

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Edip Öz

**NEVŞEHİR DOLAYLARINDA YÜZEYLENEN ASİDİK POMZANIN HAFİF
BETON AGREGASI OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

ADANA, 2007

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**NEVŞEHİR DOLAYLARINDA YÜZEYLENEN ASİDİK POMZANIN
HAFİF BETON AGREGASI OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİ**

**Edip ÖZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**Bu tez 21.02.2007 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği İle
Kabul Edilmiştir.**

İmza:.....
Yrd. Doç. Dr. Mustafa AKYILDIZ
DANIŞMAN

İmza:.....
Yrd. Doç.Dr. Tolga ÇAN
ÜYE

İmza:.....
Yrd. Doç.Dr. Ahmet DAĞ
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.

Kod No:

**Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5486 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki Hükümlere tabidir..

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**NEVŞEHİR DOLAYLARINDA YÜZEYLENEN ASİDİK POMZANIN HAFİF
BETON AGREGASI OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİ**

Edip ÖZ

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

Danışman : Yrd.Doç.Dr. Mustafa AKYILDIZ

Yıl : 2007, Sayfa : 63

Juri : Yrd.Doç.Dr. Mustafa AKYILDIZ

Yrd.Doç.Dr. Ahmet DAĞ

Yrd.Doç.Dr. Tolga ÇAN

Bu çalışmada farklı oranlarda agregası (asidik pomza ve dere kumu), uçucu kül ve kimyasal katkı kullanarak betonun birim hacim ağırlık, dayanım, ısı ve ses yalıtım özelliklerindeki değişiklikler araştırılmıştır. Yapılan çalışmada asidik pomzanın tek başına beton agregası olarak istenilen şartları vermemesinden dolayı, tasarımlarda asidik pomza ile birlikte değişik oranlarda dere kumu ve uçucu kül kullanılmıştır. Değişik beton tasarımlarının değerlendirildiğinde agregası oranları % 60 asidik pomza, %40 dere kumu, 400 kg çimento, 200 kg uçucu kül, 96 kg su ve çimentonun % 1.5'i kadar kimyasal katkı kullanılarak yapılan betonun yoğunluk (1700 kg/m^3), tek eksenli basınç (310 kgf/cm^2), ısı iletkenliği ($0.48 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$) ve ses yalıtımı (20,17 dB) açısından en iyi sonucu verdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Asidik Pomza, Beton, Isı, Ses Yalıtımı

ABSTRACT

MSc THESIS

THE USAGE OF ACIDIC PUMICES AS LIGHT CONCRETE GREGATE WHICH WAS SEEN AROUND NEVSEHIR

Edip ÖZ

**DEPARTMENT OF GEOLOGICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA**

Supervisor : Asist. Prof. Mustafa AKYILDIZ

Year : 2007, Pages : 63

Jury : Asist. Prof. Mustafa AKYILDIZ

Asist. Prof. Ahmet DAĞ

Asist. Prof. Tolga ÇAN

The interactions on concrete by means of the unit weight, strength, sound and thermal conductivity were investigated in this study, by using mixture of different proportions of aggregates (acidic pumice, sand), fly ash, and chemical additives. As the acidic pumice alone did not satisfy the aggregate requirements of the concrete different proportions of alluvial sand was also used beside the acidic pumice and fly ash. By evaluating various concrete mixture designs, the best design was made by mixture of 60 % of acidic pumice and 40 % of sand, 400 kg of cement, 200kg of fly ash, 96 kg of water and 1.5 % of additive according to the cement amount was found more suitable concrete mixture by means of the unit weight (1700 kg/m^3), uniaxial strength (310 kgf/cm^2), thermal ($0.48 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$) and sound isolation (20,17 dB).

Keywords: Acidic Pumice, Concrete, Thermal, Sound isolation

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimi hazırladığım sırada her türlü yardım ve kolaylığı gösteren hoşgörüsünü esirgemeyen Sayın Danışman Hocam Yrd. Doç. Dr. Mustafa Akyıldız' a teşekkür ederim.

Çalışmalarım esnasında büyük yardımlarından dolayı Kaan Tekinturhan, Subutay Yanık ve Maden Mühendisliği Arş. Gör. Yasin Erdoğan' a teşekkürü borç bilirim.

Yüksek lisans çalışmamın başından itibaren her türlü destek ve fedakârlığı gösteren sevgili aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
2.1. Pomza ve Hafif Beton İle İlgili Önceki Çalışmalar	3
2.2. Nevşehir Bölgesinin Genel Jeolojisi	4
2.2.1. Ürgüp Formasyonu	6
2.2.1.1. Kavak Üyesi	7
2.3. Pomzanın Tanımı	8
2.4. Pomzanın Oluşumu	10
2.5. Pomzanın Kullanım Alanları	12
2.5.1. İnşaat Sektöründe	12
2.5.2. Tekstil Sektöründe	13
2.5.3. Tarım Sektöründe	14
2.5.4. Kimya Sektöründe	15
2.5.5. Diğer Endüstriyel ve Teknolojik Alanlarda	15
2.5.6. Pomzanın Endüstriyel Alanlarda Kullanımına İlişkin Yeni Araştırmalar ve Gelişmeler	16
2.6. Hafif Beton Olarak Pomza	17
2.6.1. Hafif Beton Olarak Pomzanın Önemi	17
2.6.2. Hafif Agregalı Betonlar	18
2.7. Pomza Karışımları TSE Standartları	19
2.8. Pomza Agregalı Betonların Özellikleri	23
2.9. Dünyadaki Pomza Rezervleri	25
2.10. Türkiye’ deki Pomza Rezervleri	26

3. MATERYAL ve METOT	27
3.1. Materyal	27
3.1.1. Agregas	27
3.1.2. Karışım Suyu	28
3.1.3. Çimento	29
3.1.4. Katkı	29
3.1.4.1. Kimyasal Katkılar	29
3.1.4.2. Mineral Katkılar	30
3.1.5. Betonun Tanımı ve Genel Bilgiler	30
3.2. Metot	31
3.2.1. Elek Analizi	31
3.2.2. Özgül Ağırlık ve Su Emmesi	32
3.2.2.1. İri Agregaların Doygun Yüzey Kuru Ağırlık (DYK) Hale Getirilmesi	32
3.2.2.2. İnce Malzemelerin Dyk Hale Getirilmesi	32
3.2.2.3. Kesik Koni Yöntemi	33
3.2.2.4. Kesme Yöntemi	33
3.2.2.5. İri Agregada Özgül Ağırlık ve Su Emme Oranı Tayini	33
3.2.2.6. İnce Agregada Özgül Ağırlık ve Su Emme Oranı Tayini	34
3.2.3. Agregas Karışım Grafiği	35
3.2.4. Agregas Yüzde Hesaplaması	36
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	37
4.1. Elek Analizi.....	38
4.2. Özgül Ağırlık Su Emme.....	41
4.3. Hazırlanan Beton Tasarımları.....	41
4.3.1. T1 Beton Tasarımı.....	41
4.3.2. T2 Beton Tasarımı.....	44
4.3.3. T3 Beton Tasarımı.....	46
4.3.4. T4 Beton Tasarımı.....	48

4.3.5. T5 Beton Tasarımı.....	50
4.4. Tasarımlardan Alınan Numunelerin Basınç Değerleri.....	52
4.5. Ses ve Isı Yalıtımı	55
4.5.1. Ses Yalıtımı.....	55
4.5.2. Isı Yalıtımı.....	56
5. SONUÇLAR	59
KAYNAKLAR	60
ÖZGEÇMİŞ	63

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1	Asidik Pomza İle Bazik Pomzanın Kimyasal Bileşimi.....	9
Çizelge 2.2	Dünya Pomza Rezervleri	25
Çizelge 2.3	Türkiye Pomza Rezervleri Dağılımı	26
Çizelge 4.1	TS EN 206-1 Betonların Yoğunluklarına Göre Sınıflandırılması.....	38
Çizelge 4.2	TS EN 206-1 Betonların Dayanımlarına Göre Sınıflandırılması.....	38
Çizelge 4.3	İnce Malzeme Elek Analizi Sonuçları.....	39
Çizelge 4.4	Orta Malzeme Elek Analizi Sonuçları.....	39
Çizelge 4.5	İri Malzeme Elek Analizi Sonuçları.....	40
Çizelge 4.6	Asidik Pomza Kumu Elek Analizi Sonuçları	40
Çizelge 4.7	Dere Kumu Elek Analizi Sonuçları.....	40
Çizelge 4.8	Asidik Pomza ve Dere Kumunun Su Emmesi ve Özgül Ağırlıkları...41	
Çizelge 4.9	T1 Karışımının Başlangıç ve Düzeltilmiş Tartıları.....	44
Çizelge 4.10	T2 Karışımının Başlangıç ve Düzeltilmiş Tartıları	46
Çizelge 4.11	T3 Karışımının Başlangıç ve Düzeltilmiş Tartıları	48
Çizelge 4.12	T4 Karışımının Başlangıç ve Düzeltilmiş Tartıları	50
Çizelge 4.13	T5 Karışımının Başlangıç ve Düzeltilmiş Tartıları	52
Çizelge 4.14	Basınç Dayanım Test Sonuçları	53
Çizelge 4.15	Hafif Beton için Basınç Dayanımı Sınıfları	54
Çizelge 4.16	Tasarımların Beton Sınıfları Değerleri ve Sınıfların Minimum Değerleri	54
Çizelge 4.17	Çeşitli Malzemelerin Isı İletkenlik Katsayıları Değerleri	57

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.1.	Bazik Pomzanın Genel Görünümü	10
Şekil 2.2.	Asidik Pomzanın Genel Görünümü	10
Şekil 2.3.	Pomza Oluşumunun Sembolik Görünümü	11
Şekil 3.1.	Asidik Pomza Ocak ve Çevresinin Genel Görünümü	28
Şekil 3.2.	TS EN 206-1' e Göre Dmax 16' nın Maksimum ve Minimum Şartname Aralığı	35
Şekil 4.1.	T1 Beton Tasarım Agregası Oran Şartname Grafiği	42
Şekil 4.2.	T1 Tasarımının Karışım Sonrası Görünümü	43
Şekil 4.3.	T2 Beton Tasarım Agregası Oran Şartname Grafiği	45
Şekil 4.4.	T3 Beton Tasarım Agregası Oran Şartname Grafiği	47
Şekil 4.5.	T4 Beton Tasarım Agregası Oran Şartname Grafiği	49
Şekil 4.6.	T5 Beton Tasarım Agregası Oran Şartname Grafiği	51
Şekil 4.7.	Dayanım Değerlendirme Grafiği	53
Şekil 4.8.	Ses Yalıtım Deneyi Sembolik Görünümü	55
Şekil 4.9.	Ses Yalıtımı Grafiği	56
Şekil 4.10.	Isı Yalıtımı Grafiği	58

1. GİRİŞ

Türkiye büyük depremler üretebilen fay ve kırık sistemlerinin bulunduğu jeolojik yapıya sahiptir. Ülkemizde 3 – 5 yıl gibi kısa zaman aralıklarında büyük can ve mal kayıplarına neden olan depremler olmaktadır. Japonya ve ABD gibi gelişmiş ülkelerde 7,4 büyüklüğündeki depremlerde can ve mal kayıplarının olmaması yada çok az olması tesadüf değildir. Bunun nedeni inşaat teknolojilerindeki gelişmeler ve yapılan binalarda pomza, perlit ve gazbeton vb. hafif malzemelerin, yaygın olarak kullanılmasıdır. Hafif malzemeler bina yükünü önemli oranda azaltmaktadır. Depremin oluşturduğu, yatay ve düşey yöndeki şiddetli sarsıntılar, boşluklu malzemeler tarafından emilmekte dolayısıyla bina sallanmakta ancak yıkılmamaktadır.

Diğer önemli nokta ise hafif yapı malzemeleri kullanılan binaların ısıtma ve soğutma giderlerinde % 50' lere varan enerji tasarrufu sağlamasıdır. Pomza, perlit, gazbeton vb. hafif yapı malzemelerini ithal ederek kullanan İsveç, Norveç gibi soğuk ülkelerde bile bir konutun ısıtma maliyeti Türkiye' deki eşdeğer konutun ısıtma maliyetinin yarısından azdır (Doğan ve Şener, 2004). Son zamanlar da ülkemizde bu konuya verilen önem artmaktadır. İnşaat sektöründe hafif beton yapımında pomzanın kullanımı yaygınlaşmaya başlamış ve bu konuyla ilgili araştırmalar artmıştır.

Beton başlıca agregası, su, çimento ve diğer katkı maddelerinden oluşan bir bileşimdir. Bu maddeler birbirleriyle uygun oranda karıştırıldığı zaman kalıplara dökülebilir ve bu kalıpların kolayca şeklini alırlar. Çimentonun su ile kimyasal reaksiyona girmesi sonucu belli bir zaman süresi içinde bu bileşim sertleşir ve mukavemet kazanır.

Kum ve çakıl agregaları ile yapılmış normal betonların birim hacim ağırlıkları 2000–2600 kg/m³ civarındadır. Beton yapımında kullanılan kum, çakıl veya çimentonun bir kısmı beton yapısında hava boşlukları meydana getirdiği için geleneksel agregalar yerine hafif ve çok hafif agregalar kullanıldığında betonun hacim ağırlığı azaltılabilmektedir. Bu yolla üretilen kuru birim hacim ağırlığı 2000 kg/m³'den düşük olan betonlar, hafif beton olarak adlandırılmaktadır (Gündüz ve diğ., 1998).

Bu konuda daha önce kalker agregası yerine farklı oranlarda pomza ilavesi yapılarak ve sadece pomza kullanılarak (çoğunlukla toz halde) beton çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmada ise kalker kullanılmadan ve asidik pomzanın tane boyu yüksek kullanılarak (tane boyu 0-4, 4-8, 8-16) beton çalışmaları yapılmıştır. Ancak asidik pomzanın gözenekli yapısı ve yoğunluğunun 1 gr/cm³' e yakın bir değer olmasından dolayı çimento karışımının içine mukavemeti arttırmak için belli oranlarda kül ile dere kumu ilave edilmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR**2.1. Pomza ve Hafif Beton İle İlgili Önceki Çalışmalar**

Pasquare (1968) Orta Anadolu Senozoyik volkanizmasında çalışmalar yapmış ve volkanizmanın ilk kez Orta Miyosen'de ignimbiritlerle başladığını, bunu volkanik kül, lapilli tuf ve aglomeraların izlediğini, daha sonra bazaltik andezit, dasit ve riyodasitlerin oluştuklarını, en son olarak da Hasandağı'nın Kuvaterner yaşlı bazaltik lavlarıyla volkanizmanın sona erdiğini belirtmiştir.

Açıkgöz ve Öz (1980) Nevşehir bölgesi pomzanın yayılım alanı, jeolojisi ve diğer birimlerle ilişkisi tespit çalışması yapmıştır. Çalışmalarında jeolojik harita yapmayı Dr. G. Pasquare ve Dr. Sason' yaptığı jeoloji haritalarından yararlanmışlardır.

Şahin (1996) Van ili Erciş ilçesi Kocapınar yöresi hafif agregasının hafif beton üretiminde kullanılabilirliğini araştırmıştır. Araştırma sonucunda hafif agreganın hem yalıtım maksatlı hem de taşıyıcı olarak kullanılan hafif betonların üretiminde kullanılabileceği ve puzolanik özelliğinin olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Türkmen (1997) Van Erciş yöresi Kocapınar mevkiinden temin edilen hafif agreganın değişik oranlarda karıştırılması ile üretilen hafif betonların donma-çözünme dayanıklılıklarını araştırmıştır. Araştırmasında, hafif agreganın kullanılmasıyla elde ettikleri betonların, normal betonlara göre donma-çözülme daha dayanıklı olduğunu görmüştür.

Ulus (1997) Mevcut betona alternatif olarak, hafif ekonomik ve ısı iletimi daha düşük bir taşıyıcı beton üretebilmek için, bölgede mevcut olan fakat şuanda beton üretiminde kullanılmayan, Erzincan Mollaköy ham perlit agregasının taşıyıcı hafif beton üretiminde kullanılabilirliğini, elde edilen betonların izolasyon kabiliyetini ve puzolanik özelliğini araştırmıştır. Beton basınç mukavemetini, dozajının artması ile arttığını ve çökmenin artması ile azaldığını görmüştür. Ayrıca normal betonlara göre birim ağırlıkta % 23 ile % 29, ısı iletiminde % 69 civarında bir azalma elde etmiştir.

Aydın (1998) Erzurum Tortum yöresinden aldıkları diyatomitin, Van Erciş yöresinden aldıkları pozanın ve doğu linyit işletmelerinin Aşkale kömür ocaklarından atık olarak çıkartılan ve madencilik literatüründe pasa olarak geçen atık malzemelerin çimento ağırlığına oranla beton katkı malzemesi olarak kullanılması durumunda betonların bazı mekanik ve fiziksel özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Yaptığı deneyler sonucunda diyatomit, pomza ve pasanın kabul edilebilir sınırlar içerisinde betonların basınç dayanımlarında ve elastisite modüllerinde düşüşlere sebep olduğunu gözlemiştir.

Kan (1999) Pasinler/ Esendere (Badicivan) köyü yakınındaki ocaklardan elde edilen volkanik tüf kumunun harç yapımında kullanılabilirliğini araştırmıştır. Araştırma sonucunda çalışması yapılan malzeme içerisinde bulunan tras ve volkanik tüfün, harcın sıvaşma ve yapışma kabiliyetini arttırdığı harç basınç dayanımının yeterli olduğu duvar ve sıva harcı yapmak için uygun bir malzeme olduğu kanısına varmıştır.

Khandaker ve Hossain (2002) Hafif beton üretiminde kaba agregası olarak ve çimentonun yerine pomzanın kullanılabilirliği üzerine araştırmalar yapmışlardır. Araştırmada çimentonun yerine % 0–25 arasında öğütülmüş pomza ve kaba agreganın yerine hacimce % 0 – 100 arasında pomza agregası kullanılarak pomzanın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin taze ve sertleşmiş beton üzerindeki etkilerini incelemiştir. Test sonuçları çimentonun yerine % 15' e kadar öğütülmüş pomza kullanılarak yapılan betonların kullanılabilir olduğunu ortaya koymuştur.

Dinçer ve Çağatay (2004) Bu çalışmada, normal agreganın ve normal iri agreganın yerine %0, %25, %50, %75, %100 oranlarında pomza agregası kullanılarak taşıyıcı hafif betonların mekanik özellikleri araştırılmıştır.

2.2. Nevşehir Bölgesinin Genel Jeolojisi

Kapadokya Bölgesi' ndeki Erciyes, Hasandağ' ı ve Göllüdağ jeolojik devirlerde aktif birer volkandı, volkanların püskürmeleri Üst Miyosen'de (10 milyon yıl önce) başlayıp, Pliyosen'e (2 milyon yıl önce) kadar sürmüştür. Neojen gölleri altındaki yanardağlardan çıkan lavlar, plâto, göller ve akarsular üzerinde 100 - 150 m

kalınlığında, farklı sertlikler halinde tuf tabakasını oluşturmuştur. Bu tabakanın bünyesinde tüften başka tüffit, ignimbirit tuf, lahar, volkan külü, kil, kumtaşı, marn, aglomera ve bazalt gibi jeolojik kayalar bulunmaktadır (Sesveren, 2004).

Bölgede Mesozoyik öncesi en yaşlı birim Kalkanlı Dağı Formasyonudur. Silimanit – kuvars – şist, kuvars mikaşist, gnays, biyotit şist, amfibolit şistlerden oluşan ve birbirleriyle geçişli bazen bantlı ve mercek yapıları olup gri, yeşilimsi, mavimsi renklerde ve sık kıvrımlıdır.

Üst Kretase öncesi bölgeye yerleşen granit, granit porfir, granodiyorit, gabro, riyodasit ve silisli kayalardan Ortaköy Granotoidi ve bunları kesen gabro kayaları ile Üst Kretase yaşlı riyolit, porfir, trakit, andezitlerden oluşan Kızıltepe volkanitleri Tersiyer yaşlı birimler tarafından örtülmektedir.

Üst Miyosen – Pliyosen yaşlı birimlerden Tuzköy Formasyonu sarı renkli, ince tabakalı silt taşı, silistli kil taşı ve tüffit ardalanmalıdır. Bu birim ile uyumlu olarak beyazımsı – gri renkli çapraz tabakalı kumtaşı, çakıllı kumlu tüffit, miltaşı, kiltası ile kabakumtaşı ve çakıl taşlarından oluşan ortalama 200 m kalınlığındaki Yüksekli Formasyonu bulunmaktadır (Nevşehir valiliği, 2004).

Geniş bir alanda volkano-tortul şeklinde yüzeyleyen Üst Miyosen – Pliyosen yaşlı Ürgüp Formasyonu, aşağıdaki üyeler ile temsil edilmektedir.

Kavak Üyesi: Açık kahve, beyazımsı renkli, homojen ignimbirit, ankelit ve pomza içermektedir.

Haltarpınar Üyesi: Genelde lateritik toprak, kumlu, siltli, killi karışımlar halindedir.

Sarımadantepe Üyesi: Masif kalın tabakalı ignimbiritlerden oluşmuştur.

Damsa Bazaltı: Tabanda gözenekli olivin bazalt, üstte ise hipersten ve ojitce zengin, gözenekli olivinsiz bazalt karakterindedir.

Cemil Köy Üyesi: Pomzalı volkano-tortul bir birimdir.

Tahar Üyesi: Orta-kalın tabakalı pembe renkli tüffit tabakalarından oluşmuştur.

Karadağ Üyesi: Nevşehir yapı taşı olarak tanınan tüfitik karakterli, kalın tabakalı karışık lahar çökelleridir.

İncesu Üyesi: Gri, pembe renkli dasitik tüftür.

Ağıllı Üyesi: Aglomera, kumtaşı, kiltası ve tüfitten oluşmaktadır.

Salur Üyesi: Kum, kumtaşı ve tüflü çakıltaşından oluşmaktadır.

Topuzday Bazaltı: Alt düzeyleri olivinsiz, ojit ve hiperstence zengin, üst düzeyleri olivin bazalt özelliğinde lav akıntısıdır (Nevşehir valiliği, 2004).

Koşladağ Üyesi: Marnlarla başlayıp gölsel killi kireçtaşlarına geçen birimler 30 m kalınlığındadır ve Ürgüp Formasyonunun üst düzeylerini oluşturmaktadır.

Kızılkaya ignimbiriti: Toplam kalınlığı 25m' yi bulan andezitik karakterli sütunsal yapılu olup üst seviyelerde volkanik çakılıdır.

Kuvaterner yaşlı birimler şu şekilde ayırtlanmıştır.

Lav parçası ve obsidiyence zengin, camsı ve pomzalı Alacaşar tüfü, pumisce zengin kumtepe külü, volkanik cam özelliğindeki Bogazköy obsidiyeni, Acıgöl çevresinde görülen andezitik pomza, kül, temel kazıntı parçalarından oluşan piroklastik bileşenli Korudağ andezitik camı, üst seviyelerde obsidiyen içeren perlit yumrulu Göllüdağ tüfü, teknesel çapraz tabakalanmanın sık görüldüğü çakıl, kum ve kil çökellerinden oluşan Kızılrırmak çakıltaşı, olivin bazalt özellikli Kızıldağ bazaltı, bazaltik andezit ve traki-andezit nitelikli karnıyarıktepe bazaltı, volkan bombası, kül ve bazaltik cüruf konileri, çoğunlukla Kızılrırmak nehri boyunda yüzeyleyen yaklaşık 10 m kalınlığındaki çakıltaşı, kumtaşı ve milden oluşan eski alüvyon ile yamaç molozlar ve çakıl, kum, mil ve topraktan oluşan alüvyon en genç birimler olarak sınıflanmaktadır (Nevşehir valiliği, 2004).

2.2.1. Ürgüp Formasyonu

İlk kez Pasquare (1968) tarafından Ürgüp Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Birim Atabey ve diğ. (1987)' in Tuzköy Formasyonun'na, Temel (1992)' in Çökek Üyesine karşılık gelmektedir.

Bu formasyonunun egemen kaya türlerini yeşil, beyaz renkli kıltaşları, marnlar, sarı renkli ince tabakalı kumtaşları, yer yer jips kristalli düzeyler, sarı, beyaz renkli killi kireçtaşları, çok sayıda ignimbirit seviyeleri (Kavak, Zelve, Sarımadentepe, Cemilköy, Tahar, Gördeles ignimbiriteri), kıltaşı, tuf, sarı kumtaşları (Mustafapaşa Üyesi) ve bunlarla girik olarak bulunan, bazaltik ara düzeyler (Sarica

Volkaniti) ve en üst kesimde yer alan bazaltik çakılların oluşturduğu yersel çakıltaşı (Akarsu Çakıltaşı) oluşturmaktadır (Dönmez ve diğ., 2003).

Ürgüp Formasyonu içinde yer alan ignimbiritler çok geniş alanlara yayılmış olup, Cemilköy, Tahar ve Gördeles ignimbiritleri kuzey kesimlerde derin gösel çökellerle ardalanmalı olarak bulunurken, güney kesimde sığ göl ve akarsu çökelleri ile ardalanmalı olarak izlenmektedir. İgnimbiritler çökelenin olmadığı yerlerde doğrudan birbirleri üzerine gelmektedirler. Ürgüp Formasyonu'nun en yaşlı ve en genç çökelleri dikkate alındığında bu havzanın 6 my' lık bir sürede bölgede varlığını sürdürdüğü anlaşılmaktadır (Dönmez ve diğ., 2003).

Temel (1992) Ürgüp Formasyonu'nun alt düzeylerinde yer alan Kavak Üyesi'nden yaptığı yaş tayininde birimin yaşının 11.2 ± 2.5 my olduğunu saptamıştır. Diğer araştırmacılar tarafından birimin içinde yer alan ignimbiritlerde yapılan yaş tayinlerinde Üst Miyosen yaşını gösteren radyometrik değerler bulunmaktadır. Bu nedenle Ürgüp Formasyonunun yaşı Üst Miyosen olarak kabul edilmiştir. Ayrıca formasyonun değişik düzeylerinde rastlanılan omurgalı fosillerine dayanılarak da Üst Miyosen yaşı verilmiştir (İzbırak ve Yalçınlar, 1951; Pasquare, 1968).

2.2.1.1. Kavak Üyesi

İlk defa Pasquare (1968) tarafından Kavak Üyesi olarak adlandırılan birim Schumacher ve diğ. (1990) tarafından Alt ve Üst Göreme ignimbiritleri olarak ikiye ayrılmış, Le Pennec ve diğ. (1994) tarafından ise Kavak İgnimbiriti olarak adlandırılmıştır.

Le Pennec et al., (1994)'e göre Kavak ignimbiritleri kül döküntüleri ve akış çökeltilerinin gömülü yatakları ile volkanoklastik sedimanterden oluşur ve bu birim Kapadokya bölgesinin 2600 km²' lik alanını kaplar.

Kavak üyesi; açık kahverengi, beyazımsı renkli homojen ignimbirit, ankelit ve pomza içermektedir. Birim içerisinde beyaz-kirli renkli, andezitik bileşenli, camsı tüftü köşeli parçacıklı pomza külü düzeyleri izlenmektedir (Nevşehir valiliği, 2004).

Stratigrafik veriler Kavak İgnimbiriti ürünlerinin birkaç fazda püskürdüğünü göstermekte olup, bu ignimbiritler Nevşehir güneyindeki Çardak çöküntüsünden kaynaklanmışlardır (Le Pennec ve diğ., 1994).

2.3. Pomzanın Tanımı

Pomza veya Ponza adı İtalyanca' dan gelir. Değişik dillerde farklı adlandırılır. Fransızca' da Ponce, İngilizce' de orta taneli olanlara Pumice, ince taneli olanlara Pumicite denir. Almanca' da iri taneli olanlara Bimsstein, küçük taneli olanlara Bims adı verilmektedir. Türkçe' de ise sünger taşı, nasır taşı, topuk taşı gibi adlarla bilinmektedir.

Pomza; boşluklu, süngerimsi, volkanik olaylar neticesinde oluşmuş, fiziksel ve kimyasal bir etkene karşı dayanıklı, gözenekli camsı volkanik bir kayadır. Oluşumu sırasında bünyedeki gazların ani olarak bünyeyi terk etmesi ve ani soğuma nedeniyle, makro ölçekten mikro ölçeğe kadar sayısız gözenek içerir. Gözenekler arası genelde bağlantısız boşluklu olduğundan hafif, suda uzun süre yüzebilen, permabilitesi düşük ve izolasyonu (ısı - ses yalıtımı) oldukça yüksektir. Sertliği Mohs skalasına göre 5-6' dır. Kimyasal olarak % 75' e varan silis içeriği bulunabilmektedir (Gündüz ve diğ., 1998a). Pomzanın genel olarak kimyasal bileşiminde;

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

bulunmaktadır. Kayacın içerdiği SiO₂ oranı, kayaca abrasif özellik kazandırmaktadır. Bu yüzden çeliği rahatlıkla aşındırabilecek bir kimyasal yapı sergilemektedir. Al₂O₃ bileşimi ise ateş ve ısıya yüksek dayanım özelliği kazandırır. Na₂O ve K₂O tekstil sanayinde reaksiyon özellikleri veren mineraller olarak bilinmektedir.

Asidik ve bazik volkanik faaliyetler neticesinde iki tür pomza oluşmaktadır. Bunlar asidik pomza ve bazik pomzadır. Bazik pomzaya bazaltik pomza veya Scoria da denilmektedir. Bazaltik pomza, koyu renkli, kahverengimsi, siyahımsı olabilmektedir. Özgül ağırlığı 1-2 civarındadır. Asidik pomza , beyaz, kirli görünümde ve grimsi beyaz renkte olup özgül ağırlığı bazaltik pomzadan hafif ve 0,5-1 civarındadır. Kimyasal bileşiminde; Silisyum, Alüminyum, Potasyum ve Sodyum ihtiva eder ve bu bileşimler nedeniyle açık renkli görünüm sergilemektedirler. Asidik ve bazik özellikler taşıyan pomzaların tipik kimyasal bileşimleri Çizelge 2.1. de verilmiştir (Gündüz ve diğ., 1998a).

Çizelge 2.1. Asidik Pomza ile Bazik Pomzanın Kimyasal Bileşimi (Gündüz ve diğ., 1998).

<u>Bileşim</u>	<u>Asidik Pomza</u>	<u>Bazaltik Pomza</u>
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



Şekil 2.1. Bazik Pomzanın Genel Görünümü (www.isbasbims.com.tr)



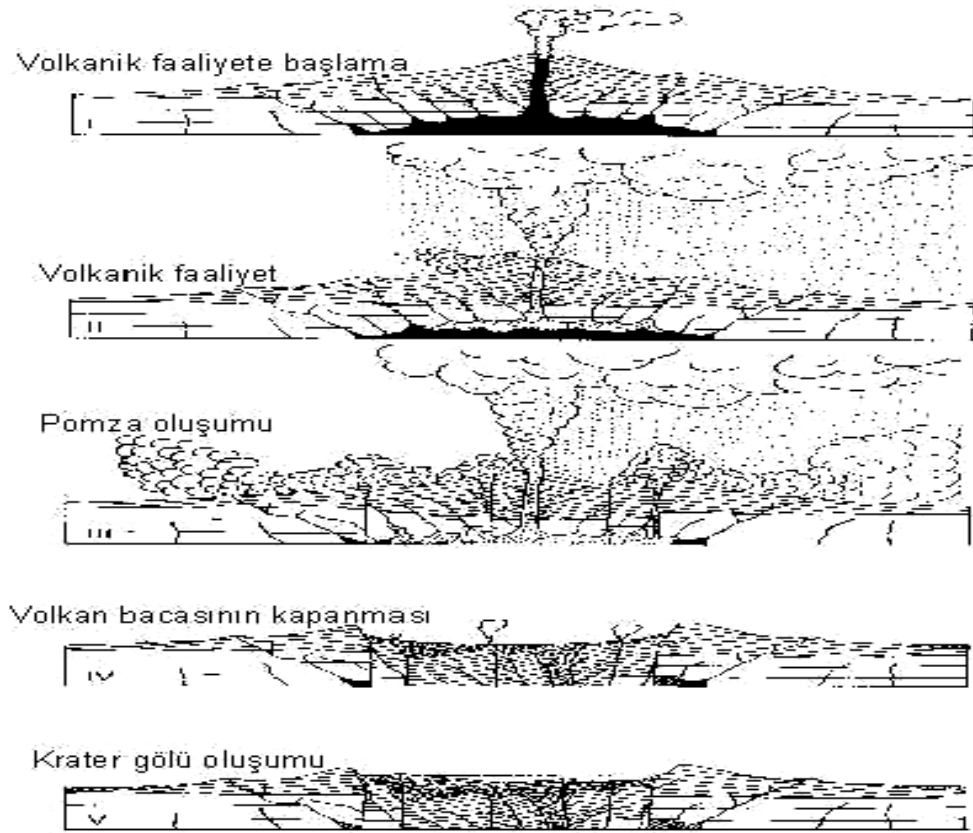
Şekil 2.2. Asidik Pomzanın Genel Görünümü (www.isbasbims.com.tr)

2.4. Pomzanın Oluşumu

Asidik mağma bazik mağmaya nazaran daha vizkozdur ve yüksek silis içerir. Bazik mağmanın sıvı olduğu sıcaklıklarda asidik mağma katı halde bulunur. Bu nedenle volkanik aktivitenin durduğu zamanlarda mağma akışı da durarak asidik kayaç kütleleri oluşur. Basıncın artması ile asidik malzeme ile birlikte mağmadaki erimiş gazlar büyük patlamalar şeklinde bacadan püskürmeye başlar. Ani basınç serbestleşmesi, ani genleşmeleri olur. Bu esnada bünyedeki uçucu bileşenlerin ani olarak kaçmasına neden olur. Uçucuları takiben, arkada kalan erimiş küresel parçalar, atmosferle temas eder etmez hızla soğurlar. Böylelikle pomza oluşur. Burada pomza oluşumunu kontrol eden faktörler :

- Püskürme süresi,
- Ara süreleri,
- Mağmanın ısısı,
- Mağmadaki erimiş gaz miktarı,
- Püsküren malzemenin soğuma zamanıdır (Gündüz ve diğ., 1998a).

Bu oluşan pomza parçaları, volkan bacalarının yakınından itibaren uzaklara doğru hava akımının etkisiyle, eski yüzey şekline uygun olarak depolanır. Bu durumdaki pomza yatakları oluşmuş olup, bu yataklar zamanla akarsular tarafından taşınarak uygun havzalarda depolanabilirler. Bu şekilde oluşan yataklar içinde % 1-3 oranında andezit, traki-andezit, bazalt, obsidyen gibi volkanik kayaç parçaları bulunur. İkincil durumda oluşan pomza yataklarında ise, yabancı maddeler daha fazla olabilmektedir (Şekil 2.3. Riitman, 1976) (Gündüz ve diğ., 1998a).



Şekil 2.3. Pomza Oluşumunun Sembolik Gösterimi (Rittman, 1976)

2.5. Pomzanın Kullanım Alanları

Günümüzde pomzanın kullanım alanları çok geniş olmakla birlikte ana sektörü inşaat sektörüdür. Kullanıldıkları yerlere göre 5 ayrı grupta değerlendirilebilir (Reyhanoğlu, 1988). Bunlar :

- İnşaat sektöründe
- Tekstil sektöründe
- Tarım sektöründe
- Kimya sektöründe
- Diğer endüstriyel ve teknolojik alanlarda

2.5.1. İnşaat Sektöründe

Pomza, ülkemizde ve dünyada geniş anlamda inşaat sanayinde kullanılmaktadır. Ülkemizde üretilen pomzanın %80'i iç piyasada inşaat endüstrisinde hafif beton agregası olarak tüketilmektedir. Pomza, perlitin kullanıldığı alanların, genellikle tümünde kullanılmaktadır. Perlit gibi genişletmek için enerji ve yatırım gerektirmediğinden inşaat sektöründe son yıllarda kullanımı hızla yaygınlaşmaktadır. Pomza normal kum ve çakılın 1/3 - 2/3 'ü kadar yoğunluğa sahiptir. Aynı durum pomza ile yapılan betonlarda da görülür. Pomza betonu normal betondan hafif olması sebebiyle zaman ve işçilikten tasarruf sağlamaktadır. Ayrıca zemin mekaniği açısından, temele iletilen yükler dikkate alındığında % 17 civarında inşaat demirinden tasarruf sağlar. Pomzanın ısı iletkenlik katsayısı dikkate alındığında, normal betondan 6 kat daha fazla izolasyon sağladığı tespit edilmiştir. Bu özelliğinden dolayı yaşam ve iş mekanlarında kullanımı ile büyük çapta enerji tasarrufu sağlamaktadır.

Pomza, her geçen gün yeni bir kullanım alanı bulunan bir hammaddedir. Pümisit adı verilen ve bazen de volkan külü, volkan tozu olarak adlandırılan ince taneli olanları çimentoda katkı malzemesi olarak kullanılmaktadır. Pümisite bu alanda kullanım imkanı veren özelliği, onun yüksek puzzolanik aktivitesinden kaynaklanmasıdır (Gündüz ve diğ., 1998a).

Pomza, ülkemizde ve pek çok Avrupa ülkesinde yaygın olarak hafif yapı elemanı üretiminde kullanılmaktadır. Hafif tuğlalar, bloklar, asmolenler, paneller ve diğer kullanım şekilleri inşaatla kullanılan harç ve inşaat demirinden tasarruf sağladığı gibi, inşaatlarda önemli oranda ısı ve ses izolasyonu sağlamaktadır. Ayrıca yangına dayanıklılık açısından da normal betona kıyasla %20' ye varan oranda daha emniyetli olduğu kabul edilmektedir. Bunun yanında hafif yapı elemanı nakliyesi daha kolaydır. Pomzalı betonun normal betona kıyasla önemli bir avantajı da deprem yüklerine karşı daha elastik davranış gösterebilmesidir. Ayrıca pomzalı beton ve yapı elemanları dondan etkilenmemektedir (Gündüz ve diğ., 1998a).

2.5.2. Tekstil Sektöründe

Tekstil sektörünün bazı dallarında pomza, aranan ve azımsanmayacak miktarlarda tüketilen önemli girdi hammaddelerinden biri olmuştur. Yaygın olarak kot taşlama olarak bilinen bu işlemde ve kot kumaşların renklerin açılması (ağartılması) ve kumaşın yumuşatılması yapılmaktadır. Bu sektörde pomzanın belirli fiziko-kimyasal özellikleri taşınması aranır. Bu özellikler özetle aşağıda sunulmuştur:

- Pomza orta sertlikte olmalı ve kırılmadan ezilmelidir,
- Minerolojik yapısında pomzadan sert mineral olmamalıdır (Kumaşı çizmemelidir),
- Yabancı madde içermemeli, kimyasal yapısında içerdiği FeO, K₂O ve Na₂O miktarları istenilen limitlerde olmalıdır (Kumaşı boyamamalıdır),
- Kuru, yüksek poroziteli ve yuvarlatılmış olmalıdır,
- Kullanılan pomzanın kalitesi standart olmalıdır,
- Beyaz renkte ve suda belirli süre yüzme kabiliyetine sahip olmalıdır,
- Su emme miktarı, istenilen limitlerde olmalıdır (Gündüz ve diğ., 1998a).

2.5.3. Tarım Sektöründe

Pomza gelişmiş ülkelerin çoğunda tarımda kuraklığa çare olarak başvurulan seçeneklerden bir tanesidir. Bünyesine aldığı suyu uzun müddet muhafaza ederek sürekli olarak nemli bir ortamın oluşmasını temin ettiğinden, kuraklığa çare olarak kısmi bir çözüm getirirse de yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bugün su kaynakları yetersiz olan İsrail, Suudi Arabistan, Kuveyt gibi ülkeler, iklimin sıcak olması ve sulama suyunun da aşırı buharlaşmadan kaynaklanan su kaybının önüne geçilebilmesi için, toprağın altında belirli bir derinlikte ve belirli bir kalınlıkta serilen pomza tabakası içerisine (yastıklama), toprak altından su vererek, bitkilerin ihtiyacı olan suyun direkt olarak köklere ulaşması sağlanmakta ve buharlaşmadan kaynaklanan su kaybının önüne geçilmektedir (Reyhanoğlu, 1988).

Toprağın su tutma özelliğinin iyileştirilmesi (hidrokültür) özellikle su problemi olan bölgeler için çok önemlidir. Perlit 760-1200°C arasında, kil 1200°C de genişletilerek tarımda kullanılmaya uygun hidrokültür hammaddesi haline dönüştürülmektedir. Pomza ise doğal halde bir hidrokültür hammaddesi olduğundan maliyeti geliştirilmiş perlit ve kile kıyasla çok daha düşüktür. Son yıllarda bu konuda bazı Avrupa ülkeleri (Hollanda, İsveç vb.) ve Japonya bu tip araştırmaları kapsamlı bir şekilde yürüten ülkelerin başında gelip bu ülkelerde topraksız veya çok az toprakla ve çok az su ile bitki yetiştirilmektedir. Ülkemizde bu alandaki çalışmalar henüz deneme safhasındadır.

Pomza, tarımda hem ucuz hem de özellikleri açısından bitkiler için önemli bir hammadde (girdi) durumdadır. Tuttuğu, suyu/nemi içinde bulunduğu ortama göre ayarlayarak gerektikçe bitkiye verebilen pomzanın bu alanda kullanılabilmesi için, bazı özelliklerinin uygun olup olmadığının (su tutma faktörü, besin emme özelliği, gözenek durumu, granüllerin görünür yoğunluğu vb.) analizi gerekmektedir: Bu analizlere geçilmeden önce tane boyutu açısından uygun ve yeterli aynı özelliklerde yeterli rezerve sahip, değişmeyen kalitede pomza kullanım gerekliliği açısından önemlidir.

Öte yandan sıvı gübre kullanımı söz konusu olduğunda, pomza gübre kaybını minimuma indirdiği gibi, yeraltı su kaynaklarının kirlenmesinin de önüne geçmektedir(Reyhanoğlu, 1988).

2.5.4. Kimya Sektöründe

Günümüzde pomza aşağıda sunulan kimya endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır:

- Tarım ilaçları ve kibrit sanayinde taşıyıcı olarak,
- Gübre sanayinde gübrenin topaklaşmasının önlenmesinde antikek maddesi olarak,
- Diş macunlarında ve dişçilikte parlatma keki ve tozu olarak,
- Birçok sektörde absorban malzeme olarak,
- Temizlik ve deterjan sanayinde katkı malzemesi olarak,
- Özel tip boyalarda (akustik ve yalıtımlı boyalarda, pürüzlü duvar kaplamalarında, trafik boyalarında, kaymaz tip boyalarda, katkı malzemesi olarak (Reyhanoğlu, 1988).

2.5.5. Diğer Endüstriyel ve Teknolojik Alanlarda

- Kuyumculuk, metal, cam ve plastik sanayinde abrazif (aşındırıcı),
- TV tüpleri, elektronik devre ve çiplerin üretiminde hassas temizleme maddesi,
- Yol tutucu-kaymaz tip oto lastikleri üretiminde katkı,
- Asfalt kaplamalarda (özellikle sıcak iklimli bölgelerde) yüzeye bitüm kusmayı engelleyici katkı maddesi,
- Karayollarında buzlanmaları kontrol altına almada,
- Dekoratif ve yalıtımlı, hafif tavan kaplama malzemelerinin imalinde, gibi pek çok sektörde kullanım imkanı bulmaktadır (Reyhanoğlu, 1988).

2.5.6. Pomzanın Endüstriyel Alanlarda Kullanımına İlişkin Yeni Araştırmalar ve Gelişmeler

Pomza kullanımında farklı amaçlarla yeni kullanım imkanları yapılan bir çok araştırma ve inceleme çalışmaları ile analiz edilmektedir. Bu araştırmalara örnekler aşağıda verilmiştir:

- Yiyecekleri hijyenik ortamda koruma amaçlı geçirgen film üretiminde,
- Hijyenik ortamda yiyecek saklama kabı imalinde,
- Polimer dolgulu fast-food paketleme malzemesi imalinde,
- Silikondioksit imalinde,
- Zeolitlerin hidrotermal sentezinde,
- Tarihi eserlerin dış yüzeylerinin püskürtme metodu ile temizlenmesinde,
- Gaz geçişli ve sıvı tutucu agregaların imalinde,
- Hafif termoplastik reçine esaslı kalıpların yapımında,
- Empresyon edici materyal imalinde,
- Pomza ile agarose jelinden DNA'ın geri kazanımında,
- Granül olarak nem emici ve geri verici malzeme olarak,
- Granül veya monolitik formlarda silikon kaplama imalinde,
- Konsolidasyona müsait inşaat alanlarının zeminlerinin iyileştirilmesi ve su drenajında,
- Protein emici materyal imalinde,
- Yazıcı mürekkebi imalinde,
- PVC kaplamada dolgu materyali olarak,
- Uzay teknolojisinde yüksek ısıya dayanıklı seramik ve kabin camı imalinde,
- Otomobil endüstrisinde ısı ve ses yalıtımında dolgu malzemesi olarak kullanım alanları araştırılmaktadır (Davraz, M., 2001).

2.6. Hafif Beton Olarak Pomza

Hafif malzemelerin, ucuz olması, teknoloji ithali ve büyük yatırımlar gerektirmeleri, başta ısı yalıtımından sağlayacağı enerji tasarrufu olmak üzere işçilik, demir ve kereste tasarrufu vb. bu konuda önemli avantajlar olarak gösterilmektedir. Pomza agregalı hafif betonlar, bugünkü modern yapı endüstrisinde, istenen az ağırlık yanında ısı direnci, ses absorpsiyonu ve yangına karşı direnci gibi en iyi özelliklere sahiptirler (Gündüz ve diğ., 1998b).

2.6.1. Hafif Beton Olarak Pomzanın Önemi

Yapılan araştırmalarda normal beton yerine pomza agregalı hafif beton kullanılmasının başlıca sebepleri arasında, hafiflikleri nedeniyle kesitlerin küçülmesi ve dolayısıyla donatı ve malzeme ekonomisi sağlanması yer almaktadır. Ayrıca, kullanılabilir mekanların artması, ısı ve ses yalıtımı için ikinci bir malzeme kullanımına ihtiyaç göstermemesi, donma çözülme ve ateşe dayanımlarının yüksek olması ve depreme dayanıklı olmaları gibi özelliklerinden dolayı tercih edilmektedirler.

Hafif yapı elemanlarının boyutuna göre TS 3234'te pomza taşı en büyük tane boyutunun 20 mm, 12,5 mm veya 10 mm olması gerektiği öngörülmüştür. Gevşek birim hacim ağırlığı TS 1114 standardına göre hafif agregada 1100 kg/m^3 ü geçmemelidir. TS 3234'e göre bims betonda pomza için kuru gevşek birim hacim ağırlığı karışık agregada 600 kg/m^3 olmalıdır. Kil topakları TS 707'ye göre kuru agreganın ağırlığının %2'sini geçmemelidir. Yanıcı madde oranı TS 1114'e göre hafif agregada %5'i geçmemelidir. Sülfat miktarı TS 1114'e göre hafif agregada, kuru agreganın ağırlığının %1,5' ni geçmemelidir. Özgül ağırlığı farklı çıkabilir. Su emme; pomzanın 10 dk.' da, 1 saatte emebileceği suyun %90' ını emdiğini belirtmektedir. Pomza, normal ticari aralık olarak, kaba metalleri bitirmek için -6 mesh, (ince) iyi bir parlaklık için -200 mesh'tir (Gündüz ve diğ., 1998b).

2.6.2. Hafif Agregalı Betonlar

Kum ve çakıl agregaları ile yapılmış normal betonların birim hacim ağırlıkları 2000–2600 kg/m³ civarındadır. Beton yapımında kullanılan kum, çakıl veya çimentonun bir kısmı beton yapısında hava boşlukları meydana getirdiği için geleneksel agregalar yerine hafif ve çok hafif agregalar kullanıldığında betonun hacim ağırlığı azaltılabilmektedir. Bu yolla üretilen kuru birim hacim ağırlığı 2000 kg/m³'den düşük olan betonlar, hafif beton olarak adlandırılmaktadır. Kuru birim hacim ağırlığı 800 kg/m³'den düşük betonların yapım yöntemleri, kullanım koşulları ve alanları farklı olduğundan, çok hafif betonlar olarak adlandırılmak yerinde olacaktır. Hafif agreganın tarifini yapmak gerekirse, hafif agrega (beton için), su, çimento ve gerektiğinde katkı maddeleri ile karıştırılarak hafif beton imalinde kullanılan, gevşek birim ağırlığının en büyük değeri 1200 kg/m³' ü aşmayan, kırılmış veya kırılmamış gözenekli inorganik agregadır (TS 1114, 1986). Normal ağırlıklı beton; maliyetinin ucuzluğu, yüksek dayanımı, kolay işlenebilme özelliği ve monolitik yapısı gibi özelliklerinden dolayı, diğer yapı malzemelerine göre daha fazla kullanılmaktadır. Ancak bu betondan inşa edilen yapı elemanlarının birim ağırlıklarının fazla olması istenmeyen bir durumdur (Gündüz ve diğ., 1998b).

Bu elemanlar kendi öz ağırlıklarını taşıyabilmek için oldukça fazla enerjiye ihtiyaç duymaktadırlar. Bu nedenle, normal betonda kullanılan tabii agrega yerine boşluklu hafif malzemenin kullanımı ile daha hafif beton üretimi yoluna gidilmiş ve bu konuda önemli ilerlemeler sağlanmıştır. Hafif beton üretiminde doğal hafif ve suni hafif agregalar olmak üzere iki tip agrega kullanılmaktadır;

Doğal hafif agrega; meydana gelişleri sırasında gözenekli bir yapı kazanmış bulunan, tuf, bims (pomza), sünger taşı, lav cürufu, diatomit v.b. agregalardır.

Suni hafif agrega; yüksek fırın cürufu, kil, uçucu kül, kuvarsit, genişletilmiş perlit, obsidiyen, açılmış vermikülit, genişletilmiş şist, genişletilmiş arduvaz v.b. agregalardır (Gündüz ve diğ., 1998b).

Ancak suni agreganın inşaat sektöründe üreticilerinin azlığı nedeniyle temin edilmesi oldukça zordur. Hafif agregadan üretilen betonun, düşük yoğunluğu, ısı yalıtımı, yangına karşı dayanımı, ısı şoku dayanımı ve deformasyonla ilgili

özellikleri önemli avantajları olmaktadır. Hafif agregalar, tane büyüklüğü dağılımına göre; ince agrega, iri agrega, karışık agrega olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (TS 1114, 1986):

Yalıtım betonlarında	400 kg/m ³
Ortalama mukavemetli betonlarda	400 kg/m ³ - 650 kg/m ³
Taşıyıcı betonlarda	650 kg/m ³

2.7. Pomza Karışımları TSE Standartları

Pomza taşı agregası yaklaşık %70 boşluk içermektedir. Doğada incesi irisinden daha fazladır. Yarı hafif beton üretiminde incenin hafif agrega olması demektir. Fazla boşluklu bu doğal hafif agrega, normal agrega yanında boşluk gibi düşünülebilir. Hafif agregalı (pomza kullanımında) betonda istenen agrega şartları şu şekilde özetlenebilmektedir:

Zararlı Maddeler: Sülfat miktarı (SO₃) cinsinden tayin yapıldığında bulunan değer, ağırlıkça %1 'den çok olmamalıdır. Hafif agregada humus ve benzeri organik maddeler ince dağılmış halde iken betonun sertleşmesine zararlı olabilirler. Bu bakımdan TS 3673'e uygun deney yapıldığında, koyu sarı, kahverengi ve benzeri koyu renkler meydana gelmemelidir (TS 1114, 1986).

Kil Topakları: Agregadaki kil topakları kuru agrega ağırlığının %2'sini geçmemelidir (TS 707, 1980).

Tane Biçimi ve Yüzey Yapısı: Değişik yerlerde elde edilen bims agregalar tane biçimi ve yüzey yapısı bakımından oldukça farklıdır. Bims agregaların tane biçimi ve yüzey yapısı karışım içinde ince ve iri agrega miktarlarını, betonun işlenebilirliğini, ince agrega/iri agrega oranını, su ve çimento miktarını etkiler (TS 3234, 1978).

Su Emme ve Nem Yüzdesi: Bims agregalarının 24 saatlik su emme yüzdeleri ince agregada %20, iri agregada %30 civarındadır. Bu değerler agreganın sağlandığı yere, granülometresine, tane biçimi ve yüzey yapısına göre değişir. Normal depolama şartlarındaki nem yüzdesi genellikle su emme kapasitesinin 2/3 'ünü geçmez (TS 3234, 1978).

Yanıcı Madde: Agregada yanıcı madde oranı %5'i geçmemelidir (TS 1114, 1986).

Maksimum Tane Çapı: Bims beton agregalarında tane çapı 20 mm' den büyük olmamalı, yerine göre 12,5 mm veya 10 mm' lik maksimum tane çaplı karışımlar tercih edilmelidir (TS 3234, 1978).

Deney numunelerinde kullanılan esas boyut “d”, verilen boyutların $\pm\% 10$ sınırı içinde olmalıdır. Numunelerin her biçimi için alınacak esas boyut “d”, beton agregasının en büyük tane büyüklüğünün en az 4 katı olarak seçilmelidir (TS 5929, 1988). Dolayısıyla en büyük agrega tane büyüklüğü beton karışımındaki agreganın en az %90' ının geçeceği en küçük kare delikli elek göz açıklığı olarak kabul edilir (TS 3068, 1999). Küp deney numunelerinde esas alınacak boyutlar (d mm) 100-150-200-250-300'dür. Biçim toleransı olarak, küpün yükleme uygulanacak yüzlerinin düzgünlük toleransı $0,0005d$ olmalıdır. Küpün bitişik yüzeyleri arasındaki ile üst ve alt yüzeyleri arasındaki açı $90^\circ \pm 0,5^\circ$ olmalıdır. Küp kalıplarda, kenar uzunluklarındaki toleranslar 150 mm boyutlarına kadar $\pm 1,5$ mm olmalıdır (TS 5929, 1988).

Kalıplar çelik, dökme demir veya hidrolik çimentolarla reaksiyona girmeyen uygun bir malzemedden yapılmalıdır. Kalıplar birden fazla parça halinde (taban levhası, kenarlar gibi) imal edilmişse, bu parçaların sıkıca birleştirilmesinin sağlayacak bir kelepçe sistemi bulunmalıdır. Kalıpların iç yüzeyleri pürüzsüz ve kaygan olmalıdır. Kullanılmadan önce bu yüzeyler madeni bir yağ ile hafifçe yağlanmalı ve varsa parçaların birleşme yerleri kalın gres, parafin gibi bir madde sürülerek su geçirmez hale getirilmelidir (TS 3114, 1978).

Deney presi, kırılma yükünün en az %1 'ini gösterecek hassasiyette bulunmalıdır (TS 3114, 1990). Yükleme hızı $0,5-2 \text{ kgf/cm}^2/\text{s}$ olmalıdır (TS 3289, 1979). Kalibrasyon için yeterli tertibata sahip olmalı ve yükleme plakalarının temas yüzeyleri makine ile düzgünleştirilmiş olmalıdır. Düzgünlük toleransı, küpün bir kenarının veya silindirin çapının her 100 mm' si için 0,02 mm olmalıdır. Yükleme plakalarının boyutları, küp deney numunelerinin bir kenarından, bu kenarın yaklaşık %3' ü kadar daha büyük, kalınlığı da en az 25 mm olmalıdır (TS 3114, 1990).

Laboratuarlarda kova, kürek, mala, kepçe, master, sıyırma çubuğu ve levhası, cetvel, lastik eldiven ve metal karıştırma kaparı gibi aletler bulundurulmalıdır. Kullanılacak terazi veya baskül, tartılan ağırlığın %0,3' ü duyarlılığında olmalı, bu aletlerin kalibrasyonu zaman zaman kontrol edilmelidir. Genel olarak bir terazi veya baskülde tartılacak en küçük ağırlık aletin kapasitesinin %10' undan daha küçük olmamalıdır (TS 3068, 1999). Ayrıca kullanılacak aletler arasında bir kumpasın da bulunması gereklidir. Numune miktarı, bims betondan alınan numune alınan her harmandan en az dört adet basınç dayanım deneyi numunesi hazırlanabilecek miktarda olmalıdır (TS 3234, 1978). Beton malzemesinin hazırlanmasında sıcaklık, beton harmanının karılmasından hemen önce malzemenin homojen olarak ayrı sıcaklıkta (tercihen 20-25°C) bulunması sağlanmalıdır.

Çimento ise; kullanılmadan önce iyice karıştırılarak homojenliği sağlanmalı ve göz açıklığı 1 mm olan kare delikli elekten elenmelidir. Elek üzerinde kalan çimento toprakları deneylerde kullanılmamalıdır. Betonun el ile kırılması işleminde çimento, ince agrega ve varsa suda erimeyen toz katkı maddesi ile birlikte tamamen ve su ilave edilmeden karıştırılır. İri agrega harmana katılır ve taneleri harman içinde düzgün olarak dağılıncaya kadar su ilave edilmeden karıştırılır. Karma suyu ve varsa suda eritilmiş katkı maddesi harmana katılır ve harman istenilen kıvamda, homojen bir beton elde edilinceye kadar karılır. Karma süresi 5 dakikadan az olmamalıdır. İstenilen beton kıvamını elde etmek için su miktarının araştırıldığı deneme harmanları, karma süresinin gereğinden fazla uzadığı hallerde, numunelerin hazırlanmasında kullanılmaz. Bu gibi durumlarda belirlenen gerekli su miktarı ile yeni bir beton harman hazırlanır. Karma işlemi tamamlandıktan sonra kalıplara doldurulur (TS 3068, 1999). Su miktarının saptanmasında çeşitli agregalarda yaklaşık 5 cm çökme verecek kıvamda 1 m³ beton için gerekli net su miktarı 180 kg ile 270 kg arasında değişir. Ancak karışım hesabı 10 dakikalık özgül ağırlık faktörleri kullanılarak yapılmalıdır. Beklenen kaybı karşılamaya gerekli su miktarı hakkında bir fikir edinmek için karışım orantılı, daha uzun bir süre su emdirmeye tekabül eden özgül ağırlık faktörleri ile ikinci bir defa hesaplanmalıdır. İnce agreganın toplam agregaya oranında meydana gelen her %1 'lik artış (veya düşüş) için 1 m³' deki su miktarı yaklaşık 1,5 kg, çimento dozu da %1 kadar arttırılır (veya eksiltir).

Çökmedeki her 2,5 cm' lik artış (veya düşüş) için her m³' te su miktarı ortalama 6 kg ve çimento dozu da %3 arttırılır (veya eksiltilir). Çökme değerinin 7,5 cm' den küçük olması halinde, bir miktar daha fazla su ve buna bağlı olarak da bir miktar daha fazla çimentoya gerek duyulur (TS 2511, 1977). Kalıplara doldurma işlemi, en az iki tabaka halinde olmalıdır. Kalıplar sıkıştırılıp doldurulduktan sonra üst yüzü tesviye edilir (TS 3234, 1978). Kalıplara doldurulan beton yüzeyi düzlenip perdahlanır. Bu amaçla, kalıp üst yüzeyinden taşan beton şişleme çubuğu veya mala ile sıyrılır, düzlenen yüzey mala veya master ile perdahlanır. Bu işlemler en kısa zamanda ve en pratik bir şekilde tamamlanmalıdır. Elde edilen numune yüzeyi kalıp kenarlarıyla aynı seviyede olmalı, yüzeyde kalabilecek girinti veya çıkıntılarının boyutları 3 mm' yi geçmemelidir. Küp numuneler için başlık yapılmayabilir (TS 3068, 1999). Buharlaşmayı önlemek için kalıp üstü düzgün bir kapakla kapatılmalı veya kür odası varsa oraya taşınmalıdır.

Kalıplar, numunenin bozulma tehlikesi ortadan kalkmadan sökülmemeli ancak bekleme süresi dökümden sonra 7 günü geçmemelidir. Numuneler hazırlanmalarından itibaren en erken 20 saat ve en geç 48 saat sonra kalıplardan çıkarılmalıdır (TS 3068, 1978). Numuneler dökümden sonra ki ilk 24 saat 21°C ±5°C' de tutulmalıdır, 24 ±2 saatten sonra rutubetli ortamda ve 23°C ±2°C 'de depo edilmeli, akan suya maruz bırakılmamalı ve doygün kireçli su kullanılmadıkça su içinde tutulmamalıdır. Bu şekilde 7 günü tamamlayan numuneler 18 gün süre ile 21°C ±5°C' de sıcaklık ve %50 bağıl nemli ortamda tutulmalı ve sonra 3 gün süre ile 60°C ±3°C' de sıcaklığa ayarlı bir etüvde kurutulmalıdır (TS 3234, 1978).

Basınç dayanımı, belirli boyutlardaki pomza karışım numunelerinin belirli ve farklı doğrultularda etkiyen gerilmeler karşısında davranışları ve kırılmaya karşı gösterdiği direnç karakteristiğidir. Pomza karışımlarının basınç dayanım değeri için yapılacak deneylerde yukarıdaki paragraflarda belirlenen TSE standartlarındaki numune boyutları kullanılmaktadır. Tek eksenli basınç dayanımı deneyi için TSE standartları ve ISRM standartlarında, kenarları yaklaşık 100 mm olan küp deney numunelerinin kullanımı önerilmiştir.

Deneylerde her kür süresi için en az üç adet deney numunesi olmalıdır. Deney numunesinin kütlelerinin tayini için; nemli bir ortamda veya su içerisinde

bırakılmış numuneleri tartmadan önce üzerlerindeki artık su silinmelidir. Bütün deney numunelerinin kütlelerinin $\pm\%0,25$ hassasiyetle tayin edilmesi gerekir. Numunelerin her durumu ile ilgili not alınmalıdır. Birim hacim kütlesi, bu numunelerin birim hacim ağırlığı kütlelerinin, belirlenmiş boyutlardan hesaplanan hacme bölmek suretiyle yapılır (TS 3114, 1978).

Deney numuneleri kür odasından (uygun sudan) çıkarıldıktan ve yukarıdaki işlemler yapıldıktan sonra deneye başlanır. Deney presinin çelik yükleme plakaları (blokları) ve bunlarla temas edecek numune yüzeyleri iyice temizlenir. Silindir numunelerinin alt yüzü, küp deney numunelerinin dönme yönüne dik yüzeylerinden biri alt plaka üzerine yerleştirilir. Yüklemeye sabit bir hızla ve darbe tesiri yapmayacak tarzda, deney numunesi kırılıncaya kadar devam edilir.

Düşük mukavemetli betonlar için düşük yükleme oranları, yüksek mukavemetli betonlar için ise daha yüksek yükleme oranları seçilmelidir. Numune kırılana kadar yükün uygulanmasına devam edilmeli ve maksimum yük tespit edilmelidir (TS 3114, 1990).

2.8. Pomza Agregalı Betonların Özellikleri

Kullanım amacına göre pomza agregalı hafif betonun birim ağırlığı önemli derecede farklılıklar gösterir. Yapı taşıyıcı panolarında bu ağırlık $1-1,2 \text{ t/m}^3$ olabilir. Bu betonun dayanımı $10-15 \text{ N/mm}^2$ civarındadır. Kullanımının en önemli yararı ısı iletkenliğinin düşük ($0,3 \text{ kcal/m/saat/}^\circ\text{C}$) olmasıdır. Normal betonarme yapılarda bu betonun birim hacim ağırlığı, $1,50 \text{ t/m}^3$ mertebesindedir. Dayanımları ise 30 N/mm^2 'ye ulaşabilir. $1,7 -1,9 \text{ t/m}^3$ ve dayanımları 50 N/mm^2 'ye ulaşan hafif betonlarda yapmak mümkündür.

Pomza agregalı betonların çekme dayanımları yaklaşık olarak normal betonun çekme dayanımına yakın değerlerdedir. Ancak bu dayanım değerinin, kuru havalarda önemli derecede azaldığı gözlenmektedir.

Ani elastisite modülü yaklaşık olarak normal betonunkinin yarısı kadardır. Bu da hafif beton kirişlerin normal beton kirişlere göre çok daha fazla sehim yapacağını gösterir (Gündüz ve diğ., 1998b).

Pomza agregalı betonların sıcaklık genleşme katsayısı yaklaşık olarak normal betonunkinden %25 daha düşüktür. Dolayısıyla da pomza agregalı hafif betonlar sıcaklık değişimine karşı daha dayanıklıdır. Bu da önemli derecede farklı sıcaklıkların etkisinde kalacak olan hiperstatik yapılarda hafif beton kullanımının yararlı olacağını gösterir.

Isı iletkenliği, birim hacim ağırlığa ve su içeriğine göre değişmekle beraber, bu iletkenlik normal betonunkinden çok düşük değerlerdedir. Pomza, normal beton agregalarına göre daha fazla şekil değiştirmeye yatkın olduğundan, rötrenin etkisiyle çatlama ihtimali normal betona göre daha azdır.

Pomza agregalı betonların sünme şekil değiştirmesi, normal betona göre yaklaşık %40 daha büyüktür. Pomza agregalı betonların ısı iletkenlikleri ve genleşme katsayıları küçük olduğundan, bu betonların yangına karşı dayanımları normal betona göre daha yüksektir (Gündüz ve diğ., 1998b).

Pomza agregalı betonlar önemli miktarlarda su emmesine rağmen donmaya karşı dayanımı yüksektir. Zira suya doymun olmayan çok sayıda gözeneğe sahip olmasından dolayı zarar görmeden buzlanma genleşmesine imkan vermektedir. Bu tür betonlar, ısı iletkenlikleri düşük olduğundan, kışın beton dökümü içinde uygundur. Çünkü çimento prizinden doğan ısıyı normal betona göre daha uzun süre muhafaza eder.

Donatı beton kenetlenmesi (aderans) bakımından ise; kenetlenme konusunda CBE düşey konumdaki donatı çubukları için normal betondaki kenetlenme boyunu, yatay konumdaki donatı çubukları içinse aderansı geliştirilmiş donatılarla, kenetlenme boyuna 1,5 katını kullanmayı önermektedir. Aderanstaki bu azalma, beton dökümünde boşluk oluşma ihtimalinin normal betona göre daha büyük olmasından meydana gelmektedir. Pomza agregalı hafif betonun aşınma dayanımı normal betona göre çok daha fazladır (Gündüz ve diğ., 1998b).

Pomza agregalı hafif betonun korozyona karşı dayanımı en az normal betonunki kadardır. Bu betonun özellikle deniz suyuna karşı da dayanımı çok yüksektir. Bu nedenle, sahil beldelerinde yer alan inşaat sektöründe giderek artan bir talep bulunmaktadır.

Dinamik etkiler altındaki davranışı açısından ele alındığında ise; pomza agregalı betonlarda dalga yayılma hızı normal betonunkinden yaklaşık %25 daha küçüktür. Titreşimleri daha az iletir. Şok etkilerini daha iyi absorbe eder. Titreşim amortisman katsayısı da daha iyidir (Gündüz ve diğ., 1998b).

2.9. Dünya’ daki Pomza Rezervleri

Dünya pomza rezervlerinin 18 milyar ton civarında olduğu tahmin edilmektedir. Bu rezervin ülkelere göre dağılımı aşağıda verilmiştir (Çizelge 2.2.).

Çizelge 2.2. Dünya Pomza Rezervleri (DPT, 1996)

Bulunduğu Yer		Milyon Ton	Yüze Payı
Kuzey Amerika	ABD	11.500	% 67
	Diğerleri	500	
	TOPLAM	12.000	
Güney Amerika	Şili	60	% 0,3
	Diğerleri	20	
	TOPLAM	80	
Avrupa	Yunanistan	500	% 30
	İtalya	2.000	
	Türkiye	2.836	
	TOPLAM	5336	
	Okyanusya	500	% 2,7
	DÜNYA TOPLAMI	17.916	% 100

Çizelge 2.2’ deki veriler ışığında dünyadaki pomza rezervlerinin büyük bir kısmına ABD’ nin sahip olduğu görülmektedir. Türkiye ise Avrupa ülkeleri arasında en yüksek rezerve sahip olup dünyada ise Amerika’ dan sonra ikinci en büyük rezerve sahip olan ülke konumundadır. Özellikle Avrupa’ da rezervlerin azalmaya başlaması ve Almanya gibi sektörde öncü kuruluşların rezervlerinin tükenmesiyle Türkiye’ nin pomza sektöründeki önemi her geçen gün artmaktadır.

2.10. Türkiye’ deki Pomza Rezervleri

Türkiye pomza rezervleri bakımından oldukça önemli bir potansiyele sahiptir. Araştırılmış alanlarda yaklaşık 3 milyar metreküp pomza rezervi olduğu tahmin edilmektedir. Bu rezervin illere göre dağılımı aşağıda verilmiştir (Çizelge 2.3.).

Çizelge 2.3. Türkiye Pomza Rezerv Dağılımı (DPT, 1996)

Yeri	Rezerv Mikatı (m3)	Rezerv Kategorisi
Nevşehir - Avanos – Ürgüp	400.412.834	A+B+C
Derin Kuyu	48.660.500	A+B
Kayseri – Gömeç	13.250.000	A+B
Kayseri – Develi	58.500.000	A
Kayseri - Talas – Tomarza	241.000.000	B
Kayseri - Talas – Tomarza	484.000.000	A+B
Bitlis – Tatvan	1.100.000.000	A+B
Bitlis – Ahlat	210.000.000	A+B
Van - Ercüş - Kocapınar	154.625.000	A+B
Van – Mollakasım	5.950.000	A+B
Ağrı – Doğubayezit	26.875.000	B
Kars – İğdir	40.156.250	B
Kars – Diğer	11.718.750	B
Kars – Sarıkamış	1.875.000	A+B
Ankara - Gündül - Tekköy	8.070.000	A+B+C
Isparta – Gölçük	30.983.250	A+B
Toplam	2.836.076.584	

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

3. MATERYAL ve METOT

Bu bölümde tez araştırmasında kullanılan malzemeler ve uygulanan metotlar hakkında bilgi verilmiştir.

3.1. Materyal

Betonu oluşturan maddeler; çimento, su, agrega ve kimyasal katkılarıdır. Bu kısımda beton ve beton agregası olarak kullanılan asidik pomza hakkında bilgi verilmiştir. Tezde kullanılan malzemelerin özelliklerine değinilmiştir.

3.1.1. Agregası

Beton üretiminde kullanılan kum, çakıl, kırmataş gibi malzemelerin genel adı agregasıdır. Beton içinde hacimsel olarak %60-75 civarında yer işgal eden agregası önemli bir bileşendir. Agregaları tane boyutlarına göre ince (kum, kırma kum.. gibi) ve kaba (çakıl, kırmataş gibi) agregaları olarak ikiye ayrılır. Agregalarda aranan en önemli özellikler şunlardır:

- Sert, dayanıklı ve boşluksuz olmaları,
- Zayıf taneler içermemeleri (deniz kabuğu, odun, kömür gibi)
- Basınca ve aşınmaya mukavemetli olmaları,
- Toz, toprak ve betona zarar verebilecek maddeler içermemeleri,
- Yassı ve uzun taneler içermemeleri,
- Çimentoyla zararlı reaksiyona girmemeleridir.

Agregasının kirliliği (kil, silt, mil, toz) olması aderansı olumsuz etkilemekte, ayrıca bu küçük taneler su ihtiyacını da arttırmaktadır. Beton agregalarında elek analizi, yassılık, özgül ağırlık ve su emme gibi deneyler uygun aralıklarla yapılarak kalite sürekliliği takip edilmelidir. Betonda kullanılacak agregaları TS 706'ya uygun olmalıdır (www.thbb.org).

Agrega olarak Nevşehir' in Çardak Köyü - Kavak Üyesi' nde yüzeyleyen asidik pomza kullanılmıştır. Ocak bölgesinin genel görünümü aşağıda verilmiştir (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Asidik Pomza Ocak ve Çevresinin Genel Görünümü (www.uclermadencilik.com).

3.1.2. Karışım Suyu

Beton üretiminde kullanılan karışım suyunun iki önemli işlevi vardır:

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

Kıvam m^3 ' e giren su miktarına bağlıdır. Beton mukavemeti su/çimento oranına bağlıdır. Genel olarak içilebilir nitelik taşıyan bütün sular betonda kullanıma uygundur. Ancak, betonda kullanılacak suyun içilebilir özellikte olması şart değildir. Bir takım ön deneyler yapılmak kaydıyla, içilemeyen sularla gayet kaliteli beton üretilir. Bununla birlikte karışım suyu içinde bulunabilecek tuz, asit, yağ, şeker, lağım ve endüstriyel atıklar gibi bazı maddeler betonda istenmeyen etkiler yaratabilir. Betonun bünyesinde çimento ile reaksiyona girmeyen fazla suyun bıraktığı boşluklar yalnız dayanımı düşürmekle kalmamaktadır. Boşluklardan içeri

giren zararlı unsurlar (klor, sülfat vb. zararlı etkenler) beton ve donatıya zarar vermekte ve betonun ömrünü kısaltmaktadır (www.thbb.org).

3.1.3. Çimento

Çimento, su ile reaksiyona girerek sertleşen bir bağlayıcıdır. Kırılmış kalker, kil ve gerekiyorsa demir cevheri ve / veya kum katılarak öğütülüp toz haline getirilir. Bu malzeme 1400-1500°C’ de döner fırınlarda pişirilir. Meydana gelen ürüne "klinker" denir. Portland çimentosu klinkerinin (TS 3441) bir miktar alçı taşı ile birlikte öğütülmesi sonucunda elde edilen hidrolik bağlayıcılardır. PÇ 32,5, PÇ 42,5 ve PÇ 52,5 şeklinde sınıflandırılmaktadır. PÇ ibaresi portland çimentosunun simgesi olup, 32,5, 42,5 ve 52,5 rakamları 28 günde istenen minimum mukavemet değerini göstermektedir (www.oyakcemento.com). Tasarımlarda PÇ 42.5 kullanılmıştır.

3.1.4. Katkı

Betonun özelliklerini geliştirmek üzere üretim sırasında veya dökümden önce az miktarda ilave edilen maddelere katkı adı verilir. Katkı maddelerini kökenine göre kimyasal ve mineral katkıları olarak ikiye ayırmak mümkündür (www.thbb.org).

3.1.4.1. Kimyasal Katkılar

Su Azaltıcılar (Akışkanlaştırıcılar): Betonda aynı kıvamın veya işlenebilirliğin daha az su ile elde edilmesini sağlarlar. Taze betonda kullanılan su miktarı azaldıkça betonun dayanımı artar. Azalttığı su miktarı ile orantılı olarak normal, süper ve hiper olarak ayrılırlar (www.thbb.org).

Tasarımda YKS RHB 1000 hiper akışkanlaştırıcı kullanılmıştır. Kullanılan kimyasal; erken ve nihai mukavemet, elastisite modülü, çeliğe aderans, büzülme, sünme ve agresif kimyasallara dayanıklılık gibi betonun özelliklerini geliştiren, yaklaşık % 18 su kesme özellikte, yoğunluğu 20°C’ de 1,2-1,22 gr/cm³ arasında, %0,1’ den az klor, alkali içeriği %5’ den az ve kahverengi rengindedir. Kimyasal

içeriği Naftalin sülfonat esaslıdır. Sarfiyatı da çimentonun %1-2 oranında kullanılır (Katkı sistemleri ürün el kitabı).

3.1.4.2. Mineral Katkılar

Çimento gibi öğütülmüş toz halde silolarda depolanan cüruf , uçucu kül , silis dumani, taş unu vb. çeşitli maddelere mineral katkı adı verilir. Mineral katkıları tek başına iken çimento gibi bağlayıcılık özelliği taşımazlar fakat birlikte kullanıldıklarında çimentoya benzer görev yaparlar, dolayısıyla çimento ekonomisi sağlarlar. Mineral katkılardan yüksek dayanımlı beton üretiminde de yararlanılır (www.thbb.org). Tasarımda mineral katkı olarak kullanılan mineral kül, Çimsa' dan temin edilmiştir.

3.1.5. Betonun Tanımı ve Genel Bilgiler

Beton, çimento, su, agrega ve kimyasal veya mineral katkı maddelerinin homojen olarak karıştırılmasından oluşan, başlangıçta plastik kıvamda olup, şekil verilebilen, zamanla katılaşıp sertleşerek mukavemet kazanan bir yapı malzemesidir.

Betonun mutlak hacmini yaklaşık % 70-75 oranında agrega (kum, çakıl, mıcır, pomza), yaklaşık % 8-15 oranında çimento, yaklaşık % 15-20 oranında su oluşturur. Gerektiğinde, çimento ağırlığının % 5' inden fazla olmamak kaydıyla, katkı malzemesi ilave edilebilir.

Beton agregası, beton veya harç yapımında çimento ve su karışımından oluşan bağlayıcı malzeme ile birlikte bir araya getirilen, organik olmayan, doğal veya yapay malzemenin genellikle 100 mm' yi aşmayan (yapı betonlarında çoğu zaman 63 mm' yi geçmeyen) büyüklüklerdeki kırılmamış veya kırılmış tanelerin oluşturduğu bir yığındır. Agreganın tane boyutu dağılımının belli bir beton sınıfı için çimento dozajını etkilediği bilinmektedir. Agreganın tane dağılımı incelidikçe agrega özgül yüzeyi artacak ve karıştırma sırasında karışım suyunun bir miktarı agrega yüzeyinin ıslatılmasında kullanılarak sabit işlenebilirliği sağlamak için su miktarını arttırmak

gerekecektir. Bunun yanı sıra dayanımı sağlamak için S/Ç sabit tutularak çimento miktarı da arttırılacaktır (Atış, 2000).

Betonlar birim ağırlıklarına göre üçe ayrılırlar.

- Hafif Betonlar : 2000 kg/ m^3 ' ten az birim ağırlığa sahip betonlardır. Yalıtım amaçlı olarak veya dayanım ağırlık oranı yüksek olması koşulunda kullanılır.
- Normal Betonlar : $2000 - 2600 \text{ kg/m}^3$ ağırlığında olan betonlardır. Taşıyıcı amaçlara en çok kullanılan beton türüdür.
- Ağır Betonlar: 2600 kg/m^3 ' ten büyük birim ağırlığa sahip betonlardır.

Ayrıca betonları basınç dayanımlarına göre de üç ana gruba ayırmak mümkündür.

- Düşük Dayanımlı Betonlar : 200 kgf/cm^2 ' nin altında basınç dayanımı olan betonlardır.
- Normal Dayanımlı Betonlar: $200-400 \text{ kgf/cm}^2$ ' lik basınç dayanımına sahip betonlardır.
- Yüksek Dayanımlı Betonlar: 400 kgf/cm^2 ' den fazla basınç dayanımına sahip betonlardır.

3.2.Metot

Ocaktan alınan pomza agregası üç ayrı boyutta depolandığı için ve tane boyutları bilinmediğinden herhangi bir işleme tabi tutulmadan malzemeye elek analizi uygulanmıştır. Agregaların gevşek birim ağırlığı, sıkışık birim ağırlığı, kuru özgül ağırlığı, doygun yüzey kuru özgül ağırlık, görünen özgül ağırlık ve su emme oranı tayini belirlenmiştir. (TS 3529, TS 3526).

3.2.1.Elek Analizi

Agrega yığınının farklı noktalarından alınan numune agregası iyice karıştırılarak homojen duruma getirilir.

Deney numunesi etüvde $105 \text{ }^\circ\text{C}$ ($\pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$) sıcaklıkta değişmez ağırlığa kadar kurutulur (**W_o**). Değişmez ağırlık, belirli bir sıcaklıkta bekletilen agreganın 2 saat ara

ile yapılan ardışık tartımında % 0,5 den fazla ağırlık değişmesi olmayan ağırlığıdır.

Deney elekleri aşağıdan yukarıya doğru göz açıklıkları giderek büyüyecek şekilde üst üste yerleştirilerek elek sarsma cihazına konur. Tartılan malzeme en üst elekten boşaltılarak yeterli bir süre sarsılarak eleme işlemi sürdürülür.

Sarsma işlemi bitince, üst elekten başlayarak elek üzerinde kalan malzemeleri yığışlımlı olarak en küçük boyutlu eleğe kadar tartılır (W_n).

Hesaplama, Elek analizi deneyi sonunda eleklerin üstünde kalan malzeme oranı, bütün deney numunesi ağırlığının yüzdesi olarak hesaplanır. Sonuçlar ilgili formlara işlenir.

Elek analizi deneyi tablosundaki toplam kalan yüzdeleri toplanarak, 100'e bölünerek incelik modülü bulunup, Elek Analizi Sonuç Formuna ve ilgili elek analizi grafiklerine kaydedilir.

Kullanılan alet ve cihazlar; elek seti ve tek kefeli terazidir.

3.2.2.Özgül Ağırlık ve Su Emme

3.2.2.1. İri Agregaların Doygun Yüzey Kuru Ağırlık (Dyk) Hale Getirilmesi

Agrega yığınının farklı noktalarından rastgele alınan deney numunesi; içinde $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ' de su bulunan bir kap içine konularak 24 saat bekletilir. Böylece su içinde tane üzerindeki toz ve yabancı maddelerden temizlenmiş olur. Daha sonra suyu süzülen malzeme, tanelerin üzerinde gözle görülebilen su tabakası (film) kalmayınca kadar kurutulur (Oda sıcaklığında havlu gibi bir malzemeyle yüzeydeki ıslaklık kurutulabilir).

3.2.2.2.İnce Malzemelerin Doygun Yüzey Kuru Ağırlık (Dyk) Hale Getirilmesi

Agrega yığınının farklı noktalarından rastgele alınan deney numunesi; su içerisinde 24 saat bekletildikten sonra ince taneleri kaybolmayacak şekilde suyu süzülerek akıtılır ve bir tava içine yayılarak konur.

Tava tabanlı ısıtıcı veya etüvde veya temiz bir yere serilerek sık sık kontrol edilip doygun yüzey kuru hale gelinceye kadar (ince agregaların koyu (ıslak) renkten açık (kuru) renge değişmeye başladığı anın hemen sonrasında) beklenir.

Numunenin çok kurumamasına özen gösterilmelidir.

DYK haline erişilip erişilmediğine göz ile muayene ederek karar verilemiyor ise kesik koni veya kesme yöntemlerinden biri uygulanır.

3.2.2.3.Kesik Koni Yöntemi

DYK haline geldiği düşünülen numune geniş yüzeyi alta gelecek şekilde duran kesik koni biçimli metal kalıba gevşek olarak yerleştirilip üst yüzü sıkıştırma çubuğu ile 25 kez hafifçe tokmaklanır ve kalıp yukarı doğru düşey olarak hareket ettirilerek çıkarılır.Kalıp çıkarıldığında numune konikliğini devam ettiriyor ise serbest nem var demektir; Kurutmaya devam edilmesi ve bir kez daha kesik koni uygulanması gerekir.Numune konikliğinin serbestçe bozulduğunun görülmesi halinde DYK halinin sağlanmış olduğuna karar verilir.

3.2.2.4.Kesme Yöntemi

DYK haline geldiği sanılan numune ile yaklaşık yarım küre biçiminde bir yığın yapılır.Yığın, mala ile düşey olarak ikiye bölündüğünde ortaya çıkan yüzey düzlemine koruyabiliyorsa kurutmaya devam edilir. Düşey yüzeyin kendini tutamayıp yıkıldığının saptandığı an DYK hali durumudur.

3.2.2.5.İri Agregada Özgül Ağırlık ve Su Emme Oranı Tayini

➤ Tel sepet yöntemi :

Doygun kuru yüzeye gelmiş malzeme tartılarak ağırlığı bulunur.(W2)

DYK halindeki malzeme tartıldıktan hemen sonra kafes örgülü tel sepete konarak su dolu kovanın içine su yüzeyinden en az 5cm daha aşağıda kalacak şekilde daldırılır. Su yüzeyine çıkarılmadan kovanın içinde en az 10 kez kaldırılıp indirilerek

sağa sola sallanarak taneler arasında kalabilecek hava kabarcıkları çıkarılır. Daha sonra sepetin kova kenarına dokunmamasına dikkat edilerek özel düzenle terazi kafesinin ortasına yerleştirilir ve doygun malzemenin sudaki ağırlığı bulunur (**W₃**).

Malzeme etüv kurusu hale getirilerek tartılır (**W₁**).

➤ Taşıma yöntemi :

Doygun kuru yüzeye gelmiş malzeme tartılarak ağırlığı bulunur (**W₂**).

Cam kavanoz su ile doldurulur, üzerine kavanoz içerisinde hava kabarcığı kalmayacak şekilde cam kapak kapatılarak tartılır (**W₄**).

Cam kavanozdaki suyun en az yarısı boşaltılarak, daha önce tartılan DYK malzeme kavanoza konur. Kavanozun tamamı su ile doldurularak, kavanozun içinde hava kabarcığı kalmayacak şekilde, cam kapak kapatılarak tartılır (**W₃**).

Malzeme etüv kurusu hale getirilerek tartılır (**W₁**).

3.2.2.6 İnce Agregada Özgül Ağırlık ve Su Emme Oranı Tayini

Doygun yüzeye getirilmiş numune hemen tartılır ve doygun yüzey kuru ağırlığı kaydedilir (**W₂**).

Malzeme etüv kurusu hale getirilerek tartılır (**W₁**).

DYK halindeki malzeme ölçü kabına konur ve yarıya kadar su doldurularak, hafif hafif vurularak ve aynı zamanda döndürülerek hava kabarcıklarının çıkması sağlanır. En az 1 saat beklendikten sonra ölçü kabı $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ deki su ile 1000 ml işaret çizgisine kadar doldurulur ve tartılır (**W₃**).

Ölçü kabının daha önce saptanmış boş ve belirli seviyedeki su ($20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$) dolu ağırlığı kaydedilir (**W₄**).

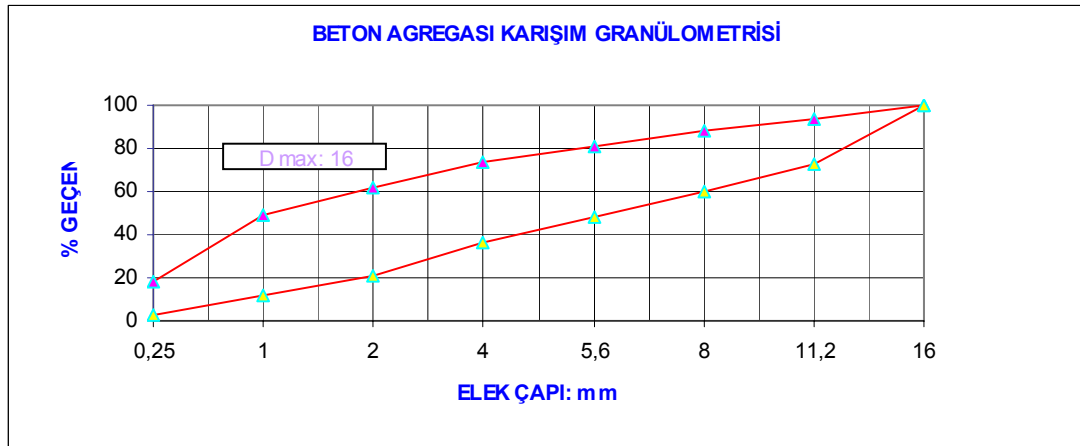
Sonuçlar özgül ağırlık ve su emme deneyi formuna işlenir.

Kullanılan alet ve cihazlar, tek kefeli terazi, tel sepet, etüv, tablalı ısıtıcı, ve balon jodedir.

3.2.3. Agrega Karışım Grafiği

Bir beton tasarımında yol gösterecek olan bu grafik malzeme boyutlarına göre değişiklik göstermektedir. TS EN 206-1' de her boyuttaki malzeme için kriterler verilmiştir. Beton tasarımında kullanılan asidik pomzanın 0-16 mm arasında değişiklik göstermesinden dolayı Dmax yani en büyük tane çapı 16 mm olarak hesaplanarak agrega karışım grafiği çizilmiştir (Şekil 3.2.).

Malzemeler	% Geçen	Elekler							
		0,25	1	2	4	5,6	8	11,2	16
Asidik Pomza Kum									
Dere Kum		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0
İnce Asidik Pomza									
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Orta Asidik Pomza									
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
İri Asidik Pomza									
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Karışım	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Şartname Max.		18	49	62	74	81	88	94	100
Şartname Min.		3	12	21	36	48	60	73	100



Şekil 3.2. TS EN 206-1' e göre Dmax 16' nın Maksimum ve Minimum Şartname Aralığı

TS EN 206-1 bu şekilde 16 mm boyutundaki agregalar için her eleğin yüzde olarak maksimum ve minimum geçenlerine göre aralık vermiştir. Bu tabloda agrega oranları yüzde olarak girildiği zaman tablo agregaların her elektteki geçen yüzdeleri, girilen yüzde kadarını karışım haznesinde topluyor ve bu değerlerin TS EN 206-1 en büyük ve en küçük şartname değerlerinin arasında kalması gerekir. Eğer bu şartname aralığında kalırsa betonun pompalanabilirliği uygun olarak tanımlanır.

3.2.4. Agrega Yüzde Hesaplaması

Bir tasarımda beton karışımı 1 m^3 üstünden hesaplanarak yapılır. 1 m^3 hacimsel olarak 1000 dm^3 ile ifade edilirse 1 m^3 içinde çimento, su, kül, hava toplamından kalan miktar kadar agrega eklenir. Ağırlığın özgül ağırlığa bölümü ile hacim bulunur. Çimentonun özgül ağırlığı 3,15, külün özgül ağırlığı 2,2 ve suyun özgül ağırlığı 1 olduğuna göre her birinin ağırlığının özgül ağırlığına bölümünün sonucunda toplamını, yani hacim toplamı 1000 dm^3 ten çıkarıldığında kalan agrega hacmini verir. Bulunan agrega hacim değerleri agregalar arasında pay edilir. Çalışmaya başlamak için malzemelerin ağırlık değerlerine ihtiyaç duyulduğundan bu hacim değerleri tekrar özgül ağırlıkları ile çarpılarak ağırlıkları bulunur. Çimentonun, külün, havanın ve suyun özgül ağırlıkları Çimsa Çimento fabrikasından alınmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Nevşehir bölgesinde yüzeyleyen asidik pomza agregalarının hafif beton yapımında kullanılabilirliği üzerine yapılan bu çalışmada, ilk olarak bölgeden alınan farklı tane boylarında ki agregaların fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Bu değerlerin ışığında standartlara uygun değişik oranlarda agrega kullanılarak beş farklı beton tasarımı gerçekleştirilmiştir. Bu tasarımlardan elde edilen numuneler üzerinde 2, 7 ve 28 günlük basma dayanım değerleri ile ısı ve ses yalıtımı özelliklerindeki değişimler incelenmiştir.

Tasarım, betonu oluşturan materyallerin bir araya getirilmesi ile istenilen kıvam, dayanım ve çalışabilirlik kriterlerinin sağlanması amacıyla yapılan beton karışım çalışmasıdır. Bu maddeler belirli oranlarda ve homojen olarak karıştırıldığı zaman kalıplara dökülebilir ve kolayca şeklini alabilirler. Çimentonun su ile kimyasal bileşime girmesi sonucu belli bir zaman içinde bu bileşim kimyasal tepkimeye girer ve mukavemet kazanır.

Tasarım çalışmasına başlamadan önce hazırlanacak betonun ne tür özelliklere sahip olması gerektiği planlanmalıdır. Agregalar olarak asidik pomza kullanılan betonun hafif olması sağlanmalıdır. İnşaat mühendislerinin statik projeleri C 20, C 25 ve C 30 mukavemete sahip betonlara göre projelendirdiğini düşünerek hazırlanacak hafif betonun en az çimento miktarı ile yine en az C 20 vermesi ve ses, ısı yalıtımında da iyi sonuçlar veren bir karışım olması amaçlanmaktadır. Beton tarifine uyan bir beton tasarımının su/çimento ve diğer malzemeleriyle küçük oynamalar yaparak üst sınıf veya alt sınıf beton elde etmek mümkündür. Betonların 1 m³ de kuru yoğunlukları Çizelge 4.1.' de sınıflandırılmıştır. Yine betonları basma dayanımlarına göre 3' e ayrılmaktadır. (Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.1. TS EN 206-1 Betonların Yoğunluklarına Göre Sınıflandırılması

Yoğunluklarına göre beton sınıfı	Yoğunluk	Kullanım amacı
Hafif Betonlar	800-2000 kg/ m ³	Yalıtım amaçlı olarak veya dayanım- ağırlık oranı yüksek olması koşulunda kullanılır.
Normal Betonlar	2000-2600 kg/m ³	Taşıyıcı amaçlara en çok kullanılan beton türüdür.
Ağır Betonlar	> 2600 kg/m ³	Yüksek mukavemetli betonlardır ve genellikle köprü, baraj gibi yapılarda kullanılır.

Çizelge 4.2. TS EN 206-1 Betonların Dayanımlarına Göre Sınıflandırılması

Dayanımlarına göre beton sınıfı	Basınç dayanımları
Düşük Dayanımlı Betonlar	200 kg/cm ² , nin altında basınç dayanımı olan betonlardır.
Normal Dayanımlı Betonlar	200-400 kg/cm ² , lik basınç dayanımına sahip betonlardır.
Yüksek Dayanımlı Betonlar	400 kg/cm ² , den fazla basınç dayanımına sahip betonlardır.

Deneyssel olarak kullanacağımız 1 m³ beton için çimento ve agrega oranlarımızı belirledikten sonra laboratuvar ortamında 25 dm³' e küçültülerek çalışma yapılmıştır.

Öncelikle üç farklı boyuttaki asidik pomza malzemesinin boyutları (elek analizi), özgül ağırlıkları ve su emme değerlerini tespit edilmiştir.

4.1. Elek Analizi

İnce olarak adlandırılacak malzemenin elek analizi sonuçlarına göre % 2' si 4 mm, % 47' si 2 mm, % 38' i 1 mm, %10' u 0,25 mm, %2' si ise 0,25 mm elekten geçen elek altı malzeme olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3.). Buda bize bu malzemenin 0-4 mm arasında olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.3. İnce Malzeme Elek Analizi Sonuçları

İNCE ASİDİK POMZA TOPLAM MALZEME MİKTARI 1379 gr					
Elek Açıklığı (mm)	Her Elek Üstünde Kalan Malzeme(gr)	Her Elekte Kalan Malzemenin % Miktarı	Kümülatif Kalan (gr)	Kümülatif % Kalan	Kümülatif % Geçen
4	32	2	32	2,3	97,7
2	651	47	683	49,5	50,5
1	524	38	1206	87,5	12,5
0,25	145	10	1351	98	2,0

Orta tip malzeme ise % 11' i 8 mm, % 33' ü 5,6 mm, % 42' si 4 mm, % 12' si 2 mm, % 1,9' u 2 mm elekten geçen elek altı malzeme tespit edilmiştir (Çizelge 4.4.). Bu malzeme ise 4-8 mm olarak sınıflandırılmıştır.

Çizelge 4.4. Orta Malzeme Elek Analizi Sonuçları

ORTA ASİDİK POMZA TOPLAM MALZEME MİKTARI 1494 GR					
Elek Açıklığı (mm)	Her Elek Üstünde Kalan Malzeme(gr)	Her Elekte Kalan Malzemenin % Miktarı	Kümülatif Kalan (gr)	Kümülatif % Kalan	Kümülatif % Geçen
8	164	11	164	11	89
5,60	499	33	663	44,4	55,6
4	628	42	1290	86,4	13,6
2	176	12	1465	98,1	1,9

İri malzemeler ise % 10' u 16 mm, % 80' i 11,2 mm, % 8 8 mm, % 1,5' i 8 mm elekten geçen elek altı malzeme olarak saptanmıştır (Çizelge 4.5.). İri asidik pomzalar ise 8- 16 mm olarak sınıflandırılmıştır.

Çizelge 4.5. İri Malzeme Elek Analizi Sonuçları

İRİ ASİDİK POMZA TOPLAM MALZEME MİKTARI 1379 GR					
Elek Açıklığı (mm)	Her Elek Üstünde Kalan Malzeme(gr)	Her Elekte Kalan Malzemenin % Miktarı	Kümülatif Kalan (gr)	Kümülatif % Kalan	Kümülatif % Geçen
16	143	10	143	10,4	89,6
11,20	1099	80	1242	90,1	9,1
8	116	8	1358	98,5	1,5

2 mm elekten elenmiş asidik pomza kumunun elek analizi yapılmıştır (Çizelge 4.6.).

Çizelge 4.6. Asidik Pomza Kumu Elek Analizi Sonuçları

ASİDİK POMZA KUMU TOPLAM MALZEME MİKTARI 1540 GR					
Elek Açıklığı (mm)	Her Elek Üstünde Kalan Malzeme(gr)	Her Elekte Kalan Malzemenin % Miktarı	Kümülatif Kalan (gr)	Kümülatif % Kalan	Kümülatif % Geçen
2	716	47,5	716	46,5	53,5
1	618	40	1334	86,6	13,4
0,25	25	1,7	1510	98,1	1,9

Dere kumunun % 8,6'sı 0,25 mm elekten geçmiş ve elek altı malzeme olarak işlem yapılmıştır (Çizelge 4.7.).

Çizelge 4.7. Dere Kumu Elek Analizi Sonuçları

DERE KUMU TOPLAM MALZEME MİKTARI 3339 GR					
Elek Açıklığı (mm)	Her Elek Üstünde Kalan Malzeme(gr)	Her Elekte Kalan Malzemenin % Miktarı	Kümülatif Kalan(gr)	Kümülatif % Kalan	Kümülatif % Geçen
2,00	267	8	267	8	92
1	267	8	534	16	84
0,25	2518	75	3051	91,4	8,6

4.2. Özgül Ağırlık Su Emme

Agregalar üzerinde ikinci deney ise tasarımı hazırlarken agrega ağırlığını bulmada ihtiyaç duyacağımız özgül ağırlıkları ve su/çimento oranı tespiti için su emme deneyleri yapılmıştır. Yapılan deney sonucunda dere kumu su emmesi % 1,54 özgül ağırlığı 2,633, Asidik pomza kumu ve ince asidik pomza su emme değeri % 29,38 özgül ağırlığı 1,489, orta asidik pomza su emme değeri % 32,52 özgül ağırlığı 1,373, iri asidik pomza su emme değeri % 47,11 özgül ağırlığı 1,100 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.8.).

Çizelge 4.8. Asidik Pomza ve Dere Kumunun Su Emmesi ve Özgül Ağırlıkları

	Dere Kumu	Asidik Pomza Kum, İnce Asidik Pomza	Orta Asidik Pomza	İri Asidik Pomza
Su Emme (%)	1,54	29,38	32,52	47,11
Özgül Ağırlık	2,633	1,489	1,373	1,100

Burada asidik pomzanın tane boyu büyüdükçe su emmesinin azalması özgül ağırlığının ise artması gerekirdi. Fakat asidik pomzanın gözenekli olmasından dolayı su emmesi tane boyu arttıkça yüksek çıkmıştır, özgül ağırlığı da düşük çıkmıştır.

4.3. Hazırlanan Beton Tasarımları

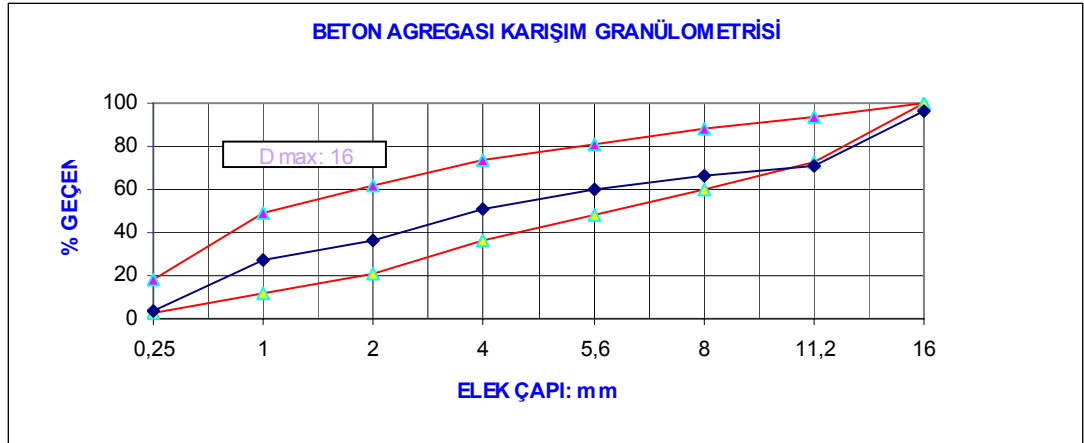
Bu çalışmada; farklı agrega (asidik pomza ve dere kumu) oranları, çimento, kül, kimyasal katkı ve su/çimento oranları kullanılarak T1, T2, T3, T4, T5, olmak üzere 5 adet tasarım yapılmıştır.

4.3.1. T1 Beton Tasarımı

İlk tasarıma, elek analizleri dikkate alınarak TS EN 206-1' deki D max 16' ya göre karışım oranları belirlenmiştir. Buna göre 2 mm elekten elenmiş asidik pomza kumu % 28 oranında, ince asidik pomza (0-4 mm) % 20 oranında, orta asidik

pomza (4-8 mm) % 20 oranında ve iri asidik pomza (8-16 mm) % 32 oranında kullanılmıştır (Şekil 4.1.).

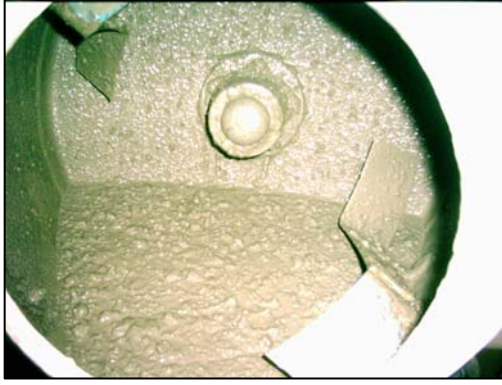
Malzemeler	% Geçen	Elekler							
		0,25	1	2	4	5,6	8	11,2	16
Asidik Pomza Kumu	0,28	8,6	84	92	100	100	100	100	100
		2,4	23,5	25,8	28,0	28,0	28,0	28	28
İnce Asidik Pomza	0,20	2	12,5	50,5	97,7	100	100	100	100
		0,4	2,5	10,1	19,5	20,0	20,0	20,0	20,0
Orta Asidik Pomza	0,20	1,9	1,9	1,9	13,6	55,6	89	100	100
		0,4	0,4	0,4	2,7	11,1	17,8	20,0	20,0
İri Asidik Pomza	0,32	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	9,1	89,6
		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2,9	28,7
Karışım	1,00	3,7	26,9	36,7	50,7	59,6	66,3	70,9	96,7
Şartname Max.		18	49	62	74	81	88	94	100
Şartname Min.		3	12	21	36	48	60	73	100



Şekil 4.1. T1 Beton Tasarım Agrega Oran Şartname Grafiği

1 m³ karışım için, agreganın boşluklu yapısı ve ince agrega oranının fazla olmasından dolayı özgül yüzeyin artacağı düşünülerek yüksek oranda çimento kullanılması gerekecekti. Ancak çimento maliyeti arttıracığı için karışımın içine genel olarak çimento miktarının 1/3' ü oranında kül ilave edilmiştir. T1 tasarımında çimento miktarı 350 kg, kül ise 182 kg kullanılarak toplamda 532 kg çimento kullanılmış oldu. Ayrıca çimento miktarının % 1,5' i oranında YKS RHB 1000 hiper akışkanlaştırıcı kullanılarak mukavemetin artması ve su/çimento oranının aşağı çekilmesi sağlanmıştır. Tasarımda kullanılan su/çimento oranı 0,19 (101,08 kg/m³) olarak uygulanmıştır.

Tasarlanan agregâ karışım oranlarına göre beton karışımı şartname aralığına tam olarak girmiştir. Ancak yapılan karışım sonucunda asidik pomza kumunun özgül ağırlığının düşük (1,49) olmasından dolayı orta ve kaba agregaların gözeneklerini tam olarak dolduramamakta ve çimento şerbetini filtre ettiği gözlenmiştir (Şekil 4.2.). Bu nedenden dolayı yapılan T1 tasarımından beton elde edilememiş ve numune alınamamıştır. Asidik pomza agregalı tasarımın, beton tarifine uygun bir görünüm sergilemesi için su emmesi daha düşük olan agregalar arası boşluğu daha iyi dolduracak çimento ve kül ile daha iyi çalışacağını düşünülen 2 mm çaplı dere kumunun tasarıma eklenmesi planlanmıştır.



Şekil 4.2. T1 Tasarımının Karışım Sonrası Görünümü

Tasarımda agregâ ve su miktarları belirlendikten sonra, karışıma girecek malzemenin, bünyesinde bulundurduğu sudan dolayı düzeltilmiş tartım miktarları tekrar belirlenmiştir.

Düzeltilmiş tartımlarla başlangıç tartımları arasındaki fark sadece agregaların su emmesinden kaynaklanmıştır. Karışım içindeki suyun agregalar tarafından bünyesine çekilerek (su emmesi kadar) karışımda az su bulunmasını agregaların su emme miktarları kadar karışıma su vererek dengelenmiştir. Buda agreganın ağırlığı ile su emmesinin çarpımının 100' e bölünmesi sonucu o agreganın ne kadar su emeceğini göstermektedir.. Her agregâ için aynı işlem yapıp toplam su emmeler tasarımın başlangıç suyuna eklenmiştir. Agregaların düzeltilmiş tartımlarının, agregaların tasarım başlangıç tartımlarına göre değişmesi ise; her agreganın

başlangıç değerinden o agreganın emeceği su miktarı çıkartılarak hesaplanmıştır. Bu işlem tüm tasarımlarda uygulanmıştır.

T1 beton tasarımı içinde 1 m³ de bulunan agrega, çimento, su ve katkıların düzeltilmiş tartıları ve ilk tartıları aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.9.). Çimento su ve külün hacminden kalan agrega hacmi 690,1 dm³ tür.

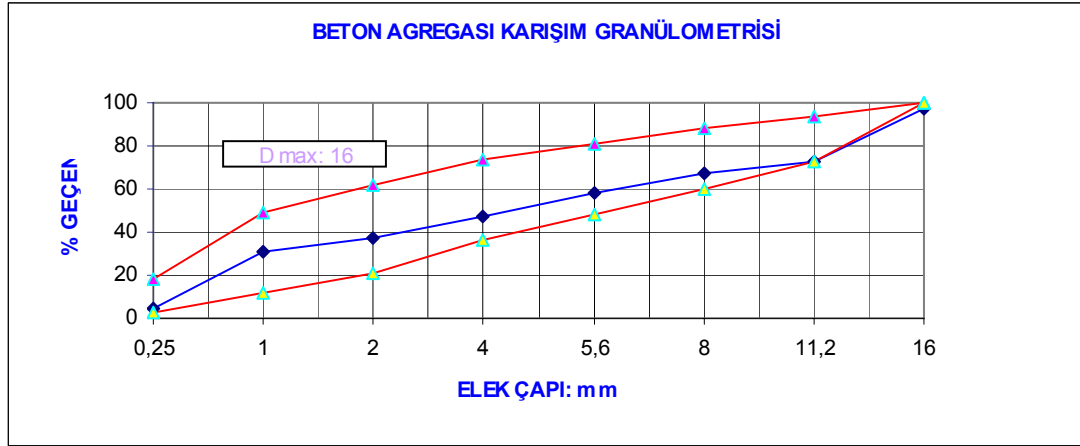
Çizelge 4.9. T1 Karışımının Başlangıç ve Düzeltilmiş Tartıları

1m ³ Düzeltilmiş Beton Karışımı Tartıları(kg)								
Çimento	Mineral Katkı	Su	Asidik Pomza Kumu	İnce Asidik Pomza	Orta Asidik Pomza	İri Asidik Pomza	Katkı %	Katkı (gr)
350	182	342	246,5	169,6	165,8	184,6	1,5	7,98
1m ³ Başlangıç Beton Karışımı Tartıları(kg)								
Çimento	Mineral Katkı	Su	Asidik Pomza Kumu	İnce Asidik Pomza	Orta Asidik Pomza	İri Asidik Pomza	Katkı %	Katkı (gr)
350	182	101,08	300,3	210,3	189,5	253,3	1,5	7,98

4.3.2. T2 Beton Tasarımı

T2 tasarımında asidik pomza kumu yerine % 35 oranında dere kumu, % 8 oranında ince asidik pomza, % 27 oranında orta asidik pomza ve % 30 oranında iri asidik pomza kullanılmıştır (Şekil 4.3.).

Malzemeler	% Geçen	Elekler							
		0,25	1	2	4	5,6	8	11,2	16
Dere Kumu	0,35	8,6	84	92	100	100	100	100	100
		3,0	29,4	32,2	35,0	35,0	35,0	35	35
İnce Asidik Pomza	0,08	2	12,5	50,5	97,7	100	100	100	100
		0,2	1,0	4,0	7,8	8,0	8,0	8,0	8,0
Orta Asidik Pomza	0,27	1,9	1,9	1,9	13,6	55,6	89	100	100
		0,5	0,5	0,5	3,7	15,0	24,0	27,0	27,0
İri Asidik Pomza	0,30	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	9,1	89,6
		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2,7	26,9
Karışım	1,00	4,1	31,4	37,2	46,9	58,5	67,5	72,7	96,9
Şartname Max.		18	49	62	74	81	88	94	100
Şartname Min.		3	12	21	36	48	60	73	100



Şekil 4.3. T2 Beton Tasarım Agregası Oran Şartname Grafiği

Bu tasarımda T1 tasarımı dikkate alınarak çimento ve kül oranları artırılarak kullanılmıştır. 400 kg çimento ve 200 kg kül kullanılmıştır. Katkı ise çimentonun % 1,2' si kadar YKS RHB 1000 hiper akışkanlaştırıcı kullanılmıştır. Karışıma dere kumu katılmasının etkisini gözlemlemek için su/çimento oranı T1 tasarımda olduğu gibi 0,19 (114 kg/m^3) sabit tutularak kullanılmıştır.

Bu tasarımın sonucunda beton görünümü homojen bir yapı seğrilememiştir. Bununla birlikte kullanılan su miktarının fazla olmasından dolayı çimentoyu az da olsa filtre ederek suyu kusmuştur (karışımdaki suyun taze beton yüzeyine çıkması). Ancak bu tasarımdan mukavemet değerlerini öğrenmek için 3 adet küp numune alınmıştır. Betonun kuru etüv yoğunluğu 1587 kg/m^3 çıkmıştır. Hafif beton sınıfına girmektedir. Karışımın düzeltilmiş ve ilk tartımları Çizelge 4.10' de verilmiştir. Çimento, su ve külün hacminden kalan agregası hacmi $653,1 \text{ dm}^3$ tür.

Çizelge 4.10. T2 Karışımının Başlangıç ve Düzeltilmiş Tartıları

1m ³ Düzeltilmiş Beton Karışımı Tartıları(kg)								
Çimento	Mineral Katkı	Su	Dere Kumu	İnce Asidik Pomza	Orta Asidik Pomza	İri Asidik Pomza	Katkı %	Katkı (gr)
400	200	274,9	591,9	64,2	211,8	118,9	1,2	7,2
1m ³ Başlangıç Beton Karışımı Tartıları(kg)								
Çimento	Mineral Katkı	Su	Dere Kumu	İnce Asidik Pomza	Orta Asidik Pomza	İri Asidik Pomza	Katkı %	Katkı (gr)
400	200	114	601	79,6	242,1	224,7	1,2	7,2

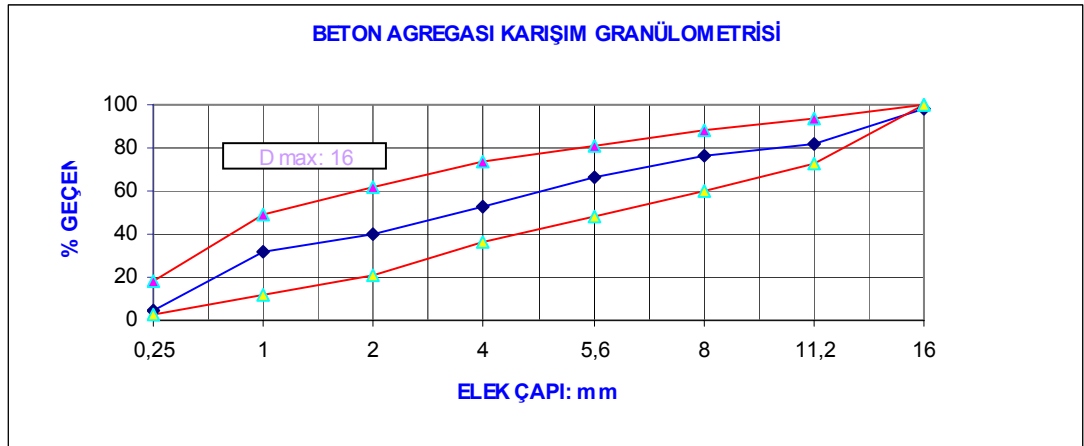
4.3.3. T3 Beton Tasarımı

Tasarımda % 35 oranında dere kumu, % 13 oranında ince asidik pomza, % 32 oranında orta asidik pomza, % 20 oranında iri asidik pomza kullanılmıştır (Şekil 4.4.).

Tasarımda T2 tasarımına göre dere kumu sabit tutulmuştur. Karışımdaki boşlukları minimuma indirmek için ve homojen bir karışım elde edebilmek için, iri asidik pomzandan %10 azaltılarak ince ve orta asidik pomzaya % 5' er oranında ilave edilmiştir. çimento ve kül miktarı ekonomik olması amacıyla azaltılmıştır. Çimento 380 kg, kül ise 150 kg olarak kullanılmıştır. Kusmayı engellemek için % 1 oranında su/çimento oranı azaltılmış 0,18 (95,4 kg/m³), katkı ise çimento miktarının % 1,5 oranında YKS RHB 1000 hiper akışkanlaştırıcı olarak kullanılmıştır.

Betonun kendinden yerleşmesi sağlansa da homojen bir görünüm elde edilememiştir. Bu tasarımdan da 3 adet küp numune alınmıştır. Etüv kurusu yoğunluğu 1700 kg/m³ çıkmıştır. Hafif beton sınıfına girmektedir.

Malzemeler	% Geçen	Elekler							
		0,25	1	2	4	5,6	8	11,2	16
Dere Kumu	0,35	8,6	84	92	100	100	100	100	100
		3,0	29,4	32,2	35,0	35,0	35,0	35	35
İnce Asidik Pomza	0,13	2	12,5	50,5	97,7	100	100	100	100
		0,3	1,6	6,6	12,7	13,0	13,0	13,0	13,0
Orta Asidik Pomza	0,32	1,9	1,9	1,9	13,6	55,6	89	100	100
		0,6	0,6	0,6	4,4	17,8	28,5	32,0	32,0
İri Asidik Pomza	0,20	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	9,1	89,6
		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	1,8	17,9
Karışım	1,00	4,2	31,9	39,7	52,4	66,1	76,8	81,8	97,9
Şartname Max.		18	49	62	74	81	88	94	100
Şartname Min.		3	12	21	36	48	60	73	100



Şekil 4.4. T3 Beton Tasarım Agrega Oran Şartname Grafiği

Karışımın düzeltilmiş ve ilk tartımları Çizelge 4.11’ de verilmiştir. Çimento su ve külün hacminden kalan agrega hacmi 700,8 dm³ tür.

Çizelge 4.11. T3 Karışımının Başlangıç ve Düzeltilmiş Tartıları

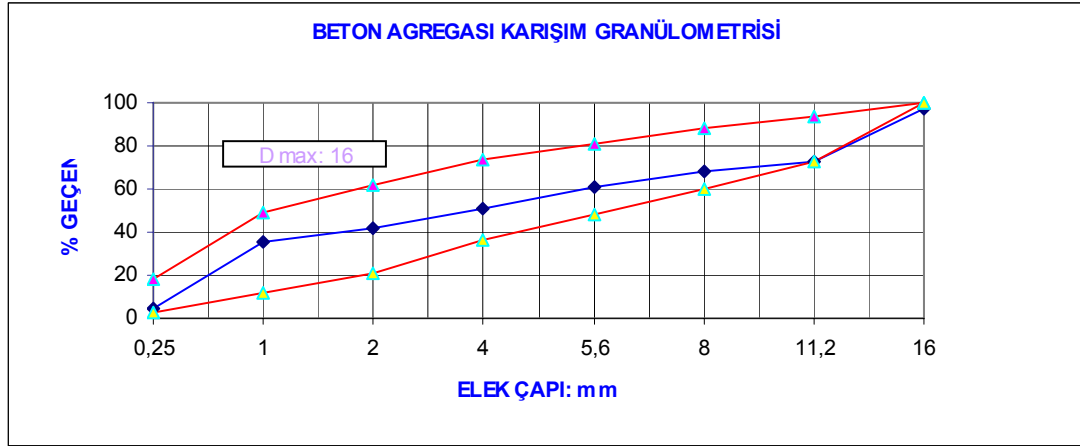
1m ³ Düzeltilmiş Beton Karışımı Tartıları(kg)								
Çimento	Mineral Katkı	Su	Dere Kumu	İnce Asidik Pomza	Orta Asidik Pomza	İri Asidik Pomza	Katkı %	Katkı (gr)
380	150	246,5	635,1	111,9	269,3	85	1,5	7,95
1m ³ Başlangıç Beton Karışımı Tartıları(kg)								
Çimento	Mineral Katkı	Su	Dere Kumu	İnce Asidik Pomza	Orta Asidik Pomza	İri Asidik Pomza	Katkı %	Katkı (gr)
380	150	95,4	645,1	138,8	307,9	160,8	1,5	7,95

4.3.4. T4 Beton Tasarımı

Tasarımda % 40 oranında dere kumu, % 8 oranında ince asidik pomza, % 22 oranında orta asidik pomza, % 30 oranında iri asidik pomza kullanılmıştır (Şekil 4.5.).

Tasarımda T3 tasarımını iyileştirmek için ince asidik pomza % 5 azaltılarak aynı oranda dere kumu ilave edilmiştir. Orta asidik pomza % 10 azaltılarak iri asidik pomza aynı oranda arttırılarak T3 tasarımından daha iyi bir karışım elde edilmesi amaçlanmıştır. T3 tasarımında kullanılan çimento ve kül miktarlarının azaltılmasından dolayı bağlayıcı malzemenin yetersiz kaldığı görülmüştür. Bu neden çimento ve kül miktarları arttırılmıştır. Çimento 400 kg, kül ise 200 kg olarak kullanılmıştır. Katkı ise çimentonun % 1,5' i oranında YKS RHB 1000 hiper akışkanlaştırıcı kullanılmıştır. T3 tasarımına göre su/çimento oranı %3 oranında azaltılarak 0,15 (90 kg/m³) olarak kullanılmıştır.

Malzemeler	% Geçen	Elekler							
		0,25	1	2	4	5,6	8	11,2	16
Dere Kumu	0,40	8,6	84	92	100	100	100	100	100
		3,4	33,6	36,8	40,0	40,0	40,0	40	40
İnce Asidik Pomza	0,08	2	12,5	50,5	97,7	100	100	100	100
		0,2	1,0	4,0	7,8	8,0	8,0	8,0	8,0
Orta Asidik Pomza	0,22	1,9	1,9	1,9	13,6	55,6	89	100	100
		0,4	0,4	0,4	3,0	12,2	19,6	22,0	22,0
İri Asidik Pomza	0,30	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	9,1	89,6
		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2,7	26,9
Karışım	1,00	4,5	35,5	41,7	51,3	60,7	68,0	72,7	96,9
Şartname Max.		18	49	62	74	81	88	94	100
Şartname Min.		3	12	21	36	48	60	73	100



Şekil 4.5. T4 Beton Tasarım Agregası Oran Şartname Grafiğı

Yapılan tasarımdan elde edilen karışımın ayrışma söz konusu olup T3 tasarımına göre daha iyi sonuç elde edilmiştir. Ancak ideal beton görünümünü gözlenememiştir. Tasarımdan 3 adet küp numune alınmıştır. Tasarımın etüv kurusu yoğunluğu 1670 kg/m^3 olarak bulunmuştur. Hafif beton sınıfına girmektedir. Karışımın düzeltilmiş ve ilk tartımları Çizelge 4.12' de verilmiştir. Çimento, su ve külün hacminden kalan agregası hacmi $677,1 \text{ dm}^3$ tür.

Çizelge 4.12. T4 Karışımının Başlangıç ve Düzeltilmiş Tartıları

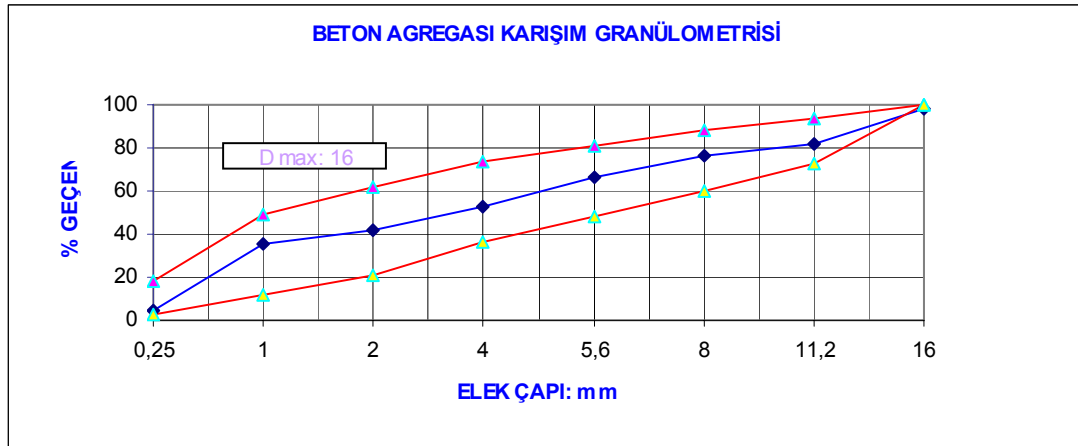
1m ³ Düzeltilmiş Beton Karışımı Tartıları(kg)								
Çimento	Mineral Katkı	Su	Dere Kumu	İnce Asidik Pomza	Orta Asidik Pomza	İri Asidik Pomza	Katkı %	Katkı (gr)
400	200	252,3	701,3	66,6	178,9	123,2	1,5	9
1m ³ Başlangıç Beton Karışımı Tartıları(kg)								
Çimento	Mineral Katkı	Su	Dere Kumu	İnce Asidik Pomza	Orta Asidik Pomza	İri Asidik Pomza	Katkı %	Katkı (gr)
400	200	90	712,3	82,6	204,5	233	1,5	9

4.3.5. T5 Beton Tasarımı

Tasarımda % 40 oranında dere kumu, % 8 oranında ince asidik pomza, % 32 oranında orta asidik pomza ve %20 oranında iri asidik pomza kullanılmıştır (Şekil 4.6.).

T4 tasarımının agrega kombinasyonunda iri malzemeyi fazla kullanmamızdan dolayı boşlukların tam anlamıyla ince malzeme tarafından kapatılmadığı görülmüştür. Ancak dayanımı da dikkate alarak iri malzemedan % 10 oranında azaltarak orta malzemeye ilave edilmiştir. Çimento, kül ve kimyasal katkı oranları sabit tutulmuştur. Çimento 400 kg, kül ise 200 kg olarak kullanılmıştır. Çimento miktarının % 1,5' i kadar YKS RHB 1000 hiper akışkanlaştırıcı kullanılmıştır. Su/çimento oranı T4 tasarımına göre % 1 oranında arttırılarak 0,16 (96 kg/m³) ideal bir kombinasyon elde edilmesi amaçlanmıştır.

Malzemeler	% Geçen	Elekler							
		0,25	1	2	4	5,6	8	11,2	16
Dere Kumu	0,40	8,6	84	92	100	100	100	100	100
		3,4	33,6	36,8	40,0	40,0	40,0	40	40
İnce Bazaltik Pomza	0,08	2	12,5	50,5	97,7	100	100	100	100
		0,2	1,0	4,0	7,8	8,0	8,0	8,0	8,0
Orta Bazaltik Pomza	0,32	1,9	1,9	1,9	13,6	55,6	89	100	100
		0,6	0,6	0,6	4,4	17,8	28,5	32,0	32,0
İri Bazaltik Pomza	0,20	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	9,1	89,6
		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	1,8	17,9
Karışım	1,00	4,5	35,5	41,7	52,5	66,1	76,8	81,8	97,9
Şartname Max.		18	49	62	74	81	88	94	100
Şartname Min.		3	12	21	36	48	60	73	100



Şekil 4.6. T5 Beton Tasarım Agregası Oran Şartname Grafiğı

Diğer tasarımlara göre agregası karışım oranlarına göre beton karışım şartname aralığına ideal bir kombinasyon eğrisi ve homojen bir görünüm elde edilmiştir. Şerbeti filtre etmediğı ve suyu kumadığı görülmüştür. Tasarımdan 3 adet küp numune alınmıştır. Etüv kurusu yoğunluğu 1700 kg/m^3 olarak saptanmıştır. Hafif beton sınıfına girmektedir. Karışımın düzeltilmiş ve ilk tartımları Çizelge 4.13' de verilmiştir. Çimento su ve külün hacminden kalan agregası hacmi $671,1 \text{ dm}^3$ tür.

Çizelge 4.13. T5 Karışımının Başlangıç ve Düzeltilmiş Tartıları

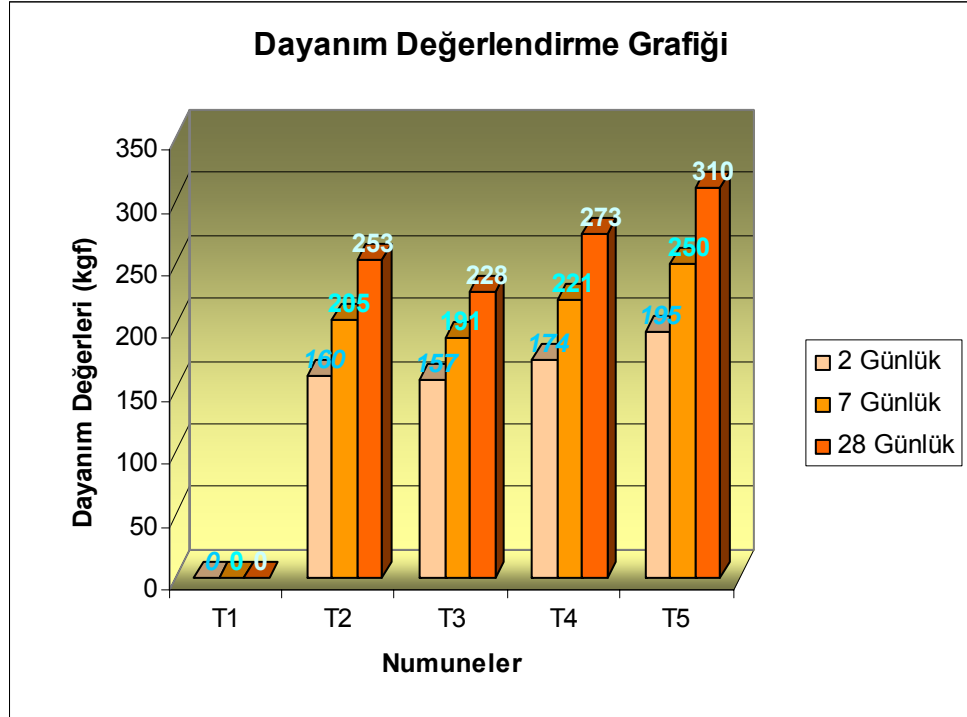
1m ³ Düzeltilmiş Beton Karışımı Tartıları(kg)								
Çimento	Mineral Katkı	Su	Dere Kumu	İnce Asidik Pomza	Orta Asidik Pomza	İri Asidik Pomza	Katkı %	Katkı (gr)
400	200	232,2	695,1	66	257,9	81,4	1,5	9
1m ³ Başlangıç Beton Karışımı Tartıları(kg)								
Çimento	Mineral Katkı	Su	Dere Kumu	İnce Asidik Pomza	Orta Asidik Pomza	İri Asidik Pomza	Katkı %	Katkı (gr)
400	200	96	706	81,8	294,9	154	1,5	9

4.4. Tasarımlardan Alınan Numunelerin Basınç Değerleri

Yapılan tasarım çalışmaları sonucunda elde edilen karışımlardan, mukavemet sonuçlarının değerlendirilmesi için 15x15x15 ebatlarında her karışım için 3' er adet beton numunesi alınmıştır. Bu küp numuneler alındıktan 24 saat sonra zarar verilmeden küplerden çıkartılıp oda sıcaklığı ve su ısısı 23°C' de kür havuzunda bekletilmiştir. Küpler kür havuzunda 2, 7 ve 28 gün sonlarında her bir karışımın örnekleri çıkartılarak beton pres' inde basınç dayanım testine tabi tutulmuştur (Çizelge 4.14.). T1, T2, T3, T4, T5 diye adlandırdığımız betonların dayanım sonuçları değerlendirme grafiği Şekil 4.7.' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.14. Basınç Dayanım Test Sonuçları

	T1	T2			T3			T4			T5		
2 gün		162	159,1	160,1	155	162,2	155,3	171,2	175,6	175,8	194	196,2	196,6
2 gün ortalaması	YA PI LA MA DI	160,40			157,50			174,20			195,60		
7 gün		205	207,5	203,4	193,4	194,7	189	219	220,2	225	249	252,5	249,4
7 gün ortalaması		205,30			191,70			221,40			250,30		
28 gün		254	253	252	225	230	229	270	275	274	308	313	309
28 gün ortalaması		253,00			228,00			273,00			310,00		



Şekil 4.7. Dayanım Değerlendirme Grafiği

Hafif betonlarda basınç dayanım sınıflarına göre (Çizelge 4.15.) tasarımlar sırasıyla 28 günlük kırım sonuçlarına göre T2 C20, T3 C 20, T4 C 20, T5 C 25, sınıflarına girmektedir (Çizelge 4.16.). Bu tasarımlar içerisinde hazırlanan en uygun dizayn T5' tir. Çünkü C 25 sınıfının 280 kgf olan basınç değerini 30 kgf geçmiş olması emniyetli bir tasarım olduğunu gösterir.

Çizelge 4.15. Hafif Beton İçin Basınç Dayanımı Sınıfları.

Hafif Beton Basınç Dayanım Sınıfı	En düşük Küp Dayanımı kgf
C 8	90
C 12	130
C 16	180
C 20	220
C 25	280
C 30	330
C 35	380
C 40	440
C 45	500
C 50	550
C 55	600
C 60	660
C 70	770
C 80	880

Çizelge 4.16. Tasarımların Beton Sınıfları, Değerleri ve Sınıfların Minimum Değerleri

Tasarım	Beton Sınıfı	Minimum Sınıf Değeri	Basınç Değerleri
T1	C 0	0	0
T2	C 20	220	253
T3	C 20	220	228
T4	C 20	220	273
T5	C 25	280	310

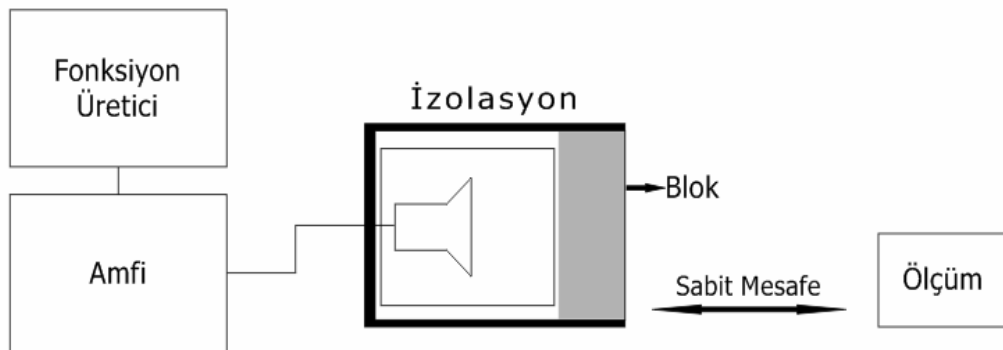
4.5. Ses ve Isı Yalıtımı

Yapılan tasarımlardan en iyi kombinasyonu ve mukavemeti veren T5 tasarımdan alınan örneğe göre ses ve ısı yalıtımı deneyleri yapılmıştır. Çıkan sonuçların karşılaştırmasında; kireçtaşı agregalı beton, bazık pomza agregalı beton ile asidik pomza agregalı beton karşılaştırılmıştır.

4.5.1. Ses Yalıtımı

İnsan kulağının duyabileceği basınç değişimleri (hava yada su gibi bir ortamda), ses olarak tanımlanmaktadır. İşitilmesinden rahatsız olunan sesler gürültü olarak adlandırılmaktadır. Ses gerilme dalgası halinde yayılır ve rastladığı cisme basınç dalgası olarak etkir. Gerilme dalgasının enerjisi sesin şiddetini, frekansında tonunu belirler. Ses enerjisi çok küçüktür ve uygulamada desibel (dB) olarak adlandırılan bir birimle ölçülür (Gündüz ve diğ., 1998a).

Bir malzemenin ses yalıtım değerini (D) ölçmek için iki ayrı deneysel ölçüm düzeneği kullanılabilir. Bunlar bir yüzü açık ses yalıtım ölçüm düzeneği, iki odalı ses yalıtım ölçüm düzeneğidir (Gündüz ve diğ., 1998a). Bu çalışmada bir yüzü açık ses yalıtım ölçüm düzeneği kullanılmıştır. Deneyin sembolik gösterimi aşağıda verilmiştir (Şekil 4.8.).

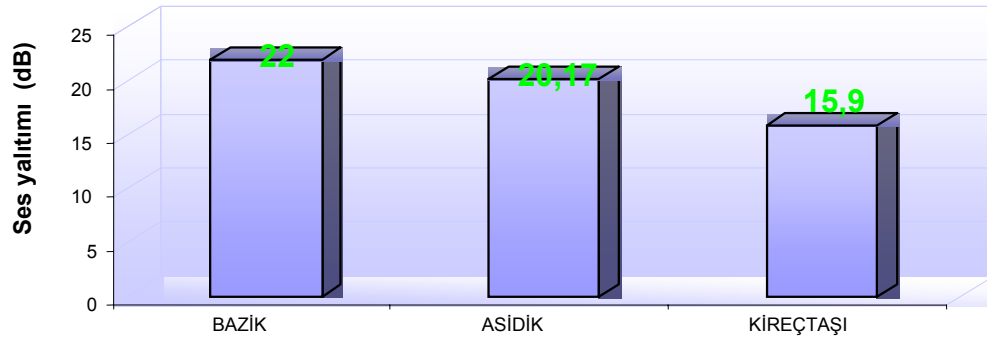


Şekil 4.8. Ses Yalıtım Deneyi Sembolik Görünümü (Gündüz ve diğ., 1998a)

Tüm ölçümlerin bir yüzü açık, dış civarları tamamen ses soğurucu bir malzeme ile kaplanmış olan bir ortamda gerçekleştirildiği bir düzenektir. Fon ölçümlerinden sonra, kutunun açık yüzü blokla ve kapatılmadan önce yapılan ölçümler, blok tarafından soğurulan ses şiddetinin belirlenmesini sağlamaktadır.

Burada bir malzemenin gürültü azalması ve ses yalıtım değerleri (D) genel olarak malzemenin iki tarafındaki ses basınç düzeyleri arasındaki fark olarak belirlenmektedir.

Bu çalışmada bazik, asidik pomza ve kalker agregalı betonların ses yalıtım değerleri saptanmıştır (Şekil 4.9.). Buna göre en iyi sonucu bazik pomza 22 dB' lik bir soğurma ile vermiştir. Asidik pomza 20,17 dB' lik soğurma ile bazik pomzaya yakın bir sonuç vermiştir. Burada kalker agregalı beton 15,9 dB ile en az soğurmayı yapan malzemedir.



Şekil 4.9. Ses Yalıtımı Grafiği

4.5.2. Isı Yalıtımı

Cisimlerin ısı iletkenlik katsayısı molekül ve gözenek yapısı ile gözeneklilik oranının bir fonksiyonu olarak tanımlanabilmektedir. Belli bir gözeneklilik oranına sahip cisimlerde, gözenek duvar kalınlığı etken bir faktör olup, gözenek yarıçapı ne kadar küçük ise ısı iletkenlik katsayısı da o kadar düşüktür. Bir cisim içinde ısı geçişi, moleküllerin ısı akımı yolu ile olmaktadır. Camsı molekül yapısında ısının kaybedeceği yol, kristalin molekül yapısına göre daha uzun olmakla beraber, sonuç

olarak ısı iletkenlik katsayısı da aynı kimyasal bileşimde kristalin yapıdaki cisimlerdeki göre daha düşük olmaktadır (Gündüz ve diğ., 1998a).

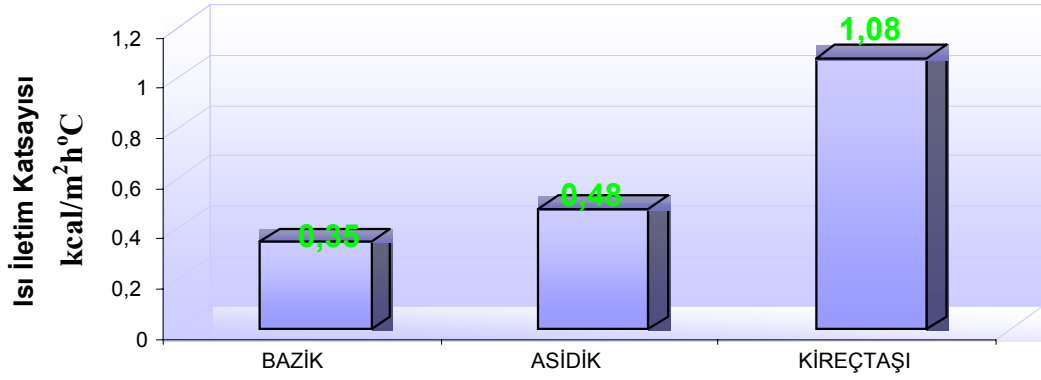
Malzemede meydana gelen ısı geçirimsizlik olayında, malzemenin ısı geçirimsizliği kalınlığına (d) ve kendi iç yapı özelliklerine bağlı ısı iletkenlik katsayısına (λ) bağlıdır. Homojen bir malzemenin, denge şartları altında, iki yüzeyi arasındaki sıcaklık farkı 1°C olduğu zaman 1 saatte 1 m^2 alan ve bu alana dik yönde 1 m kalınlığından geçen ısı miktarıdır. Birimi $\text{kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$ ' dir. Isı iletimi iç yapı ile ilişkili olduğundan, birim ağırlığı az olan malzemenin ısı iletkenlik katsayısının da düşük olduğu görülür. Bir malzemenin ısı geçirgenliği (Λ) ise o malzemenin ısı iletkenlik katsayısının (λ), kalınlığına (d) oranı ile bulunur (Gündüz ve diğ., 1998a).

$$\Lambda = \frac{\lambda}{d} \quad (\text{kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C})$$

Aşağıda çeşitli malzemelerin ısı iletim katsayıları verilmiştir (Çizelge 4.17.).

Çizelge 4.17. Çeşitli Malzemelerin Isı İletkenlik Katsayıları Değerleri (Gündüz ve diğ., 1998a)

Malzeme	($\text{kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$)
Granit, bazalt, mermer	3.00
Kum,çakıl	1.20
Genleştirilmiş kil	0.60
Çimento sıva	0.75
Alçı	0.47
Beton B120	1.30
B160	1.75
Hafif beton bloklar	0.35
Levha cam (pencere camı)	0.70
Demir, çelik	50.00
Bakır	330.00
Alüminyum	175.00
Cam ve taş lifleri	0.035
Ahşap talaş levhaları	0.08
Ahşap lif levhaları	0.04
Pomza	0.10 – 0.60



Şekil 4.10. Isı Yalıtımı Grafiği

Sonuçlarda da görüldüğü üzere Bazik pomzalı agregalı kireçtaşına oranla % 38,4 daha fazla ses yalıtımı yapmış olduğu görülmüştür. Isı yalıtımında ise kireçtaşı karışımı betona göre bazik pomzalı beton %67,6 daha iyi ısı yalıtımı yaptığı görülmüştür.

5.SONUÇLAR

1. Tasarımlarda kullanılan, Nevşehir bölgesinden alınan asidik pomza agregalarının fiziksel özellikleri :

- Elek analizi sonuçları <4 mm, 4-8 mm, 8-16 mm bulunmuştur.
- Özgül ağırlık sonuçları <4 mm için 1,489, 4-8 mm için 1,373, 8-16 mm için 1,100 olarak bulunmuştur.
- Su emme oranları <4 mm için %29,38, 4-8 mm için %32,52, 8-16 mm için %47,11 olarak bulunmuştur.

2. Asidik pomza ile yapılan beton tasarımlarının etüv kurusu haline geldiği zaman birim ağırlığı; T1 tasarımının çimento şerbetini filtre etmesinden dolayı beton numunesi alınamadı, T2 1587 kg/cm³, T3 1700 kg/cm³, T4 1670 kg/cm³, T5 1700 kg/cm³ olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre beton numunesi alınan tüm tasarımlar hafif beton sınıfına girmiştir.

3. Asidik pomza' nın boşluklu yapısından dolayı çimento ve kül en az miktarlarda kullanılarak ekonomik olması sağlanmıştır. İnce malzemenin yoğunluğunun düşük olması nedeniyle orta ve iri agregadaki gözeneklerin kapatılabilmesi için dere kumu ilave edilerek beton tarifine uyan homojen bir karışım elde edilmiştir.

4. Tasarımlar sunucunda, T1 tasarımında görüldüğü gibi sadece asidik pomza agregası ile beton tasarımı yapılamamıştır. Tasarıma dere kumu ilave edilerek hafif beton sınıfında iyi mukavemet değerleri verebilen beton tasarımları elde edilmiştir. 28 günlük dayanım sonuçlarına göre; T2 253 kgf (C20), T3 228kgf (C20), T4 273 kgf (C20) ve T5 310kgf (C25) mukavemet değerleri elde edilmiştir.

5. Yapılan çalışmada tasarımlar içinde en iyi görünümü ve mukavemet değerini veren T5 tasarımında, % 40 dere kumu (0-2 mm), % 60 asidik pomza (0-4, 4-8, 8-16 mm), 400 kg çimento, 200 kg kül, 96 kg su ve çimentonun % 1,5' i kadar kimyasal katkı kullanılmıştır.

6. Ses ve ısı yalıtımında asidik pomza ile yapılan T5 tasarımından alınan örnekte ses yalıtım değeri 20,17 dB, ısı yalıtımı ise 0,48 kcal/m²h°C olarak tespit edilmiştir. Bu değerler ses ve ısı yalıtımı standartlarında çıkmıştır.

KAYNAKLAR

- AÇIKGÖZ, F., ÖZ, M., 1980. Nevşehir, Ürgüp, Kaymaklı Çevrelerinin Pomza Prospeksiyon Raporu, MTA, Ankara.
- ATIŞ, C. D. 2000. Su-Çimento Oranının :Beton Dayanımına Etkisi, Ç.Ü. Müh. Mim. Fak Dergisi S. 91 – 98, Adana.
- ATIŞ, C. D. 2000. Agrega Tane Boyutu Dağılımının Çimento Miktarına Etkisi, Ç.Ü. Müh. Mim. Fak Dergisi S. 91 – 98, Adana.
- AYDIN, A., 1998. Diatomit Pomza ve Pasa'nın beton katkı maddesi olarak kullanılabilirliğinin araştırılması. Atatürk Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 113 s.
- DAVRAZ, M., 2001. Pomzanın Endüstriyel Kullanım Alanları Doktora Semineri Isparta.
- DEGUSA Yapı Kimyasalları San. A.Ş. Nisan 2006. Katkı Sistemleri Ürün El Kitabı s 91,Ankara.
- DOĞAN, H., ŞENER, F., 2004. MTA Haber Bülteni Hafif Yapı Malzemeleri Kullanımının Yaygınlaştırılmasına Yönelik Sonuç ve Öneriler, Ankara.
- DÖNMEZ M., TÜRKECAN A., AKÇAY A.E., 2003. Kayseri – Nigde – Nevşehir Yöresi Tersiyer Volknitleri. M.T.A Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, Ankara, Derleme NO: 10575.
- DPT, 1996. Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Yapı Malzemeleri Çalışma Grubu Raporu: Çimento Hammaddeleri ve Yapı Malzemeleri, Cilt 2 (sf. 1-51), Ankara.
- GÜNDÜZ, L., SARIŞIK, A., TOZAÇAN, B., DAVRAZ, M., UĞUR, İ. ve ÇANKIRAN, O., 1998 (a). "Pomza Teknolojisi,Cilt I, s.288, ISPARTA.
- GÜNDÜZ, L., SARIŞIK, A., TOZAÇAN, B., DAVRAZ, M., UĞUR, İ. ve ÇANKIRAN, O., 1998 (b). "Pomza Teknolojisi,Cilt II, s.206, ISPARTA.
- İZBIRAK, R., YALÇINLAR, İ., 1951. Kayseri' nin Kuzeyinde Üst Miyosen' e ait Omurgalılar. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 155 s.

- KAN, A., 1999 Pasinler Esendere Volkanik Tuf Kumunun Harç Yapımında Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Atatürk Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 78s.
- KHANDAKER, M., HOSSAIN, A., 2002. 'Properties of volcanic pumice based cement and lightweight concrete', Cement and Concrete Research, 2478.
- LE PENNEC, J. -L., BOURDIER, J. -L., FROGER, J.L., TEMEL, A., CAMUS, G., 1994. Neogen İgnimbrites Of The Nevşehir Plateau (Central, Turkey). Stratigraphy, Distribution And Source Constraints. JVGR 63: 59 – 87.
- Nevşehir Valiliği, 2004. İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Çevre Yönetimi ve Çed. Şube Müdürlüğü, İl Çevre Durum Raporu, 2 4-28 s.
- PASQUARE G., 1968. Geology of the Cenozoic Volcanic Area of Central Anatolia. Atti Accad. Naz Lincei Mem., 9: 55-204.
- REYHANOĞLU M., 1988. Pomza ve Kullanım Alanları, Ç.Ü. F.B.E., Yüksek Lisans Tezi, ADANA.
- RITTMANN A. L., 1976. Volcanoes, Orbis Publishing, London.
- SEVEREN, S., 2004. Mustafapaşa (Ürgüp – Nevşehir) Dolayında Yüzeyleyen İgnimbiritlerin Petrografik, Jeokimyasal ve Mühendislik Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi , 78 s, Adana.
- ŞAHİN, R., 1996. Kocapınar Pomzası ile Üretilen Hafif Betonun Mukavemetinin Araştırılması. Atatürk Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 108s., Erzurum.
- TOLGAY, A., 2004. Nevşehir Pomzasının Endüstriyel Alanda Kullanılabilirliği Yüksek Lisans Tezi, 90s Adana.
- TÜRKMEN, İ., 1997 Van Erciş Pomzasından Üretilen Hafif Betonun Donma Çözülme Dayanıklılığının Araştırılması. Atatürk Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 83s., Erzurum.
- ULUSU, İ., 1997 Erzincan Molla Köy Ham Perlit Agregasının Taşıyıcı Hafif Beton Üretiminde Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Atatürk Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 68s., Erzurum.
- TS 706, 1980. Beton Agregaları. Türk Standartları Enstitüsü, ANKARA
- TS 707, 1980. Beton Agregalarından Numune Alma Ve Deney Numunesi Hazırlama Yöntemi. Türk Standartları Enstitüsü, ANKARA.

TS 1114, 1986. Hafif Agregalar-Beton için, Numune Alma ve Deney Metotları, Türk Standartları Enstitüsü, ANKARA.

TS 2511, 1977. Taşıyıcı Hafif Agregalar-Beton İçin, Beton Karışım Hesapları Yapım, Döküm ve Bakım Kuralları. Türk Standartları Enstitüsü, ANKARA.

TS 3068, 1999. Beton Deneyleri-Deney Numuneleri-Bölüm 2: Dayanım Deneyleri için Deney Numunelerinin Yapımı ve Kürü. Türk Standartları Enstitüsü, ANKARA.

TS 3114, 1978. Beton-Deney Numunelerinin Basınç Dayanım Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, ANKARA.

TS 3234, 1978. Bims Beton Yapım Kuralları ve Karışım Hesabı ve Deney Metotları. Türk Standartları Enstitüsü, ANKARA.

TS 3289, 1979. Hafif Agregalı Yalıtım Betonu Deney Numunelerinde Basınç Dayanım Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, ANKARA.

TS 5929, 1988. Beton Deneyleri-Boyutlar-Toleranslar ve Deney Numunelerinin Uygunluğu. Türk Standartları Enstitüsü, ANKARA.

http://www.isbasbims.com.tr/site/index.php?option=com_content&task=view&id=22&Itemid=48. 25 Ocak 2007

<http://www.oyakcimento.com/turkce/bolu/cimento.html>. 25 Ocak 2007

<http://www.thbb.org/engine.php?ID=4>. 25 Ocak 2007

<http://www.thbb.org/engine.php?ID=6>. 25 Ocak 2007

<http://www.thbb.org/engine.php?ID=7>. 25 Ocak 2007

http://www.uclermadencilik.com/images/rezerv_3_maxi.jpg. 25 Ocak 2007

http://www.uclermadencilik.com/images/rezerv_maxi.jpg. 25 Ocak 2007

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında İskenderun'da doğdum. İlkokul ve liseyi İskenderun'da okudum. 1998 yılında İskenderun Lisesini bitirdim. 2000 yılında Çukurova Üniversitesi Müh.-Mim. Fak. Jeoloji Mühendisliği bölümünde lisans eğitimine başlayıp 2004 yılında mezun oldum. 2005 yılında Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsüne bağlı olarak Maden Yatakları ve Jeokimya Ana Bilim dalında Yüksek Lisans eğitimime başladım.