

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSİTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANAS TEZİ

Subutay YANIK

**BAZİK POMZALARIN BETON AGREGASI OLARAK
KULLANILABİLİRLİĞİ**

JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

ADANA, 2007

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAZİK POMZALARIN BETON AGREGASI OLARAK
KULLANILABİLİRLİĞİ**

**Subutay YANIK
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

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

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

İmza:.....
Yrd. Doç.Dr. Tolga ÇAN
II. DANIŞMAN

İmza:.....
Prof. Dr. Osman PARLAK
ÜYE

İmza:.....
Doç. Dr. Ergül YAŞAR
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

Bu Çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Birimi tarafından desteklenmiştir.
Proje N o: MMF. 2006.YL.25

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

**BAZİK POMZALARIN BETON AGREGASI OLARAK
KULLANILABİLİRLİĞİ**

Subutay YANIK
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

I. Danışman : Yrd.Doç.Dr. Mustafa AKYILDIZ

II. Danışman : Yrd.Doç.Dr. Tolga ÇAN

Yıl : 2006, Sayfa : 58

Juri : Yrd.Doç.Dr. Mustafa AKYILDIZ

Yrd.Doç.Dr. Tolga ÇAN

Prof. Dr. Osman PARLAK

Doç.Dr. Ergül YAŞAR

Yrd.Doç.Dr. Ahmet DAĞ

Bu çalışmada farklı oranlarda agregası (bazik pomza, dere kumu), uçucu kül ve kimyasal katkı kullanarak betonun birim hacim ağırlık, dayanım, ısı ve ses yalıtım özelliklerinde meydana getirdiği değişiklikler araştırılmıştır. Yapılan çalışmada beton agregası olarak bazik pomzanın (Delihalil bazaltı) tek başına kullanılmasının mümkün olmadığı görülmüştür. Bu nedenle bazik pomza ile birlikte değişik oranlarda dere kumu ve maliyeti azaltmak amacıyla da uçucu kül kullanılmıştır. Farklı karışım tasarımları yapılarak elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde en hafif ($\gamma = 1916 \text{ kg/m}^3$), dayanımı (C20), ısı yalıtımı $0,35 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$, ses yalıtımı 22 Db, agregası oranları % 43 dere kumu (0-2mm), % 57 bazik pomza (0-25 mm), 350 kg çimento, 200 kg kül, 143 kg su ve çimentonun % 1,8' i kadar hiper akışkanlaştırıcı karışımından oluşturulan tasarımdan elde edildiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Bazik Pomza, Beton, Agregası

ABSTRACT

MSc THESIS

THE USAGE ON THE BASALTIC PUMICES AS CONCRETE AGGREGATE

Subutay YANIK

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

I. Supervisor : Yrd.Doç.Dr. Mustafa AKYILDIZ

II. Supervisor : Yrd.Doç.Dr. Tolga ÇAN

Year : 2006, Pages : 58

Jury : Asist.Prof. Dr. Mustafa AKYILDIZ

Asist.Prof. Dr. Tolga ÇAN

Prof. Dr. Osman PARLAK

Assoc.Prof. Dr. Ergül YAŞAR

Asist.Prof. Dr. Ahmet DAĞ

The intereactions 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 aggregate (basic pumice, sand), fly ash, and chemical additives. It is understood that the basic pumice is not suitable alone to be used as aggregate in concrete. Hence different proportions of alluvial sand was also used beside the basic pumice and fly ash. By evaluating various concrete mixture designs, design of T5 made by 350 kg of cement, 200 kg of fly ash, 143 kg of water and 1,8 percent of additive according to the cement amount was found more suitable concrete mixture presenting the unit weight of 1916 kg/m³, uniaxial strength of 276 kgf/cm², thermal and sound conductivity of 0,35 kcal/m²h°C and 22 Db, respectively.

Key Words : Basaltic Pumices, Concrete, Aggregate

TEŐEKKÖR

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

Çalışmalarım esnasında büyük yardımlarından dolayı Kaan Tekinturhan, Edip Öz ve Ali Kısa' ya teşekkürü borç bilirim.

Yüksek lisans çalışmamın başından itibaren her türlü destek ve fedakârlığı gösteren aileme, özellikle kızıma teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

Öz	I
Abstract	II
Teşekkür	III
İçindekiler	IV
Çizelgeler Dizini.....	VII
Şekiller Dizini.....	VIII
1. GİRİŞ	1
2. POMZA.....	3
2.1. Pomzanın Tanımı	3
2.2. Pomzanın Oluşumu	4
2.3. Pomzanın Kullanım Alanları	6
2.3.1. Tekstil Sektöründe Pomza	6
2.3.2. Tarım Sektöründe Pomza	6
2.3.3. Kimya Sektöründe Pomza	7
2.3.4. Endüstriyel ve Teknolojik Alanlarda Pomza	7
2.3.5. İnşaat Sektöründe Pomza	8
2.4. Hafif Beton Olarak Pomza	9
2.5. Pomza Karışımları – TSE Standartları	10
2.6. Pomza Agregalı Betonların Özellikleri	14
3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	17
4. MATERYAL VE METOT	19
4.1. Materyal	19
4.1.1. Bölgesel Jeoloji.....	19
4.1.2. Agregat.....	21
4.1.3. Karışım Suyu.....	23
4.1.4. Çimento.....	24
4.1.5. Katkı.....	24
4.1.5.1. Kimyasal Katkılar.....	24
4.1.5.2. Mineral Katkılar.....	25

4.2. Metot	25
4.2.1. Elek Analizi	25
4.2.2. Özgöl Ağırlık ve Su Emmesi	26
4.2.2.1. İri Agregaların Doygun Yüzey Kuru Ağırlık (DYK) Hale Getirilmesi	26
4.2.2.2. İnce Malzemelerin Doygun Yüzey Kuru Ağırlık (DYK) Hale Getirilmesi	26
4.2.2.3. İri Agregada Özgöl Ağırlık ve Su Emme Oranı Tayini	27
4.2.2.4. İnce Agregada Özgöl Ağırlık ve Su Emme Oranı Tayini	28
4.2.3. Agregada Karışım Grafiği	28
4.2.4. Su Emmelerden Dolayı Agregaların ve Su Miktarının Değişimi.....	29
4.2.5. Agregada Yüzde Hesaplaması.....	30
5. ARAŞTIRMA BULGULARI	31
5.1. Çalışma Bölgesinin Jeolojisi.....	31
5.2. Betonların sınıflandırılması.....	33
5.3. Fiziksel Özellikler.....	34
5.3.1. Elek Analizi.....	34
5.3.2. Özgöl Ağırlık Su Emme.....	37
5.4. Beton Tasarımı.....	38
5.4.1 T1 Beton Tasarımı.....	38
5.4.2 T2 Beton Tasarımı.....	41
5.4.3 T3 Beton Tasarımı.....	42
5.4.4 T4 Beton Tasarımı.....	44
5.4.5 T5 Beton Tasarımı.....	46
5.4.6 T6 Beton Tasarımı.....	47
5.5 Tasarımlardan Alınan Numunelerin Basınç Değerleri.....	49
5.6 Ses ve Isı Yalıtımı Çalışması.....	51
5.6.1 Ses Yalıtımı.....	51

5.6.2 Isı Yalıtımı.....	53
6. SONUÇLAR	55
KAYNAKLAR	57
ÖZGEÇMİŞ	60

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1	Asidik Pomza İle Bazik Pomzanın Kimyasal Bileşimi.....	4
Çizelge 4.1	Ceyhan-Osmaniye Yöresindeki Bazaltların Kimyasal Analizleri	21
Çizelge 4.2	Bazik pomzanın kimyasal bileşimleri	22
Çizelge 5.1	TS EN 206-1'e Göre Betonların Yoğunluklarının Sınıflandırılması...	33
Çizelge 5.2	TS EN 206-1'e Göre Betonların Dayanımlarının Sınıflandırılması....	34
Çizelge 5.3	İnce Malzeme Elek Analizi Sonuçları.....	35
Çizelge 5.4	Orta Malzeme Elek Analizi Sonuçları.....	35
Çizelge 5.5	İri Malzeme Elek Analizi Sonuçları.....	36
Çizelge 5.6	Bazalt Kumu Elek Analizi Sonuçları.....	36
Çizelge 5.7	Dere Kumu Elek Analizi Sonuçları.....	37
Çizelge 5.8	Bazik Pomza ve Dere Kumunun Su Emmesi ve Özgül Ağırlıkları.....	38
Çizelge 5.9	T1 Karışımının Başlangıç ve Düzeltilmiş Tartıları.....	40
Çizelge 5.10	T2 Karışımının Başlangıç ve Düzeltilmiş Tartıları	42
Çizelge 5.11	T3 Karışımının Başlangıç ve Düzeltilmiş Tartıları	44
Çizelge 5.12	T4 Karışımının Başlangıç ve Düzeltilmiş Tartıları	45
Çizelge 5.13	T5 Karışımının Başlangıç ve Düzeltilmiş Tartıları	47
Çizelge 5.14	T6 Karışımının Başlangıç ve Düzeltilmiş Tartıları	49
Çizelge 5.15	Basınç Dayanım Test Sonuçları.....	49
Çizelge 5.16	Hafif Beton için Basınç Dayanımı Sınıfları.....	50
Çizelge 5.17	Tasarımların Beton Sınıfları Değerleri ve Sınıfların En Az Değ.....	51
Çizelge 5.18	Tasarımların Yoğunluk Değerleri	51
Çizelge 5.19	Çeşitli Malzemelerin Isı İletkenlik Katsayıları Değerleri.....	53
Çizelge 5.20	Farklı Agregaların Ses ve Isı Yalıtımları.....	54

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1	Pomza Oluşum Evreleri	5
Şekil 4.1	Delihallil Ocak Çevresi ve Ocaktan Alınan Numuneler.....	22
Şekil 4.2	Karışımında Kullanılan Bazik Pomza Agregaları.....	23
Şekil 4.3	TS 206' ya göre Dmax 25' in En Fazla ve En Az Şartname Aralığı..	29
Şekil 5.1	Çalışma bölgesinin jeoloji haritası.....	31
Şekil 5.2	Bazalt Tüfünün İnce Kesitinde Mikrolitler, Olivin ve Ojitler	32
Şekil 5.3	T1 Beton Tasarım Agregası Oran Şartname Grafiği.....	39
Şekil 5.4	T1 Tasarımı Karışım Sonrası Görünümü.....	40
Şekil 5.5	T2 Beton Tasarım Agregası Oran Şartname Grafiği.....	41
Şekil 5.6	T2 Tasarımı Karışım Sonrası Görünümü.....	42
Şekil 5.7	T3 Beton Tasarım Agregası Oran Şartname Grafiği.....	43
Şekil 5.8	T4 Beton Tasarım Agregası Oran Şartname Grafiği.....	45
Şekil 5.9	T5 Beton Tasarım Agregası Oran Şartname Grafiği.....	46
Şekil 5.10	T6 Beton Tasarım Agregası Oran Şartname Grafiği.....	48
Şekil 5.11	Dayanım Değerlendirme Grafiği.....	50
Şekil 5.12	Ses Yalıtım Deneyi Sembolik Görünümü.....	52
Şekil 5.13	Ses Yalıtımı Grafiği.....	52
Şekil 5.14	Isı Yalıtımı Grafiği.....	54

1.GİRİŞ

Pomza gelişmiş ülkelerde inşaat sektöründe ısı ve ses izolasyonundaki faydası ve % 20' lere varan bina yükünü azaltıcı etkisi ile büyük miktarlarda tüketilen ucuz ve önemli bir hammaddestir. Türkiye'de büyük rezervlere sahip farklı özelliklerde yataklanmalar sunan pomza (bims) endüstriyel hammaddesinin inşaat sektöründe ısı ve ses yalıtımına sahip hafif yapı elemanı olarak kullanımı günümüzde ülkemiz açısından giderek önemli bir yer tuttuğu görülmektedir. Pomzanın inşaat sektöründe kullanılması ile toplum sağlığını olumsuz etkileyen gürültünün ve fazla enerji tüketiminin azalması gibi pozitif faydalar sağlayacağı düşünülmektedir. Pomzanın ülkemizde bilinen rezervleri 3 milyar m³'ü aşmaktadır (Çifçi, 2003). Bu değerli endüstriyel hammaddenin en ideal olarak nasıl ve hangi tekniklerde kullanılacağına araştırılması ülkemiz ekonomisi ve kaynaklarımızın değerlendirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. İlk etapta ekonomik gözükmesi dahi dolaylı olarak ısı, ses izolasyonu ve bina yükünü azaltması gibi özelliklerinin olması diğer agregalar ile yapılan betona göre hem kalite hem ekonomik bir beton olmasını sağlayabilir.

Beton başlıca agrega, 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.

Delihalil bazik pomzasının boşluklu yapısından dolayı normal betona göre daha hafif olabileceği, ses ve ısı yalıtımı konularında iyi sonuçlar vereceği düşünülmektedir yeterli derecede mukavemet ve ekonomide göz önünde tutularak bazik pomza beton agregası olarak çalışılmıştır. Bu konuda daha önce kireçtaşı agregası yerine farklı oranlarda pomza ilavesi yapılarak ve sadece pomza kullanılarak (çoğunlukla ince halde) beton çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmada kireçtaşı kullanmadan ve bazik pomza agrega boyutunu yüksek kullanarak (tane boyu <5, 5-12, 12-25 mm) beton çalışması yapılmıştır.

Farklı kompozisyonlarda pomza kullanımı ile hazırlanan hafif agregalı beton

karışımları üzerinde detay analizler henüz arzu edilen düzeylere ulaşamamıştır. Bu bakımdan, Türkiye'nin değişik bölgelerinde bulunan farklı karakteristik özellikler gösteren pomza taşlarının, hafif yapı elemanı olarak değerlendirilebilirliği üzerine teknik araştırma-geliştirme çalışmaları detaylı olarak yapılmalıdır.

2. POMZA

2.1. Pomzanın Tanımı

Pomza oldukça gözenekli, köpüksü, % 60-70 oranında silis içeren düşük yoğunluklu doğal bir camdır (Çifçi, 2003).

Ekonomik olarak işletilen yataklar genellikle Tersiyer sonrası yataklardır. Daha yaşlı olanlarda killeşme yaygındır. Dünya pomza rezervleri 16 milyar tondan fazladır. En büyük yataklar A.B.D.'de bulunmaktadır. Diğer başlıca üreticiler İtalya, Yunanistan, İspanya, Türkiye, A.B.D, Fransa, Yugoslavya ve Almanya'dır. Türkiye toplam pomza rezervleri bakımından dünyada ikinci sıradadır. Önemli yataklar Tatvan ve Ahlat, Niğde-Nevşehir civarı, Iğdır ve Kars, Mollakasım (Van), Erciş (Van), Gündül (Ankara), Doğubeyazıt (Ağrı) ve Cumaovası' (İzmir) nda bulunmaktadır (Çifçi, 2003).

Pomza tanesi büyüdükçe tane özgül ağırlığı azalmaktadır. Tane boyutları arttıkça gözenek yüzdesi de artmaktadır. Pomzanın gözenek yüzdesinin yüksekliği ve buna bağlı olarak düşük özgül ağırlığı, izolasyon amaçları için dökme malzemesi olarak kullanılmasını sağlamıştır. Ayrıca aynı özellikleri nedeniyle su hazırlama tesislerinde filtre malzemesi ve hafif duvar harcı için katkı maddesi olarak da kullanılmaktadır. Yüksek gözeneklilik derecesi nedeniyle, pomza tanelerinin büyük dayanıklılıkları yoktur. Ancak bu dayanıklılık, taşıyıcı duvar yapımında kullanılan taş dayanıklılıklarına uygundur (6 kat inşaata kadar). Pomza çok iyi bir ısı izolatörüdür. Bu özelliği, bims blok imalinde "yığın gözenekliliği" denilen ve özellikle ulaşılmaya çalışılan olayla daha da arttırılır. Yığın gözenekliliği için betonun oldukça az ince harçla yapılarak sadece pomza tanelerinin etrafını ince kaplaması sağlanır. Pomza taneleri arasındaki boşluklar sadece izolasyon için faydalı olmayıp, aynı zamanda kapiler özelliği kaldırıcı olduğu için pomza yapı elemanları çok daha emici olabilmektedir. Pomza, volkanik cam olduğu için kolay öğütülür. Öğütülmüş pomza, taşlama ve parlatma amacıyla kullanıldığı gibi kibrit fabrikalarında ateşleme malzemesi ve dolgu maddesi, sabun ve kozmetik sanayinde de ayın amaçlarla kullanılabilir (Reyhanoğlu, 1988).

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. Kayacın içerdiği SiO_2 oranı, kayaca abrasif özellik kazandırmaktadır. Bu yüzden çeliği rahatlıkla aşındırabilecek bir kimyasal yapı sergilemektedir. Al_2O_3 bileşimi ise ateş ve ısıya yüksek dayanım özelliği kazandırır. Na_2O ve K_2O 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 pomza, koyu renkli, kahverengimsi, siyahımsı olabilmektedir. Özgül ağırlığı 1-2 civarındadır. Asidik pomza, beyaz, kirli görünümde ve grimsi beyaz renkte olup yoğunluğu bazik pomzadan hafif özgül ağırlığı 0,5-1 civarındadır. Silisyum, Alüminyum, Potasyum ve Sodyum ihtiva eder ve bu bileşimler nedeniyle açık renkli görünüm sergilemektedirler. Asidik ve bazik özellikler taşıyan pomzaların tipik kimyasal bileşimleri aşağıda verilmiştir (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1 Asidik pomza ile Bazik pomzanın kimyasal bileşimi (Çiftçi E., 2003).

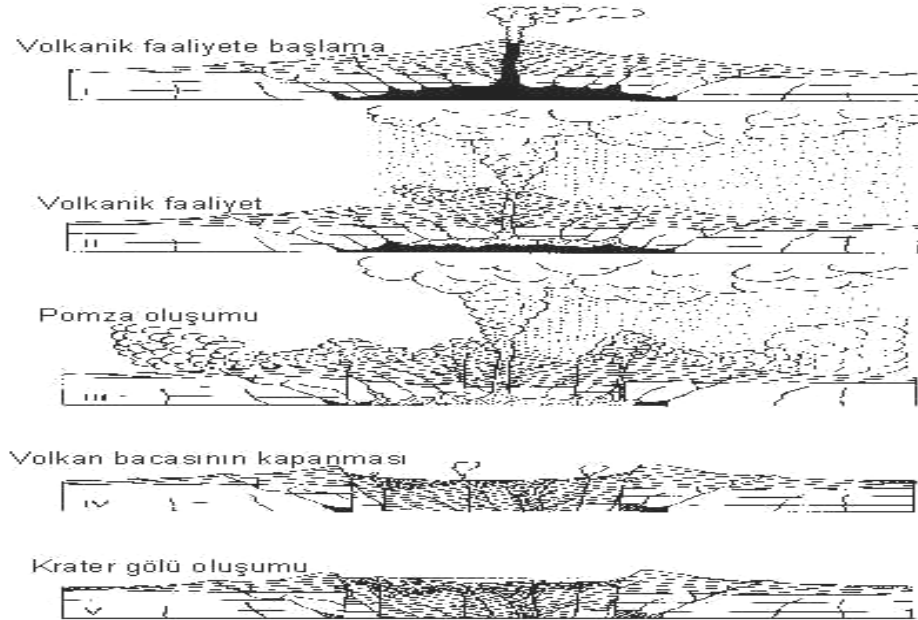
<u>Bileşim</u>	<u>Asidik Pomza</u>	<u>Bazik Pomza</u>
SiO_2	70	45
Al_2O_3	14	21
Fe_2O_3	2,5	7
CaO	0,9	11
MgO	0,6	7
$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	9	8
A.K.	3	1

2.2. Pomzanın Oluşumu

Asidik magma bazik magmaya nazaran daha viskozdur ve yüksek silis içerir. Bazik magmanın sıvı olduğu sıcaklıklarda asidik magma katı halde bulunur. Basıncın

artmasıyla asidik malzemeye birlikte magmadaki erimiş gazlar büyük patlamalar şeklinde bacadan püskürmeye başlar. Ani basınç sertleşmesi ani genişlemeleri oluşturur. 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 ve volkan aktivitesi sonrasında genellikle volkan krateri zamanla bir krater gölü şekline dönüşebilmektedir. Burada pomza oluşumunu kontrol eden faktörler; püskürme süresi, ara süreler, magmanın ıslısı, magmadaki erimiş gaz miktarı, püsküren malzemenin soğuma zamanıdır (Şekil 2.1) (Rittmann, 1976).



Şekil 2.1 Pomza Oluşum evreleri (Rittmann, 1976).

Pomzada taşınma mekaniği; düşme (buluttan çökme) ile yığılma, fırlatma ile yığılma, akma ile yığılma olarak 3 ana grupta alınabilmektedir. Düşme ile yığılmada sınıflandırma iyi bir değişim sergilemekte, tane büyüklükleri de dar aralıklarda kalmaktadır.

Pomza oluşumlarının tabaka kalınlıkları çok ince olup, santimetre veya desimetre mertebeleri ile simgelenebilmektedir. Ayrıca, tabaka kalınlıkları tepelerde ve düzlüklerde aynı kalınlıkları göstermektedir.

Fırlatma ile yığılma şeklinde oluşmuş pomza oluşumlarında ise, bazen

düzgün ve yer yer birbiri içine itilmiş tabakalar ve arada bazik kayaç sokulumları ve patlama-çarpmanın etkisi ile yapıda parçalanma ve sıkışma görülür.

Akma ile yığılma şeklinde oluşmuş pomza yataklarında ise, genel olarak masif strüktür, tabakalarda yoğun kötü bir ayrışma ve boyut sınıflandırması yok denilecek kadar az bir olgu izlenebilmektedir. Bu oluşumun en açık göstergesi ise, gang (yabancı taşların) minerallerinin alt katmanda kaldığı, pomzanın ise serbest halde üst katmanda yer almasıdır (Rittmann, 1976).

2.3. Pomza Kullanım Alanları

Günümüzde bazik pomzanın kullanım alanları çok geniş olmakla birlikte ana sektörü inşaat sektörüdür. Kullanıldıkları yerlere göre tekstil, tarım, kimya, endüstri - teknoloji ve inşaat sektörü olmak üzere 5 ayrı grupta değerlendirilebilir (Reyhanoğlu, 1988).

2.3.1. Tekstil Sektöründe Pomza

Tekstil sektörü, günümüzde ülkemiz endüstrisinde en önemli paya sahip sektör olma konumuna gelmiştir. Tekstil sektörünün bazı dallarında pomza, aranılan ve azımsanmayacak miktarlarda tüketilen önemli girdi hammaddelerinden biri olmuştur. Yaygın olarak kot taşlama olarak bilinen bu işlemde ve kot kumaşlarının renklerinin açılması (ağartılması) ve kumaşın yumuşatılması yapılmaktadır. Bu sektörde pomzanın belirli fiziko-kimyasal özellikleri taşıması aranır (Reyhanoğlu, 1988).

2.3.2. Tarım Sektöründe Pomza

Pomza gelişmiş ülkelerin çoğunda tarımda kuraklığa çare olarak başvurulmuş seçeneklerden bir tanesidir. Bünyesine aldığı suyu uzun müddet muhafaza ederek sürekli olarak nemli bir ortamın oluşmasını temin ettiğinden, kuraklığa çare olarak kısmi bir çözüm getirir 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).

2.3.3. Kimya Sektöründe Pomza

Günümüzde pomza aşağıda sunulan kimya endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Tarım ilaçları ve kibrit sanayisinde taşıyıcı olarak, gübre sanayisinde gübrenin topaklaşmasının önlenmesinde antikek maddesi olarak, diş macunlarında ve dişçilikte parlatma keki ve tozu olarak, birçok sektörde absorban malzeme olarak, temizlik ve deterjan sanayisinde katkı malzemesi olarak, özel tip boyalarda (akustik ve yalıtımlı boyalarda, pürüzlü duvar kaplamalarında, trafik boyalarında, kaymaz tip boyalarda) katkı malzemesi olarak kullanılmaktadır (Reyhanoğlu, 1988).

2.3.4. Endüstriyel ve Teknolojik Alanlarda Pomza

Kuyumculuk, metal, cam ve plastik sanayinde abrasif (aşındırıcı), televizyon 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 kismayı engelleyici katkı maddesi, karayollarında; buzlanmaları kontrol altına almada, dekoratif ve yalıtımlı, hafif tavan kaplama malzemelerinin imalinde, gibi pek çok sektörde kullanım imkanı bulmaktadır. Ayrıca günümüzde seramik malzemelerin sır tabakalarının yapımında, refrakter malzeme, hafif-izo-akustik sıva imalinde, biyoteknoloji alanlarında absorban malzeme olarak ve su arıtım teknolojisi gibi pek çok alanda kullanımına ilişkin çalışmaların da sürdürüldüğü bilinmektedir (Reyhanoğlu, 1988).

2.3.5. İnşaat Sektöründe Pomza

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. 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 mekânlarında kullanımı ile büyük çapta enerji tasarrufu sağlamaktadır. Pomzalı betonun normal betona kıyasla önemli bir avantajı da deprem yüklerine karşı daha elastik davranış gösterebilmesidir. Ayrıca pomzalı beton ve yapı elemanları dondan etkilenmemektedir.

Konutlarda hafif veya yarı hafif beton kullanmakla, enerji yönünden kazanç sağlanmaktadır. Konutlarda kullanılacak hafif agregalı taşıyıcı betonlar ses yutuculuğu bakımından daha iyi sonuçlar verebilmektedir. Konut yapımı için kurulabilecek prefabrik elemanların üretilmesiyle ısı tasarrufu yönünden büyük yararlar sağlayabileceği gibi hafif beton yapı elemanlarının sağlayacağı ekonomi yanında, kendi ağırlığının azalması dolayısıyla deprem kuşağında bulunan yörelerde kullanımının yaygın olduğu görülmektedir.

Günümüzde malzemelerin teknik olarak daha fazla yüke mukavemetli ve emniyetli olmasının yanı sıra hafif olma özelliği de aranmaktadır. Bu aranan şartlar hafif doğal agregaların içerisinde pomzadan mamul edilen inşaat elemanlarında mevcut olduğu tespit edilmiştir. Pomza hammaddesi, inşaat sektöründe birçok üstün vasıflardan dolayı kullanmaya başlanmış olup, her geçen gün daha da artan miktarlarda kullanımı devam etmektedir. Pomza taşı ile hafif beton eldesi ve izolasyon yapı malzemesi oluşturulması ile ilgili karakteristik değişimler ve inşaat sektöründe hafif beton optimizasyonu için karışım parametrelerinin doğru olarak

yapılması, maliyet ekonomisi açısından son derece önemli olmaktadır. Yakın geçmişe kadar, hafif agregalı betonun, basınç dayanımına etki eden bağımlı ve bağımsız değişkenlerin analizi için birçok çalışmalar ve karışım oranlarının belirlenmesi ve su/çimento oran değişimleri üzerine değişik yaklaşımlar geliştirilmiştir. Bu çalışmalarda, katı malzeme tane boyut dağılımı, çimento kullanım oranı (dozaj) ve kür süresi gibi değişkenlerin en etkin parametreler olduğu gözlenmiştir.

Pomzadan imal edilen yapı malzemelerinin en önemlisi bims bloklardır. Bims bloklar yüksek ısı ve ses yalıtımı, yüksek mukavemet göstermeleri ve depreme dayanıklı mekânları en ucuza mal etme gibi özelliklerden dolayı vazgeçilmez olmuştur. Günümüzde dünyanın pek çok ülkesinde bu hammaddenin yıllık tüketimi 20 milyon m³' ü geçmektedir. Pomza, özellikle gelişmiş ülkelerin inşaat endüstrisinde ısı ve ses izolasyonu sağlamak için çok miktarda tüketilen ucuz ve önemli bir hammaddedir.

Bims bloklarla inşası yapılan binalarda yüksek ses ve gürültülere karşı sessiz ortamlar meydana getirilmektedir. Pomza ve mamulü bims bloklarda homojen olarak dağılmış eşsiz doğal boşluklu yapısı, hafifliği, kristal suyu içermemesi, ısı ve sese karşı mükemmel yalıtım özelliği gibi niteliklerinden dolayı, kullanım miktarı geçen sene artma trendi göstermektedir. Ayrıca, yapısal konfor, gürültünün neden olduğu stres ve fazladan enerji tüketimi ve bunun neticesinde meydana gelen hava kirliliği açısından, yapılarda bu hammaddenin kullanılmasında birçok faydalar getireceği görülmüştür (Gündüz ve diğ., 1998).

2.4. 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., 1998).

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

2.5. Pomza Karışımları- TSE Standartları

Pomza taşı agregası yaklaşık %70 boşluk içermektedir. Doğada incesi irisinden daha fazladır. Fazla boşluklu bu doğal hafif agreg, normal agreg yanında boşluk gibi düşünölebilir. Hafif agregalı (pomza kullanımında) betonda istenen agreg şartları řu şekilde özetlenebilmektedir.

Zararlı Maddeler: Sülfat miktarı (SO_3) 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).

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

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 agreg miktarlarını, betonun işlenebilirliğini, ince agreg/iri agreg oranını, su ve çimento miktarını etkiler (TS 3234).

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

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

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).

Deney numunelerinde kullanılan esas boyut “d”, verilen sınır % 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). 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). 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° olmalıdır. Küp kalıplarda, kenar uzunluklarındaki toleranslar 150 mm boyutlarına kadar olmalıdır (TS 5929).

Kalıplar çelik, dökme, demir veya hidrolik çimentolarla reaksiyona girmeyen uygun bir malzemeden 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).

Deney presi kırılma yükünün en az %1 'ini gösterecek hassasiyette bulunmalıdır (TS 3114). Yükleme hızı 0,5-2 kgf/cm²/s olmalıdır (TS 3289). 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).

Laboratuarlarda kova, kürek, mala, kepçe, mastar, sıyırma çubuğu ve levhası, cetvel, lastik eldiven ve metal karıştırma kaparı gibi aletler bulundurulmalıdır. Kullanılacak terazi veya baskül, tartılan ağırlığın %0,3 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). 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). 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 karılması 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 kıvamı 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). Kalıplara doldurma işlemi, en az iki tabaka halinde olmalıdır. Kalıplar sıkıştırılıp doldurulduktan sonra üst yüzü tesviye edilir (TS 3234). 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 çıkıntıların boyutları 3 mm' yi geçmemelidir. Küp numuneler için başlık yapılmayabilir (TS 3068). Buharlaşmayı önlemek için kalıp üstü düzgün bir kapakla kapatılmalı veya kür odası varsa oraya taşınmalıdır.

Kalıplar, numunenin bozulma tehlikesi ortadan kalkmadan sökölmemeli 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). Numuneler dökümden sonra ki ilk 24 saat $21^{\circ}\text{C} + 5^{\circ}\text{C}$ ' de tutulmalı, 24+2 saatten sonra rutubetli ortamda ve $23^{\circ}\text{C} + 2^{\circ}\text{C}$ 'de depo edilmeli, akan suya maruz bırakılmamalı ve doymuş kireçli su kullanılmadıkça su içinde tutulmamalıdır. Bu şekilde 7 günü tamamlayan numuneler 18 gün süre ile $21^{\circ}\text{C} + 5^{\circ}\text{C}$ de sıcaklık ve %50 bağıl nemli ortamda tutulmalı ve sonra 3 gün süre ile $60^{\circ}\text{C} + 3^{\circ}\text{C}$ de sıcaklığa ayarlı bir etüvde kurutulmalıdır (TS 3234).

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).

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. Silindirik 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 kırılincaya 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).

2.6. 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 t/m³ olabilir. Bu betonun dayanımı 10-15 N/mm² civarındadır. Kullanımının en önemli yararı ısı iletkenliğinin düşük (0,3 kcal/m/saat/°C) olmasıdır. Normal betonarme yapılarda bu betonun birim hacim ağırlığı, 1,50 t/m³ mertebesindedir. Dayanımları ise 30 N/mm²'ye ulaşabilir. 1,7 -1,9 t/m³ ve dayanımları 50 N/mm²'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.

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.

Pomza agregalı betonlar önemli miktarlarda su emmesine rağmen donmaya karşı dayanımı yüksektir. Zira suya doygun 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 kenetleşmesi (aderans) bakımından ise; kenetleşme 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 fazla korozyona karşı ise 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., 1998).

3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bilgin ve Ercan (1981), Ceyhan-Osmaniye-Yumurtalık ve Haruniye yörelerinde geniş bir alanda yüzlekler veren Kuvaterner yaşlı volkanitlerin petrolojik inceleme sonuçlarını vererek plaka tektoniği açısından kökensel yorumlarını yapmışlardır. Bazaltik lavların petrografisi ile ilgili olarak plajiyoklas, olivin ve ojit fenokristallerinden ve eş bileşimde hamur maddesinden oluştuğunu belirtmişlerdir. Petrokimyasal araştırmalarla da hafif alkalın bir özellik gösteren toleyitik nitelikli plato bazaltları olduğu sonucuna varmışlardır. Bölgenin plaka tektoniği açısından son derece ilginç bir konumda olduğunu ve volkanik kayaçların plaka tektoniğine ilişkin bölgesel çalışmalara olan katkısını göz önüne alarak, bazaltik lavlarda ayrıntılı petrokimyasal çalışmalar yapmışlardır.

Şahin (1996), yaptığı çalışmada, Van ili Erciş ilçesi Kocapınar yöresi pomza 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 pomza agregasının değişik oranlarda karıştırılması ile üretilen hafif betonların donma-çözünme dayanıklılıklarını araştırmıştır. Araştırmasında, hafif agreganın kullanılmasıyla elde ettikleri betonların, normal betonlara göre donma- çözölmeye 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 şu anda 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 diatomitin, Van Erciş

yöresinden aldıkları pomzanın 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 diatomit, 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 sivaşma 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 incelemişlerdir. Test sonuçları çimentonun yerine % 15' e kadar öğütülmüş pomza kullanılarak yapılan betonların kullanılabilir olduğunu ortaya koymuştur.

Şaroğlu (1992), Plio-Kuvaterner bazaltik kayalar İskenderun körfezi alkali volkanik kayaçlarıyla ilişkili olduklarını bunların sol yanal kuzeydoğu-güneybatı eğilimli Karataş Osmaniye Fay Zonu boyunca ve bölgedeki bütün Neojen serileri altına uzanmakta olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu volkanik bazaltik kayaçlar Deli Halil Tepe; Üçtepeler; Toprakkale; Gertepe olmak üzere dörde ayrıldığını belirtmişlerdir.

Walker ve Crosdale (1972), Deli Halil Tepe'nin temeli çevresinde lav ürünleri içinde çapı 20m'ye kadar olan tepcikler/yığınlar veya dom benzeri kabartılı birçok yüzey yapıları olduğunu bu yapıların lav noktası içerisinde yerel sıvı basıncı etkisiyle plastik dom kabuklarını oluşturduğunu belirtmişlerdir. Lav'a takiben oluşan yeraltı su buharı veya magmatik gazın her ikisini içeren gaz toplulukları veya yerel

yüksek konsantrasyon veya magma tarafından akışkan basıncı olduğu sonucuna varmışlardır. Buharın neden olduğu oksidatif alterasyondan dolayı bazı bölgelerde ana boyunun batısında volkanik kayalar açık kırmızı veya pembemsi renkler gösterdiğini belirtmişlerdir.

Yurtmen S. (2000), Deli Halil Tepe volkanının bölgede en geniş bazaltları temsil ettiğini ve yüksekliğinin deniz seviyesinden 460 metre olduğunu saptamıştır. Scoria konileri ve birçok parazitik koniler piroklastik scoria akıntıları ve lav akıntıları içeren büyük bir stratovolkan karışığı olduğunu, scoria konilerinin tamamıyla kaba klinker bloklardan meydana geldiğini ve aa lavlarına benzediği sonucuna varmıştır.

Parlak ve diğ. (2000), Genç volkaniklerin, Geç Pliyosen'den beri litosferin gerilmesi sonucu, Afrika-Anadolu plakalarını sınırlayan KD-GB gidişli sol yönlü Yumurtalık doğrultu atımlı fayı boyunca gelişen açılma zonlarında yüzeye ulaştığını belirtmişlerdir. Bu volkanik kayaların alkali olivinli bazaltlar ile temsil edildiklerini ve nadir toprak element içeriklerinin yüksek derecede ayrımlaşma gösterdiğini belirtmişlerdir. İlkse mantoya göre normalize edilen uyumsuz iz element içeriklerinin okyanus adası bazaltlara yakın benzerlik gösterdiğini ve bazı uyumsuz iz element oranlarının ise okyanus adası bazaltlarla uyumluluk gösterdiği sonucuna varmışlardır. Çalışılan volkanik kayalardan elde ettikleri jeokimyasal verilere göre, güney Türkiye'de gözlenen kıta içi volkaniklerin Geç Pliyosen'den beri Anadolu-Afrika plakaları arasındaki sınırı teşkil eden sol yönlü doğrultu atımlı fayların neden olduğu kıtasal kabuktaki kırıklar boyunca astenosferik mantodan türediklerine işaret etmişlerdir.

Ergül (2004), Geleneksel seramik yöntemini ile Delihalil bazaltik tüflerini kullanarak seramik elde etmiş ve bu bazaltik tüflerin çamur reolojisine etkilerini araştırmış ve 900-1000 ve 1100°C Fırın programı uygulayarak bu sıcaklıklarda oluşabilecek mikro yapıları ve oluşan yüksek sıcaklık minerallerini saptamıştır.

4.MATERYAL VE METOT

Bazik pomzaların alındığı bölgenin genel jeolojisi ve beton karışımlarında kullanılan malzemelerin genel özellikleri ile kullanılan yöntemler alt başlıklar halinde ayrı ayrı belirtilmiştir.

4.1. Materyal**4.1.1. Bölgesel Jeoloji**

İskenderun körfezi ve Düziçi arasında yaklaşık KD - GB yönlü bir doğrultu boyunca oldukça geniş yüzlekler sunan bazaltik volkanizma değişik araştırmacılar tarafından ayrıntılı olarak incelenmiştir (Bilgin ve Ercan, 1981 - Yurtmen, 2000 - Şaroğlu, 1992 - Walker ve Crosdale, 1972 - Parlak ve diğ., 2000). Burada sunulan bölgesel jeoloji Bilgin ve Ercan (1981)'e bağlı alınarak verilmiştir.

Bilgin ve Ercan (1981), bölgedeki tüm kaya birimlerini örten plato bazaltlarının Kuvaterner yaşlı olduğunu belirtmişlerdir. Bölgedeki Senozoyik yaşlı kaya birimleri en altta Üst Lütesiyen - Alt Miyosen (Akitaniyen) yaşlı, Andırın formasyonu olarak adlanan bir karmaşık yer almaktadır. Karmaşığın matriksi fliş olup, kumtaşı-marn-kumlu kireçtaşı aralanmalarından meydana gelen fliş, yer yer olistostromal nitelik göstermekte ve irili ufaklı olistolitler kapsamaktadır. Oldukça duraysız dar bir havza ürünü olan Andırın formasyonu güneybatıya doğru izlendiğinde, kendisinden daha genç olan Alt-Orta Miyosen yaşlı başka bir fliş içinde allokton olarak görülmektedir. Çalışma alanında daha çok Misis dağları çevresinde izlenen Alt Miyosen (Burdigaliyen)-Orta Miyosen yaşlı ikinci fliş, kumtaşı - çamurtaşı kumlu kireçtaşı – konglomera aralanmaları ve olistostromal düzeyler kapsar. Çeşitli yaş ve büyüklüklerde olistolitler ve daha yaşlı Andırın formasyonuna ait büyük allokton kütleleri içeren bu formasyon Karataş formasyonu olarak adlanmıştır. Bu birimlerden ayrı olarak Kızıldere formasyonu olarak tanımlanan ve konglomera ve resifal kireçtaşları ile başlayıp kumtaşı-marn aralanmasından oluşan Üst Miyosen (Helvesiyen-Tortoniyen) yaşlı bir formasyon izlenmektedir. Karataş ve

Kızıldere formasyonları arasında bazalt yüzlekleri boyunca devam eden büyük bir kırık hattı sahada izlenmektedir. Daha üstte Kadirli formasyonu olarak adlanan, gölsel ortamda oluşmuş çamurtaşı ve konglomera ardalanmaları sunan Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı bir formasyon yer alır. En üstte Hamiş formasyonu olarak adlanan Pliyo-Kuvaterner yaşlı tutturulmamış konglomeralar izlenir. Bazaltik lavlar tüm bu Senozoyik yaşlı kaya birimlerini örtmektedir (Bilgin ve Erkan, 1981).

Çalışma alanındaki Kuvaterner yaşlı bazaltlar, en geniş yüzeylemeyi Delihalil Tepe dolayında vermekte olup, Delihalil Tepe ana volkan bacası olmak üzere etrafında birkaç parazit koni gözlenmiştir. Delihalil bazaltı olarak adlanan bu bazaltlar, ayrıca Üç Tepede de tekçe bir volkan konisi oluşturmuş olup, diğer yüzleklerini koni kapsamayan akıntılar şeklinde sunarlar. Plato bazaltı şeklinde tüm diğer formasyonların üzerinde yer almaktadırlar. Delihalil tepe, bir koniler topluluğu halindedir. Esas baca olabilecek 2-3 büyük bacayı yine birkaç parazit baca kesmiştir. Volkan konilerini genelde bazaltik cürufalar oluşturmaktadır. Bazaltik yüzleklerin en güney sınırı olan Arnavut tepe ve Hayıtlı tepe'de, lav akıntılarının altında yatay katmanlı tüfler yer alırlar. Pembe renkli, çok gevşek olan bu tüfler, bazaltik lavların öncüleridir. Üç tepekonisi de, Delihalil tepe gibi bazaltik cüruf ve piroklastiklerden oluşmuştur. Karataş tepe ve Küçükger tepe dolaylarında, bazaltik lavlar, Pliyo-Kuvaterner yaşlı konglomeralar üzerinde akıntılar şeklinde izlenirler. Düdenbaşı tepe çevresinde de lavlar, geniş Haruniye ovası düzlüğünde akmış olup altlarında yine Pliyo-Kuvaterner konglomeralar bulunmaktadır (Bilgin ve Erkan, 1981).

Lavlardan alınan çok sayıda örneklerden yapılan ince kesitlerin incelenmeleri sonucu; genellikle intergranüler porfirik dokuda ve ofitik (engellemeli) dokuda olup, bol ölçüde soğuma gaz boşlukları içerdikleri göze çarpmaktadır. Fenokristaller, plajiyoklas, olivin ve titanlı ojittir. Plajiyoklas fenokristalleri çoğunlukla labrador, yer yer de andezin bileşiminde olup Anortit yüzdeleri genellikle % 45-55 arasındadır. Plajiyoklaslardaki Anortit yüzdeleri ölçümleri kırılma indislerine ve sönme açılarına dayanılarak yapılmıştır. Olivin fenokristalleri genellikle iddingsitleşmiş olup örneğe göre değişen (%10, %15, %20) miktardadırlar. Titanlı ojit ve ojit fenokristalleri ise daha az miktardadır. Hamur maddesi ise titanlı ojit, ojit ve az olivin mikro taneleri ile plajiyoklas mikrolitlerinden oluşmuş olup, düzensiz

boşluklar izlenmiştir. Plajiyoklas mikrolitleri de, fenokristallerde olduğu gibi genellikle labrador, yer yer Andezin türde olup Anortit %50 civarındadır. Hamurda ayrıca mikro oluşumlar halinde opak mineral ve çok az da kalsit gözlenmiştir. Opak mineraller yer yer demirlidir. Ender olarak da ojit ve olivin fenokristalleri içinde inklüzyonlar halinde biyotitler saptanmıştır. Petrografik incelemeler sonucu lavların bazalt oldukları belirlenmiştir (Bilgin ve Erkan, 1981). Majör element analiz sonuçları Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Ceyhan-Osmaniye yöresindeki bazaltların kimyasal analizleri (Bilgin ve Erkan, 1981).

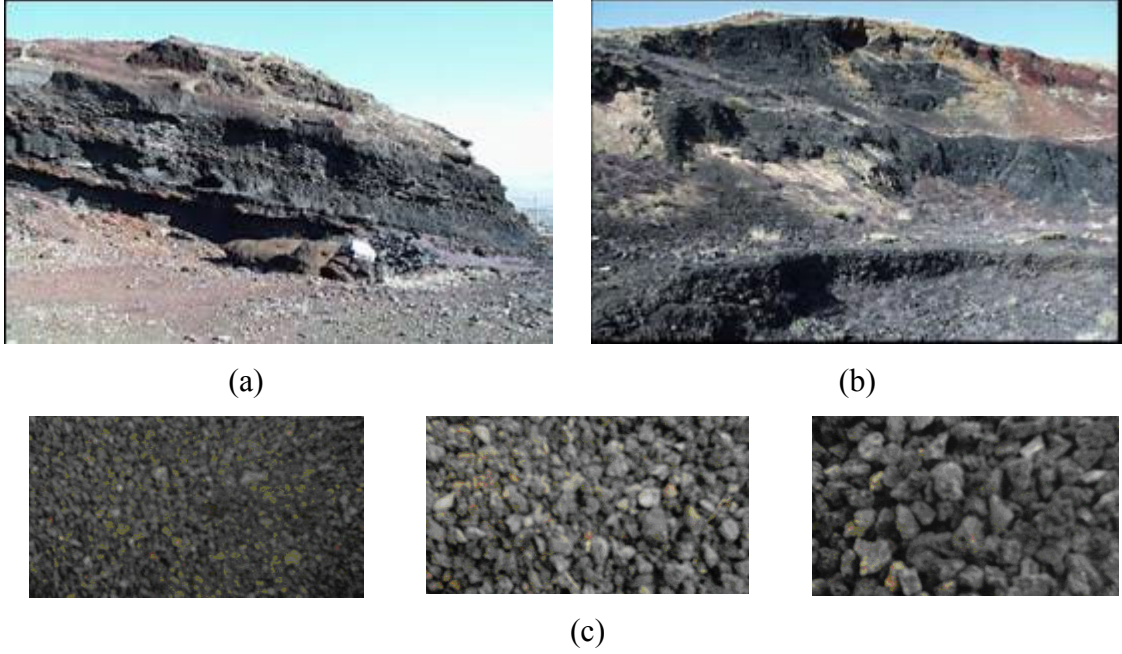
ÖRNE KNO	Ad1	Ad2	Ad3	Ad4	Ad5	Ad6	Ad7	Ad8	Ad9	Ad10	Ad11	Ad12	Ad13	Ad14
SiO ₂	47,	47,	48,	48,	49,	45,	43,	45,	44,	45,	48,	47,	48,	48,
Al ₂ O ₃	15,	15,	16,	16,	15,	13,	14,	14,	14,	16,	16,	15,	16,	15,
Fe ₂ O ₃	5,8	5,7	4,1	4,4	5,5	3,2	5,0	4,3	2,2	3,4	7,6	6,7	3,9	3,3
FeO	6,2	5,6	7,4	7,3	6,1	9,2	8,3	7,9	10,	7,3	4,4	5,4	7,9	8,1
MgO	8,0	8,0	7,0	6,0	6,0	11,	12,	9,0	9,0	8,0	7,0	8,0	8,0	8,0
CaO	9,3	9,2	9,9	9,8	9,3	8,2	8,5	8,3	6,5	7,6	9,1	9,0	9,2	9,0
Na ₂ O	2,9	2,6	3,0	3,1	3,0	3,6	3,0	3,8	3,6	4,9	3,0	2,8	2,9	2,9
K ₂ O	0,6	0,5	0,7	0,7	0,7	0,6	1,4	1,6	1,5	1,4	0,4	0,4	0,6	0,6
TiO ₂	2,0	1,9	2,1	2,3	2,3	2,3	2,3	2,9	2,5	2,4	1,6	1,6	1,7	1,7
P ₂ O ₅	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,9	0,8	0,7	0,8	0,7	0,2	0,3	0,4	0,3
MnO	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
CO ₂	0,1	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,4	0,3	0,2	0,2

4.1.2. Agrega

Beton üretiminde kullanılan kum, çakıl, kırmataş gibi malzemelerin genel adı agregadır. Beton içinde hacimsel olarak %60-75 civarında yer işgal eden agrega önemli bir bileşendir. Agregalar tane boyutlarına göre ince (kum, kırma kum gibi) ve kaba (çakıl, kırmataş gibi) agregalar olarak ikiye ayrılır. Hafif agregalarda aranan özellikler ‘‘2.5. Pomza Karışımları- TSE Standartları’’ başlığı altında verilmiştir.

Tasarımlarda Delihalil bazik pomzaları (bazaltik lavlar) agregası olarak kullanılmıştır. Numuneler işletilmekte olan bir taş ocağından alınmıştır. Ocak

bölgesinin civarından tasarımlar için üç farklı boyutta malzeme alınmıştır. Ayrıca tasarımda kullanılmak üzere 2 mm elekten elenmiş Ceyhan dere kumu agrega olarak laboratuara getirilmiştir. Ocak bölgesi genel görünümü ve çevresinden alınan kayaç örneklerinin şekilleri aşağıda verilmiştir (Şekil 4.1.).



Şekil 4.1. Delihalil bazaltlarının arazide görünümü (a, b) ve ocaktan alınan numuneler(c).

Kullanılan bazik pomzanın kimyasal analizinin sonuçları literatür çalışmasından elde edilen bilgilere göre içindeki elementler aşağıda çizelge halinde verilmiştir (Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.2. Bazik pomzanın kimyasal bileşimleri (Yaşar E.,Erdoğan Y., 2005).

	%SiO ₂	%Al ₂ O ₃	%Fe ₂ O ₃	%MgO	%CaO	%Na ₂ O	%K ₂ O	%TiO ₂	%P ₂ O ₅
E1	45	15,3	11,5	8,08	8,97	4,07	2,25	2,93	0,78
E2	44,1	14,5	13,7	8,79	9,92	3,82	1,62	3,03	1,08
E3	44	14,4	13,6	8,74	9,84	3,93	1,7	3,02	1,09
E4	58,6	18,9	7,89	4,42	4,07	1,84	2,26	1,78	0,43

Çalışmada kullanılan bazik pomzalar, Osmaniye ili Mustafabeyli köyünün 5 km. güneyinde Tüysüz Köyü'nün Delihalil Bölgesinden alınmıştır. Şekil 4.2.'de beton tasarımlarında kullanılan bazik pomzalar görülmektedir.



Şekil 4.2. Karışımda kullanılan ince (a), orta (b) ve iri (c) bazik pomza agregaları.

4.1.3. 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 kütlemin sertleşmesini sağlamak.

Genel olarak içilebilir nitelik taşıyan bütün sular betonda kullanıma uygundur. Ancak, betonda kullanılacak suyun içilebilir özellikte olması şart değildir. Karışım suyu içinde tuz, asit, yağ, şeker, lağım ve endüstriyel atıklar gibi bazı maddeler betonda istenmeyen etkiler yaratabileceği için bu maddeleri içeren sular karışımda kullanılmaz.

Betonun bünyesinde çimento ile reaksiyona girmeyen fazla suyun bıraktığı boşluklar yalnız dayanımı düşürmekle kalmamakta, boşluklardan içeri giren zararlı unsurlar (klor, sülfat vb.) beton ve donatıya zarar vermekle birlikte betonun ömrünü kısaltmaktadır. Tasarımlarda çeşme suyu kullanılmıştır.

4.1.4. Çimento

Çimento, su ile reaksiyona girerek sertleşen bir bağlayıcıdır. Kırılmış kalker, kil ve gerekiyorsa demir cevheri ve / veya kum katılarak öğütölüp 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 öğütölmesi 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. Tasarımlarda PÇ 42.5 kullanılmıştır.

4.1.5. 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 katkılar olarak ikiye ayırmak mümkündür.

4.1.5.1. 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 3’ e ayrılırlar. Tasarımda, betonun erken nihai basınç ve çekme dayanımını, çeliğe aderansını ve geçirimsizliğini arttıran, polikarboksilik eter esaslı, açık yeşil renkli, yaklaşık 1,04 kg/lt yoğunluklu, 0,1’den az klor içerikli, 3’ den az alkali içerikli, yaklaşık yüzde 20 su kesme özelliğine sahip olan yks glenium C 303 (süper akışkanlaştırıcı) beton katkısı kullanılmıştır. Beton karışımlarında çimentonun yüzde 1-2‘ si oranında kullanılmaktadır.

4.1.5.2. Mineral Katkılar

Çimento gibi öğütülmüş toz halde silolarda depolanan cüruf , uçucu kül , silis dumanı, 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. Tasarımda mineral katkı olarak kullanılan mineral kül, Çimsa' dan temin edilmiştir.

4.2. Metot

Beton çimento, su, agrega ve kimyasal katkılardan oluşan homojen bir karışımdır. Başlangıçta plastik kıvamda olup, şekil verilebilen, zamanla katılaşarak sertleşerek mukavemet kazanan bir yapı malzemesidir.

Agregaların fiziksel özellikleri, elek analizi, özgül ağırlık ve su emme deneyleri ile tespit edilmiştir. Ocaktan alınan pomza agregası üç ayrı boyutta depolandığı ve tane boyutları bilinmediği için herhangi bir işleme tabi tutulmadan malzemeye elek analizi uygulanmıştır. Agregaların doygun yüzey kuru özgül ağırlık ve su emme oranı belirlenmiştir (TS 3529, TS 3526). Agrega numunelerinin alınmasında bölgeçleme yöntemi kullanılmıştır (TS 1114).

4.2.1. Elek Analizi

Agrega yığınının farklı noktalarından alınan agrega iyice karıştırılarak homojen duruma getirilmiştir. Deney numuneleri etüvde 105 °C (± 5 C) sıcaklıkta değişmez ağırlığa kadar kurutulmuştur (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 aletine yerleştirilmiştir. Tartılan malzeme en üst elekten boşaltılarak yeterli bir süre sarsılarak eleme işlemi sürdürülmüştür. Sarsma işlemi bitince, üst elekten başlayarak

elek üzerinde kalan malzemeleri yığışımli olarak en küçük boyutlu eleğe kadar tartılmıştır (W_n). Hesaplama, elek analizi deneyi sonunda eleklerin üstünde kalan malzeme oranı, bütün deney numunesi ağırlığının yüzdesi olarak hesaplanmıştır.

4.2.2.Özgöl Ağırlık ve Su Emme

4.2.2.1. İri Agregaların Doygun Yüzey Kuru Ağırlık (DYK)Hale Getirilmesi

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

4.2.2.2. 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 akıtılarak ve bir tava içine yayılarak konulmuştur.

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 sonrasidir) beklenmiştir. Numunenin çok kurumamasına özen gösterilmelidir.

Doygun yüzey kuru ağırlık haline erişilip erişilmediğine göz ile muayene ederek karar verilemiyor ise kesik koni veya kesme yöntemlerinden biri uygulanır.

(1) Kesik Koni Yöntemi: Doygun yüzey kuru ağırlık 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 doymun yüzey kuru ağırlık halinin sağlanmış olduğuna karar verilir.

(2) Kesme Yöntemi: Doymun yüzey kuru ağırlık haline gelen numune ile yaklaşık yarım küre biçiminde bir yığın yapılır. Yığın, mala ile düşey olarak ikiye bölündüğünde ortaya çıkan yüzey düzlemini koruyabiliyorsa kurutmaya devam edilir. Düşey yüzeyin kendini tutamayıp yıkıldığının saptandığı an doymun yüzey kuru ağırlık hali durumudur.

4.2.2.3. İri Agregada Özgöl Ağırlık Ve Su Emme Oranı Tayini

(1) Tel Sepet Yöntemi: Doymun yüzey kuru hale gelen malzeme tartılarak ağırlığı bulunmuştur (W_2). Doymun yüzey kuru ağırlık halindeki malzeme tartıldıktan hemen sonra kafes örgülü tel sepete konarak su dolu kovanın içine su yüzeyinden en az 5 cm daha aşağıda kalacak şekilde daldırılmıştır. Su yüzeyine çıkarılmadan kovanın içinde en az 10 kez kaldırılıp indirilerek sağa sola sallanarak taneler arasında kalabilecek hava kabarcıkları çıkarılmış ve daha sonra sepetin kova kenarına dokunmamasına dikkat edilerek özel düzenle terazi kafesinin ortasına yerleştirilmiştir. Daha sonra doymun malzemenin sudaki ağırlığı bulunmuştur (W_3). Malzeme etüv kurusu hale getirilerek tartılır (W_1).

(2) Taşıma Yöntemi: Doymun kuru yüzeye gelmiş malzeme tartılarak ağırlığı bulunur (W_2). Cam kavanoz su ile doldurulur, üzerine kavanoz içerisinde hava kabarcığı kalmayacak şekilde cam kapak kapatılarak tartılır (W_4). 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 (W_3). Malzeme etüv kurusu hale getirilerek tartılır (W_1).

4.2.2.4 İnce Agregada Özgöl Ağırlık Ve Su Emme Oranı Tayini

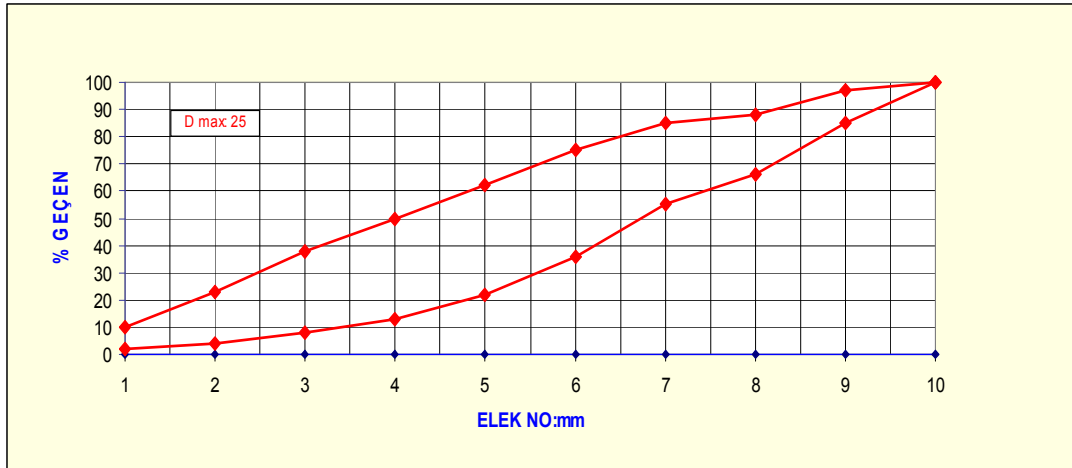
Doygun yüzeye getirilmiş numune hemen tartılır ve doygun yüzey kuru ağırlığı kaydedilir (W_2). Malzeme etüv kurusu hale getirilerek tartılır (W_1). Doygun yüzey kuru halindeki malzeme ölçü kabına konur ve yarıya kadar su doldurularak, hafif hafif vurularak ve aynı zamanda döndürülerek hava kabarcıklarının 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 (W_3). Ölçü kabının daha önce saptanmış boş ve belirli seviyedeki su ($20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$) dolu ağırlığı kaydedilir (W_4).

4.2.3. Agregada Karışım Grafiği

Bir beton tasarımında bize yol gösterecek olan TS 206' ya göre hazırlanan şekil 4.3. malzeme boyutlarına göre değişiklik göstermektedir. TS 206' da her boyuttaki malzeme için kriterler verilmiştir. Beton tasarımında kullanılan bazik pomzanın 0-25 mm arasında değişkenlik göstermesinden dolayı D_{max} yani en büyük tane çapı 25 mm olarak hesaplanarak agregada karışım grafiği çizilmiştir (Şekil 4.3.).

TS 206 bu şekilde 25 mm boyutundaki agregalar için her eleğin yüzde olarak maksimum ve minimum geçenlerine göre aralık vermiştir. Bu çizelgede agregada oranları yüzde olarak girildiği zaman, agregaların her elekteki geçen yüzdelilerinin, girilen agregada yüzdesi kadarı karışım haznesinde toplanır ve bu değerlerin TS 206 en büyük ve en küçük şartname değerlerinin arasında kalması gerekir. Eğer bu şartname aralığında kalırsa betonun pompalanabilirliği uygun olarak tanımlanır.

Malzemeler	Agrega %	Elekler (% Geçen)											
		0,075	0,15	0,3	0,6	1,18	2,36	4,75	9,5	12,7	19	25	
Dere Kum													
			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	
İnce Bazik Pomza													
			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Orta Bazik Pomza													
			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
İri Bazik Pomza													
			0,0	0,0	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	0,0	0,0	
Şartname Max.			10	23	38	50	62	75	85	88	97	100	
Şartname Min.			2	4	8	13	22	36	55	66	85	100	



Şekil 4.3. TS 206' ya göre Dmax 25' in en fazla ve en az şartname aralığı

4.2.4. Su Emmelerden Dolayı Agregaların ve Su Miktarının Değişimi

Bir tasarımda agrega ve su miktarları belirlendikten sonra, karışıma girecek malzemenin, bünyesinde bulundurduğu sudan dolayı düzeltilmiş tartım miktarları belirlenmelidir.

Düzeltilmiş tartımlarla başlangıç tartımları arasındaki fark sadece agregaların su emmesinden kaynaklanmaktadır. Karışım içindeki suyun agregalar tarafından bünyesine çekilerek (su emmesi kadar) karışımda az su bulunmasını agregaların su emme miktarları kadar karışıma su vererek bu durum dengelenmektedir. Buda

agreganın ağırlığı ile su emmesinin çarpımının 100' e bölünmesi sonucu o agreganın ne kadar su emeceğini gösterir. Her agregaya için aynı işlem yapıp toplam su emmeler tasarımın başlangıç suyuna eklenir. Agregaların düzeltilmiş tartılarının, agregaların tasarım başlangıç tartılarına göre değişmesi ise; her agreganın başlangıç değerinden o agreganın emeceği su miktarı çıkartılarak hesaplanır. Bununda sebebi su emmeden dolayı agreganın ağırlığı artacağı için su emme miktarı kadar agreganın tasarımdan çıkartılması gerekir.

4.2.5. Agregaya Yüzde Hesaplaması

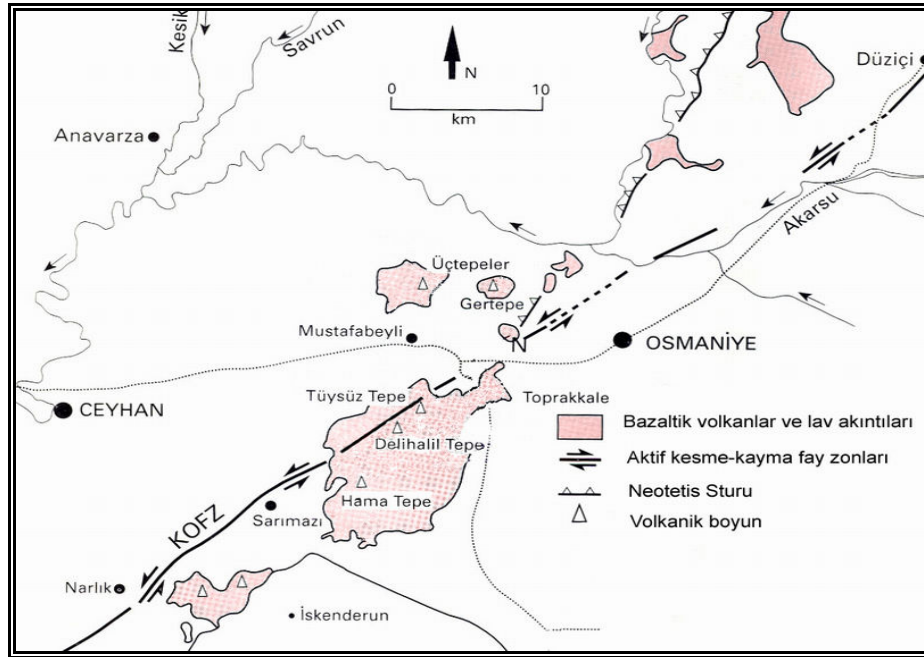
Bir tasarımda beton karışımı 1 m^3 üstünden hesaplanarak yapılır. 1 m^3 hacimsel olarak 1000 dm^3 ile ifade edilirse 1 m^3 içinde çimento, su, kül, hava toplamından kalan miktar kadar agregaya eklenir. Ağırlığın özgül ağırlığa bölümü ile hacim bulunur. Çimentonun özgül ağırlığı 3,15 – külün özgül ağırlığı 2,2 – suyun özgül ağırlığı 1 olduğuna göre her birinin ağırlığının özgül ağırlığına bölümünün toplamının yani hacim toplamının 1000 dm^3 ten kalanı agregaya hacmini verir. Tasarım hesabında çimentonun, külün, suyun ve havanın hacimleri bulunur ve daha sonra kalan hacim agregaya 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.

5. ARAŞTIRMA BULGULARI

Beton agregası olarak Delihalil bazik pomzalarının kullanılabilirliği ile ilgili yapılan bu çalışmada ilk olarak bölgenin önceki çalışmalara bağlı olarak jeolojisi özetlenmiştir. Daha sonra alt sınıflara ayrılan agregalarda ayrı ayrı fiziksel özellikler belirlenmiştir. Standartlara uygun değişik oranlarda agregası kullanılarak altı farklı beton tasarımı gerçekleştirilmiştir. Son olarak tasarımların 2, 7 ve 28 günlük basma dayanım değerleri ile ses ve ısı yalıtımı özelliklerindeki değişimler incelenmiştir.

5.1. Çalışma Bölgesinin Jeolojisi

Doğu Akdenizde yer alan İskenderun körfezinin kuzeyindeki Kuvaterner volkanizması, küçük bazaltik scoria konileri ve akıntılarıyla temsil edilmektedir. Yaklaşık 115 km²'lik bölge bazaltlarla kaplıdır. Bunlar Afrika-Türkiye plaka sınırındaki kesme-kayma ana fay sisteminde ve eski Neotetis okyanusunun güney kolunda yer almaktadırlar (Şaroğlu, 1992). Bölgede yüzeyleyen bazaltların dağılımı Şekil 5.1.'de verilmiştir.

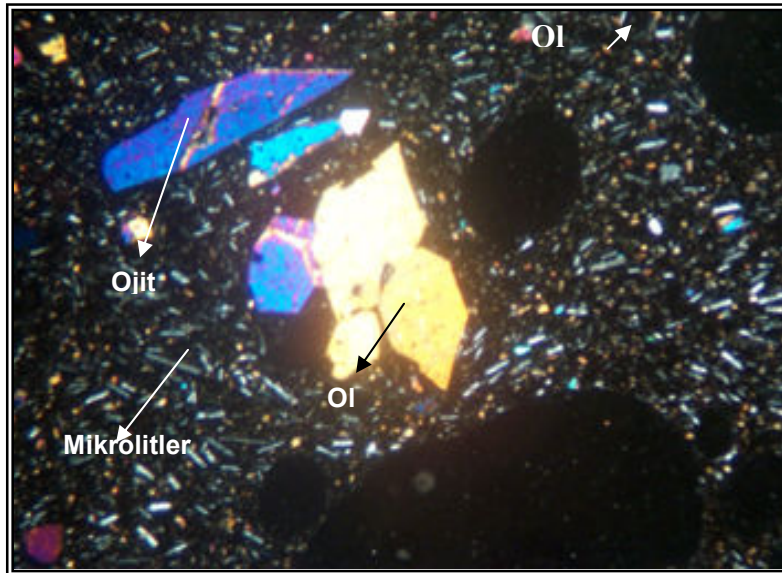


Şekil 5.1. Çalışma bölgesinin jeoloji haritası (Yurtmen, 2000).

Pliyo-Kuvaterner bazaltik kayalar İskenderun körfezi alkali volkanik kayaçlarıyla ilişkilidirler. Bunlar sol yanal kuzeydoğu-güneybatı eğilimli Karataş Osmaniye Fay Zonu boyunca ve bölgedeki bütün Neojen serileri altına uzanmaktadır (Şaroğlu, 1992).

Bu volkanik bazaltik kayaçlar Delihalil Tepe; Üçtepeler; Toprakkale; Gertepe olmak üzere dörde ayrılmaktadırlar. Delihalil Tepe volkanı bölgede en geniş bazaltları temsil etmektedir ve yüksekliği deniz seviyesinden 460m'dir. Scoria konileri ve birçok parazitik koniler piroklastik scoria akıntıları ve lav akıntıları içeren büyük bir stratovolkan karışığıdır. Scoria konileri tamamıyla kaba klinker bloklardan oluşmuştur ve aa lavlarına benzemektedir (Yurtmen, 2000).

Tüf örneklerinde yer alan hâkim felsik minerali temsil eden plajiyoklasların tamamı vesiküller arasında, hamur içerisinde mikrolitler halinde yer almaktadır. Genellikle otomorf ve subotomorf şekillerde gözlenen olivinler oldukça canlı (3. sıranın renkleri) girişim renkleri ile karakteristik olup yüksek rölyeferiyle dikkat çekmektedirler. Bir kısım olivinler hamur tarafından yenilmiş olup (korozyona uğratılmış) korrode özellik taşımaktadır. Hamur içerisinde ikinci sıranın mavimsi ve sarımsı girişim renklerini gösteren piroksenler (ojit) izlenmektedir (Şekil 5.2.) (Ergül, 2004).



Şekil 5.2. Bazalt tüfünün ince kesitinde mikrolitler, olivin ve ojitler (x4) (Ergül, 2004).

5.2. Betonların sınıflandırılması

Tasarım çalışmasına başlamadan önce hazırlanacak betonun ne tür özelliklere sahip olması gerektiğinin planlanması gerekmektedir. Agrega olarak bazik pomza kullanılan betonunun hafif olması sağlanmalıdır. İnşaat mühendislerinin statik projeleri C20, C25 ve C30 mukavemete sahip betonlara göre projelendirdiğini düşünerek hazırlanacak hafif betonun en az çimento miktarı ile yine en az C20 vermesi ve ses, ısı yalıtımında da iyi sonuçlar veren bir karışım olması mantıklı olacaktır. 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 5.1.' de sınıflandırılmıştır. Betonlar basma dayanımlarına göre düşük, normal ve yüksek dayanımlı betonlar olmak üzere üçe ayrılırlar (Çizelge 5.2.).

Çizelge 5.1. TS EN 206-1'e göre 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 5.2. TS EN 206-1'e göre 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.

5.3. Fiziksel Özellikler

Delihalil tepelerinden alınan örnekler üzerinde öncelikle fiziksel özelliklerini bulmak amacı ile elek analizi, özgül ağırlık ve ağırlıkça su emme deneyleri yapılmıştır.

5.3.1. Elek Analizi

Yaş betonun akışkanlık ve pompalanabilirlik özellikleri diğer bileşenlerin yanısıra kullanılan agregaların boyut ve miktarına bağlı olarak değişmektedir. Bununla ilgili standart (TS 206) bilgiler bölüm 4.2.'de ayrıntılı olarak verilmiştir. Bazik pomzalar ocaktan tane büyüklüğüne göre üç farklı malzeme olarak temin edilmiştir (bkz Şekil 4.1). Bu nedenle gerek bu malzemelerin tane boyu dağılımını ortaya koymak ve gerekse beton karışımları içerisindeki dağılımlarının istenilen standartlara göre elde etmek amacıyla elek analizi deneylerine tabi tutulmuştur. Üç farklı boyuttaki numune ayrı ayrı ele alınarak değerlendirilmiştir. İnce olarak adlandırılacak malzemenin elek analizi sonuçlarına göre, % 19' u 4,7 mm - % 35' i 2,38 mm - % 16' sı 1,19 mm - %12' si 0,6 mm - %4' ü 0,3 mm - % 4' ü 0,15 mm -

% 3' ü 0,075 mm'dir (Çizelge 5.3.). Buna göre ince malzeme 5 mm'den küçük olduğundan tasarım içinde <5mm olarak değerlendirmeye alınmıştır.

Çizelge 5.3. İnce malzeme elek analizi sonuçları.

İNCE BAZALTİK POMZA TOPLAM MALZEME MİKTARI 2330 gr					
Elek açıklığı (mm)	Elek Üstünde Kalan(gr)	Elekte Kalan Mal%	Kümülatif Kalan(gr)	Kümülatif % Kalan	Kümülatif % Geçen
4,76	445	19	445	19,1	80,9
2,38	831	35	1276	54,8	45,2
1,19	370	16	1646	70,6	29,4
0,6	279	12	1925	82,6	17,4
0,3	100	4	2025	86,9	13,1
0,15	98	4	2123	91,1	8,9
0,075	67	3	2190	94	6

Orta tip malzeme ise % 8 12,7 mm - % 29 9,5 mm - % 59 4,76 mm - % 4 2,38 mm elek analizi sonucuna göre sınıflanmıştır (Çizelge 5.4). Bu malzeme ise 5-12 mm olarak sınıflandırılmıştır.

Çizelge 5.4. Orta malzeme elek analizi sonuçları.

ORTA BAZALTİK POMZA TOPLAM MALZEME MİKTARI 1765 GR					
Elek açıklığı (mm)	Elek Üstünde Kalan Malz.(gr)	Elekte Kalan Mal%	Kümülatif Kalan(gr)	Kümülatif % Kalan	Kümülatif % Geçen
12,7	142	8	142	8	92
9,5	520	29	662	37	63
4,76	1037	59	1699	96	4
2,38	66	4	1765	100	0

İri malzemeler ise % 2 25 mm - % 10 19 mm - % 80 12,7 mm - % 8 ise 9,5 mm olarak bulunmuştur (Çizelge 5.5). İri bazik pomzalar ise 12-25 mm olarak adlandırılabilir.

Çizelge 5.5. İri malzeme elek analizi sonuçları.

İRİ BAZALTİK POMZA TOPLAM MALZEME MİKTARI 1552 GR					
Elek açıklığı (mm)	Elek Üstünde Kalan Malz.(gr)	Elekte Kalan Mal%	Kümülatif Kalan(gr)	Kümülatif % Kalan	Kümülatif % Geçen
25	29	2	29	2	98
19	161	10	190	12	88
12,7	1236	80	1426	92	8
9,5	126	8	1552	100	0

Ayrıca 2 mm elekten elenmiş dere ve bazalt kumlarının da elek analizleri yapılmıştır. Bazalt kumunun % 5'i 0,075 mm elekten geçmiş ve elek altı malzeme olarak işlem yapılmıştır (Çizelge 5.6.).

Çizelge 5.6. Bazalt kumu elek analizi sonuçları.

BAZALT KUMU TOPLAM MALZEME MİKTARI 2000 GR					
Elek açıklığı (mm)	Elek Üstünde Kalan Malz.(gr)	Elekte Kalan Mal%	Kümülatif Kalan(gr)	Kümülatif % Kalan	Kümülatif % Geçen
2,38	0	0	0	0	100
1,19	100	5	100	5	95
0,6	300	15	400	20	80
0,3	500	25	900	45	55
0,15	840	42	1740	87	13
0,075	160	8	1900	95	5

Dere kumunun % 2'si 0,075 mm elekten geçmiş ve elek altı malzeme olarak işlem yapılmıştır (Çizelge 5.7.).

Çizelge 5.7. Dere kumu elek analizi sonuçları.

DERE KUMU TOPLAM MALZEME MİKTARI 2000 GR					
Elek açıklığı (mm)	Elek Üstünde Kalan Malz.(gr)	Elekte Kalan Mal%	Kümülatif Kalan(gr)	Kümülatif % Kalan	Kümülatif % Geçen
2,38	0	0	0	0	100
1,19	810	40	810	40	60
0,6	610	30	1420	70	30
0,3	219	11	1639	81	19
0,15	214	10	1853	91	9
0,075	146	7	1999	98	2

5.3.2. Özgül Ağırlık ve Su Emme

Agregalar üzerinde ikinci deney, özgül ağırlık ve su emme değerlerini bulma deneyidir. Yapılan deney sonucunda dere kumu su emmesi 1,54 özgül ağırlığı 2,632, Bazalt kum ve ince bazalt su emme değeri 11,36 özgül ağırlığı 2,050, orta bazalt su emme değeri 15,56 özgül ağırlığı 1,609, iri bazalt su emme değeri 17.31 özgül ağırlığı 1,523 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.8).

Çizelge 5.8. Bazik pomza ve dere kumunun su emmesi ve özgül ağırlıkları.

	Dere Kumu	Bazalt Kum, İnce Bazalt	Orta Bazalt	İri Bazalt
Su Emme	1,54	11,36	15,56	17,31
Özgül Ağırlık	2,632	2,050	1,609	1,523

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

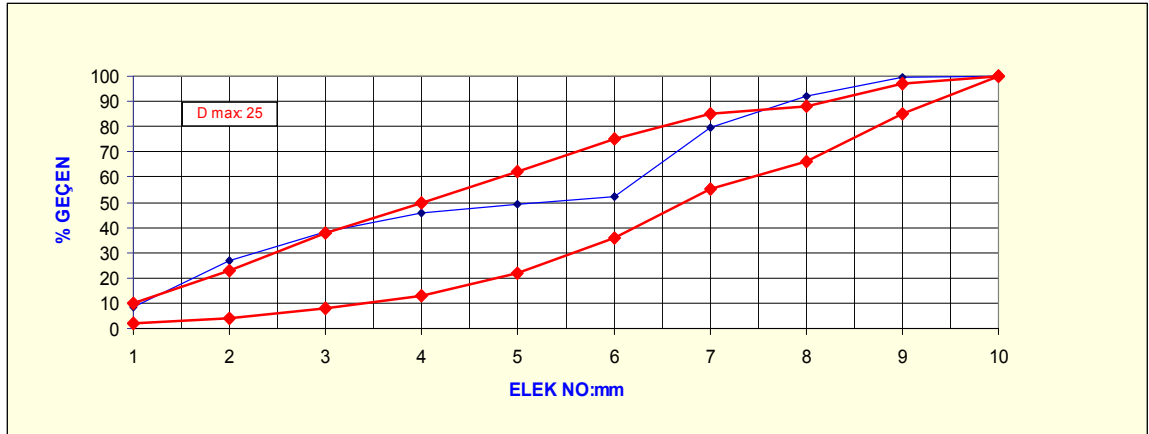
5.4. Beton Tasarımı

Tasarım beton bileşenlerinin bir araya getirilmesi ile istenilen kıvam, dayanım ve çalışabilirlik kısıtlarının sağlanması amacı ile yapılan beton karışım çalışmasıdır. Bu maddeler birbirleri ile uygun 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.

5.4.1. T1 Beton Tasarımı

İlk tasarıma % 43 oranında 2 mm elekten elenmiş bazalt kumu, % 9 oranında ince bazik pomza malzeme (<5mm), % 43 oranında orta bazik pomza (5-12mm) ve % 5 iri bazik pomza kullanılmıştır. Bu oranları belirlerken TS 206 D max 25' e göre hazırlanmış olan Agregat Karışım Gradasyon Raporu dikkate alınmıştır (Şekil 5.3.).

Malzemeler	Agrega %	Eleklar (% Geçen)										
		0,075	0,15	0,3	0,6	1,18	2,36	4,75	9,5	12,7	19	25
Bazalt Kum	43	5	13	55	80	95	100	100	100	100	100	100
			5,6	23,7	34,4	40,9	43,0	43,0	43	43	43	43
İnce Bazik Pomza	9	6	8,9	13,1	17,4	29,4	45,2	80,9	100	100	100	100
			0,8	1,2	1,6	2,6	4,1	7,3	9,0	9,0	9,0	9,0
Orta Bazik Pomza	43	4	4	4	4	4	4	4	63	92	100	100
			1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	27,1	39,6	43,0	43,0
İri Bazik Pomza	5	8	8	8	8	8	8	8	8	8	88,0	98
			0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	4,4	4,9
Karışım	100		8,5	26,9	38,1	45,6	49,2	52,4	79,5	92,0	99,4	99,9
Şartname Max.			10	23	38	50	62	75	85	88	97	100
Şartname Min.			2	4	8	13	22	36	55	66	85	100



Şekil 5.3. T1 beton tasarım agregat oran şartname grafiği.

1 m³ karışım için çimento miktarı 375 kg, kül 200 kg kullanılarak toplamda 575 kg çimento kullanılmıştır. Ayrıca karışımında daha az su ile akışkanlık kazandırmak ve mukavemeti arttırması amacı ile çimentonun %1,8' i kadar yks glenium C 303 beton katkısı ilave edilmiştir. Agregat oranlarına göre beton karışımı şartname aralığına girmiş olsa da homojen bir görünüm elde edilememiştir. Bunun sebebi ise gözenekli bazik pomzanın külü, çimentoyu ve bazalt kumunu gözenekleri içine alması ve karışım içindeki toz oranının yüksek olmasıdır. Agregatlar arasında bağlayıcı hiçbir şey yokmuş gibi bir davranış sergileyen karışım ilk önce su oranı az gibi bir izlenim yaratsa da karışıma su ilave edildiğinde çimento şerbeti agregat

içinden süzölmüştür (Şekil 5.4.). İnce madde oranı arttırıldığında ise karışım içinde ince maddeler yüzeye çıkmıştır. Yani bazik pomzanın beton tarifine uygun bir görünüm sergilemesi için aderansı daha yüksek, su emmesi daha düşük ve boşluksuz yapısı olan agregalar arası boşluğu daha iyi dolduracak çimento-kül ile daha iyi çalışan 2 mm çaplı dere kumunun tasarıma eklenmesi planlanmıştır. T1 beton tasarımı içinde 1 m³ de bulunan agrega, çimento, su ve katkıların düzeltilmiş tartıları ve ilk tartıları aşağıda verilmiştir (Çizelge 5.9.). Çimento su ve külün hacminden kalan agrega hacmi 631,3 dm³ tür. Yapılan tasarım sonucunda karışım homojen olmadığı ve agregalar birbirine bağlanamadığı için numune alınamamıştır



Şekil 5.4 T1 tasarımı karışım sonrası görünümü.

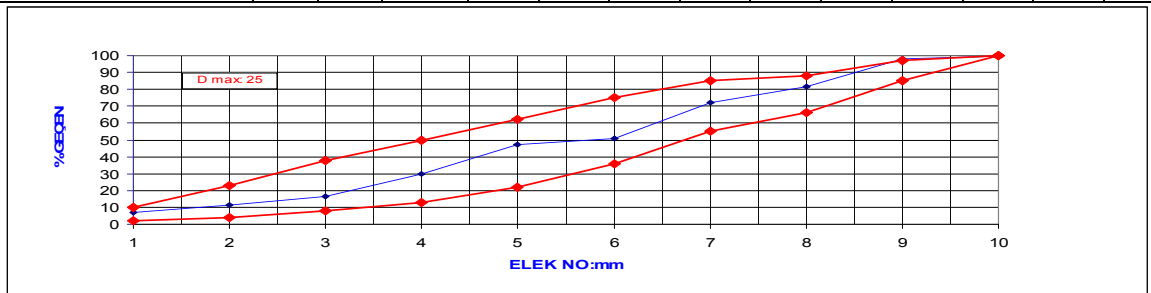
Çizelge 5.9. T1 karışımının başlangıç ve düzeltilmiş tartıları.

1m ³ Düzeltilmiş Beton Karışımı Tartıları(kg)								
Çimento	Mineral Katkı	Su	Bazalt Kumu	İnce Bazalt	Orta Bazalt	İri Bazalt	Katkı %	Katkı (gr)
375	200	242,9	574,6	104,8	371,3	39,7	1,8	10,35
1m ³ Başlangıç Beton Karışımı Tartıları(kg)								
Çimento	Mineral Katkı	Su	Bazalt Kumu	İnce Bazalt	Orta Bazalt	İri Bazalt	Katkı %	Katkı (gr)
375	200	143,8	583,6	118,2	439,8	48	1,8	10,35

5.4.2. T2 Beton Tasarımı

T2 tasarımında bazalt kumu yerine % 40 dere kumu, % 10 ince bazik pomza, % 33 orta bazik pomza % 17 iri bazik pomza kullanılmıştır (Şekil 5.5). Bu tasarımda 400 kg çimento ve 160 kg kül kullanılmıştır. Katkı olarak bütün tasarımlarda olduğu gibi çimentonun % 1,8' i kadar yks glenium C 303 kullanılmıştır. Beton görünümü homojen bir yapı sergilememiştir. İri bazik pomzanın artışı beton görünümünü bozmuştur. Bu tasarımdan mukavemetlerini öğrenmek için 9 adet küp numune alınmıştır. Beton karışımı, küp numunelere alındıktan sonra beton yüzeyinde su birikmiş ve iri bazik pomza taneleri yüzeye çıkmıştır. (Şekil 5.6). Betonun yoğunluğu 1880 kg/m³ olup hafif beton sınıfına girmektedir. Karışımın düzeltilmiş ve ilk tartımları Çizelge 5.10' de verilmiştir. Çimento su ve külün hacminden kalan agreg a hacmi 639,7 dm³ tür.

Malzemeler	Agrega %	Elekler (% Geçen)											
		0,075	0,15	0,3	0,6	1,18	2,36	4,75	9,5	12,7	19	25	
Dere Kumu	40	2	9	19	30	60	100	100	100	100	100	100	
			3,6	7,6	12,0	24,0	40,0	40,0	40	40	40	40	
İnce Bazik Pomza	10	6	8,9	13,1	17,4	29,4	45,2	80,9	100	100	100	100	
			0,9	1,3	1,7	2,9	4,5	8,1	10,0	10,0	10,0	10,0	
Orta Bazik Pomza	33	4	4	4	4	4	4	4	63	92	100	100	
			1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	20,8	30,4	33,0	33,0	
İri Bazik Pomza	17	8	8	8	8	8	8	8	8	8	88,0	98	
			1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	15,0	16,7	
Karışım	100		7,2	11,6	16,4	29,6	47,2	50,8	72,2	81,7	98,0	99,7	
Şartname Max.			10	23	38	50	62	75	85	88	97	100	
Şartname Min.			2	4	8	13	22	36	55	66	85	100	



Şekil 5.5. T2 beton tasarım agreg a oran şartname grafiği.



Şekil 5.6. T2 tasarımı numune alımı sonrası küplerin görünümü.

Çizelge 5.10. T2 karışımının başlangıç ve düzeltilmiş tartıları.

1m ³ Düzeltilmiş Beton Karışımı Tartıları(kg)								
Çimento	Mineral Katkı	Su	Dere Kumu	İnce Bazalt	Orta Bazalt	İri Bazalt	Katkı %	Katkı (gr)
400	160	251,9	662,6	116,9	290,8	136,7	1,8	10,08
1m ³ Başlangıç Beton Karışımı Tartıları(kg)								
Çimento	Mineral Katkı	Su	Dere Kumu	İnce Bazalt	Orta Bazalt	İri Bazalt	Katkı %	Katkı (gr)
400	160	145,6	673	133,1	342	165,3	1,8	10,08

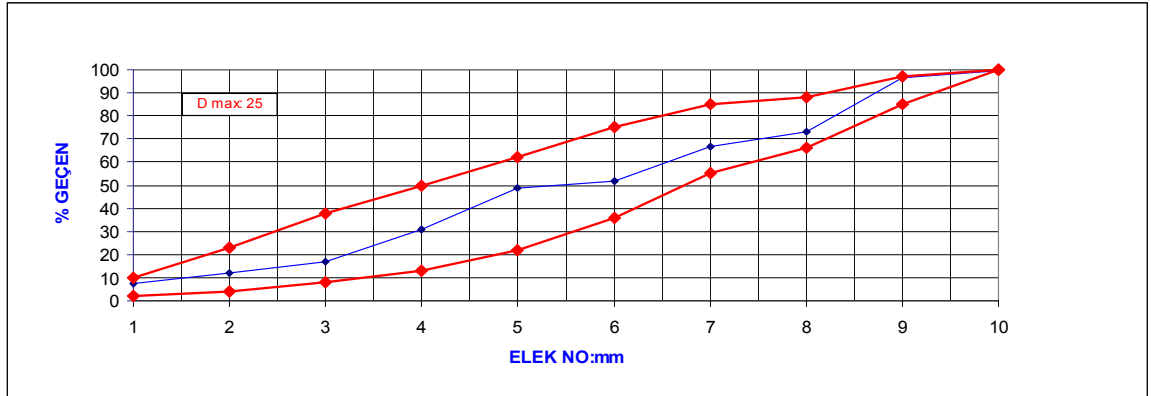
5.4.3. T3 Beton Tasarımı

T3 tasarımında % 2 dere kumu artırılarak betondaki boşluklar kapatılmaya çalışılmıştır. Ayrıca iri bazik pomza % 10 artırılmıştır. % 42 dere kumu, % 8 ince bazik pomza, %23 orta bazik pomza, % 27 iri bazik pomza kullanılmıştır (Şekil 5.7.).

Çimento 450 kg, kül 135 kg ve katkı çimentonun % 1,8' i kadar yks glenium C 303 kullanılmıştır.

Çimento artırılıp su azaltılarak betonda kusmayı (çok ince malzemenin karışımında homojen olarak kalmaması) engelleme yoluna gidilmiştir. Böylece çimento kül toplamı bir önceki tasarımdan (T2) fazla alacağı için boşluklar daha fazla kapanacak ve aderans artacaktır. Ayrıca dere kumu da 2 puan arttırılarak boşluklar kapanmaya çalışılmıştır. Fakat betonun kendinden yerleşmesi sağlansa da beton içindeki boşluklar ve suyu filtre etmesi önlenememiştir. Bu tasarımdan 9 adet küp numune alınmıştır. Yoğunluğu 1915 kg/m³ çıkmıştır. Tasarım Hafif beton sınıfına girmektedir.

Malzemeler	Agrega %	Elekler (% Geçen)										
		0,075	0,15	0,3	0,6	1,18	2,36	4,75	9,5	12,7	19	25
Dere Kumu	42	2	9	19	30	60	100	100	100	100	100	100
			3,8	8,0	12,6	25,2	42,0	42,0	42	42	42	42
İnce Bazık Pomza	8	6	8,9	13,1	17,4	29,4	45,2	80,9	100	100	100	100
			0,7	1,0	1,4	2,4	3,6	6,5	8,0	8,0	8,0	8,0
Orta Bazık Pomza	23	4	4	4	4	4	4	4	63	92	100	100
			0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	14,5	21,2	23,0	23,0
İri Bazık Pomza	27	8	8	8	8	8	8	8	8	8	88,0	98
			2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	23,8	26,5
Karışım	100		7,6	12,1	17,1	30,6	48,7	51,6	66,7	73,3	96,8	99,5
Şartname Max.			10	23	38	50	62	75	85	88	97	100
Şartname Min.			2	4	8	13	22	36	55	66	85	100



Şekil 5.7. T3 beton tasarım agrega oran şartname grafiği.

Karışımın düzeltilmiş ve ilk tartımları Çizelge 5.11.' de verilmiştir. Çimento su ve külün hacminden kalan agrega hacmi 646,2 dm³ tür.

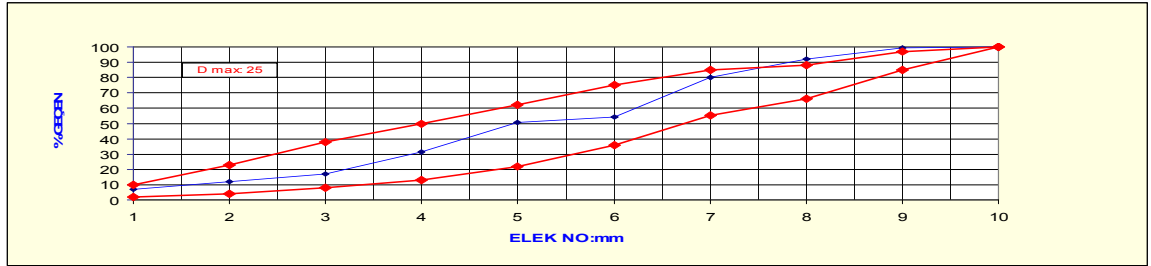
Çizelge 5.11. T3 karışımın başlangıç ve düzeltilmiş tartıları

1m ³ Düzeltilmiş Beton Karışımı Tartıları(kg)								
Çimento	Mineral Katkı	Su	Dere Kumu	İnce Bazalt	Orta Bazalt	İri Bazalt	Katkı %	Katkı (gr)
450	135	236,5	709,2	95,4	206,6	220,4	1,8	10,5
1m ³ Başlangıç Beton Karışımı Tartıları(kg)								
Çimento	Mineral Katkı	Su	Dere Kumu	İnce Bazalt	Orta Bazalt	İri Bazalt	Katkı %	Katkı (gr)
450	135	128,7	720,3	108,5	243	267,6	1,8	10,5

5.4.4. T4 Beton Tasarımı

Tasarımda ince malzeme eksikliğinden dolayı dere kumu % 44' e, ince bazik pomza ise % 10' a çıkarılmıştır. Orta bazik pomza ise hem ince malzemesinin fazlalığından hem de betonu hafifleteceğinden % 41' e çıkarılmıştır. İri malzeme ise karışımı bozduğu için % 5' e çekilmiştir. İri bazik pomzanın artışı betonu daha fazla hafifletse de iri bazik pomza yerine orta bazik pomzanın arttırılması, içindeki ince malzemenin, iri bazik pomzadaki ince malzemeden daha fazla olmasından dolayı tasarlanan betona daha iyi bir görünüm kazandırıp hem de orta bazik pomza içindeki 5-12 mm boyutundaki malzeme betonun hafifletecektir. İri malzemenin azalmasıyla çimentoyu da düşürebileceğimiz için çimento 300 kg, kül ise 150 kg' a düşürülmüştür. Yapılan karışım da beton görünüm olarak homojen olmuş ve suyu filtre etmemiştir. Tasarımda % 44 dere kumu, % 10 ince bazik pomza, % 41 orta bazik pomza ve % 5 iri bazik pomza kullanılmıştır (Şekil 5.8.). Çimento 300 kg, kül 150 kg, katkı çimentonun % 1,8' i kadar yksenium C 303 kullanılmıştır.

Malzemeler	Agrega %	Elekler (% Geçen)										
		0,075	0,15	0,3	0,6	1,18	2,36	4,75	9,5	12,7	19	25
Dere Kumu	44	2	9	19	30	60	100	100	100	100	100	100
			4,0	8,4	13,2	26,4	44,0	44,0	44	44	44	44
İnce Bazik Pomza	10	6	8,9	13,1	17,4	29,4	45,2	80,9	100	100	100	100
			0,9	1,3	1,7	2,9	4,5	8,1	10,0	10,0	10,0	10,0
Orta Bazik Pomza	41	4	4	4	4	4	4	4	63	92	100	100
			1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	25,8	37,7	41,0	41,0
İri Bazik Pomza	5	8	8	8	8	8	8	8	8	8	88,0	98
			0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	4,4	4,9
Karışım	100		6,9	11,7	17,0	31,4	50,6	54,1	80,2	92,1	99,4	99,9
Şartname Max.			10	23	38	50	62	75	85	88	97	100
Şartname Min.			2	4	8	13	22	36	55	66	85	100



Şekil 5.8. T4 beton tasarım agregası oran şartname grafiği.

Tasarımdan 9 adet küp numune alınmıştır. Yoğunluğu 1702 kg/m³ çıkmıştır. Hafif beton sınıfına girmektedir. Karışımın düzeltilmiş ve ilk tartımları Çizelge 5.12.'de verilmiştir. Çimento su ve külün hacminden kalan agregası hacmi 585,3 dm³'tür.

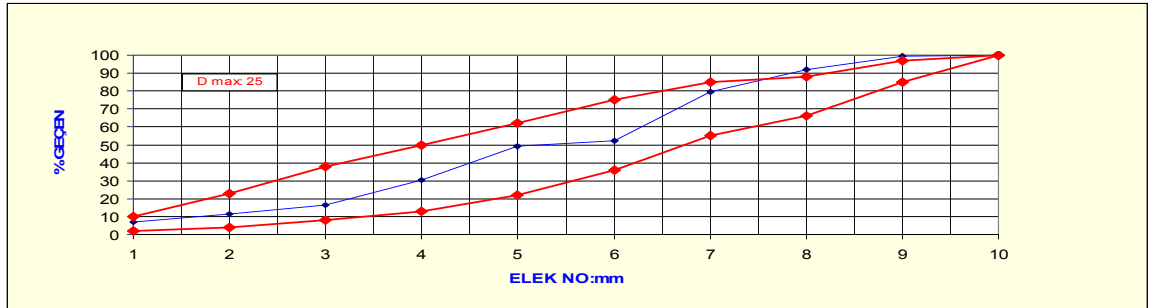
Çizelge 5.12. T4 karışımın başlangıç ve düzeltilmiş tartıları.

1m ³ Düzeltilmiş Beton Karışımı Tartıları(kg)								
Çimento	Mineral Katkı	Su	Dere Kumu	İnce Bazalt	Orta Bazalt	İri Bazalt	Katkı %	Katkı (gr)
300	150	245,6	777,1	124,7	385,2	42,9	1,8	8,1
1m ³ Başlangıç Beton Karışımı Tartıları(kg)								
Çimento	Mineral Katkı	Su	Dere Kumu	İnce Bazalt	Orta Bazalt	İri Bazalt	Katkı %	Katkı (gr)
300	150	139,5	789,3	141,9	453	51,8	1,8	8,1

5.4.5. T5 Beton Tasarımı

T5 tasarımında % 43 dere kumu, % 9 ince bazik pomza, % 43 orta bazik pomza, % 5 iri bazik pomza kullanılmıştır (Şekil 5.9.). Çimento 350 kg kül ise 200 kg kullanılmıştır. Çimentonun % 1,8' i kadar yks glenium C 303 kullanılmıştır. Bir önceki tasarımın (T4) düzgün olduğu düşünülerek dere kumunu 1 puan azaltıp tasarımda agrega oranlarında ise ince bazaltı da 1 puan düşürerek orta bazalt 2 puan artırılmıştır. Böylece betonun homojen yapısı ve beton tarifine uygunluğu bozulmadan minimum dere kumu ve ince bazalt kullanılarak orta malzeme artırılmıştır. Bu betonun hafiflemesinde büyük rol oynayacaktır. Çimentonun ve külün artırılması da tasarımın hem mukavemet hem de boşlukların doldurulmasında faydalı olacaktır.

Malzemeler	Agrega %	Elekler (% Geçen)										
		0,075	0,15	0,3	0,6	1,18	2,36	4,75	9,5	12,7	19	25
Dere Kumu	43	2	9	19	30	60	100	100	100	100	100	100
			3,9	8,2	12,9	25,8	43,0	43,0	43	43	43	43
İnce Bazik Pomza	9	6	8,9	13,1	17,4	29,4	45,2	80,9	100	100	100	100
			0,8	1,2	1,6	2,6	4,1	7,3	9,0	9,0	9,0	9,0
Orta Bazik Pomza	43	4	4	4	4	4	4	4	63	92	100	100
			1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	27,1	39,6	43,0	43,0
İri Bazik Pomza	5	8	8	8	8	8	8	8	8	8	88,0	98
			0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	4,4	4,9
Karışım	100		6,8	11,5	16,6	30,6	49,2	52,4	79,5	92,0	99,4	99,9
Şartname Max.			10	23	38	50	62	75	85	88	97	100
Şartname Min.			2	4	8	13	22	36	55	66	85	100



Şekil 5.9. T5 beton tasarım agrega oran şartname grafiği.

Tasarım görünüm olarak sınır değerlerde olduğu için iri bazalt arttırılarak görünüm bozulmak istenmemiştir. Boşluklarından dolayı gereğinden fazla ince malzemeyi bünyesine aldığı için artması durumunda ya ince malzemeyi ya da çimento ve külün artmasına neden olacaktır. Bu hem betonun homojenliğini bozacak hem de ekonomisinin bozulmasına sebep olacaktır

Bu tasarımdan 9 adet küp numune alınmıştır. Yoğunluğu 1916 kg/m^3 çıkmıştır. Hafif beton sınıfına girmektedir. Karışımın düzeltilmiş ve ilk tartımları Çizelge 5.13’ de verilmiştir. Çimento su ve külün hacminden kalan agrega hacmi 640 dm^3 tür.

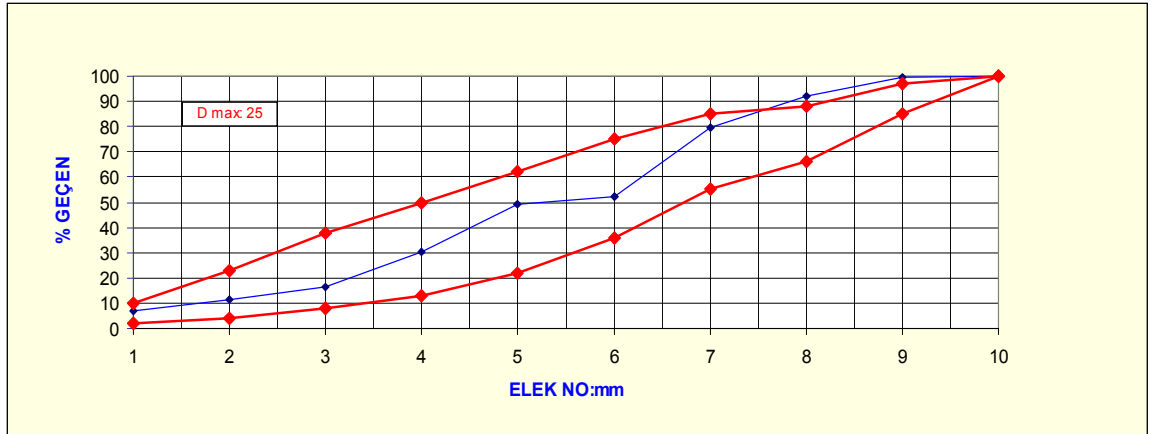
Çizelge 5.13 T5 karışımın başlangıç ve düzeltilmiş tartıları

1m ³ Düzeltilmiş Beton Karışımı Tartıları(kg)								
Çimento	Mineral Katkı	Su	Dere Kumu	İnce Bazalt	Orta Bazalt	İri Bazalt	Katkı %	Katkı (gr)
350	200	243,8	712,6	105,3	379,1	40,2	1,8	9,9
1m ³ Başlangıç Beton Karışımı Tartıları(kg)								
Çimento	Mineral Katkı	Su	Dere Kumu	İnce Bazalt	Orta Bazalt	İri Bazalt	Katkı %	Katkı (gr)
350	200	143	723,8	119,8	445,8	48,6	1,8	9,90

5.4.6. T6 Beton Tasarımı

Bu tasarımda agrega oranları bozulmadan çimento artışına gidilmiştir. Tasarımın mukavemet artışı gözlemi için yapılmıştır. Ayrıca bu çimento dozajından sonra betonda yavaş yavaş tekrar homojenliğin bozulabileceği izlenmiştir. Yani ince malzemeler karışım içinde kaybolmayıp su ile birlikte dışarı çıkma gösterebilecektir. Bu tasarımda % 43 dere kumu, % 9 ince bazik pomza, % 43 orta bazik pomza, % 5 iri bazik pomza ve 375 kg çimento ile 200 kg kül ve çimentonun % 1,8’ i kadar yks glenium C 303 kullanılmıştır (Şekil 5.10.).

Malzemeler	Agrega %	Elekler (% Geçen)										
		0,075	0,15	0,3	0,6	1,18	2,36	4,75	9,5	12,7	19	25
Dere Kumu	43	2	9	19	30	60	100	100	100	100	100	100
			3,9	8,2	12,9	25,8	43,0	43,0	43	43	43	43
İnce Bazık Pomza	9	6	8,9	13,1	17,4	29,4	45,2	80,9	100	100	100	100
			0,8	1,2	1,6	2,6	4,1	7,3	9,0	9,0	9,0	9,0
Orta Bazık Pomza	43	4	4	4	4	4	4	4	63	92	100	100
			1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	27,1	39,6	43,0	43,0
İri Bazık Pomza	5	8	8	8	8	8	8	8	8	8	88,0	98
			0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	4,4	4,9
Karışım	100		6,8	11,5	16,6	30,6	49,2	52,4	79,5	92,0	99,	99,9
Şartname Max.			10	23	38	50	62	75	85	88	97	100
Şartname Min.			2	4	8	13	22	36	55	66	85	100



Şekil 5.10. T6 beton tasarım agrega oran şartname grafiği.

Bu tasarımdan 9 adet küp numune alınmıştır. Yoğunluğu 1940 kg/m^3 çıkmıştır. Hafif beton sınıfına girmektedir. Karışımın düzeltilmiş ve ilk tartımları Çizelge 5.14' de verilmiştir. Çimento su ve külün hacminden kalan agrega hacmi $631,3 \text{ dm}^3$ tür.

Çizelge 5.14 T6 karışımın başlangıç ve düzeltilmiş tartıları.

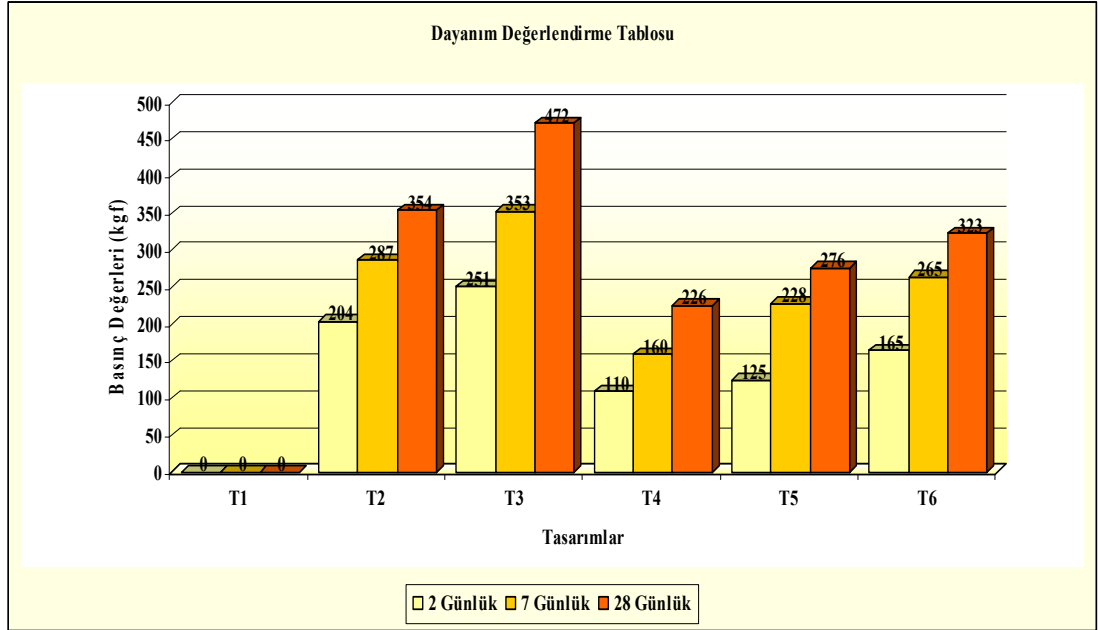
1m ³ Düzeltilmiş Beton Karışımı Tartıları(kg)								
Çimento	Mineral Katkı	Su	Dere Kumu	İnce Bazalt	Orta Bazalt	İri Bazalt	Katkı %	Katkı (gr)
375	200	243,2	702,9	103,9	373,9	39,7	1,8	10,4
1m ³ Başlangıç Beton Karışımı Tartıları(kg)								
Çimento	Mineral Katkı	Su	Dere Kumu	İnce Bazalt	Orta Bazalt	İri Bazalt	Katkı %	Katkı (gr)
375	200	143,8	713,9	118,2	439,8	48	1,8	10,4

5.5. Tasarımlardan Alınan Numunelerin Basınç Değerleri

Elde edilen karışımların mukavemet sonuçlarının değerlendirilmesi için 15x15x15 ebatlarında her karışım için birer set 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 5.15.). T1, T2, T3, T4, T5, T6 diye adlandırdığımız farklı karışım oranları dayanım sonuçları değerlendirme grafiği Şekil 5.11.’ de gösterilmiştir.

Çizelge 5.15. Basınç dayanım test sonuçları.

	T2			T3			T4			T5			T6		
2	215	199	198	258	250	245	104	105	121	118	133	124	191	154	150
2 Ortalaması	204			251			110			125			165		
7	304	285	272	339	370	350	136	170	174	214	240	230	250	270	275
7 Ortalaması	287			353			160			228			265		
28	345	375	342	450	485	481	215	240	223	270	285	273	330	315	324
28 Ortalaması	354			472			226			276			323		



Şekil 5.11. Dayanım değerlendirme grafiği.

Hafif betonların basınç dayanım sınıfları Çizelge 5.16.'da verilmiştir. Tasarımlar, sırasıyla 28 günlük kırım sonuçlarına göre T2 C30, T3 C 40, T4 C 20, T5 C 20, T6 C 25 sınıflarına girmektedir (Çizelge 5.17.). Bu tasarımlar içerisinde hazırlanan en uygun dizayn T5' dir. Çünkü C 20 sınıfının 220 kgf/cm² olan basınç değerini 50 kgf/cm² geçmiş olması emniyetli bir tasarım olduğunu gösterir.

Çizelge 5.16. Hafif beton için 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 5.17. Tasarımların beton sınıfları, değerleri ve sınıfların en az değerleri.

Tasarım	Beton Sınıfı	Minimum	Sınıf	Basınç Değerleri
T1	C 0	0		0
T2	C 30	330		354
T3	C 40	440		472
T4	C 20	220		226
T5	C 20	220		276
T6	C 25	280		323

Hafif betonların 800-2000 kg/ m³ arasında yoğunluklarının değişmesi sebebiyle hazırlanan tasarımların hepsi hafif beton sınıfına girmektedir (Çizelge 5.18).

Çizelge 5.18. Tasarımların Yoğunluk Değerleri.

Tasarımlar	Yoğunlukları (kg/m ³)
T2	1880
T3	1915
T4	1702
T5	1916
T6	1940

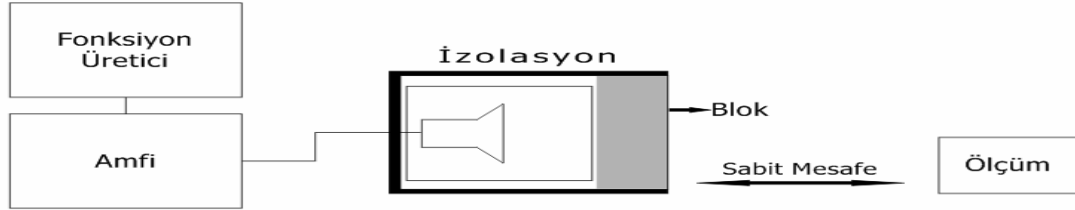
5.6. Ses ve Isı Yalıtımı Çalışması

Yapılan tasarımlardan alınan örneklerle göre ses ve ısı yalıtımında ne tür sonuçlar çıkaracağına dair yapılan çalışmada mukavemet olarak aynı sınıfa dâhil (C20) kireçtaşı agregalı beton, bazık pomza agregalı beton ile asidik pomza agregalı beton karşılaştırılmıştır.

5.6.1. Ses Yalıtımı

Ses gerilme dalgası halinde yayılır ve rastladığı cisme basınç dalgası olarak etkir. Gerilme dalgasının enerjisi sesin şiddetini, frekansıda tonunu belirler. Ses enerjisi çok küçüktür ve uygulamada desibel (dB) olarak adlandırılan bir birimle ölçülür.

Bir malzemenin ses yalıtım değerini (D) ölçmek için iki ayrı deneysel ölçüm düzeneği kullanılabilmektedir. Bunlar bir yüzü açık ses yalıtımı ölçüm düzeneği, iki odalı ses yalıtım ölçüm düzeneğidir. Bu çalışmada bir yüzü açık ses yalıtım ölçüm düzeneği kullanılmıştır (Şekil 5.12.) (Gündüz,ve diğ., 1998).

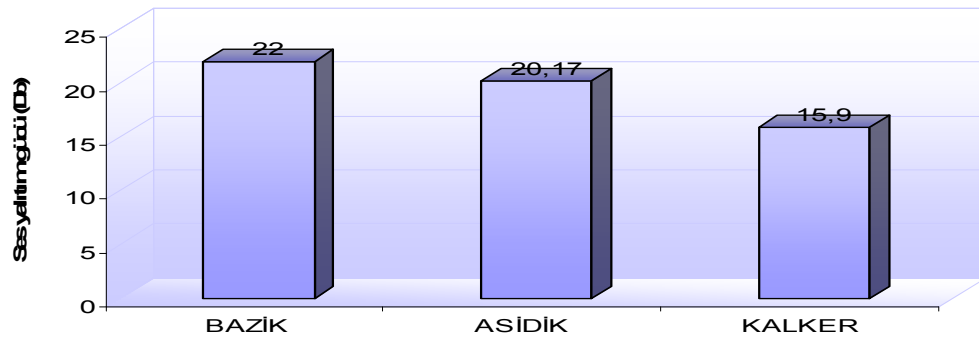


Şekil 5. 12. Ses yalıtım deneyi sembolik görünümü (Gündüz,ve diğ., 1998).

Tüm ölçümlerin bir yüzü açık, dış civarları tamamen ses soğurucu bir malzeme ile kaplanmış olan bir ortamda gerçekleştirildiği bir düzendir. 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.

Aşağıda şekilde görüldüğü üzere ses yalıtımı deneyinde bazık pomzalı beton en fazla ses yalıtımı yapmış malzemedir (Şekil 5.13.).



Şekil 5.13. Ses yalıtımı grafiği.

5.6.2. 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 ısınnın 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. Çizelge 5.19.'da bazı malzemelerin ısı iletkenlik katsayıları değerleri verilmiştir.

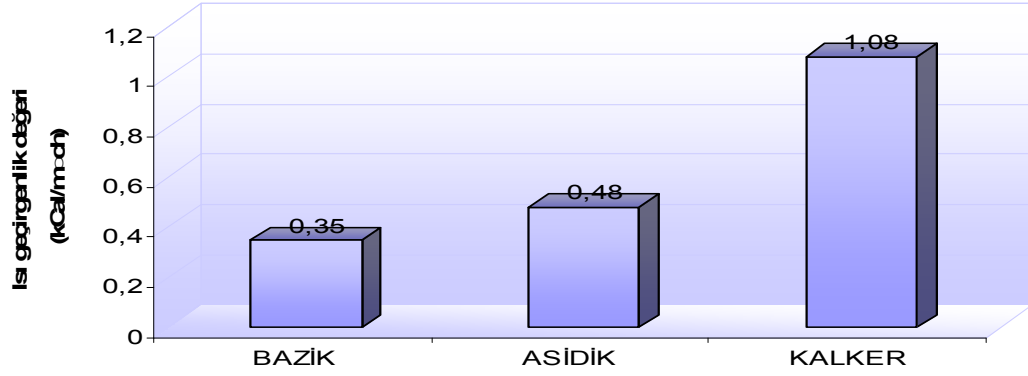
Birimi $\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ ' dir. Isı iletimi iç yapı ile ilişkili olduğundan, birim ağırlığı az olan malzemenin ısı iletkenlik katsayısının da düşük olduğu görülür. Bir malzemenin ısı geçirgenliği (Λ) ise o malzemenin ısı iletkenlik katsayısının (λ), kalınlığına (d) oranı ile bulunur.

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

Çizelge 5.19. Çeşitli Malzemelerin Isı İletkenlik Değerleri (Gündüz ve diğ.,1998).

Malzeme	($\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$)
Granit, bazalt, mermer	3.00
Genleştirilmiş kil	0.60
Çimento sıva	0.75
Kireç sıva	0.66
Alçı	0.47
Beton B120	1.30
B160	1.75
Hafif beton bloklar	0.35
Tuğla (dolu)	0.70
Tuğla (delikli)	0.40
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

Aşağıda şekilde görüldüğü üzere ısı yalıtımı deneyinde bazik pomzalı beton en az ısı geçirgenliğine sahip malzemedir (Şekil 5.14.).



Şekil 5.14. Isı yalıtımı grafiği

Yapılan ses ve ısı yalıtımı deneyleri sonucunda bazik pomzalı agregaya 22 Db asidik pomza 20,17 Db kalker agregaya ise 15,9 Db ses yalıtımı yapmıştır. Bazik agregaya 0,35 kcal/m²h°C, asidik agregaya 0,40 kcal/m²h°C, kalker agregaya 1 kcal/m²h°C ısı geçirmiştir (Çizelge 5.20.).

Çizelge 5.20. Farklı agregaların ses ve ısı yalıtımları.

Agrega	Ses yalıtımı (Db)	Isı Yalıtımı (kcal/m ² h°C)
Bazik	22	0,35
Asidik	20,17	0,40
Kalker	15,9	1,00

6.SONUÇLAR

1. Tasarımda kullanılan, Delihalil bölgesinden alınmış olan bazik pomza agregalarının fiziksel özellikleri:

- ✓ Elek analizi sonuçları <5 mm, 5-12 mm ,12-25 mm bulunmuştur.
- ✓ Özgül ağırlık sonuçları <5 mm için 2,050, 5-12 mm için 1,609, 12-25 mm için 1,523 bulunmuştur.
- ✓ Su emme oranları <5 mm için 11,36, 5-12 mm için 15,56, 12-25 mm için 17,31 olarak bulunmuştur.

2. **Tasarım T1: Yüzde** yüz bazik pomza, 375 kg çimento+200 kg kül, 143,8 kg su ve yüzde 1,8 kimyasal katkı kullanılmış olup karışım suyu filtre olduğundan, agregalar arası bağlayıcı malzeme kalmamış ve homojen bir görünüm oluşmamıştır. Bu tasarımdan beton elde edilememiş ve numune alınamamıştır.

Tasarım T2: Yüzde 40 dere kumu, Yüzde 60 bazik pomza, 400 kg çimento+160 kg kül, 145,6 kg su ve yüzde 1,8 kimyasal katkı kullanılmıştır. Karışım sonrası beton yüzeyinde karışım suyu birikmiş ve iri agregalar yüzeye çıkmıştır. Betonun yoğunluğu 1880 kg/m³ olup C30 sınıfı mukavemet vermiştir.

Tasarım T3: Yüzde 42 dere kumu, Yüzde 58 bazik pomza, 450 kg çimento+135 kg kül, 134,6 kg su ve yüzde 1,8 kimyasal katkı kullanılmış olup iri agrega karışımın görünümünü ve homojenliğini bozmuştur. Betonun yoğunluğu 1915 kg/m³ olup C40 sınıfı mukavemet vermiştir.

Tasarım T4: Yüzde 44 dere kumu, Yüzde 56 bazik pomza, 300 kg çimento+150 kg kül, 148,5 kg su ve yüzde 1,8 kimyasal katkı kullanılmış olup karışım suyunun filtre olmadığı homojen bir beton görünümü kazanılmıştır. Betonun yoğunluğu 1702 kg/m³ olup C20 sınıfı mukavemet vermiştir.

Tasarım T5: Yüzde 43 dere kumu, Yüzde 57 bazik pomza, 350 kg çimento+200 kg kül, 143 kg su ve yüzde 1,8 kimyasal katkı kullanılmış olup bir önceki tasarımdan daha iyi bir beton karışımı hazırlanmıştır. Betonun yoğunluğu 1916 kg/m³ olup bir önceki T5 tasarımına göre aynı beton sınıfına girdiği halde beton basma deneyinde cm²' de daha yüksek değer verdiği için emniyet payı yüksek C20 sınıfı beton bulunmuştur.

Tasarım T6: Yüzde 43 dere kumu, Yüzde 57 bazik pomza, 375 kg çimento+200 kg kül, 143,8 kg su ve yüzde 1,8 kimyasal katkı kullanılmış olup bir önceki T5 tasarımına göre sadece çimento arttırılmıştır. Daha yüksek mukavemetli bir tasarım hazırlandığında görünümün bozulmayacağı anlaşılmıştır. Betonun yoğunluğu 1940 kg/m^3 olup C25 sınıfı mukavemet vermiştir.

3. Ses ve ısı yalıtımı deneylerinde mukavemet olarak aynı (C20) sınıfına dâhil kireçtaşı agregalı beton, bazik pomza agregalı beton ile asidik pomza agregalı beton karşılaştırılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda:

- ✓ Bazik pomza agregalı beton 22 Db, asidik pomza agregalı beton 20,17 Db, kalker agregalı beton ise 15,9Db, ses yalıtımı yapmıştır.
- ✓ Bazik agregalı beton $0,35 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$, asidik agregalı beton $0,40 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$, kalker agregalı beton $1 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ ısı geçirmiştir.

4. Yapılan çalışmalar sonucunda, aynı basınç sınıfında (C20) bazik pomza, asidik pomza ve kireçtaşı agregası ile yapılmış betonlar karşılaştırıldığında ısı ve ses yalıtımı en yüksek ayrıca yoğunluğu hafif beton sınıfında olan beton bazik pomza agregası kullanıldığı durumda elde edilmiştir. Yapılan tasarımlar genel olarak değerlendirildiğinde sadece bazik pomza ile karışımın homojen olmadığı, agregaların birbirine bağlanamadığı ve suyu filtre ettiği için beton tasarımı yapılamayacağı sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- AYDIN, A., 1998. 'Diatomit Pomza ve Pasa'nın beton katkı maddesi olarak kullanılabilirliğinin araştırılması'. Atatürk Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 113s.
- BİLGİN, Z., ERKAN, T., 1981. Ceyhan-Osmaniye Yöresindeki Kuvaterner Bazaltların Petrolojisi. MTA Enst, ANKARA, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, C.24 21-30.
- ÇİFTÇİ, E., 2003. Yer Bilimleri Teknik Terim Sözlüğü. NİĞDE.
- DEGUSSA YAPI KİMYASALLARI SAN. TİC. A.Ş., Nisan 2006. Katkı Sistemleri Ürün El Kitabı. S.10.
- GÜNDÜZ, L., SARIŞIK, A., TOZAÇAN, B., DAVRAZ, M., UĞUR, VE ÇANKIRAN, O., Pomza Teknolojisi. Cilt 1, S.288.
- GÜNDÜZ, L., SARIŞIK, A., TOZAÇAN, B., DAVRAZ, M., UĞUR, VE ÇANKIRAN, O., Pomza Teknolojisi Cilt 2, S.206.
- KAN, A., 1999 'Pasinler Esendere Volkanik Tüf 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.
- PARLAK, O., Delaloye, M., KOZLU, H., FONTIGNIE, D., 2000. Güney Türkiye'de Yumurtalık fayı (Adana) boyunca gözlenen alkali bazaltların iz element ve Sr-Nd izotop jeokimyası. Yerbilimleri, 22 (2000), 137-148, Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni.
- REYHANOĞLU M., 1988. Pomza ve Kullanım Alanları. Ç.Ü. F.B.E., Yüksek Lisans Tezi, ADANA.
- RITTMANN A. L., 1976, Volcanoes, Orbis Publishing, London.
- ŞAHİN, R., 1996. 'Kocapınar Pomzası ile Üretilen Hafif Betonun Mukavemetinin Araştırılması'. Atatürk Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 108s.,Erzurum.

- ŞAROĞLU, F., EMRE, Ö., & KUŞÇU, İ., 1992. Active Fault Map of Turkey at 1:1 000 000 scale. Mineral Research and Exploration İnstitute of Turkey (MTA) Publications.
- TS 707, Beton Agregalarından Numune Alma Ve Deney Numunesi Hazırlama Yöntemi. Türk Standartları Enstitüsü, ANKARA
- TS 1114, Hafif Agregalar-Beton için, Numune Alma ve Deney Metotları, Türk Standartları Enstitüsü, ANKARA
- TS 2511, Taşıyıcı Hafif Agregalar-Beton İçin, Beton Karışım Hesapları Yapım, Döküm ve Bakım Kuralları. Türk Standartları Enstitüsü, ANKARA
- TS 3068, Beton Deneyleri-Deney Numuneleri-Bölüm 2: Dayanım Deneyleri için Deney Numunelerinin Yapımı ve Kürü. Türk Standartları Enstitüsü, ANKARA
- TS 3114, Beton-Deney Numunelerinin Basınç Dayanım Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, ANKARA
- TS 3234, Bims Beton Yapım Kuralları ve Karışım Hesabı ve Deney Metotları. Türk Standartları Enstitüsü, ANKARA
- TS 3289, Hafif Agregalı Yalıtım Betonu Deney Numunelerinde Basınç Dayanım Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, ANKARA
- TS 5929, Beton Deneyleri-Boyutlar-Toleranslar ve Deney Numunelerinin Uygunluğu. Türk Standartları Enstitüsü, ANKARA
- 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
- WALKER, G. P. L. & CROSDALE, R., 1971. Characteristics Of Some Basaltic Pyroclastics. Bulletin of Volcanology, 35, 303-317.
- YAŞAR E., ERDOĞAN Y., 2005. Asidik (Nevşehir) ve Bazik (Osmaniye) pomzaların yapı sektöründe değerlendirilmesi. Türkiye 19. Uluslararası

Madencilik Kongresi ve Fuarı-IMCET2005, TMMOB Maden Müh. Odası, İzmir.

YURTMEN, S., 2000. Petrogenesis of Basalts From Southern Turkey. Geological Society, London, Special Publications, 173, 489-512.

ÖZGEÇMİŞ

1974 yılında Ankara’da Doğdum. 1985 yılında Adana Mimar Kemal İlkokulunu, 1988 yılında Adana Ziya Paşa Ortaokulunu, 1991 yılında Adana Borsa Lisesini bitirdim. 1993–1994 öğretim yılında Çukurova Üniversitesi Müh.-Mim. Fak. Jeoloji Mühendisliği bölümünde lisans eğitime başlayıp 1998 yılında mezun oldum. 2001 yılında Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsüne bağlı olarak Maden Yatakları ve Jeokimya Ana Bilim dalında Yüksek Lisans eğitime başladım.