından oluşmaktadır.

3.1.1. Kayseri Pomzası

Kayseri bölgesindeki en eski kaya birimi paleozoik yaşlı kristalize kireçtaşlarıdır. Bunun üzerine pliyosen yaşlı tuf ve gölsel kireçtaşları gelir. Tüflerin üzerine pomza, pomzaların üzerine de ignimbiritik tüfler gelmektedir. Bu ignimbiritlerin üzerine de ikinci bir pomza seviyesi gelmektedir. Bu yöredeki pomzalar, Nevşehir pomzalarına göre daha fazla gaz boşluklu, dolayısıyla daha gözeneklidir (Çevikbaş ve İlgün, 1997).

Tez çalışması kapsamında dekoratif yalıtımlı dış cephe kaplama plakası üretimi için Kayseri pomzaları 0-1mm ve 1-2mm boyutlarına kırılıp boyutlandırılmıştır. Bu boyut aralığında farklı kombinasyonlarda plaka harcı karışımları oluşturulmuştur.

3.1.2. Nevşehir Pomzası

Yöredeki en genç kayaç birimleri kuvaterner yaşlı traverten, pomza, volkan külü, alüvyon gibi birimlerdir. Bu bölgede bulunan pomza seviyelerinin kalınlığı 1-20 m arasında değişmektedir. Nevşehir ve civarındaki pomza yatakları tercih edilen kalitedeki pomza yataklarıdır (Çevikbaş ve İlgün, 1997). Dekoratif yalıtımlı dış cephe kaplama plakası üretimi için Nevşehir pomzaları 0-1mm ve 1-2mm boyutlarına kırılıp boyutlandırılmıştır. Bu boyut aralığında farklı kombinasyonlarda plaka harcı karışımları oluşturulmuştur.

3.1.3. Kütahya İgnimbirit Agregası

Kısa tanımıyla piroklastik akıntı çökellerine “ignimbirit” adı verilmektedir. İgnimbiritler açık renkli kayalardır. Pomza parçaları, volkan camı kıymıkları dışında kuvars mineralleri, sanidin, plajiolas, biyotit vb. mineraller de içerirler (Şapcı, 2008). Dekoratif yalıtımlı dış cephe kaplama plakası üretimi için Kütahya ignimbirit agregaları 0-1mm ve 1-2mm boyut aralığında kırılıp-boyutlandırılıp, farklı kombinasyonlarda plaka harcı karışımları oluşturulmuştur.

3.1.4. Volkanik Cüruf Agregası

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 kayadır (Demirdağ, 2005). Dekoratif yalıtımlı dış cephe kaplama plakası üretimi için volkanik cüruf agregaları 0-1mm ve 1-2mm boyut aralığında kırılıp-boyutlandırılıp, farklı kombinasyonlarda plaka harcı karışımları oluşturulmuştur.

3.1.5. Ham Perlit

Perlit, %70’ den fazla SiO₂ içeren volkanik, alüminyum silikatlı riolitik oluşumlu bir volkanik camdır. Perlitin en önemli özelliğinden biri de %2-5 oranında su ihtiva etmesidir. Bu su perlitin kararlı olmasını sağlamaktadır. Ham perlit kimyasal bileşeni bakımından silisli ve alüminyumlu bileşenler içermektedir. Dekoratif yalıtımlı dış cephe kaplama plakası üretimi için ham perlit agregaları 0-1 mm ve 1-2 mm boyutlarına kırılıp boyutlandırılmıştır. Bu boyut aralığında farklı kombinasyonlarda plaka harcı karışımları oluşturulmuştur.

3.1.6. Toz Genleşmiş Perlit

Perlit içerisindeki %2-5 oranındaki su perlitin kararlı olmasını sağlamaktadır. Ham perlit 900-1200°C lik hızlı bir ısıtma işlemiyle içindeki suyun buhar halinde çıkması

ile çok kısa sürede kendi hacminin 30 katına kadar çıkmaktadır. Bu genişleme işlemi ile hafif perlit agregası elde edilir. Buna endüstriyel olarak “genleşmiş perlit” adı verilmektedir. Dekoratif yalıtımlı dış cephe kaplama plakası üretimi için toz boyutta genişletilmiş perlit kullanılmıştır.

3.1.7. Çimento

Kompozit yapıdaki sıva numunelerinin elde edilmesi için bağlayıcı madde olarak TS 21 standardına uygun BPC 42,5 çimento kullanılmıştır. Bu tür çimento genellikle mimari amaçlarla kullanılır. Dekoratif amaçlı çimentodur. Renk verici oksitler içermeyen ya da çok az oranda içeren hammaddeler kullanılarak üretilen katkısız çimentodur (Şapcı, 2008).

3.1.8. Polimer Katkılar

Kompozit yapıda dekoratif kaplama plakaları üretiminde harç hazırlanırken agrega, perlit, çimento ve karışım suyuna ilave olarak toz formda kimyasal katkıları kullanılmıştır. Kompozit yapının ağırlıkça belli yüzdesi kadar karışımlara farklı amaçlar için polimer katkıları ilave edilmiştir. Bu katkıları başlıca; su itici, kıvamlaştırıcı, ve priz hızlandırıcı polimerik bileşenlerdir.

Su itici polimer; toz formda, beyaz renkli, harca yumuşaklık ve kolay işlenebilme özelliği sağlayan, sürekli su itici özellik sağlayan bir harç katkısıdır (Şapcı, 2008).

Kıvamlaştırıcı; toz formda, beyaz renkli, harca normal priz süresi içerisinde kolay işlenebilme ve yüksek yapışma kabiliyeti sağlayan 60000 viskozite değerinde bir harç katkısıdır (Şapcı, 2008).

Priz hızlandırıcı; toz formda, beyaz renkte olan harcın hızlı priz almasını sağlayan ve prizini almış numunenin daha mukavemetli hale gelmesini sağlayan harç katkısıdır (Şapcı, 2008).

3.1.9. Su

Beton üretiminde kullanılan suyun iki önemli işlevi vardır. Bunlardan ilki, kuru haldeki harcı işlenebilir bir kütle haline getirmek, ikincisi ise, çimento ile kimyasal reaksiyon yaparak plastik kütlelerin sertleşmesini sağlamak. Beton üretiminde temiz ve harca olumsuz etki yapmayacak nitelikte su kullanılmalıdır. İçme suları beton üretiminde kullanılabilir (Ekmekyapar ve Örüng, 1993).

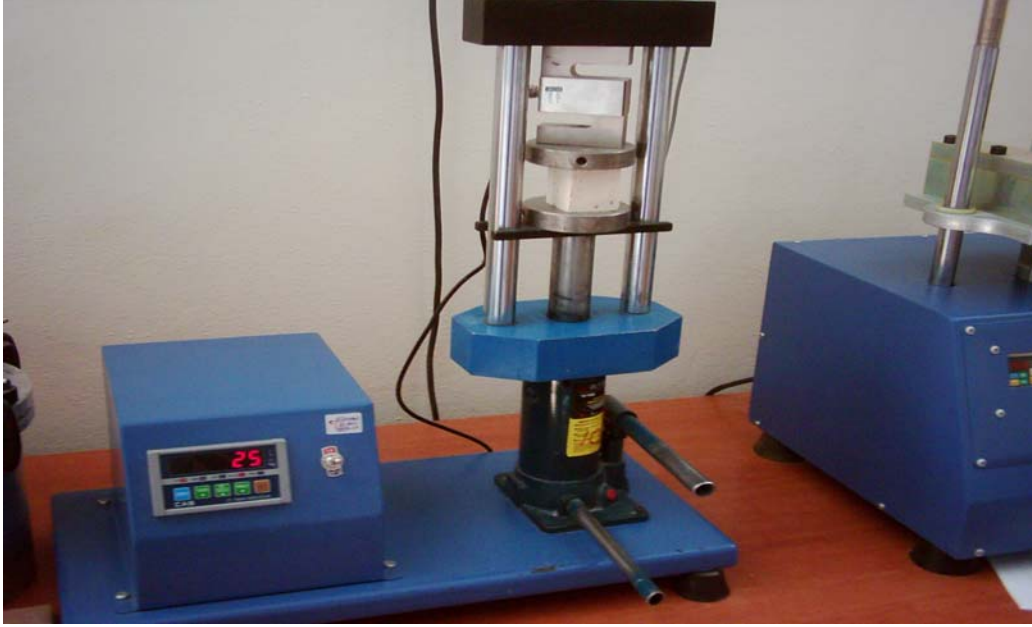
Yapılan deneysel çalışmalarda, kompozit yapıda sıva harçlarını oluşturmak için Süleyman Demirel Üniversitesi - Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezindeki şebeke suyu kullanılmıştır.

3.1.10. Laboratuvar Deneylerinde Kullanılan Araçlar

Laboratuvar çalışmalarında Süleyman Demirel Üniversitesi Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezinde bulunan teçhizatlar ve deney düzenekleri kullanılmıştır. Kompozit sıva harçlarının üretilmesi ve değerlendirilmesi “TS EN 998-1” standardında öngörülen araç ve düzeneklerden yararlanılmıştır.

3.1.10.1. 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 3.1’de görülmektedir.



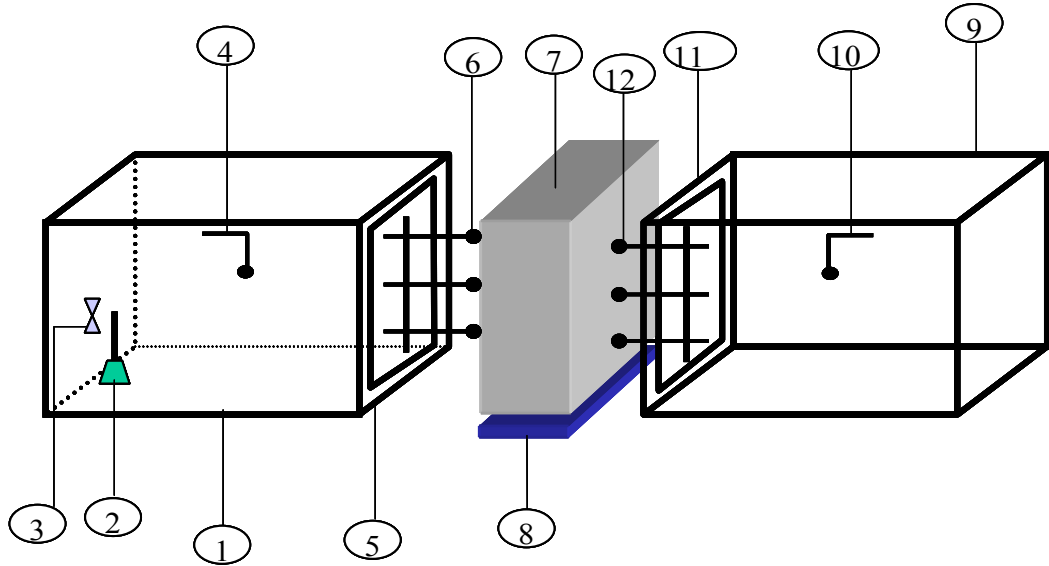
Şekil 3.1. Nokta yükleme cihazı (3 ton kapasiteli).

3.1.10.2. Isı Yalıtım Deneyinin Yapıldığı Muhafazalı Sıcak Kutu Deney Düzeneği

Sıcak Kutu yönteminde bir plakanın 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.

Sıcak Kutu (Hot Box) yöntemi, sıcak ve soğuk oda olmak üzere iki bölüme ayrılmış ve yalıtılmış bir kutudan oluşan deney cihazı ile kâğır birim deney numunelerinde ısı iletkenlik ve ısı geçirgenlik direncinin tayinini kapsayan bir yöntemdir. Bu yöntemde, bir yapı elemanı yalıtılmış bir kutu içersine kutuyu iki bölüme ayıracak şekilde yerleştirilir. Bir bölümden ısı kaynağı-direnç arkasında bulunan vantilatör ve bölme içersinde hava çevrimi sürekli sağlanmaktadır. Bu şekilde ısınan malzeme yüzeyinden diğer bölmeye aktarılan ısı, hassas sıcaklık ölçerler (termo-couple) ile ölçülmekte ve ısı geçirgenlik değeri hesaplaması yapılmaktadır.

Deney düzeneği, güç kaynağını ve sıcaklık değişimlerini tam olarak ölçebilmektedir. Isı sensörleri $0,1^{\circ}\text{C}$ hassasiyette ve sıcaklık $^{\circ}\text{C}$ olarak okunabilmektedir. Verilen ısının kontrolü, sürekli değişebilen (20-400 watt) akım ile sağlanabilmektedir. Deney cihazı, ısının geçişi üç boyutlu olması nedeniyle, hatalar minimize edilerek dizayn edilir. İletimin temel ilkesi, taşınım ile ısı transferinin olmadığını göstermektir. 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 (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Deney cihazının bölümleri ve sembolik ölçüm prensibi gösterimi.

3.2. Yöntem

Beş farklı doğal agregalı numuneler ile ürünler üzerinde gerekli inceleme, analiz ve deneylerin yürütülmesinde aşağıda belirtilen yöntemler uygulanmıştır.

Her bir doğal agregadan farklı 6 reçete kombinasyonu tasarlanmış olup karışımların teknik özellikleri ve kıvamları da dikkate alınarak bunların alt bölümler şeklinde revizyonu gerçekleştirilmiştir. Toplamda 27 farklı karışım kombinasyonu oluşturulmuştur. Tasarlanan kombinasyonların 3 farklı çimento oranında (ağırlıkça %36, %38 ve %42 oranlarında) numune dökümleri yapılmıştır. Bu karışımlarda her bir agrega için 0-1 mm ve 1-2 mm boyut aralıkları ağırlıkça farklı oranlarda kullanılarak boyut dağılımının elde edilen numunelerinin teknik performanslarına etkisi de incelenmiştir. Genleşmiş toz perlit olarak hazırlanan karışımlarda perlit boyutu standart olarak ele alınmıştır.

Tez çalışmasının yürütülmesi başlıca 3 aşamada irdelenmiştir.

1. Yalıtım Plaka Harçlarının Kompozit Bileşen Olmadan Üretilebilirliği:

Bu aşamada 0-1 mm ve 1-2 mm boyutlarında hazırlanmış olan hafif agrega türleri ile herhangi bir polimerik bileşen ve katkı kullanmadan çimento bazlı numuneler hazırlanarak tez çalışmasına kontrol numunesi oluşturulacak şekilde kombinasyonel örnekler dökülmüştür. Bu örneklerin teknik analizleri yapılarak genel irdelemesi yapılmıştır.

2. Kompozit Yapıda Yalıtım Plakalarının Üretilebilirliği:

Tez çalışmasının birinci aşamasında elde edilen teknik bulgular ışığında, örneklerin birim ağırlıkları itibariyle yalıtım özelliğinin daha da iyileştirilmesi amacıyla, ağırlıkça %6 oranında tüm karışımlara genleşmiş toz perlit ilave edilmiş olup, aynı zamanda bu karışımların bütünü sabit oranlarda polimerik bileşen ilaveli olarak numuneler yeniden hazırlanmıştır. Bu numunelerin TS EN

998-1 standardına göre teknik analizleri yapılmış olup, sonuçlar optimum yalıtım özelliğini sağlayan karışım kombinasyonu belirlemek amacı ile irdelenmiştir.

3. Kompozit Yalıtım Dekoratif Plaka Örneklerinin Analizi:

Üçüncü aşamada da bir önceki aşamada elde edilen polimerik bileşenli tüm karışım kombinasyonlarına ait örneklerin teknik verilerine göre, optimum olarak belirlenmiş kombinasyonlar daha detay inceleme için yeniden irdelenmiştir. Ancak bu irdeleme de yalıtım plaka örneklerinin 14. günde sağlamış olduğu 20 kg/cm² lik basınç dayanım değeri baz parametre olarak ele alınmıştır. Diğer bir değişle fiili uygulamalarda plakalar için arzu edilen minimum basınç dayanım değeri 20 kg/cm² olarak nitelenmektedir.

Çalışmanın 3. aşamasında elde edilen veriler ışığında malzemelerin “Isı İletkenlik Katsayıları” hesaplanmıştır. Sıcak kutu yöntemi ile malzemelerin ısı iletkenlikleri hesaplanarak, bu değerler grafik olarak en son aşamada gösterilmiştir.

Bu çalışmalar kapsamında yapılan başlıca teknik analizler TS EN 998-1 standardı bağlamında çizelge 3.2’de belirtilen parametreler örnekli olarak irdelenmiştir.

Çizelge 3.2. Deneysel çalışma programında kullanılan yöntemi ve standartları

Analiz Adı	Kullanılan Deneysel Yöntemler
Kuru Yığın Yoğunluk Analizi	TS EN 1015-10-Kagir harcı Kuru Yığın Yoğunluk Tayini
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
Sertleşmiş Sıva Harcının Kılcal (Kapiler) Su Emme Analizi	TS EN 1015-18- Sertleşmiş Sıva Harcının Kılcal (Kapiler) Su Emme Analizi

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Dekoratif Kaplama Taş Üretimi İçin Yalıtım Amaçlı Kompozit Harcın Oluşturulması

Binalarda duvar elemanı olarak kullanılan dekoratif kaplama taşlarının yüksek yalıtım performansına sahip olması (ısı köprülerinin minimum seviyesine getirilmesi) için hafif birim ağırlıklı kompozit yapıda harçların üretimi giderek yaygınlaşmaktadır. Kompozit harçlar, gözenekli doğal veya suni hafif agregalar, çimento, polimer ve su karıştırılarak elde edilen, birim hacim ağırlıkları genellikle 800 kg/m^3 ten büyük olmayan iç/dış cephe uygulamalarında kullanılan atmosfer ortam koşullarına dayanıklı kompozit harçlar olarak tanımlanabilmektedir (Karcı, 2011).

Bu tez çalışma kapsamında, dekoratif yalıtımlı kaplama taşlarının üretilebilirliği 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 standardının ön gördüğü prensiplere göre analizleri yapılmış ve güncel olarak kullanılabilecek en ideal kompozit harç oranı belirlenmeye çalışılmıştır. TS EN 998-1 standardı özellikle yalıtım amaçlı harç guruplarının kullanılabilirlik kriterlerini öngörmesi ve diğer harç gurupları ile karşılaştırma yapabilme olanaklarını içermesi bakımından bu çalışma kapsamında öncelikli standard olarak kullanılmıştır.

TS EN 998-1 standardında kompozit yapıdaki ürünler için öngörülen özelliklerden aşağıda belirtilen teknik parametreler bu tez çalışması kapsamında irdelenmiştir:

- Kuru yığın yoğunluk analizi,
- Sertleşmiş harcın kuru birim hacim kütlesi analizi,
- Sertleşmiş harcın basınç dayanım analizi,
- Sertleşmiş harcın kılcal (Kapiler) su emme analizi,
- Sertleşmiş harcın ısı iletkenlik özelliği.

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

4.2. Yalıtım Plaka Harçlarının Kompozit Bileşen Olmadan Üretilirlik Analizi

Bu aşamada 0-1 mm ve 1-2 mm boyutlarında hazırlanmış olan hafif agregat türleri ile herhangi polimerik bileşen ve katkı malzemesi kullanmadan 3 farklı çimento (ağırlıkça %36, %38 ve %42 oranlarında) oranı bazında toplamda 27 farklı karışım kombinasyonu oluşturulacak şekilde kombinasyonel örnekler hazırlanmıştır. Bu örneklerin teknik analizleri yapılarak genel irdelemesi yapılmıştır.

Birinci bölümde, çalışmada kullanılan karışım oranları ve elde edilen toz ve yaş harca ait teknik veriler Çizelge 4.1 – Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kayseri pomzası agregalı bileşenler ve ağırlıkları

Örnek Kodu : KP1	AĞIRLIKÇA(%)
ÇİMENTO	36
KAYSERİ POMZASI(0-1mm)	38,4
KAYSERİ POMZASI(1-2mm)	25,6
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	745,89
SU/KATI ORANI	0,48
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1426,09
Örnek Kodu : KP2	AĞIRLIKÇA(%)
ÇİMENTO	38
KAYSERİ POMZASI(0-1mm)	37,2
KAYSERİ POMZASI(1-2mm)	22,8
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	765,7
SU/KATI ORANI	0,45
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1486,44
Örnek Kodu : KP3	AĞIRLIKÇA(%)
ÇİMENTO	42
KAYSERİ POMZASI(0-1mm)	34,8
KAYSERİ POMZASI(1-2mm)	23,2
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	796,62
SU/KATI ORANI	0,43
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1521,74
Örnek Kodu : KP4	AĞIRLIKÇA(%)
ÇİMENTO	36
KAYSERİ POMZASI(0-1mm)	25,6
KAYSERİ POMZASI(1-2mm)	38,4
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	726,09
SU/KATI ORANI	0,49
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1304,35
Örnek Kodu : KP5	AĞIRLIKÇA(%)
ÇİMENTO	38
KAYSERİ POMZASI(0-1mm)	22,8
KAYSERİ POMZASI(1-2mm)	37,2
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	743,96
SU/KATI ORANI	0,46
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1355,07
Örnek Kodu : KP6	AĞIRLIKÇA(%)
ÇİMENTO	42
KAYSERİ POMZASI(0-1mm)	23,2
KAYSERİ POMZASI(1-2mm)	43,8
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	790,33
SU/KATI ORANI	0,45
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1458,03

Çizelge 4.2. Volkanik cüruf agregalı bileşenler ve ağırlıkları

Örnek Kodu : VC1	AĞIRLIKÇA(%)
ÇİMENTO	36
VOLKANİK CÜRUF(0-1mm)	38,4
VOLKANİK CÜRUF(1-2mm)	25,6
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	1194,69
SU/KATI ORANI	0,25
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1875,36
Örnek Kodu : VC2	AĞIRLIKÇA(%)
ÇİMENTO	38
VOLKANİK CÜRUF(0-1mm)	37,2
VOLKANİK CÜRUF(1-2mm)	22,8
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	1189,86
SU/KATI ORANI	0,24
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1925,6
Örnek Kodu : VC3	AĞIRLIKÇA(%)
ÇİMENTO	42
VOLKANİK CÜRUF(0-1mm)	34,8
VOLKANİK CÜRUF(1-2mm)	23,2
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	1171,01
SU/KATI ORANI	0,24
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1920,77
Örnek Kodu : VC4	AĞIRLIKÇA(%)
ÇİMENTO	36
VOLKANİK CÜRUF(0-1mm)	25,6
VOLKANİK CÜRUF(1-2mm)	38,4
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	1144,93
SU/KATI ORANI	0,27
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1879,71
Örnek Kodu : VC5	AĞIRLIKÇA(%)
ÇİMENTO	38
VOLKANİK CÜRUF(0-1mm)	22,8
VOLKANİK CÜRUF(1-2mm)	37,2
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	1160,39
SU/KATI ORANI	0,26
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1843,48
Örnek Kodu : VC6	AĞIRLIKÇA(%)
ÇİMENTO	42
VOLKANİK CÜRUF(0-1mm)	23,2
VOLKANİK CÜRUF(1-2mm)	34,8
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	1175,36
SU/KATI ORANI	0,26
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1887,44

Çizelge 4.3. Kütahya ignimbirit agregalı bileşenler ve ağırlıkları

Örnek Kodu : Kİ1	AĞIRLIKÇA(%)
ÇİMENTO	36
KÜTAHYA İGNİMBİRİT(0-1mm)	38,4
KÜTAHYA İGNİMBİRİT(1-2mm)	25,6
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	923,19
SU/KATI ORANI	0,35
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1683,09
Örnek Kodu : Kİ2	AĞIRLIKÇA(%)
ÇİMENTO	38
KÜTAHYA İGNİMBİRİT(0-1mm)	37,2
KÜTAHYA İGNİMBİRİT(1-2mm)	22,8
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	916,91
SU/KATI ORANI	0,33
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1981,64
Örnek Kodu : Kİ3	AĞIRLIKÇA(%)
ÇİMENTO	42
KÜTAHYA İGNİMBİRİT(0-1mm)	34,8
KÜTAHYA İGNİMBİRİT(1-2mm)	23,2
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	912,56
SU/KATI ORANI	0,34
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1672,95
Örnek Kodu : Kİ4	AĞIRLIKÇA(%)
ÇİMENTO	36
KÜTAHYA İGNİMBİRİT(0-1mm)	25,6
KÜTAHYA İGNİMBİRİT(1-2mm)	38,4
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	904,83
SU/KATI ORANI	0,33
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1643
Örnek Kodu : Kİ5	AĞIRLIKÇA(%)
ÇİMENTO	38
KÜTAHYA İGNİMBİRİT(0-1mm)	22,8
KÜTAHYA İGNİMBİRİT(1-2mm)	37,2
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	903,86
SU/KATI ORANI	0,32
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1625,6
Örnek Kodu : Kİ6	AĞIRLIKÇA(%)
ÇİMENTO	42
KÜTAHYA İGNİMBİRİT(0-1mm)	23,2
KÜTAHYA İGNİMBİRİT(1-2mm)	34,8
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	906,28
SU/KATI ORANI	0,32
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1628,5

Çizelge 4.4. Nevşehir pomzası agregalı bileşenler ve ağırlıkları

Örnek Kodu : NP1	AĞIRLIKÇA(%)
ÇİMENTO	36
NEVŞEHİR POMZASI(0-1mm)	38,4
NEVŞEHİR POMZASI(1-2mm)	25,6
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	640,1
SU/KATI ORANI	0,52
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1409,66
Örnek Kodu : NP2	AĞIRLIKÇA(%)
ÇİMENTO	38
NEVŞEHİR POMZASI(0-1mm)	37,2
NEVŞEHİR POMZASI(1-2mm)	22,8
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	673,43
SU/KATI ORANI	0,51
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1372,95
Örnek Kodu : NP3	AĞIRLIKÇA(%)
ÇİMENTO	42
NEVŞEHİR POMZASI(0-1mm)	34,8
NEVŞEHİR POMZASI(1-2mm)	23,2
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	678,26
SU/KATI ORANI	0,51
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1400,01
Örnek Kodu : NP4	AĞIRLIKÇA(%)
ÇİMENTO	36
NEVŞEHİR POMZASI(0-1mm)	25,6
NEVŞEHİR POMZASI(1-2mm)	38,4
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	613,53
SU/KATI ORANI	0,54
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1309,66
Örnek Kodu : NP5	AĞIRLIKÇA(%)
ÇİMENTO	38
NEVŞEHİR POMZASI(0-1mm)	22,8
NEVŞEHİR POMZASI(1-2mm)	37,2
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	578,92
SU/KATI ORANI	0,54
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1270,05
NP6	AĞIRLIKÇA(%)
ÇİMENTO	42
NEVŞEHİR POMZASI(0-1mm)	23,2
NEVŞEHİR POMZASI(1-2mm)	34,8
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	643,01
SU/KATI ORANI	0,53
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1342,03

Çizelge 4.5. Ham Perlit agregalı bileşenler ve ağırlıkları

Örnek Kodu : P1	AĞIRLIKÇA(%)
ÇİMENTO	36
HAM PERLİT	64
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	141,54
SU/KATI ORANI	2,9
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	927,54
Örnek Kodu : P2	AĞIRLIKÇA(%)
ÇİMENTO	38
HAM PERLİT	62
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	124,64
SU/KATI ORANI	2,6
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	947,34
Örnek Kodu : P3	AĞIRLIKÇA(%)
ÇİMENTO	42
HAM PERLİT	58
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	128,99
SU/KATI ORANI	2,6
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	951,17

Karışım kombinasyonlarının hazırlanması sonrasında sertleşmiş kompozit harcın birim hacim kütle ve basınç dayanım analizleri TS EN 1015-10 standardında öngörülen deney metotlarına uygun olarak her bir karışım için farklı adetlerdeki numune üzerinde yapılmıştır. Genellikle ısı yalıtım olgusu, malzemelerin kuru birim hacim kütle değeri ile doğru orantılı olarak değişim göstermektedir. Birim hacim kütle düştükçe, malzemenin ısı yalıtım değerinde iyileşme gözlenir. Bu bakımdan, ısı yalıtımı açısından düşük birim hacim kütle değerleri önemsenmektedir (Karcı, 2011).

Sertleşmiş kompozit harcın basınç dayanım analizleri TS EN 998-1 standardında öngörülen deney metoduna uygun olarak her bir karışım için farklı adetlerdeki numune üzerinde yapılmıştır (Şekil 4.1). TS EN 998-1 standardında harç gruplarının 28 günlük basınç dayanım değerleri için, 4 ayrı dayanım sınıfı öngörülüdür (CS I – CS IV). Bu sınıflarda dayanım sınırları şu şekilde verilmiştir:

CS I	dayanım sınıfı için	: 0.4 – 2.5 N/mm ²
CS II	dayanım sınıfı için	: 1.5 – 5.0 N/ mm ²
CS III	dayanım sınıfı için	: 3.5 – 7.5 N/ mm ²
CS IV	dayanım sınıfı için	: ≥ 6 N/ mm ²



Şekil 4.1. Sertleşmiş kompozit harcın basınç dayanım analiz düzeneği

Kompozit harç örneklerinin basınç dayanım değerlerinde, çimento oranı değişimi önemli bir rol oynamaktadır. Artan çimento oranında, kompozit yapının basınç dayanım değerinin de arttığı genellikle gözlenen bir olgudur.

Tez çalışmasının bu aşamasında, TS EN 998-1 standardında öngörülen birim hacim ağırlık ve basınç dayanım analizlerine göre gerçekleştirilen analizlerin sonuçları Çizelge 4.6- Çizelge 4.10’da belirtilmiştir.

Çizelge 4.6. Kayseri pomzasının 7. ve 14. günlerde basınç dayanım ve birim hacim kütle değerleri

	7. GÜN BASINÇ DAYANIM (kg/cm²)	14. GÜN BASINÇ DAYANIMI (kg/cm²)	7. GÜN BİRİM HACİM AĞIRLIK (kg/m³)	14. GÜN BİRİM HACİM AĞIRLIK (kg/m³)
KP1	90,96	95,92	1285,6	1226
KP2	92,4	96,66	1295,2	1224,4
KP3	102,68	118,24	1382,4	1314,8
KP4	62,24	65,52	1159,2	1084,8
KP5	68,9	72,16	1188	1136
KP6	71,88	85,26	1257,6	1192,4

Çizelge 4.7. Kayseri pomzası agregalı harcın 7 ve 14. günlerde basınç dayanım ve birim hacim kütle değerleri

	7. GÜN BASINÇ DAYANIM (kg/cm²)	14. GÜN BASINÇ DAYANIMI (kg/cm²)	7. GÜN BİRİM HACİM AĞIRLIK (kg/m³)	14. GÜN BİRİM HACİM AĞIRLIK (kg/m³)
VC1	185,54	222,28	1884	1818
VC2	161,26	215,88	1915,6	1856,8
VC3	185,3	262,1	1958,4	1921,6
VC4	113,34	196,3	1846,4	1788,4
VC5	121,36	190,4	1849,2	1802,8
VC6	142,06	202,4	1916,4	1866

Çizelge 4.8. Kütahya ignimbirit agregalı harcın 7 ve 14. günlerde basınç dayanım ve birim hacim kütle değerleri

	7. GÜN BASINÇ DAYANIM (kg/cm²)	14. GÜN BASINÇ DAYANIMI (kg/cm²)	7. GÜN BİRİM HACİM AĞIRLIK (kg/m³)	14. GÜN BİRİM HACİM AĞIRLIK (kg/m³)
Kİ1	67,14	60,4	1370	1446,4
Kİ2	84,62	87,52	1440,8	1508
Kİ3	91,76	104,2	1479,6	1560,8
Kİ4	66,24	78,04	1398,4	1461,6
Kİ5	83,5	73,3	1415,6	1466,8
Kİ6	98,82	89,76	1460,4	1530

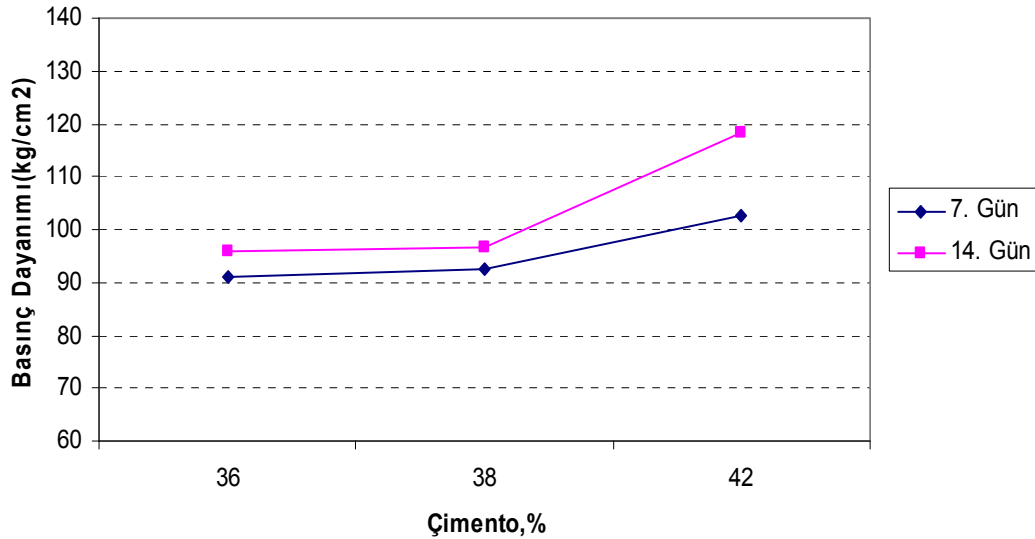
Çizelge 4.9. Ham perlit agregalı harcın 7 ve 14. günlerde basınç dayanım ve birim hacim kütle değerleri

	7. GÜN BASINÇ DAYANIM (kg/cm²)	14. GÜN BASINÇ DAYANIMI (kg/cm²)	7. GÜN BİRİM HACİM AĞIRLIK (kg/m³)	14. GÜN BİRİM HACİM AĞIRLIK (kg/m³)
P1	0,88	1,28	273,2	288
P2	1,72	1,72	360,8	318,8
P3	1,8	2,14	348,8	338

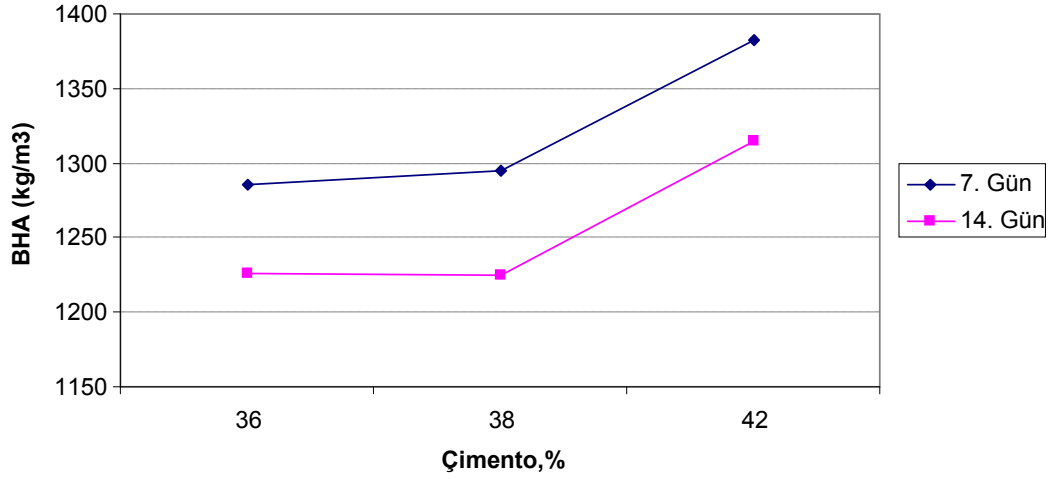
Çizelge 4.10. Nevşehir Pomza agregalı harcın 7 ve 14. günlerde basınç dayanım ve birim hacim kütle değerleri

	7. GÜN BASINÇ DAYANIM (kg/cm ²)	14. GÜN BASINÇ DAYANIMI (kg/cm ²)	7. GÜN BİRİM HACİM AĞIRLIK (kg/m ³)	14. GÜN BİRİM HACİM AĞIRLIK (kg/m ³)
NP1	86,64	95,16	1179,6	1051,6
NP2	78,76	103,64	1221,6	1120,8
NP3	102,38	119,76	1233,2	1155,2
NP4	49,8	63,36	1096,4	1016,8
NP5	57,68	77,8	1114,8	1027,6
NP6	67,14	104,92	1142,8	1065,6

Çizelge 4.6 – Çizelge 4.10’da belirtilen teknik bulgular grafiksel olarak da analiz edilmiş olup, çimento dozajına bağımlı olarak numunelerin basınç dayanım ve birim ağırlık değişimleri irdelenmiştir. Kayseri pomzası ile elde edilen örneklerin grafiksel irdelenmesi Şekil 4.2 – Şekil 4.5’de verilmiştir.



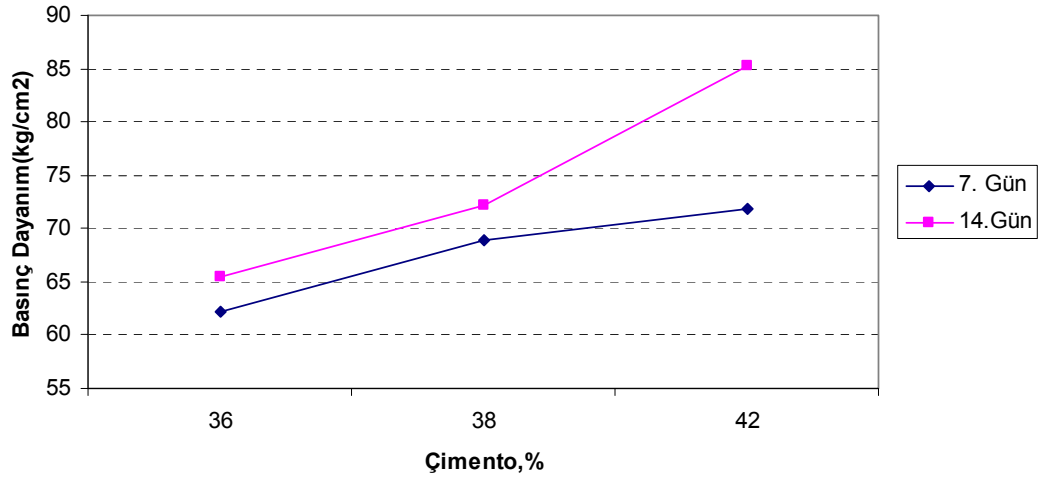
Şekil 4.2. KP1, KP2, KP3 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi



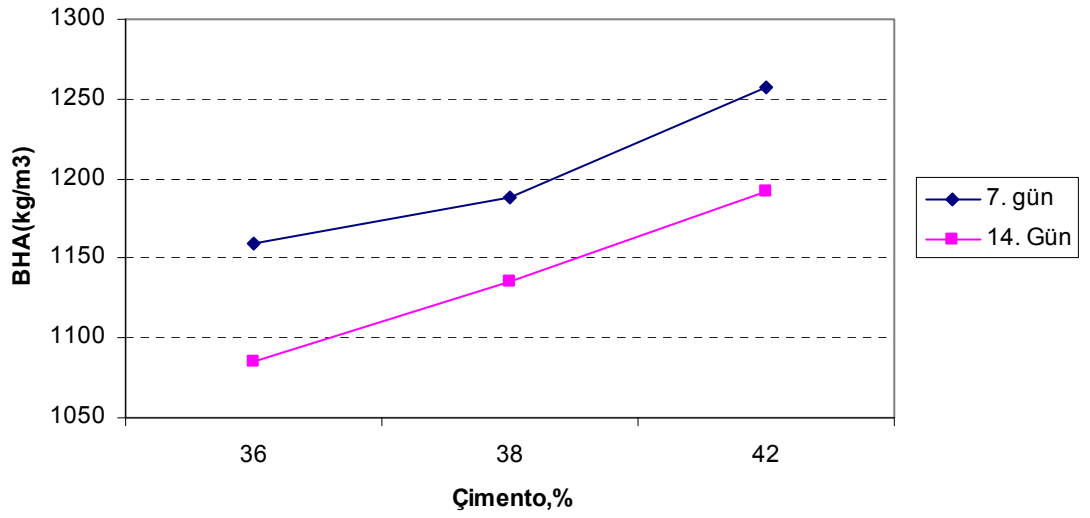
Şekil 4.3. KP1, KP2, KP3 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi

Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'te görüldüğü gibi, çimento oranlarına bağlı olarak örneklerin birim hacim kütle değerleri artış göstermektedir. Çimento oranı ne kadar artarsa karışım kombinasyonlarının birim hacim kütleleri de o oranda artmaktadır. Ağırlıkça % 42 çimento oranlı KP3 kombinasyonu, diğer örneklere göre çok yüksek birim hacim kütle değerine sahiptir. Buna bağlı olarak ısı yalıtımı, birim hacim kütleyle göre değerlendirildiğinde, örnekler arasında en düşük değere sahip olmaktadır. Ayrıca, bina dış cephe kaplaması için kullanılacak plakaların ağırlığı ne kadar düşük olursa binaların ölü ağırlığının artmasında da çok düşük bir rol oynayacaktır.

Örneklerin basınç dayanım değerleri 8,82- 11,76 N/mm² aralığında değişim göstermektedir. KP3 en yüksek basınç dayanım değerine sahip olmaktadır. Bu da KP3 kompozit harcının daha mukavemetli bir yapı sergilemesini sağlamaktadır. Kombinasyonların çimento oranları arttıkça, basınç dayanımında artma gözlenmektedir. Yalnız çimento oranının fazla olması kombinasyonların ısı yalıtım değerlerini olumsuz etkilemektedir. Bu değerlerin optimum değerde tutulması doğru olacaktır.



Şekil 4.4. KP4, KP5, KP6 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi



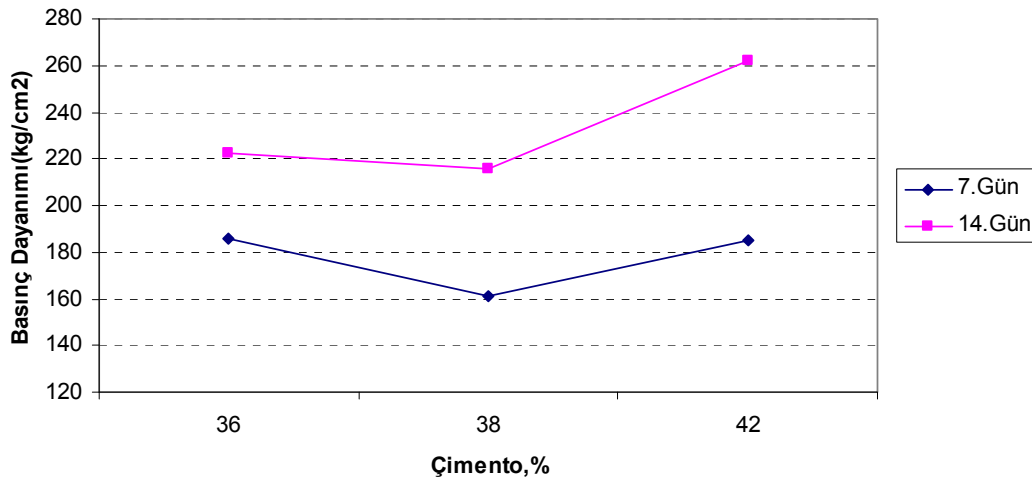
Şekil 4.5. KP4, KP5, KP6 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi

Şekil 4.4 ve Şekil 4.5'te görüldüğü gibi, çimento oranı arttıkça kombinasyonların birim hacim kütle değeri de artmaktadır. Birim hacim kütle değerinin ısı yalıtımında değerlendirilmesinde yüksek kütle değerine sahip kombinasyonların ısı yalıtım değeri, diğer örneklerle oranla düşük olmaktadır. Ağırlıkça %42 çimento oranına sahip KP6 kombinasyonu diğer örneklerden daha yalıtımı düşük değere sahiptir.

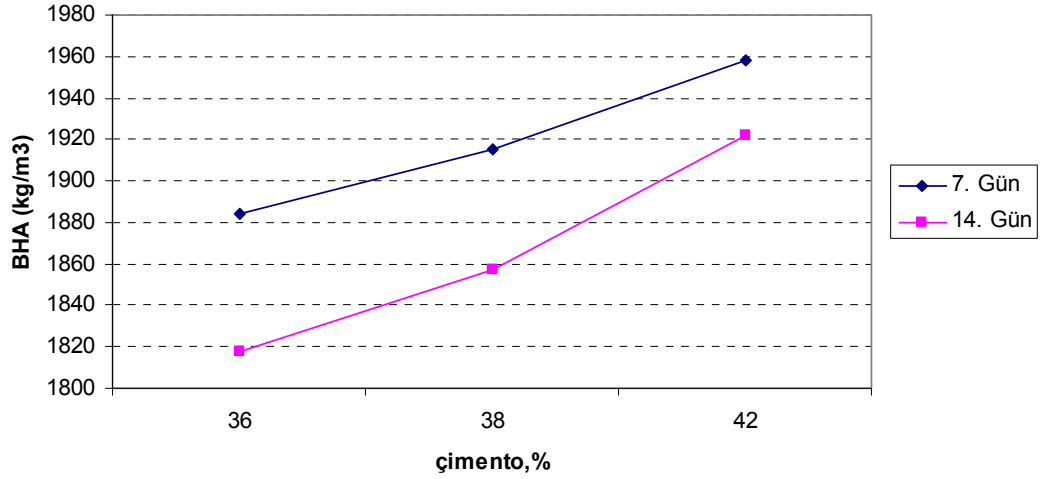
Ayrıca, binaların dış cephelerinde kullanmak için tercih edildiğinde, diğer örneklerden daha fazla bina ölü ağırlığını artıracaktır.

Örneklerin basınç dayanım değerleri 6,37- 8,33 N/mm² aralığında değişmektedir. Kombinasyonların çimento oranları arttıkça basınç dayanım değerleri de artmaktadır. KP6 en yüksek basınç dayanım değerine sahiptir. Bu da diğer örnekler arasında mukavemeti en iyi kombinasyondur. Yalnız, unutulmamalıdır ki çimento oranı birim kütle değerini artırdığı ve ısı yalıtımıyla ters orantılı olduğu için ağırlıkça % değerinin optimum koşullarda tutulması doğru olacaktır.

Volkanik cüruf agregası ile elde edilen örneklerin grafiksel irdelemesi Şekil 4.6 – Şekil 4.9’da verilmiştir.



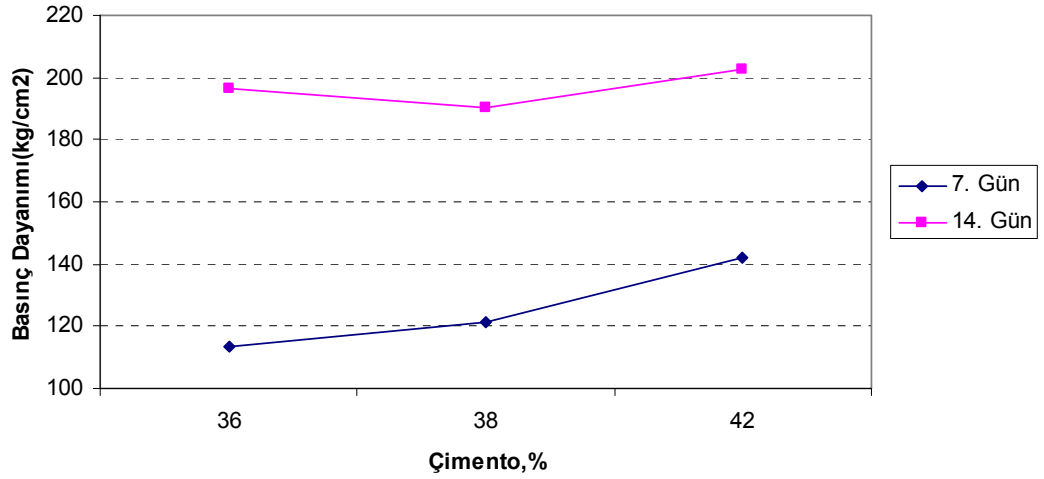
Şekil 4.6. VC1, VC2, VC3 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi



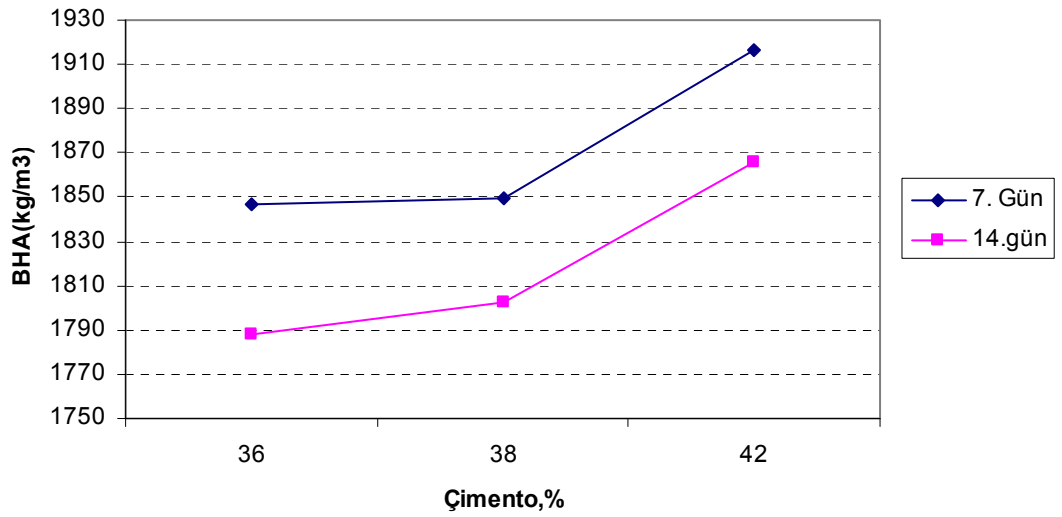
Şekil 4.7. VC1, VC2, VC3 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi

Şekil 4.6 ve 4.7’de görüldüğü gibi, çimento oranlarına bağlı olarak örneklerin birim hacim kütle değerleri artış göstermektedir. Çimento oranı ne kadar artarsa karışım kombinasyonlarının birim hacim kütleleri de o oranda artmaktadır. Ağırlıkça % 42 çimento oranlı VC3 kombinasyonu diğer örneklerle göre daha yüksek birim hacim kütle değerine sahiptir. Buna bağlı olarak ısı yalıtımı, diğer örneklerle oranla daha düşük bir değere sahip olmaktadır. Ayrıca, bina dış cephe kaplaması için kullanılacak plakaların ağırlığı ne kadar düşük olursa bina ölü ağırlığına katkısı o denli az olacaktır.

Örneklerin basınç dayanım değerleri 6-15 N/mm² aralığında değişim göstermektedir. VC3 en yüksek basınç dayanım değerine sahip olmaktadır. Bu da VC3 kompozit harcının daha mukavemetli bir yapı sergilemesini sağlamaktadır. VC2’de sapma yaşanmasının nedeni değerin makinede okunması esnasında oluşan hatadan kaynaklanmaktadır. Kombinasyonların çimento oranları arttıkça, basınç dayanım değerinde de artma gözlenmektedir. Yalnız çimento oranının fazla artması kombinasyonların ısı yalıtımını olumsuz etkilemektedir. Bu değerin optimum değerde tutulması doğru olacaktır.



Şekil 4.8. VC4, VC5, VC6 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi

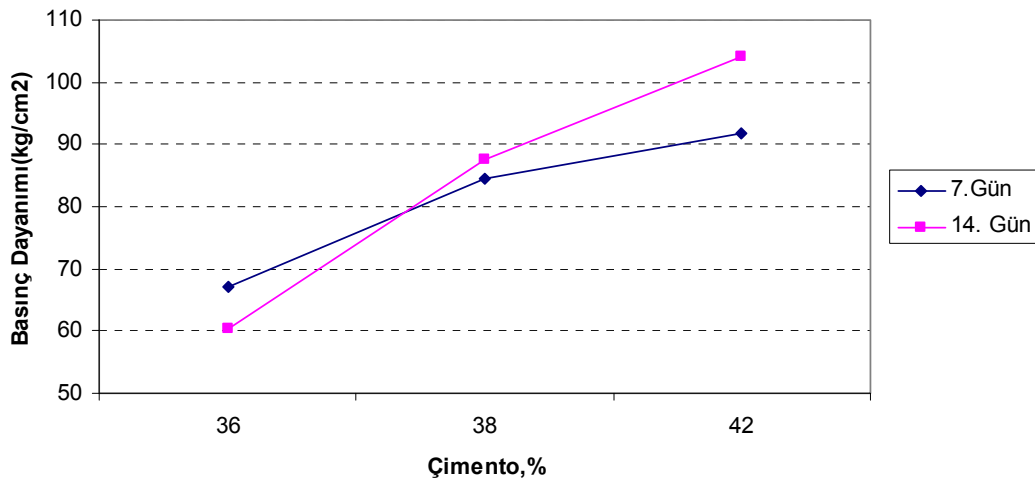


Şekil 4.9. VC4, VC5, VC6 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi

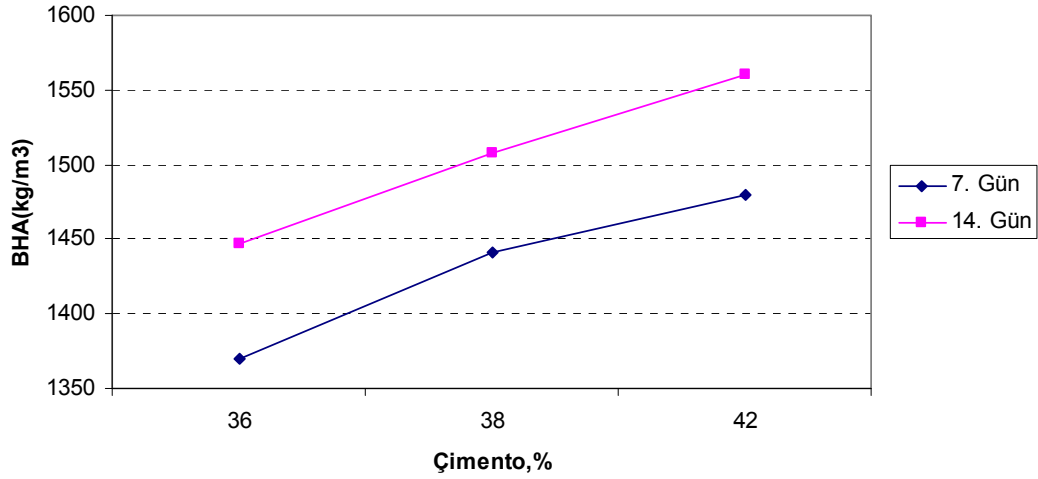
Şekil 4.8 ve 4.9’da görüldüğü gibi, çimento oranı arttıkça kombinasyonların birim hacim kütle değeri de artmaktadır. Birim hacim kütle değerinin ısı yalıtımında değerlendirilmesinde yüksek kütle değerine sahip kombinasyonların ısı yalıtım değeri, diğer örneklerle oranla düşük olmaktadır. Ağırlıkça %42 çimento oranına sahip VC6 kombinasyonu diğer örneklerden daha yalıtımı düşük değere sahiptir. Ayrıca, binaların dış cephelerinde kullanmak için tercih edildiğinde, diğer örneklerden daha fazla bina ölü ağırlığını artıracaktır.

Örneklerin basınç dayanım değerleri 11-22 N/mm² aralığında değişmektedir. Kombinasyonların çimento oranları arttıkça basınç dayanım değerleri de artmaktadır. VC6 en yüksek basınç dayanım değerine sahiptir. Bu da diğer örnekler arasında mukavemeti en iyi kombinasyondur. Yalnız, unutulmamalıdır ki çimento oranı birim kütle değerini artırdığı ve ısı yalıtımıyla ters orantılı olduğu için ağırlıkça % değerinin optimum koşullarda tutulması doğru olacaktır.

Kütahya bölgesi ignimbirit agregası ile elde edilen örneklerin grafiksel irdelemesi Şekil 4.10 – Şekil 4.13’de verilmiştir.



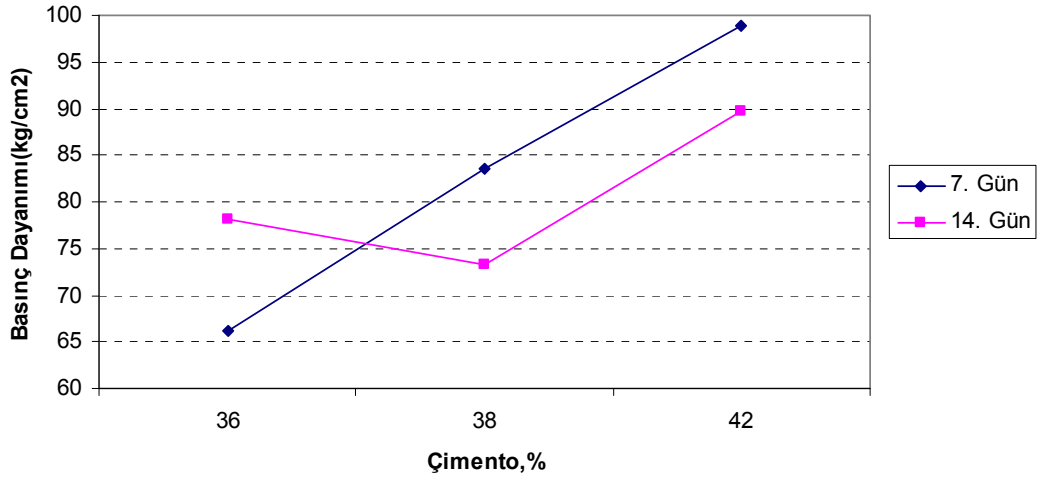
Şekil 4.10. KI1, KI2, KI3 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi



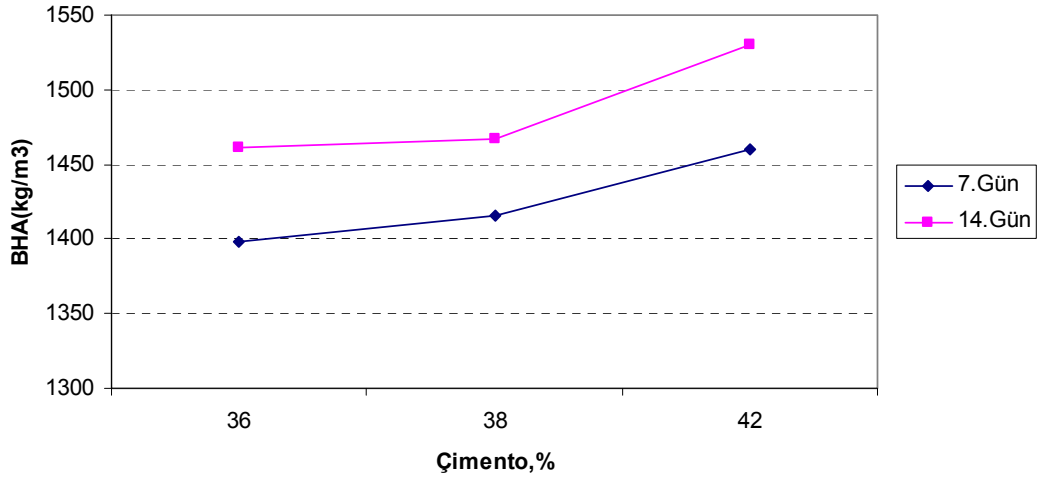
Şekil 4.11. Kİ1, Kİ2, Kİ3 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi

Şekil 4.10 ve Şekil 4.11’de görüldüğü gibi, çimento oranı arttıkça kombinasyonların birim hacim kütle değeri de artmaktadır. Birim hacim kütle değerinin ısı yalıtımında değerlendirilmesinde yüksek kütle değerine sahip kombinasyonların ısı yalıtım değeri, diğer örneklerle oranla düşük olmaktadır. Ağırlıkça %42 çimento oranına sahip Kİ3 kombinasyonu diğer örneklerden daha yalıtımı düşük değere sahiptir.

Örneklerin basınç dayanım değerleri 6-11 N/mm² aralığında değişmektedir. Kombinasyonların çimento oranları arttıkça basınç dayanım değerleri de artmaktadır. Kİ3 en yüksek basınç dayanım değerine sahiptir. Bu da diğer örnekler arasında mukavemeti en iyi kombinasyondur.



Şekil 4.12. KI4, KI5, KI6 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi



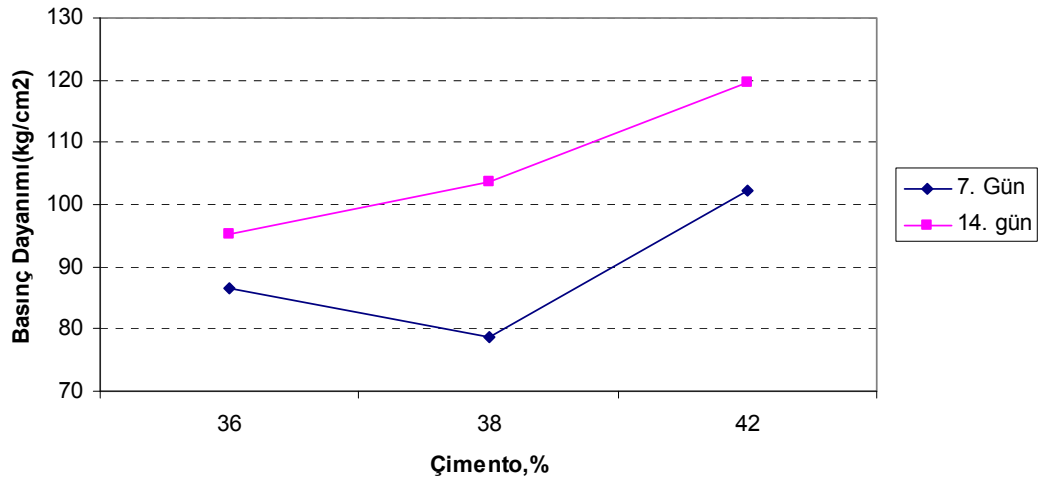
Şekil 4.13. KI4, KI5, KI6 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi

Şekil 4.12 ve 4.13'te görüldüğü gibi, çimento oranı arttıkça kombinasyonların birim hacim kütle değeri de artmaktadır. Ağırlıkça %42 çimento oranına sahip KI6 kombinasyonu diğer örneklerle göre daha yüksek birim kütleyle sahiptir. Bu da yalıtımının diğer örneklerden daha düşük olmasına neden olmaktadır.

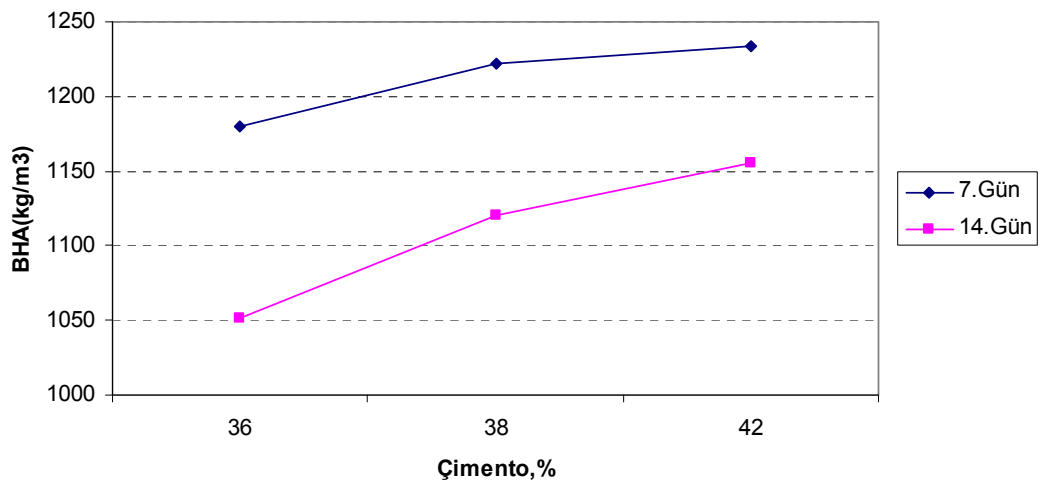
Örneklerin basınç dayanım değerleri 6,5-10 N/mm² aralığında değişmektedir. Kombinasyonların çimento oranları arttıkça basınç dayanım değerleri de artmaktadır. KI6 en yüksek basınç dayanım değerine sahiptir. Bu da diğer örnekler arasında

mukavemeti en iyi kombinasyondur. Kİ5'te sapma görülmesi deney esnasında değerin makinede hatalı ölçülmesinden kaynaklanmaktadır.

Nevşehir pomzası ile elde edilen örneklerin grafiksel irdelemesi Şekil 4.14 – Şekil 4.17'de verilmiştir.



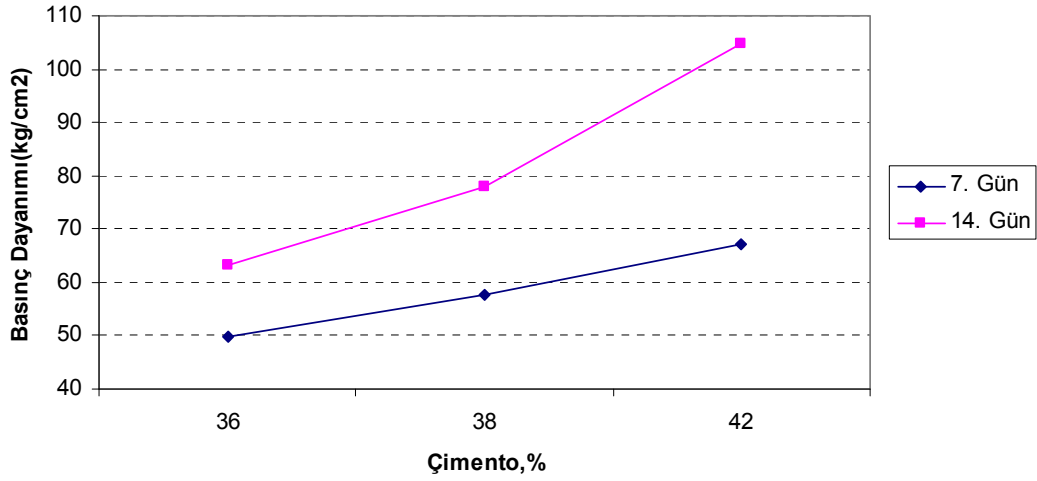
Şekil 4.14. NP1, NP2, NP3 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi



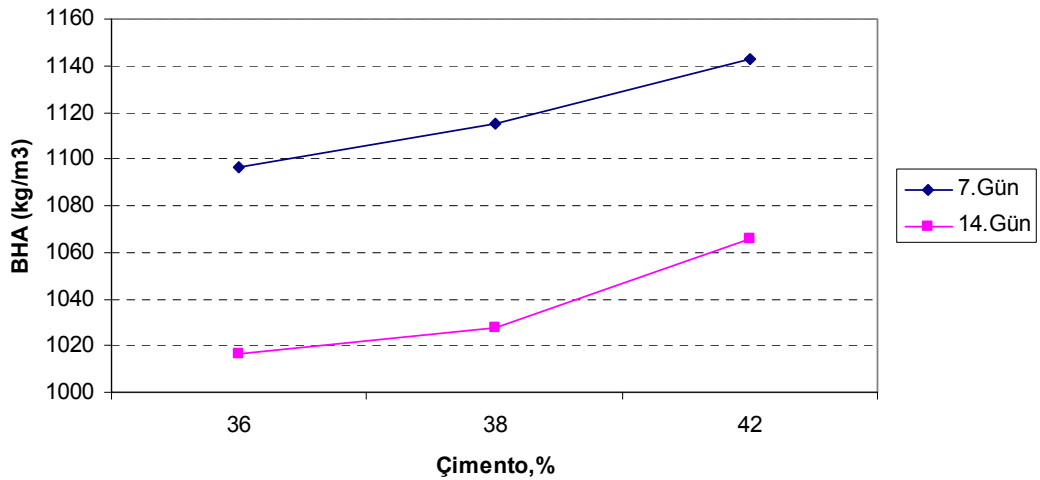
Şekil 4.15. NP1, NP2, NP3 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi

Şekil 4.14 ve 4.15’te görüldüğü gibi, çimento oranı arttıkça kombinasyonların birim hacim kütle değeri de artmaktadır. NP6 kombinasyonu diğer örneklere göre daha yüksek birim kütleyle sahiptir. Bu da yalıtımının diğer örneklerden daha düşük olmasına neden olmaktadır.

Örneklerin basınç dayanım değerleri 8.5-12 N/mm² aralığında değişmektedir. Kombinasyonların çimento oranları arttıkça basınç dayanım değerleri de artmaktadır. NP6 en yüksek basınç dayanım değerine sahiptir. Diğer örnekler arasında mukavemeti en iyi kombinasyondur.



Şekil 4.16. NP4, NP5, NP6 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi

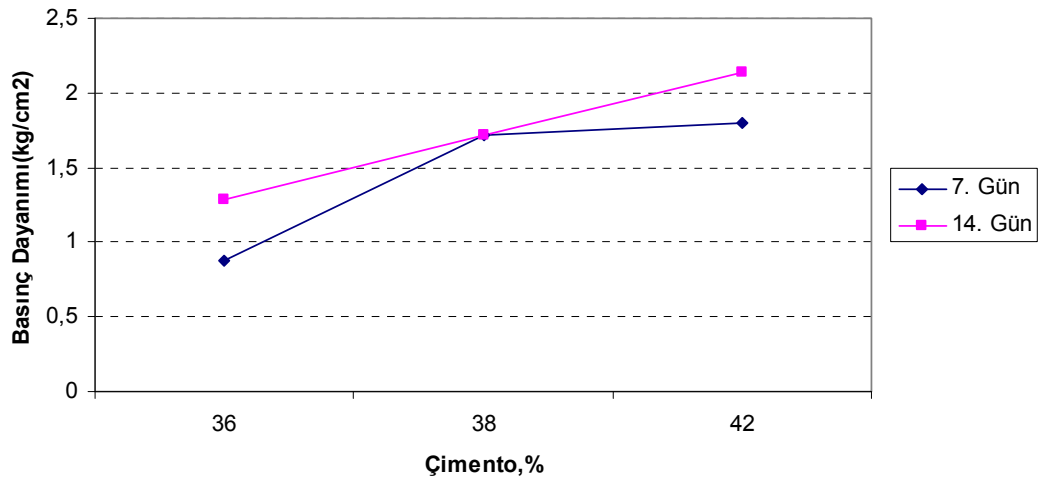


Şekil 4.17. NP4, NP5, NP6 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi

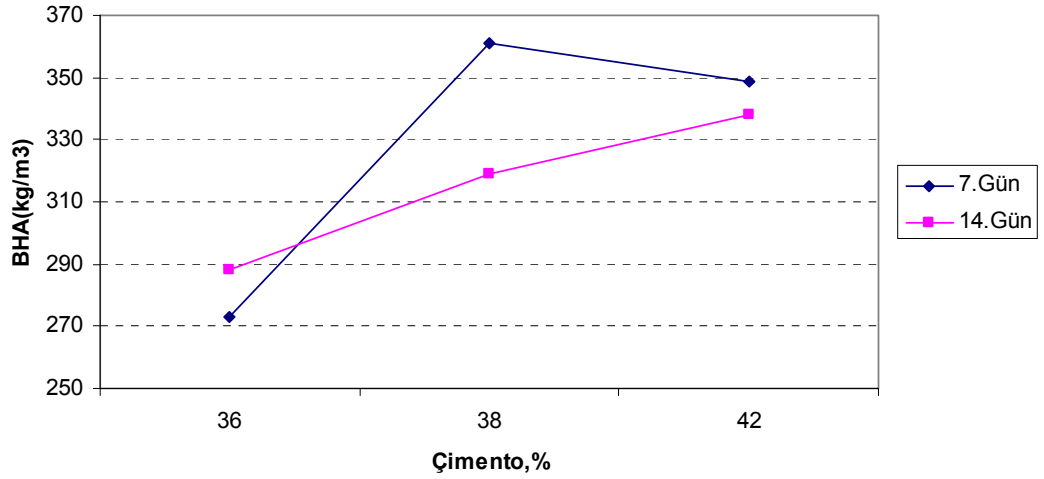
Şekil 4.16 ve 4.17’de görüldüğü gibi, çimento oranı arttıkça kombinasyonların birim hacim kütle değeri de artmaktadır. NP6 kombinasyonu diğer örneklere göre daha yüksek birim kütleyle sahiptir. NP6’nın yalıtımı diğer örneklerden daha düşük bir değerdedir.

Örneklerin basınç dayanım değerleri 5-10.5 N/mm² aralığında değişmektedir. Kombinasyonların çimento oranları arttıkça basınç dayanım değerleri de artmaktadır. NP6 en yüksek basınç dayanım değerine sahiptir. Diğer örnekler arasında mukavemeti en iyi kombinasyondur.

Genleşmiş perlit kullanımı ile elde edilen örneklerin grafiksel irdelemesi Şekil 4.18 ve Şekil 4.19’da verilmiştir.



Şekil 4.18. P1, P2, P3 kombinasyonları – Basınç dayanım ilişkisi



Şekil 4.19. P1, P2, P3 kombinasyonları – Birim hacim kütle ilişkisi

Şekil 4.18 ve 4.19’da görüldüğü gibi, kombinasyonların basınç dayanım değerleri TS EN 998-1 standardında harç gurupların basınç dayanımı için öngörölmüş dayanım sınıflarının çok altında bir değerdedir. Birim hacim kütle değerleri ise dış cephede kullanılacak bir plakanın olması gerektiği ağırlığın çok altında olmaktadır. Bu sonuçlardan da anlaşıldığı gibi, genleşmiş perlit tek başına bir bileşen olarak kombinasyonlarda kullanılmamalıdır. Kombinasyonların birim hacim kütlelerinin ve basınç dayanımının çok düşük olması, plakaların mukavemetinin çok düşük seviyede olmasına neden olmuştur. Bu kombinasyonlar dış cephe kaplaması için tercih edilemezler.

Genleşmiş perlit ile yapılan analizlerin sonucu irdelendiğinde, perlit kombinasyonlarının 14. gün basınç dayanımları ortalama olarak $0,16 \text{ N/mm}^2$ dir. Bu değerin çok düşük olması ve buna bağlı olarak kombinasyonların mukavemetlerinin istenilen değerlerin çok çok altında kalmasından dolayı elenerek, tez çalışmasının sonraki aşamalarında değerlendirmeye alınmamıştır.

Kayseri pomzası ile Kütahya ignimbirit kullanımlı örneklerin birim hacim kütle ve basınç dayanım değerinin birbirine yakın olması ve ayrıca gözeneklilik olgusunun

Kayseri pomzasında daha fazla rastlanmasından dolayı, tez çalışmasının sonraki aşamalarında değerlendirmeye alınmamıştır.

4.3. Kompozit Yapıda Yalıtım Plakalarının Üretilebilirliği

Tez çalışmasının ikinci aşamasında, ilk çalışma programında yer alan ve teknik bulguları yukarıda irdelenen bilgilerin ışığında, tez çalışmasının bir sonraki adımında kompozit yapıda yalıtım plakalarının üretilebilirliğini incelemek amacıyla, özellikle volkanik cüruf agregası, Nevşehir pomza agregası, Kütahya ignimbirit agregası kullanılarak polimerik bileşenli kompozit harç kombinasyonları oluşturulmuştur. Bu karışımların tamamında ağırlıkça %6 oranında genleşmiş toz formda perlit ve sabit oranlarda da (ağırlıkça %2,2) polimerik toz katkıları karışımlara ilave edilmiştir. Polimerik toz katkıları bir karışım kombinasyonu olarak öncelikle karıştırılmış olup, harca kıvam verici, uygulanabilirliği kolaylaştırıcı, su itici ve gözeneklilik oluşturucu ve kohezif bağ kuvvetini arttırıcı ve kalıp içerisinde akışkan bir formda yerleşmeyi kolaylaştırıcı kimyasal toz polimer olarak ele alınmıştır. Bu agrega türleri ile edilen karışımlardan hazırlanan kompozit harç örnekleri üzerinde TS EN 998-1 standardında öngörülen birim hacim ağırlık ve basınç dayanım analizleri test edilmiş olup, elde edilen bulgular aşağıdaki paragraflarda irdelenmiştir.

Çizelge 4.11. Volkanik cüruf agregalı bileşenler ve ağırlıkları

Örnek Kodu : VC1	AĞIRLIKÇA(%)
PERLİT	6
VOLKANİK CÜRUF(0-1mm)	33,6
VOLKANİK CÜRUF (1-2mm)	22,4
BEYAZ ÇİMENTO	36
POLİMER KATKI	2,02
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	695,65
SU/KATI ORANI	0,46
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1298,42
Örnek Kodu : VC2	AĞIRLIKÇA(%)
PERLİT	6
VOLKANİK CÜRUF (0-1mm)	32,4
VOLKANİK CÜRUF (1-2mm)	21,59
BEYAZ ÇİMENTO	38
POLİMER KATKI	2,02
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	683,57
SU/KATI ORANI	0,46
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1330,13
Örnek Kodu : VC3	AĞIRLIKÇA(%)
PERLİT	6
VOLKANİK CÜRUF (0-1mm)	29,9
VOLKANİK CÜRUF (1-2mm)	19,9
BEYAZ ÇİMENTO	42
POLİMER KATKI	2,02
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	731,88
SU/KATI ORANI	0,46
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1338,06
Örnek Kodu : VC4	AĞIRLIKÇA(%)
PERLİT	6
VOLKANİK CÜRUF (0-1mm)	22,39
VOLKANİK CÜRUF (1-2mm)	33,59
BEYAZ ÇİMENTO	36
POLİMER KATKI	2,02
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	715,45
SU/KATI ORANI	0,46
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1238,45
Örnek Kodu : VC5	AĞIRLIKÇA(%)
PERLİT	6
VOLKANİK CÜRUF (0-1mm)	21,6
VOLKANİK CÜRUF (1-2mm)	32,4
BEYAZ ÇİMENTO	38
POLİMER KATKI	2,02
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	742,99
SU/KATI ORANI	0,45
Örnek Kodu : VC6	AĞIRLIKÇA(%)
PERLİT	6
VOLKANİK CÜRUF (0-1mm)	19,9
VOLKANİK CÜRUF (1-2mm)	29,9
BEYAZ ÇİMENTO	42
POLİMER KATKI	2,02
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	725,12
SU/KATI ORANI	0,46
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1279,22

Çizelge 4.12. Nevşehir pomzası agregalı bileşenler ve ağırlıkları

Örnek Kodu : NP1	AĞIRLIKÇA(%)
PERLİT	6
NEVŞEHİR POMZASI(0-1mm)	33,6
NEVŞEHİR POMZASI (1-2mm)	22,4
BEYAZ ÇİMENTO	36
POLİMER KATKI	2,02
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	514,5
SU/KATI ORANI	0,62
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1105,31
Örnek Kodu : NP2	AĞIRLIKÇA(%)
PERLİT	6
NEVŞEHİR POMZASI (0-1mm)	32,4
NEVŞEHİR POMZASI (1-2mm)	21,59
BEYAZ ÇİMENTO	38
POLİMER KATKI	2,02
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	525,6
SU/KATI ORANI	0,60
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1048,05
Örnek Kodu : NP3	AĞIRLIKÇA(%)
PERLİT	6
NEVŞEHİR POMZASI (0-1mm)	29,9
NEVŞEHİR POMZASI (1-2mm)	19,9
BEYAZ ÇİMENTO	42
POLİMER KATKI	2,02
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	534,3
SU/KATI ORANI	0,60
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1143,96
Örnek Kodu : NP4	AĞIRLIKÇA(%)
PERLİT	6
NEVŞEHİR POMZASI (0-1mm)	22,39
NEVŞEHİR POMZASI (1-2mm)	33,59
BEYAZ ÇİMENTO	36
POLİMER KATKI	2,02
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	715,45
SU/KATI ORANI	0,46
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1238,45
Örnek Kodu : NP5	AĞIRLIKÇA(%)
PERLİT	6
NEVŞEHİR POMZASI (0-1mm)	21,6
NEVŞEHİR POMZASI (1-2mm)	32,4
BEYAZ ÇİMENTO	38
POLİMER KATKI	2,02
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	518,8
SU/KATI ORANI	0,62
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1037,20
Örnek Kodu : NP6	AĞIRLIKÇA(%)
PERLİT	6
NEVŞEHİR POMZASI (0-1mm)	19,9
NEVŞEHİR POMZASI (1-2mm)	29,9
BEYAZ ÇİMENTO	42
POLİMER KATKI	2,02
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	529,95
SU/KATI ORANI	0,60
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1078,74

Çizelge 4.13. Kütahya ignimbirit agregalı bileşenler ve ağırlıkları

Örnek Kodu : Kİ1	AĞIRLIKÇA(%)
PERLİT	6
KÜTAHYA İGNİMBİRİT (0-1mm)	33,6
KÜTAHYA İGNİMBİRİT (1-2mm)	22,4
BEYAZ ÇİMENTO	36
POLİMER KATKI	2,02
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	5186,96
SU/KATI ORANI	0,51
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1184,06
Örnek Kodu : Kİ2	AĞIRLIKÇA(%)
PERLİT	6
KÜTAHYA İGNİMBİRİT (0-1mm)	32,4
KÜTAHYA İGNİMBİRİT (1-2mm)	21,59
BEYAZ ÇİMENTO	38
POLİMER KATKI	2,02
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	602,90
SU/KATI ORANI	0,51
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1187,92
Örnek Kodu : Kİ3	AĞIRLIKÇA(%)
PERLİT	6
KÜTAHYA İGNİMBİRİT (0-1mm)	29,9
KÜTAHYA İGNİMBİRİT (1-2mm)	19,9
BEYAZ ÇİMENTO	42
POLİMER KATKI	2,02
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	593,72
SU/KATI ORANI	0,51
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1206,28
Örnek Kodu : Kİ4	AĞIRLIKÇA(%)
PERLİT	6
KÜTAHYA İGNİMBİRİT (0-1mm)	22,39
KÜTAHYA İGNİMBİRİT (1-2mm)	33,59
BEYAZ ÇİMENTO	36
POLİMER KATKI	2,02
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	596,62
SU/KATI ORANI	0,51
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1157
Örnek Kodu : Kİ5	AĞIRLIKÇA(%)
PERLİT	6
KÜTAHYA İGNİMBİRİT (0-1mm)	21,6
KÜTAHYA İGNİMBİRİT (1-2mm)	32,4
BEYAZ ÇİMENTO	38
POLİMER KATKI	2,02
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	600,97
SU/KATI ORANI	0,51
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1151,21
Örnek Kodu : Kİ6	AĞIRLIKÇA(%)
PERLİT	6
KÜTAHYA İGNİMBİRİT (0-1mm)	19,9
KÜTAHYA İGNİMBİRİT (1-2mm)	29,9
BEYAZ ÇİMENTO	42
POLİMER KATKI	2,02
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	594,20
SU/KATI ORANI	0,51
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1110,14

Volkanik cüruf, Nevşehir Pomza agrega ve Kütahya ignimbirit agregalı kompozit harç örneklerinin 7. ve 28. günlerde basınç dayanımı ve birim hacim kütle değerleri Çizelge 4.15 - Çizelge 4.16 'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Volkanik cüruf agregalı harcın analiz bulguları.

	Basınç Dayanım		Birim Hacim Ağırlık	
	7. Gün (kg/cm ²)	28. Gün (kg/cm ²)	7. Gün (kg/m ³)	28. Gün (kg/m ³)
VC1	29,88	30,68	1032,8	992,8
VC2	29,60	33,44	1035,2	987,2
VC3	41,08	50,96	1093,6	1055,2
VC4	29,68	31,24	1043,2	1000,1
VC5	31,88	38,72	1043,2	1019,2
VC6	36,44	41,96	1075,2	1037,6

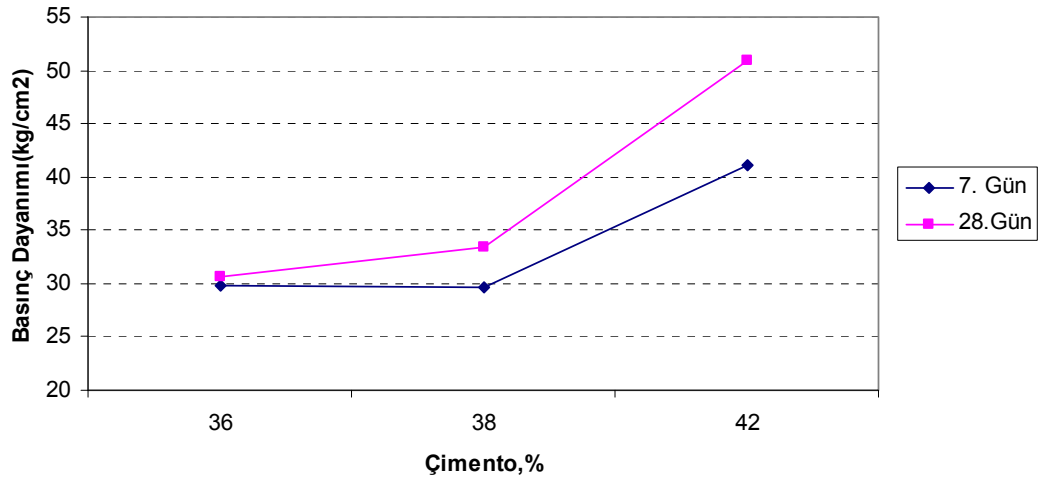
Çizelge 4.15. Nevşehir pomza agregalı harcın analiz bulguları.

	Basınç Dayanım		Birim Hacim Ağırlık	
	7. Gün (kg/cm ²)	28. Gün (kg/cm ²)	7. Gün (kg/m ³)	28. Gün (kg/m ³)
NP1	31,08	31,84	794,4	772,8
NP2	27,68	32,76	792,1	777,6
NP3	39,20	40,08	850,4	757,6
NP4	26,88	28,72	768,2	757,6
NP5	28,64	29,88	763,2	735,2
NP6	34,84	36,20	813,6	796,1

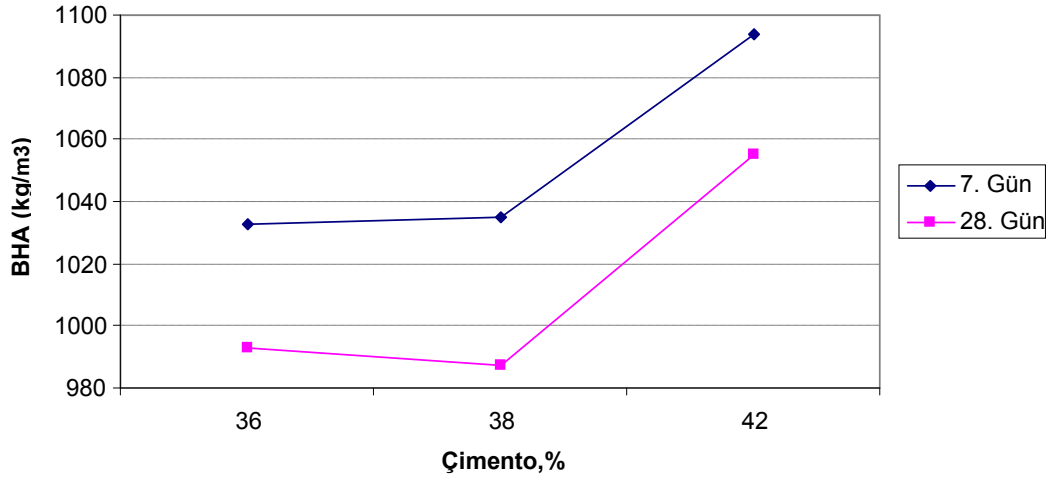
Çizelge 4.16. Nevşehir pomza agregalı harcın analiz bulguları.

	Basınç Dayanım		Birim Hacim Ağırlık	
	7. Gün (kg/cm ²)	28. Gün (kg/cm ²)	7. Gün (kg/m ³)	28. Gün (kg/m ³)
Kİ1	22,96	24,68	1032,8	820,8
Kİ2	29,12	31,88	925,8	837,2
Kİ3	31,60	33,01	920,6	863,6
Kİ4	21,92	22,28	871,2	810,4
Kİ5	20,96	21,40	881,6	811,2
Kİ6	28,16	29,96	881,6	829,6

Volkanik cüruf ile elde edilen kompozit harç örneklerin (VC1 – VC3 kombinasyonları) grafiksel irdelemesi Şekil 4.20 – Şekil 4.21’de verilmiştir.



Şekil 4.20. VC1, VC2, VC3 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi



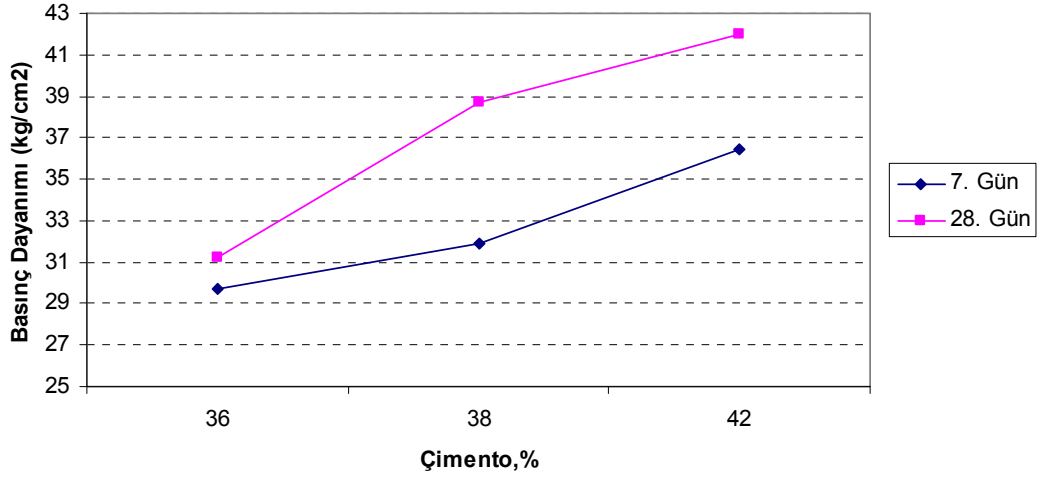
Şekil 4.21. VC1, VC2, VC3 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi

Şekil 4.20 ve Şekil 4.21’de görüldüğü gibi, çimento oranlarına bağlı olarak örneklerin birim hacim kütle değerleri artış göstermektedir. Çimento oranının kombinasyondaki ağırlıkça artış yüzdesine bağlı olarak birim hacim kütleler de o oranda artmaktadır. Kombinasyonların birim hacim kütlesi olabildiğince optimum ağırlıkta olması ısı yalıtımı açısından önemlidir. Volkanik cüruf agregasının birim kütlesi diğer kombinasyon agregalarından daha yüksektir. Ayrıca, bina dış cephe kaplaması için kullanılacak plakaların ağırlığı ne kadar düşük olursa bina ölü ağırlığına katkısı o denli az olacaktır. Volkanik cüruf diğer agregalarla kıyaslandığında dış cephede kullanılması sonucunda binanın ağırlık artışında daha fazla rol oynayacağı görülmektedir. Ağırlıkça %42 çimento oranına sahip VC3 kombinasyonunun birim hacim kütle ve basınç dayanım değerleri, çimentoya ile doğru orantılı olarak en yüksek değerlere sahiptir.

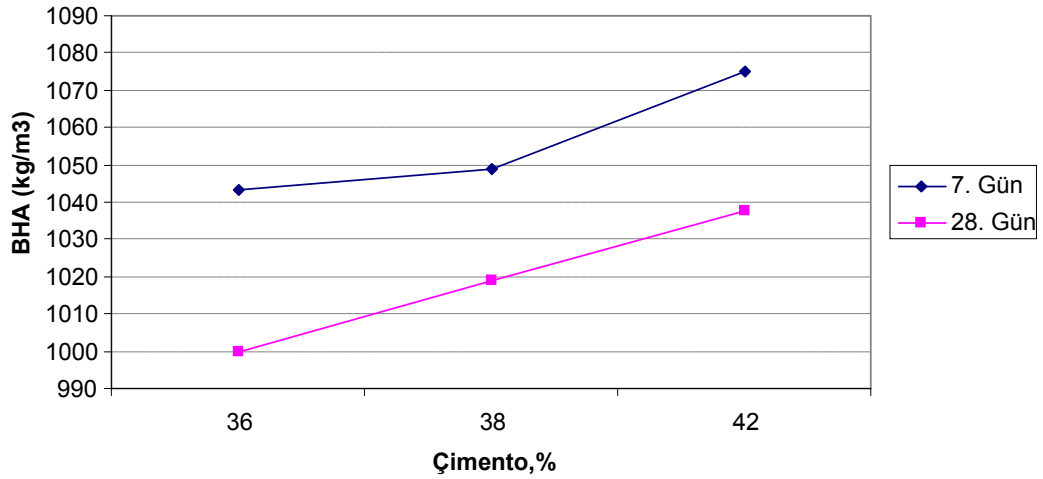
Örneklerin basınç dayanım değerleri 3,0- 4,9 N/mm² aralığında değişim göstermektedir. Kombinasyonların çimento oranı arttıkça mukavemetlerinde de artış gözlenmektedir. Yalnız çimento oranının fazla artması kombinasyonların ısı yalıtımını olumsuz etkileyeceğinden bu değer optimum değerde tutulması doğru olacaktır. TS EN 998-1 standardında ön görülen basınç dayanım sınıfına göre tüm harç örnekleri CS II Sınıfına dahil olup, orta mukavemette örnekler olarak nitelendirilmektedir. Bu bağlamda değerlendirildiğinde, bu harç karışımlarının

kompozit yapıda yalıtım plakalarının üretiminde kullanılabileceği vurgulanabilmektedir.

Volkanik cüruf ile elde edilen kompozit harç örneklerin (VC4 – VC6 kombinasyonları) grafiksel irdelemesi Şekil 4.22 – Şekil 4.23’de verilmiştir.



Şekil 4.22. VC4, VC5, VC6 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi



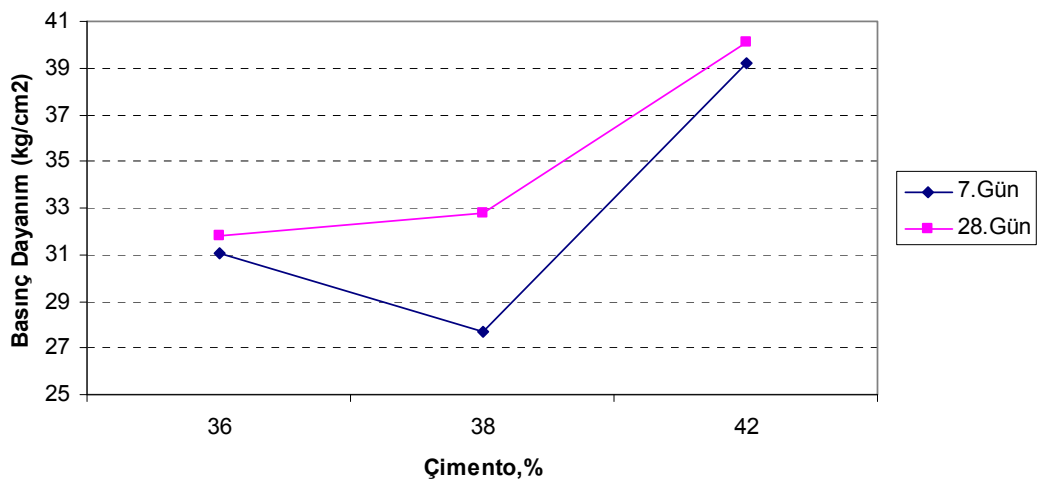
Şekil 4.23. VC4, VC5, VC6 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi

Şekil 4.22 ve Şekil 4.23’te görüldüğü gibi, çimento oranlarına bağlı olarak örneklerin birim hacim kütle değerleri artış göstermektedir. Çimento oranının kombinasyondaki

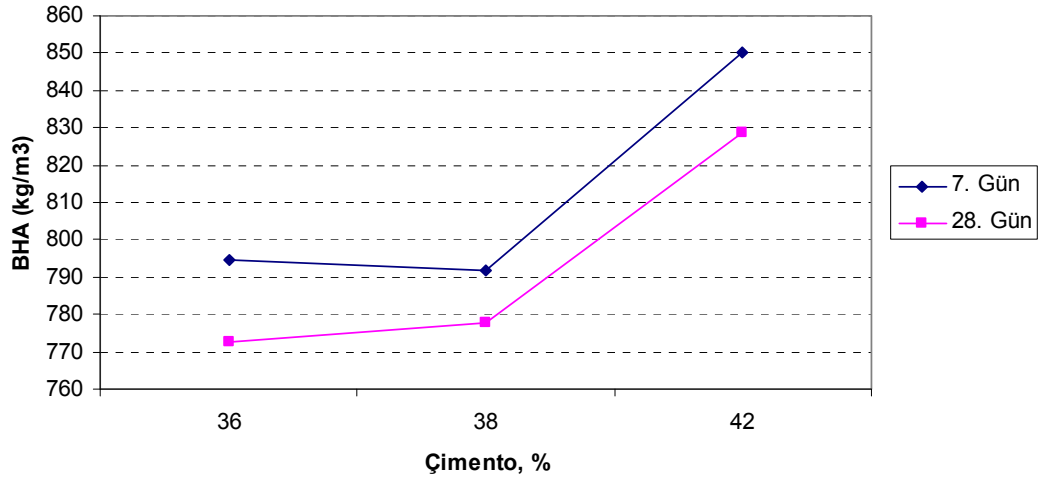
ağırlıkça artış yüzdesine bağlı olarak birim hacim kütleler de o oranda artmaktadır. VC6’da en yüksek değeri aldığı gözlenmektedir. Çünkü Ağırlıkça % 42 oranı ile en yüksek çimento değerine sahiptir.

Örneklerin basınç dayanım değerleri 3,06 – 4,11 N/mm² aralığında değişim göstermektedir. Kombinasyonların çimento oranı arttıkça mukavemetlerinde de artış gözlenmektedir. Yalnız çimento oranının fazla artması kombinasyonların ısı yalıtımını olumsuz etkileyeceğinden bu değer optimum değerde tutulması doğru olacaktır. VC6 kombinasyonunun çimento oranı ağırlıkça %42 olup en yüksek değere sahiptir. Bu da en yüksek birim hacim kütle ve basınç dayanımına sahip olmasına neden olmaktadır. TS EN 998-1 standardında ön görülen basınç dayanım sınıfına göre tüm harç örnekleri CS II – CS III Sınıfına dahil olup, kısmen yüksek mukavemette örnekler olarak nitelendirilmektedir. Bu bağlamda değerlendirildiğinde, bu harç karışımlarının kompozit yapıda yüksek mukavemetli yalıtım plakalarının üretiminde kullanılabileceği vurgulanabilmektedir.

Volkanik cüruf agregalı karışımlara benzer şekilde Nevşehir pomza agregası ile elde edilen kompozit harç örneklerin (NP1 – NP3 kombinasyonları) grafiksel irdelemesi Şekil 4.24 – Şekil 4.25’de verilmiştir.



Şekil 4.24. NP1, NP2, NP3 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi



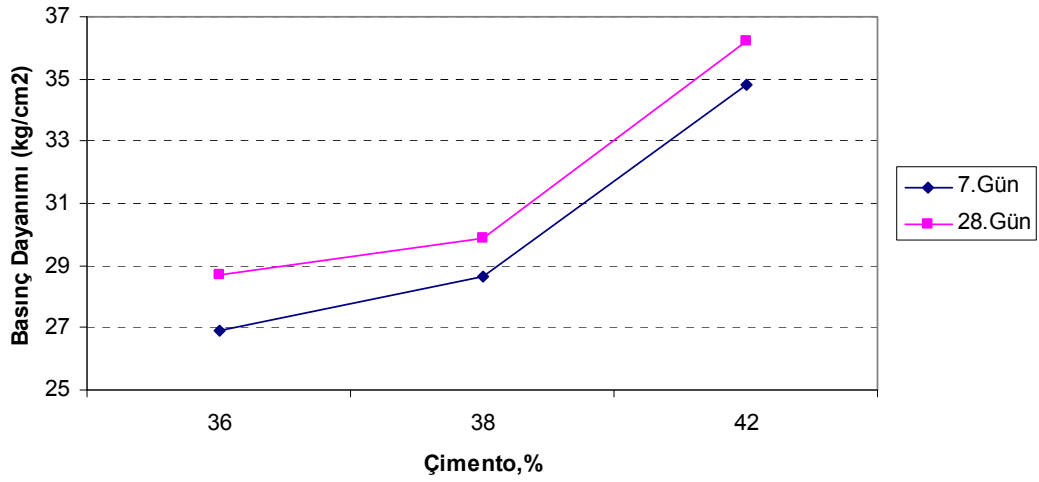
Şekil 4.25. NP1, NP2, NP3 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi

Şekil 4.24 ve Şekil 4.25'te görüldüğü gibi, çimento oranlarına bağlı olarak örneklerin birim hacim kütle değerleri artış göstermektedir. Çimento oranının kombinasyondaki ağırlıkça artış yüzdesine bağlı olarak birim hacim kütleler de o oranda artmaktadır. Kombinasyonların birim hacim kütlesi olabildiğince optimum ağırlıkta olması ısı yalıtımı açısından önemlidir. Nevşehir pomzası agregasının birim kütlesi, diğer kombinasyon agregaları içinde en düşük değere sahiptir. Ayrıca, bina dış cephe kaplaması için kullanılacak plakaların ağırlığı ne kadar düşük olursa bina ölü ağırlığına katkısı o denli az olacaktır. Nevşehir pomzası diğer agregalarla kıyaslandığında dış cephede kullanılması sonucunda binanın ağırlık artışında en az rolü oynayacağı görülmektedir. Ağırlıkça %42 çimento oranına sahip NP3 kombinasyonunun birim hacim kütle ve basınç dayanım değerleri, çimentoya ile doğru orantılı olarak en yüksek değerlere sahiptir.

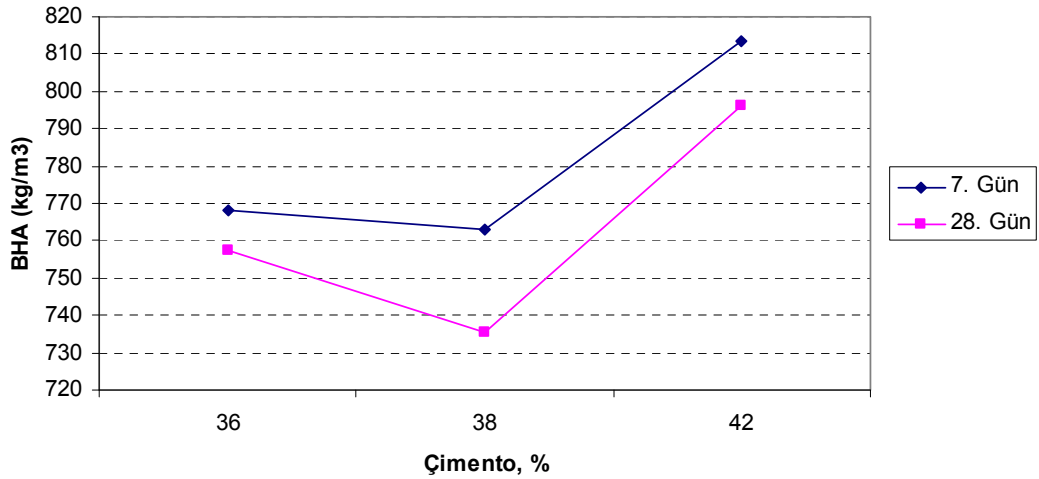
Örneklerin basınç dayanım değerleri 3,12 – 3,93 N/mm² aralığında değişim göstermektedir. Kombinasyonların çimento oranı arttıkça mukavemetlerinde de artış gözlenmektedir. Yalnız çimento oranının fazla artması kombinasyonların ısı yalıtımını olumsuz etkileyeceğinden bu değer optimum değerde tutulması doğru olacaktır. TS EN 998-1 standardında ön görülen basınç dayanım sınıfına göre tüm

harç örnekleri CS III Sınıfına dahil olup, orta mukavemette örnekler olarak nitelendirilmektedir.

Nevşehir pomza agregası ile elde edilen NP4 – NP6 kodlu kombinasyonların grafiksel irdelemesi ise Şekil 4.26 – Şekil 4.27’de verilmiştir.



Şekil 4. 26. NP4, NP5, NP6 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi



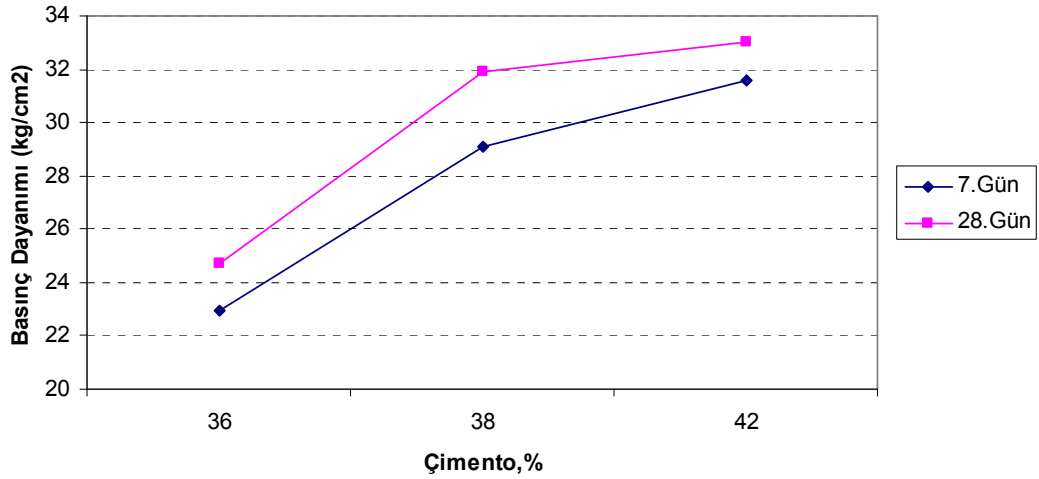
Şekil 4.27. NP4, NP5, NP6 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi

Şekil 4.26 ve Şekil 4.27’de görüldüğü gibi, çimento oranlarına bağlı olarak örneklerin birim hacim kütle değerleri artış göstermektedir. Çimento oranının

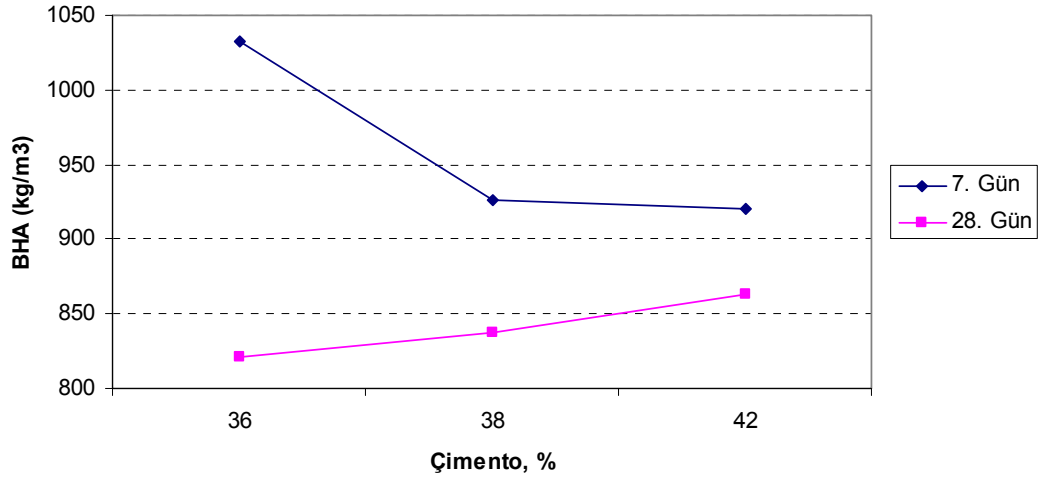
kombinasyondaki ağırlıkça artış yüzdesine bağlı olarak birim hacim kütleler de o oranda artmaktadır. NP6’da en yüksek değeri aldığı gözlenmektedir. Çünkü Ağırlıkça % 42 oranı ile en yüksek çimento değerine sahiptir.

Örneklerin basınç dayanım değerleri $2,81 - 3,55 \text{ N/mm}^2$ aralığında değişim göstermektedir. Kombinasyonların çimento oranı arttıkça mukavemetlerinde de artış gözlenmektedir. Yalnız çimento oranının fazla artması kombinasyonların ısı yalıtımını olumsuz etkileyeceğinden bu değer optimum değerde tutulması doğru olacaktır. NP6 kombinasyonunun çimento oranı ağırlıkça %42 olup en yüksek değere sahiptir. Bu da en yüksek birim hacim kütle ve basınç dayanımına sahip olmasına neden olmaktadır. TS EN 998-1 standardında ön görülen basınç dayanım sınıfına göre tüm harç örnekleri CS II Sınıfına dahil olup, orta mukavemette örnekler olarak nitelendirilmektedir.

Volkanik cüruf ve Nevşehir pomza agregalı karışımlara benzer şekilde Kütahya ignimbirit agregası ile elde edilen kompozit harç örneklerin (Kİ1 – Kİ3 kombinasyonları) grafiksel irdelemesi Şekil 4.28 – Şekil 4.29’da verilmiştir.



Şekil. 4.28. Kİ1, Kİ2, Kİ3 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi

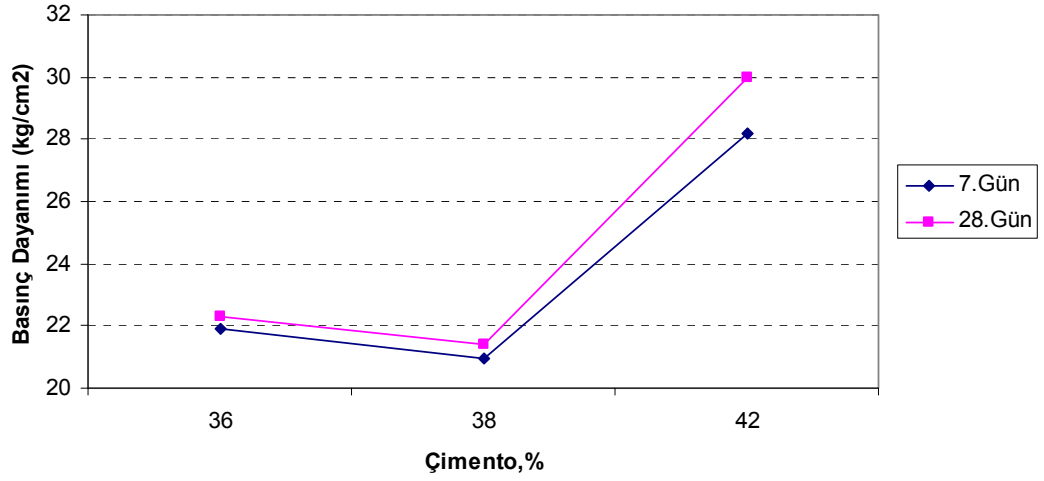


Şekil 4.29. Kİ1, Kİ2, Kİ3 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi

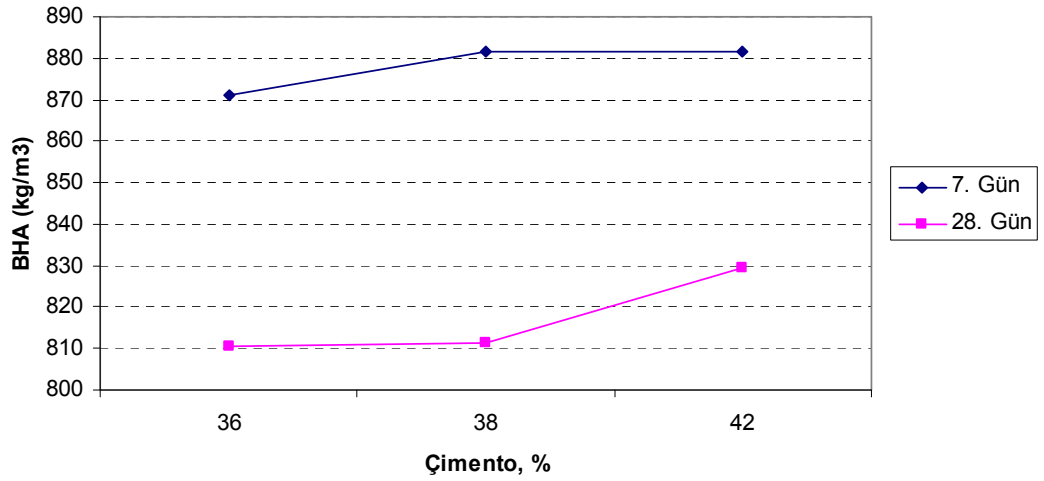
Şekil 4.28 ve Şekil 4.29’da görüldüğü gibi, çimento oranlarına bağlı olarak örneklerin birim hacim kütle değerleri artış göstermektedir. Çimento oranının kombinasyondaki ağırlıkça artış yüzdesine bağlı olarak birim hacim kütleler de o oranda artmaktadır. Kombinasyonların birim hacim kütlesi olabildiğince optimum ağırlıkta olması ısı yalıtımı açısından önemlidir. Kütahya ignimbirit agregasının birim kütlesi, diğer kombinasyon agregalarının birim kütle değerlerinin arasında yer almaktadır. Ayrıca, bina dış cephe kaplaması için kullanılacak plakaların ağırlığı ne kadar düşük olursa bina ölü ağırlığına katkısı o denli az olacaktır. Kütahya ignimbirit diğer agregalarla kıyaslandığında dış cephede kullanılması sonucunda binanın ağırlık artışında az rol oynayacağı görülmektedir. Ağırlıkça %42 çimento oranına sahip Kİ3 kombinasyonunun birim hacim kütle ve basınç dayanım değerleri, çimentoya ile doğru orantılı olarak en yüksek değerlere sahiptir.

Örneklerin basınç dayanım değerleri $2,42 - 3,23 \text{ N/mm}^2$ aralığında değişim göstermektedir. Kombinasyonların çimento oranı arttıkça mukavemetlerinde de artış gözlenmektedir. Yalnız çimento oranının fazla artması kombinasyonların ısı yalıtımını olumsuz etkileyeceğinden bu değer optimum değerde tutulması doğru olacaktır. TS EN 998-1 standardında ön görülen basınç dayanım sınıfına göre tüm harç örnekleri CS II Sınıfına dahil olup, orta mukavemette örnekler olarak nitelendirilmektedir.

Kütahya ignimbirit agregası ile elde edilen Kİ4 – Kİ6 kodlu kombinasyonların grafiksel irdelemesi ise Şekil 4.30 – Şekil 4.31’de verilmiştir.



Şekil. 4.30. Kİ4, Kİ5, Kİ6 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi



Şekil 4.31. Kİ4, Kİ5, Kİ6 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi

Şekil 4.30 ve Şekil 4.31’de görüldüğü gibi, çimento oranlarına bağlı olarak örneklerin birim hacim kütle değerleri artış göstermektedir. Çimento oranının

kombinasyondaki ağırlıkça artış yüzdesine bağlı olarak birim hacim kütleler de o oranda artmaktadır. Kİ6 kombinasyonunda en yüksek değeri aldığı gözlenmektedir. Çünkü Ağırlıkça % 42 oranı ile en yüksek çimento değerine sahiptir.

Örneklerin basınç dayanım değerleri 2,09 – 2,93 N/mm² aralığında değişim göstermektedir. Kombinasyonların çimento oranı arttıkça mukavemetlerinde de artış gözlenmektedir. Yalnız çimento oranının fazla artması kombinasyonların ısı yalıtımını olumsuz etkileyeceğinden bu değer optimum değerde tutulması doğru olacaktır. Kİ6 kombinasyonunun çimento oranı ağırlıkça %42 olup en yüksek değere sahiptir. Bu da en yüksek birim hacim kütle ve basınç dayanımına sahip olmasına neden olmaktadır. TS EN 998-1 standardında ön görülen basınç dayanım sınıfına göre tüm harç örnekleri CS II Sınıfına dahil olup, orta mukavemette örnekler olarak nitelendirilmektedir.

Bu çalışma programında volkanik cüruf, pomza ve ignimbirit agrega örnekleri benzer karışım kombinasyonlarında karşılaştırmalı olarak irdelenmiş olup, hangi agrega türünün kompozit yapıda yalıtım plaka üretiminde öncelikli olarak kullanılabileceği de analiz edilebilmektedir. Buna göre, yalıtım amacıyla üretilecek plakalarda birim ağırlın düşük, buna karşın mukavemet değerlerinin ise yüksek olması temel olarak aranan prensiptir. Bu bağlamda, Nevşehir pomza agregalı ve kompozit harç karışım kombinasyonları ile yapılacak plaka örneklerinin en yüksek performansı göstereceği belirlenmiştir. Elde edilen bulgular ışığında, bu plaka ürünlerin birim ağırlıkları 750 – 830 kg/m³ aralığında değişim göstermiş olup, endüstriyel anlamda hafif yalıtım plakası tanımı konulabilecek bir hüviyettir. Diğer taraftan, mukavemet değerleri bağlamında ise bu plaka örneklerin 28 günlük basınç dayanım değerlerinin 2,80 – 3,90 N/mm² aralığında mukavemet özelliği göstereceği belirlenmiş olup, bu değerler plaka üretimi için öngörülen minimum basınç mukavemet değerini (> 2 N/mm²) kolaylıkla sağladığı da görülmektedir.

Nevşehir pomza agregası haricinde ikinci öncelik Kütahya ignimbirit agregası ile elde edilen kompozit yapıda yalıtım plaka örnekleridir. Birim ağırlık değerleri, Nevşehir pomza agregasının kullanıldığı örneklere göre daha yüksek olduğu ve dolayısıyla yalıtım özelliklerinin nispeten daha düşük değerlerde olduğu tahmin

edilebilmektedir. Diğer taraftan, bu örneklerin mukavemet değerleri de 2 N/mm^2 değerinin üzerinde olup, plaka üretimi için uygun karışımlar olduğu ancak, mukavemet sınıfı olarak bir alt sınıfta yer aldığı da görülmektedir. Volkanik cüruf agregalı kombinasyonların ise, yüksek mukavemetli plaka ürünlerin tercih edildiği durumlarda daha uygun kullanım yeri bulacağı gözlenmiştir. Çünkü elde edilen teknik parametrik bulgular ışığında, hem mukavemet hem de birim ağırlık değerleri diğer iki tür agrega türevine göre daha yüksek değerlerde yer aldığı görülmüştür. Bu bağlamda, bu ürün örneklerinin ısı performans değerleri de diğer agrega türlerine göre daha yüksek değerler sağlayacak olup, ısı yalıtım özellikleri nispeten diğerlerine göre daha düşük olacaktır.

4.4. Kompozit Yalıtım Plaka Örneklerinin Analizi

Tez çalışmasında volkanik cüruf, Nevşehir pomza ve Kütahya ignimbirit agrega türleri ile yapılan detay analiz bulguları irdelendiğinde, bu kompozit harç kombinasyonlarından gerek birim ağırlık gerekse mukavemet özelliği dikkate alınarak her bir agrega türevinden ikişer karışım kombinasyonu belirlenmiştir. Bu karışım kombinasyonlarında bire bir boyutta ve endüstriyel olarak kullanılabilecek geometrik yapıda yalıtım plaka örnekleri laboratuvar ortamında ayrı ayrı dökümleri yapılmıştır. Bu plaka örnekleri sembolik olarak Şekil 4.32’ de gösterilmiştir.



Şekil 4.32. Laboratuvar ortamında üretilen, renklendirilmiş ve endüstriyel boyuta bire bir uyan yalıtım plaka örneği



Şekil 4.33. Laboratuvar ortamında üretilen, renklendirilmiş ve endüstriyel boyuta bire bir uyan yalıtım plaka örneği



Şekil 4.34. Laboratuvar ortamında üretilen, renklendirilmiş ve endüstriyel boyuta bire bir uyan yalıtım plaka örneği

Volkanik cüruf, Nevşehir Pomza agregası ve Kütahya ignimbirit agregalı kompozit harç örneklerinin 7, 14 ve 28. günlerde basınç dayanımı ve birim hacim kütle değerleri TS EN 998-1 standardında öngörülen prensiplere göre analiz edilmiş olup, parametrik bulgular Çizelge 4.18 - Çizelge 4.19 'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Nevşehir pomzası agregalı bileşenler ve ağırlıkları

Örnek Kodu : VC1	AĞIRLIKÇA(%)
PERLİT	6
VOLKANİK CÜRUF(0-1mm)	33,6
VOLKANİK CÜRUF (1-2mm)	22,4
BEYAZ ÇİMENTO	36
POLİMER KATKI	2,02
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	741,06
SU/KATI ORANI	0,45
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1403,38

Örnek Kodu : VC3	AĞIRLIKÇA(%)
PERLİT	6
VOLKANİK CÜRUF (0-1mm)	29,9
VOLKANİK CÜRUF (1-2mm)	19,9
BEYAZ ÇİMENTO	42
POLİMER KATKI	2,02
TOZ FORMDAKİ HARCIN BİRİM HACİM KÜTLESİ	730,92
SU/KATI ORANI	0,45
TAZE HARÇ BİRİM HACİM KÜTLESİ	1405,31

Çizelge 4.18. Volkanik cüruf agregalı harcın analiz bulguları

	Basınç Dayanım			Birim Hacim Ağırlık		
	7. Gün (kg/cm ²)	14. Gün (kg/cm ²)	28. Gün (kg/cm ²)	7. Gün (kg/m ³)	14. Gün (kg/m ³)	28. Gün (kg/m ³)
VC1	37,56	40,81	51,84	1187,11	1150,78	1079,69
VC3	43,06	56,78	67,03	1313,28	1242,19	1166,02

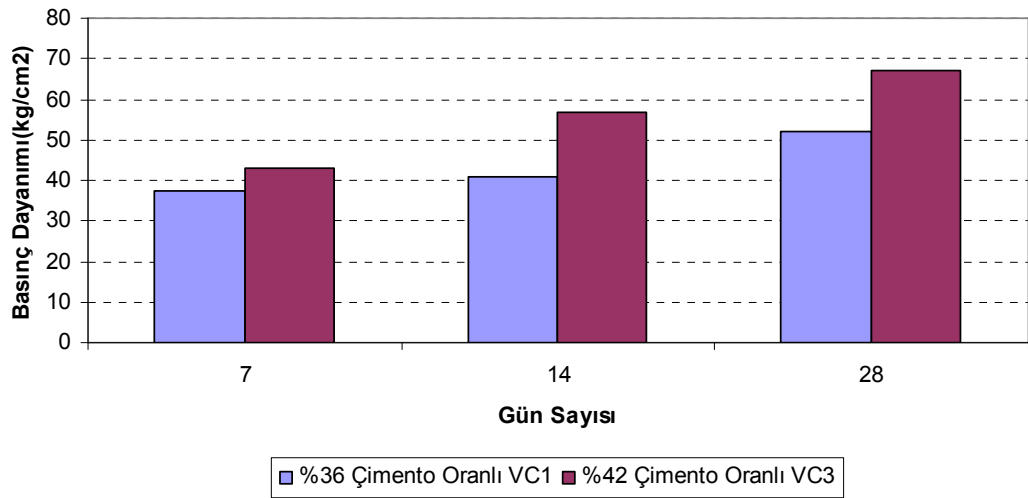
Çizelge 4.19. Volkanik cüruf agregalı harcın analiz bulguları

	Basınç Dayanım			Birim Hacim Ağırlık		
	7. Gün (kg/cm ²)	14. Gün (kg/cm ²)	28. Gün (kg/cm ²)	7. Gün (kg/m ³)	14. Gün (kg/m ³)	28. Gün (kg/m ³)
NP3	23,63	35,56	46,38	1033,98	1036,33	934,77
NP4	23,31	20,91	30,06	1001,17	949,22	826,95

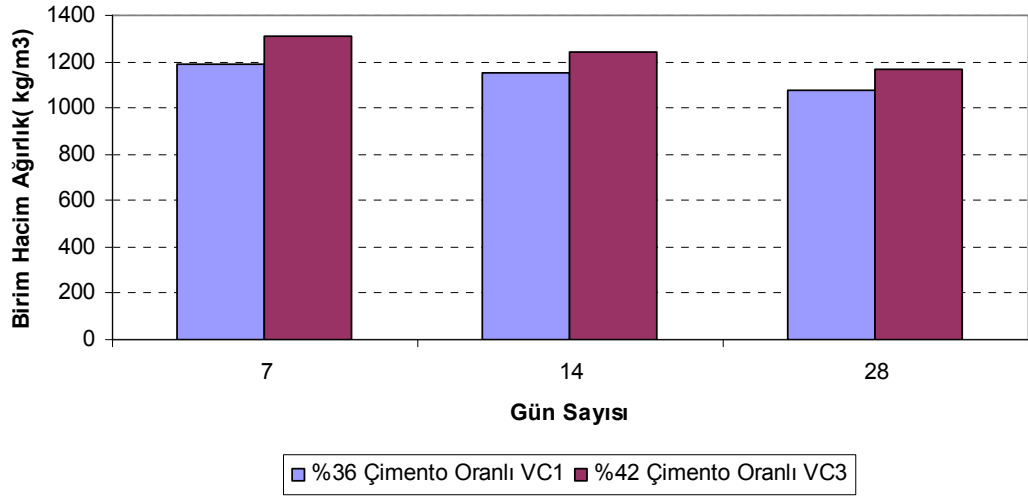
Çizelge 4.20. Kütahya ignimbirit agregalı harcın analiz bulguları

	Basınç Dayanım			Birim Hacim Ağırlık		
	7. Gün (kg/cm ²)	14. Gün (kg/cm ²)	28. Gün (kg/cm ²)	7. Gün (kg/m ³)	14. Gün (kg/m ³)	28. Gün (kg/m ³)
Kİ3	32,31	27,94	41,31	1137,89	1101,17	949,22
Kİ5	26,44	28,19	37,19	1111,33	1041,02	952,73

Volkanik cüruf agregası ile elde edilen VC1 – VC2 kodlu kombinasyonların grafiksel irdelemesi ise Şekil 4.32 – Şekil 4.32’de verilmiştir.



Şekil 4.35. VC1 ve VC3 kombinasyonları - basınç dayanım ilişkisi

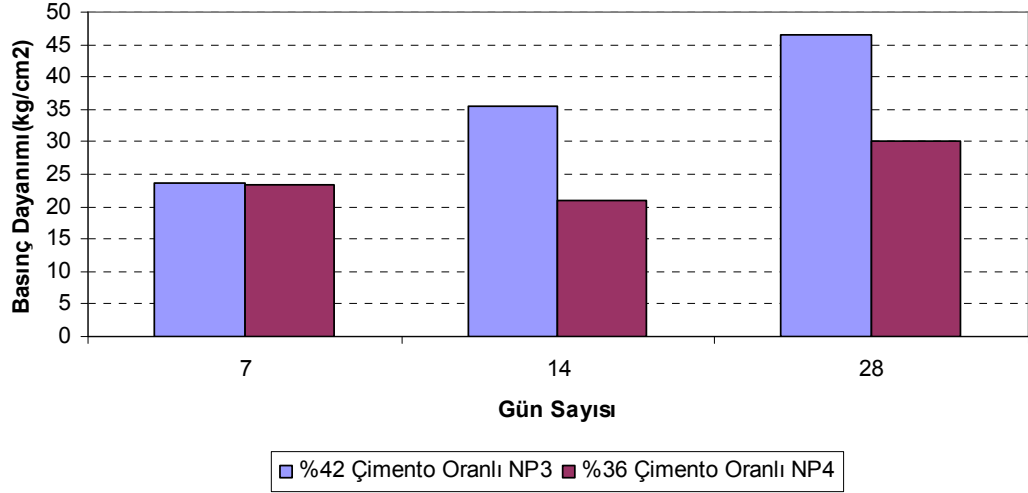


Şekil 4.36. VC1 ve VC3 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi

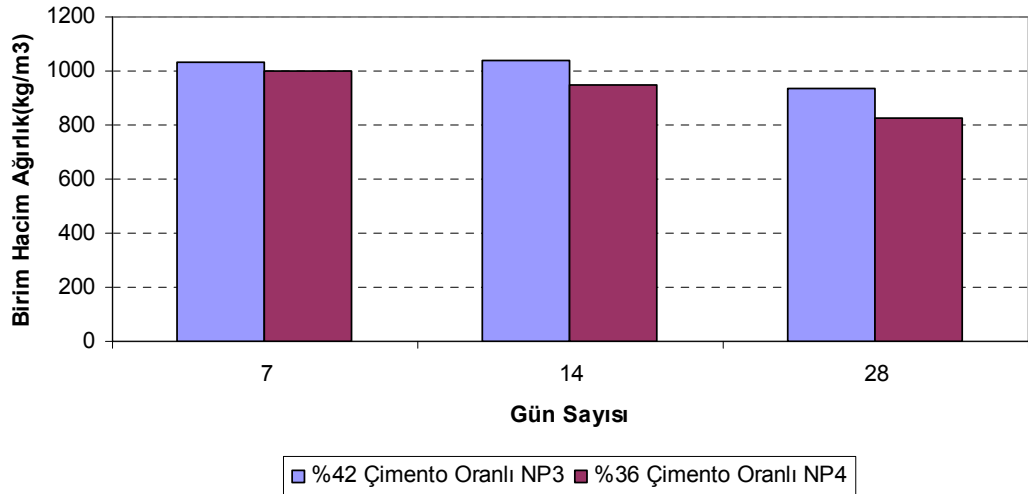
Ağırlıkça %36 çimento oranlı VC1 kombinasyonu ile % 42 çimento oranlı VC3 kombinasyonu karşılaştırıldığında, VC3'ün daha yüksek birim hacim kütle ve basınç dayanım değerine sahip olduğunu göstermektedir. İki kombinasyonda dış cephe kaplama plakası olarak tercih edilebilir. Birim hacim kütle ne kadar az ise ısı yalıtımı o derece düzelmektedir diye önceki bölümlerde de bahsetmiştik. Bu durumda VC1 kombinasyonunun birim hacim kütlelerinin daha az olmasından dolayı tercih edilmesi daha doğru olacaktır.

Örneklerin basınç dayanım değerleri $3,0 - 4,99 \text{ N/mm}^2$ aralığında değişim göstermektedir. Kombinasyonların çimento oranı arttıkça mukavemetlerinde de artış gözlenmektedir. Yalnız çimento oranının fazla artması kombinasyonların ısı yalıtımını olumsuz etkileyeceği unutulmamalıdır. VC3 kombinasyonunun çimento oranı ağırlıkça %42 olup en yüksek değere sahiptir. Bu da en yüksek birim hacim kütle ve basınç dayanımına sahip olmasına neden olmaktadır. TS EN 998-1 standardında ön görülen basınç dayanım sınıfına göre tüm harç örnekleri CS II Sınıfına dahil olup, orta mukavemette örnekler olarak nitelendirilmektedir. Her iki kombinasyonda mukavemeti bakımından da tercih edilebilirler.

Benzer şekilde, Nevşehir pomza agregası ile elde edilen NP3 – NP4 kodlu kombinasyonların grafiksel irdelemesi ise Şekil 4.33 – Şekil 4.34’de verilmiştir.



Şekil 4.37. NP3 ve NP4 kombinasyonları - basınç dayanım ilişkisi



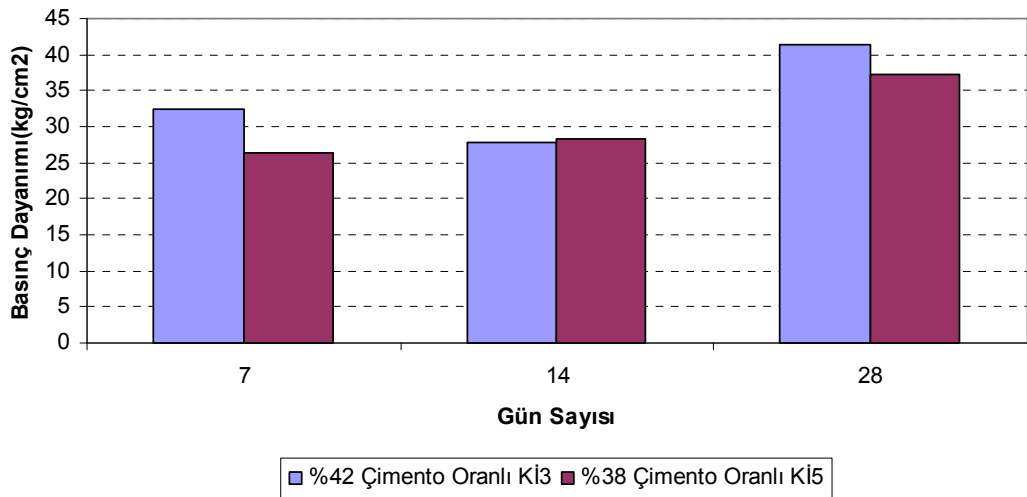
Şekil 4.38. NP3 ve NP4 kombinasyonları – Birim hacim kütle ilişkisi

Ağırlıkça %36 çimento oranlı NP4 kombinasyonu ile % 42 çimento oranlı NP3 kombinasyonu karşılaştırıldığında, NP3’ün daha yüksek birim hacim kütlesine ve basınç dayanım değerine sahip olduğunu göstermektedir. İki kombinasyonda dış cephe kaplama plakası olarak tercih edilebilir. Birim hacim kütle ne kadar az ise ısı yalıtımı o derece düzelmektedir diye önceki bölümlerde de bahsetmiştik. Bu

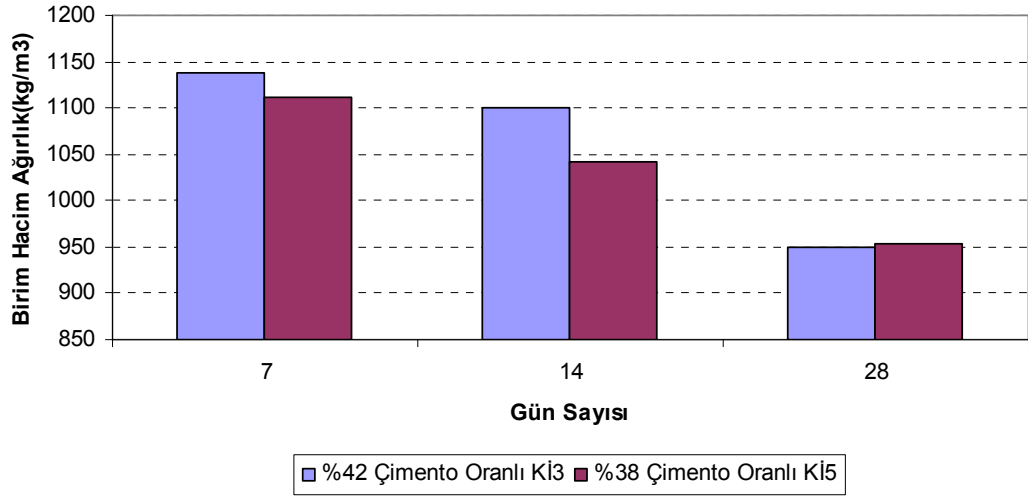
durumda NP4 kombinasyonunun birim hacim kütlesinin daha az olmasından dolayı tercih edilmesi daha doğru olacaktır.

Örneklerin basınç dayanım değerleri $3,93 - 2,81 \text{ N/mm}^2$ aralığında değişim göstermektedir. Kombinasyonların çimento oranı arttıkça mukavemetlerinde de artış gözlenmektedir. Yalnız çimento oranının fazla artması kombinasyonların ısı yalıtımını olumsuz etkileyeceği unutulmamalıdır. NP3 kombinasyonunun çimento oranı ağırlıkça %42 olup en yüksek değere sahiptir. Bu da en yüksek birim hacim kütle ve basınç dayanımına sahip olmasına neden olmaktadır. TS EN 998-1 standardında ön görülen basınç dayanım sınıfına göre tüm harç örnekleri CS II Sınıfına dahil olup, orta mukavemette örnekler olarak nitelendirilmektedir. Her iki kombinasyonda mukavemeti bakımından da tercih edilebilirler.

Diğer taraftan, Kütahya ignimbirit agregası ile elde edilen Kİ3 – Kİ5 kodlu kombinasyonların grafiksel irdelemesi ise Şekil 4.35 – Şekil 4.36’da verilmiştir.



Şekil 4.39. Kİ3 ve Kİ5 kombinasyonları – basınç dayanım ilişkisi



Şekil 4.40. KI3 ve KI5 kombinasyonları – birim hacim kütle ilişkisi

Ağırlıkça %38 çimento oranlı KI5 kombinasyonu ile % 42 çimento oranlı KI3 kombinasyonu karşılaştırıldığında, KI3'ün daha yüksek birim hacim kütlesine ve basınç dayanım değerine sahip olduğunu göstermektedir. İki kombinasyonda dış cephe kaplama plakası olarak tercih edilebilir. Birim hacim kütle ne kadar az ise ısı yalıtımı o derece düzelmektedir diye önceki bölümlerde de bahsetmiştik. Bu durumda KI5 kombinasyonunun birim hacim kütlesinin daha az olmasından dolayı tercih edilmesi daha doğru olacaktır.

Örneklerin basınç dayanım değerleri 3,23 – 2,09 N/mm² aralığında değişim göstermektedir. Kombinasyonların çimento oranı arttıkça mukavemetlerinde de artış gözlenmektedir. Yalnız çimento oranının fazla artması kombinasyonların ısı yalıtımını olumsuz etkileyeceği unutulmamalıdır. KI3 kombinasyonunun çimento oranı ağırlıkça %42 olup en yüksek değere sahiptir. Bu da en yüksek birim hacim kütle ve basınç dayanımına sahip olmasına neden olmaktadır. TS EN 998-1 standardında ön görülen basınç dayanım sınıfına göre tüm harç örnekleri CS II Sınıfına dahil olup, orta mukavemette örnekler olarak nitelendirilmektedir. Her iki kombinasyonda mukavemeti bakımından da tercih edilebilirler.

Bu agrega türleri ile elde edilen tüm plaka örneklerinin 3cm uygulama kalınlık değeri bağlamında, mahfazalı sıcak kutu yöntemine göre ısı iletkenlik değerleri analiz edilmiş olup, ısı performans değerleri aşağıda irdelenmiştir:

Çizelge 4.22. Tüm agregalar ile elde edilen plaka örneklerinin ısı performans değerleri

Örnek Kodu	Isıl İletkenlik Değeri λ (W/mK)	Isıl Direnç Değeri R (m ² K/W)	Isıl Geçirgenlik Değeri U (W/ m ² K)
VC1	0,329	0,261	3,83
VC3	0,377	0,250	4,01
NP3	0,240	0,295	3,39
NP4	0,204	0,317	3,15
Kİ3	0,258	0,286	3,50
Kİ5	0,260	0,285	3,50

Bir binada 100 m²'lik bir yüzey alanı kaplayacak şekilde bu plaka örnekleri yalıtım ve aynı zamanda kaplama elemanı olarak kullanıldığında, kaplanmış duvarın ısı performansına etkisi ise, enerji verimlik yüzdesi olarak analiz edilebilmektedir. Bunun için günümüzde geleneksel olarak kırmataş ve/veya kalsit agregalardan üretilmekte olan ve birim ağırlık değerleri ortalama >1850 kg/m³ olan kaplama plaka elemanlarının aynı kalınlık uygulamasına göre sağladığı ısı geçirgenlik değerleri dikkate alınarak, bu tez çalışmasında elde edilmiş olan yalıtım plaka örneklerinin enerji verimliliği ayrı ayrı hesaplanarak irdelenmiştir. Elde edilen enerji verimlilik performans değerleri aşağıda listelenmiştir:

Çizelge 4.23. Tüm agregalar ile elde edilen plaka örneklerinin geleneksel kaplama plaka uygulamasına göre enerji verimlilik oranları

Örnek Kodu	Geleneksel Kaplama Plaka Uygulamasına Göre Enerji Verimlilik Oranı E (%)
VC1	33,87
VC3	28,02
NP3	51,21
NP4	62,75
Kİ3	46,69
Kİ5	46,33

Bu irdilemeden de görüldüğü gibi, Nevşehir pomza agregalı kompozit yalıtım levha örnekleri en yüksek enerji tasarruf yüzdesine sahip ürünlerin üretilebilmesine olanak sağlamaktadır. Ortalama enerji tasarruf yüzdeleri %50'nin üzerinde olup, gerek birim ağırlıkları ve gerekse mukavemet değerleri de dikkate alındığında son derece olumlu ve yüksek potansiyele sahip ürünler olabileceği gözlenmektedir. Enerji verimliliği bağlamında ikinci sırayı Kütahya ignimbirit agregalı ve sonrasında da volkanik cüruf agregalı kompozit yalıtım levha örneklerinin yer aldığı görülmektedir. Bu analizler genel de göstermektedir ki, hafif agrega kategorisinde yer alan her üç gözenekli doğal agrega türevi ile, enerji verimliliği yüksek ve alternatiflerine göre daha yüksek potansif özelliklere sahip yalıtım plaka ürünlerinin elde edilmesine olanak sağlayan malzeme türleri olarak görülmektedir.



Şekil 4.41. Laboratuvar ortamında plaka örnekleri için kullanılan endüstriyel boyutta olan kalıp örneği

5. SONUÇ

Bu çalışma kapsamında, dekoratif yalıtımlı dış cephe kaplama plakalarının, TS EN standardına uygun olarak deneysel çalışmalar kapsamında yürütülmüştür. Yapılan inceleme ve analiz bulguları yorumlanarak sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Dış cephelerde yalıtımlı ve dekoratif amacı ile kullanılacak olan bu plakaların harçlarının üretiminde kullanılması amacı ile yapılan bu çalışmada elde edilen veriler irdelenmiştir. Dayanımı yüksek ve yalıtım amaçlı olarak üretilen bu harç, polimer katkıları ve çimentonun da ilavesi ile farklı karışım kombinasyonları sonucu elde edilmiştir. TS EN 998-1 standardı kapsamında fiziko- mekanik analizleri yapılan bu sıva harçlarının analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Yalıtım plaka harçlarının kompozit bileşen olmadan üretilebilirliğinin incelenmesi aşmasında 0-1 mm ve 1-2 mm boyutlarında hazırlanmış olan hafif agrega türleri ile herhangi bir polimerik bileşen ve katkı kullanmadan çimento bazlı numuneler hazırlanarak tez çalışmasına kontrol numunesi oluşturulmuştur. Bu örneklerin teknik analizleri irdelendiğinde, Kayseri pomzası, volkanik cüruf, Kütahya ignimbirit, Nevşehir pomzası, ham perlit numune örneklerinin birim hacim kütle değerleri çimento ve agrega tane boyutunu göre değişim gösterdiği gözlenmiştir. Çimentonun ağırlıkça yüzdesi artırıldığında örneklerin birim hacim kütlesi de artmaktadır. Buna karşılık iri boyuttaki agregaların tercih edilmesi birim hacim kütleyi düşürmektedir.

Kayseri pomzasının 14.gün ortalama birim hacim kütlesi 1196 kg/m^3 , volkanik cüruf 14. gün ortalama birim hacim kütlesi 1842 kg/m^3 , Kütahya ignimbirtte bu değer 1495 kg/m^3 , Nevşehir pomzasında 1073 kg/m^3 ve ham perlitte 315 kg/m^3 tür. Bu değerler, günümüzde inşaat sektöründe aranan değerlerin altında kalmış olsa da tez çalışmasının amacı olan düşük birim hacim kütle değerinin üstünde bir değerdedir. Değerlendirmede de görüldüğü üzere Nevşehir pomzasının birim hacim kütlesi en ideal değerde olmaktadır. Bunun nedeni agrega ağırlığının en düşük değerde olmasından dolayıdır. Ham perlit harcının birim hacim değeri değerlendirmeye

alınamayacak kadar kötüdür. Harcın priz alması istenilen doğrultuda gerçekleşmemiş ve harç gevrek formda kalmıştır. Bu aşamada elenmiştir.

Birinci aşama numunelerinin basınç dayanım değerleri incelendiğinde Kayseri pomzasının basınç dayanım değeri $8,82 \text{ N/mm}^2$, volkanik cürufun $13,5 \text{ N/mm}^2$, Kütahya ignimbiritin 8.38 N/mm^2 , Nevşehir pomzası 9 N/mm^2 , ham perlit $0,16 \text{ N/mm}^2$ dir. İnşaat sektöründe istenilen basınç dayanım değerlerinin üzerinde bulunan değerler tez çalışması için de uygun değerlerdir. Ham perlit bu değerlendirme içerisine alınmamıştır. Çünkü basınç değeri standartların çok altındadır.

Deneysel bulgular, çimento oranı ve agrega boyutu ile doğru orantılı olarak basınç dayanım değerinin değiştiğini göstermektedir. Numunelerdeki çimentonun ağırlıkça yüzdesi arttıkça, numunelerin basınç dayanımları da artmakta olup istenilen değerlerin üzerindedir. Agrega boyutunun artması gözenekliliğin artmasına neden olduğu için numunelerin birim hacim kütlelerine ve basınç dayanımlarını azaltıcı etkisi vardır. Bu azalma etkisi çimento miktarının artırılması ile kaybolurken, basınç dayanımı ve birim hacim kütlesi artırılmaktadır.

İkinci aşamadaki kompozit yapıdaki numune örnekleri üç çeşit agrega ile oluşturulmuştur. Kompozit harç örneklerinin birim hacim kütleleri; volkanik cürufun birim hacim kütlesi 1015 kg/m^3 , Nevşehir pomzası 766 kg/m^3 , Kütahya ignimbirit 828 kg/m^3 tür. Kompozit harç örneklerinin birim hacim kütleleri optimum değer olan 900 kg/m^3 ün altındadır. Düşük birim hacim kütleyle sahip numunelerin ısı yalıtım değerleri de optimum değeri sağlamaktadır.

Volkanik cüruf agregası birim ağırlığı en fazla olan agrega olması, volkanik cüruf ile oluşturulan kompozit harç karışımlarının birim hacim kütleleri yüksek değerdedir. Buna bağlı olarak da basınç dayanımı diğer agregalardan elde edilen harçlardan daha yüksek olmaktadır. Isı yalıtım değeri ise diğer kompozit harçlardan daha kötü değerdedir. Buradan da anlaşıldığı gibi birim hacim kütle ısı yalıtımını etkilemektedir.

Nevşehir pomzası ve Kütahya ignimbirit birim hacim kütle değerleri ile optimum değer in altında olup standardda da istenilen değerleri sağlamaktadır. Isı yalıtım değeri ve birim hacim kütle sinin daha düşük olması bakımından en ideal kompozit harç Nevşehir pomzası agregası ile elde edilenlerdir. Isı yalıtımı açısından maksimum 900 kg/m^3 lük birim hacim kütle değeri nde harç örnekleri kabul edilebilir yoğunluk değeri olarak ele alındığında örneklerin tamamı bu kategoride yer alan karışım kombinasyonları olarak nitelendirilebilmektedir (Karcı,2011).

Nevşehir pomzası ile ortalama 766 kg/m^3 birim hacim kütle ye sahip kompozit harç elde edilmiştir. TS EN 998-1 standardında priz almış sıva harcı örnekleri için öngörülen bir sınır limit değeri verilmiştir. Ancak bugüne kadar elde edilen teknik ve uygulama tecrübeleri, bu değeri n 900 kg/m^3 değeri ni aşmaması yönünde olgunlaşmaktadır (Karcı, 2011).

Üçüncü aşama kompozit harçları, ikinci aşamadaki örneklerin en ideal olanları ile oluşturulmuştur. Volkanik cüruf agregalı harcın birim hacim kütle si 1123 kg/m^3 , Nevşehir pomzası 881 kg/m^3 , Kütahya ignimbirit 951 kg/m^3 tür. Nevşehir pomzası ve Kütahya ignimbiriti ile elde edilen harç örneklerinin birim hacim kütleleri TS EN Standardında istenen değeri ni sağlamaktadır. Volkanik cüruf agregası ile oluşturulan kompozit harç örneği istenilen ağırlığı verememiştir.

Üç agrega ile elde edilen kompozit harç örneklerinin basınç dayanım değeri ni TS EN Standardında istenilen değeri de sağlamıştır.

Genel olarak bu tez kapsamında elde edilen tüm çalışma verileri ışında 5 farklı agrega ile oluşturulan harçlar belirli aşamalarda geçilerek en ideal kompozit harç örnekleri oluşturulmuştur. Bu son aşamada elde edilen kompozit harçlar ile yüksek performanslı ve yalıtımlı ürünler elde edilmiştir.

Genel olarak bu tez kapsamında elde edilen deneysel veriler sonucunda Nevşehir pomzası, Kütahya ignimbirit ve Volkanik cüruf agregaları ile gerekli kimyasal katkılarla elde edilen kompozit harçlar ile yalıtımlı ve dekoratif kaplama taşlarının

TS EN Standardına uygun, inşaat sektöründe ideal şekilde kullanılacak kaplama plakaları olarak elde edilebileceği görölmüştür.

6. KAYNAKLAR

- Ağırbaşar, Ö., 2006. Dış Duvar Kaplama Ürünlerinin Seçiminde Ürün Bilgilerinin Düzenlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü. , Fen Bil. Enst. , İstanbul.
- Demirdağ, S., vd., 2004. Volkanik Cüruf Agregalarının Yapı Sektöründe Kullanılması. 5. Endüstriyel Hammadde Sempozyumu, 286 s., 13-14 Mayıs 2004, İzmir
- Demirdağ, S., ve Gündüz, L., 2004. Volkanik Cüruf Oluşumlarının İnşaat Sektöründe Hafif Yapı Malzemesi Olarak Değerlendirilmesi. 3.Ulusal Kırmataş Sempozyumu, 3-4 Aralık 2003, İstanbul.
- Demirdağ, S., 2005. Volkanik Cüruf Oluşumlarının İnşaat Sektöründe Hafif Yapı Malzeme Olarak Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, 9,41s. S.D.Ü. , Fen Bil. Enst. , Isparta.
- Dereli, M., 2010. Dış Duvarlarda Isı Yalıtımı İle Enerji Tasarrufu Sağlanması ve Detaylarda Karşılaşılan Sorunlar. 5.Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu, Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, 15-16 Nisan 2010, İzmir.
- D.P.T Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, “Madencilik Ö. İ. K. Raporu Endüstriyel Hammadeler Alt Komisyonu Genel Endüstri Mineralleri IV. Çalışma Grubu Raporu”
- Ekmekyapar, T., Örüng, İ., 1993. İnşaat Malzeme Bilgisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları. No: 145, Erzurum.
- Enşici, A., 2004. Polimer Esaslı Kompozit Malzemeler ve Ürün Tasarımında Kullanımları. İTÜ Endst. Ürünleri Tasarımı Böl., İstanbul.
- Gündüz, L., vd., 2007. Isparta Cıvarı Volkanik Kayaçların Mühendislik Özellikleri ve Taşıyıcı Beton Üretiminde Kullanılabilirliği. 6. Uluslararası Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 172 s. Süleyman Demirel Üniversitesi Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezi, 1-3 Şubat 2007, İzmir.
- Gündüz, L., vd., 2009. Mikronize Andezitin Yalıtım Amaçlı Kompozit Harç Üretiminde Değerlendirilmesi Üzerine Teknik Bir Analiz. 5. Ulusal Kırmataş Sempozyumu, Süleyman Demirel Üniversitesi Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezi, 1 Aralık 2009, Isparta.
- Gündüz, L., 2011. Yeni Nesil Kompozit Sıva Harçları ve Enerji Verimliliği. Süleyman Demirel Üniversitesi Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezi, 30 Mart 2011, Isparta.
- Karcı, M., Gunduz, L., 2011. Barit Slam atıklarının yüksek performanslı kompozit harc üretiminde değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, 20s. S.D.Ü, Fen Bil. Enst., Isparta.

Soy, U., 2009. Kompozit Malzemeler. www.ugursoy.sakarya.edu.tr. Erişim Tarihi: 12.10.2011

şapcı, N., 2008. Aksaray Bölgesi İgnimbirit Oluşumlarının Endüstriyel Agregada Olarak Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, 9,12,35 s., S.D.Ü. , Fen Bil. Enst. , Isparta.

şengün, N., 2004. Pomzanın Hafif Harç Yapımında Endüstriyel Hammadde Olarak Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, 25s. S.D.Ü. Fen Bil. Enst., Isparta.

Urhan, S., 1993. Hafif ve Çok Hafif Agregaların Karakteristik Özellikleri ve Teknik Kapasiteleri. www.ideakimya.com Erişim Tarihi: 13.09.2011.

Ünal, O., Uygunoğlu, T., 2007. Diatomitin Hafif Beton Üretiminde Kullanılması. İMO Teknik Dergisi Yazı 266, 4025-4034.

Yetkin, S., 2010. Nano Teknoloji ve Nano Kompozitler. www.sakarya.edu.tr. Erişim Tarihi: 21. 10.2011.

www.dpt.gov.tr. Erişim Tarihi: 14.10.2011

www.migem.gov.tr Erişim Tarihi: 15.11.2011

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Nur Safa SEYRAN

Doğum Yeri ve Yılı: Elazığ, 07.08.1987

Medeni Hali: Bekar

Yabancı Dili: İngilizce

Eğitim Durumu(Kurum ve Yıl)

Lise: Kocatepe Mimar Kemal Lisesi 2004

Lisans: Süleyman Demirel Üniversitesi Maden Mühendisliği 2009

Yüksek Lisans: Süleyman Demirel Üniversitesi Maden Müh. Ana Bilim Dalı 2010...

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:

Yayınları (SCI ve diğer makaleler)

