

## Nevşehir Pomzasının Agregata Olarak Betonda Kullanılabilirliğinin Araştırılması

A. Tolğay, E. Yaşar & Y. Erdoğan

Çukurova Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Adana

**ÖZET:** Teknolojideki gelişmelere paralel olarak, birçok endüstriyel hammadde türüne göre değişik avantajlara sahip olan pomza taşı, giderek artan bir eğilimle yaygın bir kullanım alanı bulmaktadır. Hafif yapı malzemelerine verilen önemin artmasına paralel olarak, pomza taşı düşük birim hacim ağırlığı, yüksek ısı ve ses izolasyonu, kolay sıva tutması, mükemmel akustik özelliği, deprem yük ve davranışları karşısındaki elastikiyet ve alternatiflerine göre daha ekonomik oluşu, kolay işlenebilirliği ve işçilikten tasarruf gibi üstün özelliklerinden dolayı, inşaat ve yapı endüstrisinde kullanım alanı giderek artmaktadır. Ancak, pomza taşının kullanılabilirliği konusunda ülkemizde deneysel ve gözlemsel incelemeler, pomza ile ilgilenen kuruluşlar tarafından, henüz yeterli düzeye ulaşmamıştır. Bu çalışmada, Nevşehir pomzasının jeolojik, fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri belirlenerek yapı malzemesi olarak hafif betonda kullanılabilirliği araştırılmıştır. Beton örneklerinin test sonuçlarından pomzanın yapılar için uygun malzeme olduğu belirlenmiştir.

**ABSTRACT:** Pumice having different advantages according to other industry material types have been widespreadly used due to the technological developments. The use of light weight materials in building and construction sectors have been gradually increased because of having low volume unit weight, high isolation of sound and heating, easy plastering over the concrete, perfect acoustic properties, elastic behavior for the earthquake loads, relatively economic in respect of alternative materials, easy workability and saving workmanship. Although pumice is widespreadly used and having adequate reserves, there are few experimental workings about the using area of pumice in our country. In this study, the geological, physical, mechanical and chemical properties of Nevşehir pumice and usability as aggregate materials in concrete were determined. It was determined that testing results of concrete samples were convenient for the building constructions.

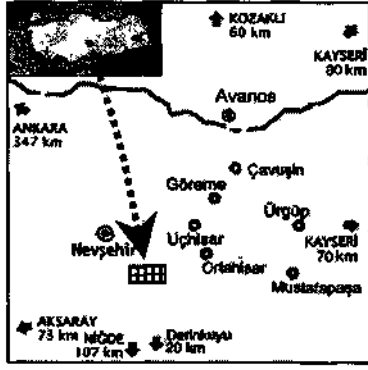
### T.GİRİŞ

Gözenekli yapısı, hafifliği, yüksek izolasyon etkileri, atmosferik şartlara karşı direnci, kolay işlenebilirliği ve yüksek puzolanik aktivitesi sebebiyle, insanoglu eski çağlardan beri pomza kullanılmaktadır. Kapadokya Bölgesi'ndeki doğal konutlar ile Nevşehir ve Niğde bölgesinde soğutma deposu olarak kullanılan doğal mekanlar bunun örnekleridir (Şekil 1).

Pomza, Hıristiyanlıktan çok önceleri ilk olarak Yunanlılar ve daha sonra da Romalılar tarafından kullanılmıştır. Eski Yunanlıların ve Romalıların

görmeli yapılarının bir çoğunda hala görülebilmektedir. Roma duvarlarının inşaatında, su kanallarında, diğer tarihi eserlerde puzolan olarak çimentoda bolca kullandığı hatta, Ayasofya'nın kubbesinde de bu malzemenin kullanıldığı bilinen bir gerçektir.

Bu çalışmada Nevşehir pomzasının hafif yapı malzemesi olarak kullanımı açısından fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri incelenmiş ve beton agregası olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır.



Şekil 1 Çalışma alanının genişletilmiş yer bulduru haritası

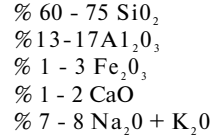
## 2. POMZANIN TANIMI

Türk standartlarına göre pomza; birbirine bağlantısız boşluklu, sünger görünümlü, silikat esaslı, birim hacim ağırlığı genellikle  $1 \text{ gr/cm}^3$ 'ten küçük, sertliği Mohs skalasına göre yaklaşık 6 olan ve camsı doku gösteren volkanik doğal hafif bir taştır. Pomza taşı agregası yaklaşık %70 boşluk içermektedir.

Pomza, volkanik bir kayaç türü olup volkanik faaliyetler neticesinde asidik ve bazik karakterli iki tür pomza oluşmaktadır. Volkanik bir cam yapısındadır. Yeryüzünde en yaygın olarak bulunan ve kullanılan türü olan asidik pomza, beyaz ve kirli renkte olanıdır. Bazik pomza ise yabancıların Scoria dedikleri Türkçe'deki bazaltik pomza olarak bilinen kahverengimsi siyahımsı renkteki pomza türüdür. Her iki türde de oluşum esnasında anı soğuma ve gazların bünyeyi ani olarak terketmesi sonucu oldukça gözenekli bir yapı kazanmıştır. Gözenekler birbirleri ile bağlantılı değildir. Asidik pomzanın yoğunluğu bazik olanına göre daha az olup  $0,5-1 \text{ gr/cm}^3$  arasında değişmektedir. Bazik pomzanın yoğunluğu ise daha fazla ve  $1-2 \text{ gr/cm}^3$  arasında değişmektedir (Alduaij, 1999, Altun, 2001).

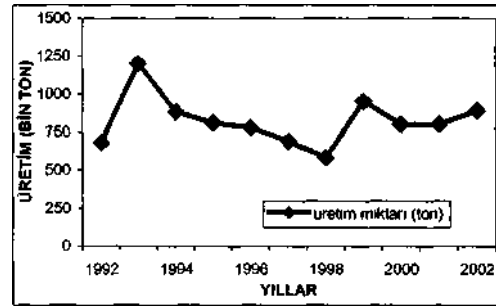
Pomzanın fazla gözenekli ve gözeneklerin birbirleriyle bağlantısız boşluklar oluşundan dolayı ısı ve ses geçirgenliği oldukça düşüktür, içerdiği gözenekler gözle görülebilecek boyutlardan, mikroskobik boyutlara kadar sayısız miktarda olup, her biri diğerinden camsı bir zarla yalıtılmıştır. Bu

yüzden hafif, suda uzun süre yüzebilen, izolasyonu yüksek bir kayaçtır. Sertliği Mohs skalasına göre 5-6'dır (Holm, 1994). Bünyesinde kristal suyu yoktur. Kimyasal olarak tesirsiz (inert) olup, genel olarak kimyasal bileşimi şu şekildedir:



Kayacın içerdiği  $\text{SiO}_2$  oranı, kayaca aşındırıcılık özelliği vermektedir. Bu yüzden pomza, çeliği rahatlıkla aşındırabilecek bir kimyasal yapı sergilemektedir.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  bileşimi ise ateşe ve ısıya yüksek dayanım özelliği kazandırır.  $\text{Na}_2\text{O}$  ve  $\text{K}_2\text{O}$  tekstil sanayiinde reaksiyon özellikleri veren bileşimler olarak bilinmektedir (Gündüz, 1998).

Ülkemizde en çok talep gören pomza, Nevşehir bölgesinin beyaz renkli pomzasıdır. Türkiye pomza üretimi 90'lı yılların başında 400 bin ila 700 bin ton mertebesinde iken 1992-2002 arasında üretim 550 bin ile 1250 bin ton arasında olup Şekil 2'de sunulmaktadır (Çağlayan, 2003).



Şekil 2. Yıllara göre pomza üretimi

### 2 i. Kullanım Alanları

#### 2 11. Pomzanın Endüstriyel Kullanım Alanları

Pomzanın başlıca kullanıldığı sektörler:

- inşaat sektörü,
- tekstil sektörü,
- tarım sektörü,
- kimya sektörü,
- diğer endüstriyel ve teknolojik alanlar.

Çalışmanın amacını oluşturması itibarıyla hafif yapı malzemesi olarak kullanılan pomzaların inşaat sektöründe kullanım alanları aşağıda verilmiştir. İnşaat sektöründe pomza;

- Dolu veya boşluklu hafif yapı elemanları üretiminde,
- Prefabrik yapı elemanları üretiminde,
- Çatı ve dekoratif kaplama elemanları üretiminde,
- Hafif hazır sıva ve harç üretiminde,
- Hafif beton üretiminde,
- Çatı ve döşeme izolasyon dolgusunda sıkça kullanılmaktadır.

Ayrıca pomzaların endüstriyel alanlarda farklı kullanım alanları da araştırılmaktadır. Gelecek çalışmalara örnek olması amacıyla maddeler halinde pomzaların yeni kullanım alanları sunulmuştur.

- Yiyecekleri hijyenik ortamda koruma amaçlı, geçirgen film üretiminde,
- Hijyenik ortamda yiyecek saklama kabı imalinde,
- Polimer dolgulu fast-food paketleme malzemesi imalinde,
- Silikondiyoksit imalinde,
- Zeolitlerin hidrotermal sentezinde,
- Tarihi eserlerin dış yüzeylerinin püskürtme metodu ile temizlenmesinde,
- Gaz geçirgen ve sıvı tutucu agregaların imalinde,
- Hafif termoplastik reçine esaslı kalıpların yapımında,
- Emprenye edici malzeme imalinde,
- Pomza ile agarose jelinden DNA'nın geri kazanımında,
- Granüler nem emici ve geri verici malzeme olarak,
- Granül veya monolitik formlarda silikon kaplamaların imali ve geliştirilmesinde,
- Konsolidasyona müsait inşaat alanlarına ait zeminlerini iyileştirilmesi ve su drenajında,
- Yazıcı mürekkebi imalinde,
- PVC kaplamada dolgu malzemesi olarak,
- Uzay teknolojisinde yüksek ısıya dayanıklı seramik ve kabin camı imalinde,
- Otomobil endüstrisinde ısı ve ses yalıtımında dolgu malzemesi olarak kullanımı araştırılmaktadır (Yaşar ve Erdoğan, 2001).

### 3. JEOLJİK YAPI

#### 3.1. Genel jeoloji

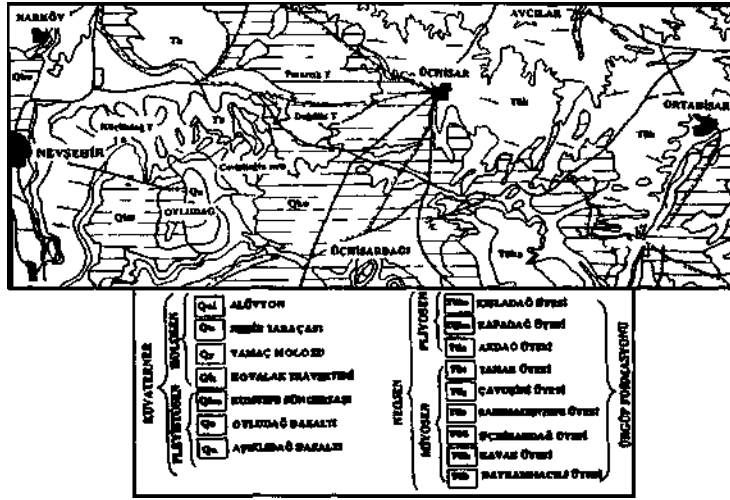
Kapadokya Bölgesi'ndeki Erciyes, Hasandağı, Melendiz ve Güllüdağ jeolojik devirlerde aktif birer volkan oldukları bilinmektedir. Volkanların püskürmeleri Üst Miyosen'de başlayıp Holosen'e kadar sürmüştür (Şekil 3). Neojen gölleri altındaki yanardağlardan çıkan lavlar, platoda göller ve akarsular üzerinde 100-150 m. kalınlığında, farklı sertlikte bir tuf tabakası meydana getirmiştir. Bu tabakanın yapısında tüfün dışında, tüffit, ignimbrit tüf, lahar, volkan külü, kil, kumtaşı, marn, aglomera ve bazalt gibi kayalar da bulunmaktadır.

Ana kayalardan püsküren maddelerle şekillenen plato, şiddeti daha küçük volkanların püskürmeleriyle sürekli değişime uğramıştır. Üst Polisen'den başlayarak, başta Kızılırmak olmak üzere akarsu ve göllerin bu tuf tabakasını aşındırmaları nedeniyle bölge bugünkü halini almıştır.

Neveşehir ili alanında hakim olan jeolojik yapı Neojendir. Bunun dışında Kızılırmak'ın güney bölgesinin jeolojik yapısını bazalt ve Mezozoik yaşlı tabakalar, ırmağın kuzey bölgesini Oligo-Miyosen, Eosen fişi, metamorfik seri ve granitik tabakalar oluşturur. "Peribacısı" diye adlandırılan oluşumlar, vadi yamaçlarından inen sel sularının ve rüzgarın, tüflerden oluşan yapıyı aşındırmasıyla ortaya çıkmıştır. Sel sularının dik yamaçlarda kendine yol bulması, sert kayaların çatlamasına ve kopmasına neden olmuştur. Alt kısımlarda bulunan ve daha kolay aşınan malzemenin derin bir şekilde oyulmasıyla yamaç gerilemiş, böylece üst kısımlarında bulunan şapka sayesinde aşınmadan korunan konik biçimli gövdeler ortaya çıkmıştır. Daha çok Ürgüp civarında bulunan şapkalı peribacaları, konik gövdelidir ve tepe bölümlerinde bir kaya bloku yer almaktadır. Gövde tüf, tüffit ve volkan külünden ibaret bir kayaçtan, şapka kısmı ise lahar ve ignimbrit gibi sert kayalardan oluşmaktadır. Dolayısı ile şapka, gövdeye oranla daha dayanıklı bir kaya türüdür. Bu olay peribacasının oluşumunun ilk şartıdır. Şapkadaki kayanın direncine bağlı olarak peribacaları uzun veya kısa ömürlü olabilmektedir.

Kapadokya'da erozyonun meydana getirdiği diğer peribacası tipleri ise, konulu, mantar biçimli, sütunlu ve sivri peribacalarıdır Peribacaları en yoğun

biçimde Urgup - Uçhisar - Avanos üçgeni arasında kalan vadilerde ve Urgup - Şahinefendi arasındaki bölgede görülmektedir



Şekil 3 Urgup (Nevşehir) pomza yataklarının genelleştirilmiş jeolojik haritası (Erdoğan, 1997)

### 3 2 Bölgesel Jeoloji

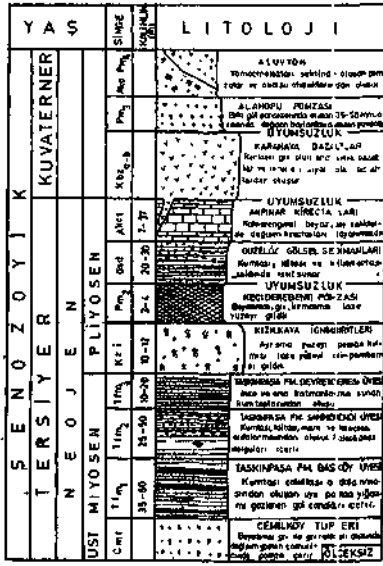
Kayseri, Kırşehir, Niğde ve Aksaray arasındaki bölgede Orta Anadolu ara masifinin temeli Paleozoik-Alt Jura yaşlı metamorfiklerle temsil olunmakta, Metamorfik seriyi üste doğru Ust Jura-Kretase yaşlı bir ofiyolit karmaşığı takip etmektedir (Batum, 1978) Metamorfik sen ile ofiyolit karmaşığının bileşimleri granitten gabroya kadar değişen çeşitli intruzif kayalarla yer yer kesilmişlerdir (Ketin, 1963) Bölgede Eosen ve Oligosen'e ait sedımanter birimler kendilerinden daha yaşlı birimler üzerine oturmakta, onların da üzerinde Senozoyik'in geniş yayılımlı volkanitleri ile sedımanter kayaları yer almaktadır

Neojen yaşlı volkano-sedımanter birimlerin yer aldığı inceleme alanında litolojik farklılıklar göz onüne alınarak on ıkı birim ayrıtlanmıştır (Şekil 4) Bu birimler

- CemilkoyTufları (Cmt)
- Taşkınpaşa (Tfm)
  - Başkoy uyesi (Tfm,)
  - Şahinefendi Uyesi (Jimı)
  - Devreteresı Uyesi (Tftrb)

- Kızılkaya İgnımbırlıtları (Kzi)
- Keçiderebentı Pomzası (Pn^)
- Guzeloz Golsel Sedımanları (Gsd)
- Akpınar Kırçtaşları (Akçt)
- Karakaya Bazaltları (kbz, t.)
- Alahopu Pomzası (Pm,)
- Alüvyon (Ako-Pm,)

Çalışma alanındaki birimlerin konumu genellikle yatay ve yataya yakın okup 5°-10° D-GD'ya eğimlidir Yapılan gözlemlerde çalışma alanında fay ve kıvrım gibi yapısal elemanlar saptanmamıştır



Şekil 4. Çalışma alanının genel litolojik kesiti (Açıkgöz, 1980)

#### 4. NEVŞEHİR POMZALARI

Yörede bir çok volkanik çıkış bacası mevcuttur. Asit kökenli bir takım volkanik çıkışlar oldukça yaygın pomza yataklarının oluşmasına neden olmuşlardır. Yapılan çalışmalar sonucunda Nevşehir ve çevresinde 1,5 milyar m<sup>3</sup>'ü aşan pomza rezervi saptanmıştır. Daha önce bahsedildiği gibi otokton ve allokton olarak oluşan pomzalar farklı yerlerde farklı özelliklerde gözlenmektedirler.

Çalışma alanında yaklaşık 16 km<sup>2</sup> lik alan kaplayan pomzalar oluşum ortamı ve farklı depolanma şekilleri dikkate alınarak tipomorfolojik olarak dört ayrı şekilde incelenmiştir.

##### 4.1. Başköy Pomzası

Çalışma alanı güneyinde bulunan Başköy yol yarmasında gözlenen bu pomza oluşumları kumtaşı, çakıltaşı-kumtaşı arkalanmasından oluşan Taşkınpaşa formasyonu Başköy üyesi içinde yer almaktadır.

Bütün olarak yayvan bir çanak şeklinde olan pomzalar iki ayrı seviyede gözlenmektedirler. Göl

çanağının en derin yeri yaklaşık 9 m'lik bir istif sunmaktadır. Kenarlara gidildikçe bu istif kalınlığı azalmaktadır, ilk seviyede gözlenen pomza oluşumu çanağın en derin yerinde 3-3,10 m arasında kalınlık sunmaktadır. Yaklaşık 2,5 m kalınlıktaki çamurlu ara düzeyi ikinci pomza seviyesi izler. Bu pomzanın kalınlığı en derin yerde 1,5 m yi bulmaktadır. İki pomza seviyesi arasında kalan çamurlu ara düzey içinde düzensiz olarak dağılmış pomza çakılları gözlenir. Yatak oluşturan pomza taneleri 1 -20 mm arasında değişen boyutlara sahiptir. Tanelerin rengi gri ile mavimsi gri arasında değişir.

Daha önce oluşmuş olan pomzaların aşınıp taşınması ve görsel bir çanak şeklinde yığılması sonucu oluşan pomzalar şimdilik ekonomik bir önem arz etmemektedir.

##### 4.2. Keçiderebentü Pomzası (Pm)

Bu pomzalar otokton pomzalar olarak değerlendirilmektedir. Stratigrafik yeri Kızılkaya ignimbritleri ile Güzelöz gösel sedimanları arasında olan pomzalar gayet iri bloklar halinde gözlenmektedirler.

Üzeri gösel sedimanlarla örtülü olan otokton pomzalar Şahinefendi Köyü yakınında bulunan Keçiderebentü, Cevizli, Akpınar, Nalbant Mezarı ve Büyükkıran sırtlarında net olarak gözlenebilmektedirler. Çalışma alanının güneyinde ise gösel sedimanların hemen altında ve ignimbritlerin hemen üstünde görülürler.

Pomzalarda alterasyon rengi kahverengimsi olup taze yüzeyi bej renktedir. Ayrıca Güzelöz Köyü yol yarmasında bir kısım pomza yersel sınırlı taşınmaya uğramış, demirli suların etkisiyle yer değiştirmiş ve pembemsi bir görünüm kazanmıştır. Otokton pomzalar ortalama 3,9-4 m arasında değişen kalınlıklarda bulunmaktadır.

##### 4.3. Alahopu Pomzası (Pmi)

Otokton pomzaların aşınma, taşınma ve depolanması ile oluşan pomzalar çalışma alanının B ve KB'sında yaklaşık olarak 10 km<sup>2</sup>'lik bir alanda gözlenirler. İşletilmekte olan bu ocakta yöredeki diğer ocaklarla benzer istif gözlenmiştir.

Yakından incelendiğinde görsel bir çanak şeklinde oluşum sunan pomzalar arasında yatay olarak gözlenen karışık renkli çakıllı seviyeler vardır. Bu çakılların boyutları 1-1,5 cm arasında değişim gösterir. Oluşturduğu tabakaların kalınlığı ise 2-5 cm arasında değişmektedir. Bir çok yerde gözlenen bu tip pomzalar kepçe ile direkt kamyonlara yüklenerek satılmaktadır. Bu ocaklar madencilik ve işletme yöntemlerini bilmeyen vasıfsız kişilerce işletildiğinden belirli bir yöntem dahilinde çalışılmamaktadır. Bu da üretim kayıplarına yol açmakta, verimin tam olarak sağlanmamasına sebep olmaktadır.

#### 4.4. Yamaç Molozları Şeklinde Pomzalar (Pn%4)

Daha önce oluşan pomzaların su ve rüzgarın etkisiyle taşınıp bir yerde birikmesinden oluşan bu pomzalar güncel oluşuklardır. Şahinefendi Köyü'nün güneyinde, doğusunda ve kuzeydoğusunda gözlemek mümkündür.

Tane boyu açısından pomza oluşumları incelendiğinde Şahinefendi Köyü güneyinde gözlenen pomzaların doğu ve kuzeydoğudakilere oranla daha iri taneli olduğu görülmektedir. Renkleri açısından güneyde yer alan pomzaların rengi gri-beyazimsı gri arasında değişim gösterirken, doğu ve kuzeydoğudakilerin rengi de gri-mavimsi gri şeklinde farklılık sunmaktadırlar.

### 5. MATERYAL ve METOT

Nevşehir pomzasının hafif yapı malzemesi olarak betonda kullanılabilirliğinin belirlenmesinde fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi son derece önemlidir. Beton agregası olarak kullanılacak Nevşehir pomzasının yapısal özelliklerinin tespiti ve kullanım kriterlerini daha iyi saptayabilmek için araştırma bölgesinden numuneler alınmış ve Çukurova Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölüm Laboratuvarlarına getirilerek her deney için farklı en az 5 numune hazırlanmış ve fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri üzerinde yapılan deney sonuçları Çizelge 1 'de verilmiştir.

#### 5.1. Çimento

Çimento, ana hammaddeleri kalkerle kil olan ve mineral parçalarını (kum, çakıl, tuğla,briket ..vs) yapıştırmada kullanılan bir malzemedir.

Çimentonun bu yapıştırma özelliğini yerine getirebilmesi için mutlaka suya ihtiyaç vardır. Çimento, su ile reaksiyona girerek sertleşen bir bağlayıcıdır. Kınlanmış kalker, kil ve gerekiyorsa demir cevheri ve kum katılarak öğütülüp toz haline getirilir. Bu malzeme 1400-1500°C'de döner fırınlarda pişirilir. Meydana gelen ürüne "klinker" denir. Daha sonra klinkere bir miktar alçı taşı eklenip (%4-5 oranında) çok ince toz halinde öğütülerek Portland Çimentosu elde edilir. Bu çalışmada çimento olarak Adana Çimento Sanayiinden alınan Portland Çimento (PC 32.5) kullanılmıştır.

#### 5.2. Agregalar

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

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

Betonda kullanılacak agregalar TS 706'ya uygun olmalıdır.

Bu çalışmada kullanılan agregalar Nevşehir'de faaliyet gösteren Serhat Madencilik ve Soylu Madencilğe ait ocaklardan alınmıştır.

#### 5.3. Karışım Suyu

Beton üretiminde kullanılan karışım suyunun iki önemli işlevi vardır:

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

Betonun kıvamı m<sup>3</sup>'e giren su miktarına bağlıdır. Bilindiği gibi beton mukavemeti su/çimento

oranına bağlıdır. Betona daha fazla kıvam kazandırmak amacıyla fazladan su katmak betonun mukavemetini düşürmektedir. Genel olarak içilebilir nitelik taşıyan bütün sular betonda kullanıma uygundur. Ancak, betonda kullanılacak suyun içilebilir özellikte olması şart değildir. Bir takım ön deneyler yapılmak kaydıyla, içilemeyen sularla gayet kaliteli beton üretilebilir. Bu çalışmada karışım suyu olarak normal içme suyu şebekesinden alınan 20°C su kullanılmıştır.

#### 5.4. Su-Çimento Oranının Beton Dayanımına Etkisi

Su-çimento oranının değişiminin beton dayanımı üzerinde etkili olduğu bilinmektedir (Popovics, 1992). Su çimento oranının düşmesi beton basınç ve çekme dayanımını oldukça yükseltecektir (Atış, 2000).

#### 5.5. Agrega Tane Boyutu-Çimento ilişkisi

Agrega tane boyutu dağılımının belli bir beton sınıfı için çimento dozajını etkilediği bilinmektedir. Agrega tane dağılımı incelendiğinde agrega özgül yüzeyi artacak ve karıştırma sırasında karışım suyunun bir miktarı agrega yüzeyinin ıslatılmasında kullanılarak sabit işlenebilirliği sağlamak için su miktarını arttırmak gerekecektir. Bunun yanı sıra dayanımı sağlamak için S/Ç sabit tutularak çimento miktarı da arttırılacaktır (Atış, 2000). Bu sebeple agrega tane boyutunun optimizasyonu gerek

çimento tüketimi, gerekse beton işlenebilirliği açısından oldukça önem arz etmektedir.

## 6. POMZALARIN LABORATUAR DENEY SONUÇLARI

Araziden alınan pomza örnekleri Çukurova Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölüm Laboratuvarlarına getirilerek deneyleri yapılmıştır. Tüvenan olarak alınan pomza örneklerinin elek analizleri, birim hacim ağırlık deneyleri, P Dalga hızını bulduğumuz sonik hız değerleri ile tek eksenli basma dayanım deneyleri yapılmıştır. Tüvenan örneklerin öğütülmesi ile kimyasal özellikleri tespit edilmiştir. Bu deneylerden sonra numuneler elenerek beton granülemetresine uygun olacak şekilde elek analizleri yapılmış ve her bir elek aralığı için birim hacim ağırlık, su emme, özgül ağırlık deneyleri yapılmıştır.

#### 6.1. Tüvenan Pomzanın Fiziksel ve Kimyasal Deney sonuçları

Tüvenan olarak Nevşehir ilinin Kaymaklı beldesinden alınan Pomza numuneleri üzerine deneyler yapılmış ve sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Tüvenan olarak pomzanın yapısal karakterleri belirlendikten sonra bulunan kimyasal özellikleri incelenerek Çizelge 2'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Tüvenan Pomza Numunesinin Kesitleri Üzerine Yapılan Deney Sonuçları

Numune No	P-dalga Hızı (km/s)	Birim Hacim Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )	T. Eksenli Basma Dayanımı (kg/cm <sup>2</sup> )	Su Emme (%)
1	37.20	0.53	4.63	41.17
2	40.90	0.58	<b>4.81</b>	36.90
3	43.40	0.48	5.37	47.19
4	57.10	0.76	4.63	26.03
5	67.40	0.61	3.64	30.38
6	57.60	0.66	<b>5.89</b>	33.75
<b>Ortalama</b>	<b>50.60</b>	<b>0.60</b>	<b>4.83</b>	<b>35.90</b>
<b>S.Sapma</b>	<b>11.82</b>	<b>0.10</b>	<b>0.76</b>	<b>7.60</b>

Çizelge 2. Nevşehir Pomzasının Kimyasal Analizleri

İçerik	Ort.	S.Sapma
%Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.720	0.020
%Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.48	1.360
%Ca	0.632	0.022
%Mg	0.212	0.026
%Na	0.380	0.021
%K	0.144	0.026
%Mn	0.053	0.002
%SiO <sub>2</sub>	71.124	0.744

Nevşehir pomzası üzerinde yapılan birim hacim ağırlığı deney sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Nevşehir Pomzasının Birim Hacim Ağırlık Deney Sonuçları (Yapılan Beton Granülometrisine göre)

Elek aralığı	Ort	S.Sapma
>16	0.315	0.009
16-8	0.340	0.000
8-4	0.376	0.020
4-2	0.412	0.027
2-1	0.513	0.036
1-0.5	0.581	0.046
<0.5	0.640	0.057

Hafif yapı malzemesi olarak kullanılacak olan Nevşehir pomzalarının tüvenan olarak alınan numuneler üzerinde piknometre ile özgül ağırlık deneyleri yapılmış ve sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Nevşehir Pomzasının Özgül Ağırlık Deney Sonuçları

Numune No	Oz. Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )
1	2.109
2	2.131
3	2.113
4	2.006
5	2.095
6	2.254
7	2.218
8	2.133
9	2.152
<b>Ortalama</b>	<b>2.135</b>
<b>Standart Sapma</b>	<b>0.071</b>

Laboratuar koşullarında Türk Standartlarına uygun olarak gerçekleştirilen Nevşehir pomzası su emme deney sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. Nevşehir Pomzasının Su Emme Deney Sonuçları

Elek Aralığı	Su Emme (%)
>16	54.36
16-8	46.80
8-4	38.20
4-2	31.60
2-1	25.60
<b>1-0.5</b>	<b>20.90</b>

6.2. Pomzadan Hafif Beton Yapımı ve Deney Sonuçları

Pomza agregaları TS 706'ya göre 16-8, 8-4, 4-2, 2-1, 1-0.5 ve <0.5 elek aralıklarına göre sınıflandırılmıştır. Uygun oranda su ve çimento ile karıştırılarak beton dökülmüş ve 7,14, 28 ve 90 günlük kür süresi içerisinde deneyleri yapılmıştır. TS 706'ya göre kullanılan malzeme miktarı aşağıdaki çizelgede verilmiştir (TS, 706, Yaşar ve diğerleri, 2003).

Çizelge 7. Agregası Su ve Çimento Karışım Oranları

Tane Boyutu (mm)	Kullanılan Malzeme Miktarı (kg)
16-8	1.89
8-4	1.80
4-2	1.44
2-1	0.99
1-0.5	1.17
<0.5	1.80
<b>ÇİMENTO</b>	<b>4.50</b>
<b>SU</b>	<b>5.45</b>

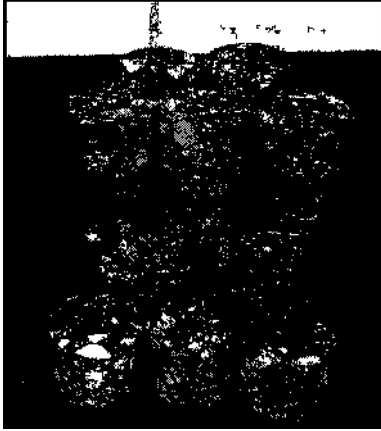
Pomza numunelerinden hazırlanan beton döküldükten sonra ilk olarak yaş ve kuru birim hacim ağırlıkları tespit edilmiş çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Betonun Yaş ve Kuru Birim Hacim Ağırlıkları (kg/m<sup>3</sup>)

Örnek No	Yaş	Kuru
1	1308	1245
2	1324	1255
3	1314	1252
4	1308	1242
<b>Ortalama</b>	<b>1313.5</b>	<b>1248.5</b>
<b>S. Sapma</b>	<b>7.54</b>	<b>6.02</b>



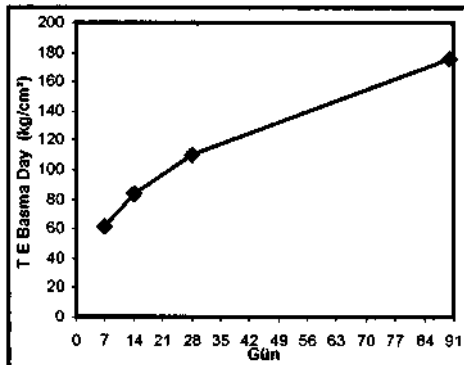
Pomza agregalarından hazırlanan beton örneklerin kalıplara dökülmüş ve 7, 14, 28 ve 90 gün bekletildikten sonra kalıplardan karotlar alınmış, örneklerin tek eksenli basma ve dolaylı çekme dayanım (Brazilian) deneyleri yapılmıştır (Şekil 5) Elde edilen sonuçlar Çizelge 9 ve 10'da verilmiştir Ayrıca betonun kur suresine bağlı basma ve çekme dayanım değerlerinin değişimi Şekil 6 ve 7'de grafiksel olarak sunulmuştur



Şekil 5 Pomza betonlarından alınmış karot numuneleri

Çizelge 9 Beton Örneklerinin Basma Dayanımı Deneysel Sonuçları (kg/cm<sup>2</sup>)

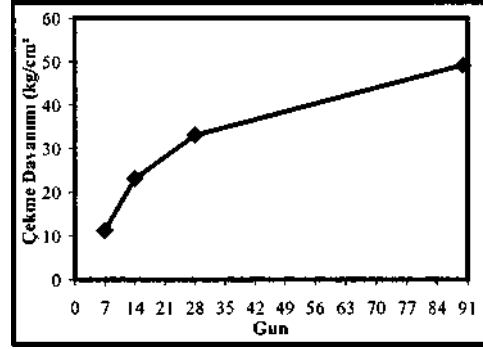
Gun	1	2	3	4	Ort	SSpm
7	60 69	56 36	62 14	66 47	61 42	4 17
14	84 54	79 48	83 82	86 71	83 63	3 03
28	109 83	105 49	111 27	112 72	109 83	3 12
90	173 41	169 80	180 64	179 19	175 76	5 05



Şekil 6 Betonun kur suresine bağlı olarak basma dayanımının değişimi

Çizelge 10 Beton Örneklerinin Çekme (Brazilian) Dayanım Değerleri (kg/cm<sup>2</sup>)

Gun	1	2	3	4	Ort	S.Spm
7	10 20	14 10	10 30	10 50	11 28	1 89
14	21 40	22 50	23 40	24 90	23 05	1 48
28	28 20	38 24	34 40	31 50	33 09	4 27
90	48 38	47 20	55 20	45 40	49 05	4 28



Şekil 7 Betonun dolaylı çekme (Brazilian) dayanım değerleri

Yapılan çalışmadan da görüldüğü üzere Nevşehir pomzası kullanılarak hazırlanan beton numunelerinin 7, 14, 28 ve 90 günlük ölçüm değerleri sonucunda basma ve çekme dayanımı zaman artışına paralel olarak artmaktadır

## 6. SONUÇLAR

Nevşehir pomzası kullanılarak hazırlanan beton örnekleri üzerinde yapılan birim hacim ağırlık, basma ve çekme dayanımı deneylerinin sonuçlarına göre, bölgede çıkarılan asıdık pomzanın yüksek dayanım ve düşük yoğunluktan dolayı hafif beton yapımında agrega olarak kullanılabilirliğinin mümkün olduğu görülmektedir Pomza kullanılarak yapılan hafif betonlar binalarda taşıyıcı elemanlara ve zemine daha az yük uygulayacağından depreme karşı daha dayanıklı olacaktır ki bunun önemi de son yıllarda ülkemizde gerçekleşen depremlerin ardından daha iyi anlaşılmaktadır Bunun yanında pomza kullanılarak yapılan binalarda ısı ve ses yalıtımı sağlanacağından ısıtma ve soğutma giderleri büyük oranlarda azalacaktır Bu da başta enerji tasarrufu sağlaması ve çevre kirliliğini azaltması sebebiyle yurdumuza milyarlarca dolarlık tasarruf sağlayacaktır

## TEŞEKKÜR

Yazarlar FBE 2002 YL 332 numaralı Yüksek lisans projesine desteğinden dolayı Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine teşekkür ederler.

## KAYNAKLAR:

- Açıkgöz, F., Öz, M., 1980, Nevşehir Ürgüp, Kaymaklı Çevrelerinin Pomza Prospeksiyon Raporu, MTA, Ankara
- Alduaş, J., Alshaleh, K., Haque, M. N., Ellathy, K., 1999, *Lightweight concrete in hot coastal areas*, Cem. Concr. Compos. 21, 453-458.
- Altun, F., Haktanir, T., 2001, *Flexural behavior of composite reinforced concrete elements*, J. Mater. Civ. Eng. ASCE., 13, 255-259.
- Atış, C. D., vd, 2000, *Su-Çimento Oranının Beton Dayanımına Etkisi*, Ç.Ü. Müh. Mim. Fak. Dergisi, S.91-98
- Atış, CD., vd. 2000, *Agrega Tane Boyutu Dağılımının Çimento Miktarına Etkisi*, Ç.Ü. Müh. Mim. Fak. Dergisi, S. 117-123
- Batum, I., 1978, Nevşehir'in Güneybatısındaki Güllüdağ, Acıgöl Yöresi Volkanitlerinin Jeoloji ve Petrografisi, Yer Bilimleri C:4 No:1, 2, 50-69
- Erdoğan, M., 1997, Nevşehir-Ürgüp Dolaylı Sünger taşı yatakları ve özellikleri. 1. İsparta Pomza Sempz. 213-218.
- Gündüz, L., 1998. *Pomza Teknolojisi*, Cilt I, İsparta.
- Gündüz, L., 1998. *Pomza Teknolojisi*, Cilt II, İsparta
- Holm, T.A., 1994, *Lightweight concrete and aggregates*, ASTM Stand. Tech. Publ. 169C.
- Ketin, I., 1963, 1/500.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Kayseri Paftası, MTA Yayınlarından.
- Popovics, S., 1992, "Concrete Materials, Properties, Specifications and Testing", Noyes Publications, New Jersey, US.
- TS 706, 1980, *Beton Agregaları*, Ankara, Turkey.
- Yaşar, E., Erdoğan, Y., 2001, *Toprakkale Bazaltının Doğal Taş Endüstrisindeki Yeri*, 4. Endüstriyel Hammaddeler Semp. İzmir.
- Yaşar E., Erdoğan Y., Kılıç, A., 2004, *Effect of limestone aggregate type and water-cement ratio on concrete strength*, Materials Letters, Volume 58, Issue 5, Pages 772-777.