

**POMZANIN HAFİF HARÇ YAPIMINDA
ENDÜSTRİYEL HAMMADDE
OLARAK KULLANIMI**

Nazmi ŞENGÜN

**Yüksek Lisans Tezi
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2004**

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**POMZANIN HAFİF HARÇ YAPIMINDA ENDÜSTRİYEL
HAMMADDE OLARAK KULLANIMI**

NAZMİ ŞENGÜN

**Danışman
Prof. Dr. Lütfullah GÜNDÜZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

ISPARTA, 2004

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Bu çalışma jürimiz tarafından MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI'nda
YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan :

Üye :

Üye :

ONAY

Bu tez/...../2004 tarihinde Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki
jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

Tarih :/...../ 2004

Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL
Enstitüsü Müdürü

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
SİMGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. POMZA	6
2.1. Türkiye’de Bulunan Pomza Yatakları	9
2.2. Pomzanın Kullanım Alanları	11
2.2.1. Tarım Sektörü	11
2.2.2. Tekstil Sektörü	12
2.2.3. Kimya Sektörü	12
2.2.4. Diğer Sektörler	13
2.2.5. İnşaat Sektörü	13
3. DUVAR ÖRGÜ HARÇLARI	16
3.1. Harç Çeşitleri	18
3.1.1. Çimento Harçları	18
3.1.2. Kireç Harçları	19
3.1.2.1. Hava Kireci Harçları	19
3.1.2.2. Hidrolik Kireç Harçları	19
3.1.3. Alçı Harçları	20
3.1.4. Melez Harçlar	20
3.1.5. Kil Harçları	21
3.2. Örgü Harcının Yapılması	21
3.3. Hafif Örgü Harçları	23
4. MATERYAL VE METOD	25
4.1. Materyal	25

4.1.1. Agrega	25
4.1.1.1. Kayseri Pomzası	25
4.1.1.2. Nevşehir Pomzası	26
4.1.1.3. Perlitik Pomza	27
4.1.2. Çimento	28
4.1.3. Kireç	29
4.1.4. Karışım Suyu	29
4.2. Metot	30
5. BULGULAR	34
5.1. Agrega Analizleri	34
5.1.1. Granülometrik Bileşimi	35
5.1.1.1. Elek Analizi	35
5.1.1.2. İncelik Modülü	37
5.1.2. İnce Malzeme Miktarı	39
5.1.3. Hava Etkilerine Dayanım Analizi	41
5.1.4. Organik Madde İçeriği Tayini	42
5.1.5. Birim Hacim Ağırlık	43
5.2. Pomza Agregalı Hafif Örgü Harcı Analizi	44
5.2.1. Basınç Dayanımı	49
5.2.2. Birim Hacim Ağırlık	53
5.2.3. Ultrases Analizi	57
5.2.4. Elastisite Modülü	60
5.2.5. Su Emme	61
5.2.6. Rötire	62
5.2.7. Özgül Isı	64
6. SONUÇLAR	66
7. KAYNAKLAR	68
ÖZGEÇMİŞ	70

ÖZET

İnşaat sektöründe yapı malzemesi teknolojisinde kaydedilen son gelişmelere paralel olarak, yapı malzemelerinin birbirine bağlanmasında kullanılan örgü harçlarının kullanımı da önem kazanmıştır. Bu nedenle, yapılardaki dayanım ve yalıtım özelliklerinin belirlenebilmesi için doğal hafif agregaya olan pomzanın, örgü harcında kullanılma olasılığının araştırılması gerekmektedir.

Bu tez çalışmasında, Kayseri ve Nevşehir bölgesinden getirilen pomza agregaları ve İzmir bölgesinden getirilen perlitik pomza agregalarından elde edilen harçların dayanım, birim ağırlık, ultrases, su emme, rötre v.b. gibi teknik özellikleri belirlenerek, standartlara uygun hafif örgü harcı olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu araştırmalarda değişken parametre olarak çimento miktarı ele alınmıştır. Elde edilen veriler ışığında, getirilen pomza örneklerinin, hafif örgü harcı yapımında hangisinin daha uygun agregaya olduğu ve optimum çimento miktarının ne olduğu belirlenmeye çalışılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Harç, Pomza, Perlitik Pomza, Hafif Agregaya, Yalıtım

ABSTRACT

In parallel to the recent improvements in construction materials technology in construction sectors, the use of masonry mortar used in binding the building materials has gained importance. For this reason in order to find the compressive strength and isolation characteristics in buildings the possibilities of the use of pumice as a lightweight aggregate in mortar should be searched.

In this thesis work determining the technique characteristics of mortars such as compressive strength, unit volume weight, seismic velocity, water absorption, shrinkage, etc. obtained from the pumice aggregates brought from Kayseri and Nevşehir region and pekstayn brought from İzmir, the use of pumice as lightweight mortar appropriate to the standards currently valid. In these researches, cement amount was used as a variable parameter. The experimental test work findings show that pumice sample is more suitable aggregate and optimum cement amount is tried to be determined.

KEY WORDS: Mortar, Pumice, Pekstayn, Lightweight Aggregate, Isolation

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması kapsamında, “Pomzanın Hafif Harç Yapımında Endüstriyel Hammadde Olarak Kullanımı” konusunda yaptığım laboratuvar çalışmalarım süresince yardımlarını esirgemeyen S.D.Ü Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezi çalışanlarına,

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde katkılarından dolayı, S.D.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Saim SARAÇ’a ve Maden Mühendisliği Bölümü çalışanlarına,

Bu çalışmanın sonuca ulaştırılmasında, laboratuvar ve teknik etüd çalışmaları boyunca, yardımlarını esirgemeyen ve yön gösterici olan tez danışmanım Prof. Dr. Lütfullah GÜNDÜZ’e,

Ayrıca, çalışmam sırasında manevi desteğini esirgemeyen eşim Şerife ŞENGÜN’e,

teşekkürlerimi ifade etmeyi bir borç bilirim.

Nazmi ŞENGÜN

SİMGELER DİZİNİ

δ_k	Birim hacim ağırlık
m	Agreganın ağırlığı
V	Kabın hacmi
σ_k	Küp numunenin basınç dayanımı
σ_s	Silindir numunenin basınç dayanımı
Dz	Çimento dozajı
KN	Kayseri pomzasının Nevşehir pomzasına oranı
KP	Kayseri pomzasının Perlitik pomzaya oranı
V_p	Sismik hız
γ	Poisson oranı
g	Yerçekimi ivmesi
E_{din}	Dinamik elastisite modülü
θ	Isı miktarı
c	Özgül ısı değeri
Δt	Sıcaklık farkı
t_1	İlk sıcaklık
t_2	Son sıcaklık

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Binalardaki ısı köprüleri	6
Şekil 2.1. Bazik pomzanın genel görünümü	8
Şekil 2.2. Asidik pomzanın genel görünümü	8
Şekil 2.3. Pomza rezervinin illere göre dağılımı	10
Şekil 2.4. Pomza madeninin başlıca kullanım alanları	11
Şekil 4.1. Çalışmada kullanılan agregalar	28
Şekil 4.2. Çalışmada izlenen yöntemin akım şeması	30
Şekil 4.3. Pomza agrega türlerinin stok sahası	32
Şekil 4.4. Kür kamarasından bir görünüm	33
Şekil 4.5. Laboratuvar ortamından bir görünüm	33
Şekil 5.1. 0-4 mm boyut aralığına sahip Kayseri pomzası elek analizi	36
Şekil 5.2. 0-4 mm boyut aralığına sahip Nevşehir pomzası elek analizi	36
Şekil 5.3. 0-4 mm boyut aralığına sahip perlitik pomza elek analizi	37
Şekil 5.4. Numunelerin hazırlanması	47
Şekil 5.5. Deney numuneleri ve kür kamarasından bir görünüm	49
Şekil 5.6. Basınç dayanım deneyinde kullanılan numuneler	50
Şekil 5.7. Basınç dayanım deneyi	50
Şekil 5.8. Kayseri pomzası ile yapılmış hafif örgü harcının dozaj ve dayanım ilişkisi	51
Şekil 5.9. Kayseri-Nevşehir pomza karışımı dozaj ve dayanım ilişkileri	51
Şekil 5.10. Perlitik pomza ile yapılmış hafif örgü harcının dozaj ve dayanım ilişkisi	52
Şekil 5.11. Kayseri pomzası ve perlitik pomza karışımı basınç dayanım ve dozaj ilişkisi	52
Şekil 5.12. Pomza grubu hafif örgü harçlarının dozaj ve birim hacim ağırlık ilişkisi	53
Şekil 5.13. Perlitik pomza grubu hafif örgü harçlarının dozaj ve birim hacim ağırlık ilişkisi	54
Şekil 5.14. Kayseri pomzası basınç dayanımı ve birim hacim ağırlık ilişkisi	55
Şekil 5.15. Kayseri ve Nevşehir pomzası basınç dayanımı ve birim hacim ağırlık ilişkisi	55

Şekil 5.16. Perlitik pomza basınç dayanımı ve birim hacim ağırlık ilişkisi	56
Şekil 5.17. Kayseri ve Perlitik pomza basınç dayanımı ve birim hacim ağırlık ilişkisi	56
Şekil 5.18. Laboratuarda sismik hız tayini	57
Şekil 5. 19. Pomza agregalı hafif örgü harcının sismik hız ve dozaj ilişkisi	58
Şekil 5.20. Pomza agregalı hafif örgü harcının basınç dayanımı ve sismik hız ilişkisi	58
Şekil 5.21. Perlitik pomza agregalı hafif örgü harcının basınç dayanımı ve sismik hız ilişkisi	59
Şekil 5.22. Pomza agregalı hafif örgü harçlarının dinamik elastisite modül değerlerinin dozaj ile değişimi	60
Şekil 5.23. Perlitik pomza agregalı hafif örgü harçlarının dinamik elastisite modül değerlerinin dozaj ile değişimi	61
Şekil 5.24. Hafif örgü harç numunelerinin su emme miktarları	62
Şekil 5.25. Rötire deneyinde kullanılan numuneler	63
Şekil 5.26. Hafif örgü harç numunelerinin boy kısalma miktarları	64
Şekil 5.27. Hafif örgü harç numunelerinin özgül ısı miktarları	65

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1. Hafif agregalar ve hafif agregalar ile yapılan betonların özellikleri ..	2
Çizelge 2.1. Asidik ve bazik pomza türlerinin kimyasal bileşimi	9
Çizelge 2.2. Ülkemizde bulunan pomza yatakları ve rezerv miktarları	10
Çizelge 3.1. Kullanılan harç bileşenlerinin cins ve miktarlarına göre sınıfları	17
Çizelge 3.2. TS 2848'e göre harç sınıflarında en küçük basınç dayanımları	17
Çizelge 3.3. Çimento harcındaki çimento miktarı	18
Çizelge 3.4. Kireç harçlarında kireç ve su miktarı	19
Çizelge 3.5. Hidrolik kireç harçlarında kireç miktarları	20
Çizelge 4.1. Pomza türleri ve perlitik pomza kimyasal analiz sonuçları	27
Çizelge 4.2. PKÇ-B 32,5 tipi çimentonun kimyasal analiz sonuçları	28
Çizelge 4.3. PKÇ-B 32,5 tipi çimentonun mekanik deney sonuçları	28
Çizelge 4.4. PKÇ-B 32,5 tipi çimentonun fiziksel deney sonuçları	29
Çizelge 5.1. Kayseri pomzası incelik modül analizi	38
Çizelge 5.2. Nevşehir pomzası incelik modül analizi	38
Çizelge 5.3. Perlitik pomza incelik modül analizi	39
Çizelge 5.4. Kayseri pomzasının ince malzeme miktarı	40
Çizelge 5.5. Nevşehir pomzasının ince malzeme miktarı	40
Çizelge 5.6. Perlitik pomza agregasının ince malzeme miktarı	40
Çizelge 5.7. Pomza kumunun hava etkilerine dayanım analizi	42
Çizelge 5.8. Pomza agregaların kuru birim hacim ağırlıkları	43
Çizelge 5.9. Pomza grubu hafif harç karışımları	46
Çizelge 5.10. Perlitik pomza grubu hafif harç karışımları	46
Çizelge 5.11. Harç numuneleri üzerinde yapılan deneylerin sonuçları	48
Çizelge 5.12. Hafif örgü harç numunelerinin su emme değerleri	60
Çizelge 5.13. Hafif örgü harç numunelerinin boy kısalma değerleri	62
Çizelge 5.14. Hafif örgü harç numunelerinin özgül ısı değerleri	64

1. GİRİŞ

Ülkemizde güncelliğini sürekli koruyan en önemli sorunlardan biri enerji tasarruftur. Özellikle yakıt tasarrufu açısından yaşanan mekanlarda ısı yalıtımının en ekonomik bir biçimde uygulanması her zaman bir araştırma konusu olmuştur. Bu konuda en ekonomik uygulama, ülkemizde bulunan ucuz ve bol hammaddeleri kullanarak mümkün olabilmektedir. Ülkemizdeki en ekonomik ve uygun hammadde kaynaklarından biriside pomzadır. Pomzadan imal edilen yapı elemanları yüksek ısı ve ses yalıtımı sağlamaları, yüksek mukavemet göstermeleri ve depreme dayanıklı mekanları en ucuza mal etmeleri gibi özelliklerinden dolayı vazgeçilmez bir inşaat malzemesi olmuştur.

İnşaat sektörü konut ihtiyacının karşılanabilmesi için günümüzde çok katlı binalar yapmaktadır. Çok katlı binalar beraberinde bazı problemleri de getirmektedir. Bunlardan en önemlisi binanın kendi ağırlığının artmasından kaynaklanmaktadır. Binanın ölü ağırlığının fazla olması, olası bir depremde yapılan binanın yıkılma riskini artırmaktadır. Bu nedenle inşaat malzemelerinin birim ağırlığının azaltılması önemli olmaktadır.

Beton birim ağırlığının azaltılması üç yolla yapılır (Oğuz ve Türker,1997).

- Normal agregaların yerine boşluklu olan doğal veya yapay hafif agregaların kullanılması ile üretilen hafif agregalı betonlar,
- Beton harcı içinde fiziksel veya kimyasal yolla çok sayıda boşluk oluşturularak üretilen gaz veya köpük beton,
- Betonun ince agregasını çıkartmak yoluyla üretilen kumsuz betonlar.

Binanın ölü ağırlığının azaltılması amacıyla beton harcında normal agregaya yerine alternatif malzemelerin kullanılması daima bir araştırma konusu olmuştur. Beton harcı içerisine normal agregaya yerine hafif agregaya kullanılarak üretilen betonun özellikleri incelenmiştir. İnşaat sektörünün gelişmesi ve modern tekniklerin ortaya çıkmasıyla, yapılacak binaların teknolojik yönlerinin yanında konfor şartları da

aranılır olmuştur. Kullanılan hafif agregalar, betonun özgül ağırlığını azalttığı gibi binanın ısı ve ses yalıtımını sağlamakta, yangına karşı direncini arttırmakta ve bu gibi özelliklerinden dolayı sektör bazında kullanılma oranı hızla artmaktadır. En çok kullanılan hafif agregalar ve bu agregalar kullanılarak yapılan hafif betonların mühendislik özellikleri Çizelge 1.1.'de toplu olarak verilmiştir.

Çizelge 1.1. Hafif agregalar ve hafif agregalar ile yapılan betonların özellikleri (Mindess ve Young, 1981)

Agrega Türü	Yapısı	Agreganın K.B.A. (kg/m ³)	Betonun K.B.A. (kg/m ³)	28 Günlük Basınç Dayanımı (N/mm ²)	Isı İletkenliği (W/mK)	Su Emme (%)
Genleştirilmiş Kil	PN	550-1050	110-1850	14-42	0,26-0,43	5-15
Köpük Cürufu	S	500-1000	110-1850	14-42	0,17-0,34	5-25
Sinterlenmiş Uçucu Kül	S	600-1000	1350-1900	14-42	0,17-0,51	14-24
Mikalı Vermikülit	PN	65-250	400-950	0,67-3	0,07-0,10	20-35
Genleştirilmiş Perlit	PN	65-250	550-800	0,6-3,5	0,07-0,10	10-50
Pomza	N	-	800-1300	4-5	0,15-0,30	-
Genleştirilmiş Cam	S	250-500	1200	9	0,28	5-10
Genleştirilmiş Polyester Boncuk	S	30-150	300-900	0,7-12,5	0,07	-
Brikt molozu	S	750	1750-1900	7,7-21	0,40-0,51	19-36
Kırma taş	N	1450-1750	2250-2400	21-50	1,0-3,0	0,5-2,0

PN: İşlenmiş doğal malzeme N: Doğal malzeme S: Sentetik malzeme

Agreganın hacimsel olarak betonun % 60-75'ini ve ağırlık olarak da %70-85'ini oluşturduğu ve sertleşmiş betonun özellikleri ile karışım oranlarını önemli ölçüde etkilediği bilinmektedir. TS 706'ya göre agregalar; doğal, yapay yada her iki cins yoğun mineral malzemenin genellikle 100 mm'ye kadar çeşitli büyüklüklerdeki kırılmamış ve/veya kırılmış tanelerinin bir yığındır. Agregalar iri agregalar (çakıl) ve ince agregalar (kum) olmak üzere iki gruba ayrılır. 4,76 mm'lik (No: 4) kare delikli elek üzerinde kalan malzemeye "iri agregalar", bu elekten geçen malzemeye de "ince agregalar" denir. Beton üretiminde doğal agregalar ve kırma agregalar kullanılabilir.

Doğal agregalar oluşumları gereği doğanın aşındırma etkisi ile yuvarlaklaştırılmışlardır. Yuvarlak agreganın yığın olarak yerleşmesi geometrik yapısı gereği daha kolay olup, özgül yüzeyi de (kırma agregaya göre) daha küçük olduğundan daha az su ile işlenebilmektedir. Buna karşın kırma agrega köşelidir ve yüzeyleri pürüzlüdür (Akman, 1984). Genel olarak uygun agrega seçiminde şu hususlara dikkat edilmelidir (Shergold, 1953).

- Agregaların yığınının kompozitesi (doluluk oranı) maksimum, toplam yüzeyi minimum olmalıdır. Bu husus boşluksuz bir beton dokusu oluşturmaya yönelik olup, çimento ekonomisi ve işlenebilirlik için gerekli bir işlemdir.
- Nem ve sıcaklık etkisiyle hacim değişikliği göstermemelidir.
- Agregaların sağlam, fiziki olarak sert ve su emme yüzdesinin ve porozitesinin düşük, dona karşı dayanımının da yüksek olması gerekir. Özellikle dona ve aşınmaya maruz betonlarda agreganın fiziki olarak sağlam olması koşulu aranır. Su emmesi ve porozitesi düşük agregalar, betonun dona karşı dayanımında oldukça önemli rol oynarlar.
- Agregalar beton için zararlı maddeleri içermemelidirler. Bazı agregaların içerisindeki kalsiyum ve magnezyum sülfatlar, çimentonun hidratize alüminatları ile reaksiyona girerek büyük hacimli tuzları meydana getirerek betonun hacim genişlemesi ile parçalanmasına sebep olurlar.

Son yıllarda hafif yapı malzemelerine verilen önemin giderek artmasına paralel olarak, hammadde tüketiminde pomzanın yapı malzemesi olarak kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. İnşaat sektöründe, tarihsel gelişim süreci içerisinde, yapılarda hafif beton karışımlarının kullanımının çok eskilere kadar dayandığı bilinmektedir. Isı ve ses yalıtımının sağlamlasının yanı sıra, birim ağırlıklarının normal betona nazaran çok daha az olması nedeni ile, hafif yapı malzemeleri ile yapılarda hafif beton kullanımı bir çok avantajlar sağlamaktadır. Ancak, hafif yapı elemanı için gerekli olan hafif agregalar olan; genişletilmiş kil, genişletilmiş şist ve genişletilmiş arduvazın kullanımı ile elde edilmiş yapı elemanlarının gelişimi, ülkemizde henüz yeterli düzeye ulaşmamıştır. Bu nedenle, ülkemizde bol miktarda bulunan doğal hafif agregaların değerlendirilmesi gündeme gelmiş ve pomza, perlit, volkanik tüf ve

volkanik cüruf gibi malzemeler, yaygın kullanım alanı bulmuştur. Su emme bakımından yeterli tedbirler alındığında, bu hafif agregalarla yalıtım betonlarının üretilmesi ve bunların taşıyıcı hafif beton olarak kullanılabilmesi mümkün olabilmektedir (Davraz ve Gündüz, 1997).

Hafif örgü harçlarının hacimce yaklaşık %70'ini agrega oluşturmaktadır. Bu sebeple agregaların kalitesi harç performansını büyük ölçüde etkilemektedir. İyi bir harç elde edebilmek için uygun agrega kullanılması gerektiği bilinen bir gerçektir. Örgü harç agregası, TS 2717'de açıklandığı gibi, harç yapımında kullanılmak üzere çimento ve su karışımından oluşan bağlayıcı malzeme ile birlikte bir araya getirilen, organik olmayan, doğal veya yapay malzemenin genellikle 4 mm'yi aşmayan büyüklüklerdeki kırılmamış veya kırılmış agregalardır.

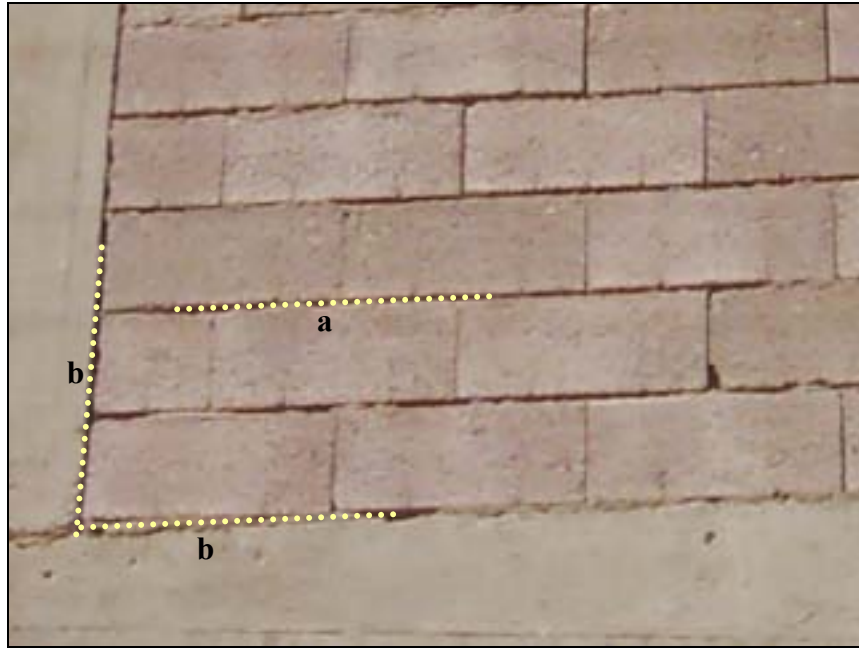
Farklı sıcaklıktaki iki ortam arasındaki ısı geçişini azaltmak için yapılan işlemlere "ısı yalıtımı" denir. Bu işlem binalarda; ısı kaybı olan duvarlara (dış duvarlar), çatıya ve tabana ısı yalıtım malzemeleri tatbik edilmesiyle yapılır. Isı yalıtımı yapılmasıyla, binadan dışarıya olan ısı kaybı yalıtımsız duruma göre azalır, dolayısıyla ısınma için tüketilen yakıt miktarı da azaltılmış olur.

Bir mekanın dış sıcaklık etkilerinden korunması, mekanı çevreleyen yapı bileşenlerinin ısı depolama niteliği ile doğrudan ilişkilidir. Yapı bileşenlerinin ısı depolama yeteneği, ısı geçirgenlik direnci ile belirlenmektedir. Bu direnç, kullanılan malzemelerin cinsine, kalınlığına ve ısı iletkenlik katsayısına bağlı olarak değişmektedir (Eriç, 1994).

Katı malzemelerin ısı iletkenliği; gözeneklilik derecesine, gözeneklerin büyüklüğü ile dağılım durumuna ve bünyesinde tuttuğu nem miktarına bağlıdır. Gözenekler içinde bulunan durgun havanın ısı iletkenlik değeri az olmaktadır. Ayrıca, gözenek miktarı arttıkça malzemenin birim hacim ağırlık değeri de azalmaktadır. Bu olgu, malzemenin ısı iletkenlik değerinin düşmesine neden olmaktadır. Düzenli dağılmış çok küçük hava gözenekleri olan bir yapı malzemesinin ısı iletkenliği, düzensiz dağılmış büyük gözenekli bir malzemeye göre daha azdır. Malzemeyi meydana

getiren maddelerin ısı iletkenliği, cinsine (anorganik, doğal-organik ve suni-organik) ve yapısına bağımlıdır (Gündüz v.d., 1998).

Günümüzde binaların yapımı sırasında ısısız konfor sağlayan yalıtım malzemeleri kullanılmaktadır. Hatta daha önceden yapılmış binaların duvarlarında dış ve/veya iç cepheden yalıtımı sağlamak için yalıtım malzemeleri ile kaplama yapılmaktadır. Duvar inşasında yalıtım amacıyla yapı malzemeleri olarak yalıtım malzemeleri kullanılsa da bina iskeletini oluşturan kolon, kiriş ve yapı elemanlarını birleştiren örgü harçlarının yapımında kullanılan normal agregalar yalıtımı sağlamamaktadır. Bunlar binada ısı köprülerini meydana getirmektedir (şekil 1.1.). Bunu önlemenin yolu ise beton ve örgü harçlarının yapımında ısı yalıtımı sağlayacak hafif agregalar kullanmaktır.



şekil 1.1. Binalardaki ısı köprüleri
(a: iki yapı elemanı arası, b: yapı elemanı ile kolon ve kiriş arası)

2. POMZA

Pomza, volkanik faaliyetler esnasında ani soğuma ve gazların bünyeyi aniden terk etmesi sonucu, oldukça gözenekli bir yapı içeren ve dünya endüstrisinde yeni olmamakla beraber, ülkemiz endüstrisine son yıllarda girmeye başlamış ve değeri yeni anlaşılan volkanik kökenli bir kayadır. Gözenekleri birbirleriyle bağlantısız olup, bu özelliğinden dolayı ısı ve ses yalıtımı oldukça yüksektir. İçerdiği gözenekler gözle görülebilecek boyutlardan, mikroskobik boyutlara kadar sayısız olup, her biri diğerinden camsı bir zarla yalıtılmıştır. Bu yüzden hafif, suda uzun süre yüzebilen bir kayadır (Gündüz v.d., 1998).

TS 3234’de pomza, birbirine bağlantısız boşluklu, sünger görünümlü silikat esaslı, birim hacim ağırlığı genellikle 1 gr/cm^3 ’den küçük, sertliği mohs sertlik skalasına göre yaklaşık 6 olan ve camsı doku gösteren volkanik bir madde olarak tanımlanmıştır. Ayrıca, pomzanın kırma ve eleme suretiyle beton yapımına elverişli hale getirilmiş şekline de, “pomza agregası” adı verilmektedir.

Pomza, ülkemiz endüstrisine son yıllarda girmeye başlamış ve önemi yeni anlaşılan volkanik kökenli bir madendir. Pomza (ponza) terimi İtalyanca bir sözcüktür. Değişik dillerde farklı sözcüklerle adlandırılmaktadır. Örneğin; Fransızca’da “ponce”, İngilizce’de (iri taneli olanına) “pumice”, (ince tanelisine) “pumicite”, Almanca’da (iri tanelisine) “bims”, (ince tanelisine) “bimstein” adı verilmektedir. Türkçe’de ise süngertaşı, köpüktaşı, hışırtaşı, nasırtası, küvek, kisir gibi adlarla anılmaktadır. Diğer dillerin ve teknoloji ithalinin etkisiyle Türkçe’ye pomza, ponza, bims, pümis ve pümisit terimleri olarak yerleşmiştir (Gündüz v.d., 1998).

Genellikle pomza oluşumlarını şöyle açıklayabiliriz. Asidik magma bazik magmaya oranla daha viskozdur ve yüksek silis içerir. Bazik magmanın sıvı olduğu sıcaklıklarda asidik magma katı halde bulunur. Bu nedenle volkanik aktivitenin durduğu zamanlarda magma akışı durarak asidik kayalar ve kütleler oluşmuştur.

Volkanik baca içinde tıkanma sonucu doğal basınç birikimi oluşur. Basıncın artmasıyla asidik malzeme ile birlikte magmadaki erimiş gazlar büyük patlamalar şeklinde bacadan püskürmeye başlar. Ani basınç serbestleşmesi ani genişlemelere neden olur. Bu esnada bünyedeki uçucu bileşenlerin ani kaçmasına neden olur. Uçucuları takiben arkada kalan erimiş küresel parçalar, atmosferle temas eder etmez hızla soğurlar. Böylelikle pomza oluşur. Bu oluşan pomza parçaları volkan bacalarının yakınından itibaren uzaklara doğru hava akımının da etkisiyle, eski yüzey şekline uygun olarak depolanır. Böylelikle pomza yatakları oluşmuş olur. Bu durumundaki pomza yatakları zamanla akarsular tarafından taşınarak uygun havzalarda depolanır. Yatakların içinde %1-3 oranında andezit, bazalt obsidyen gibi volkanik kayaç parçaları bulunur. İkincil durumda oluşan pomza yataklarında ise, yabancı maddeler daha fazla olabilmektedir (Çevikbaş ve İlgün, 1997).

Pomza oluşumunu kontrol eden faktörler;

1. Püskürme süresi,
2. Ara süreler,
3. Magmanın ısısı,
4. Magmadaki erimiş gaz miktarı,
5. Püsküren malzemenin soğuma zamanıdır.

Pomzanın diğer volkanik camlardan (perlit, obsidyen, pekştayn) farkı, kristal suyunun olmaması ve bol miktarda doğal boşluklar içermesidir. Pomza, boşluklu, süngerimsi, volkanik olaylar neticesinde oluşmuş, fiziksel ve kimyasal etkenlere karşı dayanıklı, gözenekli camsı volkanik bir kayadır. Bir başka deyişle, pomza gözenekli olan bir çeşit volkanik tüftür. Oluşumu sırasında, bünyedeki gazların, ani olarak bünyeyi terk etmesi ve ani soğuma nedeniyle, makro ölçekten mikro ölçeğe kadar sayısız gözenek içerir. Gözenekler arası genelde (özellikle mikro gözenekler) bağlantısız boşluklu olduğundan permeabilitesi düşük, ısı ve ses yalıtımı oldukça yüksektir. Pomza; rengi, gözenekliliği ve kristal suyunun olmaması ile pratik olarak benzer yapı arz eden diğer tür kayalardan ayrılmaktadır. En çok renk benzerliği/yakınlığı ve kimyasal bileşimi bakımından perlit ile karıştırılmakta olup, bazı durumlarda perlitten ayırt edilmesi zorlaşabilmektedir. Pomzalı perlit, pomzatic perlit veya perlitik pomza

olarak adlandırılabilen geçişli kayalarla petrografik analizle ve gözenek yapısı itibariyle ayrılabilir. Pomzada gözenekler, çoğunlukla birbiriyle bağlantılı değildir. İçerdiği gözenekler gözle görülebilecek boyutlardan, mikroskobik boyutlara kadar sayısız miktarda olup, her biri diğerinden camsı bir zarla yalıtılmıştır. Bu yüzden hafif, suda uzun süre yüzebilen, izolasyonu yüksek bir kayadır. Pomzanın kimyasal bileşiminde genel olarak %60-75 SiO₂, %13-17Al₂O₃, %1-3 Fe₂O₃, %1-2 CaO, %7-8 Na₂O-K₂O, ve eser miktarda TiO₂ ve SO₃ bulunmaktadır (Uğur, 2001).

Volkanik oluşum mekanizması sürecinde, volkanizmanın faaliyetine bağımlı olarak iki ayrı karakteristik yapıya sahip pomza oluşumu meydana gelebilmektedir. Bunlar bazik karakterde (Şekil 2.1.) ve asidik karakterde (Şekil 2.2.) pomza oluşumları olarak adlandırılmaktadır. Bazik pomzaya, bazaltik pomza veya Scoria da denilmektedir. Bazaltik pomza, koyu renkli, kahverengimsi, siyahımsı olabilmektedir. Yeryüzünde en yaygın olarak bulunan ve kullanılan türü olan asidik pomza, beyaz, kirli görünümde ve grimsi beyaz renktedir (Uğur, 2001).



Şekil 2.1. Bazik pomzanın genel görünümü



Şekil 2.2. Asidik pomzanın genel görünümü

Hem asidik pomza hem de bazik pomza oluşum esnasında ani soğuma ve gazların bünyeyi ani olarak terk etmesi sonucu oldukça gözenekli bir yapı kazanmıştır. Ancak, asidik magmanın yoğunluğu bazik magmaya göre daha düşüktür. Asidik karakterli pomzalarda silis oranı daha yüksek olup, inşaat sektöründe yaygın kullanım alanı bulabilmektedir. Diğer taraftan, bazik karakterli pomzalarda da alüminyum, demir, kalsiyum ve magnezyum bileşenleri daha yüksek oranlarda bulunması nedeniyle, diğer endüstri alanlarında kullanım alanı bulabilmektedir. Asidik ve bazik özellikler taşıyan pomzaların tipik kimyasal bileşimleri Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Asidik ve bazik pomza türlerinin kimyasal bileşimi (Gündüz v.d., 1998)

Bileşim (%)	Asidik Pomza	Bazik Pomza
SiO ₂	70	45
Al ₂ O ₃	14	21
Fe ₂ O ₃	2,5	7
CaO	0,9	11
MgO	0,6	7
Na ₂ O+K ₂ O	9	8
A.K.	3	1

2.1. Türkiye’de Bulunan Pomza Yatakları

Ülkemiz, pomza rezervleri açısından oldukça önemli bir potansiyele sahiptir. Araştırılmış alanlarda yaklaşık 3 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 rastlanılmakta ve üretim faaliyetleri görülmektedir. Türkiye, dünya pomza rezervleri bakımından önemli bir yere sahiptir.

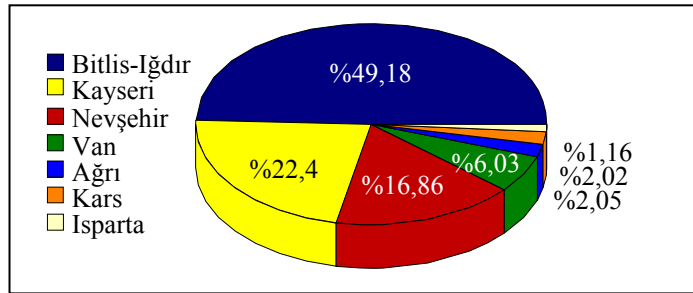
Türkiye genelinde MTA Genel Müdürlüğü’nce pomza etüt ve aramalarına yönelik olarak 5390 km² 1/25.000 ölçekli prospeksiyon, 1540 km² 1/25.000 ölçekli jeolojik

detay, 305 km² 1/25000 ölçekli detay jeolojik etütler yapılmış ve toplam 2,832,905,834 m³ (A+B+C) Kategorisinde rezerv tespit edilmiştir. Ayrıca yine MTA tarafından buluculuk hakkı alınmış ve daha sonra terk edilmiş asgari 1,2 milyar m³ A+B+C kategorisinde rezerv bulunmaktadır. MTA Genel Müdürlüğünce ülke çapında yapılan pomza ile ilgili veya başka amaçlara yönelik detay jeolojik etüt çalışmalarından elde edilen bilgilere göre ülkemizde varlığı bilinen pomza yatakları ve bunların rezerv durumları Çizelge 2.2.'de verilmiştir. Ayrıca pomza rezervinin illere göre dağılımı ise Şekil 2.3.'de verilmiştir (Çevikbaş ve İlgün, 1997).

Çizelge 2.2. Ülkemizde bulunan pomza yatakları ve rezerv miktarları

Yeri	Rezerv Miktarı (m ³)	Rezerv Kategorisi
Nevşehir- Avanos-Ürgüp	400.412.834	A+B
Derinkuyu	48.660.500	C
Kayseri-Gömeç	13.250.000	A+B
Kayseri-Develi	58.500.000	A+B
Kayseri-Talas-Tomarza	525.000.000	A+B
Bitlis-Tatvan	1.100.000.000	A+B
Bitlis-Ahlat	210.000.000	A+B
Van-Erciş-Kocapınar	154.625.000	A+B
Van-Mollakasım	5.950.000	A+B
Ağrı-Patnos	27.812.000	A+B
Ağrı-Doğubeyazıt	26.875.000	A+B
Kars-Iğdır-Kavaktepe	40.156.250	B
Kars-Digor	11.718.750	B
Kars-Sarıkamış	1.875.000	B
Ankara-Güdül-Tekköy	8.070.000	A+B
Isparta-Gölcük	30.983.250	A+B+C

A: Görünür Rezerv, B: Muhtemel Rezerv, C: Mümkün Rezerv

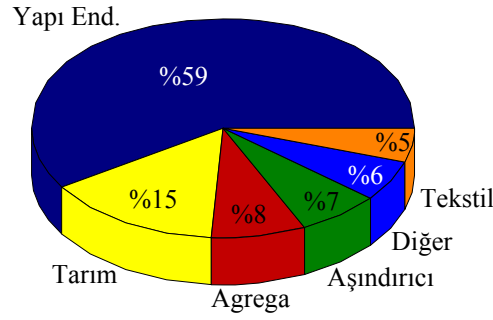


Şekil 2.3. Pomza rezervinin illere göre dağılımı

Türkiye’de bulunan pomza yatakları, İç ve Doğu Anadolu ile Akdeniz Bölgesinde, Tersiyer sonlarında başlayarak Kuvaterner devrinde, volkanik faaliyetler sonucunda oluşmuştur.

2.2. Pomzanın Kullanım Alanları

Pomzanın, sektörler bazında başlıca kullanım alanları ve oranları Şekil 2.4’de görülmektedir.



Şekil 2.4. Pomza madenin başlıca kullanım alanları

2.2.1. Tarım Sektörü

Toprakların özelliklerini ıslah eden maddeler arasında pomza, önemli bir yer tutmaktadır. Bünyesine aldığı suyu uzun müddet muhafaza ederek sürekli olarak nemli bir ortamın oluşmasını temin ettiğinden yaygın şekilde kullanılmaktadır. Pomza, toprağın suyunu tutan, muhafaza eden, bu özelliği ile sulu tarım bitkilerinin susuz yada çok az sulanarak yetiştirilmesini sağlayan doğal bir malzemedir (Güngör ve Tombul, 1997).

Pomza, dünyanın bir çok ülkesinde teknik özellikleri bakımından tarım sektöründe, seracılıkta toprak örtüsü yerine kullanılmaktadır. Toprakların bozuk olan bazı fiziksel özelliklerini, istenilen yönde düzeltmek amacıyla, Avrupa ülkelerinin çoğunda süs bitkilerinin yetiştirilmesinde ve seracılıkta, ekonomik getirisi yüksek olan yatırımlarda, doğal toprak düzenleyici malzeme olarak kullanılmaktadır. Diğer

yönden sıvı gübreleme sisteminde pomza, gübre kaybını en aza indirmekte ve tarım alanlarında yeraltı suyunun kirlenmesini önlemektedir (Güngör ve Tombul, 1997).

2.2.2. Tekstil Sektörü

Ülkemiz için pomzanın en önemli kullanım alanlarından biri de tekstil sektörüdür. Bu sektörde pomza, yaygın olarak kot taşıma olarak bilinen ağartma işleminde bolca kullanılır. Bu işlemle kot kumaşların renklerinin açılması, ağartılması ve kumaşın yumuşatılması sağlanır. Bu sektörde kullanılacak pomzanın ise “tekstil kalitesi” denen özellikleri taşıması gerekir. Tekstil sanayinde kullanılan pomzada normal özelliklerin yanında ilave olarak aranan özellikler şunlardır (Güngör ve Tombul, 1997);

- Pomza orta sertlikte olmalı, kırılmadan ezilmeli,
- Yabancı maddelerden arındırılmış olmalı, demir oksit, sodyum oksit ve potasyum oksit miktarları kumaşı boyamayacak şekilde olmalı,
- Kuru, gözenekli ve yuvarlatılmış olmalı,
- Kullanılan taş kalitesi değişmemeli,
- Genelde 3x4x5 cm ebadında olmalı,
- Rengi beyaz olmalı ve suda yüzmeli, kıvrılmamalı,
- Su emme, tekstil kalitesi için ideal olmalıdır.

2.2.3. Kimya Sektörü

Tarım ilaçları ve kibrit sanayinde taşıyıcı olarak, suni gübrelerin topaklaşmasının önlenmesinde anti kek maddesi olarak, diş macunlarında ve dişçilikte parlatma keki ve tozu olarak, birçok alanda absorban malzeme olarak, temizlik ve deterjan sanayinde katkı malzemesi olarak kullanılır. Ayrıca özel tip boyalarda, akustik ve yalıtımlı boyalarda, pürüzlü duvar kaplamalarında, trafik boyalarında, kaymaz tip boyalarda katkı malzemesi olarak kullanılır (Güngör ve Tombul, 1997).

2.2.4. Diğer Sektörler

Pomza madeni, mücevher işleme, metal, cam ve plastik sanayinde aşındırıcı olarak, televizyon tüpleri, devre ve çiplerinin üretiminde hassas temizleme maddesi olarak, yol tutucu-kaymaz tip oto lastiklerin üretiminde katkı malzemesi olarak, asfalt kaplamalarda yüzeye bitüm kusmayı engelleyici katkı maddesi olarak, karayollarında buzlanmaları kontrol altına almada, dekoratif ve yalıtımlı, hafif tavan kaplama malzemelerinin imalinde kullanılır.

Ayrıca, günümüzde seramik malzemelerin sır tabakalarının yapımında refrakter malzeme, hafif akustik sıva imalinde, biyoteknoloji alanlarında absorban malzeme olarak kullanılmaktadır. Su arıtım teknolojisi gibi pek çok alanlarda da çalışmaların sürdürüldüğü bilinmektedir (Gündüz, 1998).

2.2.5. İnşaat Sektörü

Pomza, inşaat sektöründe perlitin kullanıldığı alanların hemen hemen hepsinde kullanılmaktadır. Pomzayı perlit gibi genişletmek için, enerji ve yatırım gerektirmediğinden inşaat sektöründe kullanımı son yıllarda hızla artmaktadır. Bu sektörde pomza, hafif beton elde edilmesinde agrega olarak kullanılmaktadır. Hafif beton agregası ile normal beton agregası arasında büyük farklar vardır. Pomza, normal kumun ve çakılın 1/3 ile 2/3 kadar ağırlığına eşit olup, aynı durum pomza ile yapılan betonlarda da görülebilmektedir. Pomzadan yapılan betonun normal betondan çok daha hafif olması nedeniyle taşınması ve kullanılmasındaki kolaylıklar, zaman ve işçilikten tasarruf sağlar. Zemin mekaniği açısından da temele inen yük azalacağından yaklaşık %17 oranında inşaat demirinden tasarruf sağlanabilmektedir (Güngör ve Tombul, 1997).

Pomza agregalı hafif betonun ısı geçirgenlik katsayısı, normal betondan 4-6 kat daha fazla izolasyon sağlamakta olup, bu özelliğinden dolayı büyük çapta ısı ve enerji tasarrufu sağladığı bilinmektedir. Pomza, her geçen gün yeni bir kullanım alanı bulan bir hammaddedir. Pumisit adı verilen ve bazen de “volkan külü” veya “volkan tozu”

olarak da anılan ince taneli olanları, çimento üretiminde tras malzemesi (puzzolan amaçlı) olarak da kullanılmaktadır. Pumis adı verilen iri taneli olanlar ise daha çok briket imalinde kullanılmaktadır.

Pomzanın hem dünyada hem de ülkemizde en çok kullanıldığı alan inşaat sektörüdür. Bunun yanında pomzanın gözenekli olması, pomzayla yapılan inşaatlardaki ısı ve ses izolasyonunu ideal hale getirebilmektedir. Ayrıca, yangına dayanıklılık açısından da normal betona kıyasla %20'ye varan oranda daha emniyetli olduğu kabul edilmektedir. Bunun yanında hafif briket ve hazır duvarın nakliyesi de daha kolaydır. Pomza agregalı betonunun normal betona kıyasla önemli bir üstünlüğü, daha elastik olması nedeniyle depreme karşı dayanıklı olmasıdır. Ayrıca, donma olayından da etkilenmemektedir (Gündüz, 1998).

Pomza, özellikle gelişmiş ülkelerde inşaat işlerinde bolca tüketilen, ucuz ve önemli bir hammaddedir. Özellikle binaların iç ve dış duvarlarında ve döşemelerinde kullanılan yapı elemanlarında; hazır panel duvar yapımında, hazır hafif harç ve yalıtım sıvası yapımında agrega olarak kullanılmaktadır. Ayrıca bina çatı ve zeminlerinde ısı ve ses izolasyon amaçlı dolgu malzemesi olarak da kullanılabilir.

Perlit, vermikülit gibi agregalarda ek bir ısıtım işlemi gerektiğinden enerji harcaması ortaya çıkmaktadır. Böyle bir ısıtım işlemi sonucu hafif agrega olarak kullanılan agregalara "suni hafif agrega" denilmektedir. Bu tür agregalar yerine, doğal hafif agrega kullanmak çok daha ekonomik olmaktadır. Doğal hafif agregaları kullanabilmek için kırma ve eleme tesisinin kurulması yeterli olmaktadır.

Bu çalışmada, agrega olarak Kayseri ve Nevşehir bölgelerine ait pomzalar ve İzmir bölgesine ait perlitik pomza kullanılmıştır. Çalışmanın amacı, binalarda yalıtım amaçlı kullanılan yalıtım bloklarını hem birbirine, hem de bunları kolon ve kirişlere bağlamada kullanılan örgü harçlarında hafif agregaların kullanabilme olanaklarının araştırılmasıdır.

Bu bağlamda kullanılacak hafif örgü harçlarının, TS 4916 ve TS 2848 standartlarında belirtildiği gibi teknik özellikleri ortaya konacak ve bu değerler standartlarda verilen değerlerle karşılaştırılarak uygunlukları saptanacaktır.

3. DUVAR ÖRGÜ HARÇLARI

Kagir yapı elemanlarını birbirine bağlamakta kullanılan harçlar, çok eski çağlardan beri bilinir. O kadar kuvvetli harçlar yapılmıştır ki yıkım çalışmalarında güçlük çekilir. Hatta taşın kırıldığı, harcın taş yada tuğladan ayrılmadığının görüldüğü de olmuştur. Günümüzde harçlar, değişik bağlayıcı maddelerle oluşturulmaktadır. Duvar harcının bileşeni, harcın yapımında kullanılan kum, su, çimento, harç çimentosu, kireç hamuru ve söndürülmüş toz kireçten ibarettir. Bunların harca verdiği özelliğe göre harçların bir kısmı havada, bir kısmı da su içinde sertleşir (Baban v.d., 1985).

Duvar harcı, TS 2717'ye uygun harç kumu ile birleştirici olarak çimento, kireç hamuru, söndürülmüş toz kireç, harç çimentosunun ayrı ayrı veya birkaçı bir arada kullanılarak ve yeteri kadar su ve gerektiğinde katkı maddeleri ile karıştırılarak elde edilen ve duvarların örülmesinde kullanılan yapı gerecidir.

Harçlarda aranan özellikler şunlardır;

- 1- Basınca (ezilmeye) karşı dayanıklı olmalıdır.
- 2- Dolu (gözeneksiz) olmalıdır.
- 3- Geçirimsiz olmalıdır.
- 4- Renk ve karışım bakımından homojen olmalıdır.
- 5- Aderansı (yapışması) iyi olmalıdır.
- 6- Sertleşme sırasında hacmini değiştirmemelidir.
- 7- Aşınmaya karşı dayanıklı olmalıdır.
- 8- Direnci devamlı olmalıdır.

Harç, belirli oranda dolgu maddesi (ince agrega) ile, birleştirici (çimento, kireç vb.) maddenin ve suyun karıştırılması suretiyle elde edilen karışımdır. Bu, harcın bileşimi itibariyle genel bir tarifidir. Karışım, harcın kullanma amacına uygun oranlarda olmalıdır. Buradaki bağlayıcı madde sayısını artırarak takviyeli harç yapılır. Harç, özelliğine göre kısa yada uzun sürede sertleşerek yapı yükünü taşır (Baban v.d., 1985).

Örgü harçları, TS 2848’de karışım oranlarına göre beş sınıfa ayrılmıştır. Bu sınıflama Çizelge 3.1’de, her bir harç sınıfı için gerekli en küçük basınç dayanım değerleri ise Çizelge 3.2.’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Kullanılan harç bileşenlerinin cins ve miktarlarına göre sınıfları (TS 2848)

Harç Sınıfı	Tip No	Harç Bileşeni				
		Kum 1,3 kg/dm ³	Çimento 1,3 kg/dm ³	Harç Çimentosu 1 kg/dm ³	Kireç Hamuru 1,3 kg/dm ³	Toz kireç 0,6 kg/dm ³
A	-	3	1	-	-	-
B	1	4	1	-	-	-
	2	4	1	½	-	-
	3	4	1	-	-	½
	4	4	1	-	-	1
C	1	7-9	1	2	-	-
	2	5	1	-	-	-
	3	5	1	-	1	-
D	1	8-9	1	-	2	-
	2	6-8	1	-	-	3
	3	2-3	-	1	-	-
E	-	3	-	-	1	-

Miktarlar hacim olarak belirtilmiştir.

Çizelge 3.2. TS 2848’e göre harç sınıflarında en küçük basınç dayanımları

Harç sınıfı	A	B	C	D	E
Minimum basınç dayanımı, kg/cm ²	155	110	50	20	5

3.1. Harç Çeşitleri

Yapıcılıkta kullanılan belli başlı harçlar şunlardır;

- Çimento harçları
- Kireç harçları
- Alçı harçları
- Melez harçlar
- Kil harçları

3.1.1. Çimento Harçları

Çimento harçları, hidrolik harçların en iyisidir. Bu harçlarda bulunan su ve çimento miktarları, yapılacak işin önemine ve yerine göre değişir. Gerektiğinden fazla su harcın direncini azaltır. Su yeterli olmadığı zaman ise katılma iyi olmaz. Bilhassa çimento harçlarında kullanılacak su miktarı önceden hesaplanmalı ve bir defada karıştırılmalıdır. Basınç dayanımı yönünden en makbul harç çimento harcıdır. Çimento harçlarında kullanılacak çimento, kum ve su miktarları Çizelge 3.3.'de gösterilmektedir (Noğay, 1991).

Çizelge 3.3. Çimento harcındaki çimento miktarı

Çimento Miktarı (kg)	Kum Miktarı (m ³)	Su Miktarı (Litre)	Kullanıldığı Yerler
200	1	110	Duvar harcında
250	1	120	"
300	1	130	"
350	1	140	Duvar ve sıva harcında
400	1	150	Duvar, sıva, şap harcında
450	1	160	Sıva ve şap harcında
500	1	170	"
550	1	180	Renkli ve renksiz mozaik harcında
600	1	190	"
650	1	200	"

3.1.2. Kireç Harçları

Birleştiricinin katılma özelliğine göre hava ve hidrolik kireç harçları olarak ikiye ayrılır.

3.1.2.1. Hava Kireci Harçları

Havada katılan harçların en çok kullanılanıdır. Havadaki karbondioksit (CO_2) ile sönmüş kirecin ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) birleşerek CaCO_3 halini alması ile oluşur. Su ve rutubete maruz yerlerde dayanıksızdır. Çok kalın duvarlarda da kullanılmamalıdır. Çünkü duvarın içerisinde kalan harç karbon dioksit alamayacağı için sertleşmez. Diğer bir özelliği çok ağır sertleşmesidir. Bu nedenle direnç istenen yerlerde kullanılmamalıdır. Kireç harcının yapımı için uygun kum, kireç ve su miktarları Çizelge 3.4.'de verilmiştir (Noğay, 1991).

Çizelge 3.4. Kireç harçlarında kireç miktarı

Kum (m^3)	Kireç hamuru (m^3)	Su (Litre)	Harç	Kullanım Yeri
1	0,670	150	Yağlı	İç bağdadi ve rabbitz sıvalarda
1	0,320	150	Yağlı	İnce sıvalarda
1	0,330	110	Yağlı	Kalın ve ince iç sıvalarda duvarların örülmesinde
1	0,300	100	Yağlı	En az bir tuğla kalınlığındaki duvarların örülmesinde
1	0,225	100	Zayıf	Önemsiz tuğla duvarların örülmesinde

3.1.2.2. Hidrolik Kireç Harçları

Kireç harçlarının bir cinside hidrolik özellikte olan su kireci harçlarıdır. Su altında da sertleşebilen bir türdür. Toz halinde piyasaya arz olunan bu harç kireç, kum ve su ile karıştırılarak elde olunur. Hidrolik kireç harçları kolon, kemer, kemerli döşemeler ile su içerisindeki yapılarda ve temellerde kullanılabilir. Hava sıcaklığı 0°C 'nin altında ise, bu harçları kullanmak doğru değildir. Aksi halde normal katılma olmaz ve

çatlamlar, dökülmeler gibi arızalar ortaya çıkar. Hidrolik kireç harçları dış sıvalarda ve perdah işlerinde kullanılabilir. Hidrolik kireç harçlarının miktarları ile ilgili Çizelge 3.5. aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.5. Hidrolik kireç harçlarında kireç ve su miktarları

Kum (m ³)	Kireç hamuru (kg)	Kullanıldığı Yerler
1	250-300	Dış yapılarda
1	300-350	Rutubetli olan temelerde
1	350-400	Su içerisindeki temelerde

3.1.3. Alçı Harçları

Alçıdan yapılan harçlardır. Koyuluk derecesine göre malanın işlemediği yerlerde şerbet veya hamur olarak, tavan sıvası ile tuğla duvar derzlerini doldurmak içinde harç olarak kullanılan bir gereçtir. Alçı harçlarının en büyük kusuru su ve rutubete karşı dayanıksız olmasıdır. Bu nedenle alçı harçları dış sıvada ve taş duvarlarda harç olarak kullanılmamalıdır. Dış cephede kullanıldığı takdirde sıva yüzeyleri silikatlı boyalar ile sertleştirilmelidir. Alçı en fazla yapıların iç kısımlarındaki sıva işlerinde kullanılır. Alçı perdahı yapılmış duvarları kâğıtla örtmek ve üzerine yağlı boya yaparak korumak mümkündür. Bu gibi işleri alçı kuruduktan sonra yapmalıdır (Noğay, 1991).

3.1.4. Melez Harçlar

Birkaç birleştiricinin kumla karıştırılmasından elde edilen harçlardır. Kireç harcına katılan çimento, o harcın hem direncini artırır ve hem de katılaşmasını hızlandırır. Bu harçlarda kullanılacak kirecin iyi sönmüş olması ve karışımın homojen olması gerekir. Melez harçlar temel duvarlarında, yük taşıyacak duvarlarda ve kolonlarda, dış sıvaların yapılmasında kullanılır. Kirecin yağlılığı ve aderansı çimentodan daha fazladır. Bu nedenle melez harçla sıva yapmak, çimento harcı ile sıva yapmaktan daha kolaydır. Melez harçlardaki oranlar genellikle bir hacim çimento, yarım hacim

kireç ve üç hacim kum olur veya bir hacim çimento, üç hacim kireç ve altı hacim kum olarak hesaplanır (Noğay, 1991).

3.1.5. Kil Harçları

Su ile iyice karıştırılarak yoğrulması kolay hale getirilen az yağlı kil ile saman karıştırılarak elde edilen harçlardır. Kil harçları, içerisindeki fazla suyun buharlaşmasından dolayı kuruyarak sertleşir. Bu nedenle mekanik harçlar sınıfına girer. Kil harcı rutubete karşı dayanıksız olduğundan, pek önemli olmayan ahır ve samanlık gibi yapılarda kullanılır. Kil harçlarının bir cinsi de, şamot harcıdır. İçerisinde silis bulunan kil yüksek sıcaklıkta kavrulur ve özel değirmenlerde öğütülerek toz haline getirilir. Bu harç, ateş tuğlası ile örülecek fırınların yapılmasında ve sobaların içerisine konulan tuğlaların derzlerini doldurmakta kullanılır (Noğay, 1991).

3.2. Örgü Harcının Yapılması

Duvar örgü harcı, tamamen homojen duruma gelene kadar karıştırılmış olmalı, karıştırma işlemi tercihen uygun bir karıştırma makinesinde 3 dakika kadar sürdürülerek yapılmış bulunmalıdır. Karıştırma işinin el ile yapılması halinde, çimento harcı hazırlanıyor ise karışım oranına uygun miktardaki kum ve çimento önce su katılmadan kuru olarak en az üç kez bir taraftan diğer tarafa aktarılarak karıştırıldıktan sonra gerekli miktardaki su da katılarak istenilen homojen kıvam elde edilene kadar karıştırma sürdürülmelidir.

Kireç harçlarında, karışım oranına uygun miktardaki kumun ortası açılarak gerektiği kadar kireç ile bir miktar su, tercihen kireç su ile koyu bir ayran haline getirildikten sonra karışım homojen duruma gelene kadar karıştırılır. Sonra suyun kalan kısmı da katılarak, kumun tamamı ile birlikte ve homojen bir harç meydana gelene kadar karıştırılır.

Birleştirici olarak hem kireç ve hem de çimento kullanılan harçlarda ise önce kum, kireç ve bir miktar su ile, yada tercihen yeteri kadar su ile koyu bir ayran haline getirilmiş kireç ile hazırlanan ilk karışım homojen hale gelene kadar karıştırıldıktan sonra çimentonun ve suyun kalan kısmının da ilavesi ile karıştırma işi istenilen kıvamda iyice karışmış bir harç elde edilene kadar sürdürülür. Harç yapımında dikkat edilecek hususlar şunlardır (Noğay, 1991);

- Kargir duvar harçlarının yapımında kullanılacak harç kumu TS 2717'ye uygun olmalıdır.
- Birleştiricilerden portland çimentosu TS 19'a, harç çimentosu ise TS 22'ye kireç TS 30'a uygun olmalıdır.
- Harç karışımından herhangi bir katkı maddesi kullanılmış olması halinde bu maddeler, duvar harcının özellikleri üzerinde olumsuz etkiler yapmamalıdır.
- Karma suyunda organik maddeler, madensel ve organik yağlar, endüstri artıkları ile kullanılacak bağlayıcıya zararlı olabilecek miktardaki mangan bileşikleri, amonyum tuzları ve SO₃ ile lağım suları bulunmamalıdır.
- Kullanılacak suyun en iyisi içilebilecek özellikteki sular olmakla birlikte, daha önce denenerek olumlu sonuç alınmış bulunan bütün sular harç yapımında kullanılabilir.
- Harç karışımında, suyun donma noktasını düşürecek herhangi bir madde kullanılmamalıdır.

Kargir duvar harcının kıvam tayini deneyi sonucunda yayılma oranı % 110±10 olmalıdır. Yayılma oranı %110±15 kıvamdaki harç üzerinde kıvamını koruma deneyi yapıldığında bulunacak kıvamını koruma oranı % 70'den daha az olmamalıdır. Sarsma tablası deneyinde %110±5 oranında bir yayılma meydana getirecek kıvamdaki harç üzerinde basınç dayanımı deneyi uygulandığında bulunacak sonuç harç sınıfları için belirtilen değerlere uygun olmalıdır.

3.3. Hafif Örgü Harçları

Pomzadan mamul hafif harç, pomza agregası, çimento, su ve gerektiğinde katkı maddeleri kullanılarak elde edilir. Örgü harçları, bağlayıcı maddeler, agrega ve yeterli miktardaki suyun ve gerektiğinde harcın özelliklerini geliştirmek amacı ile kullanılan katkı maddelerinin karıştırılması ile elde edilen bir yapı malzemesidir. Beton harcı, mineral kökenli agreganın bir bağlayıcı ile birleştirilmesi ile üretilen yapay bir malzemedir. Birleştirici olarak, çimento, söndürülmüş toz kireç ve harç çimentosu kullanılmaktadır (TS 2848).

Hafif örgü harçları, TS 1114'e göre gözenekli tabii veya suni hafif agregalar, çimento ve su ile yapılmış birim hacim ağırlığı 1000 kg/m^3 'den büyük olmayan duvar harcıdır (TS 4916). Harç yapmak için kullanılacak suyun miktarı kargir duvarda kullanılan yapı malzemenin su emme kabiliyetine göre tayin edilmektedir. Karma suyunda organik maddeler, madensel ve organik yağlar, endüstri artıkları ile, kullanılacak bağlayıcıya zararlı olabilecek miktarlardaki mangan bileşikleri, amonyum tuzları ve SO_3 ile lağım suları bulunmamalıdır (TS 2848). Harç yapımında kullanılacak suyun en iyisi içilebilecek özellikte olmalıdır (Şengün ve Gündüz, 2003).

Tuğla, briket, gazbeton, bimsblok gibi yapı elemanlarını, hem birbirine hem de kolon veya kirişlere bağlayarak yapıda bütünlüğü sağlamak için harç kullanılmaktadır. Kargir duvar, yapı taşlarının harç ile birbirine bağlanması sonucu oluşan yapı elemanıdır. Duvar yapımında kullanılacak olan harcın oluşturulmasında, kullanılacak agrega ve bağlayıcı madde oranı TS 2848'de verilen karışım oranlarına göre elde edilmektedir (Şengün ve Gündüz, 2003).

Günümüzde binaların yapımı sırasında veya yapılmış binalarda ısısal konfor amaçlı yalıtım malzemeleri kullanılmaktadır. Kargir duvar inşaatında yalıtım amacıyla yapı malzemeleri olarak yalıtım malzemeleri kullanılsa da bina iskeletini oluşturan kolon, kiriş ve yalıtım malzemelerini birleştiren örgü harçlarının yapımında kullanılan normal agregalar yalıtımı sağlamamaktadır. Bunlar, binada ısı köprülerini meydana getirmektedir. Bunu önlemenin yolu ise, beton ve örgü harçlarının yapımında ısı yalıtımı sağlayacak hafif agregalar kullanmaktır.

4. MATERYAL VE METOD

4.1. Materyal

Bu çalışmada, Kayseri ve Nevşehir bölgelerinden getirilen 4 mm boyutu altına ufalanan pomza agregaları ile İzmir bölgesinden getirilen yine 4 mm boyutu altına ufalanan perlitik pomza agregası kullanılmıştır. Hafif örgü harcı yapımında bağlayıcı olarak portland çimentosu, sönmüş kireç ve şebeke suyu kullanılmıştır. Yapılan çalışmalarda Türk Standartları Enstitüsünün agregalar ve harçlar için standardize ettiği deneyler uygulanmıştır.

4.1.1. Agregalar

Agregalar, kaba ve ince agregalar olarak iki kısımda incelenmektedir. Şantiyelerde kaba agregalar “mıcır” yada “çakıl”, ince agregalar ise “kum” olarak isimlendirilir. Bu iki bileşeni tane büyüklüğü olarak birbirinden ayırmak için kullanılan kriter, 4 mm boyuttur. 4 mm’den iri boyuttaki tanelerden oluşan kısma “kaba agregalar”, 4 mm’den küçük boyuttaki kısım ise “ince agregalar” olarak tanımlanmakta ve harç yapımında bu agregalar kullanılmaktadır.

Harç yapımında kullanılan agreganın kimyasal bileşimi, mineralojik ve petrografik yapısı, özgül ağırlığı, dayanımı, fiziksel ve kimyasal kararlılığı, boşluk yapısı, rengi gibi özellikleri elde edildiği kayacın özelliklerine bağlıdır. Ancak, genellikle agreganın tane şekli ve boyutu, yüzey yapısı ve su emmesi gibi özellikleri göz önüne alınır. Bütün bu özellikler harç kalitesi üzerinde önemli etkiye sahiptir. Çalışmada kullanılan agregaların mineralojik ve petrografik özellikleri aşağıda verilmiştir.

4.1.1.1. Kayseri Pomzası

Kayseri bölgesinde bulunan pomza yatakları Talas, Tomarza ve Develi ilçeleri arasında yayılım göstermektedir. Yörede temeli oluşturan en eski kaya birimi Paleozoik yaşlı kristalize kireçtaşlarıdır. Bunun üzerine Pliyosen yaşlı tuf ve gölsel

kireçtaşları gelir. Tüflerin üzerine gelen pomza seviyelerinin kalınlığı yer yer 6-20 m arasında değişmekte olup, üzerine 1-50 m arasında değişen ignimbiritik tüfler gelir. Bu ignimbiritik tüflerin üzerine de ikinci bir pomza seviyesi gelmektedir (Kepez pomzası). Kepez pomzası üzerine kalınlığı 10 m'ye varan ignimbiritik tüfler gelmektedir. Yörede en genç olarak Kuvaterner yaşlı volkanizmanın en son ürünü olarak andezit, bazalt türünden kayaçlar bulunmaktadır. En üstte 1-5 m kalınlığında yamaç molozu ve alüvyon örtü bulunmaktadır (Çevikbaş ve İlgün, 1997). Bu yöredeki pomzalar Nevşehir yöresine göre daha fazla gaz boşluklu, dolayısıyla daha hafiftir. Boyutları 1-80 mm arasında değişir. Pomzalarda açık gri, gri, beyaz ve krem renkler hakimdir. Genellikle pomza seviyelerinin üzerinde 0,5-2 m arasında dekapaj vardır. Pomza içinde ince ve iri boyutlardaki malzemelerin oluşturduğu ayrı ayrı seviyeler (10-20 cm) ardalanmaktadır.

4.1.1.2. Nevşehir Pomzası

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

Nevşehir ve civarındaki pomza yatakları tercih edilen kalitedeki pomza yataklarıdır. Bu civardaki pomzaların tane boyu genellikle 1-70 mm arasında değişmektedir. Daha iri ve ince boyutlarda da pomza mevcuttur. Aksaray ve Ihlara civarında 200 mm boyutuna kadar ulaşabilen iri pomzalar görülebilmektedir. Pomza boyutundaki bu oranlar yataktan yatağa değişebilmektedir ve bu değişimler, pomzanın çıktığı volkan

bacasına olan uzaklıkla ilgilidir. Volkan bacasına yakın pomzalar iri, bacadan uzaklaştıkça pomza boyutları küçülmektedir. Bazı yataklarda ise, yabancı madde oranı seviyeden seviyeye farklılıklar göstermektedir. Pomza, beyaz, gri, krem renklerde olup, üst seviyeler ve altere zonlar sarımtırak beyaz ve kirli bej renklerde dir. Yapılan çalışmalar sonucunda, bu bölgedeki sahalardaki pomzaların hafif yapı gereci olarak kullanılabilir kalitede oldukları saptanmıştır (Çevikbaş ve İlğün, 1997).

4.1.1.3. Perlitik Pomza

Genellikle kirli beyaz-gri renklere sahip olmakla birlikte, tipik olarak pomza ve perlit arasında geçişli bir kayaç özelliğine sahiptir. Kimyasal bileşimi pomzaya benzemekle birlikte, su içeriği bakımından daha zengin (%5-9) bir karakteristik gösterirler. Mikroskop altında renksiz ve izotrop olduğu gözlenir. Zaman zaman sanidin, oligoklaz, kuvars, piroksen fenokristalleri içerebilirler. Bol miktarda mikrolit ve kristalite rastlanmakla birlikte perlitik çatlaklara da sahip olabilirler. Gerek mikrolitlerin yönlenmesi ve gerekse bantların dizilimi ile belirginleşen bir akma dokusu gösterebilirler (Uğur, 2003).

Bu tez kapsamında kullanılan pomza türlerinin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1.'de, ayrıca çalışmada kullanılan agregaların görüntüsü Şekil 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kullanılan pomza türleri ve perlitik pomza kimyasal analiz sonuçları

	Nevşehir Pomzası	Kayseri Pomzası	Perlitik Pomza
SiO ₂	71	68	73,03
Al ₂ O ₃	13.2	15.1	12,53
Fe ₂ O ₃	1.1	3	1,44
Na ₂ O	2	4	2,19
K ₂ O	4.3	2.6	4,36
CaO	1.2	3	0,61
MgO	0.6	1	0,31
TiO ₂	0.2	0.3	-
K.K	0,75	2,67	5,53



Şekil 4.1. Çalışmada kullanılan agregalar

4.1.2. Çimento

Çimento, ana hammaddeleri kalkerle kil olan ve mineral parçalarını (kum, çakıl, tuğla, briket, bimsblok vs.) yapıştırımda kullanılan bir malzemedir. Çimentonun bu yapıştırma özelliğini yerine getirebilmesi için mutlaka suya ihtiyaç vardır. Çimento, su ile reaksiyona girerek sertleşen bir bağlayıcıdır. Kırılmış kalker, kil ve gerekirse demir cevheri ve kum katılarak öğütülüp toz haline getirilir. Bu malzeme 1400-1500 °C’de döner fırında pişirilir. Meydana gelen ürüne “klinker” denir. Daha sonra klinkere bir miktar alçı taşı eklenip (%4-5 oranında) çok ince toz halinde öğütülerek portland çimentosu elde edilir (Tolgay v.d., 2004).

Bu çalışmada Isparta’da bulunan Göлтаş Göller Bölgesi Çimento Fabrikası’nın TS 12143 standardında üretmiş olduğu PKÇ-B 32,5 tipi çimento kullanılmıştır. Bu çimentonun Göлтаş Göller Bölgesi Çimento Fabrikası’nda yapılmış olan analiz sonuçları Çizelge 4.2.-4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. PKÇ-B 32,5 tipi çimentonun kimyasal analiz sonuçları

	Cl	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K. K.	Ser. CaO
% Miktar	0,005	25,02	5,97	3,26	48,99	1,60	2,76	5,79	0,83

Çizelge 4.3. PKÇ-B 32,5 tipi çimentonun mekanik deney sonuçları

	2. Gün	7. Gün	28. Gün
Basınç Mukavemetleri, N/mm ²	14,05	26	38,8

Çizelge 4.4. PKÇ-B 32,5 tipi çimentonun fiziksel deney sonuçları

200 µ elek üstünde kalan (%)	90 µ elek üstünde kalan (%)	Blaine (Özgül Yüzey) (cm ² /gr)	Priz (dk)		Genleşme (mm)	Özgül Ağ. (gr/cm ³)
			Baş.	Son.		
0,1	4,2	3825	177	258	1	3,02

4.1.3. Kireç

Örgü harcının yapılmasında kireç, üretilecek harcın işlenebilirliğini ve yapışma özelliğini arttırmak için katılır. Hazırlanan harç karışımlarına çimento miktarının %15'i kadar kireç ilave edilmiştir. Çalışmada TS 4022'ye göre üretilmiş SKK 70 T Isparta toz kalker kireci kullanılmıştır.

4.1.4. Karışım Suyu

Beton yapımında temel malzemelerden birisi de sudur. Su olmadan çimento hidrasyona uğrayamaz, yani sertleşmez. Betonun mukavemetini direkt etkileyen bir faktör karışımda kullanılan su/çimento oranıdır. Genel olarak içilebilen her su, betonda karışım suyu olarak rahatlıkla kullanılabilir.

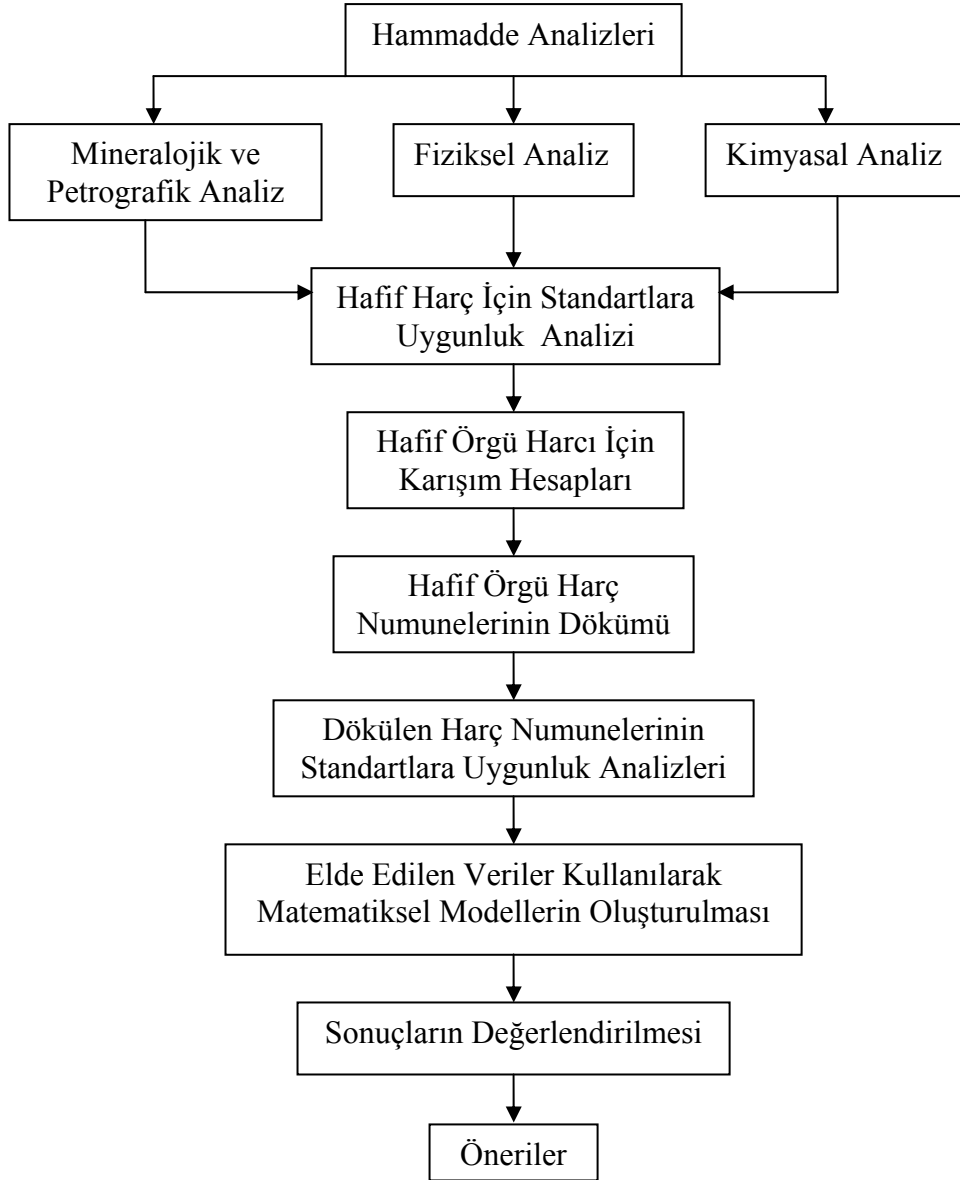
Kullanılan karışım suyunun iki önemli işlevi vardır.

1. Kuru haldeki çimento ve agregayı plastik, işlenebilir bir kütle haline getirmek,
2. Çimento ile kimyasal reaksiyon yaparak plastik kütlelerin sertleşmesini sağlamak.

Agreganın emdiği su miktarı tanelerin kökenine, yapısına ve granülometri bileşimine bağlı bulunmaktadır. Su miktarının optimum değerden düşük olması betonun mukavemetini azaltacaktır (Postacıoğlu, 1987). Çalışmada içilebilecek özellikteki şebeke suyu kullanılmıştır.

4.2. Metot

Bu çalışma kapsamında pomzanın hafif örgü harcı yapımında endüstriyel hammadde olarak kullanımı araştırılmıştır. Bu sebeple çalışmada izlenen yol akım şeması olarak Şekil 4.2.'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Çalışmada izlenen yöntemin akım şeması

Hafif ve doğal gözenekli volkanik bir kayaç yapısına sahip olan Kayseri pomzası, Nevşehir pomzası ve perlitik pomza oluşumlarına ait örneklerin öncelikle literatür çalışması yapılarak malzeme mineralojik ve petrografik açıdan tanınmaya çalışılmıştır. Bu analizlerde örneklerin kimyasal bileşimleri ve fiziksel özellikleri deneysel analizlerle tanımlanmıştır. Yapılan bu irdelemelerden elde edilen bulguların ışığında, pomza agregaların inşaat sektöründe hafif, örgü harcı olarak değerlendirilmesi hususunda, hafif harç agregası olarak kullanımının etüdü amacıyla, TS 1114 ve TS 2717 standartlarında öngörülen prensipler çerçevesinde agrega analizleri yapılmış olup, TS standartlarına uygunluğu araştırılmış ve deney sonuçları bulgular kısmında verilmiştir. Pomza agregaları üzerinde yapılan deneyler sırasıyla;

- Mineralojik - Petrogojik Analiz,
- Kimyasal analiz,
- Elek analizi,
- İncelik modül analizi,
- İnce malzeme miktarı,
- Hava etkilerine dayanım analizi,
- Organik madde içeriği tayini,
- Birim hacim ağırlık tayinidir.

Yapılan agrega deneyleri sonucunda, TS standartlarına uygun olarak bulunan pomza agrega örneklerinden, hafif harç yapımı için en uygun karışım oranının tayini amacıyla, harç karışım kombinasyonları oluşturulmuştur. Bu karışımlar ve karışımlar için gerekli hesaplamalar geniş olarak bulgular bölümünde açıklanmıştır.

Uygulanan hafif harç karışım algoritmasına bağımlı olarak, pomza ve perlitik pomza agregalı 50 mm çapında silindirik numuneler, SDÜ Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde dökülerek, pomza agregalı hafif örgü harç analizleri, TS 4916 ve TS 2848'de öngörülen prensipler çerçevesinde deneyleri yapılmış olup değerlendirmeleri ve sonuçları bulgular bölümünde verilmiştir. Hafif örgü harcı numuneleri üzerinde yapılan deneyler aşağıda sıralanmıştır.

- Basınç dayanımı,
- Birim hacim ağırlık,
- Sismik hız,
- Elastisite modülü,
- Su emme,
- Rötne,
- Özgül ısı deneyleri.

Bu deneylerden elde edilen sonuçların TS standartlarına uygunluğu sınıanmış ve yorumlar sonuçlar bölümünde verilmiştir. Tez çalışmasının yürütüldüğü Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezi'nden görüntüler ve pomza agrega türlerinin stok sahası Şekil 4.3. Şekil 4.4. ve Şekil 4.5' de verilmiştir.



Şekil 4.3. Pomza agrega türlerinin stok sahası



Şekil 4.4. Kür kamarasından bir görünüm



Şekil 4.5. Laboratuvar ortamından bir görünüm

5. BULGULAR

Yapılan bu tez çalışmasında deneysel ve gözlemsel analizlerde elde edilen bulgular, araştırmada izlenen sıraya göre, bu bölümde ayrıntılı bir şekilde verilmiştir. Özellikle inşaat sektöründe yer alan uygulamalarda, birçok endüstriyel hammadde türüne göre değişik avantajlara sahip olan doğal hafif agregaların özellikle bu çalışmada konu olan çeşitli yörelere ait pomza ve perlitik pomzanın, öncelikle hafif agrega olarak TS 1114'de ve harç kumu olarak TS 2717'ye göre standartlarda öngörülen prensiplere göre fiziksel, kimyasal ve yapısal özellikleri belirlenerek, standartlara uygunluk analizleri yapılmış ve hafif örgü harcının üretiminde hammadde olabilmesi ile ilgili kullanılabilirlik kriterleri araştırılmıştır.

Analizlerde, pomzanın hafif harç uygulamalarında, hafif yapı agregası olarak kullanılabileceği belirlenmiş olup, SDÜ Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde pomzadan mamul hafif örgü harcı yapımı üzerine bir dizi deneysel çalışma yapılmıştır. Pomza agregaları ile yapılan farklı hafif örgü harç karışımlarında, hafif harç için TS 4916 ve TS 2848 standartlarının öngördüğü değerlerin sağlanıp sağlanmadığı deneylerle ortaya konmaya çalışılmıştır.

5.1. Agregası Analizleri

Bu tez çalışması kapsamında, Kayseri ve Nevşehir yöresinde bulunan pomza ocaklarından getirilen pomza örnekleri ve İzmir bölgesinden getirilen perlitik pomza örneklerinin hafif örgü harcı agregası olarak kullanılabilirliğinin tespiti amacıyla, TS 2717 ve TS 1114 standardında öngörülen prensiplere göre, SDÜ Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde hem agrega uygunluk analizleri hem de ürün analizleri yapılmış olup standartlara uygunluğu belirlenmiştir.

TS 2717'de hafif örgü harç agregaları tane büyüklüklerine ve granülometrik değişime göre, *ince agrega (0-2 mm)*, *orta agrega (0-4 mm)* ve *kalın agrega (0-8 mm)* olarak, 3 ayrı sınıfta ele alınmaktadır. Örgü harcı yapımında en büyük agrega boyutu 4 mm olup, ince agregalar kullanılmaktadır. Buna göre bu çalışma

kapsamında pomza örnekleri aşağıda gösterildiği şekilde tane boyut dağılımlarında hazırlanmış olup, ayrı ayrı gruplandırılmıştır.

- Kayseri pomzası (0-4 mm)
- Nevşehir pomzası (0-4 mm)
- Perlitik pomza (0-4 mm)

Pomza agregalarının TS 2717'e göre, hafif örgü harç agregası olarak değerlendirilmesi amacıyla tüm özellikleri detaylı olarak irdelenmiş ve bulguları aşağıdaki alt bölümlerde sunulmuştur.

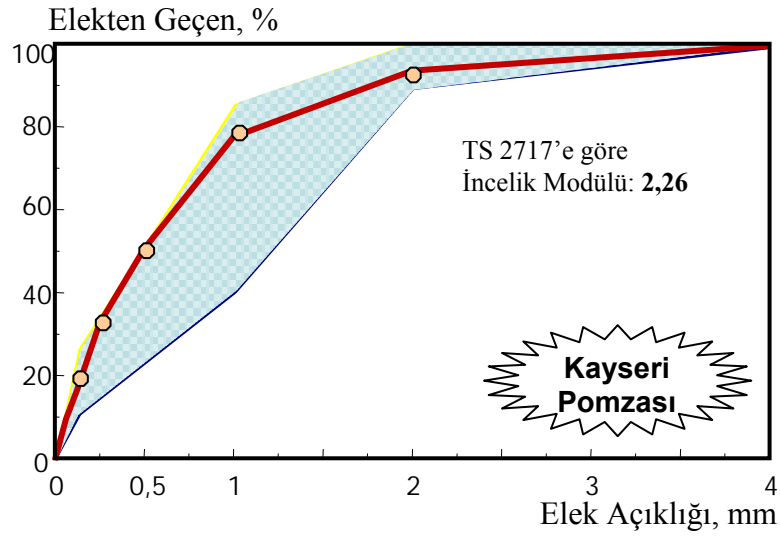
5.1.1. Granülometrik Bileşimi

5.1.1.1. Elek Analizi

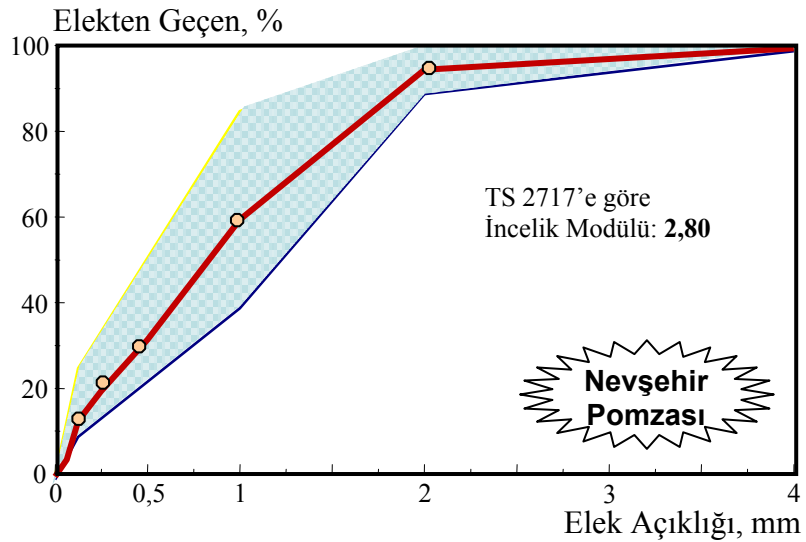
Bir agrega yığnında granülometri, hafif agregada tane dağılımını gösterir. Boyut dağılımı standartlarda belirtilen elekler kullanılarak gerçekleştirilen elek analizleri ile belirlenir. Elek analizi TS 3530'a göre yapılır. Örgü harcı kumunun tane boyut dağılımı ve bu dağılıma bağlı olarak belirlenen incelik modülü, özgül yüzey ve su istek katsayıları TS 2717 standardında öngörülen prensipler dahilinde belirlenebilmektedir. Hazır harç üretiminde kullanılacak agregaların karışım granülemetresinin "ideal granülometri" ile uyuşmalı veya ideal bölgeler olarak adlandırılan bölgeler içinde kalmalıdır. TS 2717'ye göre en büyük agrega boyutuna bağlı olarak kabul edilen referans eğrileri tanımlanır. Granülometrisi bu standart eğriler dışında kalan agrega, hazır örgü harcı üretiminde kullanılmamalıdır. Bu standarda göre, granülometri hesaplarında önce elek analizleri yapılır, bulunan değerlerin elekten geçenlerin yüzdesine ve elek çaplarına göre bir koordinat sisteminde işaretlenmesi ile granülometri eğrisi çizilir. Bu eğri, standart eğrilerle karşılaştırılarak agreganın uygunluğu test edilir.

TS 2717'de harç kumu olarak kullanılacak malzemenin granülometrik özellikleri ve elek analizi değerlerine göre ağırlıkça eleklerden geçen malzeme yüzdeleri standart

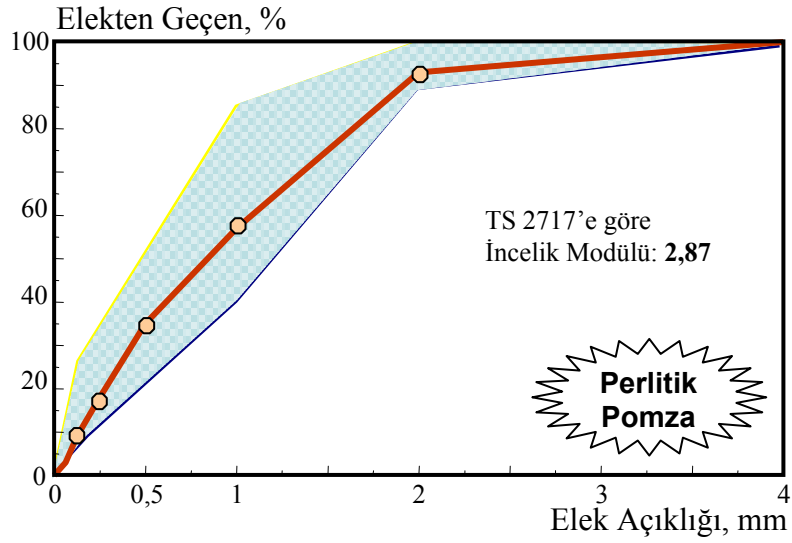
olarak verilmiştir. 0-4 mm boyut aralığına sahip pomza örgü harç kumlarının TS 2717'e göre öngörülen elek analizi sonuçları grafiksel olarak Şekil 5.1 - 5.3'de verilmiş olup, tane boyut dağılımının standart değerlere ve karakteristiğe uygun olduğu belirlenmiştir.



Şekil 5.1. 0-4 mm boyut aralığına sahip Kayseri pomzası elek analizi



Şekil 5.2. 0-4 mm boyut aralığına sahip Nevşehir pomzası elek analizi



Şekil 5.3. 0-4 mm boyut aralığına sahip perlitik pomza elek analizi

Granülometrinin ideal bölgede kalmasıyla, doluluk (kompasite) oranı yükselir, boşluklar azalır, böylece boşlukları doldurmak için daha az çimento kullanımı gerektiren ekonomik bir çözüm elde edilir. Ayrıca betonda agrega yüzeylerini ıslatmak için gerekli su da azalmış olur.

5.1.1.2. İncelik Modülü

İncelik modülü, granülometrik bileşim hakkında sadece bilgi veren bir sayıdır. Herhangi bir boyut fraksiyonuna ait örgü harcı kumu için yapılan hesaplamada elde edilen incelik modül değeri ne kadar düşük ise, o malzemenin o kadar ince olduğunu sembolize eder. Ancak, her bir boyut fraksiyonu için standart gereği kabul edilmiş alt ve üst limit modül değerleri bulunmaktadır. Bu bakımdan, harç kumu olarak kullanılacak granülometrinin, bu modül dağılımının hangi boyutları arasında yer aldığı, hesap yöntemi ile belirlenmelidir. TS 2717 standardına göre, incelik modülü hesabı, granülometrinin belirlenmesi amacıyla yapılan elek analizi sonuçlarında, elek üstünde kalan malzeme yüzdesine ve elek açıklıklarına göre, yüzde değerlerin toplamının bir yüzde değeri olarak tanımlanmaktadır. Bu değer, ince kum için 1,4 – 2,3, orta kum için 1,8 - 2,9 olup kalın kum için sınırlandırılmamıştır.

Pomza numunelerinin incelik modülü hesaplamaları ve standart ile karşılaştırmaları yapılmış olup, analiz bulguları Çizelge 5.1.-5.3.'de verilmiştir. Elde edilen incelik modül değerlerinin standardın öngördüğü sınırlar dahilinde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.1. Kayseri pomzası incelik modül analizi

Elek Açıklığı (mm)	Ağırlıkça Elek Üstünde Kalan, %			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	
4	-	-	-	
2	6	8	3	
1	23	25	19	
0.500	52	48	46	
0.250	68	68	64	
0.125	84	82	83	
Toplam	233	231	215	
İncelik Modülü	2.33	2.31	2.15	Ort: 2.26

Çizelge 5.2. Nevşehir pomzası incelik modül analizi

Elek Açıklığı (mm)	Ağırlıkça Elek Üstünde Kalan, %			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	
4	-	-	-	
2	5	8	2	
1	35	47	38	
0.500	72	65	68	
0.250	82	78	80	
0.125	90	82	88	
Toplam	284	280	276	
İncelik Modülü	2.84	2.80	2.76	Ort: 2.80

Çizelge 5.3. Perlitik pomza incelik modül analizi

Elek Açıklığı (mm)	Ağırlıkça Elek Üstünde Kalan, %			
	Numune 1	Numune 2	Numune 3	
4	-	-	-	
2	9	5	6	
1	46	41	42	
0.500	65	65	64	
0.250	80	83	82	
0.125	88	93	92	
Toplam	288	287	286	
İncelik Modülü	2.88	2.87	2.86	Ort: 2.87

5.1.2. İnce Malzeme Miktarı

Örgü harcı kumunda ince malzeme miktarını belirlemek amacıyla, iki farklı tayin yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemler, çökeltme metodu ve yıkama metotlarıdır. Çökeltme metodu, işlem olarak temelde hacmi belli olan bir kap içerisinde, örnek malzemenin sedimentasyon ilkesinden yararlanılarak belirli bir zaman diliminde çökeltmesi sağlanır ve su içerisinde çöken malzemenin hacmi esas alınarak belirlenen bir prensibe dayanmaktadır. Burada gözlemsel olarak yapılabilecek hatalardan dolayı, daha hassas bir yöntem tarzı olan yıkama yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntem ise, prensip itibarıyla 0,063 mm'lik elek açıklığı bulunan elek kullanılarak, malzemenin yaş ortamda yıkanması esasına dayanmaktadır. Bu yöntemde yıkama sonrasında, analiz edilen malzeme miktarının, yıkama öncesi malzeme miktarı arasındaki orandan yararlanarak, kum bileşimindeki ince malzeme miktarı ağırlıkça yüzde olarak belirlenebilmektedir.

TS 1114 standardına göre, harç kumunda bu yöntemlerle belirlenen ince malzeme miktarının ağırlıkça %5'den fazla olmaması öngörülmektedir. Pomza numunelerinin hesaplanan ince malzeme miktarları Çizelge 5.4. - 5.7.'de tanımlanmış ve elde edilen değerlerin TS 1114 standardında öngörülen limit değerlerden daha düşük değerlerde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 5.4. Kayseri pomzasının ince malzeme miktarı

Örnek	Yıkama öncesi kuru num. ağı.	0,063 mm'lik elek üstünde kalan num.	1 mm'lik elek üstünde kalan numune	4 mm'lik elek üstünde kalan numune	Toplam elek üstünde kalan numune	0,063 mm'lik elekten geçen malzeme yüzdesi
	(gr)	(gr)	(gr)	(gr)	(gr)	(%)
1	1008	439	478	37	954	5,36
2	990	427	496	26	949	4,14
3	995	435	474	36	945	5,03
					Ortalama Değer	4,84

Çizelge 5.5. Nevşehir pomzasının ince malzeme miktarı

Örnek	Yıkama öncesi kuru num. ağı.	0,063 mm'lik elek üstünde kalan num.	1 mm'lik elek üstünde kalan numune	4 mm'lik elek üstünde kalan numune	Toplam elek üstünde kalan numune	0,063 mm'lik elekten geçen malzeme yüzdesi
	(gr)	(gr)	(gr)	(gr)	(gr)	(%)
1	1017	502	458	21	981	3,54
2	998	505	446	12	963	3,51
3	1024	513	454	18	985	3,81
					Ortalama Değer	3,62

Çizelge 5.6. Perlitik pomza agregasının ince malzeme miktarı

Örnek	Yıkama öncesi kuru num. ağı.	0,063 mm'lik elek üstünde kalan num.	1 mm'lik elek üstünde kalan numune	4 mm'lik elek üstünde kalan numune	Toplam elek üstünde kalan numune	0,063 mm'lik elekten geçen malzeme yüzdesi
	(gr)	(gr)	(gr)	(gr)	(gr)	(%)
1	985	441	472	23	936	4,98
2	993	433	485	29	947	4,63
3	982	435	469	33	937	4,58
					Ortalama Değer	4,73

5.1.3. Hava Etkilerine Dayanım Analizi

Kötü hava şartlarına maruz kalan eski tip yapıların yüzeylerinde görülen bozulmalara çürüme, dağılma denilmektedir. Bu olguyu, fiziksel ve kimyasal bozulmalar olarak değerlendirmek gerekir. Fiziksel bozulma, söz konusu yapı elemanının derinliklerine doğru pek az yayılır. Nedenleri, sıcaklık değişimleri (sıcaklıktan dağılma), donma çatlama ve nem etkileriyle bağıntılı olarak çiçeklenmelerdir. Çiçeklenmeler, gözenekli doğal taşlarda önem kazanmaktadır.

Çeşitli tuzların yapı elemanı yüzeylerinde kristalleşmeleri ve bunu takip eden nemlenme ve kuruma olayları sonucu ortaya çıkmaktadır. Tuzun hacim artışı; cinsine göre 10-100 kg/cm² ye kadar varan basınç etkilerine neden olabilmektedir. Yağmur ve rüzgarın eleman üzerinden malzeme taşınması olayı da erozyon olarak tanımlanan bir bozulma şekli olmaktadır. Fiziksel bozulma, nem sayesinde aktifleşen kimyasal bozulma ile birlikte yapıyı etkilemektedir. Kimyasal bozulma ise, malzemenin çok daha derinlerine işler, hasar gücü yüksek olur ve çevre şartlarına bağımlıdır (Uğur, 2001).

Endüstri bölgelerinde ve büyük kentlerde oluşan asit yağmurlarının özellikle yumuşak, gözenekli doğal taşlarda kimyasal bozulma etkileri belirgin olmaktadır. Ancak, silis içeriği yüksek oranlarda bulunan malzemelerde, bu bozunmanın derecesinin oldukça düşük değerlerde olduğu gözlenmektedir. Pomza agregalarının yüksek oranda silis içermesi nedeni ile hava etkilerine karşı dirençleri fazla olmaktadır (Uğur, 2001).

Yukarıda özet olarak açıklanan bu tip doğal ortam şartları ve malzeme üzerindeki etkilerinin, pomza agregalı yapı malzemeleri üzerinde ne tarz bir değişim karakteristiği oluşturacağı henüz literatürde tam olarak tanımlanmamıştır. Bu bakımdan, pomza örgü harç kumunun, harçta kullanımında hava etkileri karşısında ne tarz bir değişime uğrayacağı ve ağırlıkça bir kütle kaybının gerçekleşip gerçekleşmediği tespit edilmelidir. Bu bakımdan, TS 2717 standardında öngörülen prensipler çerçevesinde, pomza kumu örnekleri kimyasal yollarla yaşlandırılıp,

laboratuar ortamında hava etkilerine maruz bırakılmış ve deneysel analizlerde suni oluşumlar sağlanmaya çalışılmıştır.

TS 2717'e göre, harç kumlarının analizinde kimyasal olarak magnezyum sülfat kullanılması durumunda, ağırlıkça azalma miktarı maksimum %15, sodyum sülfat kullanılması halinde ise maksimum %10'dur. Bu bilgilerin ışığında, pomza kum örnekleri için, sodyum sülfat çözeltisi kullanılarak elde edilen hava etkilerine dayanım değerleri Çizelge 5.7.'de verilmiştir (Uğur, 2001).

Çizelge 5.7. Pomza kumunun hava etkilerine dayanım analizi

Ürünler	Ağırlık Kaybı, %
Kayseri Pomzası	1,78
Nevşehir Pomzası	1,34

Çizelge 5.7. irdelendiğinde görüleceği gibi, pomza agregalarının hava etkilerine dayanımının çok ideal koşullarda olduğu gözlenmiştir. Bu bakımdan, pomza agregalarının, hangi ortam koşulunda kullanılırsa kullanılsın, direkt olarak hava etkilerine maruz kaldığı bölgelerde dahi, çok düşük karakteristik değişimler sergileyerek, harç kumu olarak kullanılabilceği görülmektedir.

5.1.4. Organik Madde İçeriği Tayini

Örgü harcı üretiminde kullanılacak kumun bileşiminde organik maddelerin bulunması, çimentonun yapısını etkileyerek bağlayıcılık özelliğinin zayıflamasına neden olduğundan, arzu edilen bir durum değildir. %3'lük NaOH ile yapılan standart deneyde 24 saat sonra agreganın aldığı açık sarı-koyu kırmızı renklere göre karar verilmekte ve kırmızıdan sonraki renkler organik madde bakımından zengin malzeme bileşimini simgelemektedir. TS 2717'de belirtilen prensiplere göre Kayseri pomzası, Nevşehir pomzası ve perlitik pomza taneleri üzerinde yapılan organik madde içeriği analizlerinde organik maddelere rastlanmamıştır (Uğur, 2001).

5.1.5. Birim Hacim Ağırlık

Malzemelerin birim hacim ağırlıklarındaki değişimler bu malzemelerin özellikle mekanik ve ısısal özelliklerini etkilemektedir. Birim hacim ağırlığının yükselmesi durumunda dayanım artarken, yapı elemanlarının ısı geçirgenlik dirençleri azalmaktadır. Birim hacim ağırlık aşağıda verilen formül ile hesaplanmaktadır. Formülde kullanılan hacme agrega taneleri arasındaki boşluklar da dahildir.

$$\delta_k = \frac{m}{V}$$

Burada;

δ_k = Birim hacim ağırlık, kg/m³

m = Agreganın ağırlığı, kg

V = Kabin hacmi, m³

Normal agregalarda birim hacim ağırlık değeri 1600-1800 kg/m³, ve kalker kökenli kırmataş agregalarında ise birim hacim ağırlık 1300-1500 kg/m³ olabilmektedir. Eğer agrega taneleri kabin içine yerleştirilirken, bir çubukla şişlenirse sıkışık birim hacim ağırlığı elde edilmektedir.

TS 1114 standardına göre bir malzemenin hafif agrega olabilmesi için birim hacim ağırlığının en fazla 1200 kg/m³ olması gerekmektedir. Yapılan deneysel inceleme sonucunda pomza ve perlitik pomza agregalarının birim hacim ağırlık değerlerinin TS 1114 standardında tanımlanan değerlerin altında kaldıkları görülmüş ve Çizelge 5.8.'de verilmiştir.

Çizelge 5.8. Pomza agregaların kuru birim hacim ağırlıkları

Agrega Örnekleri	Kuru Birim Hacim Ağırlık (kg/m ³)
Kayseri Pomzası (0-4 mm)	662
Nevşehir Pomzası (0-4 mm)	667
Perlitik pomza (0-4 mm)	1048

5.2. Pomza Agregalı Hafif Örgü Harcı Analizi

Pomza ve perlitik pomza agregaların 0-4 mm boyut aralığına sahip örneklerinin, hafif örgü harç agregası olarak TS 1114 ve TS 2717 standartlarına uygunluğu, yapılan deneysel analizlerle irdelenmiş ve pomza ve perlitik pomza kumlarının hafif harç agregası olarak kullanılabilceği tespit edilmiştir.

Bu çalışmanın bir sonraki aşaması olarak da, pomza ve perlitik pomza agregaları ile optimum çimento miktarını bulmak amacı ile 100, 125, 150 ve 200 kg/m³'lük çimento dozajı kullanım oranlarında, standart harç numuneleri farklı kombinasyonlarda dökülerek, bir dizi teknik inceleme çalışması sürdürülmüştür. Hazırlanan hafif harç karışımlarından 50 mm çapında ve 50 mm boyutunda silindirik numuneler hazırlanıp, deneylerde kullanılmak üzere doğal ortam kür koşullarında bekletilmiştir. 28 günlük kür sürelerini tamamladıktan sonra bu karışımların hazır hafif harç olarak kullanılıp kullanılamayacağı belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen bulgulardan, harç karışımlarının standartlara uygun ne ölçütlerde kombinasyonlar elde edilebileceği irdelenmeye çalışılmıştır. TS 4916 standardına göre, doğal hafif agregalar ile yapılmış hafif örgü harçları için başlıca 2 temel özellik öngörülmüştür. Bu standartta öngörülen hafif harç için en küçük dayanımın 5 kgf/cm² ve en büyük kuru birim hacim ağırlık değerinin ise 1000 kg/m³ olduğu görülmektedir. Bu çalışma kapsamında, pomza kumu ile elde edilmiş hafif harç örneklerinin teknik değerlendirmesi sayısal olarak yapılmaya çalışılmıştır.

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

Pomza ile hafif harç eldesi, inşaat sektöründe hafif harç optimizasyonu için karışım parametrelerinin doğru olarak yapılması, maliyet ekonomisi açısından son derece önemli olmaktadır. Bu bakımdan bu tez çalışmasında pomzadan mamul hafif harç

karışımlarının en optimum koşullarda hazırlanması için farklı kombinasyonlarda bir dizi harç örnekleri oluşturulmuştur. Bu örnekleri hazırlarken en uygun malzemeyi bulmak için; %100 Kayseri pomzası (K serisi), %100 Nevşehir pomzası (N serisi) ve %100 perlitik pomza kumları (P serisi) kullanarak deney numuneleri elde edilmeye çalışılmıştır. Fakat %100 Nevşehir pomzası ince malzeme miktarı az olması sebebiyle daha döküm yapılırken uygun olmadığı gözlenmiştir. Bu sebeple, Nevşehir pomzasını yalnız kendi başına değil belirli oranlarda Kayseri pomzası ile karıştırarak kompozit deney numuneleri (KN serisi) elde edilmiştir (Çizelge 5.9.). Bu oranlar;

- %70 Kayseri Pomzası - %30 Nevşehir Pomzası
- %80 Kayseri Pomzası - %20 Nevşehir Pomzası
- %90 Kayseri Pomzası - %10 Nevşehir Pomzası

Yine aynı şekilde, Kayseri pomzası ile perlitik pomza kumlarını da aşağıdaki oranlarda karıştırarak yeni bir kompozit deney numunesi de elde edilmiştir (Çizelge 5.10.).

- %70 Kayseri Pomzası - %30 Perlitik Pomza
- %80 Kayseri Pomzası - %20 Perlitik Pomza
- %90 Kayseri Pomzası - %10 Perlitik Pomza

Bu dört grup hafif harç karışımları (K serisi, P serisi, KN serisi ve KP serisi) en optimum çimento oranını belirlemek amacıyla her biri 100, 125, 150 ve 200 olmak üzere dört farklı çimento dozajlarında 50 mm çapında ve 50 mm boyunda numuneler hazırlanmıştır. Döküm işlemi bittikten sonra 28 gün doğal ortam kür koşullarında bekletildikten sonra bir dizi deneysel çalışmalar sürdürülmüş, en iyi karışım ve en optimum dozaj belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla yapılan deneyler ve elde edilen sonuçlar aşağıdaki bölümlerde verilmiştir.

Çizelge 5.9. Pomza grubu hafif harç karışımları

Pomza Grubu;		
Grubu	Dozaj (kg/m ³)	Karışımı
K1	100	%100 Kayseri Pomzası
K2	125	%100 Kayseri Pomzası
K3	150	%100 Kayseri Pomzası
K4	200	%100 Kayseri Pomzası
KN1	100	%70 Kayseri Pomzası - %30 Nevşehir Pomzası
KN2	125	%70 Kayseri Pomzası - %30 Nevşehir Pomzası
KN3	150	%70 Kayseri Pomzası - %30 Nevşehir Pomzası
KN4	200	%70 Kayseri Pomzası - %30 Nevşehir Pomzası
KN5	100	%80 Kayseri Pomzası - %20 Nevşehir Pomzası
KN6	125	%80 Kayseri Pomzası - %20 Nevşehir Pomzası
KN7	150	%80 Kayseri Pomzası - %20 Nevşehir Pomzası
KN8	200	%80 Kayseri Pomzası - %20 Nevşehir Pomzası
KN9	100	%90 Kayseri Pomzası - %10 Nevşehir Pomzası
KN10	125	%90 Kayseri Pomzası - %10 Nevşehir Pomzası
KN11	150	%90 Kayseri Pomzası - %10 Nevşehir Pomzası
KN12	200	%90 Kayseri Pomzası - %10 Nevşehir Pomzası

Çizelge 5.10. Perlitik pomza grubu hafif harç karışımları

Perlitik-Pomza Grubu;		
Grubu	Dozaj (kg/m ³)	Karışımı
P1	100	%100 Perlitik-Pomza
P2	125	%100 Perlitik-Pomza
P3	150	%100 Perlitik-Pomza
P4	200	%100 Perlitik-Pomza
KP1	100	%70 Kayseri Pomzası - %30 Perlitik Pomza
KP2	125	%70 Kayseri Pomzası - %30 Perlitik Pomza
KP3	150	%70 Kayseri Pomzası - %30 Perlitik Pomza
KP4	200	%70 Kayseri Pomzası - %30 Perlitik Pomza
KP5	100	%80 Kayseri Pomzası - %20 Perlitik Pomza
KP6	125	%80 Kayseri Pomzası - %20 Perlitik Pomza
KP7	150	%80 Kayseri Pomzası - %20 Perlitik Pomza
KP8	200	%80 Kayseri Pomzası - %20 Perlitik Pomza
KP9	100	%90 Kayseri Pomzası - %10 Perlitik Pomza
KP10	125	%90 Kayseri Pomzası - %10 Perlitik Pomza
KP11	150	%90 Kayseri Pomzası - %10 Perlitik Pomza
KP12	200	%90 Kayseri Pomzası - %10 Perlitik Pomza

Karışımlar belirlendikten sonra, her bir karışım için 100-125-150-200 kg/m³'lük dozajlarda ve her çimento miktarının %15'i kadar sönmüş toz kireç ilavesiyle birlikte numune karışımları kuru olarak hazırlanmıştır. Bu karışım homojen olacak şekilde iyice karıştırılarak yeterli miktarda su ilavesi yapıp tekrar karıştırılmıştır. Hazırlanan harç numunesi 50 mm çapında ve 50 mm boyunda silindirik numunelere dökülmüştür (Şekil 5.4.). Her bir karışımdan çeşitli deneylerde kullanılmak üzere 45'er adet numune dökülmüştür. Bu numuneler kür sürelerini tamamlamak için kür kamarasında bekletilmiştir. (Şekil 5.5.). 28 gün sonra basınç dayanım deneyi ve daha sonraları diğer deneyler yapılmıştır. Bu deney sonuçları toplu olarak Çizelge 5.11'de verilmiş ve takip eden bölümlerde sırasıyla anlatılmıştır.



Şekil 5.4. Numunelerin hazırlanması

Çizelge 5.11. Harç numuneleri üzerinde yapılan deneylerin sonuçları

Numune No		K.B.H.A kg/m ³	Su Emme %	Sismik Hız m/sn	Elast Mod. GPa	Özgül Isı c kcal/kg°C	σ_c (küp) kg/cm ²
%100 Kayseri							
K1	100 Doz	898,62	47,14	1302,20	1,06	0,21707	8,87
K2	125 Doz	909,23	42,94	1345,96	1,15	0,28199	10,34
K3	150 Doz	925,28	41,03	1380,64	1,23	0,24798	14,26
K4	200 Doz	1017,82	33,40	1662,92	1,97	0,26943	31,43
%70 Kayseri-%30 Nevşehir							
KN1	100 Doz	901,48	46,12	1306,31	1,08	0,26008	9,93
KN2	125 Doz	908,90	41,35	1315,48	1,10	0,24278	15,04
KN3	150 Doz	975,90	37,26	1520,84	1,58	0,26195	20,37
KN4	200 Doz	1010,45	32,09	1809,21	2,31	0,25177	37,16
%80 Kayseri-%20 Nevşehir							
KN5	100 Doz	903,23	41,17	1306,36	1,08	0,26678	9,09
KN6	125 Doz	907,69	40,87	1394,30	1,23	0,24293	12,63
KN7	150 Doz	970,95	38,16	1576,15	1,69	0,26165	19,33
KN8	200 Doz	988,90	35,41	1758,02	2,14	0,30137	31,85
%90 Kayseri-%10 Nevşehir							
KN9	100 Doz	830,20	49,28	1206,76	0,84	0,26242	5,80
KN10	125 Doz	835,82	48,29	1308,88	1,00	0,27123	9,05
KN11	150 Doz	844,95	44,11	1355,58	1,09	0,28749	13,91
KN12	200 Doz	906,77	39,67	1381,07	1,21	0,28319	21,96
%100 Perlitik pomza							
P1	100 Doz	1433,43	22,47	1185,30	1,41	0,22041	8,49
P2	125 Doz	1450,16	22,37	1374,70	1,92	0,22135	18,91
P3	150 Doz	1467,46	22,33	1504,51	2,32	0,22882	28,15
P4	200 Doz	1473,50	22,31	1656,77	2,83	0,25640	41,04
%70 Kayseri-%30 Perlitik pomza							
KP1	100 Doz	1013,57	34,52	1367,81	1,33	0,26633	22,39
KP2	125 Doz	1019,26	33,98	1499,92	1,60	0,26217	28,58
KP3	150 Doz	1070,49	32,18	1558,72	1,82	0,25124	33,20
KP4	200 Doz	1079,62	31,93	1790,21	2,42	0,28966	41,63
%80 Kayseri-%20 Perlitik pomza							
KP5	100 Doz	991,09	37,13	1294,30	1,16	0,19563	16,29
KP6	125 Doz	1056,59	35,80	1469,46	1,59	0,21499	26,36
KP7	150 Doz	1098,33	34,71	1628,64	2,04	0,22550	32,41
KP8	200 Doz	1157,90	32,25	1836,33	2,73	0,25354	41,40
%90 Kayseri-%10 Perlitik pomza							
KP9	100 Doz	898,14	42,90	1356,50	1,15	0,22442	12,10
KP10	125 Doz	945,48	39,06	1458,42	1,41	0,22497	24,32
KP11	150 Doz	964,77	37,62	1475,32	1,47	0,23956	30,72
KP12	200 Doz	1040,60	33,98	1486,89	1,61	0,26156	39,91



Şekil 5.5. Deney numuneleri ve kür kamerasından bir görünüm

5.2.1. Basınç Dayanımı

Hafif örgü harç numunelerinin, TS 4916'da belirtilen esaslara göre basınç dayanım deneylerini yapabilmek için 50 x 50 x 50 mm küp numuneler gerekmektedir. Fakat bu ölçülerde kalıp bulmada yaşanan zorluktan dolayı 50 mm çapında ve 50 mm boyunda silindirik numuneler dökülmüştür. Şekil 5.6.'da bu numuneler ve Şekil 5.7.'de basınç dayanım deneyi görülmektedir. Standartta verilen değerlerle kıyaslamak ve ayrıca diğer ürünlerle karşılaştırmak için aşağıda verilen formül yardımı ile silindir numunenin basınç dayanımından küp numunenin basınç dayanımına dönüşüm yapılmıştır (Mate, 1998).

$$\sigma_k = \frac{\sigma_s}{0,73283 + 0,00031 * \sigma_s} \quad R^2 = 0,98$$

Burada;

σ_k = Küp numunenin basınç dayanımı, kg/cm²

σ_s = Silindir numunenin basınç dayanımı, kg/cm²

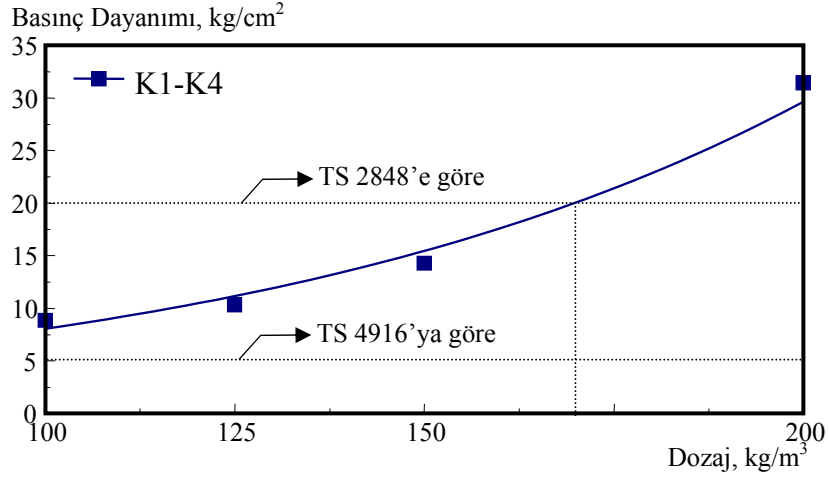


Şekil 5.6. Basınç dayanım deneyinde kullanılan numuneler



Şekil 5.7. Basınç dayanım deneyi

Bu dört ayrı kombinasyona göre farklı çimento dozajlarında hazırlanmış numunelerin 28. gün basınç dayanım değerleri Şekil 5.8.-Şekil 5.11.'de verilmiştir.



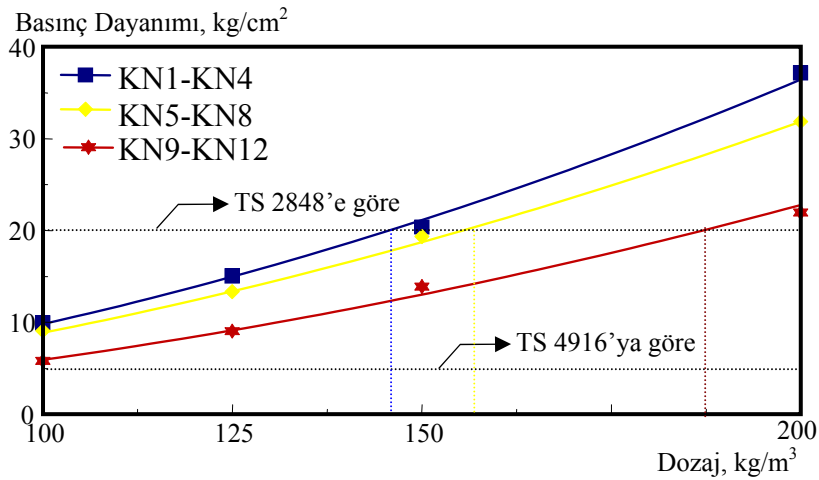
Şekil 5.8. Kayseri pomzası ile yapılmış hafif örgü harcının dozaj ve dayanım ilişkisi

$$\sigma_k = 2,1881 * e^{0,013 * Dz} \quad R^2 = 0,97$$

Burada;

σ_k = Harç numunesi basınç dayanımı, kg/cm²

Dz = Çimento miktarı, kg/m³



Şekil 5.9. Kayseri-Nevşehir pomza karışımı dozaj ve dayanım ilişkileri

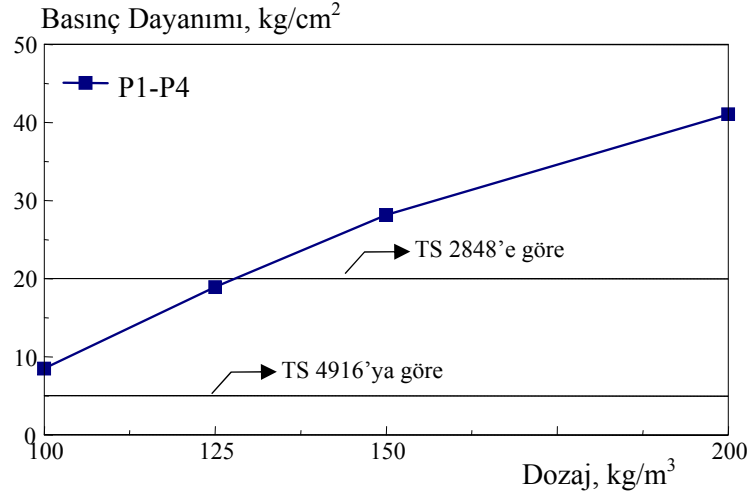
$$\sigma_k = (-0,00014 * KN + 0,00212) * Dz^{(0,01013 * KN + 1,84168)}$$

Burada;

σ_k = Basınç dayanımı, kg/cm²

Dz = Çimento dozajı, kg/m³

KN = Kayseri pomzasının Nevşehir pomzasına oranı



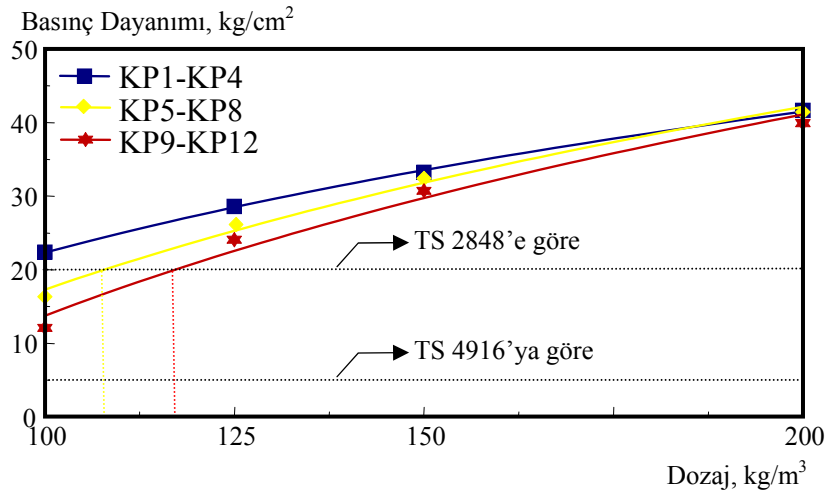
Şekil 5.10. Perlitik pomza ile yapılmış hafif örgü harcının dozaj ve dayanım ilişkisi

$$\sigma_k = 47,1643 * \ln(Dz) - 208,637 \quad R^2 = 0,99$$

Burada;

σ_k = Basınç dayanımı, kg/cm²

Dz = Çimento dozajı, kg/m³



Şekil 5.11. Kayseri pomzası ve perlitik pomza karışımı basınç dayanım-dozağ ilişkisi

$$\sigma_k = (8,4125 * \ln(KP) + 21,873) * \ln(Dz) - (44,948 * \ln(KP) + 73,786)$$

Burada;

σ_k = Basınç dayanımı, kg/cm²

Dz = Çimento dozajı, kg/m³

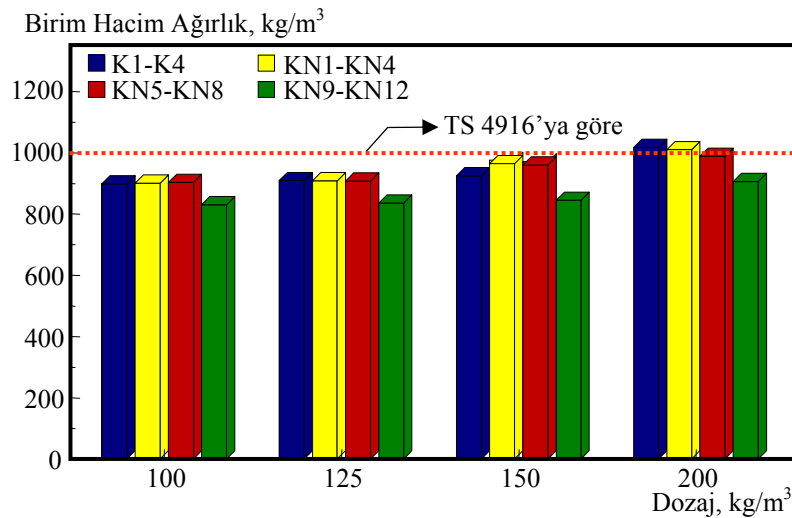
KP = Kayseri pomzasının perlitik pomzaya oranı

Grafiklerden de görüldüğü gibi çimento miktarı arttıkça harç numunelerinin basınç dayanım değerleri artmaktadır. Her iki karışım kombinasyonuna sahip harç örneklerinin, en düşük çimento dozajlarında dahi TS 4916 standardının öngördüğü minimum basınç dayanım değerlerini sağladığı görülmektedir. Perlitik pomza karışımlarının basınç dayanım değeri daha fazla çıkmaktadır. Bunun nedeni perlitik pomza agregasının daha fazla ince boyutta malzemeye sahip olmasından kaynaklanmaktadır. İnce boyutun fazla olmasıyla harç numuneleri daha kompozit bir hal almaktadır.

5.2.2. Birim Hacim Ağırlık

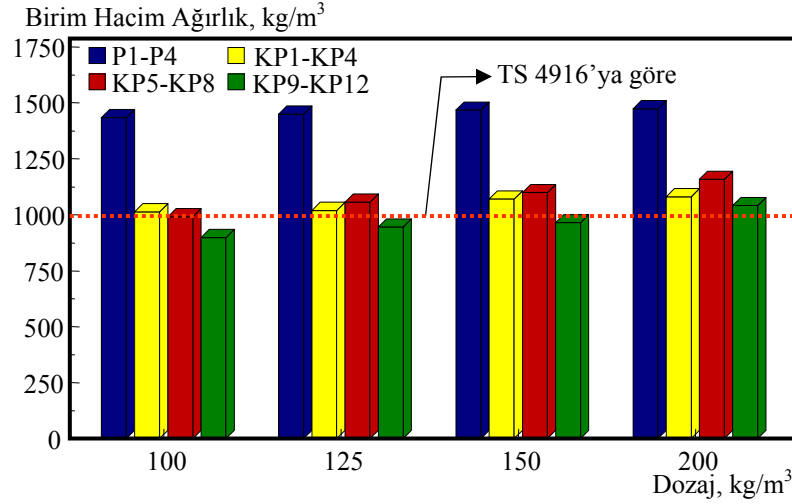
TS 4916'da hafif örgü harçları için en önemli özellik olarak harcın birim hacim ağırlığı değeri vurgulanmaktadır. Bu standarda göre kuru birim hacim ağırlığı maksimum 1000 kg/m^3 olarak sınırlandırılmıştır.

Örgü harcı numunelerinde birim hacim ağırlığını etkileyen parametreler dozaj ve agreganın birim hacim ağırlığıdır. Harç numunesini hazırlarken dozajı arttırdığımızda, kuru birim hacim ağırlıkta artmaktadır. Yine aynı şekilde agregaları sınıflandırdığımızda, ince agrega miktarı arttıkça birim hacim ağırlığı da artmaktadır. Elde ettiğimiz karışımların harç numunesi olarak sahip oldukları birim hacim ağırlık değerleri Şekil 5.12. ve 5.13.'de gösterilmektedir.



Şekil 5.12. Pomza grubu hafif örgü harçlarının dozaj ve birim hacim ağırlık ilişkisi

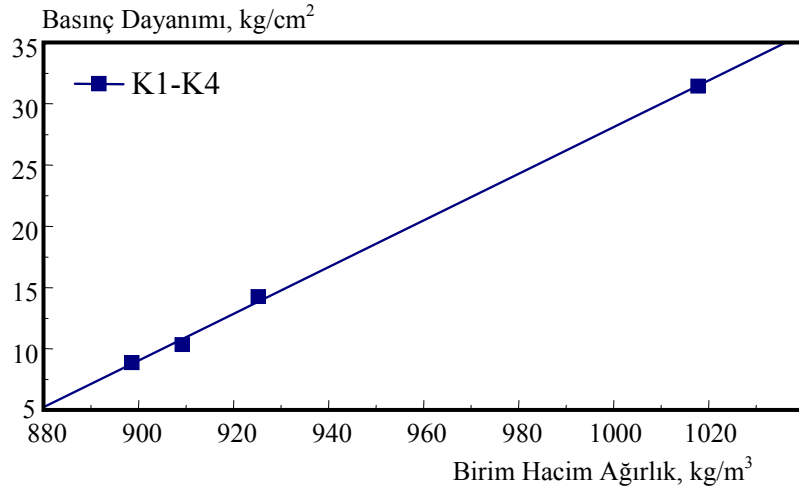
Kayseri ve Nevşehir pomza agregalı harç örneklerinin kuru birim hacim ağırlık değerleri açısından irdelendiğinde, deneysel çalışmada kullanılan hemen hemen tüm çimento dozajlarında standardın öngördüğü en büyük birim hacim ağırlık değerinden daha küçük değerlerin elde edildiği görülmektedir.



Şekil 5.13. Perlitik pomza grubu hafif örgü harçlarının dozaj ve birim hacim ağırlık ilişkisi

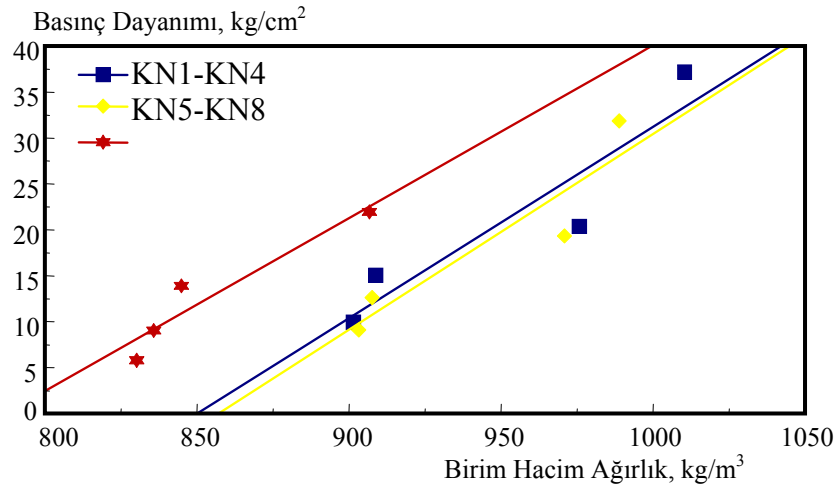
Kayseri pomzası ve perlitik pomza kombinasyonu ile hazırlanmış hafif örgü harcı örnekleri irdelendiğinde ise sadece KP5- KP9- KP10- KP11 örneklerinin standartta verilen değer altında olduğu görülmektedir. Bunun nedeni, bu örneklerin dozajları daha düşük ve aynı zamanda bu örneklerin içinde birim hacim ağırlığı daha düşük olan Kayseri pomzasının fazla olmasıdır.

Pomza agregalı hafif harçların basınç dayanımı, numunelerin birim hacim ağırlığı ile yakından ilişkilidir. Birim hacim ağırlığı arttıkça basınç dayanım değeri de artmaktadır. Bu ilişkiler, deneyler sonucu bulunan değerlerin grafiksel yorumları olan Şekil 5.14. - 5.17.'de açıkça görülmektedir.



Şekil 5.14. Kayseri pomzası basınç dayanımı ve birim hacim ağırlık ilişkisi

$$\sigma_k = 0,1905 * \delta_k - 162,4 \quad R^2 = 0,99$$



Şekil 5.15. Kayseri ve Nevşehir pomzası basınç dayanımı ve birim hacim ağırlık ilişkisi

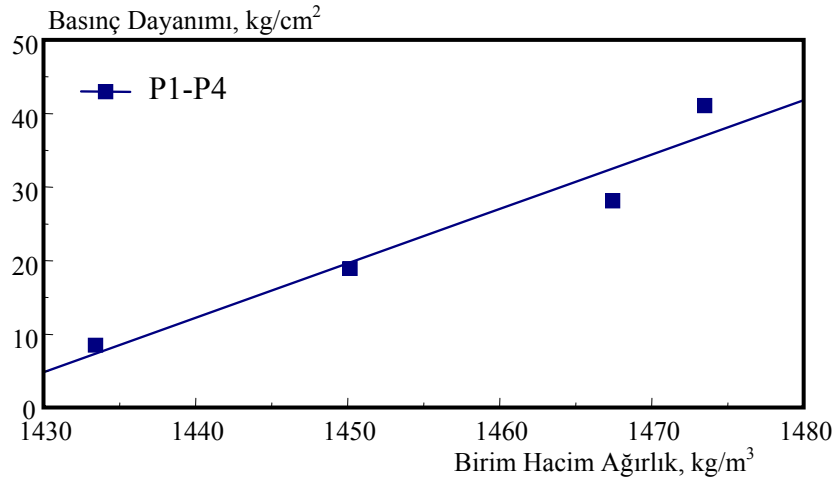
$$\sigma_k = (-0,0012 * KN^2 + 0,0103 * KN + 0,1905) * \delta_k + (1,53 * KN^2 - 13,016 * KN - 154,91)$$

Burada;

σ_k = Basınç dayanımı, kg/cm²

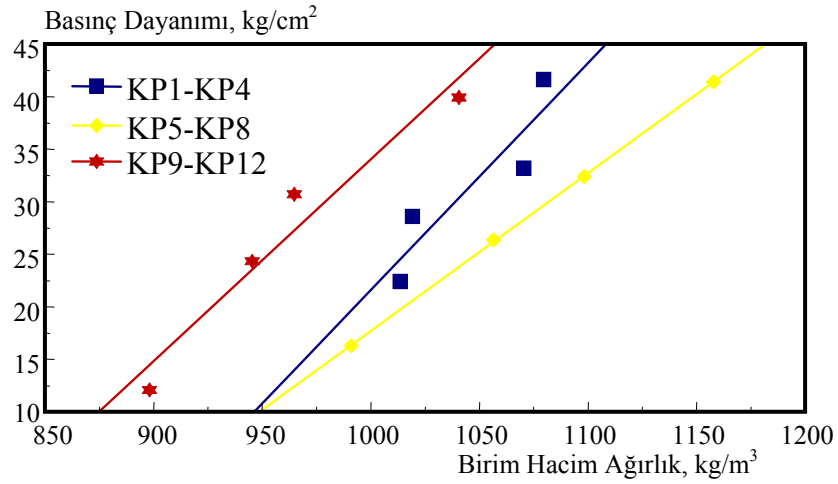
δ_k = Birim hacim ağırlık, kg/m³

KN = Kayseri pomzasının Nevşehir pomzasına oranı



Şekil 5.16. Perlitik pomza basınç dayanımı ve birim hacim ağırlık ilişkisi

$$\sigma_k = 0,7395 * \delta_k - 1052,7 \quad R^2 = 0,94$$



Şekil 5.17. Kayseri ve Perlitik pomza basınç dayanımı ve birim hacim ağırlık ilişkisi

$$\sigma_k = (0,0072 * KP^2 - 0,085 * KP + 0,3754) * \delta_k - (6,3419 * KP^2 - 77,386 * KP + 340,59)$$

Burada;

σ_k = Basınç dayanımı, kg/cm²

δ_k = Birim hacim ağırlık, kg/m³

KP = Kayseri pomzasının perlitik pomzaya oranı

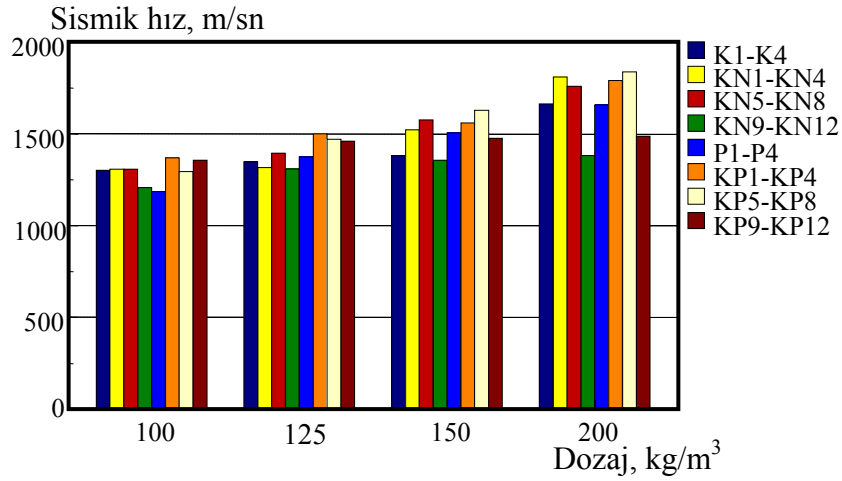
5.2.3. Ultrases Analizi

Hafif agregalar boşluklu olması sebebi ile harç bünyesinde bir kusur olarak düşünülebilir. Bu kusura takılan ses dalgaları yansıyarak yolunu değiştirmekte ve dolayısı ile sesin aldığı yol uzamaktadır. Bu durum ise ultrases hızının azalmasına neden olmaktadır. Sismik hız değeri, Şekil 5.18’de görüldüğü gibi laboratuarda ultrason hız ölçümüyle tayin edilmektedir. Önce ultrason ses hızının harç numunesi içerisinde geçiş süresi cihaz üzerinden okunur. Hafif harç numuneleri üzerinde ses geçiş hızlarının tespitinde gereken birim değişiklikleri yapılarak numune boyu ses geçiş süresine bölünerek, ses geçiş hızı metre/saniye olarak bulunur.



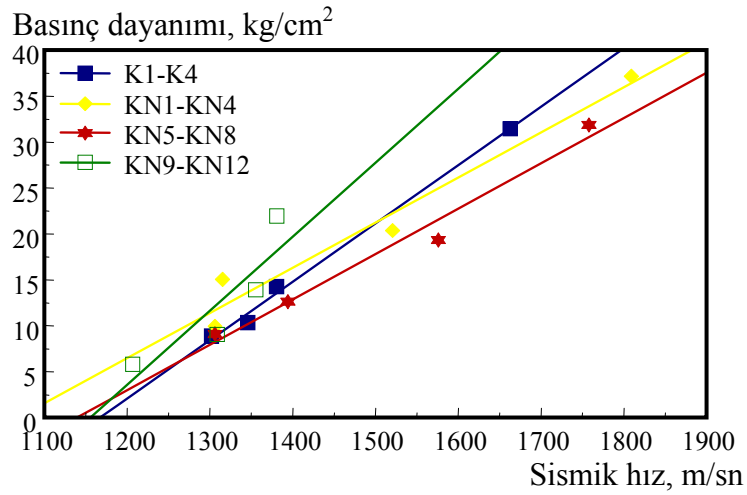
Şekil 5.18. Laboratuarda sismik hız tayini

Pomza agregalı örgü harç örneklerinin sismik hız deney sonuçları Şekil 5.19.’da gösterilmiştir.

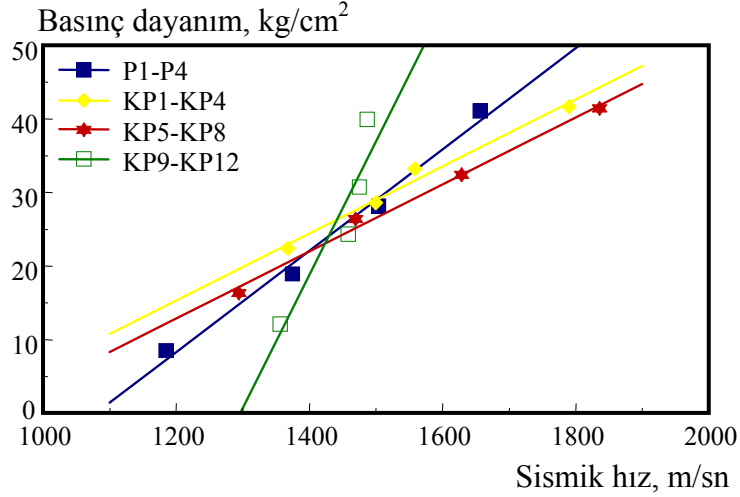


Şekil 5.19. Pomza agregalı hafif örgü harcının sismik hız ve dozaj ilişkisi

Şekil 5.19.'dan da görüleceği gibi çimento miktarı arttıkça matriks yapı daha mukavim olacağından sismik hız değeri de artmaktadır. Fakat sismik hızı etkileyen ana faktör birim hacim ağırlığıdır. Basınç dayanımı da birim hacim ağırlıkla ilişkili olduğundan dolayı basınç dayanım ile sismik hız arasında doğrudan bir ilişki olduğu Şekil 5.20 ve Şekil 5.21'de görülmektedir.



Şekil 5.20. Pomza agregalı hafif örgü harcının basınç dayanımı ve sismik hız ilişkisi



Şekil 5.21. Perlitik pomza agregalı hafif örgü harcının basınç dayanımı ve sismik hız ilişkisi

Hem pomza grubu harç numunelerinde hem de perlitik pomza grubu harç örneklerinde sismik hız ile basınç dayanımları arasında yakın ilişki görülmüş ve aşağıdaki eşitliklerde verilmiştir.

Pomza Grubu için;

$$\sigma_k = (0,0011 * KN^2 - 0,0081 * KN + 0,0632) * V_p - (1,4306 * KN^2 - 10,612 * KN + 73,041)$$

Perlitik Pomza Grubu için;

$$\sigma_k = (0,0036 * KP^2 - 0,0198 * KP + 0,0696) * V_p - (5,1132 * KP^2 - 28,28 * KP + 75,021)$$

Burada;

σ_k = Basınç dayanımı, kg/cm²

V_p = Sismik hız, m/sn

KN = Kayseri pomzasının Nevşehir pomzasına oranı

KP = Kayseri pomzasının perlitik pomzaya oranı

5.2.4. Elastisite Modülü

Hafif örgü harçlarının dinamik elastisite modülünü, sismik hızı ve birim hacim ağırlığı kullanarak aşağıdaki eşitlik yardımı ile hesaplayabiliriz. Bu hesapta kullanılan poisson oranının değeri için ise, literatürde pomza için verilen 0,32 değeri kullanılmıştır. Elastisite modülü S.I. birim sisteminde giga paskal (GPa) olarak ifade edilmektedir. Bu sebeple birim dönüşümü yapılarak kg/m^2 , GPa'a çevrilmiştir. Şekil 5.22. ve Şekil 5.23'de hafif örgü harç numunelerinin dinamik elastisite modül değerleri verilmiştir.

$$E_{din} = \frac{V^2 * \delta * (1 + \gamma) * (1 - 2\gamma)}{(1 - \gamma) * g}$$

Burada;

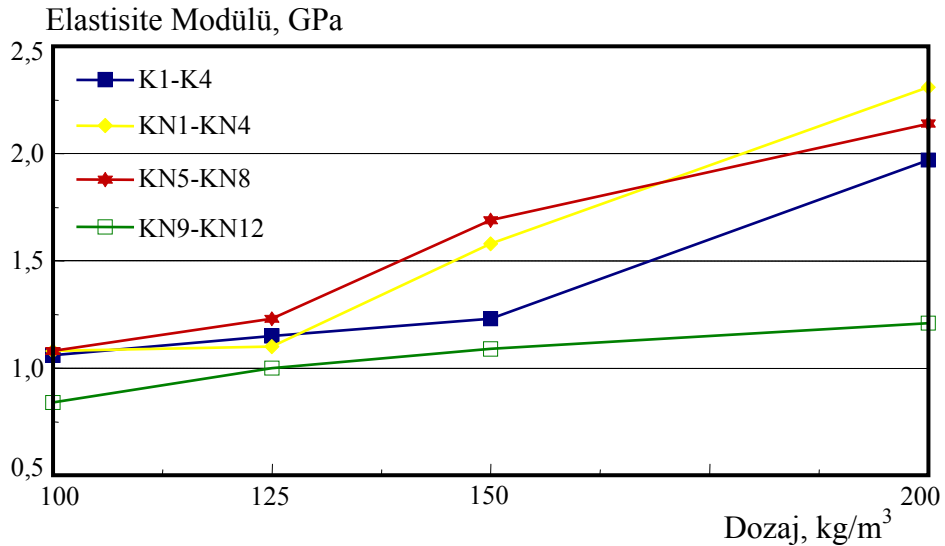
E_{din} = Dinamik elastisite Modülü, kg/m^2

V = Sismik hız, m/s

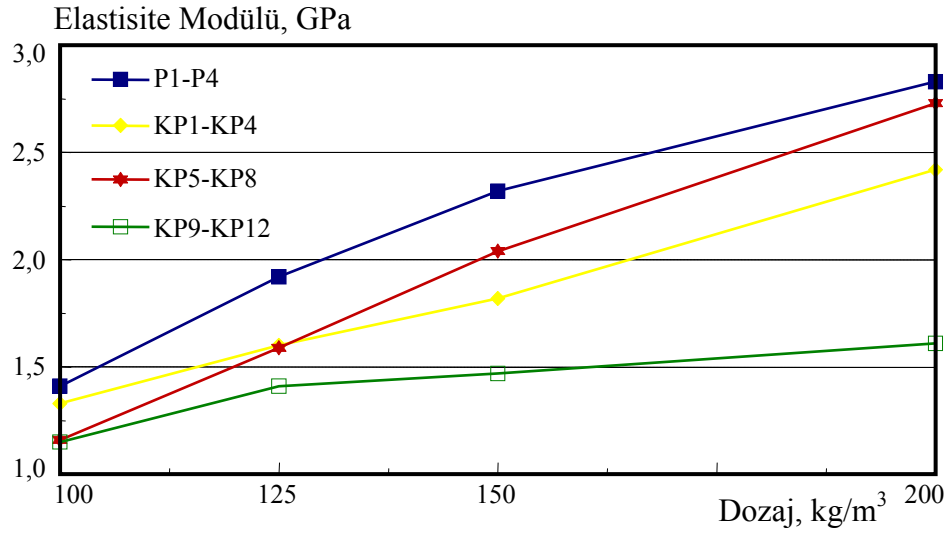
γ = Poisson oranı

δ_k = Birim hacim ağırlık, kg/m^3

g = Yerçekimi ivmesi, $9,81 \text{ m/s}^2$



Şekil 5.22. Pomza agregalı hafif örgü harçlarının dinamik elastisite modül değerlerinin dozaj ile değişimi



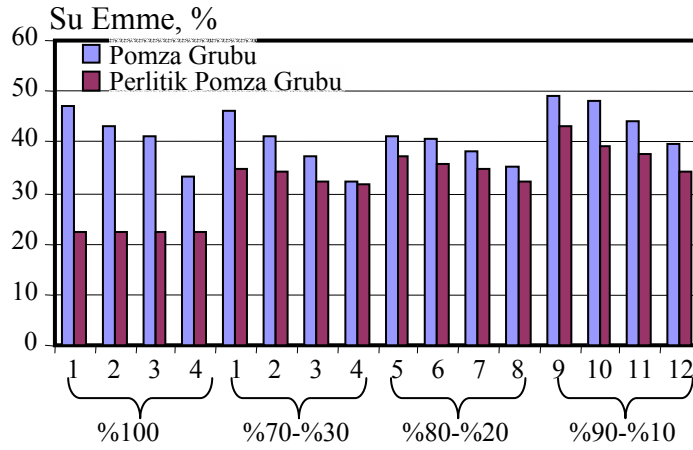
Şekil 5.23. Perlitik pomza agregalı hafif örgü harçlarının dinamik elastisite modül değerlerinin dozaj ile değişimi

5.2.5. Su Emme

Hafif örgü harçlarının su emme değerlerini belirleyebilmek için numuneler kurutulduktan sonra tartılmıştır. Daha sonra bu numuneler suyun içine konarak 72 saat beletildikten sonra çıkartılıp yüzeyleri kuru bir bez ile silinip tekrar tartılmıştır. İki tartım arasındaki farkı numunenin kendi ağırlığına oranlayarak su emme değerleri bulunmuştur. Hafif örgü harçlarının su emme deney sonuçları Çizelge 5.12’de ve Şekil 5.24.’de verilmiştir.

Çizelge 5.12. Hafif örgü harç numunelerinin su emme değerleri

Pomza Grubu																
	K1	K2	K3	K4	KN1	KN2	KN3	KN4	KN5	KN6	KN7	KN8	KN9	KN10	KN11	KN12
Su Emme %	47,1	42,9	41	33,4	46,1	41,4	37,3	32,1	41,2	40,9	38,2	35,4	49,3	48,3	44,1	39,7
Perlitik Pomza Grubu																
	K1	K2	K3	K4	KP1	KP2	KP3	KP4	KP5	KP6	KP7	KP8	KP9	KP10	KP11	KP12
Su Emme %	22,5	22,4	22,3	22,3	34,5	34	32,2	32	37,1	35,8	34,7	32,3	42,9	39,1	37,6	34

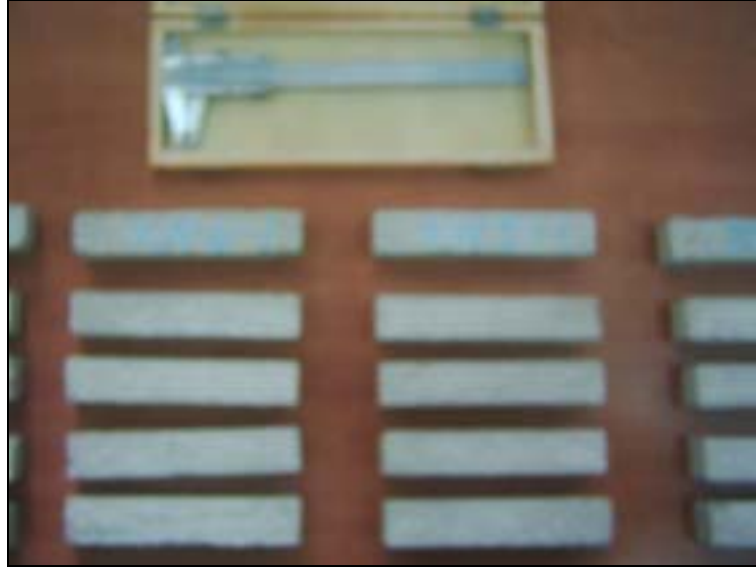


Şekil 5.24. Hafif örgü harç numunelerinin su emme miktarları

Şekillerden de anlaşılacağı gibi pomza agregalı harç numunelerin su emme değerleri perlitik pomza agregalı harç numunelerine göre daha fazladır. Bu durum pomza agregalı harç numunelerin birim hacim ağırlıklarının düşük olmasında da anlaşılmaktadır. Ayrıca çimento miktarı arttıkça her karışım grubu için su emme değeri azalmaktadır.

5.2.6. Rötire

Harçlar sertleşmelerini tamamlayıncaya kadar bünyedeki suyu kaybederek bünyesinde büzölmeler ve kuruma çatlakları meydana gelir. Bu olaya “rötire” adı verilmektedir. Rötire miktarları farklı olan malzemelerin duvar yapımında kullanılması, duvar bünyesinde istenmeyen yapısal bozulmalar meydana getirmektedir. Rötire deneyi yapabilmek için 5'er adet 25x25x140 mm'lik numuneler hazırlanıp, 100 gün boyunca bu numunelerin boylarındaki kısalmalar elektronik kumpas yardımı ile ölçölmüştür. Elde edilen değerler yüzdeye çevrilmiştir. Rötire deneyinde kullanılan numuneler Şekil 5.25.'de görölmektedir.

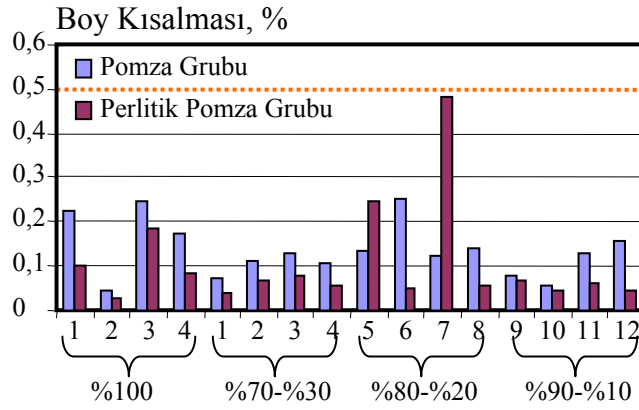


Şekil 5.25. Rötrenin büyüklüğü, kullanılan agreganın mekanik dayanımlarına, tane gronülometrisine ve çimento miktarına bağlıdır. Hafif örgü harçlarının rötrenin miktarları Çizelge 5.13'de ve Şekil 5.26.'de verilmiştir.

Rötrenin büyüklüğü, kullanılan agreganın mekanik dayanımlarına, tane gronülometrisine ve çimento miktarına bağlıdır. Hafif örgü harçlarının rötrenin miktarları Çizelge 5.13'de ve Şekil 5.26.'de verilmiştir.

Çizelge 5.13. Hafif örgü harç numunelerinin boy kısalma değerleri

Pomza Grubu																
	K1	K2	K3	K4	KN1	KN2	KN3	KN4	KN5	KN6	KN7	KN8	KN9	KN10	KN11	KN12
Boy Kısalma %	0,23	0,04	0,25	0,17	0,07	0,11	0,13	0,11	0,13	0,25	0,12	0,14	0,08	0,06	0,13	0,16
Perlitik Pomza Grubu																
	K1	K2	K3	K4	KP1	KP2	KP3	KP4	KP5	KP6	KP7	KP8	KP9	KP10	KP11	KP12
Boy Kısalma %	0,10	0,03	0,18	0,08	0,04	0,07	0,08	0,06	0,25	0,05	0,48	0,06	0,07	0,05	0,06	0,05



Şekil 5.26. Hafif örgü harç numunelerinin boy kısalma miktarları

Genelde çimento miktarı arttıkça rötre miktarı da artmaktadır. Görüldüğü gibi her karışımda da agrega dayanımlarının fazla olmasından rötre değerleri, standartta verilen maksimum değerden daha düşük değerdedir.

5.2.7. Özgül Isı

Özgül ısı, bir gram katı malzemenin bünye sıcaklığını 1 °C değiştirebilmek için gerekli enerji miktarıdır. Harç numunelerinin özgül ısı değerini belirleyebilmek için, önce numunenin ağırlığı tartılmış (m) ve yüksek bir ısıya sahip olması sağlanmıştır. Daha sonra, belli bir ısıya sahip harç numunesi (t_1), ağırlığı belli ve daha düşük ısıya sahip bir suyun içine katılmıştır. Numune ve su arasında meydana gelen ısı transferi sonucunda, ortaya çıkan yeni sıcaklık değeri (t_2) belirlenmiştir. Su ve kap tarafından alınan ısı hesaplanarak ve bu değer başlangıçta daha sıcak olan harç numunesinin, verdiği ısı bağıntısıyla denkleştirilerek özgül ısı hesaplanmıştır. Bu hesaplamalarda aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$\theta = m * c * \Delta t$$

Burada;

θ = Isı miktarı, kcal

m = Ağırlık, gr

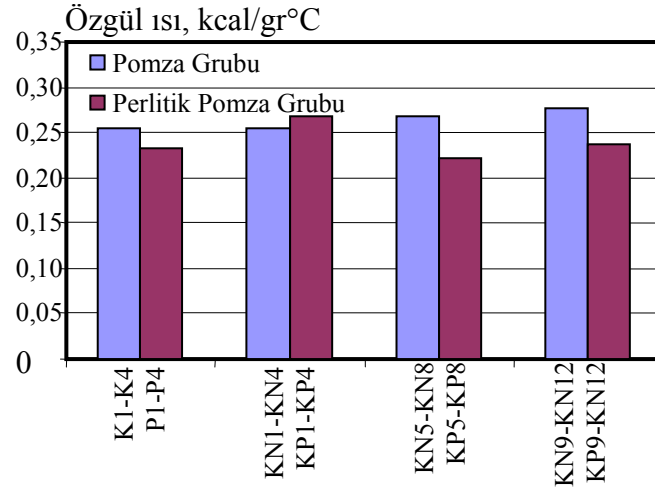
c = Özgül ısı, kcal/gr°C

Δt = Sıcaklık farkı (t_1-t_2), °C

Hafif örgü harçlarının özgül ısı deney sonuçları Çizelge 5.14.'de ve Şekil 5.27.'de verilmiştir.

Çizelge 5.14. Hafif örgü harç numunelerinin özgül ısı değerleri

Pomza Grubu				
Karışım	K1-K4	KN1-KN4	KN5-KN8	KN9-KN12
Özgül ısı (kcal/gr°C)	0,25412	0,25415	0,26818	0,27608
Perlitik Pomza Grubu				
Karışım	P1-P4	KP1-KP4	KP5-KP8	KP9-KP12
Özgül ısı (kcal/gr°C)	0,23175	0,26735	0,22242	0,23763



Şekil 5.27. Hafif örgü harç numunelerinin özgül ısı miktarları

6. SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında, Kayseri ve Nevşehir Bölgelerinde bulunan pomza agregaları ile İzmir Bölgesinde bulunan perlitik pomza agregası kullanılarak, bu agregaların hazır örgü harçlarında hammadde olabilirliği araştırılmıştır. Bu amaçla yapılan hem agrega analizleri hem de hafif doğal agregalarla yapılmış hafif örgü harcı deneylerinden elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

Kullanılan agregaların birim hacim ağırlık değerleri 1200 kg/m^3 'den daha düşük olduğu için TS 1114'e göre yapılan sınıflamalara uygun oldukları ve bu standarda göre hafif agrega oldukları belirlenmiştir.

Kayseri ve Nevşehir pomzaları ve perlitik pomza agregalarının TS 2717'de verilen standart eğriler aralığında olduğu tespit edilmiştir. Bu agregaların incelik modülleri ise, Kayseri pomzası için 2,26, Nevşehir pomzası için 2,80 ve perlitik pomza için 2,87 olarak bulunmuştur. Ayrıca ince malzeme miktarları Kayseri pomzası için 4,84, Nevşehir pomzası için 3,62 ve perlitik pomza için 4,73 olarak saptanmıştır. Bu agregaların organik madde içermediği ve hava etkilerine karşı dayanımlarının yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Bu hafif agregalar kullanılarak oluşturulan karışımlardan elde edilen hafif örgü harçlarının TS 4916'da verilen minimum basınç dayanım değerinden çok daha fazla basınç dayanım değerleri elde edilmiştir. Özellikle perlitik pomza agregalı karışımların basınç dayanım değerleri oldukça fazladır. Bunun nedeni perlitik pomza agregalarında ince malzeme miktarının fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Bu sayede standarttaki basınç dayanım değerine daha düşük çimento miktarlarında ulaşılmıştır.

TS 4916'ya göre hafif örgü harcı yapılacaksa, Kayseri pomza agregası kullanılması halinde 65 kg/m^3 bir çimento dozajı yeterli olacaktır. Böylece hem daha az çimento kullanılacak, hem de iyi bir yalıtım sağlanacaktır.

Ayrıca, pomza agregalı karışımların birim hacim ağırlık değerleri TS 4916'da verilen 1000 kg/m^3 değerinden daha düşük olmasına karşılık, perlitik pomza agregalı karışımlarının birim hacim ağırlık değerleri birkaç karışım dışında (KP5, KP9, KP10 ve KP11) bu değerden daha büyüktür. Bu nedenle, pomza agregalar hafif örgü harcı olarak hiçbir katkı olmaksızın doğrudan 4 mm'nin altına elenerek kullanılabilirken, perlitik pomza agregaları birim hacim ağırlığı düşürebilecek tedbirler alınarak kullanılmalıdır.

7. KAYNAKLAR

Akman, S., 1984. Beton Semineri, DSİ TAKK Yayını, 18s. Ankara.

Baban, R., Küçük, S.Y., İşman, E., Üney, S., 1985. Teknik El Kitapları – 8 “İnce Yapı”. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları, 52s, Ankara.

Çevikbaş, A., İlgün, F., 1997. Türkiye Pomza Yataklarının Jeolojisi ve Ekonomisi. I. Isparta Pomza Sempozyumu. 13-18, Isparta.

Davraz, M., Gündüz, L., 1997. Isparta Yöresi Pomza Taşının Hafif Yapı Elemanı Olarak Değerlendirilmesi Üzerine Bir Analiz. I. Isparta Pomza Sempozyumu. 61-70, Isparta.

Eriç, M., 2002. Yapı Fiziği ve Malzemesi. Literatür Yayınları, 376s. İstanbul.

Gündüz, L., Saruşık, A., Davraz, M., Uğur, İ., Çankıran, O., 1998. Pomza Teknolojisi Cilt-1. SDÜ Yayını, 285s. Isparta.

Güngör, N., Tombul, M., 1997. Pomzanın Kullanım Alanı İle İlgili Özellikleri ve Mevzuatın Pomza Madenciliğine Etkisi. I. Isparta Pomza Sempozyumu. 19-24, Isparta.

MATE Firması, 1998. Laboratuar Teknik Notları. Ankara

Mindess, S., Young, J.F., 1981. Concrete. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs. 671s, New Jersey

Noğay, S., 1991. Meslek Bilgisi 1. Öz Yeşim Web Ofset Matbaacılık. 405s, Ankara

Oğuz, C., Türker, F., 1997. Pomza Betonunda Fiziksel ve Mekanik Özellikler Arasındaki İlişkiler, I. Isparta Pomza Sempozyumu. 81-88, Isparta.

Postacıoğlu, B., 1987. Beton-Agregalar, Cilt-2. Matbaa Teknisyenleri Basımevi, 403s. İstanbul.

Shergold, F.A., 1953. The Percentage Words in Compacted Grawel As a Measure of Its Angularity. Mag. Conc. Res.5, No13, p.3-10

Şengün N., Gündüz, L., 2003. Kırmataş Agregası Katkılı Hafif Örgü Harçlarının Teknik Analizi. III. Ulusal Kırmataş Sempozyumu. 143-150, İstanbul.

Tolgay, A., Yaşar, E., Erdoğan, Y., 2004. Nevşehir Pomzasının Agregası Olarak Betonda Kullanılabilirliğinin Araştırılması 5. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu. 145-154, İzmir.

TS 1114, Hafif Agregalar-Beton İçin, 1986

TS 2717, Harç Kumları, 1977

TS 2848, Kargir Duvar Harçları, 1977

TS 3527, Beton Agregalarında İnce Madde Oranı Tayini, 1980

TS 3529, Beton Agregalarının Birim Ağırlıklarının Tayini, 1980

TS 3530, Beton Agregalarının Tane Büyüklüğü Dağılımının Tayini, 1980

TS 3673, Beton Agregalarında Organik Kökenli Madde Tayini Deney Metodu, 1982

TS 4916, Hafif Örgü Harçları- Hafif Agregalarla Yapılmış Duvarlar İçin, 1987

Uğur, İ., 2001. Doğal Yapı ve Kaplama Taşlarının Ses Akustiği ve Kayaç Parametreleri İle İlişkisinin İncelenmesi. S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (yayınlanmamış), 246s, Isparta

Uğur, İ., 2003. Kırmataş Agregalı Hafif Betonların Mühendislik Özelliklerinin İyileştirilmesi Üzerine Bir Analiz, III. Ulusal Kırmataş Sempozyumu. 67-74, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Nazmi ŞENGÜN

Doğum Yeri : AYDIN

Doğum Yılı : 09.06.1978

Medeni Hali : Evli

Eğitim ve Akademik Durumu :

Lise 1993-1997 Nazilli 50. Yıl Anadolu Ticaret Meslek Lisesi

Lisans 1997-2001 Süleyman Demirel Üniversitesi Müh.-Mim. Fakültesi
Maden Mühendisliği Bölümü

Arş. Gör. 2002-..... Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yabancı Dil : İngilizce