



ISPARTA VE GELİNCİK POMZA YATAKLARININ JEOLJİSİ ve BETON YAPIMINA UYGUNLUĞUNUN ARAŞTIRILMASI

Adnan DÖYEN¹, Emre AKSOY²

Selçuk Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, KONYA
 AS Çimento Sanayii A.Ş., ANTALYA

¹adoyen@selcuk.edu.tr, ²emreaksoy32@hotmail.com

(Geliş/Received: 06.11.2012; Kabul/Accepted in Revised Form: 14.12.2012)

ÖZET: Bu çalışmada Isparta Gelincik pomza yataklarının jeolojisi, fiziksel ve mekanik özellikleri incelenerek beton yapımına uygunluğu araştırılmıştır. Bu amaçla alınan örneklerin mineralojik ve kimyasal bileşimleri belirlenmiştir. Fiziksel özelliklerin ortaya çıkarılması için elek analizi, özgül ağırlık, su emme, rutubet testi, kızdırma kaybı, çözünmeyen kalıntı testi ve puzolonik aktivite testi yapılmıştır. Çimento kullanılmadan sadece pomza, kireç ve su karışımından yapılan bu test sonucunda beton numunesinin 28. gün sonunda C20 beton sınıfına yakın (19,8 N/mm²) bir dayanım değeri bulunmuştur. Mekanik özelliklerin belirlenmesi için ise farklı oranlarda pomza agregası ve değişik oranlarda dere kumu kullanılarak 5 adet beton numunesi hazırlanmıştır. Hazırlanan örneklerin hepsi hafif beton sınıfına girmiştir. Ancak, 450 kg. çimento, 187 kg. su, 479,2 kg. dere kumu, 179 kg. ince asidik pomza, 299,5 kg. orta asidik pomza, 239,6 kg. iri asidik pomza kullanılarak hazırlanan T5 betonunun yoğunluğu 1841,05 kg/m³, tek eksenli basınç değeri (28 günlük) 28,3 N/mm² gelerek en iyi sonucu vermiştir.

Anahtar Kelimeler: Pomza, jeoloji, hafif beton, fiziksel özellik, mekanik özellik, Isparta, Gelincik

Geology of the Isparta (Gelincik) Pumice Deposits, and Investigation of Their Availability for Concrete Construction

ABSTRACT: In this study, it is aimed to study the geological, physical and mechanical properties of the Gelincik (Isparta) pumice deposits, and to determine their suitability for concrete construction. For this purpose, the mineralogical and chemical compositions of the samples were determined. To determine their physical characteristics, the samples were subjected to some analyses, namely; sieve and loss of ignition, and some tests, namely, specific gravity, water-absorption, moisture, insoluble residue as well as puzolonic activity. At the end of the 28th day of the test, done by using only pumice, lime and water, without cement, the concrete sample is determined to have a strength value close to C20 concrete class (19,8 N/mm²). To determine their mechanical properties, 5 different pieces of concrete, all of which can be classified as class of lightweight concrete, were prepared using different proportions of pumice aggregate and stream sediments.

A concrete sample (T5) was prepared by using 450 kg. cement, 187 kg. water, 479.2 kg. river sand, 179 kg. fine acidic pumice, 299.5 kg. medium acidic pumice and 239.6 kg coarse pumice. The T5 sample has got 1841.05 kg/m³ density, and uniaxial pressure value (28-day) of 28.3 N/mm², which is the best results obtained amongst the samples.

Key words: Pumice, geology, lightweight concrete, physical properties, mechanical properties, Isparta, Gelincik

GİRİŞ (INTRODUCTION)

Çalışma alanı Isparta ilinin 9 km güney batısında bulunan Gelincik Köyü ve çevresini

içine almaktadır (Şekil 1). Isparta ve yakın çevresinin jeolojisine ilişkin farklı zamanlarda değişik çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan

bazıları şunlardır (Poisson ve diğ., 1984, Kazancı ve Karaman, 1988, Yalçınkaya, 1989, Kuşçu, 1990 ve 1994, Mutlutürk, 2003). Pomzanın fiziksel ve mekanik özelliklerinin araştırılması ve beton malzemesi olarak kullanımına yönelik bazı çalışmalar ise (Davraz ve Gündüz, 1998, Özkan, 2001, Yazıcıoğlu, 2006, Aksoy, 2010) sayılabilir. Pomza hafifliği ve ısı yalıtımı gibi özellikleri

nedeniyle günümüzde özellikle inşaat malzemesi olarak büyük önem kazanmıştır. Bu amaçla pomza üzerinde yoğun şekilde çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmada da Isparta Gelincik köyü civarındaki pomza oluşumlarının jeolojik, mekanik ve fiziksel özelliklerinin belirlenerek hafif beton malzemesi olarak kullanılabilme özellikleri araştırılmıştır.



Şekil 1: Çalışma alanını gösteren harita (Location map of the study area).

BÖLGESEL JEOLJİ (REGIONAL GEOLOGY)

Isparta Güneyindeki kaya birimleri otokton ve allokton olmak üzere başlıca iki ana grupta toplanır. Otokton konumlu kayaçların en yaşlısını Kretase yaşlı Erenler kireçtaşı oluşturur. Allokton konumlu kayaçlar ise Jura-Kretase yaşlı Akdağ kireçtaşıdır. Bölgedeki Tersiyer yaşlı çökelleri, Paleosen-Eosen yaşlı egemen kayaç türü kıltaşı, türbiditik kumtaşı, killi kireçtaşı, şeyl ve çamur taşından oluşan Kızılkırma formasyonudur. Bu birim Akdağ kireçtaşı üzerinde uyumsuzdur. Daha üstte ise, Akitaniyen (Alt Miyosen) yaşlı Yazır formasyonunun resifal kireçtaşları yer alır. Düzgün ve sürekli yayılımı nedeniyle bölgedeki Miyosen başlangıcı için iyi bir kılavuz seviye niteliğindeki bu resifal kireçtaşları uyumlu olarak daha üstte Burdigaliyen (Alt Miyosen) yaşlı Ağlasun formasyonuna geçiş gösterir. Yöredeki allokton konumlu kayaçları temsil eden Triyas- Kretase yaşlı Akdağ kireçtaşı birliği ile ofiyolitli karmaşık, batı/güneybatıdan hareketle bindirmeli bir dokanak boyunca Burdigaliyen yaşlı Ağlasun formasyonunu üstler. Bu bindirmenin sonucu bölgede şiddetli kıvrımlanmalar ve faylanmalar türünden yapısal deformasyonlar gelişmiştir. Literatürde "Lisiyen" napları olarak bilinen bu büyük bindirme olayını

takip eden dağoluşumu evresinden arta kalan irili ufaklı çakıllar, post-orjenik nitelikli ve molas tipindeki kalın Orta-Üst Miyosen yaşlı Gönen çakıl taşlarını oluşturur. Sıkışma tektoniği sonundaki geçiş dönemini yansıtan bu molas tipi çakıl taşı çökeliminden sonra, bölgede volkanik olaylar etkinliğini sürdürmüş ve bölgesel tektonikte çekme gerilmeleri etken olmaya başlamıştır (Karaman,1988). Alt Pliyosen'de Gölcük ana volkan bacasından çevreye yayılan volkanik malzemeler, İçerisinde farklı seviyelerde ve farklı kalınlıklarda pomza seviyeleri de bulunduran Gölcük formasyonunu oluşturmuştur. Bölgedeki volkanizma etkinliği başlıca iki ayrı evrede meydana gelir. Erken volkanik evrede çevreye andezitik-trakitik özellikli lavlar yayılır. Geç volkanik evrede Gölcük ana volkan bacasından çevreye daha hafif gereçlerden oluşan tuf ve piroklastik malzemeler yayılır. Daha üstte ise, Kuvaterner yaşlı gevşek tutturulmuş kil, kum, çakıl çökeliminden oluşan genç alüvyonlar yer alır (Karaman, 1988).

Gelincik Pomza Sahasının Jeolojisi (Geology of the Gelincik pumice area)

Gelincik sahasındaki pomza, diğer kesimlere göre doku, renk ve birim hacim ağırlık

yönünden farklılık gösterir. Yöredeki pomza yatakları, Pliyosen volkanik aktivitesine bağlı olarak piroklastik kayaçların çökmesi şeklinde oluşmuştur. Yörenin yüksek kesimlerinde tuf + piroklastik kayaçları içeren formasyonların üzerinde, çok küçük bir alanda 50–100 cm. kalınlığında inşaat malzemesi yapımına uygun pomza (gri) gözlenmektedir (Şekil 2). Bölgede tekstil kalitesine sahip pomza sıklıkla tuf içerisinde yer almaktadır. Tüfler Yakaören köyünden Gelincik köyüne kadar kalın bir tabaka haline uzanır. Katman; Isparta–Gelincik–Burdur karayolu boyunca sol ve sağ kesimde rahatça izlenebilmektedir. Ancak, birim Yakaören-Gelincik hattı boyunca homojen bir yapı göstermez. Yakaören köyü girişinden itibaren katman sıkı tuf halinde olup bol traki-andezit blok ve lapillileri içermektedir. Katmanın üst taraflarına doğru bloklarda nisbeten bir azalma gözlenmektedir. Tuf katmanları yol boyunca yer yer traki-andezit daykları ile kesilmiş olup süreklilik göstermemektedir. Isparta - Gelincik – Burdur kara yolunun Yakaören-Gölcük ve Gelincik-Burdur yol ayrımından sonraki 6.-7' km. lerde yolun sağ ve sol tarafındaki tuf tepelerinde tekstil pomzası seviyeleri bulunmaktadır (Aksoy, 2010).



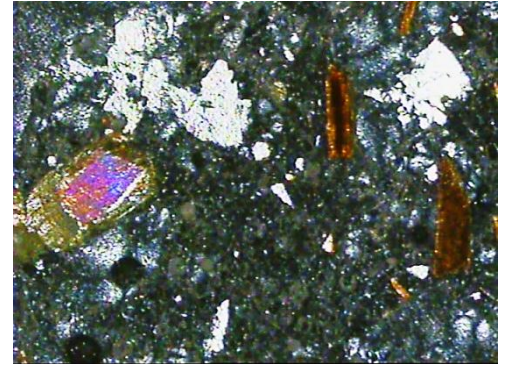
Şekil 2: Gri renkli pomza (*grey colored pumice*).

Pomza Mineralojisi (Mineralogy of the Pumice)

Gelincik sahasından alınan pomza numunelerinin ince kesitlerinde şu mineraller ve özellikler belirlenmiştir:

İncelenen numunelerin büyük çoğunluğu volkanik camdan oluşmuş olup yoğun gaz boşlukludur. Volkanik cam içerisinde

gelişmiş feldispat (oligoklas, andezin, sanidin), biyotit, pirosken, hornblend ve opak mineraller gözlenmiştir. Gelincik sahası örneklerinde gözlenen feldispat (oligoklas, sanidin, andezin) karlspat ve albit ikizlenmeli öz şekilli ve yarı öz şekillidir. Biyotit, örneklerde feldispatlardan sonra en yaygın bulunan mineral olup, levhamsı ve çubuksu kristaller halinde gelişmiştir (Şekil 3).



Şekil 3: Pomza örneklerinde volkanik cam içerisinde Biyotit(kahve) ve Feldispat(gri) mineralleri (*Biotite(brown) and Feldspar(gray) minerals in the volcanic glass of the pumice samples*).

Pomza Üzerinde Yapılan Testler ve Analizler (Tests and Analysis on Pumice)

Elek Analizi (Sieve Analysis)

Isparta gelincik yöresindeki pomzanın tane dağılımının hesaplanması için TS EN 206-1 de belirtildiği şekliyle uygulama yapılmıştır. Yapılan çalışmaya göre pomzanın tane boyutları 0-16 mm arasında değişkenlik göstermiştir. Buna dayanarak D max 16 mm olarak alınmıştır. Pomzanın elek analizi sonucuna göre; 0-4 mm arasındakiler ince taneli pomza, 4-8 mm arasındakiler orta taneli pomza ve 8-16 mm arasındakiler iri taneli pomza olarak sınıflanmıştır. Hazırlanacak beton tasarımlarında kullanılacak dere kumunun boyutu ise 0-2 mm olarak bulunmuştur.

Özgül Ağırlık ve Su Emme (Specific Gravity and Water Absorption)

Pomza agregaları üzerinde, tasarımı hazırlarken agreganın ağırlığını bulmada ihtiyaç duyulan özgül ağırlık ve su/çimento oranı tespiti için su emme ölçümleri TS 3526 ya göre yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda dere kumu su emmesi % 1,54 özgül ağırlığı 2,633, ince asidik pomza su emme değeri %29,38, özgül

ağırlığı %2,309, orta asidik pomza su emme değeri %32,52, özgül ağırlığı 2,12, iri asidik pomza su emme değeri %36,11 özgül ağırlığı 1,858 g/cm³ olarak bulunmuştur.

Rutubet Testi (Moisture Test)

Rutubet testi, TS 3526 belirtilen miktardaki numune 2 saat etüvde bekletildikten sonra desikatörde soğumaya bırakılmıştır. İşlem daha sonra 30 dakika süre ile ağırlığın değişmediği ana kadar devam etmiştir. Bu işlem sonunda rutubet miktarı % 27,74 bulunmuştur.

Kab ağır.	Numune ağır.	Toplam (m ₁)	2 Saat etüv sonrası ağır.
85,69 g	100 g	185,69 g	158,03 g
30 dk. etüv sonrası ağır.(m ₁)	30 dk. etüv sonrası ağır. (2)	30 dk. etüv sonrası ağır. (m ₂)	30 dk. etüv sonrası ağır.(m ₁)
157,96 g	157,95 g	157,95 g	157,96 g

Rutubet= (m₁-m₂)x 100 formülünden;
 = (185,69-157,95)x 100
 = % 27,74

Kızdırma Kaybı (Loss of Ignition)

TS 196-2 ye göre 1 g öğütülmüş pomza örneği 975°C sıcaklıkta bekletilmiş ve işlem yapılmıştır. Buna göre kızdırma kaybı % 2,98 bulunmuştur.

Kabın darası	Numune ağırlığı (m ₃)
20,4160 g	1,0036 g
Toplam (m ₁)	Etüv sonrası ağırlık (m ₂)
21,4196 g	21,3897 g

Kızdırma Kaybı =[(m₁-m₂)/m₃]x100
 bağıntısından;
 = [(21,4196-21,3897)/1,0036]x 100
 = % 2,98

Çözünmeyen Kalıntı Testi (Insoluble Residue Test)

Çözünmeyen kalıntı testi ile pomzanın seyreltik hidroklorik asit çözeltisi ile muamele edilerek ve çözünebilir silisyumdioksitin mümkün olduğunca çökmesini önleyerek çözünmeyen kalıntı miktarının belirlenmesi amaçlanır. TS 196 ya uygun şekilde yapılan

ölçümlerde çözünmeyen kalıntı miktarı % 82,42 olarak bulunmuştur.

Kroze ağırlığı(m ₁)	Numune ağırlığı(m ₂)
20,8480 g	1,00 g
Toplam ağırlık(m ₁)	Fırın sonrası ağırlık(m ₃)
21,8480 g	21,6722 g

Çözünmeyen Kalıntı = [(m₃-m₁)/m₂]x 100
 = [(21,6722-20,8480)/1,00]x 100
 = % 82,42

Puzolonik Aktivite Testi (Puzolonik Activity Test)

Pomza, yüksek oranda amorf yapıya sahip silis içeriği sebebiyle puzolan özellik gösterir. Bünyesinde bulunan silisin, Ca(OH)₂ ile reaksiyona girmesi sonucunda, kalsiyum silikat bir başka deyişle çimento özellikli malzeme oluşmaktadır.

Puzolonik aktivite testi ve sonuçlarının değerlendirilmesine ilişkin, Gelincik (Isparta) bölgesinde alınan çimento kullanılmadan sadece pomza, kireç ve su karışımlarından elde edilen beton numunesine TS EN 12390-3 e göre 3 kN/sn yükleme uygulanmıştır. Karışımdan elde edilen beton numunesinin 2, 7 ve 28 günlük dayanım değerleri ölçülmüştür(Tablo 1). Isparta- Gelincik bölgesinden alınarak hazırlanan pomzalı beton numunesinde hiç çimento kullanılmamasına rağmen TS EN 206-1 standardına göre 28. gün sonunda C20 beton sınıfına yakın bir değerde dayanım sağlanmıştır.

Tablo 1: Pomzanın puzolonik aktivite testi sonucu(result of the puzolonik activity test of the pumice)

Pomza ile Hazırlanan Beton Numunesi Puzolonik Aktivitesi	
2 gün	8,3 N/mm ²
7 gün	14,8 N/mm ²
28 gün	19,8 N/mm ²

XRF Analizi (XRF Analysis)

Gelincik sahasının 8 farklı noktasından alınan pomza numunelerinin XRF cihazında yapılan kimyasal bileşimleri Tablo 2 de verilmiştir.

Tablo 2: Pomzanın XRF analiz sonucu (% ağırlık) (result of the XRF analysis) (% weight).

	Num.1	Num.2	Num.3	Num.4	Num.5	Num.6	Num.7	Num.8
SiO ₂	63,91	64,70	61,30	60,40	60,50	65,82	65,93	62,65
Al ₂ O ₃	14,82	15,03	16,56	15,27	17,15	14,65	15,40	15,79
Fe ₂ O ₃	3,19	3,19	3,56	3,41	3,38	3,42	3,17	0,37
CaO	7,77	7,68	7,42	9,03	4,68	8,05	7,80	8,52
MgO ₃	2,18	2,21	2,33	2,46	2,09	2,56	1,98	2,32
SO ₃	0,03	0,01	0,02	0,10	0,16	0,03	0,01	0,12
Na ₂ O	3,25	3,29	3,19	3,25	4,30	3,16	3,43	3,37
K ₂ O	0,90	0,91	0,91	1,05	2,12	0,92	0,95	1,01
Top.	96,62	97,60	95,85	95,52	94,72	99,16	99,21	94,73

BETON TASARIMLARI (CONCRETE DESIGNS)

Bu çalışmada; farklı agrega (asidik pomza ve dere kumu) oranları, çimento, kimyasal katkı ve su/çimento oranları kullanılarak T1, T2, T3, T4, T5 olmak üzere 5 adet tasarım yapılmıştır (Aksoy,2010).

T1 Beton Tasarımı (T1 Concrete Design)

İlk tasarımda, elek analizleri dikkate alınarak TS EN 206-1' deki D max 16 mm ye göre karışım oranları belirlenmiştir. Buna göre 2 mm elekten elenmiş dere kumu % 27 oranında, ince asidik pomza (0-4 mm) % 20 oranında, orta asidik pomza (4-8 mm) % 20 oranında ve iri asidik pomza (8-16 mm) % 33 oranında kullanılmıştır (Tablo 3).

TS EN 206-1 standardına göre, normal çakıl taşı ile hazırlanan betonlarda C25

mukavemetinde 1 m³ beton oluşturabilmek için %1 kimyasal katkı kullanarak 280 kg Cem I 42,5 çimento yeterli olmaktadır. Ancak pomzanın boşluklu yapısı ve ince agrega oranının fazla olmasından dolayı özgül yüzeyin artacağı düşünüldükçe normal çakıl taşı ile yapılan betona göre yüksek oranda çimento kullanılması gerekmiştir. Bunun için ilk tasarımda C 25 sınıfında dayanım elde edebilmek için 300 kg çimento kullanılmış ve çimento miktarının % 1'i kadar kimyasal katkı kullanılarak su/çimento (s/ç) oranı aşağı çekilmiştir. T1 beton tasarımının mukavemet değerleri 3 adet 150 x 150 x 150 mm ölçüsünde küp numune alınarak hesaplanmıştır. Beton hafif beton sınıfına girmiştir (Tablo 3). T1 beton tasarımı içinde 1 m³ de bulunan agrega, çimento, su ve katkı malzemesi miktarları Tablo 4 de verilmiştir.

Tablo 3: T1 tasarımının agrega oranları (aggregate rates of T1 concrete design).

Malzemeler	% Eklen.	Elek çapı (mm)							
		0,25	1	2	4	5,6	8	11,2	16
Dere kumu	0,27	8,59	83,98	92,01	100	100	100	100	100
		2,32	22,68	24,84	27,00	27,00	27,00	27,00	27,00
İnce asidik pomza	0,20	0,86	12,28	50,81	97,16	100	100	100	100
		0,17	2,46	10,16	19,43	20,00	20,00	20,00	20,00
Orta asidik pomza	0,20	1,41	1,41	1,41	11,99	54,79	88,34	100	100
		0,28	0,28	0,28	2,40	10,96	17,67	20,00	20,00
İri asidik pomza	0,33	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	10,48	90,36
		0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	3,46	29,82
Karışım	1	3,21	25,85	35,72	49,26	58,39	65,10	70,46	96,82
Şartname Max.		18	49	62	74	81	88	94	100
Şartname Min.		3	12	21	36	48	60	73	100

Tablo 4: T1 beton tasarımı için karışım miktarları (*mix amounts of T1 concrete design*) (kg).

Çimento	Su	Dere kumu	İnce asidik pomza	Orta asidik pomza	İri asidik pomza	Katkı	Toplam ağırlık(kg)
300	182,6	347	257,50	347	257,50	3	1694,6

T2 Beton Tasarımı (T2 Concrete Design)

T2 beton tasarımında %35 dere kumu, %10 ince asidik pomza, %30 orta asidik pomza ve % 25 oranında iri asidik pomza kullanılarak agrega oranı yüze tamamlanmıştır. Bu oranlar TS EN 206-1 deki max ve min değerleri arasında kalmıştır (Tablo 5).

Bu tasarımda T1 tasarımına göre dere kumu ve çimento miktarları artırılmıştır. T1 tasarımında 300 kg kullanılan çimento T2 tasarımında 350 kg'a kum miktarı 449 kg'a

çıkartılmıştır. Başlangıçta S/Ç oranı, T1 tasarımıyla aynı tutulmuş, ancak su miktarı beton oluşturmaya yetersiz gelince ekleme yapılmıştır. T2 tasarımının mukavemet değerlerini öğrenmek için 3 adet 150 x 150 x 150 mm ebadında küp numune alınmıştır. Hazırlanan beton hafif beton sınıfına girmiştir.

T2 beton tasarımı içinde 1 m³ de bulunan agrega, çimento, su ve katkıların miktarları Tablo 6 de gösterilmiştir.

Tablo 5: T2 tasarımının agrega oranları (*aggregate rates of T2 concrete design*).

Malzemeler	% Eklen.	Elek çapı(mm)							
		0,25	1	2	4	5,6	8	11,2	16
Dere kumu	0,35	8,59	83,98	92,01	100	100	100	100	100
		3,01	29,39	32,20	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00
İnce asidik pomza	0,10	0,86	12,28	50,81	97,16	100	100	100	100
		0,09	1,23	5,08	9,72	10,00	10,00	10,00	10,00
Orta asidik pomza	0,30	1,41	1,41	1,41	11,99	54,79	88,34	100	100
		0,42	0,42	0,42	3,60	16,44	26,50	30,00	30,00
İri asidik pomza	0,25	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	10,48	90,36
		0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	2,62	22,59
Karışım	1	3,84	31,37	38,03	48,64	61,76	71,83	77,62	97,59
Şartname Max.		18	49	62	74	81	88	94	100
Şartname Min.		3	12	21	36	48	60	73	100

Tablo 6: T2 beton tasarımı için karışım miktarları (*mix amounts of T2 concrete design*) (kg).

Çimento	Su	Dere kumu	İnce asidik pomza	Orta asidik pomza	İri asidik pomza	Katkı	Toplam ağırlık(kg)
350	242	449	138,4	394,2	300,5	3,5	1877,6

T3 Beton Tasarımı (T3 Concrete Design)

Tasarımda %35 oranında dere kumu, %15 oranında ince asidik pomza, % 35 oranında orta asidik pomza, %15 oranında iri asidik pomza kullanılmıştır (Tablo 7).

Tasarımda T2 tasarımına göre dere kumu sabit tutulmuştur. Karışımındaki boşlukları minimuma indirmek ve homojen bir karışım elde edebilmek için, iri asidik pomza %10 azaltılarak ince ve orta asidik pomzaya %5 er ilave edilmiştir. Dayanımın artırılması için çimento miktarı artırılarak 400 kg a çıkarılmıştır.

Su miktarı çimento oranına göre % 3 azaltılmış kimyasal katkı ise diğer tasarımlarda olduğu gibi çimento miktarının %1'i oranında kullanılmıştır (Tablo 8). T3 tasarımının mukavemet değerlerini öğrenmek için 3 adet 150 x 150 x 150 mm ebadında küp numune alınmıştır. Hazırlanan beton hafif beton sınıfına girmiştir.

Tablo 7: T3 tasarımının agrega oranları (*aggregate rates of T3 concrete design*).

Malzemeler	% Eklen.	Elek çapı(mm)							
		0,25	1	2	4	5,6	8	11,2	16
Dere kumu	0,35	8,59	83,98	92,01	100	100	100	100	100
		3,01	29,39	32,20	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00
İnce asidik pomza	0,15	0,86	12,28	50,81	97,16	100	100	100	100
		0,13	1,84	7,62	14,57	15,00	15,00	15,00	15,00
Orta asidik pomza	0,35	1,41	1,41	1,41	11,99	54,79	88,34	100	100
		0,49	0,49	0,49	4,20	19,18	30,92	35,00	35,00
İri asidik pomza	0,15	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	10,48	90,36
		0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	1,57	13,55
Karışım	1	3,83	31,93	40,51	53,97	69,37	81,11	86,57	98,55
Şartname Max.		18	49	62	74	81	88	94	100
Şartname Min.		3	12	21	36	48	60	73	100

Tablo 8: T3 beton tasarımı için karışım miktarları (*mix amounts of T3 concrete design*) (kg).

Çimento	Su	Dere kumu	İnce asidik pomza	Orta asidik pomza	İri asidik pomza	Katkı	Toplam ağırlık(kg)
400	278,5	418,6	179,4	418,6	179,4	4	1878,5

T4 Beton Tasarımı (T4 Concrete Design)

Tasarımda % 40 Dere Kumu, % 8 İnce asidik pomza, % 22 oranında orta asidik pomza, % 30 oranında iri asidik pomza kullanılmıştır (Tablo 9).

T4 tasarımını iyileştirmek için asidik pomza oranı %7 ve orta asidik pomza oranı %13 azaltılarak dere kumu ve iri asidik pomzaya ilave edilmiştir. Çimento oranı sabit tutularak sadece agrega boyutlarında değişiklik yapılarak beton dayanımının artırılması planlanmıştır. Yine tasarımda çimento miktarının %1 i kadar kimyasal katkı kullanılmıştır. Hazırlanan

tasarımda diğer tasarımlara göre dere kumu 502,36 iri asidik pomza 385,15, su miktarı 292,40 kg'a artırılmıştır. Orta asidik pomza 279,51 kg'a azaltılmıştır (Tablo 10). Agrega kombinasyonunda iri malzemenin fazla kullanılmasından dolayı boşlukların tam anlamıyla ince malzeme tarafından doldurulmadığı görülmüştür. T4 tasarımının mukavemet değerlerini belirlemek için 3 adet 150 x 150 x 150 mm ebadında küp numune alınmıştır. Hazırlanan beton hafif beton sınıfına girmiştir (Tablo 10).

Tablo 9: T4 tasarımının agrega oranları (*aggregate rates of T4 concrete design*).

Malzemeler	% Eklen.	Elek çapı(mm)							
		0,25	1	2	4	5,6	8	11,2	16
Dere kumu	0,40	8,59	83,98	92,01	100	100	100	100	100
		3,44	33,59	36,80	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
İnce asidik pomza	0,08	0,86	12,28	50,81	97,16	100	100	100	100
		0,07	0,98	4,07	7,77	8,00	8,00	8,00	8,00
Orta asidik pomza	0,22	1,41	1,41	1,41	11,99	54,79	88,34	100	100
		0,31	0,31	0,31	2,64	12,05	19,43	22,00	22,00
İri asidik pomza	0,30	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	10,48	90,36
		0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	3,14	27,11
Karışım	1	4,21	35,28	41,57	50,80	60,44	67,83	73,14	97,11
Şartname Max.		18	49	62	74	81	88	94	100
Şartname Min.		3	12	21	36	48	60	73	100

Tablo 10: T4 beton tasarımı için karışım miktarları (*mix amounts of T4 concrete design*) (kg).

Çimento	Su	Dere kumu	İnce asidik pomza	Orta asidik pomza	İri asidik pomza	Katkı	Toplam ağırlık(kg)
400	292,40	502,36	101,64	279,51	381,15	%1-4	1961,06

T5 Beton Tasarımı (T5 Concrete Design)

Tasarımda %40 dere kumu, %15 ince asidik pomza, %25 orta asidik pomza, %20 iri asidik pomza kullanılmıştır (Tablo 11).

T4 tasarımında iri malzemenin fazla kullanılmasından dolayı boşluklar tamamen doldurulamadığı için, T5 tasarımında ince asidik pomza ve orta asidik pomza oranları artırılmıştır. Hazırlanacak olan beton numunesinin dayanım değerlerinin yükseltilebilmesi için çimento miktarı da

artırılmıştır. Yine dayanıma etki edeceği düşünüldüğü için kimyasal katkı miktarı çimento miktarının % 1,5' u olacak şekilde ayarlanmıştır (Tablo 12). Kimyasal katkı olarak diğer tasarımlarda olduğu gibi YKS RHB 1000 hiper akışkanlaştırıcı kullanılmıştır. Kimyasal katkı kullanım yüzdesi artırıldığı için T4 tasarımına göre daha az su kullanılmıştır. Tasarımın mukavemet değerlerini bulmak için 3 adet 150 x 150 x 150 mm ölçüsünde küp numune alınmıştır. Tasarım hafif beton sınıfına girmiştir.

Tablo 11: T5 beton tasarımının agrega oranları (*aggregate rates of T5 concrete design*).

Malzemeler	% Eklen.	Eleğ. çapı(mm)							
		0.25	1	2	4	5.6	8	11.2	16
Dere kumu	0.40	8.59	83.98	92.01	100	100	100	100	100
		3.44	33.59	36.80	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
İnce asidik pomza	0.15	0.86	12.28	50.81	97.16	100	100	100	100
		0.13	1.84	7.62	14.57	15.00	15.00	15.00	15.00
Orta asidik pomza	0.25	1.41	1.41	1.41	11.99	54.79	88.34	100	100
		0.35	0.35	0.35	3.00	13.70	22.08	25.00	25.00
İri asidik pomza	0.20	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	10.48	90.36
		0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	2.10	18.07
Karışım	1	4.18	36.05	45.04	57.83	68.96	77.35	82.10	98.07
Şartname Max.		18	49	62	74	81	88	94	100
Şartname Min.		3	12	21	36	48	60	73	100

Tablo 12: T5 beton tasarımı için karışım miktarları (*mix amounts of T5 concrete design*) (kg).

Çimento	Su	Dere kumu	İnce asidik pomza	Orta asidik pomza	İri asidik pomza	Katkı	Toplam ağırlık
450	187	479,2	179	299,5	239,6	%1,5-6	1840,3

Tasarım Numunelerin Basınç Değerleri (Pressure Values of the Design Samples)

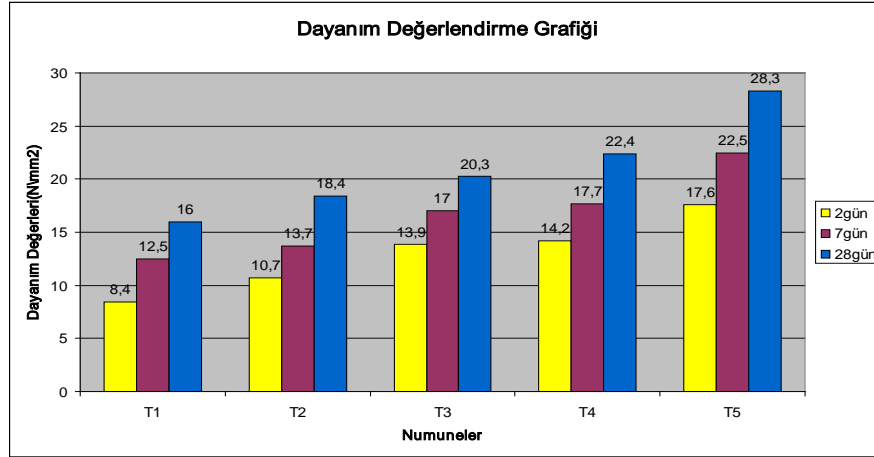
Yapılan tasarım çalışmaları sonucunda elde edilen karışımlardan, basınç dayanımı yani mukavemet sonuçlarının değerlendirilmesi için 150 x 150 x 150 mm ebatlarında her bir karışım için 3'er adet beton numunesi alınmıştır (TS 707 ye uygun olarak). Bu küp numuneler alındıktan 24 saat sonra zarar verilmeden kalıplarından çıkarılıp su ısı 23 °C olan kür havuzunda

bekletilmiştir. Tasarım beton küp örnekler kür havuzundan 2, 7, 28 gün sonlarında çıkarılıp tek eksenli beton presinde basınç dayanımı testine tabi tutulmuştur (Tablo 11). Hazırlanan tasarımların birim ağırlıkları 2000 kg'ın altında olduğu için basınç dayanımları hafif betonların basınç dayanımı sınıfına dahil edilerek değerlendirilmiştir. T1, T2, T3, T4, T5 olarak adlandırılan betonların dayanım sonuçları

değerlendirme grafiği Tablo 13 ve Şekil 4 de gösterilmiştir.

Tablo 13: Basınç dayanım test sonuçları (*compressive strength test results*).

	T 1	T2	T3	T4	T5
2 Gün (N/mm ²)	8,4	10,7	13,9	14,2	17,6
7 Gün (N/mm ²)	12,5	13,7	17,0	17,7	22,5
28 Gün(N/mm ²)	16,0	18,4	20,3	22,4	28,3



Şekil 4: Basınç dayanım grafiği (graph of pressure strength).

Hazırlanan beton numunelerinin tümünün 1 m³ ağırlıkları 2000 kg'dan hafif olduğu için hepsi de hafif beton sınıfında değerlendirilmiştir. TS EN 206-1 e göre tasarım betonların, hafif betonlarda basınç dayanım sınıflarına göre 28 günlük kırım

sonuçları sırasıyla T1 C12, T2 C16, T3 C16, T4 C20, T5 C25 sınıflarına girmektedir (Tablo 14). Bu tasarımlar içerisinde dayanımı en yüksek olanı T5 olmuştur.

Tablo 14: Tasarım betonların sınıfları (*Classes of the design concretes*).

Tasarım	Beton sınıfı	Min.sınıf değeri (N/mm ²)(TS EN 206-1)	Tasarım beton basınç değeri (N/mm ²)
T1	C12	13,0	16,0
T2	C16	18,0	18,4
T3	C16	18,0	20,3
T4	C20	22,0	22,4
T5	C25	28,0	28,4

SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Isparta-Gelincik civarında yapılan çalışmalarda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır. Bölgede volkanik kayalar içerisinde değişik seviyelerde farklı kalınlıklarda tekstil ve inşaat sektöründe kullanılabilecek pomzaların varlığı tespit edilmiştir.

Bunlardan beton yapımına elverişli olan gri renkli pomzalar üzerinde yapılan çalışmalarda, pomzalar elek analizi ile ince (0-4mm), orta (4-8mm) ve kalın taneli (8-16mm) olarak ayrılmıştır. İnce asidik pomzanın özgül

ağırlığı 2,309 g/cm³, orta asidik pomzanın 2,120 g/cm³ ve iri asidik pomzanın 1.858 g/cm³, dere kumunun ise 2,63 g/cm³ olarak bulunmuştur. Su emme oranları ise dere kumu için %1,54, ince asidik pomza için % 29,38, orta asidik pomza için %36,11 olarak hesaplanmıştır. Asidik pomzanın; rutubet oranı % 27.74, kızdırma kaybı % 2,98, çözünmeyen kalıntı oranı ise % 82,42 olarak bulunmuştur.

Pomza agregası ile çimento kullanılmadan hazırlanan beton numunesinin puzolonik aktivitesi 2 günlük 8,3 N/mm², 7 günlük 14,8 N/mm² ve 28 günlük 19,8 N/mm²

bulunmuştur. Bu sonuçlar pomzanın çimento gibi kullanılabileceğın göstermektedir.

Bölgeden alınan pomza örnekleri ile hazırlanan beton tasarımlarının m³ ü, T1 1694,6 kg, T2 1877,6 kg, T3 1878,5 kg, T4 1961,1 kg ve T5 1841,05 kg gelerek hafif beton sınıfına girmiştir.

28 günlük dayanım sonuçlarına göre T1 16,0 N/mm² (C12), T2 18,4 N/mm² (C16), T3 20,3 N/mm² (C16), T4 22,4 N/mm² (C20) ve T5 28,3 N/mm² (C25) mukavemet değerleri vermiştir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- Aksoy, E., 2010, *Isparta Gelincik Pomza Yataklarının Jeolojisi, Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya
- Davraz, M. ve Gündüz, L., 1998, "Isparta Yöresi Pomza Taşının Hafif Yapı Elemanı Olarak Değerlendirilmesi Üzerine Bir Analiz", *I. Isparta Pomza Sempozyumu*, Isparta, 61-67.
- Karaman, M.E., 1988, "Isparta Gölcük Volkanizması", *Türkiye 12. Jeomorfoloji Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara, Bildiri Özleri, 30-37.
- Kazancı, N. Ve Karaman, E., 1988, "Gölcük (Isparta) Pliyosen Volkaniklastik İstifinin Sedimantolojik özellikleri ve Depolanma Mekanizmaları", *S. D. Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 4, 21-28.
- Kuşçu, M., 1990, "Isparta Gölcük Yöresi Pomza Yataklarının Jeolojik Konumu", *Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 69-78.
- Kuşçu, M., 1994, "Gölcük (Isparta) Volkanizmasına Bağlı olarak Gelişmiş Endüstriyel Hammadde ve Metalik Maden Yatakları", *Çukurova Üniversitesi 15. Yıl Sempozyumu*, Adana, 2, 169-186.
- Mutlutürk, M., 2003, *Isparta Ovasındaki Volkanik Zeminlerin Mukavemet Özelliklerinin İncelenmesi*, SDÜ Bilimsel Araştırma Projeleri, Proje No:390, Isparta, 28s.
- Özkan, Ş.G., 2001, "Pomza Madencilğine Genel Bir Bakış", *4. Hammaddeler Sempozyumu*, İstanbul Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İstanbul, 200-2007.
- Poisson, A., Akay, E., Dumont, J.F., Uysal, Ş., 1984, "The Isparta a Angle: a Mesozoik Paleorift In The Western Taurides", *International Symposium, Geology of the Taurus Belt* 11-16: M.T.A. Yayını, 11-26.
- TS 707, 1980, *Beton Agregalardan Numune Alma ve Deney Numunesi Hazırlama Yöntemi*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 9s.
- TS 3526, 1980, *Beton Agregalarında Özgül Ağırlık ve Su Emme Oranı Tayini*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 13s.
- TS EN 206-1, 2002, *Beton-Bölüm 1: Özellik, Performans, İmalat ve Uygunluk*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 68s.
- TS EN 196-2, 2010, *Çimento Deney Yöntemleri- Bölüm 2. Çimentonun Kimyasal Analizi*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 43s.
- TS EN 12390-3, 2010, *Beton-Sertleşmiş Beton Deneyleri- Bölüm 3: Deney Numunelerinin Basınç Dayanımının Tayini*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 19s.
- Yalçınkaya, S., 1989, *Isparta-Ağlasun (Burdur) Dolaylarının Jeolojisi*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul,
- Yazıcıoğlu, S., 2006, Puzolonik Katkı Maddesi Olarak Kullanılan Elazığ Yöresi Pomzasının İlerleyen Kür Yaşlarında Beton Dayanımına Etkisi, *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 367-374.